

**INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
SINCHI**



Instituto
amazónico de
investigaciones científicas
SINCHI

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO MADS-SINCHI
No. 077/2012

PRODUCTO No. 04
INFORME FINAL

SINTESIS DIAGNOSTICA Y RECOMENDACIONES

Leticia, septiembre de 2013

**INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
SINCHI**



Instituto
amazónico de
investigaciones científicas
SINCHI

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO MADS-SINCHI
No. 077/2012**

**PRODUCTO No. 04
INFORME FINAL**

Edwin Agudelo Córdoba
Jefe del Proyecto

Guillermo Rueda – Delgado
Coordinación Técnica

EQUIPO TÉCNICO:

Edwin Agudelo Córdoba
Marcela Nuñez-Avellaneda
Guillermo Rueda-Delgado
Juan David Bogotá-Gregory
Juan Carlos Alonso González
Camilo Enrique Logreira-Buitrago
Angélica María Torres – Bejarano

Luz Nidia Gil-Padilla
Camilo Torres-Sanabria
Mauro Alejandro Reyes Bonilla
Abel Antonio Santos Angarita
Thorsten Beisiegel
Patricia Téllez Guio
Jorge Armando Cuartas Ricaurte
Lina María Correa Uribe

Leticia, septiembre de 2013

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
1. EL AGUA EN EL ÁREA AMAZÓNICA	4
2. CLIMA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA MACROCUENCA AMAZONAS	6
3. LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA MACROCUENCA AMAZONAS	13
4.1. COMPONENTE BIOLÓGICO.....	17
4.2. COMPONENTE ECOLÓGICO.....	20
5. INFORMACIÓN RELACIONADA A RECURSOS HÍDRICOS EN AMAZONIA	22
6. EL VALOR DE LOS RECURSO HÍDRICOS AMAZÓNICOS	25
6.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA REGIÓN AMAZÓNICA.....	28
6.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL RECURSO ÍCTICO Y LA PESCA PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA	29
7. LA UTILIZACIÓN HUMANA DEL AGUA	34
7.1. ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA - WPI	36
8. LA MINERÍA EN AMAZONIA	43
9. ANÁLISIS MULTIVARIADO SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y AMENAZAS	49
10. RETOS DE LA GOBERNABILIDAD DEL AGUA PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA ..	56
10.1. RETOS DE LA GOBERNABILIDAD DEL AGUA EN EL ÁMBITO GLOBAL.....	57
10.2. GOBERNABILIDAD DEL AGUA PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA	58
11. EPÍLOGO	62
12. BIBLIOGRAFÍA	65

PRESENTACIÓN

Por su localización geográfica, orografía y gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se analiza en detalle se encuentra que la población y las actividades socioeconómicas se asientan en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas para los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el recurso agua, por lo que se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor (MAVDT, 2010).

Para Colombia, la Amazonia es una región compartida con 4 países (Venezuela, Brasil, Ecuador y Perú) y se considera que es la principal vertiente de integración ecosistémica que poseen los países de la CAN, por lo cual conforma el 57% del territorio, ofrece el 70% de los recursos hídricos, alberga el 15% de la población y genera una muy pequeña demanda en comparación con la oferta de 0,98% del total de agua disponible. Sin embargo, en la Amazonia es claro que el agua se malgasta por lo que se presume una ineficiencia en riego cercana al 65%; pérdidas en la distribución urbana de aproximadamente el 40%, especies acuáticas con disminución poblacional, amenazadas por sobrepesca o por deterioro de ecosistemas. Igualmente, existe incertidumbre sobre la sostenibilidad de la riqueza hídrica ante los impactos de cambio climático y el incremento de actividades humanas como la urbanización, minería ilegal y de gran escala, la agroindustria y la deforestación (Guhl, 2009).

El agua tiene una alta vulnerabilidad a los impactos asociados con su uso por falta de gobernabilidad y gobernanza de la misma, puesto que se adolece de una visión integral, existe una muy poca gestión a nivel de cuenca y una débil participación pública. La investigación, la información científica y la capacitación respecto al tema son limitadas, por lo que se carece de instrumentos suficientes para tomar decisiones y hacer la gestión que tan importante recurso requiere.

Frente a este panorama, la política de Gestión Integral del Recurso Hídrico de Colombia indica que se requiere abordar el manejo del agua como estrategia del orden nacional desde una perspectiva ambiental e integral que recoja las particularidades de la diversidad regional y las potencialidades de la participación de actores sociales e institucionales. En ese orden de ideas, el MADS consideró que para avocar ese manejo del agua se debe iniciar con una aproximación y planificación estratégica a nivel de las cinco áreas hidrográficas del país (Magdalena - Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico). Aproximación que contribuya a definir lineamientos de gestión, de acuerdo con las potencialidades, vocación y particularidades ambientales y sociales de cada una de ellas a una escala 1:500.000.

Bajo lo anterior, el presente documento sintetiza el análisis diagnóstico realizado por el Instituto Sinchi para la región amazónica colombiana y las recomendaciones a tener en cuenta, para avanzar en las futuras Fase III y IV planteadas en la política de recurso hídrico.

1. EL AGUA EN EL ÁREA AMAZÓNICA

La cuenca hidrográfica del río Amazonas en Colombia tiene un área de drenaje de 339.505 Km², equivalente al 5% de la Gran Cuenca Amazónica y cerca del 42 % del país. Comprende las cuencas de los ríos Putumayo, Caquetá, Apaporis, Vaupés, Guainía-Negro, Puré y afluentes directos del río Amazonas (Figura 1, Tabla 1). Hacen parte la totalidad del territorio de los departamentos de Putumayo, Caquetá, Amazonas, Vaupés, Guaviare y Guainía, 4.2% del departamento del Meta, 14 % del Cauca y 7% de Nariño.

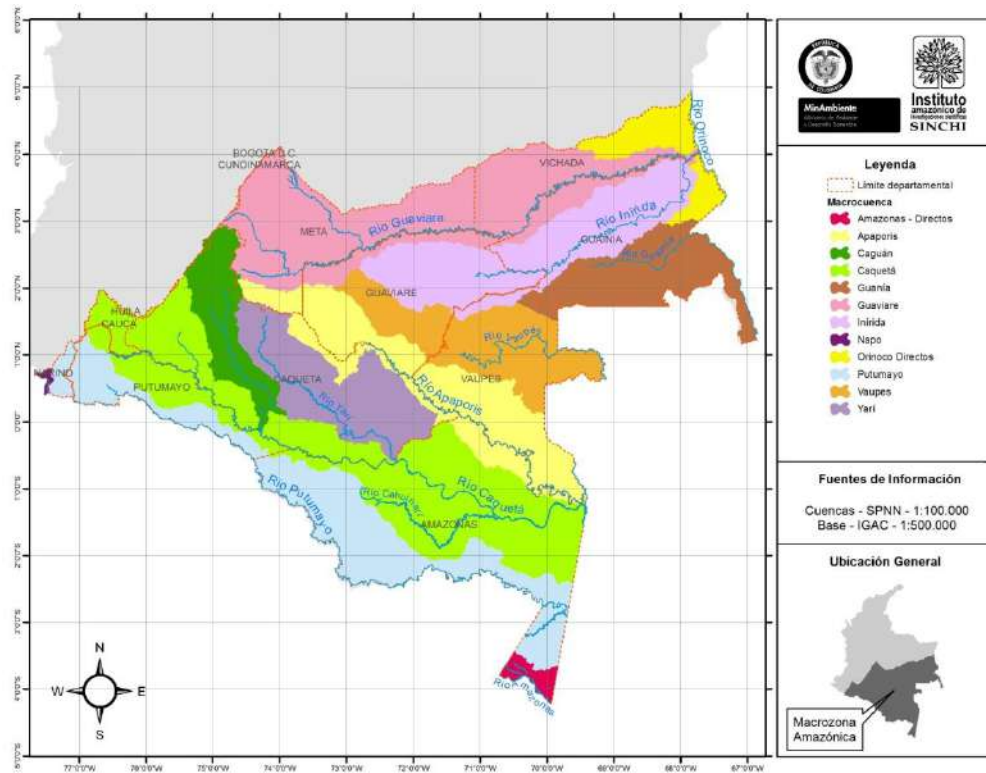


Figura 1. Mapa de ubicación de la Amazonia colombiana y sus principales cuencas

La región Amazónica y la disposición de sus recursos naturales están estrechamente relacionadas con la oferta natural de agua que se presenta en el bosque húmedo tropical más grande del mundo. La dinámica de sus aguas sumada a las fluctuaciones climáticas genera un sistema de pulsos de inundación, responsables de la diversidad de especies de la región. Muchas de estas relaciones se presentan a razón de la presencia de bosques, esenciales para conservar el caudal hídrico ya que actúan como esponjas gracias a su enorme capacidad para almacenar agua. Los suelos boscosos logran absorber cuatro veces más agua de lluvia que los suelos cubiertos por pastos y 18 veces más que el suelo desnudo.

Tabla 1. Distribución de subcuencas que hacen parte de la Cuenca del río Amazonas

Subcuenca	Área Km ²	Porcentaje (%) con respecto a	
		País	Cuenca
Afluentes directos Amazonas	3.233	0,3	1,0
Alto Caquetá	19.183	1,7	5,7
Bajo Caquetá	129.457	11,3	38,1
Río Apaporis	52.232	4,6	15,4
Río Guainía	23.535	2,1	6,9
Río Puré	8.631	0,8	2,5
Río Putumayo	58.314	5,1	17,2
Río Vaupes	44.921	3,9	13,2
Cuenca del río Amazonas	339.505	29,7	100
Área continental de Colombia	1.141.748	100	

La región amazónica está caracterizada por tener en sus cuencas tres grandes sistemas acuáticos diferenciados en base a la geología, los suelos y los procesos organogénicos (Junk & Furch, 1985 en Duque et al, 1997) estos son: aguas blancas, aguas negras y aguas claras (Duque et al, 1997). Los ríos de aguas blancas provienen de la zona andina, poseen alta sedimentación pudiendo llegar al metro y medio por ciclo de inundación (Padoch et al. 1999), también son ricas en nutrientes, baja transparencia y pH cercano a la neutralidad (Duque et al, 1997), cuando se generan inundaciones periódicas y temporales de estos ríos, se forman los bosques de Várzea, los cuales corresponden a los bosques riparios o bosques que se forman a las orillas de los cuerpos de agua y que son inundados por las aguas blancas (Witmann et al. 2006 en Mostacedo et al. 2006).

Los ríos de aguas negras son más calmados con sedimentación más baja y pH bajo. La tonalidad oscura es adquirida por la alta cantidad de Carbono orgánico disuelto en forma de ácidos húmicos (Lewis, 2008), drenado de suelos podzolicos provenientes de peneplanicies muy antiguas (Junk & Furch, 1985 en Duque et al, 1997), cuando se generan inundaciones periódicas con este tipo de aguas, se forman los bosques de Igapó (Ayres, 1995 en Mostacedo et al. 2006). Las aguas claras, tienen una alta transparencia ya que presentan solutos húmicos que son absorbidos por minerales arcillosos (Leenheen, 1980 en Duque et al, 1997), tiene una baja fertilidad y pH ligeramente ácido (Duque et al, 1997).

Muchas de las actividades económicas que se desarrollan hoy en la Amazonia ponen en peligro las dinámicas de los ecosistemas naturales, que se encargan de la regulación y renovación del recurso líquido, por lo que a su vez colocan en riesgo el amplio equilibrio natural mundial. Es por esto que realizar una gestión que oriente el uso del recurso hídrico, permitiría tener un acercamiento a un desarrollo sostenible de actividades que propenda por el cuidado del agua y sus componentes. La degradación ambiental está reduciendo el bienestar humano en la región, lo cual se expresa en el aumento de la incidencia de enfermedades en la población, el incremento en los costos de funcionamiento de las actividades económicas, la agudización de los conflictos sociales, y el aumento en la vulnerabilidad frente al cambio climático (GeoAmazonia, 2009).



En buena parte esa problemática es resultado del alcance limitado de los marcos regulatorios en la Amazonia, la poca y clara definición de los derechos de propiedad y recursos insuficientes para implementar la regulación existente, lo que permite la invasión de tierras con implementación de actividades productivas informales que han favorecido formas arbitrarias de acceder a los recursos naturales sin tener en cuenta los impactos ambientales y sociales. (GeoAmazonia, 2009). Significa esto que el desarrollo de actividades económicas en regiones con gran oferta hídrica superficial, no está determinada únicamente por la cantidad de agua disponible, pues es necesario considerar que en estas regiones existen grandes cantidades de recursos naturales asociados a fuertes dinámicas naturales.

2. CLIMA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA MACROCUECNA AMAZONAS

La macrocuenca Amazonas es una de las regiones del país con mayor oferta de agua por año, según el informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia (2008), la oferta hídrica superficial promedio de la región Amazónica y de los llanos orientales es de 1280 km³/año y de 780 km³/año para año seco, mientras que otras regiones como el Pacífico o Caribe se registran cifras no mayores a los 400 km³ en año modal (en año seco no alcanzan los 300 km³).

La disponibilidad de recurso hídrico para el caso de la región amazónica, está ligada a la superficie recolectora de agua que abarca las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo, Vaupés y Guanía (IDEAM, 2010); esta delimitación hídrica es la que pone a disposición el agua que fluye superficialmente por las pendientes e inclinaciones y que es destinada para consumo y desarrollo de actividades económicas.

La oferta hídrica superficial representa solo un cuarto del agua disponible en el planeta y representa en menor porcentaje la cantidad que es utilizada para el desarrollo de actividades. Por lo que es importante aclarar que la mayor parte de los recursos hídricos utilizables en el planeta se encuentran en el subsuelo y Colombia presenta condiciones favorables al respecto, con un gran potencial de aguas subterráneas en aproximadamente 75% del territorio, especialmente en formaciones sedimentarias de edades Cuaternaria, Terciaria y Cretácica, por lo que se calcula a manera de pronóstico que las zonas con mayor potencial abarcan alrededor de un 36% del área del país equivalente a 415.000 Km² (MAVDT et al, 2010).

Desafortunadamente, la disponibilidad de agua constituye un tema de muy bajo conocimiento pues no se conocen estimaciones de la cantidad de recurso líquido para zonas muy poco exploradas de la Orinoquia, la Amazonia y el Chocó, con características favorables para la acumulación de agua subterránea (IDEAM, 2010), regiones sobre las cuales existen vacíos de información considerable y a que no se han vinculado claramente el uso del agua con las dinámicas de economías al interior del país, y que de acuerdo con la oferta hídrica que disponen, podrían de manera planificada y orientada satisfacer el desarrollo de varias necesidades de interés nacional sin deterioro del equilibrio natural.



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



El gran programa de investigación científica HYBAM (Hidrogeología en la Cuenca Amazónica por sus siglas en francés) ha establecido que hasta un 70% de la lluvia producida en la Amazonia Central Brasileña es resultado de procesos de convección, es decir, que la lluvia es resultado de la evapotranspiración de la propia selva que se condensa y precipita en celdas continuas de no más de un kilómetro de distancia. Lo que implica que hay una estrecha relación entre el bosque amazónico, la oferta de agua y la estructura ecosistémica en toda la Amazonía. Según lo expuesto por García (2007), en la Amazonía colombiana el 50% del agua precipitada proviene del océano Atlántico arrastrada por los vientos Alisios, el otro 50% se genera por la evaporación del agua que está en la copa de los árboles y de la evapotranspiración del agua que está en todo el sistema. En cuanto a la distribución del agua lluvia en la región el 25% se deposita en las hojas de los árboles, el 50% cae al suelo y es absorbido por éste y el restante 25% sale a través de las corrientes de agua que se dirigen al mar.

Sin embargo la región amazónica está siendo afectada por el aumento de la temperatura promedio y por la modificación del régimen de precipitaciones, por lo tanto, estos cambios afectan el equilibrio de los ecosistemas e incrementan la vulnerabilidad tanto del ambiente natural como de las poblaciones humanas (GeoAmazonia, 2009). Dado que las condiciones climáticas de la región amazónica están íntimamente relacionadas con los factores hidroclimáticos que se evidencian a lo largo y ancho del país, conocer el posible comportamiento de estas variables permite realizar estimaciones que puedan cuantificar de manera aproximada la cantidad de recursos disponibles para aprovechamiento, dichas estimaciones y aproximaciones en materia atmosférica permitirán predecir el comportamiento de las variables climáticas y su interrelación con el entorno.

La Amazonia colombiana está ubicada entre 4° norte en Guainía hasta los 4° 13" Sur en Leticia, dentro de la zona ecuatorial, así que uno de los principales factores que modifican ríos, arroyos y lagos en la cuenca es el régimen de las lluvias, las cuales son influenciadas por la Zona de Convergencia Intertropical – ZCIT. La ZCIT es una franja de baja presión que se mueve por la región norte de Suramérica producto de los vientos alisios del norte y del sur. La posición más meridional de la ZCIT ocurre diciembre, enero y febrero, mientras que la posición septentrional sucede durante el primer semestre del año, entre abril – junio (Domínguez 1983). Cuando la ZCIT no está presente las lluvias disminuyen pero como la mayor parte de la cuenca amazónica se encuentra en la zona ecuatorial, no existen períodos de verdadera sequía (Figura 2). Es decir en un mes de bajas lluvias la precipitación se presenta por lo general en casi la mitad de días del mes. Otro factor que influencia las lluvias es la orografía, por lo que suceden mayores precipitaciones en sectores cercanos a la cordillera Andina y por tanto los lugares más húmedos de la Amazonia colombiana se encuentran en el piedemonte (Domínguez 1983).

En general, se observa que la ZCIT pasa una vez en el año en la mayoría de los lugares amazónicos colombianos, por tanto los ríos de gran tamaño presentan patrones de niveles altos acordes con los meses de más lluvia y épocas de menores caudales en los meses en que disminuye la precipitación. Los ríos amazónicos del norte como Guainía, Vaupés y Caquetá presentan los mínimos de caudal en los primeros meses del año, mientras que en los ríos del sur como el Putumayo y Amazonas, tienen sus mínimos en el segundo semestre del año

(SIATAC 2012). El esquema general de lluvias de la cuenca presenta mayores precipitaciones hacia la zona de cordillera, lluvias más frecuentes en sitios cercanos a la línea ecuatorial y disminución de la precipitación hacia el norte (Guainía) y Sur (Leticia). Algunos autores, como Domínguez et al (1996) y Hurtado (2009) mencionan otros fenómenos, marino - continentales que también generan afectaciones sobre las lluvias de la Amazonia.

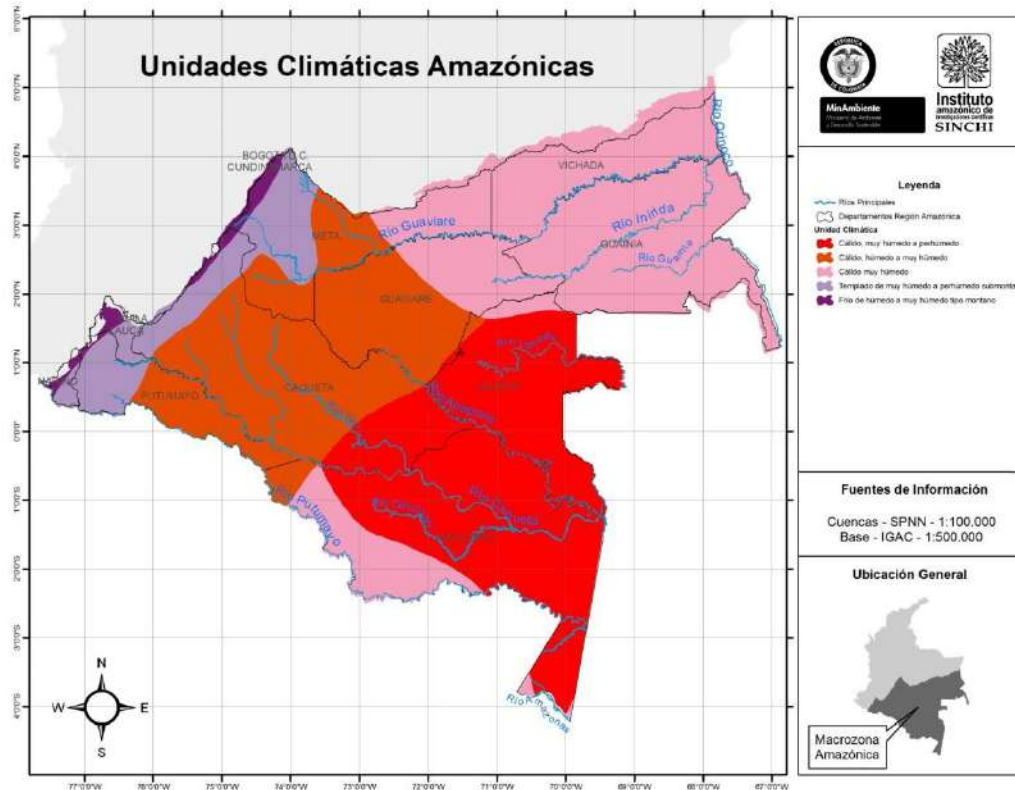


Figura 2. Unidades climáticas presentes en Amazonia colombiana

Algunos autores indican que las lluvias de la Amazonia se deben en gran medida al recirculamiento de la humedad producida por la evaporación de la inmensa selva amazónica, la cual supera el 50% (Bunyard & Herrera 2012), por lo tanto es de vital importancia conservar sus bosques. Así mismo estudios recientes hablan de la “bomba hídrica” planteada por Makarieva y Gorshkov (2009) donde las diferencias de tensión con el vapor emanado de la selva en su proceso de evapotranspiración, es el mecanismo fundamental para mantener la humedad de la región, gracias a la humedad proveniente de los océanos y que es transportada por los vientos alisios. Algunas diferencias a estos patrones, obedece a los fenómenos de El Niño (que disminuye las lluvias) y La Niña (que las aumenta).

Según Espinoza et al. (2009a citado por Espinoza et al. 2012), las regiones más lluviosas de la cuenca amazónica con más de 3000 mm/año se encuentran cerca del estuario, expuestas a la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) y en el noroeste de la cuenca (Amazonia colombiana, norte de Amazonia ecuatoriana, noreste de Perú y noroeste de Brasil). La menor precipitación



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



se observa en las regiones altas de los Andes, donde se registran menos de 1000 mm/año sobre los 3000 msnm, y a menor elevación, se registra una fuerte variabilidad espacial con precipitaciones que varían desde 500 a 3000 mm/año (Figura 2). Esta variabilidad espacial se relaciona con la exposición de las estaciones a los vientos alisios húmedos generando muchas lluvias en el lado Este de los Andes, o por lo contrario, a la protección de las estaciones por las montañas andinas.

A su vez Espinoza et al (2012), refieren que diferentes investigaciones muestran cómo el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENSO) afecta la variabilidad hidrológica y pluviométrica en el noroeste de la cuenca amazónica por lo que en esta región las lluvias y caudales son superiores a lo normal durante La Niña e inferiores durante El Niño. Igualmente Espinoza et al (2012), mencionan que investigaciones recientes concluyen que la señal del ENSO no es significativa hacia el oeste de la cuenca amazónica, por lo que para esa región, las lluvias y caudales muestran una mayor relación con la variabilidad de la temperatura superficial del mar en el Atlántico Tropical Norte. Cuando esa temperatura es más elevada de lo normal se presenta un déficit de lluvias y caudales en el oeste de la cuenca, en especial en las cuencas de los ríos Solimões y Madeira. Por lo tanto, el incremento de la temperatura superficial en el Atlántico Tropical Norte ha originado fuertes sequías en la cuenca amazónica en los últimos 20 años (Marengo et al. 2008, Cox et al. 2008, Espinoza et al. 2011, citado por Espinoza et al., 2012).

La revisión realizada en la presente investigación indica que la mayoría de los trabajos coinciden que los cambios del uso de suelo en la Amazonia tendrán grandes efectos en el clima regional. Con relación a la variabilidad climática hay trabajos que prevén una intensificación de ENOS como consecuencia de la deforestación. Sobre la relación de la precipitación en la cuenca amazónica colombiana con la oscilación ENOS, Montealegre & Pabón (2000), concluyen que durante la fase de El Niño no existe un marcado contraste con la zona andina, las lluvias son más abundantes de lo tradicional en el suroccidente de la Amazonia colombiana y en algunas áreas del piedemonte llanero. Un reciente estudio sobre la influencia de ENOS en toda la cuenca amazónica (Misra, 2009) también afirma que las influencias son localizadas y que se encontraron regiones dentro de la Amazonia con respuestas opuestas. Mediciones satelitales realizadas entre 1998 a 2008 durante el Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM (<http://trmm.gsfc.nasa.gov/>) muestran que durante los meses enero, febrero y marzo gran parte de la Amazonia central presenta anomalías negativas de la precipitación durante la fase El Niño mientras hacia el territorio colombiano las anomalías son cercanas a cero.

