

**AFECTACIÓN AMBIENTAL POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA HIDROELÉCTRICA
HIDROITUANGO POR MEDIO DE IMÁGENES LANDSAT8**



AUTOR

JESSICA VANESSA MEDINA PARRA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director:

MARGARITA PEREZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

PROGRAMA INGENIERIA CIVIL

BOGOTÁ, 24 JUNIO 2021

Afectación ambiental por la construcción de la obra hidroeléctrica Hidroituango por medio de imágenes Landsat8.

Resumen

Las construcciones de represas hidroeléctricas en el país se estructuran como un modelo económico y social que admite una mejora en cuanto a la calidad de vida de todos los habitantes de la zona. En Colombia la construcción de estas plantas, se facilita porque el país cuenta con la hidrografía y la geomorfología apta para la creación de éstas, a su vez, este tipo de construcciones alteran la tranquilidad de las personas que se encuentran en las zonas donde son construidas, así mismo, la fauna y la flora. En la ingeniería existen herramientas que ayudan a evaluar los impactos que causan las grandes construcciones que pueden llegar a causar daños irreparables, por medio de dichos avances como las herramientas de sistemas de información geográficas (SIG) se puede llevar un seguimiento del estado de la zona donde están ubicadas estas mega construcciones, donde gracias a imágenes cartográficas, fotografías o imágenes satelitales se puede ver el estado real de la zona de estudio y los cambios que han surgido en la zona de la construcción de un proyecto haciendo un análisis multitemporal que ayude a comparar los cambios en fechas específicas. En este ensayo, se presentan los resultados de un análisis multitemporal a la represa hidroeléctrica Hidroituango que se encuentra ubicado sobre el río Cauca entre los municipios de Ituango y Valdivia en el departamento de Antioquia a 170 kilómetros de su capital en Colombia. Este análisis se realizó a través de imágenes satelitales Landsat, de los años 2013, 2018 y 2021, haciendo una comparación iniciando en el año 2013 (antes de la construcción la represa) hasta el año actual, 2021; donde se realizó por medio del software ArcGis y con la ayuda de otras herramientas como Google Earth y LAND viewer el cálculo de las áreas del río Cauca donde se evidenció el cambio físico que tuvo el mismo con la construcción de la represa Hidroituango.

Palabras claves: sistemas de información geográfica (SIG), Hidroituango, ArcGis.

Introducción

Los sistemas de información geográfica (SIG), son herramientas que se usan para el tratamiento de datos espaciales, esta información es georreferenciada, es decir, que tiene una posición geográfica que está referenciada mediante coordenadas espaciales o geográficas y esto permite analizar información e imágenes de diferentes maneras. Un SIG permite realizar análisis ya sea simples o de alta complejidad de datos espaciales y se pueden generar como resultados: mapas, gráficos y diferentes tipos de informes.

Los SIG, fueron desarrollados en sus inicios adaptando la cartografía que estaba disponible, toda aquella cartografía que estaba impresa se usó para poder tener la primera base de datos geográficas, donde, lo que contenía eran mapas escaneados y los elementos que se podían digitalizar a través de estos. Un gran avance para los sistemas de información geográfica (SIG) es el lanzamiento de los primeros satélites con fines de observación terrestre. La toma de fotografías aéreas que principalmente para usos militares, con el tiempo se lanzaron satélites con el fin de ser destinados para el estudio de SIG; estos fueron los satélites LANDSAT 2 y 7.

A inicios de la década de los 60, el Centro Nacional para Información Geográfica y Análisis de Estados Unidos que estaba dirigido por Michael Goodchild, realiza trabajos de investigación para poder llegar a formalizar las investigaciones de los temas de ciencia de información geográfica fundamentales como lo es el análisis espacial, en esta época hasta ahora emergían las primeras computadoras por lo que esto dio un gran paso y se sentaron las bases para SIG. No fue hasta el año 1963 que se dio el primer SIG computarizado gracias a Roger Tomlinson que tenía la tarea de crear un inventario de los recursos

naturales de Canadá, gracias a esto Tomlinson creó un diseño para poder almacenar datos computarizados de manera automatizada y así poder almacenar grandes volúmenes de datos, esto dio fruto a el programa de gestión parcelaria nacional de Canadá.

