

# Planificación y gestión ambiental de la cuenca del río Changuinola.

Jeffrey Ramos 

Universidad Tecnológica de Panamá, Provincia de Bocas del Toro, República de Panamá. Centro Regional de Bocas del Toro.

Jeffrey.ramos@utp.ac.pa

DOI: 10.33412/pri.v14.1.3491



**Resumen:** *En la actualidad, unas de las dificultades que presenta el ambiente es el crecimiento continuo de las actividades antropogénicas, y sus efectos nos manifiestan un evidente riesgo de un grave deterioro ambiental, al que habrá que enfrentarse buscando los medios para mantener y desarrollar un enfoque equilibrado, elaborando planificaciones y gestionando políticas para un desarrollo sostenible. Por lo antes mencionado, se ha realizado una propuesta de planificación y gestión de los recursos naturales dentro del polígono de la cuenca del río Changuinola, y así diferenciar las áreas para una ordenación adecuada de los recursos naturales, ya que el desarrollo de actividades antropogénicas en zonas rurales modifica el espacio geográfico y origina una alteración del medio natural. La disminución de la cobertura boscosa y la degradación de los recursos naturales. Esta planificación se basa en una valoración de los recursos naturales que tiene la cuenca del río Changuinola, una de las principales de la provincia de Bocas del Toro. Esta investigación integró factores biofísicos de la cuenca. La metodología constó de recopilación de información, análisis del suelo actual y propuesta de una planificación y gestión ambiental. Entre los productos obtenidos, está la ubicación espacial de la información biofísica, el análisis de conflicto del uso de la tierra, las potencialidades que hay dentro del área, además una propuesta de iniciativa para el manejo del polígono de la cuenca. Se recomienda compartir la propuesta de planificación y gestión ambiental con los usuarios locales para contribuir al uso sostenible de los recursos dentro de la zona.*

**Palabras claves:** Cuenas Hidrográficas, Gestión Ambiental, Planificación, Recursos Naturales.

**Title:** Environmental planning and management of the Changuinola river basin.

**Abstract:** At present, one of the difficulties presented by the environment is the continuous growth of anthropogenic activities, and its effects manifest a clear risk of serious environmental deterioration, which will have to be tackled by finding the means to maintain and develop a balanced approach, by planning and managing policies for sustainable development. Therefore, a proposal for planning and management of natural resources has

been made within the polygon of the Changuinola River basin, and thus differentiate the areas for proper management of natural resources, since the development of anthropogenic activities in rural areas modifies the geographical space and causes an alteration of the natural environment. Reduction of forest cover and degradation of natural resources. This planning is based on an assessment of the Natural Resources of the Changuinola River basin, one of the main in the province of Bocas del Toro. This research integrated biophysical factors of the basin. The methodology consisted of data collection, current soil analysis and proposed environmental planning and management. Among the products obtained, there is the spatial location of biophysical information, the analysis of land use conflict, the potential that exists within the area through a SWOT analysis, and a proposal for an initiative for the management of the basin polygon. It is recommended to share the environmental planning and management proposal with local users to contribute to the sustainable use of resources within the area.

**Key words:** Watersheds, Environmental Management, Planning, Natural Resources.

Tipo de artículo: investigación.

Fecha de recepción: 10 de marzo de 2022.

Fecha de aceptación: 16 de enero de 2023.

## 1. Introducción

La investigación presenta resultados de una planificación y gestión ambiental de recursos naturales para el área de la parte baja del polígono de la cuenca hidrográfica del río Changuinola. Se constituye en un insumo base por excelencia para los procesos de ordenamiento y acondicionamiento territorial, con el objetivo de armonizar las actividades con el medio ambiente garantizando procesos sostenibles y sustentables; es decir, que las futuras generaciones puedan tener el privilegio de gozar de los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas están produciendo en la actualidad dentro del área. [1]

El programa multifase de desarrollo sostenible de Bocas del Toro (2008), establece que: del análisis de los usos actuales y potenciales del territorio continental y marino, así como de los conflictos de uso existentes, se infiere la necesidad de establecer un conjunto de directrices estratégicas para el desarrollo de la provincia, entre estas una planificación y un plan de ordenamiento territorial [2].

