

PROYECTO HIDROELÉCTRICO ITUANGO - PHI

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

2. CONOCIMIENTO DEL RIESGO

2.1.4 Criterios de riesgo

MARZO, 2022

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DESTINATARIO	No. DE COPIAS
EPM	Documento original

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DEL DOCUMENTO:		PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO – CONOCIMIENTO DEL RIESGO				
DOCUMENTO No.:						
APROBACIÓN	NÚMERO DE LA REVISIÓN		0	1	2	3
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	Nombre:	Consortio Generación Ituango			
		Firma:				
		Fecha:	15/03/2022			
	RESPONSABLE POR REVISIÓN Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	Nombre:	B. Hernández A.			
		Firma:				
		Fecha:	15/03/2022			
	Vo. Bo. DIRECTOR DEL PROYECTO	Nombre:	L. F. Restrepo			
		Firma:				
		Fecha:	15/03/2022			

TABLA DE CONTENIDO

2	CONOCIMIENTO DEL RIESGO	1
2.1	ESTABLECIMIENTO DEL CONTEXTO	1
2.1.4	Criterios de riesgo	1

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Metodologías para zonificar las amenazas.....	3
Tabla 2-2. Rangos de clasificación de los componentes y variables de los factores de vulnerabilidad	7
Tabla 2-3 Valoración del riesgo en términos de probabilidad de ocurrencia y vulnerabilidad.	8
Tabla 2-4 Niveles de aceptabilidad del riesgo.....	8
Tabla 2-5 Significado del nivel de riesgo.....	8

1 INTRODUCCIÓN

2 CONOCIMIENTO DEL RIESGO

2.1 ESTABLECIMIENTO DEL CONTEXTO

2.1.4 Criterios de riesgo

Atendiendo lo estipulado en el numeral 1.1.5 del artículo 2.3.1.5.2.1.1 del decreto 2157 de 2017, que establece los términos para la formulación del PGRDEPP, en este aparte se presentan las consideraciones generales que orientan la toma de decisiones en cuanto a la gestión del riesgo de desastre para el Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI).

El proceso de conocimiento del riesgo del PHI se aborda a partir de las obras y actividades de la etapa actual del proyecto y las de la etapa de operación.

Considerando que la etapa actual corresponde a la suspensión de “...todas las actividades regulares relacionadas con etapa de construcción, llenado y operación del embalse, que hacen parte de las actividades que se llevan a cabo dentro de la ejecución del proyecto “Construcción y Operación Hidroeléctrico Pescadero – Ituango”, ..., y que no sean requeridas para la atención de la contingencia presentada desde el día 28 de abril de 2018”¹, y que la autoridad permite “la ejecución de las medidas del plan de seguimiento y monitoreo, así como todas aquellas actividades de desmantelamiento que sean necesarias para superar el riesgo”² y “todas las actividades, obras, trabajos y en general todas las medidas ambientales que deban ser ejecutadas por la responsable del proyecto con el fin de prevenir y mitigar los riesgos asociados a la contingencia presentada”³, así como también “las actividades, obras, trabajos de ingeniería y obra civil que deba ejecutar la empresa para garantizar la integralidad del proyecto y prevenir y mitigar los riesgos asociados a la contingencia presentada...”⁴, y que en operación se retomarán las obras y actividades tal como fueron licenciadas, en este PGRD se incluye la evaluación de amenazas indicando la etapa a la que aplica cada escenario de riesgo. Al respecto se precisa que la evolución de los escenarios de riesgo tiene una evolución muy

¹ Artículo primero de la Resolución 820 de 2018

² Ídem

³ Artículo segundo de la Resolución 820 de 2018

⁴ Ídem

dinámica, en la medida que avanzan las obras de atención a la contingencia presentada, por lo tanto, es una materia de revisión constante para el PHI.

Las amenazas, aunque de fondo son las mismas identificadas para el PHI desde el EIA de 2007 con cambios menores en cuanto a nombres y definiciones, en este PGRD se basan en estudios recientes, robustos, específicos y especializados para el PHI, por lo que se considera que el proceso de conocimiento del riesgo está bien soportado técnicamente y dichos estudios son retomados e integrados en este PGRD. Para la zonificación de las amenazas se emplearon metodologías específicas de acuerdo con cada materia y la disponibilidad de información respecto a los fenómenos amenazantes analizados, tal como se detallan en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Metodologías para zonificar las amenazas.

