



ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL DE LA CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA

Recibido: Diciembre 2 de 2015

Aprobado: Marzo 14 de 2016

JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

**Directora Semillero Ciencia y Tecnología Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander.
San José de Cúcuta, Colombia**

*** E-mail Yamile.limnologia@gmail.com**

Resumen

Se entiende por estructura ecológica principal EEP, como el conjunto de los sistemas naturales que forman parte de la infraestructura del capital ambiental soporte para garantizar la protección y conservación de la biodiversidad, la prestación de servicios ecosistémicos y satisfacer las necesidades básicas de la población. El objetivo del estudio fue el de elaborar la estructura ecológica principal de la Cuenca del río Pamplonita, como resultado final de la fase del diagnóstico del proyecto de actualización del plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Río Pamplonita, en cumplimiento del Art. 2.2.3.1.6.8. Del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. La metodología utilizada se realiza a partir de la propuesta por el IDEAM, 2011, aplicada al todo el territorio Nacional a escala 1:500.000, los lineamientos se adaptan a escala de la Cuenca del Río Pamplonita; Su importancia radica en que fue el único proyecto de los cinco pilotos del País que obtuvo este resultado a nivel de Cuenca hidrográfica. Para su elaboración se requirió del concurso de un equipo interdisciplinario, los cuales aportaron insumos técnicos y cartográficos de los índices e indicadores de los servicios de provisión de agua, regulación de agua, moderación a movimientos en masa, moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por precipitación, moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por inundaciones, almacenamiento de carbono en el suelo y almacenamiento de carbono en la biomasa aérea. La consolidación de los servicios generaron tres escenarios de EEP, un primer escenario donde todos los servicios tienen la misma importancia, el segundo se priorizan los servicios de provisión y regulación de agua, y un tercer escenario que prioriza los servicios de moderación a eventos climáticos extremos. El estudio fue financiado y supervisado por CORPONOR, la Universidad



Francisco de Paula Santander, ASOCARS, el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible y la embajada de los Países bajos.

Palabras claves: biodiversidad, conservación, cuenca, estructura ecológica Principal, servicios ecosistémicos.

Área temática: cuencas y paleoambiente

Abstract

It is understood by major ecological structure EEP, as the set of natural systems that form part of the infrastructure of environmental capital support to ensure the protection and conservation of biodiversity, providing ecosystem services and meet the basic needs of the population. The aim of the study was to develop the main ecological structure Pamplonita River Basin, the end result of the diagnostic phase of the project to update the management plan and management Pamplonita River Basin, pursuant to Art. 2.2 .3.1.6.8. Decree 1076 of May 26, 2015. The methodology used is from the proposal by the IDEAM, 2011, applied to the entire national territory at scale 1: 500,000, the guidelines are adapted to scale Pamplonita River Basin ; Its importance is that it was the only project of the five drivers in the country to obtain this result watershed level. Its preparation was required the assistance of an interdisciplinary team, which provided technical and cartographic inputs of indexes and indicators of services of water supply, water regulation, moderation mass movements, moderation hydrometeorological extreme weather events precipitation , moderate to extreme weather events hydrometeorological flood, carbon storage in the soil and carbon storage in biomass. Consolidating services EEP generated three scenarios, a first scenario where all services are equally important, the second service provision and regulation of water are prioritized, and a third scenario which prioritizes services moderation to extreme weather events . The study was funded and supervised by CORPONOR, the Francisco de Paula Santander, ASOCARS, the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development and the Embassy of the Netherlands University.

Keywords: biodiversity conservation, watershed, Principal ecological structure, ecosystem services.

INTRODUCCIÓN



De acuerdo con el PND la Estructura Ecológica Principal del país se entiende como “El conjunto de ecosistemas estratégicos que garantizan la integridad de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la población”¹.

El Decreto 3600 de 2007 define en su artículo 1, la Estructura Ecológica Principal como “El conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones”

Rodríguez (2011) identifica tres conjuntos de criterios que deberían ser usados para la determinación de los componentes de la Estructura Ecológica: ecológicos, de prestación de servicio ecosistémico y reglamentación e iniciativas de conservación.