Las cuencas hidrográficas son áreas físico-geográficas que se delimitan por líneas divisorias de aguas superficiales y subterráneas que desembocan en una red natural mediante vertientes que confluyen, a su vez, en un río principal o, directamente al mar [3].

La contaminación ambiental, la disminución de la biodiversidad y la deforestación que realiza el ser humano han ocasionado degradación de los recursos naturales que cada día se ven más vulnerables debido a la actividad y establecimiento de las poblaciones humanas que ocasionan cambios en el estado en cuanto a la calidad, cantidad y disponibilidad de esta [4].

La planificación y gestión ambiental comprende el estudio de diversas variables entre estas el uso de suelo, la capacidad agrológica del suelo, la divergencia de uso de la tierra y la fisiografía [5]. La elaboración conlleva un análisis integral que permite identificar las áreas críticas que deben someterse a un proceso de restauración y aquellas que pueden ser aprovechadas de manera sostenible. La característica principal es determinar cómo se debe utilizar, de la mejor manera los espacios del territorio entre quienes lo habitan y lo que ofrece la naturaleza [6].

El desarrollo de actividades inadecuadas dentro del área, ocasionan un deterioro ambiental y cambios drásticos en la parte baja de la cuenca del río Changuinola, por lo que, se realizó esta investigación que pretende dar a conocer el estado del área de la cuenca y tener una proyección sostenible hacia las generaciones futuras para un aprovechamiento integral eficiente de los recursos ambientales, ya que con frecuencia no se utilizan los espacios lo más racionalmente [7].

Unas de las principales pérdidas de biodiversidad incluyen el factor de baja carencia a nivel institucional para planificar, monitorear o administrar programas para la conservación [8].

Existe un régimen para el manejo, protección y conservación de las cuencas de la República de Panamá, cuyo objetivo es garantizar el desarrollo sostenible y asegurar a los recursos naturales a las generaciones futuras con fundamentos mediante una planificación de cuencas hidrográficas [9].

En la planificación y gestión también se pretende lograr el aprovechamiento del medio sin comprometer la integridad del ambiente que facilitará el manejo adecuado de los recursos naturales. Los resultados se derivan de los análisis de conflicto de uso de las tierras y se estableció una prognosis para el año 2035, si no se realiza nada dentro del área de la parte baja de la cuenca.

El objetivo de este artículo es presentar una prognosis para una planificación y gestión de los recursos naturales de la cuenca del río Changuinola para el año 2035.

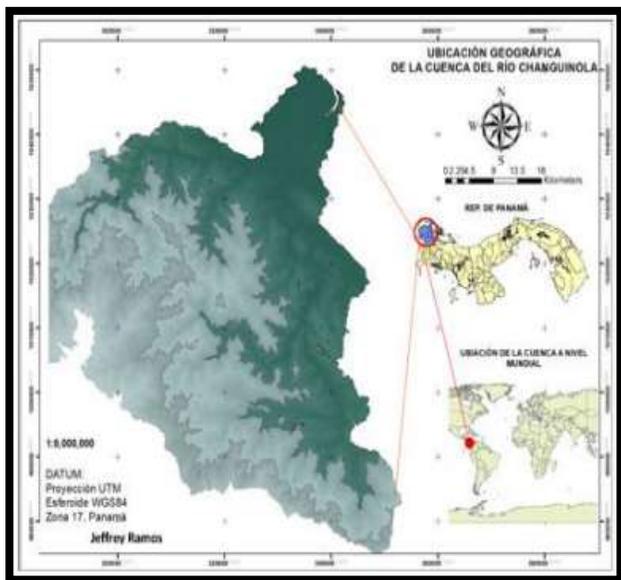


Figura 1. Posición geográfica de la cuenca del río Changuinola.