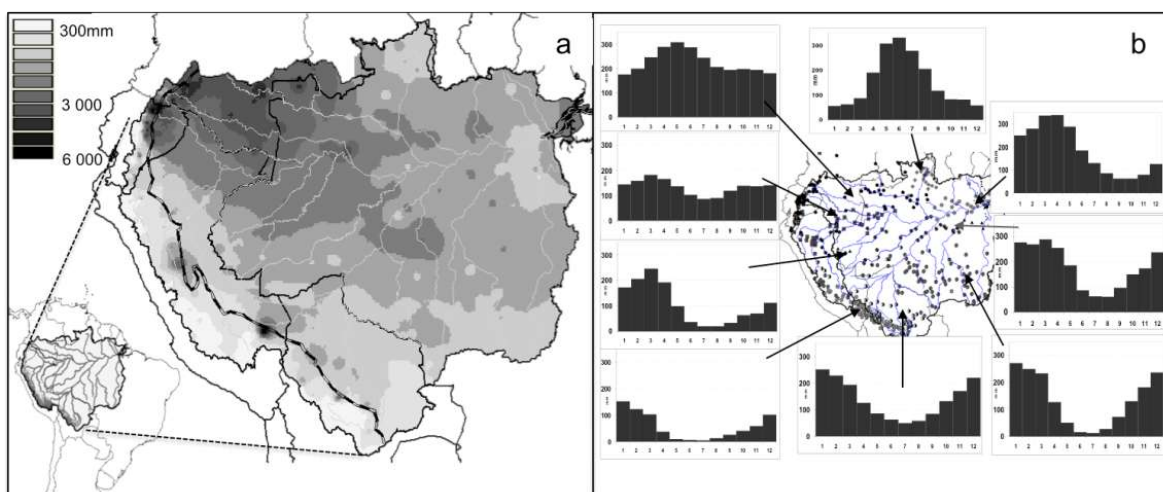


Figura 2. a) Lluvias en la cuenca amazónica para el periodo 1975-2003 (mm/año). La región andina sobre los 500 msnm está delimitada por la línea en blanco y negro. b) Regímenes anuales de las precipitaciones en la Amazonia. Los gráficos muestran la precipitación mensual de las estaciones correspondientes al mismo tipo de régimen (Tomado de Espinoza et al. 2012).

En el presente trabajo se calcularon las correlaciones lineales entre los promedios multianuales de la precipitación diaria medida en la Amazonia colombiana para cada mes. Entre 2001 y 2011 se registraron cuatro fases de El Niño y cuatro fases de La Niña sobre el territorio colombiano. El resultado del ejercicio es que existe una leve correlación entre la precipitación medida en toda la zona de estudio y los índices de ENOS. Es de notar que la respuesta es positiva, lo que quiere decir que durante fases El Niño la precipitación total tiende a aumentar. También es notable que la respuesta no sea uniforme en toda la cuenca amazónica colombiana, por lo que existen estaciones de medición con una respuesta negativa, aunque las correlaciones positivas dominan. Frente a los resultados presentados se debe tomar en cuenta que solamente se usaron series de diez años, por lo que para establecer relaciones con la oscilación ENOS se deben usar por lo menos series de treinta años.

El balance global es variable en razón a la geomorfología diferencial, a las condiciones de la vegetación y a la intervención humana que ha generado enormes zonas deforestadas y transformadas que aumentan los procesos de escorrentía y lixiviación, reducen la retención radicular y alteran los procesos de infiltración con múltiples consecuencias. Para el caso específico del recurso hídrico, un hecho preocupante es que el modelo climático generado para la macrocuenca Amazonas mediante la Fase II de este plan estratégico, indica que existe una leve pero significativa reducción en la cantidad de lluvia extrema y reducción paulatina de caudales (Figura 3).

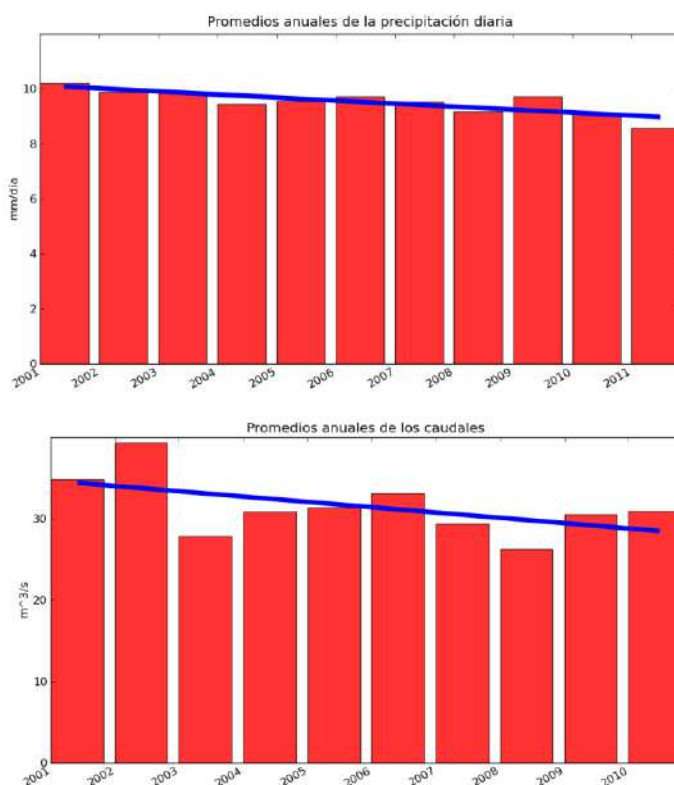


Figura 3. Evolución del promedio histórico de lluvias y caudales en la Macrocuenca Amazónica colombiana entre los años 2000-2011

Tanto en los promedios anuales de precipitación y caudales, como en la ocurrencia de eventos extremos se apreció una tendencia descendente. Suponiendo que se tratara de una tendencia lineal, la precipitación diaria disminuye en promedio 0.1mm cada año y la reducción de caudales es aún más fuerte, por lo que se predice una pérdida de $0,65\text{m}^3/\text{s}$. Pero, para tener mayor certeza que esta tendencia no sea una parte de una oscilación con un período largo, se recomienda considerar series de 30 años. Así, no se puede excluir que esa tendencia no sea el efecto de una oscilación inter-decadal como ocurren en el océano Pacífico (Salinger et al., 2001)

Los caudales promedios tienen una variación más pronunciada de año en año que la precipitación. La razón puede ser un aumento de la evapotranspiración en años de menor lluvia, debido al aumento de la radiación por menor nubosidad. A pesar de que los eventos extremos de precipitación y caudales tienden a disminuir, no existe una relación notable entre ellos. Comparando la humedad relativa con los promedios anuales de precipitación se pudo apreciar que la humedad mantiene una tendencia constante y aumenta en años cuando la precipitación disminuye. Eso se explica porque la gran parte de la Amazonia está saturada durante todo el año, por lo que años de menor precipitación corresponden a mayor radiación y como la evapotranspiración no tiene limitación por la oferta hídrica, la humedad relativa aumenta al aumentar la radiación. Igualmente la temperatura tiene tendencia de mantenerse constante.

De otra parte, para proyectar las condiciones de uso de suelo a futuro (año 2030) se hicieron modificaciones dentro de los datos existentes para 2011 mediante combinación de escenarios de deforestación y uso de suelo actual. Los datos de uso de suelo provinieron del sensor satelital MODIS (Moderate Infrared Spectrometer) y están separados en 17 categorías (Tabla 2). Los datos se actualizan anualmente y son accesibles por el portal de la NASA (<http://reverb.echo.nasa.gov/>)

Tabla 2. Las 17 categorías de uso de suelo basadas en las mediciones de MODIS y su cobertura en la Panamazonia (cálculos propios T. Beisiegel)

No. categoría	Uso de suelo	Área (km ²)
0	Water	13.889
1	Evergreen Needleleaf forest	2.978
2	Evergreen Broadleaf forest	5.241.169
3	Deciduous Needleleaf forest	72.845
4	Deciduous Broadleaf forest	95.440
5	Mixed forest	96.343
6	Closed shrublands	91.621
7	Open shrublands	109.787
8	Woody savannas	271.258
9	Savannas	1.245.667
10	Grasslands	349.747
11	Permanent wetlands	148.553
12	Croplands	104.267
13	Urban and built-up	61.121
14	Cropland/Natural vegetation mosaic	53.167
15	Snow and ice	330
16	Barren or sparsely vegetated	1.144

Las categorías se determinan por rangos del índice de vegetación – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) que se construye con dos bandas infrarrojas medidas por el sensor MODIS. La resolución de los datos es de 500 metros y los datos son bastante exactos, por lo que se generó un mapa de uso de suelo para toda la Amazonia para el año 2030 (Figura 4), utilizando las proyecciones de la deforestación en la cuenca amazónica generada por Soares-Filho (2006).

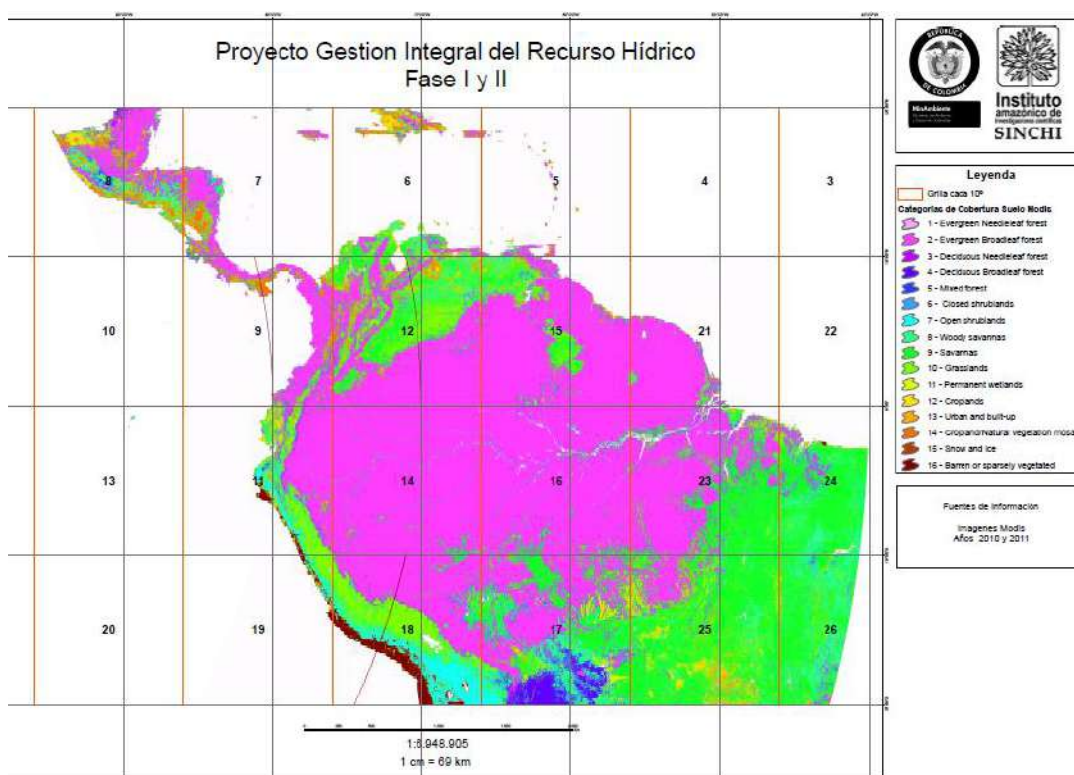


Figura 4. Mapa de uso de suelo proyectado para la Panamazonia para el año 2030

3. LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA MACROCUEENCA AMAZONAS

La conformación de ecosistemas naturales como producto del almacenamiento superficial de cuerpos de agua, permiten conformar entornos con una amplia oferta acuática. Datos sobre la extensión de estas áreas en la región Amazónica, permiten dimensionar la cantidad de recursos disponibles, y establecen por ejemplo, que las sabanas inundables cubren una superficie total aproximada 9.255.475 ha, ubicadas en los departamentos del Amazonas, Guainía y Guaviare. Los bosques inundables representan aproximadamente 5.351.325 millones de hectáreas y se localizan en la Orinoquia, Amazonia, bajo Magdalena y en menos medida en la zona pacífica (MAVDT et al, 2010); lo que indica que existe una amplia zona con características favorables para el aprovechamiento de recursos hídricos y que las fluctuaciones presentan las necesidades naturales de los ecosistemas propios de la región; asimismo, permite establecer que el recurso hídrico en todas sus manifestaciones está sumamente relacionado con la cobertura vegetal amazónica.

En la actualidad el MADS promueve la construcción de un mapa nacional de ecosistemas a escala 1:100.000 y en ese ejercicio, el Instituto Sinchi generó una propuesta para identificar de Ecosistemas Acuáticos a esa escala (Sinchi 2012), indicando que los recursos hídricos e hidrobiológicos de la Amazonia no se ubican en una macrozona homogénea, sino que debe diferenciarse en cuatro subzonas a saber (Figura 5):

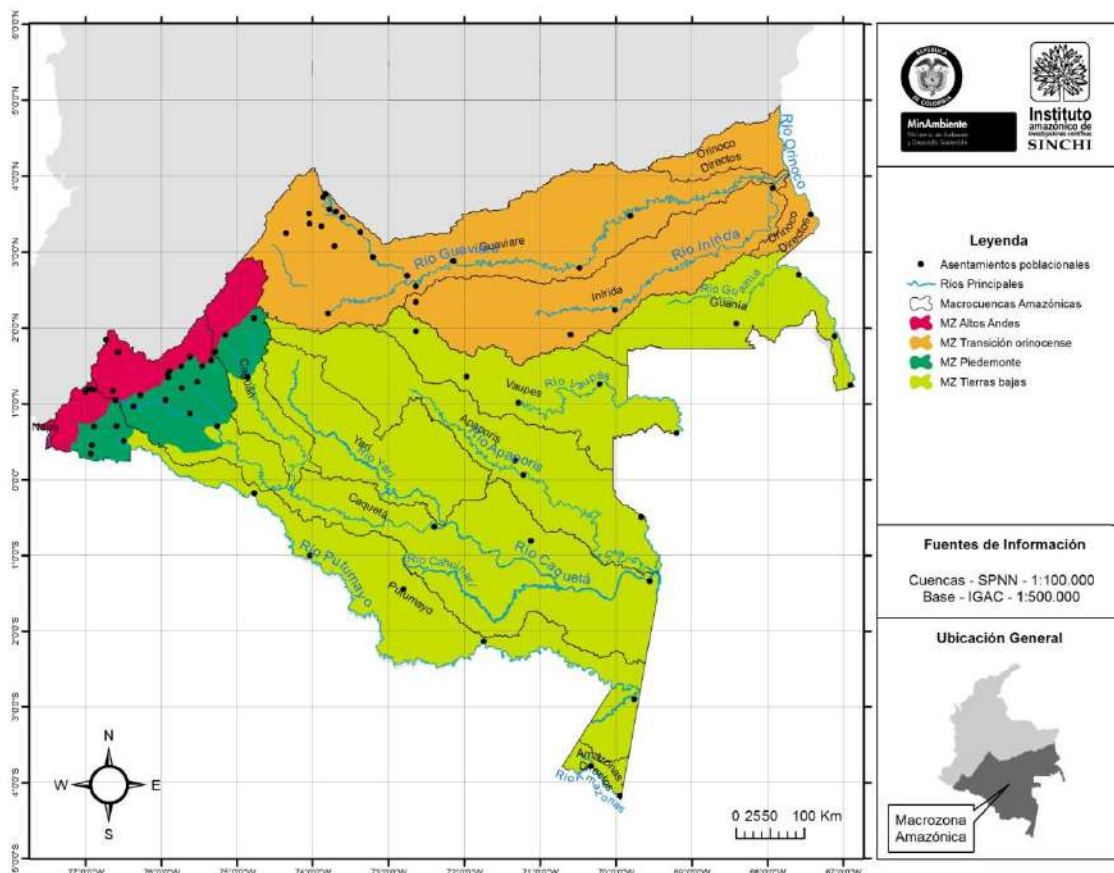


Figura 5. Zonificación de ecosistemas acuáticos para la Macrocuena Amazónica según lo propuesto por Sinchi 2012, en el marco de construcción del Mapa Nacional de Ecosistemas escala 1:100.000

1. **Altos Andes**, que incluye entre otros las cabeceras de las vertientes de los ríos Caquetá y Putumayo. En ella se ubican los sistemas de humedales y lagunas de páramo y entre ellos, los exclusivos páramos azonales, el histórico distrito de drenaje del valle de Sibundoy en la cabecera del río Putumayo, con valores ambientales y culturales únicos. Igualmente los estrechos y únicos valles de los ríos de aguas transparentes de la región de Belén de los Andaquíes del Alto Caquetá, todos ecosistemas estratégicos que requieren reconocimiento especial por parte de las políticas de biodiversidad y de gestión de recursos hídricos.
2. **Piedemonte amazónico** de históricas alteraciones por actividad minera y extracción petrolera y a su vez con la mayor heterogeneidad de ambientes fluviales y humedales, siendo además el sector en el que se localizan los núcleos poblados y los mayores conflictos sociales.
3. **Tierras bajas amazónicas** que realmente corresponden a la cuenca media alta de los ríos Solimões y Negro (Vaupés) que conformarán el Amazonas en Brasil. Esta zona se caracteriza por amplios planos de inundación de aguas blancas (várzeas) y negras (igapós) y millones de arroyos que nacen en humedales conocidos localmente como

chuquiales o palmares y de un enorme valor en la prestación de servicios ecosistémicos estratégicos como el secuestro de carbono, como lo indican Rueda-Delgado y Tobon (2012).

4. **Transición amazónico-orinocense**, puesto que diferentes estudios y caracterizaciones han demostrado que la Vertiente Guaviare-Inírida presenta múltiples características amazónica a pesar que sus aguas viertan y de hecho sean el mayor afluente del río Orinoco. Por ello, se definió como una Macrozona de transición cuyo valor ecológico está aún por definirse en razón a la pobre información científica que se tiene para esos sistemas, en especial de sus planicies de inundación.

Ante lo anterior, siguiendo lo propuesto por Sinchi (2012) en la construcción del Mapa de Ecosistemas Acuáticos de Colombia y atendiendo las capas CORINE para las coberturas de la Tierra, las aguas amazónicas en un nivel 2 de la escala CORINE deben ser divididas entre cuerpos (e hilos) de agua y áreas inundables (o Zonas de Transición Acuático Terrestre -ZTAT) que corresponden a las áreas de los planos de inundación que temporalmente presentan condiciones de ecosistemas terrestres (incluyendo cultivos temporales) y durante la inundación presentan condiciones acuáticas como sistemas fluvio-lacustres (Tabla 3).

Tabla 3. Clases de ecosistemas acuáticos continentales definidos en la metodología CORINE como unidades de coberturas de la tierra para las superficies de agua en el Mapa nacional de ecosistemas terrestres y acuáticos escala 1:100.000 (Sinchi, 2012)

		NIVEL		
1	2	3	4	
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	espejos e hilos de agua	5.1.1. Ecosistemas Lóticos (Ríos y arroyos)	
			5.1.2. Ecosistemas Leníticos (Lagos, Lagunas y Humedales palustres)	
			5.1.3. Ecosistemas Fluvio-Lacustres (Ciénagas naturales y Canales)	
		ZTAT	5.1.4. Planos de Inundación (Suelos inundables y encharcables)	5.1.4.1. Planicies angostas (Vallecitos)
			5.1.5. Cuerpos de Agua Artificiales	5.1.4.2. Planicies amplias (Basín)
			5.1.5.1. Embalses	
			5.1.5.2. Lagunas de oxidación	
			5.1.5.3. Estanques para acuicultura continental	

Por lo tanto, en un nivel 3 de la escala CORINE el recurso hídrico se reconoce como: ecosistemas lóticos (ríos), ecosistemas leníticos (lagunas, lagos), ecosistemas fluvio-lacustres



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



(ciénagas naturales y canales) y cuerpos de agua artificiales. Indicando que para estas dos últimas clasificaciones es necesario diferenciar en el nivel 4 de la escala CORINE, los cuerpos de agua en planicies angostas (vallecitos), planicies amplias (basín), embalses, lagunas de oxidación y estanques para acuicultura continental.

En particular dado que los sistemas más complejos y típicos de la Amazonia son los ríos y sus llanuras de inundación, es necesario tomar como referente lo propuesto para estos cuerpos de agua en el mapa nacional de ecosistemas escala 1:100:000, en los cuales se centraría en buena medida la gestión integral de recursos hídricos de la macrocuenca Amazonas. Para ello es importante retomar la información previa y definir los indicadores que tipifican esos planos de inundación en la Amazonia Colombiana.

Por lo anterior, el ecosistema amazónico es variado y complejo y tiene funciones muy importantes, relacionadas con infinidad de servicios ambientales. Pero ha sido severamente afectado por la degradación climática, por lo que síntomas de su variación se expresan en tasas de deforestación, contaminación de cuerpos de agua, pérdida de especies, reducción de hábitats, erosión del suelo y deterioro de los ecosistemas acuáticos (GeoAmazonia, 2009).

La disponibilidad de recurso hídrico y su renovación no es el único determinante en la preservación de los ecosistemas y sus componentes, pues un asunto de gran importancia involucrado igualmente en la renovación y aprovechamiento de recursos es el referente a parámetros de calidad que permiten tener una aproximación al estado del elemento líquido, para lo cual el índice de calidad del agua se puede referir a la función de preservación de flora y fauna (ICAMPFF) y por lo tanto, incluye el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas de las áreas donde se protege el hábitat de una especie o comunidad de flora o fauna (MAVDT et al, 2010), pues los parámetros que permiten determinar la calidad del recurso representan variables que pueden modificar las estructuras naturales y con ello la renovación de ciclos y recursos acuáticos.

Del mismo modo se establece una relación directamente proporcional entre el estado del recurso hídrico y los recursos biológicos, pues el agua representa el medio en el cual se desarrollan los procesos y la calidad de ésta afecta las dinámicas que en ella se puedan desarrollar. El IDEAM (2010), indica que la fragilidad del recurso está relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas y a la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento y distribución frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua.

Igualmente, Junk (2005) indica que los pulsos de inundación son los principales responsables de la diversidad de especies en la Amazonia, ya que muchas especies tanto de plantas como de animales han tenido que generar adaptaciones específicas para poder sobrevivir a estos cambios tan extremos. Las dinámicas de los ríos amazónicos, sumado a las fluctuaciones climáticas naturales, genera un sistema de pulsos de inundación que se expresa en cambios en el nivel del río, que para el Amazonas puede alcanzar hasta de 15 metros en el plano vertical y miles de kilómetros de inundación en el plano horizontal (Trujillo, 2010), lo que pone a



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



disposición grandes cantidades de recursos derivados del componente hídrico y lo que ha permitido desarrollar fuertes actividades económicas que subsisten del aprovechamiento de especies acuáticas relacionadas con los patrones de cambio en el nivel de las aguas.

Por lo tanto, conservar esta diversidad, riqueza y servicios a la sociedad ofertados por los recursos hídricos es fundamental para garantizar una sostenibilidad ambiental, que involucre los componentes acuáticos; de modo que es importante direccionar las acciones estableciendo la pertinencia de establecer una gestión integrada de todos los componentes hídricos reconociendo la variabilidad que genera el pulso de inundación.

Igualmente, la heterogeneidad y complejidad de la Amazonia en un contexto de creciente vulnerabilidad frente a eventos climáticos, exigen el diseño de políticas y medidas que incentiven la adaptación al cambio climático. Para ello, es necesario incorporar la gestión de riesgos como parte de la evaluación ambiental estratégica en la definición de las estrategias de desarrollo amazónico (GeoAmazonia, 2009). Es decir, que la variación climática permite establecer grandes diferencias en la disponibilidad de recursos así como en las repercusiones, estimándose como consecuencia del inminente cambio climático que existiría una reducción de un poco menos de la mitad de agua que drena por las cuencas hidrográficas del país; por lo que es de gran importancia coordinar actividades para que al cambio de la temperatura mundial no se le sume la sobre explotación de recursos y de esta manera se coloque en peligro la sostenibilidad de los recursos acuáticos, tradicionalmente utilizados en actividades de subsistencia y comercio por parte de las sociedades amazónicas.

4.1. COMPONENTE BIOLÓGICO

Estimaciones en el componente biológico permiten determinar la gran riqueza e importancia de la Amazonia como fuente de vida, donde una de cada 10 especies que habitan el planeta se encuentran en esta región por lo que se reportan más de 40.000 especies de plantas, 3.000 de peces, 427 de mamíferos, 428 de anfibios y más de 2 millones de insectos cifras que reafirman su alto valor biológico y la estrecha relación que muchas de estas especies tiene con el recurso hídrico para su desarrollo y supervivencia.

El ingrediente biológico está conformado por una serie de ecosistemas que se asocian a las dinámicas naturales del recurso hídrico y a las variaciones climáticas que se presentan en la región Amazónica (Figura 6). Así por ejemplo, los humedales representados en lagos, lagunas, ciénagas y pantanos tienen importancia ecológica, en la medida en que son zonas de amortiguación de niveles de aguas altas, lugares de refugio ecológico transitorio de especies migratorias y de alta productividad biológica por la disposición de nutrientes durante las épocas de niveles altos de agua (IDEAM, 2010).

