

CAPITULO X

10.	ANÁLISIS DE RIESGOS	1
10.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
10.1.1.	Tipo y Subtipo de Riesgos	1
10.2.	RIESGOS ENDÓGENOS.....	1
10.2.1.	Análisis de Riesgos Ambientales	1
10.2.2.	Evaluación de Riesgos Laborales	8
10.3.	RIESGOS EXÓGENOS	15
10.3.1.	Evaluación de Riesgos del Ambiente al Proyecto.....	15
10.3.2	Conclusiones Riesgos del Ambiente al Proyecto.....	21

Índice de Tablas

Tabla N°10. 1	Indicadores Entorno Natural, Humano y Socioeconómico	2
Tabla N°10. 2	Rangos de Estimación Probabilística	3
Tabla N°10. 3	Estimación de la gravedad de las consecuencias.....	3
Tabla N°10. 4	Valores para el entorno natural	4
Tabla N°10. 5	Valores para el entorno Socioeconómico	4
Tabla N°10. 6	Nivel de Gravedad	4
Tabla N°10. 7	Evaluación Riesgo Ambiental	5
Tabla N°10. 8	Estimación Riesgo Natural	6
Tabla N°10. 9	Representación de la Estimación Riesgo Natural	6
Tabla N°10. 10	Estimación Riesgo Socioeconómico	7
Tabla N°10. 11	Representación de la Estimación Riesgo Socioeconómico	7
Tabla N°10. 12	Estimación del riesgo por el método de triple criterio.....	9
Tabla N°10. 13	Lista de Actividades	10
Tabla N°10. 14	Identificación de riesgo	12
Tabla N°10. 15	Estimación del riesgo.....	13
Tabla N°10. 16	Estimación del riesgo.....	14
Tabla N°10. 17	Conclusiones Riesgos del Ambiente al Proyecto	21

Índice de Gráficos

Gráfico N°10. 1 Valoración de Riesgos del Proyecto al Ambiente	8
Gráfico N°10. 2 Valoración de Riesgos del Proyecto al Ambiente	15
Gráfico N°10. 3 Comparación del Número de Eventos Registrados vs. Número de Eventos de Magnitud Igual o Superior a 4.0 grados desde el Año 2000	18

Índice de Mapas

Mapa N°10. 1 Mapa Actualizado de las Estaciones de la Red Nacional de Sismógrafos	17
Mapa N°10. 2 Mapa Isoyetas	19
Mapa N°10. 3 Mapa Riesgos Exógenos	20

10. ANÁLISIS DE RIESGOS

10.1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de riesgos nos permite identificar los peligros que podrían afectar las obras, o el entorno, su naturaleza y gravedad, asumiendo que el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un peligro capaz de producir daños o pérdidas y que puede ser agravado por acciones antrópicas. (Aneas, 2000).

La evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a establecer la naturaleza y el alcance del riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de la vulnerabilidad que podrían resultar en daños a las personas expuestas y a los bienes, medios de subsistencia y medio ambiente de los que dependen. (PNUD,2010).

El análisis de riesgos constituye una herramienta importante para la evaluación de la posible afectación social y parte del proceso de toma de decisiones.

10.1.1. Tipo y Subtipo de Riesgos

Existen muchos tipos de riesgos y diferentes clasificaciones, una clasificación simple, según el origen de esa situación de pérdida potencial, los riesgos pueden ser de dos tipos: endógenos y exógenos (Colegio Oficial de Geólogos,2008).

- **Riesgos Endógenos**

Se denominan riesgos endógenos a los riesgos que se generan dentro de la misma actividad hacia el entorno.

- **Riesgos Exógenos**

Son los que pueden afectar el medio, es decir los riesgos que se puedan producir externamente y puedan afectar las actividades. Dentro de los riesgos exógenos se encuentran los riesgos naturales, tectónicos, sísmicos, hidrológico, climático etc.

10.2. RIESGOS ENDÓGENOS

10.2.1. Análisis de Riesgos Ambientales

Los riesgos ambientales son la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente natural o social por causa de un fenómeno natural o una acción humana. En el presente capítulo se identifica y evalúa los posibles riesgos endógenos y exógenos que pueden generarse durante la ejecución de las actividades de exploración y explotación simultánea del proyecto.

a) Metodología

La metodología de evaluación de riesgos ambientales a aplicarse es la propuesta por la UNE 150008. Esta Norma presenta un modelo estandarizado para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos ambientales de un proyecto, independientemente de su tamaño y actividad.

Se analizan situaciones accidentales y se fundamenta en la formulación de una serie de escenarios de riesgo (situaciones posibles en el marco de la instalación que pueden provocar daños al ambiente), para los que posteriormente se determina su probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias, permitiendo proponer medidas necesarias para disminuir y/o prevenir los mismos.

Identificación del Peligro

La identificación del peligro en la extracción de sílice se realiza mediante el diagnóstico de las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto minero, Además se realiza una selección de aquellos acontecimientos que pueden ser el origen de accidentes, como aquellos que se pueden dejar de considerar como iniciadores de accidentes, permitiendo de esta manera orientar bien los objetivos de las medidas preventivas y mitigadoras.

Por otra parte, el diagnóstico del entorno permitirá identificar los peligros ambientales derivados de la ubicación de las instalaciones, maquinaria y equipos.

