Diagnóstico de la percepción ambiental y socioeconómica de las hidroeléctricas en Colombia

José Humberto Cogaria Prieto[*]

Universidades UNINI de México, Calle 15 No 36, IMI III, 24560 Campeche, Camp. 01 981 811 0246.
FUNIBER de Colombia, Cl. 40 #26a8, Bogotá, Colombia. +57 1 285353.

Fecha de recepción: 04 de marzo de 2019 - Fecha de aceptación: 07 de septiembre de 2019

Resumen

La energía hidroeléctrica es la de mayor producción y uso, la cual se ha concebido muy amigable con la naturaleza y sus comunidades; sin embargo, se ha encontrado que las represas ocasionan desplazamiento de comunidades indígenas y campesinas al inundarles sus terrenos y por consiguiente, desplazan especies acuáticas, dañan la flora y los ecosistemas y generan problemas de salud por aguas contaminadas.

La investigación se realizó en las represas seleccionadas por los expertos en los departamentos de: Cundinamarca, Antioquia, Huila y Tolima; hacia la zona centro y occidente del país, abordando los impactos sociales, económicos y ambientales, adoptando el método cuasi-experimental exploratorio, tomando la información reportada por los entes territoriales, represas, consumidores de energía y la información de los operadores y ribereños directamente en el campo quienes respondieron el respectivo cuestionario.

Para la selección de la muestra se empleó el muestreo no probabilístico intencional y selección experta. Se concluye, con las técnicas del análisis descriptivo exploratorio encontrando la distribución de frecuencias, frecuencia relativa, los porcentajes, las medidas de tendencia central, las medidas de variación y la tabla de contingencia. Los resultados destacan que, a pesar de la contaminación del agua de la represa y la potable, las familias desplazadas no tuvieron tantos problemas de salud ni judiciales, las represas atendieron sus necesidades y tienen el manejo de acuerdo al plan ambiental. De igual manera, se logró la minimización de los impactos socio-ambientales y económicos ocasionados por la generación de energía, bajo la vigilancia de las corporaciones autónomas regionales del Estado.

Palabras clave: Inundación, desplazamiento, impacto ambiental, impacto social e impacto económico.

[*]cogahumber@hotmail.com

Nota: Este artículo de investigación es parte de Ingeniería–Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 23, No. 3, 2019, ISSN: 2448-8364

Biophysical and socioeconomic diagnosis of hydroelectric in Colombia

Abstract

Hydroelectric energy is the one of greater production and consumption, which has been conceived very friendly with nature and its inhabitants. However, it has been found that dams cause the displacement of indigenous and peasant communities by flooding their lands and, therefore, displace aquatic species, damage flora and ecosystems and generate health problems due to contaminated water.

This research study addresses the social, economic and environmental impacts very objectively, adopting the exploratory quasi-experimental method. We take the information reported by the territorial entities, dams, energy consumers and the information of the operators and riparian directly in the field through the interview that was recorded in the corresponding questionnaire.

For the selection of the sample, intentional non-probalistic sampling and expert selection was used. To conclude, using the techniques of exploratory descriptive analysis, we find the frequency distribution, relative frequency, the percentages, the measures of central tendency, the measures of variation and the contingency table. Despite the water contamination of the dam and drinking water, the displaced families did not have significant health or judicial problems, the dams met their needs and have the management according to the environmental plan. The minimization of the socio-economic impacts environmental and economic factors caused by the generation of energy, under the supervision of the autonomous regional corporations of the State.

Keywords: Flood, displacement, environmental impact, social impact and economic impact.

1.-Introducción

En este artículo se presenta inicialmente en la introducción una síntesis de la problemática generada al medio ambiente y a sus comunidades por las grandes inversiones en millones de dólares hacia la construcción de generadoras de energía hidroeléctrica, los pleitos en los estrados judiciales por el despojo: de sus tierras, viviendas, unidades productivas, trabajo, por el impacto ambiental y su propia forma de vivir; motivados por las represas o por las Entidades del Estado. Luego, la metodología desarrollada, los instrumentos, el tipo de análisis estadístico, la muestra, la población muestra y las variables. En los resultados, con los sociales: ocupación, desplazados, pérdidas de la propiedad, enfermedades por el contacto con el agua, contaminación del agua, los impactos según la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA); en lo económico: las inversiones y los costos por kWh para los consumidores. Después, aparece la discusión y conclusiones partiendo de los objetivos planteados. En la parte de las recomendaciones, dirigidas hacia: las comunidades, alcaldía, represas y al Estado; por último, las referencias

bibliográficas, con documentos oficiales y privados con su respectivo ISBN entre uno a cinco años de antigüedad con referencia al año toma de información 2016.

La generación de energía hidroeléctrica que se considera limpia, ha sometido al ser humano y su entorno al desplazamiento, desde la construcción de la infraestructura produce desplazamiento de las comunidades campesinas arraigadas al inundarles sus predios, algunos de ellos son desapropiados por las mismas represas y con ello se tienen: grandes extensiones de tierras productivas inundadas, cambios del medio ambiente y de la forma de vivir en el nuevo ámbito. En Colombia, se han construido 121 represas hidroeléctricas para generar 10,997.49 MW, cuyos terrenos se utilizaban para la explotación agrícola y ganadera. Actualmente se está construyendo en Antioquia la represa de Hidroituango la cual generaría para el año 2018; 2,400 MWh, cubriendo una extensión de 7,800 ha, a una altura de 235 m, con un costo de 5,500 millones de dólares, más alrededor de 2,000 millones de dólares después de la emergencia ocasionada en mayo del 2018, se espera que la represa entre en funcionamiento en el 2020. Por otro lado, se pretendía construir también en Antioquia la represa Cañofisto, la cual generaría en 7 años 940 MWh, con un embalse de 5,200 ha y 100 m de altura a un costo de 1,829.1 millones de dólares, el proyecto no fue autorizado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) mediante resolución 001 de 2017; en el departamento del Huila el proyecto hidroeléctrico Oporapa que generaría 280 MWh en 1,900 ha a 180 m de altura e invirtieron al momento en estudios 369,218 dólares; Fue retirado de la ANLA por EMGESA el 17 de abril de 2017 con el recurso NDA0821. En ambos casos, en prevención de los posibles impactos ambientales y la afectación hacia las comunidades indígenas y campesinas de las zonas de influencia.

En Colombia, la matriz energética se basa principalmente en energía hidroeléctrica, en aproximadamente 75. %, gracias a la riqueza en fuentes de agua que posee el país, pero con potencial geotérmico al contar con tres grandes cordilleras del sistema montañoso de los Andes, potencial eólico por zonas con fuertes vientos (como en la Guajira) y potencial en energía solar. En la figura 1 se muestra la producción de electricidad global en Colombia.

