DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL “CONTINUIDAD OPERACIONAL DE FAENA MINERA ATACAMA KOZAN”

Anexo 18:
Plan de Manejo Biológico



PLAN DE MANEJO BIOLÓGICO
PROYECTO "CONTINUIDAD OPERACIONAL DE FAENA MINERA ATACAMA KOZAN"

INDICE

1.-	**Antecedentes Generales**	**2**
2.-	**Medidas de Prevención de Daños**	**4**
3.-	**Medidas de Manejo Ambiental**	**4**
4.-	**Protocolos de Manejo**	**8**
5.-	**Sitio de Relocalización**	**21**

1. ANTECEDENTES GENERALES

SCM Atacama Kozan corresponde a una faena minera actualmente en operación, localizada en las comunas de Tierra Amarilla y Copiapó, región de Atacama. Este proyecto minero contempla explotación de minerales, beneficio y disposición de relaves en el Tranque de Relaves El Gato.

El Proyecto para su operación actual cuenta con sus respectivas autorizaciones ambientales que inician con el EIA "El Bronce de Atacama", cuya calificación ambiental favorable se obtuvo por RCA Nº 006/1997. Este proyecto original ha sido objeto de una serie de cambios y modificaciones que fueron autorizadas según los siguientes actos administrativos: DIA "Modificación Trazado Relaveducto" (RCA Nº 117/1998); DIA "Modificación Planta de Tratamiento de Minerales" (RCA 45B/2001); DIA "Sistema de Subtransmisión Eléctrica" (RCA 141/2002); DIA "Aumento de Capacidad Tranque de Relaves El Gato" (RCA 76/2012); Resolución SEA Nº 156/2013 de Rectificación de la DIA 76/, Resolución SEA Nº 111 de fecha 22 de abril de 2014 que resuelve sobre consulta de pertinencia por "Actualización de vida útil del proyecto El Bronce de Atacama Kozan", y finalmente Resolución SEA Nº 131 de fecha 4 de diciembre de 2017.

Respecto de las autorizaciones de las instalaciones mineras, se cuenta con las respectivas autorizaciones de SERNAGEOMIN, las cuales se detallan en la Tabla inferior.

Organismo	Resolución	Objetivo
SERNAGEOMIN	Nº710 del 04/08/1997	Aprueba el proyecto de "Construcción y Operación del Tranque de Relaves El Gato de la Planta El Bronce de Atacama"
SERNAGEOMIN	Nº535 del 11/02/2002	Aprueba el "Estudio de Diseño Geomecánico Caverna de Chancado Primario"
SERNAGEOMIN	Nº693 del 26/02/2002	Aprueba el proyecto "Atacama Kozan Planta de Procesos 5.500 TPD"
SERNAGEOMIN	Nº2436 del 16/10/2002	Aprueba el "Proyecto Atacama Kozan para el Método Sub Level Stoping"
SERNAGEOMIN	Nº1310 del 08/07/2009	Aprueba el Plan de Cierre "Faena SCM Atacama Kozan"
SERNAGEOMIN	Nº218 del 17/05/2013	Aprueba el proyecto "Aumento de Capacidad del Tranque de Relaves El Gato"
SERNAGEOMIN	Nº364 del 06/05/2014	Aprueba la actualización del proyecto de procesamiento "Atacama Kozan Planta de Procesos 5.500 TPD"
SERNAGEOMIN	Nº553 del 21/07/2014	Rectifica la Resolución SERNAGEOMIN Nº 218/2013
SERNAGEOMIN	Nº2347 del 04/11/2016	Aprueba el proyecto "Ampliación Vida útil Proyecto de Minera Atacama Kozan, Método de Explotación Sub Level Stoping de la Faena Minera Atacama Kozan".

A fin de asegurar la continuidad operativa de la faena, SCM Atacama Kozan ingresa a evaluación ambiental el proyecto "**Continuidad Operacional de Faena Minera Atacama Kozan**", el cual contemplará la extensión de la vida útil del proyecto minero a partir del aumento de la capacidad para disposición de relaves. Este proyecto incorporará un depósito de relaves filtrados apoyado sobre el muro del tranque actual como una prolongación, aumentando además la estabilidad del depósito en su integridad. La capacidad de depositación de relaves filtrados, se proyecta de las reservas disponibles, que SCM Atacama Kozan va definiendo según exploraciones permanentes que permiten ir actualizando las existencias minables. De esta manera, por corresponder a una continuidad operacional, no se alterará la capacidad máxima ni el nivel de tratamiento de los procesos, el cual continuará de acuerdo a la operación actual.

Adicionalmente, esta metodología de depositación mediante relaves filtrados permitirá maximizar la recuperación de agua industrial, la cual será reutilizada en las operaciones mineras, contribuyendo con ello, a una disminución considerable de los consumos de agua autorizados.

El proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental considerará 3 áreas asociadas a distintas instalaciones, las cuales corresponden a:

- Área Mina-Planta.
- Área Obras Lineales.
- Área Depósito de Relaves.

Según lo expuesto anteriormente, la continuidad de las actuales operaciones restringirá la fase de construcción exclusivamente a la reconstitución del acueducto para recuperación de agua industrial y la construcción del depósito de relaves filtrados con sus instalaciones anexas.

El proyecto considera una vida útil de 17 años, de los cuales el primer año corresponde a la etapa de construcción del depósito de relaves filtrados y la reconstitución del acueducto, sin embargo, dado que es una continuidad operacional, las operaciones en Mina-Planta y la depositación en el actual Tranque de Relaves (según capacidad autorizada por RCA 76/2012) se mantendrán paralelas a las actividades de construcción. Luego, durante los 14 años siguientes continuará la fase de operación, pero cambiando la depositación a relaves filtrados, finalizando con el cierre de la Faena Minera, el que se proyecta en 2 años.