## 2. Materiales y métodos

Según la intervención del investigador, la investigación es observacional, descriptiva y exploratoria. Los datos reflejan la evolución natural de los eventos ajenos a la voluntad del investigador, en los estudios experimentales solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos [10].

La metodología propuesta se basó en técnicas documentales y observacionales, la información se digitalizó con el fin de lograr una base cartográfica a través de la técnica SIG (Sistema de información geográfica). En la figura 2, se presenta el diseño de la cartografía para la planificación y gestión de la cuenca con los siguientes estudios:

**Caracterización del medio físico:** Se realizó a través de recopilación de datos generados a partir del SIG y de la base de datos del Instituto cartográfico Tommy Guardia [11].

**Altimetría:** Se utilizó la técnica del modelo digital de elevación, elaborado a través de la digitalización de las curvas de nivel, empleando para ello la imagen satelital orto rectificadas Landsat TM 7, resolución 30x30 metros, validado con la hoja topográfica escala 1: 50,000. Los modelos digitales de elevación son productos geométricos esenciales en el estudio, manejo y administración del territorio [12].

**Pendiente:** Los resultados del modelo digital de elevación se deberán introducir al ArcGIS para luego transformarlos en pendientes altimétricos en porcentajes.

**Capacidad agrológica:** Para la obtención de esta información, se utilizó la metodología desarrollada por The National Resources Conservation Service del US Department of Agriculture, consiste en un sistema de clasificación de la capacidad de uso agrológica de suelos que ha tenido una amplia aceptación mundial. En este sistema de clasificación, se separan los suelos, según sus características específicas, en ocho clases agrológicas que se identificaron con números romanos del I a VIII. [13].

**Red hídrica:** Se obtuvo la distribución de la red hídrica a través de la foto interpretación de imagen satelital Landsat TM resolución 30X30 metros.

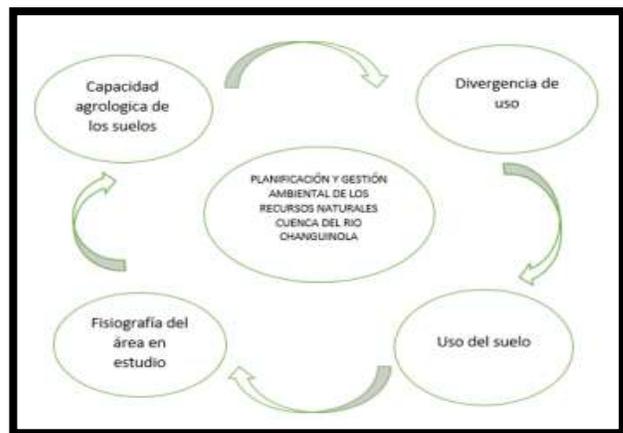


Figura 2. Diseño de la cartografía para la planificación y gestión ambiental de recursos naturales en la parte baja de la cuenca del río Changuinola.

**Temperatura y precipitación:** La información de la temperatura y precipitación se obtuvo de las estaciones meteorológicas de ETESA, estas serán georreferenciadas para poder aplicar la técnica de interpolación [14].

**Vegetación:** Para el cálculo de la cantidad de hectáreas con vegetación, se empleó la metodología fotogramétrica y teledetección, aplicando el índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI). Este índice aprovecha el contraste de las características de dos bandas de un dataset raster multiespectral: las observaciones de pigmento de clorofila en la banda roja y la alta reflectividad del material de las plantas.

La cartografía antes mencionada, será inducida al software ArcGIS, para la creación de una base de datos en forma de tablas, en donde se unirán las variables, conflictos, potencial de uso, el uso actual y la fisiografía para finalmente, encontrar la prognosis que determinará cómo se encontrará la cuenca para el año 2035.

**Uso del suelo:** El suelo comprende dos tipos de uso: el uso actual y el uso potencial o capacidad de uso. El uso actual del suelo son todas aquellas actividades agropecuarias que se dan en el presente, el potencial es el mejor uso que se le podría dar al suelo con base a sus características generales [15].

