

---

## ANÁLISIS DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS MEDIANTE TÉCNICAS GEO-ESPACIALES CON ENFOQUE INTEGRAL EN LA MICROCUENCA DEL RÍO BONITO, IZABAL.

---

**Iván Antonio Salazar Sosa**

Mtro. en Energía y Ambiente  
ivansala62sosa@gmail.com

**Rosa Liliana Hernández**

Asesora  
Mtra. en Energía y Ambiente  
lilianahdezt@hotmail.com

### Resumen

La aplicación de herramientas geospaciales con enfoque de manejo integrado para cuencas en el análisis de proyectos hidroeléctricos, es una valiosa ayuda que ahorra costos y tiempo mediante la modelación, la asignación y localización de actividades en la ordenación del territorio. Este trabajo de investigación establece zonas de fragilidad ambiental, mediante la sobre posición de capas o shapes preexistentes, adaptados a la microcuenca en estudio, realizando un análisis de variables y factores de vulnerabilidad y riesgos a impactos ambientales por actividades de proyectos hidroeléctricos.

### Abstract

*The application of geospatial tool with integrated basins in analyzing management approach hydroelectric projects are a valuable help to save costs and time by modeling, allocating and locating activities in the planning. This research establishes environmentally fragile areas by overlapping layers or pre-existing shapes adapted to the watershed studied conducting an analysis of variables and risk factors of vulnerability and environmental impacts of hydropower projects.*

### Palabras clave

Análisis geoespacial, microcuenca, manejo integrado, cuenca hidrográfica, impactos ambientales, mitigación.

### Keywords

*Geospatial analysis, micro river basin, integrated management, watershed, environmental impacts, mitigation.*

## Introducción

El análisis geoespacial establece e identifica zonas para la protección y conservación, áreas para la recarga hídrica y el manejo con prácticas para conservación de suelos, sintetizando información y optimizando recursos; siendo una herramienta efectiva para la toma de decisiones en la aprobación y evaluación de actividades dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP, el cual se constituye en una metodología de fácil aplicación y de ahorro de costos.

La aplicación de tecnología SIG puede superponer muchos tipos de datos, incluidos los demográficos, estadísticos, topográfico, la infraestructura de la ciudad, clima, hídrico, forestal, ambiente, vegetación, riesgos, geología, fisiografía y otros representados en mapas para transformar datos complejos en información útil. En conjunto, los programas de SIG, los datos y las metodologías se combinan para proporcionar una tecnología llamada análisis geoespacial, según Puerta, Rengifo y Bravo (2011).

Los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones según Calderón, Álvarez y Apxuac (2011).

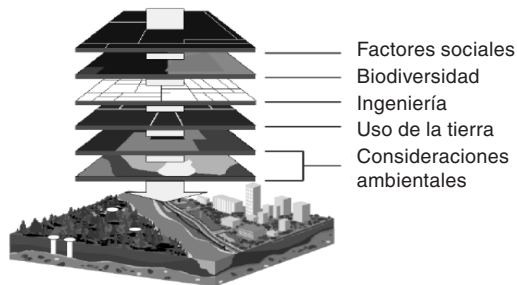


Figura 2. Proceso de análisis geoespacial y sobre posición de capas para generación de información y mapas temáticos

Fuente: Manual Técnico Software para análisis geoespacial Arc gis 10 Básico Universidad Agraria Perú 2011.

En el presente estudio se define el manejo integrado de evidencias como la herramienta que permite desarrollar las directrices de protección del recurso, ordenación de recursos naturales, ordenamiento te-

rritorial, con el fin principal de mejorar o fortalecer el nivel y calidad de vida de las poblaciones, García (1997).

## Desarrollo del estudio

El presente estudio describe y explica la funcionalidad de Manejo Integrado de Cuenca, utilizando la metodología del análisis Geoespacial como una herramienta de aplicación para el enfoque integral en la microcuenca de río Bonito en la reserva protectora de manantiales Cerro San Gil, Izabal, como parte del proceso de la evaluación de instrumentos de impacto ambiental de proyectos hidroeléctricos, a utilizarse en la Unidad de Estudios de Impacto Ambiental del CONAP. Se recopilan las capas o shapes correspondientes a la geomorfología y aspectos biofísicos, posteriormente, se realiza el reconocimiento e identificación de algunos de estos aspectos en campo, así como la identificación de posibles impactos y sus medidas de mitigación más adecuadas, vinculados a matrices de evaluación.

La metodología se propone como una herramienta práctica y factible para la toma de decisiones en el análisis de las distintas propuestas de proyectos hidroeléctricos que fortalezcan los principios de la sostenibilidad.

## Resultados obtenidos

Para el presente caso se identifican las variables biofísicas y geomorfológicas en las que puede tener incidencia directa un proyecto hidroeléctrico.

Tabla I. Matriz de identificación de variables y vulnerabilidad a impactos

Variables de Importancia en el ambiente	Vulnerabilidad del área
Cobertura vegetal	Pendientes a lo largo de toda la cuenca
Red de corriente hídrica	Vulnerabilidad de Erosión
Cauce principal	Vulnerabilidad a pérdida de recarga hídrica
Clasificación de suelos	Vulnerabilidad movimiento de tierra
Geología	Vulnerabilidad remoción cobertura vegetal
Sistema de áreas protegidas	Centros de poblados
Pendiente del cauce principal	Zonas de cultivo
Porcentaje de los rangos de pendientes en toda la microcuenca	Deslizamiento, aludes, deslaves
Alturas o altitudes	Soterramiento, deslizamientos

Utilizando la matriz de importancia ambiental, se identifican las principales variables biofísicas que son de importancia ambiental en el área de la microcuenca que pueden estar expuestas a impactos por actividades hidroeléctricas.

