

## **11. ANÁLISIS DE RIESGOS**

## CONTENIDO

11	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	1
11.1	Generalidades.....	1
11.2	Metodología .....	1
11.2.1	Identificación de peligros .....	2
11.2.2	Postulación de escenarios de riesgos.....	2
11.2.3	Asignación de la probabilidad del escenario de riesgo .....	2
11.2.4	Estimación de la gravedad de las consecuencias asociadas al escenario del accidente 3	
11.2.4.1	Estimación de consecuencias sobre el entorno natural.....	3
11.2.4.2	Estimación de consecuencias sobre el entorno humano.....	4
11.2.4.3	Estimación de consecuencias sobre el entorno socioeconómico .....	4
11.2.5	Estimación del riesgo .....	5
11.2.6	Evaluación del riesgo ambiental .....	6
11.3	Definición de actividades y entorno del proyecto.....	6
11.3.1	Definición de actividades .....	6
11.3.2	Entorno del proyecto .....	7
11.4	Análisis de riesgos del proyecto hacia el ambiente (endógenos).....	7
11.4.1	Derrames de sustancia peligrosas.....	7
11.4.2	Explosiones .....	7
11.4.3	Incendios.....	7
11.4.4	Fallas mecánicas (equipo).....	8
11.4.5	Fallas operativas (acciones subestándar).....	8
11.4.6	Accidentes en la vía .....	8
11.4.7	Basura, contaminantes y pasivos ambientales abandonados.....	8
11.4.8	Resumen de análisis de riesgos endógenos.....	8
11.5	Análisis de riesgos del ambiente hacia el proyecto (exógenos).....	9
11.5.1	Riesgos geológicos .....	10
11.5.1.1	Terremotos/sismos .....	10
11.5.1.2	Deslizamientos/asentamientos .....	11
11.5.1.3	Erosión del suelo .....	12
11.5.2	Atmosféricos.....	12
11.5.2.1	Inundaciones .....	12
11.5.2.2	Huracanes .....	12
11.5.2.3	Sequías .....	12
11.5.2.4	Tormentas .....	13
11.5.3	Biológicos.....	13
11.5.3.1	Plagas.....	13

---

11.5.3.2	Epidemias.....	14
11.5.4	Sociales.....	14
11.5.4.1	Sabotaje .....	14
11.5.4.2	Terrorismo .....	14
11.5.5	Resumen de análisis de riesgos exógenos.....	14
11.6	Evaluación de riesgos del proyecto .....	15
11.6.1	Entorno natural.....	15
11.6.2	Entorno humano.....	16
11.6.3	Entorno socioeconómico .....	16
11.7	Conclusiones.....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 11-1: Esquema metodológico de análisis de riesgos. ....	2
Figura 11-2: Esquema de estimación del riesgo .....	5
Figura 11-3 Niveles de riesgo para derrames, incendios y explosiones en campamentos ....	8
Figura 11-4: Riesgo sísmico Ecuador .....	10
Figura 11-5: Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador .....	11
Figura 11-6: Movimientos de masa y fallas .....	11
Figura 11-7: Mapa inundaciones en el Ecuador .....	12
Figura 11-8: Zonas potencialmente expuestas a sequías en el Ecuador .....	13

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 11-1: Asignación de probabilidad .....	3
Tabla 11-2: Estimación de la gravedad.....	3
Tabla 11-3: Estimación de las consecuencias en el entorno natural .....	3
Tabla 11-4: Estimación de las consecuencias en el entorno humano .....	4
Tabla 11-5: Estimación de las consecuencias en el entorno socioeconómico .....	4
Tabla 11-6: Estimación de la gravedad.....	5
Tabla 11-7: Evaluación del riesgo ambiental .....	6
Tabla 11-8: Esquema de jerarquización del riesgo .....	6
Tabla 11-9: Análisis riesgos endógenos .....	9
Tabla 11-10: Análisis riesgos exógenos.....	15
Tabla 11-11: Evaluación entorno natural.....	15
Tabla 11-12: Evaluación entorno humano.....	16
Tabla 11-13: Evaluación entorno socioeconómico.....	16

## 11 ANÁLISIS DE RIESGOS

### 11.1 Generalidades

El presente capítulo tiene como objetivo identificar y analizar los riesgos ambientales de tipo endógeno y exógeno que tendrían lugar durante el desarrollo de las actividades del proyecto "Estudios y diseños definitivos para la construcción de una vía de tercer orden desde la vía Cuenca Molleturo hacia la comunidad de Patul, parroquia Molleturo-Sayausi, cantón Cuenca, provincia del Azuay"; cuantificando y estimando el nivel de los riesgos existentes y jerarquizando su prioridad, para la elaboración respectivo Plan de contingencia dentro del PMA.

Para el cumplimiento del objetivo señalado, el presente estudio comprende:

- La selección de una metodología adecuada para el análisis de riesgos ambientales
- La definición de las actividades y entorno del proyecto
- La identificación de los peligros a generarse durante las etapas de construcción y uso de la vía
- La identificación de los escenarios de riesgo que podrían presentarse durante las actividades del proyecto, es decir, situaciones que afecten el entorno natural, humano y socioeconómico
- La estimación de la probabilidad de ocurrencia del escenario de riesgo identificado
- La estimación de la gravedad de las consecuencias sobre el entorno que se podría presentar por cada escenario de riesgo identificado
- La estimación del nivel de riesgos utilizando para ello una matriz con base en la probabilidad y gravedad de las consecuencias por cada tipo de entorno del proyecto
- La jerarquización y determinación de los escenarios de riesgo más significativos del proyecto por cada tipo de entorno.

### 11.2 Metodología

La metodología para el análisis de riesgos ambientales utilizada es la propuesta por la UNE 150008 EX, norma que presenta un modelo estandarizado para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos ambientales de emplazamiento, actividades y organizaciones de cualquier naturaleza y sector productivo.

Así mismo, el procedimiento se aplica a los riesgos derivados de las actividades en las diferentes etapas de un proyecto durante condiciones normales o accidentales; se fundamenta en la formulación de una serie de escenarios de riesgo (situaciones posibles que pueden provocar daños al ambiente), donde se determina su probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias, permitiendo proponer medidas necesarias para disminuir y/o prevenir dichos escenarios.

Cabe señalar que esta metodología permite cuantificar y jerarquizar los riesgos significativos del proyecto al ambiente (endógenos) y del ambiente al proyecto (exógenos), a fin de estimar los riesgos y determinar el nivel de cada escenario de riesgo.

El esquema que se presenta a continuación resume el proceso a seguir para el análisis de riesgos ambientales del proyecto.