En la cuenca del río Changuinola, se identificaron nueve (9) usos del suelo, destacándose el bosque maduro en un 88.1% y solamente 3.6% de la superficie es utilizado como uso agropecuario de subsistencia localizados en la parte baja, situación que permite afirmar que la población está realizando el uso adecuado en el área del estudio.

La distribución espacial de los usos antes mencionada, es observada en la figura 3, distribuido en la parte baja los usos agropecuarios de subsistencia, bosque inundable mixto, vegetación inundable y rastrojo. El bosque maduro se distribuye en la parte media y alta de la cuenca, igualmente se observan dos embalses, la de la hidroeléctrica Bonyic al oeste, y la hidroeléctrica AES Panamá emplazada al sur.

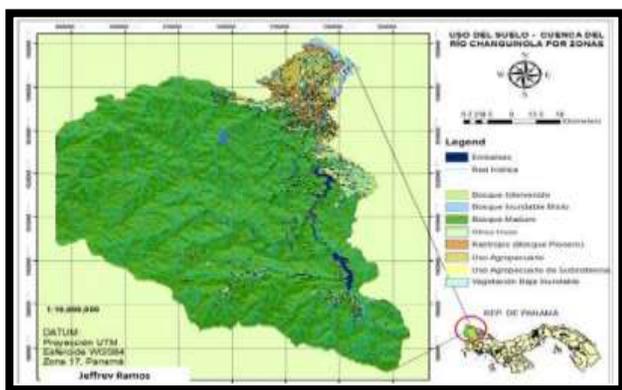


Figura 3. Distribución espacial de los usos del suelo.

El análisis FODA proporciona la información necesaria para implantación de acciones y medidas correctivas. Algunas de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis FODA

Fortaleza	Debilidades	Amenazas	Oportunidades
Levantamiento de información para actualización relacionada al uso del suelo.	Desarrollo de áreas de producción ganadera y agrícola en zonas de vocación forestal.	Falta de interés por parte de los productores por adoptar cambios en sus técnicas agrícolas.	Incorporar la planificación de los recursos naturales, parte baja de la cuenca del río Changuinola.
Ubicación de las Zonas de conflicto del área de la cuenca.	Las condiciones de las zonas se observan actividades antrópicas cónsonas con el uso del suelo.	Deterioro de las Zonas de conservación.	Planes de manejo sostenible, para la conservación de áreas aledañas a la cuenca hidrográfica.

### 3.Resultados y discusión

En cuanto a los resultados se observa que el 90% presenta un uso adecuado, es decir, un equilibrio entre uso actual y uso potencial. En subuso se encuentra una significativa proporción el 8%, mientras que el sobre uso se encuentra el 6%. En el resto del área (3.61%) no son aplicables los criterios de conflictos de uso.

La zona subutilizada afecta sobre todo las áreas aptas para sistemas forestales protectores (FPR) y las áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza declaradas por ley como Parque Internacional la Amistad y el bosque protector Palo Seco, localizados preferencialmente en las zonas de mayor pendiente de las laderas medias y altas de la cuenca, área considerada de mucho valor ecológico a nivel nacional e internacional.

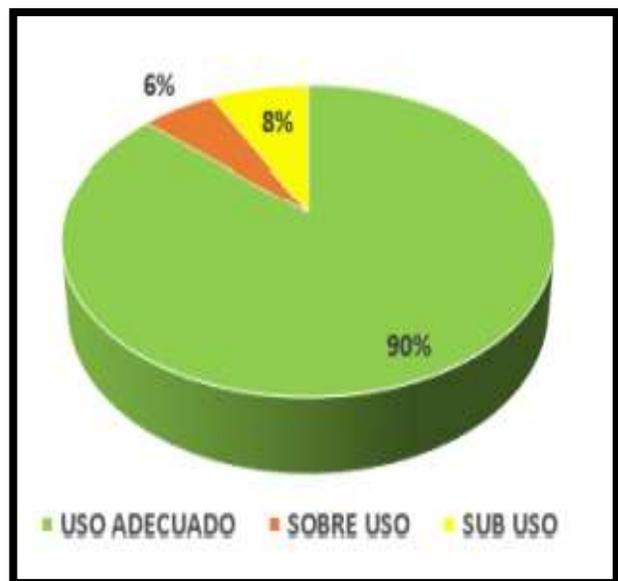


Figura 4. Conflicto de uso del suelo en la cuenca del río Changuinola.