En los estrados judiciales se presentan demandas contra las represas por problemas de contaminación ambiental, expropiaciones, la falta de concertación con las comunidades campesinas e indígenas, desplazamiento y pérdida del trabajo entre otros. Tarde o temprano, estas comunidades ganan sus pleitos y las represas son obligadas a pagar multas y las respectivas reparaciones y compensaciones a sus demandantes.

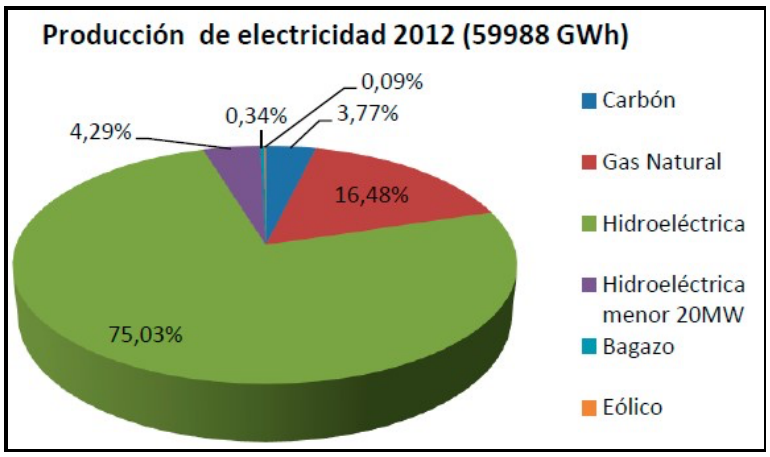

Figura 1. Producción de electricidad en Colombia (2012)
Fuente: Tomada del documento de Fedesarrollo (2013).

El Ministerio de Agricultura en la Resolución 163 del 6 de junio de 1977, aprueba el Acuerdo 0024 del 02/05/1977 del Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA), por el cual se reserva, alinda y declara como Parque Nacional Natural Paramillo un área ubicada en los departamentos de Córdoba y Antioquia, con el objeto de conservar la flora, la fauna, las bellezas escénicas naturales, complejos geomorfológicos, manifestaciones históricas o culturales, con fines científicos, educativos, recreativos y estéticos reservando una superficie aproximada de 460,000 ha en los municipios de Tierralta y Montelíbano (Córdoba) e Ituango, Dabeiba y Peque (Antioquia).

Dieciséis años más tarde el mismo INDERENA otorga licencia ambiental para la construcción de la hidroeléctrica URRÁ I mediante la Resolución 243 del 13 de abril 1993. URRÁ I generará 340 MW para satisfacer 2 % de la demanda energética del país, con un embalse de 7,400 ha, para un volumen de 1,740 millones de m³ a un costo aproximado de 550 millones de dólares. Más tarde, la Asociación de Productores para el Desarrollo Comunitario de la Ciénaga Grande de Lorica –ASPROCIG- tutelaron los derechos de los afiliados a la participación y a un medio ambiente sano y al trabajo; por otro lado, los derechos de la comunidad indígena Embera Katio por la baja de pescado en el río para su alimentación y por la inundación de sus tierras. En la Sala Cuarta de Revisión de Tutelas de la Corte Constitucional, el Magistrado ponente otorgó la tutela mediante la Sentencia T-194/99 en Santafé de Bogotá D.C., el 25 de marzo de 1999. De esta manera revoca parcialmente los fallos proferidos y, en su lugar, tutelar los derechos de los afiliados a la participación y a un medio ambiente sano; entre otras.

El Ministerio de Minas y Energía de Colombia, el 20 de septiembre adjudicó mediante (Resolución 321, 2008) el proyecto hidroeléctrico el Quimbo, como resultado del proceso de asignación de obligaciones de generación de energía firme aprovechando aguas de los ríos Suaza y Magdalena, y cubrirá una superficie superior a 8,500 hectáreas. La inversión aproximada asciende a US$ 837 millones de dólares. Se pretende que la hidroeléctrica abastezca 8 % de la demanda

energética y que tenga una vida útil de cincuenta años acarreando a las diversas comunidades problemas de despojo de sus tierras y de trabajo. Las personas afectas por el derecho al trabajo apelaron a las instancias judiciales y un año más tarde, la Corte Constitucional, sala de revisión, mediante la sentencia T-135 de 2013, amparó los derechos fundamentales de las personas que trabajaban como: jornaleros, pescadores artesanales, paleros, transportadores de carga y maestros de construcción; en la zona donde se construye por parte de EMGESA S.A. E.S.P. el proyecto de la hidroeléctrica de El Quimbo.

La empresa (EMGESA S.A., 2013) expide entre otras las siguientes resoluciones de expropiación: R/67/2013, matrícula inmobiliaria 20223084; R/68/2013, matrícula inmobiliaria 202-23105; R/91/2013, matrícula inmobiliaria 202-27265; R/135/2013, matrícula inmobiliaria 202-23931; R/161/2014, matrícula inmobiliaria 202-28406; R/261/2014, matrícula inmobiliaria 202-34335. Las personas desalojadas de sus terrenos aún esperan que el Estado a través del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) les adjudique los nuevos predios de acuerdo con el (Decreto 1277, 2013).

Por otro lado, las enfermedades a las que muy posiblemente están propensos las personas ribereñas o habitantes de los alrededores de la represa, de acuerdo con la salud en el desarrollo de los recursos hídricos de (OMS, 2010, p. 3) son: Diarrea, Paludismo, Esquistosomiasis, Helmintiasis intestinales, Encefalitis japonesa, Hepatitis A, Arsénico, Fluorosis. Y según la Red Interamericana Académicas de Ciencias, designan las siguientes enfermedades en América, de acuerdo con la tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de enfermedades por agua contaminada

CATEGORÍA	ORGANISMO/INFECCIÓN	TIPO DE PATÓGENO
Diarrea/Disenterías	-*Escherichiacoli,* cólera, *Campylobacter*, salmonelosis, shigelosis -Rotavirus, norovirus, adenovirus, hepatitis -Giardiasis, amebiasis, *Cryptosporidium* -Ascaris, trichuris, taenia	Bacteria Virus Protozoario Helminto
Fiebre entéricas	-Tifoidea, paratifoidea -Poliomielitis	Bacteria Virus
Contacto con agua	-Infecciones de piel y ojos	Bacteria, protozoario, virus
Basado en agua	-Schisostomiasis	Helminto
Por medio de insectos vectores relacionados con el manejo de agua	-Malaria/Paludismo, Oncocercosis, dengue clásico y hemorrágico, tripanosomiasis	Protozoario, helminto, virus

Fuente: Red Interamericana de Academias de Ciencias, Diagnóstico del agua en las Américas (p.331, 2012).

