
TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 12. ANÁLISIS DE RIESGOS	12-1
12.1. Introducción	12-1
12.2. Riesgos del proyecto hacia el ambiente (Endógenos)	12-1
12.2.1.1. Objetivo	12-1
12.2.1.2. Metodología	12-1
Factor de severidad de las consecuencias (C)	12-2
Factor de exposición del riesgo (E)	12-3
Factor de ocurrencia del accidente (P)	12-3
12.2.1.3. Análisis de Riesgos Endógenos	12-4
12.3. Riesgos del ambiente hacia el proyecto (Exógenos)	12-7
12.3.1.1. Metodología	12-7
12.3.1.2. Definición	12-8
12.3.1.3. Análisis de Riesgos Exógenos	12-9
12.3.1.3.1. Riesgos geológicos	12-9
12.3.1.3.1.1. Sismos	12-9
12.3.1.3.1.2. Erosión	12-11
12.3.1.3.1.3. Deslizamientos	12-13
12.3.1.3.2. Riesgos atmosféricos	12-14
12.3.1.3.2.1. Inundaciones	12-14
12.3.1.3.2.2. Sequías	12-16
12.3.1.4. Resultados del análisis de Riesgos Exógenos	12-18

CAPÍTULO 12. ANÁLISIS DE RIESGOS

12.1. Introducción

La identificación de los factores de riesgo ambiental se da con el conocimiento y la interpretación que pueden ser fuente de riesgo del proyecto “*Construcción de la carretera Playas – El Morro – Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias*” a la integridad humana y a los recursos naturales y ambientales.

12.2. Riesgos del proyecto hacia el ambiente (Endógenos)

Para el desarrollo del análisis de los riesgos del proyecto hacia el ambiente se empleó una modificación de la metodología propuesta por William T. Fine para Análisis de Riesgo. Esta metodología se basa en valorar tres criterios, consecuencia (C), exposición (E) y probabilidad (P), y multiplicar las notas que se obtuvieron para cada uno de ellos; de esta forma se obtiene el Grado de Peligrosidad (GP) de un riesgo.

Para evaluar la consecuencia se debe analizar los resultados que serían generados por la materialización del riesgo estudiado. En este caso, se modifican los parámetros de evaluación para adaptarse al proyecto, estableciendo la distancia alcanzada por el impacto negativo como factor para la valoración de la consecuencia.

12.2.1.1. Objetivo

El objetivo del presente capítulo es identificar y analizar los riesgos ambientales que permita detallar y evaluar los sucesos en el proyecto “*Construcción y operación de la carretera Playas – Posorja*”.

12.2.1.2. Metodología

Para el desarrollo del análisis de riesgo del proyecto hacia el ambiente, se empleó una modificación de la metodología propuesta por William T. Fine para la evaluación matemática de Análisis de Riesgo. Esta metodología plantea el análisis de cada riesgo en base a tres factores o criterios determinantes de su peligrosidad, dichos criterios son:

- **Consecuencias (C).** - normalmente esperadas en caso de producirse el accidente.
- **Exposición (E).** - al riesgo, tiempo que el ambiente se encuentra expuesto al riesgo de accidente.
- **Probabilidad (P).** - que el accidente se produzca cuando está expuesto al riesgo.

El Grado de Peligrosidad (GP) se obtiene finalmente como el resultado de la multiplicación de la consecuencia (C), exposición (E) y probabilidad (P), el cual es comparado con la tabla de valor índice de William Fine para obtener una valoración cualitativa de los riesgos analizados.

$$GP = C * E * P$$

GP: Grado de Peligrosidad

C: Consecuencias

E: Exposición

P: Probabilidad

Tabla 12-1. Valor índice de William Fine

Valor índice de William Fine	Interpretación
0 < GP < 18	Bajo
18 < GP ≤ 85	Medio
85 < GP ≤ 200	Alto
GP > 200	Crítico

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

Factor de severidad de las consecuencias (C)

Para evaluar la consecuencia se debe analizar los resultados que serían generados por la materialización del riesgo estudiado. En este caso, se modifican los parámetros de evaluación para adaptarse al proyecto, estableciendo la distancia alcanzada por el impacto negativo como factor para la valoración de la consecuencia. A continuación, se presenta la tabla empleada para la valoración de este factor.

