

Plan de Reparación del Daño Ambiental al ecosistema forestal de la “Cordillera El Melón”

Mina Cardenilla

Región de Valparaíso

Abril, 2020



Elaborado por:

Gestión Ambiental Consultores S.A.

General del Canto 421, Piso 6, Providencia

Fono: +56 2 2719 5600

www.gac.cl

INDICE GENERAL

1 Tabla de contenido

2 RESUMEN EJECUTIVO..... 1

3 ANTECEDENTES GENERALES..... 1

3.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL PLAN DE REPARACIÓN..... 1

3.2 PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO ROL F-009-2018 5

3.2.1 *Del Proyecto Mina Cardenilla..... 5*

4 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROPONENTE Y DOMICILIO, ASÍ COMO DE SU REPRESENTANTE, CUANDO CORRESPONDA 9

4.1 PROPONENTE: SOCIEDAD DE EXPLORACIÓN Y DESARROLLO MINERO (“EXPLODESA”) 9

4.2 ANTECEDENTES QUE ACREDITEN QUE LA PRESENTACIÓN SE HACE POR PERSONA FACULTADA LEGALMENTE PARA ESE EFECTO. 9

5 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LOS COMPONENTES Y SERVICIOS ANTES DE HABER EXPERIMENTADO EL DAÑO 9

6 DESCRIPCIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL CAUSADO, EN CONCORDANCIA CON LA RESOLUCIÓN QUE HAYA PUESTO TÉRMINO AL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO SANCIONATORIO RESPECTIVO. 27

6.1 DESCRIPCIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL CONFORME A LA RESOLUCIÓN SANCIONATORIA 28

6.2 ENFOQUE DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA DETERMINAR EL OBJETO DE REPARACIÓN..... 28

6.2.1 *Medio ambiente dañado: componentes ambientales presentes en área y que fueron afectados con la infracción sancionada..... 31*

6.2.2 *Identificación de servicios ecosistémicos asociados a los componentes ambientales dañados..... 39*

6.3 CONCLUSIONES 43

7 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA IDONEIDAD Y EFICACIA DE LAS ACCIONES CONTENIDAS EN EL PLAN DE REPARACIÓN 45

7.1 ENFOQUE DEL CRITERIO DE EQUIVALENCIA 45

7.1.1 *Definiciones..... 46*

7.2 ETAPAS..... 47

7.3 APLICACIÓN METODOLOGÍA AL CASO MINA CARDENILLA 47

7.3.1 *Evaluación preliminar..... 47*

7.3.2 *Determinación y cuantificación del daño (débito)..... 48*

7.3.3 *Determinación y cuantificación de las ganancias (crédito)..... 55*

7.3.4 *Escalar las acciones de reparación..... 62*

8 DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DE LA REPARACIÓN PROPUESTA..... 63

8.1 OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE REPARACIÓN 63

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PLAN DE REPARACIÓN..... 63

9 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTENCIÓN QUE SE HAN ADOPTADO Y LAS QUE SE PROPONEN PARA CONTROLAR EL DAÑO AMBIENTAL CAUSADO..... 64

9.1 ANTECEDENTES 64

9.2 CIERRE DE LA FAENA MINERA E INGRESO AL SEIA DE UN EIA DE CIERRE 66

10 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE REPARACIÓN QUE SE PROPONEN, Y LA FORMA, LUGAR Y PLAZO EN QUE SE IMPLEMENTARÁN..... 68

10.1 PLAN DE REPARACIÓN: MEDIDAS PRIMARIAS – IN SITU..... 71

10.1.1	Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha 71	
10.1.2	Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	81
10.2	PLAN DE REPARACIÓN: MEDIDAS DE REPARACIÓN COMPLEMENTARIAS – EX SITU.....	89
10.2.1	Medida 3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	90
10.2.2	Medida 4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)	95
10.2.3	Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.....	99
10.2.4	Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	106
10.2.5	Medida 7.....	117
10.3	COMPROMISOS VOLUNTARIOS: PLAN DE ACCIÓN COMUNITARIO	123
10.3.1	Compromiso 1: Diagnóstico Sociocultural	124
10.3.2	Compromiso 2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria 127	
10.3.3	Compromiso 3: Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR	132
10.3.4	Compromiso 4: Programa de Educación Ambiental	134
11	DESCRIPCIÓN DEL SITIO O LUGAR EN EL CUAL SE IMPLEMENTARÁN CADA UNA DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS, ASÍ COMO EL ÁREA DE INFLUENCIA DE ESTAS ÚLTIMAS, INCLUYENDO, DE SER PROCEDENTE, INFORMACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA CON ANTERIORIDAD AL DAÑO CAUSADO.	137
11.1	MEDIDAS IN SITU.....	137
11.1.1	Suelo.....	137
11.1.2	Contexto hidrográfico.....	139
11.1.3	Caracterización de Plantas (Flora y Vegetación)	140
11.1.4	Fauna.....	141
11.2	MEDIDAS EX SITU	142
11.2.1	Justificación del Área de Influencia de las Medidas ex situ	142
11.2.2	Suelo.....	145
11.2.3	Flora y vegetación.....	145
11.2.4	Fauna.....	147
12	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS Y DE LAS VARIABLES AMBIENTALES RELEVANTES, INCLUYENDO INDICADORES Y REPORTES PERIÓDICOS, ENTRE OTROS INSTRUMENTOS QUE PERMITAN VERIFICAR LA EJECUCIÓN Y EFICACIA DE LAS MEDIDAS	148
13	CRONOGRAMA QUE CONTenga LOS PLAZOS PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS, LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS Y DE SU SEGUIMIENTO.....	179
14	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES, OBRAS E INSTALACIONES DEL PROYECTO DE REPARACIÓN	181
13.1.	UBICACIÓN DEL PROYECTO O ACTIVIDAD	181
13.2.	PARTES Y OBRAS DEL PROYECTO	182
13.3.	SUMINISTROS BÁSICOS.	183
13.4.	EMISIONES Y EFLUENTES.	187
15	DESCRIPCIÓN DE LOS POTENCIALES EFECTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE REPARACIÓN, ASÍ COMO LAS MEDIDAS PARA HACERSE CARGO DE ELLOS, SI CORRESPONDIERE.....	189
15.1	ANÁLISIS DE EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS DEL ARTÍCULO 11 DE LA LEY N°19.300.....	190
15.1.1	Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos. 190	

15.1.2	<i>Efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire</i>	191
15.1.3	<i>Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos</i>	192
15.1.4	<i>Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar</i>	193
15.1.5	<i>Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona</i>	194
15.1.6	<i>Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural</i>	194
16	DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE A LAS MEDIDAS, INCLUYENDO LAS ACCIONES QUE INVOLUCREN	195
16.1	NORMATIVA AMBIENTAL DE CARÁCTER GENERAL APLICABLE	195
16.1.1	<i>Ley 20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente</i>	195
16.1.2	<i>D.S. N° 30/2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación</i>	195
16.2	NORMATIVA AMBIENTAL DE CARÁCTER ESPECÍFICO APLICABLE	196
16.2.1	<i>Cierre de faenas e instalaciones mineras</i>	196
16.2.2	<i>Agua potable y agua de riego</i>	197
16.2.3	<i>Aire y emisiones a la atmósfera</i>	198
16.2.4	<i>Ruido</i>	200
16.2.5	<i>Residuos líquidos</i>	201
16.2.6	<i>Residuos Sólidos</i>	201
16.2.7	<i>Flora y vegetación</i>	203
16.2.8	<i>Fauna</i>	204
16.2.9	<i>Patrimonio cultural</i>	205
17	INDICACIÓN DE LOS PERMISOS O PRONUNCIAMIENTOS DE CARÁCTER SECTORIAL QUE SE REQUIERAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CADA UNA DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS	206
18	COSTOS ESTIMADOS DEL PLAN DE REPARACIÓN	209
19	EL LISTADO DE LOS NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO AMBIENTAL, INCLUYENDO SUS PROFESIONES E INDICANDO LAS FUNCIONES Y TAREAS ESPECIFICAS QUE DESARROLLARON	210
20	ANEXOS	213
21	BIBLIOGRAFÍA	214

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-9. Componentes ambientales y servicios ecosistémicos seleccionados para reparar	2
Tabla 31. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	9
Tabla 33. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	11
Tabla 35. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	15
Tabla 10-2. Puntos de monitoreo suelo	2
Tabla 10-3. Puntos de monitoreo de taludes	2
Tabla 10-4. Clasificación de parámetros de procesos erosivos a partir de matrices	3
Tabla 10-5. Clasificación del grado de estabilidad de taludes a partir de matrices	3
Tabla 10-8. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	6
Tabla 10-10. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	7
Tabla 3-1. Antecedentes del cargo N°9	7
Tabla 3-1. Antecedentes de la compañía	9
Tabla 3-2. Antecedentes del Representante Legal.....	9
Tabla 5-1. Características químicas de Suelos Clase VII.	13
Tabla 5-2. Identificación de Servicios Ecosistémicos según el componente (Suelo)	14
Tabla 5-3. Listado de especies presentes según RCA N° 242/2008	16
Tabla 5-4. Servicios Ecosistémicos provistos en el sitio dañado, asociados a la biodiversidad (Flora).....	18
Tabla 5-5. Categoría de Conservación Especies Potenciales de Fauna	23
Tabla 5-6. Especies registradas en campaña de fauna silvestre año 2008	24
Tabla 5-7. Servicios Ecosistémicos provistos en el sitio dañado, asociados a la biodiversidad (Fauna).....	25
Tabla 6-1. Relación entre Función y servicios ecosistémicos.....	29
Tabla 4-2. Componentes Ambientales y subcomponentes relacionados en la superficie dañada	32
Tabla 6-3. Superficie de Obras no autorizadas de Mina Cardenilla	33
Tabla 6-4. Clasificación interpretativa de la zona intervenida	33
Tabla 6-5. Servicios ecosistémicos afectados del componente suelo.....	34
Tabla 6-6.. Superficies eliminadas por las obras del proyecto al margen del SEIA	35
Tabla 6-7. Servicios ecosistémicos dañados relacionados con la Flora.....	36
Tabla 6-8. Especies de Fauna registradas en categoría de conservación.....	37
Tabla 6-9. Servicios ecosistémicos relacionados a la Fauna en el sitio dañado	38
Tabla 6-10. Servicios ecosistémicos identificados en el sistema global del Sitio Prioritario Cordillera El Melón	39
Tabla 6-11. Componentes ambientales y servicios ecosistémicos seleccionados para reparar	40
Tabla 6-12. Componentes ambientales y servicios ecosistémicos indirectos.....	41
Tabla 7-1. Cálculo del débito para el caso de Mina Cardenilla	54
Tabla 7-2. Cálculo del crédito para el caso de Mina Cardenilla	61
Tabla 9-1. Antecedentes del Cierre de Mina Cardenilla.....	66
Tabla 10-1. Medidas de reparación y compromisos voluntarios	68

Tabla 10-2. Medida N°1 Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	71
Tabla 10-3. Medida N° 2. Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema afectado	81
Tabla 10-4. Medida N°3 Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	90
Tabla 40. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	91
Tabla 10-6. Medida 4. Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)	95
Tabla 42. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	96
Tabla 10-8. Medida 5. Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	99
Tabla 44. Coordenadas áreas de implementación de la medida.	101
Tabla 10-10. Medida 6. Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.....	106
Tabla 10-11. Medida 7. Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	117
Tabla 10-12. Diagnóstico Sociocultural	124
Tabla 10-13. Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria.....	127
Tabla 10-14. Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR.....	132
Tabla 8-11. Programa de Educación Ambiental	134
Tabla 12-1. Seguimiento Medida N°1 (In situ)	150
Tabla 12-2. Puntos de monitoreo suelo	151
Tabla 12-3. Puntos de monitoreo de taludes.....	151
Tabla 12-4. Clasificación de parámetros de procesos erosivos a partir de matrices	153
Tabla 12-5. Clasificación del grado de estabilidad de taludes a partir de matrices.....	153
Tabla 12-6. Seguimiento Medida 2 (In situ)	155
Tabla 12-7. Seguimiento Medida N°3 (Ex Situ)	159
Tabla 12-8. Coordenadas áreas de implementación de la medida.....	160
Tabla 12-9. Seguimiento Medida N°4.....	162
Tabla 12-10. Coordenadas áreas de implementación de la medida.....	163
Tabla 12-11. Seguimiento Medida N°5 (Ex situ).....	165
Tabla 12-12. Seguimiento Medida N°6	168
Tabla 12-13. Seguimiento Medida N°7 (Ex situ).....	172
Tabla 12-14. Seguimiento Compromisos Voluntarios.....	175
Tabla 13.3-1. Vehículos y maquinaria requeridos durante el Plan de Reparación.	186
Tabla 13.3-2. Vehículos y maquinaria requeridos durante el Plan de Reparación.	186
Tabla 13.4-1. Generación de aguas servidas.	187
Tabla 13.4-2. Resumen Emisiones Atmosféricas año 3.....	188
Tabla 13-1. Análisis de permisos o pronunciamientos sectoriales aplicables al Plan de Reparación.....	206
Tabla 14-1. Listado de Profesionales responsables de la coordinación del Plan de Reparación	210
Tabla 14-2. Listado de profesionales-responsables por capítulos del Plan de Reparación	210

INDICE DE FIGURAS

Figura 5-6. Aplicación al caso de Mina Cardenilla	3
Figura 8-5. Lugar de implementación de la medida 6.....	18
Figura 8-5. Lugar de implementación de la medida 7.....	23
Figura 10-1. Representación gráfica de la ubicación de los rodales	6
Figura 10-2. Representación gráfica de la ubicación de los rodales	7
Figura 3-1. Localización Político-Administrativa Mina Cardenilla	6
Figura 5-1. Mina Cardenilla y su relación con el área involucrada.....	10
Figura 5-2. Estado básico de la Clase de capacidad de Uso de Suelo antes del daño.....	13
Figura 5-3. Extensión de la presencia y área de ocupación conocida de guayacán (<i>P. chilensis</i>).....	21
Figura 5-4. Distribución de ejemplares de guayacán (<i>P. chilensis</i>) en la microcuenca donde se inserta Mina Cardenilla.....	22
Figura 6-1. Proyecto y su relación con el área involucrada.....	32
Figura 7-1. Grado de recuperación teórica del servicio de regulación de sistemas	58
Figura 7-2. Grado de recuperación teórica del servicio de soporte de biodiversidad	58
Figura 7-3. Grado de recuperación teórica de la cobertura vegetal	59
Figura 7-4. Grado de recuperación teórica de las abundancias y densidades de los animales silvestres ..	60
Figura 7-5. Función para escalar la Reparación.....	62
Figura 7-6. Aplicación al caso de Mina Cardenilla	62
Figura 8-1. Lugar de implementación de la medida 1.....	74
Figura 10-2. Lugar de implementación de la medida 2.....	81
Figura 10-3. Representación gráfica de la ubicación de los rodales y su relación con el área dañada	91
Figura 10-4. Representación gráfica de la ubicación de los rodales	97
Figura 10-5. Lugar de implementación de la medida 5.....	101
Figura 8-5. Lugar de implementación de la medida 6.....	108
Figura 10-7. Lugar de implementación de la medida 7	119
Figura 10-8. Lugar de implementación del Compromiso Voluntario 1	124
Figura 11-1. Área de estudio sin intervención	138
Figura 11-2. Emplazamiento Proyecto Mina Cardenilla respecto de la Cuenca Río Aconcagua y de la Subsubcuenca Estero Catemu	140
Figura 11-3. Ubicación de Medidas ex situ y su relación al ecosistema dañado.	144
Figura 12-1. Representación gráfica de la ubicación de los rodales	161
Figura 12-2. Representación gráfica de la ubicación de los rodales	164
Figura 11-1 Cronograma.....	180
Figura 13.1-1. Ubicación político administrativa.....	181
Figura 13.1-2. Vías de acceso área de emplazamiento del Proyecto	182

2 RESUMEN EJECUTIVO

Este documento presenta el Plan de Reparación (en adelante, "PdR") de EXPLODESA para la reparación del daño ambiental que ha sido imputado en el Cargo N° 9 de la Res. Ex. N° 1/Rol F-009-2018, de 23 de abril de 2018 ("Formulación de Cargos"), de la Superintendencia del Medio Ambiente ("SMA"), conforme a lo indicado por el Resuelve Tercero de la Res. Ex. N°1786/2019 de la SMA ("Resolución Sancionatoria") y a lo señalado en el artículo 43 de la LO-SMA y el Título III del D.S. N°30/2012 del MMA "Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación".

En este contexto, se hace presente que mi representada ha desarrollado el presente Plan de Reparación teniendo a la vista la calificación del daño ambiental como "no susceptible de reparación" indicada tanto en la Formulación de Cargos como en la Resolución Sancionatoria.

Por una parte, se ha considerado lo indicado por esta Superintendencia, en tanto dicha calificación "*no obsta a la presentación de un plan de reparación conforme con lo dispuesto en el artículo 43 de la LOSMA*"¹. Lo anterior, en tanto el objetivo de evaluar la susceptibilidad del daño ocasionado en el marco de un procedimiento sancionatorio ante la SMA, es la determinación de un elemento de severidad de la infracción, distando de lo que se pretende en el derecho de daños o en el contexto de un plan de reparación².

Por otra parte, y en atención al daño ambiental que es objeto de reparación, este Plan se ha desarrollado bajo un enfoque de funciones y servicios ecosistémicos, identificando y cuantificando en el sitio dañado los componentes, funciones y servicios ambientales perdidos o menoscabados. Lo anterior, ha permitido el diseño de medidas para una reparación equivalente al daño causado, privilegiando las acciones *in situ* del sector afectado, pero que, ante la insuficiencia de estas, se complementan con medidas *ex situ*, en áreas geográficas conectadas al sitio intervenido y que, en definitiva, forman parte del mismo ecosistema global afectado.

Cabe señalar que el presente PdR se estructura en torno a los contenidos indicados en el artículo 19 del D.S. N°30/2012 del MMA, según se resume a continuación:

- Se contempla en primer lugar un "Resumen Ejecutivo" (Cap. 2) que expone los principales elementos de cada una de las medidas, así como del programa de seguimiento y de los medios de verificación y reporte.
- Luego, se presenta el marco conceptual en que se enmarca el presente PdR y los antecedentes del procedimiento sancionatorio (Cap. 3), por el cual se considera que el medio ambiente consiste en un sistema global, de acuerdo con la definición que nos brinda el artículo 2 letra II) de la Ley N° 19.300, por lo que el objetivo de la reparación del daño ambiental consiste en restablecer el sistema dañado en atención a la función y servicios ambientales que presta, más allá de pretender

¹ C. 170 Res. Ex. 1786 de 12 de diciembre 2019 SMA.

² C. 160 Res. Ex. 1786 de 12 de diciembre 2019 SMA.

el restablecimiento de un individuo o sitio afectado determinado³. Conforme al análisis expuesto, lo anterior no resultaría ajeno a nuestro ordenamiento jurídico.

- A continuación, se presentan los antecedentes legales de Explodesa y su representación legal (Cap. 4).
- Se realiza una descripción del estado de los componentes, funciones y servicios afectados, previos al daño (Cap. 5), pudiendo señalarse en términos generales que se trataba de un suelo Clase VII (CIREN 1997), con pendientes variables entre 8% y 50%, pudiendo encontrarse cobertura vegetal de tipo bosque nativo de preservación y bosque nativo de conservación y protección en los sectores más planos de las zona, y formaciones xerofíticas en aquellos sectores con pendiente abrupta, destacando la presencia en la zona de *Polieria Chilensis* (Guayacán). Dicha cobertura entregaba ambientes de fauna correspondientes a bosque y matorral para, al menos, 27 especies, entre las que destacaba la presencia de *Phylodrias chamissonis* (culebra de cola larga), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes), *Callopistes maculatus* (iguana) y *Lycalopex griseus* (zorro chilla) por ser especies que presentan categoría de conservación.
- Se presenta a continuación la descripción del daño ambiental causado (Cap. 6), conforme a la Resolución Sancionatoria, identificando que corresponde a **26,61 ha de superficie de formaciones vegetales** ricas en una serie de componentes ambientales, naturales y artificiales, y que incluye una parte del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad "Cordillera El Melón", dentro de la comuna de Catemu. Se identifica, a partir de ello, la afectación de funciones y **servicios ecosistémicos de soporte, regulación, provisión y de hábitat**, que se indican en la Tabla a continuación:

Tabla 2-1. Componentes ambientales y servicios ecosistémicos seleccionados para reparar

Componente	Función		Servicio ecosistémico
Suelo	Regulación y Hábitat	Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
		Control de inundaciones	Prevención de perturbaciones
		Mantenimiento de suelos naturales productivos	Formación de suelo
		Mantenimiento de suelos saludables y ecosistemas productivos.	Ciclo de nutrientes
	Soporte y Hábitat	Refugio para microorganismos	Mantención del ciclo de vida
Biodiversidad - Flora y Vegetación	Soporte y Hábitat	Refugio para flora y vegetación	Mantención del ciclo de vida
		Conservación de la diversidad biológica y genética de las plantas	Conservación de la biodiversidad
	Regulación y Hábitat	Limpieza de aire y almacenamiento de carbono	Regulación del clima

³ Ramón Martín Mateo, *Valoración de los daños ambientales*. En: Jorge Femenías Salas, *El régimen general de responsabilidad por daño ambiental en la Ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente*, p. 326.

Componente	Función		Servicio ecosistémico
		Protección de cursos de agua	Regulación de los flujos de agua
		Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
		Generación, renovación y fertilidad de los suelos	Formación de suelo
		Movimiento de gametos florales	Polinización
	Provisión	Producción de materias primas	Construcción y fabricación (madera)
			Combustible y energía (leña)
			Forraje y fertilizantes
	Suministro de agua	Agua	
Biodiversidad - Hábitat de fauna silvestre	Soporte y Hábitat	Refugio para la fauna silvestre	Mantenimiento del ciclo de vida
		Conservación de la diversidad biológica y genética	Conservación de la biodiversidad
	Regulación y Hábitat	Regulaciones de dinámica trófica de las poblaciones	Control biológico

Fuente: GAC

- A continuación, se lleva a cabo una evaluación de la idoneidad y eficacia de las acciones de reparación (Cap. 7), a través del enfoque del análisis de equivalencia, buscando la aplicación de medidas que proporcionen servicios ecosistémicos del mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados. Se desarrolla una metodología al nivel Servicio-Servicio, calculando los débitos del daño y créditos de la reparación mediante el índice de Servicios con Descuento por Hectáreas-Años (SDHA). A partir de dicho análisis, y considerando las pérdidas provisionales⁴ de los servicios ecosistemas provistos por los recursos naturales dañados, se obtiene que se requieren **71,936 hectáreas** adicionales para realizar reparaciones complementarias *ex situ*, adicionales a las medidas de reparación *in situ* en el sitio afectado.

Figura 2-1. Aplicación al caso de Mina Cardenilla

<p>Escalar la Reparación = 245,013 débito (SDHA) / 3,406 crédito (SDHA)</p> <p>= 71,936 hectáreas de Reparación adicionales necesarias</p>
--

Fuente: GAC

- A partir de lo evaluado en capítulos anteriores, es posible establecer los objetivos generales y específicos del PdR (Cap.8), que corresponden a los siguientes:

⁴ Pérdidas provisionales: las pérdidas derivadas del hecho que los recursos naturales o los servicios de recursos naturales dañados no puedan desempeñar sus funciones ecológicas o prestar servicios a otros recursos naturales o al público hasta que hayan surtido efecto las medidas de reparación primarias o complementarias.

N°	Objetivo
General	Como objetivo de alcance general, se propone realizar una restauración ecológica del medio ambiente afectado, localizado al interior del Sitio Prioritario para la conservación de la biodiversidad “Cordillera El Melón”, a una calidad similar a la que tenía con anterioridad al daño causado, mediante una combinación de acciones de reparación primarias (<i>in situ</i>) y complementarias (<i>ex situ</i>), conforme al art. 2 letra s) de la Ley N° 19.300.
1	Realizar acciones de restauración ecológica del ecosistema afectado en 20,37 ha enfocado en mejorar las condiciones del suelo y taludes de las zonas intervenidas por las actividades y obras de la Mina Cardenilla objeto de sanción, con el objetivo de estabilizar el sistema suelo y el sustrato expuesto.
2	Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema con vegetación afectado, enfocado en reestablecer flora y vegeación nativa, con el fin de restablecer la capacidad del suelo, en sus propiedades básicas, para sostener y conservar biodiversidad.
3	Mejorar las condiciones de hábitats para la fauna silvestre afectada en 75,8 ha el medio ambiente de la Cordillera El Melón, mediante un aumento en la disponibilidad de refugios y alimentación, en un área similar y contigua al área efectada, ubicada en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.
4	Mejorar las condiciones de hábitat para la fauna en los rodales propuestos en la Medida 3, a través de la disminución de la presencia de especies exóticas invasoras (roedores y lagomorfos exóticos).
5	Conservar formaciones vegetales cercanas a las zonas afectadas, protegiéndolas y restringiendo cualquier tipo de actividad antrópica o uso diferente al de conservación, investigación o educación.
6	Enriquecer hábitat degradados de formaciones de bosque esclerófilo característicos del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad “Cordillera El Melón”, con especial énfasis en el hábitat de la especie en categoría de conservación Porlieria chilensis, en una superficie total de 37,5 ha.
7	Resguardar el sector de la quebrada el “Boldo” con el objetivo de generar un área de resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación.

- Se describen, a continuación, las medidas de contención adoptadas para controlar el daño (Cap. 9). Al respecto, cabe señalar que, desde el mes de noviembre de 2018, el proyecto minero ha cesado sus operaciones, y actualmente, el titular se encuentra culminando un EIA cuyo objetivo principal será el cierre del proyecto Cardenilla, y que se asocia a la Acción N° 25 del Programa de Cumplimiento aprobado mediante Res. Ex. N°12/Rol F-009-2018. eliminando con ello la causa directa del daño ambiental imputado y, a su vez, procurando que el cierre se realice en consideración de todas las medidas de mitigación que la autoridad competente indique. Se hace presente que el proyecto de Cierre de la Faena Minera Cardenilla se ejecutará en forma paralela a este PdR, y el seguimiento de las actividades y obras del cierre no forman parte de este PdR.
- Posteriormente, se procede a la explicación detallada de las medidas de reparación que se proponen, indicando la forma, lugar y plazo en que se implementarán (Cap. 10), así como sus respectivos indicadores de cumplimiento y de eficacia. El resumen de las medidas se presenta en la Tabla 1-1.
- Se incorporan asimismo en dicho Capítulo los **compromisos de carácter voluntario**, que buscan valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado a la comunidad humana presente en el sector. Dichos compromisos dicen relación con el desarrollo de un **Plan de Acción Comunitario** que considera los siguientes tópicos: educación ambiental, conservación y protección

de la Cordillera El Melón, programas de monitoreos participativos y apoyo técnico-económico para pequeños productores agrícolas de la comuna de Catemu.

- Se presenta, a continuación, la descripción del sitio o lugar en el cual se implementarán las medidas propuestas (Cap. 11). Las medidas *in situ* se llevarán a cabo en el mismo sitio en que se emplazaron las obras de la faena minera, encontrándose actualmente con suelo erosionado, sin presencia de formaciones vegetacionales y con bajas densidades de fauna que corresponde principalmente a aves.

Las medidas *ex situ* se llevarán a cabo en el Predio Cerros de Secano, sitio que se encuentra dentro del Sitio Prioritario "Cordillera El Melón", correspondiendo a un área de amortiguamiento de las áreas núcleo del Sitio Prioritario Cordillera El Melón, y encontrándose en una posición fisiográfica similar a las que se describen en el ecosistema dañado, caracterizado por la alta radiación y por ambientes más xéricos asociados al fenómeno de "sombra de lluvia". Esta equivalencia biofísica, favorece la generación de medidas complementarias que se encuentren vinculadas expresamente con los componentes ambientales dañados.

- Luego, se expone el programa de seguimiento de las medidas propuestas (Cap. 12), que se resume en la Tabla 1-1. Se adopta en el seguimiento un enfoque de manejo adaptativo, por el cual se busca detectar aquellas situaciones donde no se alcanzan los resultados esperados, lo que permitirá corregir o modificar las medidas respectivas previa aprobación de la SMA.
- Se presenta el cronograma de los plazos asociado a la ejecución y el seguimiento de las medidas del PdR (Cap. 13). Cabe destacar que se considera un plazo de 10 años para la ejecución completa del PdR, concentrando la ejecución de las medidas de reparación en los primeros tres años, y el seguimiento de éstas se mantiene durante el resto del plazo del PdR.
- A continuación, se realiza una descripción de las actividades, obras e instalaciones del proyecto de reparación (Cap. 14). En particular, se requerirá la instalación de faenas para la ejecución de medidas de reparación *in situ*, en el sitio dañado, así como en el área de ejecución de las medidas de reparación *ex situ*. En cada instalación de faenas se considera un contenedor que operará como oficina del contratista, bodegas para el almacenamiento temporal de insumos y materiales, un sector de almacenamiento transitorio de residuos sólidos, baños químicos y agua potable en dispensadores para el personal de faena, así como una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) y equipos electrógenos para el abastecimiento de energía eléctrica. Se describen los suministros básicos necesarios (abastecimiento de energía eléctrica, agua potable, agua industrial para riego y humectación, abastecimiento de combustible, servicios higiénicos, mano de obra, transporte y maquinaria) y se presenta asimismo la estimación de emisiones, residuos y efluentes a generar por la ejecución de las medidas.
- Por su parte, se presenta la descripción de los efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación (Cap. 15). Para ello, se consideran aquellos efectos, características o circunstancias señalados en el artículo 11 de la Ley N°19.3000 y lo establecido en los artículos 5 al 10 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 MMA). Se concluye que no se producirán efectos adversos significativos sobre los componentes analizados, dado que: (i) se realizará un manejo adecuado de las emisiones, efluentes y residuos, las que no generarán un riesgo significativo a la salud de la población; (ii) las medidas del PdR

tienen por objetivo el mejoramiento de las condiciones del suelo y el aumento de la cobertura vegetal, tendiendo a restablecer los servicios ecosistémicos dañados y generando un efecto positivo para los recursos naturales del Sitio Prioritario “Cordillera El Melón”; (iii) en las zonas de ejecución de las medidas no hay presencia de comunidades humanas ni se realizan actividades económicas que correspondan al sustento económico de grupos humanos, y se contemplan compromisos voluntarios que beneficiarán los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos; (iv) si bien se emplazan dentro de un área protegida, las obras físicas son de baja incidencia dentro del sitio prioritario, con escasa ocupación de la superficie y ejecutándose en su mayoría en un periodo acotado de 3 años, y están orientadas a conservar aquellos elementos bióticos de alto valor ambiental del Sitio Prioritario; y (v) los elementos físicos y bióticos que le confieren un alto valor paisajístico al Sitio Prioritario “Cordillera El Melón” no se verán afectados, ni las obras son susceptibles de afectar significativamente el acceso a áreas con valor turístico.

- La descripción de la normativa aplicable (Cap. 16) permite concluir que se dará cumplimiento a la legislación ambiental general y específica aplicable al cierre de faenas e instalaciones mineras, agua potable y agua de riego, aire y emisiones a la atmósfera, ruido, residuos líquidos, residuos sólidos, flora y vegetación, fauna y patrimonio cultural.
- Se indican los permisos y pronunciamientos sectoriales aplicables al proyecto de reparación (Cap. 17) requiriéndose los PAS 126 y 140 para las instalaciones de faenas, así como el PAS 146 y la solicitud de inscripción de vivero conforme al art. 14 de la Res. Ex. 981/2011 SAG para la ejecución de las medidas de reparación.
- Finalmente, se presenta una estimación de los costos de las medidas de reparación propuestas, la que, en todo caso, no determina la posterior definición y concreción de la medida de reparación, pero permite informar el orden de magnitud del plan de reparación propuesto y los costos estimados para la ejecución de las medidas de reparación y de seguimiento del PdR, así como para la ejecución de los compromisos voluntarios asumidos (Cap. 18). Con ello, el costo aproximado del Plan de Reparación es de \$CL 4.126.753.131 pesos chilenos, equivalentes a \$USD 4.802.896, conforme se indica en la siguiente Tabla:

Nº Medida	Costo CLP	Costo USD
1	830.253.171	964.211
2	906.375.400	1.052.615
3	600.000.000	696.807
4	40.000.000	46.454
5	545.903.280	633.982
6	847.436.280	984.167
7	193.024.000	232.000
CV1, CV2, CV3, CV4	163.761.000	192.660
Total	4.126.753.131	4.802.896

A continuación se presenta un resumen ejecutivo del PdR, en focado en las medidas de reparación. El detalle de las mismas se expresa en el texto del PdR, junto con los compromisos voluntarios comprometidos para dar una valorización social al Plan.

RESUMEN EJECUTIVO DEL PLAN DE REPARACIÓN			
Medida	Medida N°1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha		
Objetivo específico	Realizar acciones de restauración ecológica del ecosistema afectado en 20,37 ha enfocado en mejorar las condiciones del suelo y taludes de las zonas intervenidas por las actividades y obras de la Mina Cardenilla objeto de sanción, con el objetivo de estabilizar el sistema suelo y el sustrato expuesto. Con ello, se controlará la erosión, flujos hídricos, infiltración de aguas lluvias, favoreciendo la regeneración natural y el reestablecimiento de los procesos ecológicos inicial de los ecosistemas dañados de acuerdo con la Resolución Sancionatoria en el área objeto de la medida.		
Forma de implementación	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
<p>1. Estudios básicos de detalle</p> <p>Se realizarán los siguientes estudios básicos de detalle:</p> <p><u>Estudio topográfico del área con pérdida de suelo.</u> Se realizará un estudio topográfico de detalle con vuelo de drone y tecnología RTK (Real Time Kinematic), y modelo 3D de restauración, con el objeto de contar con modelos digitales de terreno y superficie, curvas de nivel, y cálculo de volumetría y masa del área. Se realizará un levantamiento de detalle del componente suelo, el cual tendrá una escala de trabajo de 1:2.500, en el área afecta con pérdida de suelo (33,98 ha). Este estudio tiene por</p>	<p>24 meses desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según se detalla a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Estudios básicos de detalle:</u> 6 mes desde la notificación de la resolución que aprueba el Plan de Reparación. • <u>Mejoramiento de suelo:</u> 18 meses a 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de detalle ejecutados en la forma y plazo comprometido. • Actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes, incluyendo la remodelación de mismos, ejecutadas en la forma y plazo comprometido. 	<p>1. <u>Eventos de precipitaciones extremas:</u> Se informará a la SMA los eventos de precipitaciones extremas que alteren o detengan la ejecución de la medida, presentando un cronograma actualizado.</p> <p>2. <u>Eventos sísmicos que puedan desestabilizar los taludes:</u> Se informará a la SMA la ocurrencia del evento sísmico que altere o detenga la ejecución de la medida, presentando un cronograma actualizado.</p>

<p>finalidad determinar los límites de las superficies sujetas a las medidas a implementar.</p> <p><u>Estudio de velocidad de infiltración de agua en el suelo.</u> Se realizará un estudio de velocidad de infiltración de agua en el suelo con el objetivo determinar la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello, el peligro de erosión hídrica. Este estudio permitirá diseñar obras de reposición de estratas impermeables para mantener condiciones de mal drenaje, adicionales a las obras hidráulicas de manejo de aguas lluvias comprometidas como contenido del EIA de Cierre de Mina Cardenilla⁵.</p>	<p>partir del término de los estudios básicos de detalle.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Estabilización y remodelación de taludes:</u> 12 meses a partir del término de los estudios básicos de detalle. 		
<p><u>Estudio hidrológico del área intervenida.</u> Se realizará un análisis hidrológico de la subcuenca del área intervenida, determinando direcciones de los flujos y delimitando zonas de acumulación de escorrentía, para definir curvas hidrológicas y umbral de escorrentía.</p> <p><u>Estudio de mecánica de suelo y estabilidad de taludes.</u> Este estudio permitirá caracterizar el área afectada y definir los parámetros físicos para ajustar los tipos de manejo de control físico de taludes que sea utilizados y diseñar la medida de remodelación taludes, cuando sea posible, disminuyendo con ello, las pendientes y las longitudes de laderas intervenidas.</p> <p>Este estudio de detalle junto al estudio topográfico permitirán actualizar los taludes que se establecerán</p>	<p>LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN</p> <p>El lugar de implementación es el área con afectación del componente suelo (33, 98 ha) derivado de la infracción sancionada, limitada a las superficies en las cuales es posible realizar actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes, incluyendo remodelación en su caso.</p>	<p>INDICADORES DE EFICACIA</p> <p><u>Mejoramiento de suelo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Suelo mejorado con las siguientes características de un suelo clase VII⁶: <ul style="list-style-type: none"> - Profundidad de al menos 20 cm de profundidad (Suelo muy delgado) - Pendientes menor a 45%. - Pedregosidad: Moderada (15 a > 35% de piedras y 20 a > 40 % de gravas) - Drenaje: Imperfecto a excesivamente drenado. - Textura: Arenoso gruesa arcillosa (a_gA) 	<p>COSTO ESTIMADO (USD)</p> <p>964.211</p>

⁵ Se hace presente que las obras de manejo de aguas lluvias asociados al cierre de la faena minera serán evaluadas en el EIA de Cierre de Mina Cardenilla, conforme a lo comprometido en la Acción N°25 del Programa de Cumplimiento aprobado por la SMA.

⁶ Los parámetros fueron seleccionados en base a "Pauta para Estudios de Suelo", del SAG, 2011, para los suelos clase VII, que corresponde a la clase de suelo que tenía la superficie afectada, previo al daño ambiental, según CIREN (1997).

(ángulos o pendiente de inclinación menores a 45%), y obras que permitan la estabilización de éstos.

Adicionalmente, para el caso específico de las superficies objeto de mejoramiento de suelos, se llevarán a cabo el siguiente estudio:

Levantamiento de características del suelo objeto de medidas de mejoramiento de suelo. Este estudio contempla un levantamiento de características físicas, químicas y biológicas del suelo en su condición actual, para lo cual se tomarán muestras de suelo entre 0-20 cm y 0-40 cm (calicata), complementario al "Estudio de Línea de Base de Suelo", elaborado por AMEST Consultores, acompañado en Anexo 3.

Este estudio tiene por objetivo determinar las áreas que requerirán aplicación de enmiendas para corrección de características físicas, químicas y biológicas (salinidad, alcalinidad, sodicidad, pH, CE, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro).

2. Zonificación de terreno

Se identificarán características y parámetros, en función de los estudios detallados previamente, que permitirán zonificar áreas con el objeto de definir las medidas de manejo diferenciadas y adecuadas para cada sector. La preparación del terreno para la restauración exige, en primer lugar, la división de la zona de actuación en sectores de acuerdo con su litología, pendiente, orientación,

Estas superficies alcanzan un total de 20,37 ha.

Para la selección de las superficies objeto de esta medida se toma en consideración el "Informe de Modelamiento Geotécnico y Análisis de Estabilidad Geomecánica Rajo Mina Cardenilla", de FF Geo Mechanic (2018), acompañado en Anexo 2.

En la siguiente figura, se presenta el detalle de los sectores propuestos para ejecutar la Medida N°1, distinguiendo los sectores en los cuales se implementarán acciones de mejoramiento de suelo y estabilización

- Agua aprovechable: Buena (12 a < 18 cm c.a)
- Erosión: Muy severa.
- Suelo mejorado con las siguientes características físico- químicas⁷:

Parámetro	Característica	Umbral
Alcalinidad	Fuertemente calcáreo	10 a 25 %
Salinidad	Extremadamente salino	12 o más (dS m ⁻¹)
Sodicidad	Fuertemente sódico	18 a 28%

- 70% de cobertura vegetal natural (regeneración natural) a alcanzar al término de ejecución del PdR.

Estabilización y remodelación

de taludes:

Taludes estabilizados con sistemas de control y

⁷ Los parámetros señalados en la tabla precedente se basan en la "Pauta para Estudios de Suelo", del SAG, 2011, para los suelos clase VII, que corresponde a la clase de suelo que tenía la superficie afectada, previo al daño ambiental, según CIREN (1997).

vegetación y drenaje. La combinación de la cartografía temática disponible, ortofotos e inspecciones de campo permite realizar un mapa georreferenciado de sectores a una resolución que incluya cambios a microescala del relieve y manchas o individuos de especies bajo algún grado de protección o amenaza, o de interés para la restauración que deben ser conservados.

3. Estabilización de taludes, en su caso, remodelación de los mismos.

Para estabilizar taludes se considera soluciones estructurales (muros de diferentes materiales) como bioingeniería (vegetación con material inerte como mallas metálicas, geotextiles).

Mediante la estabilización se pretende reducir la acción erosiva de las aguas superficiales en situaciones de elevada pendiente, por formación de cárcavas que pueden favorecer el colapso o los movimientos en masa. La estabilización también trata de evitar el encharcamiento en superficie o la formación de bolsas de humedad subterráneas en contrapendientes, perfiles cóncavos y terrazas, lo que reduce la resistencia del sustrato. Se pueden usar contrafuertes de drenaje a base de bloques, diques de gavión, incrustaciones de *mulch* en regueros, estaquillado de taludes, zanjas con *mulch* y bloques, empallilladas, entre otras.

La selección de los tratamientos de control de erosión, deben responder a las condiciones puntuales de cada micrositio (e.g. pedregosidad, compactación, pendiente, exposición). En este sentido, se considera factible la utilización de diferentes tipos de obras conservación de

de taludes, y remodelación de los mismos en su caso.

A continuación, se presentan las actividades objeto de la medida y las superficies involucradas:

Medida	Hectáreas
Mejoramiento de suelo	6,78
Estabilización de taludes	13,60
Total	20,37

Fuente: GAC

estabilidad ejecutado, con pendientes menores al 45%, controlando la erosión a un estándar de deterioro erosivo menor y parcialmente estable.

suelos y aguas: zanjas de infiltración, canal de desviación, terrazas, empalizadas, etc.

Finalmente, se buscará la remodelación de las geoformas, intentando imitar, dentro de lo técnicamente factible, la topografía del paisaje (e.g. orientaciones, pendientes, microrelieve), considerando la creación de pendientes y formas estables ecológicamente, usando para ello unidades funcionales, definidas principalmente, en base a la hidrología y el control de la escorrentía superficial.

Se remodelará el perfil de aquellos taludes artificiales con pendientes entre los 30% y 45%. Las superficies con pendientes mayores a 45% quedan excluidas de las medidas ya que su ejecución no es costo eficiente considerando las probabilidades de éxito de la misma.

Este método de preparación del terreno también favorece la integración paisajística de la zona, aumentando su naturalidad. De este modo, en perfiles topográficos planos o allanados artificialmente también pueden realizarse movimientos de tierras para crear perfiles alomados que aumenten la diversidad paisajística y favorezcan la creación de microhábitats para la fauna y flora.

4. Mejoramiento de suelos

El mejoramiento de suelos se realizará a través de las siguientes actividades:

Descompactación: La descompactación se utiliza para reducir la densidad e incrementar la porosidad de un sustrato intervenido de manera que se mejore el drenaje, la aireación y la capacidad de penetración radicular. Esta

técnica se aplica a suelos o sustratos fuertemente compactados por el uso directo o el tránsito ocasional de maquinaria pesada (caminos). Existen tres técnicas de descompactación de suelos: escarificado, subsolado o ripado, las que difieren en la profundidad de aplicación. Requiere del uso de maquinaria, por este motivo, en los casos en los que la presencia de una costra pueda limitar el crecimiento radicular se sustituye el subsolado tradicional por una rotura puntual de la costra en el sitio de plantación mediante ahoyado mecánico. Se usarán geomallass volumétricas de alta durabilidad que admitan revegetación mediante hidrosiembra u otra técnica de plantación extensiva.

Manejo de la capa superficial del suelo: En sectores con suelo vegetal, la materia orgánica ha disminuido o se ha degradado, lo que ha influido en las propiedades físicas (estabilidad de agregados, densidad, retención de humedad, etc), químicas (disponibilidad de nutrientes) y biológicas (actividad microbiana y microfauna) del suelo. Esta situación puede ser revertida con prácticas agroecológicas, como el uso de biofertilizantes, enmiendas orgánicas, microorganismos inoculantes obtenidos del mantillo del bosque original aledaño, facilitación en la formación de micorrizas (asociaciones entre hongo y raíz de una planta), técnicas probadas que incrementan la supervivencia de las plantas en ambientes pobres en nutrientes, mejoran la estructura para el enraizamiento de las plantas y las condiciones de micrositio.

Estos horizontes superficiales que constituyen las capas más fértiles del suelo deben ser usados en la restauración posterior los terrenos y/o de otros cercanos. El manejo consiste en la retirada con pala o excavadora de los primeros centímetros de suelo. Su principal función es la de favorecer la recuperación de los procesos edafogenéticos,

comenzando por la recuperación de la cubierta vegetal a partir del propio banco de semillas del suelo. Es importante conocer el tipo de suelo de la zona, así como su variabilidad en función de la orientación, cambios de pendiente y tipo de cubierta vegetal, ya que el suelo puede variar significativamente a escala local. Los espesores recomendados oscilan entre los 20 y 40 cm de profundidad.

Aplicación de materia orgánica: Se utiliza para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de sustratos que han sido desnudados de su capa superficial de suelo y de la que no se dispone en el momento de la restauración. Estos sustratos suelen mostrar algunos de los problemas siguientes: encostramiento por textura arcillosa, excesiva porosidad en sustratos arenosos o formados por cantos o bloques, muy baja materia orgánica, falta de nutrientes, excesiva acidez o alcalinidad, problemas de salinidad, toxicidad por metales pesados u otros elementos. Se aplica de modo puntual, a escala de hoyo. Se utiliza residuos compostados ya que suelen dar menos problemas de contaminación por metales pesados que los residuos domésticos o el abono. El mulch de paja o de virutas de madera también da buenos resultados, al mejorar la textura del sustrato y presentar una alta relación C/N. Los fertilizantes inorgánicos (nitrato amónico, sulfato amónico, etc.) son baratos y fáciles de aplicar, aunque se recomienda su aplicación combinada con el aporte de una fuente de materia orgánica, para aumentar la capacidad de retención de nutrientes (VV.AA. 1989). También en este caso es recomendable ajustar correctamente la dosis para evitar problemas de exceso de nutrientes. Esto puede tener efectos negativos sobre los organismos edáficos y la dinámica de la vegetación recolonizadora, al favorecer la instauración de comunidades nitrófilas ruderales muy persistentes.