Más adelante en 1964, la universidad de NorthWestern creó un software de mapeo que sería conocido como SYMAP, el cual permitía la entrada de información para mejorar puntos, líneas y áreas, que hoy en día se conoce como vectorial, aunque no era de gran calidad, la creación de esta cartografía dio paso a que junto con la universidad de Harvard se organizara un centro de investigación de análisis espacial, en ese laboratorio de Harvard también se perfeccionó el software de mapeo de SYMAP para la creación de mapas, este era un extenso grupo de expertos en diferentes campos, estaban incluidos geógrafos, planificadores y expertos y científicos en computación así como en diferentes campos que ampliaron y ayudaron con las investigaciones y se impulsó el desarrollo y la evolución a sistemas más avanzados. En 1969 el laboratorio de Harvard crea GRID, que es un programa donde se almacena información en forma de cuadrículas, este tipo de cuadrículas solo se usaban para la salida de información, pero no para la entrada y menos para el almacenamiento de los datos. Con esto se da inicio a los sistemas de información geográfica Raster. Unos de los investigadores del laboratorio funda el instituto de investigaciones de sistemas ambientales (Environmental Systems Research Institute) más conocidos como ESRI, este instituto realizaba mapeo computarizado y realizaba análisis espacial con el fin de ayudar a administrar los recursos naturales de la tierra, ESRI hasta hoy en día sigue realizando este tipo de análisis espacial y mapeos y ha sido uno de los grandes contribuidores a SIG, ya que hoy hasta el día de hoy ESRI son estándares en SIG.

Para 1981, ESRI trabajó en mejorar las herramientas de su software y todo esto a medida que los computadores iban innovando y se volvían cada más potentes, sus capacidades y alcances mejoraban, de tal manera que, ESRI creó proyectos que ayudaban a controlar problemas de la realidad, todo esto los

llevo a desarrollar herramientas mucho más robustas de SIG, donde empezó a tener reconocimiento por parte de la comunidad académica, y crearon ARC/INFO que fue el primer producto que comercializaron.

En la actualidad los sistemas de información geográfica SIG permiten a través de software crear capas de mapas digitales, que estos a su vez ayudan a la resolución problemas que se presentan en la vida real y se puede llegar a aplicar en todos campos.

Inicialmente los sistemas de información geográfica eran utilizados para la planeación forestal o la planificación urbanística, pero uno de los campos más esenciales ha sido siempre la sensibilización medio ambiental que ha obligado según las regulaciones del país a los proyectos a hacer una revisión más detallada de los mismos, volviendo SIG una herramienta que empieza a integrarse de una manera gradual a todo lo que tiene que ver con el medio y se convierte en un apoyo imprescindible al momento de analizar el medio ambiente.

El impacto ambiental es entonces un factor que está en primer renglón de los megaproyectos, no se pueden evitar los cambios o transformaciones del medio ambiente, el cual es constituido por una gran cantidad de flora y fauna, patrimonios naturales y el cambio del clima en la región. Se debe sumar aquella variación en la cantidad, fluidez y disponibilidad del agua (siendo el recurso natural más importante y no renovable) y las contaminaciones por el incremento de material orgánico. “La instalación hidroeléctrica está inmersa en una reserva nacional, lugares prioritarios para la conservación de la biodiversidad, destrozando, por tanto, el equilibrio reinante”. [2]

Son de gran importancia las mediciones de los impactos ambientales en el proyecto Hidroituango; ya sean positivos o negativos, para así tener el éxito real de dichos proyectos parece sencillo el represar una gran cantidad de agua con concreto y con unas mediadas ya determinadas, pero es demasiado riesgo al que se someten las personas, la fauna y la flora, también está concertar, interpretar y atenuar los

grandiosos cambios que se evidenciarían en la zona de influencia, debido a esto se hace necesario un plan de manejo ambiental que previene o alerta sobre todos los problemas que ocasionaría la creación de una hidroeléctrica, de esta manera todos esos problemas económicos, sociales y ambientales deben ser claramente expuestos a las personas que afectara directa o indirectamente, es por esto que a continuación se presenta una evaluación temporal de los cambios en el caudal del río Cauca que pueden generar impactos con mayor relevancia a la hora de hablar de Hidroituango .

