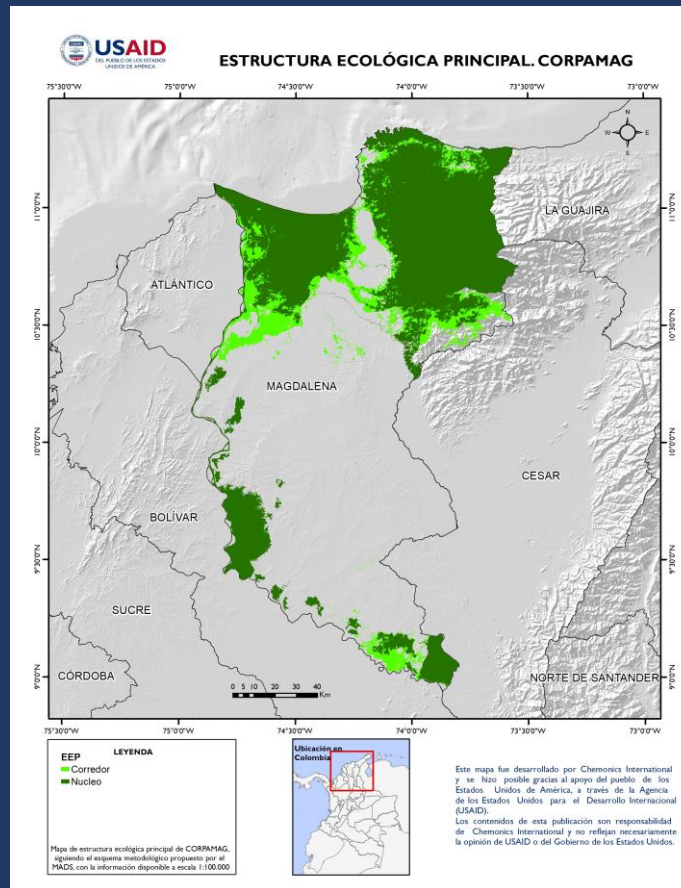




USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

PROGRAMA RIQUEZA NATURAL



INFORME PRODUCTO 3. PROPUESTA DE EEP 1:100,000 PARA LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL MAGDALENA (CORPAMAG), JUNTO CON LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y EL DOCUMENTO TÉCNICO MEMORIAS DE REUNIONES

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

INFORME PRODUCTO 3. PROPUESTA DE EEP 1:100,000 PARA LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL MAGDALENA (CORPAMAG), JUNTO CON LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y EL DOCUMENTO TÉCNICO MEMORIAS DE REUNIONES

Contracto No. NW- FPSA-102

Juan Fernando Tobón Pérez

Imagen de Portada: Propuesta de estructura ecológica principal para la CORPAMAG.

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL.....	4
GENERALIDADES.....	4
PASOS METODOLÓGICOS PARA IDENTIFICAR LA RED ECOLÓGICA DE LA EEP..	4
OBTENCIÓN DE LA RED ECOLÓGICA MEDIANTE PRINCIPIOS, CRITERIOS E INDICADORES.....	6
Principio 1. Mantener la diversidad biológica.	6
Principio 2. Mantener la viabilidad de las poblaciones y comunidades, los procesos ecológicos y la prestación de servicios ecosistemicos a traves de la integridad ecológica	31
Principio 3. Servicios ecosistemicos.	38
Preparación de capas y procesamiento para obtener el indicador de oferta de agua subterránea.....	41
AJUSTE DEL ESQUEMA PCI PARA CORPAMAG.....	60
RED ECOLÓGICA.....	61
RESULTADOS DE LA EEP de CORPAMAG	61
ELEMENTOS DE LA RED ECOLÓGICA	69
RESULTADOS DE LA EEP de CORPAMAG en el contexto regional	71
CONCLUSIONES.....	73
REFERENCIAS	78

ACRÓNIMOS

CAR	Corporación Autónoma Regional
DMRI	Distrito Regional de Manejo Integrado
EEP	Estructura Ecológica Principal
ENA	Estudio Nacional del Agua
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
PCI	Principios, Criterios e Indicadores
SGN	Servicio Geológico Nacional
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
POMCA	Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca Hidrográfica
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
ZMV	



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

PROGRAMA RIQUEZA NATURAL

RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de identificación de Estructura Ecológica Principal (EEP), para la región caribe, continúa los avances realizados por el Programa Riqueza Natural y el Instituto Humboldt en el año 2019, basándose en los elementos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en convenio con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el año 2014, y la última versión actualizada en el año 2017.

En este mismo sentido, para los avances proyectados para los procesos en el año 2020 y 2021, se seguirá la misma metodología contemplada en las identificaciones previas de la EEP, donde se realizan las valoraciones de los principios, criterios e indicadores propuestos, que en una siguiente fase son sometidos a una sumatoria ponderada de capas, en un modelo cartográfico, para obtener un mapa de calidad ambiental, un mapa de integridad ecológica y finalmente la red ecológica, tal como lo propone la ruta metodológica del MADS.

En este documento, se relacionan los aspectos metodológicos empleados para poder llegar a la obtención de dicha red ecológica, procesos que fueron aplicados para CORPAMAG, según los elementos identificados en la meta superior, y la ponderación de los PCI propuestos.

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

El proceso metodológico para la identificación de la estructura ecológica principal requiere de algunos elementos mínimos:

- Capas de información mínima (límite corporación, delimitación hidrográfica a escala de detalle)
- Un Sistema de Información Geográfica adecuado.
- Compromiso por parte de los delegados de las CAR para la identificación de la EEP

LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL

GENERALIDADES

El proceso de identificación de la Estructura Ecológica Principal (EEP), ha estado presente en la legislación colombiana desde la expedición del decreto 3600 de 2007, donde se plantea de manera formal la necesidad de contar con dicha herramienta para el ordenamiento ambiental territorial del sector rural. Posteriormente este proceso fue ajustado y acogido por diferentes procesos normativos hasta finalizar en el decreto 1077 de 2007 donde se entiende a la EEP 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”.

En términos técnicos y prácticos, según lo plantea IDEAM 2017, se han hecho varias aproximaciones de múltiples niveles de escala, desde la nacional hasta municipal, siendo una de las más relevantes y que dio pie a la generación de una ruta metodológica estandarizada, la realizada en 2014 por el IDEAM, mediante convenio 297 con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Formulan en dicho planteamiento metodológico, adaptado de la ruta propuesta por la Universidad Nacional en 2013, que se deben contemplar múltiples dimensiones, basadas en 5 principios originalmente, siendo estos: mantener la diversidad biológica del país, mantener la viabilidad de poblaciones y comunidades, los procesos ecológicos y la prestación de servicios ecosistémicos a través de la conectividad del paisaje, favorecer la provisión y regulación permanente de los servicios ecosistémicos para contribuir al bienestar de la población y su desarrollo social y económico. Adicional a los principios cartográficos, se derivan de la obtención de la red, dos principios adicionales, siendo el cuarto (4), el que tiene que ver con mantener la integridad ecológica a partir de la conjugación de los 3 primeros principios, y finalmente un quinto principio, de áreas protegidas bajo aspectos legales y reglamentarios, y se considera que los indicadores asociados entran de manera directa al modelo desarrollado, teniendo en cuenta que algunas pueden estar dentro de la EEP obtenida, pero otras no necesariamente están dentro de la EEP.

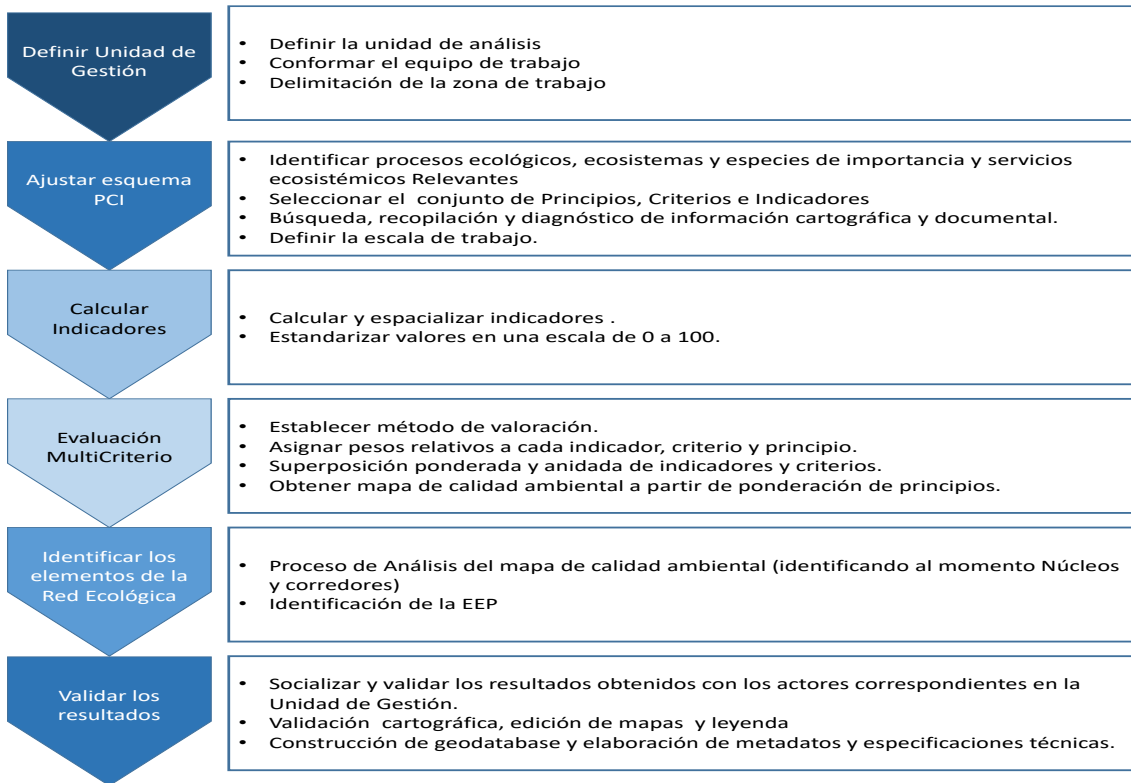
Como objeto fundamental de este proceso, se obtiene una herramienta clave para los procesos de ordenamiento territorial de la Corporación enfocada a identificar áreas donde se puedan implementar procesos encaminados a la conservación, restauración y rehabilitación de elementos de calidad ambiental elevada, de acuerdo con los insumos aportados para el proceso. Igualmente, la obtención de la EEP se convierte en un posible referente regional, que permita el análisis de dimensiones socio-económicas, políticas, ambientales, e institucionales administrativas sobre los procesos de ocupación local en la jurisdicción, y aspectos propios del ordenamiento ambiental territorial, enfocados a procesos de desarrollo sostenible.

PASOS METODOLÓGICOS PARA IDENTIFICAR LA RED ECOLÓGICA DE LA EEP

El proceso metodológico empleado para la obtención de la EEP corresponde al propuesto por MADS, 2017, siguiendo los pasos propuestos desde la identificación de la unidad de gestión, hasta la identificación de la red ecológica basado, en los 3 principios cartográficos (Ilustración 1).



ILUSTRACIÓN I. PASOS METODOLÓGICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA EEP



Fuente: MADS, 2017

Tal como lo propone el proceso metodológico anteriormente detallado, una vez se ajusta la unidad de gestión, que en este caso corresponde al límite de la Corporación, se procede al ajuste de los Principios – Criterios – Indicadores (PCI) en función de la información disponible, y acto seguido al cálculo de los indicadores con su respectiva espacialización, teniendo en cuenta los insumos cartográficos disponibles, y con los procesos metodológicos establecidos en la misma ruta metodológica, donde cada uno es descrito. Igualmente se procede al obtención y delimitación de la meta superior, que será la guía del proceso de obtención de la EEP, teniendo como guía las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Cuáles son los principales ecosistemas que dan sustento a la región?
- ¿Cuáles de estos ecosistemas se encuentran más amenazados o vulnerables?
- ¿Qué servicios ecosistémicos queremos potenciar a través de la estructura ecológica?

Para el caso de CORPAMAG, la propuesta de meta superior fue la siguiente:

“La EEP de CORPAMAG fortalecerá la armonización y preservación entre los ecosistemas costeros, los complejos cenagosos, y la Sierra Nevada de Santa Marta, además de las especies asociadas a estos que poseen gran importancia ecológica y cultural, que servirá para la toma de decisiones, propendiendo por la conservación de servicios ecosistémicos como los de provisión, regulación y culturales”

Paralelamente, se desarrolla el proceso de valoración de los indicadores, establecido en la ruta como “evaluación multicriterio” (EMC), la cual mediante criterio de expertos, permite la valoración de los PCI identificados anteriormente, donde la idea consiste en aplicar “un proceso sistemático para el análisis de decisiones complejas, donde existe una multiplicidad de factores a considerar en la valoración de las opciones (y) recurre a técnicas matemáticas para cuantificar, en términos de valor, la influencia relativa de los diversos factores que intervienen en la decisión (...)” Rodríguez et al. (2013) en (MADS & IDEAM, 2017). En este proceso cada uno de los elementos valorados cuenta con una escala de 1 a 100, para posteriormente en un ejercicio cartográfico poder realizar sumatorias ponderadas de raster, donde los valores de los píxeles de cada indicador son multiplicados por el peso de ponderación de su respectiva capa y sumados a los valores resultantes de las demás capas, para obtener los valores finales de las capas de cada criterio. Este mismo procedimiento se repite para ponderar los criterios y obtener los valores y capas de cada principio (MADS & IDEAM, 2017).

Una vez realizada la ponderación, y obtenidas las representaciones cartográficas de cada uno de los elementos de los PCI, se procede a la obtención de los elementos de la red ecológica, donde la sumatoria ponderada de los principios 1, 2 y 3 origina el mapa de integridad ecológica (Principio 4). Posteriormente el mapa de integridad ecológica se cruza con el mapa que corresponde al principio 5 (aspectos legales y reglamentarios), del cual se obtiene el mapa que representa aquellas áreas de mayor integridad ecológica aplicando el percentil 75.

Cabe mencionar, que, para el cálculo de los indicadores, se trabaja de manera mancomunada con la corporación. En este sentido, COPAMAG dentro de su proceso de organización de la información, aportó entre otras capas de información, elementos relacionados con identificación de áreas prioritarias para la conservación del Caño Schiller, además de áreas de importancia para especies clave como caimán aguja, mamíferos acuáticos, y jaguar. Adicionalmente la delimitación de varios POMCA (pero que no cubrían toda el área de la CAR), algunos DRMI como el complejo cenagoso Zárate Malibu y Varadero y Zapatosa. Después de hacer una revisión de la cobertura de la información, y la posibilidad de incluirla en el proceso, solo se incluyó en los cálculos la distribución potencial de jaguar (Áreas Prioritarias de Jaguar – AP_Jaguar), obtenidas del documento: Diseño de un plan de manejo para los felinos del Magdalena: Estrategia de conservación a nivel regional para la protección de especies amenazadas y mitigación del conflicto, esto toda vez que las demás áreas identificadas por la CAR, no correspondían con el área de análisis identificada, o no contaban con la estructura espacial consolidada para su inclusión en el proceso.

OBTENCIÓN DE LA RED ECOLÓGICA MEDIANTE PRINCIPIOS, CRITERIOS E INDICADORES

Con la información gestionada proveniente tanto de la Corporación como de las bases de datos nacionales, resultan viables el desarrollo de quince (15) indicadores en cada uno de los tres (3) principios, además del principio cinco (5) relacionado con aspectos legales y reglamentarios.

PRINCIPIO I. MANTENER LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.



PROGRAMA RIQUEZA NATURAL

Para el ejercicio con los insumos gestionados y verificados, se cuenta con un total de 16 indicadores, que alimentan los 3 principios para obtener la base de la EEP. En este sentido si bien muchas de las capas de información (Tabla 1)

Principio	Criterio	Nombre	Insumo principal	GDB
Diversidad	A1 Diversidad de especies	Riqueza de Especies	Indicador de riqueza de especies	Riqueza_111
	A2 Diversidad de ecosistemas	Remanencia de ecosistemas Naturales	Mapa Ecosistemas	Remanen_121
		Diversidad de ecosistemas naturales	Mapa Ecosistemas	Diveco_122
		Riqueza de ecosistemas endémicos	Mapa Ecosistemas	Ecoende_123
		Riqueza de ecosistemas amenazados	Mapa Ecosistemas	Amenaza_124
		Áreas de congregación de especies clave	AICAS, distribución potencial de jaguar	SPP_Clave_125
		Representatividad de ecosistemas en áreas naturales protegidas.	PNNC/ Ecosistemas Mapa	EcoRUNAP_126

Criterio I.I. Diversidad de Especies

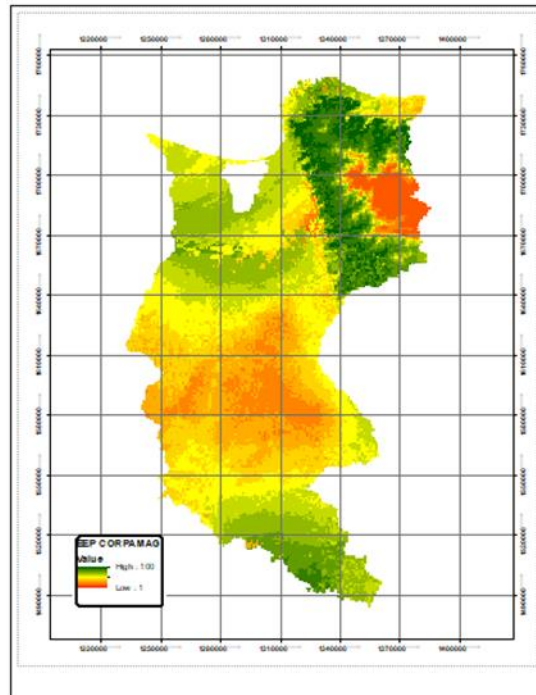
La diversidad de especies expresa la riqueza o el número de especies diferentes que están presentes en determinado ecosistema.

INDICADORES

I.I.I Distribución de la Riqueza

El indicador permite identificar las áreas con mayor riqueza de especies, y así considerarlas como prioritarias para su conservación. Para construir este indicador, la metodología (MADS & IDEAM, 2017) plantea que se utilice la información de registros biológicos oficiales para el país y la modelación espacial a partir de variables medioambientales.

Mapa

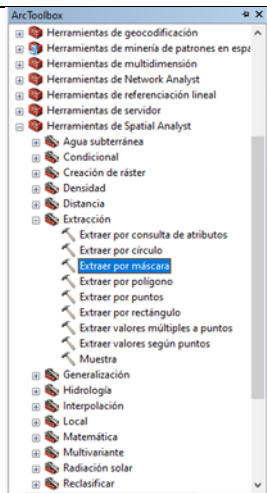


Aspectos para resaltar.

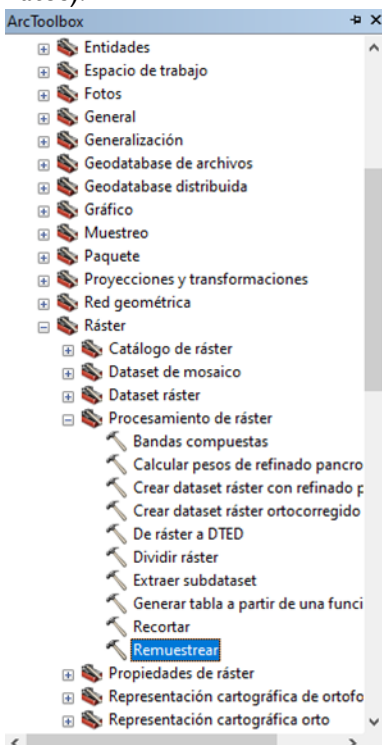
Se alimenta de la capa nacional del Instituto Humboldt, que se construye con la información registrada en el Sistema de Información en Biodiversidad (SiB). Sería de gran utilidad contar con insumos locales, pues es así como las sinergias con los actores pueden contribuir a la construcción de insumos para este tipo de indicadores. La principal limitante de este insumo radica en que se genera a partir de la información existente, lo que implica que haya zonas con sub-reportes, y otras zonas que se encuentran afectando el modelo, en la medida que cuentan con más información, estas últimas posiblemente influenciadas por mayores esfuerzos de muestreo, caso claramente representado por el piedemonte de la Sierra Nevada.

Proceso metodológico empleado

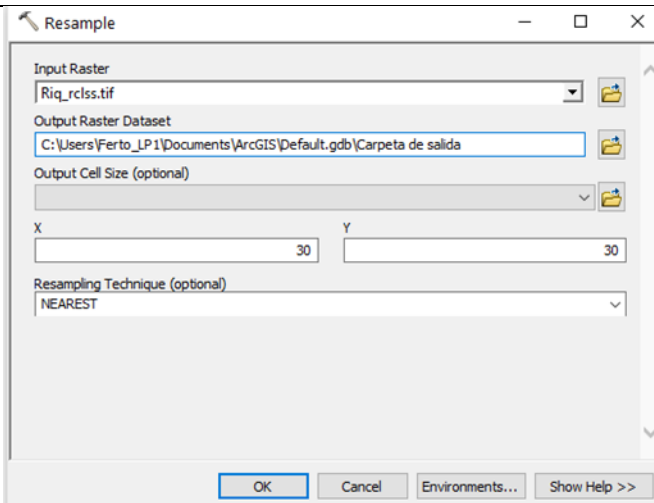
1. El proceso incluye la gestión de la capa de riqueza relativa de especies del IAvH, que se puede realizar mediante consultas al I2D, o directamente con el instituto (<http://datos.humboldt.org.co/>)
2. Una vez obtenida la capa, se realiza el recorte a la región de interés mediante la herramienta de *Spatial Analyst: Extract by Mask*



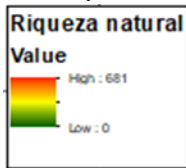
- Una vez se cuenta con el área de interés recortada, se procede al ajuste del tamaño del píxel, mediante la herramienta *Resample* (ubicada en la herramienta de administración de datos).



Una vez identificada la herramienta, se ajusta el tamaño del píxel al seleccionado para la sumatoria de las capas. En este caso, según la escala seleccionada 30x30

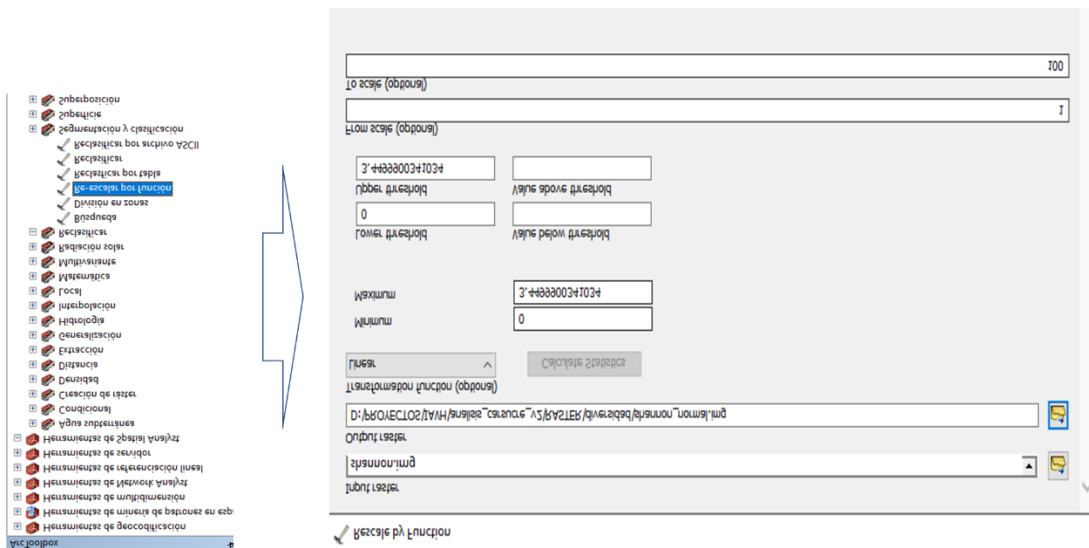


4. Dado que el resultado obtenido se genera en la escala propia de la capa



Se hace necesario realizar el proceso de normalización que indica la metodología. Este se realiza como se menciona en el paso 5.

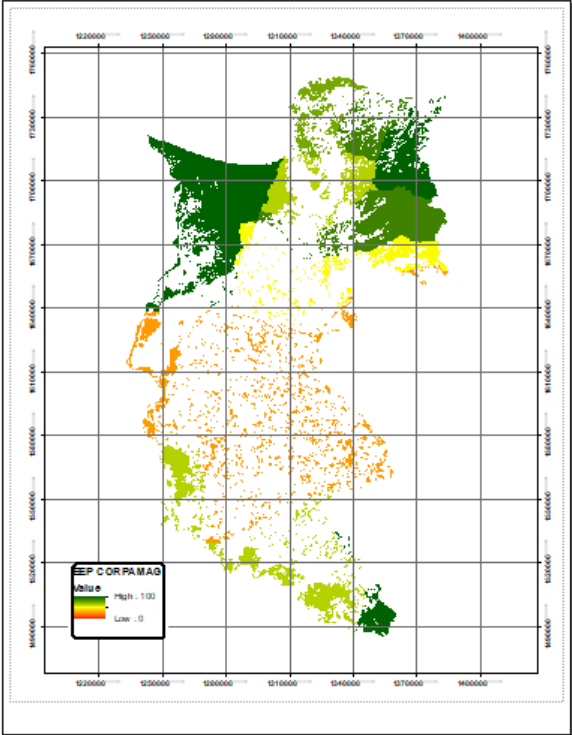
5. Normalización, mediante la herramienta *Rescale by function*: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100, con esto toda la información queda estandarizada en una escala que permita el establecimiento de límites y umbrales claros, además de lograr que los datos quedan distribuidos en una función estadística normalizada.



Una vez surtido el proceso, queda estandarizado el valor de los pixeles obtenidos en la escala de análisis deseada:



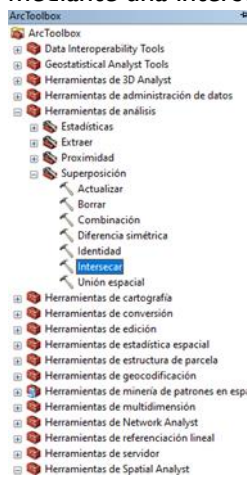


CRITERIO 1.2. La diversidad de ecosistemas se conserva	
La diversidad de ecosistemas expresa la diversidad o el número de ecosistemas diferentes que están presentes en una determinada área de análisis.	
INDICADORES	
<p>1.2.1. Remanencia de Ecosistemas Naturales</p> <p>El Índice de remanencia de ecosistemas, expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje del total de esta.</p> <p>Las coberturas fueron agrupadas en cuatro grados de naturalidad: naturales, seminaturales, transformadas y artificiales. A estas categorías se asignó un valor de naturalidad, dividiendo la escala 1-100 en intervalos iguales.</p>	<p>Mapa</p> 
Aspectos para resaltar	
<p>Lo primero para tener en cuenta, es que, según la capa de Ecosistemas Naturales, estos elementos corresponden a: Arbustal, Bosque. Complejos rocosos, Coralino, Glaciares y nivales, Herbazal. Laguna, Paramo, Playas, Pradera de pastos marinos, Rio, Sabana, Subxerofitia, Turbera, Xerofitia, Zona pantanosa, Zonas arenosas naturales, esto definido bajo el atributo de naturalidad de la capa en cuestión.</p> <p>En la parte norte de la Corporación, se encuentran zonas con alta remanencia de ecosistemas naturales, y se encuentra adicionalmente una menor representación en el sector occidental, colindante con el río Magdalena, y prácticamente nula representatividad en el centro de la corporación.</p>	
<p>El Índice de Vegetación Remanente IVR expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje del total de esta, así:</p> $IVR = \left(\frac{AVR}{A_t} \right) \times 100$	

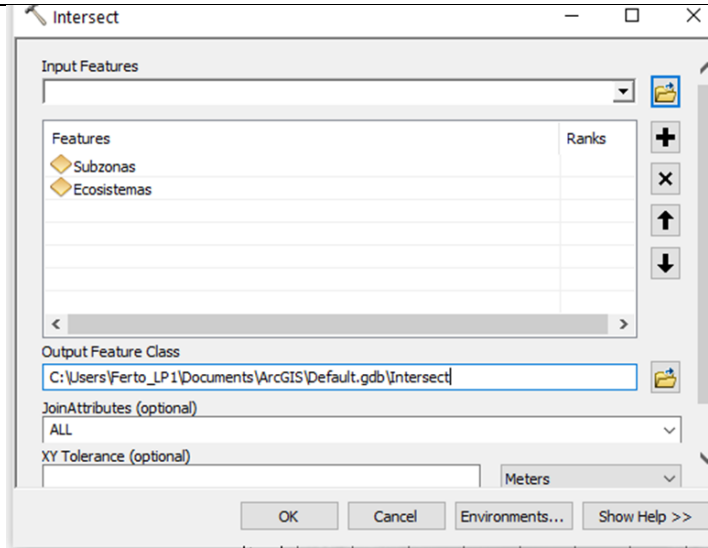
Donde AVR es área de vegetación remanente y At es área total de la unidad en kilómetros cuadrados. Se consideran 4 categorías de transformación, por modificación de la propuesta de Hannah et al. (op. cit), sobre una base cuantitativa. Los resultados se obtienen mediante la comparación con valores de referencia determinados por su capacidad para sostener funciones ecológicas y servicios para la sociedad que se relacionan con la sostenibilidad, así: i) NT o no transformado, cuando $IVR \geq 70\%$, esto es, al menos 70% de la vegetación primaria permanece en una unidad, así NT corresponde a Sostenibilidad Alta (SA), ii) PT o parcialmente transformado, cuando $30\% < IVR < 70\%$, representando una Sostenibilidad Media (SM), iii) MT o muy transformado, cuando $10\% < IVR < 30\%$, con una Sostenibilidad Baja (SB), y iv) CT o completamente transformado, para $IVR < 10\%$ (Márquez, 2000).