AMENAZA/ESCENARIO DE RIESGO		METODOLOGÍA	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
A1	Amenaza sísmica	Recomendaciones del Boletín 148 del ICOLD (2016) y NSR-10 (AIS, 2010)	n.a.	NSR-10 Título A	NSR-10 Título A	NSR-10 Título A	n.a.
A2	Movimientos sísmicos inducidos por el embalse	Recomendaciones del Boletín 137 del Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD, 2011) Probabilidad de ocurrencia de sismicidad (Beacher & Keeney, 1982)	n.a.	Profundidad(m): <92 Volumen(m3): <1.2E9 Estado de esfuerzos: Corte Actividad de falla: Desconocida Geología: Ígnea	Profundidad(m): 92 - 150 Volumen(m3): 1.2 - 10E9 Estado de esfuerzos: Compresión Actividad de falla: Fallas activas no presentes Geología: Metamórfica	Profundidad(m): >150 Volumen(m3): >1E10 Estado de esfuerzos: Tracción Actividad de falla: Fallas activas presentes Geología: Sedimentaria	n.a.
A3E1	Movimientos en masa por precipitación	Amenaza en función de la probabilidad de falla (SGC, 2014) Guías y directrices para la evaluación del riesgo (ANCOLD, 2003; Whitman, 1984), y Australian Geomechanics Society (AGS) en el documento "Landslide Risk Management Concepts and Guidelines" (AGS, 2000)	<0,001 (0,1%)	0.001 - 0,02 (0,1 - 2%)	0,02 - 0,16 (2 - 16%)	>0,16 (<16%)	n.a.
A3E2	Movimientos en masa por sismo						
A4	Subsidencia o hundimiento	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

AMENAZA/ESCENARIO DE RIESGO		METODOLOGÍA	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
A5E1	Modos de falla de la presa	Evaluación de modos probables de falla FERC (2005), World Bank (2021) y Hatch (2021) Equivalencias de probabilidad de ocurrencia (Government of Alberta, 2021)	1 Probabilidad de falla anual: $<10^{-6}$ 6 No hay posibilidad física de fallo.	2 Probabilidad de falla anual: 10^{-6} - $<10^{-5}$ No se puede descartar la posibilidad, sin embargo, la evidencia indica que es muy poco probable	3 Probabilidad de falla anual: 10^{-5} - $<10^{-4}$ Es posible aunque la evidencia se inclina más hacia "menos probable" que hacia "más probable".	4 Probabilidad de falla anual: 10^{-4} - $<10^{-2}$ Es posible, la evidencia se inclina más hacia "más probable" que hacia "menos probable".	5 Probabilidad de falla anual: $\geq 10^{-2}$ 2 Altamente probable que ocurra
A5E2	Efectos aguas abajo	Modelación hidráulica - Comportamiento del flujo en función de severidad de inundación velxprof (FEMA, 2014)	$<0,20$	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	$>2,50$
A6E1	Socavación cuenco del vertedero	Método del Índice de erodabilidad	$<1\%$	1 - 25%	25 - 75%	75 - 99%	$>99\%$
A6E2	Socavación procesos erosivos						
A7	Derrames de sustancias peligrosas	Modelación hidráulica de flujo contaminante Probabilidad de ocurrencia GTC-45	n.a.	$<1\%$	1 - 10%	$>10\%$	Flujo por el canal
A8	Avenidas torrenciales	CORNARE, 2012	0 - 1	1,1 - 2	2,1 - 3	3,1 - 4	4,1 - 5
A9E1	Modificaciones extremas de caudales por amenaza tecnológica Descarga intermedia	Caracterización hidráulica por tramos y estimación del Índice de integridad de hábitat (IIH)	n.a.	0,8 - 1	0,51 - 0,8	0,21 - 0,5	0 - 0,2