Tabla 12-2. Grado de severidad de las consecuencias

Grados de severidad de las consecuencias	Valor
Afectación a la salud e integridad de las personas y al ambiente	100
Afectación a la calidad de los recursos: Aire, suelo y agua	50
Afectación a uno de los recursos: Aire o suelo	25
Afectación a la flora y fauna	15
Afectación puntual al área	5

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EXPOST

Construcción de la carretera Playas - El Morro - Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias

Grados de severidad de las consecuencias	Valor
Afectación visual y al paisaje	1

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

Factor de exposición del riesgo (E)

Para la exposición, se valora la frecuencia en la que se produce una situación capaz de desencadenar un accidente realizando la actividad analizada. Para ello, se emplea la siguiente tabla en la que se establecen las posibles valoraciones para este factor.

Tabla 12-3. Factor de exposición del riesgo

Factor de exposición del riesgo	Valor
Continuamente (muchas veces al día)	10
Frecuentemente (1 vez al día)	6
Ocasionalmente (1 vez/semana)	3
Irregularmente (1 vez/mes)	2
Raramente (1 vez/año)	1
Remotamente posible (no se conoce que haya ocurrido)	0,5

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

Factor de ocurrencia del accidente (P)

Para evaluar la probabilidad de ocurrencia del accidente se tiene en cuenta el momento que puede dar lugar a un accidente y se estudia la posibilidad de que termine en accidente. Para lo cual se emplea la siguiente tabla de valoración.

Tabla 12-4. Probabilidad de ocurrencia del accidente

Probabilidad de ocurrencia del accidente	Valor
Es el resultado más posible y esperado, si se presenta la situación de riesgo	10
Es completamente posible, no sería nada extraño 50% posible	6
Sería una consecuencia o coincidencia rara	3
Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido	1
Extremadamente remota pero concebible, no ha pasado en años	0,5
Prácticamente imposible (posibilidad 1 en 1'000.000)	0,1

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

12.2.1.3. Análisis de Riesgos Endógenos

Los riesgos detectados del proyecto hacia el ambiente para las actividades analizadas son:

- Las fallas mecánicas (equipo)
- Derrames de combustible
- Incendios
- Fallas operativas (del operador)
- Erosión
- Polvo y humo
- Vibraciones y ruido

Los resultados obtenidos en cuanto al análisis de los riesgos expuestos, previamente se detallan en la tabla a continuación:

Tabla 12-5. Resultados del análisis de riesgos del proyecto hacia el ambiente

Riesgo	Factor Ambiental				
	Grado de Peligrosidad				Interpretación
	(C)	(E)	(P)	Índice de valoración	
Las fallas mecánicas (equipo) pueden ser indicadores de volcamientos o corrosión de los componentes de la maquinaria, siendo un riesgo de afectación a la integridad de las personas y al ambiente.	100	1	0.5	50	Medio
Derrames de combustible, aceites, en el proceso de mantenimiento de las maquinarias, ocasionando afectación al recurso suelo.	25	2	1	50	Medio
Incendio por presencia de una chispa o fuente de calor extremo en algún derrame de combustible, siendo una afectación puntual al área.	5	0.5	0.5	1.25	Bajo
Fallas operativas (operador) durante la fase de operación es por ausencia total de procedimientos suficientemente efectivos de mantenimiento de equipos, causando un riesgo puntual del área.	5	1	1	5	Bajo
Erosión debido fundamentalmente por efecto de la limpieza de la vegetación y movimiento de tierras, debido a las alteraciones de tráfico de	15	1	10	150	Alto

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EXPOST

Construcción de la carretera Playas - El Morro - Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias

Riesgo	Factor Ambiental				
	Grado de Peligrosidad			Índice de valoración	Interpretación
	(C)	(E)	(P)		
vehículos, ruido, siendo una afectación a la flora y fauna.					
Polvo y humo durante la fase de construcción debido al funcionamiento de maquinarias, aumento de tráfico, originando afectación al recurso aire.	25	6	1	150	Alto
Durante la fase de construcción se prevé un aumento de ruido y vibraciones debido al funcionamiento de las maquinarias y vehículos pesados de carga de material para el proceso de esta fase, se podría evidenciar afectación a la calidad de los recursos: Aire y suelo	25	6	1	150	Alto

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

Las fallas mecánicas (equipo) pueden ser indicadores de volcamientos o corrosión de los componentes de la maquinaria, siendo un riesgo de afectación a la integridad de las personas y al ambiente, el factor de exposición de riesgo se establece raramente (1/año) y su probabilidad es extremadamente remota concebible, no ha pasado en años.

