

## Ficha metodológica

El proceso metodológico se basó en el análisis de información espacial a partir de la información de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales-ANLA entregada al Instituto Humboldt hasta la fecha, sobre la cual se seleccionaron los embalses que hacen parte de los proyectos para generación de energía los cuales suman un total de 32 embalses. Posteriormente, esta información, se intersecta con el mapa de zonas hidrográficas de Colombia del IDEAM (2015) para establecer las cuencas con mayor presión sobre el recursos hídrico para generación de energía, la cual se contrasta con la información consignada en el Estudio Nacional del Agua ENA (2015), generando así el panorama nacional del impacto del sector hidroenergético sobre el territorio Colombiano junto a la revisión crítica de cifras del desarrollo sectorial.

Además, se realizó un análisis con cada embalse el cual consistió en cruzar información de Parques Nacionales Naturales (RUNAP, 2015), Resguardos Indígenas (Incoder, 2015), Mapa de Ecosistemas, Atlas de Paramos, entre otros; que permitiera la caracterización del sector y su relación con la oferta de servicios ecosistémicos. Como resultado se decidió escoger el proyecto Urra I ya que este representa la alta dependencia de la presencia del PNN Paramillo en el cual se encuentra el complejo de paramo Paramillo, generando las condiciones que garantizan la oferta hídrica (Río Sinú) de la cual depende la operación de la hidroeléctrica. También este caso evidencia el impacto sobre el resguardo Alto Sinú, Esmeralda cruz grande e iwagado de la etnia Emberá Katio, que genero el desencadenamiento de conflictos ambientales. Esta información se complementó con la revisión de información secundaria.

El análisis de información secundaria, permitió establecer la relación y dependencia del sector hidroenergetico con el estado de los ecosistemas

y los servicios ecosistémicos y los trade-off generados, resaltando la dependencia de la conservación de los bosques para la provisión de agua que garantiza el óptimo funcionamiento de las hidroeléctricas, mostrando la necesidad del sector de invertir en la conservación y gestionar adecuadamente los recursos naturales, esta información se complementó con el cruce del mapa de bosque no bosque (Ideam, 2012) al igual que las reservas de la ley segunda con los embalses de generación de energía para mostrar su relación y la necesidad de conservar las cuencas altas.

### LITERATURA ASOCIADA

1. IDEAM, 2015. Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C. 496 p.
2. Ledec, G. y J. D. Quintero. 2003. Ledec, G. y J. D. Quintero. 2003. Good and bad dams, environmental criteria for site selection of hydroelectric projects. Banco Mundial Región Latinoamérica y el Caribe. Sustainable Development Working Paper No. 16. 30 pp.
3. unidad de planeación minero energética – UPME- 2014. Plan de expansión de referencia Generación-Trasmisión 2014-2028. Ministerio de Minas y Energía, República de Colombia. 765. pp.
4. Jiménez-Segura L. F., R. Álvarez-León, F. Gutiérrez- Bonilla, S. Hernández, M. Valderrama y F. Villa-navarro. 2011. La pesca y los recursos pesqueros en los embalses colombianos. Pp. 233-282. *En*: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales- Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez -Gil y R. E. Ajiaco- Martínez (Eds.). 2011. II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros

**RELACIONES BIODIVERSIDAD-AGUA-ENERGÍA**

## DILEMAS POR EL USO DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Continental de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 304 pp.

5. Fu, B., Wang, Y. K., Xu, P., Yan, K., y Li, M. (2014). Value of ecosystem hydropower service and its impact on the payment for ecosystem services. *Science of The Total Environment*, 472, 338-346.

6. Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. E., y Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 32, 67-98.

7. LEGUÍA, E. J., et al. Servicios ecosistémicos e hidroenergía en Costa Rica. *Revista Ecosistemas*, 2008, vol. 17, no 1.

8 Guo ZW, Xiao XM, Li DM (2000) An assessment of ecosystem services: Water flow regulation and hydroelectric power production. *Ecol Appl* 10: 925-936.

9. UPME 2015. Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano. Junio de 2015. Subdirección de Energía Eléctrica – Grupo de Generación. Ministerio de Minas y Energía, República de Colombia. 17 p. Disponible en: [http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento\\_Variables\\_Junio\\_2015.pdf](http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Junio_2015.pdf) Acceso: 6 de Agosto de 2015.