Fueron visitadas las represas del municipio, las autoridades municipales y las comunidades ribereñas de: Prado en Hidroprado, Tolima; Guatavita en el embalse de Tominé en Cundinamarca; Yaguará en la represa de Betania, Huila; Guatapé, en la represa del Peñón Guatapé y la represa de San Carlos el corregimiento del Jordán en San Carlos, Antioquia. Una vez tomada la información, las muestras de agua y realizada la encuesta se procedió a su análisis estadístico, conociendo así los resultados, luego, se elaboraron las conclusiones, limitaciones y recomendaciones, en donde se espera que esta

información contribuya a mitigar los impactos socio-ambientales y económicos ocasionados por la generación de energía hidroeléctrica en Colombia y el multiplicar el apoyo del Estado hacia las comunidades. Existen estudios en Colombia que solamente toman una variable, esta investigación lo hizo con las tres variables (Social, ambiental y económica) y directamente en campo de acción.

Se planteó como objetivo general, determinar los impactos socioeconómicos y ambientales generados por la energía hidroeléctrica en el año 2016, para divulgar y proponer acciones que mitiguen en adelante su efecto al medio ambiente y en las poblaciones aledañas y consumidoras de energía eléctrica en Colombia. Y como Objetivos específicos: 1. Evaluar la percepción del impacto ambiental por la pérdida de los ecosistemas (bióticos y abióticos) a causa de la generación de energía. 2. Concretar la pérdida de la propiedad, el cambio de vida, las enfermedades y el desplazamiento de las comunidades por la inundación de sus tierras en la generación de energía. 3. Relacionar y comparar las inversiones y los costos de servicio de la energía hidroeléctrica. 4. Proponer planes de mitigación hacia los impactos ambientales, sociales y económicos en las zonas de influencia de la energía hidroeléctrica.

2. Metodología

Se adoptó el método cuasi-experimental exploratorio, tomando la información directamente en campo, realizando una exploración de las condiciones y situación del entrevistado, que viven o trabajan en las cercanías de la empresa generadora (ribereños), después de intercambiar aspectos relevantes de la investigación, se dispusieron a dar contestación del cuestionario, generalmente llegaron allí desplazados por la construcción de la represa; también se pidió información a las hidroeléctricas seleccionadas, a los Entes territoriales, como: Secretarías de salud departamentales, alcaldías municipales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía, Expertos en Mercadeo Eléctrico (XM) filial de la Estatal de interconexiones eléctricas (ISA) y Defensorías del Pueblo. Estas últimas, no contestaron ninguna de las peticiones referidas a quejas y reclamos de los ribereños. Luego se realiza el análisis estadístico descriptivo exploratorio mediante el software SPPSS-22. Y se tomaron las muestras de agua para el análisis de laboratorio de materiales pesados, contaminantes y sedimentación.

El cuestionario como instrumento de la investigación, en los ítem referidos a las variables se empleó la escala psicométrica de Likert grado 5, cuyos valores establecidos para las variables ordinales son: muy de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo y muy en desacuerdo; una vez revidado y validado por el grupo de expertos y su posterior validez y fiabilidad del constructo por el software SPSS-22, arrojó lo siguiente: La confiabilidad del cuestionario en su totalidad tiene un coeficiente de alfa de Crombach de 0,728, para las preguntas cuenta con un mínimo de 0,705 y un máximo de 0,730. En el análisis factorial el KMO de 0,520 y la significación de la prueba de

esfericidad de Bartlett p’ 0,000. En la varianza total explicada se encuentran 10 componentes con 81,76 % acumulado. El KMO se utiliza para el análisis de diferentes variables independientes y consta de cuatro fases: cálculo de una matriz que expresa la variabilidad de todas las variables, extracción del número óptimo de factores, rotación de la solución para facilitar su interpretación y la estimación de las puntuaciones de los sujetos en las nuevas dimensiones.

2.1. Población muestra

Se empleó el muestreo no probabilístico intencional, dadas las características homogéneas de las poblaciones en cuanto al nivel cultural y laboral en las represas, según el Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2005) y selección experta, por parte del grupo de investigación del Institución Universitaria del Espinal (ITFIP). Se decidió encuestar a 20 ribereños por represa en cinco represas para un N de 100, en la figura 2, ubicación de las represas en Colombia. En la tabla 2 se describen las represas hidroeléctricas visitadas. Por otro lado, se tomó el de cuotas para determinar el número de encuestados por represa. Según Pimienta Lastra (2014, p. 266).

Figura 2. Mapa satelital de Colombia
Fuente: Foto tomada de mapas Google (2017).

Tabla 2: Represas a visitar hidroeléctricas

Represa Hidroeléctrica (a)	Número de personas (b)	Muestra Ribereños (c)	Muestras agua (d)	Tomado de: (e)
Tominé	8.340	20	2	EEB (Empresas de Energía de Bogotá, 2018)
Peñón Guatapé	5.676	20	2	EPM (Empresas públicas Municipales, Medellín 2017)
San Carlos calderas	3.794	20	2	ISAGEN (Empresa generadora y comercializadora de energía eléctrica, Medellín 2016)

Betania	880	20	2	Defensoría del Pueblo y la Gobernación del Departamento del Huila, 2017
Prado	240	20	2	DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005)

Fuente: Elaboración propia con datos de los documentos de las represas (2017) y Entidades del Estado, Nota: Referencias columna (e).

En la siguiente tabla 3 se presenta las actividades que se encuentran realizando los encuestados.

Tabla 3: Su actividad y preferencia laboral en el municipio represa es:

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Hogar	23	22.8	22.8	22.8
	Lanchero pescador	28	27.7	27.7	50.5
	Servicio comercio	42	41.6	41.6	92.1
	Agrícola	2	2.0	2.0	94.1
	Industrial	6	5.9	5.9	100.0
	Total	101	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos del Software SPSS-22

2.2. Variables.

Las siguientes variables dependientes (VD) e independientes (VI), se sometieron a un análisis estadístico para determinar el porcentaje de incidencia en el problema, de acuerdo con el documento, la unidad didáctica 2 el proceso de investigación cuantitativa de la Universidad Abierta y a Distancia. (UNAD. 2013).

a- Calidad del agua y enfermedades (VI).
b- Alteración de la biodiversidad e impacto ambiental (VI).
c- Pérdida del suelo agrícola y ganadero (VI).
d- Desplazamiento de las comunidades (VI).

X- Impacto socio-ambiental (VD).

e- Inversiones (adquisiciones, construcciones, montaje e instalaciones) (VI).
f- Costos de operación (VI).
g- Costos de mantenimiento (VI).
h- Costos de administración (VI).

Y-Impacto económico energía hidroeléctrica (VD).