Medida	Medida N°2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado		
Objetivo específico	Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema con vegetación afectado, enfocado en reestablecer flora y vegeación nativa, con el fin de restablecer la capacidad del suelo, en sus propiedades básicas, para sostener y conservar biodiversidad.		
Forma de implementación	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
<p>▪ <u>Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo</u></p> <p>Un proceso de restauración ecológica natural, luego de alguna perturbación al ambiente (por ejemplo, después de un incendio o intervención antrópica), comienza con una etapa de sucesión de especies pioneras. Para el caso del bosque esclerófilo, estas especies son de carácter arbóreas y arbustivas, tales como <i>Acacia caven</i>, <i>Baccharis linearis</i> y <i>Proustia cuneifolia</i>. Luego en una sucesión tardía, emergen especies arbóreas como <i>Quillaja saponaria</i>, <i>Lithraea caustica</i>, <i>Schinus polygamus</i> y <i>Maytenus boaria</i>, considerando una ladera de exposición seca (Fernández, et al. 2010)⁸. Por otro lado, el modelo de sucesión de vegetación esclerófila del Chile central planteado por Armesto y Pickett (1985)⁹ indica que en áreas abandonadas que han sido ocupadas para agricultura y ganadería, existe recolonización de arbustos del género</p>	<p>Plazo total: 10 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según el siguiente detalle:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación: 6 meses a partir del tercer año del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 2. Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo: A partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR y hasta el año 5 del PdR. 3. Propagación y viverización de especies: 5 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR. 4. Plantación de las especies: 1 a partir del año 3 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 5. Control de especies exóticas invasoras: 5 a partir del año 3 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 6. Mantención de la plantación: 7 a partir del año 4 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1 y ejecución de la plantación) 	<ul style="list-style-type: none"> • Obras de conservación de suelo y agua para el establecimiento de una cobertura vegetal construidas en la forma y plazo establecido • Actividades de construcción de cercado para control de lagomorfos, implementación de cortafuegos, construcción de casillas, e implementación del sistema de riego, todas ejecutadas en el plazo y forma comprometida. • Aprovechamiento de plantas y/o semillas para su plantación en áreas de restauración ecológica equivalentes a 	<p>1. Evento excepcional y anormal, que afecte la disponibilidad de plántulas para la plantación, dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incendios que afecten los lugares de colecta y de producción (viveros), y en este último caso, aún implementadas medidas de prevención de incendios. • Escasez temporal de semillas de especies nativas, que afecten el aprovisionamiento de los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto; o • Baja tasa de germinación de semillas, o alta tasa de mortalidad de plántulas, en los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto. <p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de

⁸ Fernández, I. Morales, N. Olivares, L. Salvatierra, J. Gómez, M & Montenegro, G. 2010. Restauración Ecológica para Ecosistemas Nativos Afectados por Incendios Forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

⁹ Armesto, J. y Pickett, S. 1985. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. Revista Chilena de Historia Natural 58: 9-17.

<p>Baccharis y Gutierrezia, adaptados a condiciones xéricas y de herbivoría. También existe una primera colonización por parte de las especies que favorecen su dispersión gracias al ganado vacuno y/o caprino, como el caso de <i>Acacia caven</i>. De manera adicional, estas áreas pueden ser, invadidas por <i>Muehlenbeckia hastulata</i> y <i>Lithraea caustica</i>, a través de la diseminación de sus semillas por aves o mamíferos, las que sobreviven gracias a la protección que obtienen al establecerse bajo los arbustos viejos que les sirven de nodriza. El desarrollo de las tres especies mencionadas, facilitan la sobrevivencia de otras especies de hábito arbóreo, como <i>Quillaja saponaria</i> en sectores más secos. Lo anterior indica que las primeras especies en participar de un proceso de regeneración son especies más bien arbustivas.</p>	<p>7. Evaluación de prendimiento de la plantación: Anual a partir del año 4 del PdR. 8. Monitoreo y seguimiento: Semestral a partir de la notificación del PdR.</p>	<p>una superficie de 6,78 hectáreas, a una densidad de 400 plantas por hectárea, realizada en la forma y plazo comprometido.</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantaciones ejecutadas en la forma y plazo establecido. Actividades de seguimiento ejecutadas en la forma y plazo comprometido. 	<p>mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> Cronograma actualizado para la ejecución de la acción. <p>2. Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> plagas que afecten más de un 20% de las plantaciones existentes; o incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de plantación, aún implementadas medidas de prevención de incendios. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>3. Si al cabo de 3 años de efectuada la plantación, el prendimiento es menor a 75%. En caso de concurrencia del impedimento se propondrá a la SMA aumentar la superficie de las medidas complementarias (5 o 6), en base a un programa de implementación. Este ajuste de medida será aprobado por la SMA.</p>
<p>Considerando lo anterior, las especies a incluir en esta medida serán <i>Baccharis linearis</i>, <i>Acacia caven</i>, <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Proustia cuneifolia</i>, todas descritas para la zona y con características de especies colonizadoras que puedan contribuir a enriquecer el suelo.</p>	<p>LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN</p>	<p>INDICADORES DE EFICACIA</p>	<p>COSTO ESTIMADO (USD)</p>
<p>De forma paralela a la preparación del sitio para el establecimiento de vegetación, se realizarán acciones de colecta de semillas y material vegetativo para las especies seleccionadas.</p>	<p>La medida se llevará a cabo en aquellos sectores del área intervenida donde se ejecutarán las acciones de mejoramiento de suelo comprometidas en la Medida 1. La superficie aproximada de la medida corresponde a 6,78 hectáreas, que se muestra en la siguiente Figura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Prendimiento igual o superior al 75% de individuos establecidos vivos, al término del PdR. 	<p>1.052.615</p>
<p>El método de recolección a emplear seguirá los protocolos de recolección y manejo de semillas desarrollado por el Banco de Semillas del INIA, el que se encuentra detallado en el Manual de Recolección de Semillas de Plantas Silvestres para fines de</p>	<p>Se adjunta en Anexo, documentos en formatos KMZ y Shape, que presentan la información de la ubicación, georreferenciada, con el sitio propuesto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existencia de una nueva formación vegetal en el área intervenida con una superficie de 6,78 hectáreas, dominada principalmente por especies arbóreas y con la presencia de la 	

Conservación a largo Plazo y Restauración (Gold *et al.* 2004¹⁰). En términos generales, el manual en referencia contempla desde la preparación para la colecta, mantenimiento y evaluación. Lo anterior se establece según los siguientes pasos o etapas: i) Planificación para la recolección de semillas; ii) Identificación y evaluación de poblaciones para la recolección de semillas; iii) Recolección de semillas; iv) Recolección de datos; v) Recolección de ejemplares de herbarios; y vi) Manejo de postcosecha de las semillas. El germoplasma recolectado (semillas o material vegetativo) será del mismo medio ambiente de la Cordillera El Melón en que se emplazan las áreas a intervenir, manteniendo así la variabilidad genética del sector.

La colecta de semillas, material vegetativo y proceso de viverización será íntegramente ejecutado por un organismo o institución con experiencia comprobable en actividades de este tipo.

En caso de que, por algún hecho externo, no se pueda contar con semillas de los ejemplares semilleros, se podrán adquirir plantas en viveros autorizados, con el fin de mantener el cronograma comprometido.

Propagación, viverización y suministro de plántulas.

De forma posterior a la colecta de semillas o material vegetativo, se considera la generación de almácigos que serán viverizados de acuerdo con los estándares de SAG. Como estándar de referencia se

especie en categoría de conservación *Porlieria chilensis*, con 75% de cobertura vegetacional a alcanzar al término de ejecución del PdR.

- Presencia de fauna nativa en el área de la medida con, al menos, un tercio de las 27 especies identificadas en el estado básico.
- Presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros comprometidos en la medida 1.

¹⁰ Gold, K., León-Lobos, P. y Way, M. 2004. Manual de Recolección de Semillas de Plantas silvestres. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Chile. 65 p.

pueden considerar el manual de protocolos de producción de especies utilizadas por el programa de arborización, Conaf 2014.

De manera preliminar, se puede señalar que se viverizarán las plántulas necesarias para alcanzar una densidad de las especies será de 400 plantas por hectárea. Dicho valor podrá ser ajustado de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis hidrológico comprometido en la Acción N°1.

Se recolectará germoplasma y se producirán un 25% más de plantas para la reposición de individuos en caso de existir mortandad durante los 5 años de seguimiento. La reposición de individuos tendrá una relación de 1:1.

- **Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación.**

Con los resultados del estudio hidrológico comprometido en la Medida N°1, se realizará un diseño de obras, tales como microcuencas de Negarim o microterrazas, que permita conservar el suelo y el agua y establecer una cobertura vegetal inicial. Adicionalmente, se realizarán las actividades y obras previas a la plantación consistentes en actividades de construcción de cercado para control de lagomorfos, implementación de cortafuegos, construcción de casillas, e implementación del sistema de riego.

- **Plantación**

Los trabajos de plantación serán ejecutados en los meses de invierno, para aprovechar la

--	--

--	--

--	--

precipitación que existe en la zona y el periodo de crecimiento en primavera. Las plantas utilizadas para la ejecución de la presente medida deberán cumplir con los siguientes atributos básicos antes de salir del vivero:

Cuello Lignificado

- Altura Mínima de la Parte Aérea de 30 cm
- Relación largo parte aérea/largo del pan de tierra (raíces) de 2:1

La plantación se llevará a cabo en casillas u hoyaduras ya construidas de dimensiones proporcionales a cada especie a compensar, de manera que el espacio de cabida en su totalidad al pan contenedor o cepellón. Esta actividad se ejecutará de manera manual, con personal especializado. Cada planta contará con protección individual compuesta por una malla de alambre o material protector similar de modo de evitar la mortandad por ramoneo de lagomorfos.

Al momento de efectuar la plantación, se considerará la aplicación de una capa de "Mulch" de 3 cm compuesta por una mezcla de tierra y paja, al objeto de otorgar una mayor disponibilidad de nutrientes y favorecer el desarrollo radical. Una vez debidamente asentada la planta y apisonada la tierra de relleno (no excesivamente), se aplicará un riego de establecimiento y se instalará la malla protectora.

La ubicación final de las hoyaduras (plantación) estará sujeta a los resultados

<p>obtenidos del análisis hidrológico mencionado anteriormente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Control de especies exóticas invasoras (EEI)</u> <p>De forma periódica se evaluará la presencia de EEI en la zona o en los alrededores. De encontrarse este tipo de especies, se procederá a su erradicación de forma manual y se deberá evaluar el potencial invasivo de la especie para definir la necesidad de realizar un plan de contención y erradicación para evitar que se transformen en una barrera para la restauración.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Mantenimiento</u> <p>El riego de establecimiento de la plantación consistirá en el vertimiento de 10 a 15 litros de agua promedio por cada planta, conforme al tamaño y requisito de la especie, al objeto de adaptar la planta lo más rápido posible a la rigurosidad del ambiente (INFOR, 1995¹¹). Junto a la mezcla de tierra y paja se aplicará una capa de hidrogel o, en su defecto, un “ponchito” (cuadrado de área igual a la de la casilla de polietileno) de manera de conservar la humedad del riego de establecimiento y de otras fuentes (rocío, niebla o eventual precipitación).</p> <p>Se considera la aplicación de riegos estivales, en el período de mayor sequía</p>			
---	--	--	--

¹¹ Benedetti, S. Perret, S. 1995. Manual de forestación- Zonas áridas y semiáridas Instituto Forestal (INFOR). Santiago, Chile. 135 pp.

<p>(octubre a abril), a razón de 30 lt/planta/mes, en dos ciclos de riego mensual de 15 lt cada uno. Es decir, se agregarán 15 lt de agua cada 15 días durante el primer y segundo año. Para los años 3, 4 y 5 se contempla ir disminuyendo la periodicidad, hasta llegar a sólo un riego en el quinto año. Es decir, para el primer y segundo, año serán 7 meses de riego, el tercer año 5 meses de riego, el cuarto año 3 meses de riego y finalmente un solo mes de riego el quinto año. Las dosis de riego irán disminuyendo en la proporción de 75, 50 y 25%. Los riegos se harán de manera intercalada, durante el mismo periodo de octubre a abril mencionado. Esta disminución es con la finalidad de que la planta se adapte de mejor manera a la condición de sequía en los meses de verano.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acciones de monitoreo y seguimiento <p>El detalle del seguimiento del componente y la evaluación de los indicadores de eficacia se detalla en el programa de seguimiento comprometido en el Capítulo 11.</p>			
Medida	Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón		
Objetivo específico	Mejorar las condiciones de hábitats para la fauna silvestre afectada en 75,8 ha el medio ambiente de la Cordillera El Melón, mediante un aumento en la disponibilidad de refugios y alimentación, en un área similar y contigua al área efectada, ubicada en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.		
Forma de implementación	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	IMPEDIMENTOS EVENTUALES

<p>1. Evaluación inicial de los sitios</p> <p>Esta caracterización se ejecutará mediante dos campañas iniciales, realizadas en épocas contrastantes, con las cuales se establecerá en detalle la disponibilidad y condiciones actuales de los hábitats presentes en los rodales seleccionados y se determinará la riqueza de las especies presentes, sus densidades y abundancias. Para poder llevar a cabo este monitoreo se obtendrá el respectivo permiso de captura de fauna conforme se detalla en el Capítulo 14 de este PdR.</p> <p>2. Obras de mejora de hábitats para fauna terrestre</p> <p>Se contempla la realización de mejoras para favorecer la colonización por parte de la fauna silvestre presente (e.g. adecuación de superficies, adecuación de taludes). De importancia son las acciones de manejo sobre las paredes verticales de elevada pendiente, y se pueden sumar actuaciones específicas en taludes existentes en las inmediaciones de la zona de daño ambiental, favoreciendo la reproducción de especies. Las acciones específicas serán diseñadas a partir de la caracterización realizada en campañas de terreno.</p>	<p>Plazo total: 6 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> Caracterización de hábitat: 2 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR. (Años 1 y 2 del PdR) Obras de mejora de hábitat e implementación de refugios: 1 año a partir de la ejecución de la actividad de caracterización de hábitat (año 3 del PdR) Acciones de monitoreo y seguimiento: Años 3,4,5 y 6 del PdR 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación preliminar de hábitat ejecutada en la forma y plazos comprometidos. Obras de mejora de hábitat ejecutadas en la forma y plazos comprometidos. Pircas construidas en la forma y plazo comprometidos. Cajas anidaderas y perchas instaladas en la forma y plazo comprometido. 	<p>Evento natural excepcional y anormal tales como: incendios, sismos, enfermedades de fauna, que pueden afectar la morfología de los rodales y la presencia de fauna, impidiendo la ejecución de la medida o su éxito. La concurrencia del impedimento se informará a la SMA en el reporte semestral respectivo, acompañando antecedentes comprobables que den cuenta de su ocurrencia, junto con la actualización del cronograma y medidas a implementar.</p>
	<p>LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN</p>	<p>INDICADORES DE EFICACIA</p>	
	<p>Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, específicamente, en los rodales 1, 2, 3 y 4. La totalidad de los</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de los parámetros 	<p>COSTO ESTIMADO (USD)</p>

3. Implementación de nuevos refugios

Una vez determinada las especies y condiciones presentes en el área, se realizará la implementación de nuevos refugios. Para ello, se introducirán materiales naturales (e.g. rocas, piedras, troncos, ramas, palos, etc.), los cuales generarán mejores condiciones de refugio en los micrositos, facilitando el desarrollo y alimentación para reptiles y micromamíferos. Se realizará la instalación de cajas anidaderas para aumentar la disponibilidad de sitios aptos para la nidificación de aves. Estas cajas anidaderas ofrecen un resguardo óptimo para la avifauna, maximizando las probabilidades de éxito en el proceso reproductivo. Las cajas se instalarán con orientación este y noreste, protegiendo la entrada de los vientos dominantes, protegiéndolas de la exposición directa al sol y en zonas de difícil acceso, implementándolas en variadas formas y tamaños para aumentar la oferta para distintos grupos de especies.

4. Acciones de monitoreo y seguimiento

Se desarrollarán monitoreos estacionales durante 5 años, a partir de la ejecución de la medida, para todas las clases de vertebrados terrestres, para

rodalés propuestos para mejoramiento de hábitat se encuentran inmersos dentro del sitio prioritario Cordillera El Melón. A continuación, se indican las coordenadas de cada rodal.

Tabla 2. Coordenadas áreas de implementación de la medida.

Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S	
	Este	Norte
1	313352	6380307
2	314228	6380603
3	310662	6382187
4	311321	6382981

Fuente: GAC

En Anexo 4 se acompaña archivos Shape y KMZ con la ubicación georeferenciada de los rodalés.

ecológicos de abundancia, en un 20%, y riqueza, en un 10%, respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.

- Ocupación de, al menos, 50% de las pircas construidas por réptiles y roedores, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.
- Nidificación de aves en, al menos, 50% de las casas anidaderas instaladas, con respecto

696.807

<p>determinar la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies presentes en cada área. En este monitoreo deberá ponerse especial énfasis en el uso de las pircas por réptiles y micromamíferos y de los elementos incorporados para favorecer la nidificación de aves. El detalle del programa de seguimiento se especifica en el Capítulo 12.</p>		<p>a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de las perchas instaladas por aves rapaces en, al menos, 50%, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación. 	
Medida	Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)		
Objetivo específico	Mejorar las condiciones de hábitat para la fauna en los rodales propuestos en la Medida 3, a través de la disminución de la presencia de especies exóticas invasoras (roedores y lagomorfos exóticos).		
Forma de implementación	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	IMPEDIMENTOS EVENTUALES

<p>1. <u>Evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducida:</u> Se caracterizará y evaluará de forma preliminar y en detalle la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos presentes en los rodales 1, 2, 3 y 4 mediante la implementación de dos campañas de terreno realizadas en épocas contrastantes.</p> <p>2. <u>Caza y captura de roedores introducidos:</u> Mediante el uso de cetrería durante uno o dos días (considerando 10 horas diarias), al menos una vez al mes para cada sitio con uno o más profesionales o la cantidad de veces que determine el especialista en el tema. Esto será determinado después de una visita previa para establecer el esfuerzo.</p> <p>3. <u>Instalación de casas anidaderas de lechuza:</u> Para promover el control biológico de especies introducidas, dependiendo de la disponibilidad de alimentos se dispondrán entre 2 y 5 casas anidaderas por hectárea. Esta determinación se tomará dependiendo de los resultados obtenidos en la evaluación preliminar.</p> <p>4. <u>Eliminación de ejemplares capturados</u> mediante la utilización de trampas Sherman. Se realizará el control de muridos mediante la utilización de trampas Sherman, los cuales serán eliminados siguiendo las directrices dispuestas por el SAG.</p> <p>5. <u>Acciones de monitoreo y seguimiento:</u> para evaluar el éxito de la medida de manera previa a su implementación se realizarán dos campañas, en épocas contrastantes, que den cuenta de la presencia de roedores y</p>	<p>3 años, a partir del año 3 del PdR contados de la notificación de la resolución que aprueba el PdR (una vez implementadas las obras de la Medida N°3), conforme al siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación preliminar y acciones de caza y captura: Año 3 del PdR. Ejecuciones de acciones control: Año 4 del PdR. Acciones de monitoreo y seguimiento: 5 y 6 años del PdR. 	<ul style="list-style-type: none"> Informe de evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducidas en la forma y plazo comprometido Ejecución de actividades indicadas en la forma y plazo comprometido Informes de monitoreo y seguimiento en la forma y plazo comprometido. 	<p>Evento natural excepcional y anormal tales como: incendios, sismos, plagas, que pueden afectar la morfología de los rodales y la presencia de fauna, impidiendo la ejecución de la medida o su éxito. La concurrencia del impedimento se informará a la SMA en el reporte semestral respectivo, acompañando antecedentes comprobables que den cuenta de su ocurrencia, junto con la actualización del cronograma y medidas a implementar.</p>														
	<p>LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN</p>	<p>INDICADORES DE EFICACIA</p>															
	<p>Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, específicamente, en los rodales 1, 2, 3 y 4. Todos los rodales propuestos se encuentran inmersos en el sitio Prioritario Cordillera El Melón. A continuación, en la Tabla 42 se indican las coordenadas de cada rodal y en la Figura 10-4 se muestra la representación gráfica de esto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos, en un 20% con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida. Presencia de restos de roedores introducidos y 	<p>COSTO ESTIMADO (USD)</p>														
	<p>Tabla 3. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1" data-bbox="726 1227 1161 1411"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> </tbody> </table>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603	3	310662	6382187		<p>46.454</p>
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S																
	Este	Norte															
1	313352	6380307															
2	314228	6380603															
3	310662	6382187															

<p>lagomorfos en los rodales 1, 2, 3 y 4. Después de la implementación de la medida se realizarán monitoreos estacionales en los cuales se medirá la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos exóticos. El detalle de estas actividades se encuentra contenida en el Capítulo 12.</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">311321</td> <td style="text-align: center;">6382981</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: GAC</p>	4	311321	6382981	<p>lagomorfos en egagrópilas de rapaces obtenidas dentro de los rodales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Disminución de 25% en la tasa de captura con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida. 	
4	311321	6382981				
<p>Medida</p>	<p>Medida N°5: Conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón</p>					
<p>Objetivo específico</p>	<p>Conservar formaciones vegetales cercanas a las zonas afectadas, protegiéndolas y restringiendo cualquier tipo de actividad antrópica o uso diferente al de conservación, investigación o educación.</p> <p>La implementación de la medida se determinó con el objeto de conservar un hábitat donde se desarrolla flora, vegetación y fauna silvestre con características ambientales relevantes y de similares características de las formaciones vegetales que fueron afectadas por la infracción sancionada.</p> <p>Cabe destacar que el área de compensación es equivalente en términos ecológicos al área objeto del daño, presentando una mayor extensión espacial, mejor estado de conservación y menor presencia de amenazas y presiones de origen antrópico.</p>					
<p>Forma de implementación</p>	<p>PLAZO DE EJECUCIÓN</p>	<p>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</p>	<p>IMPEDIMENTOS EVENTUALES</p>			

La implementación de la medida se basa en el resguardo y delimitación del área de conservación, considerando las siguientes actividades:

1. Estudio de detalle de línea de base del área objeto de la medida

Con el objetivo de complementar la información de línea de base del sector objeto de la medida, contenido en el Capítulo 10, se realizarán, en el plazo de 6 meses, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, los siguientes estudios de detalle:

- Elaboración de estudios de bioecología, biología reproductiva y abundancia potencial de especies de flora y fauna presentes en el área de la medida.
- Elaborar un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del "Sitio prioritario para la Conservación Cordillera El Melón", en área de la medida.

2. Instalación de cerco de protección del área

Se construirá un cerco perimetral compuesto por una malla Ursus o hexagonal y estacas (polines) de madera impregnada de 3" de diámetro y 1,5 metros de largo, con separación entre estacas cada 3 a 4 metros, la que será reforzada por tres hebras de alambre galvanizado, para dar una mayor tensión a la malla y otorgar una mayor resistencia. La integridad del cerco será monitoreada permanentemente para prevenir el ingreso de personas no autorizadas y animales a los sitios de conservación.

La presencia de cercos perimetrales permite restringir el ingreso de animales que ramoneen y pisoteen la vegetación, además de provocar compactación del suelo e incorporar fecas a la superficie. La exclusión del ganado es fundamental para que las formaciones vegetales recuperen su estructura y diversidad. Para los sectores de quebradas y/o suelos irregulares, se procurará instalar el cerco de manera adecuada (sin espacios) para que no puedan ingresar dichos animales.

En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de los cercos, procediendo a arreglarlos en caso de que sea necesario.

3. Instalación de señalética informativa y de seguridad.

La instalación de señalética busca cumplir una función educativa y de prevención de accidentes. La señalética informará sobre los siguientes puntos:

- Información sobre la medida ejecutada.
- Prohibición de personas ajenas al Proyecto

Plazo total: 10 años, a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, conforme al siguiente detalle:

- Ejecución de estudios de detalle de línea de base: 6 meses contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR.
- Implementación de cerco perimetral y señalética: Año 1 del PdR.
- Monitoreos semestral: A partir del Año 2 del PdR, y durante toda su vigencia.
- Publicación de investigaciones de carácter divulgativo o científico: Primera publicación en el año 5 del PdR y una segunda publicación en el año 10 del PdR.

- Estudios de línea de base de detalle de la superficie a conservar ejecutado en la forma y plazo comprometido.
- Cerco perimetral instalado y mantenido en la forma y plazo comprometido.
- Señalética instalada y en buen estado conforme a la forma y plazo comprometido.
- Monitoreos semestrales ejecutados en la forma y plazo comprometido.

Evento excepcional y anormal dado por:

- plagas que afecten más de un 20% de las formaciones vegetacionales existentes; o
- incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de las formaciones vegetacionales.

Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.

<ul style="list-style-type: none"> • Información sobre cuidado de flora y fauna del sector • Información sobre el cuidado con los incendios forestales. <p>En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de las señaléticas, procediendo a arreglarlas en caso de que sea necesario.</p> <p>4. <u>Monitoreo permanente</u></p> <p>Se contempla realizar monitores semestrales durante toda la duración de la medida. En dichos monitoreos se registrarán los cambios estacionales de la flora, cobertura vegetal y se evaluará el ensamble ecosistémico mediante la generación de información de fauna nativa asociada a estos sectores. De esta manera será posible detectar cambios estacionales y temporales en la composición de especies de flora, porcentaje de cobertura vegetal y crecimiento vegetativo de plantas.</p> <p>5. <u>Investigación científica</u></p> <p>Al finalizar los 10 años de monitoreo se presentarán al menos dos investigaciones científicas sobre los procesos de restauración implementados, dinámicas de las sucesiones ecológicas locales en ambientes degradados, evaluación de servicios ecosistémicos de provisión y regulación, valoración de recursos naturales y servicios asociados.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Patrocinio de al menos 2 proyectos de investigación relacionados con la medida de reparación propuesta. • 2 publicaciones de carácter divulgativo o científico relacionado con la medida de reparación propuesta. 	
	<p>LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN</p>	<p>INDICADORES DE EFICACIA</p>	
	<p>El lugar de implementación de la medida se ubica en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, en el Sitio Prioritario Corillera El Melón.</p> <p>La superficie propuesta corresponde a 38,3 hectáreas y están divididos en dos rodales, delimitados por los vértices de los siguientes polígonos,</p>	<p>Se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar la mejora en el estado de conservación de biodiversidad</p>	<p>COSTO ESTIMADO (USD)</p> <p>633.982</p>

cuyas coordenadas se identifican en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Coordenadas áreas de implementación de la medida.

Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S	
	Este	Norte
3	310662	6382187
4	311321	6382981

Fuente: GAC

Se adjuntan en Anexo a esta presentación, los planos de las superficies objeto de la medida, en formato Shape y kmz.

En cada uno de los rodales se considera un área de amortiguación, en la Quebrada El Boldo, de 400 m aproximadamente distantes a la zona de conservación, con el objetivo de mantener un área de resguardo de actividad minera o de otra índole antrópico, que se extienda más allá del hábitat donde se desarrolla flora, vegetación y fauna silvestre con características ambientales relevantes, conforme a lo comprometido en la Medida 7.

de los sitios para los siguientes indicadores:

- Aumento en la superficie vegetacional azonal activa en el área de la medida.
- Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida.
- Establecimiento de nuevas especies.
- Aumento de presencia de polinizadores.
- Aumento de aporte de hojarasca al suelo.
- Diminución de especies invasoras o plagas.

Se considerará exitosa la medida si se alcanza, al

			<p>menos, 3 de estos indicadores. Los estudios de detalle de línea de base prodrán identificar nuevos indicadores de eficacia, los cuales serán validados por la SMA para su medición y evaluación de la eficacia.</p>	
Medida	Medida N°6: Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario DE Conservación para la Biodiversidad Cordillera El Melón			
Objetivo específico	Enriquecer hábitat degradados de formaciones de bosque esclerófilo característicos del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad "Cordillera El Melón", con especial énfasis en el hábitat de la especie en categoría de conservación Porlieria chilensis, en una superficie total de 37,5 ha.			
Forma de implementación	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	IMPEDIMENTOS EVENTUALES	
<p>1. <u>Estudio de detalle de línea de base del área objeto de la medida</u></p> <p>Con el objetivo de complementar la información de línea de base del sector objeto de la medida, contenido en el Capítulo 10, se realizarán, en el plazo de 6 meses, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, los siguientes estudios de detalle:</p>	<p>Plazo total: 10 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según el siguiente detalle:</p> <p>1. Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación: 6 a partir del tercer año del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de construcción de cercado para control de lagomorfos, implementación de cortafuegos, construcción de casillas, e implementación del sistema de riego, todas ejecutadas en el plazo y forma comprometida. • Aprovechamiento de plantas y/o semillas para una plantación en una superficie de 37,5 	<p>1.Evento excepcional y anormal, que afecte la disponibilidad de plántulas para la plantación, dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incendios que afecten los lugares de colecta y de producción (viveros), y en este último caso, aún 	

<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios de bioecología, biología reproductiva y abundancia potencial de especies de flora y fauna presentes en el área de la medida. • Elaborar un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del "Sitio prioritario para la Conservación Cordillera El Melón", en área de la medida. <p>2. <u>Selección de especies , colecta de smillas y material vegetativo</u></p> <p>Para iniciar el proceso de restauración de un bosque nativo esclerófilo, se propone una mezcla de especies que tengan bajo requerimiento de agua, nutrientes y alta tolerancia a condiciones climáticas adversas, entre las que se mencionan <i>Quillaja saponaria</i>, <i>Acacia caven</i> <i>Lithraea caustica</i> y <i>Kageneckia oblonga</i>, las cuales forman parte de las especies dominantes en la zona de estudio y se encuentran adaptadas al clima semiárido. Además de la incorporación de la especie en categoría de conservación <i>Porlieria chilensis</i> la cual permitirá el aumento de superficie de bosque nativo de preservación.</p> <p>Con la finalidad de no sobrecargar el área con el enriquecimiento, se propone la plantación de 400 individuos por hectárea, lo cual permitiría que estos sectores, luego de unos años de crecimiento, pasen a ser bosques nativos según la definición de la Ley N° 20.283.</p> <p>La distribución propuesta por hectárea es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100 <i>Quillaja saponaria</i> • 100 <i>Acacia caven</i> • 80 <i>Lithraea caustica</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo: A partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR y hasta el año 5 del PdR. 3. Propagación y viverización de especies: 5 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR. 4. Plantación de las especies: 1 a partir del año 3 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 5. Mantenimiento de la plantación: 7 a partir del año 4 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1 y ejecución de la plantación) 6. Evaluación de prendimiento de la plantación: Anual a partir del año 4 del PdR. 7. Monitoreo y seguimiento: Semestral a partir de la notificación del PdR. 	<p>hectáreas, a una densidad de 400 individuos por hectárea, realizada en la forma y plazo comprometido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades de enriquecimiento ejecutadas en la forma y plazo establecido. • Actividades de control de especies invasoras ejecutadas en la forma y plazo comprometidos. • Actividades de mantenimiento ejecutadas en la forma y plazo comprometidos • Actividades de seguimiento ejecutadas en la forma y plazo comprometido. 	<p>implementadas medidas de prevención de incendios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escasez temporal de semillas de especies nativas, que afecten el aprovisionamiento de los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto; o • Baja tasa de germinación de semillas, o alta tasa de mortalidad de plántulas, en los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto. <p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.
	<p>LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN</p> <p>Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu. La superficie considerada en esta medida corresponde a un total de 37, 5 hectáreas, dividida en dos</p>	<p>INDICADORES DE EFICACIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prendimiento igual o superior al 75% de individuos establecidos vivos, al término del PdR. • Existencia de nueva superficie de bosque nativo de preservación, con presencia de <i>Porlieria</i> 	<p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento. <p>2. Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las plantaciones existentes; o

- 80 *Kageneckia oblonga*
- 40 *Porlieria chilensis*

De forma paralela a la preparación del sitio para el establecimiento de vegetación, se realizarán acciones de colecta de semillas y material vegetativo de individuos de las especies seleccionadas. Esta actividad se realizará siguiendo el protocolo del "Manual de recolección de semillas de plantas silvestres" del INIA (Gold *et al.* 2004).

En términos generales, el manual en referencia contempla desde la preparación para la colecta, mantenimiento y evaluación. Lo anterior se establece según los siguientes pasos o etapas: i) Planificación para la recolección de semillas; ii) Identificación y evaluación de poblaciones para la recolección de semillas; iii) Recolección de semillas; iv) Recolección de datos; v) Recolección de ejemplares de herbarios; y vi) Manejo de postcosecha de las semillas. El germoplasma recolectado (semillas o material vegetativo) será del mismo medio ambiente de la Cordillera El Melón en que se emplazan las áreas a intervenir, manteniendo así la variabilidad genética del sector.

En caso de que, por algún hecho externo, no se pueda contar con semillas de los ejemplares semilleros, se podrán adquirir plantas en viveros autorizados, con el fin de mantener el cronograma comprometido.

3. Propagación, viverización y suministro de plántulas

Posterior a la colecta se considera la generación de almácigos que serán viverizados de acuerdo con los estándares del SAG.

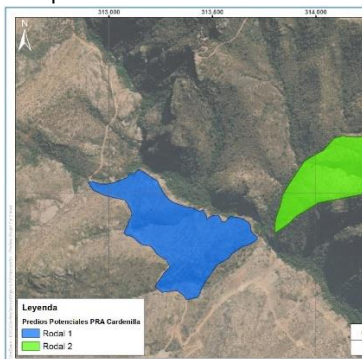
Se recolectará germoplasma y se producirán un 25% más de plantas en caso de existir mortandad durante los 5 años de seguimiento. La reposición de individuos tendrá una relación de 1:1 con la finalidad de cumplir con las cifras establecidas.

rodales, cuya ubicación georreferenciada corresponde a la siguiente:

Tabla 14. Coordenadas áreas de implementación de la medida.

Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S	
	Este	Norte
1	313352	6380307
2	314228	6380603

Figura 0-1. Lugar de implementación de la medida 6



Fuente: GAC

En la cartografía adjunta en Anexos, en formato Shape y Kmz, los sitios están individualizados como rodal 1 y rodal 2.

chilensis, con una densidad de 300 plantas por ha.

- Aumento de cobertura vegetal de 30% comparado con la línea de base detallada de los estudios comprometidos.
- Aumento de presencia de fauna nativa en el área de la medida en 20% consideradas las especies identificadas en los estudios de línea de base comprometidos.

Los estudios de detalle de línea de base prodrán identificar nuevos indicadores de eficacia de la medida comprometida, los cuales serán validados por la SMA para su uso en la medición y evaluación de la eficacia la medida.

- incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de plantación.
- escasez hídrica excepcional que afecte al menos 20% de la superficie de la plantación, aún implementadas las medida de mantención, incluido el riego.

Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.

3.Si al cabo de 3 años de efectuada el enriquecimiento, el prendimiento es menor a 75%.

En caso de concurrencia del impedimento se propondrá a la SMA implementar la medida en un sitio alternativo en base a un programa de implementación. Este ajuste de medida será aprobado por la SMA.

COSTO ESTIMADO (USD)

984.167

4. Preparación del sitio para el establecimiento de plantas

En primer lugar, se evaluará la implementación de estructuras (empalizadas, mini diques y pequeñas terrazas) y técnicas de manejo y conservación de suelos que permitan controlar la erosión en zonas de alto riesgo (e.g. pendientes pronunciadas) o cárcavas. De manera adicional, con el objetivo de conservar el suelo, se evaluará la implementación de micro terrazas, zanjas de infiltración, plantación individual en curva de nivel. Es importante iniciar procesos de recuperación en pequeñas superficies.

Una vez definidas y construidas las posibles implementaciones de estructuras para sostener el suelo, se procederá a la preparación del sitio puntual para cada individuo a incorporar (preparación de hoyadura). La construcción de la hoyadura de plantación se realizará con palas y tendrá el tamaño adecuado para dar cabida al pan de tierra contenedor de cada especie. Su ubicación in situ será en función de las coberturas puntuales existentes y de la densidad de plantación. La distribución de las casillas será cercana al azar, lo que propende a mantener una estructural “natural” de las formaciones en lugar de las tradicionales hileras. No obstante, lo anterior, se propiciará -en la medida posible – que la ubicación de casillas en sectores con cierta protección de otros individuos existentes o piedras (efecto nodriza).

El sitio de plantación de las especies estará debidamente señalado, indicando el número de sitio y fecha de disposición. Asimismo, los caminos de acceso a estos sectores deberán contar con la señalética adecuada que permita llegar a ellos sin mayor problema. De igual forma, el sitio será georreferenciado en coordenadas UTM. La ubicación de estos sitios será traspasada a un plano, de manera de facilitar el seguimiento.

De manera adicional se construirá un cerco perimetral compuesto por una malla Ursus o hexagonal y estacas (polines) de madera impregnada de 3” de diámetro y 1,5 metros de largo, con separación entre estacas cada 3 a 4



metros, la que será reforzada por tres hebras de alambre galvanizado, para dar una mayor tensión a la malla y otorgar una mayor resistencia. La integridad del cerco será monitoreada permanentemente para prevenir el ingreso de personas no autorizadas y animales a los sitios de conservación.

La presencia de cercos perimetrales permite restringir el ingreso de animales que ramoneen y pisoteen la vegetación, además de provocar compactación del suelo e incorporar fecas a la superficie. La exclusión del ganado es fundamental para que las formaciones vegetales recuperen su estructura y diversidad. Para los sectores de quebradas y/o suelos irregulares, se procurará instalar el cerco de manera adecuada (sin espacios) para que no puedan ingresar dichos animales.

En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de los cercos, procediendo a arreglarlos en caso de que sea necesario.

5. Enriquecimiento

Las especies arbóreas seleccionadas y producidas en vivero a utilizar serán plántulas en cepellón, contenedor o tubete y deberán cumplir con los siguientes atributos básicos antes de salir del vivero:

- Cuello lignificado (a excepción de las herbáceas).
- Altura mínima de la parte aérea de 30 cm.
- Relación largo parte aérea/largo del pan de tierra (raíces) de 2:1.

Se privilegiará que los trabajos de plantación sean ejecutados en los meses de invierno, para aprovechar la mayor humedad atmosférica, del suelo y las precipitaciones, en caso de existir, junto con el período de crecimiento en primavera. Esta actividad se ejecutará de manera manual, con personal

especializado en este tipo de trabajos. Cada planta contará con protección individual compuesta por una malla (tipo corrumet), de modo de evitar la mortandad por lagomorfos.

Al momento de efectuar la plantación, se considerará la aplicación de una capa de “Mulch” de 5 cm compuesta por una mezcla de tierra y paja, a objeto de otorgar una mayor disponibilidad de nutrientes y favorecer el desarrollo radicular. Una vez debidamente asentada la planta y apisonada la tierra de relleno (no excesivamente), se aplicará un riego de establecimiento y se instalará la malla protectora (tipo corrumet). Asimismo, cada planta será marcada con una cinta de color de material biodegradable, que permita reconocerla en los seguimientos e inventarios de prendimiento.

6. Mantenimiento

El riego de establecimiento de la plantación que consistirá en el vertimiento de 10 a 15 litros de agua promedio por cada planta, conforme al tamaño y requisito de la especie, a objeto de adaptar la planta lo más rápido posible a la rigurosidad del ambiente (INFOR, 1995). Junto a la mezcla de tierra y paja se aplicará una capa de hidrogel (según disponibilidad y costo) o, en su defecto, un “ponchito” (cuadrado de área igual a la de la casilla de polietileno) de manera de conservar la humedad del riego de establecimiento y de otras fuentes (rocío, niebla o eventual precipitación).

Se considera la aplicación de riegos estivales, en el período de mayor sequía (octubre a abril), a razón de 30 lt/planta/mes, en dos ciclos de riego mensual de 15 lt cada uno. Es decir, se agregarán 15 lt de agua cada 15 días durante el primer y segundo año. Para los años 3, 4 y 5 se contempla ir disminuyendo la periodicidad, hasta llegar a sólo un riego en el quinto año. Es decir, para el primer y segundo, año serán 7 meses de riego, el tercer año 5 meses de riego, el cuarto año 3 meses de riego y finalmente un solo mes riego el quinto año. Las dosis de riego irán disminuyendo en la proporción de 75, 50 y 25%. Los riegos se harán de manera intercalada, durante



<p>el mismo periodo de octubre a abril mencionado. Esta disminución es con la finalidad de que la planta se adapte de mejor manera a la condición de sequía en los meses de verano.</p> <p>7. <u>Acciones de monitoreo y seguimiento</u></p> <p>El seguimiento de la medida se realizará de forma semestral, conforme se detalla en Capítulo 11. El levantamiento de información será llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo, el cual deberá ser estadísticamente representativo. Cada ejemplar objeto de monitoreo será evaluado en su estado fitosanitario y fenología.</p>			
Medida	Medida N°7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres		
Objetivo específico	Resguardar el sector de la quebrada el "Boldo" con el objetivo de generar un área de resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación.		
Forma de implementación	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
<p>La implementación de la medida se basa en el resguardo y delimitación del área de amortiguación con fines de conservación y enriquecimiento, considerando las siguientes actividades:</p> <p>1. <u>Elaboración de un Plan de Manejo Predial Adaptativo.</u> Se diseñará el Plan de Manejo Predial siguiendo los estándares abiertos para la Práctica de la Conservación. Este Plan será diseñado idealmente por una casa de estudios de la región, con el fin de generar un mayor arraigo de las instituciones a los sectores de la Cordillera El Melón que se encuentran en las laderas de exposición Oriente.</p> <p>2. <u>Estudio de detalle de línea de base del área objeto de la medida</u> Con el objetivo de complementar la información de línea de base del sector objeto de la medida, contenido en el Capítulo 10, se realizarán, en</p>	<p>Plazo total: 10 años, a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, conforme al siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ejecución del Plan de Manejo: 6 meses contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR. Ejecución de estudios de detalle de línea de base: 12 meses contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR. 	<ol style="list-style-type: none"> Plan de manejo predial adaptativo ejecutado en la forma y plazo comprometido. Estudios de línea de base de detalle de la superficie a resguardar con la zona de amortiguación, ejecutado en la forma y plazo comprometido. Señalética instalada y en buen estado conforme a la forma y plazo comprometido 	<p>Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ol style="list-style-type: none"> plagas que afecten más de un 20% de las formaciones vegetacionales existentes; o incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de las formaciones vegetacionales. declinación de participar en el programa de capacitación y educación científica, parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo de la medida.

el plazo de 6 meses, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, los siguientes estudios de detalle:

- Elaboración de estudios de bioecología, biología reproductiva y abundancia potencial de especies de flora y fauna presentes en el área de la medida.
- Elaborar un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del "Sitio prioritario para la Conservación Cordillera El Melón", en el área de la medida.

3. Instalación de señalética informativa y de seguridad.

La instalación de señalética busca cumplir una función educativa y de prevención de accidentes. La señalética informará sobre los siguientes puntos:

- Información sobre la medida ejecutada.
- Información sobre cuidado de flora y fauna del sector
- Información sobre el cuidado con los incendios forestales.

En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de las señaléticas, procediendo a arreglarlas en caso de que sea necesario.

4. Monitoreo permanente

Se contempla realizar monitoreos semestrales durante toda la duración de la medida. En dichos monitoreos se registrarán los cambios estacionales de la flora, cobertura vegetal y se evaluará el ensamble ecosistémico mediante la generación de información de fauna y flora nativa asociada a estos sectores. De esta manera será posible detectar cambios estacionales y temporales en la composición de especies de flora, porcentaje de cobertura vegetal y crecimiento vegetativo de plantas.

5. Capacitación y educación científica

El programa de capacitación y educación científica surgirá de un diseño considerando los resultados de los estudios de los puntos anteriores. Este programa incluirá el contenido educacional científico a compartir, los medios de comunicación y/o difusión de la información, los contenidos principales y los criterios de evaluación de los resultados. Se definirán y ejecutarán campañas anuales de educación ambiental con los elementos arriba descritos. Una vez definido el Programa de Educación Científica, se

- Monitoreos semestral: A partir del Año 2 del PdR, y durante toda su vigencia.
- Educación científica: a partir del Año 2 del PdR y durante toda su vigencia.

4. Programa de capacitaciones científica ejecutado en la forma y plazo comprometido.
5. Monitoreos semestrales ejecutados en la forma y plazo comprometido.

Ejecución de las capacitaciones ejecutadas en la forma y plazo comprometido.

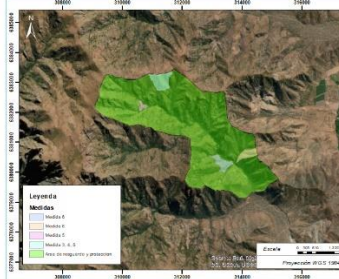
En caso de ocurrencia del impedimento 1 o 2, se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.

En caso de ocurrencia del impedimento 3, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará a la mesa de trabajo comprometida en el compromiso 2, y se continuará con el desarrollo de la medida comprometida con los actores dispuestos a participar, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo.

LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN

Quebrada El Boldo, ubicada en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, en el Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Cordillera El Melón. La superficie considerada en esta medida es de aproximadamente 1.114,2 hectáreas, según se describe en la siguiente figura:

Figura 0-2. Lugar de implementación de la medida 7



Fuente: EXPLODESA

INDICADORES DE EFICACIA

Se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora del estado de la biodiversidad de la zona de amortiguación, según los siguientes parámetros:

- Aumento en la superficie vegetal azonal activa en el área de la medida.
- Aumento en la superficie de bosque nativo natural en el área de la medida.
- Establecimiento de nuevas especies.
- Aumento de presencia de polinizadores.
- Diminución de especies invasoras o plagas.