La extensión de ecosistemas estratégicos asociados al recurso hídrico, están en estrecha vinculación con las coberturas vegetales de las regiones amazónicas y principalmente a la composición boscosa tropical, pues significa un componente importante para la renovación del

recurso líquido y deriva en la producción de otra clase de beneficios aprovechables como el pescado.

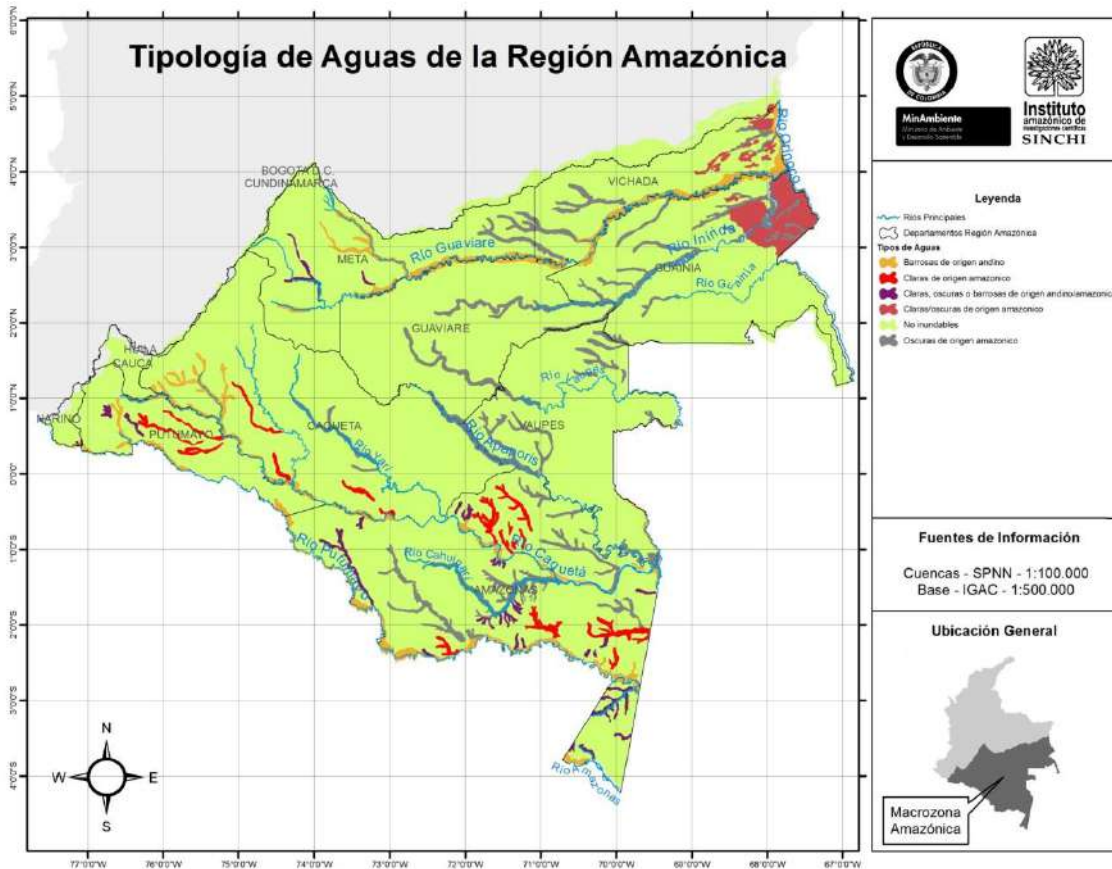


Figura 6. Tipología de aguas de la cuenca amazónica colombiana

Los cuerpos de agua leníticos ofrecen además de una alta oferta hídrica, una gran productividad biológica y una distribución de nutrientes de acuerdo al nivel de sus aguas. Del mismo modo, representan la válvula de transición de aguas altas que regula la disponibilidad del recurso líquido para sus diferentes usos y dinámicas naturales, así como el refugio ecológico de especies acuáticas transitorias que utilizan estos entornos para la reproducción, alimentación y crecimiento.

Las poblaciones humanas que habitan en la Amazonia colombiana obtienen de los ecosistemas acuáticos una gran variedad de servicios ambientales derivados de la diversidad de vertebrados que habitan en estos ambientes (Tabla 4). Muchas especies son comúnmente comercializadas representando fuentes de ingreso de gran importancia para la región, especialmente en el caso de los peces. Pero, el mercado de los animales acuáticos se ha enfocado a grupos y regiones específicas, por lo que la diversificación del mercado y la extracción de recurso de una forma responsable podría ser una alternativa alimenticia y de ingresos a largo plazo para la región.

Tabla 4. Especies de cada grupo de los vertebrados acuáticos en departamentos de la Amazonia colombiana (elaboración propia)

Departamento	Herpetos	Mamíferos	Peces	Total Especies	Endemismos
Amazonas	122	7	842	971	13
Caquetá	102	7	379	488	43
Guainía	78	6	412	496	10
Guaviare	67	6	390	463	29
Putumayo	119	7	554	680	10
Vaupés	76	6	204	286	27
Vichada	10	6	300	316	10

Los ambientes acuáticos de agua dulce son los ecosistemas más transformados y contaminados de la biosfera. Se ha mencionado que es más efectivo evaluar el estado de los ecosistemas mediante análisis a las comunidades animales, al presentar más certeza sobre la realidad ecosistémica que las evaluaciones a través de la medición de parámetros ambientales (Metcalf-Smith 1996). Por lo que los vertebrados acuáticos se podrían emplear como indicadores del estado de los ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana. En el caso específico de los peces, se señala que estos brindan una visión integral de los ecosistemas acuáticos a través de la información disponible, la gran variedad de hábitos alimenticios y al tener representantes en todos los niveles tróficos de los consumidores (Harris 1995, Cetra 2003). El análisis realizado en el marco de la presente investigación permite concluir que:

1. Las cifras por departamentos en lo que respecta a la biodiversidad de vertebrados acuáticos, es simplemente el reflejo de las localidades en donde han tenido lugar los estudios en diferentes temáticas. Por lo que se espera que zonas de gran extensión en donde no se ha llevado a cabo ningún tipo de estudio, aumente considerablemente su biodiversidad en cifras. En este sentido se espera que a futuro a nivel de cuencas, el número de especies aumente considerablemente.
2. Existen pocos estudios e investigaciones en la macrocuenca Amazonia, en cuanto vertebrados acuáticos se refiere. Específicamente existen vacíos en cuanto al estado actual de las poblaciones naturales en Colombia, biología, ecología, aspectos técnicos, saber local y normatividad.
3. En muchos casos es posible asignar un valor económico a los bienes y servicios que se derivan de la biodiversidad. Este valor depende de factores que tiene que ver con aspectos culturales, ubicación geográfica y época del año. Esta valoración es una aproximación que conjuga esta serie de factores y busca brindar información valiosa acerca de la importancia que tiene esta biodiversidad para los asentamientos humanos de la región. Además, brinda datos aproximados de la importancia económica de las especies, tanto a nivel regional como a nivel nacional. Sin embargo, en muchos casos es muy difícil asignar un valor en términos económicos.
4. En general los ingresos anuales derivadas de los servicios ambientales que brindan los vertebrados de la Amazonia colombiana suman más de 60 mil millones de pesos,



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



siendo el grupo de los peces el que aporta el 99 % del valor total, con el desarrollo de actividades de pesca y piscicultura. Las cifras presentadas son una aproximación basada en la consulta a expertos del Instituto Sinchi y diferentes documentos. Sin embargo, cifras exactas son difíciles de obtener por que es escasa la información de los servicios brindados, que incluye los ingresos como atractivos turísticos, por grupos como ranas, tortugas, serpientes y mamíferos acuáticos.

5. La sobrepesca, cacería, pérdida de hábitat y deterioro de las condiciones ambientales de los ecosistemas son las principales amenazas a las que se enfrentan los vertebrados acuáticos en la Amazonia colombiana.

Dado que alrededor de la mitad del agua es requerida anualmente para los procesos naturales de los ecosistemas acuáticos, es fundamental garantizar su correcto desenvolvimiento y continuidad en el tiempo, pues de la sostenibilidad de los ecosistemas depende la regulación del recurso líquido y la reproducción y disposición de los demás recursos acuáticos. Es por esto que la planificación en torno al recurso hídrico debe construir una base de acciones direccionada a las actividades asociadas con la utilización directa de los componentes acuáticos que sostienen las dinámicas tradicionales y actuales de las sociedades amazónicas, puesto que la explotación depredatoria de los recursos biológicos por encima de su capacidad de regeneración hace que los ecosistemas sean más frágiles y susceptibles a daño (GeoAmazonia, 2009).

4.2. COMPONENTE ECOLÓGICO

El agua es el componente característico del planeta Tierra cuya superficie cubre el 97 % de su extensión, con las aguas dispuestas en los mares y océanos, mientras que el restante 3% del volumen de agua del planeta corresponde a las aguas continentales. De las aguas que fluyen por la superficie continental el 20% pertenece a la gran cuenca amazónica, por tanto su importancia es de gran magnitud para el planeta. Desde su nacimiento en los Andes peruanos, hasta su desembocadura en el océano Atlántico, el gran río Amazonas recorre 6.762 km de longitud. Sus volúmenes son el producto de miles de ríos tributarios que drenan por los siete millones de kilómetros cuadrados de toda la cuenca amazónica. La comprensión de las condiciones limnológicas de los ecosistemas acuáticos presentes en la cuenca amazónica, se explican a través de su geología y las condiciones climáticas, las cuales modifican los patrones hidrológicos de todas las cuencas

La riqueza hídrica colombiana también se manifiesta en la favorable condición de almacenamiento superficial, representada por la existencia de cuerpos de agua leníticos, distribuidos en buena parte del territorio colombiano y por la presencia de enormes extensiones de ecosistemas de humedales (MAVDT et al, 2010) y es la frecuente presencia de este recurso el que ha permitido generar las condiciones favorables para el desarrollo de un sinnúmero de procesos naturales que le permiten dar el valor ecológico con el que cuenta hoy en día. Representan el espacio favorable para la reproducción, alimentación y crecimiento de muchas de las especies que son aprovechables cultural y económicamente y del mismo modo,



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



constituyen sitios transitorios de especies migratorias que utilizan estos sitios para el aprovisionamiento de alimento y descanso.

La conformación de ecosistemas naturales como producto del almacenamiento superficial de cuerpos de agua, permiten conformar entornos con una amplia oferta acuática. Datos sobre la extensión de estas áreas en la región Amazónica, permiten dimensionar la cantidad de recursos disponibles y establecen por ejemplo que sabanas inundables cubren una superficie aproximada de 9.255.475 ha, ubicadas en los departamentos del Amazonas, Guainía y Guaviare. Los bosques inundables representan 5.351.325 millones de hectáreas y se localizan en la Orinoquia, Amazonia, bajo Magdalena y en menor medida en la zona pacífica (MAVDT et al, 2010).

Las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Apaporis, cobijan una mayor extensión de zonas con humedales que abarcan 750.000 ha, 580.000 ha y 320.000 ha respectivamente. En la zona norte de la región Amazónica, para las cuencas de los ríos Vaupés, Guainía y Apaporis, se alcanza una extensión de zonas con humedal cercana a las 600.000 ha, de las cuales más del 82% corresponde a bosque, 16% está representado por los ríos y 2% lo cubren herbazales, zonas pantanosas y lagunas (IDEAM, 2010).

La cobertura predominante en las cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo corresponden a bosque denso inundable que se presenta en la vegas de divagación y llanuras de desborde de estos ríos y de sus principales afluentes, con procesos de inundación periódicos que tienen una duración de 2 meses (IDEAM, et al, 2010) y corresponden al aporte de cerca del 15% de las aguas que son drenadas a la macrocuenca Amazonas provenientes de la región andina, que están relacionadas netamente con la escorrentía superficial del recurso.

Los procesos periódicos de inundación que sufre la región determinan una regulación permanente de agua a los diferentes componentes ecosistémicos. Lo que indica que existe una amplia zona con características favorables para el aprovechamiento de recursos hídricos y que el recurso hídrico en todas sus manifestaciones está sumamente relacionado con la cobertura vegetal amazónica.

Lo anterior, permite afirmar que el ecosistema amazónico es variado y complejo. Este ecosistema tiene funciones muy importantes, relacionadas con infinidad de servicios ambientales, pero ha sido tan severamente afectado por la degradación climática, que síntomas de su variación, se expresan en tasas de deforestación, contaminación de cuerpos de agua, pérdida de especies, reducción de hábitats, erosión del suelo y deterioro de los ecosistemas acuáticos (GeoAmazonia, 2009).

La disponibilidad de recurso hídrico y su renovación no es el único componente determinante en la preservación de los ecosistemas y sus componentes, pues un tema de gran importancia involucrado igualmente en la renovación y aprovechamiento de recursos, es el referente a parámetros de calidad que permiten tener una aproximación al estado del elemento líquido. Por lo tanto, se debe aplicar y monitorear un índice de calidad del agua referido a la función de



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



preservación de flora y fauna (ICAMPFF), que incluya el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas de las áreas donde se protege el hábitat de una especie o comunidad de flora o fauna (MAVDT et al, 2010), pues los parámetros que permiten determinar la calidad del recurso representan variables que pueden modificar las estructuras naturales, y con ello la renovación de ciclos y recursos acuáticos.

Del mismo modo se establece una relación directamente proporcional entre el estado del recurso hídrico y los recursos biológicos, pues el agua representa el medio en el cual se desarrollan los procesos y la calidad de esta afecta las dinámicas que en ella se puedan desarrollar. Por lo tanto, la fragilidad del recurso estará relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos en conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas (MAVDT et al, 2010).

Finalmente, cuantificar el recurso líquido disponible, en particular el de escorrentía y su expresión en términos de rendimiento hídrico (MAVDT, IDEAM, et al, 2010), contribuye a conocer y determinar las dinámicas naturales que requieren ser preservadas para asegurar una continuidad de los procesos ecológicos y ocupaciones humanas con fines económicos, que a final de cuentas propenden por la satisfacción de necesidades como de garantizar la permanencia de los procesos naturales que aseguran la disponibilidad de recursos.

5. INFORMACIÓN RELACIONADA A RECURSOS HÍDRICOS EN AMAZONIA

Muchas de las actividades económicas que se desarrollan hoy en día ponen en peligro las dinámicas de los ecosistemas naturales, que se encargan de la regulación y renovación del recurso hídrico, y a su vez colocan en riesgo el amplio equilibrio natural mundial. Por lo tanto, para poder tener insumos a razón de tomar decisiones para la gestión de los recursos hídricos se requiere contar con una línea base. La información a la que se tuvo acceso provino de cerca de 150 ecosistemas de la Amazonia (Tabla 5, Anexo 1) y se clasificó en 6 grandes componentes: social, económico, biológico, ecológico, ambiental y degradación.

Se evidenció que los recursos acuáticos representan la variable más fuerte de uso económico pues constituyen el 19% de la información analizada, mientras que la variable ecosistémica y la normativa aparecen con 15% y 14% respectivamente. Con un valor no muy significativo e indicando ausencia de información, aparece el componente de degradación con 2%, lo cual alerta sobre la necesidad de generar datos en esa temática referida a todo tipo de afectación sobre los ecosistemas acuáticos proveniente de actividades antrópicas locales, regionales e internacionales.

Tabla 5. Tipo y número de ecosistemas de los cuales proviene la información sobre el recurso hídrico que se usa en esta base de información secundaria y construcción de línea base para el GIRH Amazonas

Ecosistemas	Número
Ecosistemas fluvio-lacustres	80

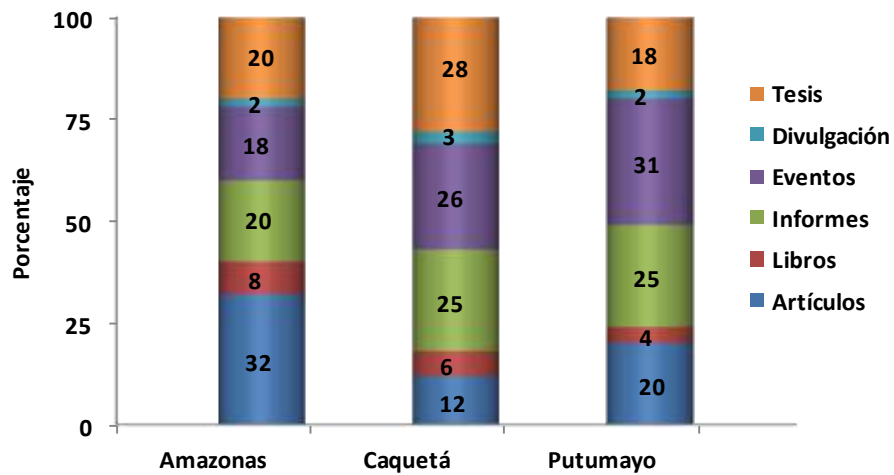


Figura 7. Ejemplo de la representatividad de la información existente para la región amazónica en torno a recursos hídricos e hidrobiológicos (Modificado a partir de Duque et al 2006)

Los aspectos físicos poseen un volumen importante de información, en términos estrictos estos componentes más la variable de sedimentación (como parte del proceso natural) integran los aspectos ecológicos, los componentes de vulnerabilidad, visión integral y directrices normativas corresponden a los resultados o procesos de la relación hombre-naturaleza, que son el fundamento de las ciencias ambientales (Figura 8).

Para el análisis de la dimensión económica, se encontraron cuatro grandes usos destinados al aprovechamiento de los recursos hídricos, destacando que existe importante información sobre recursos acuáticos (53%), representados por actividades extractivas con reciprocidad económica y con fuertes arraigos culturales, lo secunda la información del agua para consumo en un 26%, esto porque muchas de las directrices normativas y lineamientos resaltan la importancia de la distribución de agua en cantidad y calidad para la población y con poca información se encuentran los temas de comunicación fluvial y riego, con porcentajes del 14% y 7% respectivamente

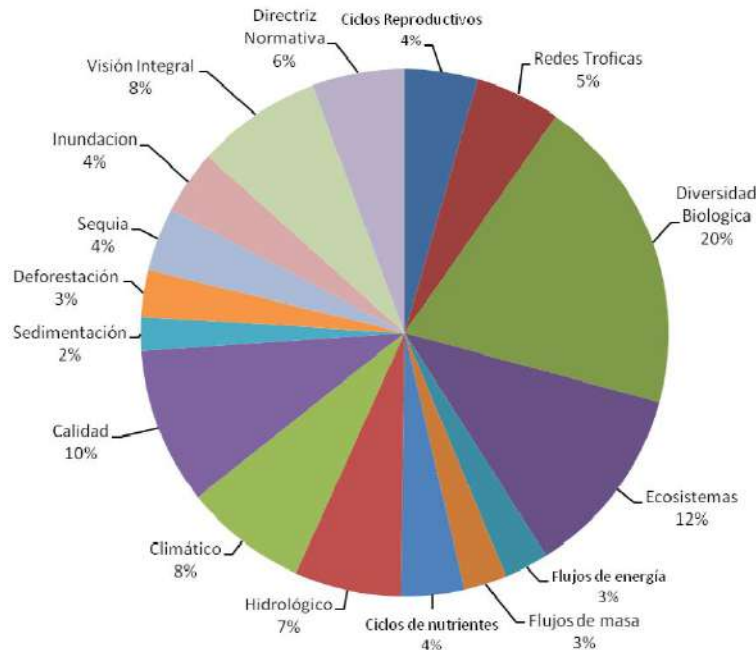


Figura 8. Distribución de las fuentes de información sobre recursos hídricos e hidrobiológicos encontrados para la cuenca amazónica colombiana.

La articulación de bienes y servicios acuáticos vinculados a las dinámicas socioeconómicas de las poblaciones locales tiene en el mercado pesquero, la demanda por el uso de agua y el servicio turístico a sus principales oferentes. De ellos, se sabe que la pesca satisface la estructura de las económicas de autoconsumo y excedentaria de estas poblaciones (Agudelo et al, 2000; Arbelaez, et al, 2004).

6. EL VALOR DE LOS RECURSO HÍDRICOS AMAZÓNICOS

Por su gran heterogeneidad, los servicios ambientales que presta el recurso hídrico no son los mismos para las diferentes regiones de la Amazonía. A pesar de esto, los valores de opción, existencia y legado pueden suponerse iguales a lo largo de la región, ya que es de esperar que todos los seres humanos deseen conservar el recurso para generaciones futuras y le den un valor a su existencia ya sea por cuestiones culturales, religiosas, científicas, o por un pensamiento a largo plazo en el que deseen incluirlo como factor de producción en un futuro (FIGURA).

Al pensar en los valores de uso directo, es claro que las actividades económicas que predominan en los diferentes departamentos serán las determinantes de qué servicios ambientales específicos les presta el recurso hídrico ya sea para las familias o para el sector productivo; por ejemplo, en el Putumayo el agua se utiliza para la extracción de petróleo, lo cual no ocurre en el departamento de Amazonas donde la pesca es una actividad fundamental de sus habitantes. Se discriminó por departamento, cuenca y macroregión los servicios ambientales de uso directo que presta el recurso hídrico, utilizando como base la información

de valor agregado por sector de los departamentos de la región amazónica que entrega el DANE, 2011 (Tabla 6).

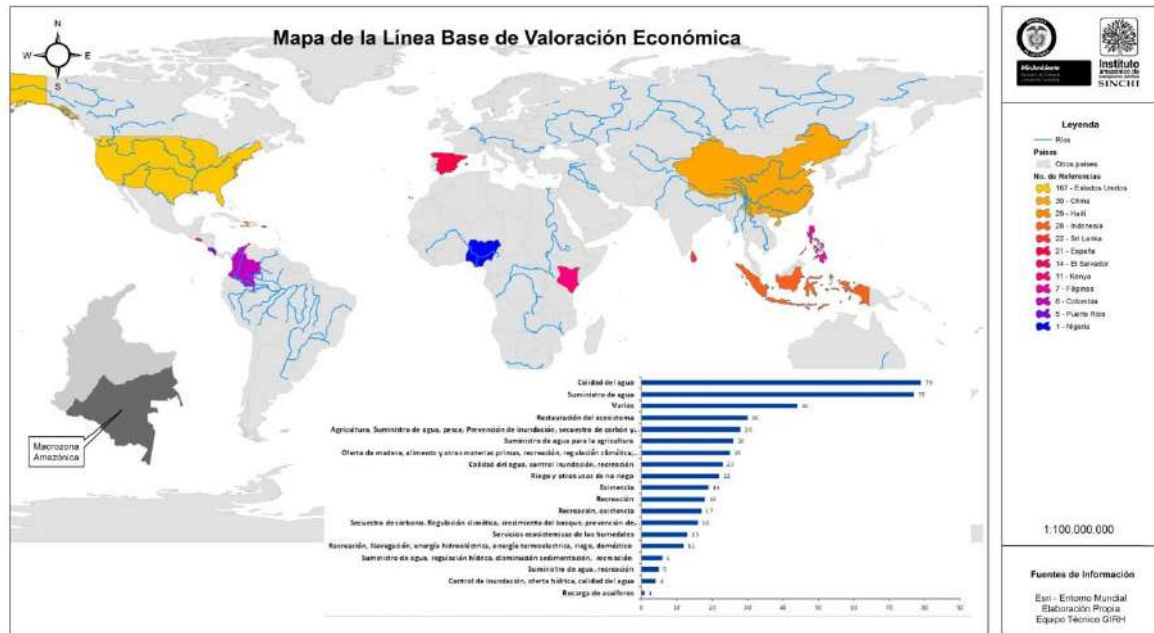


FIGURA . diversas valoraciones dadas a los recursos hídricos en el mundo a partir de consulta bibliográfica

Respecto a las principales actividades económicas que tienen relación con el recurso hídrico puede mencionarse que en el departamento de Amazonas son la extracción de maderas, la pesca y agricultura con una gran participación de las comunidades indígenas en estos rubros, sumado al turismo ecológico, para los departamentos de Guainía y Guaviare son la agricultura y la pesca y en Vaupés la agricultura junto a explotación de oro y coltán en menor medida (Banco de la República, DANE, 2011).

Los departamentos de Caquetá y Putumayo son los que más aportan al PIB nacional de la región (cerca del 80%). La principal actividad del departamento de Caquetá es la ganadería, alcanzando un valor agregado de 211 mil millones de pesos. Otras actividades económicas del departamento son la extracción de maderas y la agricultura. Respecto a Putumayo, su principal motor económico es la extracción de petróleo, la cual aportó 974 mil millones de pesos al PIB departamental en el año 2011. Otras actividades del departamento son la agricultura, la ganadería (y la producción lechera) y la pequeña industria (Banco de la República, DANE, 2011).