En la figura 3 se muestra mediante el análisis de una gráfica el comportamiento de las variables para el sistema hidroeléctrico.

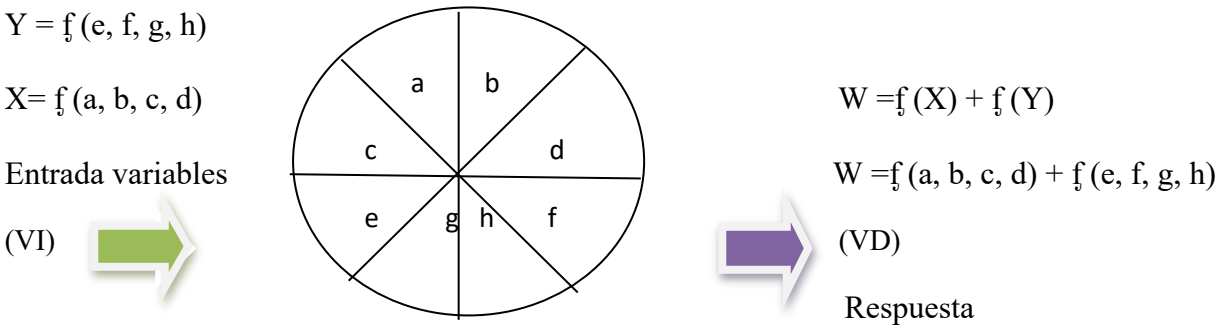

Figura 3: Representación de las variables sistema hidroeléctrico. Fuente: Elaboración Propia

En la representación gráfica de las variables se puede visualizar las diferentes respuestas esperadas de acuerdo con el proceso energético, dadas las variables de entrada f(x) y f(y) al sistema de generación y puesta en marcha, cuya variable de salida es W de acuerdo al estudio realizado hasta ahora.

3.-Resultados

3.1. En lo social

Los encuestados llevan viviendo en la represa más de 20 años 57.4 %. Se dedican al comercio y servicio 41.6 %. Laboran como lanchero pescador 27.7 %. Le fue fácil la adaptación a la represa 64.4 %. Fueron desplazados por la represa 26.7 %. Perdieron la finca 11.9 %. Perdieron el lote (terreno) 1.0 %. Perdieron la casa 5.9 %. Perdieron el trabajo 7.9 %. La represa le solucionó las perdidas 25.7 %, aún pendientes 1.0 %. Se han enfermado 16.8 %, ellos comentan que por chicunguña, dengue y Zika. El reporte de las Secretarías de salud departamental confirman lo siguiente: Hidroprado 12 casos de dengue y 22 de Zika; Yaguará 3 de dengue, 39 de Fluorosis y 32 de Zika; Guatapé 150 casos de diarrea y 5 de dengue; y en el Jordán 5 de dengue.

Las represas seleccionadas en esta investigación, instalaron 2,848 MW e inundaron en: Betania 7,400 ha, Hidroprado 1,254 ha, Tominé 3,693 ha, San Carlos 340 ha y Guatapé 6,340 ha. Para un total de 19,027 ha. De las cuales a algunas familias de los encuestados les respondieron y recuperaron 153 ha. En el registro único de Víctimas (RUV), (Ley 1448 de 2011) “Ley de víctimas y restructuración de tierras”, no aparece los desplazados por las represas.

3.1.1. Resultados del agua

La norma para el agua potable de los municipios, Resolución 2115 de 2007, Tabla 4, el análisis.

Tabla 4: Resumen de los análisis del agua potable

AGUA POTABLE DE HIDROPRADO				
Análisis	**Parámetro**	**Reporte**	**Norma**	**Observaciones**
Análisis físico-químico	PH	7.1	6.5 a 9.0	Excedido en Alcalinidad y Color
	Cloro libre	<0.1 mg/l	0.3 a 2.0	
	Cloro total	<0.1 mg/l	--	
	Alcalinidad	366.67 mg/l	200	
	Dureza	21.33 mg/l	300	
	Color	105 UPC	15	
Microbiológico	AM	19*10^4 C.E	Max 100	Se excede en Aerobios Mesófilas,
	CT	28*10^3 C.E	0	Coliformes Totales y Escherichia Coli.
	E. Coli	25*10^2 C.E	0	
AGUA POTABLE GUATAVITA, REPRESA DE TOMINÉ				
Análisis	Parámetro	Reporte	Norma	Observaciones
Análisis físico-químico	PH	<7.4	6.5 a 9.0	Excede el parámetro de Color
	Cloro libre	<0.1 mg/l	0.3 a 2.0	
	Cloro total	<0.1 mg/l	--	
	Alcalinidad	<0.1 mg/l	200	
	Dureza	11 mg/l	300	
	Color	56.66 UPC	15	
Microbiológico	AM	0	Max 100	No excede los parámetros
	CT	0	0	
	E. Coli	0	0	
AGUA POTABLE YAGUARÁ, REPRESA DE BETANIA				

Análisis	Parámetro	Reporte	Norma	Observaciones
Análisis físico-químico	PH	7.8	6.5 a 9.0	Excedido en Color
	Cloro libre	<0.1 mg/l	0.3 a 2.0	
	Cloro total	<0.1 mg/l	--	
	Alcalinidad	144 mg/l	200	
	Dureza	52.6 mg/l	300	
	Color	50 UPC	15	
Microbiológico	AM	49*10^4 C.E	Max 100	Se excede en Aerobios Mesófilas,
	CT	34*10^3 C.E	0	Coliformes Totales y Escherichia Coli.
	E. Coli	16*10^2 C.E	0	

Fuente: Elaboración propia, con datos del laboratorio SENA, 2017

Tabla 4. *Resumen análisis del agua potable de los ribereños. Continuación*

AGUA POTABLE GUATAPÉ, REPRESA DE PEÑOL GUATAPÉ

Análisis	Parámetro	Reporte	Norma	Observaciones
Análisis físico-químico	PH	6.8	6.5 a 9.0	Excedido en Color
	Cloro libre	<0.1 mg/l	0.3 a 2.0	
	Cloro total	<0.1 mg/l	--	
	Alcalinidad	116 mg/l	200	
	Dureza	2.4 mg/l	300	
	Color	40 UPC	15	
Microbiológico	AM	42*10^3 C.E	Max 100	Se excede en Aerobios Mesófilas,
	CT	60*10^2 C.E	0	Coliformes Totales y Escherichia Coli.
	E. Coli	60 C.E	0	