Derrames de combustible, aceites, en el proceso de mantenimiento de las maquinarias, ocasionando afectación al recurso suelo, el factor de exposición de riesgo se establece irregularmente (1vez/mes) y su probabilidad es una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido.

En el caso de suscitarse incendio por presencia de una chispa o fuente de calor extremo en algún derrame de combustible, se prevé que el grado de severidad a este riesgo tendría una afectación puntual al área, tendría un factor de exposición

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EXPOST

Construcción de la carretera Playas - El Morro - Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias

remotamente posible (no se conoce que haya ocurrido), la probabilidad sería extremadamente remota concebible, no ha pasado en años.

Las Fallas operativas (operador) durante la fase de operación es por ausencia total de procedimientos suficientemente efectivos de mantenimiento de equipos, causando un riesgo puntual del área, el factor de exposición de riesgo se establece raramente (1/año) y su probabilidad sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido.

Erosión debido fundamentalmente por efecto de la limpieza de la vegetación y movimiento de tierras, debido a las alteraciones de tráfico de vehículos, ruido, siendo una afectación a la flora y fauna, el factor de exposición se establece raramente (1/año) y su probabilidad es el resultado más posible y esperado, si se presenta la situación de riesgo.

Gases y humo durante la fase de construcción debido al funcionamiento de maquinarias, aumento de tráfico, originando afectación al recurso aire, el factor de exposición al riesgo es frecuentemente (1 vez al día), su probabilidad Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido.

Durante la fase de construcción se prevé un aumento de ruido y vibraciones debido al funcionamiento de las maquinarias y vehículos pesados de carga de material para el proceso de esta fase, se podría evidenciar afectación a la calidad de los recursos: Aire y suelo, el factor de exposición al riesgo es frecuentemente (1 vez al día), su probabilidad Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido.

12.3. Riesgos del ambiente hacia el proyecto (Exógenos)

Los desastres naturales y/o antrópicos devastan vidas y medios de subsistencia. Afectando cada año a millones de personas, por ello es importante una adecuada Gestión de Riesgos debido a que ayuda a reducir pérdidas humanas, físicas y económicas, mediante la comprensión e identificación de peligros o amenazas y la aplicación de métodos idóneos de prevención y mitigación de vulnerabilidades. (ISDR, 2011).

El análisis de riesgos en la zona de estudio, permite saber los daños potenciales que pueden surgir por un proceso realizado previsto o por un acontecimiento futuro. El riesgo de ocurrencia es el resultado de la probabilidad de ocurrencia de un evento negativo con la cuantificación de dicho daño.

12.3.1.1. Metodología

El presente Análisis de Riesgo se realizó utilizando una matriz de riesgo adoptada de la Evaluación de Riesgos para el Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996), la cual califica al componente en base a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, sus

consecuencias y a la vez, permitió identificar espacialmente la magnitud del riesgo en un lugar determinado. Esta matriz se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 12-6. Matriz de calificación de riesgo

P R O B A B I L I D A D	5	MUY PROBABLE (MÁS DE UNA VEZ AL AÑO)	 BAJO  ALTO  MODERADO  MUY ALTO	NO IMPORTANTES	LIMITADAS	SERIAS	MUY SERIAS	CATASTRÓFICAS
	4	BASTANTE PROBABLE (UNA VEZ POR AÑO)		A	B	C	D	E
	3	PROBABLE (UNA VEZ CADA 10 A 100 AÑOS)						
	2	POCO PROBABLE (UNA VEZ CADA 100 A 1000 AÑOS)						
	1	IMPROBABLE (MENOS DE UNA VEZ CADA 1000 AÑOS)						
			CONSECUENCIAS					

Fuente: Fundación Natura, 1996.

La probabilidad de ocurrencia es calificada en una escala de 1 a 5, donde el valor 5 corresponde a una ocurrencia muy probable, de por lo menos una vez por año y el valor de 1 corresponde a una ocurrencia improbable o menor a una vez en 1000 años.

Las consecuencias son calificadas en una escala de A – B – C – D - E, donde A corresponde a consecuencias no importantes, B corresponde a consecuencias limitadas, C corresponde a consecuencias serias, D corresponde a consecuencias muy serias y E a consecuencias o daños catastróficos.

La evaluación de riesgo permite tener una visión clara respecto a los potenciales riesgos naturales que podrían afectar el desarrollo y la estabilidad de las actividades del proyecto como también la calidad de vida de las personas ubicadas dentro del área de influencia.

12.3.1.2. Definición

Gestión de Riesgos se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que pueden originar los desastres, para con ello emprender acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse.