En la distribución espacial de las zonas conflictivas que se observa en la figura 5. Se destacan las áreas subutilizadas, preferentemente en la parte alta, mientras que las zonas sobre utilizadas se localizan en la parte media. En la parte baja y el resto de la cuenca se observan actividades antrópicas cónsonas con el uso del suelo.

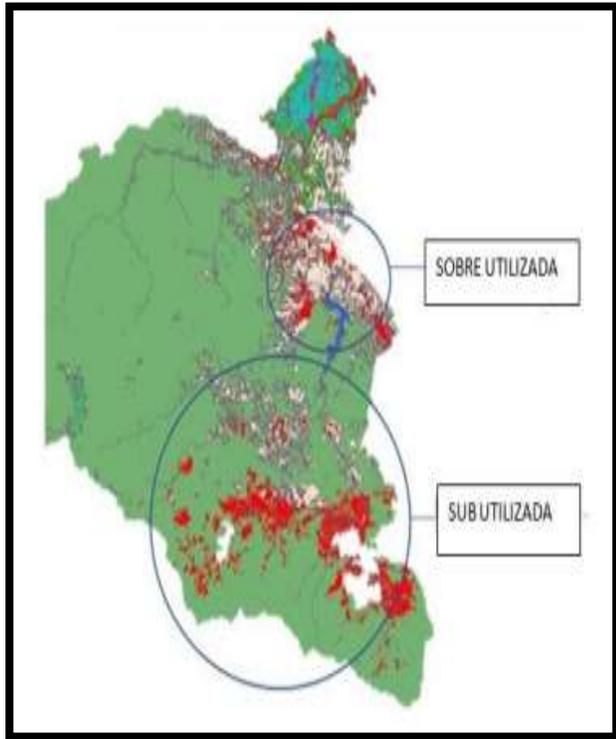


Figura 5. Conflicto de uso del suelo en la cuenca del río Changuinola.

**Prognosis de la cuenca del Río Changuinola.**

La metodología empleada fue basada en la técnica de los escenarios; ahora bien, es importante aclarar que los escenarios son “historias posibles, creíbles, consistentes y retadoras sobre el futuro, con igual posibilidad de que ocurran” no son predicciones sino historias sobre cómo pudiera ser el futuro. [16]. El valor de los escenarios no está en lo que puedan ser por sí mismo, sino en la posibilidad de que sean internalizados por una organización, en este caso por los habitantes que se encuentran dentro de la cuenca, convirtiéndose en una herramienta de aprendizaje para la comunidad.

Si no se realiza ninguna planificación para el año 2035, se percibe una disminución de la zona boscosa producto del aumento de la actividad ganadera y agrícola de subsistencia dentro del área de estudio.

Las zonas caracterizadas como subutilizada aumentarán de un 8% a un 25% para el año 2035, destacadas como uso agrícola y ganadería de subsistencia. Cuando la capacidad agrológica refleja que estas áreas se clasifican como tipo VII y VIII las cuales son de conservación de reserva y están precisamente ubicadas en el Parque Internacional la Amistad y el Bosque Protector Palo

Seco, estas estarían en riesgo de ser deforestadas algunas partes por el avance de las áreas agrícolas y ganaderas.