Proceso metodológico empleado

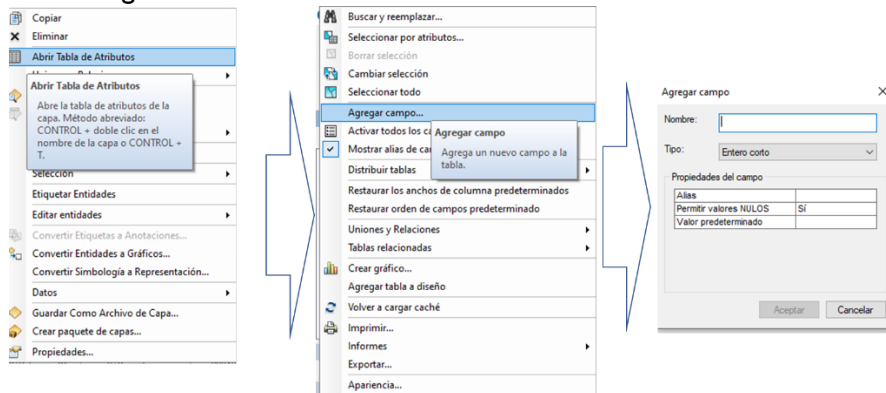
1. El proceso de este indicador se realiza con el mapa nacional de ecosistemas. Este en primera instancia es desarrollado de manera interinstitucional, pero puede ser gestionado a través de IDEAM (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>) o en su defecto de MADS
2. El formato original de la capa de ecosistemas es .shp, por lo que el recorte de ésta se puede hacer mediante un *Clip*, o en su defecto como se realizó en este proceso mediante una intersección (Herramientas de análisis)



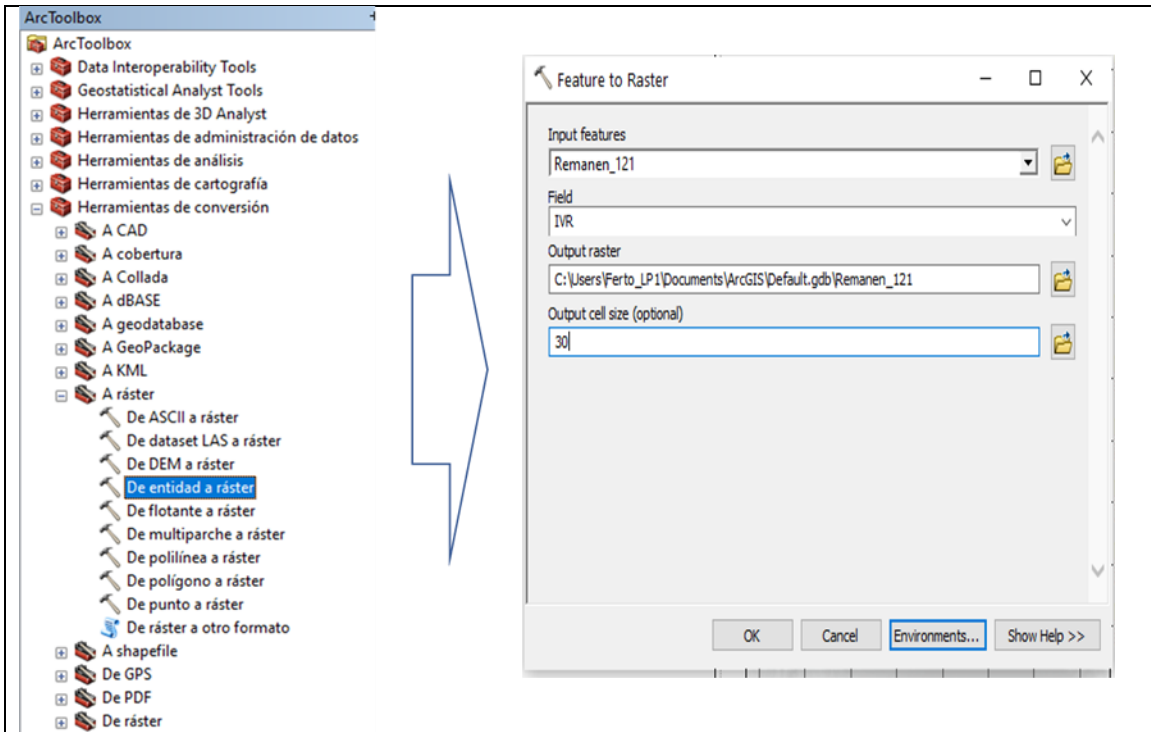
3. El proceso propiamente dicho, se realiza con la capa de cuencas (en este caso proporcionada por la corporación), sin embargo, se puede hacer el cruce (en caso de no contar con dicho nivel de detalle), con la capa de IDEAM (Zonas hidrográficas) y ecosistemas naturales, a fin de obtener los elementos por unidades de análisis más pequeñas, y poder tener contrastes que evidencien los cambios en las diferentes unidades de cada zona de estudio. Es importante resaltar como se señalaba párrafos atrás que la unidad de trabajo puede cambiar de acuerdo con la disponibilidad de información o el objeto de estudio.



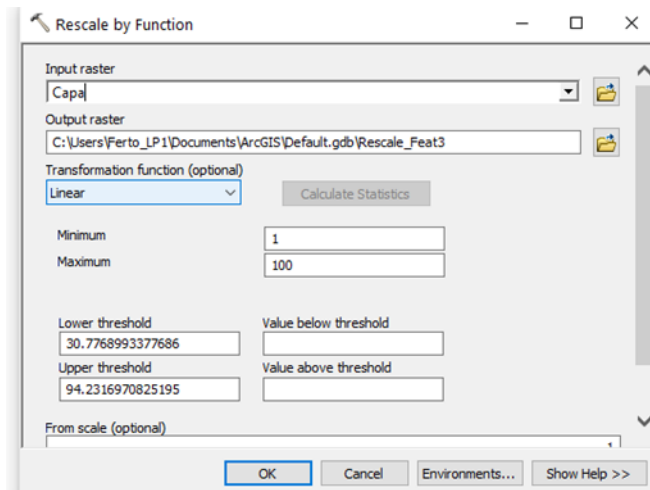
4. Aplicar formula señalada más arriba: Adicionar un nuevo campo en el cual se adicionarán los nuevos valores. Tener en cuenta el área de los ecosistemas naturales y el área total de la capa de intersección (zonificación hidrográfica), esta intersección está dada de acuerdo con los intereses particulares y puede variar de escala a nivel municipal, microcuena, vereda, etc. y depende tanto de los insumos disponibles como del objeto de investigación.



5. Una vez obtenido el valor de interés en el campo creado en el aparte anterior, el resultado debe ser rasterizado, para lo cual se utiliza la herramienta "Feature to raster", de la herramienta de conversión.



- Finalmente, el resultado raster, debe ser normalizado como fue presentado para el indicador anterior, mediante la herramienta “*Rescale by function*”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100 para definir los límites y umbrales de manera clara.



El resultado generado, queda estandarizado como lo plantea la metodología de 1 a 100, y se lleva a la escala de color deseada.

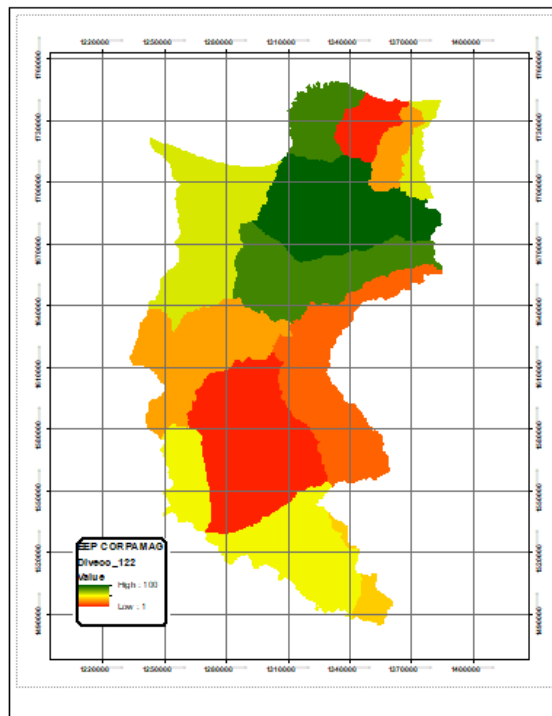




1.2.2 Diversidad de Ecosistemas Naturales

A partir del cálculo del índice de Shannon, este indicador define la abundancia proporcional de cada ecosistema terrestre y dulceacuícola, presente en una unidad de gestión particular a la escala de análisis asociada. Es una medida ampliamente usada para medir la diversidad de las comunidades ecológicas. Es un índice sensible a la rareza de algunos tipos de ecosistemas. Se generó un mapa de diversidad basado en la distribución del número de ecosistemas por subcuenca hidrográfica.

Mapa



Aspectos para resaltar

El análisis de diversidad ecosistémica por cuenca muestra que las cuencas donde hay mayor posibilidad de diversidad acorde con las condiciones fisiográficas y ambientales, así lo presentan, mientras que las cuencas con mayores grados de intervención o afectación muestran una baja diversidad ecosistémica, lo que también no por falta de ecosistemas naturales, sino por la homogeneidad de la unidad de análisis.

Proceso metodológico empleado

Este indicador se obtiene a partir del cálculo del índice de Shannon, como se muestra a continuación:

$$SDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i)$$

SDI = Índice de diversidad de Shannon

i = Tipo de ecosistema

ni = Número de tipos de ecosistemas

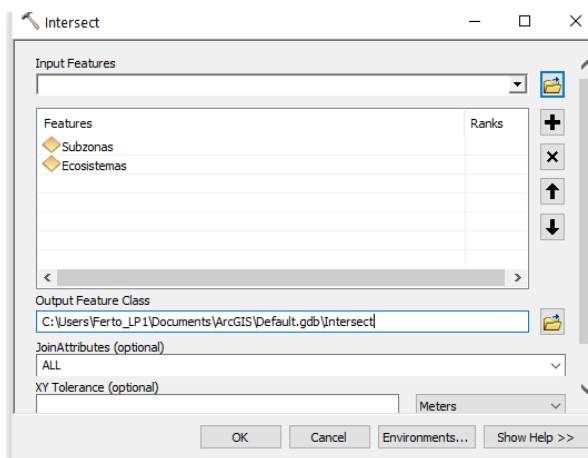
N: Número total de ecosistemas en el área

Pi = Proporción del ecosistema i presente en un área de interés (ni/N)

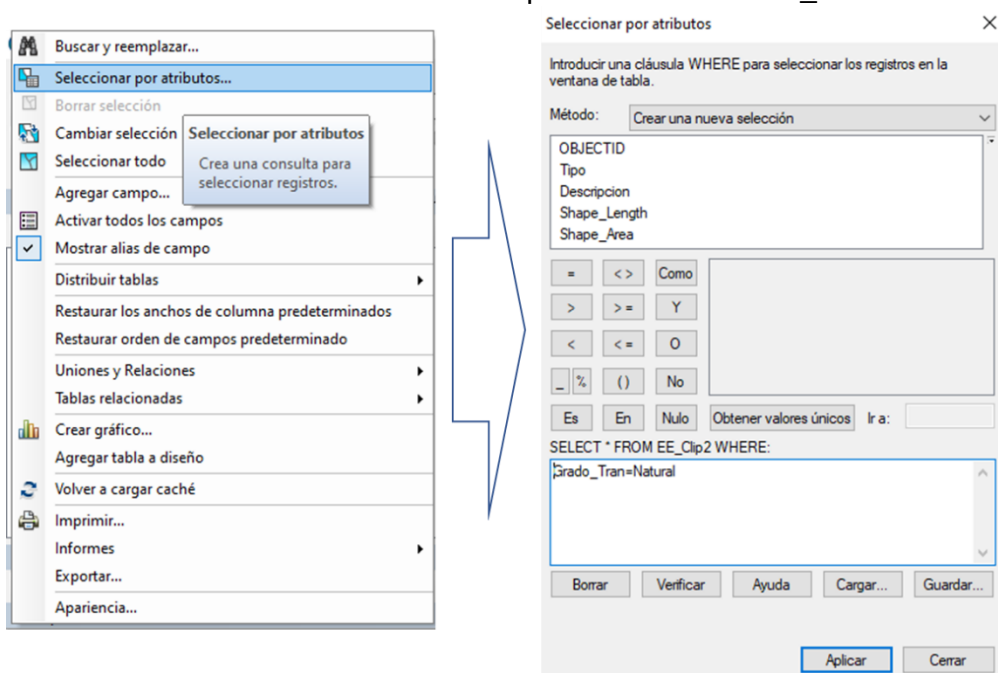
El índice se expresa como un valor positivo que se ubica en rangos que varían a partir de 0, que indica nula diversidad a un entero positivo sin valor fijo que indica alta diversidad. En este sentido es importante señalar que el rango superior puede variar en función del número de ecosistemas o del área empleada para las operaciones.

Nota: El valor resultante se obtiene en ese caso por subzona hidrográfica. Esto quiere decir que se surte un proceso de generalización al momento de rasterizar el modelo. Sin embargo, la unidad de medida puede variar de acuerdo con el tipo de estudio llevado a cabo.

1. Al igual que el indicador anterior, los insumos son el mapa de ecosistemas nacional, y la capa de cuencas, y deben ser intersecados de la misma manera, a fin de obtener los elementos por unidades de análisis más pequeñas, y poder tener contrastes entre las diferentes unidades analizadas para evidenciar el número de ecosistemas en proporción al área de investigación. Esta condición es clave en el proceso de análisis, toda vez que, si no se realizan los análisis por una unidad menor que la del área total, solo saldría un único valor para este índice, razón por la cual, en la medida que se incluyan divisiones naturales en el proceso, se pueden obtener mayores valores de análisis. El proceso de la intersección se ilustra a continuación:

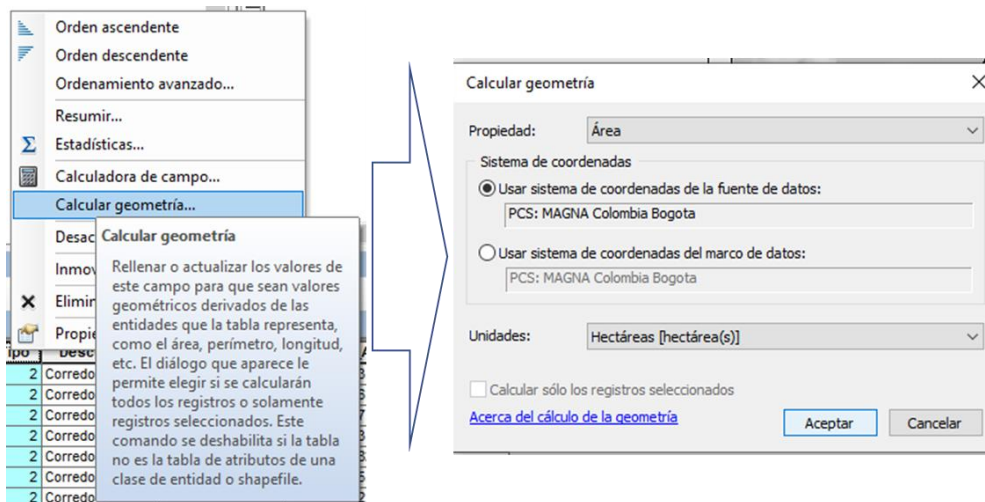


2. Posteriormente se hace una consulta a la capa intersecada: “Grado_Tran=Natural”

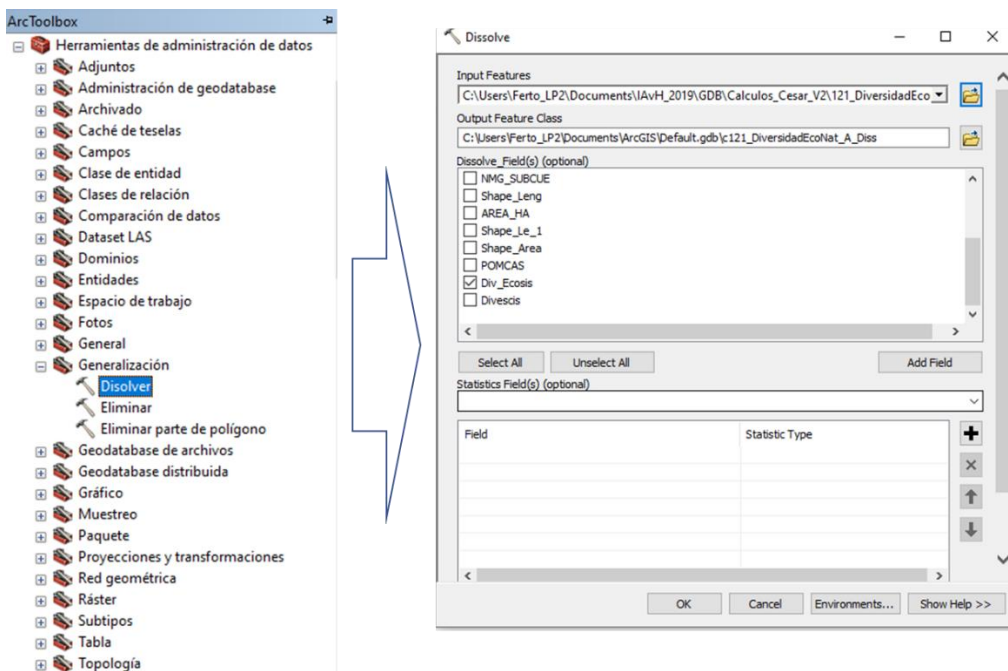




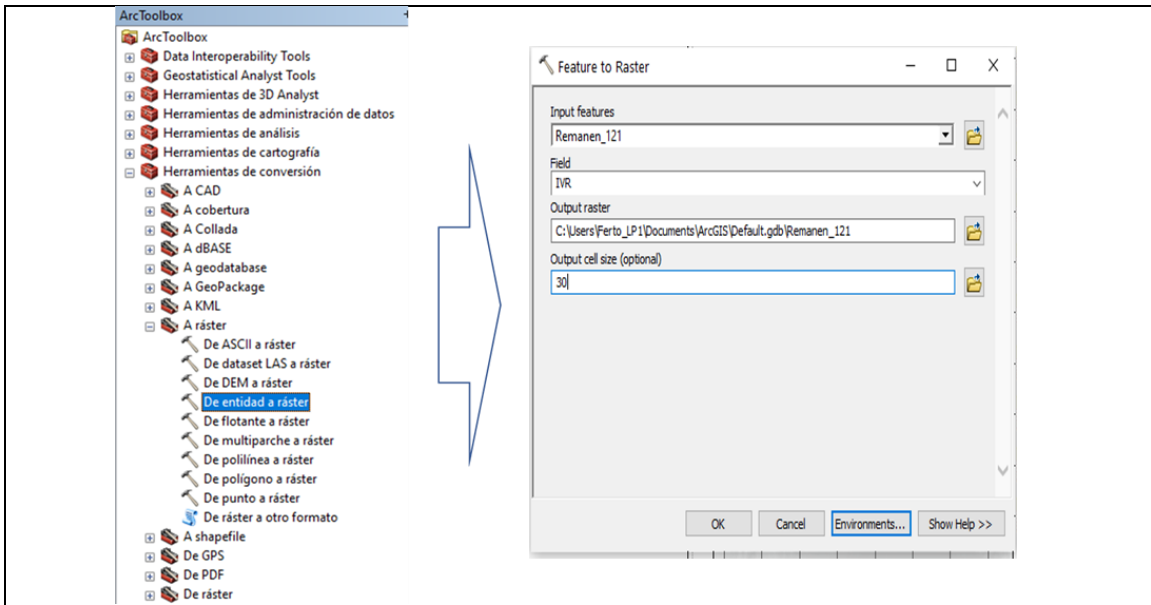
3. Se realiza una revalidación de las áreas



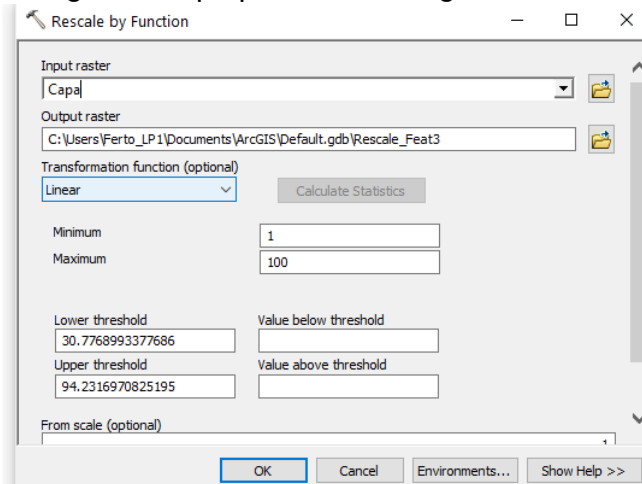
4. Se aplica el índice, generando un nuevo atributo: “Resultado por SZH” Siguiendo el mismo proceso planteado en el indicador anterior
5. Posteriormente en herramientas de administración de datos, se busca la herramienta “Dissolve” y se aplica por el atributo “SZH”: Proceso generado para obtener un único valor asociado a cada subdivisión de análisis generada



6. Una vez generalizado el campo de interés, se realiza la conversión a raster mediante la herramienta “Feature to raster”



7. Finalmente, como para todos los indicadores, el proceso es normalizado mediante la herramienta “*Rescale by function*”, con lo que se busca la normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100



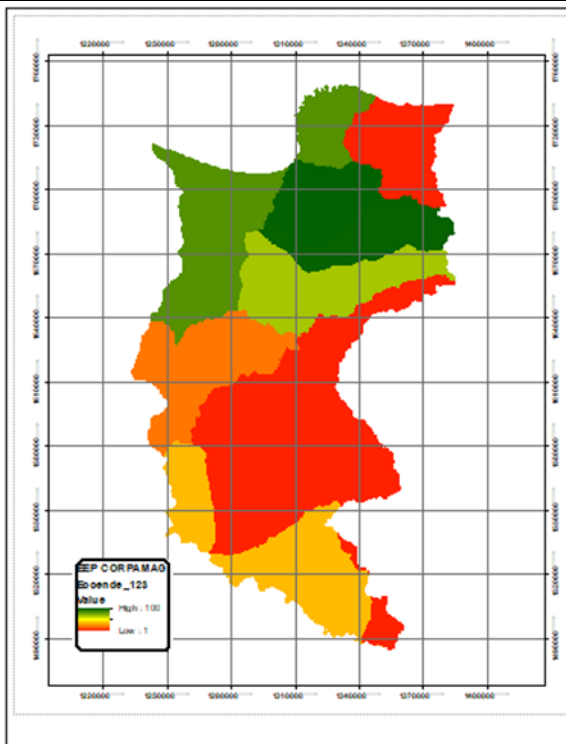
1.2.3 Riqueza de ecosistemas endémicos Mapa

El indicador representa la variación espacial del número de especies por taxón seleccionado o ecosistemas, en ambientes terrestres y dulceacuícolas, considerados endémicos, para una unidad de gestión particular y a la escala de análisis correspondiente (Rodríguez, 2013).

El indicador permite identificar las áreas con mayor riqueza de ecosistemas



endémicas, y así considerarlas como prioritarias para su conservación.



Aspectos para resaltar

La riqueza de ecosistemas endémicos se asocia fuertemente con los ecosistemas naturales. Se resalta la presencia del complejo cenagoso de la ciénaga grande de la Magdalena, además de los fragmentos de mangle y bosque seco.

Al igual que el caso de la diversidad de ecosistemas naturales, los ecosistemas de este indicador se analizan por cuencas, en las zonas húmedas y boscosas se encuentran ecosistemas propios de la región.

Proceso metodológico empleado

El indicador permite identificar las áreas con mayor riqueza de especies endémicas, y así considerarlas como prioritarias para su conservación.

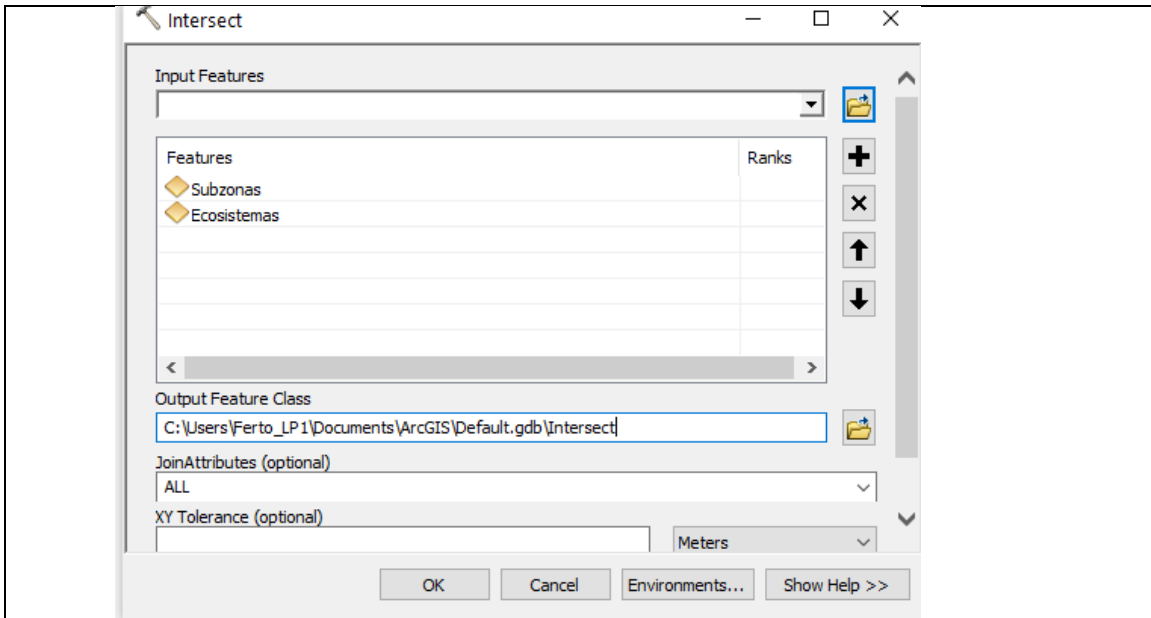
$$REE_{ij} = \sum_{i=1} a_{ij}$$

Donde:

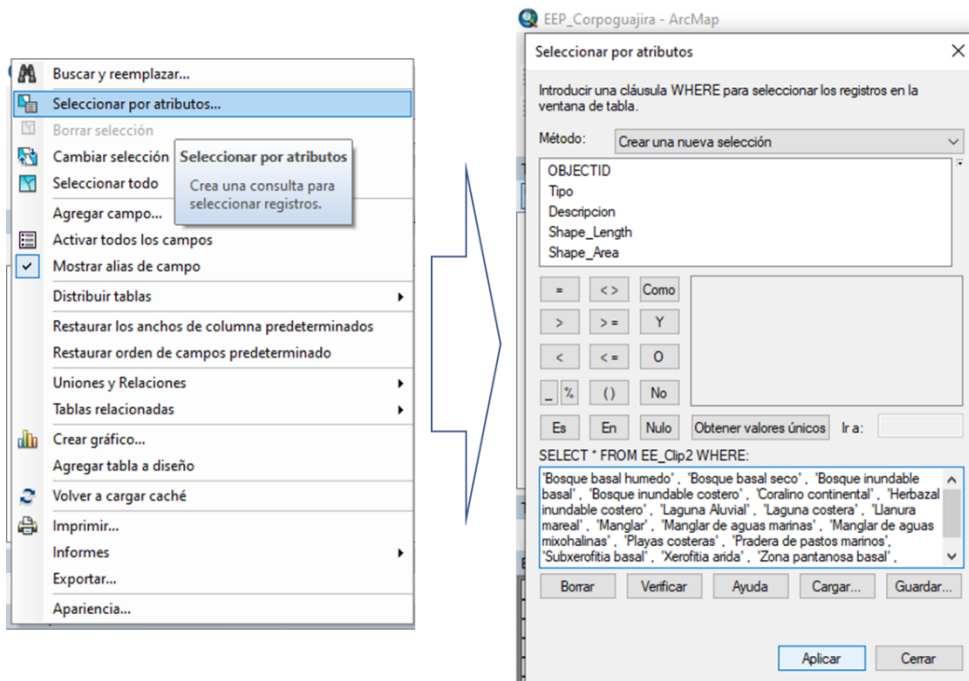
REE_{ij} = Riqueza especies o ecosistemas i dentro de un área de interés j.

a_{ij} = Registro de cada una de las especies o ecosistemas endémicos i presentes en la unidad de gestión j.

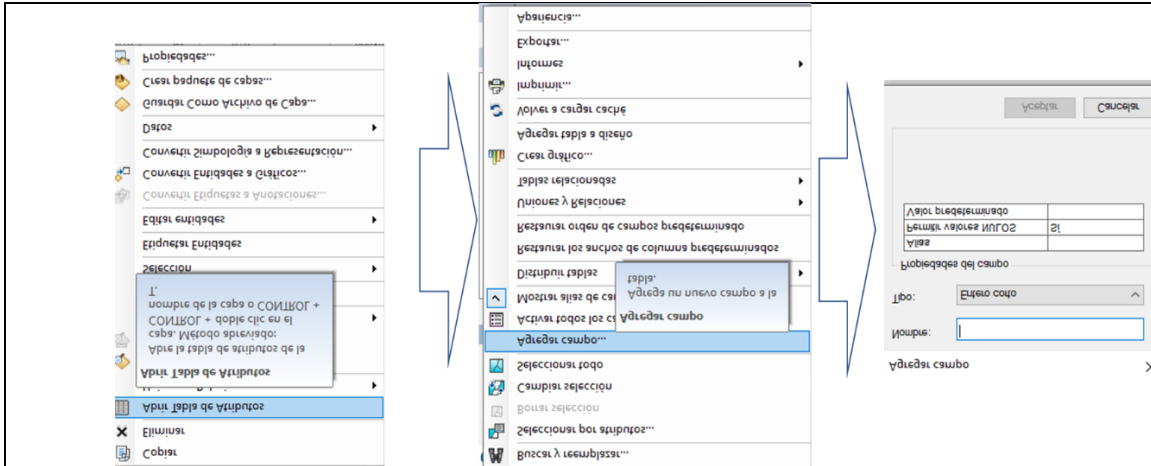
- I. Al igual que el indicador anterior, se realiza una intersección de la capa de cuencas y ecosistemas naturales, a fin de obtener los elementos por unidades de análisis más pequeñas y poder tener contrastes que evidencien el valor del indicador por cada unidad de estudio. Esto toda vez que, si el nivel de análisis se hiciera sobre una sola unidad, se obtendría un único valor que no aportaría información al proceso.