AGUA POTABLE EL JORDÁN, REPRESA DE SAN CARLOS

Análisis	Parámetro	Reporte	Norma	Observaciones
Análisis físico-químico	PH	7.1	6.5 a 9.0	Excedido en Alcalinidad y Color
	Cloro libre	<0.1 mg/l	0.3 a 2.0	
	Cloro total	<0.1 mg/l	--	
	Alcalinidad	360 mg/l	200	
	Dureza	2.73 mg/l	300	
	Color	30 UPC	15	
Microbiológico	AM	39*10^3 C.E	Max 100	Se excede en Aerobios Mesófilas,
	CT	70*10^2 C.E	0	Coliformes Totales y Escherichia Coli.
	E. Coli	560*10 C.E	0	

SIGLAS: AM: Aerobios Mesófilas C.E: Conductividad eléctrica
CT : Coliformes totales mg/l: Miligramos por litro
UPC: Unidades de platino cobalto

Fuente: Elaboración con los datos del laboratorio SENA, Tolima (2017)

Con respecto al agua de consumo familiar o agua potable, los resultados arrojaron lo siguiente: que la mejor agua potable es la del municipio de Guatavita, represa de Tominé no está contaminada, en los demás municipios: Prado y el Jordán en la represa de San Carlos, se exceden en Alcalinidad y parámetros de Color, en Aerobios Mesófitas, Coliformes Totales y Escherichia Coli; en Yaguará en Betania y Guatapé en el Peñol Guatapé, se exceden en parámetros de Color, en Aerobios Mesófitas, Coliformes Totales y Escherichia Coli; por tanto, se encuentran contaminadas. 56,4 % de los ribereños reconocen de un buen servicio de agua potable, 34,7 % no creen en un buen servicio y para 8,9 % le es indiferente.

La norma para el agua de las represas es el Decreto 1594 de 1984, en la Tabla 5, el análisis.

Tabla 5: Resultado del análisis del agua de la represas

ANÁLISIS DEL AGUA DE LAS REPRESAS							
No	**PARÁMETRO**	**REF. UNID**	**PRADO**	**TOMINÉ**	**BETANIA**	**GUATAPÉ**	**SAN RAFAEL**
1	PH	6.5 a 9.0 UND.	6.74	7.23	7.02	6.78	6.26
2	Color verdadero	15.0 U. Pt/Co	10.0	5.0	12.5	5.0	3.5
3	Color libre residual	0.3 a 2.0 mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Dureza total	300.0 mg/l	60.0	90.0	100.0	110.0	100.0
5	Alcalinidad	200.0 mg/l	18.31	122.0	154.91	124.8	124.8
6	Hierro	0.30 mg/l	0.1	0.15	0.15	0.35	0.22
7	Sulfato	250.0 mg/l	25.0	65.8	22.5	55.6	115.0
8	Conductividad	1,000.0 µS/cm	153.52	143.39	137.3	151.43	149.66
9	Sólidos suspendidos	200.0 mg/l	10.0	25.0	25.5	10.5	15.6

Tabla 5: Resultado del análisis del agua de la represas. Continuación

10	Sólidos disueltos	1,000.0 mg/l	129.75	124.03	175.2	127.86	127.1
11	Bicarbonatos	N.A. mg/l	18.31	122.0	154.91	124.8	124.8
12	Carbonatos	N.A. mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Cloruros	250.0 mg/l	19.37	16.59	41.56	17.75	17.28
14	COT	5.0 mg/l	3.63	2.41	10.81	4.85	4.8
15	Nitrato	10.0 mg/l	1.5	2.5	2.55	4.5	2.5
16	Nitrito	0.10 mg/l	0.02	0.10	0.15	0.25	0.05
17	Fluoruro	1.0 mg/l	0.0	0.0	0.05	0.25	0.0
18	Fosfatos	0.5 mg/l	0.25	0.5	0.3	1.25	0.5
19	Potencial Oxido Reducción	N.A. K. Ohm	17.9	22.11	7.08	19.22	19.62
20	Turbiedad	N.A. UAF	25.0	10.0	10.0	10.0	5.0
21	Sabor/olor	Organoléptico	Aceptable	Aceptable	aceptable	Aceptable	Aceptable
	METALES PESADOS						
22	Arsénico	0.05 mg/l	N.D.	0.01	0.05	0.15	0.02
23	Bario	1.0 mg/l	0.1	0.15	0.35	0.55	1.15
24	Cianuros	0.2 mg/l	N.D.	0.02	0.05	0.15	0.05
25	Cromo	0.05 mg/l	0.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
26	Mercurio	2.0 µg/l	0.22	0.25	0.75	0.75	0.5
27	Plomo	0.05 mg/l	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	N.D.
	BACTERIOLÓGICOS						
28	Coliformes totales	5,000 UFC/100ml	93	3	150	2,400	0.0
29	Coliformes fecales	1,000 UFC/100ml	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	Mesófilas aeróbicos	N.A. UFC/100ml	250,000	300,000	250,000	200,000	60,000
31	Hongos y levaduras	Max. 10 UFC/100ml	<10	<10	<10	<10	<10
32	Pseudomona aureoginosa	<2 UFC/100ml	<2	<2	<2	<2	<2

SIGLAS: K. Ohm: Kilo Ohmios µS/cm: Micro Siemens por centímetro
mg/l: Miligramos por litro N.A.: No aparece
UFC: Unidad formadora de colonias U. Pt/Co: Unidades de platino cobalto
UAF: Unidades de atenuación de formacina N.D.: No documentado

Fuente: Elaboración con datos del laboratorio Agro-análisis, ICA, Tolima (2017).

De acuerdo a los resultados del laboratorio resumimos: Que existen porciones de materiales pesados: Arsénico, en Guatapé 0,15 mg/l (0,05 mg/l); Bario, En San Carlos 1,15 mg/l (1,0 mg/l). Pequeñas cantidades de Coliformes Totales que no sobrepasan la norma y Mesófilas Aeróbicos en porciones mayores; Hierro, Nitrito y Fosfatos en porciones pequeñas. En Betania se excede en Carbono Orgánico Total (COT) y Nitrito.

3.1.2. Según la ANLA

1-La central cambió la vocación a muchas personas que emigraron a la zona de influencia del embalse. 2-Disputas constantes

por el espacio del espejo de agua entre los pescadores artesanales y las grandes empresas piscícolas generando además, conflictos ambientales y sociales. 3-Generación de empleo en operación y mantenimiento de las centrales y en las obras anexas y de gestión ambiental en zonas del embalse. 4-Generación de empleo por actividades de mantenimiento como remoción de plantaciones arbóreas, remoción mecánica de vegetación acuática y por actividades relacionadas con el turismo. 5-Generación de empleo y dinamización de la economía local, inducción de conflictos de intereses. 6-Alteración de la demanda de los servicios públicos y sociales. 7-Afectación de la infraestructura comunitaria y de transporte. 8-Cambio en el patrón de tenencia de la tierra. 9-Cambio en las actividades productivas.