A pesar de lo anterior, nótese que un 46% del PIB del Putumayo tiene que ver con el uso de recursos hídricos, 20% para el Caquetá y 15% para el Amazonas, que en cierta medida permite resaltar la enorme importancia de los ecosistemas acuáticos y sus recursos naturales en la región. Aquí es importante entonces recordar el desbalance existente en la región andina,

donde se realiza el desarrollo social y económico del país derivado de diversas actividades que involucran el uso del agua para la producción de bienes y servicios.

Tabla 6. Valor agregado por departamento de los sectores asociados al uso del recurso hídrico (miles de millones de pesos), Fuente: DANE (2011). Modificado por los autores

Sector	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés
Pesca, producción de peces en criaderos y granjas piscícolas	27,67	6,2	2,67	0	2,5	0
Silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	6,83	17,9	1,08	1,92	15	0,67
Cultivo productos agrícolas	2	24,2	3,08	18,67	55,3	3
Captación, depuración y distribución de agua	1	6,3	0	0,08	1,3	0
Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares	0,92	5,3	0	0	0	0
Producción pecuaria y caza incluyendo las actividades veterinarias	0,83	188,3	0,75	6,67	23,4	0
Transporte por vía acuática	0,42	4,8	0,08	0,33	2,5	0
Actividades turísticas	0,08	0	0	0	0	0
Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares	0	5,3	0	0,08	0	0
Extracción de minerales metalíferos	0	0	0,67	0	0,6	0
Extracción de petróleo crudo y de gas natural	0	0	0	0	571,2	0
Extracción de minerales no metálicos	0	3,6	0,08	2,17	1,5	0,33
Otros	0	0,4	0	0	0	0
PIB de actividades asociadas al recurso hídrico	39,75	321,6	8,42	29,83	673,3	4
PIB departamental	274,67	1651	127,8	350,67	1464,9	101,1
% participación	14,5	19,5	6,5	8,5	46	4

Según el MAVDT et al., (2010), la región Magdalena – Cauca se caracteriza por presentar valores de escorrentía media de 1000 mm, donde se destaca hidrográficamente la Sabana de Bogotá con una baja oferta hídrica de entre 400 y 700 mm al año, sin embargo, es la zona del país que tiene mayor presión antrópica. Este desequilibrio sociedad versus disponibilidad de agua, se traduce en un evidente conflicto en la demanda de recursos presentes naturalmente y deja al descubierto una incorrecta planificación en el desarrollo de actividades económicas eficientes.

Pero a pesar que la Amazonia no concentra grandes actividades productivas, sus habitantes manifiestan serios conflictos por uso, como resultado también de actividades productivas

inconsultas, mal planificadas y/o ilegales, especialmente en lo que tiene que ver con actividad minera, agrícola, pecuaria e infraestructura.

Como bien lo anota el MAVDT et al., (2010), es necesario destacar que la distribución heterogénea de la oferta de agua, de la población y de las actividades económicas en las diferentes regiones del país, hacen que la relación oferta - demanda sea menos favorable en aquellas zonas donde los rendimientos hídricos son menores y mayores las concentraciones de demanda. Por lo tanto, establecer y planificar en razón de la disponibilidad del recurso hídrico debería constituir la base de todas las actividades humanas, de manera que se pueda realizar un adecuado aprovechamiento atendiendo la oferta y tasas de regeneración de los recursos naturales.

6.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA REGIÓN AMAZÓNICA

En el marco del presente convenio, se estimó el valor económico total del agua por departamento y por servicio ambiental (Anexo 2), la Tabla 7 presenta una estimación crematística del valor total para la región amazónica por servicio (de mayor a menor).

Frente a la Tabla 7, es fundamental recalcar que el valor económico total del recurso hídrico en la región es mucho mayor de lo que allí se presenta y de hecho es un valor tan alto que no tendría sentido ponerlo en término monetarios. Por lo tanto, para dicha estimación se ignoraron los valores del agua por recreación y turismo y por valores de no uso (existencia y legado), por lo cual los resultados solo representan el límite inferior del valor real del recurso hídrico.

Tabla 7. Valor económico total por servicio del recurso hídrico en la región Amazónica (cifras en pesos colombianos de 2013)

Servicio	Valor
Incremento oferta hídrica	\$404.043.945.155
Regulación hídrica	\$52.102.172.628
Doméstico	\$1.489.476.933
Disminución sedimentación	\$1.277.343.587
Pecuario	\$145.714.286
Pesca y Piscicultura	\$35.428.571
Agrícola	\$32.340.000
Industria	\$19.731.429
Energético	\$9.542.857
Transporte	\$8.714.286
Total	\$459.164.409.732

Fuente: Torres-Sanabria, C. 2013. Datos del proyecto

De hecho, es de esperarse que el valor que le dan los individuos a la existencia del agua (y lo todo lo que esto implica para la vida en la tierra) y dejar un legado a sus hijos o a futuras generaciones puede ser muy elevado, pero para encontrar dicho valor sería necesario llevar una serie de encuestas a través de todo el territorio amazónico que resultarían difíciles de implementar por tiempo y presupuesto.

Como punto de comparación, recuérdese que Moraes (2000 *apud* Junk et al., 2013) estimaron que el valor anual de los servicios prestados por ecosistemas acuáticos del Pantanal brasileño es de U\$14.785 dólares/ha, que con base en el precio medio del dólar de 2001 en Colombia (\$2,301 pesos), equivaldría a \$34 millones de pesos anuales por hectárea.

Ante lo anterior, puede decirse que el recurso hídrico de la región amazónica tiene al menos un valor económico total que supera los \$459 mil millones de pesos colombianos, donde los servicios que más aportan son 1) incremento de oferta hídrica (\$ 404 mil millones), 2) regulación hídrica (\$52 mil millones), 3) suministro de agua a los hogares (\$1.489 millones) y 4) disminución sedimentación (\$1.277 millones).

Por otra parte, el aporte del valor que se le da al recurso hídrico en los sectores productivos es de \$251 millones, una cifra importante pero muy inferior al valor por los otros servicios ecosistémicos (Tabla 8).

6.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL RECURSO ÍCTICO Y LA PESCA PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA

En general se sabe que los suelos de la cuenca amazónica son pobres en nutrientes y ricos en arcillas que atrapan iones (suelos lateríticos), por lo que su uso como suelos agropecuarios es enormemente limitado en tiempo y espacio. De acuerdo con las categorías asociadas con la vocación potencial de uso, el 62% de los suelos del área de la cuenca amazónica deben ser conservados, frente a un 22 % que tendría una aptitud forestal y 14% para agroecosistemas (Tabla 9).

Tabla 8. Valor económico total por servicio y departamento del recurso hídrico (pesos del 2013)

Servicio	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Vichada	TOTAL
Doméstico	\$45.899.623	\$618.270.975	\$25.021.619	\$548.178.456	\$171.836.441	\$19.627.650	\$60.642.169	\$1.489.476.933
Agrícola	\$220.000	\$17.600.000	\$471.429	\$1.602.857	\$10.120.000	\$1.005.714	\$1.320.000	\$32.340.000
Energético	\$714.286	\$4.028.571	\$371.429	\$914.286	\$2.514.286	\$400.000	\$600.000	\$9.542.858
Industria	\$245.714	\$4.231.429	\$348.571	\$1.091.429	\$12.928.571	\$145.714	\$740.000	\$19.731.428

Pecuario	\$771.429	\$119.742.857	\$600.000	\$4.285.714	\$13.114.286	\$-	\$7.200.000	\$145.714.286
Pesca y Piscicultura	\$24.428.571	\$5.285.714	\$2.285.714	\$-	\$3.428.571	\$-	\$-	\$35.428.570
Transporte	\$285.714	\$5.857.143	\$142.857	\$-	\$2.428.571	\$-	\$-	\$8.714.285
Incremento oferta hídrica	\$109.669.681.128	\$125.135.642.445	\$13.651.213.957	\$18.744.919.858	\$109.285.817.809	\$4.212.597.597	\$23.344.072.361	\$404.043.945.155
Regulación hídrica	\$14.142.096.984	\$16.136.459.716	\$1.760.347.890	\$2.417.190.165	\$14.092.597.138	\$543.221.820	\$3.010.258.915	\$52.102.172.628
Disminución sedimentación	\$346.709.474	\$395.603.529	\$43.156.916	\$59.260.146	\$345.495.930	\$13.317.696	\$73.799.896	\$1.277.343.587
TOTAL	\$124.231.052.923	\$142.442.722.379	\$15.483.960.382	\$21.777.442.911	\$123.940.281.603	\$4.790.316.191	\$26.498.633.341	\$459.164.409.730

Fuente: Torres-Sanabria, C. 2013. Datos del proyecto

Resulta increíble sin embargo que no se considere de manera formal la productividad pesquera como un uso particular en la vocación del territorio amazónico, incluso en estudios sobre recursos hídricos como el realizado por Garcia (2007), a pesar del valor de los ecosistemas acuáticos descritos. Son los nutrientes del agua quienes sostienen una vegetación dinámica y creciente en las áreas de bosque inundable, donde la productividad pesquera está relacionada con los diferentes patrones de inundabilidad de los bosques, el tipo de aguas que los inundan, las fuentes de alimentación y refugio que se habilitan, la dinámica meándrica e hidrogeomorfológica y los procesos de erosión y sedimentación.

El pulso de inundación es responsable de modificar el nivel de las aguas a lo largo del año, creando diferentes hábitats en su período de máxima creciente, afectando los patrones de alimentación y reproducción de vertebrados y otros organismos (Junk, 2005).

Tabla 9. Vocación del suelo por subcuencas de la macrocuenca Amazonas

VOCACIÓN	SUBCUENCA (km ²)									Total general	
	Afluentes directos Amazonas	Alto Caquetá	Bajo Caquetá	Río Apaporis	Río Guainía	Río Puré	Río Putumayo	Río Vaupés			
Área subcuenca (km ²)	3.233	19.183	129.457	52.232	23.535	8.631	58.314	44.921	339.505	100%	
Agrícola		59					308		367	0,1%	
Agroforestal	998	4.227	20.135	6.202	823		14.355	1.035	47.775	14,1%	
Conservación	1.839	5.964	80.921	32.949	18.872	6.982	33.791	29.359	210.678	62,1%	
Cuerpos de agua	133	477	2.399	759	219	46	1.089	435	5.556	1,6%	
Forestal	253	8.449	26.001	12.322	3.621	1.603	8.758	14.090	75.098	22,1%	
Ganadera							12		12	0%	
Z. urbanas	9	7						3	20	0%	

Esta productividad pesquera es enorme y puede representar hasta el 100 % de los recursos naturales usados por las poblaciones humanas en el territorio amazónico (Figura 6). De esta forma, la deforestación, transformación del suelo y alteración de los patrones de inundación de los ríos amazónicos por su regulación (embalses, canalizaciones, desviaciones) altera el clima,



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



el ciclo hidrológico y por ende la oferta de recursos hídricos no solo a una escala local, sino regional o global dependiendo de la magnitud de la transformación o del efecto causado

Dicho lo anterior, desde el Instituto SINCHI se cuenta con información robusta y actualizada en cuanto a la realidad de la diversidad íctica, la pesca (recursos pesqueros) y los ecosistemas acuáticos relacionados en la Amazonia colombiana. La biodiversidad acuática de la región define a la Amazonia como la más rica en peces con 653 especies agrupadas en 14 órdenes y 47 familias según Bogotá–Gregory y Maldonado–Ocampo (2006), pero registros acumulados hasta el año 2013 por la colección ictiológica del Instituto Sinchi ya supera el millar de especies.

De tal suerte, los peces se han consolidado en importante fuente de recurso alimenticio y económico para los habitantes de la Amazonia, estructurada bajo pesquerías de tipo artesanal que utilizan una gran variedad de especies para la subsistencia, el comercio local y el extra regional, donde aquellas de gran porte, sabor exquisito o formas vistosas, poseen una atracción especial en los mercados del interior de Colombia bien sea para consumo o para ornamentación.

Las investigaciones realizadas en la región, bien por el Instituto Sinchi, academia, ONGs e incluso la cambiante institucionalidad pesquera y acuícola, dan cuenta de la enorme importancia de la biodiversidad de peces para las poblaciones humanas asentadas a lo largo y ancho de este sector del país. Así por ejemplo, la pesca de autoconsumo es estratégica para comunidades indígenas, ribereñas y campesinas en toda la región al ser la principal fuente de proteína en la ingesta diaria, especialmente al interior de los departamentos de Amazonas, Putumayo, Caquetá, Guaviare y Vaupés.

En este sentido, se estima que anualmente se extraen de los ecosistemas acuáticos amazónicos colombianos una media de 34 mil toneladas para la alimentación de subsistencia, a las cuales sí les estima un precio de mercado de primera compra, podrían representar un intercambio comercial próximo a 67 mil millones de pesos. Lo anterior también permite calcular un consumo ponderado de 36 kg/persona/año considerando rangos de consumo que van de 100 a 500 g/día y cuyos valores están muy por encima del promedio nacional estimado en 5,5 kg, equivalente a 15g/día (Agudelo, 2007; Agudelo et al., 2011).

Por su parte la pesca con fines comerciales actúa en la región desde hace más de seis décadas y tiene un arraigo generacional en la sociedad como una fuente de libre acceso para generar ingresos permanentes u ocasionales que sustentan y/o complementan la economía familiar. De tal suerte que la pesca comercial es de las actividades económicas lícitas más relevantes para las poblaciones ribereñas amazónicas, particularmente en los ríos Amazonas, Putumayo, Guaviare y Caquetá. Y de ella, se benefician directa o indirectamente gremios pesqueros, comerciantes y sociedad colombiana que no necesariamente habita en la región.

Los datos de movilización disponibles desde 1990 para las catorce principales especies de bagres amazónicos responsables por el mercado de carne de pescado, indican que en la actualidad se transporta hacia el interior de Colombia un promedio 7.600 toneladas/año,



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



volumen que bien puede representar un intercambio comercial cercano a los \$15.000 millones de pesos para la región del sur de la Amazonia, donde se incluyen estrechas relaciones comerciales y de flujos económicos con los sectores fronterizos de Colombia con Brasil y Perú. Por su parte, la pesca ornamental registra una movilización cercana a los 2 millones de unidades, con un intercambio comercial de primera compra de \$6.600 millones de pesos, lo que también sugiere la potencial importancia económica de estos sectores compartidos.

Pero al panorama de buenas oportunidades que brindan los peces amazónicos a los pobladores locales por permitir contar con niveles nutricionales aceptables por consumo de proteína animal de buena calidad, se contraponen aspectos negativos que se identificaron tanto por referencias bibliográficas como por las mismas declaraciones de los actores clave en los talleres regionales que se desarrollaron dentro del marco del presente proyecto. Por lo que se reconoce que existe una aplicación indebida de aparejos de pesca, utilización no permitida de cuerpos de agua y lo más preocupante, la degradación de la calidad ambiental de los ecosistemas como resultado de la deforestación, el desecamiento por modificaciones antrópicas y climáticas, la contaminación agrícola, pecuaria, industrial y humana. Todos ellos factores que amenazan la estabilidad de los recursos hidrobiológicos de la región, pero muy especialmente la soberanía y autonomía alimentaria que hasta el momento se presenta como aceptable.

Precisamente estos mismos inconvenientes que enfrenta la pesca para consumo local, también afectan la actividad pesquera comercial, pero con el agravante de que el inevitable aumento del esfuerzo pesquero se viene ejerciendo bajo una desordenada y/o ineficiente gestión de las instancias nacionales y regionales competentes. Esto sumado a los desórdenes ambientales de orden local, regional y global que ya se han mencionado en entregas anteriores (producto 03. Línea base y diagnóstico, 2013) están contribuyendo a alterar los ciclos físico-químicos y los regímenes hidrológicos de los ecosistemas acuáticos, que se reflejan en la alteración de eventos migratorios, ciclos biológicos, tasas de fecundidad y disponibilidad de alimento de peces comercialmente importantes para la región.

Dentro de los impactos mencionados sobre la pesca de consumo y comercial de la Amazonia colombiana, resulta importante destacar tres de ellos especialmente por su efecto creciente y porque hasta el momento no se ha cuantificado ni dimensionado bajo el entendimiento que las pesquerías amazónicas benefician y deben continuar generando, los beneficios locales y regionales descritos. El primero de los impactos es inherente al desarrollo de ciudades y núcleos poblacionales que generan vertimientos de diferentes residuos líquidos y sólidos de origen doméstico y lixiviados de rellenos sanitarios (Salazar, et al., 2006, 2006a). El segundo es la utilización de fertilizantes, herbicidas y fungicidas químicos para mejorar los rendimientos de los cultivos lícitos e ilícitos, cuyos excedentes y residuos llegan por diferentes rutas a los ecosistemas acuáticos. Así por ejemplo, para los cultivos ilícitos se conoce de la sobre utilización de algunos insumos como gasolina, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, amoníaco, soda cáustica, permanganato de sodio y acetona, de los cuales no se conocen las cantidades que se están incorporando a los cuerpos de agua por escorrentía.



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



Pero más preocupante aún es un tercer aspecto, el de la minería de hidrocarburos, metales y otros minerales que es realizada legal o ilegalmente, bien sea por grandes inversionistas o por pequeños grupos de colonos e indígenas. Donde el efecto del uso indiscriminado del mercurio y la alteración de hábitats realizados en la minería del oro, los derrames de petróleo por explosión de oleoductos derivados del desorden público y la mala disposición de las aguas en salmuera proveniente del bombeo del petróleo (3 barriles de agua x barril de petróleo), son claros ejemplos para los cuales no se han cuantificado los efectos sobre los ecosistemas acuáticos y sus recursos hidrobiológicos (Duque et al., 1997; Bailey et al., 2000; Rueda, 2007).

6.2.1. GOBERNANZA E INSTITUCIONALIDAD

Bajo el anterior panorama, vale la pena destacar las oportunidades e importancia estratégica del sector pesquero y el acuícola, que también ha sido claramente identificado en las agendas internas para la productividad y la competitividad de los departamentos amazónicos (CONFECAMARAS, 2005), por lo que se supondría mayores desarrollos e incentivos en los próximos años. Sin embargo, la sustentabilidad a mediano y largo plazo de la pesca y la piscicultura en la Amazonia colombiana dependerá en buena medida de la adecuada financiación de procesos de investigación en ecosistemas acuáticos y peces, el desarrollo de tecnologías que viabilicen producciones sostenibles e igualmente que se apropien e interioricen las estrategias de manejo eficientes para la regulación y el control a la pesca y a la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos, donde los procesos de participación y educación ambiental encabezarían los énfasis en el corto plazo.

Como también se mencionó en documentos previos, la institucionalidad ambiental liderada por las tres Corporaciones Regionales (Corpoamazonia; CDA y Cormacarena) y la nueva Autoridad Nacional Acuícola y Pesquera (AUNAP) deben ser los llamados a liderar la falta de precisión y de acción en cuanto al uso, manejo y conservación de los recursos hídricos, que mitiguen los efectos negativos sobre ecosistemas acuáticos y recursos hidrobiológicos de la región, promoviendo así, la continuidad de los beneficios directos e indirectos que desde hace décadas se perciben por el aprovechamiento de los peces amazónicos.

En la actualidad a nivel mundial se han planteado políticas y estrategias para proteger el recurso hídrico y regular la actividad pesquera, pero muchos de los esfuerzos enfocados a reducir la contaminación producida por sectores como el petrolero o ganadero han quedado cortos por el poder económico de los mismos y por la creciente demanda tanto de combustibles fósiles como de productos de la ganadería. Si bien la GIRH debe considerar tasas impositivas y otros mecanismos para controlar dichos sectores, hasta que no se generen alternativas y una conciencia entre los consumidores el problema persistirá. Finalmente vale la pena puntualizar estos aspectos:

1. El recurso hídrico es invaluable. No hay compensación monetaria suficiente para los servicios ecosistémicos que presta
2. De acuerdo con la estimación realizada en el presente ejercicio, el valor económico del recurso hídrico en la región amazónica es superior a los \$459 mil millones, un cifra que no considera los valores de no uso ni recreativos por lo cual en realidad es mucho

- mayor. Este valor se estima utilizando disponibilidades a pagar de los individuos por servicios ambientales, por lo cual lo que se mide al final del día son preferencias y no algo que desde todo punto de vista es invaluable
3. El valor económico del recurso hídrico es muy superior al PIB regional. Esto implica cuestionarse si en la actualidad desde la política se prioriza la conservación del recurso o un crecimiento económico estéril a costa de los recursos naturales
 4. El valor del recurso hídrico para el sector doméstico es muy superior que para los sectores productivos. Esto lleva a cuestionar si en la actualidad se prioriza el agua para los hogares o para las industrias
 5. Los sectores económicos que generan mayores presiones y externalidades negativas sobre recurso hídrico han tenido tasas de crecimiento muy elevadas en los últimos años, y en el presente gobierno se ha buscado entregarles aún más incentivos para la producción. Sería importante cuestionar si estos incentivos a sectores industriales están acompañados por instrumentos económicos que busquen minimizar el impacto negativo de dichas actividades

7. LA UTILIZACIÓN HUMANA DEL AGUA

Se estima que la demanda potencial por recurso hídrico en el país fue de 35.877 millones de metros cúbico al año, donde el sector servicios tuvo 1,5% de la demanda, la industria un 4,4%, el sector pecuario 6,2%, el acuícola 7,2%, el domestico 7,3%, el sector energético 19,4% y el agrícola el 54%. Los departamentos de la Amazonía abarcaron aproximadamente UN 1% de la demanda nacional, es decir menos de 20 millones de metros cúbico al año (IDEAM, 2008 Anexo 3). Por departamento el IDEAM considera para el Amazonas que el 100% de la demanda del recurso provino del sector doméstico, para Caquetá 42% es del sector pecuario, 57% del doméstico y 1% de servicios, en Guaviare 70% es del doméstico, 28% del pecuario y 2% de servicios, en Putumayo 92% se generó en el sector doméstico y 8% en el pecuario, en Vaupés la totalidad de la demanda provino del sector doméstico y finalmente en Guainía la demanda se causó mayoritariamente por el sector doméstico, dejando una suma mínima para el sector pecuario (Figura 9).

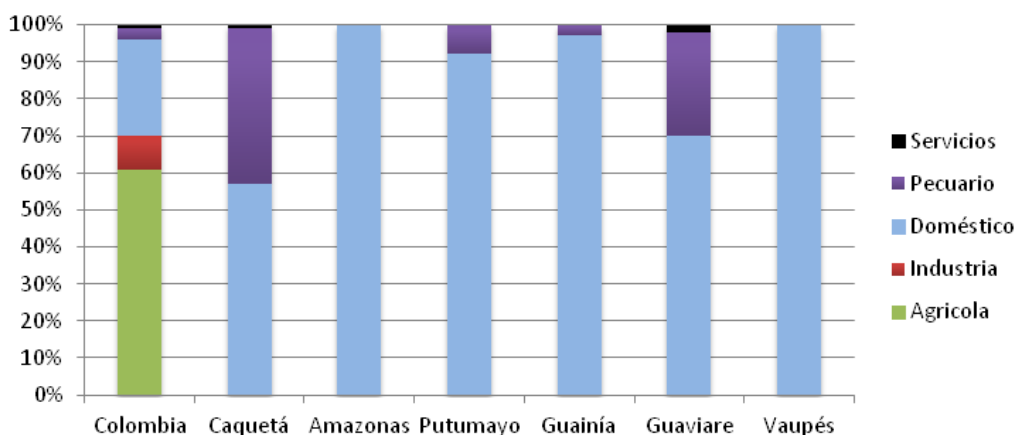


Figura 9. Participación porcentual por sector en la demanda de agua Estadísticas al año 2005
Fuente: IDEAM, 2008

Con la información de demanda y oferta generada por IDEAM (2008), se encuentra que para el departamento de Amazonas, el cual cuenta con una población de 70.489 personas, Vaupés con 25.473 y Guaviare con 117.189, el índice de escasez de la oferta del recurso hídrico no es significativo, es decir menor al 1%.

En el departamento de Putumayo con una población de 332.434 personas, hay dos municipios con un índice de escasez mínimo pues la relación demanda/oferta oscila entre 1 y 10%, lo que equivale a 30.690 personas, mientras para el resto del departamento no es significativo. En Caquetá con 418.998 habitantes, tan sólo un municipio tiene un índice mínimo, equivalente a 9.532 personas, mientras para el resto resulta ser no significativo.

Otro indicador que resulta importante considerar es el de la presión que ejerce la demanda sobre la oferta en grandes cuencas, donde puede concluirse que tanto para año modal como para año seco la presión que se ejerce sobre los cuerpos de agua es baja/mínima (Tabla 10).