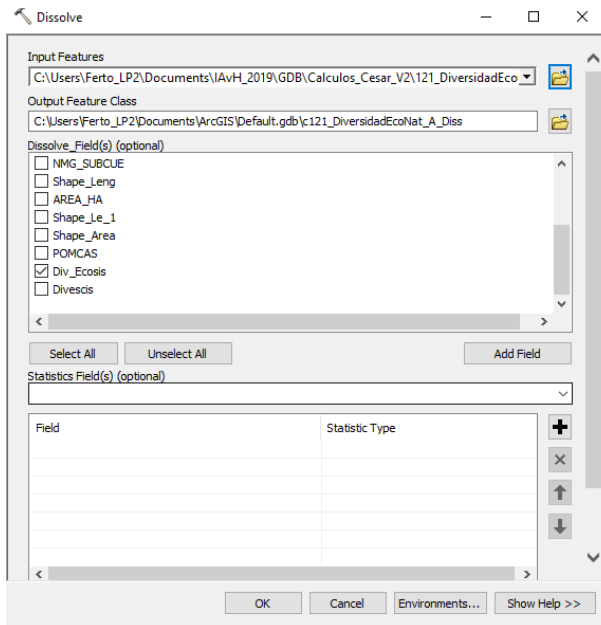
Consulta al campo: “ECOS_GENER”, por ecosistemas endémicos, Revalidar áreas, Aplicar índice



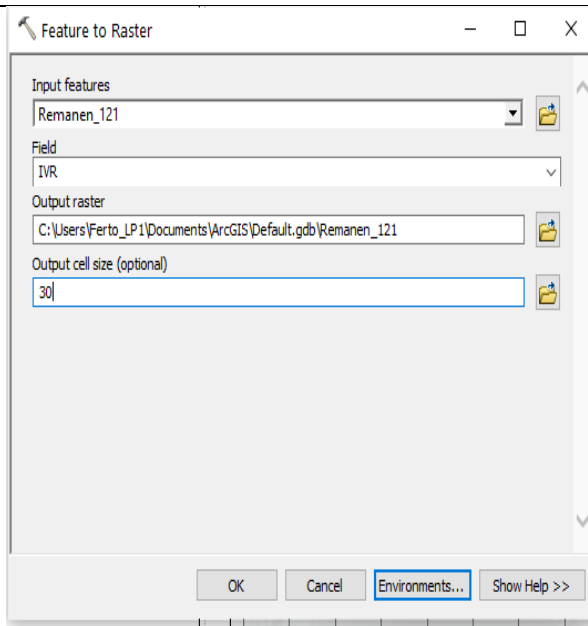
2. Generar nuevo atributo: Resultado por SZH



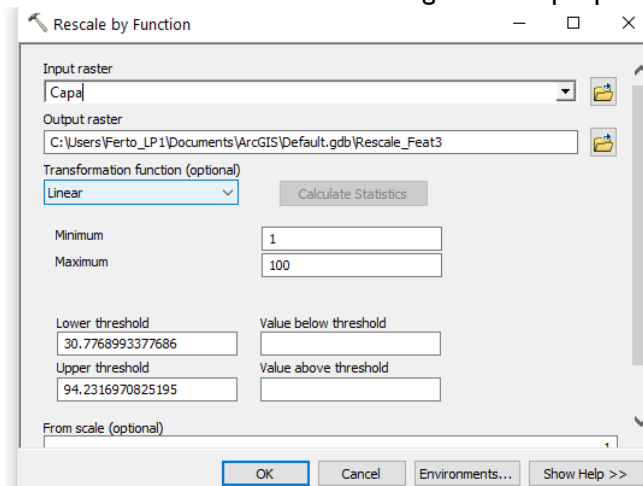
3. Con el campo generado, se realiza una generalización mediante la herramienta “Dissolve” aplicada al campo generado “SZH”, este proceso es generado para obtener un único valor asociado a cada subdivisión de análisis generada



4. El paso siguiente es la conversión a modelo raster mediante la herramienta “Feature to raster”



5. Finalmente se normaliza el proceso con la herramienta “*Rescale by function*”, buscando la normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100



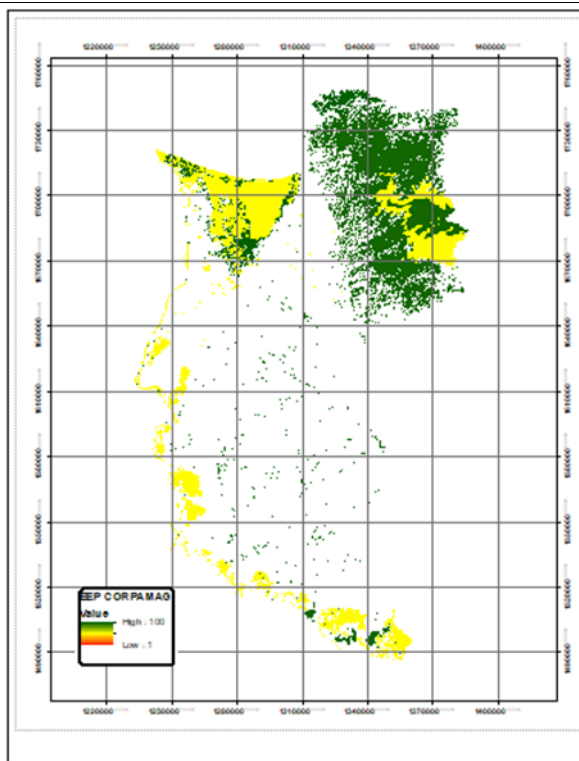
1.2.1. Riqueza de ecosistemas amenazados **Mapa**

Indica la variación espacial del número de especies por taxón seleccionado o ecosistemas, en ambientes terrestres y dulceacuícolas, bajo alguna categoría de amenaza de la UICN, para una unidad de gestión particular y a la escala de análisis correspondiente.

El indicador pondera las riquezas dependiendo del grado de criticidad de las amenazas. Posteriormente, se



genera una única salida cartográfica, donde se identifican los valores de amenaza.



Aspectos para resaltar

Se identifica en la región la presencia de ecosistemas amenazados según la capa generada por Etter para el Instituto Humboldt. En este sentido, casi todos los ecosistemas naturales importantes de la corporación cuentan con algún grado de amenaza (los más comprometidos están en verde). Los espacios vacíos o blancos corresponden a ecosistemas que no están en esta lista de ecosistemas amenazados.

Proceso metodológico empleado

El indicador pondera la riqueza dependiendo del grado de criticidad de las amenazas para generar una única salida cartográfica para especies y otra para ecosistemas que identifique áreas prioritarias para la conservación de especies amenazadas a ser incluidas dentro de la EEP.

$$REA_{ij} = \sum_{i=1} \alpha * a_{ij(CR)} + \beta * a_{ij(EN)} + \sigma * a_{ij(VU)} \dots$$

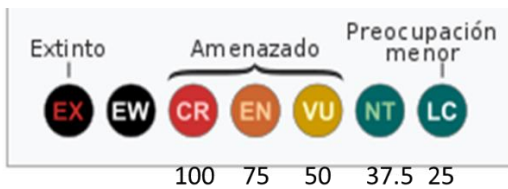
Donde:

REA_{ij} = Riqueza especies o ecosistemas i dentro de un área de interés j.

a_{ij}(XX) = Registro de cada una de las especies i presentes en el área de interés j, por cada una de las diferentes categorías de amenazas consideradas.

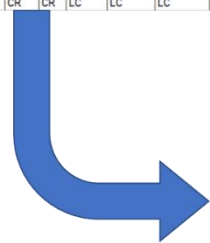
α, β, σ = coeficientes de ponderación para cada una de las categorías de amenaza identificadas

En el siguiente grafico se observan cuáles son los valores asignados a cada ecosistema en función de su grado de amenaza y a los cuales se les asigna un valor específico que varía de 25 a 100:



1. El primer proceso es básicamente la gestión de la capa de ecosistemas en lista roja adelantado por el IAvH, y disponible en el SIAC (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>)
2. Una vez gestionada la capa, se realiza una consulta al campo “evaluación final”, cuya codificación claramente es homologa a la de la figura propuesta por UICN.

OBJECTID*	Shape*	COD	A1	A2b	A3	B1ai	B1aii	B1aiii	B2ai	B2aii	B2aiii	D1	D2	D3	C2b	EvFinal	Shape_Length	Shape_Area
1	Poligono	A1	LC	LC	LC	LC	LC	EN	LC	LC	LC	LC	LC	LC	CR	CR	4715194.844489	5617091121.845456
2	Poligono	A2	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	469311.058641	428796159.319039
3	Poligono	A3	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	CR	CR	1595371.29888	1506356150.669899
4	Poligono	A4	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	8819903.257578	3305618345.833453
5	Poligono	A5	EN	CR	CR	LC	LC	LC	LC	LC	LC	VU	LC	CR	CR	6546219.807428	241728163.167515	
6	Poligono	A6	CR	EN	CR	LC	LC	EN	LC	LC	VU	CR	LC	CR	CR	328126.921337	9683826.610317	
7	Poligono	Agua	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	92192975.153991	6550064559.307863
8	Poligono	Agua	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	104848879.058684	12271506384.468376
9	Poligono	B10	CR	EN	CR	LC	LC	LC	LC	LC	LC	CR	LC	CR	CR	CR	15973970.943223	370150190.33406
10	Poligono	B11	CR	CR	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	CR	LC	CR	CR	CR	24202912.68585	748378995.443884



Sin título - ArcMap

Seleccionar por atributos

Introducir una cláusula WHERE para seleccionar los registros en la ventana de tabla.

Método: Crear una nueva selección

D3
C2b
EvFinal
Shape_Length
Shape_Area

= <> Como 'CR'
> >= Y 'EN'
< <= O 'LC'
() No 'VU'

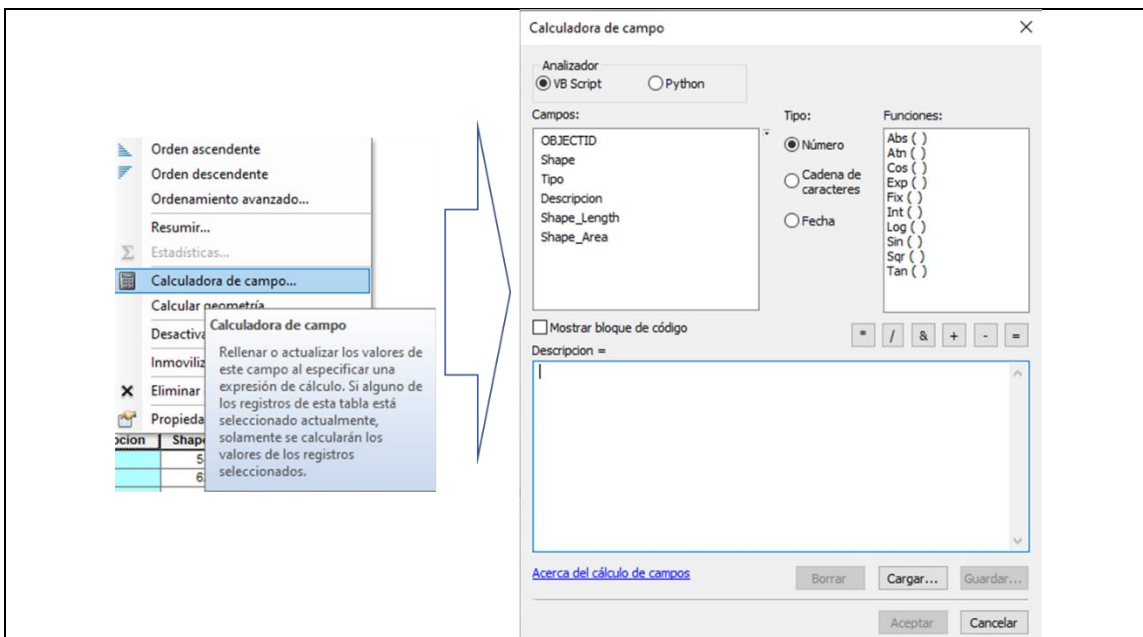
Es En Nulo Obtener valores únicos Ir a:

SELECT * FROM Evaluación_LRE WHERE:
EvFinal =

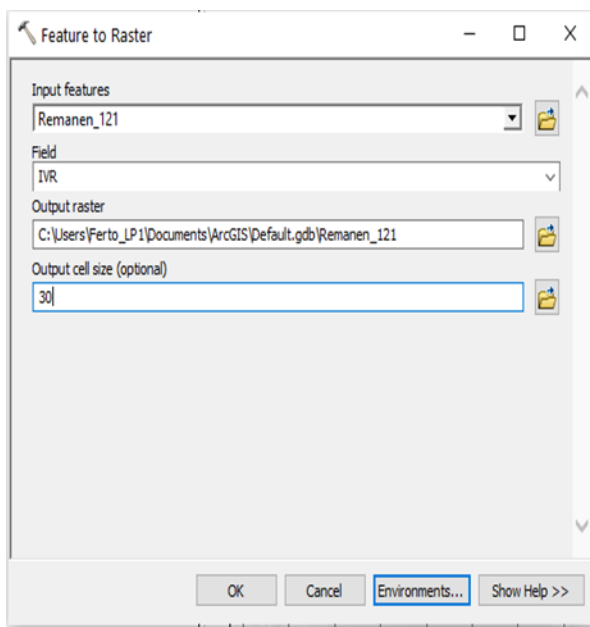
Borrar Verificar Ayuda Cargar... Guardar...

Aplicar Cerrar

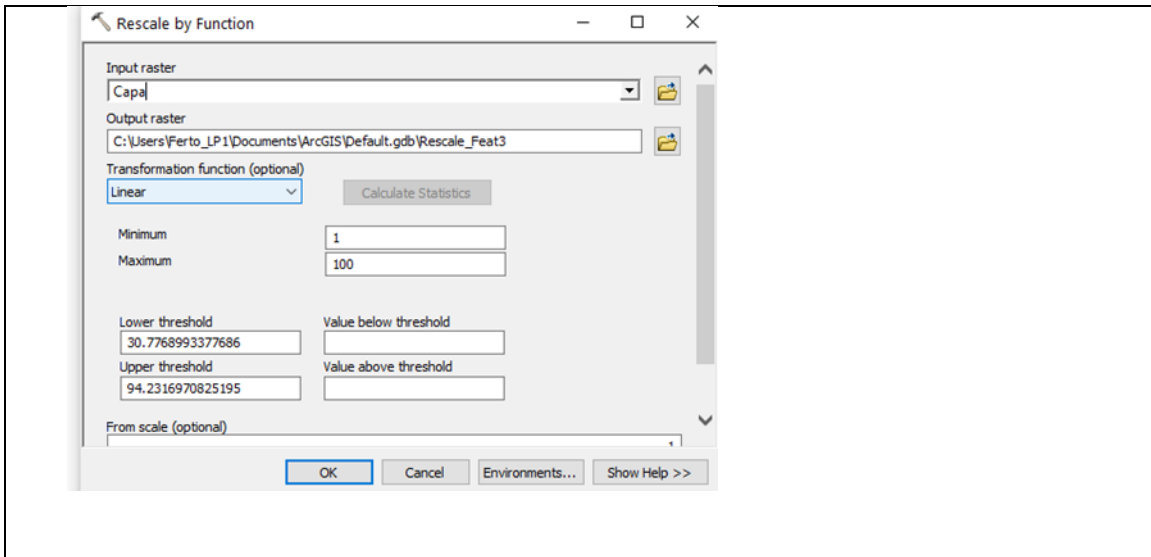
3. Posteriormente, mediante la calculadora de campos, se procede a la asignación de valores en campo, siguiendo la valoración propuesta: LC=25; VU=50; EN=75; R=100



4. Posteriormente, mediante el campo de valor diligenciado, se genera la conversión al formato raster mediante la herramienta “Feature to raster”



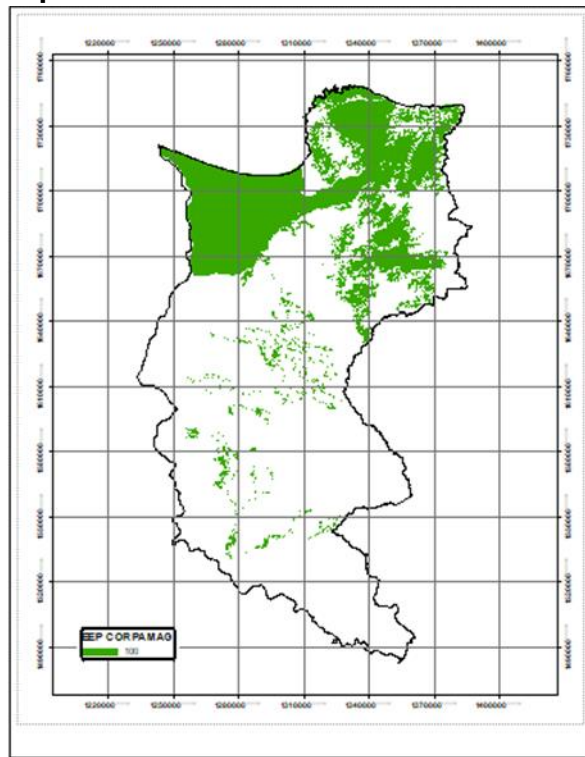
5. Finalmente, como a todos los procesos se le realiza la normalización mediante la herramienta “Rescale by function”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100.



1.2.2. Áreas de congregación de especies clave

El área es identificada por sitios en los que ocurre una concentración natural de especies en ambientes terrestres y dulceacuícolas, (p.e. AICA, arrecifes de coral, ciénagas y humedales con registros), para una unidad de gestión particular y a la escala de análisis asociada. Para el cálculo y Espacialización de este indicador se contó con la cartografía de las 'Áreas de Importancia para la Conservación de Aves' AICA-Colombia es coordinado por el Instituto Humboldt y la Asociación Calidris con el apoyo de la Red Nacional de Observadores de Aves – RNOA (Devenish et al., 2009).

Mapa



Aspectos para resaltar

Para el caso de la CORPAMAG, las dos áreas representadas en este indicador corresponden para AICAS con: PNN Tayrona, Cuchilla de San Lorenzo, Valle de San Salvador, Reserva de la Biosfera RAMSAR Ciénaga Grande, Isla de Salamanca y Sabanagrande, Valle del río frío, Reserva Natural El Garcero y alrededores, además del área identificada para jaguar. Cabe mencionar que la corporación también tiene elementos identificados para mamíferos acuáticos y para



caimán aguja, que están pendientes de ajustes cartográficos, que posteriormente podrían ser tenidos en cuenta para el indicador.

Proceso metodológico empleado

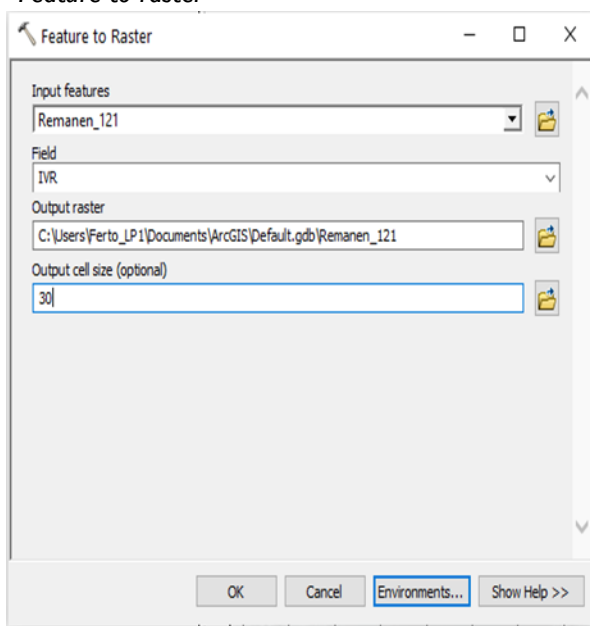
Identifica en el área aquellos sitios en los que ocurre una concentración natural de especies (p.e. AICAS), para una unidad de gestión particular y a la escala de análisis asociada.

$$SCE_{ij} = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

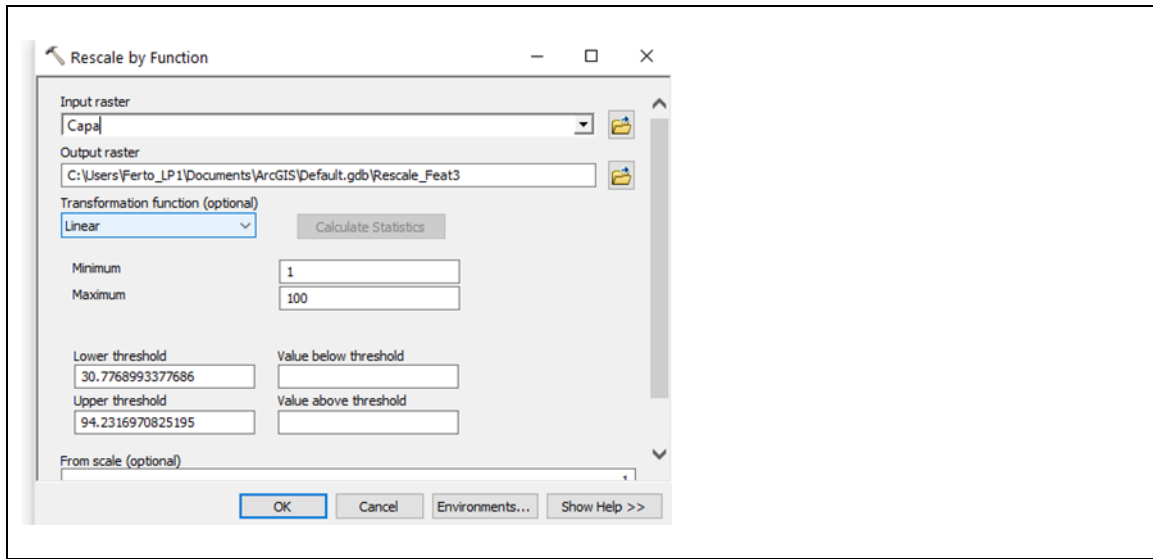
SCE_{ij} = Superficie total de sitios de concentración de especies (i) dentro de una unidad de gestión j.

a_{ij} = Superficie (ha) de sitios de concentración de especies i dentro de una unidad de gestión j.

1. La gestión de esta capa de información se realiza con aportes del SIAC (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>), y capas proporcionadas por la corporación. El insumo disponible a nivel nacional que cumple los requerimientos corresponde a la capa de AICAS; sin embargo, a nivel de corporación se pueden identificar otras áreas, como concentración de manatíes, mamíferos terrestres, Herpetofauna entre otras especies.
2. El valor de esta información básicamente corresponde a presencias o ausencias, por lo que los valores son 100 para presencias y 0 para ausencias. Con esta información clara, se procede a la conversión de la capa a formato raster, mediante la herramienta “Feature to raster”



3. Como parte del proceso de la información, es necesaria la normalización de los datos, por lo que se aplica la herramienta “Rescale by function”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100.



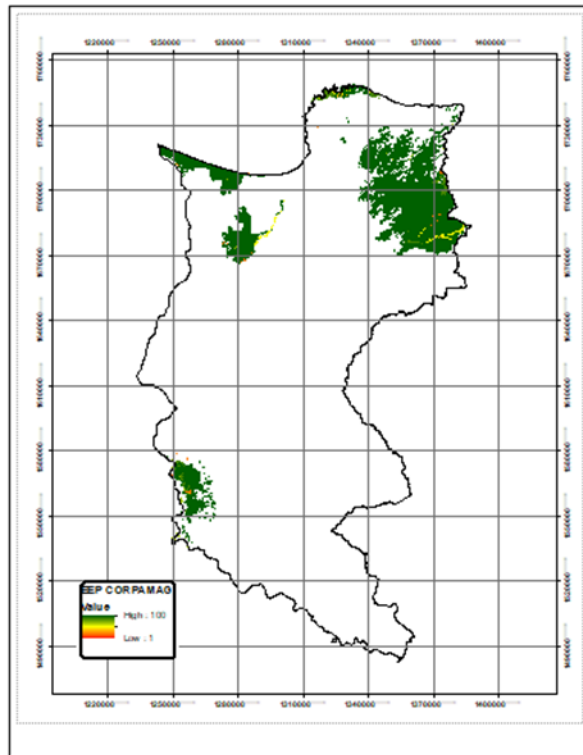
1.2.3. Representatividad de ecosistemas en áreas protegidas

La aplicación de este indicador se realizó con base en el mapa de coberturas de la tierra, de las cuales se seleccionaron aquellas consideradas como 100% naturales, además del bosque fragmentado, y a excepción de los afloramientos rocosos. Los bosques fueron agrupados en una misma categoría, de forma que las coberturas analizadas fueron las siguientes:

- 3.1.) Bosques
- 3.2.1) Herbazales
- 3.2.2) Arbustales
- 3.3.1) Zonas arenosas naturales
- 3.3.5) Zonas glaciares y nivales
- 4.1.3) Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
- 5.1.1) Ríos (50 m)
- 5.1.2) Lagunas, lagos y ciénagas naturales

El indicador permite identificar los ecosistemas poco representados dentro de las unidades de gestión analizadas, lo que favorece el desarrollo de actividades de gestión que ayuden a su conservación.

Mapa





Aspectos para resaltar

CORPAMAG cuenta con 17 áreas registradas en RUNAP: Ciénaga Grande de Santa Marta, Complejo Cenagoso de Zarate Malibu y Veladero, Cuenca Alta del Rio Jirocasaca, De Las Aves el Dorado Cincinati lote I, El Garcero, El Silencio, Isla de Salamanca, La Iguana Verde, Las Aves El Dorado, Nuevo Mexico, Parque Ambiental Palangana, Sierra Nevada de Santa Marta, Tayrona, Yumake. De estas, el ecosistema mayormente representado, corresponde a Bosque andino, lagunas y paramo.

Proceso metodológico empleado

El indicador permite identificar los ecosistemas poco representados dentro de las áreas naturales protegidas y se obtiene mediante una ponderación de acuerdo con su grado de transformación/degradación (p.e. ecosistemas naturales vs transformados).

$$PE_{ij} = \left(\frac{ATE_{ij}}{\sum A_j} \right) \times 100$$

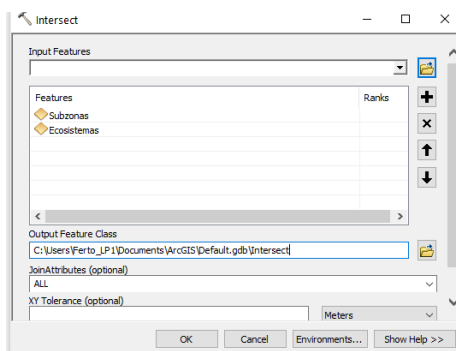
Donde:

PE_{ij} = Porcentaje del ecosistema (i) en relación con la cobertura total de la unidad de gestión analizada (j)

ATE_{ij} = Superficie total del ecosistema i en una unidad de gestión de interés j.

A_j = Superficie total de la unidad de gestión j (ha) en la que se incluyen las AME evaluadas

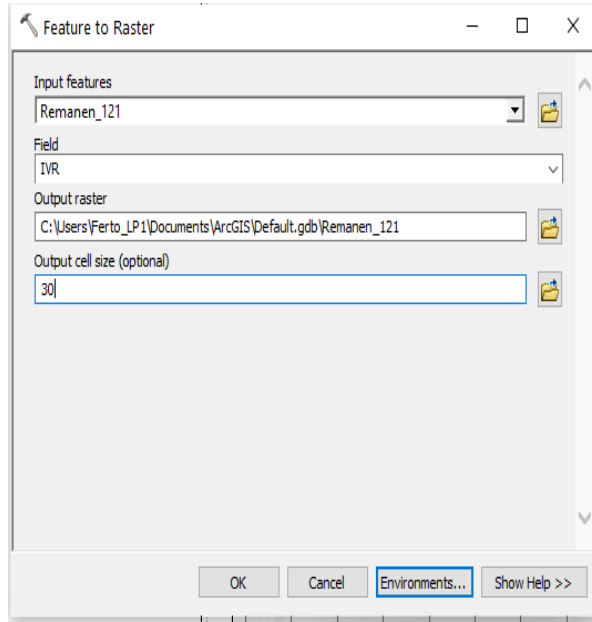
1. El primer paso es la gestión de las capas de información. En este caso se debe contar con las capas de Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP: <http://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>), y la capa de ecosistemas, gestionada en el servidor previamente mencionado.
2. Posteriormente se debe hacer una intersección mediante la herramienta “Intersect”, entre las capas de Ecosistemas y RUNAP: Intersección con capa AP y ecosistemas naturales, a fin de obtener los elementos por unidades de análisis puntuales



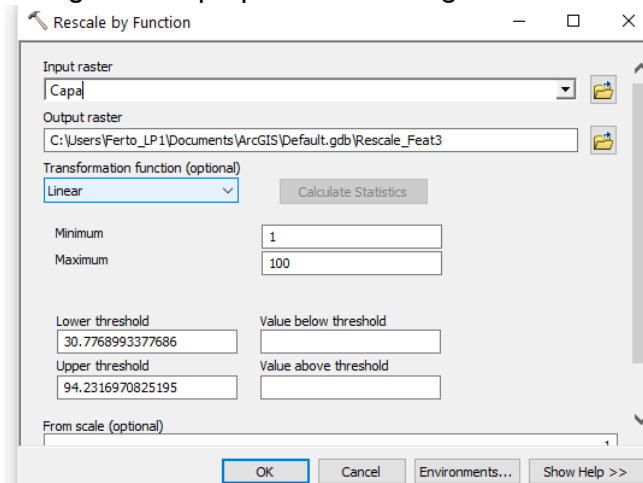
3. Aplicación Formula. En este caso es recomendable llevar los valores de todos los ecosistemas a Excel, allí es relativamente fácil calcular la proporción entre el área existente de estos dentro del área protegida y el área total el ecosistema en toda la

corporación, ese valor obtenido es asignado a cada ecosistema y en el proceso de normalización llevado a cabo más adelante, los datos son adecuadamente distribuidos para definir con claridad sus límites.

4. Posteriormente el resultado obtenido es utilizado para la conversión a formato raster mediante la herramienta “*Feature to raster*”



5. El último paso al igual que para todos los indicadores consiste en la normalización de los resultados mediante la herramienta “*Rescale by function*”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100.



PRINCIPIO 2. MANTENER LA VIABILIDAD DE LAS POBLACIONES Y COMUNIDADES, LOS PROCESOS ECOLÓGICOS Y LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS A TRAVES DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Conectividad	BI Conectividad del paisaje	211	Índice de fragmentación	Mapa de coberturas de la tierra	Fragmen_211
		212	Índice de conectividad estructural	Mapa de coberturas de la tierra	Conect_212

CRITERIO 2.1. Las áreas que aseguran la integridad ecológica se identifican y se conservan

La integridad en general se refiere a la forma y estructura del paisaje, a su capacidad para permitir el movimiento de los individuos de determinadas especies entre distintos parches de recursos.