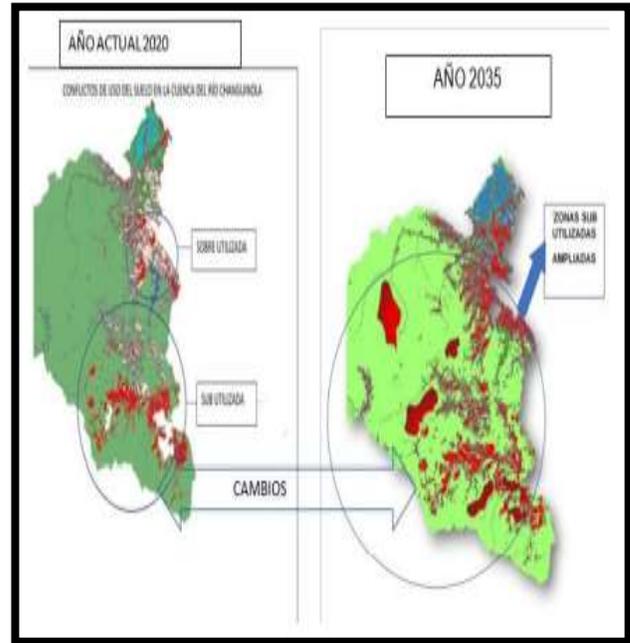


Figura 6. Comparación entre las zonas de conflicto actual y futura (2035) cuenca del río Changuinola.

**Conclusión**

Del presente estudio, se puede concluir que la contribución de una propuesta a la futura planificación y gestión ambiental de la cuenca del río Changuinola y comprender claramente que este es un escenario posible para el año 2035. Se permite conocer cómo se proyectaría la cuenca en 15 años si no se realizan cambios para mejorar su estado.

Además, en el proceso de planificación se recomienda la disminución de la actividad ganadera, que garantice el mínimo impacto dentro del área. Es importante señalar que no se ha realizado una planificación o una gestión ambiental dentro de esta zona, es necesario empezar a realizar cambios amigables al ambiente con apoyo de instituciones gubernamentales que contribuyan con el buen manejo y una sostenibilidad ambiental.

El método que se utilizó en esta investigación fue el más apropiado y fácil de entender y permitió asociarlo al entorno SIG, permitiendo el trabajo con gran cantidad de datos de manera efectiva para la creación de mapas que determinaron el escenario.

Como trabajo futuro, la planificación y gestión ambiental son de vital importancia para la comunidad científica, ya que esta genera un escenario diferente y contribuye a minimizar los grandes impactos que está ocasionando el cambio climático por las actividades antropogénicas.

Se recomienda utilizar el mapa de conflicto de uso de suelo desarrollado en esta investigación para tomar medidas necesarias y así contribuir en la formulación de acciones gubernamentales para minimizar los impactos.