3.2. En lo ambiental

Los ribereños aprecian contaminación ambiental en la represa por el color del agua 56.4 % y, por el sistema generador de la empresa 19,8 %. De acuerdo con el ANLA se encontraron los siguientes impactos ambientales en las represas: 1- Riesgo de inundación aguas abajo de la presa por eventual apertura de las compuertas en época de crecientes por oleada invernal. 2-Desarrollo de procesos de erosión con el deterioro de los recursos agua, suelo y paisaje. 3- Cambio en la calidad del agua, del suelo y del paisaje por mal manejo de residuos industriales, agroquímicos y residuos domésticos, sobrepoblación de peces y ganaderos. 4- Afectación de la calidad de aguas por ineficiencia en la operación del sistema de tratamiento. 5-Alteración de calidad del suelo, pérdida de la cobertura vegetal, fragmentación de hábitats terrestres, pérdida y desplazamiento de las poblaciones de fauna terrestre. 6- Afectación de la calidad del aire por la emisión de olores y gases contaminantes. 7- Afectación de peces en el canal de descarga de la central durante paradas totales de la planta. 8- Afectación por insectos y roedores dada la presencia de residuos sólidos. 9- Presencia en ciertos periodos del año de zancudos en algunos lugares del embalse. 10- Generación de falsas expectativas sobre los efectos que la central genera en el área de influencia directa (AID). 11-Riesgo de afectación a la salud humana por manejo incorrecto por la remoción química de la vegetación acuática. 12- Desinformación en comunidades vecinas sobre la central, su manejo ambiental, las transferencias que realiza y el uso que se debe dar a estas. 13-Motivar la creación de alianzas interinstitucionales y de estas con las comunidades locales para el manejo ambiental en el área de influencia del proyecto (Ej.: Cortolima, Alcaldías locales y ASOPRADO). 14-Proliferación del buchón en el espejo de agua por el aumento de nutrientes y sedimentos en el agua del embalse.

3.3. En lo económico

Las represas tienen un costo a diciembre 12 de 2016 es de USD 53,081,452,326.25; calculado al valor futuro teniendo las inversiones durante el año de inversión y construcción de cada una de las represas al costo de dólar y la tabla de intereses del Banco de la República. La producción de energía para el año 2016 en las represas de estudio, de acuerdo con los expertos en mercadeo (XM) filial de la interconexión eléctrica S. A. E.S.P. (ISA, 2016, pg. 40) durante el año 2016 fue: 11,941,123,500 kWh/año. De acuerdo con la

tabla de Electrohuila, el costo del servicio de energía por kWh residencial de acuerdo con la planilla, con consumos mayores al social, para los estratos 1, 2, 3, 4, está en $491.87 (USD 0.16) y para los estratos altos 5 y 6 en $590.25 (USD 0.2) durante el año 2016. De acuerdo con **(**UPME, pp. 214-223), el costo marginal para los años 2015 a 2018 es de $USD 75.24 MWh ($USD 0,075 kWh = $225.05 kWh) a corto plazo y a largo plazo es de $USD 73.3 MWh ($USD 0.0733 kWh = $219.95 kWh).

Para los ribereños el costo del servicio de energía familiar está entre $10,000 a $20,000 (USD3.33 a 6.65), 15.8 %, de $21,000 a $30,000 (USD 6.98 a 9.98) el 26.7 %, de $31,000 a $40,000 (USD 10.3 a 13.3) 22.8 % y pagan más de $41,000 (USD 13.6) 34.7 %. Los ribereños consideran que el costo del servicio de energía en sus respectivas comunidades es costoso en el 71.2 %. En la tabla 6, se presenta los datos relevantes de la investigación

Tabla 6: Resultados del análisis estadístico

VARIABLES		Porcentajes
Género del entrevistado:		
Femenino		51.5 %
Masculino		48.5 %
Permanencia en la represa en años:		
0 – 10		21.8 %
11 – 20		20.8 %
21 – 30		16.8 %
31 – 40		14.9 %
Más de 41		25.7 %
¿Cuántas personas hacen parte de la familia?:		
2		24.8 %
3		33.7 %
4		18.8 %
5		14.9 %
6 o más		7.9 %
Ocupación:		
Hogar		22.8 %
Lanchero pescador		27.7 %
Comerciante y servicios		41.6 %
Agrícola		2.0 %
Industrial		5.9 %
¿Su adaptación al ambiente laboral y vivencial en la represa fue fácil?	Si	64.4 %
Desplazados por la represa	Si	26.7 %
¿La empresa generadora resolvió a favor por los bienes abandonados?	Si	96.3 %
Enfermedad por vivir en la represa	Si	16.8 %
La vivienda es de su propiedad	Si	50 %
Apoyo social en represa	**Si**	**28.6 %**
¿Bien atendido por los funcionarios de salud en el municipio represa?	Si	43.6 %
¿Consume pescado de la represa?	Si	62.4 %
¿Buen servicio de agua potable?	Si	56.4 %
¿El costo del servicio del agua potable es justo?	Si	50.5 %
Costo electricidad en el municipio represa es:		
$10,000 a $20,000		15.8 %
$21,000 a $30,000		26.7 %
$31,000 a $40,000		22.8 %
$41,000 a $50,000		9.9 %
Más de $51,000		24.8 %
¿La electricidad en el municipio es más económica que otra región?	Si	7 %
¿Usted ha participado en las socializaciones ambientales?	Si	35.7 %
¿Usted distingue contaminación ambiental por el color agua?	Si	56.4 %
¿Usted deduce que el sistema generador impacta al medio ambiente?	Si	19.8 %
En posible contaminación del agua de la represa ¿Ud. Ve afectada su actividad?	Si	43.6 %
¿Reconoce otros sistemas de generación de energía renovable?	Si	40.6 %

¿Su actividad se incrementa los fines de semana por el turismo ecológico?	Si	43.6 %
Estrato:		
E-1		31.7 %
E-2		53.5 %
E-3		13.9 %
E-4		1.0 %
Etnografía: Mestizo		58.4 %

Fuente: Elaboración Propia con datos del software SPSS-22
Nota: El sí, es la suma de Muy de acuerdo y de acuerdo

4.-Discusión y conclusiones

Una vez analizados los datos procedentes de la investigación, se presentan ahora las conclusiones teniendo como eje de partida cada uno de los objetivos.