INDICADORES

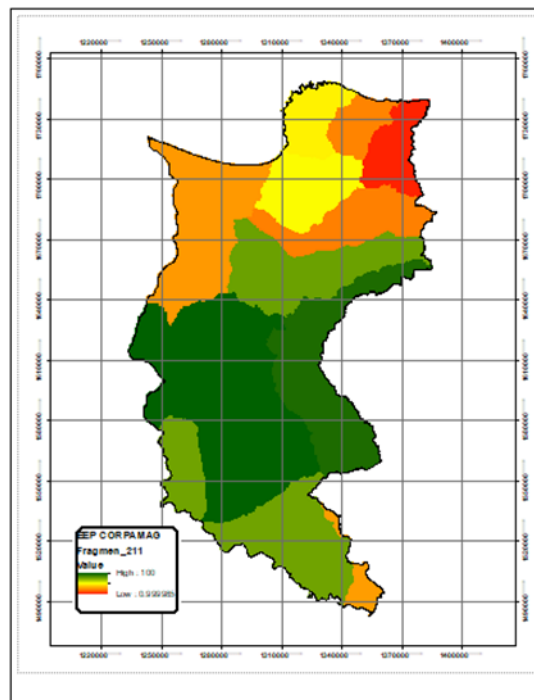
2.1.1. Índice de fragmentación

La fragmentación del hábitat es un proceso espacial que implica que una gran extensión de hábitat sea transformada y dividida en una serie de parches más pequeños aislados unos de otros por una matriz de hábitat diferente de la original (Fahrig, 2003).

Este índice muestra las presiones espaciales y temporales sobre la condición natural de un ecosistema en la actualidad. La fragmentación del paisaje se puede medir con valores de 0 a 1, donde 0 indica que el paisaje no está fragmentado y 1 implica que el paisaje ha sido totalmente transformado (Rezaa & Abdullaha, 2011).

La aplicación de este indicador se realizó con base en el mapa de coberturas de la tierra, y sólo para las coberturas naturales y seminaturales, es decir aquellas con un valor de naturalidad ≥ 50 (indicador 1.2.1). Para su ponderación con los demás indicadores estos valores fueron ajustados a una escala de 1 a 100 invertida, dando así mayor peso a las coberturas con menor fragmentación.

Mapa



Aspectos para resaltar

Este es un índice de lectura inversa, por lo que la coloración roja, indica una baja fragmentación, mientras que los valores altos, que corresponden a una alta fragmentación están en colores verdes. Cabe mencionar que, si bien las zonas tienen una alta cantidad de fragmentos naturales inmerso en una matriz no natural, estos procesos inducen necesariamente a que incremente el índice de fragmentación por las unidades de análisis o cuencas.

Proceso metodológico empleado

Este índice muestra las presiones espaciales y temporales sobre la condición natural de un ecosistema en la actualidad. La fragmentación del paisaje se puede medir con valores de 0 a 1, donde 0 indica que el paisaje no está fragmentado y 1 implica que el paisaje ha sido totalmente destruido (Hasan Rezaa & Abdullaha, 2011).

$$FR_{ij} = MPS \left(N_f - 1 / N_c \right)$$

Donde:

FR = Fragmentación del paisaje

MPS = Tamaño medio del parche o fragmento, que se calcula con la superficie media de todos los parches divididos por la superficie mínima de parches en el paisaje.

Nf = Número total de parches en el paisaje.

Nc = Proporción dentro del paisaje del área que ocupan los parches más pequeños

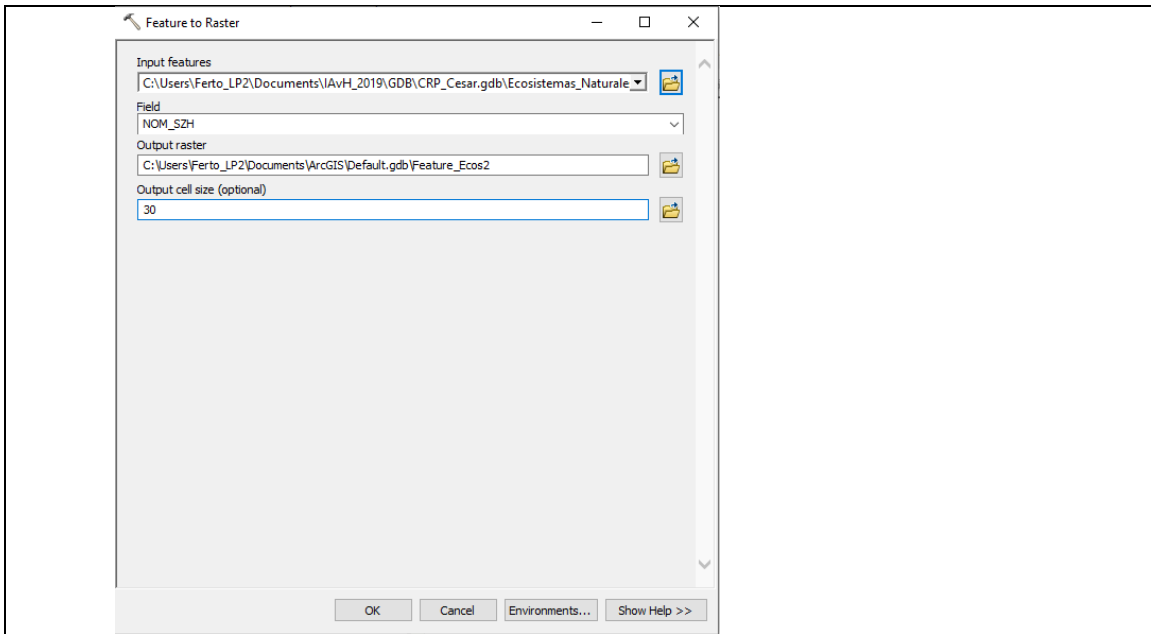
1. El primer paso es la gestión de la información, que para este caso particular está basado en la capa de coberturas de la tierra CLC (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>), y la capa de subzonas hidrográficas del IDEAM o de cuencas proporcionada por la corporación. El siguiente paso corresponde al cálculo de las métricas de paisaje utilizando el plug: "Patch Analyst" con ello se calcula el MPS, así como el número total de parches (Nf) y la proporción dentro del paisaje del área que ocupan los parches más pequeños (Nc). Se pueden realizar de igual manera con la aplicación de la fórmula, los cálculos en Excel, y se vinculan posteriormente a la unidad de análisis)



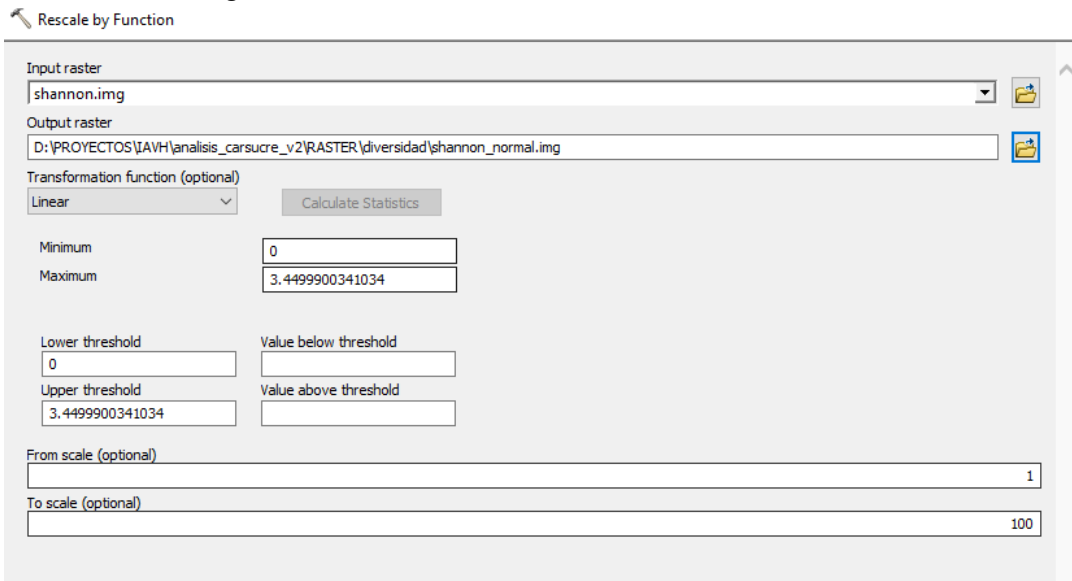
2. Con los datos obtenidos y en Excel, se lleva a cabo la formula indicada inicialmente obteniendo el valor FR fragmentación del paisaje, por cada cobertura.

3. El valor indicado deberá añadirse al shapefile CLC por cada cobertura vegetal, esto se hace añadiendo una nueva columna y allí se introducirá el dato obtenido.

4. Posteriormente se empleará *Feature raster* donde la columna empleada como insumo para el raster será la que contiene el valor de FR recién calculado.



5. Finalmente, y como aplica para todos los indicadores, se aplica la normalización mediante la herramienta “Rescale by function”: normalización de los datos siguiendo la ruta metodológica



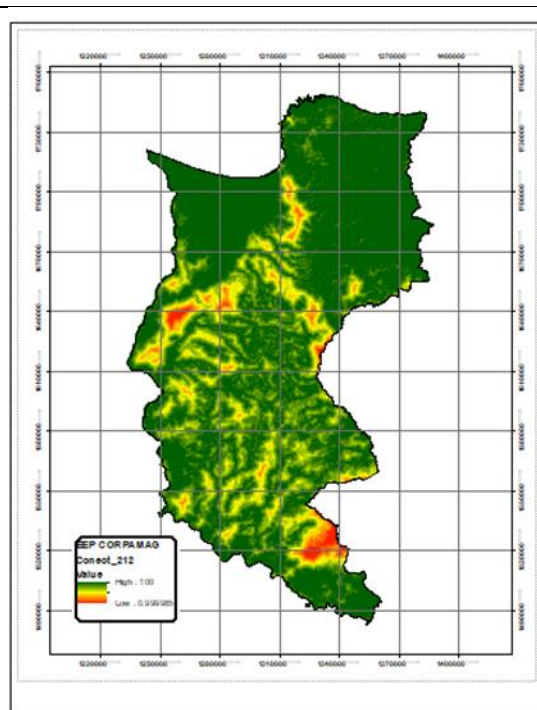
2.1.2. Índice de conectividad (IC) estructural

Mide la conectividad física entre parches. El valor de IC se acerca a 0 cuando los parches son muy escasos en la matriz de análisis, e incrementa cuando hay mayor conectividad entre los mismos (Pauchard et al. 2006).

Mapa



Para el análisis de conectividad, existen varias metodologías, pero en este caso se utilizó circuitscape, basado en la teoría de circuitos en función de la conectividad del paisaje (McRae et al. 2008). Es muy funcional frente a procesos donde se generan varios caminos y conexiones alternativas, como sería el caso de especies con movimientos más o menos aleatorios por el paisaje (McRae et al., 2008). El proceso establece unos núcleos de origen y de destino donde las resistencias son mínimas, y unas áreas de paso basadas en una matriz de resistencias en función del tipo de cobertura, las cuales se dificultan en la medida que la cobertura es más intervenida, llegando a valores máximos en áreas completamente artificializadas.



Aspectos para resaltar

La cantidad de núcleos obtenidos de los elementos naturales es muy elevada. Esto claramente es coincidente con lo mencionado anteriormente, donde se plantea que hay una gran área de elementos naturales que sirven como núcleos, pero que no son continuos, sino que están inmersos en una matriz diferente que lleva a fragmentación, y que claramente dificulta los procesos de movilidad o conectividad en la matriz. Es importante resaltar que existen zonas donde la conectividad está altamente restringida, y que adicionalmente, en el costado oriental de la Corporación, no hay un núcleo consolidado diferente a la Sierra Nevada de Santa Marta.

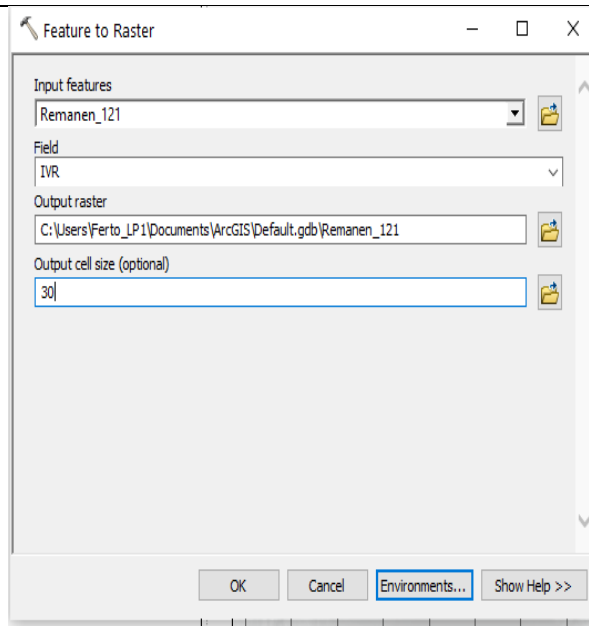
Proceso metodológico empleado

Para obtener resistencias:

1. Reclasificación de CLC según los valores de la Tabla de reclasificación, tal como lo plantea el Instituto Humboldt

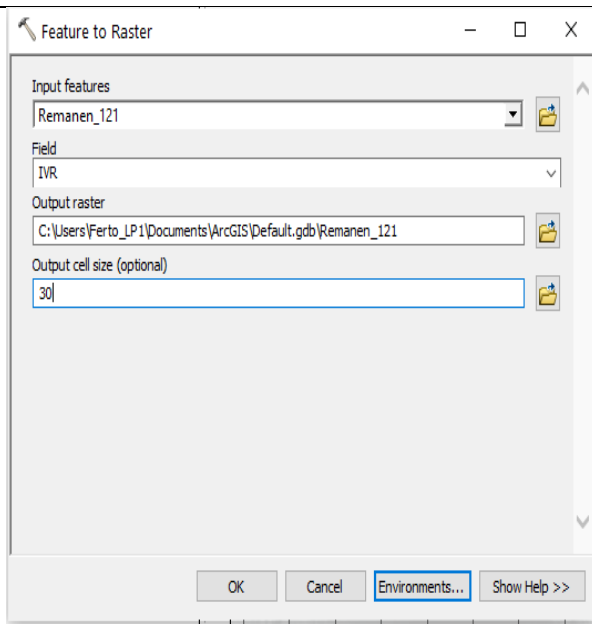
LEYENDA	Valor
Natural	1
Cuerpos de agua y humedales	5
Sem inatural	20
Cultivos	60
Transformado	100

2. *Feature to raster*



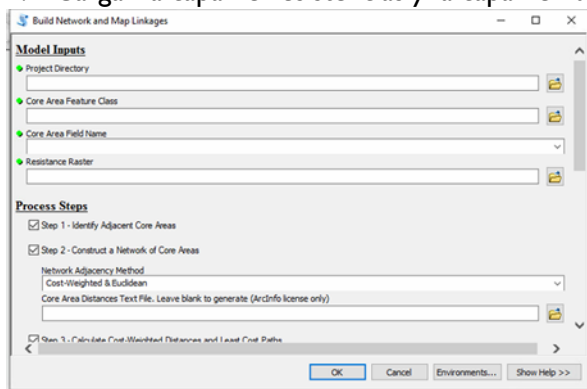
Para obtener núcleos

1. Consulta a la capa de CLC los valores de 1 y 5, los cuales se convertirán en núcleos, (se deben hacer depuraciones de áreas inferiores a 500ha, para reducir el efecto de borde). Es importante aclarar que la identificación de núcleos se basa en la identificación de especies sombrilla (especies que tienen requerimientos de hábitat amplios, que cubren generalmente los requerimientos de otras especies). Para el caso de Colombia un buen ejemplo de especie sombrilla podría estar asociado a felinos, cuyos rangos de acción o áreas núcleo funcionales pueden ir desde 9.64km² (Cruz-Rodriguez et al., 2015), hasta 100km² (Payan-Garrido et al., 2012; Boron et al., 2016), lo que en términos de hectáreas corresponde respectivamente a 1000 ha y 10000 ha. Posterior al proceso de identificación de las áreas núcleo, estos deben ser convertidos a ráster



Para obtener conectividad

I. Cargar la capa de resistencias y la capa de núcleos al plug: “Circuit Scape”



PRINCIPIO 3. SERVICIOS ECOSISTEMICOS.

Este principio consta de tres (3) criterios que representan la categoría del servicio ecosistémico y se emplean aquellos indicadores para los cuales se cuenta con un proxy cartográfico apropiado, en este caso se incorporan 3 categorías: servicios de provisión, de regulación y culturales.

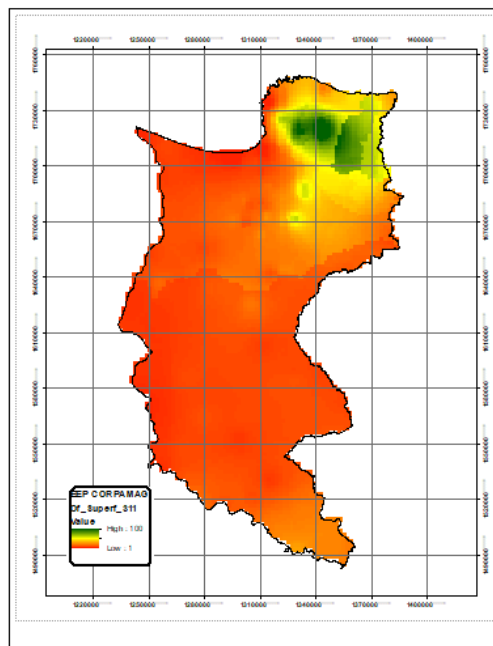
Servicios Ecosistémicos	C1 Provisión	Oferta de agua superficial	Mapa de escorrentía	Of_Superf_311
		Oferta de agua subterránea	Mapa Acuíferos	Of_Subte_312
	C2 Regulación	Almacenamiento de Carbono en biomasa aérea	Distribución de las reservas actuales (2010) de carbono almacenada	Carb_Aereo_321
		Almacenamiento de Carbono en el suelo	Distribución de las reservas actuales (2010) de carbono almacenado en el suelo	Carb_Suelo_322
		Productividad natural del suelo	Productividad natural del suelo / Fertilidad del suelo	Prod_Suelo_323
		Retención y regulación hídrica	Retención y regulación hídrica	RRH_324
	C3 Culturales	Ecosistemas de importancia Cultural	Ecoturismo, potencial por belleza escénica	Cult_331

Criterio 3.1. Provisión	
Son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas como por ejemplo el suministro de alimentos, agua, fibras, madera y combustibles (FAO).	
INDICADORES	
3.1.1 Oferta de agua superficial Según el IDEAM (2010), la oferta hídrica superficial, hace referencia al volumen de agua continental que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. Esta variable se analiza para unidades temporales anuales y mensuales en condiciones	Mapa



hidrológicas promedio, húmedas y año típico seco (IDEAM, 2010).

La oferta natural del país se determina a partir de la escorrentía superficial y está directamente asociada con los aportes de las áreas de las cuencas correspondientes, representados en caudal específico o isolíneas de rendimientos hídricos y escorrentía. El índice de provisión de agua a partir del rendimiento hídrico o caudal específico se define como la cantidad de agua superficial (oferta hídrica superficial) por unidad de superficie de una cuenca, en un intervalo de tiempo dado. Este concepto permite expresar la escorrentía por unidad de área para cuantificar la oferta hídrica superficial, estimar valores en unidades hidrográficas no instrumentadas (Ideam, 2010).



Aspectos para resaltar. Es importante mencionar que el indicador, al ser calculado por una entidad nacional, depende en gran medida de los aportes de la red nacional de estaciones que no consideramos suficientemente densa. Sin embargo, se encuentra una diferenciación clara en los aportes que se pueden dar de los diferentes sistemas de la Sierra Nevada, frente a la baja prestación del servicio en el resto del área de la Corporación.

Proceso metodológico empleado

La cantidad de agua disponible en una región depende de la precipitación total, su temporalidad, los patrones estacionales de temperatura y radiación solar, y la topografía regional. El agua renovable o disponible naturalmente incluye el escurrimiento superficial y la recarga media de los acuíferos.

El índice de provisión de agua a partir del rendimiento hídrico o caudal específico se define como la cantidad de agua superficial (oferta hídrica superficial) por unidad de superficie de una cuenca, en un intervalo de tiempo dado. Este concepto permite expresar la escorrentía por unidad de área para cuantificar la oferta hídrica superficial (Ideam, 2010).

ESC=P-ETR

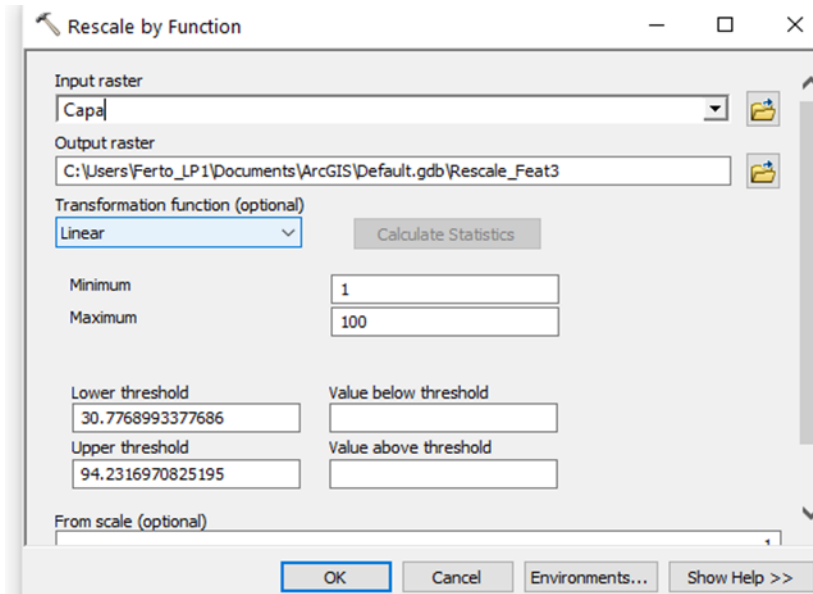
ESC= Escorrentía hídrica superficial expresada en términos de rendimiento hídrico (l/s-km²)

P= Precipitación (mm)

ETR= Evapotranspiración real (mm)

1. La capa de información correspondiente este indicador proviene del estudio nacional del agua ENA, la cual puede ser gestionada con el IDEAM o a través del SIAC (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>)
2. Una vez gestionada la capa de información, se realiza el corte de la capa al tamaño de la corporación mediante la herramienta “Clip”, de la caja de análisis.
3. El resultado generado, es rasterizado mediante la opción “Feature to raster”

- Finalmente, como todos los indicadores, debe ser normalizado mediante la herramienta "Rescale by function": Normalización de los datos para estandarizar la información de 1 a 100



3.1.1 Oferta de agua subterránea

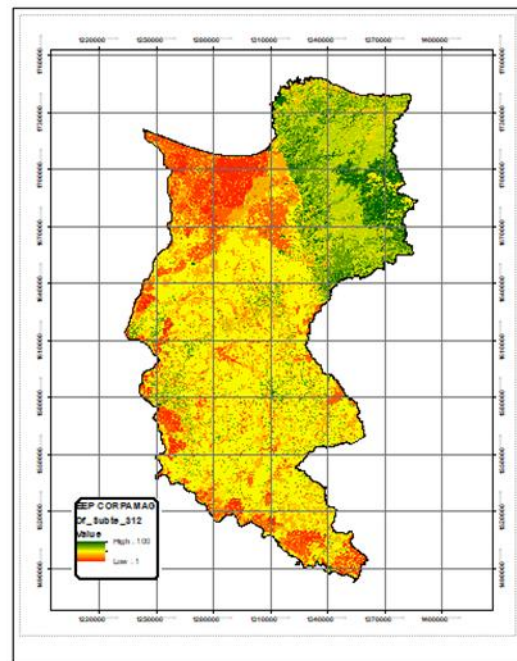
Para estimar la escorrentía superficial y con ello determinar cuáles son las zonas de mayor infiltración en el área de estudio y con el fin de calcular el balance hídrico, se ha procedido con la estimación de este parámetro utilizando el método propuesto por KENNESSEY (1930).

Tal método permite valorar, cuantitativamente y en su justo peso, los elementos principales que influyen en la escorrentía del agua en una cuenca:

- Pendiente del terreno
- Permeabilidad
- Cobertura vegetal y uso del suelo
- Precipitación y temperatura

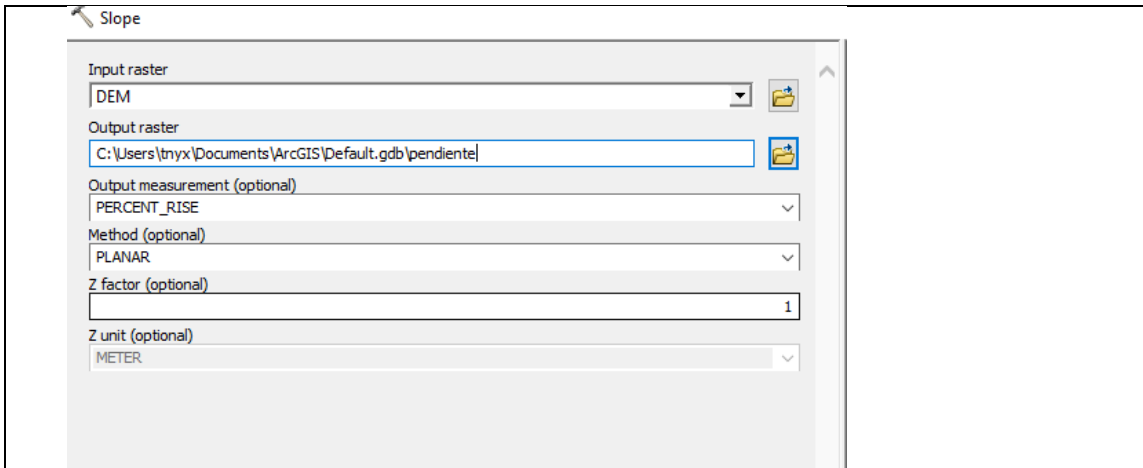
El método consiste en calcular el coeficiente de escorrentía (CK), definido como la capa de agua que fluye sobre la superficie, determinado por la suma de tres componentes relacionadas con la pendiente del terreno (CA), la distribución de la

Mapa



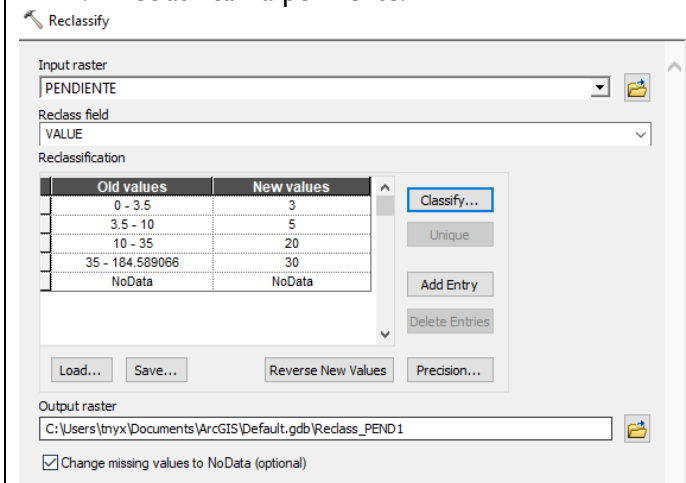


<p>cobertura vegetal (CV) y la permeabilidad de la roca y terrenos aflorantes (CP). CK = CA+ CV+ CP</p> <p>La contribución de cada uno de estos componentes en la definición del coeficiente de escorrentía (CK), se obtiene de mapas temáticos específicos (vegetación, pendiente y suelo o geología), donde los valores de los parámetros tomados en cuenta son distribuidos en clases y a cada una de ellas se le asigna un coeficiente.</p>	
<p>Aspectos para resaltar. Es importante mencionar que el indicador, es generado mediante un proxy, y que entidades como el Servicio Geológico Nacional (SGN) pueden desarrollar modelos regionales y locales con mucha mayor precisión. Se evidencia a la Sierra Nevada, como un polo importante en términos de prestación del servicio ecosistémico.</p>	
<p>Proceso metodológico empleado</p>	
<p>La subdivisión de las categorías de cada componente y el valor del respectivo coeficiente de acuerdo con lo propuesto por KENNESSEY Como se puede observar, para cada clase de los tres componentes (CA, CV, CP) se proponen tres valores de los coeficientes. TARDI & VITTORINI (1997) han señalado que el índice de aridez junto con el método de MARTONNE (1926), es el parámetro en función del cual se hace la elección respectiva. El índice de aridez se calcula aplicando la siguiente fórmula.</p>	
$I_a = [P/(T+10) + 12p/t]/2$	
<p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> I_a = índice de aridez media anual P = lluvia media anual T = temperatura media anual. p = lluvia media mensual t = temperatura media mensual. 	
<p>Los autores antes citados han propuesto usar la columna izquierda de la Tabla I. Para I_a < 25, aquella del centro si 25 < I_a < 40, y aquella de la derecha si I_a es > 40.</p>	
<p>PREPARACIÓN DE CAPAS Y PROCESAMIENTO PARA OBTENER EL INDICADOR DE OFERTA DE AGUA SUBTERRÁNEA</p>	
<p>La primera capa para procesar es la pendiente, como en el ejercicio actual se busca determinar cuáles son las zonas con mayor percolación, se procede a utilizar la última columna de la tabla I ya que no es necesario calcular el valor exacto de infiltración, pero si su ubicación espacial.</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Corte por el área de la corporación (<i>Clip</i>) 2. Calcule la pendiente en porcentaje de elevación. 	

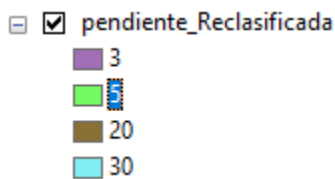


Posteriormente se debe reclasificar la pendiente en función de la tabla 1, los valores y los grupos: esto son 4 grupos de acuerdo con el grado de inclinación de la pendiente (0-3.5, 3.5-10, 10-35, 35-100) y se reclasifican respectivamente en valores 3, 5, 20 y 30.