Para objeto de este proyecto se analizaron los indicadores detallados en la siguiente tabla:

Tabla N°10. 1 Indicadores Entorno Natural, Humano y Socioeconómico

INDICADORES DEL ENTORNO NATURAL	
Medio Abiótico	Condiciones climáticas Agua, Aire, Suelo
Medio Biótico	Fauna y flora Estructura de los ecosistemas
Otros Indicadores	Paisaje Espacios Naturales Protegidos
INDICADORES DEL ENTORNO SOCIOECONÓMICO	
Actividades económicas	
Infraestructura	
Patrimonio histórico cultural	

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Estimación de la probabilidad

Durante la evaluación se debe asignar a cada uno de los escenarios una probabilidad de ocurrencia en función a los valores de la escala.

Tabla N°10. 2 Rangos de Estimación Probabilística

Valor	Probabilidad	
5	Muy probable	< una vez a la semana
4	Altamente probable	>una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable	>una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	>una vez al año y <una vez cada 5 años
1	Poco probable	>una vez cada 5 años

Fuente: En base a Norma UNE 150008-2008 – Evaluación de Riesgos Ambientales

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

En base a diversas fuentes de información como pueden ser los registros de las propias industrias o bien datos históricos es posible adjudicar una puntuación según la frecuencia asignada a cada uno de los escenarios según la tabla comentada anteriormente.

Estimación de la gravedad de las consecuencias

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

Para el cálculo del valor de las consecuencias en cada uno de los entornos.

Tabla N°10. 3 Estimación de la gravedad de las consecuencias

Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno humano	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno Socioeconómico	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Fuente: En base a Norma UNE 150008-2008 – Evaluación de Riesgos Ambientales

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

- **Cantidad:**

Es el probable volumen de sustancia emitida al entorno;

- **Peligrosidad:**

Es la propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño (toxicidad, posibilidad de acumulación, bioacumulación, etc.);

- **Extensión:**

Es el espacio de influencia del impacto en el entorno;

• **Calidad del medio:**

Se considera el impacto y su posible reversibilidad;

• **Población afectada:**

Número estimado de personas afectadas;

• **Patrimonio y capital productivo:**

Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, espacios naturales protegidos, zonas residenciales y de servicios).

Tabla N°10. 4 Valores para el entorno natural

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del Medio
4	Muy alta	Muy Peligrosa	Muy Extenso	Muy Elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Elevada
2	Poca	Poco Peligrosa	Poco Extenso	Media
1	Muy Poca	No Peligrosa	Puntual	Baja

Fuente: En base a Norma UNE 150008-2008 – Evaluación de Riesgos Ambientales

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Tabla N°10. 5 Valores para el entorno Socioeconómico

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital Productivo
4	Muy alta	Muy Peligrosa	Muy Extenso	Muy Alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poco Peligrosa	Poco Extenso	Bajo
1	Muy Poca	No Peligrosa	Puntual	Muy Bajo

Fuente: En base a Norma UNE 150008-2008 – Evaluación de Riesgos Ambientales

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Para cada uno de los escenarios identificados, se asigna una puntuación de 1 a 5 a la gravedad de las consecuencias en cada entorno:

Tabla N°10. 6 Nivel de 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

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Se realiza la calificación o puntuación de gravedad respectiva para cada entorno mencionado (natural, humano, socioeconómico).

Estimación del riesgo ambiental

El producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias estimadas en el ítem anterior permite la estimación del riesgo ambiental, la misma que también se realiza para los tres entornos considerados previamente (natural, humano, socioeconómico).

RIESGO= PROBABILIDAD x CONSECUENCIA
--

Dónde: La consecuencia es valorada en función del entorno natural, humano y socioeconómico.

Evaluación del riesgo ambiental

Para la evaluación final del riesgo ambiental se elaboran tres tablas de doble entrada, una para cada entorno que se haya tomado en cuenta (natural, humano, socioeconómico), en las que gráficamente debe aparecer cada escenario teniendo en cuenta su probabilidad y consecuencia, resultado de la estimación de riesgo realizado.

Tabla N°10. 7 Evaluación Riesgo Ambiental

		GRAVEDAD DEL ENTORNO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Dónde:

E→ Escenario, y:

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

Esta metodología permite que una vez que se hayan colocado los riesgos en la tabla y se hayan catalogado, ya sea como riesgos muy altos, altos, medios, moderados o bajos, se puedan identificar aquellos que deben ser eliminados en caso de que no sean posibles de reducir. Estos riesgos críticos sobre los que es necesario actuar son los riesgos Altos y Muy Altos.

a) Escenarios de Riesgos Ambientales Identificados en las Concesiones Mineras

En la siguiente matriz se identificó y estimó la probabilidad de ocurrencia del riesgo ambiental por la consecuencia de los riesgos en cada uno de los entornos, es decir, natural y socioeconómico.

Entorno Natural

Tabla N°10. 8 Estimación Riesgo Natural

MATRIZ DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO NATURAL				
N°	ESCENARIO DE RIESGO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	RIESGO
E1	Derrame de desechos líquidos peligrosos	3	2	6
E2	Incendios y explosiones	2	3	6
E3	Contaminación ambiental por residuos peligrosos	3	3	9
E4	Ruido ambiental	5	4	20
E5	Emisión de material particulado	5	4	20
E6	Afectación paisajística	5	4	20
E7	Contaminación de suelo	3	2	6
E8	Contaminación de agua	2	1	2

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Representación de la estimación del Riesgo mediante la interacción de la probabilidad y gravedad del entorno natural.