Para la Gestión de Riesgos, la variable Riesgo está en función de: la amenaza y la vulnerabilidad (Probabilidad vs Consecuencia) = Riesgo = f (Amenaza x Vulnerabilidad x Capacidad de respuesta):

$$R = f (A \times V \times Cr)$$

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EXPOST

Construcción de la carretera Playas - El Morro - Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias

El Riesgo también se define como una función que depende de dos variables: la amenaza y la vulnerabilidad, ambas son condiciones que se requieren para expresar el riesgo, que por su parte se lo define como la probabilidad o frecuencia, de ocurrencia de un peligro y la magnitud de las consecuencias (un efecto adverso a escala individual o colectiva). Las mismas que se expresan como la probabilidad de pérdidas, en un sitio geográfico definido y dentro de un tiempo definido. Por otra parte, los sucesos naturales no son siempre controlables, la vulnerabilidad sí lo es.

Los riesgos a la seguridad, son por lo general sucesos de baja probabilidad debido a un alto grado de exposición y con graves consecuencias tanto para la seguridad natural como antrópica.

Se considera Riesgos ambientales a los sucesos (derrames, incendios, explosiones, escapes) con potenciales consecuencias de afectar a un ecosistema (reducción de la biodiversidad, pérdida de recursos comercialmente valiosos o que pueden producir inestabilidad en el ecosistema).

El enfoque integral de la gestión del riesgo pone énfasis en las medidas ex-ante y ex-post y depende esencialmente de:

- Identificación y análisis del riesgo.
- Concepción y aplicación de medidas de prevención y mitigación.
- Gestión de recursos (humanos, técnicos, administrativos, financieros y operativos).
- Preparativos y acciones para las fases posteriores de atención, resiliencia, rehabilitación y reconstrucción. Sobre la base de la información generada en el EIA, el análisis de literatura publicada y en base a los recorridos en campo se identificó cinco componentes que presentan riesgos del medio físico sobre las obras o actividades en estudio. Estos son sísmicos, geotécnicos, deslizamientos, inundaciones y sequías.

12.3.1.3. Análisis de Riesgos Exógenos

12.3.1.3.1. Riesgos geológicos

12.3.1.3.1.1. Sismos

La elaboración del presente estudio se basó principalmente en la revisión y análisis de algunos de los estudios de peligrosidad sísmica que han sido realizados para otros proyectos, así como a las publicaciones de diversos autores sobre la sismicidad y tectónica del Ecuador y de la parte noroccidental de Sudamérica. Este análisis no pretende ser un estudio completo y exhaustivo, antes bien, se intenta proveer información de criterios sobre aspectos sismotectónicos regionales, así como de recomendaciones sobre el peligro sísmico que aporte para conocer al sitio donde se encuentra el proyecto.

Para el análisis del presente subtema, es necesario tener una perspectiva regional del mismo, por consiguiente, a continuación, se describen los principales sistemas

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EXPOST

Construcción de la carretera Playas - El Morro - Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias

de fallamiento activo que afectan al Ecuador. Estos se encuentran ampliamente descritos en diferentes trabajos, conocidos dentro de la literatura especializada.

Ecuador se encuentra situado en el cinturón de fuego del pacífico, es decir la zona que presenta mayor riesgo sísmico en el mundo.