I. Reclasificar la pendiente.



El resultado se aprecia a continuación



Posteriormente se clasifica la vegetación (se sugiere en lo posible Corine Land Cover o una metodología equivalente) en 4 grandes grupos: Bosques, herbazales y cultivos, pastos o vegetación baja y suelo desnudo y cada grupo se clasifica de acuerdo con la tabla 1



Tabla 1. Valores para asignar a las clases para el uso del proxy de Coeficiente de Kennessey

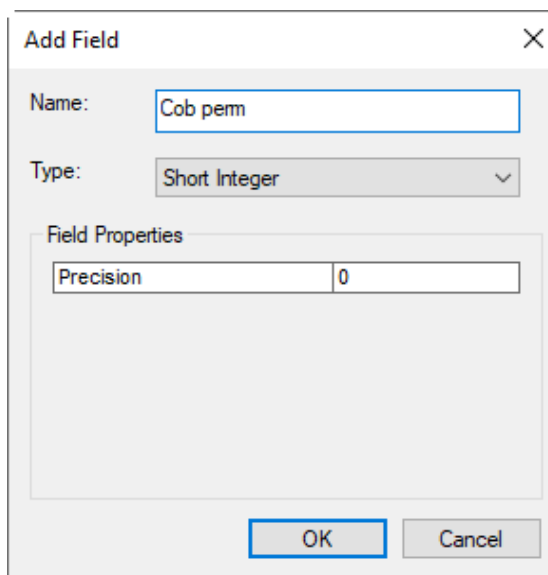
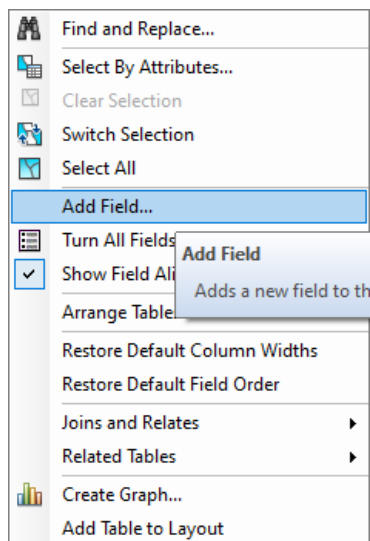
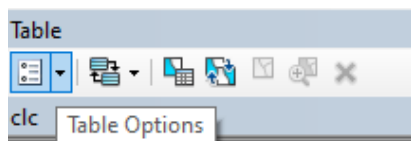
Índice de aridez (Ia)	<25	25<>40	>40
Pendiente (Ca)			
Ca1 A>35%	0.22	0.26	0.30
Ca2 10%<A>35%	0.12	0.16	0.20
Ca3 3.5%<A>10%	0.01	0.03	0.05
Ca4 A<3.5%	-	0.01	0.03
Cobertura vegetal (Cv)			
Cv1 Roca desnuda	0.26	0.28	0.30
Cv2 Pastizales	0.17	0.21	0.25
Cv3 Tierra de cultivo, bosques	0.07	0.11	0.15
Cv4 Bosque de árboles altos	0.03	0.04	0.05
Permeabilidad (Cp)			
Cp1 Impermeable	0.21	0.26	0.30
Cp2 Media	0.12	0.16	0.20
Cp3 Buena	0.06	0.08	0.10
Cp Elevada	0.03	0.04	0.05

Los valores para esta reclasificación son 5, 15, 25 30, a continuación, se presenta un ejemplo:

- clic
- <all other values>
 - COB_PERMEA, LEYENDA
 - 5, Bosque fragmentado
 - 5, Bosque denso
 - 5, Rios (50 m)
 - 5, Bosque abierto
 - 5, Vegetacion acuatica sobre cuerpos de agua
 - 5, Zonas Pantanosas
 - 5, Plantacion forestal
 - 5, Bosque de galeria y ripario
 - 5, Cultivos permanentes arboreos
 - 5, Lagunas costeras
 - 5, Pantanos costeros
 - 5, Mares y oceanos
 - 5, Zonas arenosas naturales
 - 15, Mosaico de cultivos con espacios natural
 - 15, Otros cultivos transitorios
 - 15, Pastos arbolados
 - 15, Mosaico de cultivos
 - 15, Mosaico de pastos con espacios naturales
 - 15, Vegetacion secundaria o en transicion
 - 25, Pastos limpios
 - 25, Arbustal
 - 25, Pastos enmalezados
 - 25, Mosaico de pastos y cultivos
 - 30, Canales
 - 30, Tejido urbano discontinuo
 - 30, Zonas de extraccion minera
 - 30, Zona de disposicion de residuos
 - 30, Zonas industriales o comerciales
 - 30, Tejido urbano continuo
 - 30, Estanques para acuicultura marina
 - 30, Tierras desnudas y degradadas
 - 30, Cuerpos de agua artificiales
 - 30, Zonas quemadas
 - 30, Zonas portuarias
 - 30, Aeropuertos

Esto se realiza en el menú de la tabla en donde en la opción *Table options* se despliega el menú *Add Field* o *agregar campo*.

1. Agregar un campo
2. se elige el nombre de la columna a crear y el tipo de dato, posteriormente se acepta y el programa crea la nueva columna.



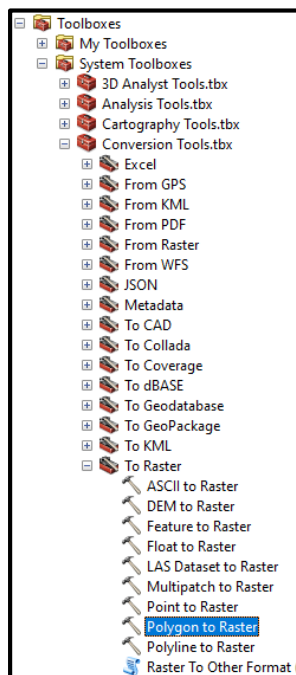
Posterior a esto, se le asigna a cada clase el valor indicado dado por la tabla 1:

LEYENDA	COB PERMEA
Aeropuertos	30
Aeropuertos	30
Aeropuertos	30
Aeropuertos	30
Arbustal	25
Arbustal	25
Arbustal	25
Arbustal	25
Arbustal	25
Arbustal	25

Una vez se hayan clasificado todas las coberturas, se procede a convertir el archivo shapefile en un ráster, para ello se elige la opción polígono a ráster:

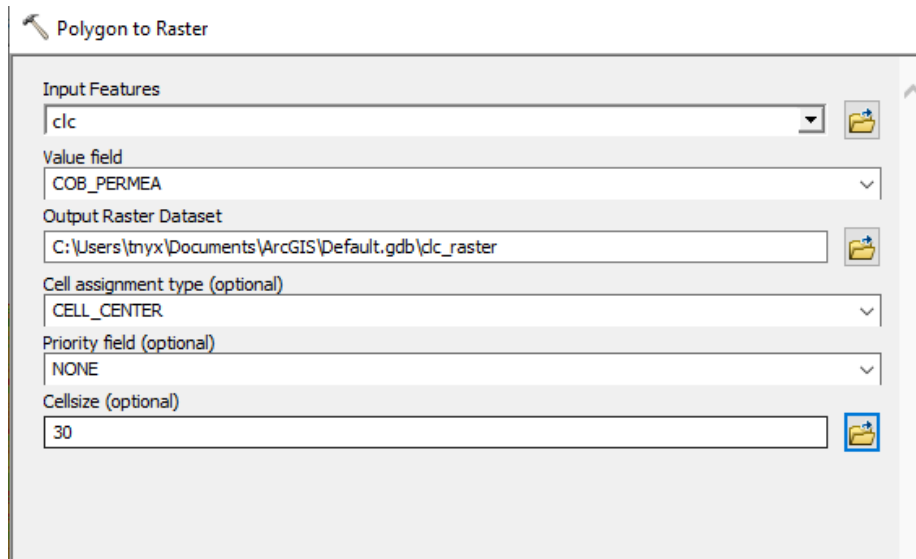


En este punto es importante tenerlo todo en las mismas coordenadas (planas de ser posible) para que el cálculo del tamaño de la celda no tenga problemas. La columna que va a servir para la conversión es la que contiene los valores clasificados y agrupados de cobertura vegetal.



En donde se despliega la siguiente ventana:

1. Se introduce la capa
2. Se asignan los parámetros



El resultado debe verse así:

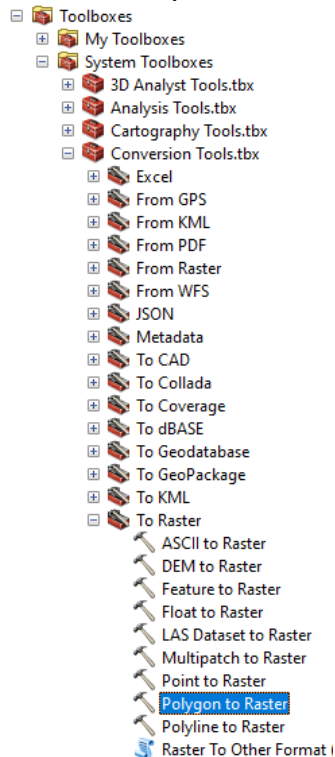
- VEG_PERMEAB.IMG
- 5
- 15
- 25
- 30

Posteriormente se hace el mismo ejercicio con las clases de suelo o roca, en este caso deben definirse cuales son las clases con mayor o menor permeabilidad en el territorio de acuerdo con sus características intrínsecas y deben reclasificarse según la tabla I donde las clases son Impermeable, media, buena y elevada, y sus valores son: 30, 20, 10, 5 respectivamente, en donde las capas impermeables reciben el mayor valor.

Debe seguirse el mismo procedimiento realizado en cobertura vegetal y agregarse una columna al shapefile de suelos o geología para reclasificarse los datos:

UCSuelo	DES AMB ED	SUBGRUPO	MATERIAL P	PERN
LWAF1	Poca profundidad efectiva de los suelos y Régimen ústico	Lithic Ustorthents, Vertic Haplustepts, Dystric Haplustepts	Rocas sedimentarias (areniscas calcáreas)	
LWAF2	Poca profundidad efectiva de los suelos y Régimen ústico	Lithic Ustorthents, Vertic Haplustepts, Dystric Haplustepts	Rocas sedimentarias (areniscas calcáreas)	
LWBB1	Régimen ústico	Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts	Rocas sedimentarias (arcillas margosas)	
LWBC	Régimen ústico y Poca profundidad efectiva de los suelos	Vertic Haplustepts, Lithic Haplustepts, Typic Ustorthents	Rocas sedimentarias (arcillolitas y areniscas)	
LWBC	Régimen ústico	Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts	Rocas sedimentarias (arcillas margosas)	
LWBC1	Régimen ústico	Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts	Rocas sedimentarias (arcillas margosas)	
LWBC1	Régimen ústico	Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts	Rocas sedimentarias (arcillas margosas)	
LWBC1	Régimen ústico	Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts	Rocas sedimentarias (arcillas margosas)	
LWBC1	Régimen ústico	Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts	Rocas sedimentarias (arcillas margosas)	

Una vez se haya reclasificado debe convertirse a raster de la misma manera que la vegetación:





Y el resultado final es:

PERMEABILIDAD SUELOS.IMG

5

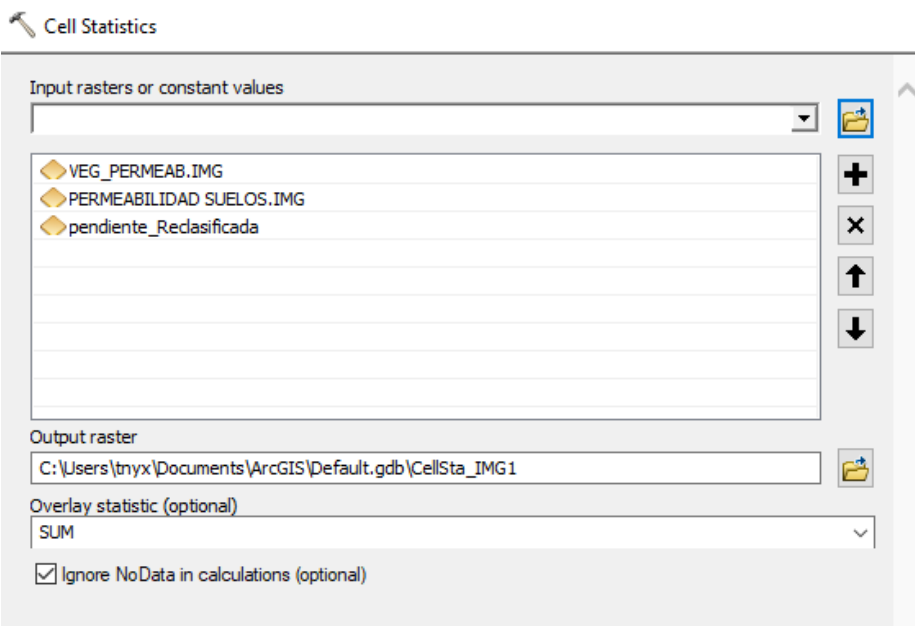
10

20

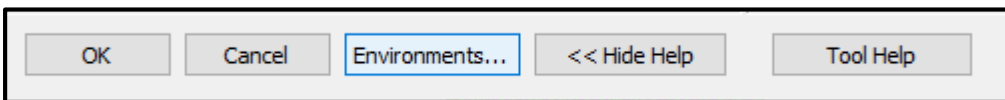
30

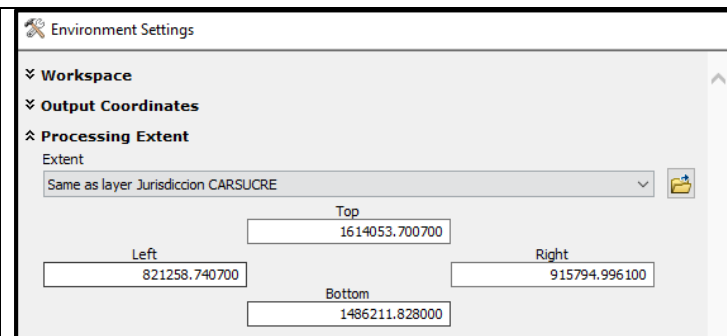
Una vez se posean las 3 capas en formato ráster, ellas deben sumarse, para ello puede usarse la opción “raster calculator” o “cell statistics”, en este ejercicio se ha observado como los ceros (0) pueden causar problemas, por lo que se usa la segunda opción.

1. Se introducen las capas a sumar, se elige la operación por celda, en este caso suma y se deja seleccionada la opción de ignorar no data en cálculos



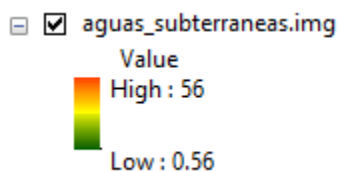
Como una única recomendación adicional se sugiere asignarle en environment un límite (extent):





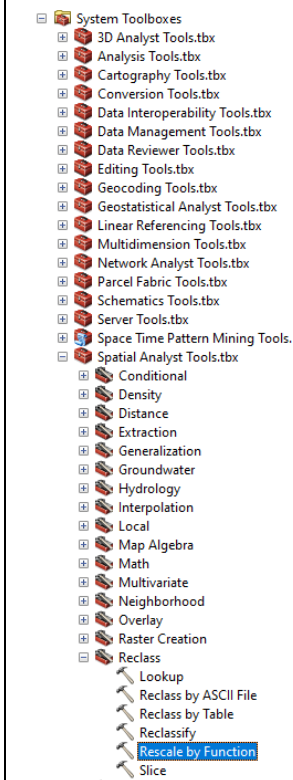
Con ello se asegura que todos los píxeles dentro del área sean procesados.

El ráster obtenido debe tener un rango de valores de máximo 90 en el siguiente ejemplo el rango es menor:



Sin embargo, en este caso los valores más altos corresponden a las zonas con menor infiltración, en tanto la metodología de la EEP busca privilegiar las zonas con mayor calidad ambiental, por lo cual este rango debe invertirse.

Para ajustar el rango a las condiciones de la metodología se utiliza la función reescalar:





PROGRAMA RIQUEZA NATURAL

En la nueva ventana se elige el raster a rescalar, y como función de transformación, se elige lineal, con lo cual el programa asigna los rangos de valores del raster y en la parte final se coloca en la opción *from scale* (desde valor) 100 y en *to scale* (hasta valor) 1, con ello el resultado final de los valores se invierte totalmente, dejando con rango de 100 aquellos con mayor infiltración y como 1 las zonas con menor infiltración y por ende con menor probabilidad de nutrir las aguas subterráneas lo que redunda en menor calidad ambiental.

Rescale by Function

Input raster
aguas_subterraneeas.img

Output raster
C:\Users\tnyx\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Rescale

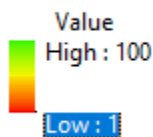
Transformation function (optional)
Linear Calculate Statistics

Minimum 0.56000000238419
Maximum 56.000007629395

Lower threshold 0.56000000238419 Value below threshold
Upper threshold 56.000007629395 Value above threshold

From scale (optional) 100
To scale (optional) 1

Reescalado subterraneeas



CRITERIO 3.2. Regulación

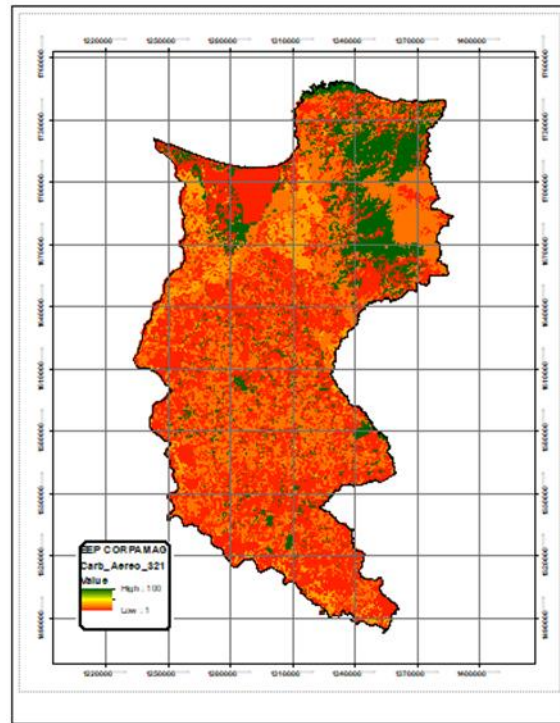
Son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, por ejemplo, la regulación de la calidad del aire y la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones y las enfermedades y la polinización de los cultivos (FAO).

INDICADORES

3.2.1. Almacenamiento de Carbono en biomasa aérea

El almacenamiento de carbono en la vegetación juega un papel importante en el ciclo del carbono, la regulación de gases de efecto de invernadero y en los cambios globales del planeta. El indicador representa la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea de los diferentes tipos de cobertura.

Mapa



Aspectos para resaltar.

La distribución del carbono en biomasa aérea se relaciona estrechamente con la densidad de bosques, en este sentido se encuentra fuertemente representado por los complejos boscosos de la Sierra Nevada, los complejos de mangles de la Ciénaga Grande, y los relictos de bosque seco distribuidos en el resto de la Corporación.

Proceso metodológico empleado

El indicador representa la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea de los diferentes tipos de cobertura.

$$B = \beta_0 \times D^{\beta_1}$$

β_0 is the intercept, β_1 and β_2 are the scaling exponents of the regression
 $B = \exp(a + b \ln(D) + c(\ln(D))^2 - d(\ln(D))^3 + e \ln(\rho W))$

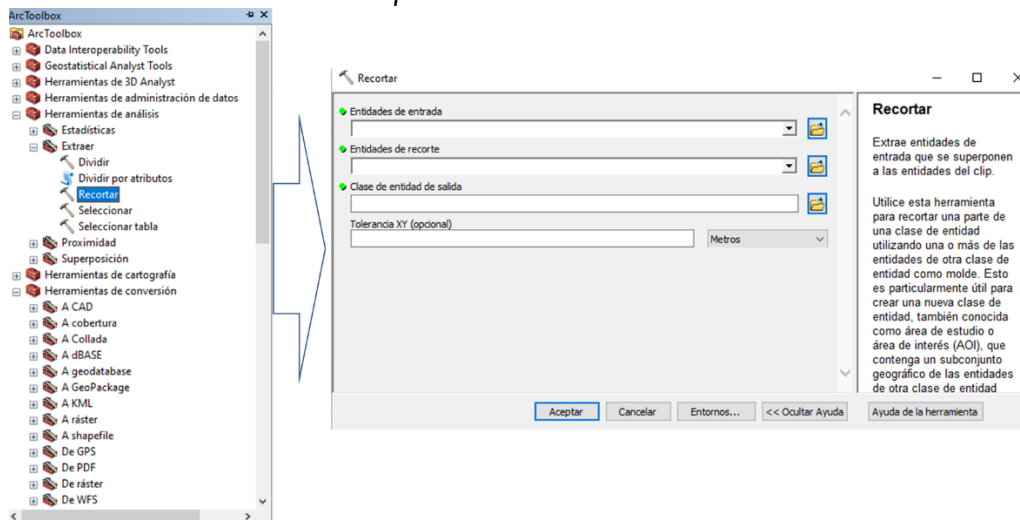
Donde:

B= Biomasa del árbol en toneladas
 ρ = densidad de la madera ($g \cdot cm^{-3}$ o $kg \cdot m^{-3}$)
D= diámetro del árbol (cm)
 β_0 = intercepto

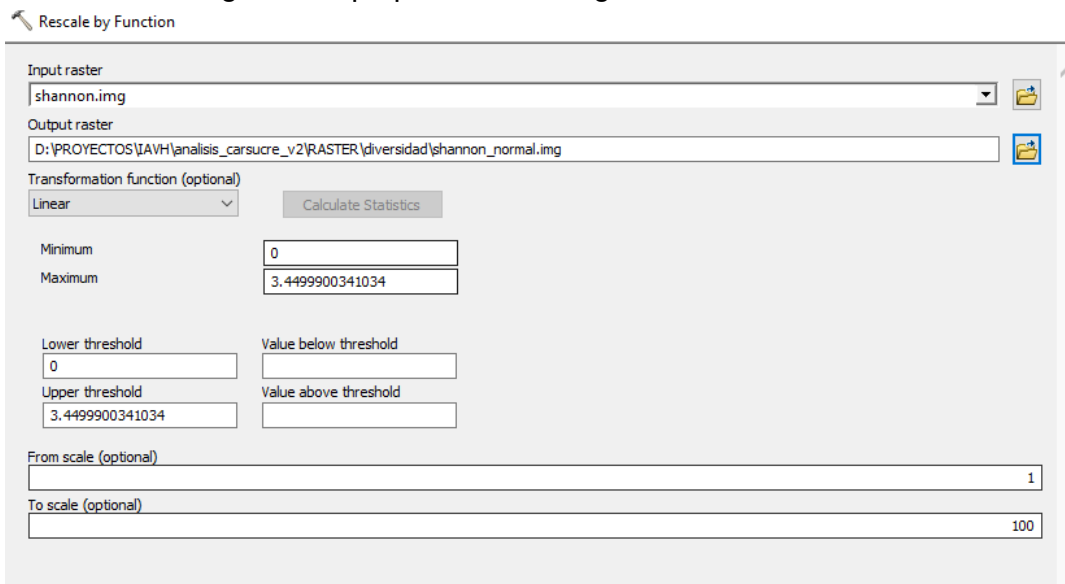
$\beta_1, \beta_2, a, b, c, d, e$: parámetros de la regresión



1. La capa de carbono en biomasa aérea es generada por el IDEAM, y está disponible en el SIAC (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>)
2. Posteriormente se realiza un corte para ajustar los elementos al área de la corporación, mediante la herramienta “Clip”



3. El proceso resultante es rasterizado mediante la herramienta “Feature to raster”
4. Finalmente se normaliza mediante la herramienta “Rescale by function”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100



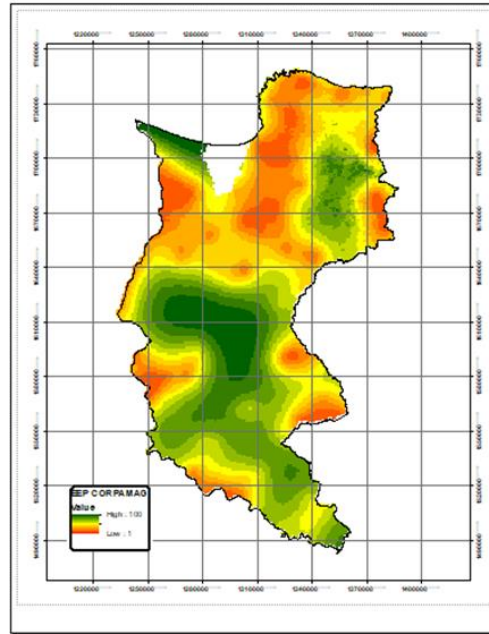
3.2.2. Almacenamiento de Carbono en suelo

Mapa

La valoración del carbono en suelo por lo general no incluye las fases superficiales del carbono disponible como biomasa o

radicular anexa a la planta. En este caso, las raíces vivas, pueden ser consideradas como biomasa, y para el caso de tierras de pastoreo, pueden contribuir con la mayor parte del carbono del suelo (FAO, 1999)

Para la cuantificación de este elemento, el método más frecuente es el de carbono orgánico total a diferentes profundidades o globalmente para uno o más horizontes, y complementar los resultados con transformaciones de datos, teniendo en cuenta densidad y pedregosidad. Las estadísticas se calculan sobre diferentes muestras, y permiten expresar los resultados en función de kg/cm², t/ha o Gt (Pg) totales sobre áreas especificadas y a varios rangos de profundidad (FAO, 1999).



Aspectos para resaltar.

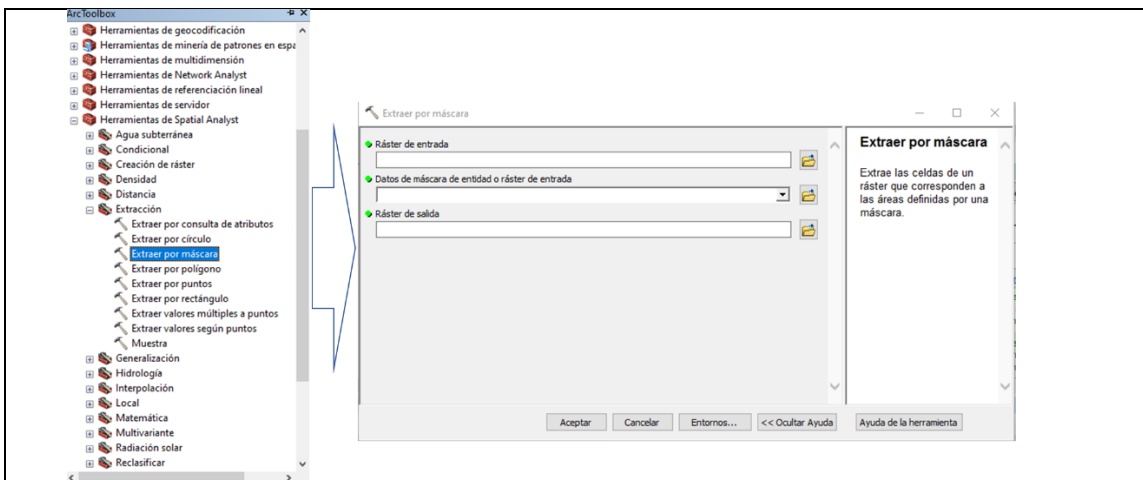
Se encuentra una relación importante con la presencia de bosques en el centro y sur, suroccidente de la corporación (colores verdes), esto está principalmente relacionado con la presencia anterior de bosques y procesos edafológicos asociados a ecosistemas naturales en tiempos previos

Proceso metodológico empleado

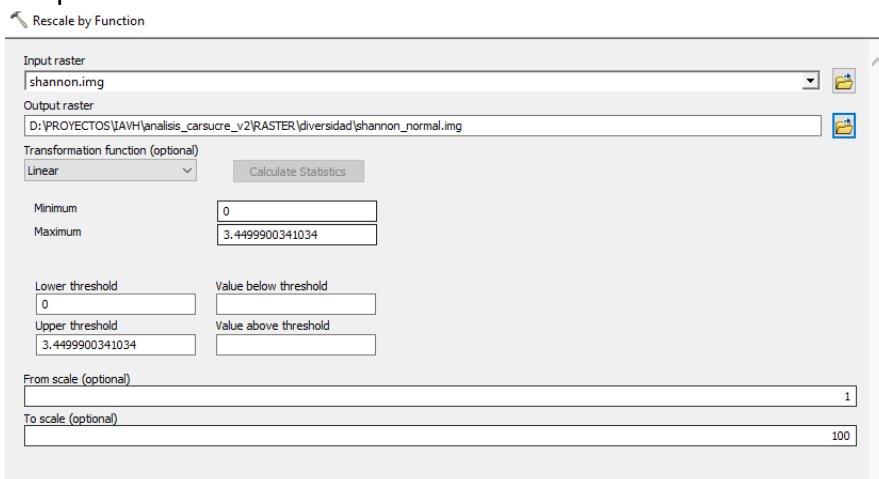
El carbono orgánico del suelo (COS) es el carbono que permanece en el suelo después de la descomposición parcial de cualquier material producido por organismos vivos. (FAO, 2017).

Los suelos representan el mayor reservorio de carbono orgánico terrestre, y varía su capacidad de almacenamiento en función de la geología local, clima, uso y gestión del territorio (además de otros factores ambientales).

1. La capa de información de carbono en suelo es generada por el IGAC, y puede ser gestionada a través del instituto IGAC. Esta viene en formato raster, razón por la cual, para hacer la extracción se debe realizar una máscara.
2. Corte por el área de la corporación “extract by mask”



- Finalmente, al estar la capa de origen en formato raster, simplemente se hace el ajuste y normalización pertinente mediante la herramienta “Rescale by function”: Normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100 para hacer compatibles todos los indicadores.



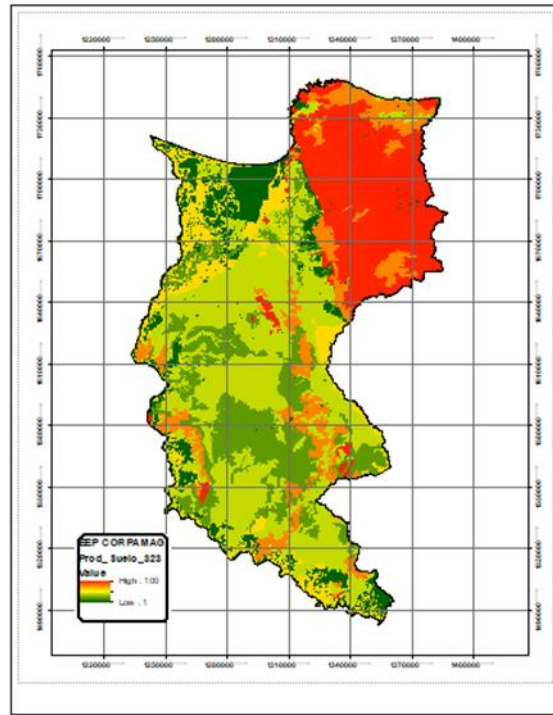
3.2.1. Productividad natural del suelo

La productividad, es entendida como la fertilidad del suelo, la cual corresponde con la capacidad inherente de un suelo para proporcionar nutrientes en cantidades y proporciones adecuadas, mientras que la productividad del suelo es un término más amplio que se refiere a la capacidad de este para producir cultivos (Brady, 1974).

La clase de capacidad agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y de riesgos. Los criterios para clasificar los suelos por su

Mapa

capacidad de uso a nivel de clase se analizan y describen en esta metodología, y se aplican según las características globales y específicas de las tierras. Las clases se reúnen en tres (3) grandes grupos: grupo de tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo (clases I a 4); grupo de tierras que pueden ser utilizadas en forma restringida en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales (clases 5-6-7); tierras que deben ser utilizadas sólo en preservación, conservación y ecoturismo (clase 8) (Torrente, 2009).



