

Matriz de Riesgos para Evaluar Impactos Ambientales en Aprovechamientos Hidroenergéticos

Manuel Luque Casanave

*Departamento de Energía-Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú
verman@verman.com.pe*

RESUMEN

Se presenta un sistema para la calificación y cuantificación de los riesgos mediante una estructura de matrices con una clasificación de base en función a tres etapas: implementación, operación y mantenimiento de un Aprovechamiento Hidroenergético (AH). En cada matriz se identifican los parámetros relevantes con potencial afectación por actividades que se desarrollan en cada etapa, estableciéndose las categorías de riesgo a la que está expuesto un determinado parámetro frente a determinada actividad, se define también la severidad del impacto en forma cualitativa y se cuantifica el riesgo asignando un valor a tal impacto. Se definen las categorías que representan riesgos asociados a la actividad bajo análisis. La ausencia de una categoría de riesgo asociada, se expresa como N/A. Las diferentes matrices de riesgo se obtienen por iteración para los diversos parámetros influyentes, lográndose definir al final del procedimiento la severidad de los riesgos mediante sumatoria de los valores que cuantifican los riesgos bajo las tres categorías así como bajo un parámetro específico; en ambos casos para cada una de las tres etapas de un Aprovechamiento Hidroenergético: implementación, operación y mantenimiento. Se determinan la severidad de los riesgos cuantificados bajo tres categorías: riesgos ecológicos, riesgos económico-sociales y riesgos a la salud humana; para cada una de las tres etapas.

1. Introducción

El impacto ambiental que pudieran ocasionar las etapas de implementación, operación y mantenimiento de un Aprovechamiento Hidroenergético puede ser minimizado a través de adecuadas medidas de prevención y/o mitigación. Una matriz de riesgos que permita calificar los riesgos en forma sistemática, cuantificando riesgos específicos y vinculándose a las actividades del Aprovechamiento Hidroenergético, servirá para orientar las actividades del EIA, de modo que la implementación, operación y mantenimiento del PAH tenga a través de la matriz, una referencia de la severidad del impacto, que oriente y ayude a planificar y priorizar las actividades de Manejo Ambiental exigidos en los EIAs y en los Programas de Manejo y Adecuación Ambiental. Un adecuado manejo ambiental de los proyectos del Aprovechamiento Hidroenergético permite que los beneficios de mejora en la calidad de vida que se desean lograr en la población objetivo del proyecto, sean realizados sin ocasionar efectos negativos inmediatos o futuros al medio ambiente y a la salud de la población, al mismo tiempo que se preservan

los valores culturales y se evitan alteraciones negativas en las actividades sociales y económicas de la región.

En el presente trabajo se ha definido tres categorías de riesgo: riesgos ecológicos, riesgos económico-sociales y riesgos a la salud humana. A su vez a fin de cuantificar la severidad de los impactos se han definido cuatro niveles de riesgo para cada categoría; sin riesgo o de bajo riesgo; riesgo moderado; riesgo significativo y riesgo grave.

2. Descripción

Para la calificación y cuantificación de los riesgos se configuró una estructura de matrices con una clasificación de base en función a tres etapas: implementación, operación y mantenimiento del Aprovechamiento Hidroenergético. En cada matriz se identificaron los parámetros relevantes con potencial afectación por actividades que se desarrollan en cada etapa, estableciéndose las categorías de riesgo a la que está expuesto un determinado parámetro frente a determinada actividad, se definió la severidad del impacto en

forma cualitativa y se cuantificó el riesgo asignando un valor a tal impacto.

Se definieron las categorías que representan riesgos asociados a la actividad bajo análisis. La ausencia de una categoría de riesgo asociada, se expresó como N/A. Las diferentes matrices de riesgo fueron entonces obtenidas por iteración para los diversos parámetros influyentes, lográndose definir al final del procedimiento la severidad de los riesgos mediante sumatoria de los valores que cuantifican los riesgos bajo las tres categorías así como bajo un parámetro

específico; en ambos casos para cada una de las tres etapas de un Aprovechamiento Hidroenergético (AH): implementación, operación y mantenimiento.