Se considerará exitosa la medida si se alcanza, al menos, 2 de estos indicadores. Los estudios de detalle de línea de base podrán identificar nuevos

COSTO ESTIMADO (USD)

232.000

<p>hará entrega de este a la autoridad y la comunidad y gestionará su ejecución, reportando dos instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta Gantt, donde se incluirán todas las actividades e hitos asociados a las campañas educación ambiental. • Registro de las actividades y comunicaciones de las campañas de educación ambiental. 	<p>Se adjuntan en Anexo a esta presentación, los planos de las superficies objeto de la medida, en formato Shape y kmz.</p>	<p>indicadores de eficacia, los cuales serán validados por la SMA para su medición y evaluación de la eficacia. La mejora de indicadores de biodiversidad en la zona de resguardo implicarán un aumento en las probabilidades de éxito de las medidas de reparación complementarias 5 (conservación) y 6 (enriquecimiento) de este PdR.</p>	
---	---	---	--

A continuación, se resume el programa de seguimiento propuesto para cada una de las medidas de reparación.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO		
Medida	Medida N°1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
Objetivo específico	Evaluar la evolución de los parámetros de calidad de suelo, estabilidad de los taludes y geoformas del área intervenida con el fin de iniciar la restauración de los servicios ecosistémicos asociados al componente	
DESCRIPCIÓN	DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO	PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR
<p>Suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizará un monitoreo de las propiedades asociadas a la calidad del suelo, con el objetivo de verificar el reestablecimiento de las propiedades del suelo conforme al uso de suelo Clase VII. Se realizarán mediciones en terreno de profundidad efectiva (penetración de raíces de flora y vegetación herbácea) con el objetivo de verificar el reestablecimiento de las propiedades del suelo conforme al uso de suelo Clase VII, en su proceso inicial de restauración. Se monitoreará la estructura y presencia de macrofauna edáfica, con el objetivo de verificar el reestablecimiento de las 	<p>Duración: 9 años, después de ejecutadas las actividades de mejoramiento y mejoramiento de taludes.</p> <p>Frecuencia: Suelo: Debido a a lenta evolución de los parámetros del suelo, se realizarán mediciones cada 2 años. Esto significa que se realizarán mediciones al año 3, 5 y 7 del PdR del cronograma de ejecución del proyecto. Taludes: Se realizará un monitoreo mensual los primeros 2 años (Años 2 y 3 del PdR) luego serán trimestrales por 2 años más (Año 4 y 5 del PdR), y los últimos 4 años serán anuales (Año 6 al 10 del PdR)</p>	<p>Suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Profundidad Estructura Textura Da Agua aprovechable Presencia de macrofauna edáfica Salinidad Alcanilidad Sodicidad pH CE Materia orgánica Nitrógeno Fosforo Potasio Hierro Manganeso Zinc Cobre Boro. <p>Talud:</p> <ul style="list-style-type: none"> Acumulación de detritos al pie del talud Existencia de escorrentías en el talud Afloramientos de nivel freático Desarrollo de cárcavas

<p>propiedades del suelo conforme al uso de suelo Clase VII, en en su proceso inicial de restauración.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de surcos • Zonas de desmantelamiento talud • Crecimiento de vegetación en talud. <p>Lo anterior será sometido a análisis que determinará el estado de erosión del talud, el cual puede ser valorado como deterioro erosivo menor o ausente, moderado o avanzado (grave)</p>																																														
<p>Taludes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará la medición de estabilidad de taludes a través del monitoreo continuo con equipos de geotecnia (radar) con el objetivo de verificar el estado de erosión del talud. • Se realizará el monitoreo del prendimiento de vegetación natural en coberturas de taludes a través de inspecciones visuales realizada por un geólogo, con el objetivo de verificar el inicio del crecimiento de flora y vegetación herbácea. 	<p style="text-align: center;">UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL</p> <p>Los puntos de medición/control se distribuyen en el área a intervenir y se identifican según la medida ejecutada.</p> <p>Tabla 0-5. Puntos de monitoreo suelo</p> <table border="1" data-bbox="485 592 968 881"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Suelo</th> <th colspan="2">Coordenada (m) WGS84 huso 19s</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>314.556</td> <td>6.382.029</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>314.493</td> <td>6.381.910</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>314.352</td> <td>6.381.985</td> </tr> <tr> <td>S4</td> <td>314.397</td> <td>6.382.078</td> </tr> <tr> <td>S5</td> <td>314.318</td> <td>6.382.265</td> </tr> <tr> <td>S6</td> <td>314.683</td> <td>6.381.721</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Gac.</p> <p>Tabla 0-6. Puntos de monitoreo de taludes</p> <table border="1" data-bbox="485 976 968 1252"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Talud</th> <th colspan="2">Coordenada (m) WGS84 huso 19s</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>314.372</td> <td>6.382.169</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>314.416</td> <td>6.382.698</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>314.502</td> <td>6.382.472</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>314.501</td> <td>6.382.355</td> </tr> <tr> <td>T5</td> <td>314.819</td> <td>6.382.586</td> </tr> <tr> <td>T6</td> <td>314.379</td> <td>6.382.490</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: GAC</p>	Suelo	Coordenada (m) WGS84 huso 19s		Este	Norte	S1	314.556	6.382.029	S2	314.493	6.381.910	S3	314.352	6.381.985	S4	314.397	6.382.078	S5	314.318	6.382.265	S6	314.683	6.381.721	Talud	Coordenada (m) WGS84 huso 19s		Este	Norte	T1	314.372	6.382.169	T2	314.416	6.382.698	T3	314.502	6.382.472	T4	314.501	6.382.355	T5	314.819	6.382.586	T6	314.379	6.382.490	<p style="text-align: center;">MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO</p> <p><u>Suelo:</u> Para el monitoreo de suelo, se realizarán calicatas que permitan realizar las mediciones de los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profundidad • Estructura • Textura • Da • Agua aprovechable • Macrofauna edáfica • Salinidad • Alcanilidad • Sodicidad • pH • CE • Materia Orgánica • Nitrógeno • Fosforo • Potasio • Hierro • Manganeso • Zinc • Cobre • Boro. <p><u>Taludes:</u> Un equipo de trabajo liderado por un geólogo realizará mediciones, para lo cual utilizará entre otros equipos, GPS de corrección diferencial tipo RTK y realizará observaciones visuales de ciertos parámetros de inestabilidades: Parámetros de procesos erosivos y parámetros de Colapsos Gravitacionales.</p>
Suelo	Coordenada (m) WGS84 huso 19s																																															
	Este	Norte																																														
S1	314.556	6.382.029																																														
S2	314.493	6.381.910																																														
S3	314.352	6.381.985																																														
S4	314.397	6.382.078																																														
S5	314.318	6.382.265																																														
S6	314.683	6.381.721																																														
Talud	Coordenada (m) WGS84 huso 19s																																															
	Este	Norte																																														
T1	314.372	6.382.169																																														
T2	314.416	6.382.698																																														
T3	314.502	6.382.472																																														
T4	314.501	6.382.355																																														
T5	314.819	6.382.586																																														
T6	314.379	6.382.490																																														

A través de matrices de jerarquización de inestabilidades, donde a cada observación asignará valores dependiendo de los rangos de clasificación, se obtendrá un grado de deterioro (mayor, moderado, cero o menor).

Tabla 0-7. Clasificación de parámetros de procesos erosivos a partir de matrices

Clasificación de estado de erosión de talud	
Grado de deterioro erosivo	Rango
Deterioro Mayor	30-55
Deterioro Moderado	15-30
Deterioro erosivo menor	0-15

Fuente: Icafal, 2012

Tabla 0-8. Clasificación del grado de estabilidad de taludes a partir de matrices

Clasificación de estado de erosión de talud	
Grado de estabilidad	Rango
Muy inestable	30-55
Inestable	5-30
Parcialmente estable	0-5

Fuente: Icafal, 2012

Con las medidas de reparación comprometidas se busca contar con taludes estabilizados con sistemas de control y estabilidad ejecutado con pendientes menores al 45%, controlando la erosión a un estándar de deterioro erosivo menor y parcialmente estable.

Medida	Medida N°2: Restauración ecológica in situ de 6,78 del ecosistema vegetal afectado	
Objetivo específico	Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si la restauración ecológica pudo restablecer las propiedades básicas del área dañada para proveer los servicios ecosistémicos afectados.	
DESCRIPCIÓN	DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO	PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR

<p>Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si la restauración ecológica pudo restablecer el área dañada en sus propiedades básicas o a una calidad similar, en un estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados.</p> <p>Para ello, se realizarán las actividades de monitoreo, que permitirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el prendimiento de la plantación. • Medición de la cobertura vegetal. • Monitorear la presencia de fauna nativa en el área de la medida. • Medición de parámetros que den cuenta de presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros y estándares de calidad comprometidos en la medida 1. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de la medida reparación: Semestral a partir de la notificación del PdR y durante toda su vigencia. • Evaluación de prendimiento: Anual, a partir del año 4 del PdR y durante toda su vigencia • Evaluación de cobertura vegetal: Semestral, a partir del 4 año del PdR y durante toda su vigencia. • Evaluación de presencia de fauna: Estacional, el año 10 del PdR. • Suelo con capacidad para sustentar biodiversidad: Por una sola vez, el año 9 del PdR. 	<p>Parámetros para caracterizar el estado y evolución de la plantación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenología: Crecimiento vegetativo / Floración/ Fructificación/ Senescente • Vigor: Muerto/ Regular/ Normal/ Individuo vigoroso • Presencia de daños: Sin daño aparente/ presencia de daño mecánico / presencia de daño biológico • Cobertura vegetal <p>En el último monitoreo se realizará además la medición de presencia de fauna nativa en el sitio y la presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros y estándares de calidad comprometidos en la Medida 1</p>
	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL	MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO
	<p>El seguimiento se realizará en la misma superficie de implementación de la medida.</p>	<p>La evaluación de prendimiento será llevado a través de un censo donde se revisarán todas las plantas incorporadas en la plantación. Esta evaluación contendrá el análisis para cada ejemplar objeto de monitoreo conforme a los parámetros de fenología, vigor y presencia de daños, junto a información de detalle del número de individuos replantados.</p> <p>Esta evaluación se realizará entre los meses de enero y abril de cada año de ejecución del PdR, se evaluará el prendimiento de la reforestación efectuadas el año anterior. En caso que la plantación tengan menos de 4 meses, se evaluará el prendimiento al año siguiente.</p> <p>En el supuesto de verificarse una sobrevivencia inferior al 75%, se ejecutarán los replantes asociados. Los replantes se realizarán con posterioridad a las evaluaciones de</p>

		<p>prendimiento, entre los meses de mayo a septiembre de cada año.</p> <p>La medición de la cobertura vegetal se realizará, semestralmente, mediante parcelas de 100 m², de representatividad estadística.</p> <p>El monitoreo de fauna silvestre se realizará los años 9 y 10 del PdR, y considera la implementación de transectos para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de observación de aves, instalación de trampas cámaras, captura de micromamíferos mediante trampas Sherman, playback para rapaces nocturnas e instalación de dispositivo grabador de ultrasonidos para quirópteros. Asimismo, se considera la revisión de pircas para establecer tasa de ocupación de estas, la revisión de casas anidaderas para establecer tasa de nidificación y observación de perchas para establecer tasa de ocupación.</p> <p>El monitoreo del suelo se efectuará el año 9 del PdR, conforme a los parámetros y estándares definidos en la medida 1</p>
Medida	Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Objetivo específico	Evaluar el estado de la fauna silvestre presente en los rodales propuestos y ver como las acciones propuestas para la restauración ecológica han favorecido la abundancia y riqueza de fauna nativa.	
DESCRIPCIÓN	DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO	PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR
<ul style="list-style-type: none"> De manera previa a la implementación de la restauración ecológica, se realizarán dos campañas, en épocas contrastantes, que den cuenta del estado previo de las áreas propuestas y que servirán de base para comparar con los valores obtenidos de manera posterior a la restauración, al final de 	<p><u>Duración</u>: el monitoreo tiene una duración de 4 años a partir del año 3 del PdR.</p> <p><u>Frecuencia</u>: los monitoreos se desarrollarán de forma estacional.</p>	<p>Los parámetros a monitorear o medir son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Parámetros ecológicos (riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies) Ocupación de pircas Nidificación de aves Ocupación de perchas

ambas campañas se emitirá un informe que dé cuenta de los resultados obtenidos.

- Se realizarán **monitoreos estacionales** durante 5 años, para todas las clases de vertebrados terrestres, para de esta manera obtener la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies presentes en cada área. En este monitoreo deberá ponerse especial énfasis en el uso de las pircas por reptiles y micromamíferos y de los elementos incorporados para favorecer la nidificación de aves. El monitoreo se propone estacional para poder evaluar las fluctuaciones en los parámetros ecológicos a medir. Una vez finalizada cada campaña de monitoreo, se emitirá un informe que dé cuenta de los resultados obtenidos.

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL

Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, específicamente, en los rodales 1, 2, 3 y 4.

A continuación, en la Tabla 12-8 se indican las coordenadas de cada rodal y en la Figura 12-1 se muestra la representación gráfica de esto.

Tabla 0-8. Coordenadas áreas de implementación de la medida.

Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S	
	Este	Norte
1	313352	6380307
2	314228	6380603
3	310662	6382187
4	311321	6382981

Fuente: GAC

Figura 0-3. Representación gráfica de la ubicación de los rodales



MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

Para la medición de cada parámetro se consideran las siguientes metodologías:

- Para la medición de los parámetros ecológicos se consideran la implementación de transectos para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de observación de aves, instalación de trampas cámaras, captura de micromamíferos mediante trampas Sherman, playback para rapaces nocturnas e instalación de dispositivo grabador de ultrasonidos para quirópteros.
- Revisión de pircas para establecer tasa de ocupación de estas.
- Revisión de casas anidaderas para establecer tasa de nidificación.
- Observación de perchas para establecer tasa de ocupación.

Medida

Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)

Objetivo específico

El objetivo del monitoreo es evaluar a las poblaciones de roedores y lagomorfos exóticos y determinar si la implementación de la medida ha provocado la disminución en su densidad y abundancia.

DESCRIPCIÓN

DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO

PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR

<ul style="list-style-type: none"> De manera previa a la implementación de la medida se realizarán dos campañas, en épocas contrastantes, que den cuenta de la presencia de roedores y lagomorfos en los rodales 1, 2, 3 y 4. Al final de ambas campañas se emitirá un informe que dé cuenta de los resultados obtenidos. Los monitoreos se desarrollarán de forma estacional durante 2 años. 	<p>Duración: el monitoreo tiene una duración de dos años a partir de la implementación total de la medida (Años 5 y 6 del PdR)</p> <p>Frecuencia: los monitoreos se desarrollarán de forma estacional.</p>	<p>Los parámetros a medir son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidad y abundancia de especies introducidas (roedores y lagomorfos) Presencia de restos de roedores introducidos y lagomorfos en egagrópilas de rapaces. Tasa de captura de roedores durante capturas con trampas Sherman 																	
<p align="center">UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL</p>		<p align="center">MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO</p>																	
<p>Rodales 1, 2, 3 y 4, ubicados en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu.</p> <p>A continuación, en la Tabla 12-10 se indican las coordenadas de cada rodal y en la Figura 12-2 se muestra la representación gráfica de esto.</p>		<p>Para la medición de cada parámetro se consideran las siguientes metodologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para la medición de los parámetros propuestos se considera la disposición de trampas Sherman (en número a definir por especialista). Búsqueda de egagrópilas y posterior análisis. 																	
<p>Tabla 0-9. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>311321</td> <td>6382981</td> </tr> </tbody> </table>		Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603	3	310662	6382187	4	311321	6382981	
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S																		
	Este	Norte																	
1	313352	6380307																	
2	314228	6380603																	
3	310662	6382187																	
4	311321	6382981																	
<p>Fuente: GAC</p>																			
<p>Figura 0-4. Representación gráfica de la ubicación de los rodales</p>																			
<p>Fuente: GAC</p>																			

Medida	Medida N°5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Objetivo específico	El objetivo es medir las mejoras en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios objeto de la medida de reparación.	
DESCRIPCIÓN	DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO	PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR
Seguimiento de indicadores de mejora de las variables de conservación de la biodiversidad de los sitios objeto de la medida	Monitores semestrales durante 9 años, a partir del año 2 del PdR. En dichos monitoreos se registrará los cambios en los indicadores propuestos.	<p>El monitoreo considera el seguimiento de variables o indicadores de conservación de biodiversidad, en forma semestral y durante 9 años. Los resultados de monitoreo se compararán con la situación base sin la aplicación de la medida.</p> <p>Como se indicó, se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios, que considerarán, al menos, los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetacionalazonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Aumento de aporte de hojarasca al suelo. • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>El monitoreo de estas variables se podrá realizar a través de parcelas de muestreo forestal y sus resultados se compararán con las mediciones realizadas en parcelas testigos, que se encontrarán fuera de los sitios a proteger y que tengan las mismas condiciones fisiográficas.</p>
	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL	MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO
Los puntos de control o puntos de muestreo serán definidos en los estudios de detalle de línea de base comprometidos en la medida. Los puntos de muestreo deben ser representativos estadísticamente.	El levantamiento de información podrá ser llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo de 100 metros cuadrados, que sean estadísticamente representativas. Cada parcela objeto de monitoreo será evaluado en base a los parámetros mencionados anteriormente.	
Medida	Medida N°6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	

Objetivo específico	Verificar la existencia de una formación vegetacional con una nueva superficie de bosque de preservación con presencia de <i>Porlieria chilensis</i> , con propiedades básicas o similares, en su estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad.	
DESCRIPCIÓN	DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO	PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR
<p>Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si con la implementación de medida de reparación se generó una nueva superficie de bosque de preservación con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, con propiedades básicas o similares, en su estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad. para ello, se realizarán las actividades de monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará un seguimiento de las actividades de la medida de reparación. • Se evaluará el prendimiento de la plantación, anualmente, mediante censo, entregando el detalle información de fenología, vigor y presencia de daños, junto a información de detalle del número de individuos replantados. • Se monitoreará el aumento de la cobertura vegetal de la superficie a enriquecer 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de la medida reparación: Semestral a partir de la notificación del PdR y durante toda su vigencia. • Evaluación de prendimiento: Anual a partir del año 4 del PdR y durante toda su vigencia • Evaluación de cobertura vegetal y superficie de bosque nativo de preservación: Semestral a partir del 4 año del PdR y durante toda su vigencia, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>. • Evaluación de presencia de fauna: Estacional, los años 9 y 10 del PdR. 	<p>El seguimiento de las actividades de la medida de reparación considerará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avance actividades preparatorias ejecutadas en el periodo reportado • Avance de las actividades de producción de plántulas en el periodo reportado. • Informes de avance de las actividades de reforestación, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. <p>Para el seguimiento de la plantación los parámetros para caracterizar el estado y evolución serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenología: Crecimiento vegetativo / Floración/ Fructificación/ Senescente • Vigor: Muerto/ Regular/ Normal/ Individuo vigoroso • Presencia de daños: Sin daño aparente/ presencia de daño mecánico / presencia de daño biológico • Cobertura vegetal y superficie de bosque de preservación con presencia de <i>Porlieria chilensis</i> <p>Adicionalmente, se realizará además el monitoreo estacional de presencia de fauna nativa en el área a enriquecer, en los años 9 y 10 del PdR. Los parámetros a monitorear son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros ecológicos (riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies) • Ocupación de pircas • Nidificación de aves • Ocupación de perchas
	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL	MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO
	Los puntos de monitoreo o control se ubicarán en la misma superficie donde se realizará la medida, cuya superficie es 37,5 ha.	Evaluación de prendimiento: El levantamiento de información será llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo, el cual deberá ser estadísticamente representativo. Cada ejemplar objeto de monitoreo será evaluado en base a los parámetros de fenología, vigor y presencia de daños. Esta evaluación se realizará entre los meses de enero y abril de cada año de ejecución del PdR, se evaluará el prendimiento de la reforestación efectuadas el año anterior. En caso que la plantación tengan menos de 4 meses, se evaluará el prendimiento al año siguiente. En el supuesto de verificarse una sobrevivencia inferior al

<ul style="list-style-type: none"> Se monitoreará el aumento de presencia de fauna nativa en el área de la medida. 		<p>75%, se ejecutarán los replantes asociados. Los replantes se realizarán con posterioridad a las evaluaciones de prendimiento, entre los meses de mayo a septiembre de cada año.</p> <p><u>Medición de la cobertura vegetal y presencia de bosque de preservación con presencia de <i>Porlieria chilensis</i></u> se realizará, mediante parcelas de 100 m², representativas estadísticamente.</p> <p><u>Monitoreo de fauna silvestre</u> se realizará los años 9 y 10 del PdR, y considera las siguientes metodologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para la medición de los parámetros ecológicos se consideran la implementación de transectos para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de observación de aves, instalación de trampas cámaras, captura de micromamíferos mediante trampas Sherman, playback para rapaces nocturnas e instalación de dispositivo grabador de ultrasonidos para quirópteros. Revisión de pircas para establecer tasa de ocupación de estas. Revisión de casas anidaderas para establecer tasa de nidificación. Observación de perchas para establecer tasa de ocupación.
<p>Medida</p>	<p>Medida N°7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres</p>	
<p>Objetivo específico</p>	<p>Evaluar el establecimiento de la zona resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación y la mejora de indicadores de biodiversidad en esta área.</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p>	<p>DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MEDICIÓN O MONITOREO</p>	<p>PARÁMETROS A MONITOREAR O MEDIR</p>
<p>Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si la restauración ecológica pudo restablecer el área dañada en sus propiedades básicas o a una calidad similar, en un estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados.</p>	<p>Monitores semestrales durante 9 años, a partir del año 2 del PdR. En dichos monitoreos se registrará los cambios en los indicadores propuestos.</p>	<p>El monitoreo considera el seguimiento de variables o indicadores de protección y amortiguación de conservación de biodiversidad, en forma semestral y durante 9 años. Los resultados de monitoreo se compararán con la situación base sin la aplicación de la medida. Como se indicó, se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora en el estado de resguardo de conservación de biodiversidad de los sitios, que considerarán, al menos, los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aumento en la superficie vegetal azonal activa en el área de la medida. Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida.

<p>Para ello, se realizarán las actividades de monitoreo, que permitirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el prendimiento de la plantación. • Medición de la cobertura vegetal. • Monitorear la presencia de fauna nativa en el área de la medida. • Medición de parámetros que den cuenta de presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros y estándares de calidad comprometidos en la medida 1. 		<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Aumento de aporte de hojarasca al suelo. • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>El monitoreo de estas variables se podrá realizar a través de parcelas de muestreo forestal y sus resultados se compararán con las mediciones realizadas en parcelas testigos, que se encontrarán fuera de los sitios a resguardar y que tengan las mismas condiciones fisiográficas.</p>
	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS/ZONAS DE MEDICIÓN Y CONTROL	MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO
	<p>Los puntos de control o puntos de muestreo serán definidos en los estudios de detalle de línea de base comprometidos en la medida. Los puntos de muestreo deben ser representativos estadísticamente.</p>	<p>El levantamiento de información podrá ser llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo de 100 metros cuadrados, que sean estadísticamente representativas. Cada parcela objeto de monitoreo será evaluado en base a los parámetros mencionados anteriormente.</p>

A continuación, se resumen los medios de verificación y mecanismos de reporte contemplados en este PdR para cada una de las medidas propuestas.

REPORTES Y MEDIOS DE VERIFICACIÓN			
REPORTES DE AVANCE SEMESTRALES			
Plazo: 15 días hábiles desde el término del periodo de ejecución			
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N°	Acción a reportar	Medios de verificación
	1	Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	<ul style="list-style-type: none"> • Informe final del Estudio topográfico de detalle. • Informe final del Estudio de detalle del suelo y características físicas, químicas y biológicas. • Informe final del Estudio de velocidad de infiltración de agua en el suelo. • Informe final del Estudio de mecánica de suelo y estabilidad de taludes. • Informe de avance de las actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes para el periodo informado, que incluya información sobre las superficies reparadas y las enmiendas utilizadas con registro

		fotográfico fechado y georreferenciado de las actividades de reparación y seguimiento del componente (descripción de calicatas, resultados de muestreos y análisis de resultados), todos para el periodo reportados.
2	Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetal afectado	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de avance actividades preparatorias ejecutadas en el periodo reportado • Informes de avance de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas, en el periodo reportado. • Informes de avance de las actividades de reforestación, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. • Informes anuales que entreguen el detalle de la evaluación de prendimiento (que incluya información de fenología, vigor y presencia de daños) y el detalle del número de individuos replantados, para el periodo reportado. • Informes semestrales de cobertura vegetal.
3	Dstrucción de hábitats de fauna silvestre asociada la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de evaluación preliminar de hábitats ejecutado por especialista en fauna, que incluya las variables de densidad, riqueza y abundancia de especies. • Informe de avance actividades ejecutadas en el periodo informado, incluyendo información de coordenadas de cada refugio y la descripción de cada uno (pirca, nido, percha u otro a determinar por el especialista a cargo) y registro fotográfico georreferenciado de los sectores en los que se han aplicado los mejoramientos de hábitat. • Informes estacionales de seguimiento y monitoreo para el periodo informado, luego de la implementación de los refugios para fauna, que incluirán una comparación con el informe de caracterización preliminar para evaluar la efectividad de la medida propuesta.
4	Dstrucción de hábitat de fauna silvestre asociada la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada.	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducidas • Informes anuales de monitoreo
5	Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe de avance de la instalación del cerco perimetral para el periodo reportado, que contenga registro fotográfico fechado y georreferenciado. • Informe de avance de la instalación de señalética para el periodo informado, que contenga registro fotográfico fechado y georreferenciado • Informes de mantenciones de cerco perimetral y señalética, ejecutadas en el periodo reportado, y que incluya registro fotográfico fechado y georreferenciado. • Informes semestrales de monitoreos ejecutados en el periodo informado. • Antecedentes que acrediten el patrocinio de investigaciones científicas asociadas a la medida de reparación propuesta, implementado durante el periodo informado. • Copia de publicaciones en revistas de carácter divulgativo o científico, efectuadas durante el periodo informado do.

	6	Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de avance actividades preparatorias ejecutadas en el periodo reportado • Informes de avance de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas, en el periodo reportado. • Informes de avance de las actividades de enriquecimiento, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. • Informes anuales que entreguen el detalle de la evaluación de prendimiento (que incluya información de fenología, vigor y presencia de daños) y el detalle del número de individuos replantados, para el periodo reportado. • Informes semestrales de monitoreo de indicadores de superficie de bosque nativo de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, cobertura vegetal y presencia de fauna nativa en el área de la medida.
	7	Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe de Plan de Manejo adaptativo. • Informe de avance de la instalación de señalética para el periodo informado, que contenga registro fotográfico fechado y georreferenciado. • Programa de capacitaciones y registros de su implementación. • Informes semestrales de monitoreos ejecutados en el periodo informado. • Antecedentes que acrediten la realización de las capacitaciones científicas (registros de asistencia y fotos georreferenciadas)

REPORTES FINALES DE EJECUCIÓN DE MEDIDA

Plazo: 15 días hábiles desde el término de ejecución de la medida

	N°	Acción a reportar	Medios de verificación
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	1	Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	Informe final que dé cuenta de la ejecución de actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes durante el PdR, que incluya: <ul style="list-style-type: none"> - Cartografía del estado inicial y final del área intervenida, que especifique las superficies objeto de las medidas de reparación ejecutadas. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado de las superficies sujetas a las actividades de reparación comprometidas. - Descripción de las actividades de seguimiento (calicatas y resultados del muestreo y análisis de resultados) - Antecedentes que acrediten los costos incurridos
	2	Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetal afectado	<ul style="list-style-type: none"> • Informe final de actividades preparatorias ejecutadas. • Informe final ejecutivo de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas.

		<ul style="list-style-type: none"> Informe final ejecutivo de las actividades de reforestación ejecutadas en el PdR, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo nombre del predio, sus accesos, rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape. Informe final de prendimiento y número de individuos replantados, durante toda la ejecución del PdR. Informes final de cobertura vegetal Informe de monitoreo de presencia de fauna Informe de monitoreo de suelo Documentos que acrediten los costos incurridos.
3	Destrucción de hábitats de fauna silvestre asociada a la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada	<ul style="list-style-type: none"> Se dará cuenta de las actividades ejecutadas, incluyendo información de coordenadas de cada refugio y la descripción de cada uno (pirca, nido, percha u otro a determinar por el especialista a cargo) y registro fotográfico georreferenciado de los sectores en los que se han aplicado los mejoramientos de hábitats. Informes final de seguimiento y monitoreo de las actividades y variables comprometidas. Antecedentes que acrediten los costos incurridos.
4	Destrucción de hábitat de fauna silvestre asociada a la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada.	<ul style="list-style-type: none"> Informe final de la ejecución de actividades, que incluya instalación de las casas anidaderas para lechuzas, con respaldo fotográfico fechado y georreferenciado. Antecedentes que acrediten los costos incurridos.
5	Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	<ul style="list-style-type: none"> Informes de estudios de detalle de línea de base. Informe final de la instalación del cerco perimetral. Informe final de instalación de señalética. Informe que resuma las mantenciones del cerco perimetral y de la señalética instalada. Informe que resuma los resultados y análisis de los monitoreos estacionales comprometidos Copia de publicaciones en revistas de carácter divulgativo o científico Respaldos contables de actividades realizadas que acrediten los costos incurridos.
6	Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	<ul style="list-style-type: none"> Informe final de actividades preparatorias ejecutadas. Informe final ejecutivo de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas. Informe final ejecutivo de las actividades de reforestación ejecutadas en el PdR, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo nombre del predio, sus accesos, rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape. Informe final de prendimiento y número de individuos replantados, durante toda la ejecución del PdR. Informes final de análisis de indicadores de presencia de bosque de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, cobertura vegetal y presencia de fauna nativa. Documentos que acrediten los costos incurridos.

	7	Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe de Plan de Manejo adaptativo. • Informe final de instalación de señalética. • Informe que resuma los resultados y análisis de los monitoreos estacionales comprometidos • Copia de los antecedentes que acrediten la realización de las capacitaciones científicas (registros de asistencia y fotos georreferenciadas) • Respaldos contables de actividades realizadas que acrediten los costos incurridos.
--	---	--	--

REPORTE FINAL DEL PLAN DE REPARACIÓN

Plazo: 15 días hábiles desde el término de ejecución del Plan

ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N°	Acción a reportar	Medios de verificación
	1	Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	El informe final del PdR dara cuenta de un análisis de eficacia de las acciones comprometidas en base los indicadores de eficacia y al plan de seguimiento comprometidos.
	2	Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetal afectado	Informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de eficacia de la medida en cuanto a la existencia de una nueva formación vegetal, con propiedades básicas, para proveer los servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad. Para ello, el análisis considerará el establecimiento exitoso de la formación vegetal (prendimiento y cobertura), la presencia de fauna nativa en el área y la presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad.
	3	Destrucción de hábitats de fauna silvestre asociada la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada	El Informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de la implementación de la medida, y como ésta ha contribuido a la mejora del componente, sus funciones y servicios, mediante la constatación del porcentaje de incremento de la abundancia y riqueza de fauna nativa comprometido.
	4	Destrucción de hábitat de fauna silvestre asociada la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada.	Infome que dé cuenta de la implementación de las medidas y cómo éstas ha contribuido a la mejora del componente afectado, sus funciones y servicios, mediante la constatación de la disminución de presencia de especies invasoras.
	5	Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	El informe final del PdR dará cuenta de la eficacia de la medida de reparación comprometida en razón de la mejora en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios objeto de la medida

	6	Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	El Informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de la eficacia de la medida en cuanto a la existencia de una formación vegetacional con una nueva superficie de bosque de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i> , con propiedades básicas o similares, en su estado inicial, para proveer las funciones y servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad.
	7	Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	El informe final del PdR dará cuenta de la eficacia de la medida de reparación comprometida en razón de la mejora en el estado de conservación de biodiversidad de la zona de amortiguación.

3 ANTECEDENTES GENERALES

3.1 Conceptualización del Plan de Reparación

Se destaca que la conceptualización de este Plan de Reparación resulta plenamente concordante con nuestro ordenamiento jurídico, y -en específico- con el propio art. 2 letra s) de la Ley N° 19.300.

En efecto, habida consideración que, conforme al artículo 2 literal s) de la Ley 19.300, se entiende por "reparación" la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas, y en relación con la letra ll) del mismo artículo, se desprende que el objetivo esencial de la actividad de reparación es el "medio ambiente", definido como "el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones".

En otras palabras, el concepto de reparación permite dar cuenta del restablecimiento de un ecosistema dañado en atención a las funciones y servicios ambientales que éste presta, más allá del restablecimiento de un individuo o sitio afectado determinado. Lo anterior, permite implementar la reparación a través de una combinación de acciones de reparación, dentro de las que se incluyen, para el objetivo establecido por el propio art. 2 letra s) de la Ley N° 19.300, medidas de reparación complementarias cuyo objetivo precisamente sea restablecer los servicios ecosistémicos dentro del mismo ecosistema global, si bien no se encuentran en el mismo sitio afectado.

En este sentido, se reitera que los distintos estatutos de responsabilidad han surgido en base a un mismo objetivo, este es, buscar la reparación de daños. Al respecto, se ha considerado que las formas de reparación que establece la regulación ambiental vigente corresponden a manifestaciones de la reparación en naturaleza del derecho de daños, ello debido a que la acción de reparación de daño ambiental busca reponer materialmente el medio ambiente dañado. A su vez, el derecho de daños define a la reparación en naturaleza o en especie, como la forma más perfecta de reparación, toda vez que, busca remover la causa del daño y propender a la realización de todas las actividades necesarias para reponer las cosas o bienes dañados a su estado primitivo, esto es, a un estado anterior a la ocurrencia de los hechos dañosos^{12 13}.

Sin embargo, se ha señalado que, en sede de daño ambiental la reparación establecida por la regulación vigente no corresponde exactamente a la reparación en naturaleza establecida por el derecho de daños. Lo anterior, se debe a que, en atención a la naturaleza del bien jurídico que se tutela, la reparación ambiental en ningún caso podría lograr un restablecimiento exacto del medio ambiente dañado, sino que,

¹² Ricardo de Ángel Yágüez, *La Responsabilidad Civil* (Bilbao: Publicaciones Universidad de Deusto, 1989), 321. En: Bastián Cabrera Jorquera, *Reparación en equivalencia del daño ambiental irreversible*, Memoria de Prueba para optar al grado e Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2017, p. 17.

¹³ De acuerdo con Barros, la restitución en naturaleza comprende un conjunto de prestaciones cuyo fin es restituir a la condición efectiva en que se encontraba la víctima con anterioridad al hecho demandado, pudiendo exigir ser restituida de la forma más cercana posible al estado anterior al provocado por el ilícito demandado. Enrique Barros Bourie, *Tratado de Responsabilidad Extracontractual*, p. 877.

tiene un fin de reparación más modesto, toda vez que postula el restablecimiento en una calidad similar al medio ambiente dañado que jamás hará que retorne a su estado primitivo^{14 15}.

Respecto de los alcances de este tipo de reparación, se ha sostenido que es más adecuado el empleo de la expresión de *restitutio in pristinum* que reparación in natura, debido a que la primera posee un alcance más amplio que la segunda. En este sentido se sostiene que, a diferencia de la reparación in natura, la *restitutio in pristinum* no se fundamenta en la mera restitución de los bienes afectados a su estado inicial, sino que, persigue la adopción de medidas correctoras que permitan evitar la ocurrencia de daños futuros, eliminando la causa del daño o cesando la actividad lesiva^{16 17}. Al respecto, la Corte Suprema manifiesta esta idea al señalar, en un pronunciamiento sobre daño ambiental, que las medidas de reparación in natura de los daños ambientales no pretenden la creación de un escenario óptimo del medio ambiente que nunca ha existido, puesto que, dicho fin es de carga del Estado y sus órganos¹⁸.

Es más, en derecho comparado ya se ha postulado que puedan existir casos en que, pese a que la reparación por naturaleza pueda ser materialmente posible, es probable que no pueda efectuarse, al no ser ventajosa ni razonable para el medio ambiente, ni en términos económicos¹⁹. Por ello, se postula que, en atención al principio de proporcionalidad, la aplicación de la reparación en naturaleza siempre será adecuada y sólo tendrá lugar cuando sea técnicamente posible y económicamente razonable²⁰.

Por ello, se ha planteado que, en ciertos casos, conviene evitar los costos excesivos que supone la reparación por una vía, si existen otras vías "más eficientes" .. De esta manera, resulta relevante, a la hora de determinar las medidas de reparación, tener en consideración los hipotéticos beneficios ecológicos de la reparación y, conforme a un test de proporcionalidad, determinar que, si los beneficios ecológicos son inferiores a los costes de reparación en especie, ésta no debería llevarse a cabo²¹.

¹⁴ Al respecto, se sostiene que, debido a la naturaleza de los bienes tutelados, no debe ser entendida como una reparación idéntica de los elementos dañados, sino que debe propender al restablecimiento de los servicios ambientales en una calidad similar. Jorge Bermúdez Soto, *Fundamentos del Derecho Ambiental* (Valparaíso: Ediciones Universitarias Valparaíso, 2016), pp. 408 – 412.

¹⁵ La reparación *in natura* en el ámbito de la responsabilidad ambiental opera, pero con matices, puesto que, exigir que el medio ambiente o su componente por la ejecución de la medida de reparación vuelva al estado exacto es un objetivo prácticamente inalcanzable. En efecto, a lo que se puede aspirar a través de una medida reparatoria es a recuperarlo a un estado aproximado o similar, pero nunca a uno idéntico. En todo caso, los sistemas de responsabilidad que se analizan integran este matiz y reconocen una técnica reparatoria especial. María Jesús Pinochet Abalos, *Responsabilidad ambiental en Chile. Análisis basado en la regulación comunitaria y española*. M+A Revista Electrónica de Medioambiente, Tomo 18, N°2. p. 155.

¹⁶ Antonio Sánchez. "La 'Restituo in pristinum' como mecanismo deseable para la reparación de los daños causados al Medio Ambiente", *Medio Ambiente & Derecho*, N°. 3, 1999. Al respecto, citando a Jordano Fraga, el autor señala que "de nada nos serviría la *restitutio in pristinum* si con posterioridad se sigue dañando el entorno, justificando así una especie de derecho a dañar indemnizando". Jordano Fraga, Jesús, *La Responsabilidad de la Administración con ocasión de los daños al Medio Ambiente*. En: Antonio Sánchez. "La 'Restituo in pristinum' como mecanismo deseable para la reparación de los daños causados al Medio Ambiente".

¹⁷ Al respecto, la Corte Suprema señala en un pronunciamiento que el objetivo de reparación establecido en el artículo 2 letra s) de la Ley N° 19.300, consiste en "reponer el medio ambiente a una calidad similar a la que tenía antes de la intervención de los demandados. En caso de no ser ello posible, se ha de buscar restablecer sus propiedades básicas, **las que deben siempre prevenir el acaecimiento de daños mayores**". Ver: Considerandos 12 de la sentencia de reemplazo de la Corte Suprema, pronunciada con fecha 07 de agosto de 2019. Rol 1239-2018.

¹⁸ En una reciente sentencia en que la Corte Suprema se pronunció acerca de un recurso de casación en el fondo, proveniente de una demanda de reparación por daño ambiental, el máximo tribunal cuestionó algunas de las medidas de reparación que fueron otorgadas en la causa, señalando que dichas medidas se alejaban del fin de reparación *in natura* del daño ambiental, toda vez que su fin se encaminaba a crear un escenario óptimo para la laguna dañada que nunca ha existido, señalando que dicha tarea corresponde al Estado y sus órganos (Ver: Considerandos 13 y 14 de la sentencia de reemplazo de la Corte Suprema, pronunciada con fecha 07 de agosto de 2019. Rol 1239-2018).

¹⁹ Albert Ruda González, *El Daño Ecológico Puro. La responsabilidad civil por el deterioro al Medio Ambiente, con especial atención a la Ley 26/2007* (Navarra: Thomson Aranzadi, 2008), pp. 465 – 466.

²⁰ Albert Ruda González, *El Daño Ecológico Puro. La responsabilidad civil por el deterioro al Medio Ambiente, con especial atención a la Ley 26/2007* (Navarra: Thomson Aranzadi, 2008), 260. En: Jorge Femenias Salas, *El régimen general de responsabilidad por daño ambiental en la Ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente*, Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid y Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, p. 323.

²¹ Albert Ruda González, *El Daño Ecológico Puro*, pp. 467 – 469.

A partir de los elementos expuestos, resulta plausible considerar que, en materia de daño ambiental, el cumplimiento por equivalencia pueda tener un rol relevante como alternativa de reparación de daños. Al respecto, en la doctrina comparada se ha señalado que las medidas de reparación deben considerar el principio de proporcionalidad, adoptando un juicio de racionalidad al momento de ser adoptadas. Lo anterior significa que, para adoptar medidas de reparación *in integrum*, se debe ponderar el coste de su ejecución con las ventajas ambientales obtenidas. Incluso, para algunos autores, la aplicación de criterios de racionalidad de las medidas de reparación admite la adopción directa de medidas compensatorias (cumplimiento por equivalencia) si se pueden lograr los mismos objetivos, pero con menor coste en otro lugar²².

Al respecto, se ha sostenido que la reparación por equivalencia no se trata de una fórmula subsidiaria de reparación, a la que sólo se puede acudir cuando la reparación específica no sea posible, sino que se utiliza cuando resulta materialmente imposible, o sencillamente excesiva la medida de reparación *in natura*.

Para sostener la factibilidad de esta vía de reparación al medio ambiente dañado, se ha señalado que, es deseable la adopción de medidas tendientes a alcanzar un efecto ecológico equivalente, dado que, su adopción permitirá tutelar de manera íntegra el interés ecológico protegido²³.

En atención a ello, el cumplimiento por equivalencia podría considerarse como una buena alternativa para complementar las medidas de reparación, en el caso que el daño ambiental sea reparable, o sustituir la reparación *in natura*, en aquellos casos en que el daño ambiental sea irreparable²⁴. Lo anterior, sin olvidar que en atención al bien jurídico que se tutela, la reparación en naturaleza, es decir, en el mismo entorno o elementos dañados, es la vía reparatoria preferente²⁵, mientras que, el cumplimiento por equivalencia vendría a ser una fórmula complementaria al cumplimiento *in natura*, con los alcances descritos en el párrafo anterior²⁶.

En este sentido, en la doctrina comparada se ha sostenido que las medidas de compensación de carácter ambiental han tomado mayor fuerza, haciendo referencia al enfoque adoptado por la Directiva 2004/35/CE, que establece la posibilidad de compensar a través de medidas ambientales, como, por

²² Iñigo Sanz Rubilares, *Aspectos Jurídicos de la Remediación Ambiental*. El Modelo Europeo. En: Jorge Femenías Salas, *El régimen general de responsabilidad por daño ambiental en la Ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente*, p. 322 – 327.

²³ Lucía Gomis Catalá, *Responsabilidad por Daños al Medio Ambiente*, (Pamplona: Editorial Aranzadi, 1998) pp. 260 – 265.

²⁴ Esta última hipótesis se defiende en los trabajos: Bastián Cabrera Jorquera, *Reparación en equivalencia del daño ambiental irreversible* y Jorge Femenías Salas, *El régimen general de responsabilidad por daño ambiental en la Ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente*.

²⁵ Cabe recordar que la función de la acción de reparación por daño ambiental consiste en la reparación ambiental del medio ambiente dañado. Los autores que plantean la posibilidad de considerar el cumplimiento por equivalencia como alternativa de reparación ambiental, siempre lo sujetan a la imposibilidad o dificultad de ejecución de las medidas correctivas establecidas en el art. 2 letra s) de la Ley N° 19.300. Ver: Bastián Cabrera Jorquera, *Reparación en equivalencia del daño ambiental irreversible* y Jorge Femenías Salas, *El régimen general de responsabilidad por daño ambiental en la Ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente*.

²⁶ Al respecto, se ha sostenido que es necesario "derrumbar el mito de la irreparabilidad del Medio Ambiente, si bien matizando, como antes hemos hecho, que lo difícil es la restitución *in pristinum* de aquello dañado, no ya tanto la reparación de ello. El llamado valor de sustitución da mucho juego: por ejemplo, cuando una empresa ha contaminado por emisiones excesivas a la atmósfera, podría repararlas aumentando la superficie de arbolado que circunda la empresa, o regenerando bosques que filtren ese gas. O cuando otra contamina un río, podría compensarse con un cierre de la empresa por el tiempo que se estime biológicamente que tardará ése en regenerarse [...]. También son usuales en EE.UU. (el país más avanzado en estos casos), las reforestaciones obligadas a las empresas por la contaminación que vierten a la atmósfera, aunque se produzcan en sitios muy distantes. Así, si una empresa de Dallas que vertiera diariamente el equivalente en CO2 que respiran 2.000 árboles de gran tamaño, deberá replantar (aunque sea en el Amazonas) esa cantidad de árboles, como justo valor de sustitución. Loperena Rota, Demetrio, *Los Principios del Derecho ambiental*. En: Antonio Sánchez. "La 'Restitución *in pristinum*' como mecanismo deseable para la reparación de los daños causados al Medio Ambiente", *Medio Ambiente & Derecho*, N°. 3, 1999.

ejemplo, a través de la proporción de recursos naturales y/o servicios del mismo tipo, calidad y cantidad a los dañados²⁷.

Respecto de ello, el Anexo II de la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daño ambientales, hace referencia a la reparación del daño ambiental. En dicho Anexo, se consideran medidas de reparación de distinta naturaleza, cuyo contenido no se limita a la reparación *in natura*. En lo que atañe a esta presentación, se contempla tres tipos de medidas de reparación: primaria, complementaria y compensatoria.

La primera, tiene un alcance muy similar al que establece el artículo 2 letra s) de la Ley N° 19.300, puesto que, contempla la ejecución de toda medida reparadora que restituya o aproxime los recursos naturales y/o servicios dañados a su estado básico²⁸.

Por otra parte, tanto la reparación complementaria como compensatoria tienen un alcance que se supedita a la reparación primaria. En este sentido, se define la reparación complementaria como toda medida reparatoria que busca compensar el hecho que la reparación primaria no haya dado lugar a la plena restitución de los recursos naturales o servicios. Y, la reparación compensatoria, corresponde a toda acción adoptada para compensar las pérdidas provisionales que tengan lugar desde la fecha en que se produjo el daño, hasta el momento en que la reparación primaria haya surtido todo su efecto²⁹⁻³⁰.

En el escenario nacional, si bien, no se contempla en forma expresa la reparación por equivalencia del daño ambiental, este concepto no resulta ser ajeno a nuestra regulación vigente. En este sentido, se establece tanto en la Ley N° 19.300, como en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que, los Estudios de Impacto Ambiental deben contemplar un plan de medidas de mitigación, reparación y compensación, al igual que en la regulación de bosques nativos e infracciones Planes de Manejo y Planes de Trabajo, o en el caso de corta no autorizada de bosque nativo.

A partir de lo expuesto, es posible desprender que nuestro ordenamiento jurídico ambiental y sectorial considera la implementación de medidas compensatorias frente a ciertos escenarios en que se busca generar alternativas para evitar o recuperar la pérdida recursos o elementos del medio ambiente, ya sea, como mecanismos *ex ante* que autorizan la ejecución de una actividad o *ex post*, mediante medidas correctivas de hechos infraccionales.

Por otra parte, a nivel jurisprudencial, si bien a la fecha no se han decretado medidas de compensación en juicios por reparación por daño ambiental, existen ciertos pronunciamientos que han establecido medidas que no se encuentran ajenas a dicho concepto. Un caso corresponde a la demanda por daño ambiental vinculada a la ejecución de un proyecto de desarrollo minero, que ocasionó menoscabo en un sector de la

²⁷ Pascal Gastineau y Emmanuelle Taugourdeaub, *Compensating for environmental damages*. En: Ecological Economics, N°97, (2014) p. 150.

²⁸ Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daño ambientales. Anexo II: reparación del daño medio ambiental.

²⁹ Ídem.

³⁰ Por otra parte, esta naturaleza accesoria a la reparación primaria se establece dentro de sus objetivos:

Medidas complementarias: La finalidad de la reparación complementaria **es proporcionar un nivel de recursos naturales y/o servicios —inclusive, si procede, en un paraje alternativo— similar al que se habría proporcionado si el paraje dañado se hubiera restituido a su estado básico**. En la medida en que sea posible y adecuado, el paraje alternativo deberá estar vinculado geográficamente al paraje dañado, teniendo en cuenta los intereses de la población afectada.