Tabla II. *Matriz variables de importancia ambiental*

VARIABLES DE IMPORTANCIA EN EL AMBIENTE	VALOR ASIGNADO
Delimitación y ubicación entro de cuenca, sub cuenca, microcuenca	1
Red de corrientes hídricas	2
Cauce principal	3
Cobertura vegetal	4
Clasificación de suelos	5
Geología	6
Sistema de áreas protegidas	7
Pendiente del cauce principal	8
Alturas o altitudes	9

Se genera una matriz en la cual se asigna una valoración o ponderación con base al riesgo de amenaza y vulnerabilidad de aspectos biofísicos en el área de la microcuenca como se observa a continuación.

Tabla III. *Matriz de importancia de vulnerabilidad*

VARIABLES DE IMPORTANCIA EN EL AMBIENTE	VALOR ASIGNADO
Pendientes a lo largo de toda la microcuenca	1
Vulnerabilidad de erosión	2
Vulnerabilidad a pérdida de recarga hídrica	3
Vulnerabilidad movimiento de tierra	4
vulnerabilidad remoción cobertura vegetal	5
Centros poblados	6
Áreas de cultivos	7

Con el fin de identificar las áreas de las variables que están sujetas a ser impactadas, se realiza una sobre posición de capas para generar un mapa de variables de importancia ambiental que pueden estar sujetos a posibles impactos.

Utilizando la matriz de variables y los rangos asignados, se procede a la sobre posición de capas en el orden dado para generar los mapas de variables de importancia ambiental, que están sujetas a impactos ambientales producto de las actividades hidroeléctricas.

## Discusión de resultados

Con la matriz de identificación de importancia ambiental y la matriz de amenazas se determinaron los posibles impactos ambientales que se generan a lo largo de toda la microcuenca.

Tabla IV. *Relación de jerarquización de impactos*

JERARQUÍA DE IMPACTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN	FASE DE OPERACIÓN
1	Creación de empleos directos e indirectos (efecto favorable)	Generación de energía limpia (efecto favorable)
2	Diversificación y promoción económica a nivel local (efecto favorable)	Creación de empleos directos e indirectos (efecto favorable)
3	Eliminación y degradación de la vegetación y consecuente desaparición y/o modificación de biotopos	Mejora en la calidad físico-química de las aguas que se devuelven al río (efecto favorable)
4	Pérdida de suelo fértil y aumento de la erosión	Efecto barrera para la fauna silvestre
5	Alteración de las poblaciones faunísticas	Creación de nuevos hábitats acuáticos para la fauna silvestre (efecto favorable)
6	Compactación y alteración de la geomorfología	Reducción de hábitats para la fauna silvestre
7	Ocupación del terreno	Diversificación y promoción económica (efecto favorable)

Después de identificar, las variables de importancia ambiental para los proyectos hidroeléctricos e identificar las vulnerabilidades en el área y los posibles impactos ambientales, se establecen las medidas de mitigación más adecuadas como parte del manejo integral de la microcuenca.

## Conclusiones

1. Mediante la utilización de una metodología de aplicación de herramientas geo espaciales en la fase de gabinete, se facilita el análisis de la funcionalidad de la cuenca hidrográfica.
2. La caracterización de las principales variables de la microcuenca del río Bonito, permite identificar los principales impactos que podrían darse en la construcción y ejecución de proyectos hidroeléctrico.

El fin principal de la aplicación de las herra-

mientas geoespaciales, es sistematizar la caracterización, priorización y formulación del plan de manejo de la cuenca, sub cuenca y microcuenca.

### Recomendaciones

1. Al realizar propuestas de proyectos hidroeléctricos para el área de la microcuenca del río Bonito, es necesario considerar las adecuadas tecnologías para minimizar los impactos.
2. Es necesario considerar la ubicación de la microcuenca en el área protegida y la normativa aplicable para los usos adecuados y actividades permisibles.
3. Implementar medidas de mitigación como la no utilización de maquinaria pesada, transporte aéreo de materiales, planes de reforestación y manejo de la parte alta de la cuenca para mantener la recarga hídrica.

### Referencias bibliográficas

- Calderón, Álvarez y Axpucac (2011). Utilización de los Sistemas de Información Geográficos para la propuesta del manejo de los Recursos Naturales Renovables de La Parcialidad Chipucac del Municipio de Totonicapán. Trabajo de Graduación Escuela de Postgrado Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cotler H. (2004) El manejo integral de cuencas en México Instituto Nacional de Ecología (INESEARNAT) insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530. México.
- García A., Guzmán R. (1997). Manual Técnico para el Manejo Integral de cuencas hidrográficas Ministerio de Ambiente, Publicaciones SENA Dirección general Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.
- Puerta, R., Rengifo J., Bravo N. (2011). Manual Técnico Básico Arc Gis 10 Universidad Nacional Agraria de la Selva Perú.
- UICN (2,009). Documento técnico. Guía para la elaboración de planes de manejo de micro-

cuenas, basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza, Oficina Regional para Mesoamérica Apartado 146-2150 Moravia, Costa Rica.

### Información del autor

- Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, Ivan Antonio Salazar Sosa, graduado de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2011.
- Posgrado en Gestión de Riegos y Desastres Centro de Estudios Ambientales de Manizales, Universidad Nacional de Colombia 2012.
- Posgrado en Gestión por Resultados y Planificación Estratégica FLACSO, 2014.
- Maestro en Artes en Energía y Ambiente, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería, (USAC), 2016.