La energía proveniente de una represa hidroeléctrica, es un tipo de energía renovable que aprovecha el cruce de una corriente hidráulica, en este caso grandes ríos, por medio de la construcción de un embalse, una de las formas de represas más comunes en el mundo son las llamadas centrales de embalses, dicho embalse acumula el agua y luego es dejada caer a gran longitud cayendo sobre turbinas hidráulicas que al girar generan electricidad. Según el plan energético nacional 2015 la demanda energética en el país va en aumento, esto hace que cerca del 70% de la obtención de la energía sea procedente de hidroeléctricas, sin embargo, los problemas causados son innumerables tanto como para el medio ambiente como para las personas que viven cerca de los cuerpos de agua.

El cuidar y preservar el medio ambiente es ya una prioridad a la hora de realizar obras de ingeniería y a su vez por el cambio climático, la retención de agua en las partes altas como en las bajas de una cuenca, antes y después de la presa, modifica sustancialmente la escorrentía, el envío de sedimentos, entre otros, modificando así la morfología de los ríos, esto afecta al componente biótico (esto hace referencia a cuerpos vivos que muestran en forma de un ecosistema, que serían la flora y la fauna de un lugar) que se presenta en el área de influencia.

En mega proyectos como lo son las plantas hidroeléctricas y teniendo en cuenta que afectan no solo a nivel local sino también a nivel regional, se hace necesario que las evaluaciones ambientales se hagan de

manera frecuente todas las que sean necesarias y en esta evaluación tener en cuenta todos aquellos ecosistemas y las implicaciones a estos ya que se impactan de una manera directa y puntual. [1]

En este ensayo se acudió a la búsqueda documental, y se centró en hacer un análisis temporal de los cambios ambientales en el caudal del río Cauca. Se prosiguió a una búsqueda en bases de datos como la de la Universidad Católica de Colombia, Universidad de Medellín, Universidad militar Nueva Granada, para así conocer en parte el estado del arte del estudio de las hidroeléctricas, en estas bases de datos se tuvo prioridad en los documentos académicos como: tesis de maestría, doctorales y de pregrado, así también como las monografías y artículos de revistas especializadas de ingeniería civil, geografía, medio ambiente de ámbito nacional e internacional, esta documentación arrojó información para la construcción del ensayo teórico y conceptual, en gran medida los estudios de caso concretos, ayudaron a darle simiente al ensayo que se sustenta teórica y epistemológicamente.

Un estudio clave para este ensayo fue la actualización de estudio de impacto ambiental hecho por Empresas Públicas de Medellín (EPM) accionista mayoritario en Ituango, ya que en este se muestran todos los riesgos e impactos asociados a la construcción de Hidroituango, por medio de esta evaluación realizada en SIG se encontraron referencias antes y después del proyecto, las evaluaciones y las metodologías que son usadas para obtener la información que hace parte de esta evaluación y la importancia del estudio realizado.

Se estudiaron todas las señales de impactos medioambientales que se han dado a raíz del proyecto de la central hidroeléctrica Hidroituango y que son de suma importancia, ya que Colombia utiliza principalmente esta fuente de energía, y debido a que el país contempla futuras construcciones de estas por medio de leyes que avalan su construcción.

Los impactos negativos según la evaluación de impacto ambiental (EIA) de Hidroituango podrían llegar a ser: contaminación en el aire, la contaminación el agua ya sea superficial como subterránea, los cambios que se producen en la calidad del agua del embalse, hay cambios en la dinámica fluvial del río, se modifican las propiedades físicas de los suelos como también las propiedades químicas y este es un impacto que es muy significativo, se modifica el paisaje y la cobertura vegetal que también se ve modificada, muerte en diferentes especies de la fauna, cambio en la abundancia de las especies de peces en la cuenca del río Cauca.

La modificación de las calidades del suelo es sustancial o se da en la fase de la construcción de la planta, esa modificación trata desde la construcción y operación de campamentos y talleres para las personas involucradas en el proyecto y área de intervención, separación de la flora y descapote, cárcavas ligeras, también la destreza de los restos, producto de esas excavaciones, pavimentación de áreas con vegetación, todo lo anteriormente dicho afecta la fijeza distributiva del suelo y lo exhiben a una adulación de su organización, reduciendo el volumen de los añadidos.