Medidas compensatorias: Esta reparación compensatoria consiste en **aportar mejoras adicionales a las especies y hábitats naturales protegidos o a las aguas, ya sea en el paraje dañado o en un paraje alternativo**, y no en compensar económicamente al público.

Cordillera El Melón³¹. En este caso, se condenó a la empresa por daño ambiental, ordenando, entre otras medidas, la reposición de 21,65 hectáreas de suelo, subsuelo y bosque nativo del ecosistema eliminado (Cordillera El Melón, Quebrada El Gallo). Lo particular de esta medida consiste en que, se establece que, en caso de no ser posible técnicamente dicha reposición, su ejecución se efectuará en un ecosistema de manera EX SITU (en otro lugar), debiéndose formular y ejecutar un plan de reforestación del ecosistema del bosque nativo de protección y conservación en un área de 44 hectáreas³².

Otro caso corresponde a una demanda por daño ambiental que se resolvió mediante una transacción que, contempla entre las concesiones recíprocas de acuerdo, la proposición de un plan de compensación por daño a la flora y fauna silvestre del área, con medidas que tiendan a la repoblación y reforestación de las especies³³.

Lo expuesto en estos párrafos permite señalar que la implementación del cumplimiento por equivalencia como vía de reparación del daño ambiental no resulta ser extraño ni contradictorio con nuestro ordenamiento jurídico, ni -en específico- con el propio art. 2 letra s) de la Ley N° 19.300, tal como se ha acreditado en los párrafos anteriores.

Así, si se considera que el medio ambiente consiste en un sistema global, de acuerdo con la definición que nos brinda el artículo 2 letra II) de la Ley N° 19.300, resulta razonable sostener que, el objetivo de la reparación del daño ambiental consiste en restablecer el sistema dañado en atención a la función y servicios ambientales que presta, más allá de pretender el restablecimiento de un individuo o sitio afectado determinado³⁴.

3.2 Procedimiento sancionatorio Rol F-009-2018

3.2.1 Del Proyecto Mina Cardenilla

Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero (en adelante e indistintamente, EXPLODESA), es titular del proyecto "Mina Cardenilla", calificado ambientalmente favorable mediante Resolución Exenta N° 242 emitida por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Valparaíso con fecha 18 de marzo de 2008 (RCA N° 242/2008), cuyo objeto fue el reinicio de la explotación a cielo abierto de un yacimiento masivo de cobre.

³¹ La demanda se tramitó bajo el Rol 22916-2012 del 21° Juzgado Civil de Santiago, Caratulado Fisco de Chile/ Anglo American Sur S.A. En este caso, la demanda por daño ambiental se fundamentó en que la ejecución del Proyecto Continuación Norte Rajo Abierto El Soldado, ocasionó menoscabo en un sector de la Cordillera El Melón, generando graves daños ambientales que fueron constatados por la autoridad sectorial en el mes de septiembre de 2011. Específicamente, se afectó una superficie de 5,6 ha de bosque nativo al margen de lo autorizado por la RCA, en la Quebrada El Gallo (de las cuales 0,3 ha corresponden a Bosque Higrófilo con presencia de Belloto del Norte; 2,6 ha de Bosque Esclerófilo; y, 1,8 ha a formaciones vegetaciones arbustivas).

³² Sentencia pronunciada con fecha 06 de enero de 2015, por el 21° Juzgado Civil de Santiago. Confirmada en Corte de Apelaciones de Santiago y desistida en Corte Suprema.

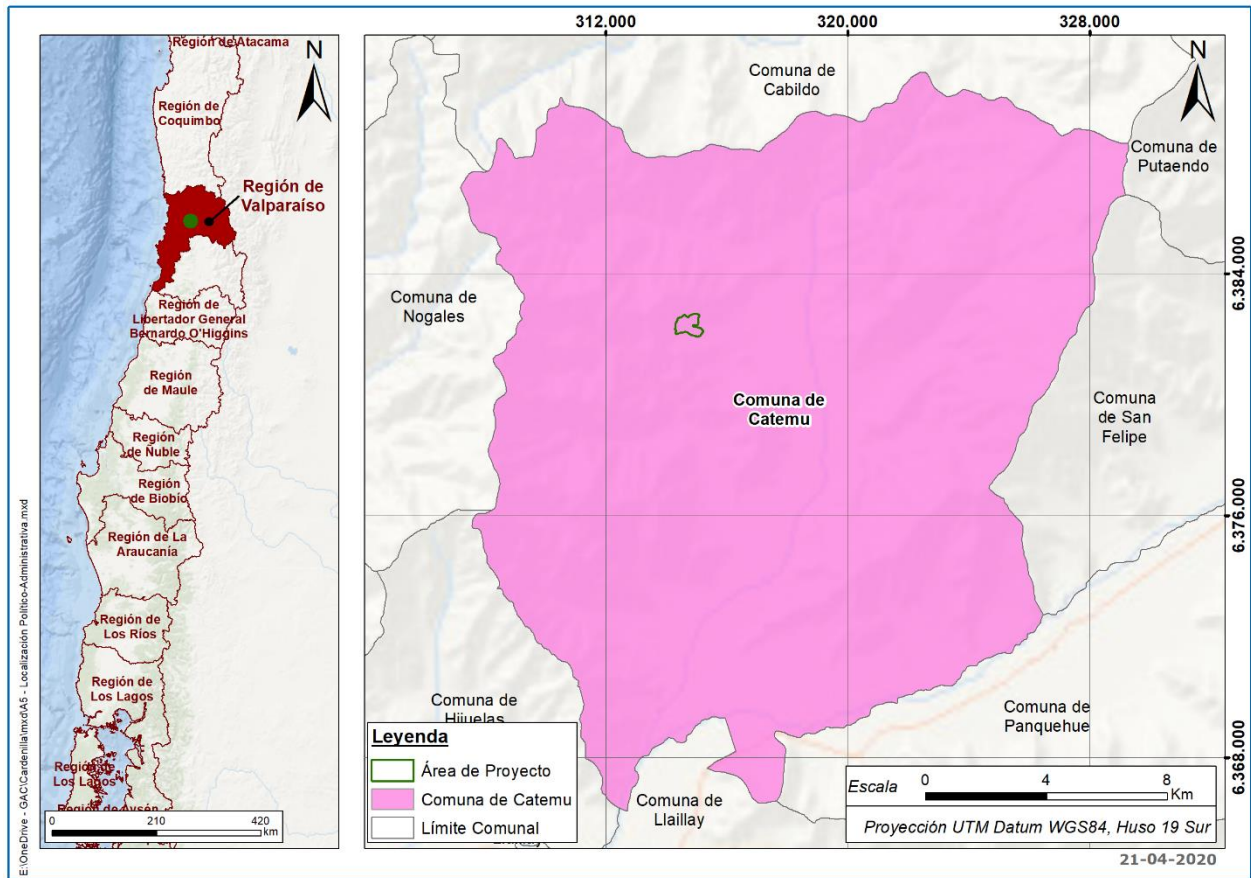
³³ La demanda se tramitó bajo el Rol 188-2006 del 1° Juzgado Civil de Valparaíso, Caratulado CDE con Inversiones Bosques del Mauco S.A. En este caso, la demanda por daño ambiental se fundamentó en una inspección efectuada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en diciembre de 2004. En dicha inspección, se detectó que el producto de una deficiente operación de la planta productora de champiñones de Inversiones Bosques del Mauco S.A., se generaban emanaciones de malos olores, daño al suelo y a las aguas producto de la acumulación e infiltración de residuos líquidos industriales y, daño a la fauna por la degradación de su hábitat natural. Con fecha 24 de junio de 2008, el ° Juzgado Civil de Valparaíso aprueba la transacción presentada por las partes.

³⁴ Ramón Martín Mateo, *Valoración de los daños ambientales*. En: Jorge Femenías Salas, *El régimen general de responsabilidad por daño ambiental en la Ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente*, p. 326.

El proyecto Mina Cardenilla, en parte, se encuentra emplazado dentro del sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad "Cordillera El Melón", definido en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (2003), Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica de la Región de Valparaíso (2005), y Res. Ex. N°739 del 28 de marzo de 2007 de la Intendencia Regional de Valparaíso.

Administrativamente, el Proyecto se emplaza en la Región de Valparaíso, Provincia de San Felipe de Aconcagua y Comuna de Catemu, a 3,7 km al noroeste de la localidad Cerrillos de Catemu, en una subsubcuenca compuesta por más de 10 microcuencas, las cuales pertenecen a la subcuenca del Estero Catemu en la cuenca del Río Aconcagua. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta el contexto político administrativo con la ubicación de la Mina Cardenilla.

Figura 3-1. Localización Político-Administrativa Mina Cardenilla



Fuente: GAC

1.2. De la Formulación de Cargos y la Resolución Sancionatoria

Con fechas 29 y 30 de marzo de 2017, la Superintendencia del Medio Ambiente, en conjunto con el Servicio Agrícola y Ganadero y la Corporación Nacional Forestal, todos de la Región de Valparaíso, realizaron una fiscalización ambiental al Proyecto Mina Cardenilla. Los resultados de estas actividades se plasmaron en el Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2017-1777-V-RCA-IA, en el que se constataron supuestos hallazgos.

Debido a lo anterior, la Superintendencia del Medio Ambiente dictó la Res. Ex. N°1/F-009-2018, formulando, entre otros, el siguiente cargo:

b) La ejecución de ejecución de los siguientes hechos, actos u omisiones que constituyen una infracción del artículo 35 b), en cuanto corresponden a la ejecución de un proyecto o ejecución de actividades para las cuales la ley exige una Resolución de Calificación Ambiental, ejecutadas sin contar con ella:

Tabla 3-1. Antecedentes del cargo N°9

9	La ejecución de las siguientes obras y acciones tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad que constituyen cambios de consideración sin someterlo al sistema de evaluación de impacto ambiental:
	<ul style="list-style-type: none"> i. El proyecto ha operado continuamente, al menos 6 meses por sobre el límite temporal, de 7 años, que se establece para la duración del proyecto en el considerando N°3 de la RCA N°242/2008. ii. Durante el tiempo en que el proyecto Mina Cardenilla estaba autorizado para operar, es decir, desde septiembre 2009 hasta septiembre de 2016, la empresa extrajo desde la Mina Cardenilla, una cantidad de mineral mayor a 15.000 ton/mes, con excepción del mes de julio de 2015, alcanzando un total de 1.407.514,8 toneladas por sobre lo autorizado. Específicamente, desde mayo 2015 a septiembre 2016, un total de 292.106,7 toneladas por sobre lo autorizado. Cabe señalar, que el considerando N°3 de la RCA N°242/2008 dispone expresamente que la producción de mineral alcanzará 15.000 toneladas al mes. iii. Con posterioridad a la fecha que debió haber terminado de operar el proyecto, es decir desde octubre de 2016 hasta marzo de 2017, fecha en la cual se efectuó la fiscalización ambiental, se extrajo mensualmente más de 5.000 Ton/mes, alcanzando un total de 120.210,9 toneladas de mineral (bruto) de forma no autorizada. iv. Se amplió la cantera de extracción de mineral (open pit) de la Mina Cardenilla en 7,82 ha., por sobre lo autorizado en el considerando 3.2.1 de la RCA N°242/2008. v. Se habilitaron dos nuevos sectores de extracción de mineral denominados Lumbrera Nrote y Lumbrera Sur, no contemplados ni autorizados por la RCA N°242/2008, los cuales ocupan una superficie total de 14,13 ha. vi. Se habilitaron nuevos caminos no contemplados ni autorizados por la RCA N°242/2008, para acceder a los sectores Lumbrera Norte, Lumbrera Sur. vii. La construcción de un nuevo camino entre Mina Cardenilla y Mina Cuyanita. viii. El Campamento se encuentra implementado desde el año 2014 el a 605 metros al sur del emplazamiento autorizado por la RCA N°242/2008, el que además se encuentra situado fuera del área del proyecto establecido en dicha RCA. ix. Se amplió el botadero de estériles con respecto a lo autorizado por la RCA N°242/2008, 3.3.2 letra e), superando los parámetros de diseño relativos a la superficie del botadero, densidad de depositación, largo y ancho del botadero, altura máxima y razón estéril: mineral, establecidos en el considerando 3.3.2e de la referida resolución, lo que se muestra en la tabla N°1 siguiente, marcados en los recuadros de líneas rojas segmentadas. En esta línea, se constató que el titular ha depositado 11.269.860,165 toneladas de estériles en el botadero autorizado por la RCA N°242/2008, la cual es 3,63 veces mayor a las 3.105.000 toneladas establecidas en el considerando 3.13.3 de la RCA, disponiendo una cantidad mensual de estériles, lo que se aprecia en el gráfico N°3 siguiente. Por otra parte, se constató que el titular depositó 230.447,20 toneladas de

9	La ejecución de las siguientes obras y acciones tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad que constituyen cambios de consideración sin someterlo al sistema de evaluación de impacto ambiental:
	estériles, generados por la actual operación del proyecto, en un lugar de la faena minera no autorizado para ello y que se ubica inmediatamente al poniente del área autorizada del botadero de estériles.

Fuente: GAC

La referida infracción N°9 fue calificada como gravísima, de conformidad con lo dispuesto en los literales a) y f) del numeral 1 del artículo 36 de la LO-SMA, por constituir hechos, actos u omisiones que contravienen las disposiciones pertinentes, que han ocasionado daño ambiental no susceptible de reparación, e involucran la ejecución de proyectos o actividades del artículo 10 de la ley N°19.300 al margen del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Mediante Res. Ex. N°5/Rol F-009-2018, de 19 de julio de 2018, esta Superintendencia estimó que *“En este caso, el Cargo N°9 de la Res. Ex. 1/F-009-2019, fue clasificado como gravísimo de conformidad con lo dispuesto en el literal a) del numeral 1 del artículo 36 de la LOSMA, por constituir hechos, actos u omisiones que contravienen las disposiciones pertinentes, y que han ocasionado daño ambiental no susceptible de reparación. Por lo anterior no corresponde que dicha infracción forme parte del PdC presentado y tampoco corresponde que se formulen observaciones específicas respecto de las acciones y metas propuestas respecto de ésta”* (Cons. 24).

Luego, mediante Res. Ex. N°12/Rol F-009-2018, de 12 de febrero de 2019, la Superintendencia aprueba el Programa de Cumplimiento en relación con los Cargos N°1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, y reanuda el plazo que corresponde para presentar descargos respecto del hecho infraccional N°9, el que fuera suspendido según lo dispuesto en el Resuelvo V de la Res. Ex. N°1/Rol N°F-009-2018. Dichos descargos fueron presentados por mi representada con fecha 21 de febrero de 2019, dictándose la respectiva Resolución Sancionatoria mediante Res. Ex. N°1786 con fecha 13 de diciembre de 2019.

Al respecto, es dable señalar que la referida Resolución Sancionatoria confirma la clasificación de gravedad de la infracción N°9 como gravísima, por constituir hechos, actos u omisiones que contravienen las disposiciones pertinentes, que han ocasionado daño ambiental no susceptible de reparación, e involucran la ejecución de proyectos o actividades del artículo 10 de la ley N°19.300 al margen del SEIA, constatándose en ellos, efectos, características o circunstancias previstas en el artículo 11 letras b) y d) de dicha ley.

En lo pertinente a este Plan de Reparación, el Resuelvo Tercero de la Resolución Sancionatoria indica que *“una vez notificada la resolución de la Superintendencia que pone término al procedimiento sancionador, el infractor podrá presentar voluntariamente ante ella una propuesta de plan de reparación avalada por un estudio técnico ambiental. Asimismo, téngase presente que desde la aprobación del plan de reparación y mientras éste se ejecute, el plazo de prescripción para ejercer la acción por daño ambiental se suspenderá. Si se ejecutare dicho plan satisfactoriamente, la acción señalada se extinguirá. Lo anterior, teniendo presente el análisis presentado en este acto, el cual diferencia la sede de demanda de reparación, a la administrativa sancionatoria para la calificación del daño”*.

4 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROPONENTE Y DOMICILIO, ASÍ COMO DE SU REPRESENTANTE, CUANDO CORRESPONDA

4.1 Proponente: Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero (“EXPLODESA”)

Tabla 4-1. Antecedentes de la compañía

Nombre del proponente	Sociedad de Explotación y Desarrollo Minero (EXPLODESA)
RUT	79.812.520-6
Domicilio	Miraflores 178 piso 7, Santiago, Chile
Fono	+56224713600

Fuente: GAC

Tabla 4-2. Antecedentes del Representante Legal

Nombre del representante legal	Eugenio Ramírez Cifuentes
RUT	10.967.227-0
Domicilio legal	Miraflores 178, piso 7, Santiago, Chile
Nacionalidad	Chileno
Profesión	Abogado
Correo electrónico	myanez@cemin.com
Fono	+5694445788

Fuente: GAC

4.2 Antecedentes que acrediten que la presentación se hace por persona facultada legalmente para ese efecto.

En el Anexo I se presentan los antecedentes que acreditan la facultad y Poderes del Representante Legal de la Sociedad de Explotación y Desarrollo Minero (Explodesa), Sr. Eugenio Ramírez Cifuentes.

5 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LOS COMPONENTES Y SERVICIOS ANTES DE HABER EXPERIMENTADO EL DAÑO

A continuación, se analiza y sistematiza el estado de los componentes ambientales y los servicios que estos prestaban antes de haber experimentado el daño y representa la situación de referencia que deberá conseguirse con la aplicación de las medidas de reparación propuestas.

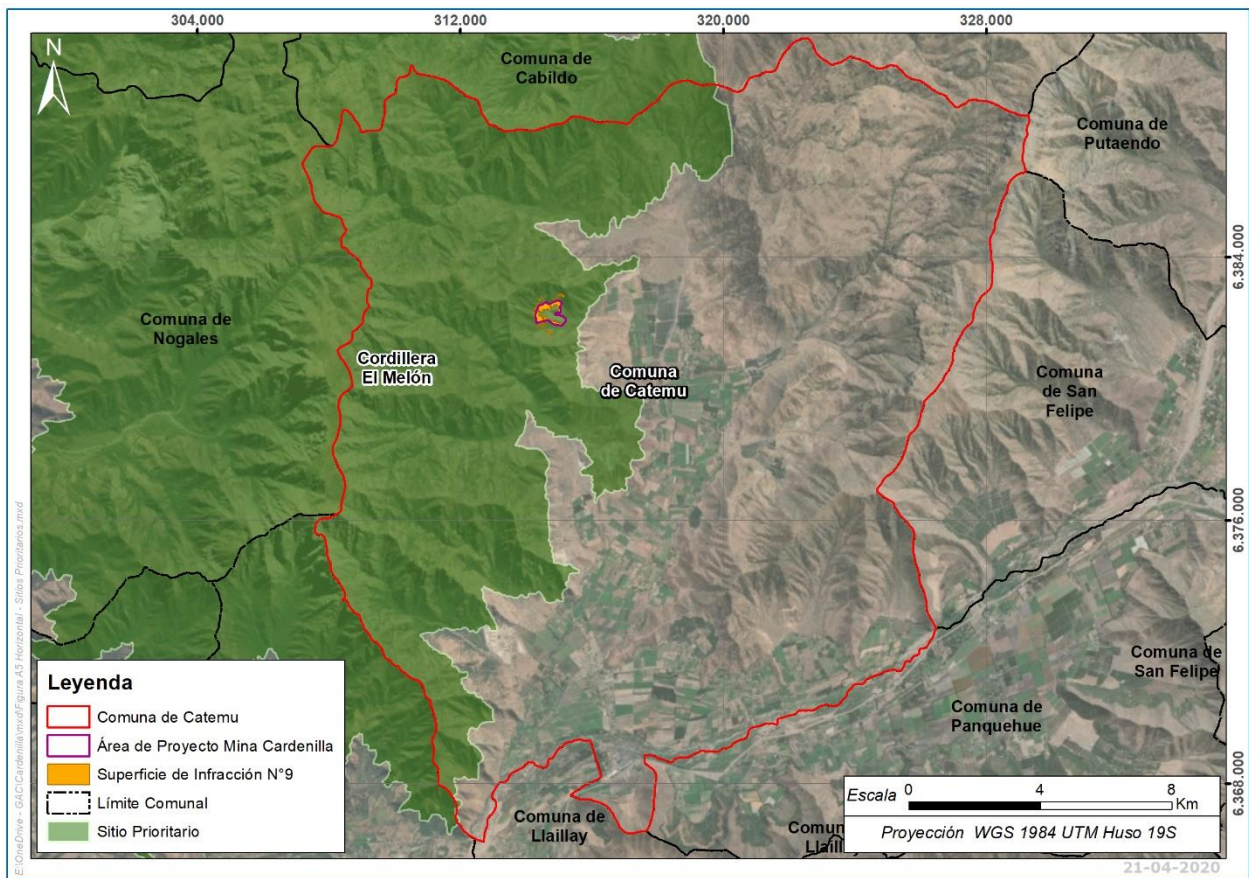
En este sentido, cabe señalar que la superficie dañada se inserta en el ecosistema global característico de la Cordillera El Melón, en particular en su ladera oriente.

Conforme se indica también por la Resolución Sancionatoria, “*el proyecto se desarrolla al interior del Sitio Prioritario Cordillera El Melón, el que a su vez se encuentra inserto dentro de la ecorregión mediterránea de Chile, que corresponde a una de las cinco regiones mediterráneas del mundo, y es considerada dentro*

de las 25 áreas críticas para la conservación de la biodiversidad del planeta por su alto número de especies endémicas y por su alto grado de amenaza producto de la expansión agrícola y urbana (Myers et al., 2000). Dentro de esta Ecorregión, se desarrolla la formación vegetal de matorral y bosque esclerófilo (Gajardo, 1994, Luebert & Plistcoff 2006), las que durante las últimas décadas han sido reemplazadas por terrenos agrícolas, forestales, urbanos, y actividades mineras, constituyendo uno de los ecosistemas más amenazados y degradados del país (Armesto et al., 2010; Nahuelhual et al., 2012)³⁵.

A continuación, la Figura 6-1. muestra espacialmente el ecosistema global de la Cordillera El Melón y su relación con la superficie dañada por las partes, obras y acciones de Mina Cardenilla sancionadas por la SMA (Cargo 9).

Figura 5-1. Mina Cardenilla y su relación con el área involucrada



Fuente: GAC

A continuación, es posible exponer la presencia de los siguientes componentes ambientales involucrados:

³⁵ Considerando 85 Resolución Sancionatoria

5.1.1.1 Estado básico: Suelo

i. Sitio intervenido

En términos generales, es posible señalar que, con anterioridad a la ejecución de obras, el suelo afectado por la infracción sancionada se presentaba mayormente con cubierta vegetal escasa, con y otros sitios expuestos a erosión, lo que era potenciado por las pendientes existentes. La zona se encontraba intervenida por 3 caminos, según lo observado en el análisis de imágenes satelitales (Anexo 2).

Se identificó en base a CIREN (1997)³⁶ como la caracterización que mejor se ajusta a la realidad previo a la intervención minera, ya que las versiones más recientes del mismo autor presentan el área sin clasificación, debido justamente a la intervención minera.

Según CIREN (1997), en el área es posible identificar 2 unidades homogéneas pertenecientes a la Asociación La Parva. Dichos suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos, formados a partir de rocas básicas de colores rojizos. Ocupan una topografía de cerros ubicados preferentemente, en la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes. De textura superficial arcillosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR; textura arcillosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR en profundidad. Descansa sobre un substrato constituido por rocas ígneas básicas parcialmente meteorizadas de colores rojizos con bandas de carbonato de calcio que destacan en la matriz por ser de colores claros. En las fisuras de las rocas se observa una pátina de carbonato de calcio. Presentan bolones de escasos a comunes en la superficie y afloramientos rocosos comunes.

La profundidad efectiva del suelo varía entre 20 y 85 cm. Las pendientes varían entre 8 y más de 50% y la pedregosidad de escasa a abundante, como asimismo los afloramientos rocosos. El horizonte A presenta textura arcillosa que puede variar hasta franco arcillosa y el color es pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR con valores que varían entre 2 y 3, con cromas 2 y 4. El horizonte B es de textura arcillosa que varía a arcilla densa y el color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR que puede variar al matiz 2.5YR y ocasionalmente al matiz 10R en profundidad. La estructura es prismática gruesa, lo que le da a este suelo características vérticas.

A continuación, se presentan las características de cada una de las unidades identificadas:

Fase Asociación La Parva 1 (PA-1): representa a la Asociación y corresponde a suelos de textura superficial arcillosa, ligeramente profundos, topografía de cerros con 30 a 50% de pendiente, bien drenados, con moderada pedregosidad superficial y afloramientos rocosos comunes. Se clasifica en:

- Capacidad de uso: VIIe1

³⁶ Estudio Agrológico V Región. Descripciones de Suelos. Materiales y Símbolos. (Pub. CIREN N°116/1997).

- Categoría de riego:6
- Erosión:0
- Clase de drenaje: 5

Fase Asociación La Parva 5 (PA-5): Corresponde a la fase de textura superficial arcillosa, ligeramente profunda, topografía de montaña con pendientes mayores de 50%, bien drenada, con abundante pedregosidad superficial y afloramientos rocosos. Se clasifica en:

- Capacidad de uso: VIIe1
- Categoría de riego:6
- Erosión:0
- Clase de drenaje: 5

La Clase de capacidad de uso, según CIREN (1997), corresponde a CCUS VII para todo el sector, que se define como suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. La determinación de esta unidad está dada por las pendientes del sector como principal parámetro limitante. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI por una o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc. La subclase y la unidad de capacidad de uso "e1" se relaciona con erosión actual o potencial por agua o viento.

La categoría de riego 6 para todo el sector corresponde a No apta. Los suelos de esta categoría no son aptos para el regadío y corresponden a aquellos que no cumplen con los requerimientos mínimos para ser incluidos en las categorías 1 a 5.

La clase de drenaje 5 corresponde a la categoría Bien drenado, es decir, el agua es removida del suelo fácilmente pero no rápidamente. Comúnmente presentan texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales pueden también estar bien drenados. Los suelos bien drenados retienen cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de las plantas después de las lluvias o adiciones de agua de riego.

Luego, atendiendo a las características de los suelos clase VII, es posible señalar que se presentaban los siguientes parámetros en la zona en cuestión³⁷:

- Profundidad de al menos 20 cm de profundidad (suelo muy delgado)
- Pendientes menores a 60%
- Pedregosidad: Moderada (15 a >35% de piedras y 20 a >40% de gravas)
- Drenaje: Imperfecto a excesivamente drenado
- Textura: Arenoso gruesa arcillosa (a_gA)

³⁷ En base a "Pauta para Estudios de Suelo", del SAG, 2011, para los suelos clase VII, que corresponde a la clase de suelo que tenía la superficie afectada, previo al daño ambiental, según CIREN (1997).

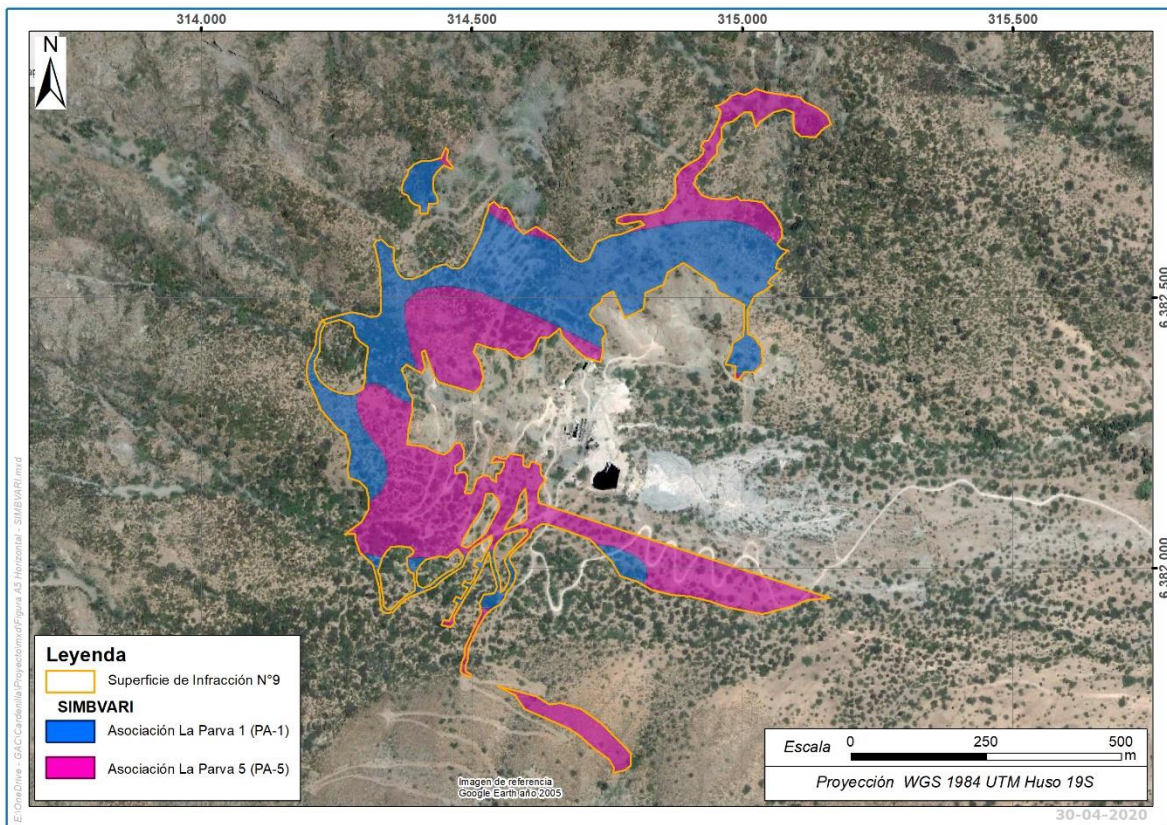
- Agua aprovechable: Buena (12 a <18 cm c.a)
- Erosión: Muy severa
- Características fisicoquímicas:

Tabla 5-1. Características químicas de Suelos Clase VII.

Parámetro	Característica	Umbral
Alcalinidad	Fuertemente calcáreo	10 a 25%
Salinidad	Extremadamente salino	12 o más (ds m ⁻¹)
Sodicidad	Fuertemente sódico	18 a 28%

Fuente: GAC

Figura 5-2. Estado básico de la Clase de capacidad de Uso de Suelo antes del daño



Fuente: GAC

En este sentido, se señala por la Resolución Sancionatoria que *“la ladera principalmente afectada en este caso corresponde a una de características particulares, de exposición sur, con altas pendientes y tipo de suelo clasificado por CIREN como Clase VII, pertenecientes a la Asociación La Parva, variación PA-5, por lo que no recibe grandes cantidades de radiación solar directa. Por estas características de ladera conserva*

mejor la humedad que otras, lo que posibilita el desarrollo de árboles de mayor tamaño, cuyo estado sucesional representa la adaptación a dichas condiciones”³⁸.

Es posible señalar que el componente suelo en su estado básico presentaba un bajo nivel de alteración. Al año 2010, sólo era perceptible la presencia de 3 caminos en el sector (Anexo 2. Análisis de Imágenes Satelitales).

Por lo anterior, es posible señalar que los servicios ecosistémicos que proveía este componente en su estado básico se vinculan sobre todo con el soporte y regulación. El primero de ellos, en tanto el suelo proveía de soporte para la formación de nuevas bases pedogénicas que a su vez permitían el desarrollo de biomasa forestal, aportando en conjunto con el componente biodiversidad (flora) al control de los riesgos de erosión e inundaciones propios del lugar. Asimismo, este tipo de suelos presta el servicio de soporte y provisión de hábitat asociado a la presencia de especies en categoría de conservación.

Tabla 5-2. Identificación de Servicios Ecosistémicos según el componente (Suelo)

Componente ambiental	Subcomponentes	Funciones de los ecosistemas		Servicios ecosistémicos
Suelo	Estabilidad física	Regulación	Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
			Control de inundaciones	Prevención de perturbaciones
			Mantenimiento de suelos naturales productivos	Formación de suelo
			Mantenimiento de suelos saludables y ecosistemas productivos	Ciclo de nutrientes
	Soporte para la biodiversidad	Soporte	Mantención del ciclo de vida de las especies	Refugio para microorganismos

Fuente: GAC

ii. Sitio Prioritario “Cordillera El Melón”

El sitio prioritario de la ERB Cordillera el Melón se emplaza en una zona de transición entre los valles transversales del Norte Chico y el Valle Central propiamente tal, el área de estudio se enmarca en un escenario geomorfológico delimitado por dos grandes unidades de relieve; Cordillera de la Costa y Fondo de Valle Fluvial, que definen la fisonomía a partir de la cual se estructura y organiza el territorio. Por una parte, se encuentran las áreas que conforman la Cordillera de la Costa que se caracterizan por una sucesión de cumbres estrechas, laderas con pronunciada pendiente y taludes que desembocan en conos

³⁸ Considerando 117 Resolución Sancionatoria

aluvionales, y por otra se encuentran las áreas que conforman el Fondo de Valle Fluvial correspondiente al nivel medio de la cuenca del río Aconcagua.

En lo referente a las características del fondo de valle, y a partir de un recorrido en sentido norte-sur, es posible señalar que la morfología va cambiando en asociación directa a la acción del río Aconcagua y sus afluentes. Así, y al norte de la provincia, el valle de Nogales se vincula de manera directa a la acción fluvial de los esteros La Javiera y El Cobre, y los esteros El Melón y Carretón, así como Pucalán y Litre a la altura de la ciudad de Nogales. Esta zona corresponde a una amplia zona de valle, caracterizada por corresponder al área de emplazamiento de las localidades; El Cobre, El Melón y Nogales, así como el área soporte de las actividades agrícolas del área.

En cuanto a la geomorfología del suelo en la Cordillera de la Costa, las áreas de laderas con pendientes moderadas entre los 7 y 20%, seguida por los sectores de alta montaña cuyos rangos de pendientes oscilan entre 20% y más son las que prevalecen. La Cordillera de la Costa, en el área de dañada, cubre la mayor parte de la superficie territorial, caracterizándose por la presencia de numerosos sistemas de quebradas que disectan los cordones montañosos en las zonas bajas de transición hacia el valle fluvial. La mayor diferencia lo constituye, sin duda, las características de las pendientes, puesto que mientras la Cordillera de la Costa presenta los niveles de pendiente antes mencionados, el valle fluvial del Aconcagua no supera el 2%.

5.1.1.2 Estado básico: Flora y vegetación

i. Sitio intervenido

Previo a la ejecución de las obras no autorizadas, era posible encontrar bosque nativo de preservación y bosque nativo de conservación y protección en los sectores más planos de la zona, y formaciones xerofíticas en aquellos sectores con pendiente abrupta. En general, se encontraban dominados por especies que soportan extensos periodos de sequía.

Se estima que los bosques nativos eran dominados con especies como *Lithraea cautica*, *Quillaja saponaria* y *Kageneckia oblonga* principalmente. En el caso del bosque nativo de preservación, había existencia de la especie en categoría Vulnerable, *Porlieria chilensis*, que entregaba la condición de Preservación. La formación xerofítica estaba dominada por especies como *Flourensia thurifera*, *Colliguaja odorifera*, *Retanilla trinervia* y *Baccharis linearis*. También era posible encontrar individuos de *Porlieria chilensis*.

Conforme indica la Resolución Sancionatoria, las formaciones vegetales revestían una especial relevancia, al corresponder algunas de ellas a especies clasificadas en categorías de protección. En este sentido, se indica "están conformadas por especies autóctonas, contienen especies vegetales protegidas legalmente clasificadas en las categorías de en "peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" y "fuera de peligro", además, corresponden formaciones vegetacionales representativas de la

diversidad biológica natural del país y se encuentran ubicadas en pendientes iguales o superiores a 45% y en suelos frágiles³⁹.

A continuación, se presentan las especies que han sido identificados por los diversos estudios realizados en el sitio intervenido⁴⁰:

Tabla 5-3. Listado de especies presentes según RCA N° 242/2008

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución (Regiones)	Categoría vigente	Decreto Categoría Vigente
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA.	S/C	N/A
<i>Cryptocaria alba</i>	Peumo	COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA.	S/C	N/A
<i>Cassia closiana</i> (<i>Senna candolleana</i> según la fuente revisada)	Quebracho	COQ, VAL, RME, LBO.	S/C	N/A
<i>Schinus molle</i>	Molle	COQ, VAL, RME, LBO, MAU.	S/C	N/A
<i>Flourensia thurifera</i>	Incienso, Maravilla del Campo	ATA, COQ, VAL, RME.	S/C	N/A
<i>Retanilla trinervia</i>	Trevu, trevo.	COQ, VAL, RME, LBO, MAU.	S/C	N/A
<i>Colliguaja odorifera</i>	Colliguay	ANT, ATA, COQ, VAL, RME, LBO, MAU, BIO.	S/C	N/A
<i>Kageneckia oblonga</i>	Huayu, huayu colorado, bollén.	COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA.	S/C	N/A
<i>Puya berteroniana</i>	Chagual	COQ, VAL, RME, LBO.	S/C	N/A
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo, romero, romero de la tierra.	ATA, COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA, LLA.	S/C	N/A
<i>Acacia caven</i>	Espino	ATA, COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA, LRI.	S/C	N/A
<i>Porlieria chilensis</i>	Guayacán, Palo Santo	COQ, VAL, RME, LBO.	Vulnerable	DS 51/2008 MINSEGPRES

³⁹ Considerando 88 Resolución Sancionatoria

⁴⁰ Evaluación ambiental RCA N°242/2008, Informe Experto de la Dra. Lorena Flores Toro, Resolución Sancionatoria.

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución (Regiones)	Categoría vigente	Decreto Categoría Vigente
<i>Prosopis chilensis</i>	Algarrobo	TAR, ANT, ATA, COQ, VAL, RME, LBO.	Vulnerable	DS 13/2013 MMA
<i>Echinopsis chilensis</i>	Quisco	ANT, ATA, COQ, VAL, RME, LBO, MAU.	Casi Amenazada	DS 41/2011 MMA
<i>Eriosyce aurata</i>	Sandillón	ATA, COQ, VAL, RME.	Vulnerable	DS 13/2013 MMA
<i>Adiantum chilense</i>	Doradilla, helecho de palo negro, palito negro, culantrillo.	TAR, ATA, COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA, LRI, LLA, AIS, MAG, JFE.	Casi amenazada (JF), Preocupación menor (Chile continental)	DS 19/2012 MMA
<i>Escallonia revoluta</i>	Lun, siete camisas.	COQ, VAL, RME, MAU, NUB, BIO, ARA, LRI.		
<i>Lithraea caustica</i> (<i>Lithrea caustica</i> según la fuente revisada)	Litre	ATA, COQ, VAL, RME, LBO, MAU, NUB, BIO, ARA, LRI.		

Fuente: Rodríguez, R. & Marticorena, A. (eds). (2019). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Universidad de Concepción, Chile. 424p.

De particular importancia es la presencia de la *Porlieria chilensis*, en tanto "corresponde a una especie endémica que se distribuye únicamente desde la IV región, Provincia del Limarí hasta la VI región, Provincia de Colchagua (Serra et al., Hechenleitner et al., 2005), siendo el Sitio Prioritario Cordillera El Melón una de las principales áreas de distribución de esta especie"⁴¹. Asimismo, se presentan las especies *Prosopis chilensis* y *Echinopsis chilensis* como especies protegidas.

Se identifican por la Resolución Sancionatoria los servicios ecosistémicos brindados por estos componentes, indicando que: "van desde la limpieza del aire y almacenamiento de carbono; protección de la biodiversidad; protección de cuencas, a través de la regulación de los flujos hidrológicos, reducción de la sedimentación y calidad del agua; generación, renovación y fertilidad de los suelos, dada la presencia de capas de materia orgánica en diferentes grados de descomposición, que garantiza el reciclaje de nutrientes y evita la erosión del suelo; control de la erosión de los suelos, evitando que la escorrentía producida por lluvias arrastre gran parte de la superficie del suelo; resguardo de la información genética, al proporcionar un espacio vivo para plantas y animales silvestres residentes y migratorios; belleza escénica y recreación"⁴².

⁴¹ Considerando 89 Resolución Sancionatoria

⁴² Considerando 95 Resolución Sancionatoria

Cabe mencionar que, en el estudio de línea base del Proyecto, se identificó que *“En general el sector se ha visto afectado en el pasado por una intervención antrópica, representada por la minería, ganadería extensiva (caprinos), la extracción de combustible y la ocurrencia de incendios, lo que ha modificado la cobertura y estructura de la vegetación.”*⁴³

Tabla 5-4. Servicios Ecosistémicos provistos en el sitio dañado, asociados a la biodiversidad (Flora)

Componente ambiental	Subcomponentes	Funciones de los ecosistemas		Servicios ecosistémicos
Biodiversidad - Flora y Vegetación	Composición de especies de flora	Soporte	Mantenimiento del ciclo de vida de las especies	Refugio para poblaciones de flora
	Especies de flora en categoría de conservación		Conservación de la diversidad biológica y genética de las plantas	Conservación de la biodiversidad
	Bosque nativo de preservación, Bosque nativo de conservación y protección Matorral xerofítico	Regulación	Limpieza de aire y almacenamiento de carbono	Regulación del clima
			Protección de cursos de agua	Regulación de los flujos de agua
			Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
			Generación, renovación y fertilidad de los suelos	Formación de suelo
			Movimiento de gametos florales	Polinización
	Provisión	Producción de materias primas	Construcción y fabricación (madera)	
			Combustible y energía (leña)	
			Forraje y fertilizantes	
Suministro de agua	Agua			

Fuente: GAC

ii. **Sitio Prioritario “Cordillera El Melón”**

De acuerdo con Gajardo (1994), el área donde se ejecutó el daño ambiental se encuentra en la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo, la que se extiende a través de la zona central de Chile. En términos generales, esta región de Matorral y Bosque Esclerófilo es una de las formaciones vegetacionales más perturbadas de Chile debido a la intensa actividad agrícola, ganadera y minera (Fuentes & Prenafeta 1988; Aranson *et al.* 1998). Pese a lo anterior, es una región de alta diversidad biológica y endemismo, asociado

⁴³ Estudio de Flora y Vegetación, Proyecto Mina Cardenilla DIA

a la riqueza de hábitats naturales y a la sobreposición de elementos florísticos de distinto origen fitogeográfico: componentes de ecosistemas áridos y templados de Chile (Cowling *et al.* 1996, Myers *et al.* 2000). Dentro de esta región ecológica, el sistema global⁴⁴ se inserta en la Sub-Región del Bosque Esclerófilo, específicamente en la formación vegetal del Bosque Esclerófilo Costero.

A continuación, se presentan las formaciones vegetacionales presentes en el sitio prioritario y que corresponden a los recursos presentes en el área que brindan servicios ecosistémicos.

Formaciones vegetacionales de la Cordillera de la Costa al poniente de las altas cumbres

- Formación de Bosque Esclerófilo en quebradas

Relacionada a la formación anterior, este bioma también se asocia a lugares húmedos y a laderas de exposición sur, en donde formas arbóreas de tipo esclerófilo, de hojas duras y brillantes, comparten con especies de carácter hidrófilo. Entre las especies esclerófilas se encuentran boldo (*Peumus boldus*), quillay (*Quillaja saponaria*), litre (*Lithraea caustica*). Otras especies arbóreas acompañantes son y maitén (*Maytenus boaria*) y bollén (*Kageneckia oblonga*). Escasamente presente al oriente, pero se considera parte del recurso para este caso en particular.

- Matorral Esclerófilo Arborescente

En este matorral predominan especies arbustivas de sucesión post tala o post incendios. Se consideran, por lo tanto, como estados de sucesión secundaria, a partir de un bosque esclerófilo. Esta formación se encuentra en los cerros bajos y que limitan con las zonas urbanizadas. En esta formación la vegetación es dispersa, pero contiene una abundante riqueza de especies, tanto del bosque hidrófilo, del bosque esclerófilo de ambas laderas de exposición como peumo, boldo, quillay, litre y espino (*Acacia caven*) en laderas de exposición norte en la parte más baja de los cerros. De escasa representatividad en ladera oriente, pero se considera parte del sistema global del Sitio Prioritario Cordillera El Melón para este caso en particular.

Formaciones vegetacionales de la Cordillera de la Costa al oriente de las altas cumbres

- Estepa o Sabana de *Acacia caven*

Es una formación vegetal típica, conformada principalmente por espino (*Acacia caven*) la cual se encuentra en fondos de valles, rinconadas y zonas de lomajes. Presenta un aspecto de formación abierta con arbustos y arbustos arborescentes muy bien adaptados a largos períodos de sequía (ocho meses). Otras especies dominantes son el tevo (*Trevoa trinervis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) y crucero (*Colletia spinosa*). En

⁴⁴ La Ley 19.300 en su art. 2 letra II), indica expresamente que el "sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones".

sectores más protegidos, es posible observar una estrata arbórea dominada por especies esclerófilas como molle (*Schinus latifolius*), maitén y boldo.

En sectores de mayor pedregosidad y en laderas de exposición norte, se desarrolla una estrata de especies suculentas dominada por el quisco (*Trichocereus chiloensis*). La estrata herbácea está compuesta por gramíneas como *Avena barbata*, *Stipa* sp., y *Vulpia* sp., azulillo (*Pasithea coerulea*) soldadillo (*Tropaelum tricolor*), alfilerillo (*Erodium cicutarium*) y manzanillón (*Anthemis cotula*).

- Matorral Esclerófilo Degradado

Esta formación agrupa las unidades dominadas por arbustos que representan estados sucesionales del bosque esclerófilo. En esta formación algunas especies del bosque y matorral esclerófilo tienen baja presencia o incluso la ausencia de especies arbóreas. Los árboles a menudo quedan reducidos a la presencia de individuos bajos de litre y espino. Corresponden a sectores de post cultivo, o áreas sobre pastoreadas, taladas, o incendiadas recientemente. Las especies dominantes corresponden siempre a arbustos, entre ellos chilca (*Baccharis linearis*), colliguay (*Colliguaja odorifera*), tevo (*Trevoa trinervis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), tomatillo (*Solanum crispum*), huañil (*Proustia ilicifolia*) y palqui (*Cestrum parqui*). Dadas las condiciones de reducción de la cobertura, la abundancia y diversidad de hierbas anuales y alóctonas es mayor, apareciendo frecuente y abundantemente especies de herbáceas y gramíneas introducidas.

- Matorral Esclerófilo con Suculentas

Corresponde a un matorral con dominancia de arbustos, especialmente colliguay, junto a otras especies arbóreas menos abundantes como el litre y espino, el arbusto mitique (*Podanthus mitiqui*) y las suculentas quisco (*Trichocereus chiloensis*) y chagual (*Puya berteroniana*). Se desarrolla principalmente en las laderas de solana (exposición norte).