Debido a la naturaleza del proyecto, se considera la siguiente actividad sobre las componentes flora y vegetación en el sector Depósito de Relaves y sector Obra Lineal: Afectación de especies de flora en categoría de conservación

El objetivo general del Plan de Manejo Biológico **es presentar las medidas de prevención y manejo ambiental** para las especies de flora y vegetación y formaciones vegetales que cuentan con protección oficial de acuerdo a la Ley 20.283, el D.S. 68/2009 del Ministerio de Agricultura y los procesos vinculados al Reglamento Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente.

2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE DAÑOS

Las medidas que se presentan a continuación, tienen la finalidad de disminuir el efecto sobre este componente ambiental, de manera previa al inicio de las obras y durante la construcción del proyecto.

En esta fase, las medidas preventivas serán informadas por medio de charlas de capacitación a todos los trabajadores de la empresa y subcontratos, involucrados en las actividades de construcción del proyecto. Dichas charlas contemplan la exposición de las especies vegetales dentro del área del proyecto, enfatizando su importancia dentro del ambiente desértico, su condición de endemismo y su categoría de conservación.

Las medidas preventivas para la componente Flora y Vegetación corresponden a las siguientes:

- Durante la etapa de construcción, las actividades se restringirán a sectores previamente definidos y/o autorizados.
- En caso del desarrollo de actividades que no cuenten con un espacio definido, serán realizadas en sectores que no cuenten con presencia de vegetación, dando preferencia a sectores ya intervenidos.
- Se prohibirá la sustracción, corta o alteración de ejemplares de flora en categoría de conservación dentro de las áreas del proyecto.
- Se prohíbe el tránsito de vehículos menores o maquinaria pesada fuera de los caminos habilitados.
- Cualquier actividad que involucre potencial afectación sobre individuos de flora en categoría de conservación, deberá contar con una autorización por parte de la Unidad de Medio Ambiente de la Empresa. En este sentido, se deben realizar los rescates correspondientes de germoplasma, bulbos y cactáceas, antes de cualquier tipo de intervención.
- Se prohíbe el uso de fuego dentro de toda el área del proyecto, para disminuir el riesgo de incendio.

3. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

Las medidas de manejo ambiental se refieren a las acciones que se requiere implementar a objeto de mantener y proteger la flora que se verá afectada por las obras y actividades del Proyecto.

En particular, las medidas de manejo que se expresan en este documento se refieren a:

- Conservación de flora o formaciones vegetales presentes en el área del proyecto que se verán afectados por la instalación de nuevas obras y actividades

3.1 MANEJO DE FLORA Y VEGETACIÒN

De acuerdo a la naturaleza de las especies, las medidas a implementar se dividen en: cactáceas, arbustivas y arbóreas. Cabe señalar que éstas medidas consideran solo a aquellas especies que se encuentren dentro de alguna categoría de conservación y, que además, sean afectadas por las obras del Proyecto. El encargado y responsable de la implementación las medidas contenidas en el presente plan de manejo biológico es el Titular del Proyecto, el cual deberá contar con el apoyo de instituciones locales y especialistas para su debida materialización (por ejemplo viveros locales, especialistas en flora y vegetación, etc.) para facilitar las actividades que se enuncian en el presente documento.

Del total de especies de flora nativa, 8 se encuentran en alguna de las categorías de conservación utilizados en los documentos oficiales del Estado de Chile. De ellas 7 pertenecen al sector Depósito de Relaves y 1 al sector Obra Lineal. En tanto, 21 especies se encuentran listadas en categoría de conservación en el Libro Rojo de Flora Nativa Región de Atacama, de las cuales 14 pertenecen al sector Depósito de Relaves y 7 al sector obra Lineal. En las tablas siguientes se indican las especies de flora y vegetación objeto del presente Plan de Manejo y su respectiva categoría de conservación.

Tabla 1. Especies de flora en categoría de conservación en el Área Depósito de Relaves

Especie	Categoría de conservación	Documento	Tipo
Prosopis flexuosa	Vulnerable (VU) En Peligro (EP)	D.S. 13/2013 LR Atacama/2008	Arbóreo
Eriosyce rodentiophila	Vulnerable (VU) En Peligro (EP)	D.S 33/2012 LR Atacama/2008	Cactácea
Adesmia argyrophylla	Vulnerable (VU)	D.S. 41/2012	Arbusto
Mirabilis ovata	Vulnerable (VU)	LR Atacama/2008	Herbácea
Senecio almeidae	Vulnerable (VU)	LR Atacama/2008	Arbusto
Copiapoa megarhiza	Vulnerable (VU)	D.S. 50/2008 LR Atacama/2008	Cactácea
Pyrrhocactus eriosyzoides	Vulnerable (VU)	D.S. 13/2013 LR Atacama/2008	Cactácea
Aphyllocladus denticulatus	Casi Amenazada (NT)	D.S. 41/2012	Arbusto
Cumulopuntia sphaerica	Preocupación Menor (LC)	D.S. 19/2012	Cactácea
Cuscuta odorata	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Herbácea
Adesmia atacamensis	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Arbusto
Nolana filifolia	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Arbusto
Cistanthe amarantoides	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Herbácea
Madia sativa	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Herbácea

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Tabla 2. Especies de flora en categoría de conservación en el Área Obra Lineal

Especie	Categoría de conservación	Documento	Tipo
Prosopis chilensis	Vulnerable (VU) En Peligro (EP)	D.S. 13/2013 LR Atacama/2008	Arbóreo
Geoffroea decorticans	Vulnerable (VU)	LR Atacama/2008	Arbóreo
Equisetum giganteum	En Peligro (EP)	LR Atacama/2008	Herbácea
Cuscuta odorata	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Herbácea
Nolana filifolia	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Arbusto
Cistanthe amarantoides	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Herbácea
Solanum herbabona	Insuficientemente conocida (IC)	LR Atacama/2008	Herbácea

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

En la Tabla 3, se indica el número de ejemplares de las especies flora y vegetación en categoría de conservación presente en el área Depósito de Relaves y en Tabla 4, las referidas al área Obra Lineal, y, que por lo tanto, forman parte de las medidas del Plan de Manejo Biológico.