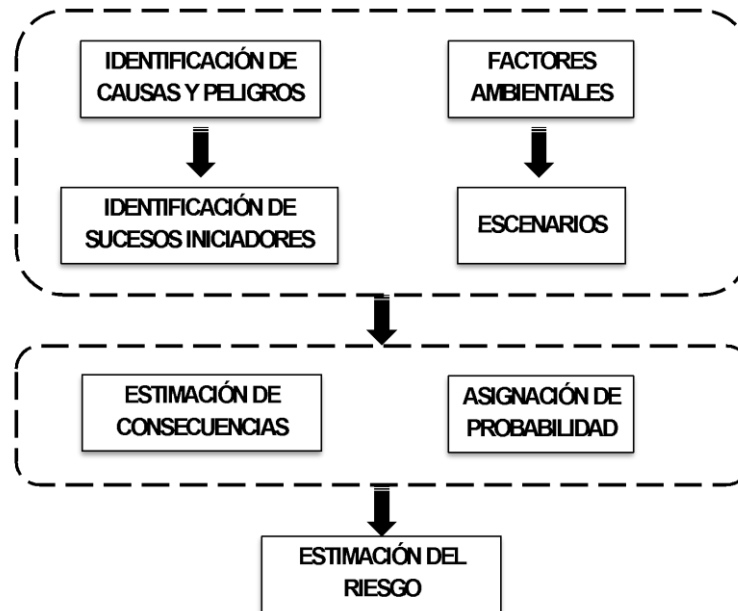


Figura 11-1: Esquema metodológico de análisis de riesgos.  
 Fuente: Norma UNE 150008-2008 Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

### 11.2.1 Identificación de peligros

Comprende la identificación de peligros mediante la determinación de las posibles fuentes de peligro relacionadas con las actividades del proyecto y con los siguientes elementos externos:

- Naturales: tanto físicos (rayos, inundaciones, terremotos, etc.) como bióticos (proliferación de animales, plagas, etc.)
- Infraestructuras y suministros: vías de transporte, agua, gas, energía, etc.
- Socioeconómicos: vandalismo, sabotaje, terrorismo, etc.
- Características de las instalaciones vecinas.

A su vez, no se consideran aquellas fuentes de peligro que, en el desarrollo de su secuencia accidental, no provocan un daño para el ambiente; por ejemplo, daños a los empleados, a las propias instalaciones, etc., los cuales son objeto de otras normas.

### 11.2.2 Postulación de escenarios de riesgos

Una vez completada la identificación de peligros, se identifica la secuencia de eventos o alternativas posibles que dan lugar a los distintos escenarios de riesgos.

Cabe indicar que para cada escenario de riesgo se estiman las potenciales consecuencias de un suceso sobre el entorno del proyecto; y en algunos casos los factores ambientales pueden ser elementos condicionantes de los escenarios de riesgos porque pueden tener un papel importante como efecto multiplicador o dispersor del peligro.

### 11.2.3 Asignación de la probabilidad del escenario de riesgo

La probabilidad de ocurrencia de cada escenario de riesgo se asigna con base en datos históricos de proyectos o instalaciones similares, base de datos de accidentes, información de fabricantes o bibliografía especializada.

Considerando los criterios orientativos de la norma UNE 150008 EX, para cada uno de los distintos escenarios determinados dentro del proyecto, se asignará una probabilidad según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 11-1: Asignación de probabilidad

Probabilidad o Frecuencia		Puntuación
Muy probable	< 1 vez/mes	5
Altamente probable	1 vez/mes – 1 vez/año	4
Probable	1 vez/año – 1 vez/10 años	3
Posible	1 vez/10 años – 1 vez/50 años	2
Improbable	> 1 vez/50 años	1

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Finalmente, como resultado se asignará una única probabilidad de ocurrencia para cada uno de los escenarios de riesgos posibles identificados.

#### 11.2.4 Estimación de la gravedad de las consecuencias asociadas al escenario del accidente

La estimación de las consecuencias se realiza de forma diferenciada para el entorno natural, humano y socioeconómico.

Para el cálculo del valor de la gravedad de las consecuencias en cada uno de los entornos, se utilizan las siguientes fórmulas:

Tabla 11-2: Estimación de la gravedad

Gravedad de las consecuencias	
Gravedad del entorno natural	Cantidad + 2x(peligrosidad) + extensión + calidad del medio
Gravedad del entorno humano	Cantidad + 2x(peligrosidad) + extensión + población afectada
Gravedad del entorno socioeconómico	Cantidad + 2x(peligrosidad) + extensión + patrimonio y capital productivo

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Por último, este valor de la gravedad de las consecuencias se estima con base en 4 factores; dos de estos están asociados a las fuentes de peligro (cantidad y peligrosidad) y los otros restantes, asociados al entorno (extensión y calidad del medio/extensión y población afectada/extensión y patrimonio y capital productivo).

##### 11.2.4.1 Estimación de consecuencias sobre el entorno natural

Se debe estimar las consecuencias de cada escenario de riesgo sobre el entorno natural, en base a los siguientes criterios:

Tabla 11-3: Estimación de las consecuencias en el entorno natural

Criterios a seguir		
Cantidad	Se refiere a la magnitud del peligro sobre el entorno natural. Su estimación se realiza a partir de la intensidad del peligro y la duración del incidente.	- Muy alta: 4 - Alta: 3 - Baja: 2 - Muy baja: 1
Peligrosidad	Se refiere al grado e incidencia del peligro sobre el entorno natural. Su estimación se realiza en función a la gravedad de los daños y su reversibilidad.	- Muy peligrosa: 4 - Peligrosa: 3 - Poco peligrosa: 2 - No peligrosa: 1
Extensión	Se refiere al espacio de influencia del peligro en relación con el entorno natural.	- Muy extenso: 4 - Extenso: 3 - Poco extenso: 2 - Puntual: 1
Calidad del medio	Se refiere a toda el área afectada en función de la extensión del peligro y su reversibilidad. Se debe tener presente que si la extensión del peligro y su reversibilidad	- Calidad muy elevada: 4 (espacio protegido en cualquiera de sus grados) - Calidad elevada: 3

	abarcan diferentes medios, se considerarán como puntuación global la del medio de mayor calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad media: 2</li> <li>- Calidad baja: 1</li> </ul>
--	--	---

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

#### 11.2.4.2 Estimación de consecuencias sobre el entorno humano

Se debe estimar las consecuencias de cada escenario de riesgo sobre la población a ser afectada, en base a los siguientes criterios:

Tabla 11-4: Estimación de las consecuencias en el entorno humano

Criterios a seguir		
Cantidad	Se refiere a la magnitud del peligro que afecta a la población. Su estimación se realiza a partir de la intensidad del peligro y la duración del incidente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy alta: 4</li> <li>- Alta: 3</li> <li>- Baja: 2</li> <li>- Muy baja: 1</li> </ul>
Peligrosidad	Se refiere al grado e incidencia del peligro sobre la población afectada. Su estimación se realiza en función a la gravedad de los daños y su reversibilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy peligrosa (causa la muerte o efectos irreversibles): 4</li> <li>- Peligrosa (causa daños graves): 3</li> <li>- Poco peligrosa (causa daños leves): 2</li> <li>- No peligrosa (causa daños muy leves): 1</li> </ul>
Extensión	Se refiere al espacio de influencia del peligro en relación con la población a ser afectada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy extenso: 4</li> <li>- Extenso: 3</li> <li>- Poco extenso: 2</li> <li>- Puntual: 1</li> </ul>
Población afectada	Se refiere al número estimado de la población afectada. Para realizar su estimación debe considerarse el valor de la población de toda el área afectada en función de la extensión del peligro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Población muy elevada (más de 100 personas): 4</li> <li>- Población elevada (entre 25 y 100 personas): 3</li> <li>- Población media (entre 5 y 25 personas): 2</li> <li>- Población baja (5 o menos personas): 1</li> </ul>

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

#### 11.2.4.3 Estimación de consecuencias sobre el entorno socioeconómico

Se debe estimar las consecuencias de cada escenario de riesgo sobre el entorno socioeconómico, en base a los siguientes criterios:

Tabla 11-5: Estimación de las consecuencias en el entorno socioeconómico

Criterios a seguir		
Cantidad	Se refiere a la magnitud del peligro sobre el entorno socioeconómico. Su estimación se realiza a partir de la intensidad del peligro y la duración del incidente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy alta: 4</li> <li>• Alta: 3</li> <li>• Baja: 2</li> <li>• Muy baja: 1</li> </ul>
Peligrosidad	Se refiere al grado e incidencia del peligro sobre el entorno socioeconómico. Su estimación se realiza en función a la gravedad de los daños y su reversibilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy peligrosa: 4</li> <li>• Peligrosa: 3</li> <li>• Poco peligrosa: 2</li> <li>• No peligrosa: 1</li> </ul>
Extensión	Se refiere al espacio de influencia del peligro en relación con el entorno socioeconómico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy extenso: 4</li> <li>• Extenso: 3</li> <li>• Poco extenso: 2</li> <li>• Puntual: 1</li> </ul>

Patrimonio y Capital Productivo	Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social afectado en función de la extensión del impacto. Se debe tener presente que si la extensión del peligro abarca diferentes medios, se considerará como puntuación global la del medio de mayor relevancia por el tipo de consecuencias en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy alto: 4</li> <li>• Alto: 3</li> <li>• Bajo: 2</li> <li>• Muy bajo: 1</li> </ul>
---------------------------------	--	--

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Cabe indicar que para cada uno de los escenarios de riesgo se asigna una puntuación de 1 a 5 a la gravedad de las consecuencias en cada tipo de entorno:

Tabla 11-6: Estimación de la gravedad

Nivel de gravedad	Valoración	Valor asignado
Crítico	20 - 18	5
Grave	17 - 15	4
Moderado	14 - 11	3
Leve	10 - 8	2
No relevante	7-5	1

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Así mismo, se realiza la calificación o puntuación de la gravedad respectiva para cada tipo de entorno (natural, humano, socioeconómico).

### 11.2.5 Estimación del riesgo

Una vez estimadas las probabilidades de ocurrencia de los distintos escenarios identificados y las consecuencias derivadas sobre cada tipo de entorno, se procede a la estimación del riesgo.

**RIESGO = PROBABILIDAD × GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS**

De esta forma, a cada escenario le corresponde tres valores de riesgo por cada tipo de entorno: el natural, el humano y el socioeconómico.

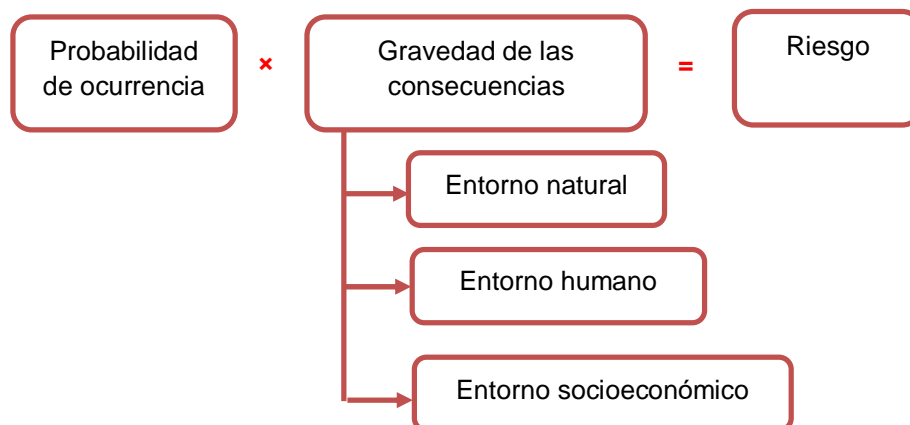


Figura 11-2: Esquema de estimación del riesgo

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

## 11.2.6 Evaluación del riesgo ambiental

Como base para realizar la evaluación del riesgo ambiental, de acuerdo a lo descrito en esta norma, se elaboran tres cuadros de doble entrada, una para cada entorno, y en las que gráficamente debe aparecer cada escenario en su casilla correspondiente como resultado de la estimación del riesgo efectuada.

En cada una de estos cuadros elaborados, una por cada tipo de entorno, se debe ubicar cada escenario con indicación de la probabilidad de que se produzca ese escenario y la gravedad de las consecuencias que cada escenario produce en cada tipo de entorno.

Tabla 11-7: Evaluación del riesgo ambiental

		GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1	[Color gradient from light pink to red]				
	2					
	3					
	4					
	5					

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Posteriormente, se determina la jerarquización del riesgo de acuerdo a los rangos mostrados en la siguiente Cuadro:

Tabla 11-8: Esquema de jerarquización del riesgo

Riesgo muy alto:	de 21 a 25
Riesgo alto:	de 16 a 20
Riesgo medio:	de 11 a 15
Riesgo moderado:	de 6 a 10
Riesgo bajo:	de 1 a 5

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Por último, como resultado de esta evaluación se identificarán los escenarios de riesgos significativos a ser considerados para la elaboración del Plan de contingencia en el Plan de manejo ambiental.

## 11.3 Definición de actividades y entorno del proyecto

### 11.3.1 Definición de actividades

Las actividades y procesos del proyecto durante la etapa de construcción son:

- Replanteo y Nivelación de vías
- Excavación a máquina y a mano
- Voladuras
- Cargado de Material
- Transporte de material
- Relleno con material
- Colocación de sub base conformación y compactación
- Colocación de asfalto
- Bordillos y obras de arte menor
- Colocación de tuberías
- Colocación de Material filtrante para drenes
- Pintura marcas de pavimento
- Señalización Vertical

### **11.3.2 Entorno del proyecto**

El proyecto "Estudios y diseños definitivos para la construcción de una vía de tercer orden desde la vía Cuenca Molleturo hacia la comunidad de Patul, parroquia Molleturo-Sayausi, cantón Cuenca, provincia del Azuay" comprende un ecosistema de páramo, dentro de un área de bosque protyector.