Van der Hammem y Andrade, 2003. Definen la Estructura Ecológica principal como el conjunto de ecosistemas naturales y semi-naturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud, tales que garantiza el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima), como medida para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida. La biodiversidad tiene una expresión territorial concreta, en sus diferentes niveles de organización, desde genes hasta ecosistemas, los cuales tienen una composición, una estructura y un funcionamiento al interior de cada nivel y entre niveles; muchas de estas interacciones ecológicas complejas se expresan como servicios ecosistémicos, los cuales constituyen beneficios directos e indirectos que los seres humanos reciben de la biodiversidad².

En este orden de ideas la estructura ecológica principal (EEP), es insumo para la prospectiva y zonificación ambiental, que en los procesos de planificación territorial y de cuencas hidrográficas finalmente se traducen en determinantes ambientales de uso del territorio. La protección y conservación de las áreas que forman parte de la EEP garantizan a largo plazo la composición, estructura, funcionamiento de los diferentes niveles de organización de la naturaleza que conforman la biodiversidad y la prestación de los servicios ecosistémicos que se derivan las interacciones ecológicas; entre ellos, podemos citar los servicios de aprovisionamiento (agua, alimento, materias primas, energía, medicinas); regulación y soporte (regulación a inundaciones, procesos de remoción en masa, regulación de la calidad del aire, regulación climática, calidad y cantidad de aguas, ciclos biogeoquímicos, mantenimiento de la fertilidad del suelo). y los servicios culturales (turismo, imaginarios colectivos, religiosos);

Los principios que plantea la metodología del IDEAM, son: 1. La EE contiene las áreas que aseguran la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad



biológica del país. Y 2. La EE contiene las áreas de mayor significancia en la oferta de servicios ecosistémicos que benefician a la población y soportan el desarrollo económico¹.

Resultado del proyecto de actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Pamplonita, el equipo del componente biótico se propone como objetivo la aplicación y adaptación a nivel de cuenca la metodología definida para Colombia a escala 1:500.000. El resultado final de tres escenarios de EEP de la Cuenca del Río Pamplonita, se logra con el concurso del equipo interdisciplinario conformado por expertos en hidrología, geomorfología, geología, gestión del riesgo, sistema de información geográfico, biodiversidad y ecosistemas estratégicos. Los servicios ecosistémicos incorporados en el estudio fueron 7. servicios de provisión de agua, regulación de agua, moderación a movimientos en masa, moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por precipitación, moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por inundaciones, almacenamiento de carbono en el suelo y almacenamiento de carbono en la biomasa aérea.

La metodología se desarrolló en tres etapas. La primera consistió en la identificación de los siete servicios ecosistémicos en la cuenca del río Pamplonita, a partir de los insumos técnicos, como son los índices e indicadores por servicio; Seguidamente, se procedió a la valoración de los servicios ecosistémicos, Para la representación espacial de cada servicio ecosistémico, su estado y valoración, se tienen en cuenta los criterios de: categorías del servicio y, estado y calificación del servicio, a partir del cruce de los rangos del valor del servicio y el mapa de coberturas vegetales de la cuenca elaborado con metodología corin land cover. A escala 1:25.000, y agrupado en las áreas de ecosistemas naturales, seminaturales y transformados. En este punto se realiza un ajuste a la metodología original del IDEAM, ya que proponen el cruce con el mapa de ecosistemas. La tercera etapa aplicó la propuesta de escenarios de los 7 servicios ecosistémicos, donde se priorizan algunos servicios y se obtiene una calificación final de los promedios ponderados. Corresponde entonces, a la asignación de factores de ponderación para cada indicador (mapa), tres posibles escenarios de acuerdo con cambios en los factores de ponderación, y la aplicación del álgebra de mapas a cargo del experto en SIG. El resultado final genera tres escenarios de EEP en la Cuenca del río Pamplonita; el primer escenario donde todos los servicios son importantes, y por lo tanto tienen el mismo peso; un segundo escenario donde se priorizan los servicios asociados a la provisión y regulación de agua; y un tercer escenario donde se le da mayor importancia a los servicios asociados a la moderación de eventos climáticos extremos

1. Estructura Ecológica Principal de Colombia. Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la estructura ecológica Nacional. IDEAM. 2011.



2. Política Nacional Para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Identificación de los servicios ecosistémicos

La primera etapa del estudio identificó los servicios ecosistémicos en las 25 cuencas del área de jurisdicción de la cuenca del río Pamplonita.

2.1.1. Servicio ecosistémico de provisión de agua

Los datos de las variables del servicio ecosistémico de Provisión de agua fueron suministradas por el experto hidrólogo; La subcuenca de mayor rendimiento hídrico en territorio colombiano está la Microcuenca Táchira-Oiba con un valor de 25,8 L/s/Km²; mientras que, el menor valor se presentó en la subcuenca del Táchira. Igual a 2,07 L/s/Km².