Tabla 10. Índice de presión definido en las principales corrientes hídricas de la Amazonia colombiana (modificado de IDEAM, 2012)

Cuenca	Demanda anual (millones m ³)	Oferta anual (millones m ³)	Oferta anual en año seco (millones m ³)	Nivel de presión
Río Amazonas	10,66	95.402	78.009	Mínimo
Río Caquetá	28,32	271.293	261.105	Mínimo (bajo para el Alto Caquetá)
Río Putumayo	22,5	53.297	45.510	Mínimo
Río Guaviare	45,8	160.487	133.322	Mínimo (bajo para el Alto Guaviare)
Río Vaupés	11,37	90.499	78.299	Mínimo

Por último, el índice de vulnerabilidad, que muestra el grado de fragilidad del sistema hídrico con respecto al abastecimiento y a la amenaza de sequía cuando se presentan condiciones hidroclimáticas extremas indica que un municipio del Amazonas (Leticia con 25.121 personas), seis del Caquetá (40.303) y siete de Putumayo (52.112) tienen un nivel de vulnerabilidad medio, mientras que para el resto es bajo (IDEAM, 2012).

A pesar de lo anterior, el abastecimiento de agua potable para la Amazonia es realizado por mecanismos no convencionales y para todo el territorio no fluye agua potable por los grifos de los hogares, bien sea que no existe tratamiento completo o que el sistema de interconexión con el que cuentan los hogares no suministra agua apta para consumo humano. Esto sin contar la manera como se abastecen los demás habitantes de las zonas rurales de la región, que utilizan agua lluvia o las fuentes cercanas.

Es claro que para la Amazonía de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, un 61% de la población no tiene cobertura de agua potable y 70% no cuenta con servicios de alcantarillado (GeoAmazonia, 2009), realidad indiscutible en la región, ya que la mayoría de suministros artesanales



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



conectados a caudales de cuerpos hídricos naturales, se convierten en provisiones que no cuentan con los parámetros de calidad destinados para consumo humano, donde muchas veces las aguas residuales son vertidas en esas mismas fuentes hídricas.

En razón de conocer la potencialidad y uso dado a las aguas subterráneas de la Amazonia, el Sistema Nacional Ambiental no cuenta con un trabajo articulado, sinérgico y permanente que le permita al país contar con cartografía hidrogeológica, estimación de oferta y demanda y la consolidación de información para realizar seguimiento al recurso, elementos indispensables para la planificación y manejo integral del agua (MAVDT et al, 2010). Razón por la que las preguntas en torno a los acuíferos subterráneos aún no presentan respuesta para tomar medidas en el abastecimiento hídrico, pues no hay aproximación a la cantidad de agua del subsuelo que puede ser aprovechada para la región.

A la par de lo anterior, la organización hídrica y las acciones de administración del recurso hídrico no son eficientes. Aunque algunas autoridades ambientales han llevado a cabo acciones de instalación de redes de monitoreo, campañas de muestreo de calidad de agua, definición de objetivos de calidad, reglamentación de corrientes, censo de usuarios, ejecución de obras civiles e implementación de tasas por uso y retributivas, no se cuenta con un inventario actualizado de usuarios que permita determinar la demanda real y los vertimientos puntuales para precisar las relaciones causa – efecto. De tal suerte, se continúan construyendo pozos para la explotación de agua subterránea sin que previamente exista un permiso para ello, se otorgan concesiones sin contar con la información necesaria, persiste una baja cobertura en la instalación de medidores de caudal a usuarios y se asientan poblaciones humanas sobre los cauces (MAVDT et al, 2010). Por lo tanto, la gestión en materia hídrica aun está en construcción y requiere de esfuerzos unificados que permitan tener una aproximación de la situación real.

La oferta hídrica superficial se soporta en los procesos del ciclo del agua, razón para lo cual la Amazonía tiene un alto valor en el equilibrio hídrico global y continental, pero la disponibilidad continua de aguas superficiales en cada uno de los países amazónicos dependerá en gran medida del uso y manejo adecuado que se realice en cada uno de ellos, en un contexto en el cual la gestión integrada de los recursos hídricos es una meta propuesta pero aún no lograda (GeoAmazonia, 2009)

Resaltando que la utilización del recurso hídrico representa beneficios económicos en todos los sectores del mercado, debe realizarse una regulación que esté directamente relacionada con el suministro de agua para consumo y para el desarrollo de actividades industriales y agrícolas. Pues el agua utilizada por los principales centros poblados de la región representa el 15% de la oferta hídrica nacional.

7.1. ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA - WPI

El índice WPI es herramienta integrada, diseñada para contribuir al esfuerzo global de hacer frente a los problemas de agua, particularmente aquellos relacionados con la pobreza. El concepto de

“water poverty” (pobreza del agua) expresa que la gente puede estar “pobre de agua” por tres razones (Lawrence et. al 2003):

1. Porque no tiene agua disponible para sus necesidades básicas
2. Porque la gente es “escasa de recursos económicos” y aunque el agua está disponible no le es posible pagar por ella.
3. Porque no hay una buena administración del recurso que le provee agua adecuadamente

La unidad de análisis para el cálculo de WPI en la Amazonia fue el municipio y no la subzona hidrográfica, dado que la información requerida para su evaluación existe solamente a escala de municipio o cabecera municipal. Las variables disponibles a la fecha para el cálculo de los 5 componentes del WPI, se obtuvieron a partir de información secundaria y se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Variables seleccionadas para el cálculo de los componentes del WPI

Componentes	Código	Variable
Recursos (R) Fuente: Estudio Nacional del Agua	R1	Oferta disponible para el año seco
Acceso (A) Fuente: SUI (Sistema único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios)	A1	Número de acueductos *ha/km ²
	A2	Número de alcantarillados *ha/km ²
	A3	Distribución de agua: Volumen de agua distribuida por red, por bombeo, por gravedad, por pilas y por carrotanques (m ³ /ano)
	A4	Cargo fijo usuario/mes
	A5	Tarifa Consumo Básico usuario (\$/mes)
	A6	Tarifa Consumo Complementario usuario (\$/m ³)
	A7	Tarifa Cargo por Consumo Suntuario usuario (\$/mes)
	A8	Costo Medio de Tasas Ambientales – CMT (\$/mes)
Capacidad (C) Fuente: DANE	C1	Proporción de personas con Necesidades básicas insatisfechas (cabecera)
	C2	Proporción de personas en miseria (cabecera)
	C3	Proporción de personas con necesidades básicas insatisfechas (resto)
	C4	Proporción de personas en miseria (resto)
	C5	Cobertura Neta de Educación Básica
Uso (U) A32 Fuente: Estudio Nacional del Agua	U1	Demanda Total
Ambiente (E) Fuente: Corine Land Cover-IDEAM	E1	Porcentaje de cobertura natural en el municipio

La información se organizó en una matriz de datos en donde las columnas representan las variables y las filas son las unidades de análisis (municipios). Dada las diferentes magnitudes de los datos, todas las variables fueron estandarizadas antes de su procesamiento a valores entre

0 y 100, posteriormente se procedió a hacer el cálculo de los componentes acceso, capacidad, recursos, uso y ambiente

Para el cálculo del índice WPI se aplica análisis de componentes principales - PCA utilizando como variables de entrada los resultados obtenidos para cada uno de los componentes del agua. El cuadro siguiente presenta los resultados del PCA para el índice WPI, en esta se presentan el número de componentes principales y el porcentaje de varianza explicada para cada uno, mostrando que con los primeros 4 componentes se explica el 94,4% de toda la variabilidad:

Número de Componente	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	46,504	46,504
2	24,906	71,410
3	14,357	85,767
4	8,686	94,452
5	5,548	100,000

El cuadro siguiente presenta los coeficientes de ponderación respectivos para cada variable dentro de los 4 componentes principales seleccionados, a partir de los cuales se construyeron las ecuaciones lineales respectivamente para cada componente principal:

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
R	0,124496	0,151848	-0,0702045	0,921714
U	-0,0149284	-0,0836504	0,694692	0,298892
C	0,395264	0,860799	-0,108484	-0,102823
A	-0,129956	0,322345	0,68737	-0,19827
E	0,900642	-0,353643	0,168012	-0,105938

Finalmente el índice de pobreza del agua (WPI), queda definido como la suma ponderada de sus 4 componentes principales, en donde los pesos o coeficientes de ponderación se establecieron a partir de los porcentajes de varianza explicada para cada uno expresados en forma decimal:

$$WPI = \frac{0,465 * CP1 + 0,249 * CP2 + 0,143 * CP3 + 0,087 * CP4}{(0,465 + 0,249 + 0,143 + 0,087)}$$

Los resultados obtenidos para el índice WPI a partir de la ecuación anterior se presentan en la Tabla 12, mientras que la distribución espacial del índice se presenta en la Figura 10.

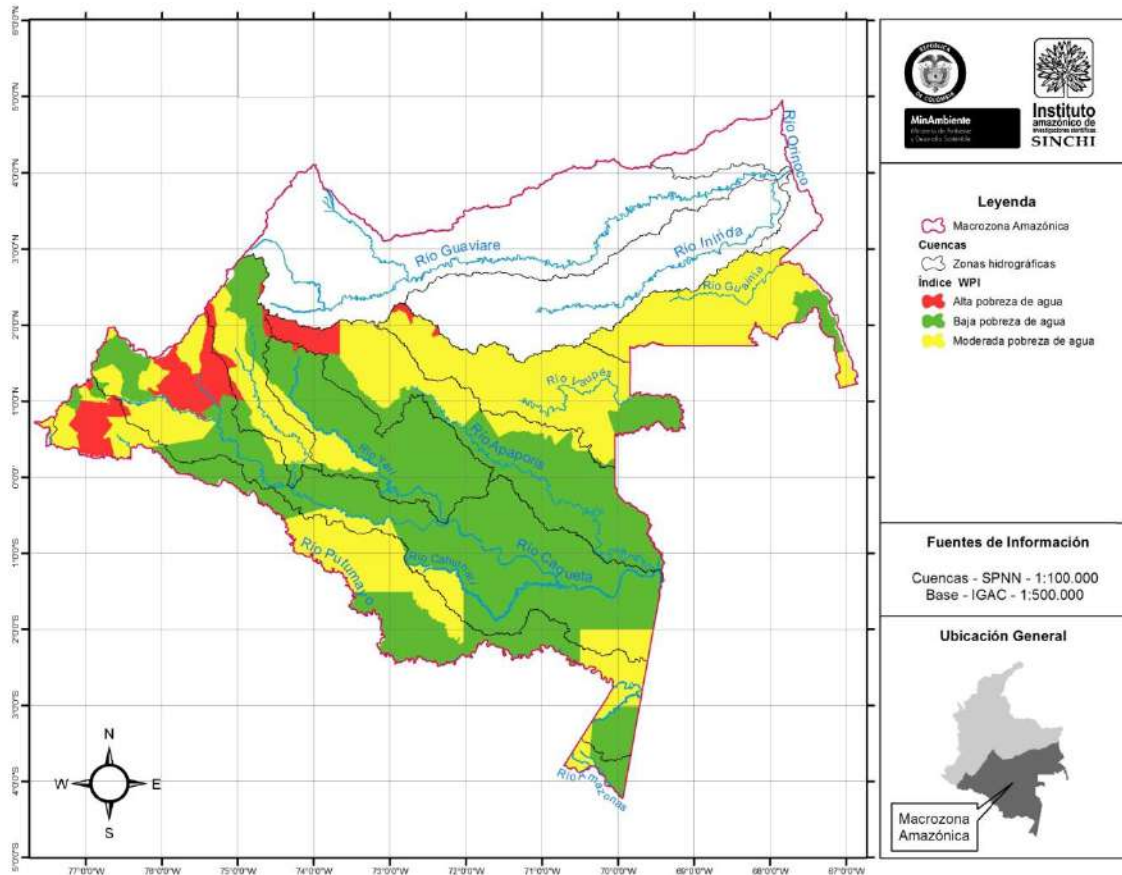


Figura 10. Distribución espacial del índice de pobreza del agua, WPI, utilizando los 5 componentes R, A, C, U, E.

Además de la estimación anterior se hizo la prueba de calcular el índice sin utilizar el componente ambiente, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados del PCA para WPI sin el componente E, en la que se muestra que los primeros 3 componentes explican el 89,3% de la variabilidad total:

Número de Componentes	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	47,877	47,877
2	25,929	73,807
3	15,524	89,331
4	10,669	100,000

El cuadro siguiente presenta los pesos o coeficientes de ponderación respectivos para cada variable dentro de los 3 componentes principales seleccionados, a partir de los cuales se pueden construir las ecuaciones lineales respectivamente para cada componente principal:

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
R1	0,216503	-0,104963	0,833677
C	0,961882	-0,0248705	-0,102487
A	0,132741	0,801199	-0,248405
U1	-0,101435	0,588595	0,482468

Finalmente el índice de pobreza del agua (WPI, sin el componente E) queda definido como la suma ponderada de sus 3 componentes principales anteriores, en donde los pesos o coeficientes de ponderación se establecen a partir de los porcentajes de varianza explicada para cada uno, expresados en forma decimal; la expresión siguiente define la ecuación para el cálculo del WPI sin E:

$$WPI = \frac{0,479 * CP1 + 0,259 * CP2 + 0,155 * CP3}{(0,479 + 0,259 + 0,155)}$$

Los resultados obtenidos para el índice WPI a partir de la ecuación anterior se presentan en la Tabla 6 y el mapa de la distribución espacial del índice se encuentra en la Figura 11.

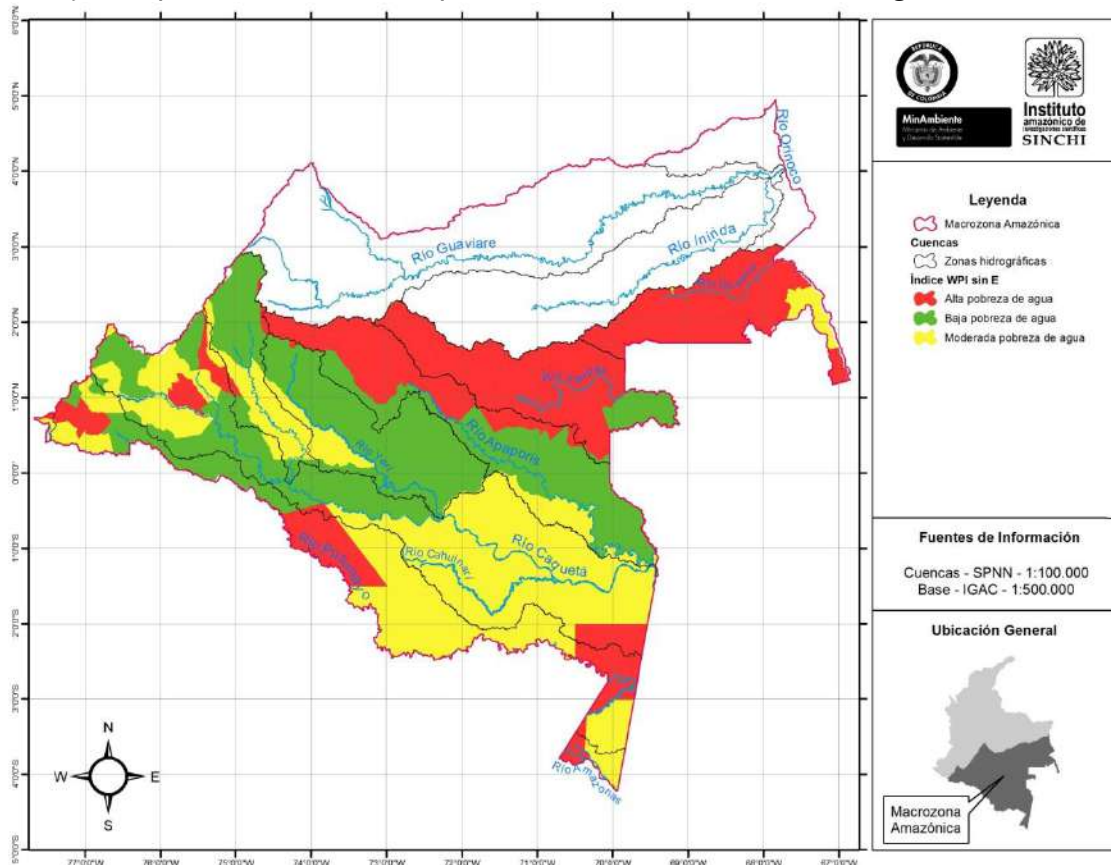


Figura 11. Distribución espacial del índice de pobreza del agua, WPI, sin utilizar el componente de Ambiente E.

Tabla 12. Valores obtenidos para los Componentes Recursos (R), Acceso (A), Capacidad (C), Uso (U), Ambiente (E) y para el índice WPI, calculado con y sin E, para los municipios

Departamento	Municipio	R1	U1	C	A	E	Wpi	Wpi sin E
Caqueta	Florencia	0,2	52,0	26,3	21,0	49,5	32,8	36,5
	Albania	0,0	0,9	23,0		3,8	6,6	12,2
	Belen de los Andaquíes	0,0	3,0	34,0	5,3	50,4	26,7	19,9
	Cartagena del Chaira	3,4	4,4	36,9		78,9	36,7	21,1
	Curillo	2,7	1,6	33,3	14,5	21,8	18,4	21,6
	El Doncello	0,5	3,7	33,3	76,7	33,1	34,1	36,4
	El Paujil			44,1		45,7	26,0	22,8
	Montanita	0,0	1,7			20,0	7,2	0,7
	Milán	1,3	0,7	40,6	12,7	21,3	19,3	24,4
	Morelia	0,0	0,7	28,7	4,1	7,2	9,9	16,1
	Puerto Rico	0,0	3,3	40,8	46,4	34,3	30,4	33,0
	San José del Fragua	0,0	2,5	36,3	8,5	74,0	36,0	21,6
	San Vicente del Caguán	0,8	9,7	41,5	12,0	77,6	39,9	27,7
	Solano	4,1	0,7	107,0	18,3	97,0	62,1	60,4
	Solita		1,1			23,1	8,2	0,5
Valparaiso	0,1	1,4		14,3	9,1	6,0	3,9	
Cauca	Almaguer	0,0	0,7	60,1		45,5	29,6	31,3
	Bolívar	0,0	2,1	38,0		98,9	43,5	20,4
	Piamonte	0,0	0,2	107,7	34,9	69,9	55,6	63,8
	San Sebastián	0,0	0,4	40,4	0,0	65,6	32,2	21,1
	Santa rosa		0,5	73,9		92,5	49,2	38,4
Meta	La Macarena	4,0	1,3			69,3	24,7	1,1
	Uribe	0,4	0,7			76,5	26,9	0,4
Nariño	Pasto	4,1	100,0		35,0	84,3	47,1	43,3
	Albán (San José)	3,9	3,6			92,1	33,0	1,9
	Buesaco	0,0	2,0			80,3	28,3	0,8
	Córdoba	0,0	0,9			88,5	31,1	0,4
	El Tablón	0,0	0,4			91,4	32,1	0,2
	Funes	9,8	0,9			94,1	33,9	1,8
	Ipiales	20,3	18,5		18,1	85,3	37,0	13,6
	La cruz	7,9	2,5		-0,9	97,9	35,0	1,9
	Potosí	8,8	0,8			98,8	35,4	1,6
	Puerres	2,7	1,1			95,5	33,8	0,9
	Tangua	31,5	0,9	107,0	-0,5	98,0	61,3	60,0
Putumayo	Mocoa	0,0	10,6	33,0	-4,5	72,9	33,3	19,7
	Colon	5,3	1,2	17,2	-0,3	18,2	10,8	10,1
	Orito	0,0	7,2		-0,8	59,7	21,5	2,4
	Puerto Asís	14,0	11,0	37,2	4,0	58,1	31,9	26,0
	Puerto Caicedo		1,8	53,1	9,2	46,2	30,2	30,2

	Puerto Guzmán	17,2	1,6		27,2	64,8	29,5	9,4
	Puerto Leguízamo	0,3	3,0	46,0	20,8	87,0	45,2	29,7
	Sibundoy	0,0	3,7	26,9		16,1	12,1	15,2
	San Francisco	6,9	1,5	51,1		86,5	42,6	28,0
	San Miguel (la dorada)	6,3	2,0	23,2		16,1	11,7	13,6
	Santiago	0,0	1,4	28,4	-0,4	80,4	34,7	15,1
	Valle del Guamuez	23,8	6,8	32,8		22,6	18,1	22,8
	Villagarzón	0,0	3,8	21,5		62,1	27,0	12,5
Amazonas	Leticia	0,0	9,2	32,9		96,8	42,3	20,2
	El Encanto			32,6		97,2	41,4	16,9
	La Chorrera			21,3		98,6	39,4	11,1
	La Pedrera	0,0		22,5		99,2	39,9	11,7
	La Victoria			107,7		98,9	59,1	55,6
	Miriti-Paraná			29,3		99,2	41,4	15,2
	Puerto Alegría			14,5		98,3	37,7	7,6
	Puerto Arica			35,3		99,5	42,9	18,3
	Puerto Nariño	0,0	0,8		17,6	95,5	36,9	4,5
	P. Santander			24,8		99,3	40,4	12,9
	Tarapacá	0,0				99,2	34,7	0,1
Guainía	Inírida			22,6	0,1	100,0	40,1	11,7
	San Felipe			29,8		98,8	41,3	15,4
	Puerto Colombia					99,2	34,7	0,1
	La Guadalupe					100,0	35,0	0,1
	Pana-pana					99,3	34,8	0,1
	Morichal					99,2	34,7	0,1
Guaviare	San José Guaviare	0,0	14,5		22,5	40,4	19,9	10,3
	Calamar	0,1	2,0		-1,0	93,6	32,8	0,5
	El retorno	0,0	3,5		19,1	43,9	19,4	5,7
	Miraflores	0,1	1,2		3,9	89,4	32,2	1,4
Vaupés	Mitú	7,6	5,3		14,2	95,5	37,3	6,3
	Carurú	0,2	0,3		0,5	97,0	34,1	0,3
	Pacoa	0,7		55,3		98,6	47,1	28,7
	Taraira	11,4	0,1	52,9	-0,2	99,4	47,8	29,0
	Papunaua	0,8		16,2		98,2	38,2	8,6
	Yavaraté	100,0		53,3		96,4	54,3	42,1

Bajo lo anterior pueden hacerse las siguientes consideraciones:

1. El índice de pobreza del agua, WPI, permite visualizar un panorama más amplio de las dificultades de una población por el acceso al agua potable, dado que involucra variables que tienen que ver con aspectos sociales y administrativos del uso del recurso. Cuando no se considera el componente ambiente (E), el área de pobreza por

- agua se incrementa en la Amazonia especialmente para regiones de Caquetá, Meta, Guaviare y Vichada
2. El WPI es adecuado para valorar situaciones de acceso al recurso en sitios con poblaciones en donde exista información adecuada de las variables para los componentes.
 3. A pesar de los extensos análisis efectuados es claro que para la Amazonía no fue posible calcular un índice a escala de subzona hidrográfica por falta de información, por lo que se utilizó la escala de municipio, en razón a que datos para componentes Acceso y Capacidad se encontró a esa escala

8. LA MINERÍA EN AMAZONIA

Los recursos naturales amazónicos han generado una atracción significativa de inversiones en megaproyectos mineros que sumados a otros, agrícolas y pecuarios, responden a las tendencias del mercado mundial de alimentos y de energía, que están provocando un desarrollo inusitado en las dinámicas propias de la región que afectan de manera directa e indirecta los ecosistemas y la calidad de vida de la población amazónica; por otro lado, se incluye el hecho de que las políticas públicas generen incentivos para el desarrollo de actividades productivas, las cuales no siempre tienen un criterio de sostenibilidad (GEOAmazonia, 2009)

A pesar de la riqueza en recursos naturales renovables que posee Colombia, especialmente en agua y biodiversidad, los últimos gobiernos del país han impulsado un modelo extractivista de los recursos naturales no renovables que se ha concretado en gran medida en el incremento de las actividades mineras en buena parte del territorio nacional (Negrete, 2013)

Por lo que Negrete (2013), anota que el otorgamiento indiscriminado de títulos mineros y el consecuente desarrollo de actividades mineras, está vulnerando derechos fundamentales y colectivos desconociendo procesos locales (ambientales, territoriales, sociales y económicos), debido a la:

1. Poca claridad de planificación y ordenamiento ambiental del territorio, a través del cual se determinen claramente las reglas de juego por parte de las autoridades ambientales, concretamente frente al régimen de usos de las áreas estratégicas del país, especialmente cuencas hidrográficas, bosques, páramos, humedales, manglares, sabanas naturales, pastos marinos, arrecifes coralinos, entre otras. El papel que han jugado las autoridades ambientales en esta materia no se compadece con la riqueza y fragilidad ambiental del país y la necesidad de adoptar medidas dirigidas a su conservación y uso sostenible
2. Ausencia de ordenamiento ambiental del territorio que conlleva a que se desarrollen actividades sectoriales indiscriminadas, especialmente mineras, solamente sujetas a instrumentos particulares y concretos como los títulos mineros y las licencias ambientales, que no atienden en todos los casos las particularidades e importancia

ambiental, social y cultural de cada área, ni mucho menos los intereses generales de una región

En la actualidad, los departamentos de Guainía, Putumayo y Vaupés concentran cerca del 86% de los títulos mineros, áreas que coinciden con la priorización para inversión minera y que responden a los incentivos y políticas adoptadas por el Gobierno colombiano (Figura 12). Ello, sin contar con la fuerte explotación ilegal que se desarrolla en casi todos los sectores del país y que para el caso de la Amazonia, presenta dificultades debido a las condiciones de acceso, la situación de orden público, el flujo de mineros en zonas de frontera, la poca presencia del Estado y la inequidad social, convierten el desarrollo de estas actividades en el único modelo y sustento de vida con características poco sostenibles, generando inconvenientes sociales (alcoholismo, prostitución, enfermedades de transmisión sexual, entre otras), ambientales (deforestación, contaminación de cuerpos hídricos, emisiones tóxicas, entre otras) y económicas (incremento costo de vida, acumulación inequitativa de capital, entre otras).