### **11.4 Análisis de riesgos del proyecto hacia el ambiente (endógenos)**

Los escenarios de riesgos endógenos se analizan de acuerdo a los orígenes de los incidentes operacionales como p. ej. las fallas en el proceso de operación, daño o deterioro de los equipos, errores humanos, etc., y los métodos de construcción y operación del proyecto.

Se han identificado los siguientes escenarios de riesgos:

- Derrames
- Explosiones
- Incendios
- Fallas mecánicas (equipo)
- Fallas operativas (del operador)
- Accidentes
- Contaminantes

#### **11.4.1 Derrames de sustancia peligrosas**

Es la descarga accidental de sustancias tóxicas que presentan una característica de peligrosidad: corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable o biológico infeccioso. Según clasificación por grado de peligrosidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta puede ser originada por el escape, evacuación, rebose, fuga, emisión o vaciamiento de hidrocarburos o sustancias nocivas, capaces de modificar las condiciones naturales del ambiente, dañando recursos e instalaciones.

Cabe señalar que el derrame de sustancias peligrosas es un riesgo asociado a las actividades de almacenamiento, manipulación, y transporte de insumos, maquinaria, residuos sólidos y personal durante la etapa de construcción del proyecto; así como el transporte de personal y equipos para inspección y mantenimiento durante la etapa de operación del proyecto.

Por último, los factores ambientales que podrían verse afectados por el riesgo de sustancias peligrosas son la capacidad agrológica del suelo, calidad del agua, cobertura vegetal y el ser humano.

#### **11.4.2 Explosiones**

Es el fenómeno originado por la expansión violenta de gases, manifestándose en forma de liberación de energía que da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos.

Es importante precisar que las explosiones que se podrían presentar en la vía serán controladas técnicamente en el caso de rompimiento de rocas. En el caso accidental los combustibles utilizados serán inflamables pero no explosivos.

#### **11.4.3 Incendios**

Los incendios se pueden producir a partir de combustión de materiales combustibles y reacción en cadena de materiales inflamables. Todos estos agentes pueden generar un incendio, y la magnitud de este dependerá de la existencia o no de elementos o sistemas de protección en las instalaciones y equipos eléctricos. Sumado a esto el factor humano es esencial; es aquí que todo el personal de la vía debe estar capacitado en caso de ocurrir un siniestro para que este pueda ser mitigado a tiempo.

A continuación se establece para campamento y bodega una zona de alto, mediano y bajo riesgo, de acuerdo al peligro de derrames que pudiera derivar en incendios y explosiones, en base a un almacenamiento de combustible menor a 50 gal.:

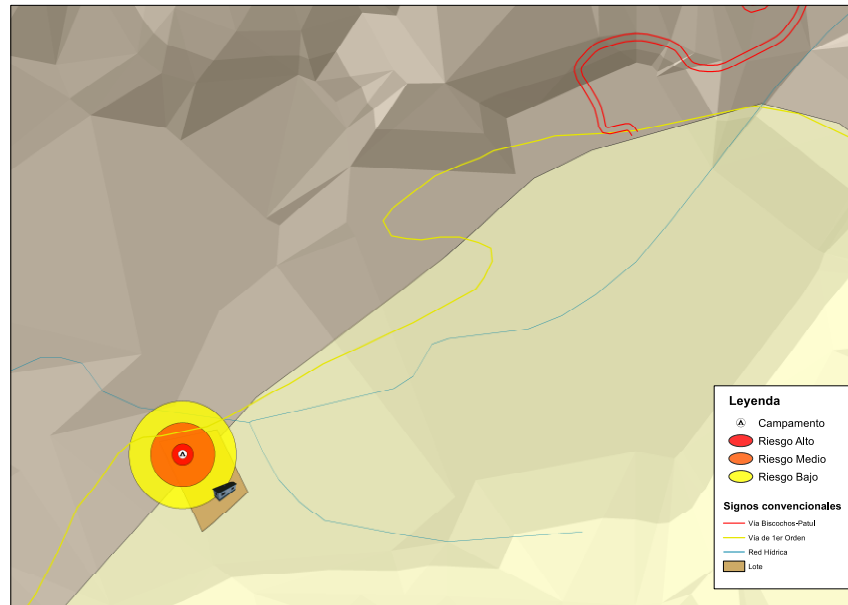


Figura 11-3 Niveles de riesgo para derrames, incendios y explosiones en campamentos  
Fuente: Equipo consultor. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

#### 11.4.4 Fallas mecánicas (equipo)

Estas fallas son producidas por el mal funcionamiento de los equipos, inadecuadas conexiones, desajustes mecánicos que pueden dar origen a eventos como incendios, explosiones que afectan al entorno y además causan daños a la propia infraestructura, equipos y materiales de la fase constructiva.

Cabe señalar que la frecuencia de estas fallas dependen en gran medida del estado de maquinaria y equipos así como los mantenimientos preventivos y correctivos realizados.

#### 11.4.5 Fallas operativas (acciones subestándar)

Estas fallas corresponden a errores humanos durante la construcción, pruebas, mantenimiento o gestión de las instalaciones relacionadas con el desconocimiento de los procedimientos de operación y la falta de mantenimiento periódico de los equipos.

#### 11.4.6 Accidentes en la vía

Durante la etapa de construcción así como de operación se pueden presentar accidentes en la vía, sobre todo si existen materiales mal ubicados y falta de señales preventivas constructivas.

#### 11.4.7 Basura, contaminantes y pasivos ambientales abandonados

Si no se preve un sitio para clasificación y disposición de desechos sólidos, peligrosos y especiales se pueden presentar riesgos de contaminación con efectos nocivos para la flora, fauna y las personas.

#### 11.4.8 Resumen de análisis de riesgos endógenos

En las siguientes matrices se resume los valores estimados para los riesgos endógenos en cada uno de los tipos de entornos (natural, humano y socioeconómico).