2.1.2. Servicio ecosistémico de Regulación del agua

De acuerdo a la metodología del IDEAM, este servicio equivale a la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios. Este servicio es obtenido a partir de los datos del índice de retención y regulación hídrica, suministrados por el hidrólogo. Se encontró que con valores de 0,75 equivalente a datos medios de regulación están las Microcuencas de Pamplonita-El Volcán, y Pamplonita-La Teja; mientras que, con valores bajos de 0,61 está la subcuenca de Pamplonita-Guamalera.

2.1.3. Moderación a los movimientos en masa

Este servicio se cualifica y espacializa a partir del registro de sitios puntuales identificados en campo por el experto geólogo, así como la fotointerpretación de sensores remotos.

2.1.4. Moderación a eventos extremos hidrometeorológicos por precipitación

Corresponde a la identificación, cuantificación y espacialización del índice de aridez, que el experto hidrólogo suministra como insumo de información y cartográfico. Los resultados obtenidos, que se clasifican de acuerdo a los lineamientos del ENA, Capítulo 3, leyenda del mapa 3.3. De acuerdo a los resultados encontrados se establecen los rangos de 0,00-0,34 con excedentes de agua; y los valores de más de 0,35 deficitario de agua. Los resultados muestran la subcuenca del Táchira con valores con mayor déficit de agua, mientras que la Microcuenca Táchira-oira, presentó los valores de mayor excedente de agua iguales a 0,59.

2.1.5. Moderación a eventos extremos hidrometeorológicos por inundaciones



Este servicio identifica las áreas de la Cuenca susceptibles a inundación por condiciones naturales. Estas áreas se espacializan teniendo como base la dinámica del río frente a los extremos de variabilidad climática.

2.1.6. Almacenamiento de carbono orgánico en el suelo.

El componente edafológico, coordinado por expertos realiza la toma de muestras de suelo en diferentes puntos de la Cuenca para determinar las propiedades físicas y químicas del suelo. Se determina la variable de materia orgánica, de la capa superficial del suelo; posteriormente, se realiza la conversión a porcentaje de carbono orgánico, y se ajustan los resultados obtenidos a las interacciones de esta variable con los parámetros de clima.

2.1.7. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea

Se tienen en cuenta los datos teóricos y ecuaciones alométricas definidas por Phillips et al, los cuales definen para Colombia la Biomasa Aérea a partir de las zonas de vida establecidas por Cuenca Hidrográfica y por Zonas naturales. Los rangos de Biomasa aérea se clasifican en mínimo, medio y máximo. La cuenca del río Pamplonita presenta nueve zonas de vida, mapificadas a escala 1:100.000; de acuerdo a la vegetación asociada a cada zona a una determinada concentración de biomasa aérea.

2.2. Categorización, estado y calificación del servicio ecosistémico

En la tabla 1, se presentan los insumos cartográficos requeridos para la espacialización de cada servicio ecosistémico a cualificar en la estructura ecológica principal de la cuenca del río Pamplonita.

Tabla 1. Insumos cartográficos por servicio ecosistémico

| Servicio ecosistémico a cualificar | Insumos cartográficos |
|---|---|
| Provisión de agua | Cobertura vegetal y Rendimiento hídrico en la Cuenca. |
| Regulación del agua | Cobertura vegetal. Índice de retención y regulación hídrica de la Cuenca. |



Moderación a los movimientos en terreno a los masa deslizamientos de tierra. Susceptibilidad general del Cobertura vegetal.

Moderación a los eventos extremos hidrometeorológicos por precipitación. Cobertura vegetal de la Cuenca e Índice de aridez

Moderación a los eventos extremos hidrometeorológicos por inundaciones. Cobertura vegetal y áreas susceptibles a inundación.

Almacenamiento de carbono en el suelo. Cobertura vegetal y mapa de distribución de carbono orgánico del a Cuenca.

Almacenamiento de carbono en biomasa aérea. Cobertura vegetal, zonas de vida y la estimación de la biomasa aérea en bosques naturales de la Cuenca.

Fuente: Componente biótico POMCA-Río Pamplonita. 2013.