En el Informe de Caracterización de Flora y Vegetación de la DIA del Proyecto, se señala la metodología utilizada para determinar el número de ejemplares, lo cual correspondió a censo para las especies de flora en categoría de conservación. De ellos, se considera el 100% de los individuos intervenidos, ya sea en forma directa o indirecta por la ejecución de labores propias del Proyecto.

Tabla 3. Número individuos afectados por el proyecto sector Depósito de Relaves.

Especie	Categoría de conservación RCE y Libro Rojo Atacama	Tipo	Número de individuos a intervenir	Número de individuos a rescatar por especie	Número de individuos a viverizar	Porcentaje de conservación	Porcentaje de éxito de sobrevivencia
Prosopis flexuosa	Vulnerable (VU) RCE En Peligro (EP) LR	Arbóreo	49	0	49	100%	100%
Eriosyce rodentiophila	Vulnerable (VU) RCE En Peligro (EP) LR	Cactácea	1	1	1	200%	100%
Adesmia argyrophylla	Vulnerable (VU) RCE	Arbusto	5	5	5	200%	100%
Mirabilis ovata	Vulnerable (VU) LR	Herbáceo	2	2	0	100%	100%

Senecio almeidae	Vulnerable (VU) LR	Arbusto	1	1	1	200%	100%
Copiapoa megarhiza	Vulnerable (VU) RCE y LR	Cactácea	13	13	0	100%	100%
Pyrrhocactus eriosyzoides	Vulnerable (VU) RCE y LR	Cactácea	209	209	0	100%	100%
Aphyllocladus denticulatus	Casi Amenazada (NT) RCE	Arbusto	16	4	4	50%	80%
Cumulopuntia sphaerica	Preocupación Menor (LC) RCE	Cactácea	410	82	0	20%	80%
Cuscuta odorata	Insuficientemente conocida (IC) LR	Herbáceo	1	1	1	200%	100%
Adesmia atacamensis	Insuficientemente conocida (IC) LR	Arbusto	6	0	9	150%	100%
Nolana filifolia	Insuficientemente conocida (IC) LR	Arbusto	1	1	1	200%	100%
Cistanthe amarantoides	Insuficientemente conocida (IC) LR	Herbáceo	15	15	7	150%	100%
Madia sativa	Insuficientemente conocida (IC) LR	Herbáceo	1	1	2	200%	100%
		TOTAL	730	**334**	**80**	-	-

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Tabla 4. Número individuos afectados por el proyecto sector Obra Lineal.

Especie	Categoría de conservación	Tipo	Número de individuos a intervenir	Número de individuos a rescatar por especie	Número de individuos a viverizar	Porcentaje de conservación	Porcentaje de éxito de sobrevivencia
Prosopis chilensis	Vulnerable (VU) RCE En Peligro (EP) LR	Arbóreo	6	0	12	200%	100%
Geoffraea decorticans	Vulnerable (VU) LR	Arbóreo	40	0	60	150%	100%
Equisetum giganteum	En Peligro (EP) LR	Herbácea	2	2	2	200%	100%
Cuscuta odorata	Insuficientemente conocida (IC) LR	Herbácea	1	1	1	200%	100%
Nolana filifolia	Insuficientemente conocida (IC) LR	Arbusto	2	2	2	200%	100%

Cistanthe amarantoides	Insuficientemente conocida (IC)	Herbácea	6	6	6	200%	100%
Solanum herbabona	Insuficientemente conocida (IC) LR	Herbácea	8	8	8	200%	100%
TOTAL			65	**19**	**91**	-	-

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Las metodologías específicas para rescates y viverizaciones, se han desarrollado por grupo de especies, señalándose en el presente plan de manejo los protocolos de:

a) Rescate y relocalización de cactáceas incluye a las siguientes especies: *Cumulopuntia sphaerica, Pyrrhocactus eriosyzoides, Copiapoa megarhiza y Eriosyce rodentiophila.*

b) Colecta, viverización y plantación de arbustivas y arbóreas incluye a las siguientes especies: *Prosopis flexuosa, Adesmia argyrophylla, Senecio almeidae, Aphyllocladus denticulatus, Adesmia atacamensis*, *Prosopis chilensis, Geoffraea decorticans y Nolana filifolia*

4. PROTOCOLOS DE MANEJO

4.1. PROTOCOLO PARA RESCATE Y RELOCALIZACIÓN DE CACTÁCEAS

Parte de la instalación de las obras asociadas al proyecto, no tiene opción de ser relocalizadas por lo que requieren del despeje total de la vegetación existente. En aquellas situaciones en donde existan especies en categoría de conservación a nivel nacional, pertenecientes a la familia *Cactaceae*, se llevará a cabo un plan de rescate y relocalización.

4.1.1 Especies Objetivo de este Protocolo

Basándose en el Informe de caracterización componente vegetación y flora, se registra un total de 4 especies de cactáceas correspondiendo estas a 410 ejemplares de *Cumulopuntia sphaerica, 1*3 ejemplares de *Copiapoa megarhiza,* 209 de *Pyrrhocactus eriosyzoides* y 1 de *Eriosyce rodentiophila,* todas ellas citadas en alguna categoría de conservación a nivel nacional y/o regional.

El número de individuos a rescatar por especie son:

- ✓ *82 Cumulopuntia sphaerica (Preocupación menor) (20% del total presente en el área de intervención directa)*
- ✓ *13 Copiapoa megarhiza (Vulnerable) (100% del total presente en el área de intervención directa)*
- ✓ *209 Pyrrhocactus eriosyzoides (Vulnerable) (100% del total presente en el área de intervención directa)*
- ✓ *01Eriosyce rodentiophila (Vulnerable), (100% del total presente en el área de intervención directa)*

La razón para sugerir menor cantidad de rescate para *Cumulopuntia sphaerica*, se debe a que su nivel de categoría de conservación es Preocupación Menor, lo cual posibilita efectuar rescates menores al 100% de individuos del área de afectación. Esta especie se distribuye desde la Región de Arica y Parinacota hasta el norte de la Metropolitana. En su distribución norte (Arica y Parinacota y Tarapacá) se ubica en la precordillera andina, y desde la Región de Antofagasta al sur por la costa, en llanos y cerros interiores. Considerando estos antecedentes se propone el rescate y relocalización del 20% de los individuos censados (lo que corresponde a 82 individuos).