Esta valoración se realizó según la metodología, asignando una probabilidad y determinando la gravedad de las consecuencias en cada uno de los entornos, y para luego proceder a estimar la probabilidad del riesgo, habiéndose considerado lo siguiente:

Tabla 11-9: Análisis riesgos endógenos

ENTORNO NATURAL										
RIESGO IDENTIFICADO			PROBABILIDAD	GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS						RIESGO
				Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Nivel de Gravedad	Valor asignado	
ENDÓGENOS	EN1	Derrames	4	3	4	3	4	Critico	4	16
	EN2	Explosiones	1	2	3	2	4	Moderado	3	3
	EN3	Incendios	2	2	3	3	4	Grave	4	8
	EN4	Fallas mecánicas	2	1	2	2	4	Moderado	3	6
	EN5	Fallas operativas	3	2	2	2	2	Leve	2	6
	EN6	Accidentes	3	2	3	2	2	Moderado	3	9
	EN7	Contaminantes	3	2	3	2	4	Moderado	3	9
ENTORNO HUMANO										
RIESGO IDENTIFICADO			PROBABILIDAD	GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS						RIESGO
				Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Nivel de Gravedad	Valor asignado	
ENDÓGENOS	EN1	Derrames	4	3	3	2	2	Moderado	3	12
	EN2	Explosiones	1	3	3	1	2	Moderado	3	3
	EN3	Incendios	2	2	3	2	2	Moderado	3	6
	EN4	Fallas mecánicas	2	1	2	2	1	Leve	2	4
	EN5	Fallas operativas	3	2	2	2	1	Leve	2	6
	EN6	Accidentes	3	2	3	2	3	Moderado	3	9
	EN7	Contaminantes	3	2	3	2	3	Moderado	3	9
ENTORNO SOCIOECONÓMICO										
RIESGO IDENTIFICADO			PROBABILIDAD	GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS						RIESGO
				Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Nivel de Gravedad	Valor asignado	
ENDÓGENOS	EN1	Derrames	4	3	3	2	3	Moderado	3	12
	EN2	Explosiones	1	3	3	1	3	Moderado	3	3
	EN3	Incendios	2	2	3	2	3	Moderado	3	6
	EN4	Fallas mecánicas	2	1	2	2	1	Leve	2	4
	EN5	Fallas operativas	3	2	2	2	2	Leve	2	6
	EN6	Accidentes	3	2	3	2	3	Moderado	3	9
	EN7	Contaminantes	3	2	3	2	3	Moderado	3	9

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

### 11.5 Análisis de riesgos del ambiente hacia el proyecto (exógenos)

Los riesgos exógenos son aquellos originados por los factores ambientales: físicos, biológicos y sociales.

Se han identificado los siguientes escenarios de riesgos:

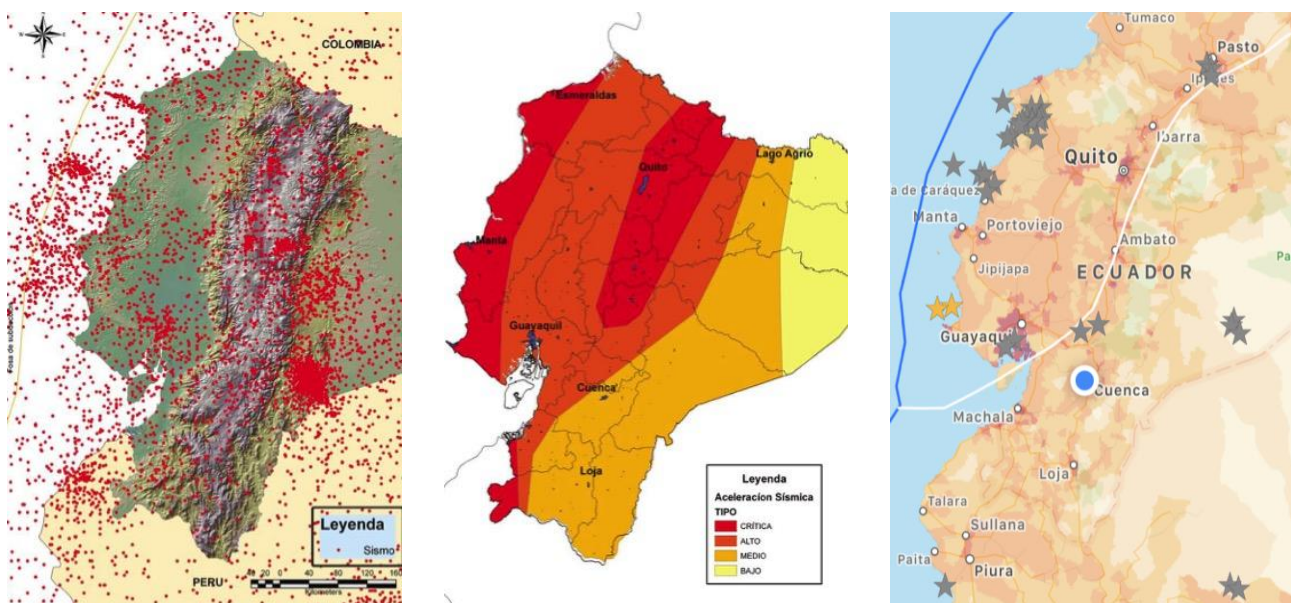
- Riesgos geológicos
  - Terremotos/sismos
  - Deslizamientos/asentamientos
  - Erosión del suelo
- Riesgos atmosféricos
  - Inundaciones
  - Huracanes
  - Sequías
  - Tormentas
- Riesgos biológicos
  - Plagas
  - Epidemias
- Riesgos sociales
  - Sabotaje
  - Terrorismo.

## 11.5.1 Riesgos geológicos

### 11.5.1.1 Terremotos/sismos

El Ecuador se ubica sobre el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”; se caracteriza por generar una gran actividad geotectónica, y que a su vez se producen eventos sísmicos de gran intensidad, actividad relacionada directamente con los cambios geológicos constantes que sufre el planeta, desde su formación hace miles de millones de años. Uno de los problemas mayores asociados con la generación de sismos en las zonas de subducción está relacionado con el tamaño de los sismos, porque en esta región ocurren terremotos de gran magnitud.

Así mismo, los efectos de los sismos sobre la superficie terrestre son: temblores, fisuras, grietas, deslizamientos de tierra, licuefacción, asentamientos y derrumbes subterráneos, deslizamientos y cambios en el curso de aguas.



- a) Mapa epicentros Ecuador 1541-2007      b) Mapa Aceleraciones sísmicas Ecuador      c) Mapa eventos sísmicos >6 escala Richter. DIC 2013-ABR 2019

Figura 11-4: Riesgo sísmico Ecuador

Fuentes: a) Instituto Geográfico Escuela Politécnica Nacional b) Código construcción ecuatoriano c) EarthQuake Ver. 3.9.52  
Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Las figuras muestran los registros históricos y aceleración sísmica del Ecuador continental. Se puede observar que la provincia del Azuay y la zona de estudio específicamente están ubicadas en un área de transición entre alta y media aceleración sísmica, lo que da como resultado eventos de menor probabilidad y menores consecuencias respecto a otras zonas, como por ejemplo aquellas que están cerca de la zona de subducción del pacífico o en la zona de volcanes al norte del país.