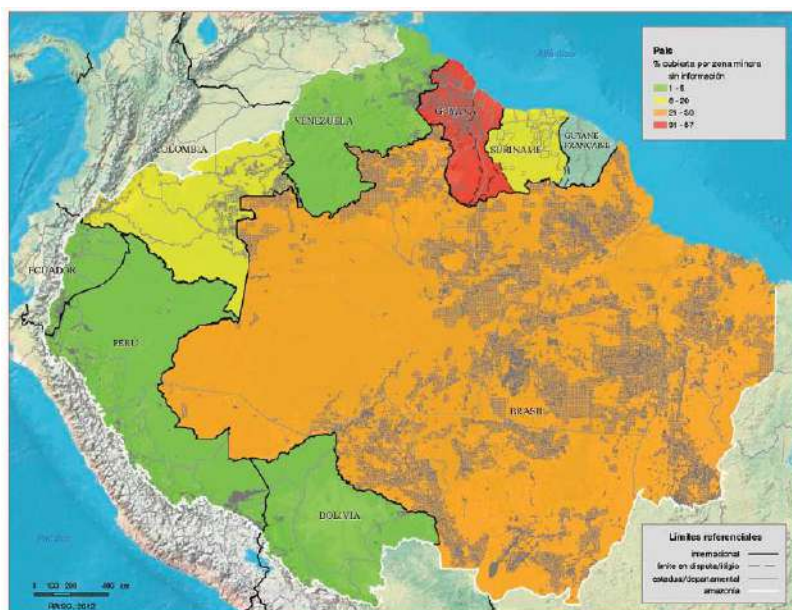


Figura 12. Porcentaje de zonas mineras por país en la Amazonia (Fuente: RAISG, 2012)

Con base en los datos del Catastro Minero Colombiano efectuado por el Ministerio de Minas y Energía a julio de 2012, los títulos mineros para explotación de oro constituyen el 43% del total, en tanto que los de carbón participan con otro 25%. Para Vaupés y Guainía, se encuentra en solicitud para explotación de oro 31% y 15% de sus áreas, respectivamente (Cabrera y Fierro, 2013).

Se estiman en la actualidad, más de diecinueve mil (19.000) solicitudes mineras por resolver que sumados a las otorgadas y a las declaradas áreas estratégicas mineras en el Amazonas (Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Vichada) y el Pacífico (Chocó), suman una extensión cercana a 22,3 millones de hectáreas, por lo tanto, las áreas con interés minero abarcan cerca

de 40 millones de hectáreas de los 114 millones de hectáreas que conforman el territorio continental (Negrete, 2013).

Para el petróleo, gran parte de los depósitos explotables se encuentran en el oeste amazónico cerca de los Andes en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Figura 13). Con las mayores superficies destinadas a actividades petroleras en Perú (84%), Colombia (40%) y Ecuador (21%), para lo cual, Ecuador es el país con mayor superficie de bloques petroleros en explotación en Amazonia. En Brasil, el 3% de su Amazonia tiene lotes lo que representa el tercer lugar en superficie después de Perú y Colombia. Y Colombia, es el país que ha demarcado el mayor número de lotes (102), seguido de Perú (92), Bolivia y Brasil (55 cada uno). Igualmente, áreas de exploración petrolera que fueron descartadas en el pasado por su inaccesibilidad presentan grandes dinamismos hoy, debido a los altos precios del petróleo y el gas que justifican la reactivación de los trabajos de exploración (GEOAmazonia, 2009).

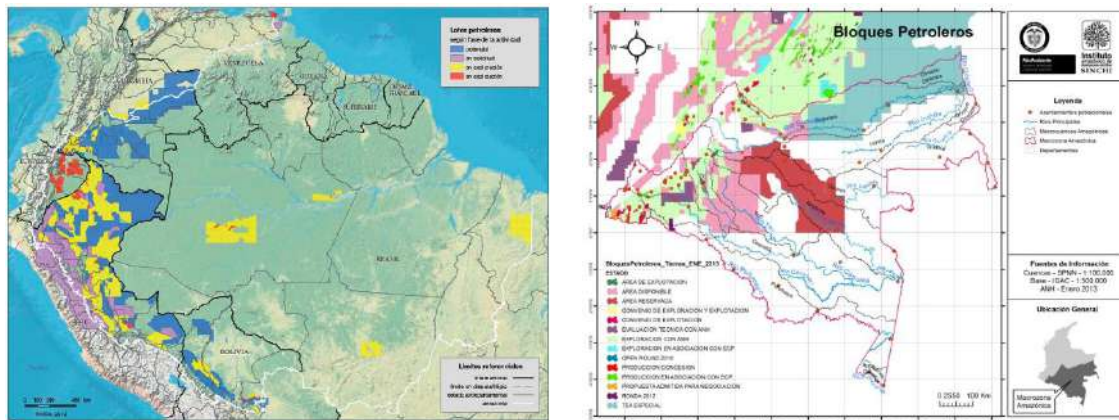


Figura 13. Lotes petroleros en PanAmazonia y Amazonia colombiana (Fuente: RAISG, 2012; ANH, 2012)

La contaminación ambiental generada por los inevitables derrames y vertimientos de petróleo y desechos tóxicos causa perjuicios irremediables en la salud de los pobladores locales y en el hábitat natural. La construcción de carreteras, oleoductos y otras obras de infraestructura asociadas, promueven la degradación y deforestación de los bosques, junto con el avance de la colonización, la cual a su vez, conlleva la aparición de enfermedades, debilitamiento de las formas propias de relacionamiento y control social en comunidades nativas, entre otros impactos (RAISG, 2012) El proceso de desplazamiento de las comunidades, el cambio de uso del suelo, la afectación ambiental representada en pérdida del suelo, agua, biodiversidad, paisaje, aire y la generación de residuos, se traduce también en un riesgo para la seguridad alimentaria de poblaciones locales (Negrete, 2013)

Para Cabrera y Fierro (2013), es absolutamente fundamental que los tomadores de decisiones de los niveles nacionales, regionales y locales sean conscientes de la geoquímica, mineralogía y geología de los desechos de la minería. En Colombia los datos sobre salud pública en relación



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



con la contaminación generada por minería es precaria, pero se estima que contaminación con mercurio hace que los vertimientos sobre algunos los ríos ubique al país entre los más contaminados y peores del mundo, que las emisiones al aire en Segovia (Antioquia) sean las de peor densidad entre las medidas en todo el mundo y que en la totalidad del país se emitan 180 de mercurio al aire (ONUDI 2010, citado en Cabrera y Fierro, 2013)

En esa vía, el deterioro de la vida silvestre, degradación y fragmentación del hábitat, pérdida de especies, deforestación, compactación y/o erosión del suelo, contaminación (de aire, agua y suelo) por eliminación inadecuada de residuos o derrames de hidrocarburos, sedimentación de cauces de agua y la pérdida de capacidad productiva y funciones de los ecosistemas, son los impactos ambientales más frecuentes ocasionados por la minería.

Por lo que Cabrera y Fierro (2013), argumentan que una zona minera se constituye en un área de sacrificio ambiental a la cual se suma la persistencia de la contaminación en aguas y suelos que reproduce un impacto transgeneracional que debe ser evaluado en términos de acumulación y sinergia de los impactos. A su vez, el daño a los ecosistemas puede representar un pasivo gigantesco en términos de provisión de aguas potables para grandes comunidades urbanas y la pérdida de conocimientos ancestrales que puede llevar a una disminución en la capacidad de adaptación ante el cambio climático.

Por lo tanto, la explotación minera es una amenaza importante para los ecosistemas acuáticos y terrestres de la cuenca amazónica, especialmente en el Escudo Guayanés, en las montañas andinas de Bolivia, Perú y piedemonte colombiano (Figura 14). La minería aurífera es más extendida y destructiva a pequeña escala, dado que a gran escala las operaciones industriales pueden ser objeto de una mejor regulación (Franco y Valdés 2005; GEOamazonia, 2009).

La titulación minera y petrolera se ha implantado de manera no concertada con los procesos de ordenamiento territorial y ambiental pre-existentes, afectándose la gobernabilidad de instituciones locales y regionales, pues se revierten perversamente logros de la descentralización y de las autonomías, ante la imposición de propósitos unilaterales impulsados y decididos desde los niveles centrales y, en muchos casos, desde instancias extraterritoriales (Pardo, 2013).

Frente a ese panorama, en el caso de la Amazonia, debería atenderse la recomendación dada por Cabrera y Fierro (2013), al respecto que regiones del país con precaria o inexistente infraestructura, baja presencia estatal, con ecosistemas de alta fragilidad o habitadas por grupos étnicos altamente vulnerables no deben ser incorporadas en las políticas de expansión minera desordenada planteadas en las políticas sectoriales hasta tanto se cuente con la información, institucionalidad y conocimiento que permitan tomar las mejores decisiones a largo plazo.

Igualmente, no existe marco normativo en el país en materia de pasivos, compensaciones y daño ambiental y sobre el régimen de responsabilidad al que están sometidos los causantes del mismo, lo que puede propiciar la impunidad y a que el Estado tenga que asumir la

responsabilidad de la restauración ambiental, con el consecuente detrimento del patrimonio público, en términos fiscales y de patrimonio natural que pertenece a la Nación (Negrete, 2013)

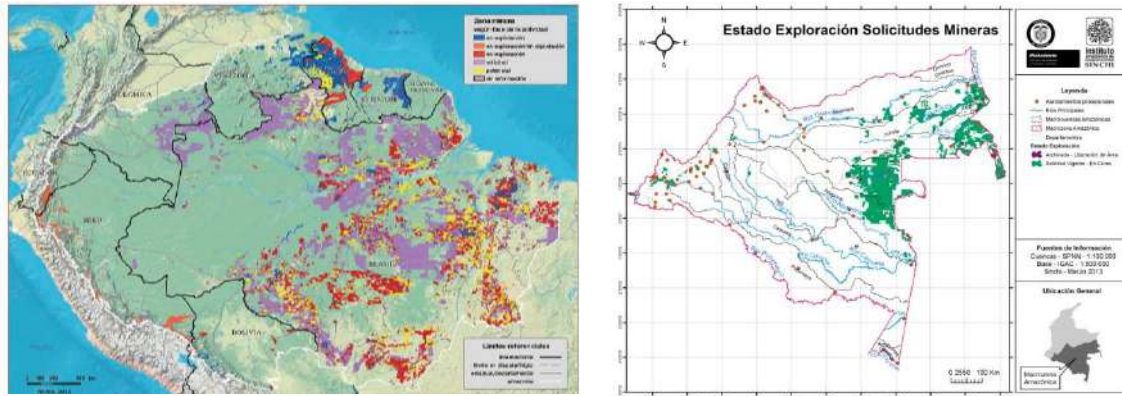


Figura 14. Actividad minera en la PanAmazonia y Amazonia colombiana (Fuente: RAISG, 2012; ANLA, 2012)

Así las cosas, sobresale la necesidad de avanzar en sólidas evaluaciones de carácter técnico/científico y económico/financiero sobre los impactos y externalidades de la explotación de recursos no renovables en los múltiples ámbitos de influencia. Uno de ellos y de innegable trascendencia es el medioambiental y ecológico. Sin duda uno de los instrumentos metodológicos y empíricos más elemental e ilustrativo para aproximarse al tema medioambiental es el conocido como la huella ecológica, medioambiental, fósil e hídrica, (Garay, 2013)

La extracción de petróleo utiliza volúmenes significativos de agua, ya que por cada barril de petróleo extraído se utilizan en promedio 2,5 barriles de agua, la cual sale enriquecida en forma de salmuera (sulfatos, bicarbonatos y cloruros / ± 200.000 ppm). Se estima que se puede llegar a producir 590 millones de barriles de aguas residuales al año. Diluir estas sales a concentraciones próximas a las de las aguas amazónicas (± 7 ppm) requiere de por lo menos $3,75 \text{ m}^3/\text{s}$ por cada 1.000 barriles procesados por día (Gómez 1995a, GWPSamtac 2000, Martínez 2005, citados por RAISG, 2012).

La huella del agua por demanda (uso) en minería de oro en Colombia fue estimada por Christi (2009, citado en Cabrera y Fierro, 2013) con datos de la AngloGold Ashanti en 1160 litros de agua por cada gramo de oro extraído. Si se recirculara el 60% del agua tomada, según AngloGold Ashanti, la huella del agua por gramo de oro estaría en torno de 500 litros por gramo. Pero ese valor no incluye el aprovechamiento o la afectación (daño) a las aguas por la contaminación (Cabrera y Fierro, 2013).

La comparación de la huella del agua del oro con productos básicos para la alimentación o el vestuario de los seres humanos, con base en datos de la Water Footprint Network (Tabla 13), provee el contexto de la profunda huella del agua para un artículo cuyos principales usos son suntuarios o soporte de valor en razón de que es considerado como un cuasi-equivalente a una

moneda patrón, y contribuye con elementos para la discusión sobre la apuesta minera en un país donde los escenarios de cambio climático alertan sobre la baja en la disponibilidad del agua por la probable disminución en área en los ecosistemas de alta montaña, debido al aumento de temperatura y la disminución de la precipitación pluvial en los lugares con mayores demandas para el consumo humano: la zona Andina y el litoral Caribe.

Tabla 13. Consumo de agua utilizado en la producción según uso (Fuente: Tapia, 2011 y Water Footprint Network, citados por Cabrera y Fierro, 2013)

Uso	Consumo (litros/gramo)
Oro	450 - 1060
Carne vacuna	15,4
Arroz	1,6
Papa	0,3
Leche	1,0
Carne cerdo	6,0
Azúcar	1,8
Maíz	0,8 - 2,5
Café tostado	18,9
Algodón	6 - 22,5

Frente a lo anterior, en el futuro de la Amazonia, la gestión ambiental deberá mejorar el compromiso de los gobiernos, de los ciudadanos conscientes de la importancia de los ecosistemas y los recursos naturales, pero sobre todo en el control que deberán convertirse en una herramienta más estricta sobre las actividades productivas (minería, hidrocarburos, agricultura), atendiendo el concepto de “quien contamina paga” (GeoAmazonia, 2009)

Por ello, Negrete (2013) indica que para intentar resolver las cuestiones económicas de calidad de vida y de sostenibilidad ambiental, es importante reconocer y definir el papel que juegan las actividades extractivas de modo que puedan generarse elementos de juicio que permitan orientar las decisiones en cuanto al desarrollo de la minería en un país que se caracteriza por poseer las diversidades más grandes del planeta. Recordando que no se conocen las consecuencias que podrían acarrear, el impacto ambiental que representan las actividades mineras y la proliferación de títulos y licencias, frente a los compromisos adquiridos por Colombia a través de los tratados internacionales sobre medio ambiente y conservación ambiental.

Pardo (2013), reconoce que la minería es un sector fundamental para el desarrollo presente y futuro del país y los ingresos que genera son importantes para las finanzas públicas y las entidades territoriales (después de las deducciones tributarias), pero que coloca en juego el patrimonio natural de los colombianos, el cual se extrae y agota bajo preeminencia de intereses del sector privado. Por lo cual, la minería genera conflictos a diferente nivel: instituciones del orden nacional (Ministerio de Minas y Energía vs. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), instituciones nacionales, regionales y locales (MADS vs. CARs vs. Secretarías);



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



comunidades (los que apoyan un proyecto minero vs. quienes lo rechazan), éticos (cooptación de medios de comunicación, de la academia y centros de investigación, invasión de espacios mediáticos a través de intensas campañas de publicidad, invitaciones de concejales, periodistas y líderes populares, patrocinios con el implícito objetivo de acallar la libre expresión a través del apoyo financiero a campañas a favor de los niños, los minusválidos y soldados heridos en la guerra), culturales (patrocinios a la selección Colombia de fútbol, equipos nacionales, festivales folclóricos, reinados de belleza, emisión de programas que combinan expresiones culturales con la exaltación de los beneficios de la gran minería en emisoras comunitarias) e inter-generacionales (desconocimiento del derecho de las generaciones venideras sobre los recursos del país) (Pardo, 2013)

No obstante, Pardo (2013), considera que Colombia cuenta con instrumentos de ley para el ordenamiento ambiental del territorio que incluyen entre otros, los planes estratégicos de macrocuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo de acuíferos, planes de ordenamiento y manejo de cuencas, planes de zonificación y ordenación de páramos, planes de manejo de áreas protegidas y planes de ordenamiento territorial. Lo cual permite tomar decisiones de conservación o posibilidad de uso sobre un espacio geográfico, superponiendo estructuras funcionales (vías, redes, construcciones físicas) y socioeconómicas (sectores productivos, espacios de recreación, espiritualidad y cultura, entre otros). Para ello, los procesos de ordenamiento ambiental y territorial se deberán basar en estudios técnicos y responder a requerimientos de ley, con la necesaria concertación con múltiples actores sociales e institucionales.

Por lo que Cabrera y Fierro (2013), mencionan que se requieren procesos efectivos de planeación estratégica, de ordenamiento equilibrado de diversos usos del territorio, de fortalecimiento de las instituciones del Estado y particulares, que representen de manera efectiva los distintos intereses públicos y privados en la regulación del uso de los recursos públicos y, en particular, de los recursos naturales (renovables y no renovables). Es decir, se requiere un papel activo del Estado en las decisiones de extracción minera o ésta actividad terminará generando choques y conflictos de intereses que impedirán la canalización de sus efectos positivos en función del desarrollo integral y la protección del medio ambiente. En consecuencia, urge eliminar la total autonomía con que actualmente operan la mayoría de los proyectos mineros en el país.

9. ANÁLISIS MULTIVARIADO SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y AMENAZAS

Una de las ideas a priori que se tiene sobre los recursos hídricos de la macrocuenca Amazonas es que debido a la evidente abundancia de agua se considera que el uso para consumo humano está cubierto *per se* y no sea en ningún caso una prioridad. Sin embargo como se mencionó en documentos y capítulos anteriores, las aguas amazónicas tienen características fisicoquímicas que las hacen poco viables para su consumo humano directo, lo que implica que se requieren plantas de tratamiento para su potabilización y que no se tienen completamente estructuradas en ninguno de los municipios amazónico. Este hecho hace lógico el resultado obtenido sobre la



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



pobre calidad sanitaria que presentan los índices para potabilidad del agua para la Amazonía Colombiana.

La sobresaliente prioridad del servicio de suministro de agua potable se hizo evidente en los diferentes talleres regionales que el equipo de trabajo desarrolló con actores representativos de la sociedad e institucionalidad amazónica, durante abril y mayo de 2013 en Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés. En dichos talleres se tomó la experiencia, criterio y conocimiento local que permita denotar realidades regionales que puedan tipificar condiciones comunes para la gestión de recursos hídricos amazónicos.

De dicha experiencia se puede definir una base para la construcción de un plan estratégico en pro de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico – GIRH para la macrocuenca Amazonas dado que estos talleres tuvieron las siguientes consideraciones:

1. Consolidar el conocimiento sobre la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico y cómo esta política se ajustará a las realidades regionales y procesos locales
2. Dilucidar las particularidades regionales que harían necesario consideraciones especiales durante la implementación de programas globales de GIRH (centros focales de minería, zonas de clima particular, zonas de valor tradicional indígena, biodiversidad aun no protegida)
3. Identificar los recursos hídricos, comunidades hidrobiológicas y servicios ecosistémicos asociados que sean claves para los principales departamentos amazónicos y aquellas “variables clave” que afectan de manera positiva o negativa estos servicios y los bienes derivados.
4. Denotar las regiones o temas con mayores vacíos de información que obliguen a considerar la implementación constitucional del principio de precaución a la hora de implementar una GIRH compatible con programas de desarrollo regional, nacionales y por megaproyectos.

Los resultados obtenidos durante los talleres regionales (Anexos 4 y 5), muestran que a pesar de la consideración que en la Amazonia no existirían problemas por el suministro de agua, este es un servicio NO suplido en la región y es así percibido por la sociedad en general. Este hecho es coherente con los diagnóstico sobre calidad del agua, el nivel de cubrimiento de los municipios y en especial la enorme deficiencia en infraestructura que todos los planes de desarrollo departamental manifiestan. Los talleres regionales mostraron el uso para consumo humano como una prioridad, claramente priorizado respecto a los otros 15 servicios ecosistémicos definidos por la sociedad (Figura 15), que representan los requerimientos que los actores identifican como cruciales a gestionar para la macrocuenca amazónica.

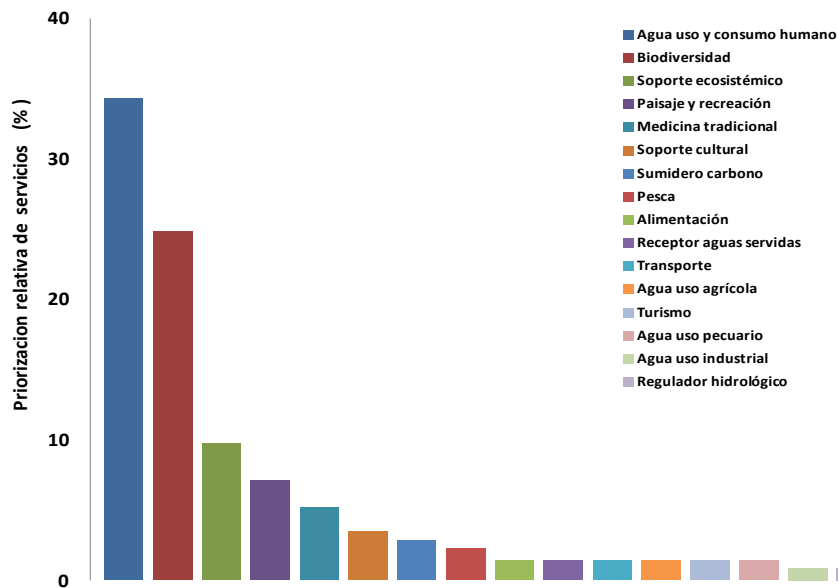


Figura 15. Servicios del recurso hídrico calificados como prioritarios para la macrocuenca amazónica con base en las matrices desarrolladas durante los talleres departamentales

Para entender cómo se interrelacionan los diferentes servicios priorizados en los talleres y las actividades que los diferentes actores identificaron como amenazas para acceder a dichos servicios, se efectuó un Análisis de Componentes Principales (PCA) a los datos tabulados en las 132 matrices de calificación de servicios priorizados y amenazas que se efectuaron en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo, Guaviare, Guainía y Vaupés.

El diagrama ordena los servicios priorizados en los cuatro planos (Figura 16). En el cuadrante A están la pesca con los servicios que depende de la integralidad ecológica de los ecosistemas acuáticos incluyendo el valor cultural que liga a las poblaciones amazónicas con los recursos hídricos y en particular con el consumo de pescado.

En el cuadrante B se ordena como un determinante el servicio de agua para uso o consumo humano asociado con un servicio como la alimentación, que hace referencia al uso de chagras en planos de desborde que son enriquecidas por los sedimentos de los ríos durante la inundación. Igualmente se asocian servicios como el transporte y la capacidad como regulador hidrológico. Esto mostraría que las poblaciones amazónicas entienden la inundación como un servicio y nunca como un desastre, e igualmente, tienen claro que servicios como el transporte, el uso de chagras e incluso la inundación de grandes zonas son parte de un ciclo natural.