Según las comunidades asentadas en la zona de Hidroituango estiman que, para la construcción de esta, se destruyó el bosque seco tropical que estaba alrededor del río Cauca, siendo este un ecosistema muy frágil, que si hablamos más a fondo es un sistema que se encuentra en vía de extinción en el planeta.

De otro lado, está el almacenamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios que puede ocasionar lixiviados que también afectan los componentes del suelo, los impactos anteriormente mencionados solo afectaran puntualmente a una zona del proyecto, donde haya obras, las zonas que de acuerdo EPM son, la Calera, Orejón, el Valle, Barrancas, Santa Gertrudis, Loma grande Espíritu santo, Toledo, San Andrés y la Honda del municipio de Ituango.

Para que todo esto vuelva a ser como antes de la hidroeléctrica o en cierto modo tenga una gran similitud, deben pasar alrededor de 9 años según los estudios previos, hacia poder preparar un transcurso de reparación de la aptitud del suelo.

Según EPM, cuando se acumulan los sedimentos y nutrientes tiende a darse en mayor proporción en la zona de la cola del embalse, estos presentan una gran cantidad de aporte de materia orgánica (esto sucede en la mayoría de embalses de la EPM), así la demanda de oxígeno va a ser mayor y se puede dar acumulación de la materia orgánica dada la velocidad del flujo de agua en la cola con esto se pueden suspender dicho material orgánico y está disponible en las contribución a la eutrofización logrando así la proliferación de las algas y macrofitas llegando a deteriorar la calidad del agua mucho más.

En las evaluaciones que los impactos ambientales realizada por EPM dirigida a la represa de Hidroitungo, definen el medio biótico el conformado por la fauna y flora, existentes en los ecosistemas terrestres y acuáticos.

De acuerdo con EPM la construcción de las obras para el Proyecto Hidroeléctrico Ituango generan cambios en: Las geo formas y características del suelo, por la necesidad de realizar excavaciones y la construcción de depósitos, en las coberturas vegetales, por la necesidad de removerlas para poder construir las obras, sobre la red hídrica puede causar alteraciones debido a la necesidad de desviar, canalizar o captar caudales para poder construir las obras o satisfacer las necesidades del proyecto, que por medio del análisis temporal en SIG, se pudo evidenciar los cambios dichos por EPM.

En este análisis además se ve como por las primeras obras y el relleno de la represa, se afectaron las coberturas de flora, que se encuentran en el área de construcción de Hidroitungo, los bosques secundarios

son los más afectados por desvió del caudal del río Cauca, esto alterara la estructura y composición de la cobertura vegetal, algunas de esas especies de flora que tienen un porcentaje de preservación y que están prohibidas su aprovechamiento como lo son: la Ceiba tolua, cedro, caracolí, palma barbasco, algarrobo y diomato. Se evidencia en las imágenes Landsat evaluadas que la construcción de la represa Hidroituango, también tiene una demanda de recursos como el agua, la flora y posibles canteras para su explotación y esto ocasiona pérdida de la vegetación.

Antecedentes

Existen muchos trabajos donde emplean análisis similares al de este ensayo como, por ejemplo: análisis espacio-temporal del comportamiento de la clorofila a mediante imágenes satelitales en la represa aguada blanca para el año 2017. Juan Alex Bellido Huicho (2019), que habla sobre el estudio de la variabilidad y comportamiento de la clorofila A mediante imágenes satelitales Sentinel 2A en la represa Aguada blanca, que pretendía investigar las afectaciones ambientales en el agua del embalse de la represa en la ciudad de Arequipa Perú.

Las imágenes satelitales también han sido usadas para trabajos de grado que pretenden utilizarlas como herramientas para el estudio de fenómenos naturales. Según Oscar Eduardo Rodríguez Chávez. Harold Alberto Arredondo bautista (2005) en su trabajo de grado: manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto modis de la nasa, aplicado en estudios de ingeniería civil: “La necesidad de solucionar problemas de mayor complejidad y manejar eficientemente la información ha convertido la complementariedad entre los SIG y Sensores remotos en instrumentos vitales para el análisis, planteamiento y administración de recursos”.