4.1.2 Personal Requerido para la Ejecución de las Obras

Para el desarrollo de esta actividad, el Titular deberá contar con a lo menos, los siguientes profesionales:

- Especialista en relocalización de cactáceas como jefe de equipo y encargado de la supervisión de las actividades de rescate, traslado, y plantación, además de la preparación de los individuos una vez rescatados.
- 2 Jornales, que ejecutarán las actividades de extracción, traslado y plantación de los individuos.

4.1.3 Infraestructura y Equipos Requeridos

En cuanto a la infraestructura necesaria para esta actividad, se requerirá disponer de:

- Bodega de insumos: se usará para almacenar los elementos utilizados para el tratamiento de cactus provenientes del área de intervención. Se manejarán bajo control de inventario los elementos químicos como fertilizantes y fungicidas, junto con las herramientas y elementos de protección personal de los trabajadores, la cual se puede establecer en el área del proyecto.

- Sombreadero: corresponderá a un sector construido con malla raschel y destinado a trabajar las muestras a utilizar para la cicatrización (curado) de los cortes tanto de las raíces como de los cuerpos, y que fueron ocasionadas durante el rescate.

- Elementos de protección personal para equipo de terreno (guantes, casco, antiparras, gorro legionario, zapatos de seguridad, bloqueador, entre otros).

- Herramientas para extracción o corte de ejemplares (barretilla, cuchillo, serrucho, balde, tijeras, entre otros).

4.1.4 Rescate, Tratamiento y Curado

El rescate consiste en la extracción de los ejemplares de cactáceas (o parte de estos), desde el lugar donde fueron detectados.

Para **cada sitio de colecta** se deberá registrar la siguiente información:

- Exposición,
- Pendiente,
- Topografía,
- Cobertura y nombre de especies acompañante, y
- Sustrato

Cada ejemplar rescatado será identificado mediante un código asignado, el cual estará asociado a las coordenadas (WGS 84) desde donde fue colectado. Luego será trasladado a sectores de aclimatación temporal (sombreadero), donde se procederá a tomar los siguientes datos para cada individuo:

- Altura,
- Diámetro mayor y menor,
- Estado fitosanitario

A cada ejemplar se le efectuará un lavado de las raíces y una poda, con el objeto de eliminar las secciones dañadas y que éstas queden con corte parejos. Para aquellos individuos de los cuales se extrajo un trozo o artejo, se deberá dejar el corte lo más limpio posible.

Posteriormente, se aplicará una hormona del grupo de las auxinas, más un fungicida, esto con el objeto de estimular el sellado de las heridas. Esta hormona estimula la producción de una peridermis en la herida, quedando sellada nuevamente. El fungicida elimina la presencia de hongos principalmente del género Botrytis y otros que pueden entrar por las heridas y provocar serios daños a los tejidos parenquimáticos internos del cuerpo del cactus.

Una vez realizadas estas actividades se deja cicatrizar las heridas a lo menos por 30 días, durante los cuales las raíces y cortes de los ejemplares deben quedar expuestas al aire.

Se deberá efectuar dos evaluaciones durante este proceso para determinar la efectividad del procedimiento y en caso de detectar problemas tomar las medidas correctivas lo antes posible.

4.1.5 Relocalización

Esta actividad se efectuará cuando los ejemplares presenten una cicatrización de los cortes, estimándose a lo menos 30 días desde el día de rescate.

Cada ejemplar o trozo debe ser transportado al sitio de plantación sin causar nuevos cortes o daños y de ocurrir esto se debe realizar todo el procedimiento nuevamente.

Los sitios de relocalización deben presentar características similares a los sitios de extracción (en términos de exposición, pendiente, cobertura vegetal, suelo, principalmente), evitando competencia, manteniendo los rangos de densidad, cobertura y espaciamiento de la población original y residente.

En cada lugar de relocalización los sitios deben presentar las características indicadas en el párrafo precedente, en estos se confeccionarán casillas según el número de ejemplares a trasladar. Las dimensiones de las casillas dependerán del tamaño de los ejemplares a relocalizar y la profundidad para aquellos individuos completos no debe exceder la longitud de las raíces. Esta actividad se debe realizar evitando enterrar parte del cuerpo. En el caso de trozos, la profundidad debe ser suficiente para mantenerlo en posición erecta.

Asimismo, cada individuo relocalizado, se demarcará mediante un dispositivo que permita diferenciarlo de los individuos naturales, pero que no llamen la atención a visitantes y de esta manera evitar su extracción. En este sentido, se propone instalar piedras pintadas de color blanco aledaña al individuo relocalizado, a las que se asignará un código para identificar toda la data del individuo que representa.

No se debe confeccionar receptáculos para riego o “tazas”, o también que se formen depresiones, que faciliten la acumulación de agua, ya que esta familia en general es muy susceptible al daño hongos y bacterias, asociadas a altos contenidos hídricos. El área de trasplante se procurará mantener de forma plana.

En la casilla de plantación se debe agregar en el fondo una capa de hasta 5 cm de compost y 15 gramos de mezcla NPK, para mejorar las condiciones nutricionales del suelo y minimizar las condiciones de estrés.

Cada ejemplar relocalizado será georreferenciado y fotografiado. De igual forma, se realizará marcaje con piedra blanca, la cual tendrá asignado un número correlativo por especie que identificará al **ejemplar con los datos del sitio de colecta (incluida la coordenada desde donde fue extraído), los datos del individuo y la fecha de su relocalización**.