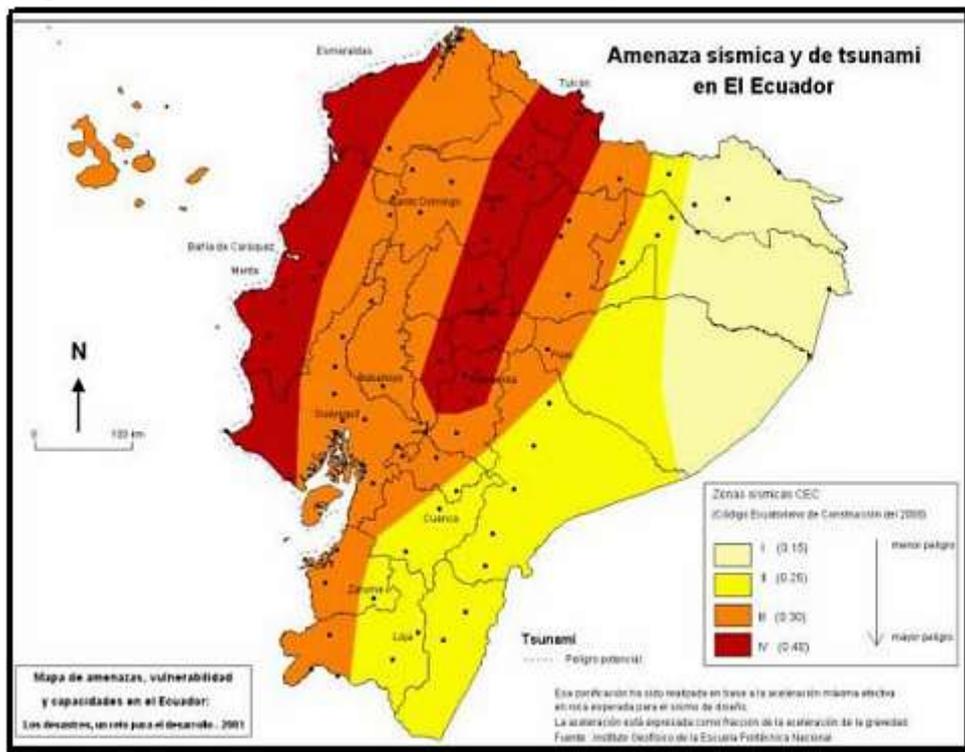
Las profundidades de los sismos originados por fallas tectónicas, varían desde superficiales, hasta profundidad media, que es el rango de profundidad de la gran mayoría de los sismos ecuatorianos.

Para evaluar el potencial sísmico que puede afectar el área de estudio se ha tomado como base el Mapa de Zonas de amenaza Sísmica y tsunamis del Ecuador.

Esta información ha sido acondicionada de la mejor forma posible de acuerdo a la matriz de riesgo presentada en esta sección. El esquema tectónico regional en el cual se encuentra inmerso el territorio ecuatoriano se presenta en la siguiente figura, tomada de la Cartografía de Riesgos y Capacidades del Ecuador. (2001).

Donde se pueden apreciar a simple vista cuatro (4) zonas sísmicas, siendo las más críticas las regiones Litoral e Interandina, mientras que la región Amazónica presenta un grado de peligrosidad medio a bajo.

Figura 12-1. Mapa de zonas de amenaza sísmica y de tsunamis en el Ecuador



Fuente: Cartografía de Riesgos y capacidades en el Ecuador, Demoraes y D'Ercolet, 2001.

Todo el perfil de la franja litoral del país y el área interandina norte está clasificado como zona de peligro crítico (IV) que representa aproximadamente 54.975 Km² y

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EXPOST

Construcción de la carretera Playas - El Morro - Posorja incluyendo la construcción de puentes, soluciones viales, escombreras y obras complementarias

los sectores comprendidos en las estribaciones de la cordillera Occidental como al oriente de la Cordillera Real y la Región Insular que representan una franja de 180 Km de ancho aproximadamente considerados de peligrosidad relativamente alta (Zona III).

Figura 12-2. Mapa de zona de amenaza sísmica en el proyecto



Fuente: INFOPLAN, 2012.

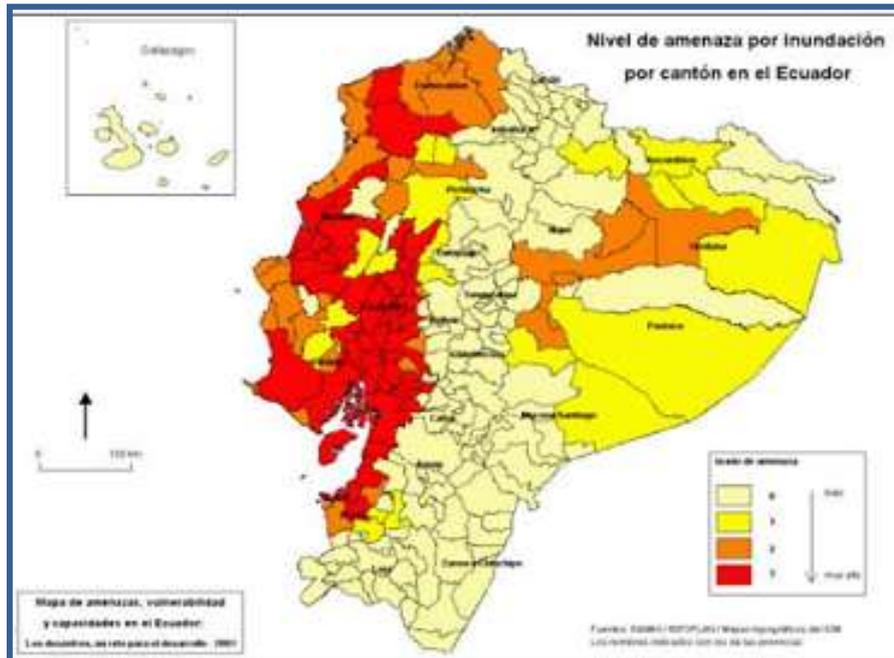
Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