“Los aumentos en los sensores satelitales cada día ayudan con el avance en las investigaciones o trabajos de este tipo que pretenden por medio imágenes de resoluciones espaciales, espectrales y temporales que permiten captar imágenes de la superficie terrestre de alta calidad”. *Amado Álvarez. (2018).*

Marco de Referencia

Se dice entonces que los sistemas de información geográfica son: “Un conjunto de procedimientos manuales o computarizados usado para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente”.

ARONOFF (1989) [5]

Los sistemas de información geográfica han revolucionada el mundo de la cartografía, los análisis espaciales para la planificación y la gestión de los territorios, puesto que es importante conocer donde ocurre un fenómeno, desde que inicia hasta la fecha actual como solo ser obtener y conocer el lugar de los hechos. Silva, A., Daza, O., & López, L. (2018). [6]

Respecto a las inundaciones, se pueden usar el SIG y los datos de percepción remota para identificar áreas inundables, graficar las inundaciones que ocurren, demarcar inundaciones del pasado, y predecir futuras. El SIG puede combinar la información sobre pendientes, regímenes de precipitación, y la capacidad de acarreo de los ríos para modelar los niveles de inundación. La información de síntesis, obtenida de un estudio integrado puede ayudar a los planificadores y a quienes toman decisiones a decidir donde construir una presa o un reservorio para controlar las inundaciones. Kirk P. Rodgers (1993). [7]

Metodología

Por medio de imágenes satelitales se realizó un análisis multitemporal por medio de imágenes Landsat 8 de los años 2013, 2016 y 2021, se escogieron dichos años ya que son los que más muestran los cambios

que ha teniendo el medio ambiente en los alrededores de la represa y son escogidas por criterio propio donde se pudiera apreciar con la mayor claridad los cambios representativos del paisaje de la represa. En cuanto a la información cartográfica por parte del sistema de información geográfica para la planeación y ordenamiento territorial más conocido como (SIGOT), se utilizaron shapefiles escalas 1: 25.000 de drenajes dobles y sencillos, imágenes Landsat 8. Las coberturas que se mencionaran se procesaron y analizaron en el software ArcGIS 10 y en el software LAND viewer en el que se detalló la información a fondo respecto a los shapefiles utilizados. pasamos a ver el paso por paso del análisis realizado por medio las herramientas antes mencionadas, donde se empezará por la imagen las antigua a la más reciente.

Para empezar este análisis temporal, lo primero que se realizo fue delimitar la zona en Google Earth, dado que esto facilita la búsqueda de las imágenes satelitales que es el siguiente paso que se realizó, las imágenes fueron obtenidas de USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) que son imágenes Landsat que están compuestas por 7 u 8 bandas espectrales, que permiten ver de una manera más clara la vegetación y geología de la zona de la construcción de Hidroituango, estas imágenes tienen un nivel de nubosidad entre el 34 y 45%, igualmente se obtuvieron imágenes Landsat 8 de LAND viewer.

Imágenes satelitales represa Hidroituango

En la figura 1 se puede observar imágenes Landsat8 que tienen 3 combinaciones de bandas, esta combinación se llama color natural, las bandas para lograr ver este resultado de colores son: B4, B3, B2, esto permite ver la imagen real con sus colores naturales. En la figura 2, se puede observar una

combinación de bandas B6, B5 y B4, esta combinación permite ver en la imagen un análisis de la vegetación de la zona. Las dos figuras muestran zona del estudio para el análisis multitemporal en el año 2013, se puede ver el estado de la zona que, aunque ya se había empezado la construcción la represa Hidroituango aún se podía ver la zona sin afectaciones.

Noviembre 2013



Figura 1



Figura 2

En la figura 3 observamos la combinación que da el efecto natural en la imagen, y se ve que tanto el caudal de río Cauca como la vegetación no ha sufrido afectación, pero ya se puede apreciar el avance de la construcción de la represa.