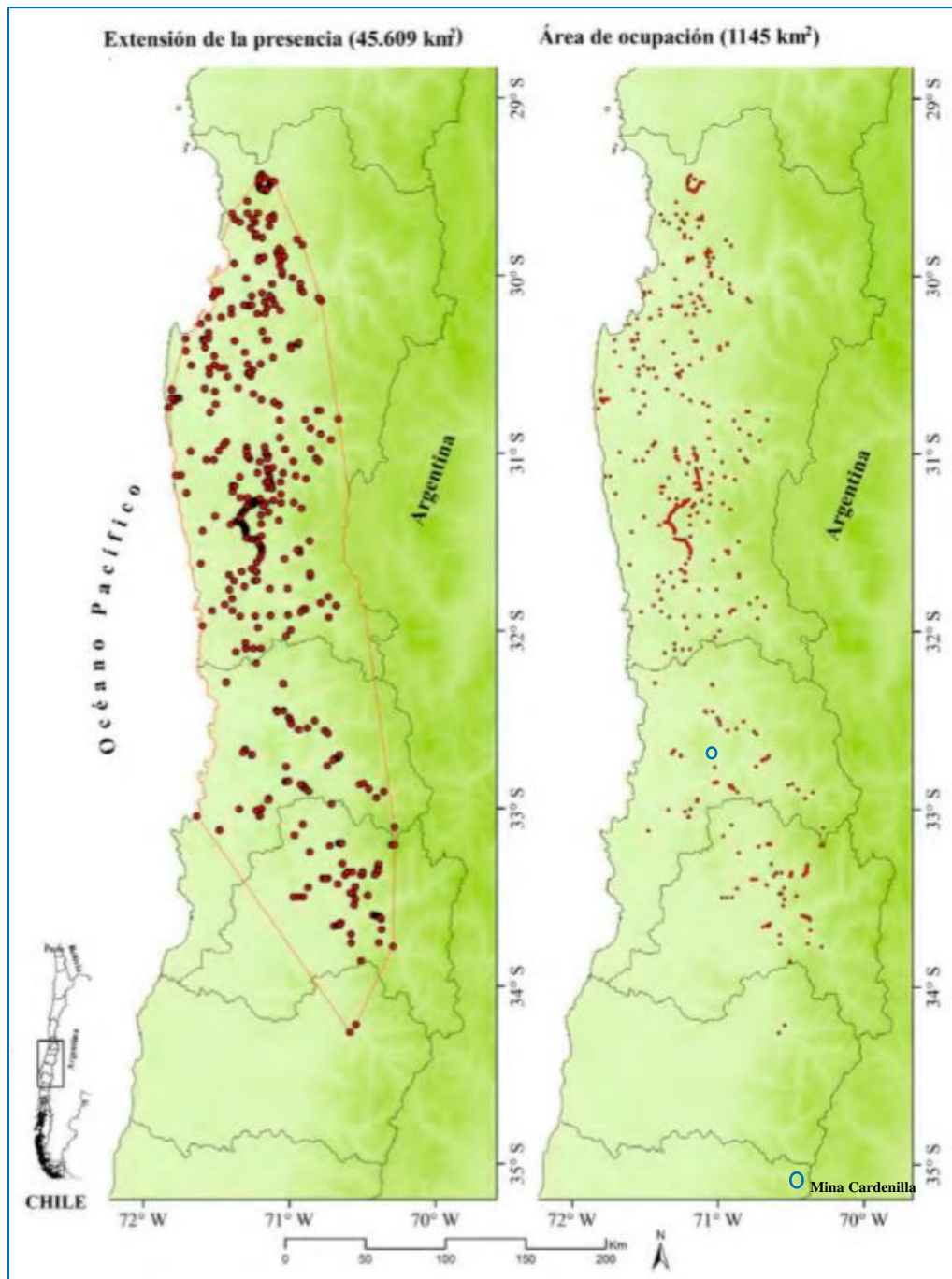
Especies arbóreas emblemáticas

- ***Porlieria chilensis*** (Guayacán)

De acuerdo con el estudio de Loayza *et al.* (2015), hasta el año 2007 existían 333 registros de poblaciones de la especie, número que se duplicó en el trabajo de Loayza *et al.* (2015), llegando a 679 registros de poblaciones de la especie. Los datos obtenidos confirman observaciones anteriores que indican que el guayacán (*Porlieria chilensis*), a pesar de ser regionalmente común, localmente es rara. Esta especie se distribuye entre la Provincia del Elqui (Región de Coquimbo) hasta la Provincia de Colchagua (Región de O'Higgins), donde se reporta principalmente en faldeos cordilleranos y en pendientes rocosas de cerros, en ecosistemas áridos y semiáridos.

Como muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en la zona de la Mina Cardenilla, el citado estudio no registró la población presente en la microcuenca del Proyecto, sin embargo, está dentro del rango de distribución de esta especie.

Figura 5-3. Extensión de la presencia y área de ocupación conocida de guayacán (*P. chilensis*)



Fuente: Loayza et al. 2015

A nivel local, considerando toda la microcuenca donde se localiza la Mina Cardenilla y de acuerdo con los datos proporcionados por AMEST-EXPLODESA (2018), existe la presencia de al menos 1.032 ejemplares registrados de la especie (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Figura 5-4. Distribución de ejemplares de guayacán (*P. chilensis*) en la microcuenca donde se inserta Mina Cardenilla



Fuente: AMEST-EXPLODESA, 2018

5.1.1.3 Estado básico: Hábitats de fauna silvestre

i. Sitio intervenido

En cuanto a los ambientes para la fauna previo a la intervención del Proyecto, se reconocen dos, correspondientes a bosque y matorral. De estos, el ambiente bosque correspondía al ambiente dominante con una superficie de 16,27 hectáreas, mientras que el ambiente matorral presentaba una superficie de 10,34 hectáreas.

La fauna presente en el sector afectado corresponde a las especies típicas de encontrar en ambientes de bosque y/o matorral esclerófilo. De manera previa a la intervención del Proyecto, para el área en cuestión se describe un total de 98 especies potenciales, correspondientes a cinco anfibios, 12 reptiles, 66 aves y 15 mamíferos⁴⁵. De las especies consideradas como potenciales, 33 presentan alguna categoría de conservación correspondientes a cinco anfibios, 12 reptiles, cinco aves y 11 aves y de estas cinco se encuentran bajo alguna categoría de conservación que implica un grado cierto de amenaza, correspondientes a dos anfibios, un reptil, un ave y un mamífero. En la siguiente tabla, se presenta las especies potenciales y la descripción de su categoría de conservación vigente.

Tabla 5-5. Categoría de Conservación Especies Potenciales de Fauna

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de conservación vigente
Amphibia	<i>Alsodes nodosus</i>	sapo arriero	NT
	<i>Batrachyla taeniata</i>	rana de ceja, ranita de antifaz	NT
	<i>Calyptocephalella gayi</i>	rana chilena	VU
	<i>Pleurodema thaul</i>	sapito de cuatro ojos	NT
	<i>Rhinella arunco</i>	sapo de rulo	VU
Reptilia	<i>Liolaemus chiliensis</i>	lagarto chileno, lagarto llorón	LC
	<i>Liolaemus pseudolemniscatus</i>	lagartija pseudolemniscata	FP
	<i>Liolaemus fuscus</i>	lagartija oscura	LC
	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	lagartija lemniscata	LC
	<i>Liolaemus monticola</i>	lagartija de los montes	LC
	<i>Liolaemus gravenhorstii</i>	lagartija de Gravenhorst	VU
	<i>Liolaemus schroederi</i>	lagartija de Schröder	IC
	<i>Liolaemus tenuis</i>	lagartija esbelta	LC
	<i>Liolaemus nitidus</i>	lagarto nítido	NT
	<i>Callopistes maculatus</i>	iguana chilena	NT
	<i>Philodryas chamissonis</i>	culebra de cola larga	LC
	<i>Tachymenis chilensis</i>	culebra de cola corta	LC
	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	LC
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	LC
	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	LC
	<i>Asio flammeus</i>	Nuco	LC
	<i>Strix rufipes</i>	Concón	NT
Mammalia	<i>Thylamys elegans</i>	Yaca	LC
	<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo	LC
	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	LC
	<i>Abrocoma beneti</i>	Ratón chinchilla	LC

⁴⁵ Reptiles y Anfibios: Cei (1962), Donoso-Barros (1966), Mella (2005), Pincheira-Donoso y Núñez (2005), Rabanal y Núñez (2008), Vidal y Labra (2008), Demangel (2016) y Mella (2017).

Aves: Marín (2004), Muñoz-Pedrerros et al. (2004), Araya y Millie (2005), Jaramillo (2005), Martínez y González (2005), Chester (2008), Couve et al. (2016) y Martínez-Piña y González-Cifuentes (2017).

Mamíferos: Mann (1978), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009), Iriarte y Jaksic (2012), Ossa et al. (2010), Rodríguez-San Pedro y Simonetti (2013) y Iriarte y Jaksic (2017).

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de conservación vigente
	<i>Lycalopex culpaeus</i>	zorro colorado, zorro culpeo	VU
	<i>Lycalopex griseus</i>	zorro chilla o gris	LC
	<i>Leopardus colocolo</i>	Colocolo	NT
	<i>Leopardus guigna</i>	Güiña	VU
	<i>Puma concolor</i>	Puma	NT
	<i>Conepatus chinga</i>	chingue común	LC
	<i>Galictis cuja</i>	Quique	LC

Fuente: GAC.

Durante la realización de la campaña de línea base del año 2008 de Mina Cardenilla, se pudo confirmar la presencia de 27 especies, de las cuales cuatro son reptiles, 20 son aves y tres son mamíferos. De estas especies, destaca la presencia de *Phylodryas chamissonis* (culebra de cola larga), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes), *Callopistes maculatus* (iguana) y *Lycalopex griseus* (zorro chilla) por ser especies que presentan categoría de conservación (Tabla 5-6).

Tabla 5-6. Especies registradas en campaña de fauna silvestre año 2008

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de conservación vigente
Reptilia	<i>Liolaemus fuscus</i>	lagartija oscura	LC
	<i>Liolaemus monticola</i>	lagartija de los montes	LC
	<i>Callopistes maculatus</i>	iguana chilena	NT
	<i>Philodryas chamissonis</i>	culebra de cola larga	LC
Aves	<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz	-
	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	-
	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	-
	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	-
	<i>Glacidium nanum</i>	Chuncho	-
	<i>Athene cucularia</i>	Pequén	-
	<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico	-
	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	-
	<i>Pterotochos megapodius</i>	Turca	-
	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	-
	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	-
	<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena	-
	<i>Troglodytes musculus</i>	Chercán	-
	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	-
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	-	
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	-	
Mammalia	<i>Lycalopex griseus</i>	zorro chilla o gris	LC
	<i>Octodon degus</i>	Degú	-
	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	-

Fuente: Estudio de Fauna de Vertebrados Terrestres DIA "Mina Cardenilla". Disponible en: https://www.e-seia.cl/archivos/543_Estudio_Fauna.pdf

En el estudio conducente a la obtención de la RCA N°242/2008, se describe en torno a los hábitats de fauna que *"Los mamíferos se encuentran en madrigueras construidas por ellos mismos, como es el caso del Conejo (Oryctolagus cuniculus) o bajo la protección de árboles, arbustos y rocas como el Degú (Octodon degus). En algunos casos solamente ocupan el área como lugar de tránsito en sus extensos recorridos en busca de alimento como por ejemplo el Zorro chilla (Pseudalopex griseus).*

*Las aves son escasas en época de invierno por la disponibilidad de alimento, además de su migratoriedad en algunos casos, pero aparecen en gran número al modificarse estas condiciones. Los reptiles se presentan en densidad moderada, distribuidos bajo la protección de rocas o arbustos."*⁴⁶

Según se indica en el referido estudio, es relevante indicar que el sitio presentaba cierto nivel de intervención *"por caminos, actividad minera (planta, relaves, etc.) actividad ganadera (caprinos), extracción de leña, además hubo actividad de caza, ya que se observó cartuchos de escopeta."*⁴⁷

De lo anterior, es posible señalar que los servicios provistos por la fauna potencial están relacionados con polinización, control de especies exóticas e invasoras.

Tabla 5-7. Servicios Ecosistémicos provistos en el sitio dañado, asociados a la biodiversidad (Fauna)

Componente ambiental	Subcomponentes	Funciones de los ecosistemas		Servicios ecosistémicos
Biodiversidad - Hábitat de fauna silvestre	Composición de especies de fauna	Soporte	Mantención del ciclo de vida de las especies	Refugio para poblaciones de fauna silvestre
	Especies de fauna en categoría de conservación		Conservación de la diversidad biológica y genética	Conservación de la biodiversidad
	Composición de especies de fauna	Regulación	Control biológico	Regulaciones de la dinámica trófica de las poblaciones

Fuente: GAC

ii. Sitio Prioritario "Cordillera El Melón"

Los reptiles potenciales presentes en el sitio prioritario, considerando a Veloso & Navarro (1988) mencionan a la lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), habitante frecuente de pastizales, que sería la especie más frecuente en los ambientes mediterráneos. También se menciona a *Liolaemus chiliensis* y *L. fuscus*, de hábitos terrícolas y *L. tenuis*, arborícola, también habitan en ambientes de matorral o bosque

⁴⁷ Estudio de Fauna de Vertebrados Terrestres DIA "Mina Cardenilla". Disponible en: https://www.e-seja.cl/archivos/543_Estudio_Fauna.pdf

esclerófilos y probablemente ambientes agrícolas, mientras que la iguana (*Callopistes palluma*), de hábitos saxícolas, estaría restringida a laderas norte con vegetación con matorral xerofítico. También se registran las dos culebras de la zona central, *Phylodrias chamissonis* y *Tachymenis chilensis*.

En períodos de lluvias y mayor humedad están presentes tres especies de anfibios, el sapito de cuatro ojos, (*Pleuroderma thaul*), el sapo de rulo (*Bufo chilensis*) y la rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*), todas en categoría de conservación.

Respecto a los mamíferos, se describen cerca de 20 especies potenciales, entre ellas carnívoros como los zorros chilla (*Lycalopex griseus*) y culpeo (*L. culpaeus*), mustélidos como el quique (*Galictis cuja*). Varias especies de micromamíferos, como un marsupial, la yaca (*Thyllamys elegans*), los roedores que constituyen el orden dominante, donde destaca el endémico degú (*Octodon degu*), lauchón orejado de Darwin (*Phyllotys darwini*), lauchita de los espinos (*Oligoryzomys longicaudatus*), laucha de pelo largo (*Abrothrix longipilis*) y laucha olivácea (*Abrothrix olivaceus*) entre otros (Muñoz & Yañez 2000).

Existen además cinco especies de mamíferos introducidos, dos de ellos habitan en ambientes agrícolas, matorrales y praderas; liebre (*Lepus europaeus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*), y otros tres roedores en ambientes antropizados; guarén (*Rattus norvegicus*), rata (*Rattus rattus*) y laucha (*Mus musculus*).

La avifauna descrita para la zona del sitio prioritario corresponde a la clase más numerosa y está dominada por especies del orden Passeriformes, siendo comunes y abundantes chincol (*Zonotrichia capensis*), diuca (*Diuca diuca*), loica (*Sturnella loyca*), son abundante también algunas especies gregarias como el tordo (*Curaeus curaeus*), jilguero (*Carduelis barbata*) y chirihue (*Sicalis luteiventris*). En general, el ensamble está dominado por pocas especies, en tanto varias otras son menos frecuentes y abundantes, como por ejemplo el pitio (*Colapses pitius*) y el carpinterito (*Picoides lignarius*), la rara (*Phytotoma rara*), el churrín (*Scytalopus magellanicus*) y el rayadito (*Aphrastura spinicauda*). Entre las especies de los bosques esclerófilos densos, se menciona a la torcaza (*Columba araucana*), siempre asociada a bosques.

Entre las aves migratorias de invierno, algunas de las cuales sólo se alimentan en esta región, no nidificando o lo hacen en una relativamente baja proporción, se encuentran aquellas que tienen desplazamientos latitudinales como la viudita (*Colorhamphus parvirostris*), picaflor (*Sephanoides galeritus*) y diucón (*Xolmis pyrope*) y otras de desplazamientos altitudinales, dormilona tontita (*Muscisaxicola macloviana*) y cometocino (*Phrygilus gayi*). Entre las especies de aves migratorias de verano, que se reproducen en el área, se menciona al fio-fio (*Elaenia albiceps*), picaflor gigante (Patagonas gigas) y mirlo (*Molothrus bonariensis*).

Las rapaces constituyen un grupo singular, ya que, por ser predadores topos, dan cuenta del estado en que se encuentran los niveles tróficos inferiores. El ave rapaz más característico de esta área es el tiuque (*Milvago chimango*). Luego vienen otras menos abundantes, pero frecuentes, cernícalo (*Falco sparverius*), aguilucho (*Buteo polyosoma*), peuco (*Parabuteo unicinctus*), bailarín (*Elanus leucurus*) y halcón perdiguero (*Falco femoralis*). Otras aves menos frecuentes son águila (*Geranoaetus melanoleucus*), habitante de las

mayores cumbres dentro de la zona, vari (*Circus cinereus*), característico de ambientes húmedos, y halcón peregrino (*Falco peregrinus*), especie migratoria del hemisferio norte.

De las rapaces nocturnas, la más común en ambientes arbolados, es el chuncho (*Glacidium nanum*), en ambientes de bosques densos está presente el tucúquere (*Bubo virginianus*), en el suelo en diferentes ambientes se encuentra el pequén (*Athene cunicularia*) y en ambientes antropizados, la lechuza blanca (*Tyto alba*).

Entre las especies endémicas se encuentra la perdiz (*Nothoprocta predicaria*), canastero (*Asthenes humicola*), tapaculo (*Scelorchilus albicollis*) y tenca (*Mimus thenca*). Por otra parte, la codorniz (*Callipepla californica*), es una especie introducida, abundante en matorrales y zonas agrícolas.

6 DESCRIPCIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL CAUSADO, EN CONCORDANCIA CON LA RESOLUCIÓN QUE HAYA PUESTO TÉRMINO AL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO SANCIONATORIO RESPECTIVO.

La presente sección dará cuenta de la construcción metodológica que sustenta los fundamentos y acciones específicas que el Plan de Reparación propone.

Para ello, en primer término, y conforme a la letra c) del artículo 19 del Reglamento, es necesario determinar técnica y jurídicamente el objeto de reparación, entendido como aquel «medio ambiente» efectivamente dañado debido a lo imputado mediante Res. Ex. N° 1/Rol F-009-2018 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), lo que significará la ejecución de un ejercicio técnico capaz de identificar las variables ambientales asociadas a los componentes afectados.

Determinado el objeto específico de reparación será posible establecer la (s) metodología (s) idóneas para llevar a efecto esta reparación, considerando la eficiencia y eficacia de acciones que apunten precisamente a hacerse cargo de la totalidad de los componentes ambientales afectados.

De esta manera, el presente capítulo será fundamental para establecer una conexión coherente que fundamente la propuesta de las acciones de reparación que dan contenido al Plan. En base a ello, es posible indicar como objeto general primario el lograr determinar y caracterizar el objeto de la reparación de modo de aplicar al mismo la (s) metodología (s) más eficaz y eficiente en la materia.

Considerando lo anterior, se logrará:

- Identificar, dentro de lo imputado y sancionado por la SMA, el objeto específico de la reparación bajo el concepto legal actualmente vigente de «medio ambiente» y «reparación».
- Identificar, en base a lo anterior, la metodología específica aplicable a la reparación que se describe en el Plan.
- Sustentar una relación coherente e idónea entre el daño imputado y las acciones propuestas en el Plan.

Para ello, se describirá el daño conforme a la Resolución Sancionatoria y luego, se complementará esta descripción siguiendo un "enfoque de servicios ecosistémicos", identificando los componentes ambientales afectados junto a las funciones y servicios ecosistémicos que se vieron mermados por la infracción sancionada.

6.1 Descripción del daño ambiental conforme a la Resolución Sancionatoria

El daño ambiental que se aborda mediante este Plan de Reparación responde primordialmente a aquel que ha sido asociado al Cargo N°9, y que se encuentra descrito en la Formulación de Cargos y la Resolución Sancionatoria, complementados por los Oficios Ord. N°2290/2019 SAG y Oficio Ord. N°263/2019 CONAF.

En este sentido, el considerando 68 de la Resolución Sancionatoria explica que:

*"En el presente caso, en los considerandos 12, 13, 14, 16, y 18 y en el Resuelvo II letra a) de la Res. Ex. N°1/Rol F-009-2018, se indicaron los antecedentes a partir de los cuales se realizó la clasificación preliminar de daño ambiental irreparable, los que corresponden a: la **eliminación de bosque nativo, bosque nativo de preservación** con presencia de la especie de flora silvestre "vulnerable" *Porlieria chilensis* (Guayacán) **y bosque nativo de conservación y protección**; la **eliminación de formaciones xerofíticas**; la **afectación de hábitat de especies de fauna silvestre protegidas** por la Ley de Caza (*Philodryas chamissonis* (Culebra de cola larga), *Liolaemus montícolo* (Lagartija de los montes), *Callopistes maculatus* (Iguana) y *Pseudolapex griseus* (Zorro chilla)); la **afectación de hábitat de especies de fauna silvestre clasificadas por el Ministerio del Medio Ambiente en categoría de "Preocupación Menor"** (*Liolaemus montícolo* (Lagartija de los montes) y *Philodryas chamissonis* (Culebra de cola larga)); la **afectación de sectores que constituían hábitat de especies de fauna silvestre clasificadas por el Ministerio del Medio Ambiente en categoría "Casi amenazadas"** (*Callopistes maculatus* (Iguana) y *Pseudolapex griseus* (Zorro chilla)); la **obstrucción del cauce de la quebrada ubicada al norte del botadero de estériles**; y, la **rotura de tronco y obstrucción de hábitat de 3 ejemplares de la especie "Vulnerable" *Porlieria chilensis*.**"*

En atención a lo anterior, es posible analizar el daño conforme a los siguientes componentes: suelo, flora y vegetación y hábitat de fauna silvestre. Si bien estos componentes se encuentran cercanamente interrelacionados, para efectos de su análisis se descomponen.

6.2 Enfoque de servicios ecosistémicos para determinar el objeto de reparación

De acuerdo con el MMA (2014), existe consenso a nivel mundial que para disminuir las actuales tasas de degradación ambiental es necesario medir y visibilizar, no sólo la extensión y estado actual de los ecosistemas, sino también entender cómo su funcionamiento afecta el bienestar humano (MEA 2005; TEEB 2010; OECD 2012). Con este último propósito surge en la literatura de los últimos años, y en especial

a partir de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005), el concepto de **servicios ecosistémicos (en adelante, SS.EE.)**. MEA (2005), define los SS.EE. como **"los beneficios que obtenemos los seres humanos directa o indirectamente de los ecosistemas"**, y los clasifica en cuatro grupos: soporte (e.g. ciclo de nutrientes), provisión (e.g. madera, fibras, agua), regulación (e.g. control de erosión, de inundaciones, de pestes), culturales (e.g. espirituales, recreación).

La definición de SS.EE. que se propone es la utilizada por TEEB (2014) y otros autores, quienes conciben los SS.EE. como "la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano". Aquellos SS.EE. de contribución directa son llamados servicios finales mientras que aquellos de contribución indirecta son clasificados como servicios intermedios.

La aproximación a la naturaleza desde los servicios ecosistémicos viene dada desde una perspectiva antropocéntrica en la cual los ecosistemas y la biodiversidad que albergan se vincula directamente con el bienestar humano. Desde este contexto antropocéntrico, los ecosistemas son entendidos como un capital natural, es decir como aquellos ecosistemas con integridad ecológica y resilientes, capaces de generar un flujo de servicios al ser humano, mediante el mantenimiento de sus funciones (Montes 2007; Martín-López *et al.* 2009).

De esta manera, los ecosistemas contribuyen al bienestar humano mediante la generación de una amplia variedad de funciones de los ecosistemas, las cuales son definidas como la capacidad de proveer servicios que satisfagan a la sociedad (de Groot *et al.* 2002). Los términos funcionamiento ecológico y funciones de los ecosistemas han sido frecuentemente usados indistintamente (Jax 2005). Sin embargo, mientras que el funcionamiento ecológico -el conjunto de los procesos ecológicos- es inherente a las propiedades intrínsecas de los ecosistemas; las funciones de los ecosistemas son entendidas desde una perspectiva antropocéntrica como la potencialidad de generar servicios a la sociedad.

De Groot *et al.* (2002) clasifica las funciones de los ecosistemas en cuatro categorías, de las cuales, las tres últimas dependen de las funciones de regulación:

- Funciones de regulación: la capacidad de los ecosistemas para regular los procesos ecológicos esenciales como, por ejemplo; regulación climática, control ciclo nutrientes, control ciclo hidrológico, entre otros.
- Funciones de sustrato: la provisión de condiciones espaciales para el mantenimiento de la biodiversidad. (a veces denominadas funciones de hábitat).
- Funciones de producción: la capacidad de los ecosistemas para crear biomasa que pueda usarse como alimentos, tejidos, entre otros.
- Funciones de información: la capacidad de los ecosistemas de contribuir al bienestar humano a través del conocimiento, la experiencia, y las relaciones culturales con la naturaleza como, por ejemplo; experiencias espirituales, estéticas, educativas, recreativas, entre otras.

Para cada uno de estos tipos de funciones, es posible identificar diferentes usos o aprovechamientos que el hombre hace de los ecosistemas, bien sea consciente o inconscientemente y/o de manera directa o indirecta, las cuales se detallan a continuación en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1. Relación entre Función y servicios ecosistémicos.

Función de los ecosistemas	Tipo de Servicio	Servicios ecosistémicos
Regulación	Regulación	Mantenimiento de un clima favorable
		Regulación de la calidad del agua disponible para humanos
		Formación y mantenimiento de suelos fértiles
		Polinización de plantas útiles
		Prevención de plagas
		Control de especies exóticas invasoras
		Prevención de desastres naturales
Sustrato (espacio físico)	Abastecimiento	Alimento (acuicultura, agricultura, o ganadería)
		Recursos forestales (plantaciones)
		Especies cinegéticas (caza, pesca)
	Regulación	Especies animales y vegetales funcionales
		Área de cría de especies animales
	Cultural	Especies cinegéticas (caza, pesca)
Especies carismáticas y/o amenazadas		
Producción	Abastecimiento	Alimento (agricultura, ganadería, pesca, caza, recolección de frutos, etc.)
		Regulación de la cantidad del agua disponible para humanos
		Tejidos
		Recursos forestales maderables y no maderables
		Plantas medicinales
		Material para construcción, minerales, etc.
		Energía y combustibles
Información	Cultural	Recreación
		Ecoturismo
		Valores estéticos y paisajísticos
		Patrimonio cultural
		Conocimiento local
		Valores espirituales
		Educación
		Investigación

Fuente: Elaboración propia en base a De Groot *et al.* (2002), MEA (2003), Gómez-Baggethun y de Groot (2007).

La primera formalización científica, desde la ecología, del término servicios de ecosistemas se encuentra en el libro titulado “Servicios de la Naturaleza” (Daily, 1997). En este texto, los servicios son entendidos como las condiciones y procesos a través de los cuales, los ecosistemas y las especies mantienen y satisfacen la vida humana. Posteriormente, Costanza *et al.* (1997) lo define como los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas. La Evaluación del Milenio (MA, 2003) los define como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, incluyendo aquellos beneficios que la gente percibe y aquellos que no perciben (Costanza, 2008). Boyd y Banzhaf (2007) ofrece una definición alternativa a las anteriores, entendiéndolos como los beneficios directamente consumidos por el ser humano. Estas diversas definiciones sugieren que, aunque

existe una idea generalizada sobre qué son los servicios, existe importantes diferencias en el concepto, que pueden promover a que los proyectos relacionados con los eco-servicios evalúen o valoren diferentes aspectos de las relaciones naturaleza-sociedad, ya que el concepto varía desde los 'procesos y condiciones' (Daily, 1997), hasta los 'beneficios últimos obtenidos por la sociedad' (Boyd y Banzhaf, 2007; Wallace, 2007).

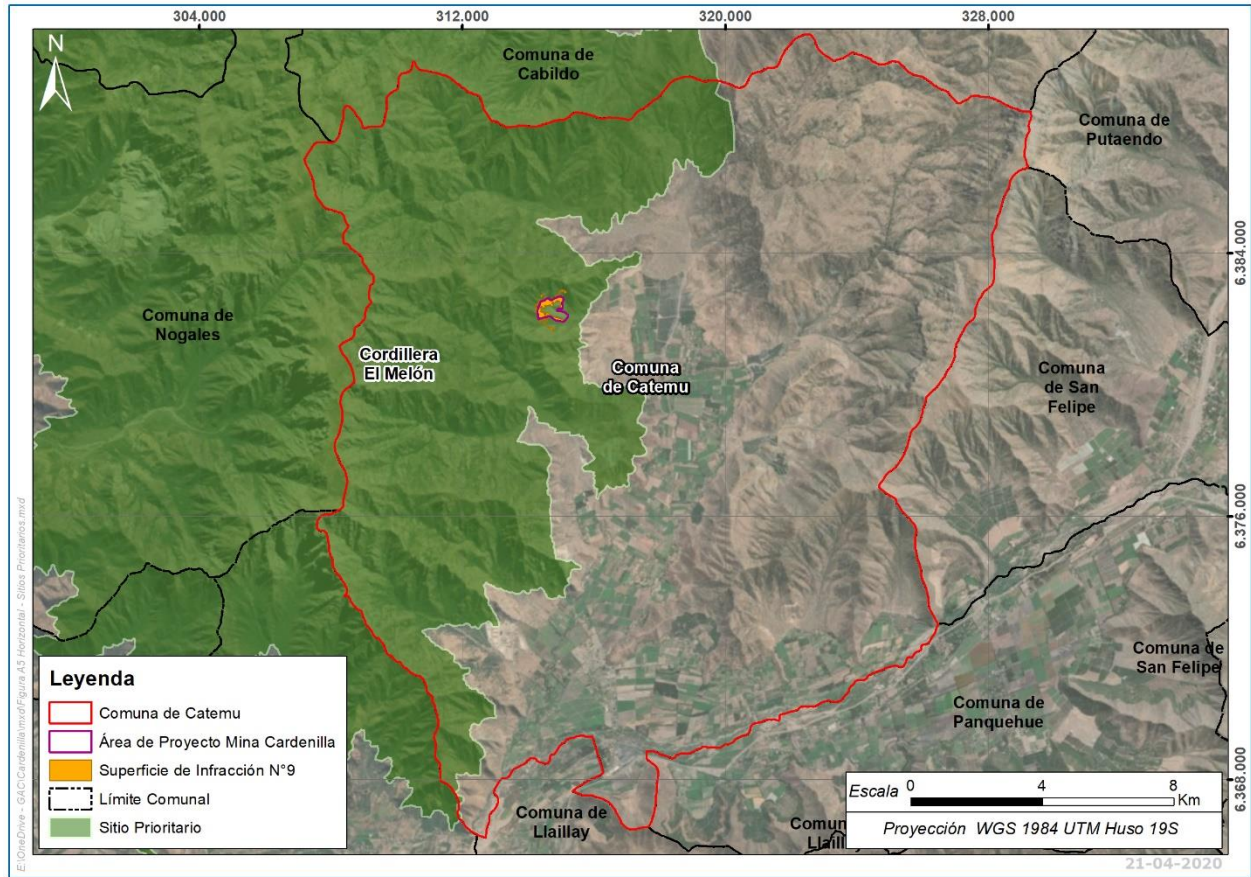
6.2.1 Medio ambiente dañado: componentes ambientales presentes en área y que fueron afectados con la infracción sancionada

Con el objetivo de ejecutar una tarea de reparación eficaz, es necesario dar cuenta de los componentes ambientales específicos que emanan de la superficie dañada de **26,61 ha de ecosistemas vegetacionales**, así como los servicios ecosistémicos que estos prestan, **todo ello en relación con el ecosistema global dentro del cual ésta se sitúa.**

En este sentido, cabe señalar que la superficie dañada se inserta en el ecosistema global característico de la Cordillera El Melón, en particular en su ladera oriente.

A continuación, la Figura 6-1. muestra espacialmente el ecosistema global de la Cordilera El Melón y su relación con la superficie dañada por las partes, obras y acciones de Mina Cardenilla sancionadas por la SMA (Cargo 9).

Figura 6-1. Proyecto y su relación con el área involucrada



Fuente: GAC

A continuación, es posible exponer la presencia de los siguientes componentes ambientales involucrados:

Tabla 6-2. Componentes Ambientales y subcomponentes relacionados en la superficie dañada

Componente	Subcomponentes
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidad física. Soporte de la biodiversidad.
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> Bosque nativo de preservación, bosque nativo de conservación y protección, matorral xerofítico, matorral esclerófilo, praderas, ambientes para fauna. Composición de especies (riqueza y abundancia/densidad) de flora y fauna. Especies en categoría de conservación. Formaciones vegetacionales.

Fuente: GAC

6.2.1.1 Estado dañado: Suelo

Conforme a lo que se ha indicado por la Resolución Sancionatoria, “producto de las obras ejecutadas al margen del SEIA por parte de Explodesa, se eliminaron completamente los elementos bióticos y el perfil de suelo presentes en un total de 33,98 ha⁴⁸”, considerando las siguientes superficies:

Tabla 6-3. Superficie de Obras no autorizadas de Mina Cardenilla

Obra	Superficie (Ha)
Open Pit Mina Cardenilla	8,3
Extracción Lumbrera Norte	6,47
Extracción Lumbrera Sur	7,66
Caminos	5,23
Botadero de estériles	6,2
Campamento	0,12
Total	33,98

Fuente: Resolución Sancionatoria

En particular, la pérdida del recurso se genera por el emplazamiento de obras, la nivelación de algunos sectores, la habilitación de caminos, la extracción de material mineral y la cobertura del suelo por botadero⁴⁹.

Se indica asimismo que existe compactación del suelo por construcción de huellas y caminos, instalación de campamento y tránsito de vehículos y maquinarias de alto tonelaje, lo cual produce efectos acumulativos y permanentes mientras exista dicho tránsito⁵⁰. En este respecto cabe indicar, como se desarrolla en el Capítulo 7, que la Mina Cardenilla se encuentra paralizada voluntariamente por el titular desde el mes de noviembre de 2018, y se encuentra en un proceso interno para evaluar ambientalmente el cierre de la faena Mina Cardenilla, por lo que no existe un riesgo de que se siga produciendo este efecto.

Conforme al Estudio de Línea Base elaborado el año 2018, el suelo presenta actualmente una capacidad de uso VIII, correspondiendo a quiebres abruptos, de pendientes superiores a 60% y hasta de 100%.

Tabla 6-4. Clasificación interpretativa de la zona intervenida

Capacidad de Uso	VIII	Clase de Drenaje	6
Categoría de Riego	6	Aptitud Frutal	E
Erosión	2	Aptitud Agrícola	8

Fuente: Estudio de Línea Base 2018.

Asimismo, se indica que es posible descartar la existencia de daños fisicoquímicos, en tanto todos los nutrientes se encuentran dentro de los rangos adecuados para el desarrollo de vegetación.

⁴⁸ Considerando 108 de la Resolución Sancionatoria

⁴⁹ Oficio Ord. N°2290/2019 SAG

⁵⁰ Ídem.

En relación a sus servicios ecosistémicos, en el suelo intervenido existe pérdida en la capacidad de sustentar biodiversidad: menoscabo en su capacidad de producir y arraigar especies vegetales y sustentar especies animales generada por la remoción del horizonte orgánico por escarpe, y alteración del perfil del suelo por actividades de excavación y extracción, que implican disminución del volumen y profundidad del suelo, reducción de la capacidad de retención de agua aprovechable, pérdida de materia orgánica, y alteración de la características físicas, químicas y biológicas del suelo⁵¹.

Asimismo, se puede indicar que los servicios ecosistémicos asociados a la estabilidad física del suelo se han visto afectados, presentando actualmente una media a baja calidad de servicios ecosistémicos. Por su pendiente pronunciada se presentan alto riesgos de erosión, pedregosidad abundante en superficie y en el perfil, así como se presentan abundantes afloramientos rocosos. Actualmente, 17,4 ha de suelo posee pendientes de cerros (entre 45 a 60 %), lo que equivale al 65,54% de la superficie total dañada.

Tabla 6-5. Servicios ecosistémicos afectados del componente suelo

Componente ambiental	Subcomponentes	Funciones de los ecosistemas		Servicios ecosistémicos
Suelo	Estabilidad física	Regulación	Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
			Control de inundaciones	Prevención de perturbaciones
			Mantenimiento de suelos naturales productivos	Formación de suelo
			Mantenimiento de suelos saludables y ecosistemas productivos	Ciclo de nutrientes
	Soporte para la biodiversidad	Soporte	Mantenimiento del ciclo de vida de las especies	Refugio para microorganismos

Fuente: GAC

6.2.1.2 Estado dañado: Flora y vegetación

Los daños abarcan una superficie de 26,61 hectáreas de cubierta vegetal que fue eliminada producto de las excavaciones o se sepultó por la depositación de los residuos mineros a causa del aumento y extensión del rajo; perdiendo completamente la estructura y funcionamiento de las comunidades vegetales en el área de influencia directa de las actividades.

⁵¹ Ídem.

En relación a la causa de dicho daño, se puede indicar que es *“producto de las obras, ya sea por eliminación de la cubierta vegetal y los horizontes del suelo que la sustentaban o por eliminación, aplastamiento y depositación de materiales, en el caso del botadero y de la quebrada señalada”*⁵²

La magnitud y extensión del daño se evalúa en el considerando 110 de la Resolución Sancionatoria, donde se calcula la superficie afectada de formaciones vegetacionales, estimando que esta alcanza un total de 26,61 ha:

Tabla 6-6.. Superficies eliminadas por las obras del proyecto al margen del SEIA

Tipo de formación vegetal	Obra(s) asociada(s)	Superficie eliminada (Ha)	Total, superficie formación (Ha)
Bosque nativo de preservación	Sector Lumbrera Sur y habilitación de caminos asociados	3,89	7,08
	Botadero de estériles	3,19	
Bosque nativo de conservación y protección	Sectores Lumbrera Norte, Lumbrera Sur y Cardenilla y habilitación de caminos asociados	8,72	9,19
	Camino entre Mina Cardenilla y Mina Cuyanita	0,47	
Formación xerofítica	Sectores Lumbrera Norte, Lumbrera Sur y Cardenilla y habilitación de caminos asociados	4,8	10,34
	Camino entre Mina Cardenilla y Mina Cuyanita	4,76	
	Campamento	0,78	
Total (Ha)			26,61

Fuente: Resolución sancionatoria

Cabe señalar que, en la zona aledaña al área intervenida, se constató la presencia de bosque nativo de preservación, bosque nativo y formaciones xerofíticas en condiciones favorables de desarrollo⁵³.

Sin perjuicio de ello, se identifica un efecto de fragmentación en la microcuenca, en tanto *“de la observación de las formaciones remanentes y la comparación de la situación actual con la configuración estimada de la vegetación original, es evidente que las obras han fragmentado los parches de vegetación homogénea que existían a nivel de la microcuenca, lo que potencialmente genera una serie de efectos en*

⁵² Oficio Ord. N°263/2019 CONAF

⁵³ Informe pericial “Informe pericial derivado de visita a terreno asociada a la infracción N°9 contenida en la RES.EX. N°/F-009-2018 de la SMA” de Félix Hidalgo Reyes P.8

los intercambios genéticos de las poblaciones y efectos del tipo borde en los parches de vegetación residuales, debido a la presencia de barreras físicas, cambios microclimáticos, aumento de emisiones de material particulado, entre otros.”⁵⁴

Por otra parte, cabe contextualizar que “La pérdida de hábitat de *Porlieria chilensis* por acciones del Proyecto Minero Cardenilla, alcanza a 7,08 ha (según cifras de la SMA), lo que equivale a un 3,98% de la superficie total de la microcuenca”⁵⁵, por lo que no se compromete la sobrevivencia de la especie en la microcuenca, sin perjuicio de eventuales efectos derivados de la fragmentación.

De lo anterior, es posible derivar que, dada la eliminación de las formaciones vegetacionales, se han visto completamente afectados los servicios ecosistémicos provistos por este componente, identificándose los siguientes:

Tabla 6-7. Servicios ecosistémicos dañados relacionados con la Flora

Componente ambiental	Subcomponentes	Funciones de los ecosistemas		Servicios ecosistémicos
Biodiversidad - Flora y Vegetación	Composición de especies de flora	Soporte	Mantenimiento del ciclo de vida de las especies	Refugio para poblaciones de flora
	Especies de flora en categoría de conservación		Conservación de la diversidad biológica y genética de las plantas	Conservación de la biodiversidad
	Bosque nativo de preservación, Bosque nativo de conservación y protección Matorral xerofítico	Regulación	Limpieza de aire y almacenamiento de carbono	Regulación del clima
			Protección de cursos de agua	Regulación de los flujos de agua
			Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
			Generación, renovación y fertilidad de los suelos	Formación de suelo
			Movimiento de gametos florales	Polinización
			Provisión	Producción de materias primas
	Combustible y energía (leña)			
	Forraje y fertilizantes			
		Suministro de agua	Agua	

Fuente: GAC

⁵⁴ Oficio Ord. N°263/2019 CONAF

⁵⁵ Informe Lorena [PENDIENTE: COMPLETAR CITA]

6.2.1.3 Estado dañado: Hábitats de fauna silvestre

Actualmente, en el lugar donde se encuentran las obras del Proyecto, es posible encontrar algunos ejemplares de fauna, principalmente aves, en muy baja densidad y registrados con baja frecuencia.

En efecto, durante la realización de la Caracterización de Fauna Vertebrada Terrestre para el EIA del Plan de Cierre de Mina Cardenilla realizada durante el año 2018, se confirmó la presencia de 31 especies, correspondientes a 6 reptiles, 23 aves y 2 mamíferos. De estos, siete especies presentan categoría de conservación correspondientes a *Phylodrias chamissonis* (culebra de cola larga), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes), *Liolaemus lemniscatus* (lagartija lemniscata), *Liolaemus pseudolemniscatus* (lagartija lemniscata falsa), *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta) y *Thylamys elegans* (yaca), todas ellas clasificadas como de “Preocupación menor” según la legislación nacional vigente.

Se identificó la presencia de individuos de las siguientes especies en categoría de conservación:

Tabla 6-8. Especies de Fauna registradas en categoría de conservación

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución (Regiones)	Categoría vigente	Decreto Categoría Vigente
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	Coquimbo-Los Ríos	Preocupación Menor	DS N°19/2012 MMA
<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	Atacama-Biobío	Preocupación Menor	DS N°19/2012 MMA
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	Coquimbo-Los Ríos	Preocupación Menor	DS N°19/2012 MMA
<i>Thylamys elegans</i>	Ilaca o Marmosa	Antofagasta-Biobío	Preocupación Menor	DS N°16/2016 MMA
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	Atacama-Maule	Preocupación Menor	DS N°16/2016 MMA
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Arica y Parinacota-Magallanes	Vulnerable [<i>Pseudalopex culpaeus lycoides</i>] Preocupación Menor [resto de las subespecies]	DS N°151/2007 MINSEGPRES DS 33/2012 MMA
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	Arica y Parinacota-Magallanes	Vulnerable	DS N°5/1998 MINAGRI

Fuente: GAC

Cabe precisar que no se identifican por la Resolución Sancionatoria individuos o comunidades específicas afectadas, sino que el daño se enmarca en la pérdida de hábitat para ciertas especies de fauna local que se encontraban presentes en las áreas indebidamente intervenidas. Así, se afirma en la Resolución Sancionatoria que:

*“En relación con la fauna, **no se cuenta con antecedentes en el proceso sancionatorio que den cuenta de una afectación constatada en individuos o comunidades específicas.** Sin perjuicio de lo anterior, **se ha constatado pérdida de hábitat** por cuanto las áreas intervenidas por la empresa forman parte de hábitat con presencia de fauna silvestre en distintas categorías de conservación, de acuerdo a los antecedentes entregados durante la evaluación ambiental del proyecto Mina Cardenilla, aprobado ambientalmente mediante RCA N°242/2008, cuyo detalle se señala en la siguiente tabla:”* (El destacado es nuestro).

Adicionalmente, se identifican por la Resolución Sancionatoria los riesgos derivados de la fragmentación de hábitats de fauna. Las obras ejecutadas constituyen *“una barrera al flujo y dinámica de las poblaciones de fauna de un sector a otro”*⁵⁶ y se *“genera riesgo de fragmentación de población de fauna e implica una depresión genética de las especies y aumenta la permeabilidad a los impactos externos de los nuevos parches, al incrementar las áreas marginales de borde”*⁵⁷.

Dicho riesgo se acentúa para la especie en categoría de “Preocupación Menor” *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes) y *Philodryas chamissonis* (culebra de cola larga), la especie en categoría “Casi amenazadas” *Callopietes maculatus* (iguana) y la especie en categoría “Vulnerable” *Lycalopex griseus* (zorro chilla), que poseen una movilidad menor, lo que *“provocaría una disminución en la diversidad genética en sus poblaciones al aumentar el cruzamiento entre individuos estrechamente relacionados genéticamente (endogamia)”*⁵⁸.

Por tanto, es posible indicar que los servicios ecosistémicos provistos por este componente se encuentran completamente afectados.

Tabla 6-9. Servicios ecosistémicos relacionados a la Fauna en el sitio dañado

Componente ambiental	Subcomponentes	Funciones de los ecosistemas		Servicios ecosistémicos
Biodiversidad - Hábitat de fauna silvestre	Composición de especies de fauna	Soporte y Hábitat	Mantenimiento del ciclo de vida de las especies	Refugio para poblaciones de fauna silvestre
	Especies de fauna en categoría de conservación		Conservación de la diversidad biológica y genética	Conservación de la biodiversidad

⁵⁶ Considerando 119 de la Resolución Sancionatoria

⁵⁷ Considerando 126 de la Resolución Sancionatoria

⁵⁸ Considerando 120 de la Resolución Sancionatoria

	Composición de especies de fauna	Regulación y Hábitat	Control biológico	Regulaciones de la dinámica trófica de las poblaciones
--	----------------------------------	----------------------	-------------------	--

Fuente: GAC

6.2.2 Identificación de servicios ecosistémicos asociados a los componentes ambientales dañados

En aplicación de los cuatro grupos de servicios ecosistémicos, es posible precisar cuáles de éstos están presentes en el sistema global del Sitio Prioritario Cordillera El Melón, para posteriormente, vincularlo con aquellos que se vieron mermados producto de la infracción sancionada que da origen a este Plan de Reparación.