La calificación y cuantificación de los riesgos se hizo en la siguiente forma:

Riesgo Grave	: 4
Riesgo Significativo	: 3
Riesgo Moderado	: 2
Sin Riesgo o Bajo Riesgo	: 1

Tabla I. Matriz de Riesgos por la Implementación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Suelo	Trabajos de prospección y topografía	Ecológicos	Bajo	1	N/A
	Desbroce del terreno	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales
	Transporte de materiales	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Ejecución de obras civiles	Económico Sociales	Significativo	3	Ecológicos
	Apertura de caminos	Económico Sociales	Significativo	3	Ecológicos
	Implementación de campamento	Ecológicos	Significativo	3	Económico Sociales
	Afianzamiento hídrico y habilitación de reservorio y represa	Ecológicos	Grave	4	Económico Sociales
	Implementación de canal y tubería de presión.	Ecológicos	Significativo	3	N/A
	Ejecución de obras Electromecánicas	Ecológicos	Significativo	3	Económico Sociales
	Mantenimiento de equipos de obra y de vehículos	Ecológicos	Significativo	3	N/A
	Instalación de la turbina y del generador eléctrico	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Implementación de la casa de fuerza del tablero, subestación de transformación y patio de llaves	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Tendido de líneas de transmisión	Económico Sociales	Significativo	3	Ecológicos Salud Humana
	Retiro de equipos de construcción	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales
	Cierre de campamento	Ecológicos	Significativo	3	Económico Sociales

Tabla II. Matriz de Riesgos por la Implementación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Agua	Implementación de campamento	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales
	Apertura de caminos	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales
	Desvío de cursos de agua	Económico Sociales	Grave	4	Ecológicos
	Afianzamiento hídrico y habilitación de reservorio y represa	Ecológicos	Grave	4	Económico Sociales
	Implementación de canal y tubería de presión	Ecológicos	Significativo	3	N/A
	Tendido de líneas de transmisión	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales
	Cierre de campamento	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales

Tabla III. Matriz de Riesgos por la Implementación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Aire	Transporte de materiales	Ecológicos	Bajo	1	Salud Humana
	Ejecución de obras civiles	Ecológicos	Moderado	2	Económico Sociales

Tabla IV. Matriz de Riesgos por la Implementación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Recursos Naturales y Paisaje	Desbroce del terreno	Ecológicos	Grave	4	Económico Sociales
	Apertura de caminos	Ecológicos	Grave	4	Económico Sociales
	Ejecución de obras civiles	Ecológicos	Significativo	3	Económico Sociales
	Almacenamiento de materiales	Ecológicos	Significativo	3	N/A
	Implementación de campamento	Ecológicos	Significativo	3	Salud Humana
	Afianzamiento hídrico y habilitación de reservorio y represa	Ecológicos	Significativo	3	Económico Sociales
	Implementación de canal y tubería de presión.	Ecológicos	Significativo	3	N/A

Recursos Naturales y Paisaje	Implementación de la casa de fuerza del tablero, subestación de transformación y patio de llaves	Ecológicos	Significativo	3	N/A
	Tendido de líneas de transmisión	Ecológicos	Grave	4	Económico Sociales
	Retiro de equipos de construcción	Ecológicos	Significativo	3	N/A

Tabla V. Matriz de Riesgos por la Operación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Suelo	Desvío y conducción del agua	Económico Sociales	Significativo	3	Ecológicos
	Movimiento de materiales	Ecológicos	Bajo	1	Salud Humana
	Generación de residuos sólidos	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Generación de efluentes domésticos	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Potenciales fugas de aceite del transformador	Ecológicos	Significativo	3	Salud Humana
	Traslado de residuos domésticos e industriales a relleno sanitario	Salud Humana	Significativo	3	Ecológicos

Tabla VI. Matriz de Riesgos por la Operación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Agua	Desvío y conducción del agua	Económico Sociales	Significativo	3	Ecológicos
	Descarga de aguas de la turbina	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Generación de efluentes domésticos	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Potenciales fugas de aceite del transformador	Ecológicos	Grave	4	Salud Humana