AMENAZA/ESCENARIO DE RIESGO		METODOLOGÍA	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
A9E2	Modificaciones extremas de caudales por amenaza tecnológica Destaponamiento súbito 8.000m3	Modelación hidráulica - protocolo de modelación hidrológica e hidráulica propuesto por el IDEAM en 2018. Comportamiento del flujo en función de severidad de inundación velxprof (FEMA, 2014)	<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A9E3	Modificaciones extremas de caudales por amenaza tecnológica Destaponamiento súbito 16.000m3		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A9E4	Modificaciones extremas de caudales por Falla cuatro compuertas		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A10E1	Fenómenos climáticos extremos Crecientes naturales Río Cauca Tr2,33		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A10E2	Fenómenos climáticos extremos Crecientes naturales Río Cauca Tr50		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A10E3	Fenómenos climáticos extremos Crecientes naturales Río Cauca Tr100		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A10E4	Fenómenos climáticos extremos Crecientes naturales Río Cauca Tr500		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A10E5	Fenómenos climáticos extremos Crecientes naturales Otras fuentes		<0,20	0,20 - 0,50	0,50 - 1,50	1,50 - 2,50	>2,50	
A10E6	Fenómenos climáticos extremos Sequías naturales (Q450m3/s)		Modelación hidráulica por tramos para tránsito de caudales mínimos	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

AMENAZA/ESCENARIO DE RIESGO		METODOLOGÍA	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
A11E1	Incendio y explosiones en sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas	Caracterización de la amenaza a través del método MESERI y definición de radio de afectación a partir del programa ALOHA	n.a.	Bajo	Medio	Alto	n.a.
A11E2	Incendio de instalaciones y equipos		n.a.	Bajo	Medio	Alto	n.a.
A12	Incendios forestales	Protocolo del IDEAM, 2011	1	2	3	4	5
A13	Emergencias sanitarias	PHI	1 ≥2%	2 2,1 - 16%	3 16,1 - 50%	4 50,1 - 84%	5 >84%
A14	Orden público y social	PHI	1 ≥2%	2 2,1 - 16%	3 16,1 - 50%	4 50,1 - 84%	5 >84%
<p>* Subsistencia o hundimiento, se determinó que no presenta amenaza</p> <p>**Incendio y explosiones en instalaciones se conservan las categorías y convenciones de color de la herramienta</p>							

Fuente: Consorcio Generación Ituango, 2022

Como se evidencia en la tabla, para calcular la probabilidad de ocurrencia se asignaron unos valores a cada categoría de amenaza mediante criterios tanto cuantitativos y/o cualitativos, los cuales están basados en probabilidades estadísticas, severidad, porcentajes, índices y niveles de afectación según el fenómeno amenazante obtenidos a partir de estudios técnicos desarrollados previamente y guías metodológicas a efectos de manejar marcos temporales adecuados.

Asimismo, se consideran casos por año de los posibles eventos, se realizan modelaciones para determinados periodos de tiempo (horas, periodos de retorno, etc.) y se espacializa el nivel de amenaza en el área de afectación, por lo que se consideran criterios temporales y espaciales.

Para estimar las consecuencias de cada amenaza y escenario de riesgo se analiza el nivel de vulnerabilidad a partir de informes recientes que dan cuenta del estado actual del territorio. El análisis se hace para cada uno de los elementos expuestos identificados los cuales corresponden con asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva, cultivos de pancoger, bienes de interés cultural, empresas o instalaciones con manejo de sustancias peligrosas, sitios de captación de agua y áreas ambientalmente sensibles. Adicionalmente, se consideraron las condiciones particulares del territorio en términos socioeconómicos, físicos, ambientales e institucionales. El contraste de información con las áreas de afectación y el conocimiento del territorio y proyecto permite la asignación de un valor de vulnerabilidad a cada elemento de acuerdo con lo establecido en la Tabla 2-2.

Mediante análisis espaciales, se realiza un cruce de las variables seleccionadas, para identificar la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Tabla 2-2. Rangos de clasificación de los componentes y variables de los factores de vulnerabilidad

Categoría	Valor	Convención
Bajo	1	
Medio	3	
Alto	5	

Fuente: Modificado de (Vera & Albarracín, 2017)

De igual manera que sucede con las amenazas, la vulnerabilidad para las amenazas de incendios y explosiones en instalaciones y para incendios forestales se evalúa con metodologías específicas, la GTC-45 (ICONTEC, 2012) y la (IDEAM, 2011), respectivamente.