De acuerdo a la figura 2 expuesta anteriormente, la probabilidad que un sismo ocurra en el sector donde se encuentra el proyecto es **Probable** y las consecuencias que presentaría serían **Limitadas**. Por lo tanto, el área de implantación del proyecto presenta un riesgo sísmico **Moderado**, lo que significa que los eventos sísmicos podrían presentarse más de una vez por año con consecuencias no importantes que podrían llegar a afectar las estructuras del proyecto y su funcionalidad, así como también las del área de influencia. El riesgo se califica como **(3B)**.

12.3.1.3.1.2. Erosión

El riesgo geológico se refiere a la mayor o menor susceptibilidad de las formas de relieve a mantenerse en equilibrio, en el momento en que uno o varios factores son afectados por agentes externos. El análisis de factores tales como: pendiente, suelos, tipo de roca, tectónica, sismicidad y clima da como resultado la

Figura 12-6. Mapa nivel de Amenaza por Inundaciones en Ecuador

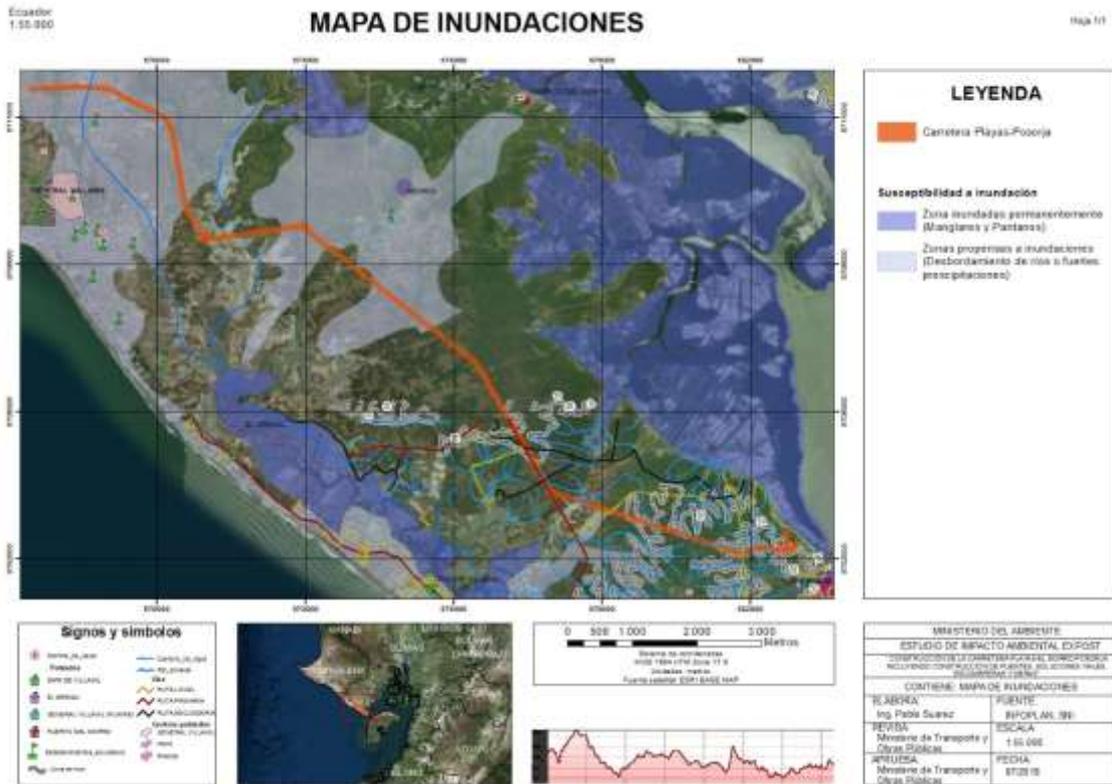


Fuente: IGEPN, 2001

Las consecuencias históricamente producidas por inundaciones son fatales, las provincias de la Costa sufren cíclicamente graves estragos debido a las inundaciones. El Niño del 83 produjo las inundaciones de 896.100 Ha y 600 personas fallecidas, con pérdidas de \$650 millones (CEPAL, 1983). El Niño del 98 produjo la inundación de 1'652.760 Ha con 286 muertes y pérdidas de \$ 1.500 millones.