1-Con el objetivo de: Evaluar la percepción del impacto ambiental por la pérdida de los ecosistemas (bióticos y abióticos) a causa de la generación de energía, se encontró que: en el ecosistema biótico, se observa cambios en el aire por la emisión de olores y gases contaminantes, alteración de la calidad del suelo y paisaje por la pérdida de la cobertura vegetal, fragmentación de hábitats terrestres, pérdida y desplazamiento de las poblaciones de fauna terrestre y erosión por el deterioro de los recursos de agua, suelo y paisaje, existe sedimentación, cambios en la calidad del agua, residuos industriales, agroquímicos, residuos domésticos y afluentes ganaderos debido a la sobrepoblación de peces y por la ineficiencia en la operación del sistema de tratamiento, el agua de las represas y la potable están contaminadas, excepto la del municipio de Guatavita. Actualmente existe afectación de los peces en el canal de descarga durante las paradas de la planta. En el ecosistema abiótico se encuentra, el riesgo de inundación aguas debajo de la represa por la imprevista apertura de las compuertas en épocas de invierno. Con respecto al análisis del agua de las represas se encuentran que, los parámetros están por encima de la norma en materiales pesados, fisicoquímicos y bacteriológicos.

2-Con el análisis del objetivo: Concretar la pérdida de la propiedad, el cambio de vida, las enfermedades y el desplazamiento de las comunidades por la inundación de sus tierras en la generación de energía se encontró que: Fueron desplazados por la represa 26.7 %. Perdieron la finca 11.9 %. Perdieron lote (terreno) 1.0 %. Perdieron la casa 5.9 %. Perdieron el trabajo 7,9 %. Se dedican al comercio y servicio 41.6 %. Laboran como lanchero pescador 27.7 %. Le fue fácil la adaptación a la represa 64.4 %. Para la construcción de las cinco represas de estudio se inundaron en total 19,027 ha, para instalar hacia la generación 2.848 MW, de las cuales a las familias de los encuestados les respondieron en 153 ha. Se han enfermado 16.8 %, ellos comentan que por chicunguña, dengue y Zika. El reporte de las Secretarías de salud departamental confirma lo siguiente: Hidroprado. 12 casos de dengue y 22 de Zika; Yaguará. 3 de dengue, 39 de Fluorosis y 32 de Zika; Guatapé. 150 casos de diarrea y 5 de dengue; y en el Jordán. 5 de dengue. No se registraron muertes, y la presencia de funcionarios del Estado por las represas es muy escasa, estas preguntas se debieron sacar del cuestionario, resultaron poco discriminantes. De acuerdo con la ANLA, las

centrales cambiaron las actividades productivas de muchas personas que emigraron a las zonas de influencia de los embalses.

3-Con relación del objetivo: Relacionar y comparar las inversiones y los costos del servicio de energía hidroeléctrica, se encontró lo siguiente: Las represas tienen un costo de inversión a diciembre 12 de 2016 de USD 53, 081, 452, 326. 25, para 11, 941, 123, 500 kWh/año, inversión que solamente pueden hacer los capitalistas financiados por los bancos internacionales en un tiempo de producción de 50 años. El costo del servicio de energía por KWh residencial, según estrato, y de acuerdo con la planilla es relativamente bajo. Para los ribereños, el costo del servicio de energía familiar está entre $10,000 a $20,000 (USD3.33 a 6.65) 15.8 %, de $21,000 a $30,000 (USD6.98 a 9.98) 26.7 %, de $31,000 a $40,000 (USD10.3 a 13.3) 22.8 % y los que pagan más de $41,000 (USD13.6) 34.7 %, debido a que por lo general, tienen algún negocio. Los ribereños consideran que el costo del servicio en sus respectivas comunidades es costoso en 71.2 %. De los encuestados.

4-Al responder el objetivo: Proponer planes de mitigación hacia los impactos ambientales, sociales y económicos en las zonas de influencia de la energía hidroeléctrica. El plan es: A) En lo Ambiental: 1-Incrementar las siembras de los alevinos previo análisis de adaptación y reproducción de las especies. 2-Realizar estudios de la posible afectación de la pesca con niveles bajos del embalse. 3-Incrementar el número de control al zancudo. 4-Recuperar la navegabilidad de las zonas de cola de los embalses, realizando estudios de sedimentación. 5-Dar a conocer el nivel y calidad del agua, como el inventario de peces. 6-Desarrollar planes de mantenimiento de vías internas y externas. B) Administrativas: 1-Sanciones ejemplares a los que contaminan con vertimientos domésticos e industriales, agroquímicos, con material orgánico, o que realicen degradación del suelo por mal manejo de cultivos, desforestación; ya sea, por las mismas represas o por los vecinos a su alrededor. 2-Activar las veedurías ambientales para el control de las transferencias por generación e indicadores de contratos del personal de la región. 3-Mejorar las comunicaciones e información interinstitucional. 4- Desarrollar los planes de contingencia y emergencia. 5-Entregar a la autoridad las copias de los planes de capacitación con sus respectivos cronogramas de actividades y cumplimiento. 6-Establecer fechas irrestrictas de presentación de permisos ambientales y de pesca. C) Económicas y sociales: 1-Repartición ecuánime en los ribereños de las regalías haciendo más económico el costo del kWh. 2-Limitar los permisos de las empresas grandes para la pesca, esto ocasiona competencia desigual y pugnas con los pescadores artesanales. 3-Mayor presencia del Estado en la parte social y apoyo económico con respecto a la vivienda y recursos estudiantiles para los menores. 4-Corregir los sistemas de alcantarillado en los municipios aledaños, para evitar las correntías hacia las represas produciendo contaminación. 5-Mantener un nivel óptimo de agua en las represas, para mejorar las condiciones de producción de peces y la navegabilidad turística y deportiva.

Durante la investigación se encontró una serie de obstáculos que se solucionaron tomando

otra alternativa sin desviar su rumbo; por tanto, el producto de la investigación es contundente, sólido y científico, y fueron: 1- Poca colaboración al solicitar la información en las represas. 2- Caso omiso a las solicitudes de información en la Defensoría del Pueblo. 3- La resistencia de los laboratorios para el análisis físico-químico, microbiológico y de materiales pesados del agua de las represas. 4- Los costos muy altos de los análisis del laboratorio. 5- La falta de asesores en estadística que maneje el software SPSS en esta parte del país. 6- La negativa de muchos de los ribereños para contestar el cuestionario.

5. Recomendaciones

Las recomendaciones y sugerencias que se exponen en esta investigación y en relación con futuras investigaciones son: 1-Análisis de ingeniería civil a las presas, la más antigua del estudio tiene 47 años soportando la humedad y la presión del agua. 2- Análisis sobre la acumulación de materiales pesados en los peces y definir las cantidades y posibles problemas para la salud por la transferencia a los humanos por el consumo. 3- Hacer un seguimiento en los municipios de Yaguará por Fluorosis y en Guatapé por diarrea. 4- Para los futuros proyectos realizar reuniones informativas plenas en donde, además, se valoren las propiedades a precios justos y concertados, en donde las comunidades acepten y vean que la nueva propiedad a adquirir puede ser mejor. De esta manera, se evitaran los desplazamientos forzados y problemas judiciales. Y 5- Rediseñar el registro único de víctimas (RUV) en donde aparezcan los desplazados por las represas.