La determinación del riesgo para los fenómenos amenazantes con potencial de afectación sobre el PHI, identificados y zonificados dentro de las áreas de afectación delimitadas, se llevó a cabo por medio de la evaluación de la amenaza (probabilidad de ocurrencia) y la vulnerabilidad. De acuerdo con esto, el riesgo se obtiene a partir de la multiplicación de ambas variables.

Por tanto, los valores de probabilidad obedecen a un patrón lineal con un valor de (1) como mínimo y un valor de cinco (5) como máximo. Para la vulnerabilidad de los elementos expuestos la escala es geométrica con un valor de (1) como mínimo y un valor de cinco (5) como máximo. Estas escalas evidencian una mayor importancia a la vulnerabilidad de los elementos expuestos que a la probabilidad de ocurrencia (Tabla 2-3).

Tabla 2-3 Valoración del riesgo en términos de probabilidad de ocurrencia y vulnerabilidad.

			Vulnerabilidad		
			Baja	Media	Alta
			1	3	5
Probabilidad de ocurrencia (amenaza)	Muy bajo	1	1	3	5
	Bajo	2	2	6	10
	Medio	3	3	9	15
	Alto	4	4	12	20
	Muy alto	5	5	15	25

Fuente: Guía Metodológica para la Gestión Integral de Riesgos EPM, 2020 modificada

Los niveles de aceptabilidad y tolerancia del riesgo definidos anteriormente obedecen a los criterios de la Tabla 2-4 que corresponden con los definidos por EPM.

Tabla 2-4 Niveles de aceptabilidad del riesgo.

Riesgo	Descripción	Rango
Inaceptable	Son riesgos de alta prioridad, por lo que se requiere que los controles existentes estén operando adecuadamente, y las nuevas acciones de tratamiento se apliquen de manera prioritaria o a corto plazo.	11 a 25
Tolerable	Son riesgos de prioridad moderada, por lo que se requiere que los controles existentes estén operando adecuadamente. Las nuevas acciones de tratamiento se aplican en el mediano plazo.	4 a 10
Aceptable	Son riesgos de baja prioridad, por lo cual los controles existentes son suficientes para tratarlos.	1 a 3

Fuente: Guía Metodológica para la Gestión Integral de Riesgos EPM, 2020 modificada

Es importante considerar que, al igual que en los análisis de vulnerabilidad, la amenaza por incendios y explosiones en instalaciones adopta niveles de aceptabilidad del riesgo establecidos por la metodología adaptada (ICONTEC, 2012). Por tanto, a continuación se presenta el significado de cada nivel de riesgo (Tabla 2-5).

Tabla 2-5 Significado del nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
-----------------	-------------	-------------

Nivel de riesgo		Valor de NR	Significado
I	Inaceptable	4000- 600	Se refiere al riesgo en el que los elementos expuestos incluyan personas ya sea del área de afectación probable o personal del proyecto, medios de vida, infraestructura social e infraestructura asociada a la modificación del plan, activos ambientales y su afectación total. Como consecuencia de este tipo de riesgo no aceptable, se impactarían de manera irreversible los procesos y actividades propias del proyecto. También se considera como riesgo no aceptable, cuando se supere las capacidades de respuesta de la organización y requiera de la intervención de actores externos como el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres SNGRD o el Sistema Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres.
II	Tolerable	500- 150	Se refiere al riesgo que puede afectar la reputación de la organización, requerir de apoyo externo en articulación con los recursos internos, afectar el entorno del proyecto, los medios de vida, la infraestructura social e infraestructura asociada a la modificación del plan, servicios ambientales, recursos económicos y sociales. Puede modificar temporal, parcial o totalmente los procesos y la infraestructura. Para este tipo de riesgos, se cuenta con controles para evitar las pérdidas y daños potenciales asociadas a los fenómenos amenazantes.
III	Aceptable	120- 40	Se refiere al riesgo en el que se ha logrado reducir y mitigar a un nivel tolerado y manejable. Para el manejo de este nivel de riesgo, se requiere de los recursos disponibles. Una de las medidas que permite su control es la transferencia del riesgo.
IV		20	Se refiere al riesgo en el que se ha logrado reducir y mitigar a un nivel tolerado y manejable. Para el manejo de este nivel de riesgo, se requiere de los recursos disponibles. Una de las medidas que permite su control es la transferencia del riesgo.

Fuente: (GTC 45, 2012), adaptada por Integral S.A., 2022.