Con respecto al Proyecto, se considera que una inundación tendría consecuencias serias debido a que podría producir accidentes laborales, daños a la maquinaria y dificultades en cuanto al desarrollo de las actividades del proyecto. Por esto, son zonas propensas a inundaciones por el desbordamiento de ríos o fuertes precipitaciones y zonas inundadas permanentemente si están en manglares y pantano, se establece que el riesgo hidrológico – inundaciones es **Alto**. Por lo que el riesgo es **Muy PROBABLE**, más de una vez al año y sus consecuencias serían serias: **(5C)**.

Figura 12-7. Mapa de zonas propensas a inundaciones



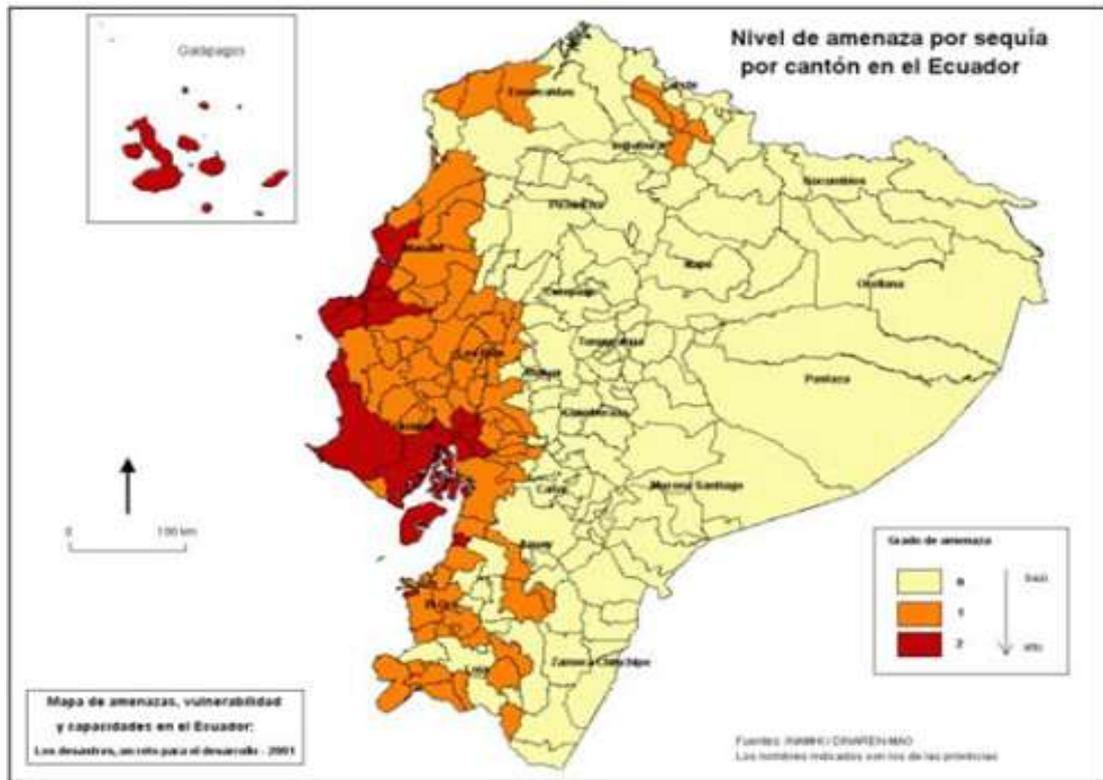
Fuente: INFOPLAN, 2012.

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

12.3.1.3.2.2. Sequías

Las evidencias históricas acreditan que en la zona de estudio en un periodo de 10 años se producen un máximo de 8 veces, considerado por el IGM como crítico; por lo que se podría atribuir un potencial de ocurrencia alto, ya que el cantón Guayaquil donde se asentará el proyecto se encuentra totalmente en zonas cuyo déficit hídrico anual está comprendido entre 700 y 900 mm.