Aspectos para resaltar

En términos de valores, cabe mencionar que los suelos I a III, cuentan con una alta productividad, siendo principalmente relacionados con vocación agrícola y producción de alimentos, mientras que por otro lado suelos VII y VIII, por sus condiciones tipográficas presentan restricciones de uso. Se evidencia que la mayoría de la Corporación tiene suelos con algún tipo de capacidad agrícola, siendo los tipos VII y VIII ubicados en la región de la Sierra Nevada.

Proceso metodológico empleado

La productividad del suelo, entendida como fertilidad, corresponde a la capacidad propia de un suelo para la proporción de nutrientes de manera adecuada en términos de cantidad y calidad, esto en pro de la generación de cultivos. La clasificación del nivel de fertilidad se realiza mediante valores de I a VIII, dependiendo de la calidad y potencialidad de estos, siendo los mejores suelos por ser más fértiles los I, II y III, y los suelos más críticos por sus condiciones intrínsecas (pendientes y posible erosión), los suelos tipo VII y VIII.

1. La capa de suelos es generada por y puede ser obtenida en el IGAC.
2. La capa obtenida, es rasterizada mediante la herramienta "Feature to raster", de acuerdo con los niveles de fertilidad presentados



3. El resultado obtenido, al igual que los demás indicadores debe ser normalizado, proceso que se hace mediante la herramienta “*Rescale by function*”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100.

Rescale by Function

Input raster
shannon.img

Output raster
D:\PROYECTOS\IAVH\análisis_carsucre_v2\RASTER\diversidad\shannon_normal.img

Transformation function (optional)
Linear

Minimum

Maximum

Lower threshold Value below threshold

Upper threshold Value above threshold

From scale (optional)

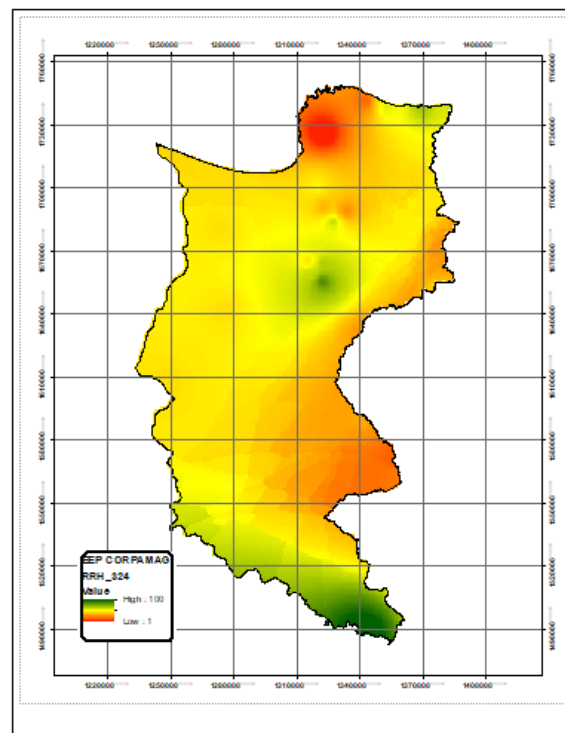
To scale (optional)

3.2.3. Retención y regulación hídrica

“El índice de retención y regulación hídrica, evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca. Este indicador permite evaluar la capacidad de regulación hídrica del sistema en su conjunto.

Para el Estudio Nacional del Agua –ENA-, el índice se calculó con base en la curva de duración de caudales medios diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, y los valores más bajos son los que se interpretan como de menor regulación (IDEAM, 2010)”.

Mapa



Aspectos para resaltar

Es importante mencionar que el indicador, al ser calculado por una entidad nacional, depende en gran medida de los aportes de la red nacional de estaciones, que consideramos no es suficientemente densa y por tal razón no se alcanzan a evidenciar diferencias sustanciales para la jurisdicción de la Corporación.



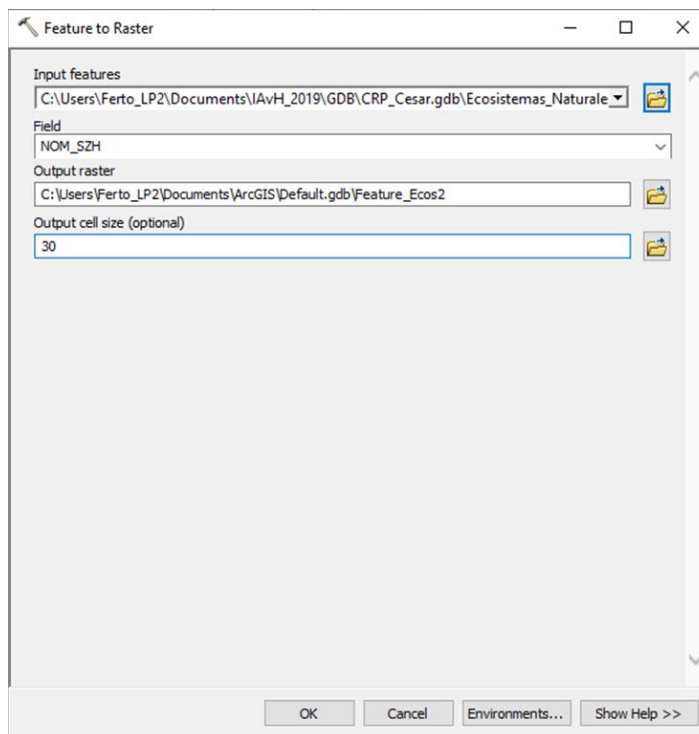
Proceso metodológico empleado

Este mapa hace referencia a la capacidad de retención de humedad de las cuencas hidrográficas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, y los valores más bajos son los que se interpretan como de menor regulación (IDEAM, 2013).

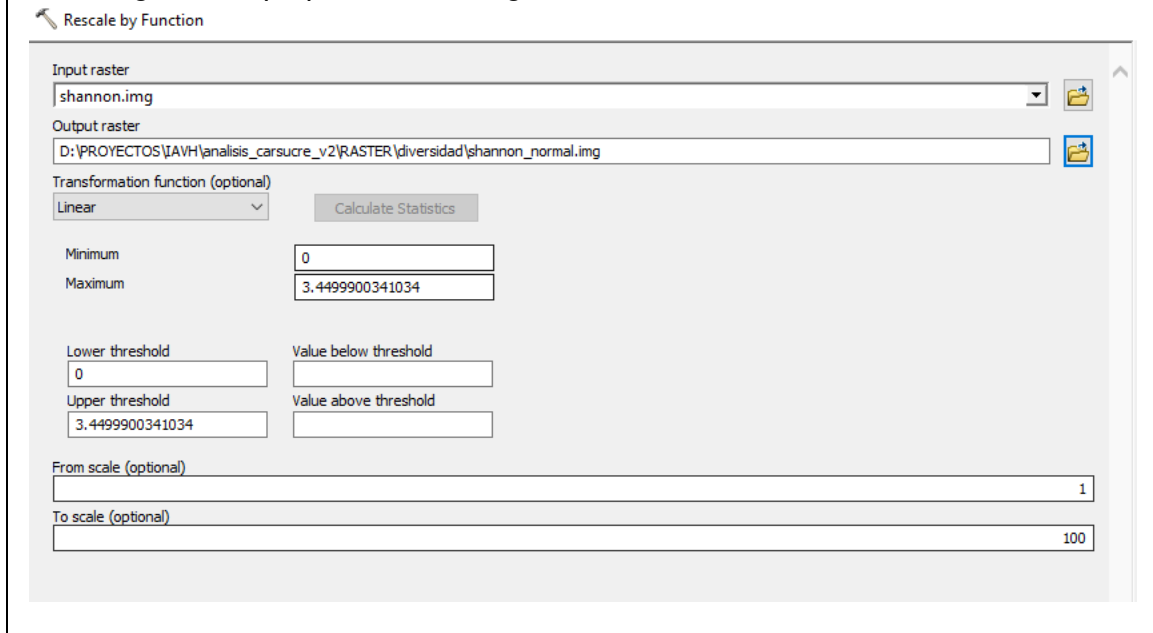
RANGO DE VALORES IRH	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
> 0.85	MUY ALTO	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy alta
0.75 - 0.85	ALTO	Capacidad de la cuenca para retener y regular alta
0.65 - 0.75	MEDIO	Capacidad de la cuenca para retener y regular media
0.50 - 0.65	BAJO	Capacidad de la cuenca para retener y regular baja
< 0.50	MUY BAJO	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy baja

El índice de retención y regulación evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca. Ese indicador permite evaluar la capacidad de regulación del sistema en su conjunto (IDEAM, 2013)

1. La capa de retención y regulación hídrica hace parte del paquete de información del Estudio Nacional del Agua ENA, desarrollado por IDEAM y puede ser consultada a través del SIAC (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>)
2. La capa obtenida, es rasterizada mediante la herramienta “Feature to raster”



- El resultado obtenido, al igual que los demás indicadores debe ser normalizado, proceso que se hace mediante la herramienta “Rescale by function”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100.



CRITERIO 3.3. Culturales

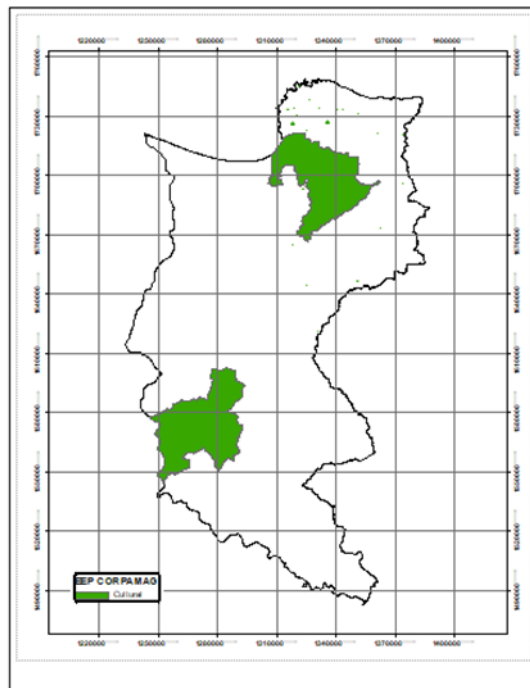
Son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas y las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual (FAO).

INDICADORES

3.3.1 Ecosistemas de importancia cultural

En este indicador se reúnen los ecosistemas que prestan o tienen algún grado de valor cultural para la población del área determinada.

Mapa





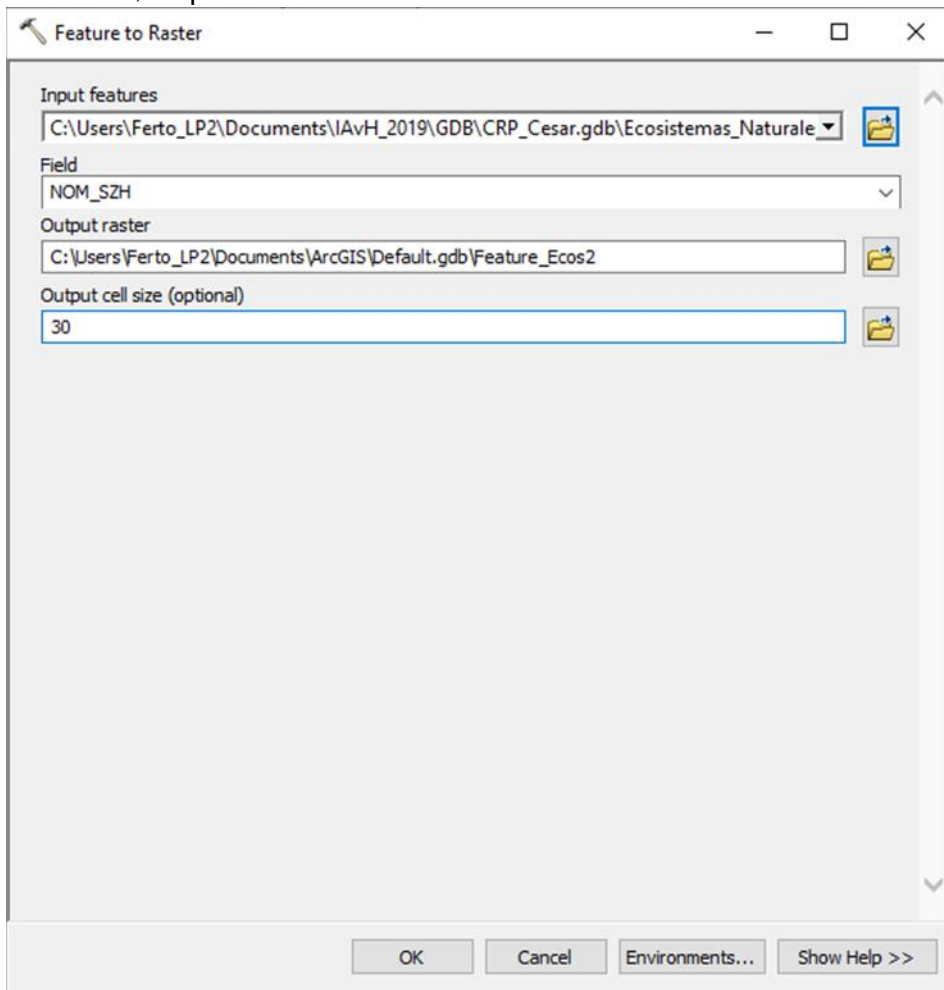
Aspectos para resaltar

Dado que un proxy adecuado para representar los servicios culturales es de difícil estimación, se adoptó para reflejar este servicio la capa de resguardos indígenas que evidentemente refleja la cultura étnica de la región y adicionalmente los puntos de servicios culturales identificados por el Proyecto Conexión BIOCARIBE de FAO, además de los identificados por la Corporación de acuerdo con la idiosincrasia de la región, principalmente representados en los municipios de Plato y Ciénaga.

Proceso metodológico empleado

Los ecosistemas de importancia cultural son tan variados y complejos como las mismas regiones. En este sentido, para el proceso de la EEP en la región caribe, se utilizó como proxy la capa de ecosistemas culturales de conexión biocaribe realizada por la FAO, la cual se basa en socio ecosistemas.

- I. La capa aportada que contiene los ecosistemas de importancia cultural debe ser rasterizada, lo que se hace mediante la herramienta "Feature to raster"



2. Posteriormente el resultado, al igual que para todos los indicadores, debe ser normalizado mediante la herramienta “Rescale by function”: normalización de los datos siguiendo la propuesta metodológica de 1 a 100.

Rescale by Function

Input raster: shannon.img

Output raster: D:\PROYECTOS\IAVH\análisis_carsucre_v2\RASTER\diversidad\shannon_normal.img

Transformation function (optional): Linear

Calculate Statistics

Minimum: 0

Maximum: 3.4499900341034

Lower threshold: 0

Upper threshold: 3.4499900341034

From scale (optional): 1

To scale (optional): 100

AJUSTE DEL ESQUEMA PCI PARA CORPAMAG

Una vez revisada la información disponible y al ser comparada con los indicadores que se proponen en la metodología, se determinó el número de indicadores que se podían generar para su respectiva ponderación y para el desarrollo del modelo cartográfico. De esta manera se obtiene la siguiente matriz de PCI ajustada para CORPAMAG la cual contiene los principios, criterios e indicadores ponderados por la corporación.

TABLA 4. ESQUEMA PCI PONDERADO

PRINCIPIOS	CRITERIOS	INDICADORES			
Biodiversidad	Diversidad de Especies	45.0	Riqueza de Especies	100.0	
	Diversidad de Ecosistemas	55.0	Remanencia de ecosistemas naturales	20.0	
			Diversidad de ecosistemas naturales	16.0	
			Diversidad de ecosistemas endémicos	20.0	
			Riqueza de ecosistemas amenazados	14.0	
			áreas de congregación de especies claves	12.0	
			Representatividad de ecosistemas naturales en AP	18.0	
Conectividad	24.0	Conectividad del paisaje	100.0	índice de fragmentación	48.0
				índice de conectividad estructural	52.0

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

PRINCIPIOS		CRITERIOS		INDICADORES	
Servicios Ecosistémicos	31.0	Provisión	43.0	Oferta de Agua subterránea	55.0
				Oferta de agua superficial	45.0
	Regulación	40.0	Almacenamiento de carbono en biomasa aérea	20.0	
			Almacenamiento de carbono en suelo	20.0	
			Fertilidad (productividad natural del suelo)	20.0	
			Retención y regulación hídrica	40.0	
	Cultural	17.0	Ecosistemas de importancia cultural	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la ponderación para CORPAMAG muestran una concordancia con los elementos planteados en la meta superior, donde el mayor peso está dedicado a las zonas de importancia biológica para la corporación, seguido de los servicios ecosistémicos, fuertemente asociados a esa identificación y conservación de las áreas de importancia ambiental para la corporación. Cabe mencionar que dichos elementos están cartográficamente constituidos por una gran masa boscosa en el suroeste, acompañada de zonas inundables del río Magdalena en los límites orientales de la corporación.

RED ECOLÓGICA

Como parte del proceso metodológico, se plantea que la EEP constituye una red basada en núcleos y corredores, y no una zonificación ambiental, esto siguiendo lo que se plantea en MADS, IDEAM en 2014. En este sentido, los elementos evidenciados corresponderán en primera medida con los que mayor calidad ambiental tienen en el territorio, y posteriormente en elementos que pueden servir como conectividad así:

Áreas centrales o áreas núcleo: Mosaicos de hábitats y/o ecosistemas con una alta calidad ecológica en relación con un paisaje más amplio. La conservación de la biodiversidad tiene importancia primordial y a menudo estas áreas forman parte de un sistema de áreas protegidas tanto terrestres como marinas.

Corredores o área de conectividad: Sirven para unir y mantener conexiones ecológicas o ambientales indispensables para el flujo de materia y energía y facilitar el movimiento e intercambio genético entre los organismos a través del paisaje.

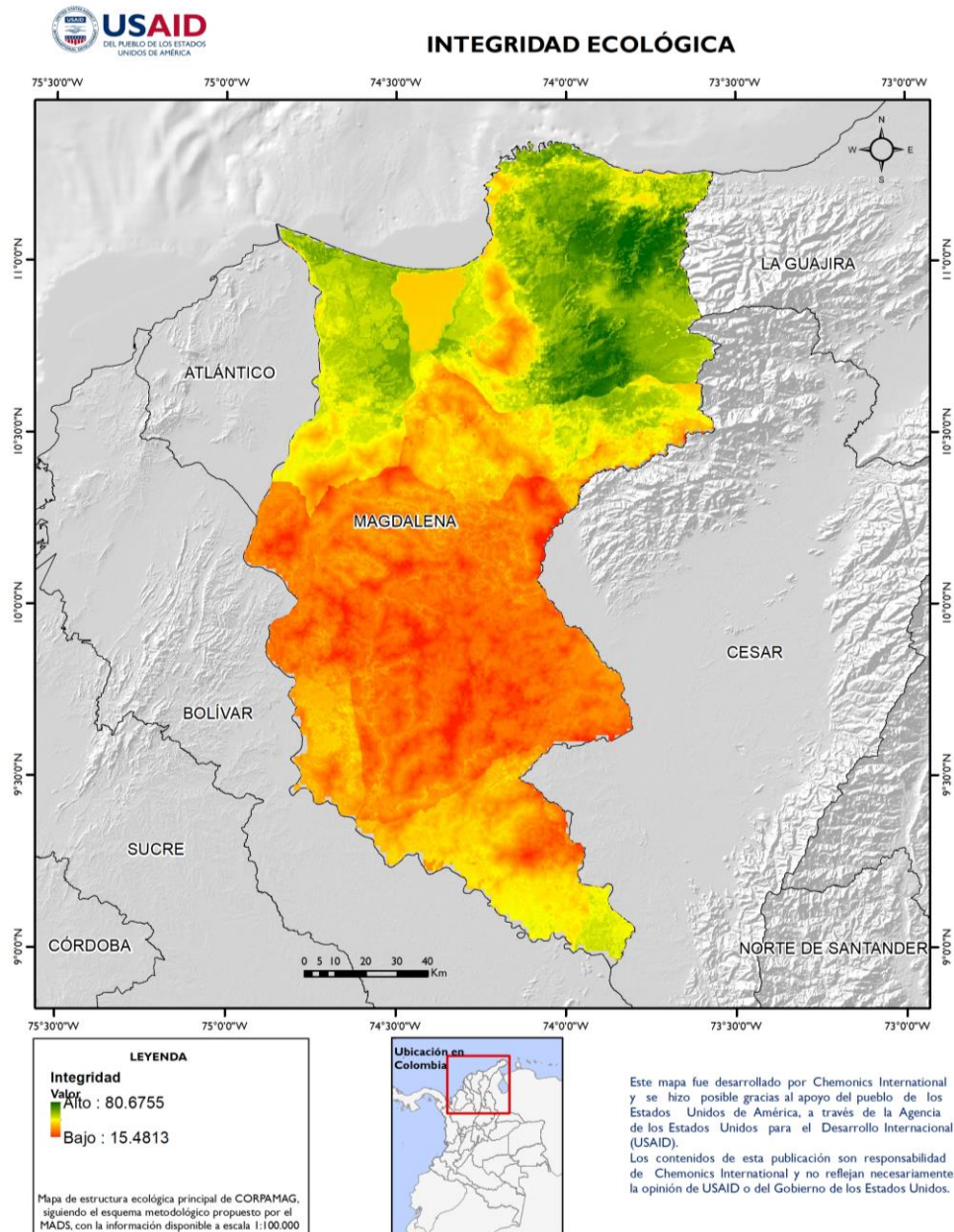
RESULTADOS DE LA EEP DE CORPAMAG

Como se señaló previamente, cada capa correspondiente a cada indicador fue analizada de acuerdo con la metodología (MADS & IDEAM, 2017) y una vez obtenido el resultado, este fue convertido a Ráster y posteriormente normalizado, con lo cual se obtuvo una visión del territorio.

Posterior a este paso, las capas se agruparon por criterio y se realizó una suma ponderada de acuerdo la calificación del grupo de expertos, para finalmente sumar el resultado en una nueva
Diciembre 2020

operación Ráster acorde a cada principio, y siguiendo las directrices emanadas por los expertos en el taller llevado a cabo con ellos. Como es de esperar, en esta capa de integridad ecológica se condensan las operaciones y cálculos de todas las capas que alimentan el proceso, y que son en insumo base para la identificación de los núcleos y corredores. El resultado de esta suma corresponde al mapa de calidad ambiental o integridad ambiental.

MAPA I. MAPA DE CALIDAD AMBIENTAL CORPAMAG



Fuente: Elaboración propia

Este mapa fue dividido en cuartiles como lo indica la metodología para seleccionar el cuartil > 75. En este sentido se presenta a continuación, el mapa por cuartiles para una mejor ilustración.

Diciembre 2020

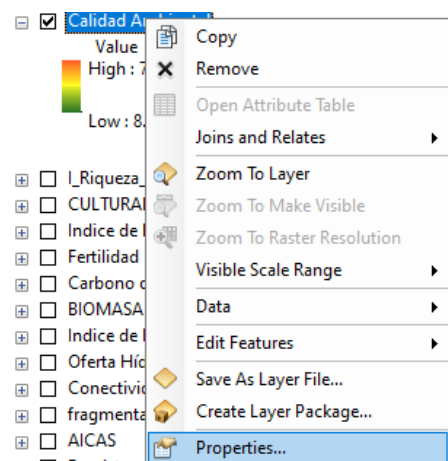
Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).



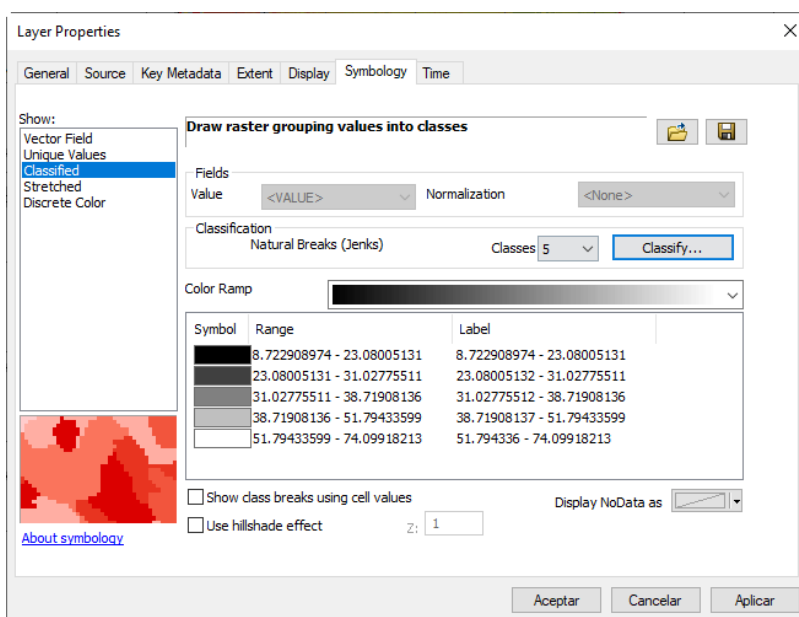
Proceso metodológico empleado

Mapa de calidad ambiental

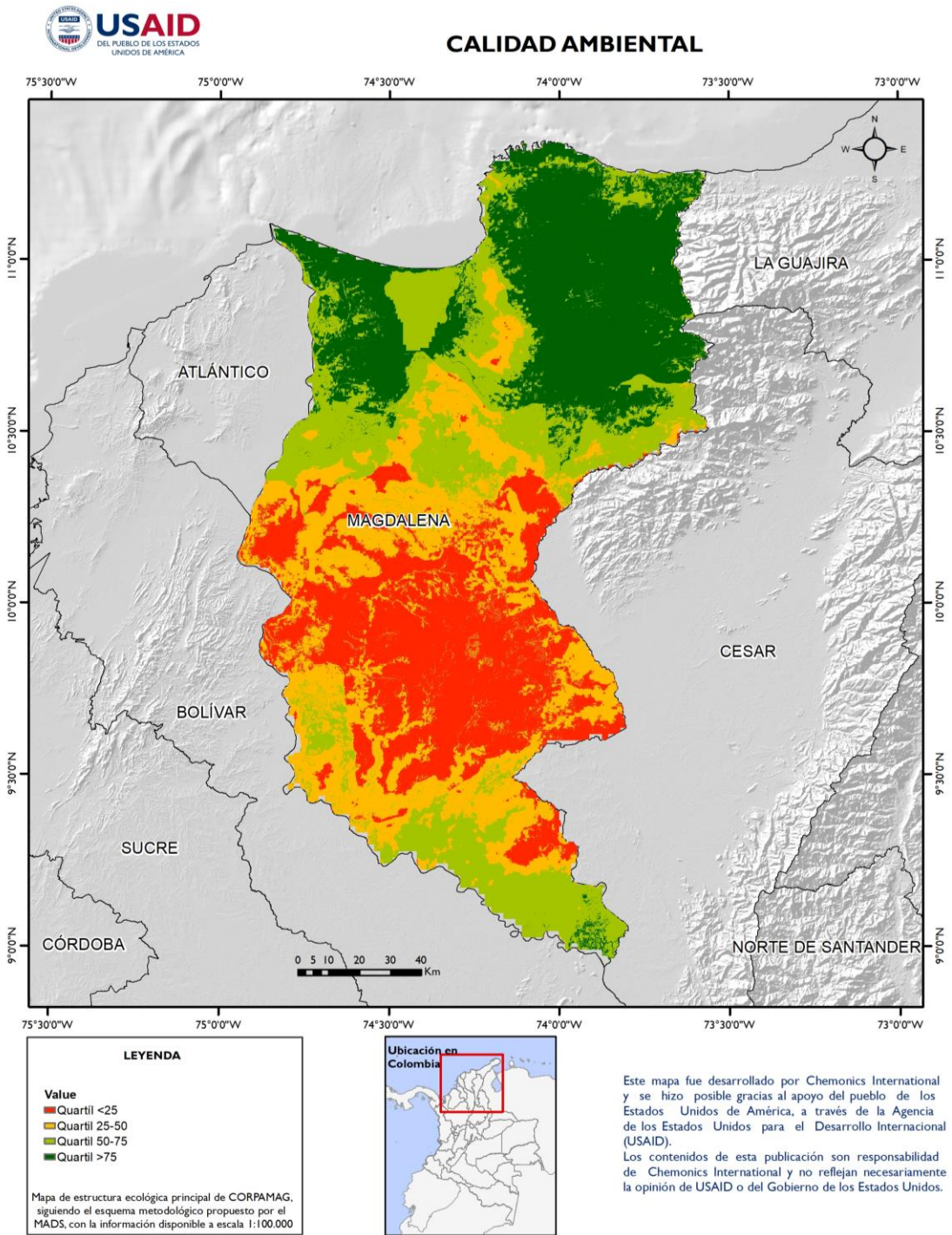
Una vez se han efectuado las operaciones respectivas correspondientes a los criterios se lleva a cabo la última suma, ya sea con la opción raster calculator o con *cell statistics* y la cual consiste en adicionar los parámetros: biodiversidad, conectividad y servicios ecosistémicos y cuyo resultado final es el mapa de calidad ambiental. Sobre este mapa debe elegirse la opción del cuartil superior, la cual responde a lo indicado por el MADS-IDEAM, para esto, sobre el raster recién creado (calidad ambiental) se eligen la opción propiedades:



En la ventana que se despliega a continuación, se elige la opción *classified* y allí se presiona la opción *classify*:



MAPA 2. MAPA DE CALIDAD AMBIENTAL POR CUARTILES



Del cuartil superior junto a los núcleos de fragmentación y los corredores de movilidad que se desprenden de esta primera aproximación surge el mapa de integridad ecológica:

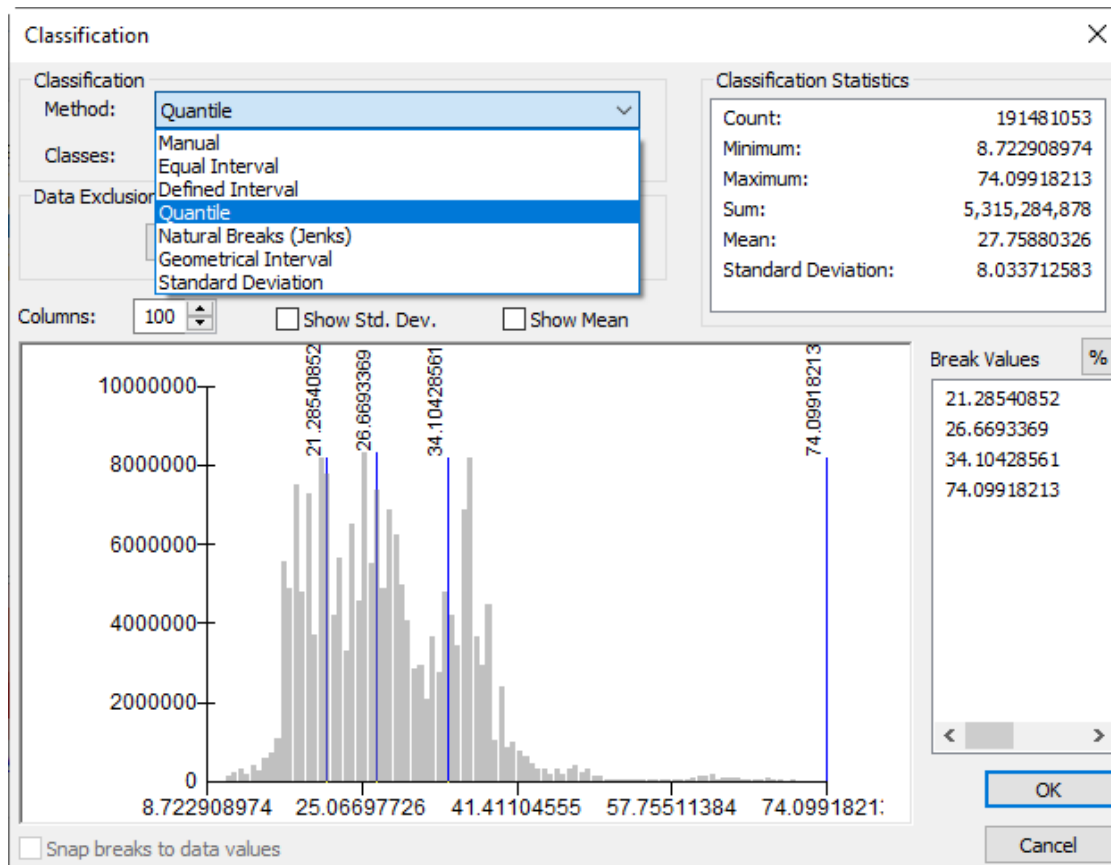
Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).