4.1.6 Riego

Se aplicará un riego inicial que dependerá del tamaño de los ejemplares a regar, sin saturar el sustrato. Se estima que se empleará entre 5 a 10 litros en total para cada individuo, dependiendo de la especie relocalizada y en el caso de efectuar la relocalización en otoño, invierno o primavera, tres riegos (uno semanal) posterior a la plantación. En el caso de efectuarse en verano, se consideran 6 riegos (uno semanal). Luego y dependiendo de las condiciones de las especies, se evaluará continuar o suspender los riegos. En el caso de existir precipitaciones se suspenderán hasta evaluaciones posteriores, las cuales serán definidas en función del monto de las precipitaciones.

4.1.7 Monitoreo

Se realizará un monitoreo a cada ejemplar rescatado y relocalizado, de manera mensual durante el primer trimestre, trimestral hasta completar el primer año, semestral el segundo año y anual el tercer año, lo que implica **un total de 8 monitoreos.** De esta forma se contempla un seguimiento por 3 años.

Durante los monitoreos se registrará su condición fitosanitaria, y cualquier otro parámetro relevante para la evaluación del prendimiento. En cada visita, y de acuerdo a las condiciones en las que se observen los ejemplares, se evaluará la necesidad de aplicar riego u otra labor cultural. En caso de que sea necesario aplicar agua, los volúmenes irán disminuyendo de manera gradual para facilitar la aclimatación de los ejemplares.

En caso de detectarse problemas se deben proponer medidas correctivas a la brevedad, las cuales serán informadas en forma oportuna a las autoridades competentes.

4.1.8 Resultados Esperados

Considerando que se apliquen los procedimientos indicados, se espera que el monitoreo arroje los siguientes éxitos dependiendo de la categoría de conservación de la especie (entendiendo que cuando se trata de una especie categorizada En Preocupación Menor, hay mayor abundancia y por ende se requiere reducir la competencia intra e inter específica en los lugares de relocalización, priorizando dichos lugares para las especies amenazadas):

En el sector Depósito de Relaves:

- 80% *Cumulopuntia sphaerica* (82 ejemplares rescatados: 66 individuos en sobrevivencia)
- 100% *Copiapoa megarhiza* (13 ejemplares rescatados; 13 individuos en sobrevivencia)
- 100%*Pyrrhocactus eriosyzoides* (209 ejemplares rescatados; 209 individuos en sobrevivencia)
- *100 % Eriosyce rodentiophila (*01 ejemplares rescatados; 01 individuos en sobrevivencia*)*

En el sector Obra Lineal:
No existe presencia de Cactáceas en estado de conservación.

4.1.9 Informes

Se generará un informe de avance y desarrollo de las actividades dentro de los 15 días posteriores al finalizar el rescate, en dicho informe se presentarán los siguientes contenido: metodología, procedimiento empleado para la extracción por especie, número de ejemplares o trozos rescatados, ficha de cada ejemplar (longitud, diámetros, estado fitosanitarios, etc) y un registro fotográfico.

En una segunda etapa se emitirá un segundo informe en donde se indicaran todas las actividades realizadas post rescate, tales como: poda de raíces, limpieza de cortes, aplicación de enrraizantes y fungicida y otras, este informe debe ser entregado 7 días después de finalizadas las actividades,

También se debe entregar un informe por visita durante el periodo de cicatrización, indicando actividades y medidas correctivas si se aplicaron, como también documentar todas las actividades asociadas a un registro fotográfico, durante la relocalización.

Terminada la relocalización se emitirá un informe consolidado con todas las actividades realizadas a partir del rescate.

También se contempla elaborar informes de acuerdo a la frecuencia de monitoreo. Una vez finalizado los 3 años, se elaborará un informe consolidado con todos los resultados del plan de rescate y relocalización de cactáceas.

4.2 PROTOCOLO PARA COLECTA, VIVERIZACIÓN Y PLANTACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS

Para el área de influencia del proyecto, sector Depósito de Relaves, se detectó la presencia de 05 especies arbustiva y 01 especies arbóreas con categoría de conservación a nivel nacional y/o regional, en sector Obra Lineal se detectaron 3 especies arbóreas y arbustivas en esta condición. En las Tablas 5 y 6 se indican las especies y el número de ejemplares intervenidos por el proyecto.

Tabla 5. Número de ejemplares de especies arbustivas y arbóreas en categoría de conservación afectados por el proyecto en el sector Depósito de Relaves

Especie	Número de ejemplares intervenidos por el Proyecto
Prosopis flexuosa	49
Adesmia argyrophylla	5
Senecio almeidae	1
Aphyllocladus denticulatus	16
Adesmia atacamensis	6
Nolana filifolia	1
TOTAL	78

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Tabla 6. Número de ejemplares de especies arbustivas y arbóreas en categoría de conservación afectados por el proyecto en el sector Obra Lineal

Especie	Número de ejemplares intervenidos por el Proyecto
Prosopis Chilensis	6
Geoffraea decorticans	40
Nolana filifolia	2
TOTAL	48

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Dado que la información sobre reproducción de especies nativas es escasa, se proponen dos métodos para la obtención de planta, los cuales deben ser llevados a cabo en paralelo, y de esta manera aplicar el de mayor efectividad, pero si ambos son efectivos se recomienda su uso, con el objeto de asegurar la producción de plantas en vivero.

4.2.1 Colecta, almacenaje y viverización de semillas

Estas actividades serán encargadas a viveros de la III y/o IV Región, dando prioridad a aquellos que se encuentren más próximos al área de estudio y que además, tengan experiencia en la reproducción de especies nativas y de preferencia que cuenten con certificación de la autoridad competente (SAG). El vivero escogido estará a cargo de la colecta de semillas, producción de plantas y su preparación para la plantación en terreno, cumpliendo todos los protocolos necesarios para el éxito de la actividad. Se tendrá especial cuidado en la elección del vivero, de modo de privilegiar aquellas que ofrezcan las mejores condiciones fitosanitarias. Se solicitará al vivero seleccionado cumplir los Protocolos definidos por el INIA para estos efectos.