2.2.1. Categorización del servicio

Corresponde a la agrupación de los resultados de los índices de cada servicio ecosistémico en tres categorías alto, medio y bajo. Este ejercicio se realiza con base en los lineamientos de la metodología del IDEAM, y los ajustes a escala de cuenca orientados por el equipo interdisciplinario.

2.2.2. Estado y calificación del servicio ecosistémico

Equivale a la superposición entre los rangos del valor del servicio ecosistémico y el mapa de cobertura vegetal de la cuenca, organizado en tres categorías ecosistema natural, ecosistema seminatural y ecosistema transformado. Cada servicio se califica en una escala de 0 a 1, donde 0 corresponde a la nulidad de la prestación del servicio de provisión o regulación y 1 indica que el ecosistema presta el mayor grado del servicio.

2.3. Generación de la cartografía de los servicios ecosistémicos



La aplicación de álgebra de mapas se realiza en el software ArcGIS, Versión 10.0. Teniendo en cuenta los insumos cartográficos descritos anteriormente, como son la categoría, el estado y la calificación del servicio

Este punto es elaborado por el experto en SIG, soportado en las orientaciones y hojas metodológicas de la guía Estructura Ecológica Principal de Colombia. Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la estructura ecológica Nacional. IDEAM. 2011.

.2.4. Elaboración de los escenarios insumo para la estructura ecológica principal de la cuenca del río Pamplonita

Finalmente, con la ponderación de los servicios ecosistémicos se generan tres escenarios de estructura ecológica principal.

R1 Provisión de agua,

R2 Regulación de agua,

R3 Moderación a movimientos en masa,

R4 Moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por precipitación,

R5 Moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por inundaciones,

R6 Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea

R7 Almacenamiento de carbono en el suelo

En el escenario 1, todos los servicios tienen la misma importancia la ecuación que se aplica es:

$$R1 \times \frac{1}{7} + R2 \times \frac{1}{7} + R3 \times \frac{1}{7} + R4 \times \frac{1}{7} + R5 \times \frac{1}{7} + R6 \times \frac{1}{7} + R7 \times \frac{1}{7} \quad (1)$$

En el segundo escenario se privilegian los servicios de provisión y regulación de agua, como se observa en la ecuación 2.

$$R1 \times 0,25 + R2 \times 0,25 + R3 \times 0,1 + R4 \times 0,1 + R5 \times 0,1 + R6 \times 0,1 + R7 \times 0,1 \quad (2)$$

En el escenario tres, se consideran de mayor importancia los servicios asociados a la moderación de eventos extremos. Como se muestra en la ecuación 3.

$$R1 \times 0,1 + R2 \times 0,1 + R3 \times 0,2 + R4 \times 0,2 + R5 \times 0,2 + R6 \times 0,1 + R7 \times 0,1 \quad (3)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La categorización, valoración y calificación del servicio de provisión de agua, arroja que las cinco principales subcuencas Pamplonita-El volcán, La honda, Táchira, Iscalá y Chiracoca de la Cuenca



del Pamplonita, abastecedoras de acueductos urbanos de los municipios de Pamplona, Chinácota, Los Patios, Bochalema, Villa Rosario y Cúcuta, presentó valores de medios a bajos.

Con respecto a la calificación del servicio de Regulación del agua, se observa, que gran porcentaje del área de la cuenca presenta valores bajos del servicio, esta situación se acentúa en los Municipios localizados en la parte media y baja de la Cuenca.

Los resultados de la calificación del servicio de moderación a los movimientos en masa, arrojaron que con valores de 0 existe un total de 103.374 Has, mientras, que, con valores de 1 un total de 8.500 Has. Este fenómeno obedece al grado de vulnerabilidad que tiene la cuenca frente a los extremos de variabilidad climática.

El 51,82% del área total de la Cuenca presenta condiciones de baja disponibilidad del servicio de moderación a extremos hidrometeorológicos por precipitación, principalmente en las subcuencas de Táchira-agua blanca, la honda y La Tesca. Como caso particular se evidencia en la Microcuenca Pamplonita-el Volcán, donde se observa que tiene excedentes de agua, pero cuando se realiza la superposición con las áreas del mapa de cobertura vegetal se encuentra un cruce con áreas de ecosistemas transformados lo que disminuye la disponibilidad del servicio, ocasionando en esta región hidrográfica un elevado impacto a los extremos hidrometeorológicos por precipitación. Referente al servicio de moderación a extremos por inundación. El 11,6% del área total de la Cuenca ha experimentado inundación, haciéndose más fuerte su expresión en los Municipios de Bochalema, Cúcuta y Puerto Santander; parte media y baja de la Cuenca.