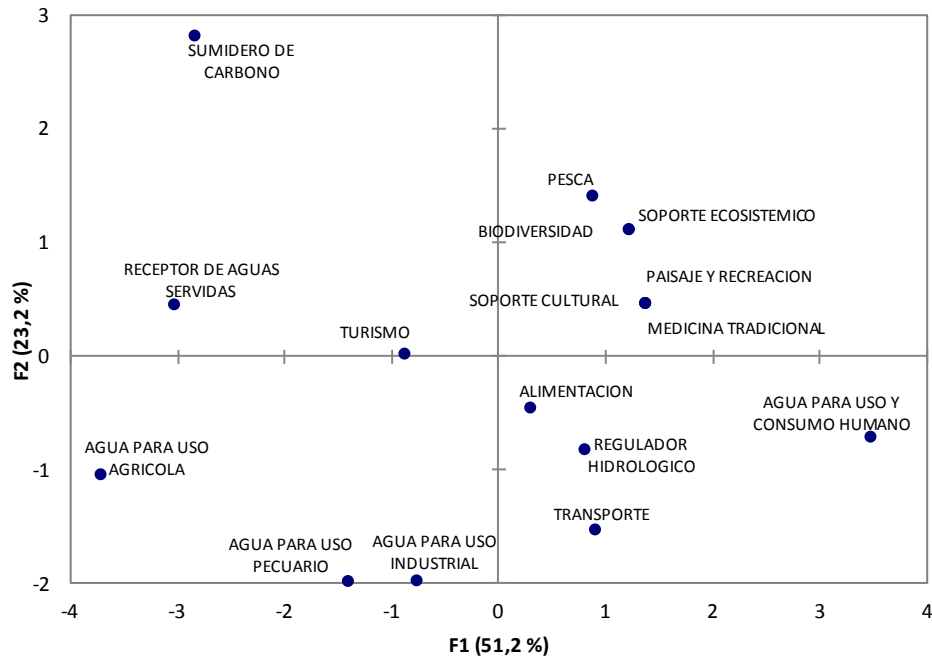


Figura 16. Diagrama cartesiano de ordenación mediante análisis de componentes principales de los servicios priorizados para recursos hídricos en la Amazonia colombiana.

El cuadrante C ordena en el mismo sentido los usos pecuario, agrícola e industrial que son identificados como servicios prioritarios solo en algunas regiones en rango intermedio en los formatos. Finalmente los servicios menos valorados se orientan y ordenan de menor a mayor en el cuadrante D siendo el turismo el que es más valorado y la función se sumidero de carbono solo fue considerada en los talleres de expertos.

Un análisis de estos servicios relacionados con los departamentos y la región muestra que hay requerimientos de servicios tanto comunes como particulares (Figura 17). Así los actores locales en el departamento de Amazonas de manera conjunta priorizan los mismos servicios que el promedio regional, es decir pesca, soporte ecosistémico y la biodiversidad y en menor proporción ordenan la condición media regional y los servicios de medicina tradicional soporte cultural y paisaje.

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano no fue priorizado en el departamento de Amazonas ya que la ciudad de Leticia tiene un relativo buen suministro de agua y la mayoría de la población se abastece de agua subterránea, en tanto que en corregimientos departamentales que son de baja densidad poblacional no hay registros claros sobre la calidad o disponibilidad del servicio, aunque en general se conoce que es pobre.

A diferencia de Amazonas, los restantes departamentos se ordenan hacia el cuadrante que define como fundamental el servicio agua para uso y consumo humano (Figura 15). Esto obedece a que las capitales de los departamentos de Guaviare, Guainía, Vaupés, Putumayo y Caquetá están ubicadas en ríos con altas cargas de sedimentos o sometidas a procesos de

deforestación y contaminación puntual o difusa, la mayoría evidente y reconocible, por lo que el suministro de agua potable está enormemente restringido.

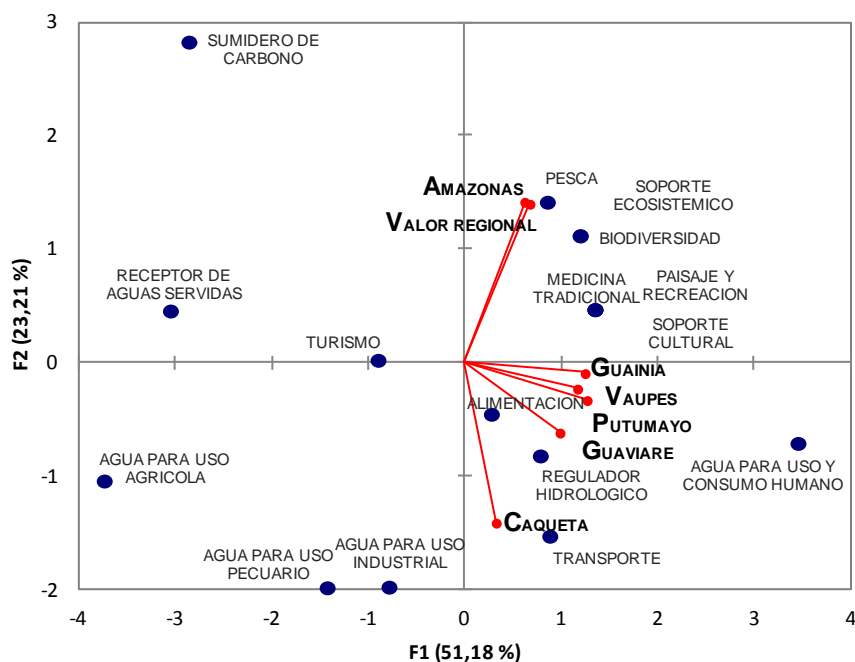


Figura 17. Diagrama cartesiano de ordenación mediante análisis de componentes principales de los servicios priorizados para recursos hídricos en correlación con los departamentos y la región amazónica

En cuanto al Caquetá este se ordena distante respecto a los otros departamentos y tiende hacia el cuadrante en el que se ubican los servicios de agua para usos pecuario, agrícola e industrial ya que allí las actividades ganaderas, agrícolas y mineras son más significativas y cercanas a los núcleos poblados, asentamientos en su mayoría interconectados entre ellos y con el resto del país, por lo que es consecuente la priorización dada por los actores regionales.

Un ejercicio final consistió en crear una matriz cruzada entre los servicios priorizados y las amenazas a nivel regional. Utilizando lo que se estableció en el informe diagnóstico a partir de los talleres regionales, donde los actores clave calificaron de manera equitativa tanto los servicios considerados prioritarios (Figura 18) como las amenazas sobre ellos (Figura 19).

Sin embargo el análisis de componentes principales genera una ordenación diferencial y una correlación entre amenazas y servicios (Figura 20), en cada uno de esos cuadrantes fue ordenada de manera correlacionada diferentes servicios que según los actores clave regionales generan los mayores conflictos para el uso de los diferentes servicios prestados por los recursos hídricos.

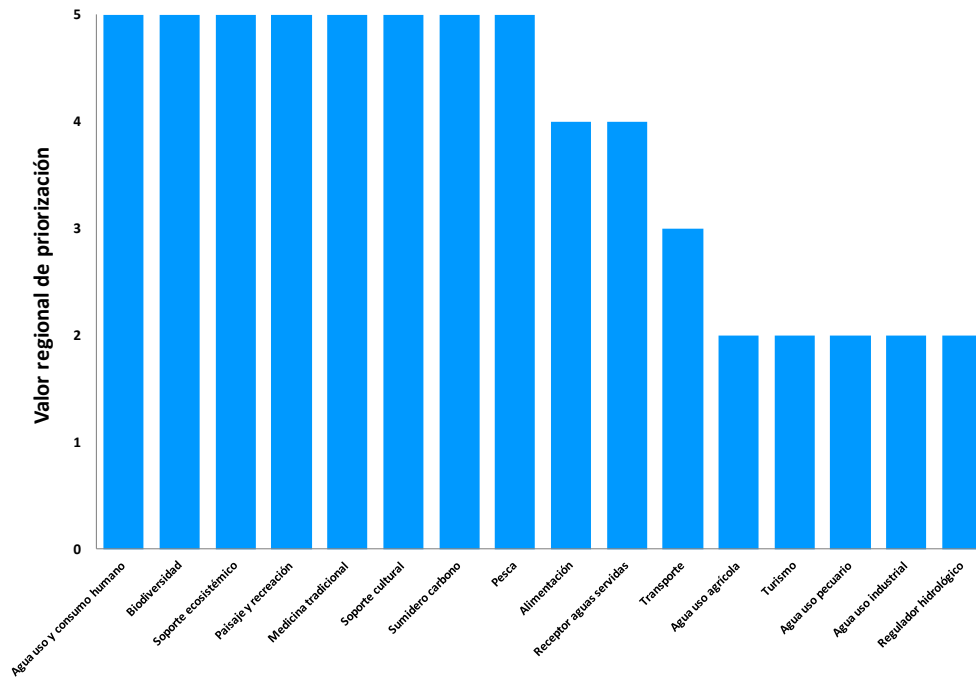


Figura 18. Calificación de los servicios priorizados para la macrocuenca amazónica con base en las matrices desarrolladas durante los seis talleres departamentales

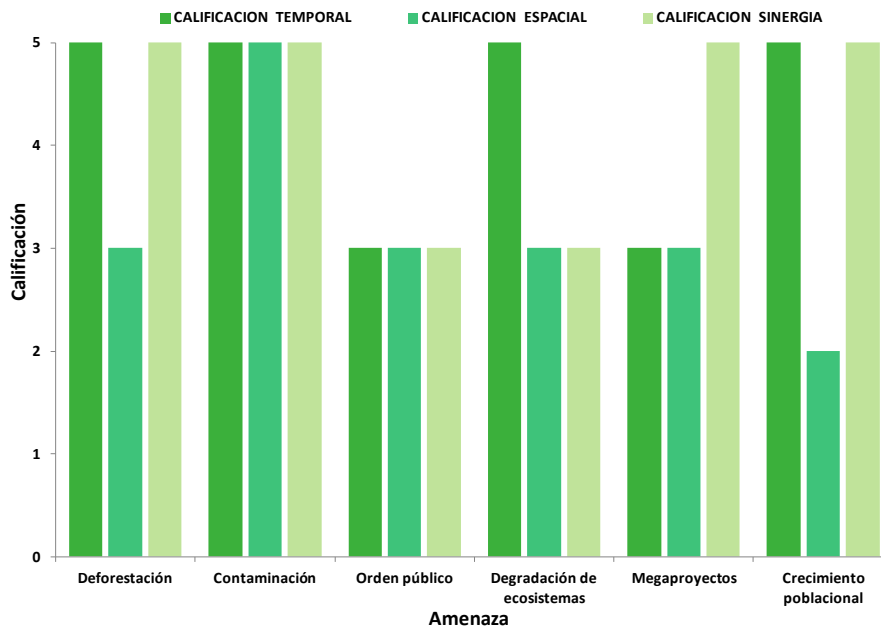


Figura 19. Magnificación de las amenazas que impiden la gestión integral de los recursos hídricos en la Amazonia.

Teniendo en cuenta lo anterior, las seis amenazas claramente definidas por los actores clave se ubican en tres planos diferentes, en el cuadrante superior izquierdo el crecimiento poblacional, en el superior derecho las principales amenazas: deforestación, contaminación y degradación ecosistémica. En tanto que las dos amenazas de menor valoración se ubican en el cuadrante inferior derecho: megaproyectos que en la actualidad no son muchos los ejecutados a nivel regional y por lo tanto la percepción no es clara y el orden público.

La ordenación en componentes muestra como el crecimiento poblacional es una amenaza para el uso tradicional como medicina, soporte cultural y obtención de alimento tanto en chagras como en cuerpos de agua, lo cual es coherente en razón a los procesos de transculturización y desplazamiento que generan las ciudades.

En el plano superior derecho se ubican correlacionados con la deforestación, contaminación y degradación de ecosistemas los servicios potencialmente afectados de mayor trascendencia como la pesca, biodiversidad, el soporte ecosistémico y el agua para uso de consumo humano. Este último servicio igual es amenazado por los megaproyectos que generan efectos difusos de contaminación y degradación de suelos, sin contar los conflictos sociales que derivan en problemas de suministro.

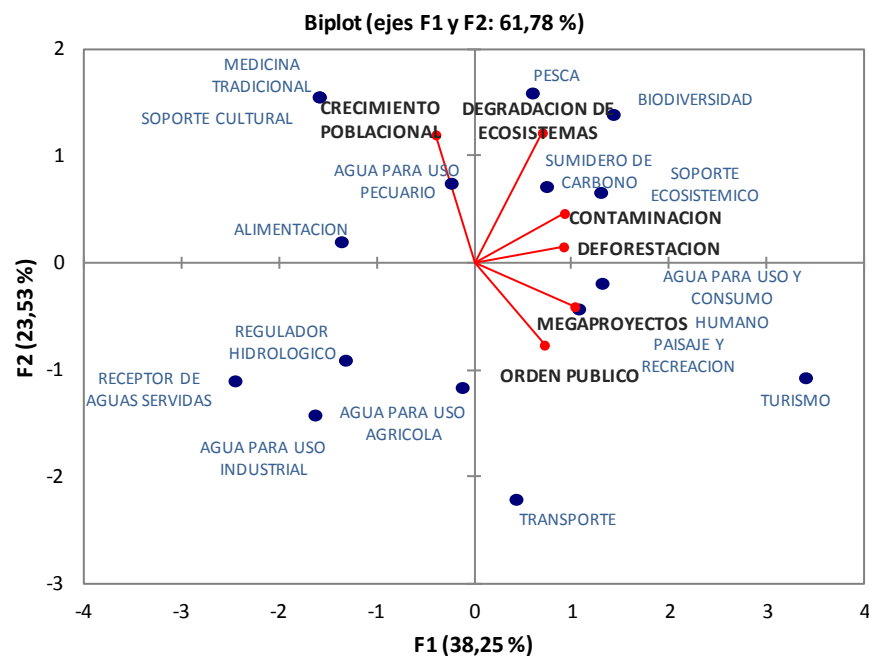


Figura 20. Diagrama cartesiano de ordenación mediante análisis de componentes principales de los servicios priorizados para recursos hídricos en correlación con las amenazas consideradas como generadoras de conflicto

Así se puede concluir que hay por lo menos cuatro servicios que deben considerarse de prioritaria gestión: EL AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA PESCA Y LA GESTIÓN DE LA PESCA, EL USO TRADICIONAL Y EL SOPORTE ECOSISTÉMICO, este último de enorme



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



importancia pues de este se deriva la pesca, la biodiversidad y los servicios asociados con el uso recreativo, cultural y turístico. Aunque igualmente de este soporte ecosistémico también depende servicios aun no cuantificados y casi imperceptibles para la sociedad amazonense como lo es el rol de los ecosistemas acuáticos como sumidero y transportador de carbono.

10. RETOS DE LA GOBERNABILIDAD DEL AGUA PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA

Como un preámbulo para concretar las Fases III y IV del Plan Estratégico para la Macrocuena Amazónica colombiana, donde por medio de la formulación de lineamientos y directrices estratégicas se espera llegar a acuerdos de desarrollo sostenible en torno al tema de los recursos hídricos e hidrobiológicos, es importante considerar los principios de gobernabilidad (y/o gobernanza) del agua que se vienen manejando e implementando en al ámbito global.

En ese sentido se consideró el marco del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, por sus siglas en inglés), el cual hacia el año 2006 presentó el 2^{do} Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: “El agua, una responsabilidad compartida”, en el cual entregaba una evaluación detallada y global sobre este líquido vital para el planeta tierra, y hace un llamado de atención a los países miembros de las Naciones Unidas relacionado con la gobernabilidad del agua y sus retos correspondientes encaminados al desarrollo y bienestar humano (UNESCO-WWAP, 2006).

Pero antes de entrar en tema, es importante señalar bajo que contexto se consideran los términos “Gobernabilidad” y “Gobernanza”. En el primer caso, partiendo del recorrido que hace Ancira-García (2003), se define inicialmente gobernabilidad desde la política clásica: “relación de gobernantes y gobernados”, para pasar luego a analizar conceptos más actuales y globales donde se incluyen las dimensiones económicas y sociales, para definirla como “el estado o grado de equilibrio dinámico entre demandas sociales y capacidad de respuesta gubernamental” (lo que incluye la articulación de tres principios: eficacia, legitimidad y estabilidad).

Por su parte Prats (2001), comparte los anteriores planteamientos pero aclara que gobernabilidad y gobernanza son dos conceptos interrelacionados que se deben separar por la connotación que en lengua española se pueden desprender para su aplicabilidad. Si se parte de la utilización que se hace desde el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), donde gobernanza sería el proceso de toma de decisiones por el cual las “decisiones” son implementadas o no, se llegaría a la aclaración propuesta por este autor:

*“Si entendemos por **gobernanza** la interacción entre actores estratégicos causada por la arquitectura institucional, entonces la **gobernabilidad** debe entenderse como la capacidad que dicha interacción proporciona al sistema sociopolítico para reforzarse a si mismo; es decir, de transformar sus necesidades o preferencias en políticas efectivas”*



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



10.1. RETOS DE LA GOBERNABILIDAD DEL AGUA EN EL ÁMBITO GLOBAL

Tal como se planteó en el anterior texto introductorio, el concepto de gobernabilidad ha ido evolucionando y ganando terreno, donde particularmente para el agua la UNESCO-WWAP (2006), reconoce grandes avances, donde ha sido posible la ampliación de la agenda para este tema en los países, se está supervisando la corrupción y los procesos de democratización, teniendo más en cuenta los desequilibrios de poder entre países (y/o regiones) y personas ricas y pobres, todo como parte esencial a solución de la crisis del mundial agua. En este sentido los siguientes textos hacen referencia a las ideas claves que la UNESCO-WWAP (2006) reconoce para que los países avancen en cuanto a la gobernabilidad de los recursos hídricos en el planeta.

Definitivamente una buena gobernabilidad del agua depende inevitablemente de los principios generales de gobernabilidad de un determinado país (costumbres, tradiciones, políticas y condiciones, acontecimientos que se producen dentro del mismo y en los países vecinos, evolución de la economía global). De hecho la mayoría de los gobiernos ya reconocen sobre la necesidad de gestionar el agua a nivel local, sin embargo NO delegan los poderes adecuados NI los recursos necesarios, por lo que los en la instancias locales en primera instancia no cuentan con informaciones apropiadas, y segundo, tal como se ha evidenciado para la Amazonia colombiana son excluidos de la toma de decisiones centrales acerca del agua. Por lo tanto no se cuenta con capacidad de acción y/o negociación que beneficie la región y su Macrocuenca.

El principio de la interacción efectiva entre gobierno-sector privado-sociedad civil para la gestión del agua, no significa necesariamente la privatización total de los servicios hídricos, cuyos resultados particularmente en los países en vías de desarrollo no ha permitido alcanzar las metas de mejores y más amplios servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Por consiguiente se llama la atención para que la gobernabilidad del agua posea verdaderos compromisos de transparencia, participación y diálogo, propiciando además la confianza mutua entre sectores. Podría llegar a ser utópico el alcanzar este estado de gestión tan ideal, no obstante si se requiere de esfuerzos y decisiones de peso para innovar y avanzar, creando “nuevas” instituciones y procesos “eficaces que puedan mediar en las disputas (ej: mecanismos informales de resolución de conflictos), o por lo menos minimizar sus impactos (ej: compensando grupos vulnerables)”.

Otros de los principios, como los del “reconocimiento de los derechos hídricos” y la “descentralización”, no han logrado concretarse como se esperaba debido a que el sector hídrico y su institucionalidad se encuentra fragmentada y con capacidades humanas y económicas reducidas. Situación perceptible en la Amazonia colombiana, donde la asignación de recursos y personal para áreas tan extensas como las que manejan las corporaciones regionales, se diluyen al intentar cuantificar una relación costo-beneficio en cuanto a la gestión del agua. Es por esto que la UNESCO-WWAP (2006) advierte que para establecimiento de los planes para la GIRH “no significarán gran cosa sin el respaldo de una legislación y una aplicación apropiadas”.



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



Aunque no se trate de un principio en el sentido estricto, si se requiere de una acción contundente contra la corrupción del sector hídrico, la cual reduce en gran medida las posibilidades que tiene un país o una región en proveer agua y saneamiento para todos. Por lo general la corrupción se percibe como una práctica, sino aceptada, por lo menos cotidiana tanto en las instancias públicas como entre ciudadanos y sector privado; afortunadamente la posición y conciencia está cambiando llevando a gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y empresas privadas implementar directrices internas y externas de gobernabilidad, códigos de conducta, patrocinar investigaciones y programas anticorrupción. Para mitigar los inconvenientes creados por la corrupción en el ámbito de la gestión de los recursos hídricos, la UNESCO-WWAP (2006) menciona cinco aspectos que los países o regiones deben tener: i) reforma del sector público; ii) aumento de sueldos para los funcionarios del sector público; iii) cumplimiento estricto de las normas y reglamentos existentes; iv) mejora de la transparencia y rendición de cuentas; v) cooperación multilateral y coordinación para controlar los flujos financieros y supervisar los convenios internacionales.

Particularmente para la Amazonia Colombia, este último aspecto de la cooperación internacional se podría convertir en una gran fortaleza, no solamente para mitigar el efecto de la corrupción sobre la gestión del agua, sino de manera general para que dentro de este contexto de cooperación entre los países vecinos con los que Colombia comparte la Macrocuenca Amazónica, se fortalezca los diferentes frentes de gobernabilidad tanto de los recursos hídricos como de los hidrobiológicos y sus ecosistemas acuáticos relacionados.

10.2. GOBERNABILIDAD DEL AGUA PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA

Tomando como base los planteamientos de Tropp (2005) en su análisis orientado a construir nuevas capacidades que mejoren la gobernabilidad del agua, la UNESCO-WWAP (2006) invita a los países a adoptar el enfoque de la Gestión Integral del Recurso Hídrico para resolver los retos mundiales en estos temas. De esta forma, dentro de lo que se concibe para las cuatro dimensiones de la gobernabilidad del agua propuestos por Tropp (2005), se presenta a continuación los énfasis que se deben hacer desde la Amazonia colombiana para mejorar la gobernabilidad de los recursos hídricos e hidrobiológicos (Figura 21); este análisis se presenta desde el punto de vista de los resultados obtenidos con el presente proyecto, haciendo énfasis en los productos obtenidos en las consultas con expertos y en los talleres locales, tal como se presentó en la sección anterior sobre análisis multivariado de servicios ecosistémicos y amenazas.

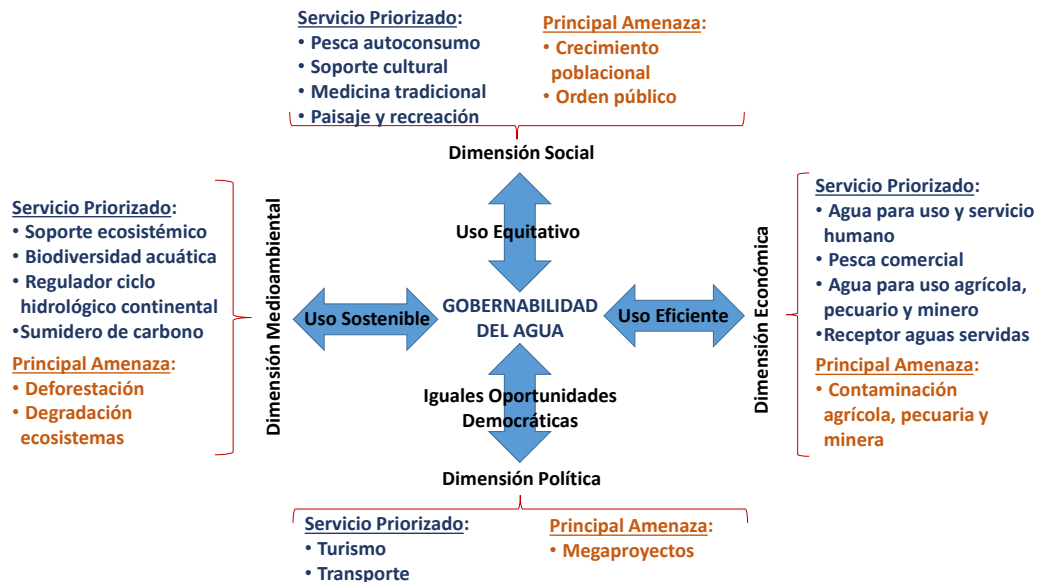


Figura 21. Esquema adaptado por el presente proyecto, donde se incluyen las dimensiones de la gobernabilidad del agua propuestas por Tropp (2005) para orientar la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Al interior de cada corchete se presentan los Servicios priorizados y las Principales amenazas que se deben gestionar para la Amazonia colombiana desde cada una de las correspondientes dimensiones.

1. Dimensión social

“La dimensión social apunta a un uso equitativo de los recursos hídricos. El agua, no sólo se distribuye de manera dispar en el tiempo y el espacio, sino también entre los diversos estratos socioeconómicos de la sociedad, tanto en los asentamientos rurales como en los urbanos. El modo en que la calidad y cantidad del agua y los servicios relacionados se asignan y distribuyen repercute directamente en la salud de las personas y sus oportunidades de sustento”.

Así por ejemplo a pesar de la enorme proporción de agua presente en la Amazonia colombiana, su calidad y permanencia es variable por lo cual más del 90 % de los municipios amazónicos no cuentan con el suministro de agua potable y los índices de potabilidad en promedio no superan el 50 %, lo que genera serios problemas sanitarios asociados al servicio básico humano del recurso hídrico y suministro de agua para consumo. A nivel departamental Caquetá (67,80%; CEDE, 2005), Vaupés (66,1%; CEDE, 2005) y Amazonas (54%; CEDE, 2005) presentan los porcentajes más altos en cuanto a cobertura del servicio de Acueducto, mientras Guainía (30,60%; Plan de desarrollo departamental, 2008) y Guaviare (35,90%; CEDE, 2005) muestran los porcentajes más bajos.