Previo a iniciar la viverización, el material colectado será sometido a ensayos de viabilidad y germinación, esto con el objeto de estimar el número de semillas requeridos, y tiempos estimados para producir el número de plantas necesarias para cumplir con los compromisos, esto dado la carencia de información respecto a estas especies y teniendo en consideración que la floración y fructificación de la especies nativas no es constante (se observan añerismo tanto en la población como individual, es decir años con muchas flores y semillas, y otros muy escaso), como también que no todos los individuos de una población florecen y por ende, fructifican en la misma fecha y/o temporada, dándose también la floración escalonada.

Por lo que disponer de la cantidad de semillas necesarias para cumplir con los compromisos puede tardar algunas temporadas, de lo cual se podría hacer una estimación una vez concluidos los ensayos de viabilidad y germinación. En el caso de *Prosopis flexuosa* y *Prosopis chilensis* existen experiencias en algunos viveros.

Las semillas colectadas serán limpiadas, tratadas para evitar daños por insectos y hongos principalmente, almacenadas en condiciones óptimas de temperatura y humedad, antes de iniciar su germinación.

La viverización se realizará en almaciguera y posteriormente los individuos serán trasladados a bolsas individuales, donde se mantendrán hasta alcanzar una altura mínima de 10 cm., luego serán trasladados a las áreas de relocalización donde se mantendrán en sombreaderos aclimatándolos hasta ser dispuestos en terreno.

4.2.2 Número de individuos a producir

El número mínimo de individuos a producir se encuentran indicados en las Tablas 3 y 4, del presente Plan, y según lo indicado en el Depósito de Relave serian:

Tabla 7. Número de ejemplares de especies arbustivas y arbóreas a producir en vivero

Especie	Nª de Plantas a producir en vivero
Prosopis flexuosa	**49 + 12 (61)**
Adesmia argyrophylla	**5**
Senecio almeidae	**1**
Aphyllocladus denticulatus	**4**
Adesmia atacamensis	**9**
Nolana filifolia	**1 +2 (3)**
Geoffraea decorticans	**60**
TOTAL Plantas en vivero	**143**

Fuente: Elaboración propia, 2017

Se considera un porcentaje adicional de viverización asumiendo el reemplazo de individuos muertos durante el proceso de establecimiento y desarrollo.

4.2.3 Plantación

Esta actividad contempla una serie de trabajos, los que se detallan a continuación:

- **Preparación de la Hoyadura**

En forma previa a la preparación del suelo, se marcarán los lugares en los cuales se plantará. Esta marcación se hará de tal manera que los ejemplares mantenga una distribución similar a la natural

Se preparará una casilla de 20 x 20 x 30 (profundidad) cm para cada ejemplar, al suelo extraído se le eliminan las piedras de mayor tamaño, dejando sólo el más fino para ser reutilizado. En el fondo de la casilla se aplica compost y sobre éste el material extraído anteriormente. Además se aplicará hidrogel, con el fin de reducir los requerimientos de agua en sus primeras etapas.

- **Método de Plantación**

Los ejemplares serán plantados utilizando pala plantadora. Se evitará el uso de picotas ya que estas herramientas no permiten una adecuada formación del espacio o cavidad donde se colocará cada planta. El cuello de las plantas quedará colocado a nivel del suelo, en el centro de la casilla. Se formará una taza para fomentar la acumulación de agua de las lluvias o humedad ambiental.

Durante la plantación, las plantas serán tratadas con cuidado, evitando que la maceta quede sobre el nivel o bajo el nivel del terreno, evitando enterrar hojas. La maceta se colocará de manera vertical.

- **Época de Plantación**

La plantación podrá efectuarse a inicios de junio hasta fines de agosto, posterior a las primeras lluvias en el caso de ocurrencia. De este modo se evitará la excesiva exposición de las plantas a los fuertes cambios de temperatura.

- **Fertilización**

Se efectuará una fertilización de apoyo con una Mezcla Forestal NPK (8-20-16) granulado, en dosis de 40 gramos por planta, aplicado al inicio de la plantación en el fondo de cada casilla, de esta manera se estimula el crecimiento radicular en profundidad.

En ningún caso el fertilizante se aplicará sobre las plantas o al lado de ellas en la superficie, de esta manera se evitará posibles daños a las plantas por contactos directos (intoxicación).

- **Riego**

Posterior a la plantación, se deberá establecer un programa de riego que perdure, a lo menos, el primer año, en particular durante los meses de verano. La cantidad de agua no superará los 15 litros, procurando su disminución en el tiempo para provocar la aclimatación de las plantas. Se evaluará la continuidad del riego de acuerdo a la evolución de las plantas, por un período de tres años.

El riego deberá concentrarse en los meses estivales, iniciando riegos mensuales a partir del mes de octubre hasta marzo del año siguiente, lo cual queda en función de las precipitaciones, donde en la hoyadura de cada planta se deberá regar con un volumen adecuado, el que puede ser estimado con precisión durante los primeros riegos, para lo cual se debe analizar si las plantas están sometidas a estrés hídrico.

El riego se hará de manera cuidadosa, evitando que el agua golpee de manera severa a las plantas. Se cuidará de evitar daño a las tazas que acumulan el agua alrededor de las plantas. Las tazas de riego se mantendrán permanentemente, para una mayor eficiencia del riego.

4.2.4 Seguimiento a la Plantación

A modo de corroborar el avance en el cumplimiento de este compromiso, el Titular generará un **informe anual** con las actividades, siendo el último cinco años después de finalizada la plantación.

Los contenidos que debe considerar este informe son los indicados a continuación:

- Metodología utilizada para la obtención de datos de terreno
- Análisis estadístico de los datos

- Porcentaje de prendimiento por sector
- Condición sanitaria de los individuos por sector
- Conclusiones

4.2.5 Cumplimiento de la plantación

El cumplimiento de esta actividad se dará cuando se obtenga al menos un 75% de sobrevivencia en los individuos plantados.

En el caso de no cumplir con este porcentaje mínimo, se repondrán los ejemplares muertos y se continuará con esta actividad por el período de duración del plan.