Proceso metodológico empleado

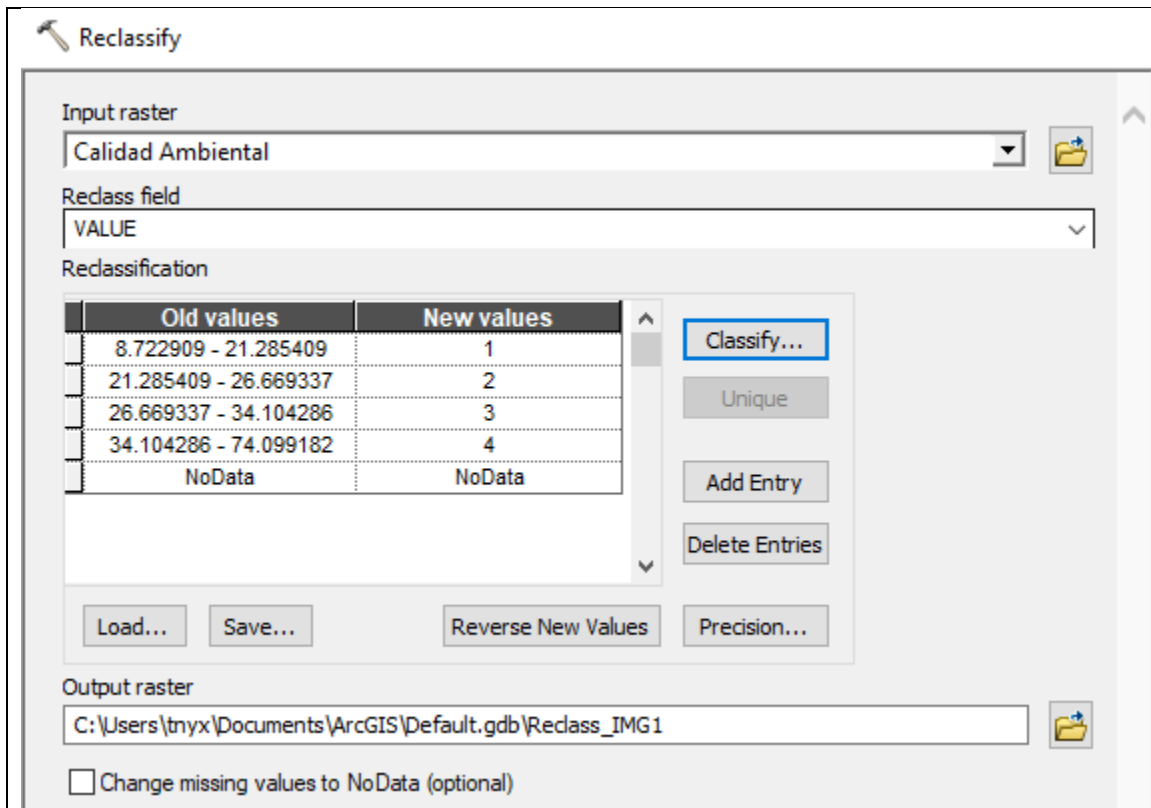
En la nueva ventana, en el método de clasificación se elige la opción cuantile (cuantil), con lo cual el programa agrupa los pixeles de acuerdo con su distribución estadística.



Con lo cual, el mapa debe quedar agrupado de la siguiente manera:

- Calidad Ambiental
- Rangos
- Cuantil <25
- Cuantil 25-50
- Cuantil 50-75
- Cuantil >75

Posteriormente, debe aislarse el cuantil superior, para esto debe reclasificarse este ráster de acuerdo con los cuantiles previamente indicados, lo cual se logra mediante la opción *reclassify* en el menú raster eligiéndose la opción de cuantil. Debe asegurarse que la opción efectivamente corresponda a 4 clases



Posteriormente, es necesario convertir el ráster obtenido en un shapefile lo cual se realiza mediante la opción raster to polygon y del archivo generado se selecciona la opción correspondiente al cuartil superior, en el caso del ejemplo presentado corresponde a gridcode 4.

able

INTESIS_RECLASIFICADA

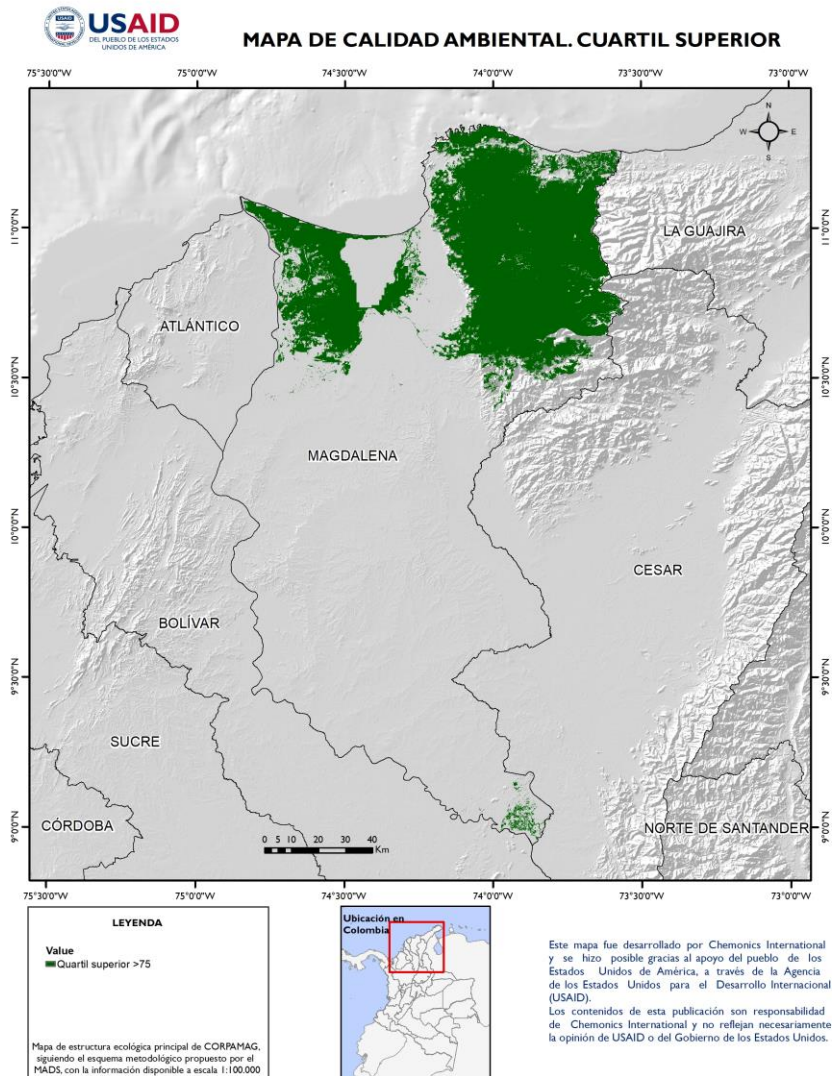
FID	Shape *	Id	gridcode	AREA
0	Polygon	509	4	31.86
1	Polygon	713	4	45.09
2	Polygon	121	4	111.87
3	Polygon	123	4	11.79
4	Polygon	129	4	21.6
5	Polygon	130	4	16.56
6	Polygon	146	4	20640.69
7	Polygon	162	4	19.17
8	Polygon	166	4	52.65
9	Polygon	174	4	32.4
10	Polygon	180	4	24.12
11	Polygon	190	4	12.78
12	Polygon	191	4	12.51
13	Polygon	193	4	32.04
14	Polygon	194	4	13.41
15	Polygon	203	4	13.68
16	Polygon	209	4	10.98
17	Polygon	212	4	12.33
18	Polygon	213	4	30.06

El archivo resultante se une con el principio 5 (consultar la composición del principio 5 en la guía del IDEAM-MADS) y se eliminan todos los polígonos que tengan un área menor a 500 hectáreas. El resultado de esta operación será los núcleos de la Estructura Ecológica Principal.



Luego de esto se corre nuevamente conectividad (referirse al indicador de conectividad estructural ya previamente descrito). En este paso los núcleos corresponden a los elementos del principio 5 y percentil 75 como áreas a conectar, y como matriz de resistencia se utiliza el resultado de la integridad ecológica (se invierten los valores para que haga las veces de resistencia) . El resultado de este proceso, o corresponde a los corredores de conectividad de la EEP y sumados ambos (núcleos y corredores) se obtiene finalmente la Estructura Ecológica Principal.

MAPA 3. MAPA DE CALIDAD AMBIENTAL CUARTIL SUPERIOR



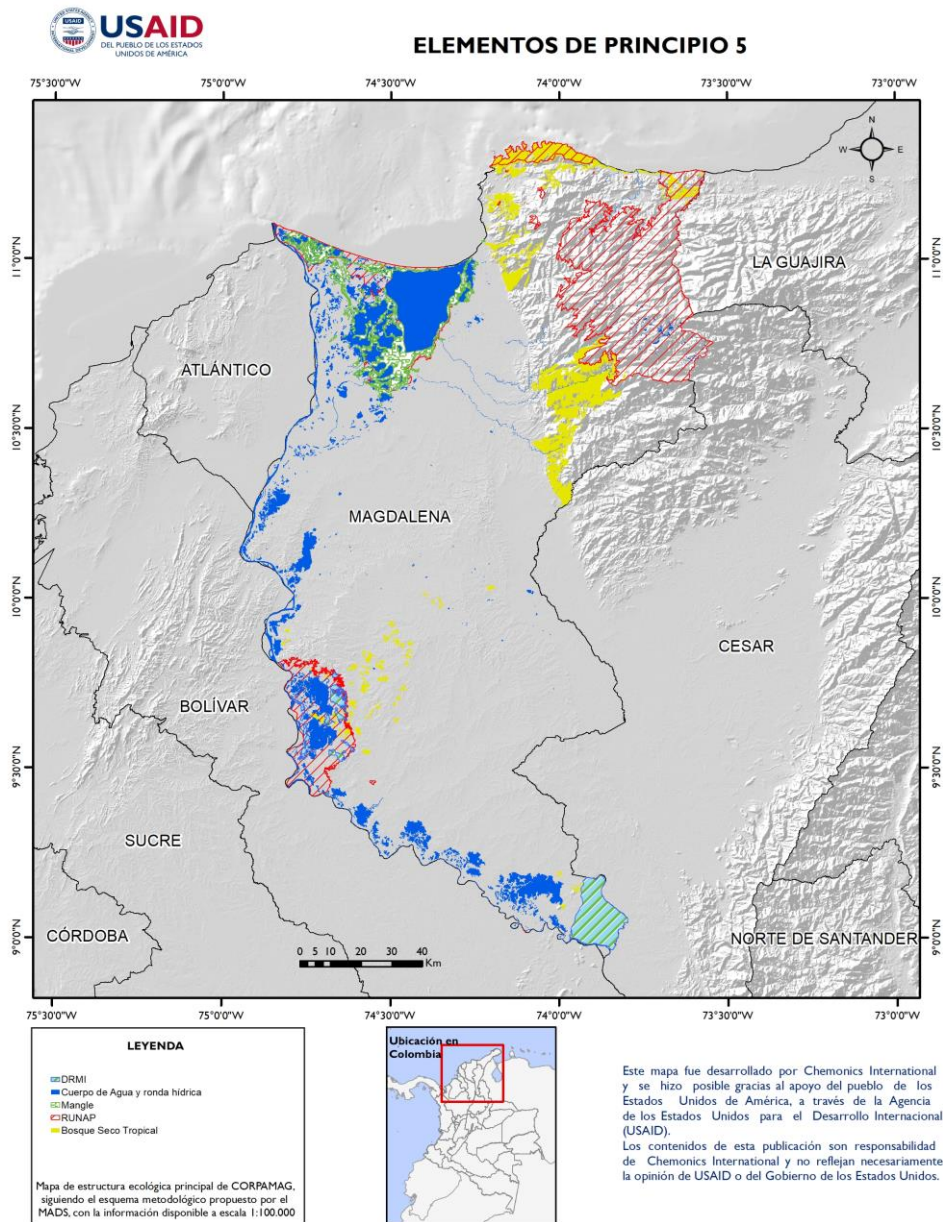
Fuente: Elaboración propia

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Este mapa debe integrarse con el del principio 5 que corresponde a los aspectos legales y reglamentarios, en este mapa (presentado a continuación) se agrupan todas las áreas protegidas, los ecosistemas estratégicos, los cuerpos de agua y su ronda.

MAPA 4. MAPA DE ASPECTOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS (PRINCIPIO 5)



Fuente: Elaboración propia

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

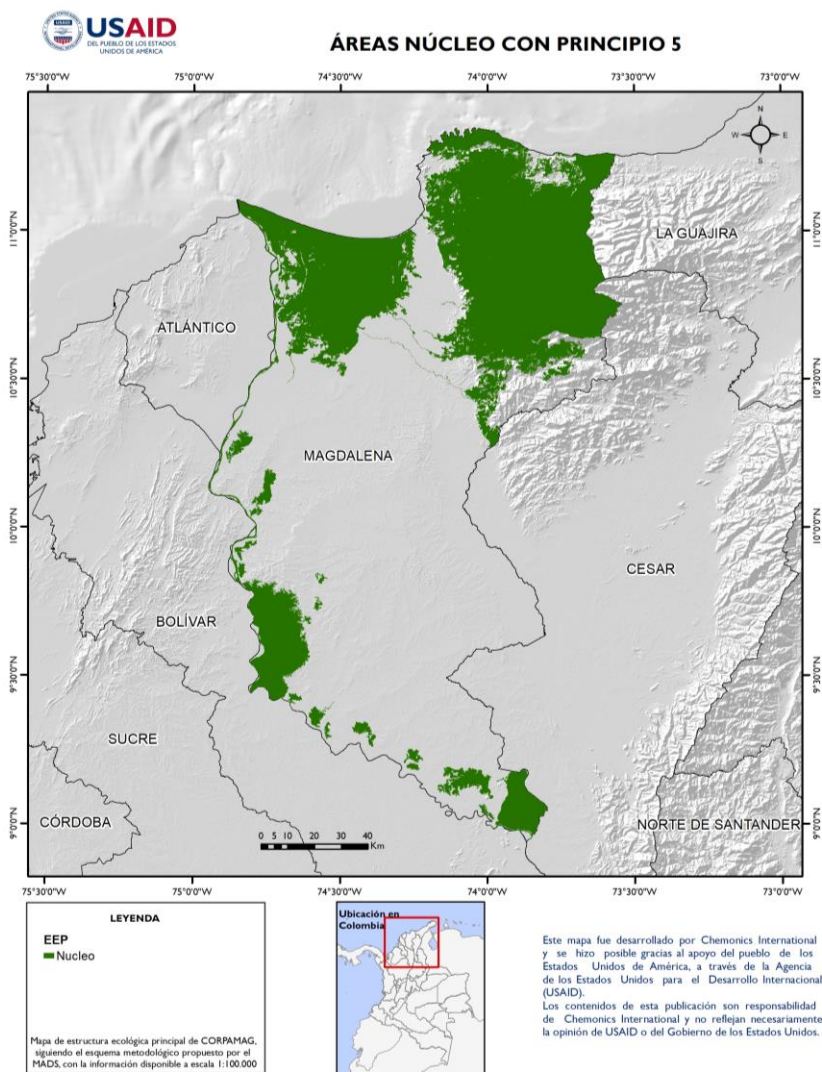
ELEMENTOS DE LA RED ECOLÓGICA

Gracias a la unión de ambos mapas, pueden distinguirse dos elementos constitutivos de la red ecológica principal.

- **Núcleos:**

El primero corresponde a las áreas núcleos y que está constituido por las áreas protegidas, el mapa de integridad ecológica (áreas con percentil 75), los ecosistemas protegidos y otros elementos que constituyen superior jerarquía. En últimas esto denota los lugares con mayor integridad ecosistémica y, por ende, son las zonas que más deben preservarse gracias a su estado actual o en las cuales se recomiendan acciones de restauración.

MAPA 5. MAPA DE ÁREAS NÚCLEO CON PRINCIPIO 5



Se puede evidenciar que los núcleos identificados corresponden de manera importante con áreas que cuentan con alguna figura de protección. Estos lugares parecieran ser los que en efecto

Diciembre 2020

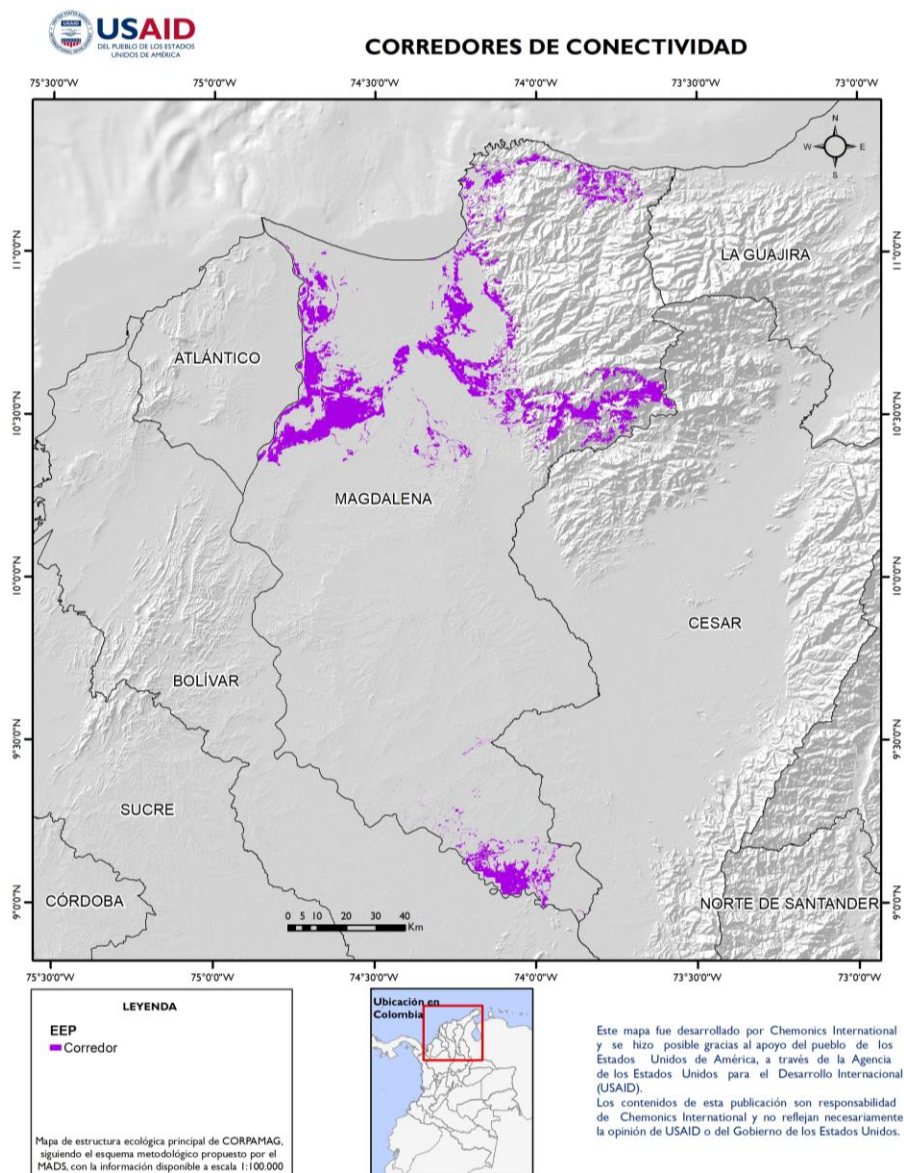
Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

cuentan con mayor integridad ecológica, y por tal razón están asociados a áreas que deben estar gestionadas bajo procesos de preservación, o en su defecto, a procesos de restauración, dependiendo del estado actual de las mismas.

- **Corredores:**

Los corredores se conforman por zonas donde se pueden establecer vínculos entre otras áreas, en este caso, áreas núcleo, lo que facilita el flujo de materia, energía o individuos. En el proceso de identificación de los corredores, se incluyen las redes de drenaje, sin embargo, el proceso de identificación de los corredores finales depende de una aplicación de métricas del paisaje y otros ajustes teniendo en cuenta las observaciones realizadas por la corporación, en tal medida este resultado será modificado dando alcance a lo anteriormente mencionado.

MAPA 6. MAPA DE CORREDORES O ÁREAS DE CONECTIVIDAD



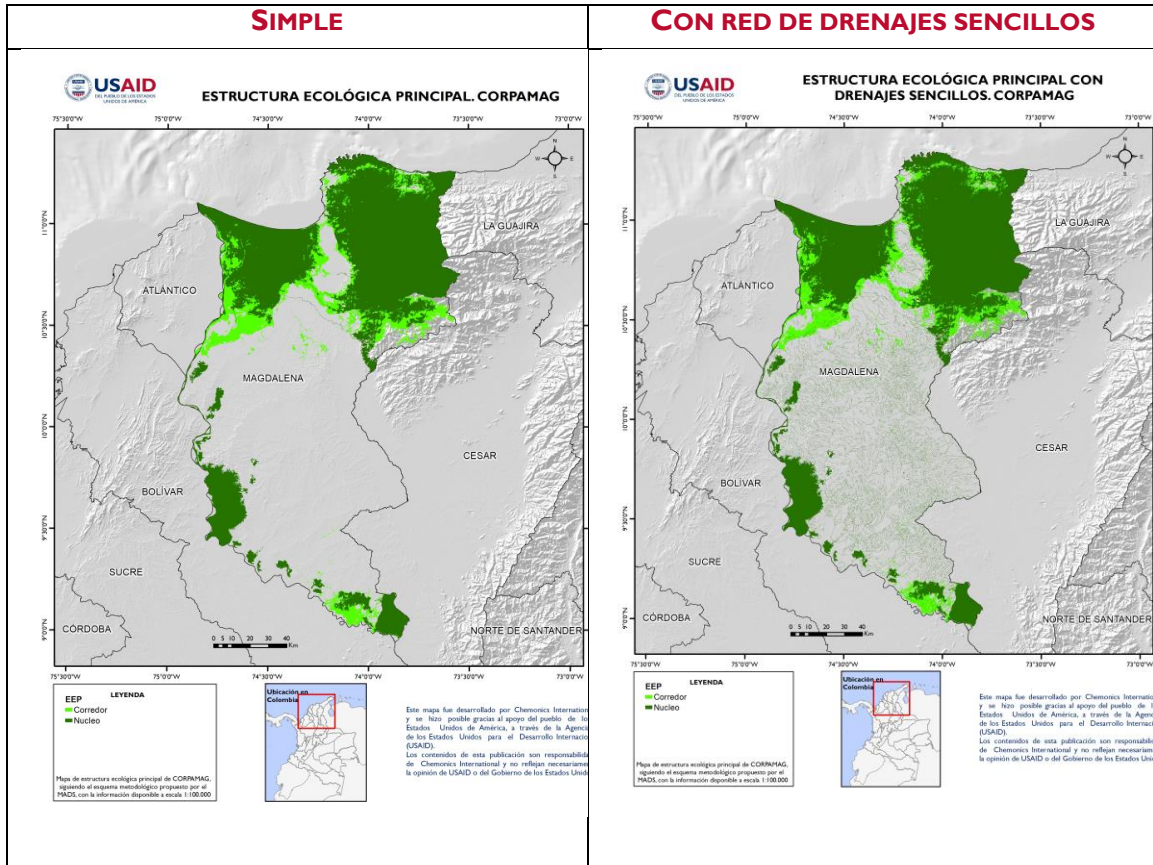
Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).



Finalmente, la sumatoria de las áreas núcleo y los corredores constituyen la estructura ecológica principal de la Corporación como se ilustra en el siguiente mapa:

MAPA 7. ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL

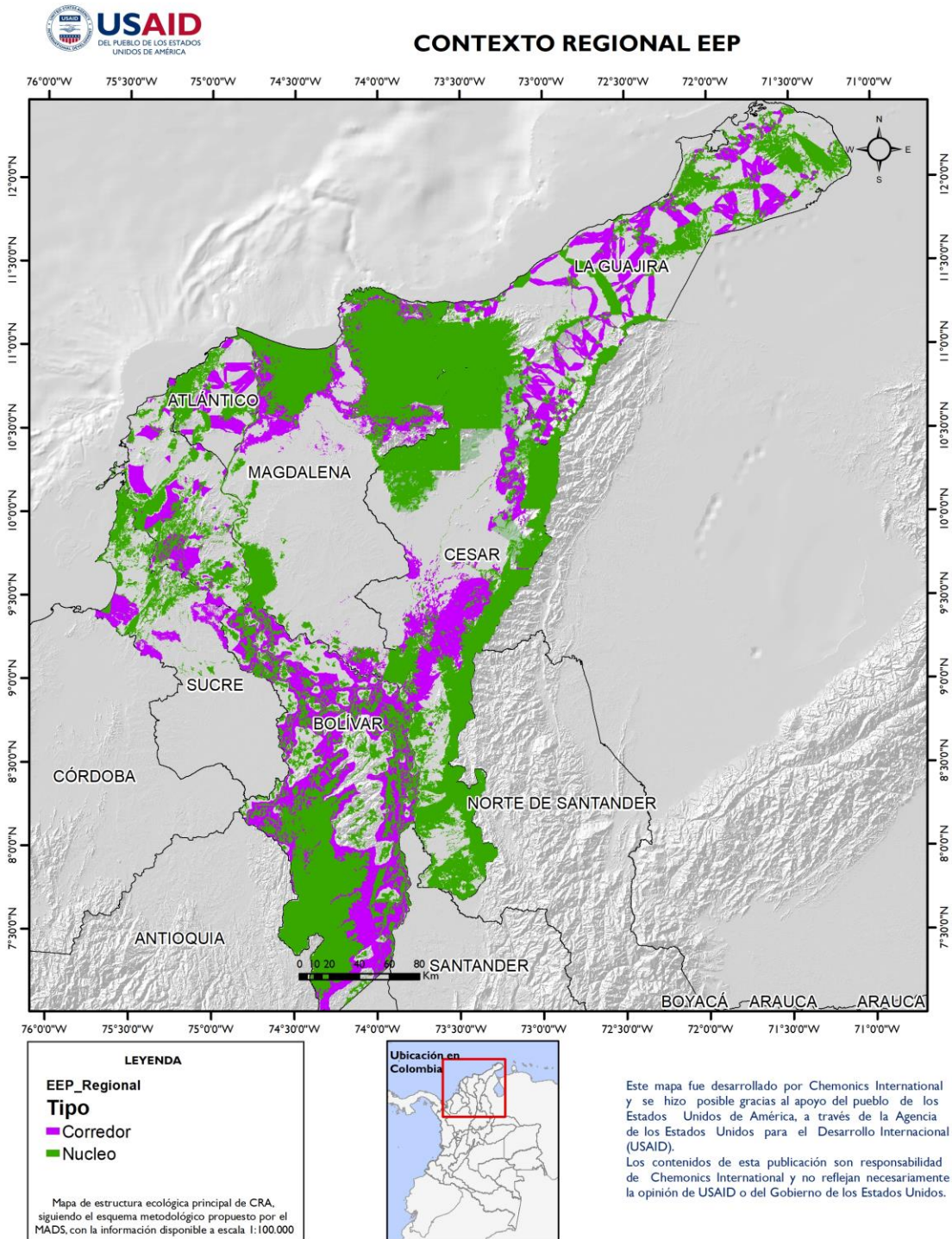


Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE LA EEP DE CORPAMAG EN EL CONTEXTO REGIONAL

De los resultados obtenidos, se pueden identificar grandes núcleos, principalmente por la gran cantidad de elementos naturales que se encuentran en la corporación. En este sentido, estas grandes áreas, que algunas cuentan con elementos de P5, tienen grandes posibilidades de conectarse mediante corredores, y a su vez conectar con otras áreas identificadas como núcleos en Corporaciones adyacentes: CORPOGUAJIRA, CORPOCESAR, CSB, CARDIQUE y CARSUCRE (Mapa 8).

MAPA 8. ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL EN CONTEXTO



Fuente: Elaboración propia

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

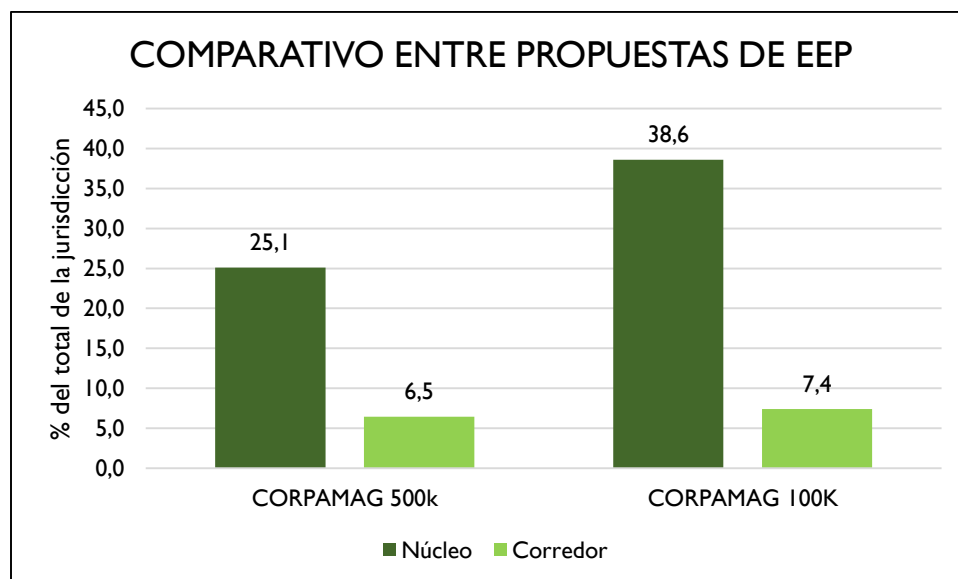
CONCLUSIONES

El proceso de identificación de la EEP para CORPAMAG, presenta un total de 1058792 ha, 169436 ha en corredores y 889356 ha de núcleos.