Tabla VII. Matriz de Riesgos por la Operación de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Recursos Naturales y Paisaje	Conducción del agua	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Generación y traslado de residuos sólidos domésticos e industriales	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Generación de efluentes domésticos	Ecológicos	Moderado	2	N/A

Tabla VIII. Matriz de Riesgos por el Mantenimiento de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Suelo	Mantenimiento de pozos de tierra de transformador y de líneas de transmisión con sales químicas	Ecológicos	Significativo	3	Salud Humana
	Presencia temporal de personal foráneo	Económico Sociales	Moderado	2	Ecológicos
	Mantenimiento de transformador	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Almacenamiento de repuestos y materiales consumibles (cables, pinturas, solventes, productos de limpieza, etc.)	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Mantenimiento de caminos para el mantenimiento de líneas	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Mantenimiento de líneas de transmisión	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Generación de residuos sólidos por materiales de recambio	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Almacenamiento temporal de residuos (embalajes, materiales, estructuras, etc.)	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Cambio de aceite de transformador	Ecológicos	Significativo	3	Salud Humana
	Transporte de materiales y equipos de mantenimiento	Ecológicos	Bajo	1	N/A
	Desbroce de vegetación debajo de líneas de transmisión	Ecológicos	Significativo	3	N/A

Tabla IX. Matriz de Riesgos por el Mantenimiento de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Agua	Mantenimiento de pozos de tierra de transformador y de líneas de transmisión con sales químicas	Ecológicos	Significativo	3	Salud Humana
	Generación de residuos sólidos por materiales de recambio	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Movimiento vehicular, transporte de materiales y de equipos de mantenimiento	Ecológicos	Moderado	2	N/A

Tabla X. Matriz de Riesgos por el Mantenimiento de un AH

Parámetro	Actividad AH	Categoría de Riesgo	Severidad del Riesgo		Categorías de Riesgo Asociadas
			Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa	
Recursos Naturales y Paisaje	Almacenamiento de repuestos y materiales consumibles (cables, pinturas, solventes, productos de limpieza, etc.)	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Presencia temporal de personal foráneo	Ecológicos	Moderado	2	Salud Humana
	Generación de residuos sólidos por materiales de recambio	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Almacenamiento temporal de residuos (embalajes, materiales, estructuras, etc.)	Ecológicos	Moderado	2	N/A
	Movimiento vehicular, transporte de materiales y de equipos de mantenimiento	Ecológicos	Significativo	3	Económico Sociales
	Mantenimiento de líneas de transmisión	Ecológicos	Moderado	2	N/A

A partir de los resultados de las tablas anteriores se determinan la severidad de los riesgos cuantificados bajo tres categorías: riesgos ecológicos, riesgos

económico-sociales y riesgos a la salud humana; para cada una de las tres etapas de un AH: implementación, operación y mantenimiento.

Tabla XI. Severidad de Riesgos Derivados de la Implementación de un AH

Categoría de Riesgo	Parámetro	Severidad de Riesgos Relevantes
Ecológicos	Recursos Naturales y Paisaje	33
	Suelo	30
	Agua	15
	Aire	3
Económico-Sociales	Recursos Naturales y Paisaje	- (1)
	Suelo	9
	Agua	4
	Aire	- (1)
Salud Humana	Recursos Naturales y Paisaje	- (1)
	Suelo	- (1)
	Agua	- (1)
	Aire	- (1)
(1) Riesgos Asociados	Total	94

Tabla XII. Severidad de Riesgos Derivados de la Operación de un AH

Categoría de Riesgo	Parámetro	Severidad de Riesgos Relevantes
Ecológicos	Recursos Naturales y Paisaje	6
	Suelo	8
	Agua	8
	Aire	N/A
Económico-Sociales	Recursos Naturales y Paisaje	- (1)
	Suelo	3
	Agua	3
	Aire	N/A
Salud Humana	Recursos Naturales y Paisaje	- (1)
	Suelo	3
	Agua	- (1)
	Aire	- (1)
N/A No aplica (1) Riesgos Asociados	Total	31