Tabla N°10. 9 Representación de la Estimación Riesgo Natural

		GRAVEDAD DEL ENTORNO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2	E8		E2		
	3		E1, E7	E3		
	4					
	5				E4, E5, E6	

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Entorno Socioeconómico

Tabla N°10. 10 Estimación Riesgo Socioeconómico

MATRIZ DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO SOCIOECONÓMICO				
N°	ESCENARIO DE RIESGO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	RIESGO
E1	Incendios y Explosiones	2	3	6
E2	Ruido que afecte a la comunidad.	5	4	20
E3	Manejo de residuos sólidos	3	3	9
E4	Exposición a las personas a agentes nocivos físicos, químicos.	2	2	4
E5	Material particulado que afecte a la comunidad.	5	4	20
E6	Contaminación de agua.	2	1	2
E7	Contaminación de suelo	3	2	6

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Representación de la estimación del Riesgo mediante la interacción de la probabilidad y gravedad del entorno socioeconómico.

Tabla N°10. 11 Representación de la Estimación Riesgo Socioeconómico

		GRAVEDAD DEL ENTORNO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2	E6	E4	E6		
	3		E7	E9		
	4					
	5				E2, E5	

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE

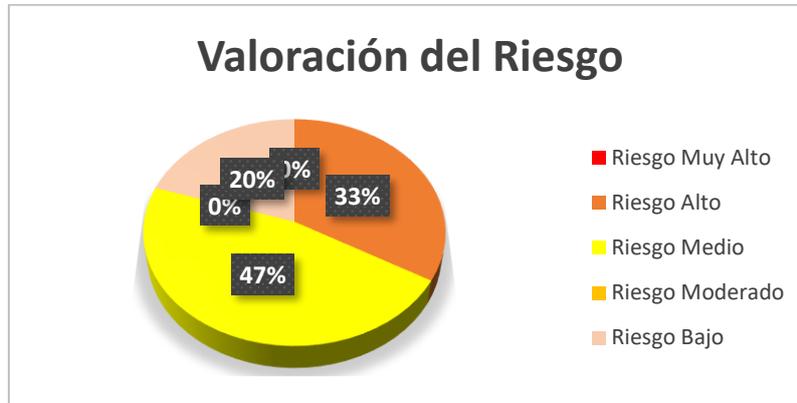


Gráfico N°10. 1 Valoración de Riesgos del Proyecto al Ambiente

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cia. Ltda.

Para el desarrollo del análisis de riesgo del proyecto “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA DE MINERALES NO METÁLICOS, BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LAS CONCESIONES MINERAS ARZA (CÓDIGO 501416) Y CRISTINAS (CÓDIGO 50001251)” al ambiente, se consideró que las actividades de pequeña minería para la exploración y explotación simultánea de minerales no metálicos (sílice), se caracterizan por ejecutar actividades degenerativas del suelo, ruido, emisión de material particulado y afectación al entorno natural, se determina que el riesgo del proyecto al ambiente, corresponde a un riesgo moderado.

10.2.2. Evaluación de Riesgos Laborales

a) Generalidades de los Riesgos Laborales

Actualmente, se reconoce que el análisis de riesgos en el que incluya la evaluación de los mismos, conforman la base primordial para la gestión activa de la seguridad y salud ocupacional, de hecho, la legislación nacional impone los siguientes criterios:

- Planificación de la acción preventiva a partir de la evaluación inicial de los riesgos.
- Evaluar los riesgos al momento de realizar la elección de los grupos de trabajo, sustancias químicas utilizadas y el acondicionamiento del medio en el que se realiza el trabajo.

Por lo antes expuesto, la evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria

para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

b) Metodología

La metodología a aplicarse es el Método del Triple Criterio o PGV, que permite determinar los riesgos existentes en un puesto de trabajo, cuantificándolos mediante la matriz de estimación cualitativa del riesgo.

Las variables que intervienen en este método son: P (Probabilidad de ocurrencia), G (Gravedad del daño) y V (Vulnerabilidad) cuyos valores se presentan en la tabla 11.12. Para obtener la estimación del riesgo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E=P+G+V$$

Tabla N°10. 12 Estimación del riesgo por el método de triple criterio

		GRAVEDAD DEL DAÑO (G)			VULNERABILIDAD (V)
		Ligeramente Dañado (1)	Daño (2)	Extremadamente Dañado (3)	
PROBABILIDAD (P)	Baja (1)	3	4	5	Mediana gestión (1)
	Media (2)	5	6	7	Incipiente gestión (2)
	Alta (3)	7	8	9	Ninguna gestión (3)
ER = P + G + V					
Estimación del riesgo		3 o 4	5 o 6	7, 8 o 9	
Estimación cualitativa (calidad)		Moderado	Importante	Intolerable	

Fuente: Ministerio de Relaciones Laborales

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía. Ltda.

Fase 1: Análisis de Riesgos.

- Identificación del riesgo.

Fase 2: Valoración de Riesgos.

- Estimación del riesgo.
- Comparación del valor del riesgo obtenido versus el rango del riesgo tolerable.

Si de la valoración del riesgo, se resuelve que este no es tolerable, se debe realizar los controles tanto en la fuente, en el medio transmisor y en el receptor.

Adicionalmente de esta información, se deben definir las medidas preventivas, las cuales deben focalizarse en los siguientes puntos:

- ❖ Eliminar o reducir el riesgo, mediante las medidas de prevención.
- ❖ Controlar periódicamente las condiciones.

c) Evaluación

Fase 1: Análisis de Riesgos

Para el presente análisis, se procederá bajo las siguientes etapas.