Para el servicio de alcantarillado Caquetá (57,9%; CEDE, 2005), Putumayo (47,80%; CEDE, 2005) y Amazonas (41%; CEDE, 2005) son los departamentos con los porcentajes más altos en la cobertura del servicio, mientras Guainía (18,90% Plan departamental de desarrollo, 2008) y Guaviare (CEDE, 2005) nuevamente son los que presentan los menores porcentajes de



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



cobertura. Cabe resaltar que, pese a que Caquetá presenta la mayor cobertura de servicio de acueducto y alcantarillado en contraste con los demás departamentos de la región amazónica, estas cifras se encuentran por debajo de los valores que se reportan de promedio nacional (83% acueducto y 73,10% alcantarillado; CEDES, 2005).

La situación de baja cobertura y acceso al agua reflejada en las cifras se corrobora con lo encontrado en los talleres regionales desarrollados en donde el “agua para uso y consumo humano” fue el servicio con mayor priorización por parte de los seis departamentos trabajados. Así estos resultados muestran que a pesar de la idea que en la Amazonia no existirían problemas por el suministro de agua, este es un servicio NO suplido en la Amazonia y es así percibido por la sociedad en general. Este hecho es coherente con los diagnóstico sobre calidad del agua, el nivel de cubrimiento de los municipios y en especial la enorme deficiencia en infraestructura que todos los planes de desarrollo departamental manifiestan.

Adicionalmente las ciudades amazónicas están en general ubicadas en ríos con altas cargas de sedimentos o sometidas a procesos de deforestación y contaminación puntual o difusa, la mayoría evidente y reconocible por lo que el suministro de agua potable está enormemente restringido.

2. Dimensión económica

“La dimensión económica atrae la atención sobre el uso eficiente de los recursos hídricos y el papel del agua en el crecimiento económico global. Las perspectivas de una fuerte reducción de la pobreza y de crecimiento económico siguen dependiendo en gran medida del agua y de otros recursos naturales. Existen estudios que han puesto de manifiesto que los ingresos per cápita y la calidad de la gobernabilidad están estrechamente interrelacionados de manera positiva en los distintos países. Una mejor gobernabilidad ejerce un poderoso efecto en los ingresos per cápita. Hasta hace sólo 200 años, los ingresos per cápita no eran muy diferentes entre los países. Hoy día, la amplia brecha económica entre países refleja el hecho de que los países que en la actualidad son ricos han crecido rápidamente en los últimos dos siglos, mientras que los que son pobres no lo han hecho. Se ha sugerido que una parte sustancial de esta vasta brecha económica se debe a “profundas diferencias históricas en la calidad institucional” (Kaufmann y Kraay, 2003). La eficiencia del uso del agua en los países en vías de desarrollo es muy baja, tanto en las zonas urbanas como en las rurales, y existe un amplio margen para la mejora de la situación del agua a través de una mejor distribución y gestión del agua”.

En el trabajo desarrollado se identificaron bienes y servicios relacionados con el agua entre los que están: el mercado pesquero, la demanda por el uso de agua, el servicio turístico asociado a las características ambientales del complejo hidrológico, entre muchos otros.

Estos bienes y servicios ambientales que fueron identificados no conforman en todos los casos un mercado definido, sin embargo, otros ejemplos como el de la pesca colectiva consolidan



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



economías locales¹, donde se sabe que esta actividad satisface la estructura de las económicas de autoconsumo y excedentaria de estas poblaciones (Agudelo et al, 2000; Arbeláez, et al, 2004). De igual forma, se considera que las poblaciones fundamentan su desarrollo en el uso los estos bienes y servicios ambientales, como es el caso de la ciudad de Leticia, donde la captación de agua para el consumo local es determinada por la condición o atributos de las fuentes de agua.

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario establecer estrategias de uso y manejo sostenible de los bienes y servicios identificados dentro de un mercado regulado y establecido, con el fin de proponer escenarios de regulación del sistema natural, en términos de sostenibilidad de uso. Estos lineamientos de política se deben realizar por medio del fortalecimiento de las redes de cooperación, lazos de confianza, acuerdos de co-manejo, institucionalidad y esquemas de regulación.

La descripción general de los resultados de anteriores investigaciones reveló la importancia de los bienes y servicios ambientales, para el empoderamiento de las comunidades locales en el recurso hídrico amazónico, no solo en términos económicos sino en términos de importancia de existencia, legado y potencial uso a futuro. Donde el incremento en la importancia colectiva que tengan estos bienes y servicios ambientales para las personas, incrementará el valor individual (Emerton, 1999).

Por otro lado, el comercio de pescado es la actividad productiva predominante en la Amazonia colombiana. Así la pesca comercial para consumo se desarrolla especialmente sobre los ríos Amazonas, Caquetá, Putumayo, con centros de acopio en Leticia, La Pedrera y Puerto Santander principalmente y centros de consumo en Florencia, Puerto Leguízamo, Neiva, y San José de Guaviare. La pesca de autoconsumo se desarrolla sobre los diferentes cuerpos de agua en toda la región, mientras que actividades de pesca ornamental están dirigidas especialmente a los departamentos de Amazonas y Putumayo.

3. Dimensión política

“Apunta a conceder a las partes concernidas y a los ciudadanos de a pie iguales oportunidades democráticas para influir y controlar los procesos políticos y sus resultados. Tanto a nivel nacional como internacional, los ciudadanos marginados, como pueden ser los pueblos indígenas, las mujeres, los habitantes de barrios marginales, etc. son rara vez tenidos en cuenta en tanto que actores legítimos en la toma de decisiones relacionadas con el agua, careciendo normalmente de portavoces, instituciones y capacidades para promover sus intereses hídricos ante el resto del mundo. Otorgar poder a las mujeres, al igual que a otros grupos social, económica y políticamente débiles, es crucial para conseguir una gestión más equilibrada y eficaz del agua y actuaciones que garanticen una mayor equidad”.

¹ Resultado obtenido por el grupo interdisciplinario que desarrolló el proyecto de investigación titulado “Valoración Integral Del Flujo Histórico Y Actual De Carbono En El Sistema De Inundación Yahuaraca (Amazonia Colombiana): Su Importancia En El Cambio Climático Global”. Proyecto avalado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2008 – 2009. Convenio interinstitucional con la Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonia, Proyecto Bicentenario, 2008 – 2010.



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



4. Dimensión de sostenibilidad medioambiental

“Esta muestra que una mejor gobernabilidad permite un uso más sostenible de los recursos hídricos y la integridad del ecosistema. Un flujo suficiente de agua de calidad es esencial para mantener las funciones y servicios del ecosistema y sostener los acuíferos, los humedales y otros hábitats naturales. Un signo preocupante es que la calidad del agua parece haber disminuido alrededor del mundo en la mayoría de regiones con agricultura intensiva y con grandes áreas urbanas e industriales. Con la reducción y la contaminación de los hábitats naturales, la diversidad de la flora y fauna de agua dulce está cada vez más amenazada. En particular, los medios de sustento de las personas pobres dependen directamente de un acceso sostenido a los recursos naturales, incluyendo el agua, debido a que tienden a vivir en zonas marginadas más expuestas a la contaminación, las sequías y las inundaciones. El papel esencial del agua para mantener un medio ambiente saludable está siendo cada vez más considerado, lo que se pone de manifiesto en el cambio de actitudes hacia los humedales y es un signo alentador”.

Como se había mencionado, en la Amazonia colombiana el pescado en muchos casos representa la única fuente de proteína animal y es la principal fuente de ingresos económicos, hecho que se reflejó en el análisis PCA de los resultados de los talleres departamentales, al ser uno de los más importantes servicios priorizados. Esta actividad se ve afectada por los ciclos de alta extracción o las llamadas bonanzas, que están determinadas por los períodos de crisis del mercado tanto interno como externo y son producto de factores socio económicos y políticos (Agudelo et al. 2006). También, se pueden agregar la poca atención que se le ha prestado a este grupo y el mal manejo que se ha hecho de los ecosistemas en donde habitan estas especies (Castello et al. 2013).

En los talleres se resaltó que la deforestación y la contaminación son las dos amenazas cuya magnitud es máxima (Calificación media 5) lo que nuevamente es coherente no solo con la realidad amazónica sino con el conocimiento académico producido.

11. EPÍLOGO

Este documento síntesis recoge diferentes consideraciones sobre los recursos hídricos desde una perspectiva regional a partir de información secundaria y percepciones locales registradas mediante talleres regionales. Basta decir que el ejercicio de valoración de los servicios ecosistémicos acuáticos amazónicos realizado, sugiere que el valor potencial de estos servicios superaría enormemente la asignación actual en el PIB nacional. Igualmente, es notoria la falta de agua potable en los domicilios amazónicos y la fuerte relación con los peces y la pesca, que deriva en que la máxima demanda y valoración del agua la den los habitantes de la región, en tanto que industriales, comerciantes y ganaderos otorgan al agua un bajo precio en razón a que el uso que le dan está ligado a la cantidad y no a su calidad o permanencia, creando así la idea de que se puede contaminar sin mayores riesgos ni mayores requerimientos de tratamiento o sin prever pagos compensatorios.



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



Esta falsa percepción ya genera conflictos graves de uso en departamentos como el Putumayo en el que deforestación y explotación petrolera han alterado de manera significativa la calidad del agua a la que tiene acceso la población para su consumo, hecho que será enormemente significativo si se tiene en cuenta el plan de expansión minera y petrolera para la Amazonia amazónica que podría abarcar más del 60 % del área en departamentos como Putumayo y Guainía.

Así, la Gestión Integral de los Recursos Hídricos para la macrocuenca Amazonas debe partir de romper dos paradigmas, 1) que hay agua en abundancia y que por lo tanto no hay conflictos de uso de este “abundante recurso”, el cual puede ser abundante pero no óptimo en tiempo y espacio, ni permanente para el consumo humano; y 2) que es indispensable salvaguardar los servicios ecosistémicos del agua, donde la pesca de auto consumo como base del bienestar social y desarrollo regional tiene un amplio reconocimiento y preocupación regional. Lo que implica entre otros conservar la integralidad de corrientes de agua andino – amazónicas y los planos de inundación, como ecosistemas acuáticos estratégicos de mayor valor actual y a futuro, que los recursos no renovables que se pretenden extraer por actividad minera en el territorio amazónico, lo que históricamente ha generado detrimento de la calidad y permanencia del agua por contaminación y de manera directa en la cantidad, por la necesaria deforestación asociada a esta explotación minera extensiva.

Como la Fase III del Plan Estratégico para la Macrocuenca de la Amazonia colombiana se orienta hacia un análisis estratégico que promueva la construcción participativa de un modelo deseado de Macrocuenca, el cual posteriormente se concretará en lineamientos y directrices a implementarse en la Fase IV, lo relacionado particularmente con el recurso íctico y pesquero incluyendo sus ecosistemas acuáticos relacionados, implicará necesariamente promover una fuerte interacción en primera instancia entre autoridades sectoriales de ambiente, infraestructura, minería y agricultura. Este primer paso permitirá incluir dentro del mismo modelo sistémico de Macrocuenca lo que a cada entidad le compete con compromisos y coordinaciones a corto plazo, pero muy especialmente con los correspondientes compromisos económicos de manera que realmente se viabilicen sus actuales normatividades y regulaciones.

Una vez se concrete una interacción entre academia (universidades y centros de investigación) con autoridades sectoriales, los resultados que se generen en un Modelo de Macrocuenca se deberán validar, ajustar y enriquecer con la participación de gremios y grupos de base que utilizan y se benefician de esos recursos (Petrere et al., 2004; Agudelo et al, 2006, 2011; Alonso et al., 2006). En ambos casos, tanto desde la institucionalidad como desde los gremios y usuarios, por tratarse los peces de recursos que transitan sin distinciones entre departamentos colombianos, así como circulando desde o hacia los países amazónicos vecinos, las proyecciones de uso manejo y conservación también deberán trascender al ámbito transfronterizo.

Desde el punto de vista de la conservación ambiental y de las especies, convendría incluir de manera directa al Sistema de Parques Nacionales Naturales, quienes con sus diferentes modelos de áreas protegidas con que cuentan en la Amazonia colombiana, también se



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



complementarían espacios estratégicos para la preservación de los recursos hídricos e hidrobiológicos.

Por lo expuesto anteriormente, las Fases III y IV para la GIRH para la Macrocuena Amazónica deba abordar desde sus inicios la perspectiva internacional, tanto para los asuntos hídricos como los hidrobiológicos, convocando, dialogando y llegando a acuerdos con homólogos institucionales, académicos y de orden gremial para cada uno de los casos que correspondan.

En la Amazonia colombiana por encontrarse en posición estratégica en el noroccidente de la cuenca, implica que las alteraciones o afectaciones que ocurran en los cuerpos de agua del lado colombiano, producirán efectos aguas abajo, sea del lado brasileño, ecuatoriano, peruano e inclusive venezolano cuando se observen las afectaciones hacia oriente de la Amazonia colombiana. Por eso Colombia podría liderar negociaciones durante la Fase III convocando a los otros países, para que se concreten convenios, acuerdos y acciones durante la Fase IV. En este sentido también es fundamental considerar las orientaciones de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), dentro de cuyo marco, la cooperación internacional estará con mejor disposición para apoyar estrategias conjuntas para manejo y protección del recurso agua de la región y la biodiversidad allí presente (Galarza, et al., 2009).



12. BIBLIOGRAFÍA

- Agenda 21. 2007. para el Departamento de Guainía. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- Agenda 21. 2007. para el Departamento de Guaviare. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- Agenda 21. 2007. para el Departamento de Vaupes. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- Agudelo, E. 2007. La actividad pesquera en la zona suroriental de la amazonia colombiana: una descripción de la captura y comercialización de los bagres transfronterizos. Tesis M.Sc. Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona, España. 100p.
- Agudelo, E., Alonso, J.C. & Moya, L.A. (Eds). 2006. perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo- peruana. Instituto Amazónico de Investigaciones científicas Sinchi – Instituto Nacional de Desarrollo del Perú. Bogotá. 106 p.
- Agudelo, E., Sánchez, C.L. Rodríguez, C.A., Bonilla-Castillo, C.A. & G. A. Gómez. 2011. Los recursos pesqueros en la cuenca amazónica colombiana. Capítulo 5. Pp.143-166. En: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E.
- Agudelo, H. Ramírez y R. E. Ajiaco (Editores). 2011. II. Diagnóstico de las pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, Colombia
- Agudelo, E., Salina Y., Sánchez C., Muñoz D., Alonso J., Arteaga M., Rodríguez O., Anzola N., Acosta L., Núñez M., y Valdés H. Bagres de la Amazonia colombiana: Un recurso sin fronteras. (2010) p 71-102
- Agudelo, E., Alonso, J.C. & Moya L.A. (Eds). Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el area de integración fronteriza Colombo-Peruana del río Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Instituto Nacional de Desarrollo INADE, (2006). 100p
- Alonso, J.C., C.L. Sánchez, L.F. Ricaurte, E. Agudelo, M. Núñez-Avellaneda. 2006. Ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana: avances y perspectivas." . Revista Colombiana Amazónica. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, Colombia: 163-178 p.
- Ancira-García, A. 2003. Gobernabilidad Democrática en América Latina. Organización de los Estados Americanos, Secretaría de Cumbres de las Américas. Concurso de Ensayos Octubre 2003. Manuscrito: Centro de Investigación y Docencias Económicas (CIDE), México D.F. 17 p.
- Beltran-Gutierrez M., Castellanos-Mora L., Trujillo F., & Jaramillo-Bobadilla C. 2010. Contribución de los delfines del rio (Inia geoffrensis y Sotalia Fluviatilis) en la conservación de los ecosistemas acuáticos. En Bermúdez-Romero A.L., Trujillo F., Solano C., Alonso J.C., Ceballos-Ruiz B.L. (eds). 2010. Restos locales y regionales para la conservación de la



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



- fauna acuática del sur de la Amazonia Colombiana. Corpoamazonia, Instituto SINCHI, Fundación OMACHA, Fundación NATURA, Bogotá, Colombia 150p.
- Bermudez, A., Trujillo, F., Solano, C., Alonso, J., & Ceballos-Ruiz, B. (2010). Retos Locales y Regionales para la Conservación de la Fauna Acuática del Sur de la Amazonia Colombiana. Bogotá: Legis S.A.
- Bailey, B., J. Elphick, F. Kuchuk, C. Romano & L. Roodhart. 2000. Control del Agua. Oilfield Review (Verano 2000): 32-53 p.
- Bogotá-Gregory, J. D. & J. A. Maldonado-Ocampo. 2006. Peces de la zona hidrográfica de la Amazonia Colombiana. Biota Colombiana 7 (1): 55-94
- Cabrera, M. y J. Fierro. 2013. Implicaciones ambientales y sociales del modelo extractivista en Colombia. Pp:89-122. En: Garay, L.J. (Eds). 2013. Minería en Colombia Fundamentos para superar el modelo extractivista. Contraloría General de la República. Bogotá. 209p
- CEDE. 2005. Geografía Económica de Colombia. Universidad de los Andes, Bogotá. En: CONPES 2012.
- CEPAL, PNUMA, et al.(2002). La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafío y oportunidades. Santiago de Chile: Libros de la CEPAL.
- CONFECAMARAS. (2005). informe de agenda interna para la productividad y competitividad. Programa sociedad civil y TLC. Bogotá. (Este informe incluye a los departamentos de Putumayo, Caquetá, Guaviare y Amazonas.
- Duque S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Limnología pp: 69-134 en IGAC (ed.). Zonificación ambiental para el plan colombo-brasilero (eje Apaporis – Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Forero, A., Ochoa, P. 2009. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia – diagnóstico 2009. Superintendencia de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.
- Galarza, E., G. Rosario, J. C. Alonso, L. A. Oliveros, J. Kamiche, C. Souza, M. Saragoussi, F. Rodríguez. 2009. Capítulo 5. Respuestas de los Actores de la situación Ambiental Amazónica. 222-249 p. En: PNUMA; OTCA & CIUP. 2009. Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonía GEO-Amazonia. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP). Editora Fábrica de Ideas, Lima-Perú. 323 p.
- Galvis, G., Sanchez, P., Mesa, L., López, Y., Guitierrez, M., Gutierrez, A., Leiva M., & Castellanos, C. (2010). Peces de la Amazonía con énfasis en especies de interés ornamental. Bogotá.
- Garay, L.J. 2013. Globalización/glocalización, soberanía y gobernanza, a propósito del cambio climático y el extractivismo minero. Pp: 9-21. En: Garay, L.J. (Eds). 2013. Minería en Colombia Fundamentos para superar el modelo extractivista. Contraloría General de la República. Bogotá. 209p
- GeoAmazonia, PNUMA, et al (2010). Perspectivas del medio ambiente en la GeoAmazonia IDEAM, 2012. Estudio Nacional del Agua. Consultado en: http://institucional.ideam.gov.co/jsp/publicaciones-web_259. marzo 23 de 2013
- Instituto Nacional de Salud (INS), 2012. Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en Colombia 2007 – 2011. Oficina Comunicaciones Instituto Nacional de Salud. 504 p.



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



- Junk, W. 2005. Flood pulsing and the linkages between terrestrial, aquatic and wetland systems. *Proceedings of the international association for theoretical and applied limnology* 29:11-38
- Junk, W.J., Piedade, F., Loruival, R., Wittmann, F., Kandus, P., Lacerda, L.D., Bozelli, R.L., Esteves, F.A., Nunes da Cunha, C., Maltchik, L., Schongart, J., Schaeffer-Novelli, Y. y A.A. Agostinho. 2013. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management and protection. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*. 18p.
- Lasso, C. A., E Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez Segura, H. Ramirez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A.I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de Los Recursos Pesqueros Continentales De Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos Y Recursos Pesqueros Continentales De Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia, 715p.
- Lasso, Carlos A. and Rial B., Anabel and Matallana, Clara L. and Ramírez, Wilson and Celsa Señaris, Josefa and Díaz-Pulido, Angélica and Corzo, Germán and Machado-Allison, Antonio (2011) Biodiversidad De La Cuenca Del Orinoco: II. Áreas Prioritarias Para La Conservación Y Uso Sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., Bogotá.
- Lasso, C., de Paula, F., Morales, M., Agudelo, E., Ramirez, H., & Ajiaco, R. (2011). *Pesquerías Continentales de Colombia: Cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico*. Bogotá D.C.: Serie Editorial Recursos Biológicos y Pesqueros Continentales de Colombia.
- MAVDT 2010 Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 124 p.
- MAVDT, IDEAM, et al. 2010. Estudio Nacional del Agua. Colombia.
- MAVDT. 2010. Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento: Departamento del Amazonas / Viceministerio de Agua y Saneamiento. (Ed.). Bogotá : Viceministerio de Agua y Saneamiento República de Colombia.
- Murcia, G.U.G.; Huertas, Rodríguez, Castellanos, 2010. Monitoreo De Los Bosques Y Otras Coberturas De La Amazonia Colombiana, Datos Del Año 2007. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 177 p., 3 anexos.
- MAVDS, IDEAM. Criterios de Priorización de cuencas hidrográficas susceptibles de ordenación. 2011
- Negrete R.E. 2013. Derechos, minería y conflictos. Aspectos normativos. Pp: 23-56. En: Garay, L.J. (Eds). 2013. *Minería en Colombia Fundamentos para superar el modelo extractivista*. Contraloría General de la República. Bogotá. 209p
- Núñez-Avellaneda, M. (ed.) 2008. *Microalgas acuáticas: la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana*. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI- 222p
- Pardo, L.A. 2013. Propuestas para recuperar la gobernanza del sector minero colombiano. Pp: 175-208. En: Garay, L.J. (Eds). 2013. *Minería en Colombia Fundamentos para superar el modelo extractivista*. Contraloría General de la República. Bogotá. 209p



Convenio de cooperación mutua entre el MADS y el SINCHI,
para el desarrollo de las Fases I y II del
Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonia



- Petrere Jr., M; R. B. Barthem; E. Agudelo & B. Corrales. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of Piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). En: Reviews in Fish Biology and Fisheries. Springer Science + Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. 14(4):403 – 414
- Plan de Desarrollo Departamental Guainía. 2008. A Trabajar se dijo 2008 – 2011
- Plan de Desarrollo Departamental Guaviare. 2008. Por un Guaviare Incluyente 2008 – 2011
- Plan de Desarrollo municipal Vaupés. 2008. Por el progreso que queremos 2008 – 2011
- Prats, J. 2001. Gobernabilidad democrática para el desarrollo humano: marco conceptual y analítico. Revista Instituciones y Desarrollo N° 10. Instituto Internacional de Governabilitat de Catalunya. Barcelona, España. 103-148 p.
- PNUMA y OTCA. 2008. Geo-Amazonía. Perspectivas del medio ambiente en la Amazonía. 323 p. Disponible en: <http://www.unep.org/pdf/GEOAMAZONIA.pdf>
- RAISG, 2012. Amazonia bajo presión. Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada. Sao Paulo. 67p.
- Rueda-Delgado G. 2007. Evaluación limnológica rápida en el río Inírida: Base para Zonificación minera de 50.000 Hectáreas en el Municipio de Inírida. Informe final. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. 48p.
- Salazar, C., F. Gutiérrez & M. Franco. 2006. Vaupés. Entre la colonización y las fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Panamericana Formas e Impresos S. A. 134p.
- Salazar, C., F. Gutiérrez & M. Franco. 2006a. Guainía. En sus asentamientos humanos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Panamericana Formas e Impresos S. A. 142p.
- Tropp, H. 2005. Building New Capacities for Improved Water Governance. Paper presented at the International Symposium on Ecosystem Governance, 2005, South Africa, organized by CSIR Council for Scientific and Industrial Research).
- Trujillo F. 2010. Introducción. En: Bermudez, A., Trujillo, F., Solano, C., Alonso, J., & Ceballos-Ruiz, B. L. (eds). (2010). Retos Locales y Regionales para la Conservación de la Fauna Acuática del Sur de la Amazonia Colombiaba. Instituto SINCHI, Fundación OMACHA, Fundación NATURA, Bogotá, Colombia p23
- Trujillo, F., Alonso, J., Diazgranados, M., & Gómez, C. (2008). Fauna Acuática Amenazada en la Amazonia Colombiana. Análisis y Propuestas para su Conservación. Bogotá.
- UNESCO-WWAP. 2006. 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: "El agua, una responsabilidad compartida". Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP). 568 p.
- Valderrama E., Hoyos-Rodríguez M., Correa L., Caro M., Bermudez A. & Barragan-Romero J. Evaluación del conflicto entre la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y las comunidades locales. En Bermúdez-Romero A.L., Trujillo F., Solano C., Alonso J.C., Ceballos-Ruiz B.L. (eds). 2010. Restos locales y regionales para la conservación de la fauna acuática del sur de la Amazonia Colombiana. Corpoamazonia, Instituto SINCHI, Fundación OMACHA, Fundación NATURA, Bogotá, Colombia 150p.