El almacenamiento de carbono orgánico en el suelo con sus equivalencias ajustadas a la variable clima se muestra que, de las 143.878 Has del área total de la cuenca, 121.630 presentan una calificación media para este servicio.

El servicio de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea, que de acuerdo a las 9 zonas de vida y los datos de las ecuaciones alométricas de Phillips, et al. Son calificadas para la EEP como media y alta disponibilidad del servicio. La tabla 2, presenta los resultados de su valoración.

Tabla 2. Calificación del servicio de biomasa aérea

| Tipo de bosque | de BA (t Ha ⁻¹) | Categoría del servicio ecosistémico | | Calificación para la EEP |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | Rango | Categoría | |
| Bosque Húmedo montano | 145,5 | Entre 96,2-182,0 ton/ha | Medio almacenamiento de carbono | 0,75 |



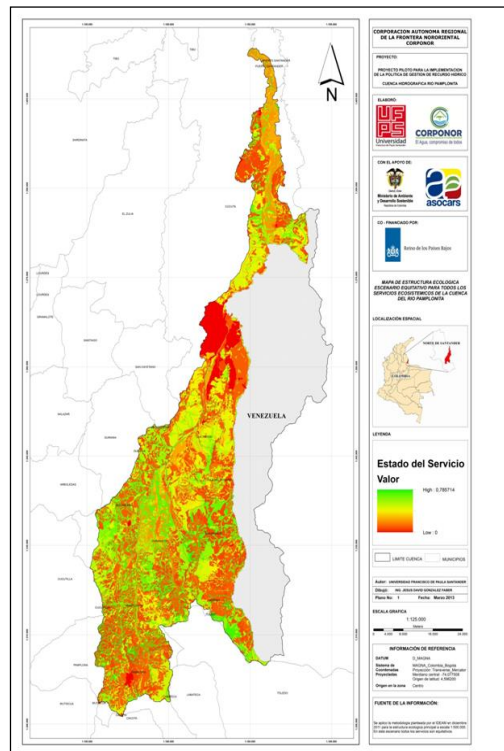
| | | | | |
|----------------------------|-------|--------------------------|-------|------|
| bosque húmedo montano bajo | 295,1 | Entre 213,5-295,1 ton/ha | Alto | 1 |
| bosque húmedo Premontano | 114,1 | Entre 96,2-182,0 ton/ha | Medio | 0,75 |
| bosque húmedo tropical | 264,1 | Entre 213,5-295,1 ton/ha | Alto | 1 |
| bosque muy húmedo montano | 125,5 | Entre 96,2-182,0 ton/ha | Medio | 0,75 |
| bosque muy seco tropical | 98,2 | Entre 96,2-182,0 ton/ha | Medio | 0,75 |
| bosque seco montano bajo | 216 | Entre 213,5-295,1 ton/ha | Alto | 1 |
| bosque seco Premontano | 140,7 | Entre 96,2-182,0 ton/ha | Medio | 0,75 |
| bosque seco tropical | 96,2 | Entre 96,2-182,0 ton/ha | Medio | 0,75 |

Fuente: Componente biótico, POMCA-Río Pamplonita.2013



La figura 1, muestra el mapa del escenario 1, donde se privilegian todos los servicios con el mismo valor de ponderación.

Figura 1. Escenario 1. Estructura ecológica principal de la Cuenca del río Pamplonita.



Fuente: componente Biótico, POMCA-Río Pamplonita.2013

Se observa, que las zonas donde se presenta una situación más crítica en la prestación de todos los servicios es en las zonas urbanas, en color rojo. Principalmente, los Municipios de Pamplona, Villa del Rosario, Cúcuta, Los Patio y Puerto Santander.

La figura 2, presenta los resultados del escenario 2, donde se priorizan los servicios de provisión y regulación del agua.

Se evidencia, en color amarillo los valores más bajos de la calificación final, el cual está presente en una gran proporción de área de la cuenca. Esta situación se acentúa en la parte media y baja.