10. UPME 2015. Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia. Ministerio de Minas y Energía, República de Colombia. 80 p.

11. McAllister, J., Craig, F., y Davidson, N. (2001). *Biodiversity impacts of large dams*. Background Paper Nr. 1. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and the United Nations

Environmental Programme -IUCN – 68.p. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.392.9398&rep=rep1&type=pdf>. Acceso: 6 de Agosto de 2015.

12. Márquez, G. E. 1996. Ecosistemas Estratégicos y otros Estudios de Ecología Ambiental. Fondo FEN Colombia. Santafé de Bogotá., D.C. 211 pp.

13. Hoeninghaus, D. J., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M., Okada, E. K., Latini, J. D., ... y Winemiller, K. O. (2009). Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conservation Biology*, 23(5), 1222-1231.

14. García, H. A. Corredor, Calderón L. M. Gómez. 2013. Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia. Centro de Investigaciones Económica y Social Fedesarrollo. Bogotá, Colombia. 90 p.

15. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT-. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C. Colombia. 124 p.

16. Reyes, M. 2013. Importancia económica de la provisión y regulación hídrica de los parques nacionales naturales de Colombia para los sectores productivos del país. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales. IV Memorias de las VI Jornadas de la Asociación Argentino Uruguay de Economía Ecológica 26-29 de Noviembre de 2013. SBN 978-987-633-103-6.

17. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (MADS y PNUD). 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Bogotá, D.C., Colombia. 101 p.

## RELACIONES BIODIVERSIDAD-AGUA-ENERGÍA

## DILEMAS POR EL USO DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

18. Olmsted, L. L., & Bolin, J. W. (1996). Aquatic biodiversity and the electric utility industry. *Environmental Management*, 20(5), 805-814.
19. POOLE, A. D. (1993). HYDROPOWER AND ITS CONSTRAINTS. *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, 73.
20. Tullos, D. D., E. Foster-Moore, D. Magee, B. Tilt, A. T. Wolf, E. Schmitt, F. Gassert, and K. Kibler. 2013. Biophysical, socioeconomic, and geopolitical vulnerabilities to hydropower development on the Nu River, China. *Ecology and Society* 18(3): 16. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05465-180316>.
21. Wang, G., Fang, Q., Zhang, L., Chen, W., Chen, Z., & Hong, H. (2010). Valuing the effects of hydropower development on watershed ecosystem services: Case studies in the Jiulong River Watershed, Fujian Province, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(3), 363-368.
22. Ruiz, B. J., & Rodríguez-Padilla, V. (2006). Renewable energy sources in the Colombian energy policy, analysis and perspectives. *Energy policy*, 34(18), 3684-3690.
23. Dyner, Isaac y otros (2011), *An Enabling Framework for Wind Power in Colombia: What are the Lessons from Latin America?*, CeiBA Complejidad, Universidad Nacional de Colombia.
24. Caspary, G. (2009). Gauging the future competitiveness of renewable energy in Colombia. *Energy Economics*, 31(3), 443-449.
25. Elosegi, A., & Sabater, S. (2013). Effects of hydromorphological impacts on river ecosystem functioning: a review and suggestions for assessing ecological impacts. *Hydrobiologia*, 712(1), 129-143.
26. Dudgeon, D. A. V. I. D. (2013). Anthropocene Extinctions: Global Threats to Riverine Biodiversity and the Tragedy of the Freshwater Commons. *River Conservation: Challenges and Opportunities*. Sabater S, Elosegi A (eds.). BBVA Foundation, p129-165.
27. Wieringa, M. J., & Morton, A. G. (1996). Hydropower, adaptive management, and biodiversity. *Environmental Management*, 20(6), 831-840.
28. Dahm, C., Boulton, A., Correa, L., Kingsford, R., Jenkins, K., & Sheldon, F. (2013). The role of science in planning, policy and conservation of river ecosystems. *River conservation: challenges and opportunities*. Fundación BBVA, Bilbao, Spain, 399.
29. Mattice, J., Fraser, M., Ragone, S., Daugherty, D., & Wisniewski, J. (1996). Managing for biodiversity: Emerging ideas for the electric utility industry—summary statement. *Environmental management*, 20(6), 781-788.
30. Palmer, M. A., & McDonough, O. T. (2013). Ecological restoration to conserve river ecosystem services. *Sabater S. and Elosegi A., River conservation. Challenges and opportunities*. Fundación BBVA, Madrid, 399.
31. Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F., & Rey-Benayas, J. M. (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(10), 541-549.
32. DEAM, 2001. Estudio Ambiental de la Cuenca Magdalena – Cauca y elementos para su Ordenamiento Territorial. Cormagdalena.
33. Anderson, E. 2013. Desarrollo hidroeléctrico y servicios ecosistémicos en Centroamérica. (IDB Technical Note; 518). Banco Interamericano de Desarrollo. 37 p. Disponible en: <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/12636.pdf>. Acceso: 6 de Agosto de 2015.