Tabla XIII. Severidad de Riesgos Derivados del Mantenimiento de un AH

Categoría de Riesgo	Parámetro	Severidad de Riesgos Relevantes
Ecológicos	Recursos Naturales y Paisaje	13
	Suelo	22
	Agua	7
	Aire	N/A
Económico-Sociales	Recursos Naturales y Paisaje	- (1)
	Suelo	2
	Agua	- (1)
	Aire	N/A
Salud Humana	Recursos Naturales y Paisaje	- (1)
	Suelo	- (1)
	Agua	- (1)
	Aire	N/A
(1) Riesgos Asociados	Total	44

A partir de los resultados de las tablas anteriores se determinan la severidad de los riesgos, cuantificados según parámetros específicos: recursos

naturales y paisaje, suelo, agua y aire; para cada una de las tres etapas de un AH: implementación, operación y mantenimiento.

Tabla XIV. Severidad de Riesgos según el Parámetro Afectado

Parámetro	Severidad de Riesgos en un AH		
	Derivado de la Implementación	Derivado de la Operación	Derivado del Mantenimiento
Recursos Naturales y Paisaje	33	6	13
Suelo	39	14	24
Agua	19	11	7
Aire	3	- (1)	- (1)
Total	94	31	44

(1) Riesgos Asociados

3. Conclusiones

La Matriz de Riesgos representa una importante herramienta para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de un AH. El presente trabajo sistematiza la cuantificación de los potenciales riesgos que podrían implicar los proyectos de AH en la salud, el medio ambiente y en el entorno socioeconómico. Se pretende aportar un elemento de consulta para las empresas, profesionales, ONGs y municipios, para la implementación, operación y mantenimiento sostenible de los AHs, sobre todo aquellos localizados en zonas rurales particularmente frágiles.

En el presente trabajo la calificación y cuantificación asignada a la severidad del riesgo de una determinada actividad, debe ser considerada como referencial. La severidad del riesgo asignada podría variar según las características específicas de cada proyecto de AH, sin embargo la metodología propuesta es válida para tales condiciones. El presente estudio concluye que durante la implementación de un AH los riesgos ecológicos representan el 86% del total de riesgos potenciales, de los cuales a su vez más del 70% son potenciales afectaciones al suelo y a los recursos naturales y paisaje. En la operación de un AH la mayor severidad de riesgos está la afectación al suelo y al agua, las mismas que en conjunto representan algo más del 50% del total de riesgos. En la etapa de mantenimiento el 50% de la severidad de los riesgos está representada por la potencial

afectación al suelo y cerca del 30% por la afectación a los recursos naturales y paisaje.

La evaluación de la severidad de riesgos realizada permite afirmar que cerca del 56% de los riesgos ocurren durante la implementación de un AH. Considerando en forma integral las tres etapas de un AH (implementación, operación y mantenimiento), el suelo representa algo más del 45% de la potencial afectación y el agua cerca del 22%.

El levantamiento de información de campo para una mejor definición de la severidad de los riesgos debe estar acompañada de consultas con la población local a beneficiar con el proyecto, para asegurar que el proyecto sea no sólo económico y socialmente beneficioso, sino también ambientalmente sostenible. Se deben identificar desde un inicio los potenciales riesgos que implica el proyecto.

4. Referencias

- [1] Carrasco, Alfonso, Agua, Energía y Desarrollo Rural. Edit. ITDG, Lima, 1989.
- [2] Carrasco, Alfonso, Electricidad Rural en el Perú. Editado por ITDG, Lima, 1990.
- [3] Sánchez, Teodoro. Ramírez Gastón, Javier Manual de Mini y Microcentrales Hidroeléctricas, Lima, 1996
- [4] Una Guía para el Desarrollo de Proyectos. Editado por ITDG, Lima, 1997.
- [5] Viani, Bruno, Microcentrales Hidroeléctricas. Una Introducción al Trabajo de Campo. Editado por ITDG, Lima, 1995.