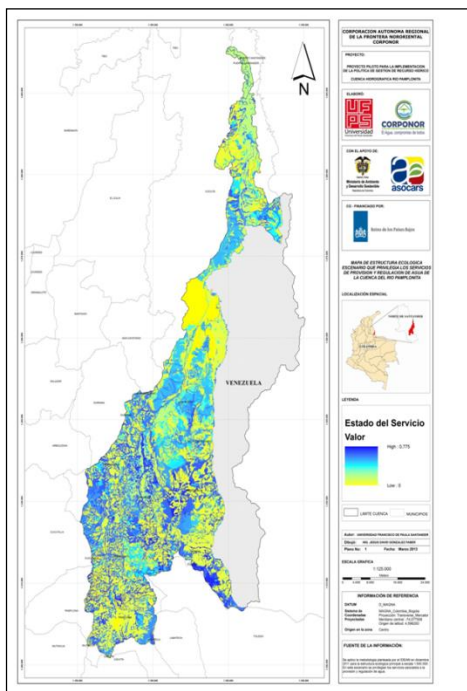


La Figura 3, expone el escenario tres. Caracterizado como el escenario que privilegia los servicios de regulación.

En este escenario, el color rojo es el de mayor predominio sobre la cuenca, lo que muestra que se tienen problemas de alto riesgo frente a extremos hidrometeorológicos por precipitación e inundación.

Y las condiciones naturales de la cuenca, están afectadas por uso inadecuado de suelo, presión demográfica, fragmentación lo que conlleva a una alta vulnerabilidad a efectos naturales y antrópicos.

Figura 2. Escenario 2. EEP de la Cuenca del río Pamplonita.

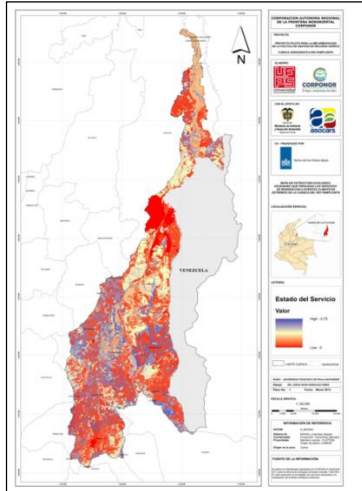


Fuente: componente Biótico, POMCA-Río Pamplonita.2013

Figura 3. Escenario tres de Estructura ecológica Principal de la Cuenca del Río Pamplonita.



CIAU



Fuente: componente Biótico, POMCA-Río Pamplonita.2013

4. CONCLUSIONES

El escenario 1, de estructura ecológica principal de la cuenca del río Pamplonita, donde todos los servicios ecosistémicos tienen el mismo peso, en la figura 1, se observan en color rojo los menores valores, lo cual indica que estas áreas deben ser incorporadas en proyectos de recuperación, restauración y rehabilitación, de manera que se garantice en el mediano y largo plazo la prestación del servicio; mientras que en la medida que se degrada la coloración con tendencia al verde se acerca a valores de 1. Estas áreas deben ser priorizadas con proyectos de protección preservación y conservación. Estas propuestas, permiten la adaptabilidad del suelo, La biodiversidad y los ecosistemas a los eventos extremos del cambio climático.

El escenario 2, de EEP, según la figura 2, en color amarillo se observan que existe afectación en las áreas de mayor importancia estratégica para garantizar el servicio de abastecimiento de agua en el mediano y largo plazo.

Los servicios de regulación privilegiados en el escenario 3, y presentados en la figura 3 en el que se definen áreas con valores cercanos a 1, que deben ser incorporadas como áreas estratégicas para la preservación y conservación de las condiciones naturales, las áreas mayormente transformadas se deben tener en cuenta para proyectos de restauración y rehabilitación de los eventos extremos de variabilidad climática, las cuales se visualizan en la parte media y baja de la Cuenca en color rojo.



CIAU

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CORPONOR, UFPS, ASOCARS, MADS, 2014. Actualización y ajuste al Plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Río Pamplonita.

IDEAM, 2011. Estructura Ecológica Principal de Colombia, escala 1:500.000

Rivera, Maria E., Gutierrez A., Daimer, Cristancho G., Yodymar. (2013). Diagnóstico y manejo ambiental de la microcuenca Q. el escorial, municipio Pamplona. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178, 4 (1). pp: 45 - 52.

Márquez, German y Valenzuela Elizabeth. 2008. Estructura ecológica y ordenamiento territorial ambiental. Revista Gestión y ambiente. Vol. 2. NO. 2.

Ortega Yamile, 2014. Componente biótico del plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Río Pamplonita. CORPONOR. 2014.

PHILLIPS et al. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. IDEAM