**RELACIONES BIODIVERSIDAD-AGUA-ENERGÍA**

## DILEMAS POR EL USO DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

34. Vargas-Ramírez, M., N. Mesa-Fernández, A. González-Zárate & O.V. Castaño-Mora. 2007. Participatory research towards the conservation of the endangered-endemic river turtle *Podocnemis lewyana* in the Upper Magdalena River, Colombia. Biological component. Final report. [http://www.fundacionbiodiversa.org/proyectos\\_tortuga.htm](http://www.fundacionbiodiversa.org/proyectos_tortuga.htm). 60 pp.
35. Gallego-García, N., and Castaño-Mora, O. 2008. Ecology and status of the Magdalena River turtle, *Podocnemis lewyana*, a Colombian endemic. *Chelonian Conservation and Biology* 7:37-44.
36. Caraballo, P. 2009. Efecto de tilapia *Oreochromis niloticus* sobre la producción pesquera del embalse El Guájaro Atlántico – Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3): 1796-1802.
37. Atencio-García V.J. Kerguelén-Durango, E., Cura Dorado, E., Rosado Carcamo, R., Vallejo, A., y Valderrama, M. 2005. Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). *Rev. MVZ Córdoba* 10(2): 614-622.
38. Gaviria, S. y N. Aranguren. 2007. Especies de vida libre de la subclase Copepoda (Arthropoda, Crustacea) en aguas continentales de Colombia. *Biota Colombiana*, 8 (1): 53:68.
39. Villabona-González, S.L., J.J. Ramírez-Restrepo, J.A. Palacio-Baena, C.C. Bonecker. 2015. Respuesta de la biomasa zooplanctónica a los gradientes de estado trófico y precipitación de un embalse tropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(152):374-388
40. Páez, V.P, A. Restrepo, M. Vargas-Ramírez and B. Bock. 2009. *Podocnemis lewyana* (Duméril 1852)-Magdalena River Turtle. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumuer, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A compilation project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle specialist group*. Chelonian Research Monographs No. 5, pp.
41. Márquez, G. 1996. *Ecosistemas Estratégicos y otros Estudios de Ecología Ambiental*. Fondo FEN Colombia. Santafé de Bogotá., D.C. 211 pp.
42. De Groot, R., Stuip, M., Finlayson, M., y Davidson, N. 2007. Valoración de humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Informe Técnico de Ramsar, núm. 3 del CBD, No. 27.
43. Maisonnave, R. 1984. Problemas hidrológicos y de erosión en las cuencas hidroeléctricas. Memorias del primer taller nacional de investigación sobre cuencas e: perimentales. Montevideo: MAP/INC/Colorado State University/IICA.
44. Andrade, G. I., Valderrama, E., Vanegas, H. A., & Caro, S. G. 2013. Regeneración del hábitat en áreas con presencia documentada de especies amenazadas. Una contribución a la conservación asociada a la operación del proyecto Central Hidroeléctrica Miel I, cordillera Central de Colombia, departamento de Caldas.

**FUENTES DE DATOS DE ANÁLISIS UTILIZADOS (IDEAM, 2015)**

- Base de datos de proyectos Eléctricos ANLA, 2015
- Base de datos de Resguardos indígenas, resguardos campesinos y comunidades negras del INCODER, 2015
- Base de datos del Registro Único de Arreas protegidas RUNAP, 2015
- Estudio Nacional de Agua ENA del IDEAM, 2015

# 405

## **RELACIONES BIODIVERSIDAD-AGUA-ENERGÍA**

DILEMAS POR EL USO DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

**Cítese como:** Rojas C., Lara D., Ramírez J.J. y Longo M. (2016). Relaciones biodiversidad-agua-energía. En: Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds). Biodiversidad 2015. Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D. C.