### 11.5.1.2 Deslizamientos/asentamientos

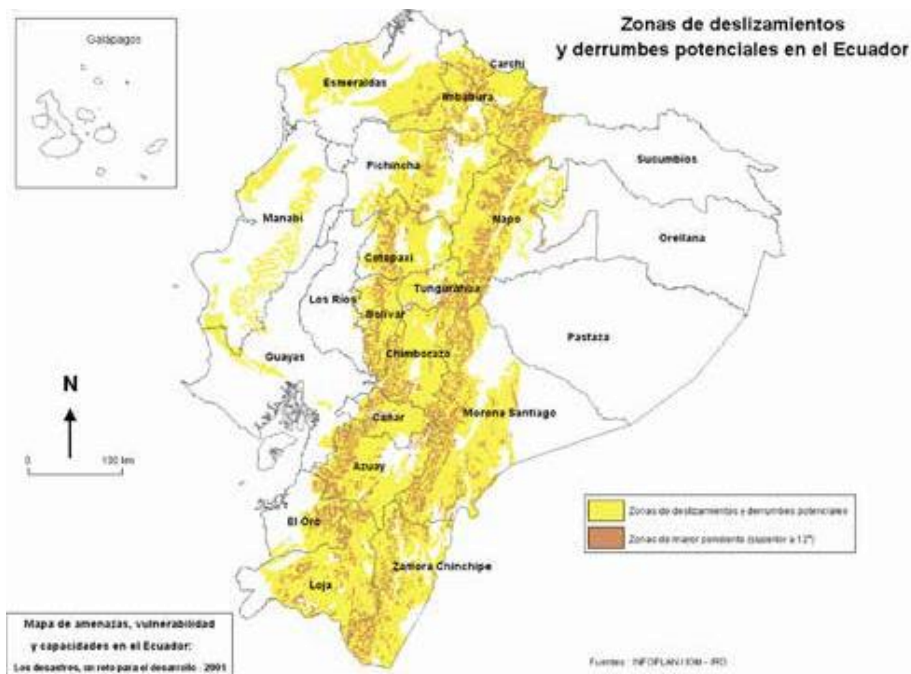


Figura 11-5: Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador  
Fuente: Demoraes y D'ercole. Elaborado por: Toulkeridis, T. 2019

Los deslizamientos son movimientos de masas de tierra, lodo, roca y otros materiales que se desprenden de una montaña o ladera, los cuales dependen del grado de pendiente, la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones (cantidad y repartición anual), la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos, y también el uso antrópico de los suelos.

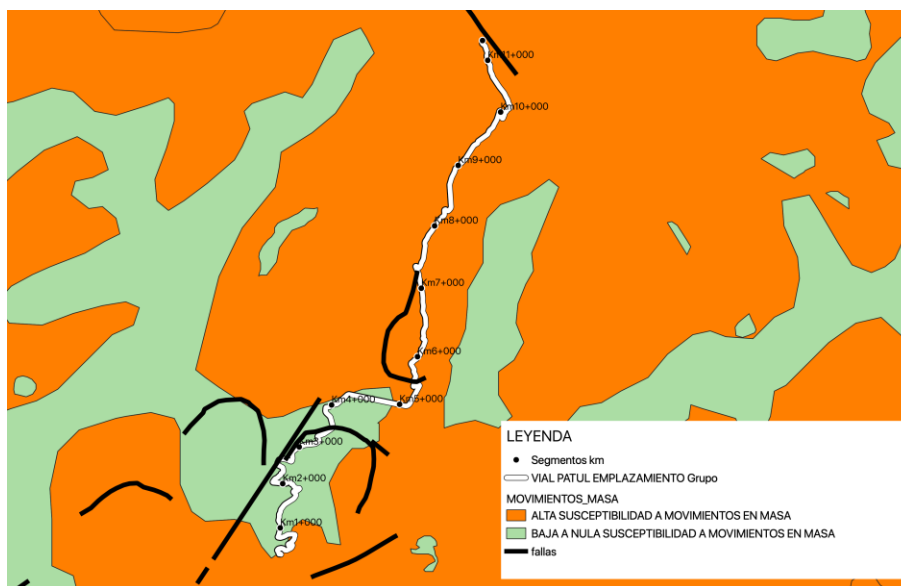


Figura 11-6: Movimientos de masa y fallas  
Fuente: Cartografía PDOT GAD Molleturo. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

En la figura se puede observar que el transecto de la vía se encuentra en su mayor parte con una zona altamente susceptible a movimientos de masa, dadas sus características geomorfológicas e hídricas, por lo que el proyecto deberá contemplar este riesgo en sus fases constructiva y operativa.

### 11.5.1.3 Erosión del suelo

La erosión del suelo es una fuente de peligro para el sistema de transporte en un país como el Ecuador, frecuentemente afectado por efectos climáticos adversos, lluvias torrenciales e inestabilidad de los terrenos, donde se fundan las infraestructuras tales como la red de vías del país.

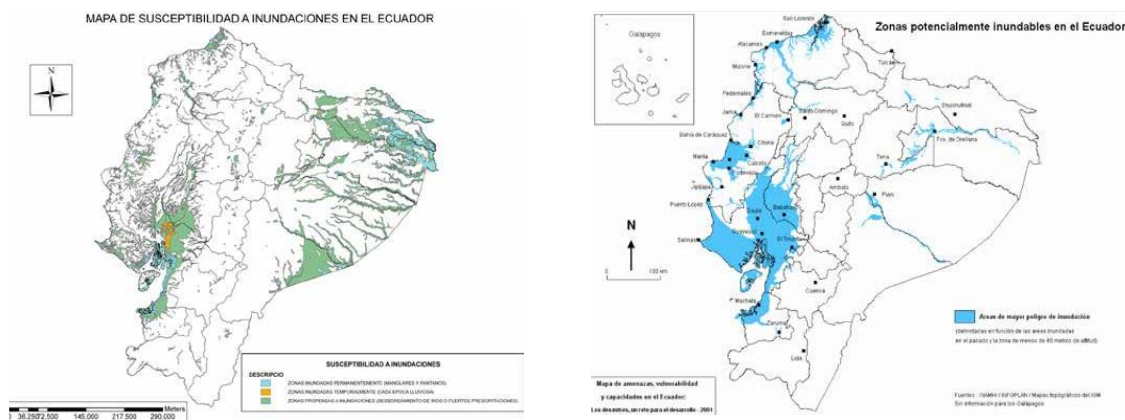
Es importante indicar que como resultado de la construcción de las obras, las áreas susceptibles a la erosión se van a incrementar debido a los trabajos de desbroce, limpieza de terreno, cunetas y excavaciones que se realizarán para la apertura de caminos.

A su vez, los tramos de mayor susceptibilidad a la erosión se localizan en los mismos tramos que también son susceptibles a movimientos de masas.

### 11.5.2 Atmosféricos

#### 11.5.2.1 Inundaciones

En el Ecuador existen regiones en donde se concentran las inundaciones. En los últimos años, la mayor frecuencia de inundaciones ha ocurrido en las provincias de la Costa, siendo la provincia del Guayas la más afectada. Los eventos hidrometeorológicos de El Niño son los que principalmente generan las inundaciones más graves debido al exceso de precipitaciones. En la provincia del Azuay las inundaciones se presentan aguas debajo de los ríos y quebradas. El área de emplazamiento de la vía, por sus características geomorfológicas presentan un buen drenaje y retención de la lluvia.



a) Mapa de susceptibilidad a inundaciones Ecuador

b) Zonas potencialmente inundables Ecuador

Figura 11-7: Mapa inundaciones en el Ecuador  
Fuente: Demoraes y D'ercole. Elaborado por: Toulkeridis, T.