4.3 PROTOCOLO PARA COLECTA, VIVERIZACIÓN Y PLANTACIÓN DE ESPECIES HERBÁCEAS

Para el área de influencia del proyecto, tanto en el sector Depósito de Relaves, como en el sector Obra Lineal, se detectó la presencia de 04 especies herbáceas en categoría de conservación a nivel regional (Libro Rojo), aunque ninguna de ellas se encuentra clasificada como tales en los procesos RCE. De ellas sólo 2 están presentes en ambos espacios. En las Tablas 5 y 6 se indican las especies y el número de ejemplares intervenidos por el proyecto.

Tabla 8. Número individuos de especies herbáceas afectados por el proyecto sector Depósito de Relaves.

Especie	Categoría de conservación (RCE y Libro Rojo Atacama)	Unidad Cartográfica COT	Número de individuos a intervenir	Número de individuos a rescatar por especie	Número de individuos a viverizar	Porcentaje de conservación	Porcentaje de éxito de sobrevivencia
Mirabilis ovata	Vulnerable (VU) LR	99,100	2	2	0	100%	100%
Cuscuta odorata	Insuficientemente conocida (IC) LR	13	1	1	1	200%	80%
Cistanthe amarantoides	Insuficientemente conocida (IC) LR	3,75,84,102, 104,105,107 111,112,113, 114,115, 116 118, 135	15	15	7	150%	80%
Madia sativa	Insuficientemente conocida (IC) LR	84	1	1	2	200%	80%
	TOTAL		**19**	**19**	**10**	200%	-

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Tabla 9. Número individuos afectados por el proyecto sector Obra Lineal.

Especie	Categoría de conservación	Unidad cartográfica COT	Número de individuos a intervenir	Número de individuos a rescatar por especie	Número de individuos a viverizar	Porcentaje de conservación	Porcentaje de éxito de sobrevivencia
Equisetum giganteum	En Peligro (EP) LR	68, 72	2	2	2	200%	100%
Cuscuta odorata	Insuficientemente conocida (IC) LR	3	1	1	1	200%	80%
Cistanthe amarantoides	Insuficientemente conocida (IC) LR	1,3,5,6 61,80	6	6	6	200%	80%
Solanum herbabona	Insuficientemente conocida (IC) LR	12,33, 36,39,46, 73,80,83	8	8	8	200%	80%
	TOTAL		**17**	**17**	**17**	200%	-

Fuente: Informe Caracterización Flora y Vegetación, Proyecto Continuidad Operacional Faena Minera Atacama Kozan, 2017

Esta actividad, considera las especies geófitas indicadas en las Tablas 8 y 9 anteriores, las que corresponderán a *Equisetum giganteum*; *Cuscuta odorata*, *Cistanthe amarantoides*, *Solanum herbabona, Mirabilis ovata*, *Madia sativa,* las que según registros de terreno corresponden a un total de 36 individuos.

El procedimiento de rescate y extracción relacionado a estas seis especies, consiste en definir previamente los sitios específicos de rescate de bulbos y rizomas tomando como base los lugares donde se encontraron especies herbáceas y asociadas a ecosistema desierto florido. Esto será llevado a cabo mediante la excavación manual de bajo impacto, vaciando a un costado la tierra excavada, donde un especialista de manera visual y luego removiendo con las manos buscará los bulbos; para cubrir el total de superficie que corresponde a las unidades donde se detectaron las especies herbáceas, por lo que se deberá contar con apoyo adicional. El equipo de trabajo buscará los bulbos mediante el harnereo de la tierra removida.

Al término de la etapa de rescate, se deberá emitir un informe a la SMA con copia a CONAF dentro de los 15 días posteriores, indicando de los protocolos efectuados, descripción e identificación de las áreas donde se desarrolló la colecta, representadas en un plano a escala adecuada, la cantidad de bulbos y rizomas por especie que se almacenarán, así como un registro fotográfico de las actividades.

Posteriormente, una vez terminada la relocalización se deberá generar un informe dentro de los 15 días posteriores, el que se entregará a la SMA con copia a CONAF donde se detallen las actividades realizadas durante esta actividad, indicando como mínimo lo siguiente:

- Ubicación de áreas de relocalización de bulbos y/o rizomas,
- Densidad de plantación por área de relocalización,
- Metodología utilizada para la plantación de bulbos y/o rizomas,
- Registro de individuos relocalizados,
- Registro fotográfico de las actividades.
- Seguimiento:

Se realizará un monitoreo trimestral al primer año luego de establecidos los individuos. Durante el segundo año, dicho monitoreo se realizará de manera semestral. Al respecto, se continuará con dicha frecuencia en el caso de que los individuos presenten deterioro, falta de crecimiento o no cumplimiento de los porcentajes de prendimiento. Por otra parte, si la relocalización se comporta dentro de los parámetros esperados, desde el tercer y hasta el quinto año se realizará un seguimiento anual.

Los respectivos informes deberán ser presentado ante a la SMA con copia a CONAF dentro de los 15 días posteriores al período monitoreado, considerando como mínimo los contenidos que se indican a continuación:

- Metodología utilizada para la obtención de datos de terreno
- Porcentaje de prendimiento por sector
- Conclusiones
- Indicadores de éxito