Clasificación de las Actividades de Trabajo:

Para efectuar la clasificación de las actividades de trabajo, se preparó la siguiente lista de las actividades, agrupándolas de forma racional y manejable.

Tabla N°10. 13 Lista de Actividades

FASES DEL PROYECTO	ACTIVIDADES
Exploración	Levantamiento topográfico y geológico del área.
	Apertura manual / mecanizada de trincheras
Construcción	Apertura de trochas en los frentes de trabajo
	Adecuación de la infraestructura requerida
Explotación	Descapote / Destape del yacimiento
	Arranque o explotación
	Stock del mineral
	Carguío y transporte

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.

Identificación del Riesgo

Para la fase identificación de riesgos, se los categoriza en distintas formas por temas tales como:

- Físicos.
- Químicos.
- Mecánicos.
- Biológicos.
- Psicosociales.

Tabla N°10. 14 Identificación de riesgo

FASES DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	FÍSICOS					MECÁNICOS					BIOLÓGICOS				ERGONÓMICOS				PSICOSOCIALES						
		Temperatura elevada o baja	Iluminación insuficiente o excesiva	Ruido y vibraciones	Material Particulado	Incendios y explosiones	Atrapamiento por o entre objetos / máquinas	Caidas a diferente nivel del personal	Caida de objetos por desplome	Accidente por manejo de maquinaria	Conocimiento deficiente de la operación, por parte del personal	Falta de destreza / habilidades por parte del operador	Picadura de animales	Presencia de vectores	Insalubridad - Agentes biológicos	Consumo de alimentos no garantizados	Alérgenos de origen animales o vegetal	Sobreesfuerzo físico	Levantamiento manual de objetos	Movimiento corporal repentino	Posición forzada	Herramientas inadecuadas	Turnos rotativos	Trabajo a presión	Alta responsabilidad	Trabajo monótono
Exploración	Levantamiento topográfico y geológico del área.	x	x						x			x	x		x	x	x	x	x	x		x	x			x
	Apertura manual / mecanizada de trincheras	x	x	x	x		x		x	x		x	x				x	x		x	x			x	x	x
Construcción	Apertura de trochas en los frentes de trabajo	x	x	x	x		x		x	x		x	x				x	x	x	x	x			x	x	x
	Adecuación de la infraestructura requerida	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x			x	x			x		x	x		x
Explotación	Descapote / Destape del yacimiento	x	x	x	x		x	x	x	x	x						x			x	x	x	x	x		x
	Arranque o explotación	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x			x	x	x	x	x		x
	Stock del mineral	x	x	x	x				x	x	x						x				x	x		x	x	x
	Carguío y transporte	x	x	x	x		x		x	x	x			x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.

Fase 2: Valoración del Riesgos

Dentro de la valoración del riesgo se procede con la estimación y valoración definitiva del mismo.

Estimación del Riesgo

Para la estimación del riesgo, se mide de forma cualitativa por la severidad del daño y la probabilidad de la ocurrencia.

Tabla N°10. 15 Estimación del riesgo

SEVERIDAD DEL DAÑO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	VULNERABILIDAD
Ligeramente Dañino (1) Lesiones LEVES no incapacitantes (Golpes menores, irritación de ojos, etc.)	Probabilidad Baja (1) El daño ocurrirá rara vez (Sería extraño que ocurriera.)	Mediana Gestión (1) Gestión CONTINUA de prevención de riesgos (Departamento, seguridad, controles, sanciones por incumplimiento, capacitación, inspección, epp adecuado al riesgo, etc.)
Dañino (2) INCAPACIDADES TRANSITORIAS (Cortes, quemaduras, fracturas menores, incapacidad menor, hasta 90 días.)	Probabilidad Media (2) El daño ocurrirá en algunas ocasiones (aunque haya ocurrido antes, no sería extraño que ocurriera.)	Incipiente Gestión (2) Se realiza ALGO de Gestión de Prevención de Riesgos (Capacitación irregular, suministro de EPP básico, medidas de control generales.)
Extremadamente Dañino (3) INCAPACIDADES PERMANENTES o muerte (Amputaciones, fracturas mayores, lesiones y enfermedades mortales.)	Probabilidad Alta (3) El daño ocurrirá siempre o casi siempre (puede que haya ocurrido antes o dadas las condiciones llama mucho la atención que no haya ocurrido.)	Ninguna Gestión (3) No se realiza NINGUNA gestión de prevención de riesgos.

Fuente: INSHT – Evaluación de Riesgos

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.

Estimación del Riesgo

La estimación del riesgo se ejecuta con las descripciones antes expuestas, dentro de las cuales se estima el riesgo asociando tanto la severidad con la probabilidad de ocurrencia y la vulnerabilidad, así determinamos los niveles de riesgos.