#### 11.5.2.2 Huracanes

Los huracanes son vientos muy fuertes que se originan en el mar, remolinos que se desplazan sobre la superficie terrestre girando en forma de espiral o acarreado humedad en enormes cantidades, y que al tocar áreas pobladas, generalmente, causa daños importantes o incluso desastres. En la zona del proyecto no es posible que se presenten este tipo de eventos atmosféricos.

#### 11.5.2.3 Sequías

La sequía es un fenómeno cíclico climático de desarrollo lento originado por la ausencia parcial o total de lluvias. Afecta a todos los seres vivos y a las actividades económicas debido a la falta de agua. Pero generalmente las sequías están registradas por los efectos inducidos que provocan y no únicamente en función de la falta de agua. Con la reducción de las precipitaciones, el incremento de vientos y el aumento de las temperaturas, se originan

ambientes propicios para el inicio y propagación de incendios forestales que podrían ser un peligro para la vía en su fase constructiva

En el Ecuador, así como el fenómeno de El Niño genera un exceso pluviométrico, el fenómeno opuesto de La Niña suele producir condiciones hídricas deficitarias; los efectos globales de este último fenómeno son, empero, menores y también más variables que los del primero.

La zona de implantación del proyecto presenta una pluviosidad alta, con períodos más secos en el verano (julio, agosto y septiembre) y en el veranillo (diciembre, enero), por lo que directamente no existe una probabilidad mayor de sequía. Sin embargo, de manera indirecta, los efectos de la época seca si aumentan la susceptibilidad a incendios forestales en el pajonal.

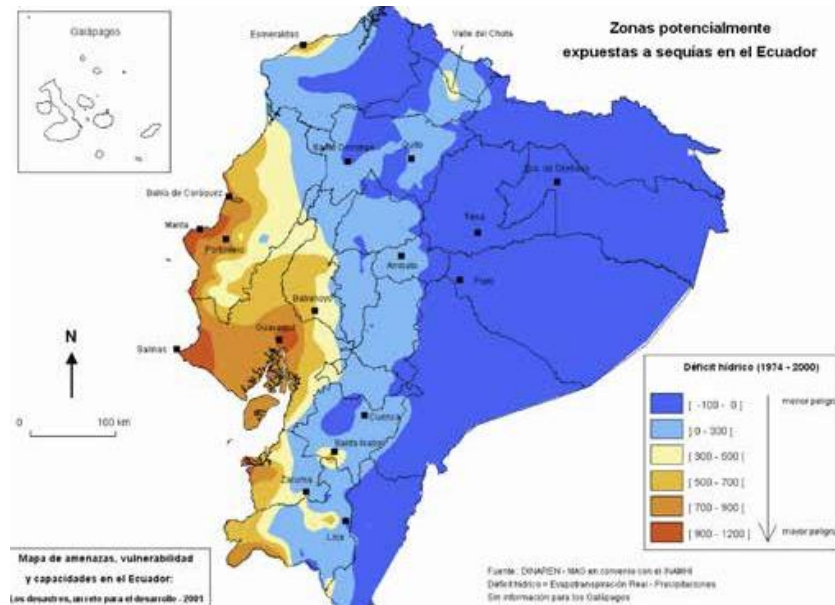


Figura 11-8: Zonas potencialmente expuestas a sequías en el Ecuador  
Fuente: Demoraes y D'ercole. Elaborado por: Toulkeridis, T. 2019

#### 11.5.2.4 Tormentas

Las tormentas eléctricas se forman gracias a ciertos factores que interactúan entre sí; la Tierra cuenta con una carga negativa y la atmósfera con una positiva; por esta razón existe un flujo de corriente entre ambos, y a su vez buscan un equilibrio que se da por medio de las tormentas eléctricas (descargas violentas de electricidad atmosférica); se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (Luz) y un trueno (sonido), acompañado en algunos casos de lluvias intensas, vientos fuertes, granizo, rayos e inundaciones repentinas.

Es importante señalar que los daños ocasionados por las tormentas pueden dar origen a incendios los cuales podrían extenderse hacia el entorno del proyecto, pero con una probabilidad muy baja, puesto que la mayor parte de incendios en la sierra son de origen antrópico.

#### 11.5.3 Biológicos

##### 11.5.3.1 Plagas

Las plagas son plantas, animales, insectos, microbios u otros organismos que interfieren con la actividad humana. Cerca de la zona del proyecto se podrían presentar plagas en las plantaciones, pero que no ocasionarían riesgos para el proyecto.

En tal sentido, este escenario de riesgo es improbable para el proyecto debido que no existe antecedentes en la zona.

### **11.5.3.2 Epidemias**

Una epidemia es una enfermedad que se propaga durante un cierto periodo de tiempo en una zona geográfica determinada y que afecta simultáneamente a varias personas. Se trata de una noción utilizada por la salud comunitaria para hacer referencia al hecho de que la enfermedad llega a una cantidad de gente superior a la esperada.

Este escenario de riesgo no se presenta en el proyecto, dado que no existe un registro de epidemias en la zona.

### **11.5.4 Sociales**

#### **11.5.4.1 Sabotaje**

Comprende a la persona o conjunto de personas que, con el fin de trastornar el entorno económico del país o el orden público, destruyen instalaciones industriales o fabriles, centros comerciales, puertos, canales, embalses, minas, polvorines, vehículos o cualquier otro medio de transporte, bienes esenciales para la prestación de servicios públicos o privados, depósitos de mercancías, de explosivos, de lubricantes, combustibles, materias primas destinadas a producción o al consumo nacional, vías u obras destinadas a la comunicación o interrumpen u obstaculizan la labor de los equipos de emergencia.

Este escenario de riesgo poco probable en el área del proyecto, debido que no se ha presentado alguna experiencia en la zona. Existen experiencias de sabotaje en la parroquia respecto a minería, la cual se ubica a una distancia mayor a 15 km del proyecto de vía.

#### **11.5.4.2 Terrorismo**

El terrorismo es un antiguo fenómeno que no ha dejado de estar presente en el complejo panorama internacional y cuya importancia no ha disminuido; está formado por la expresión de ideologías que utilizan la violencia y el miedo para alcanzar sus objetivos.

Cabe señalar que este fenómeno comprende a la persona que individualmente o formando asociaciones armadas provoque o mantenga en estado de terror a la población, o a un sector de esta, mediante actos que pongan en peligro la vida, la integridad física o la libertad de las personas o pongan en peligro las edificaciones, medios de comunicación, transporte, valiéndose de medios capaces de causar estragos.