Tabla 6-10. Servicios ecosistémicos identificados en el sistema global del Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Servicios Ecosistémicos				
Sección	División	Grupo	Servicio	Servicio caracterizado
Servicios de Provisión	Nutrición	Biomasa	Animales	Cacería de animales como conejos y codornices
			Frutos	Recolección de frutos (peumo)
			Miel	Producción de miel por parte de pequeños apicultores
			Hierbas medicinales	Extracción de hierbas como quillay, matico, entre otras
		Agua	Agua	Recolección de agua para consumo humano
	Materiales	Biótico	Madera	Recolección de especies maderables para construcción
			Fibra vegetal	Extracción de pastos y coirones para bioconstrucción (adobe).
			Tierra de hojas	Extracción de tierra de hoja como fertilizante orgánico
			Alimento	Forraje para consumo animal
		Abiótico	Piedras	Extracción de piedras para construcción
			Greda	Extracción de greda para construcción o artesanía
	Agua	Fuente superficial	Provisión de agua para los animales	
	Energía	Biomasa	Leña	Extracción de leña de distintas especies arbóreas y arbustivas
Energía mecánica		Actividades ganaderas	Uso de animales de tracción en el cerro (caballos)	
Servicios de		Regulación (gaseoso,	Regulación del cambio climático	Captación de carbono

Servicios Ecosistémicos				
Sección	División	Grupo	Servicio	Servicio caracterizado
Regulación y Soporte	Regulación de los flujos	masas y líquidos)	Regulación climática y atmosférica	Regulación del clima
				Purificación del aire
			Protección del viento	Regulación de los ciclos del agua
				Árboles protegen de fuertes corrientes
	Soporte	Ciclos de nutrientes	Mantención equilibrio biogeoquímico	Presencia de vegetación permite la generación y filtrado de nutrientes
			Formación y regulación de suelo	Cubierta vegetal permite la retención de suelo y el control de la erosión
		Soporte de los ciclos de vida	Hábitat y refugio para las especies	Ciclo de vida de las especies
			Dispersión de semillas	Zoocoria, anemocoria e hidrocoria
			Control biológico	Control de plagas
			Mantención del pool genético	Polinización
Servicios Culturales	Educación	Interacciones intelectuales, culturales y educativas	Científico	Investigaciones académicas
			Patrimonio	Rescate de tradiciones y manifestaciones culturales
			Educacional	Educación ambiental
	Espiritual	Interacciones espirituales con el medio	Religioso y espiritual	Uso del espacio para manifestaciones religiosas
	Recreación	Interacciones recreativas con el medio	Entretenimiento	Sitios de reuniones sociales
				Baño en pozones
				Actividades al aire libre (cabalgata, escalada, <i>mountainbike</i> y <i>trekking</i>)
				Contemplación de paisaje

Fuente: GAC

Así, los **servicios antes mencionados que se relacionan directamente con las superficies dañadas** son:

Tabla 6-11. Componentes ambientales y servicios ecosistémicos seleccionados para reparar

Componente	Función		Servicio ecosistémico
Suelo	Regulación y Hábitat	Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
		Control de inundaciones	Prevención de perturbaciones
		Mantenimiento de suelos naturales productivos	Formación de suelo
		Mantenimiento de suelos saludables y ecosistemas productivos.	Ciclo de nutrientes

Componente	Función		Servicio ecosistémico
	Soporte y Hábitat	Refugio para microorganismos	Mantenimiento del ciclo de vida
Biodiversidad - Flora y Vegetación	Soporte y Hábitat	Refugio para flora y vegetación	Mantenimiento del ciclo de vida
		Conservación de la diversidad biológica y genética de las plantas	Conservación de la biodiversidad
	Regulación y Hábitat	Limpieza de aire y almacenamiento de carbono	Regulación del clima
		Protección de cursos de agua	Regulación de los flujos de agua
		Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo
		Generación, renovación y fertilidad de los suelos	Formación de suelo
		Movimiento de gametos florales	Polinización
	Provisión	Producción de materias primas	Construcción y fabricación (madera)
			Combustible y energía (leña)
			Forraje y fertilizantes
		Suministro de agua	Agua
Biodiversidad - Hábitat de fauna silvestre	Soporte y Hábitat	Refugio para la fauna silvestre	Mantenimiento del ciclo de vida
		Conservación de la diversidad biológica y genética	Conservación de la biodiversidad
	Regulación y Hábitat	Regulaciones de dinámica trófica de las poblaciones	Control biológico

Fuente: GAC en base a las clasificaciones de Constanza *et al.* (1997; 2017)⁵⁹

Por otra parte, los **servicios que se relacionan indirectamente con las superficies dañadas** se detallan en la **Tabla 6-12**. Cabe destacar que los SSEE indirectos se identifican para efectos de proponer compromisos voluntarios para la valorización de servicios ecosistémicos, que se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 6-12. Componentes ambientales y servicios ecosistémicos indirectos

Componentes ambientales	Subcomponentes	Servicios ecosistémicos	
Aspectos Socioculturales para propuesta de Compromisos Voluntarios.			
Socioculturales	Uso comunitario del territorio.	Cultural	Desarrollo local
			Investigación

⁵⁹ Costanza, R., D'arge R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin R.G., Sutton P. & Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L. Sutton, P., Farber, S. & Grasso, M. 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 28: 1-16.

	Generación de conocimiento. Innovación. Difusión.		Educación
			Recreación

Fuente: GAC

En relación con los antecedentes presentados, el medio ambiente dañado, considerado como ecosistema de referencia en el marco del Plan de Reparación de Mina Cardenilla, corresponde a superficies ricas en una serie de componentes ambientales, naturales y artificiales, descritos y desarrollados en el presente documento, y que incluye una parte del Sitio Prioritario para la Conservación de la biodiversidad Cordillera El Melón, ubicado en la comuna de Catemu.

Así, en función de las condiciones climáticas y vegetacionales específicas del área suroriente del sitio prioritario, y las relaciones socioculturales, vínculos con la población cercana y los accesos presentes, se identifica una rica interrelación de elementos que subyacen a aquello imputado como “dañado”.

Entre las relaciones biofísicas y socioculturales identificadas, se mencionan aquellas asociadas a los servicios ecosistémicos del tipo **soporte, regulación, provisión y cultural**.

Relacionado con el soporte que ofrecen los ecosistemas forestales, se da cuenta que la vegetación presente contribuye al ciclado (generación y filtrado) de nutrientes, manteniendo el equilibrio biogeoquímico del sistema global. Por otra parte, la cubierta vegetal contribuye a la formación y regulación del suelo, ya sea mediante el aporte de materia orgánica al sistema (hojarasca y otros elementos vegetales) y el control de erosión producto de la presencia subterránea de los sistemas radiculares, los cuales aportan estabilidad.

La presencia de biomasa superficial, representada mediante diversas estructuras vegetales (árboles, arbustos, suculentas y herbáceas) disminuye y regula la energía que ingresa al sistema al momento de producirse fenómenos climáticos extremos (lluvias en cortos períodos de tiempo), adicionalmente, la vegetación permite el soporte de vida para otros organismos, proporcionando diferentes tipos de hábitats y microhábitats, los cuales permiten el crecimiento y reproducción de diferentes clases de fauna de vertebrados, invertebrados y microorganismos terrestres. Desde un punto de vista de conservación genética, los servicios específicos identificados dan cuenta de la presencia de bancos de semilla, junto con mejorar las condiciones de los sitios particulares para el establecimiento, desarrollo, reproducción y dispersión de la flora vascular y no vascular presente. A su vez, existe una retroalimentación positiva con los grupos de insectos y fauna presente, ya que, generan mecanismos de dispersión que permiten la mantención de los flujos genéticos inter-especies y de la polinización. Por otra parte, la biodiversidad presente y el ensamble ecosistémico contribuye al control biológico de plagas, esto es de gran importancia para los sectores aledaños al sistema global descrito en este documento, debido a que corresponden a usos de suelo agrícola y agropecuario.

En cuanto a los servicios de provisión, la sola presencia de vegetación sobre la superficie del suelo entrega una función de provisión, sin embargo, los servicios de provisión asociados a las 26,61 hectáreas parten de la base de un supuesto de uso por la comunidad, en base a la oferta de los recursos de madera y forraje.

En el «Sitio Prioritario Cordillera El Melón», se identifican aquellos servicios de provisión relacionados con la nutrición humana, materiales de construcción y de energía. En el primer grupo, destaca la presencia de actividades de caza de especies exóticas invasoras, donde se reconoce la caza de lagomorfos y avifauna, la recolección e interacción de la población local con la flora mediante la colecta de frutos, hierbas medicinales, producción de miel y la colecta de agua para consumo humano desde el nacimiento de las escasas quebradas con presencia de flujos superficiales o subterráneos. En el segundo grupo se menciona la recolección y extracción de madera, fibras vegetales, piedras y greda para la construcción y bioconstrucción, tierra de hojas como abono orgánico, junto con el alimento (forraje) y agua para el consumo del ganado, el tercer grupo se relaciona con la extracción de leña y la tracción animal en los cerros.

En el mismo sentido, y relacionado con las comunidades cercanas, el sistema del Sitio Prioritario Cordillera El Melón, da cuenta de los servicios culturales vinculados con la educación, espiritualidad y recreación de la población asociado al paisaje. En este sector, las autoridades locales, así como el Ministerio de Medio Ambiente, han destacado la importancia de este sitio para realizar investigaciones académicas, lo que sin duda revierte un valor agregado que es posible desarrollar en este sistema global, lo que se evidencia en la declaratoria de las cuencas Los Maquis y de Talanque como Lugares de Interés Científico, según Decreto N°29/1983 del MINAGRI.

Finalmente, el rescate de tradiciones y manifestaciones culturales, relacionado con la cultura campesina y minera, propia de la identidad comunal y local, la presencia de sitios donde se realizan reuniones sociales, lugares de descanso y contemplación del paisaje, y el desarrollo de actividades recreativas o turísticas (baño en pozas naturales en los sectores Sol y Lluvia y, El Boldo, entre otros, junto con actividades al aire libre, tales como, cabalgatas junto a los arrieros de la zona, bicicleta de montaña por senderos existentes, senderismo y excursionismo, principalmente asociado a las grandes cumbres presentes, entre las que destaca el Cerro El Caqui, y la escalada en roca en paredes verticales), dan cuenta que el sistema global de la Cordillera El Melón, específicamente en la comuna de Catemu, presenta elementos particulares que pueden ser puestos en valor mediante acciones de reparación que mejoren sitios y lugares usados actualmente por la comunidad local, aun cuando no se ha podido establecer una afectación directa a estos servicios.

6.3 Conclusiones

En relación con los antecedentes presentados, el medio ambiente dañado, considerado como ecosistema de referencia en el marco del Plan de Reparación de Mina Cardenilla, corresponde a **26,61 ha de superficie** ricas en una serie de componentes ambientales, naturales y artificiales, descritos y desarrollados en el

presente documento, y que incluye una parte del Sitio Prioritario para la Conservación de la biodiversidad Cordillera El Melón, ubicado en la comuna de Catemu.

Esta delimitación se realiza en función de las condiciones climáticas y vegetacionales específicas del área suroriente del sitio prioritario, y las relaciones socioculturales, vínculos con la población cercana y los accesos presentes que demuestran la rica interrelación de elementos que subyacen a aquello imputado como "dañado".

Entre las relaciones biofísicas y socioculturales identificadas, se mencionan aquellas asociadas a los servicios ecosistémicos del tipo soporte, regulación, provisión y cultural.

Por tanto, es posible señalar que se contemplan como objeto primordial de reparación los siguientes servicios ecosistémicos asociados a los componentes suelo, vegetación y flora:

Componente	Función		Servicio ecosistémico	Medidas asociadas
Suelo	Regulación y Hábitat	Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo	Medida 1, Medida 5
		Control de inundaciones	Prevención de perturbaciones	Medida 1, Medida 5
		Mantenimiento de suelos naturales productivos	Formación de suelo	Medida 1, Medida 5
		Mantenimiento de suelos saludables y ecosistemas productivos.	Ciclo de nutrientes	Medida 1, Medida 5
	Soporte y Hábitat	Refugio para microorganismos	Mantención del ciclo de vida	Medida 1, Medida 5
Biodiversidad - Flora y Vegetación	Soporte y Hábitat	Refugio para flora y vegetación	Mantención del ciclo de vida	Medida 2
		Conservación de la diversidad biológica y genética de las plantas	Conservación de la biodiversidad	Medida 5
	Regulación y Hábitat	Limpieza de aire y almacenamiento de carbono	Regulación del clima	Medida 2, Medida 5, Medida 6
		Protección de cursos de agua	Regulación de los flujos de agua	Medida 1, Medida 2, Medida 5
		Control de erosión del suelo y retención de sedimentos	Retención de suelo	Medida 1, Medida 2, Medida 5

Componente	Función		Servicio ecosistémico	Medidas asociadas
		Generación, renovación y fertilidad de los suelos	Formación de suelo	Medida 1, Medida 2, Medida 5
		Movimiento de gametos florales	Polinización	Medida 2, Medida 5, Medida 6
	Provisión	Producción de materias primas	Construcción y fabricación (madera)	Medida 2, Medida 5, Medida 6
			Combustible y energía (leña)	Medida 2, Medida 5, Medida 6
			Forraje y fertilizantes	Medida 2
		Suministro de agua	Agua	Medida 1, Medida 2
Biodiversidad - Hábitat de fauna silvestre	Soporte y Hábitat	Refugio para la fauna silvestre	Mantenimiento del ciclo de vida	Medida 3, Medida 5, Medida 6
		Conservación de la diversidad biológica y genética	Conservación de la biodiversidad	Medida 5
	Regulación y Hábitat	Regulaciones de dinámica trófica de las poblaciones	Control biológico	Medida 4

Fuente: GAC

7 Metodología para la determinación de la idoneidad y Eficacia de las acciones contenidas en el plan de reparación

7.1 Enfoque del criterio de equivalencia

Para determinar la idoneidad y eficacia de las acciones contenidas en el Plan de Reparación propuesto, se propone utilizar una adaptación de la metodología emanada de la Directiva Europea “*Directive 2004/35/EC of the European Parliament and of the Council on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage*”, usando como referencia el documento “*Environmental Liability Directive (ELD). Training Handbook and Accompanying Slides*” de la Comisión Europea (European Commission et al. 2013) que, a su vez, utiliza la metodología de “*Habitat Equivalency Analysis: An Overview. Damage Assessment and Restoration Program*” de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (NOAA, 1995).

Entre los documentos consultados se incluyen la “*Estructura y contenidos generales de los proyectos de reparación de daños medioambientales*” del Ministerio para la Transición Ecológica de España (MITECO 2018), “*The Environmental Liability Law (ELL) and the equivalency methods. Methodological Guide*” del

Ministerio de Ecología, Desarrollo Sostenible y Energía de Francia (MEDDE 2012) y, "Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental" de la Agencia Portuguesa de Medioambiente de Portugal (APA 2011), los que desarrollan los **criterios de equivalencia para cuatro niveles; recurso-recurso, servicio-servicio, valor-valor y valor-costo.**

De acuerdo con estos criterios, se considerarán en primer lugar acciones que proporcionen recursos naturales y/o servicios del mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados. De no ser esto posible, se proporcionarán recursos naturales y/o servicios alternativos. Si no es posible utilizar criterios preferentes de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio, se aplicarán técnicas de valoración alternativas que pueden incluir métodos de valoración monetaria del tipo valor-costo, para determinar la magnitud de las medidas reparatorias complementarias o compensatorias necesarias.

El resultado del Análisis de Equivalencia es proveer, a través del plan de reparación propuesto, el mismo tipo y cantidad de recursos o servicios que se han perdido desde que tuvo lugar el daño hasta que surta efecto la reparación (primaria o complementaria), momento en el que los recursos y servicios afectados por el daño habrán recuperado a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

Para respaldar el resultado del Análisis de Equivalencia y confirmar que el PdR genera una pérdida neta en biodiversidad igual a cero, se desarrollará asimismo un estudio de equivalencia de las pérdidas de biodiversidad asociadas al daño ocasionado y las ganancias de biodiversidad obtenidas mediante las acciones de reparación *ex situ*, utilizando la métrica "hectáreas de hábitat" desarrollada en el estado australiano de Victoria (Parkes et al. 2003), que será entregado a la SMA.

7.1.1 Definiciones

La metodología propuesta considera las siguientes definiciones:

Crédito: es una expresión del recurso natural o beneficio del servicio obtenido a través de remediación complementaria y compensatoria.

Débito: es una expresión de la cantidad de pérdida sufrida como resultado del daño ambiental; puede ser multidimensional, ya que el daño puede tener efectos negativos en varias especies, hábitats, funciones del ecosistema y valores humanos diferentes.

Descuentos: es el uso de una tasa de descuento (por ejemplo, 3%). Esto refleja que, manteniendo constantes todos los demás factores, las pérdidas por daños y las ganancias por remediación se acumulan durante diferentes períodos. Además, también supone que los servicios obtenidos de la remediación futura son menos valiosos para el público que los servicios disponibles en la actualidad. Permite que las ganancias y pérdidas se reflejen en su valor actual.

Escalado: proceso mediante el cual la cantidad esperada de beneficio (el crédito) generada a partir de la remediación se iguala al débito, cuando se cuantifica en términos de la misma métrica.

Métrica(s): una o más mediciones de pérdida, generalmente determinadas en estrecha consulta con científicos ambientales relevantes, que sirven como índices de recursos naturales clave o servicios sujetos

a daños. Se debe usar la misma métrica para expresar el daño total (débito) y el beneficio de la reparación (crédito).

Pérdidas provisionales: las pérdidas derivadas del hecho que los recursos naturales o los servicios de recursos naturales dañados no puedan desempeñar sus funciones ecológicas o prestar servicios a otros recursos naturales o al público hasta que hayan surtido efecto las medidas de reparación primarias o complementarias.

7.2 Etapas

Según describe MITECO (2018), para realizar un análisis de equivalencia se requieren cinco pasos fundamentales o etapas, para cualquiera de los cuatro niveles antes descritos (recurso-recurso, servicio-servicio, valor-valor y valor-costos):

1. **Evaluación preliminar:** implica identificar los datos disponibles, las opciones de remediación, la escala adecuada de análisis y la evaluación de esfuerzo.
2. **Determinación y cuantificación del daño ambiental (débito):** implica determinar las causas del daño, seleccionando las métricas para evaluar el daño, incluidas las pérdidas provisionales, determinar y cuantificar la línea de base, comprender la exposición al daño, características de los recursos y servicios dañados, determinando los beneficios de la remediación primaria.
3. **Determinación y cuantificación de las ganancias de la reparación (crédito):** implica determinar el grado de mejora y determinar curvas de recuperación usando las mismas métricas que la etapa 2.
4. **Escalar las acciones de reparación:** implica determinar la cantidad total a reparar, y estimar el costo de la reparación.
5. **Monitoreo e informes:** implica la preparación de un plan de remediación (objetivos, diseños, metas) y el monitoreo de su implementación.

A continuación, se desarrollan cada una de estas etapas para el caso del presente Plan de Reparación.

7.3 Aplicación metodología al caso Mina Cardenilla

Al aplicar la metodología al caso de Mina Cardenilla, se utilizará el criterio de equivalencia para el nivel Servicio-Servicio.

7.3.1 Evaluación preliminar

De los antecedentes expuestos en el Capítulo 4, se puede señalar que el principal impacto asociado a la infracción N°9, en base a lo establecido en la Res. Ex. N° 1786/2019 SMA, dice relación con la afectación directa de 26,61 ha de las siguientes formaciones vegetales:

- 7,08 ha de bosque nativo de preservación con *Porlieria chilensis* (guayacán),
- 9,19 ha de bosque nativo de conservación y protección, y
- 10,34 ha de matorrales clasificados como formaciones xerofíticas.

La pérdida de estas 26,61 ha de formaciones vegetales implicó una pérdida de servicios ecosistémicos presentes en el Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad "Cordillera El Melón".

7.3.2 Determinación y cuantificación del daño (débito)

Implica determinar las causas del daño, cuantificar los daños, seleccionar las métricas para evaluar el daño, determinar y cuantificar la línea de base, determinar las tasas de recuperación, considerando las pérdidas provisionales, para finalizar con el cálculo de los débitos a lo largo del tiempo. A continuación, se describen las subetapas consideradas.

7.3.2.1 Determinación de las causas del daño

Múltiples factores estresantes pueden influir en los recursos naturales y sus servicios. Algunos factores estresantes son naturales y pueden ser relativamente constantes, periódicos o episódicos. Otros factores estresantes son antropogénicos, pero no están relacionados con un incidente específico. Se deben identificar los efectos del incidente en cuestión para determinar y cuantificar los daños asociados con el incidente, debiéndose definir con la mayor precisión posible el vínculo causal entre el incidente y el daño resultante.

Para este caso particular, tal como fue descrito en el Capítulo 5, las causas del daño son las obras de la faena minera Mina Cardenilla ejecutadas al margen del SEIA (ampliación del rajo, depositación de estériles, caminos y campamento), lo cual considera una superficie de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales, lo que ha sido calificada de daño ambiental irreparable de acuerdo con lo establecido en la Res. Ex. N° 1786/2019, SMA.

7.3.2.2 Cuantificación de daños

La cuantificación del daño incluye una evaluación de los siguientes aspectos:

- La extensión espacial del daño y la pérdida de recursos o servicios.
- El alcance temporal (pasado, presente y futuro esperado) del daño y la pérdida del servicio.
- El grado de daño y pérdida de servicio (e.g. porcentaje de los servicios prestados en relación con las condiciones de referencia, en términos de una reducción en la calidad de una característica del hábitat).

En el caso de Mina Cardenilla, en base a lo establecido en la Res. Ex. N° 1786/2019, SMA, la extensión del daño equivale a una superficie de 26,61 hectáreas, donde se perdió el recurso suelo, junto con formaciones vegetacionales que prestaban sustento a diferentes especies de flora y fauna, sumado a los servicios de soporte, regulación y provisión que estos prestaban a la sociedad, situándose parcialmente dentro de los límites de un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad "Cordillera El Melón".

En cuanto al alcance temporal, se establece como fecha de inicio de la manifestación del daño, el año 2011, siendo los primeros cuatro años los de mayor intensidad del daño. El grado de daño y pérdida de los

recursos y los servicios asociados se presenta casi en su totalidad (100%, según una estimación conservadora) a partir del año 2014, cuando el daño ambiental alcanzó el total de la superficie afectada, conforme se aprecia en el análisis de imágenes satelitales, y el índice de Servicios con Descuento por Hectáreas-Años (SDHA) o *Discounted Service Acre-Year* (DSAY, por sus siglas en inglés) llegó a un nivel crítico, suponiendo una pérdida del 100% de las funciones ecológicas que generan servicios ecosistémicos en dicha superficie (King & Adler 1991, Unsworth & Bishop 1994, Mazzota *et al.* 1994, NOAA 1995; NOAA 1997, Julius 1999, Milon y Dodge 2001, Dunfort *et al.* 2004, Kohler & Dodge 2006, Rousseau 2007, REMEDE 2008, Ray 2009, Shaw & Wlodarz 2013, Scemama & Levrel 2016, Pioch *et al.* 2017, Baker *et al.* 2020).

7.3.2.3 Métricas de cuantificación

Las métricas de cuantificación se utilizan para expresar tanto el grado de daño a los recursos naturales o los servicios atribuibles a un incidente, como al grado de beneficios atribuibles a un proyecto de reparación. La selección de una métrica apropiada es importante porque la cantidad de pérdida y ganancia estimada puede variar dependiendo de la métrica utilizada.

Las métricas pueden incluir atributos cuantitativos fácilmente medidos, tales como densidad de población, cobertura vegetal, estimaciones de productividad o visitas de usuarios, así como atributos más complejos, conceptuales y cualitativos, como idoneidad del hábitat o índices de calidad, índices de múltiples variables o clasificaciones subjetivas.

La métrica debe ser la misma tanto en el lado de la pérdida (débito) como en el de ganancia (crédito) de la ecuación para permitir los cálculos de equivalencia. Si las métricas son diferentes, no es posible equilibrar los débitos y créditos, que es el objetivo de un análisis de equivalencia de recursos o servicios.

La métrica también debe ser útil para examinar las diferencias en la calidad y cantidad de servicios prestados por los hábitats de referencia, dañados y compensatorios⁶⁰. Los ejemplos de métricas de cuantificación incluyen:

- Extensión de un tipo de hábitat específico.
- Unidades o cantidad de algún recurso (e.g. hectáreas de un tipo de hábitat, km de un río, volumen de agua utilizable, entre otros).
- Medidas de densidad de vegetación, cobertura o biomasa.
- Porcentaje de cobertura de una especie de vegetación deseable, dominante o esencial.
- Índices de calidad de hábitat.
- Productividad biológica (e.g. productividad primaria o secundaria), abundancia de especies, biomasa, diversidad o medidas de composición de las comunidades.
- Tasas reproductivas.

⁶⁰ Por ejemplo, si el daño se cuantifica en términos del porcentaje de cobertura de vegetación nativa por hectárea restante después de un incidente, la ganancia de la restauración también debe ser en términos de porcentaje de cobertura de vegetación nativa por hectárea creada. Si el daño se cuantifica como una reducción de la población en relación con la línea de base, la ganancia debe medirse como un aumento de la población en relación con la línea de base

- Días de uso del hábitat (e.g. cuando un incidente ha reducido la disponibilidad del hábitat de modo que menos organismos puedan ocuparlo).
- Medidas de procesos ecológicos, tales como tasas de mineralización de carbono, exportación de nutrientes o descomposición.
- Para un análisis de equivalencia de valor, el dinero puede considerarse como la métrica para medir el daño y la reparación.

El daño a los recursos naturales individuales puede causar reducciones de los servicios a nivel de ecosistema. Se deben considerar estas pérdidas de servicios interdependientes al momento de seleccionar métricas y cuantificar las pérdidas de servicio.

Para el caso particular de Mina Cardenilla, se ha seleccionado una métrica de extensión para determinar una superficie de hábitat, usando para ello la medida de hectáreas (ha), la cual considera las pérdidas temporales y se denomina Servicio con Descuento Hectáreas-Años (SDHA) o *Discounted Service Acre-Year (DSAY, por sus siglas en inglés)* (King & Adler 1991, Unsworth & Bishop 1994, Mazzota *et al.* 1994, NOAA 1995; NOAA 1997, Julius 1999, Milon y Dodge 2001, Dunfort *et al.* 2004, Kohler & Dodge 2006, Rousseau 2007, REMEDE 2008, Ray 2009, Shaw & Wlodarz 2013, Scemama & Levrel 2016, Pioch *et al.* 2017, Baker *et al.* 2020).

7.3.2.4 Cuantificación de la línea base

Las condiciones de referencia corresponden al estado en que los recursos o el hábitat que habrían existido si el daño ambiental no hubiera ocurrido. Las condiciones de referencia pueden cuantificarse utilizando datos previos al incidente del sitio dañado o datos de sitios similares no afectados por el incidente (e.g. sitios de referencia) o incluso mediante modelos.

Para efectos de la presente evaluación, se han considerado como condiciones de referencia aquellas propias del estado del medio ambiente previo a la intervención no autorizada del Proyecto Mina Cardenillas, en los términos de la infracción N° 9 de la Formulación de Cargos. En el Capítulo 4 del presente documento se realiza la determinación y cuantificación del estado básico de los componentes dañados, amparado en la información existente sobre el sitio dañado.

7.3.2.5 Determinar las tasas de recuperación

Para algunos ecosistemas, la recuperación inicial de un estado de degradación completa a un sistema marginalmente funcional puede ser rápida. Sin embargo, la recuperación completa de la función puede llevar años incluso después de que el hábitat sea visualmente similar a las condiciones de referencia. Tal trayectoria podría describirse en segmentos lineales, donde el primer segmento tiene una pendiente de recuperación pronunciada, seguido de una pendiente más gradual para los años futuros.

A nivel de recursos o servicios específicos, se tienen distintas tasas de recuperación, ya sea para el suelo, flora y vegetación o fauna, las cuales se detallan a continuación.

i. Suelo

En la formación de suelo participan varios factores; material parental, el clima, los organismos vivos, topografía y tiempo. Debido a que su formación es muy lenta, se le considera un recurso natural no renovable, tal como lo reconoce la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. Por esta misma razón la recuperación del suelo degradado requiere de mucho tiempo. Sin embargo, algunas propiedades pueden mejorar con diversos manejos o con aplicación de materia orgánica (MO), como lo señala Seguel *et al.* (2002), la que aplicada en grandes volúmenes favoreció las propiedades físicas del suelo al final de dos años de tratamiento, especialmente cuando se acondicionó con estiércol. Los resultados más importantes correspondieron a la disminución de la densidad aparente, con un aumento de la porosidad gruesa, infiltración y estabilidad de los agregados.

Considerando que los servicios ecosistémicos identificados en este componente se vinculan con el soporte y regulación, se estima que el suelo, tras la aplicación de medidas de reparación y al final del período de monitoreo recuperará las condiciones de un suelo clase VII, con profundidad de al menos 20 cm y pendientes menores al 45%. En efecto, al cabo de 10 años, el suelo se encontrará en proceso de estabilizar sus propiedades y nuevamente existirá cobertura superficial en crecimiento que aportará en la recuperación de las propiedades.

El servicio de soporte (de masa vegetal) quedará, en gran parte de la superficie, reparado al realizar el mejoramiento del suelo existente, mientras que la recuperación de los servicios de regulación (carbono, ciclos hídricos) tendrá un proceso más lento, que se verá limitado por ciertos parámetros de calidad del suelo como; estabilidad de los agregados, materia orgánica, existencia de macro y microfauna edáfica, entre otros.

ii. Flora y vegetación

Las medidas del PdR tienen por finalidad contribuir a la restauración ecológica del daño ambiental provocado. Entendiendo ésta, como una actividad intencional que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema nativo con respecto a su salud, integridad y sustentabilidad, o el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (SER 2004)⁶¹.

Por otra parte, una sucesión ecológica es un proceso de cambio dinámico, gradual y ordenado en un ecosistema, manifestado por el progresivo reemplazo de una comunidad por otra. En el caso de las sucesiones vegetacionales, este cambio está caracterizado por modificaciones en la composición, estructura, distribución y abundancia de la flora en el espacio y en el tiempo (Fernández, et al. 2010)⁶².

Un proceso de restauración ecológica natural, luego de alguna perturbación al ambiente (por ejemplo, después de un incendio o intervención antrópica), comienza con una etapa de sucesión de especies pioneras. Para el caso del bosque esclerófilo, estas especies son de carácter arbóreas y arbustivas, tales como *Acacia caven*, *Baccharis linearis* y *Proustia cuneifolia*. Luego en una sucesión tardía, emergen

⁶¹ SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group), 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15 pp.

⁶² Fernández, I. Morales, N. Olivares, L. Salvatierra, J. Gómez, M & Montenegro, G. 2010. Restauración Ecológica para Ecosistemas Nativos Afectados por Incendios Forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

especies arbóreas como *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica*, *Schinus polygamus* y *Maytenus boaria*, considerando una ladera de exposición seca (Fernández *et al.* 2010).

Es posible mencionar también el modelo de sucesión de vegetación esclerófila del Chile central planteado por Armesto y Pickett (1985)⁶³, el cual indica que en áreas abandonadas que han sido ocupadas para agricultura y ganadería, existe recolonización de arbustos del género *Baccharis* y *Gutierrezia*, adaptados a condiciones xéricas y de herbivoría. También existe una primera colonización por parte de las especies que favorecen su dispersión gracias al ganado vacuno y/o caprino, como el caso de *Acacia caven*. De manera adicional, estas áreas pueden ser, invadidas por *Muehlenbeckia hastulata* y *Lithraea caustica*, a través de la diseminación de sus semillas por aves o mamíferos, las que sobreviven gracias a la protección que obtienen al establecerse bajo los arbustos viejos que les sirven de nodriza. El desarrollo de las tres especies mencionadas, facilitan la sobrevivencia de otras especies de hábito arbóreo, como *Quillaja saponaria* en sectores más secos. Lo anterior indica que las primeras especies en participar de un proceso de regeneración son especies más bien arbustivas.

Considerando lo anterior, es necesario aclarar que las medidas buscan partir en una etapa de sucesión no tan inicial, sino que con un grado de mayor avance con las especies pioneras ya establecidas, e incluso con participación de otras especies de una etapa más tardía. Luego de 10 años de establecidas los individuos, las especies ya estarán en una etapa más adulta, con la capacidad de crecimiento de semillas, flores y frutos, lo que contribuye a la regeneración natural de la vegetación. Lo anterior irá de la mano con una mayor cantidad de hábitat para la fauna y mayor capacidad del suelo de sostener biodiversidad.

De acuerdo con lo anterior, se estima que, respecto a las condiciones iniciales y tras la aplicación de medidas de reparación y al término de la ejecución del PdR, se recupere un 75% de cobertura vegetal, dominada principalmente por especies arbóreas y con presencia de la especie en categoría de conservación *Porlieria chilensis*. De este modo, el sistema recupere el 75% de los servicios ecosistémicos que prestaba previo al daño ambiental generado, por cuanto la cobertura vegetal es capaz de proveer servicios como provisión de madera y forraje, así como hábitat para fauna, en una relación cercana a la identificada previo al daño.

iii. **Fauna**

En cuanto a la fauna de vertebrados terrestres, para las clases Reptilia, Aves y Mammalia, se estima que al cabo de 5 años de monitoreo, se recuperará la presencia de fauna nativa en el área del daño con, al menos, un tercio de las 27 especies identificadas en el estado básico, considerando un aumento en las abundancias y densidades de, al menos, un 20%, con respecto a los valores obtenidos en la campaña previa a la implementación de las acciones de reparación específicas para los animales silvestres, donde en los primeros 2 a 3 años se debiesen presentar los mayores incrementos. En los primeros 2 a 3 años se debiesen presentar los mayores incrementos, relacionados con el aumento de la oferta de refugio, y condiciones favorables para el desarrollo de animales de las clases mencionadas, tendiendo con posterioridad a aumentar en menor medida o a estabilizarse.

Conclusión

⁶³ Armesto, J. y Pickett, S. 1985. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. Revista Chilena de Historia Natural 58: 9-17.

En resumen, para el caso de Mina Cardenilla se ha establecido que la curva de recuperación, considera una tasa de recuperación de los servicios que comienza en 20% y aumenta 10% los primeros tres años, para luego alcanzar una tasa del 5% los siguientes siete años, considerando que se necesitan 10 años para la recuperación de al menos un 75% de los servicios perdidos para fauna, los que son posibles de encontrar nuevamente al momento de generar una masa boscosa de al menos 75% de lo encontrado inicialmente previo al daño. Este período de tiempo se sustenta en las recomendaciones de la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), mediante sus principios y estándares (Gann *et al.* 2019) y en los casos de estudio propuestos por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, 1995) de EE. UU. en su metodología de análisis de equivalencia.

En este sentido, se considera que la cobertura de vegetación es un buen parámetro para indicar la recuperación de funciones y servicios ecosistémicos del sitio, debido, por una parte, a que refleja la recuperación del componente suelo, así como por su capacidad para constituir el hábitat de especies de fauna. De acuerdo con lo anterior, se espera que, respecto a las condiciones actuales y en base a un criterio experto, al término de 10 años, se recupere el 75% de la dinámica de las funciones ecosistémicas, por hectárea.

7.3.2.6 Cálculo de los débitos a lo largo del tiempo: descuento

Los débitos y créditos que se entregan en el pasado o en el futuro no se valoran de la misma manera que los que se entregan hoy. Hay dos razones principales para esta diferencia. El primero es la preferencia en el tiempo de los individuos, lo que significa que, en igualdad de condiciones, los individuos prefieren consumir ahora (hoy), en lugar de esperar. La implicación de esta impaciencia es que se necesita una compensación por posponer el consumo de bienes. La segunda razón de esta diferencia es el costo de capital: los recursos (dinero) que están disponibles hoy en día pueden usarse para generar beneficios adicionales que se perderían si no estuvieran disponibles hasta años posteriores (European Commission *et al.* 2013).

Por lo tanto, se debe utilizar un factor para garantizar que los débitos y créditos que se producen en diferentes momentos se comparen de manera equitativa. Este procedimiento utiliza un multiplicador de valor presente que tiene en cuenta un factor de descuento (r) para ajustar los valores futuros o pasados en términos actuales, tal como indica la fórmula a continuación:

$$(1 + r)^{(\text{año} - \text{año base})}$$

Cuando se utiliza para traer valores futuros a los términos actuales, la tasa utilizada se denomina tasa de descuento y el proceso se denomina descuento:

$$\text{Tasa de descuento} = 1 / (1 + r)^{(\text{año} - \text{año base})}$$

En otras palabras, cuando un año dado es mayor que el año base (en el futuro), la "potencia" del multiplicador del valor presente tiene un signo negativo y el multiplicador del valor presente se convierte en un factor de descuento.

El factor de descuento (r) presente usado para el caso de Mina Cardenilla corresponde al 4% para el año base 2018, siguiendo a los países más exigentes indicados en Pioch *et al.* (2017); European Commission *et*

al. (2013) y Rousseau (2007), por citar algunos ejemplos, considerando que, para este caso en particular, el daño ha sido calificado como irreparable.

De forma adicional, se ha considerado en base al análisis de imágenes satelitales temporales (Anexo 2) que, en este caso particular, el daño comenzó a producirse el año 2011 de forma lineal, con un porcentaje de afectación del orden del 20% anual, donde al año 2016 el porcentaje de servicio perdido ya había alcanzado el 100%.

La Tabla 7-1 muestra el cálculo del débito para una hectárea de superficie dañada, donde la métrica se expresa en Servicio con Descuento Hectáreas-Años (SDHA).

Tabla 7-1. Cálculo del débito para el caso de Mina Cardenilla

Año	Extensión espacial (ha) (a)	Porcentaje del servicio perdido (%) (b)	Factor de valor presente (c)	Débito (SDHA) (d= a x b x c)
2011	5,32	20	1,316	1,400
2012	10,64	40	1,265	5,384
2013	15,97	60	1,217	11,661
2014	21,29	80	1,170	19,927
2015	26,61	90	1,125	26,943
2016	26,61	100	1,082	28,792
2017	26,61	100	1,040	27,674
2018 (año base)	26,61	100	1,000	26,610
2019	26,61	100	0,962	25,599
2020	26,61	100	0,925	24,614
2021	26,61	100	0,889	23,656
2022	26,61	100	0,855	22,752
Total				245,013

Nota: La tasa de descuento usada fue del 4% para el año base 2018 siguiendo a los países más exigentes indicados en Pioch *et al.* (2017); European Commission *et al.* (2013); Rousseau (2007).

SDHA = Servicios descontados por hectáreas-años.

Fuente: GAC

7.3.3 Determinación y cuantificación de las ganancias (crédito)

La evaluación de daños y el análisis de equivalencia de recursos o servicios define tres tipos de reparación, a saber; primaria, complementaria y compensatoria. En esta etapa, el foco está en determinar y cuantificar los beneficios de reparación (créditos) de los recursos (o servicios de recursos) obtenidos mediante las medidas de reparación *in situ*, que luego se utilizan para cuantificar la necesidad de compensación de los daños. Para ello, se cuantifican los beneficios (o créditos) que se generarán mediante la implementación de la reparación, utilizando la misma métrica utilizada para la cuantificación del débito.

Los beneficios de la reparación son las ganancias ecológicas, tales como mejoras en el hábitat o aumentos en la población de un recurso específico cuantificado en términos de mejoras de recursos o servicios (e.g. variables biofísicas). En el caso de una métrica monetaria (e.g. para variables socioculturales), las ganancias pueden expresarse en términos de mayores usos humanos de un recurso (valores de uso) o aumentos en el valor que los individuos tienen para un recurso o servicio.

7.3.3.1 Determinar el grado de mejora

El grado de mejora, o crédito, se estima de manera similar a la determinación del grado de daño o débito. Se identifican los beneficios que las acciones de reparación pueden proporcionar. El grado de mejora se calcula estimando el nivel de servicio actual y posterior a la implementación de las medidas.

Entre los metaanálisis para evaluar los resultados de la restauración ecológica, destacan los elaborados por Rey Benayas *et al.* (2009), los que evaluaron múltiples ecosistemas, analizando 89 casos de estudio de restauración y 526 medidas asociadas, Meli *et al.* (2014), los que evaluaron humedales, analizando 70 casos de estudio de restauración y 2.792 medidas asociadas, Barral *et al.* (2015), los que evaluaron agroecosistemas, analizando 54 casos de estudio de restauración y 153 medidas asociadas, y Meli *et al.* (2017), los que evaluaron bosques, analizando 166 casos de estudio de restauración y 1.805 medidas asociadas.

Dentro de los principales resultados de dichos estudios, se menciona que la restauración ecológica incrementa tanto la biodiversidad como los servicios ecosistémicos que esta brinda, los ecosistemas de referencia usados presentan mejores condiciones ambientales que los ecosistemas restaurados, el incremento de biodiversidad desde valores bajos tiene un impacto relativamente fuerte en la función ecosistémica, la relación se aplanan para valores de biodiversidad relativamente altos, antecedentes que indican que la biodiversidad está positivamente relacionada con las funciones ecológicas que subyacen la provisión de servicios ecosistémicos (Rey Benayas *et al.* 2009). Los estudios citados, demuestran que la restauración ecológica contribuye a recuperar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados.

i. Suelo

Existirá una evolución respecto al estado actual del área, específicamente en el caso de la profundidad del suelo como principal parámetro relevante para sustentar biodiversidad, mientras que los otros manejos y acciones que se realizarán permitirán mejorar la calidad del servicio de regulación.

Es claro que no se podrán recuperar en su totalidad las condiciones originales (sin intervención) del suelo, pero se estima que el grado de recuperación de los servicios prestados alcanzará un mínimo del 75%, asociados al restablecimiento de las condiciones de un suelo clase VII, con profundidad de al menos 20 cm

y pendientes menores al 45%. En efecto, al cabo de 10 años, el suelo se encontrará en proceso de estabilizar sus propiedades y nuevamente existirá cobertura superficial en crecimiento que aportará en la recuperación de las propiedades.

El servicio de soporte (de masa vegetal) quedará, en gran parte de la superficie, reparado al realizar el mejoramiento del suelo existente, mientras que la recuperación de los servicios de regulación (carbono, ciclos hídricos) tendrá un proceso más lento, que se verá limitado por ciertos parámetros de calidad del suelo como; estabilidad de los agregados, materia orgánica, existencia de macro y microfauna edáfica, entre otros.

ii. Flora y vegetación

Debido a que las especies consideradas en las acciones de reparación son especies de una etapa de sucesión pionera, acompañadas con especies que ya aparecen en una sucesión más tardía, se considera que, al cabo de 10 años, los sitios donde se implementan las medidas ya estarán en una segunda etapa de sucesión.

De acuerdo con lo anterior, se estima que, respecto a las condiciones iniciales y tras la aplicación de medidas de reparación y al término de la ejecución del PdR, se recupere un 75% de cobertura vegetal, dominada principalmente por especies arbóreas y con presencia de la especie en categoría de conservación *Porlieria chilensis*.

De este modo, se considera que el sistema recuperará el 75% de los servicios ecosistémicos que prestaba previo al daño ambiental generado, por cuanto la cobertura vegetal es capaz de proveer servicios como provisión de madera y forraje, así como hábitat para fauna, en una relación cercana a la identificada previo al daño.

iii. Fauna

En cuanto a la fauna de vertebrados terrestres, para las clases Reptilia, Aves y Mammalia, se estima que al término de la ejecución de las medidas n°1 y 2, se recuperará la presencia de fauna nativa en el área del daño con, al menos, un tercio de las 27 especies identificadas en el estado básico, alcanzando al final del quinto año, el incremento del 20% de las abundancias y densidades.

En los primeros 2 a 3 años se debiesen presentar los mayores incrementos, relacionados con el aumento de la oferta de refugio, y condiciones favorables para el desarrollo de animales de las clases mencionadas, tendiendo con posterioridad a aumentar en menor medida o a estabilizarse.

Conclusión

Se considera que la cobertura de vegetación es un buen parámetro para indicar la recuperación de funciones y servicios ecosistémicos del sitio, debido, por una parte, a que refleja la recuperación del componente suelo, así como por su capacidad para constituir el hábitat de especies de fauna. De acuerdo con lo anterior, se espera que, respecto a las condiciones iniciales y tras la aplicación de medidas de reparación y al término de 10 años, se recupere un 75% de cobertura vegetal, dominada principalmente

por especies arbóreas y con presencia de la especie en categoría de conservación *Porlieria chilensis*. De este modo, respecto a las condiciones actuales y en base a un criterio experto, al término de 10 años, se espera que se recupere el 75% de la dinámica de las funciones ecosistémicas, por hectárea.

En resumen, se estima que el grado de mejora de las funciones y servicios ecosistémicos alcanzará, al cabo de 10 años, un 75% de su condición inicial previo al daño, lo cual se encuentra en línea con los resultados obtenidos en estudios que han analizado los resultados de algunas iniciativas de restauración ecológica. Dichos estudios, mediante el meta-análisis, han evaluado los resultados de la restauración ecológica de forma global, principalmente en zonas templadas, usando múltiples indicadores, midiendo el progreso y la finalización de la restauración, analizando el efecto de los factores de contexto y explorando la relación diversidad-función (Rey Benayas *et al.* 2009, Meli *et al.* 2014, Barral *et al.* 2015, y Meli *et al.* 2017).

7.3.3.2 Determinar curvas de recuperación

El tiempo previsto y el grado de productividad de las acciones de remediación se evalúan en términos de la métrica elegida, en este caso Servicio con Descuento por Hectáreas-Años (SDHA). La estimación de la cantidad y la trayectoria futura de los beneficios se basa en información de acciones similares en sitios similares, literatura científica, uso de modelos y/o juicio experto.

El modelado también se realiza para estimar el tiempo requerido para que los recursos o hábitats reparados brinden beneficios completos. La provisión de servicios ecológicos podría restaurarse a una tasa diferente de la provisión de servicios de uso humano o de no uso, por lo que ambos deben considerarse dependiendo del análisis de equivalencia utilizado, ya sea servicio a servicio en el primer caso, o valor a valor en el segundo caso.