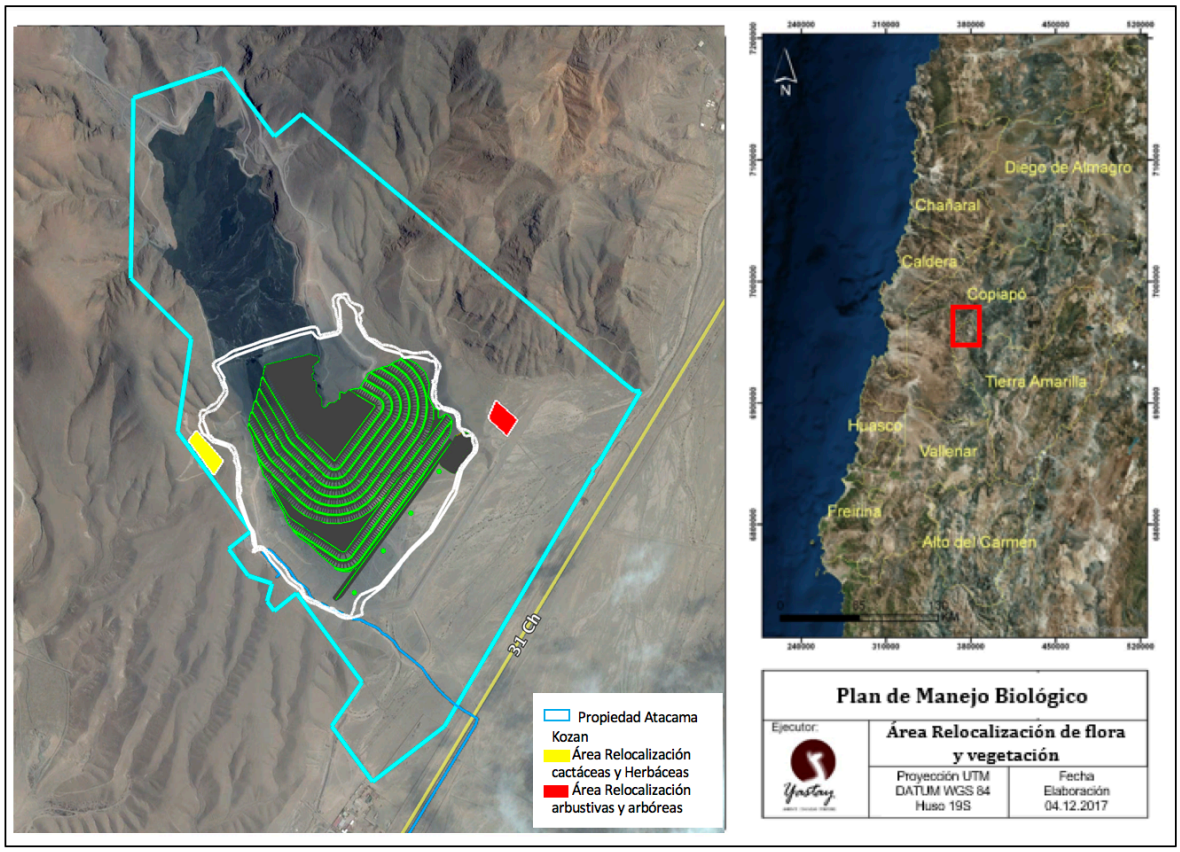
5. SITIOS DE RELOCALIZACIÓN

En relación a los sitios que serán empleados para el traslado y relocalización de los ejemplares, en la **Tabla 10**, se presentan las coordenadas referenciales del área destinada para estos fines, la cual corresponde a aprox. 1,5 Ha para las cactáceas y herbáceas y aprox. 1,4 Ha para arbóreas y arbustivas. A continuación, una descripción de la vegetación del área en base a un estudio de Carta de Ocupación de Tierras (COT), y finalmente se presenta cartografía del área seleccionada.

Tabla 10. Coordenadas referenciales del área de relocalización de especies vegetacionales viverizadas

Tipo	Vértices	Coordenadas (DATUM WGS 84, Huso19)	
		Este (m)	Norte (m)
Arbóreo y Arbustivo	01	375.820	6.970.788
	02	375.911	6.970.669
	03	375.850	6.970.569
	04	375.787	6.970.659
Cactáceas y Herbáceas	01	374.594	6.970.589
	02	374.642	6.970.643
	03	374.785	6.970.466
	04	374.725	6.970.429

Figura 1: Sitio propuesto para replante de especies arbóreas y para relocalización de cactáceas.



A continuación, se describen las formaciones vegetacionales reconocidas en las áreas de relocalización.

Área de relocalización de cactáceas y herbáceas: corresponde a una formación cuyo estrato dominante es similar a la formación a-3) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia*: Este tipo de vegetación está representada en el área de estudio por las unidades cartográficas 5, 6, 9, 11, 12, 14, 18, 19 y 28 de la COT (carta Ocupación de Tierras) del Informe de Caracterización de Flora y Vegetación. En estas el estrato arbustivo presenta una cobertura que varía entre 1 a 10%, definiéndose los subtipos muy escaso (1 a 5%) y escaso (5 a10%). Como especie dominante en estas unidades se presenta *Tetragonia angustifolia*, destaca la ausencia de especies ocasionales, dado que este tipo de vegetación ocupa las laderas de algunos de los cerros que conforman las distintas microcuencas del área.

Área de replante arbustivo y arbóreo: corresponde a Zona denudada, este tipo de zona se caracteriza por la ausencia de vegetación (cobertura general inferior a 1%). En algunas zonas denudadas se pueden presentar algunos ejemplares aislados y dispersos de flora, los que

corresponden a las mismas especies que se presentan en las unidades del entorno. Entre las zonas denudadas que distingue la COT, en este espacio se encuentra: Zona denudada con algunos de los componentes florístico del área. Corresponde a las unidades 10, 27, 35, 39, 48, 50, 60 y 74, sin o con baja intervención antrópica. En estas unidades se se detectó la presencia *Prosopis flexuosa* (27, 39) y *Cumulopuntia sphaerica* (60 y 74), especies en categoría de conservación a nivel nacional.

Cabe considerar que respecto a los sitios de relocalización, se entregará cartografía georreferenciada en formato KML y Shapefile en sistema de coordenadas UTM WGS 84 Huso 19S, tanto de los sitios específicos destinados a la relocalización, como de la ubicación de ejemplares por especie en cada parcela, de forma que pueda realizarse un adecuado seguimiento al monitoreo.

Además, estos sitios estarán debidamente indicados y señalizados. En cuanto a la identificación de individuos, tal como se señaló anteriormente, se instalarán piedras pintadas de color blanco, ubicadas de forma visible para un examinador con experiencia de terreno, con la finalidad de distinguir entre individuos propios del área de relocalización y aquellos trasplantados.