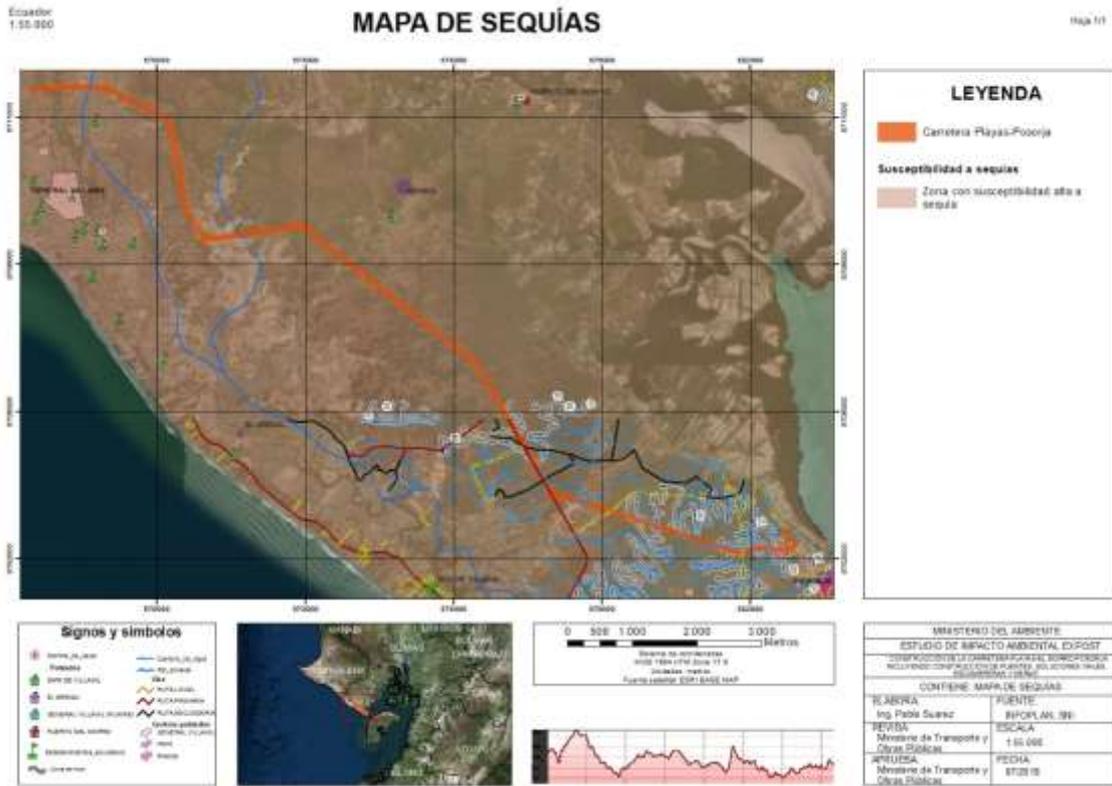
Figura 12-8. Nivel de Amenaza por sequía por cantón en el Ecuador



Fuente: IGEPN, 2001.

En cuanto al proyecto se encuentra en una zona potencialmente expuesta a susceptibilidad alta a sequía, por lo tanto se puede calificar el sitio **Muy probable (más de una vez al año)** y las consecuencias que presentaría serían **Muy serias**. El área de implantación del proyecto presenta riesgo de sequías a **Muy alto**. El riesgo se califica como **(5D)**.

Figura 12-9. Mapa de sequías en la zona del proyecto



Fuente: INFOPLAN, 2012.

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.

12.3.1.4. Resultados del análisis de Riesgos Exógenos

Mediante la tabla a continuación, se presentan las conclusiones del análisis de riesgo del ambiente hacia al proyecto desarrollado previamente en el presente capítulo.

Tabla 12-7 Resultados del análisis de riesgos del ambiente hacia el proyecto

Riesgos	Valoración	Interpretación
Geológicos	Sísmico	3B ="MODERADO" Los riesgos pueden ocurrir más de una vez cada 10 a 100 años, en caso de ocurrir sus consecuencias serían limitadas.
	Erosión	1A = "BAJO" Los riesgos pueden ocurrir menos de una vez cada 1000 años y, en caso de ocurrir, las consecuencias serían no importantes.

Riesgos		Valoración	Interpretación
	Deslizamiento	2B = "BAJO"	Los riesgos pueden ocurrir una vez cada 100 a 1000 años y, en caso de ocurrir, las consecuencias serían limitadas.
Atmosféricos	Inundaciones	5C = "ALTO"	Los riesgos pueden ocurrir más de una vez al año y, en caso de ocurrir sus consecuencias serían serias.
	Sequías	5D = "ALTO"	Los riesgos pueden ocurrir más de una vez al año y las consecuencias que se expondría serían Muy serias

Fuente: INFOPLAN, 2012.

Elaborado por: Equipo Consultor, 2018.