Por otro lado, se pueden mejorar las relaciones con las comunidades por parte de las autoridades municipales con las siguientes sugerencias: 1- Que los recursos por regalías que allegan a los municipios de las represas por generación eléctrica se distribuyan equitativamente en el municipio, para disminuir los costos del servicio. 2- Realizar jornadas de acercamiento hacia las comunidades ribereñas por parte de las autoridades municipales en busca de una mejor atención en salud y en el apoyo de auxilios educativos y de vivienda. 3- Proponer proyectos mancomunados (represa, alcaldía, asociaciones u organizaciones públicas y privadas) sobre actividades productivas y comerciales para los ribereños. 4- Realizar convenios con Universidades para la capacitación y/o educación de las comunidades ribereñas y municipales y 5- Mayor control de la calidad del agua de consumo de las comunidades ribereñas.

6.-Referencias

American Psychological Association (versión 22) [software]. (2017) demostrativo, recuperado De: https/www.apa.org/pubs/software/index

Compañía expertos en mercados (XM), filial de la Estatal de interconexiones eléctricas (ISA). *Informe de operación del SIN y administración del mercado 2016.* Medellín, Colombia. Recuperado el 15 de febrero de 2018 de: http://informesanuales.xm.com.co/SitePages/Default.aspx

Congreso de la república de Colombia. (22 de diciembre de 1993). *Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA*. [Ley 99 de 1993]. DO: 49150.

Corte Constitucional, Sala novena de revisión. (2 de febrero de 2010). *Acción de tutela para solicitar protección del derecho fundamental al agua potable.* Sentencia T-616 de 2010. [MP Luis Ernesto Vargas Silva]. Recuperado el 23 de noviembre de 2016 de, http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2010/T-616-10.htm

Corte Constitucional de Colombia, sala quinta de revisión. (13 de marzo de 2013). Sentencia T-135-13. *Obras de desarrollo y progreso frente a la protección de derechos fundamentales de las personas*. Recuperado el 5 de septiembre de 2016 de, http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2013/T-135-13.htm

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (28 de mayo de 2010). Medidas provisionales respecto a la República de Panamá, cuatro comunidades indígenas Ngöbe y sus miembros. [MP Diego García Sayán]. Recuperado el 5 de septiembre de 2016 de, http://www.corteidh.or.cr/docs/medidas/ngobe_se_01.doc

Defensoría del Pueblo. (Agosto de 2017). *Impactos socio-ambientales y posible afectación de derechos derivada de la generación hidroeléctrica en Colombia. Recuperado el 12 de febrero de 2017 de,* http://desarrollos.defensoria.gov.co/desarrollo1/ABCD/bases/marc/documentos/textos/Informe_hidroelectricas_sep.pdf

Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2005), *Censo Nacional 2005.* Recuperado el 10 de abril de 2016 de, https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1

Empresa de Energía del Pacífico (EPSA, 2013) *Hidroprado.* Recuperado el octubre de 2016 de, http://www.celsia.com/Portals/0/contenidos-celsia/sala-de-prensa/comunicados/epsa/2013/julio-2013-hidroprado-40-anios-generando-energia-y-desarrollo.pdf

Empresas Públicas de Medellín (EPM, 2017). *Represa de Guatapé*. Recuperado el 5 marzo de 2017 de, https://www.epm.com.co/site/home/institucional/nuestras-plantas/energia/centrales-hidroelectricas#undefined; https://www.epm.com.co/site/nuestros-proyectos

Fedesarrollo (2009). *El mercado de la energía eléctrica en Colombia: Características, evolución e impacto sobre otros sectores*. Bogotá: Fedesarrollo. ISBN: 978-985-44-5880-3

FUNBER Y UNINI (2009a). *Formación Universitaria* "Proceso de investigación científica". Bogotá, Colombia. EOS y FUNIBER.

FUNIBER Y UNINI (2009b). *Formación Universitaria* "Diseño de la estrategia metodológica". Bogotá, Colombia. EOS y FUNIBER.

Generación de energía, construcción de proyectos y comercialización de soluciones energética (ISAGEN, 2016). *Represa de San Carlo*s. Recuperado en enero de 2016 de, http://hidroelectricasancarlos.blogspot.com/; http://www.grupoepm.com/site/Portals/1/plegables/HIDROELECTRICAS/p179%20Proyecto%20hidroel%C3%A9ctrico%20San%20Carlos-Calderas.pdf

Gobernación del Huila (2017). *Represa de Betania*. Recuperado en 24 de marzo de 2017 de, http://www.huila.gov.co/publicaciones/5436/represa-de-betania-permanece-de-nuevo-en-alerta-naranja/

Grupo de Energía de Bogotá (EEB, 2018). *Embalse de Tominé.* Recuperado el 12 de febrero de 2018 de, https://www.grupoenergiabogota.com/eeb/index.php/sostenibilidad/gestion-sostenible/embalse-de-tomine

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de septiembre de 2013). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). *Por la cual se efectúa control y seguimiento ambiental, y se modifica la resolución 180 del 21 de febrero de 2003 y se toman otras determinaciones Represa de Guatapé.* [Resolución 0986 de 2013].

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de mayo de 2008). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). *Por la cual se establece un plan de manejo ambiental para el embalse de Tominé y se toman otras determinaciones.* [Resolución 0776 de 2008].

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (28 de enero de 2014). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). *Por la cual se modifica un plan de manejo ambiental y se toma otras determinaciones. Represa de Tominé.* [Resolución 0065 de 2014].

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de mayo de 2013). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). *Por la cual se define la competencia para el trámite de licencia ambiental. Represa de San Carlos.* [Resolución 043 de 2013].

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (28 de febrero de 2017). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). *Por la cual se efectúa seguimiento y control ambiental y se hacen unos requerimientos. Represa de Hidroprado.* [Resolución 00571 de 2017].

Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010). *Hojas informativas sobre enfermedades relacionadas con el agua.* Recuperado el 15 de marzo de 2017 de, http://www.who.int/water_sanitation_health/diseaset/diseasefact/es.

Red Interamericana de Academias de Ciencias (2012). *Diagnóstico del agua en las Américas.* México. ISBN: 978-607-9217-04-4

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2015). *Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia.* Recuperado el 7 de octubre de 2016 de, http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/UPME_Proyeccion_demanda_energia_electrica_Marzo2015.pdf

Wildi, W. (2010). *Peligros ambientales de las presas y embalses*. Versoix, Suiza: Universidad de Génova. ISBN: 2-940153-8