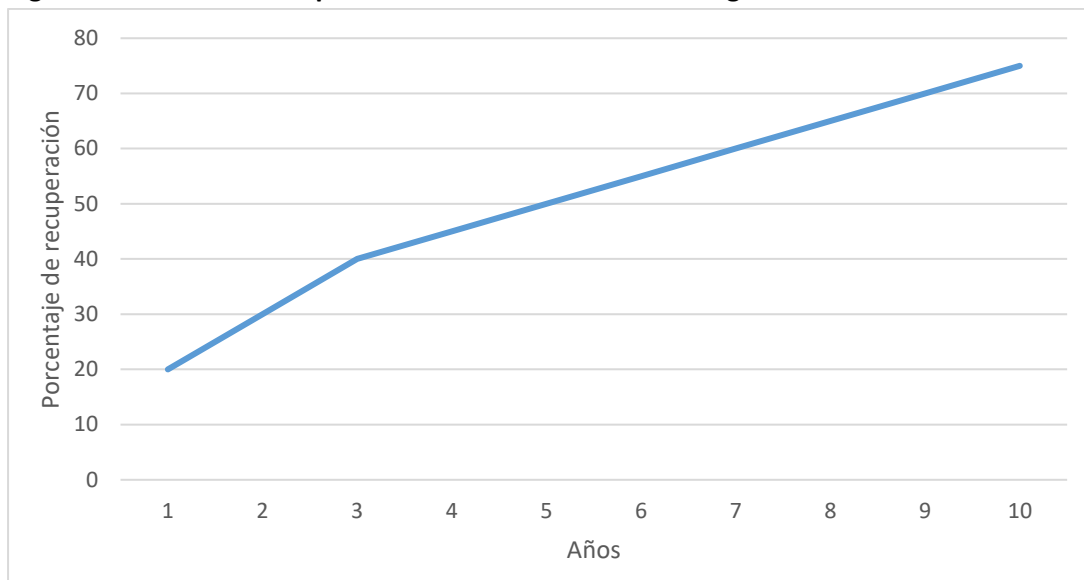
La estimación de la recuperación considera los agentes externos y las perturbaciones que podrían afectar la tasa de recuperación, como también las acciones de mantenimiento que se ejecutarán para favor el éxito de las acciones durante los próximos años.

i. Suelo

En la literatura se presentan diferentes grados de recuperación y modificación de las propiedades del suelo en el tiempo, según sea el manejo físico, químico y/o biológico realizado, y de las condiciones propias del suelo y el sitio donde se encuentren, por lo cual, es difícil adecuar una situación para las condiciones del área en estudio. Independiente de lo anterior, se proponen curvas que grafican lo esperado en el área intervenida.

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** a continuación, se evidencia una evolución más lenta del servicio ecosistémico de regulación que en el servicio ecosistémico de soporte, debido a que en este caso las propiedades del suelo que intervienen en este servicio de regulación tienen una evolución y estabilización más lenta. Se descarta una recuperación al 100% debido a que no se logrará restablecer condiciones idénticas a las que tenía el suelo en su estado original (sin proyecto).

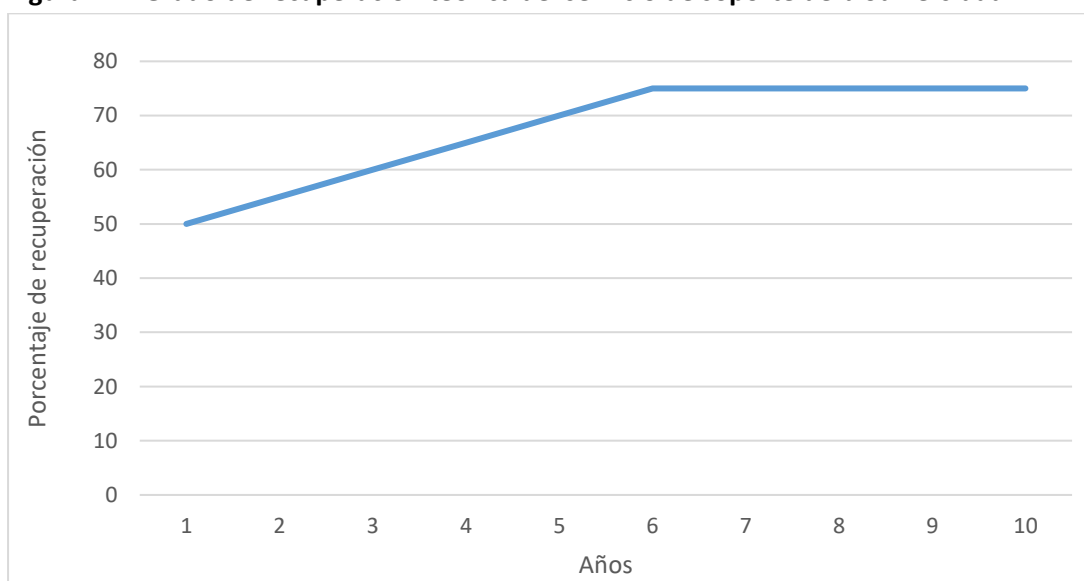
Figura 7-1. Grado de recuperación teórica del servicio de regulación de sistemas



Fuente: GAC

Por otra parte, en la Figura siguiente se muestra que gran parte (50%) del servicio de soporte de biodiversidad se encontrará recuperado y operativo al año 1, debido a que se realizará un acondicionamiento y manejo para tener al menos 20 cm de suelo de soporte de vegetación, lo que incide directamente en la posibilidad de soportar biodiversidad, a diferencia de los suelos desnudos. Las propiedades del suelo irán evolucionando lentamente hasta alcanzar estabilidad al año 6. Se descarta una recuperación al 100% debido a que no se logrará restablecer condiciones idénticas a las que tenía el suelo en su estado original (sin proyecto).

Figura 7-2. Grado de recuperación teórica del servicio de soporte de biodiversidad

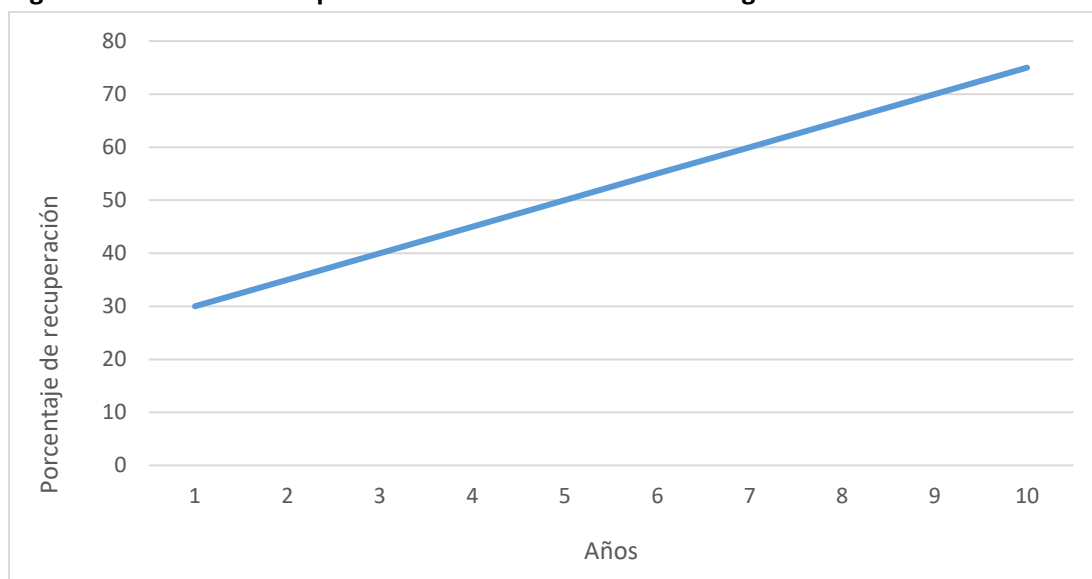


Fuente: GAC

ii. **Flora y vegetación**

Considerando lo indicado en puntos anteriores para la flora, se considera que se parte inicialmente con un porcentaje mayor de recuperación al primer año, el cual alcanza al 30%, ya que es ahí cuando se establecen las especies, para que luego el crecimiento sea parejo, con un aumento del 5% de forma lineal, como lo muestra la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** hasta alcanzar un 75% de cobertura vegetal.

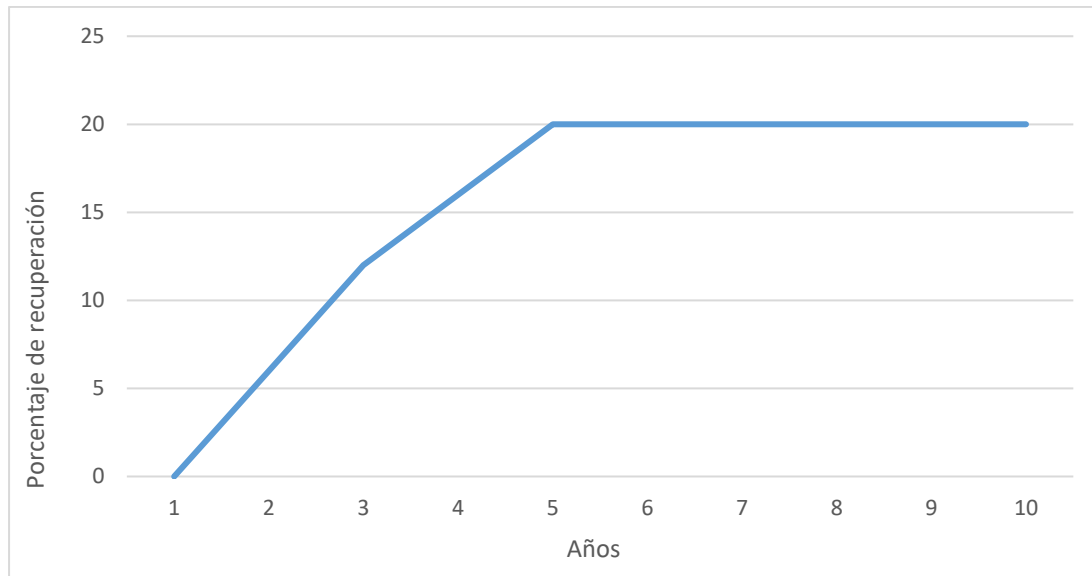
Figura 7-3. Grado de recuperación teórica de la cobertura vegetal



Fuente: GAC

iii. **Fauna**

Considerando lo indicado en puntos anteriores para la fauna, se considera que la recuperación de las abundancias y densidades de las especies de animales, al primer año no se tienen resultados, ya que es cuando se incorporan las nuevas superficies de hábitat para la fauna de vertebrados terrestres, siendo el segundo y tercer año, donde se presentan los mayores incrementos, los que alcanzan aproximadamente un 6%, al haber mayor disponibilidad y menor competencia, para luego al cuarto y quinto año aumentar cerca del 4%, alcanzando al final del quinto año, el incremento del 20%, como lo muestra la Figura 7-4.

Figura 7-4. Grado de recuperación teórica de las abundancias y densidades de los animales silvestres

Fuente: GAC

Conclusión

En resumen, y considerando lo indicado para suelo y flora, por considerarse que son los dos componentes que tardarán más en recuperar el nivel de servicios prestados, para el caso de Mina Cardenilla, se ha establecido que la curva de la figura anterior considera una tasa de recuperación de los servicios que comienza en 20% y aumenta 10% los primeros tres años, para luego alcanzar una tasa del 5% los siguientes siete años, considerando que se necesitan 10 años para la recuperación de un 75% de los servicios perdidos. Este período de tiempo se sustenta en las recomendaciones de la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), mediante sus principios y estándares (Gann *et al.* 2019) y en los casos de estudio propuestos por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, 1995) de EE. UU. en su metodología de análisis de equivalencia.

7.3.3.3 Cálculo de las ganancias (créditos)

Las acciones de reparación generalmente se sugieren porque abordan un recurso o servicio que fue dañado. Una acción podría tener como objetivo la remediación del mismo tipo de hábitat que fue dañado, pero en una ubicación diferente. Si los hábitats son similares, entonces, teóricamente, los beneficios asociados a las acciones de reparación (e.g. aumento de la cobertura, mejorar la composición de especies, hábitat para el desarrollo y reproducción de las especies) deberían ser similares a los servicios perdidos como resultado del daño.

A continuación, se mencionan tres consideraciones al evaluar los beneficios potenciales de una opción de proyecto de remediación:

- Proximidad geográfica.
- Grado de similitud.
- Otros asuntos ecológicos, culturales, económicos o sociológicos.

i. Cálculo de ganancias por unidad (créditos)

Los créditos se pueden calcular como créditos totales de remediación o la cantidad de crédito por unidad de la opción de remediación. Los cálculos de crédito por unidad se refieren a la cuantificación de las ganancias del servicio de una acción de reparación que se expresa en términos de cada unidad de servicio, recurso, hábitat o valor que se recuperará. Si las opciones de recuperación se pueden dividir en cantidades medibles de unidades, el tamaño total de la recuperación se puede ajustar para adaptarse al alcance del daño. Por ejemplo, en un ejemplo de servicio a servicio, el crédito por unidad se definiría en términos de la ganancia en servicios de hábitat por hectárea (e.g. Servicio con Descuento Hectáreas-Años (SDHA) x hectáreas de hábitat reparados).

La tasa de descuento presente usada para el caso de Mina Cardenilla corresponde al 4% para el año base 2018, siguiendo los ejemplos más exigentes identificados en Pioch *et al.* (2017); European Commission *et al.* (2013); Rousseau (2007).

De forma adicional, se ha considerado en este caso particular que las acciones de reparación comienzan a ejecutarse el año 2021, comenzando de forma paulatina a recuperarse los servicios perdidos, comenzando con un 20% y con una tasa de recuperación del 10% los primeros tres años, para luego alcanzar una tasa del 5% los siguientes siete años, considerando que se necesitan 10 años para la recuperación de un 75% de los servicios perdidos.

La Tabla 7-2 muestra el cálculo del crédito para una hectárea de superficie dañada, donde la métrica se expresa en Servicio con Descuento Hectáreas-Años (SDHA) y se usa como porcentaje de servicio ganado, la regulación de sistemas, por considerarse el sustento para el resto de las acciones de reparación.

Tabla 7-2. Cálculo del crédito para el caso de Mina Cardenilla

Año	Unidad de reparación (número de Ha)	Porcentaje del servicio ganado (%)	Factor de valor presente	Crédito (SDHA)
2021	1	20	0,822	0,164
2022	1	30	0,790	0,237
2023	1	40	0,760	0,304
2024	1	45	0,731	0,329
2025	1	50	0,703	0,351
2026	1	55	0,676	0,372
2027	1	60	0,650	0,390
2028	1	65	0,625	0,406
2029	1	70	0,601	0,420
2030	1	75	0,577	0,433
Total				3,406

Nota: La tasa de descuento usada fue del 4% para el año base 2018 siguiendo a los países más exigentes indicados en Pioch *et al.* (2017); European Commission *et al.* (2013); Rousseau (2007).

Fuente: GAC

7.3.4 Escalar las acciones de reparación

La reparación se escala para que los beneficios de ella (créditos) sean iguales a los de daño ambiental (débitos). El objetivo es determinar la cantidad de remediación necesaria, utilizando una métrica no monetaria (e.g. Análisis de Equivalencia de Hábitat -HEA por sus siglas en inglés-) o una métrica monetaria (e.g. Análisis de Equivalencia de Valor -VEA por sus siglas en inglés-). Las entradas para esta estimación son los débitos totales y los créditos por unidad. En el caso de una VEA que se basa en un marco de valor a costo, la única entrada es el débito total.

La remediación de escala es un procedimiento sencillo. El daño (costos) y la remediación (beneficios) deben medirse utilizando la misma métrica (e.g. hectáreas de hábitat o valor monetario). La reparación se mide en términos de la métrica por unidad provista.

Para el caso particular de Mina Cardenilla, se ha seleccionado una métrica de extensión para determinar una superficie de hábitat, usando para ello la medida de hectáreas (ha), la cual considera las pérdidas temporales y se denomina Servicio con Descuento Hectáreas-Años (SDHA) o *Discounted Service Acre-Year* (DSAY, por sus siglas en inglés).

A continuación, la Figura 7-5, muestra la función de escalado de la reparación adicional necesaria, mientras que la Figura 7-6, señala la cantidad de hectáreas adicionales a la reparación primaria considerada.

Figura 7-5. Función para escalar la Reparación

$$\begin{aligned} \text{Escalar la Reparación} &= \text{DÉBITOS Totales} / \text{CRÉDITOS por unidad} \\ &= \text{Cantidad de unidades de Reparación adicionales} \end{aligned}$$

Fuente: GAC

Figura 7-6. Aplicación al caso de Mina Cardenilla

$$\begin{aligned} \text{Escalar la Reparación} &= 245,013 \text{ débito (SDHA)} / 3,406 \text{ crédito (SDHA)} \\ &= \mathbf{71.936} \text{ hectáreas de Reparación adicionales necesarias} \end{aligned}$$

Fuente: GAC

Por lo tanto, considerando las pérdidas provisionales de los servicios ecosistemas provistos por los recursos naturales dañados, se obtiene que, se requieren **71,936 hectáreas** adicionales para realizar reparaciones complementarias *ex situ*. Esta superficie adicional, corresponde a la superficie mínima requerida para reparar el daño ambiental de 26,61 ha de formaciones vegetales en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.

8 DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DE LA REPARACIÓN PROPUESTA

Habiendo realizado la descripción del daño ambiental y la identificación de los componentes ambientales afectados que conforman el objeto de reparación del presente Plan, se presentan la descripción de los objetivos generales y específicos de la reparación propuesta, conforme a la **letra e) del artículo 19 del D.S. N° 30/2012, MMA.**

8.1 Objetivo general del Plan de Reparación

Como objetivo de alcance general, se propone realizar una restauración ecológica del medio ambiente afectado, localizado -en parte- al interior del Sitio Prioritario para la conservación de la biodiversidad "Cordillera El Melón" a una calidad similar a la que tenía con anterioridad al daño causado, mediante una combinación de acciones de reparación primarias (*in situ*) y complementarias (*ex situ*), conforme al art. 2 letra s) de la Ley N° 19.300.

8.2 Objetivos específicos del Plan de Reparación

Para dar cumplimiento al objetivo general de este Plan de Reparación, se presentan a continuación los objetivos específicos que permitirán lograr los resultados esperados en el medio ambiente de la Cordillera El Melón, ya sea mediante reparación primaria *in situ*, como también a través de una reparación complementaria *ex situ*.

- Realizar acciones de restauración ecológica del ecosistema afectado en 20,37 ha enfocado en mejorar las condiciones del suelo y taludes de las zonas intervenidas por las actividades y obras de la Mina Cardenilla objeto de sanción, con el objetivo de estabilizar el sistema suelo y el sustrato expuesto.
- Implementar una restauración ecológica *in situ* de 6,78 ha del ecosistema con vegetación afectado, enfocado en reestablecer flora y vegetación nativa, con el fin de restablecer la capacidad del suelo, en sus propiedades básicas, para sostener y conservar biodiversidad
- Mejorar las condiciones de hábitats para la fauna silvestre afectada en 75,8 ha el medio ambiente de la Cordillera El Melón, mediante un aumento en la disponibilidad de refugios y alimentación, en un área similar y contigua al área efectada, ubicada en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.
- Mejorar las condiciones de hábitat para la fauna en los rodales propuestos en la Medida 3 (75,8 ha), a través de la disminución de la presencia de especies exóticas invasoras (roedores y lagomorfos exóticos).
- Conservar formaciones vegetales cercanas a las zonas afectadas, protegiéndolas y restringiendo cualquier tipo de actividad antrópica o uso diferente al de conservación, investigación o educación en una superficie total de 37,5 ha.
- Enriquecer hábitat degradados de formaciones de bosque esclerófilo característicos del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad "Cordillera El Melón", con especial énfasis en el hábitat de la especie en categoría de conservación *Porlieria chilensis*, en una superficie total de 37,5 ha.

- Resguardar el sector de la quebrada el "Bordo" con el objetivo de generar un área de resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación, en una superficie total de 1.114,2 ha.

Adicionalmente, este Plan de Reparación asume compromisos voluntarios tendientes a incorporar la participación ciudadana en las actividades del Plan de Reparación y a valorizar los servicios ecosistémicos de provisión y socioculturales del ecosistema afectado, planteándose el siguiente objetivo específico:

- Desarrollo de un Plan de Acción comunitario que considere los siguientes tópicos: educación ambiental, conservación y protección de la Cordillera El Melón, programas de monitoreos participativos y apoyo técnico-económico para pequeños productores agrícolas de la comuna de Catemu.

9 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTENCIÓN QUE SE HAN ADOPTADO Y LAS QUE SE PROPONEN PARA CONTROLAR EL DAÑO AMBIENTAL CAUSADO.

En cumplimiento de la **letra f) del artículo 19 del D.S. N° 30/2012, MMA**, y de manera previa a la descripción de las acciones de reparación del Plan propiamente tal, se presentan en esta sección los esfuerzos y acciones adoptadas y en ejecución por EXPLODESA para controlar el daño ambiental causado.

9.1 Antecedentes

En efecto, como se informó a esta Superintendencia mediante presentación realizada el 22 de agosto de 2019 en el expediente sancionatorio Rol N°F-009-2018, como principal medida correctiva el titular ha cesado completamente la operación del Proyecto Mina Cardenilla, eliminando con ello la causa que precisamente provocó la imputación del hecho infraccional N° 9.

En efecto, desde el mes de noviembre de 2018, EXPLODESA dispuso la paralización voluntaria del proyecto minero, y se inició el proceso interno para evaluar ambientalmente el cierre de la faena Mina Cardenilla, como la medida más idónea para contener el daño causado, en tanto se hace cesar la causa que origina el hecho infraccional y permite, de este modo, impedir que se continúe con la producción de sus efectos.

Lo anterior, resulta conforme al criterio otorgado por el Tribunal Ambiental de Valdivia, en tanto señala que *"cuando el daño ambiental se ocasiona repetidamente (...) lo aconsejable es suprimir, eliminar o intervenir las causas que lo originan para que no siga produciéndose. (...) La intervención, por lo tanto, no sólo debe realizarse en el resultado sino también en las fuentes o causas que lo producen. Se trata, en síntesis, de generar las condiciones para que el propio medio ambiente logre su restauración"*⁶⁴.

⁶⁴ Cons. 142, Sentencia Rol D-30-2017 del Tercer Tribunal Ambiental.

En el mismo sentido, la eliminación, retiro o neutralización del agente causante del daño ha sido reconocido en el derecho comparado como medida idónea de reparación ambiental⁶⁵.

Actualmente, el titular se encuentra culminando un EIA cuyo objetivo principal será el cierre del proyecto Cardenilla, y que se asocia a la Acción N° 25 del Programa de Cumplimiento aprobado mediante Res. Ex. N°12/Rol F-009-2018. En dicha acción, se comprometió la "Presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) ante el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) que considere la implementación de canales de perimetrales para la evacuación de aguas lluvia en la cabecera del botadero de estériles y aguas arriba de la cantera con sus cámaras de sedimentación asociadas, y obtención de RCA favorable".

Esta acción, con un costo de \$290.939.000 considera, en la actualidad, el cierre del proyecto "Mina Cardenilla", eliminando con ello la causa directa del daño ambiental imputado y, a su vez, procurando que el cierre se realice en consideración de todas las medidas de mitigación que la autoridad competente indique.

Por otra parte, cabe atender a que se han implementado medidas correctivas relacionadas con la regularización del botadero de estériles, desde un punto de vista sectorial. En efecto, el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), mediante Res. Ex. N° 2371 de 11 de septiembre de 2019, ha levantado la sanción de cierre total temporal de Mina Cardenilla por cumplir con las condiciones para ello, aduciendo el cumplimiento total de las medidas correctivas impuestas por el mismo Servicio, desapareciendo las condiciones de riesgo identificadas en fiscalización de fecha 31 de octubre de 2018. En este sentido, se da cuenta de la autorización del botadero de estériles "Curva El Zorro", aprobado mediante Res. Ex. N° 1781/2019 de la Subdirección Nacional de Minería, y que viene a regularizar -a ese momento- un lugar de disposición de acuerdo con la normativa actualmente aplicable.

Por otra parte, la Res. Ex. N° 1782/2019 del mismo subdirector que aprueba el proyecto "Explotación minera a cielo abierto Lumbrera Central de faena minera Mina Cardenilla", indica que el titular cumplió con todas las medidas necesarias para asegurar la estabilidad estructural de las operaciones, resguardando la seguridad de las personas e instalaciones, considerando un control topográfico del avance de la explotación y un monitoreo geotécnico periódico de la geometría Banco-berma con inspecciones geomecánicas periódicas para verificar la estabilidad de los bancos en operación, permitiendo la conciliación (determinación de la coincidencia entre el *pit* planificado y el realmente implementado) de la operación minera, obtener aviso temprano de posibles inestabilidades que se desarrollen durante la construcción del *pit*, reconocer mejores prácticas operativas y finalmente evaluar oportunidades de mejora. Ello, ha sido ratificado en una nueva fiscalización del mismo Servicio, efectuada con fecha 12 de febrero de 2019.

De estos antecedentes, es dable considerar que, pese a contar con las autorizaciones sectoriales para continuar la operación del Proyecto, el titular ha decidido cesar voluntariamente la operación del proyecto. Así, se han comprometido todos los esfuerzos en la implementación de las acciones asociadas al Programa de Cumplimiento (Rol N° P-001-2019) y a las acciones que se presentan en este Plan de Reparación, dirigiendo sus inversiones a la reparación de los componentes ambientales considerados por la SMA en la resolución sancionatoria.

⁶⁵ REAL DECRETO 2090 /2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, España.

9.2 Cierre de la faena minera e ingreso al SEIA de un EIA de cierre

Tabla 9-1. Antecedentes del Cierre de Mina Cardenilla

Variables	Descripción
<p>OBJETIVO DE LA MEDIDA DE CONTROL Y CONTENCIÓN DE DAÑO</p>	<p>Objetivo General: Eliminar la causa directa del daño ambiental imputado y, de este modo, impedir que se continúe con la producción de sus efectos.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la estabilidad física y química de la operación minera, de modo de eliminar riesgos de nuevas afectaciones al medio ambiente. • Procurar que el cierre de la faena se realice en consideración de todas las medidas que la autoridad competente indique.
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA Y FORMA DE IMPLEMENTACIÓN</p>	<p>Estas medidas contemplan las siguientes acciones adoptadas y por adoptar:</p> <p>a) Cese funciones de las operaciones mineras en la faena minera Cardenilla. Desde el mes de noviembre de 2018, el proyecto minero actual ha cesado sus operaciones, y se ha determinado el cierre de la faena Mina Cardenilla como la medida más idónea para contener el daño causado, en tanto se hace cesar la causa que origina el hecho infraccional y permite, de este modo, impedir que se continúe con la producción de sus efectos.</p> <p>b) Del ingreso al SEIA de un proyecto de cierre de la actividad minera: Adicionalmente, se compromete el ingreso al SEIA de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que contempla el cierre de la faena, actualmente en ejecución. Este proyecto contempla, al menos, las siguientes acciones que permanecerán después de la fase de cierre (canteras de explotación y botaderos de estériles):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las acciones de restauración que contemplará el plan de cierre tendrán por objetivo dejar una superficie similar a la inicial de manera que esta no produzca un contraste significativo respecto del ecosistema. Las acciones que se implementarán para ello serán el manejo natural de las aguas lluvias que drenan hacia las canteras de explotación y los botaderos de estériles y de aquellas que caen directamente sobre la superficie de los botaderos de estériles, la contención de deslizamientos eventuales de material rocoso, la revegetación natural del talud de los botaderos de estériles y la compactación de la superficie de los botaderos de estériles. En cuanto al manejo de aguas lluvias se considera que el Botadero de Estériles Cardenilla y Cantera Lumbrera se encuentran protegidos en su parte superior por un pretil revestido con HDPE para el desvío de las aguas lluvias de la escorrentía superficial y que descarga al este y al sur a los cursos naturales adyacentes. Asimismo, para el manejo de aguas lluvias se proyecta la construcción de un canal de cintura en la parte superior de la Cantera Cardenilla y el Botadero El Zorro para la

Variables	Descripción
	<p>recolección de las aguas lluvias de la escorrentía superficial y que descargará al oeste y este a los cursos naturales adyacentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para contener los eventuales desplazamientos de rodados de material rocoso y, en definitiva, para limitar el perímetro durante el abandono de los botaderos de estériles, en su cota más baja se construirá un muro de contención, el cual estará construido con material de empréstito y tendrá una altura de 1,5 metros de alto, un ancho superior de 0,5 metros y su base será el trapecio que se conforma por el derrame natural del material, adoptando el ángulo de reposo, generando de esta manera el pretil de contención de rodados. • La superficie de los botaderos será continuamente compactada por los equipos que llegarán a vaciar el estéril, como camiones, bulldozer y rodillo. Estos son equipos de gran peso que realizarán una compactación natural del suelo. Esta situación le confiere mayor estabilidad, menor susceptibilidad a movimientos con lluvias de altas precipitaciones y menor activación de su superficie a la erosión eólica. Además, la superficie de los botaderos será sellada con una capa de limos arcillosos para evitar la infiltración de aguas lluvias al interior de las estructuras. • A la superficie del botadero de estériles Cardenilla se le agregará una cobertura de material de valor edafológico para la reforestación con árboles nativos y su revegetación natural. • Asimismo, se procederá a reforestar con especies arbóreas nativas en las bermas de los bancos de explotación para producir un apantallamiento vegetal en el entorno. La plantación contará con un cerco perimetral y sistema de riego tecnificado
JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA	Eliminación causa del daño e impedir la continuación de efectos ambientales derivados del hecho infraccional imputado.
DESCRIPCIÓN DE LOS POTENCIALES EFECTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA	El EIA respectivo identificará los impactos de las actividades de cierre incluyendo las medidas para hacerse cargo de ellos, en su caso, no siendo éstas materia del presente Plan de Reparación.
LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN	Faena minera Cardenilla
PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Plazo de ingreso al SEIA: Una vez aprobada la declaración de interés nacional presentada a CONAF, se presentará el EIA en el plazo de 1 mes, contando desde la notificación de la resolución respectiva⁶⁶. • Se estima que el plazo de tramitación del EIA corresponde a 24 meses.
INDICADOR DE CUMPLIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Cese de operación de las actividades mineras, en concordancia con la RCA favorable del EIA.

⁶⁶ Solicitud ingresada ante la Dirección Ejecutiva de CONAF mediante Carta N°RP_073/2020, de 20 de marzo de 2020, acompañada en Anexo 2 de esta presentación.

Variables	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> Ingreso al SEIA del proyecto de cierre de faena minera y obtención de RCA favorable.
MONITOREO SEGUIMIENTO ASOCIADO A LA MEDIDA	Se presentará en los informes trimestrales respectivos los antecedentes de la tramitación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental.
RESULTADO ESPERADO	Ingreso al SEIA del proyecto de cierre de la faena y obtención de RCA favorable.

Fuente: GAC

Finalmente, se hace presente que el proyecto de Cierre de la Faena Minera Cardenilla se ejecutará en forma paralela a la ejecución del Plan de Reparación, y el seguimiento de las actividades y obras del proyecto de cierre no forman parte de este Plan de Reparación.

10 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE REPARACIÓN QUE SE PROPONEN, Y LA FORMA, LUGAR Y PLAZO EN QUE SE IMPLEMENTARÁN

A continuación, se describe el proyecto de reparación con su respectivo plan de acción, dando cumplimiento a lo exigido en el **literal g) del artículo 19 del D.S. N° 30/2012, MMA.**

Este plan, conforme a los objetivos antes descritos, y ajustándose al contenido regulado en el artículo 19 del D.S. 30/2012 de Ministerio del Medio Ambiente, identifica las medidas de reparación in situ, y las medidas complementarias, describiendo la medida de reparación propuesta, la forma, lugar, plazo en que se ejecutará, el seguimiento y sus costos estimados.

Cabe hacer presente que, la aplicación de la metodología (criterio de equivalencia) determina la aplicación de medidas de reparación primaria en las 26,61 ha del sitio dañado, así como una reparación *ex situ*, en una superficie equivalente a 71,936 ha. Las medidas reparatorias propuestas suman una superficie total 1134,5 ha aproximadamente, según el detalle de la tabla 10-1.

Adicionalmente, considerando el contexto socioambiental del ecosistema a reparar, se incorporan compromisos de carácter voluntario, que buscan hacerse cargo de valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado a la comunidad humana presente en el sector, aun cuando no se pudo identificar estos servicios directamente asociados a las 26,61 hectáreas de ecosistemas vegetacionales, en el Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Cordillera El Melón.

A continuación, la Tabla muestra las medidas de reparación y compromisos considerados.

Tabla 10-1. Medidas de reparación y compromisos voluntarios

Tipo de medida de reparación	Descripción
In situ (primaria)	Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.
	Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado.
Ex situ (Complementaria)	Medida 3: Mejoramiento de hábitat de fauna silvestre en una superficie de 75,8 ha en el el Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Cordillera El Melón
	Medida 4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la medida 3.
	Medida: 5: Conservación de formaciones vegetales cercanas a las zonas afectadas en una superficie de 38,3 ha, en el Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Cordillera El Melón
	Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados para facilitar el establecimiento de flora y fauna silvestre en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón
	Medida 7: Resguardo y amortiguación de las áreas de compensación de ecosistemas terrestres en una superficie de 1114,2 ha.
Compromisos voluntarios	CAV1: Diagnóstico Sociocultural
	CAV2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria
	CAV3: Programa de Monitoreo Ambiental Participativo
	CAV4: Programa de Educación Ambiental

Fuente: GAC

Como se desprende de su definición, todas las medidas de reparación *in situ* se ejecutan en el lugar donde se ha producido el daño y buscan, en los lugares que es posible, restablecer las propiedades básicas del suelo o a una calidad similar para una soportar una regeneración natural o bien iniciar el proceso de provisión de función y servicios afectados.

Por su parte, las medidas de reparación complementarias planteadas en el presente plan de reparación se ejecutarán sobre el mismos componentes y servicios sobre los que se produjo el daño medioambiental en un lugar alternativo dentro del ecosistema del Sitio Prioritario de la Cordillera El Melón, consiguiendo con ello una mejora los componentes, funciones y servicios en el mismo ecosistema dañado.

En cuanto a la descripción y alcance de cada medida, la información se presenta dividida en dos fases: implementación y seguimiento. En la fase de implementación, se identifica el objetivo, la forma de implementación, lugar de ejecución, plazo e indicadores de cumplimiento de esta fase, reportabilidad, impedimentos, entre otros. La segunda fase de seguimiento, contiene los parámetros a monitorear, frecuencia de monitoreo, indicadores de eficacia de la medida, medios de verificación, reportabilidad, impedimentos.

El plazo total de implementación de las acciones corresponde a 10 años, contados a partir del año calendario siguiente a la fecha de aprobación del Plan de Reparación. Este tiempo, está en concordancia con los supuestos y condiciones estimadas para el cálculo de las ganancias (créditos) de la superficie a reparar.

A continuación, se presentan en detalle las medidas propuestas.

10.1 Plan de reparación: Medidas Primarias – In situ

Estas medidas tienen por objetivo restituir o aproximar al máximo los componentes ambientales dañados y las funciones y servicios que éstos prestan, a sus propiedades básicas o a una calidad similar, en el lugar en el que se produjo el daño.

La reparación primaria propuesta en este PdR consiste, además de eliminar, retirar o neutralizar el agente causante del daño (cierre de la faena minera), en reparar el componente suelo y la flora y vegetación afectado, favoreciendo la regeneración natural o el inicio del restablecimiento de las funciones y servicios de los recursos naturales afectados.

Dado que no es posible la reparación total del sitio afectado de los componentes ambientales afectados en la superficie afectada por la infracción sancionada, se complementarán estas medidas con medidas reparatorias ex situ propuestas en este PdR, sobre el mismos componentes y servicios sobre los que se produjo el daño medioambiental en un lugar alternativo dentro del ecosistema del Sitio Prioritario de la Cordillera El Melón.

10.1.1 Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha

Tabla 10-2. Medida N°1 Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha

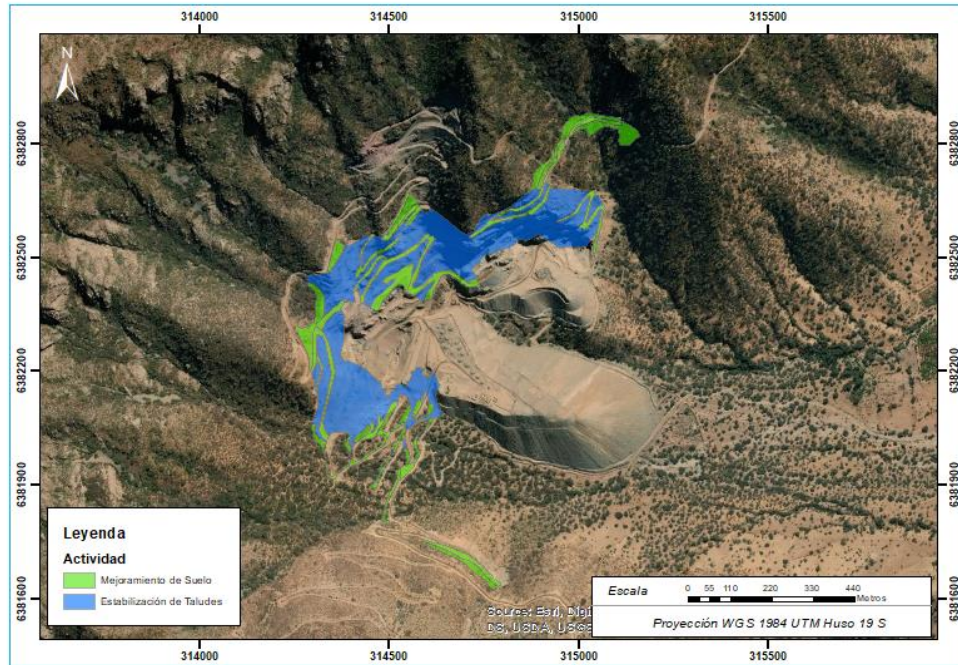
Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha																	
daño ambiental(es) asociado(s)	<ul style="list-style-type: none"> Afectación de 33, 98 ha de superficie, con eliminación de elementos bióticos y perfil de suelo (Cons. 108 de la Resolución Sancionatoria, tabla 4 “Superficies de obras de elusión”) <p style="text-align: center;">Tabla 4: Superficies de obras en elusión.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Obra</th> <th>Superficie (Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Open Pit Mina Cardenilla</td> <td>8,3</td> </tr> <tr> <td>Extracción Lumbrera Norte</td> <td>6,47</td> </tr> <tr> <td>Extracción Lumbrera Sur</td> <td>7,66</td> </tr> <tr> <td>Camino</td> <td>5,23</td> </tr> <tr> <td>Botadero de estériles</td> <td>6,2</td> </tr> <tr> <td>Campamento</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>33,98</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia en base a IFA DFZ-2017-177-V-RCA-IA</p> <ul style="list-style-type: none"> Pérdida de 26,61 ha de formaciones vegetales en el área intervenida por la infracción sancionada. 	Obra	Superficie (Ha)	Open Pit Mina Cardenilla	8,3	Extracción Lumbrera Norte	6,47	Extracción Lumbrera Sur	7,66	Camino	5,23	Botadero de estériles	6,2	Campamento	0,12	Total	33,98
Obra	Superficie (Ha)																
Open Pit Mina Cardenilla	8,3																
Extracción Lumbrera Norte	6,47																
Extracción Lumbrera Sur	7,66																
Camino	5,23																
Botadero de estériles	6,2																
Campamento	0,12																
Total	33,98																

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción y fragmentación del patrimonio natural del sitio prioritario para la conservación Cordillera El Melón. • Menoscabo de los servicios ecosistémicos de soporte (formación de suelo, ciclo de nutrientes, ciclo vida de microorganismos) y regulación (control de erosión e inundación), presentes en el sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad Cordillera El Melón.
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicios ecosistémicos afectados	<ul style="list-style-type: none"> • Componente: Suelo. • Función ecosistémica: Control de erosión de suelo y retención de sedimento, control de inundaciones, mantenimiento de suelos naturales productivos, mantenimiento de suelos saludables y ecosistemas productivos, y mantención de ciclo devida de las especies. • Servicios ecosistémicos: retención de suelo, prevención de perturbaciones, formación de suelo, ciclo de nutrientes y refugio para microorganismos.
Objetivo específico	Realizar acciones de restauración ecológica del ecosistema afectado en 20,37 ha enfocado en mejorar las condiciones del suelo y taludes de las zonas intervenidas por las actividades y obras de la Mina Cardenilla objeto de sanción, con el objetivo de estabilizar el sistema suelo y el sustrato expuesto. Con ello, se controlará la erosión, flujos hídricos, infiltración de aguas lluvias, favoreciendo la regeneración natural y el reestablecimiento de los procesos ecológicos inicial de los ecosistemas dañados de acuerdo con la Resolución Sancionatoria en el área objeto de la medida.
Descripción	<p>A continuación, se describen las medidas asociadas a cumplir el objetivo específico planteado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecución de estudios básicos de detalle 2. Zonificación de áreas 3. Estabilización de taludes y en su caso, remodelación de los mismos. 4. Mejoramiento de suelo a través de descompactación, manejo de la capa superficial del suelo y aplicación de materia orgánica
Justificación.	<p>En base al modelo hipotético de degradación propuesto por Whisenant (1999), los procesos de degradación de los ecosistemas provocados por operaciones de la Mina Cardenilla han superado los dos umbrales importantes de degradación: (1) un umbral controlado por factores bióticos, (2) el umbral controlado por factores abióticos, llegando al nivel 4 de degradación de acuerdo con el modelo.</p> <p>Para recuperar el ecosistema desde este nivel de degradación es imperativo subsanar primero el umbral controlado por factores abióticos, siendo necesario para esta situación en particular partir por una estabilización del suelo y estabilización de taludes y remodelación de los mismos en las superficies afectadas.</p> <p>El mejoramiento de suelos se realizará en sectores que preliminarmente se han identificado caminos y sectores poco intervenido y pendientes suaves (0% -30 %), mientras que la estabilización de taludes se efectuará en sectores que actualmente presentan pendientes menos pronunciadas (30%-45 %).</p>

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
	<p>Las superficies con pendientes mayores a 45% quedan excluidas de las medidas ya que su ejecución no es costo eficiente considerando las probabilidades de éxito de la misma.</p> <p>En el caso particular del suelo dentro del área sujeta a sanción (33, 98 ha), se ha realizado una delimitación preliminar de unidades identificables a través de imagen de Google Earth, donde se destacan sectores poco intervenidos o que aún tienen suelo y las áreas intervenidas con caminos y taludes. En los dos primeros se realizarán actividades de mejoramiento de suelo, mientras que en el tercero se aplicarán medidas de estabilización de taludes, y en su caso, remodelación de los mismos. Dichos sectores serán identificados y acotados con la caracterización de terreno que se realizará como primera actividad de la medida propuesta.</p> <p>Con estas actividades se busca estabilizar el sistema suelo y sustrato expuesto, por lo cual se controlará la erosión, flujos hídricos, infiltración de aguas lluvias, lo que contribuirá al restablecimiento de las propiedades básicas del suelo afectado.</p>
Lugar de implementación	<p>El lugar de implementación es el área con afectación del componente suelo (33, 98 ha) derivado de la infracción sancionada, limitada a las superficies en las cuales es posible realizar actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes, incluyendo remodelación en su caso.</p> <p>Estas superficies alcanzan un total de 20,37 ha.</p> <p>Para la selección de las superficies objeto de esta medida se toma en consideración el “Informe de Modelamiento Geotécnico y Análisis de Estabilidad Geomecánica Rajo Mina Cardenilla”, de FF Geo Mechanic (2018), acompañado en Anexo 2.</p> <p>En la siguiente figura, se presenta el detalle de los sectores propuestos para ejecutar la Medida N°1, distinguiendo los sectores en los cuales se implementaran acciones de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes, y remodelación de los mismos en su caso.</p>

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha

Figura 10-1. Lugar de implementación de la medida 1



Fuente: GAC a partir de las imágenes N°5, 6, 9 y 16, todas de la Formulación de Cargos

A continuación, se presentan las actividades objeto de la medida y las superficies involucradas:

Medida	Hectáreas
Mejoramiento de suelo	6,78
Estabilización de taludes	13,60
Total	20,37

Fuente: GAC

Forma de implementación

5. Estudios básicos de detalle
 Se realizarán los siguientes estudios básicos de detalle:
Estudio topográfico del área con pérdida de suelo. Se realizará un estudio topográfico de detalle con vuelo de dron y tecnología RTK (Real Time Kinematic), y modelo 3D de restauración, con el objeto de contar con modelos digitales de

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
	<p>terreno y superficie, curvas de nivel, y cálculo de volumetría y masa del área. Se realizará un levantamiento de detalle del componente suelo, el cual tendrá una escala de trabajo de 1:2.500, en el área afecta con pérdida de suelo (33,98 ha). Este estudio tiene por finalidad determinar los límites de las superficies sujetas a las medidas a implementar.</p> <p><u>Estudio de velocidad de infiltración de agua en el suelo.</u> Se realizará un estudio de velocidad de infiltración de agua en el suelo con el objetivo determinar la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello, el peligro de erosión hídrica. Este estudio permitirá diseñar obras de reposición de estratas impermeables para mantener condiciones de mal drenaje, adicionales a las obras hidráulicas de manejo de aguas lluvias comprometidas como contenido del EIA de Cierre de Mina Cardenilla⁶⁷.</p> <p><u>Estudio hidrológico del área intervenida.</u> Se realizará un análisis hidrológico de la subcuenca del área intervenida, determinando direcciones de los flujos y delimitando zonas de acumulación de escorrentía, para definir curvas hidrológicas y umbral de escorrentía.</p> <p><u>Estudio de mecánica de suelo y estabilidad de taludes.</u> Este estudio permitirá caracterizar el área afectada y definir los parámetros físicos para ajustar los tipos de manejo de control físico de taludes que sea utilizados y diseñar la medida de remodelación taludes, cuando sea posible, disminuyendo con ello, las pendientes y las longitudes de laderas intervenidas.</p> <p>Este estudio de detalle junto al estudio topográfico permitirán actualizar los taludes que se establecerán (ángulos o pendiente de inclinación menores a 45%), y obras que permitan la estabilización de éstos.</p> <p>Adicionalmente, para el caso específico de las superficies objeto de mejoramiento de suelos, se llevarán a cabo el siguiente estudio:</p> <p><u>Levantamiento de características del suelo objeto de medidas de mejoramiento de suelo.</u> Este estudio contempla un levantamiento de características físicas, químicas y biológicas del suelo en su condición actual, para lo cual se tomarán muestras de suelo entre 0-20 cm y 0-40 cm (calicata), complementario al “Estudio de Línea de Base de Suelo”, elaborado por AMEST Consultores, acompañado en Anexo 3.</p> <p>Este estudio tiene por objetivo determinar las áreas que requerirán aplicación de enmiendas para corrección de características físicas, químicas y biológicas</p>

⁶⁷ Se hace presente que las obras de manejo de aguas lluvias asociados al cierre de la faena minera serán evaluadas en el EIA de Cierre de Mina Cardenilla, conforme a lo comprometido en la Acción N°25 del Programa de Cumplimiento aprobado por la SMA.