Febrero 2016



Figura 3

En las figuras 4 y 5, se puede ver nuevamente la combinación de bandas natural y el análisis de la vegetación y se observa cómo se encuentra el caudal del río Cauca y sus alrededores en la actualidad (2021), se ve como cambió el caudal con la terminación de la construcción de la represa Hidroituango cuando esta no tuvo los resultados esperados, lo que causó la inundación del río Cauca, modificando su forma y a su vez destruyendo la vegetación y causando afectaciones a las poblaciones cercanas.

Febrero 2021



Figura 4



Figura 5

ArcGis

Por medio del software ArcGis se insertaron las imágenes de las figuras antes vistas y se realizó un análisis con la información cartográfica por parte del sistema de información geográfica para la planeación y ordenamiento territorial (SIGOT), ya que se utilizaron shapefiles escalas 1: 25.000 de drenajes dobles y sencillos sobre las imágenes Landsat 8 del 2021 que permitieron ver la estructura actual con la cartografía del SIGOT y las modificaciones del caudal del río Cauca y la vegetación de sus alrededores, como se muestra en la figura 6.

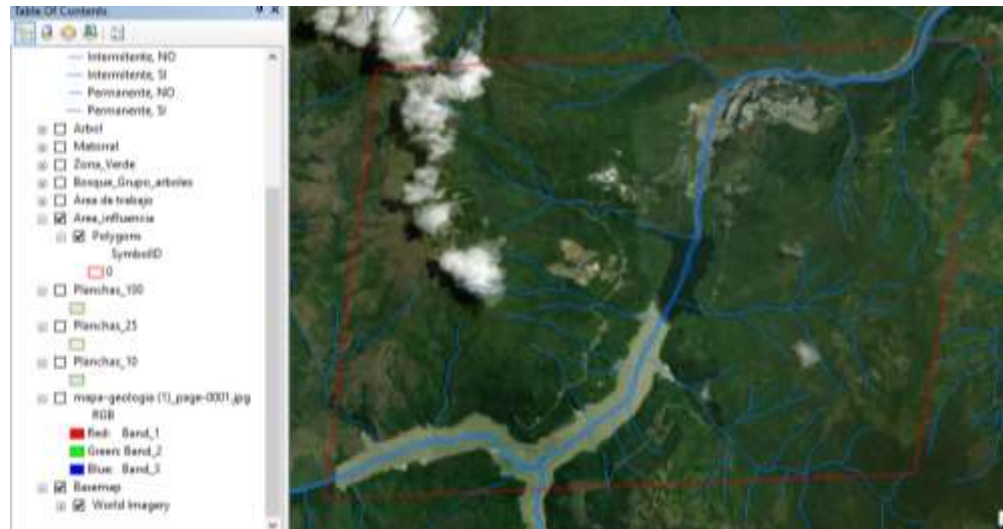


Figura 6

Resultados

Como resultado del análisis de las imágenes satelitales por medio del software ArcGis, se puede apreciar como varía el área del caudal del río Cauca. Se procedió a realizar el cálculo del área superficial del caudal del río del año 2013 al año 2021 respectivamente de las figuras 1 y 5. Se pudo observar que en el 2013 el río Cauca en los alrededores de la represa Hidroituango tenía un área de 911 metros cuadrados, mientras que para el año 2021 el área del caudal del río es de 7.550 metros cuadrados, por lo tanto se ve el gran aumento del área superficial del caudal que se dio gracias a la construcción de la represa, con un aumento 6.639 metros cuadrados que es un 87.94% más, como se puede ver en la figura 7 y en la tabla 1 a continuación.



s

Figura 7

Tabla 1. Tabla comparativa de área de afectación por represa Hidroituango.

Año	Área	Área de afectación
2013	911 m ²	911 m ²
2021	7550 m ²	6639 m ²

Conclusiones

La finalidad de este ensayo, era poder aplicar todo lo aprendido en el diplomado SIG, usando las herramientas usadas en el transcurso del curso. Esto se vio reflejado en el análisis multi-temporal que se realizó en el ensayo.

Por medio del análisis y la creación de polígonos por medio de ArcGIS se puede evidenciar el cambio en la morfología del caudal del río Cauca, la vegetación y paisaje que esta alrededor de la represa de Hidroitungo.