La EEP presentada en 2014 (Figura 1), cuenta con un área conjunta (núcleos y corredores) de 727.461,1 ha, lo que corresponde al 68% de la EEP generada por el Programa Riqueza Natural. Del área total de CORPAMAG (incluyendo las áreas protegidas), la EEP del 2014, tenía una cobertura del 31,6%, mientras que la propuesta actual tiene una cobertura del 45.9%, lo que quiere decir, que, con las capas incluidas en el nuevo proceso y el ajuste de escala, se logran identificar 14.4% más de áreas de EEP en el área de CORPAMAG (MAPA 9).

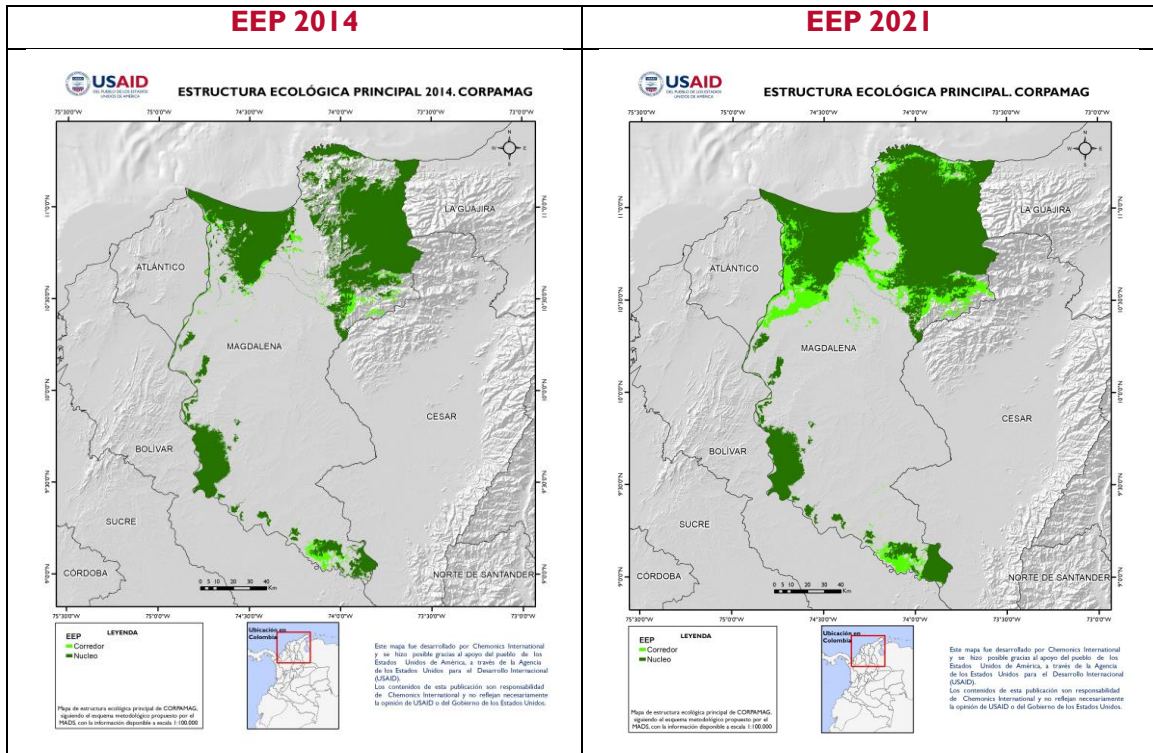
Existen zonas o parches del departamento las cuales a futuro se complementarán con procesos de validación y verificación de tal manera que se realice la inclusión del análisis de conectividad y/o fragmentación, tal es el caso de la zona central del departamento.

FIGURA 1. COMPARATIVO ENTRE PROPUESTAS DE EEP



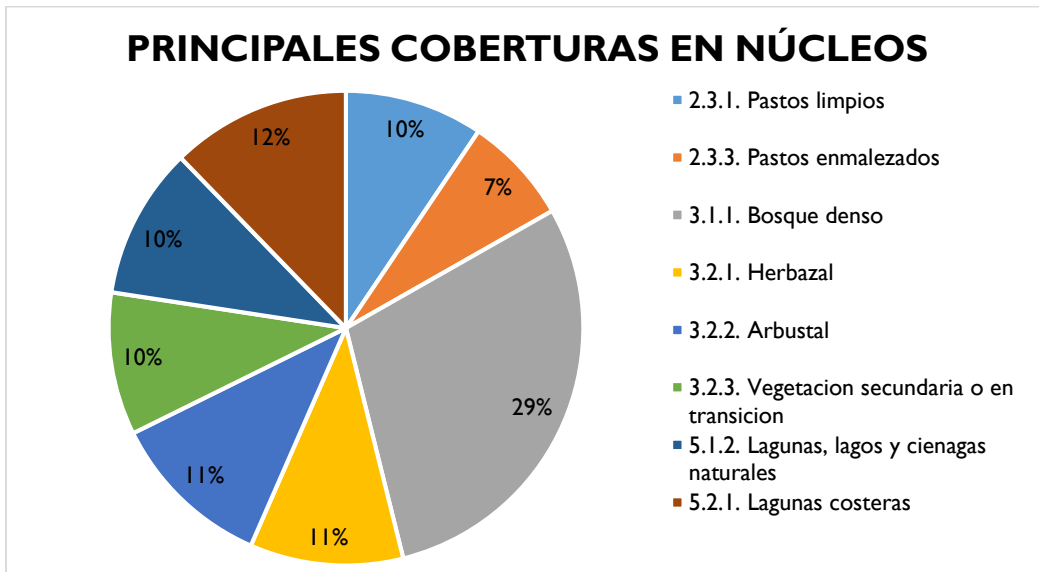
Fuente: Elaboración propia

MAPA 9. ESTRUCTURA ECOLÓGICA CORPAMAG 2014 VS 2021



Para el caso de los núcleos, la mayor cantidad de coberturas está representada por bosques y áreas seminaturales con más del 60%, estando principalmente representada por bosque denso (**FIGURA 2**)

FIGURA 2. PRINCIPALES COBERTURAS EN NÚCLEOS %

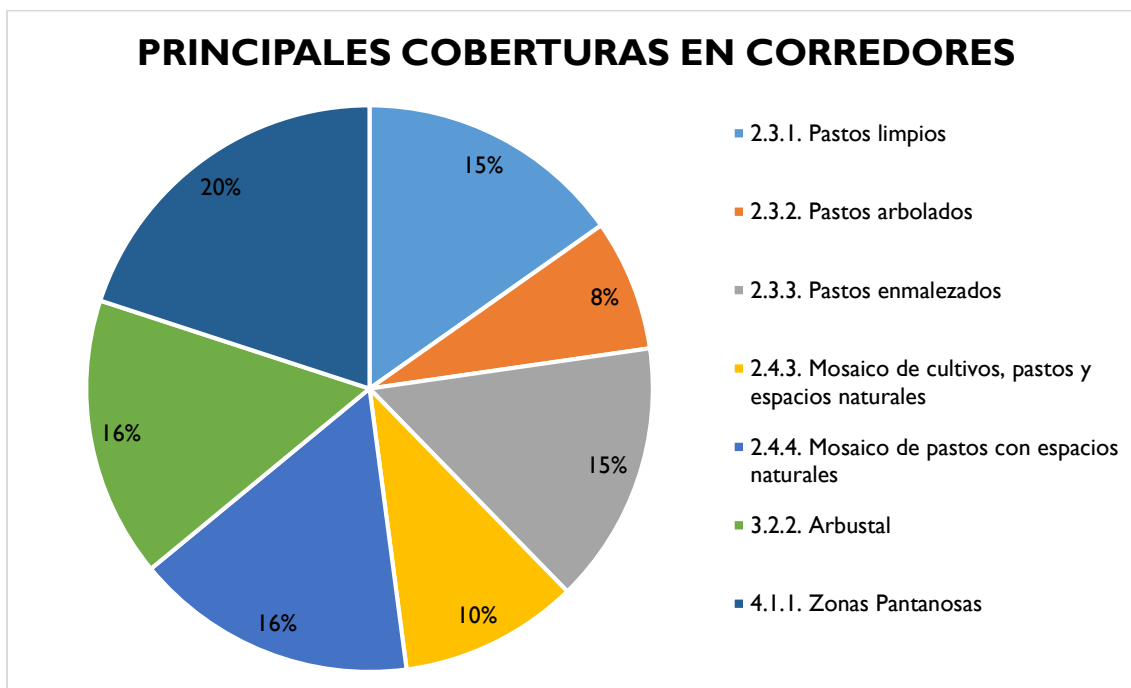


Dentro del análisis de coberturas para los corredores, se evidencian coberturas de diferentes clases, siendo la que mayor representación tiene los territorios agrícolas con el 60%, y un 18% de los corredores, se encuentra asociado a las zonas pantanosas (**FIGURA 3**).

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

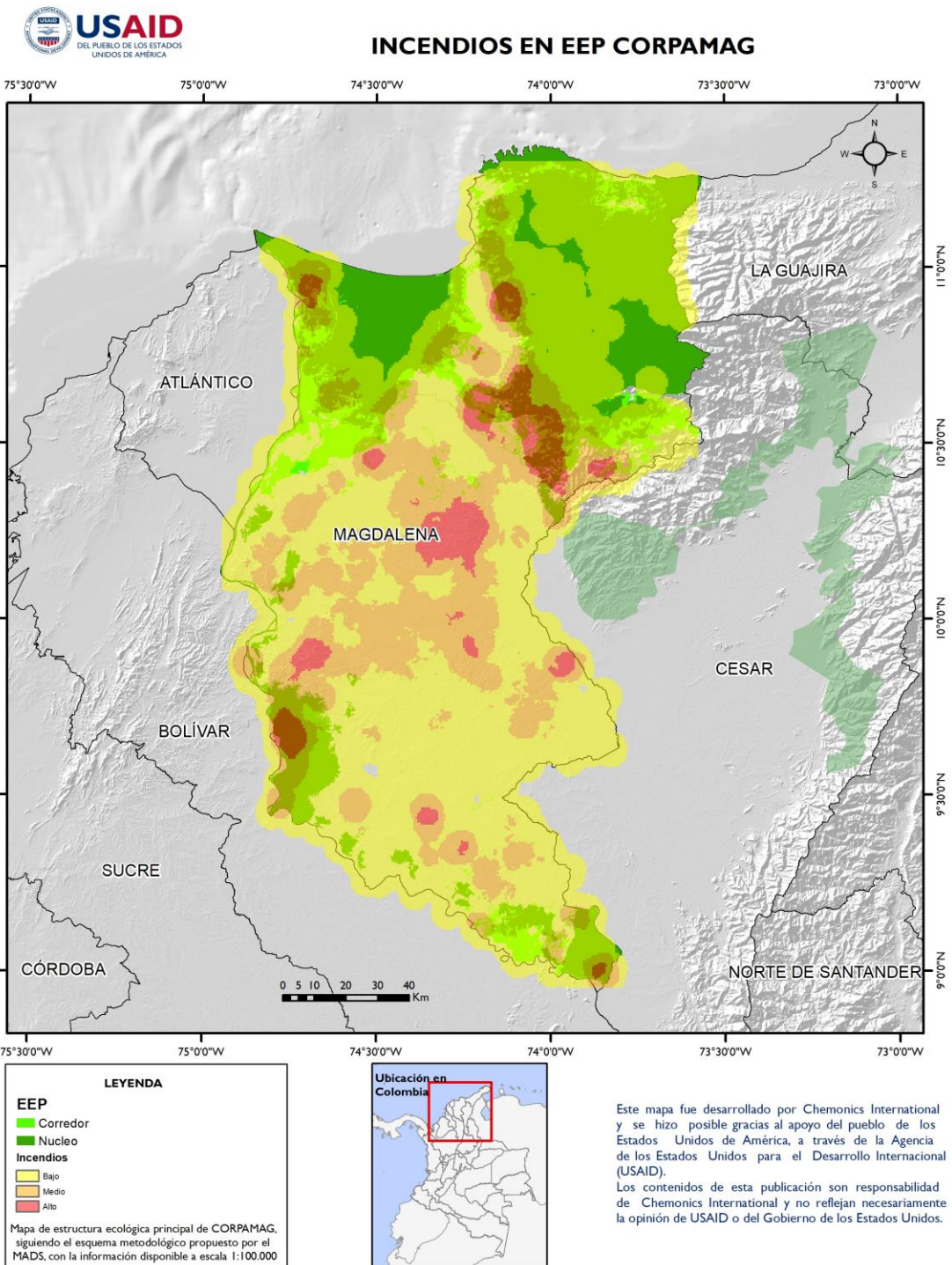
FIGURA 3. PRINCIPALES COBERTURAS EN CORREDORES %



El 53.64% de la EEP de CORPAMAG, está bajo alguna categoría de reglamentación (p. ej. Humedales, rondas de ríos, etc.). De estos el 31.5% corresponden a áreas del RUNAP. Esto principalmente está conformado por tres bloques de gran importancia regional y nacional, como es el caso del Vía Parque Isla Salamanca, la Ciénaga Grande de Santa Marta y la Sierra Nevada de Santa Marta.

El 39.63% de la EEP de CORPAMAG (2020) ha tenido incendios entre marzo de 2019 y marzo de 2020 (Mapa 10), de estos el 18.3% se dio en corredores, y el 81.7 en núcleos.

MAPA 10. INCENDIOS ENTRE MARZO DE 2019 Y MARZO DE 2020 EN LA EEP DE CORPAMAG



El 4.75% de la EEP de CORPAMAG 2020 ha tenido procesos de deforestación. De estos, el 3.6% se ha dado sobre núcleos, y 1.10% se ha dado sobre corredores (MAPA 11).

Diciembre 2020

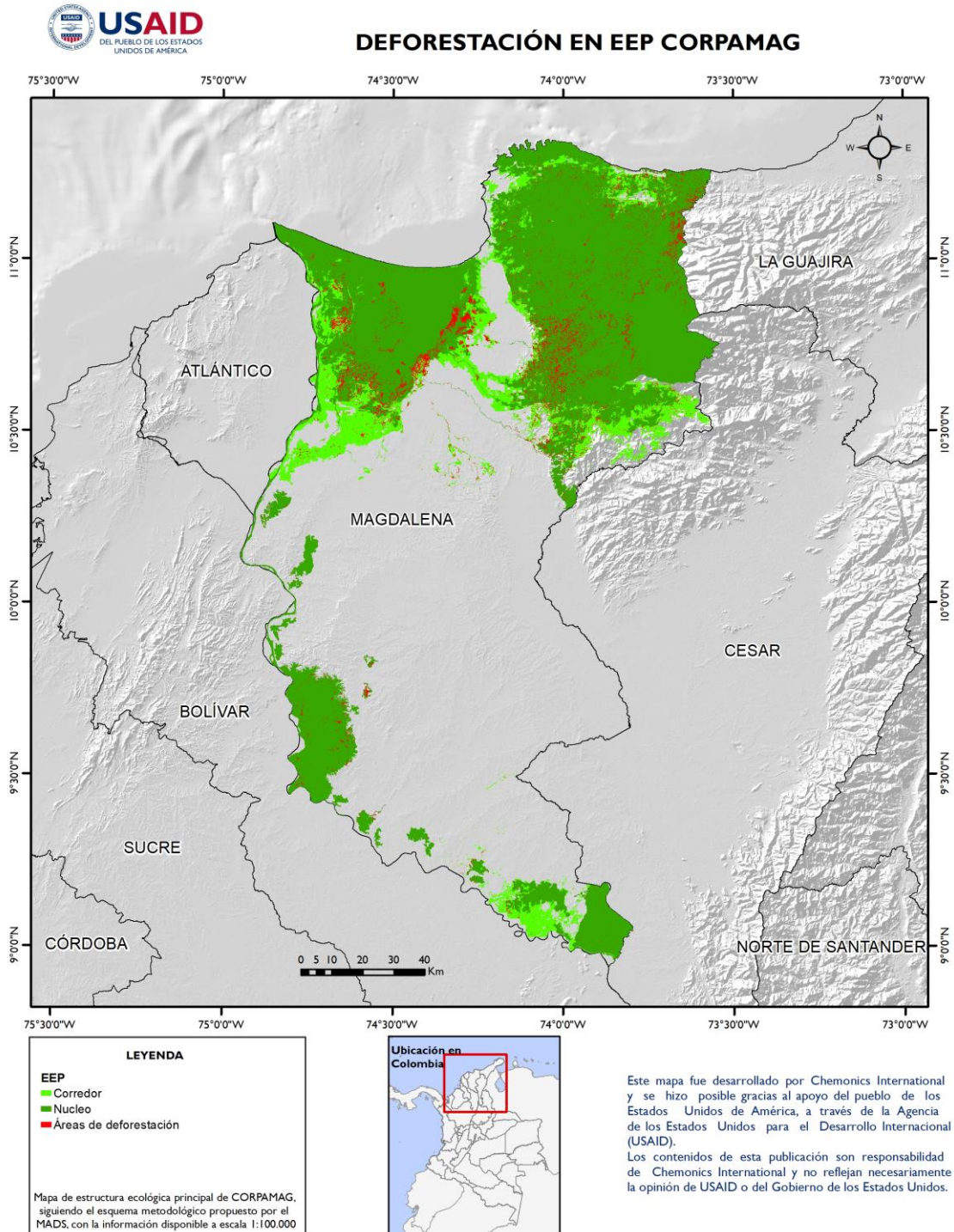
Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

PROGRAMA RIQUEZA NATURAL

MAPA II. DEFORESTACIÓN ACUMULADA EN LA EEP DE CORPAMAG 2020



Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

REFERENCIAS

MADS & IDEAM (2014). Marco conceptual del modelo predictivo propuesto para predecir los cambios en la estructura ecológica de la nación 59p. Convenio No. 006 de 2014 IDEAM – MADS.

MADS & IDEAM (2014). Versión de la red ecológica de las zonas piloto y nivel nacional de acuerdo con la información nacional disponible en los institutos de investigación del SINA. Convenio interadministrativo No. 297 de 2014 MADS, No. 006 de 2014 IDEAM.

MADS & IDEAM (2017). Guía Técnica para la identificación de la Estructura Ecológica Principal. Referente para la zonificación ambiental del territorio. Bogotá D, C., Colombia 62p.

IDEAM (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C. 496 páginas.

Arias, J. y Durango, E. (2018). Propuesta de un método para desarrollar Sistemas de Información Geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil-SCRUM. Cuaderno Activa, (10), 29-41.

Banco Mundial. (2011). Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de medio ambiente y Desarrollo Sostenible Región para América Latina y el Caribe.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 34(1), 487-515.

Guevara, J. A. (1992). Esquema metodológico para el diseño e implementación de un sistema de información geográfico. *Geographicalia*, (29), 21-32.

Ideam, (diciembre 2010), Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá.

Lamelas, M. T. (2009). Esquema metodológico para la toma de decisiones sobre el uso sostenible del suelo: Aplicación a la localización de suelo industrial. *Geofocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (9).

McRae, B.H., Dickson, B.G., Keitt, T.H., Shah, V.B. (2008). Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology* 89, 2712-2724.

Pauchard, A., Aguayo, M. & Alaback, P. (2006). Cuantificando la fragmentación del paisaje: las métricas y sus significados ecológicos. En A. Grez, J. Simonetti, & R. Bustamante (Eds.). *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*: 41-67. Santiago: Editorial Universitaria.

ANEXO A.

Anexo Digital:

Contiene GDB con los PCI y resultados de la EEP para la corporación correspondiente.

ANEXO B

MEMORIA DE REUNIÓN CON CORPAMAG

El desarrollo de la reunión se dio de manera virtual, donde las personas de la CAR atendieron a la solicitud del programa Riqueza Natural, para la identificación de la meta superior y ponderación de los PCI para la EEP. En este sentido el proceso desarrollado consistió en socializar los elementos requeridos para el desarrollo de la EEP, y como se iba a identificar la meta superior, y las preguntas orientadoras, como se relaciona a continuación:

Propuesta de meta superior

La guía técnica para la identificación de la EEP, según lo establecido por (IDEAM, 2011); (IDEAM, 2012) y (MADS-UNAL, 2013), menciona que todo el proceso parte y se fundamenta en la identificación de elementos de una meta superior, que será alimentada por elementos de información espacial, que permita nutrir el esquema de principios, criterios e indicadores (PCI), de cuya interacción se puedan evidenciar los componentes de dimensión Ecológica y la dimensión de gestión. Esto es que por un lado se puedan identificar los elementos constitutivos de dicha red, y que, a partir de ellos, se puedan orientar procesos de ordenamiento del territorio.

Para el proceso de identificación de dicha meta superior, se plantea que sean tenidas en cuenta entre otros aspectos cuestiones como:

- ✓ ¿Cuáles son los principales ecosistemas que dan sustento a la región?
Cenagosos Chilloa, complejo Zarate Malibu y Veladero, zonas boscosas de las estribaciones de la Sierra Nevada (conservación de grandes felinos). Manglares de la Ciénaga Grande de la Magdalena, Caño Sciller y Ciénaga de Buena Vista, Quebrada Chimicuica, madres viejas de la región litoral entre Rio Piedras y Don Diego.
- ✓ ¿Cuáles de estos ecosistemas se encuentran más amenazados o vulnerables?
Manglares de Ciénaga Grande de la Magdalena, además de madre viejas de la región litoral entre Rio Piedras y Don Diego, zonas adyacentes a la Quebrada Chimicuica, igualmente los relictos de Bosque Seco Tropical.
- ✓ ¿Qué servicios ecosistémicos queremos potenciar a través de la estructura ecológica?
Provisión de alimentos por parte de los humedales del departamento, regulación de inundaciones por parte de los humedales. Servicios culturales asociados a caimán o babilla, en Plato y Ciénaga. provisión de recurso hídrico, en las estribaciones de la Sierra Nevada. Identificación de zonas de recarga hídrica potencial, y fuentes hídricas, para provisión de recurso hídrico. Servicios asociados a la presencia de Mangle, como servicio de soporte, provisión y regulación.

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Como propuesta de meta superior se plantea la siguiente base, para ser complementada y ajustada según la experticia de cada CAR:

CORPAMAG

“La EEP de CORPAMAG buscará el fortalecimiento del ordenamiento ambiental territorial, buscando una armonización y preservación entre los ecosistemas propios de los complejos Cenagosos del departamento asociados al Río Magdalena, zonas boscosas de las estribaciones de la Sierra Nevada, manglares de la Ciénaga Grande de la Magdalena, Quebrada Chimicuica, madres viejas de la región litoral entre Rio Piedras y Don Diego, que además son espacios de distribución de especies de importancia como el jaguar (Pantera onca), caimán, cotorra (Pyrrhura viridicata), iguana, nutria, y tortugas como la Carey o caguama e icotea. Adicionalmente se propenderá por la conservación de servicios ecosistémicos de provisión de alimentos y regulación de inundaciones por parte de los humedales del departamento. Servicios culturales asociados a caimán o babilla, en Plato y Ciénaga, jaguar en Ariguaní, y provisión de recurso hídrico, en las estribaciones de la Sierra Nevada, además de fortalecer la conservación de zonas de recarga hídrica potencial, y fuentes hídricas, para provisión de recurso hídrico, y servicios asociados a la presencia de mangle (servicios de soporte, provisión y regulación)”

Una vez identificada la meta superior, se socializó el proceso de ponderación como está establecido a continuación:

Propuesta de ponderación de principios, criterios e indicadores

La metodología de Principios, Criterios e Indicadores (PCI) implementada por IDEAM y adoptada por MADS, plantea una serie de ponderaciones sobre cada uno de los componentes que alimentarán la EEP. En este sentido, por ejemplo, para el caso de los principios que son 3 (biodiversidad, conectividad y servicios ecosistémicos), la sumatoria de estos debe ser 100, y se distribuye en función de la valoración que sea considerada por los conocedores del territorio, dándole mayor valor de importancia en función de los intereses de cada CAR.

Como proceso ilustrativo, y producto de la implementación adelantada en el 2019 por parte del Programa Riqueza Natural y el Instituto Humboldt, se ha establecido que, por lo general, los valores son homogéneos entre las corporaciones. En este sentido, se plantea como una posible propuesta de valoración, un promedio de los resultados anteriores, como se plantea a continuación para el caso de los criterios, identificando, por ejemplo, que el principio más relevante es biodiversidad, y el valor planteado para esta serie de ejercicios es de 42.4 (tabla 1).

Con base en los resultados propuestos en los ejercicios anteriores, y valorando el promedio obtenido, se propone que se realice un ajuste por cada CAR en función de la meta superior identificada, diligenciando los campos “Propuesta basada en la meta superior”, a fin de tener en cuenta los valores de interés de cada CAR. Ahora bien, cabe mencionar que los valores medios obtenidos por cada una de las CAR previamente analizadas, no son muy distantes una de la otra, por lo que asumir el valor medio presentado, también es una opción.

La definición y delimitación de la Estructura Ecológica Principal propenderá por el fortalecimiento del ordenamiento ambiental territorial de la corporación, teniendo en cuenta la conservación del ambiente y los recursos naturales renovables; del centro y sur de Bolívar, como la Serranía de San Lucas, los humedales de la depresión Momposina y los humedales del valle del río Magdalena,

entre Cantagallo y el Banco-Magdalena, fortaleciendo el uso y manejo de los servicios ecosistémicos de regulación y provisión de agua y alimento, y favoreciendo la presencia de especies amenazadas y endémicas como el manatí y el puma entre otras especies de importancia.

Tabla 1. Valoración propuesta para los principios de la EEP

Principios	Corpogujaira	Cardique	Corpocesar	Carsucre	Promedio	Propuesta basada en la meta identificada
Biodiversidad	41.4	45	38	45	42.4	
Conectividad	24	24	27	24	24.8	
Servicios Ecosistémicos	34.58	31	35	31	32.9	

El siguiente esquema evaluado, corresponde al de criterios, el cual también conserva la tendencia presentada en los elementos evaluados en el año 2019. En términos de biodiversidad (las dos primeras filas en color gris) resulta más importante el nivel de ecosistemas que la valoración individual a nivel de especies (tener en cuenta que ambos valores deben sumar 100) Para el caso de la conectividad, al ser este el único criterio, siempre va a aportar el valor de 100, y finalmente para el caso de servicios ecosistémicos (las dos últimas filas en gris), los elementos de provisión resultan ser los que mayor valoración presentan (tener en cuenta que los tres tipos de servicios deben sumar 100). (Tabla 2).

Tabla 2. Propuesta de criterios para la EEP

CRITERIO	Corpogujaira	Cardique	Corpocesar	Carsucre	Promedio	Propuesta basada en la meta identificada
Diversidad de Especies	37.5	45	41.4	45	42.2	
Diversidad de Ecosistemas	62.5	55	58.6	55	57.8	
Conectividad del paisaje	100	100	100	100	100	
Provisión	45	43	37.8	42	42	
Regulación	28.75	40	34.3	41	36	
Culturales	26.25	17	27.9	17	22	

Finalmente, en términos de indicadores, se realiza el mismo procedimiento, promediando 3 CAR de la región, obtenido los valores propuestos a continuación, donde cada agrupación en tonos de gris corresponde a filas cuya sumatoria debe dar 100:

Tabla 3. Propuesta de criterios para la EEP por Corporación.

INDICADOR	Corpogujira	Cardique	Corpocesar	Carsucre	Promedio	Propuesta basada en la meta identificada
Riqueza de Especies	100	100	100	100	100	
Remanencia de ecosistemas naturales	16.08	20	14.3	23	18.3	
Diversidad de ecosistemas naturales	20.25	16	16.1	19	17.8	
Diversidad de ecosistemas endémicos	14.75	20	18.1		17.6	
Riqueza de ecosistemas amenazados	14.33	14	15.4	22	16.4	
Áreas de congregación de especies claves	14.5	12	13.9	15	13.9	
Representatividad de ecosistemas naturales en AP	21.08	18	22	20	20.3	
Índice de fragmentación	41.67	48	43.8	50	45.9	
Índice de conectividad estructural	58.33	52	56.1	50	54.1	
Oferta de agua subterránea	50.83	55	44.2	56	51.5	
Oferta de agua superficial	49.17	45	55.7	44	48.5	
Almacenamiento de carbono en biomasa aérea	31.08	15	26.7	31	25.9	
Fertilidad (productividad natural del suelo)	33.17	15	37.9	39	31.3	
Retención y regulación hídrica	35.75	39	34.5	30	34.8	
Ecosistemas de interés cultural	100	100	100	100	100	

Diciembre 2020

Esta publicación fue producida para la revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Sin embargo, y como parte de la optimización de los procesos, Beatriz Mogollón del programa Riqueza Natural, propuso la matriz de Excel utilizada en los talleres previos, para hacer el proceso más ágil resultando los siguientes aspectos:

Tabla 4. Principios de calificación.

PRINCIPIOS		CRITERIOS		INDICADORES	
Biodiversidad	36.6	Diversidad de Especies	40.0	Riqueza de Especies	100.0
		Diversidad de Ecosistemas	60.0	Remanencia de ecosistemas naturales	18.0
				Diversidad de ecosistemas naturales	15.0
				Diversidad de ecosistemas endémicos	21.0
				Riqueza de ecosistemas amenazados	15.0
				Áreas de congregación de especies claves	16.0
				Representatividad de ecosistemas naturales en AP	15.0
Conectividad	33.4	Conectividad del paisaje	100.0	Índice de fragmentación	38.0
				Índice de conectividad estructural	62.0
Servicios Ecosistémicos	30.0	Provisión	50.0	Oferta de Agua subterránea	42.0
				Oferta de agua superficial	58.0
		Regulación	31.3	Almacenamiento de carbono en biomasa aérea	31.0
				Fertilidad (productividad natural del suelo)	24.0
				Retención y regulación hídrica	45.0
Cultural	18.8	Ecosistemas de importancia cultural	100.0		