Tabla N°10. 16 Estimación del riesgo

FASES DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	FACTORES DE RIESGOS																								
		FÍSICOS					MECÁNICOS					BIOLÓGICOS					ERGONÓMICOS				PSICOSOCIALES					
		Temperatura elevada o baja	Iluminación insuficiente o excesiva	Ruido y vibraciones	Material Particulado	Incendios y explosiones	Atrapamiento por o entre objetos / máquinas	Caídas a diferente nivel del personal	Caída de objetos por desplome	Accidente por manejo de maquinaria	Conocimiento deficiente de la operación, por parte del personal	Falta de destreza / habilidades por parte del operador	Picadura de animales	Presencia de vectores	Insalubridad - Agentes biológicos	Consumo de alimentos no garantizados	Alérgenos de origen animales o vegetal	Sobreesfuerzo físico	Levantamiento manual de objetos	Movimiento corporal repentino	Posición forzada	Herramientas inadecuadas	Turnos rotativos	Trabajo a presión	Alta responsabilidad	Trabajo monótono
Exploración	Levantamiento topográfico y geológico del área.	3	3						4			6	5		3	4		3	3	3	4		5	6		5
	Apertura manual / mecanizada de trincheras	4	3	4	4		3		5	3		5	4				5	5		4	4			6	4	5
Construcción	Apertura de trochas en los frentes de trabajo	4	3	4	4		3		5	4		5	4				5	5	3	4	4			6	4	5
	Adecuación de la infraestructura requerida	3	3	4	5	4	4	5	5		3	4	3		3			5	5			4		5	6	
Explotación	Descapote / Destape del yacimiento	4	3	6	6		7	7	7	7	4	4	3				4			4	5	4	5	6		5
	Arranque o explotación	4	3	6	6		7	7	7	7	4	4	3		3			4		4	5	4	5	6		5
	Stock del mineral	3	3	5	6					6	4	4						4			4	4		6	6	5
	Carguío y transporte	3	3	5	6		6		6	7	4	4			3	3		5		3	4	5	4	5	6	6

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.

De acuerdo con los resultados de la valoración obtenida, por cada una de las actividades antes mencionada del proyecto minero, se determinó que el 7% de riesgos son de nivel Intolerable y el 39% corresponden a riesgos Importantes y el 54% corresponden a riesgos moderados. Se determina que la estimación de los riesgos laborales en las concesiones mineras corresponde a riesgos moderados.



Gráfico N°10. 2 Valoración de Riesgos del Proyecto al Ambiente

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.

10.3. RIESGOS EXÓGENOS

10.3.1. Evaluación de Riesgos del Ambiente al Proyecto

Los desastres naturales y/o antrópicos destruyen vidas y medios de subsistencia. Cada año afectan a millones de personas, es por ello que Una adecuada Gestión de Riesgos 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.

El análisis de riesgos en la zona donde ejecutará el proyecto en mención, permite conocer los daños potenciales que pueden surgir por un proceso realizado o previsto o por un acontecimiento futuro. El riesgo de ocurrencia es la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento negativo con la cuantificación de dicho daño.

A. Riesgo Sísmico

La ejecución del presente estudio se basó principalmente en la revisión y análisis de algunos de los estudios de peligrosidad sísmica realizados anteriormente 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.

Ecuador es un país que está ubicado en el denominado cinturón de fuego del pacífico, es decir la zona de mayor riesgo sísmico del mundo, esto debido a su localización en la zona de colisión, entre la Placa Oceánica de Nazca con la Placa Continental Sudamericana, cuando se liberan esfuerzos en la zona de subducción o en las fallas tectónicas, se producen los diferentes sismos.

El Riesgo sísmico es definido como la probabilidad que las consecuencias sociales o económicas producidas por un terremoto igualen o excedan valores predeterminados, para una localización o área geográfica dada.

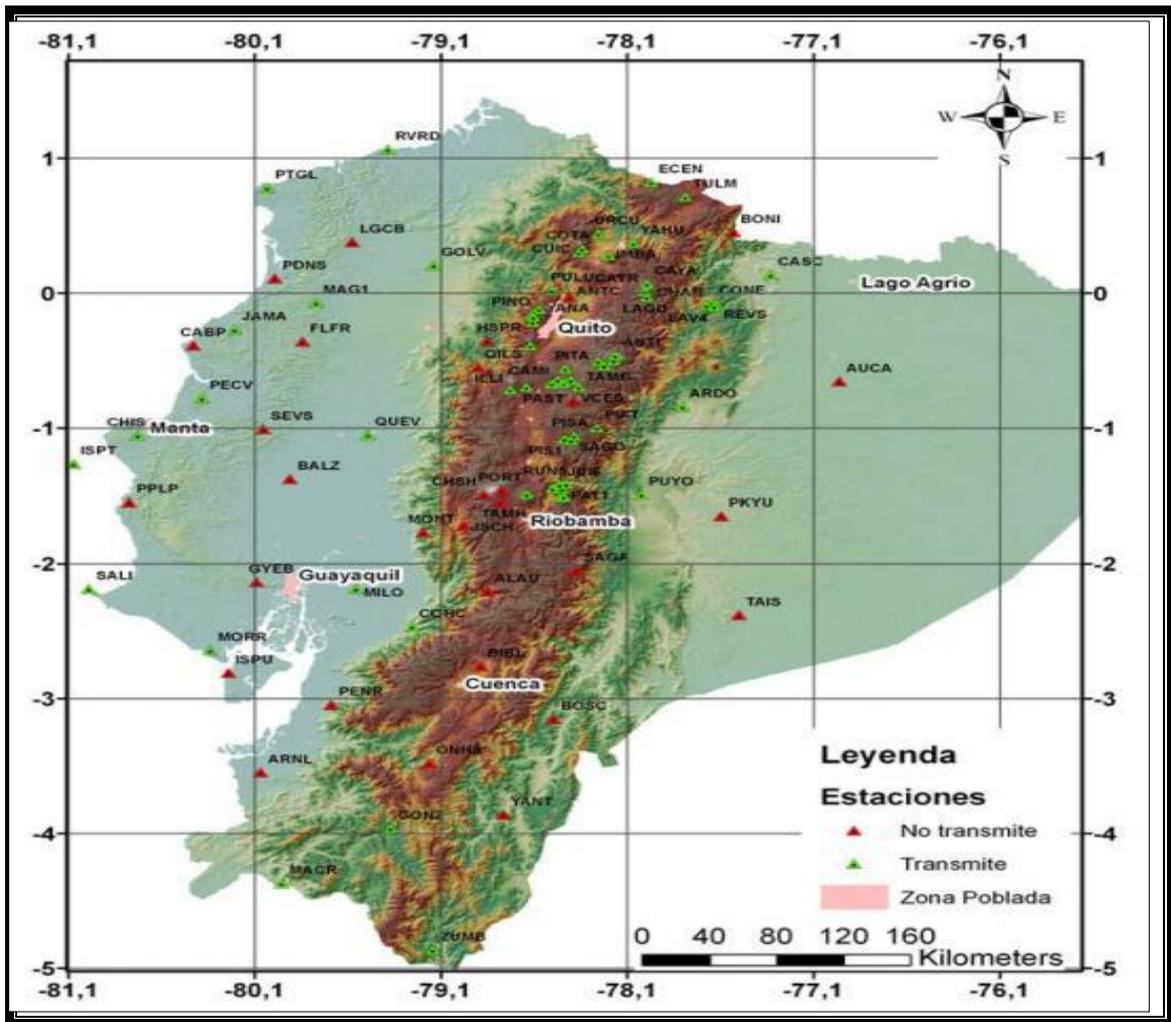
Dentro de los principales sistemas de fallas geológicas que atraviesan el territorio ecuatoriano se destacan el Sistema mayor dextral de fallas, que atraviesa el territorio desde el nororiente hasta el golfo de Guayaquil; en este sistema se han presentado importantes sismos en tiempos históricos como el de Riobamba en 1767.