## Referencias

1. C. Ruiz, «Propuesta de Modelos Predictivos en la Planificación Territorial y Evaluación de Impacto Ambiental.» 1 9 2007. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Cristian-Henriquez-2/publication/28185031\\_Propuesta\\_de\\_modelos\\_predictivos\\_en\\_la\\_planificacion\\_territorial\\_y\\_evaluacion\\_de\\_impacto\\_ambiental/links/606f95bd92851c8a7bb2dd4f/Propuesta-de-modelos-predictivos-en-la-planifi.](https://www.researchgate.net/profile/Cristian-Henriquez-2/publication/28185031_Propuesta_de_modelos_predictivos_en_la_planificacion_territorial_y_evaluacion_de_impacto_ambiental/links/606f95bd92851c8a7bb2dd4f/Propuesta-de-modelos-predictivos-en-la-planifi.) [Último acceso: 2 8 2021].
2. G. Nacional, «Estrategia de desarrollo sostenible Bocas del Toro.» 5 10 2008. [En línea]. Available: <https://studylib.es/doc/7294021/plan-indicativo-de-ordenamiento-territorial-funcional.> [Último acceso: 2 10 2021]. G. Nacional, «Estrategia de desarrollo sostenible Bocas del Toro.» 5 10 2008. [En línea]. Available: <https://studylib.es/doc/7294021/plan-indicativo-de-ordenamiento-territorial-funcional.> [Último acceso: 2 10 2021].
3. J. L. R. López, «Alternativa de manejo sustentable de la subcuenca del río Pitura.» 2 4 2015. [En línea]. Available: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/49801/Documento\\_completo.pdf-PDFA-U.pdf?sequence=3&isAllowed=y.](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/49801/Documento_completo.pdf-PDFA-U.pdf?sequence=3&isAllowed=y.) [Último acceso: 12 10 2021].
4. M. A. Miñón, «Hacia una economía sostenible: interpretación, teorías e indicadores de desarrollo sostenible.» 8 11 2012. [En línea]. Available: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/9010/Hacia%20una%20econom%c3%ada%20sostenible%20CIUDAD%20Y%20TERRITORIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.> [Último acceso: 3 10 2021].
5. I. Mantilla, «Planificación del sistema de gestión ambiental para la central de abastos de Bucaramanga.» 6 5 2008. [En línea]. Available: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/192/digital\\_15840.pdf?sequence=1.](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/192/digital_15840.pdf?sequence=1.) [Último acceso: 29 10 2021].
6. G. Vargas, «Espacio y Territorio en el análisis geográfico.» 24 1 2012. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/jeffr/Downloads/Dialnet-EspacioYTerritorioEnElAnalisisGeografico-4796021.pdf.> [Último acceso: 28 10 2021].
7. F. Vargas, «La Cuenca Hidrográfica Como Unidad de Planificación Sostenible.» 6 5 2014. [En línea]. Available: [https://d1wqtxt1xze7.cloudfront.net/63234834/La\\_cuenca\\_como\\_unidad\\_de\\_planificacion\\_sostenible20200507-4045-jw8fgp-libre.pdf?1588908648=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLa\\_cuenca\\_hidrografica\\_como\\_unidad\\_de\\_pl.pdf&Expires=1669220007&S.](https://d1wqtxt1xze7.cloudfront.net/63234834/La_cuenca_como_unidad_de_planificacion_sostenible20200507-4045-jw8fgp-libre.pdf?1588908648=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLa_cuenca_hidrografica_como_unidad_de_pl.pdf&Expires=1669220007&S.) [Último acceso: 8 5 2021].
8. M. Mora y T. Ramirez, «Propuesta de Zonificación ambiental para las microcuencas de los ríos Blancos y Cuiquilapa, Bagaces, Costa Rica.» 5 6 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/2056.> [Último acceso: 27 10 2021].
9. A. Legislativa, «Manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá.» 5 8 2002. [En línea]. Available: <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/44-de-2002-aug-8-2002.pdf.> [Último acceso: 27 10 2021].
10. H. Sampieri, «Metodología de la Investigación Sexta Edición.» 3 5 2014. [En línea]. Available: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf.> [Último acceso: 4 10 2021].
11. I. T. Guardia, «Cartografía.» 10 25 2021. [En línea]. Available: <https://ignpanama.anati.gob.pa/index.php?start=3.> [Último acceso: 10 5 2021].
12. C. Mena, «Generalización de modelos digitales de elevación condicionadas por puntos críticos de terreno.» 5 9 2011. [En línea]. Available: <https://www.scielo.br/ij/bcg/a/sRwfW69ZfcdgjcCHYhVv5kc/?lang=es&format=pdf.> [Último acceso: 27 10 2021].
13. R. Tejeira, «La capacidad agrológica de los suelos en Panamá.» 3 5 2016. [En línea]. Available: <http://capacidadagrolologica.blogspot.com/2016/05/clasificacionagrolologica-ocapacidad-de.html.> [Último acceso: 27 10 2021].
14. ETESA, «Precipitación.» 27 10 2021. [En línea]. Available: [https://www.etsa.com.pa/.](https://www.etsa.com.pa/) [Último acceso: 27 10 2021].
15. G. Vargas, «Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central.» 23 7 1992. [En línea]. Available: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/anuario/article/view/2273/2232.> [Último acceso: 28 10 2021].
16. Corantioquia, «Diseño de la metodología para la formulación de los planes integrales de ordenamiento y manejo de microcuencas.» 8 6 2003. [En línea]. Available: [https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR\\_CN\\_3258\\_2001\\_INTRODUCCION1.pdf.](https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR_CN_3258_2001_INTRODUCCION1.pdf.) [Último acceso: 28 10 2021].