Este escenario de riesgo tiene poca probabilidad de presencia en el proyecto, dado que nunca se ha tenido alguna experiencia relacionada en la zona.

### **11.5.5 Resumen de análisis de riesgos exógenos**

En la siguiente matriz se resumen los valores de riesgos exógenos estimados para cada tipo de entorno (natural, humano y socioeconómico).

Esta valoración se realizó según la metodología, asignando una probabilidad y determinando la gravedad de las consecuencias en cada uno de los entornos; para luego proceder a estimar la probabilidad del riesgo:

Tabla 11-10: Análisis riesgos exógenos

ENTORNO NATURAL											
RIESGO IDENTIFICADO				PROBABILIDAD	GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS					RIESGO	
					Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Nivel de Gravedad		Valor asignado
EXOGENOS	EX1	Riesgos geológicos	Terremotos/sismos	2	2	2	2	1	Leve	2	4
	EX2		Deslizamientos/asentamientos	3	3	2	2	1	Leve	2	6
	EX3		Erosión del suelo	2	2	2	2	1	Leve	2	4
	EX4	Riesgos Atmosféricos	Inundaciones	2	2	2	2	1	Leve	2	4
	EX5		Huracanes	1	1	1	1	1	No relevante	1	1
	EX6		Sequías	1	1	2	1	2	Leve	2	2
	EX7	Riesgos biológicos	Tormentas	1	2	2	1	1	Leve	2	2
	EX8		Plagas	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX9		Epidemias	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX10	Riesgos Sociales	Sabotaje	1	1	1	1	1	No relevante	1	1
	EX11	Terrorismo	1	1	1	1	1	No relevante	1	1	

ENTORNO HUMANO											
RIESGO IDENTIFICADO				PROBABILIDAD	GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS					RIESGO	
					Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada	Nivel de Gravedad		Valor asignado
EXOGENOS	EX1	Riesgos geológicos	Terremotos/sismos	2	2	3	1	2	Moderado	3	6
	EX2		Deslizamientos/asentamientos	3	3	2	2	2	Moderado	3	9
	EX3		Erosión del suelo	2	2	2	2	2	Leve	2	4
	EX4	Riesgos Atmosféricos	Inundaciones	2	2	2	2	2	Leve	2	4
	EX5		Huracanes	1	1	1	1	1	No relevante	1	1
	EX6		Sequías	1	1	2	1	1	No relevante	1	1
	EX7	Riesgos biológicos	Tormentas	1	2	2	1	1	Leve	2	2
	EX8		Plagas	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX9		Epidemias	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX10	Riesgos Sociales	Sabotaje	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX11	Terrorismo	1	1	1	1	2	No relevante	1	1	

ENTORNO SOCIOECONÓMICO											
RIESGO IDENTIFICADO				PROBABILIDAD	GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS					RIESGO	
					Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Nivel de Gravedad		Valor asignado
EXOGENOS	EX1	Riesgos geológicos	Terremotos/sismos	2	2	3	1	2	Moderado	3	6
	EX2		Deslizamientos/asentamientos	3	3	2	2	2	Moderado	3	9
	EX3		Erosión del suelo	2	2	2	2	2	Leve	2	4
	EX4	Riesgos Atmosféricos	Inundaciones	2	2	2	2	2	Leve	2	4
	EX5		Huracanes	1	1	1	1	1	No relevante	1	1
	EX6		Sequías	1	1	2	1	2	Leve	2	2
	EX7	Riesgos biológicos	Tormentas	1	2	2	1	1	Leve	2	2
	EX8		Plagas	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX9		Epidemias	1	1	1	1	2	No relevante	1	1
	EX10	Riesgos Sociales	Sabotaje	1	1	1	1	1	No relevante	1	1
	EX11	Terrorismo	1	1	1	1	1	No relevante	1	1	

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

## 11.6 Evaluación de riesgos del proyecto

### 11.6.1 Entorno natural

Tabla 11-11: Evaluación entorno natural

		Gravedad de las consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1	EX5 EX8 EX9 EX10 EX11	EX6 EX7	EN2		
	2		EX1. EX3 EX4	EN4	EN3	
	3		EN5 EX2	EN6. EN7		
	4				EN1	
	5					

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Los escenarios según niveles de riesgo para el entorno natural se indican en la siguiente tabla:

	Riesgo muy alto: 0 Escenarios
	Riesgo alto: 1 Escenarios
	Riesgo medio: 2 Escenarios
	Riesgo moderado: 4 Escenarios
	Riesgo bajo: 11 Escenarios

### 11.6.2 Entorno humano

Tabla 11-12: Evaluación entorno humano

		Gravedad de las consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1	EX5 EX6 EX8 EX9 EX10 EX11	EX7	EN2		
	2		EN4 EX3 EX4	EN3 EX1		
	3		EN5	EN6 EN7 EX2		
	4			EN1		
	5					

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Los escenarios según niveles de riesgo para el humano se indican en la siguiente tabla:

	Riesgo muy alto: 0 Escenarios
	Riesgo alto: 0 Escenarios
	Riesgo medio: 4 Escenarios
	Riesgo moderado: 3 Escenarios
	Riesgo bajo: 11 Escenarios

### 11.6.3 Entorno socioeconómico

Tabla 11-13: Evaluación entorno socioeconómico

		Gravedad de las consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1	EX5 EX8 EX9 EX10 EX11	EX6 EX7	EN2		
	2		EN4 EX3 EX4	EN3 EX1		
	3		EN5	EN6 EN7 EX2		
	4			EN1		
	5					

Fuente: Norma UNE 150008-2008. Elaborado por: KAWSUS CIA. LTDA.

Los escenarios según niveles de riesgo para el entorno socioeconómico se indican en la siguiente tabla:

	Riesgo muy alto: 0 Escenarios
	Riesgo alto: 0 Escenarios
	Riesgo medio: 4 Escenarios
	Riesgo moderado: 3 Escenarios
	Riesgo bajo: 11 Escenarios

### 11.7 Conclusiones

- La metodología nos permite establecer prioridades en la gestión de los riesgos, enfocando los esfuerzos en aquellos escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia y gravedad de las consecuencias.
- El escenario de alto riesgo cuya prioridad de prevención, reducción y mitigación se establece para el proyecto y PMA es el siguiente:
  - (EN1) Derrames
- Los escenarios de riesgo medio que deberán ser tomados en cuenta para prevención, reducción y control, que se establecen para el proyecto y PMA son los siguientes:
  - (EN6) Accidentes
  - (EN7) Contaminantes
  - (EX2) Deslizamientos
- Para la elaboración del plan de contingencia se deberá tener presente estas prioridades, de acuerdo a cada entorno: natural, humano y socioeconómico. Los escenarios de medio y bajo riesgo igualmente deberán monitorearse a pesar de no ser prioritarios en la gestión.