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.

En base de la información consultada, las fallas activas principales que tiene influencia en el territorio ecuatoriano son:

- El sistema de fallas transcurrentes dextrales, relacionado con el movimiento hacia el NE del bloque andino noroccidental, en el contexto de interacción de placas.
- El sistema de fallas inversas del frente andino oriental absorbe la deformación compresiva E-W del bloque andino septentrional, con respecto al continente sudamericano.
- Las fallas inversas de dirección norte - sur del Callejón Interandino y de las cuencas intra-montañosas australes, se consideran como el efecto de la interacción de los sistemas anteriores.
- Algunas fallas activas, están relacionadas con la reactivación de discontinuidades antiguas que separan los grandes conjuntos litológicos del Ecuador.

Como referencia, se ha revisado el Informe Sísmico para el Ecuador del año 2012, elaborado por el Instituto Geofísico-Escuela Politécnica Nacional el mismo que incluye los datos más actualizados de la actual cobertura de la red sísmica y acelerométrica del país, la cual ha permitido obtener mejores soluciones hipocentrales, así como registrar eventos de magnitudes menores en relación con años anteriores, permitiendo conocer con mayor detalle la microsismicidad.



Mapa N°10. 1 Mapa Actualizado de las Estaciones de la Red Nacional de Sismógrafos

Fuente: Instituto Geofísico-Escuela Politécnica Nacional Informe sísmico para el Ecuador

Durante el año 2012, el Servicio Nacional de Sismología y Vulcanología (SENASV) del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, localizó un total de 1952 eventos sísmicos con magnitudes desde 1 grado Mb hasta 5.7 grados Mb Con respecto a años anteriores. El año 2012 los eventos sísmicos que superaron los 4 grados Mb representan el 8.44% del total.

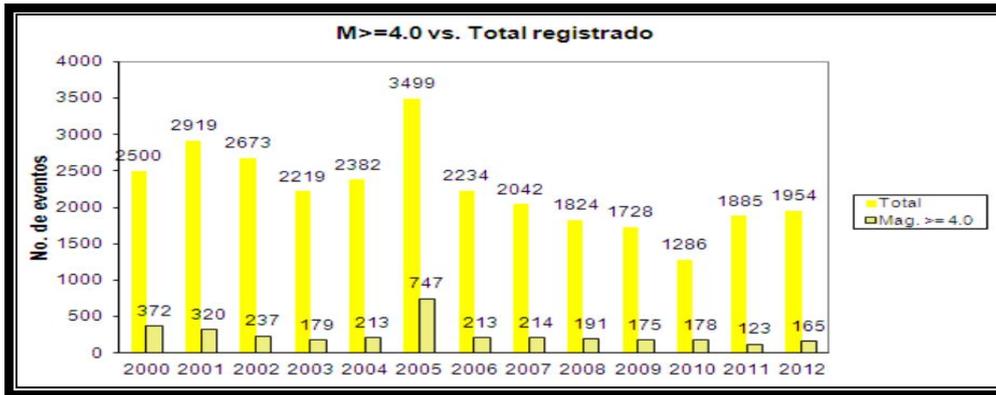


Gráfico N°10.3 Comparación del Número de Eventos Registrados vs. Número de Eventos de Magnitud Igual o Superior a 4.0 grados desde el Año 2000

Fuente: Instituto Geofísico-Escuela Politécnica Nacional - Informe sísmico para el Ecuador

Estos eventos sísmicos están relacionados con la falla cortical que afecta al Bloque Norandino y a la Placa Sudamericana y con la subducción de la Placa Oceánica Nazca bajo la corteza continental. Los sismos corticales son los sismos que tienen origen en el interior de la placa, a profundidades que no sobrepasan los 30 km, por lo general presentan mecanismos de falla normal; Aunque pueden tener algunos mecanismos de tipo compresivo y también pueden estar asociados a volcanes; Los sismos corticales no alcanzan las magnitudes de los sismos de subducción.