Gracias a la creación de los polígonos a las imágenes satelitales Landsat 8 por medio de ArcGIS y el cálculo de las áreas haciendo un comparativo de los años 2013 y el 2021, se pudo identificar el aumento del caudal del Río Cauca ya que en 2013 tenía un área de 911 m² y en 2021 tiene un área de 7550 m², teniendo un aumento del caudal en un 87,95%.

Se concluyó este ensayo evidenciando elementos importantes que dan respuesta al interrogante que se hizo al inicio de este trabajo, ¿Cuáles son las afectaciones ambientales de la construcción de la represa Hidroitungo? Se pudo evidenciar esto en la privatización de los bienes comunes y naturales, afectando a todas aquellas comunidades y personas que viven en la zonas de cercanías a la construcción, haciendo que cambien sus modos de subsistencias, el desplazamiento de las personas, debido a la reducción de áreas y predios, de igual manera está el impacto ambiental ocasionado por la desviación que sufrió el Río Cauca cuando se realizó la construcción de la central hidroeléctrica, la destrucción del bosque seco tropical y toda la fauna y la flora que se encontraba en ese lugar.

De igual manera el impacto social que esta mega obra genera gran relevancia, no se hizo una concertación con las personas afectadas en el área de la obra, ni su consentimiento, ciento de personas fueron desplazadas forzosamente, pescadores, agricultores y mineros entre otros, estas comunidades

riberañas tenían una vida digna y vivían del río, sin esta actividad muchos de ellos quedarán sin una forma de subsistencia y sin tener alimentos en sus mesas, cabe resaltar que esta zona del país ha sido afectada por 50 años de conflicto armado, muchos han sido víctima de desplazamiento forzado, desapariciones, cultivos ilícitos, atentados a la población civil y asesinatos y aun día muchas de las familias que ahí viven buscan en fosas comunes a sus familiares, las inundaciones van hacer imposible que estas labores sigan, de nuevo estas comunidades se enfrentan a un diferente espacio que presagia muy buenos tiempos económicos y sociales para la población afectada.

En este caso se debe buscar la participación activa de las comunidades afectadas por dichas obras o que estén dentro del área de influencia o cercanía al proyecto, y de esta manera poder informar y ser partícipe de toda las tomas de decisiones, en este caso no solo las que hacen parte del municipio de Antioquia don esta la mayor zona de incidencia, si no todas esas comunidades que a lo largo del río se benefician de él y se verán inquietadas por la edificación de la central tanto en lo social, económico y psicológico, y que de cierta manera afectaría su subsistencia y atentaría a su soberanía alimenticia entre otros problemas ya mencionados.

Existen diferentes maneras de evaluar y poder medir el impacto e importancia de un proyecto de esta magnitud, se deben observar todos aquellos impactos que se pudieron o no dar con la realización del proyecto o si no se realiza éste, realizando una comparación de una situación de con proyecto vs sin proyecto, todo esto con el fin de lograr un análisis que pueda brindar una evaluación positiva que resulta de la construcción de la hidroeléctrica y a su vez mostrar las consecuencias que esta pueda conllevar respecto al territorio.

Referencias Bibliográficas

- [1] Viviesca, María. (2014). Caracterización de Impactos Ambientales y Sociales generados por la construcción de grandes centrales hidroeléctricas en el país. Bogotá.
- [2] Fernández, M. & Carrillo, M. (2010). América sumergida. Impactos de los nuevos proyectos hidroeléctricos en Latinoamérica y el Caribe. Barcelona, España: Icara editorial, S.A.
- [3] Santos RMB, Fernández LS, Cortes RMV, Varandas SGP, Jesús JJB, Pacheco FAL. (2017). Integrative assessment of river damming impacts on aquatic fauna in a Portuguese reservoir. *Sci Total Environ*.
- [4] Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (2011). Actualización Estudio De Impacto Ambiental-Evaluación Ambiental. Medellín.
- [5] Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (2000). Recuperado el 21 June 2021, de https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez-12/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-SIG.pdf
- [6] Liria, J. (2021). Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos. Recuperado el 21 junio 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532008000100024
- [8] Fontaine, Ernesto R. (2008). Evaluación social de proyectos. Décimo tercera edición, México.
- [7] Prefacio. (2021). Recuperado el 21 junio 2021, de <http://www.oas.org/usde/publications/unit/oea65s/ch01.htm#prefacio>