La información cartográfica existente ha permitido identificar 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.

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 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).

En lo que corresponde al parámetro PROBABILIDAD de dicha matriz corresponden a un análisis determinativo del peligro sísmico, por lo que no se dispone de los datos de probabilidad de ocurrencia de las aceleraciones calculadas; sin embargo, se han considerado valores generales de período de retorno para sistemas tectónicos regionales y que están disponibles en la información disponible en el Instituto de Geofísica de la Escuela Politécnica Nacional.

Se ha determinado que el sitio de implantación del proyecto, en base a la zona de amenaza sísmica del Ecuador. Por las consideraciones realizadas el área de implantación del proyecto, es catalogada como Moderado riesgo sísmico y alto riesgo a movimientos en masa.

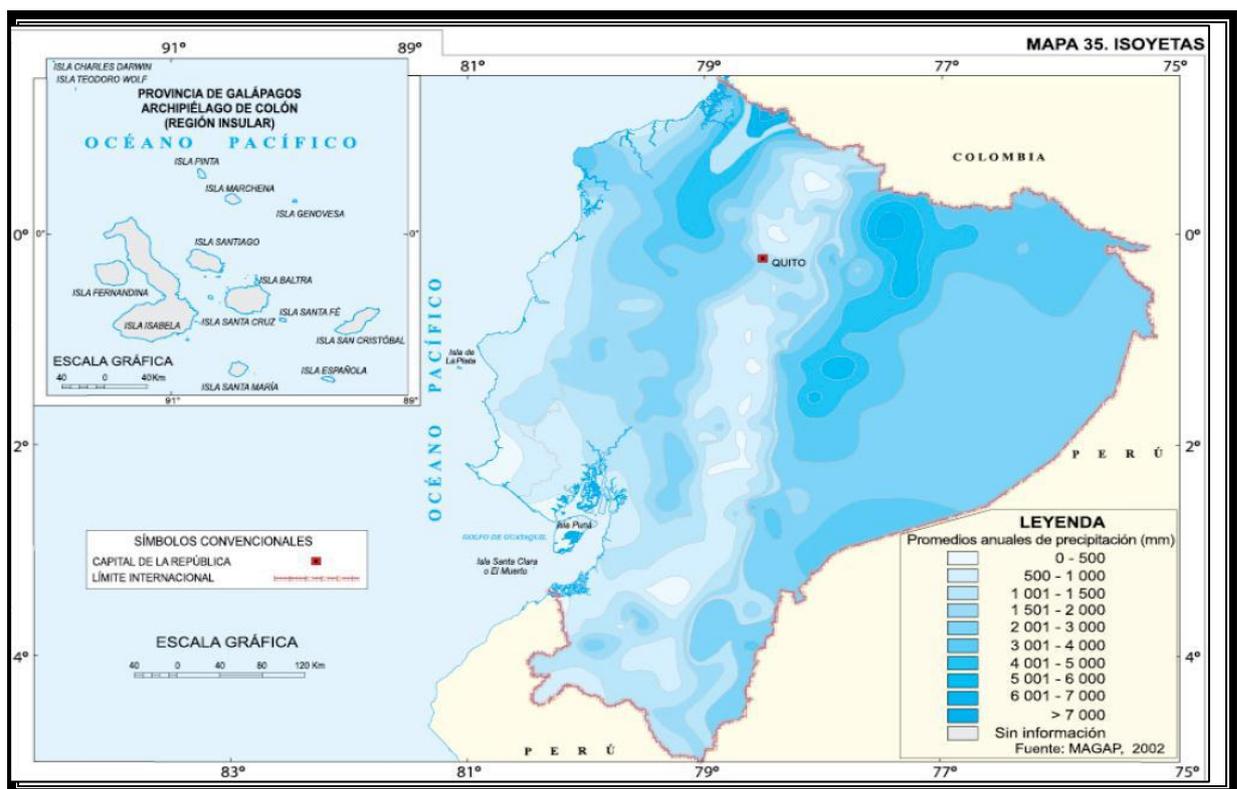
B. Riesgo Pluviométrico

El Ecuador en conjunto, es conocido como un país privilegiado en materia de recursos hídricos, dentro del contexto mundial.

La media de la escorrentía de las aguas generadas por precipitaciones a nivel nacional que escurre por los cauces superficiales y subterráneos, se aproxima a valores de 432 mil hectómetros cúbicos por año, lo que representa a una escorrentía específica de 1600 mm/año.

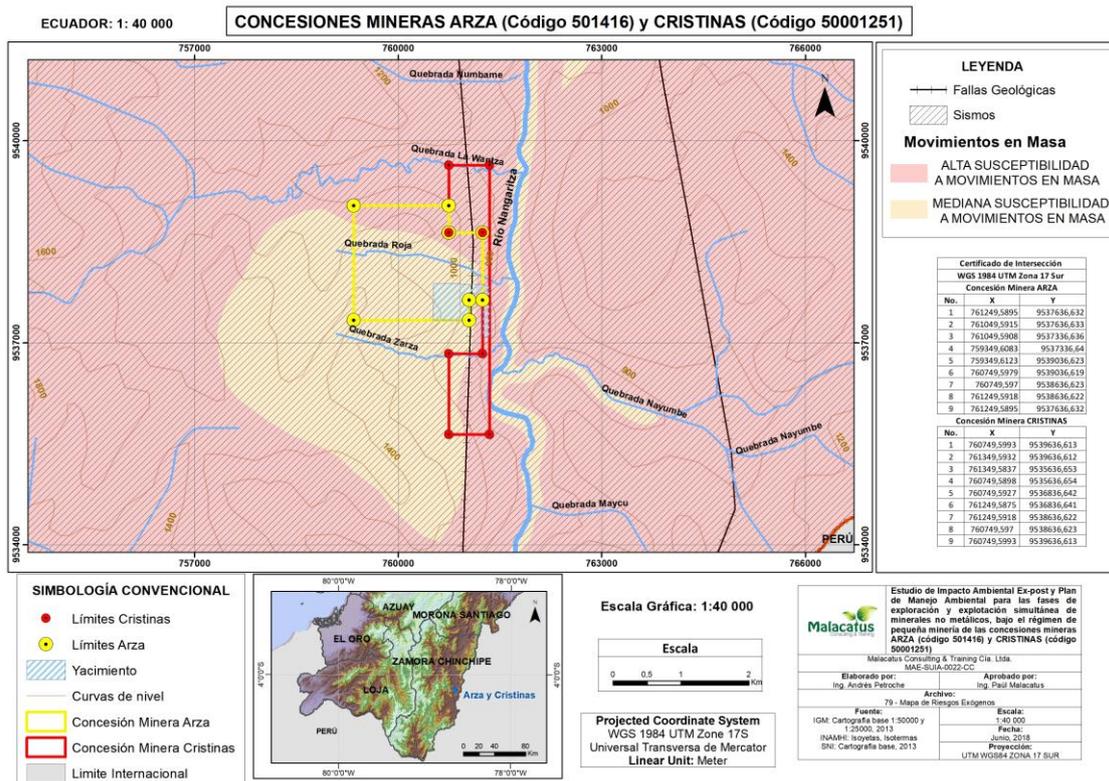
Lo antes expuesta da a relucir la situación privilegiada del país en términos de recursos hídricos, no obstante, la gran variedad de las condiciones físico climática, genera problemas en las precipitaciones, las cuales son altas en las regiones Amazónica y en la Costa norte, mientras que en la Costa baja y central sean de características bajas.

En la vertiente del Pacífico se presenta 30% del caudal medio del Ecuador, en esta vertiente se asienta el 82% de la población nacional, así como las grandes ciudades (Quito y Guayaquil), con la mayoría de industrias y parcelas agrícolas.



Mapa N°10. 2 Mapa Isoyetas

Fuente: Atlas Cap. 6, Ministerio del Ambiente



Mapa N°10. 3 Mapa Riesgos Exógenos

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.

C. Riesgos Bióticos

Dentro de este tipo de riesgos tenemos contagios de enfermedades tropicales transmitidas por insectos vectores, riesgos a causa de heridas provocadas por especies que presenten en su estructura espinas o sustancias urticantes que puedan provocar reacción alérgica y el ataque se especies de fauna que podrían provocar lesiones o heridas.

Como parte del análisis de los riesgos, ocasionados por el componente biológico sobre el Proyecto y/o el área de estudio, se consideró analizar la flora y fauna del área e identificar los posibles riesgos.

- Riesgo en la flora

Para el análisis de riesgos en la flora se consideraron reacciones alérgicas por contacto con flora que presenta estructura espinosa y/o sustancias urticantes.

En el área de estudio, se identificó especies florísticas que en su estructura presentan espinas o sustancias urticantes que puedan provocar reacciones alérgicas, como: *Cecropia montana* (guarumo), *Cecropia sciadophylla* (guarumo) y *Zanthoxylum riedelianum* (sacha romerillo) que tienen espinas.

- **Riesgo en la fauna**

La presencia de las diferentes especies de fauna involucra riesgos para el personal y pobladores de la zona; se considera como potenciales riesgos el contagio de enfermedades tropicales (dengue y malaria), transmitidas por insectos vectores en la zona donde se ubica el proyecto, conforme lo reportado por el Ministerio de Salud Pública en el 2023, de igual manera en la línea base se registró la presencia de *Apis mellifera* (abeja) que podría ocasionar picaduras.

Dentro de la línea base no se identificaron especies venenosas de serpientes que puedan generar un riesgo de mordedura al personal, sin embargo, hay que considerar que el riesgo existe.

10.3.2. Conclusiones Riesgos del Ambiente al Proyecto

Tabla N°10. 17 Conclusiones Riesgos del Ambiente al Proyecto

TIPO DE RIESGO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	MAGNITUD
Sísmico	Serias (C)	Probable (3)	Moderado
Volcánico	No es Importante (A)	Improbable (1)	Bajo
Movimientos en masa	Muy Serias (D)	Bastante Probable (4)	Alto
Pluviométrico	Serias (C)	Probable (3)	Moderado
Biótico	Serias (C)	Probable (3)	Moderado

Elaborado por: Malacatus Consulting & Training Cía Ltda.