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
	<p>(salinidad, alcalinidad, sodicidad, pH, CE, materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro).</p> <p>6. <u>Zonificación de terreno</u> Se identificarán características y parámetros, en función de los estudios detallados previamente, que permitirán zonificar áreas con el objeto de definir las medidas de manejo diferenciadas y adecuadas para cada sector. La preparación del terreno para la restauración exige, en primer lugar, la división de la zona de actuación en sectores de acuerdo con su litología, pendiente, orientación, vegetación y drenaje. La combinación de la cartografía temática disponible, ortofotos e inspecciones de campo permite realizar un mapa georreferenciado de sectores a una resolución que incluya cambios a microescala del relieve y manchas o individuos de especies bajo algún grado de protección o amenaza, o de interés para la restauración que deben ser conservados.</p> <p>7. <u>Estabilización de taludes, en su caso, remodelación de los mismos.</u></p> <p>Para estabilizar taludes se considera soluciones estructurales (muros de diferentes materiales) como bioingeniería (vegetación con material inerte como mallas metálicas, geotextiles).</p> <p>Mediante la estabilización se pretende reducir la acción erosiva de las aguas superficiales en situaciones de elevada pendiente, por formación de cárcavas que pueden favorecer el colapso o los movimientos en masa. La estabilización también trata de evitar el encharcamiento en superficie o la formación de bolsas de humedad subterráneas en contrapendientes, perfiles cóncavos y terrazas, lo que reduce la resistencia del sustrato. Se pueden usar contrafuertes de drenaje a base de bloques, diques de gavión, incrustaciones de <i>mulch</i> en regueros, estaquillado de taludes, zanjias con <i>mulch</i> y bloques, empalilladas, entre otras.</p> <p>La selección de los tratamientos de control de erosión, deben responder a las condiciones puntuales de cada micrositio (e.g. pedregosidad, compactación, pendiente, exposición). En este sentido, se considera factible la utilización de diferentes tipos de obras conservación de suelos y aguas: zanjias de infiltración, canal de desviación, terrazas, empalizadas, etc.</p> <p>Finalmente, se buscará la remodelación de las geoformas, intentando imitar, dentro de lo técnicamente factible, la topografía del paisaje (e.g. orientaciones, pendientes, microrelieve), considerando la creación de pendientes y formas estables ecológicamente, usando para ello unidades funcionales, definidas principalmente, en base a la hidrología y el control de la escorrentía superficial.</p> <p>Se remodelará el perfil de aquellos taludes artificiales con pendientes entre los 30% y 45%. Las superficies con pendientes mayores a 45% quedan excluidas de las medidas ya que su ejecución no es costo eficiente considerando las probabilidades de éxito de la misma.</p>

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha

Este método de preparación del terreno también favorece la integración paisajística de la zona, aumentando su naturalidad. De este modo, en perfiles topográficos planos o allanados artificialmente también pueden realizarse movimientos de tierras para crear perfiles alomados que aumenten la diversidad paisajística y favorezcan la creación de microhábitats para la fauna y flora.

8. Mejoramiento de suelos

El mejoramiento de suelos se realizará a través de las siguientes actividades:

Descompactación: La descompactación se utiliza para reducir la densidad e incrementar la porosidad de un sustrato intervenido de manera que se mejore el drenaje, la aireación y la capacidad de penetración radicular. Esta técnica se aplica a suelos o sustratos fuertemente compactados por el uso directo o el tránsito ocasional de maquinaria pesada (caminos). Existen tres técnicas de descompactación de suelos: escarificado, subsolado o ripado, las que difieren en la profundidad de aplicación. Requiere del uso de maquinaria, por este motivo, en los casos en los que la presencia de una costra pueda limitar el crecimiento radicular se sustituye el subsolado tradicional por una rotura puntual de la costra en el sitio de plantación mediante ahoyado mecánico. Se usarán geomallass volumétricas de alta durabilidad que admitan revegetación mediante hidrosiembra u otra técnica de plantación extensiva.

Manejo de la capa superficial del suelo: En sectores con suelo vegetal, la materia orgánica ha disminuido o se ha degradado, lo que ha influido en las propiedades físicas (estabilidad de agregados, densidad, retención de humedad, etc), químicas (disponibilidad de nutrientes) y biológicas (actividad microbiana y microfauna) del suelo. Esta situación puede ser revertida con prácticas agroecológicas, como el uso de biofertilizantes, enmiendas orgánicas, microorganismos inoculantes obtenidos del mantillo del bosque original aledaño, facilitación en la formación de micorrizas (asociaciones entre hongo y raíz de una planta), técnicas probadas que incrementan la supervivencia de las plantas en ambientes pobres en nutrientes, mejoran la estructura para el enraizamiento de las plantas y las condiciones de micrositio.

Estos horizontes superficiales que constituyen las capas más fértiles del suelo deben ser usados en la restauración posterior los terrenos y/o de otros cercanos. El manejo consiste en la retirada con pala o excavadora de los primeros centímetros de suelo. Su principal función es la de favorecer la recuperación de los procesos edafogenéticos, comenzando por la recuperación de la cubierta vegetal a partir del propio banco de semillas del suelo. Es importante conocer el tipo de suelo de la zona, así como su variabilidad en función de la orientación, cambios de pendiente y tipo de cubierta vegetal, ya que el suelo puede variar significativamente a escala local. Los espesores recomendados oscilan entre los 20 y 40 cm de profundidad.

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
	<p><u>Aplicación de materia orgánica:</u> Se utiliza para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de sustratos que han sido desnudados de su capa superficial de suelo y de la que no se dispone en el momento de la restauración. Estos sustratos suelen mostrar algunos de los problemas siguientes: encostramiento por textura arcillosa, excesiva porosidad en sustratos arenosos o formados por cantos o bloques, muy baja materia orgánica, falta de nutrientes, excesiva acidez o alcalinidad, problemas de salinidad, toxicidad por metales pesados u otros elementos. Se aplica de modo puntual, a escala de hoyo. Se utiliza residuos compostados ya que suelen dar menos problemas de contaminación por metales pesados que los residuos domésticos o el abono. El mulch de paja o de virutas de madera también da buenos resultados, al mejorar la textura del sustrato y presentar una alta relación C/N. Los fertilizantes inorgánicos (nitrato amónico, sulfato amónico, etc.) son baratos y fáciles de aplicar, aunque se recomienda su aplicación combinada con el aporte de una fuente de materia orgánica, para aumentar la capacidad de retención de nutrientes (VV.AA. 1989). También en este caso es recomendable ajustar correctamente la dosis para evitar problemas de exceso de nutrientes. Esto puede tener efectos negativos sobre los organismos edáficos y la dinámica de la vegetación recolonizadora, al favorecer la instauración de comunidades nitrófilas ruderales muy persistentes.</p>
Plazos de implementación de la medida	<p>24 meses desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según se detalla a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Estudios básicos de detalle:</u> 6 mes desde la notificación de la resolución que aprueba el Plan de Reparación. • <u>Mejoramiento de suelo:</u> 18 meses a partir del término de los estudios básicos de detalle. • <u>Estabilización y remodelación de taludes:</u> 12 meses a partir del término de los estudios básicos de detalle.
Impedimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eventos de precipitaciones extremas: Se informará a la SMA los eventos de precipitaciones extremas que alteren o detengan la ejecución de la medida, presentando un cronograma actualizado. 2. Eventos sísmicos que puedan desestabilizar los taludes: Se informará a la SMA la ocurrencia del evento sísmico que altere o detenga la ejecución de la medida, presentando un cronograma actualizado.
Indicador de ejecución de actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de estudios de detalle ejecutados en la forma y plazo comprometido. • Ejecución de actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes, incluyendo la remodelación de mismos, en la forma y plazo comprometido.
Indicador de eficacia de reparación comprometida	<p>Mejoramiento de suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suelo mejorado con las siguientes características de un suelo clase VII⁶⁸: <ul style="list-style-type: none"> - Profundidad de al menos 20 cm de profundidad (Suelo muy delgado) - Pendientes menor a 45%. - Pedregosidad: Moderada (15 a > 35% de piedras y 20 a > 40 % de gravas)

⁶⁸ Los parámetros fueron seleccionados en base a “Pauta para Estudios de Suelo”, del SAG, 2011, para los suelos clase VII, que corresponde a la clase de suelo que tenía la superficie afectada, previo al daño ambiental, según CIREN (1997).

Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha													
	<ul style="list-style-type: none"> - Drenaje: Imperfecto a excesivamente drenado. - Textura: Arenoso gruesa arcillosa (a_gA) - Agua aprovechable: Buena (12 a < 18 cm c.a) - Erosión: Muy severa. • Suelo mejorado con las siguientes características físico- químicas⁶⁹: <table border="1" data-bbox="578 478 1287 646" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Característica</th> <th>Umbral</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alcalinidad</td> <td>Fuertemente calcáreo</td> <td>10 a 25 %</td> </tr> <tr> <td>Salinidad</td> <td>Extremadamente salino</td> <td>12 o más (dS m⁻¹)</td> </tr> <tr> <td>Sodicidad</td> <td>Fuertemente sódico</td> <td>18 a 28%</td> </tr> </tbody> </table> • 70% de cobertura vegetal natural (regeneración natural) a alcanzar al término de ejecución del PdR. <p><u>Estabilización y remodelación de taludes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Taludes estabilizados con sistemas de control y estabilidad ejecutado, con pendientes menores al 45%, controlando la erosión a un estándar de deterioro erosivo menor y parcialmente estable. 	Parámetro	Característica	Umbral	Alcalinidad	Fuertemente calcáreo	10 a 25 %	Salinidad	Extremadamente salino	12 o más (dS m ⁻¹)	Sodicidad	Fuertemente sódico	18 a 28%
Parámetro	Característica	Umbral											
Alcalinidad	Fuertemente calcáreo	10 a 25 %											
Salinidad	Extremadamente salino	12 o más (dS m ⁻¹)											
Sodicidad	Fuertemente sódico	18 a 28%											
<p>Reporte y medios de verificación</p>	<p><u>Informe de avance semestral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe final del Estudio topográfico de detalle. • Informe final del Estudio de detalle del suelo y características físicas, químicas y biológicas. • Informe final del Estudio de velocidad de infiltración de agua en el suelo. • Informe final del Estudio de mecánica de suelo y estabilidad de taludes. • Informe de avance de las actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes para el periodo informado, que incluya información sobre las superficies reparadas y las enmiendas utilizadas con registro fotográfico fechado y georreferenciado de las actividades de reparación y seguimiento del componente (descripción de calicatas, resultados de muestreos y análisis de resultados), todos para el periodo reportados. <p><u>Informe final de la medida</u></p> <p>Informe final que dé cuenta de la ejecución de actividades de mejoramiento de suelo y estabilización de taludes durante el PdR, que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cartografía del estado inicial y final del área intervenida, que especifique las superficies objeto de las medidas de reparación ejecutadas. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado de las superficies sujetas a las actividades de reparación comprometidas. 												

⁶⁹ Los parámetros señalados en la tabla precedente se basan en la “Pauta para Estudios de Suelo”, del SAG, 2011, para los suelos clase VII, que corresponde a la clase de suelo que tenía la superficie afectada, previo al daño ambiental, según CIREN (1997).

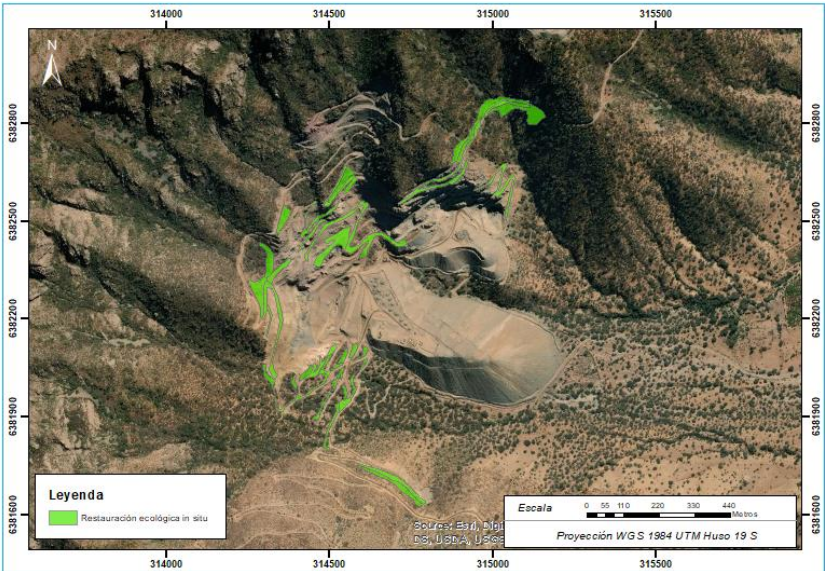
Medida 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en 20,37 ha	
	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las actividades de seguimiento (calicatas y resultados del muestreo y análisis de resultados) - Antecedentes que acrediten los costos incurridos <p>Informe final de cumplimiento del PdR El informe final del PdR dara cuenta de un análisis de eficacia de las acciones comprometidas en base los indicadores de eficacia y al plan de seguimiento comprometidos.</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de la medida de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	<p>La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 17 del PdR.</p> <p>Se hace presente que los permisos asociados al Proyecto de Cierre de Mina Cardenillas serán evaluados e implementados en el marco del EIA a ingresar al SEIA, en cumplimiento de la acción N° 25 del PdC aprobado por la SMA. Este EIA contempla los permisos ambientales sectoriales de los artículos 136, 137, 156, 157 y 160, todos del Reglamento del SEIA. En particular, la ejecución de las actividades de mejoramiento de suelos y estabilización de taludes requiere de los permisos sanitarios asociados a la instalación de faena (PAS 138, PAS 140 y PAS 142) conforme se detalla en el Capítulo 13, sección 7.</p>

Fuente: GAC

10.1.2 Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetal afectado

Tabla 10-3. Medida N° 2. Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema afectado

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetal afectado	
Daño (s) ambiental(es) asociado(s)	La intervención de 26,61 hectáreas de las siguientes formaciones vegetales: <ul style="list-style-type: none"> • 7,08 ha de bosque nativo de preservación con <i>Porlieria chilensis</i>, • 9,19 ha de bosque nativo de conservación y protección, y • 10,34 ha de matorrales clasificados como formaciones xerofíticas.
Componente(s) ambiental(es), función y servicio ecosistémico afectado	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad</p> <p>Función ecosistémica: Mantención del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de las flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo específico	Restauración ecológica <i>in situ</i> de 6,78 ha del ecosistema con vegetación afectado, enfocado en reestablecer flora y vegeación nativa, con el fin de reestablecer la capacidad del suelo, en sus propiedades básicas, para sostener y conservar biodiversidad.
Descripción	Para cumplir con el objetivo de la medida se contempla realizar las siguientes actividades: <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación. 2. Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo/suministro de plántulas 3. Propagación y viverización de especies 4. Plantación de las especies 5. Control de especies exóticas invasoras 6. Mantención 7. Evaluación de prendimiento 8. Monitoreo y seguimiento
Justificación	Establecer la cobertura de flora y vegetación con el objetivo de reestablecer las propiedades básicas iniciales del sitio afectado y con ello, reestablecer la capacidad de la flora y vegetación para proveer los servicios ecosistémicos afectados.
Lugar de implementación	La medida se llevará a cabo en aquellos sectores del área intervenida donde se ejecutarán las acciones de mejoramiento de suelo comprometidas en la Medida 1. La superficie aproximada de la medida corresponde a 6,78 hectáreas, que se muestra en la siguiente Figura. <p>Figura 10-2. Lugar de implementación de la medida 2</p>

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
	 <p>Se adjunta en Anexo, documentos en formatos KMZ y Shape, que presentan la información de la ubicación, georreferenciada, con el sitio propuesto.</p>
<p>Forma de implementación</p>	<p>Esta medida de reparación comprende las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <u>Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo</u> <p>Un proceso de restauración ecológica natural, luego de alguna perturbación al ambiente (por ejemplo, después de un incendio o intervención antrópica), comienza con una etapa de sucesión de especies pioneras. Para el caso del bosque esclerófilo, estas especies son de carácter arbóreas y arbustivas, tales como <i>Acacia caven</i>, <i>Baccharis linearis</i> y <i>Proustia cuneifolia</i>. Luego en una sucesión tardía, emergen especies arbóreas como <i>Quillaja saponaria</i>, <i>Lithraea caustica</i>, <i>Schinus polygamus</i> y <i>Maytenus boaria</i>, considerando una ladera de exposición seca (Fernández, et al. 2010)⁷⁰. Por otro lado, el modelo de sucesión de vegetación esclerófila del Chile central planteado por Armesto y Pickett (1985)⁷¹ indica que en áreas abandonadas que han sido ocupadas para agricultura y ganadería, existe recolonización de arbustos del género <i>Baccharis</i> y <i>Gutierrezia</i>, adaptados a condiciones xéricas y de herbivoría. También existe una primera colonización por parte de las especies que favorecen su dispersión gracias al ganado vacuno y/o caprino, como el caso de <i>Acacia caven</i>. De manera adicional, estas áreas pueden ser, invadidas por <i>Muehlenbeckia hastulata</i> y <i>Lithraea caustica</i>, a través de la diseminación de</p>

⁷⁰ Fernández, I. Morales, N. Olivares, L. Salvatierra, J. Gómez, M & Montenegro, G. 2010. Restauración Ecológica para Ecosistemas Nativos Afectados por Incendios Forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

⁷¹ Armesto, J. y Pickett, S. 1985. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. Revista Chilena de Historia Natural 58: 9-17.

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
	<p>sus semillas por aves o mamíferos, las que sobreviven gracias a la protección que obtienen al establecerse bajo los arbustos viejos que les sirven de nodriza. El desarrollo de las tres especies mencionadas, facilitan la sobrevivencia de otras especies de hábito arbóreo, como <i>Quillaja saponaria</i> en sectores más secos. Lo anterior indica que las primeras especies en participar de un proceso de regeneración son especies más bien arbustivas.</p> <p>Considerando lo anterior, las especies a incluir en esta medida serán <i>Baccharis linearis</i>, <i>Acacia caven</i>, <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Proustia cuneifolia</i>, todas descritas para la zona y con características de especies colonizadoras que puedan contribuir a enriquecer el suelo.</p> <p>De forma paralela a la preparación del sitio para el establecimiento de vegetación, se realizarán acciones de colecta de semillas y material vegetativo para las especies seleccionadas.</p> <p>El método de recolección a emplear seguirá los protocolos de recolección y manejo de semillas desarrollado por el Banco de Semillas del INIA, el que se encuentra detallado en el Manual de Recolección de Semillas de Plantas Silvestres para fines de Conservación a largo Plazo y Restauración (Gold <i>et al.</i> 2004⁷²). En términos generales, el manual en referencia contempla desde la preparación para la colecta, mantenimiento y evaluación. Lo anterior se establece según los siguientes pasos o etapas: i) Planificación para la recolección de semillas; ii) Identificación y evaluación de poblaciones para la recolección de semillas; iii) Recolección de semillas; iv) Recolección de datos; v) Recolección de ejemplares de herbarios; y vi) Manejo de postcosecha de las semillas. El germoplasma recolectado (semillas o material vegetativo) será del mismo medio ambiente de la Cordillera El Melón en que se emplazan las áreas a intervenir, manteniendo así la variabilidad genética del sector.</p> <p>La colecta de semillas, material vegetativo y proceso de viverización será íntegramente ejecutado por un organismo o institución con experiencia comprobable en actividades de este tipo.</p> <p>En caso de que, por algún hecho externo, no se pueda contar con semillas de los ejemplares semilleros, se podrán adquirir plantas en viveros autorizados, con el fin de mantener el cronograma comprometido.</p> <p style="text-align: center;">2. <u>Propagación, viverización y suministro de plántulas.</u></p> <p>De forma posterior a la colecta de semillas o material vegetativo, se considera la generación de almácigos que serán viverizados de acuerdo con los estándares de SAG. Como estándar de referencia se pueden considerar el</p>

⁷² Gold, K., León-Lobos, P. y Way, M. 2004. Manual de Recolección de Semillas de Plantas silvestres. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Chile. 65 p.

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
	<p>manual de protocolos de producción de especies utilizadas por el programa de arborización, Conaf 2014.</p> <p>De manera preliminar, se puede señalar que se viverizarán las plántulas necesarias para alcanzar una densidad de las especies será de 400 plantas por hectárea. Dicho valor podrá ser ajustado de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis hidrológico comprometido en la Acción N°1.</p> <p>Se recolectará germoplasma y se producirán un 25% más de plantas para la reposición de individuos en caso de existir mortandad durante los 5 años de seguimiento. La reposición de individuos tendrá una relación de 1:1.</p> <p style="text-align: center;">1. <u>Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación.</u></p> <p>Con los resultados del estudio hidrológico comprometido en la Medida N°1, se realizará un diseño de obras, tales como microcuencas de Negarim o microterrazas, que permita conservar el suelo y el agua y establecer una cobertura vegetal inicial. Adicionalmente, se realizarán las actividades y obras previas a la plantación consistentes en actividades de construcción de cercado para control de lagomorfos, implementación de cortafuegos, construcción de casillas, e implementación del sistema de riego.</p> <p style="text-align: center;">2. <u>Plantación</u></p> <p>Los trabajos de plantación serán ejecutados en los meses de invierno, para aprovechar la precipitación que existe en la zona y el periodo de crecimiento en primavera. Las plantas utilizadas para la ejecución de la presente medida deberán cumplir con los siguientes atributos básicos antes de salir del vivero:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuello Lignificado - Altura Mínima de la Parte Aérea de 30 cm - Relación largo parte aérea/largo del pan de tierra (raíces) de 2:1 <p>La plantación se llevará a cabo en casillas u hoyaduras ya construidas de dimensiones proporcionales a cada especie a compensar, de manera que el espacio de cabida en su totalidad al pan contenedor o cepellón. Esta actividad se ejecutará de manera manual, con personal especializado. Cada planta contará con protección individual compuesta por una malla de alambre o material protector similar de modo de evitar la mortandad por ramoneo de lagomorfos.</p> <p>Al momento de efectuar la plantación, se considerará la aplicación de una capa de "Mulch" de 3 cm compuesta por una mezcla de tierra y paja, al objeto de otorgar una mayor disponibilidad de nutrientes y favorecer el desarrollo radical. Una vez debidamente asentada la planta y apisonada la tierra de</p>

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
	<p>relleno (no excesivamente), se aplicará un riego de establecimiento y se instalará la malla protectora.</p> <p>La ubicación final de las hoyaduras (plantación) estará sujeta a los resultados obtenidos del análisis hidrológico mencionado anteriormente.</p> <p>3. <u>Control de especies exóticas invasoras (EEI)</u></p> <p>De forma periódica se evaluará la presencia de EEI en la zona o en los alrededores. De encontrarse este tipo de especies, se procederá a su erradicación de forma manual y se deberá evaluar el potencial invasivo de la especie para definir la necesidad de realizar un plan de contención y erradicación para evitar que se transformen en una barrera para la restauración.</p> <p>4. <u>Mantenimiento</u></p> <p>El riego de establecimiento de la plantación consistirá en el vertimiento de 10 a 15 litros de agua promedio por cada planta, conforme al tamaño y requisito de la especie, al objeto de adaptar la planta lo más rápido posible a la rigurosidad del ambiente (INFOR, 1995⁷³). Junto a la mezcla de tierra y paja se aplicará una capa de hidrogel o, en su defecto, un "ponchito" (cuadrado de área igual a la de la casilla de polietileno) de manera de conservar la humedad del riego de establecimiento y de otras fuentes (rocío, niebla o eventual precipitación).</p> <p>Se considera la aplicación de riegos estivales, en el período de mayor sequía (octubre a abril), a razón de 30 lt/planta/mes, en dos ciclos de riego mensual de 15 lt cada uno. Es decir, se agregarán 15 lt de agua cada 15 días durante el primer y segundo año. Para los años 3, 4 y 5 se contempla ir disminuyendo la periodicidad, hasta llegar a sólo un riego en el quinto año. Es decir, para el primer y segundo, año serán 7 meses de riego, el tercer año 5 meses de riego, el cuarto año 3 meses de riego y finalmente un solo mes riego el quinto año. Las dosis de riego irán disminuyendo en la proporción de 75, 50 y 25%. Los riegos se harán de manera intercalada, durante el mismo periodo de octubre a abril mencionado. Esta disminución es con la finalidad de que la planta se adapte de mejor manera a la condición de sequía en los meses de verano.</p> <p>5. <u>Acciones de monitoreo y seguimiento</u></p> <p>El detalle del seguimiento del componente y la evaluación de los indicadores de eficacia se detalla en el programa de seguimiento comprometido en el Capítulo 11.</p>

⁷³ Benedetti, S. Perret, S. 1995. Manual de forestación- Zonas áridas y semiáridas Instituto Forestal (INFOR). Santiago, Chile. 135 pp.

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
Plazo	<p>Plazo total: 10 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según el siguiente detalle:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación: 6 meses a partir del tercer año del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 2. Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo: A partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR y hasta el año 5 del PdR. 3. Propagación y viverización de especies: 5 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR. 4. Plantación de las especies: 1 año a partir del año 3 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 5. Control de especies exóticas invasoras: 5 años a partir del año 3 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) 6. Mantención de la plantación: 7 años a partir del año 4 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1 y ejecución de la plantación) 7. Evaluación de prendimiento de la plantación: Anual a partir del año 4 del PdR. 8. Monitoreo y seguimiento: Semestral a partir de la notificación del PdR.
Impedimentos	<p>1.Evento excepcional y anormal, que afecte la disponibilidad de plántulas para la plantación, dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incendios que afecten los lugares de colecta y de producción (viveros), y en este último caso, aún implementadas medidas de prevención de incendios. • Escasez temporal de semillas de especies nativas, que afecten el aprovisionamiento de los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto; o • Baja tasa de germinación de semillas, o alta tasa de mortalidad de plántulas, en los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto. <p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento. • Cronograma actualizado para la ejecución de la acción. <p>2. Evento excepcional y anormal dado por:</p>

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
	<ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las plantaciones existentes; o • incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de plantación, aún implementadas medidas de prevención de incendios. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>3.Si al cabo de 3 años de efectuada la plantación, el prendimiento es menor a 75%.</p> <p>En caso de concurrencia del impedimento se propondrá a la SMA aumentar la superficie de las medidas complementarias (5 o 6), en base a un programa de implementación. Este ajuste de medida será aprobado por la SMA.</p>
Indicador de cumplimiento de ejecución de actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Obras de conservación de suelo y agua para el establecimiento de una cobertura vegetal construidas en la forma y plazo establecido • Actividades de construcción de cercado para control de lagomorfos, implementación de cortafuegos, construcción de casillas, e implementación del sistema de riego, todas ejecutadas en el plazo y forma comprometida. • Aprovechamiento de plantas y/o semillas para su plantación en áreas de restauración ecológica equivalentes a una superficie de 6,78 hectáreas, a una densidad de 400 plantas por hectárea, realizada en la forma y plazo comprometido. • Plantaciones ejecutadas en la forma y plazo establecido. • Actividades de seguimiento ejecutadas en la forma y plazo comprometido.
Indicador de eficacia de reparación	<ul style="list-style-type: none"> • Prendimiento igual o superior al 75% de individuos establecidos vivos, al término del PdR. • Existencia de una nueva formación vegetacional en el área intervenida con una superficie de 6,78 hectáreas, dominada principalmente por especies arbóreas y con la presencia de la especie en categoría de conservación <i>Porlieria chilensis</i>, con 75% de cobertura vegetacional a alcanzar al término de ejecución del PdR. • Presencia de fauna nativa en el área de la medida con, al menos, un tercio de las 27 especies identificadas en el estado básico. • Presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros comprometidos en la medida 1.
Reportes y medios de verificación	<p>Reporte de avance semestral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de avance actividades preparatorias ejecutadas en el periodo reportado • Informes de avance de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
	<p>inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas, en el periodo reportado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de avance de las actividades de reforestación, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. • Informes anuales que entreguen el detalle de la evaluación de prendimiento (que incluya información de fenología, vigor y presencia de daños) y el detalle del número de individuos replantados, para el periodo reportado. • Informes semestrales de cobertura vegetal. <p><u>Informe final de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe final de actividades preparatorias ejecutadas. • Informe final ejecutivo de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas. • Informe final ejecutivo de las actividades de reforestación ejecutadas en el PdR, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo nombre del predio, sus accesos, rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape. • Informe final de prendimiento y número de individuos replantados, durante toda la ejecución del PdR. • Informes final de cobertura vegetal • Informe de monitoreo de presencia de fauna • Informe de monitoreo de suelo • Documentos que acrediten los costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <p>Informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de eficacia de la medida en cuanto a la existencia de una nueva formación vegetacional, con propiedades básicas, para proveer los servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad. Para ello, el análisis considerará el establecimiento existoso de la formación vegetacional (prendimiento y cobertura), la presencia de fauna nativa en el área y la presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad.</p>
<p>Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas</p>	<p>La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.</p>

Medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 ha del ecosistema vegetacional afectado	
para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.2 Plan de reparación: Medidas de Reparación Complementarias – Ex Situ

Las medidas de reparación *ex situ* se realizarán en un lugar alternativo vinculado geográficamente al área afectada, en el Sitio Prioritario Cordillera El Melon, en el Predio Cerros de Secano, de propiedad de la Comunidad Colonia Nueva, en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu.

El predio seleccionado para ejecutar estas medidas presenta una conexión ecológica, territorial y paisajística, entre los componentes ambientales dañados o los servicios ecosistemicos afectados dañados y el lugar donde se llevará a cabo la reparación, dada su ubicación, quebrada contigua al área afectada, y ubicada en el sitio prioritario.

En efecto, en la elección de los sitios propuestos para las medidas *ex situ*, se considero que este se encuentran en una posición fisiográfica similar a las que se describen en el ecosistema dañado, caracterizado por la alta radiación y por ambientes más xéricos asociados al fenómeno de “sombra de lluvia”. Esta equivalencia biofísica, favorece la generación de medidas alternativas que se encuentren vinculadas expresamente con los componentes ambientales dañados.

Los sitios elegidos corresponden a un área de amortiguamiento de las áreas núcleo del Sitio Prioritario Cordillera El Melón, cuya existencia y protección están vinculados a la protección del área más sensible, caracterizado por los ecosistemas hidrófilos presentes en la Cordillera El Melón. Cabe resaltar que esta distinción se realiza, debido a las grandes diferencias climáticas y vegetacionales entre los ecosistemas presentes en la vertiente occidental (no considerada como referencia) y la oriental (considerada en este caso particular), como el sector en el cuál se describirán las medidas *ex situ*.

La aplicación de estas medidas, en su conjunto, redundará en la mejora de las funciones y servicios que proporcionan los componentes ambientales en el lugar dañado.

La caracterización respectiva del área de influencia se presenta en el Capítulo 11 de este Plan.

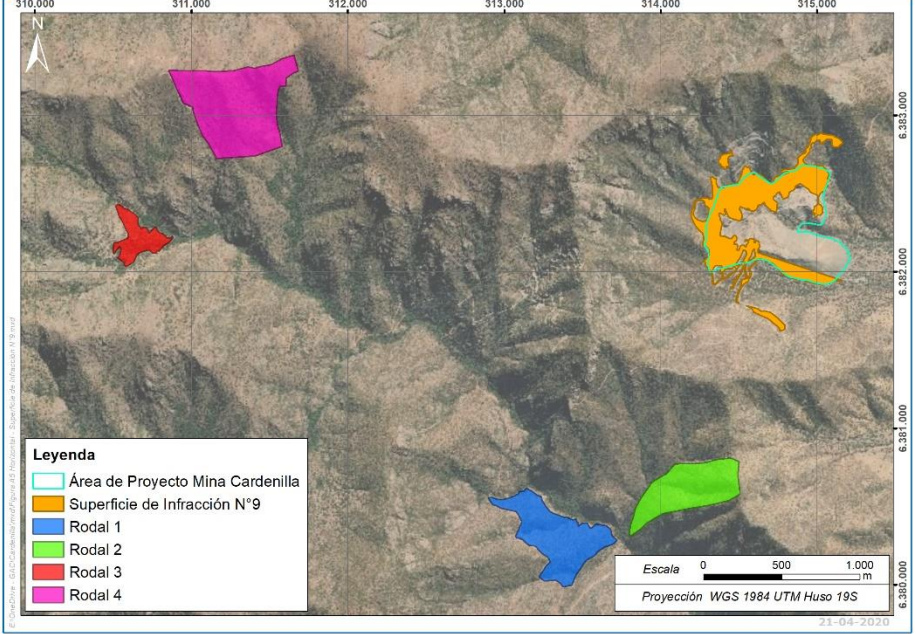
A continuación ,se presenta imagen que permite identificar cómo se insertan las medidas propuestas en el Sitio Prioritario y su conexión con el área dañada.

10.2.1 Medida 3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Tabla 10-4. Medida N°3 Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Daño (s) ambiental(es) asociado(s)	Destrucción de hábitats de fauna silvestre asociada la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada.
Componente(s) ambiental(es), Servicio Ecosistémico dañado o afectado	<p>Componente: Fauna silvestre</p> <p>Funciones ecosistémicas: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética, y control biológico.</p> <p>Servicios ecosistémicos: Refugio para poblaciones de fauna silvestre, conservación de la biodiversidad, regulación de la dinámica trófica de las poblaciones.</p>
Objetivo	Mejorar las condiciones de hábitats para la fauna silvestre afectada en 75,8 ha el medio ambiente de la Cordillera El Melón, mediante un aumento en la disponibilidad de refugios y alimentación, en un área similar y contigua al área afectada, ubicada en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.
Descripción	<p>Para lograr el objetivo, se realizarán las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización y evaluación preliminar de hábitats • Obras de mejora de hábitats de fauna terrestres • Implementación de nuevos refugios • Acciones de monitoreo y seguimiento
Justificación	Esta medida se justifica en la necesidad de mejorar los hábitat presentes en los distintos rodales, los cuales dada la cercanía que existe con el área afectada por las actividades de mina Cardenilla, poseen características ambientales similares. Es importante destacar que los sitios propuestos se encuentran inmersos en su totalidad dentro del sitio prioritario Cordillera El Melón.

Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha el Sitio Prioritario Cordillera El Melón																		
	<p>La existencia de mejores condiciones de hábitat permitirá que las especies presentes logren establecer un ecosistema similar al dañado , aumentando las interrelaciones y flujo de energía entre las comunidades vegetales y la fauna presente.</p> <p>La implementación exitosa de la medida favorecerá la colonización de las áreas por parte de diversas especies de fauna nativa, puesto que se aumentará la disponibilidad de refugios y alimento. Adicionalmente, el aumento en la abundancia de especies favorecerá también la dispersión de semillas, por lo que también podrán verse favorecidos sectores aledaños a los rodales.</p>																	
Lugar de implementación	<p>Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, específicamente, en los rodales 1, 2, 3 y 4. La totalidad de los rodales propuestos para mejoramiento de hábitat se encuentran inmersos dentro del sitio prioritario Cordillera El Melón. A continuación, se indican las coordenadas de cada rodal.</p> <p>Tabla 5. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>311321</td> <td>6382981</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: GAC</p> <p>Figura 10-3. Representación gráfica de la ubicación de los rodales y su relación con el área dañada</p>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603	3	310662	6382187	4	311321	6382981
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S																	
	Este	Norte																
1	313352	6380307																
2	314228	6380603																
3	310662	6382187																
4	311321	6382981																

Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	 <p style="text-align: center;">Fuente: GAC</p> <p>En Anexo 4 se acompaña archivos Shape y KMZ con la ubicación georeferenciada de los rodales.</p>
<p>Forma de implementación</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación inicial de los sitios Esta caracterización se ejecutará mediante dos campañas iniciales, realizadas en épocas contrastantes, con las cuales se establecerá en detalle la disponibilidad y condiciones actuales de los hábitats presentes en los rodales seleccionados y se determinará la riqueza de las especies presentes, sus densidades y abundancias. Para poder llevar a cabo este monitoreo se obtendrá el respectivo permiso de captura de fauna conforme se detalla en el Capítulo 14 de este PdR. 2. Obras de mejora de hábitats para fauna terrestre Se contempla la realización de mejoras para favorecer la colonización por parte de la fauna silvestre presente (e.g. adecuación de superficies, adecuación de taludes). De importancia son las acciones de manejo sobre las paredes verticales de elevada pendiente, y se pueden sumar actuaciones específicas en taludes existentes en las inmediaciones de la zona de daño ambiental, favoreciendo la reproducción de especies. Las acciones específicas serán diseñadas a partir de la caracterización realizada en campañas de terreno. 3. Implementación de nuevos refugios Una vez determinada las especies y condiciones presentes en el área, se realizará la implementación de nuevos refugios. Para ello, se introducirán materiales naturales (e.g. rocas, piedras, troncos, ramas, palos, etc.), los

Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>cuales generarán mejores condiciones de refugio en los micrositios, facilitando el desarrollo y alimentación para reptiles y micromamíferos.</p> <p>Se realizará la instalación de cajas anidaderas para aumentar la disponibilidad de sitios aptos para la nidificación de aves. Estas cajas anidaderas ofrecen un resguardo óptimo para la avifauna, maximizando las probabilidades de éxito en el proceso reproductivo. Las cajas se instalarán con orientación este y noreste, protegiendo la entrada de los vientos dominantes, protegiéndolas de la exposición directa al sol y en zonas de difícil acceso, implementándolas en variadas formas y tamaños para aumentar la oferta para distintos grupos de especies.</p> <p>4. Acciones de monitoreo y seguimiento</p> <p>Se desarrollarán monitoreos estacionales durante 5 años, a partir de la ejecución de la medida, para todas las clases de vertebrados terrestres, para determinar la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies presentes en cada área. En este monitoreo deberá ponerse especial énfasis en el uso de las pircas por réptiles y micromamíferos y de los elementos incorporados para favorecer la nidificación de aves. El detalle del programa de seguimiento se especifica en el Capítulo 12.</p>
Plazos de implementación de la medida	<p>Plazo total: 6 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de hábitat: 2 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR. (Años 1 y 2 del PdR) • Obras de mejora de hábitat e implementación de refugios: 12 meses a partir de la ejecución de la actividad de caracterización de hábitat (año 3 del PdR) • Acciones de monitoreo y seguimiento: Años 3,4,5 y 6 del PdR
Impedimentos	<p>Evento natural excepcional y anormal tales como, incendios, sismos, enfermedades de fauna, que pueden afectar la morfología de los rodales y la presencia de fauna, impidiendo la ejecución de la medida o su éxito. La concurrencia del impedimento se informará a la SMA en el reporte semestral respectivo, acompañando antecedentes comprobables que den cuenta de su ocurrencia, junto con la actualización del cronograma y medidas a implementar.</p>
Indicador de ejecución de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación preliminar de hábitat ejecutada en la forma y plazos comprometidos. • Obras de mejora de hábitat ejecutadas en la forma y plazos comprometidas. • Pircas costruidas en la forma y plazo comprometidas. • Cajas anidaderas y perchas instaladas en la forma y plazo comprometido.
Indicadores de eficacia de las medidas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los parámetros ecológicos de abundancia, en un 20%, y riqueza, en un 10%, respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.

Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de, al menos, 50% de las pircas construidas por réptiles y roedores, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación. • Nidificación de aves en, al menos, 50% de las casas anidaderas instaladas, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación. • Ocupación de las perchas instaladas por aves rapaces en, al menos, 50%, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.
Reporte y medios de verificación	<p><u>Reporte de avance semestral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe de evaluación preliminar de hábitats ejecutado por especialista en fauna, que incluya las variables de densidad, riqueza y abundancia de especies. • Informe de avance actividades ejecutadas en el periodo informado, incluyendo información de coordenadas de cada refugio y la descripción de cada uno (pirca, nido, percha u otro a determinar por el especialista a cargo) y registro fotográfico georreferenciado de los sectores en los que se han aplicado los mejoramientos de hábitat. • Informes estacionales de seguimiento y monitoreo para el periodo informado, luego de la implementación de los refugios para fauna, que incluirán una comparación con el informe de caracterización preliminar para evaluar la efectividad de la medida propuesta. <p><u>Reporte final de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se dará cuenta de las actividades ejecutadas, incluyendo información de coordenadas de cada refugio y la descripción de cada uno (pirca, nido, percha u otro a determinar por el especialista a cargo) y registro fotográfico georreferenciado de los sectores en los que se han aplicado los mejoramientos de hábitats. • Informes final de seguimiento y monitoreo de las actividades y variables comprometidas. • Antecedentes que acrediten los costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR.</u></p> <p>El Informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de la implementación de la medida, y como ésta ha contribuido a la mejora del componente, sus funciones y servicios, mediante la constatación del porcentaje de incremento de la abundancia y riqueza de fauna nativa comprometido.</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las	<p>La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.</p>

Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.2.2 Medida 4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)

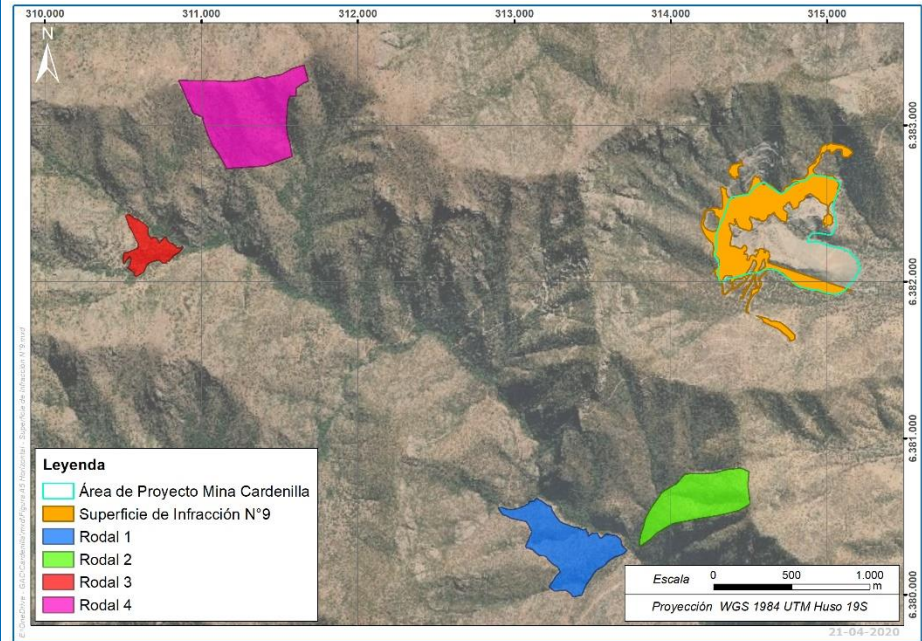
Tabla 10-6. Medida 4. Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)

Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)	
Daño (s) ambiental(es) asociado(s)	Dstrucción de hábitat de fauna silvestre asociada la intervención de 26,61 hectáreas de formaciones vegetales afectadas por la infracción sancionada.
Componente(s) ambiental(es), Servicio Ecosistémico dañado o afectado	<p>Componente: Fauna silvestre</p> <p>Funciones ecosistémicas: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética, y control biológico.</p> <p>Servicios ecosistémicos: Refugio para poblaciones de fauna silvestre, conservación de la biodiversidad, regulación de la dinámica trófica de las poblaciones.</p>
Objetivo	Mejorar las condiciones de hábitat para la fauna en los rodales propuestos en la Medida 3, a través de la disminución de la presencia de especies exóticas invasoras (roedores y lagomorfos exóticos).

Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)																		
Descripción	<p>A continuación, se describen las actividades propuestas para cumplir con el objetivo planteado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducidas 2. Caza y captura de roedores introducidos mediante el uso de cetrería. 3. Instalación de casas anidaderas de lechuza para promover el control biológico de especies introducidas. 4. Eliminación de ejemplares capturados mediante la utilización de trampas Sherman. 5. Acciones de monitoreo y seguimiento 																	
Justificación	<p>La medida se justifica en su capacidad de disminuir la cantidad de roedores y lagomorfos introducidos que se encuentran presentes en los rodales 1, 2, 3 y 4. Así, la implementación exitosa de la medida favorecería la colonización de las áreas por parte de diversas especies de roedores nativos, puesto que se disminuirá la competencia por refugios y alimento.</p>																	
Lugar de implementación	<p>Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, específicamente, en los rodales 1, 2, 3 y 4. Todos los rodales propuestos se encuentran inmersos en el sitio Prioritario Cordillera El Melón. A continuación, en la Tabla 42 se indican las coordenadas de cada rodal y en la Figura 10-4 se muestra la representación gráfica de esto.</p> <p>de Tabla 42. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>311321</td> <td>6382981</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: GAC</p>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603	3	310662	6382187	4	311321	6382981
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S																	
	Este	Norte																
1	313352	6380307																
2	314228	6380603																
3	310662	6382187																
4	311321	6382981																

Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)

Figura 10-4. Representación gráfica de la ubicación de los rodales



Fuente: GAC

Forma de implementación

1. Evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducida: Se caracterizará y evaluará de forma preliminar y en detalle la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos presentes en los rodales 1, 2, 3 y 4 mediante la implementación de dos campañas de terreno realizadas en épocas contrastantes.
2. Caza y captura de roedores introducidos: Mediante el uso de cetrería durante uno o dos días (considerando 10 horas diarias), al menos una vez al mes para cada sitio con uno o más profesionales o la cantidad de veces que determine el especialista en el tema. Esto será determinado después de una visita previa para establecer el esfuerzo.
3. Instalación de casas anidaderas de lechuza: Para promover el control biológico de especies introducidas, dependiendo de la disponibilidad de alimentos se dispondrán entre 2 y 5 casas anidaderas por hectárea. Esta determinación se tomará dependiendo de los resultados obtenidos en la evaluación preliminar.
4. Eliminación de ejemplares capturados mediante la utilización de trampas Sherman. Se realizará el control de muridos mediante la utilización de trampas Sherman, los cuales serán eliminados siguiendo las directrices dispuestas por el SAG.
5. Acciones de monitoreo y seguimiento: para evaluar el éxito de la medida de manera previa a su implementación se realizarán dos campañas, en épocas contrastantes, que den cuenta de la presencia de roedores y lagomorfos en los rodales 1, 2, 3 y 4. Después de la implementación de la medida se realizarán monitoreos estacionales

Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)	
	en los cuales se medirá la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos exóticos. El detalle de estas actividades se encuentra contenida en el Capítulo 12.
Plazos de implementación de la medida	<p>3 años, a partir del año 3 del PdR contados de la notificación de la resolución que aprueba el PdR (una vez implementadas las obras de la Medida N°3), conforme al siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación preliminar y acciones de caza y captura: Año 3 del PdR. • Ejecuciones de acciones control: Año 4 del PdR. • Acciones de monitoreo y seguimiento: 5 y 6 años del PdR.
Impedimentos	Evento natural excepcional y anormal tales como, incendios, sismos, plagas, que pueden afectar la morfología de los rodales y la presencia de fauna, impidiendo la ejecución de la medida o su éxito. La concurrencia del impedimento se informará a la SMA en el reporte semestral respectivo, acompañando antecedentes comprobables que den cuenta de su ocurrencia, junto con la actualización del cronograma y medidas a implementar.
Indicador de cumplimiento de las actividades comprometidas	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducidas en la forma y plazo comprometido • Ejecución de actividades indicadas en la forma y plazo comprometido • Informes de monitoreo y seguimiento en la forma y plazo comprometido.
Indicador de eficacia de las medidas de reparación	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos, en un 20% con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida. • Presencia de restos de roedores introducidos y lagomorfos en egagrópilas de rapaces obtenidas dentro de los rodales. • Disminución de 25% en la tasa de captura con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida.
Medios de verificación y Reporte	<p><u>Informes de avance semestrales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe de evaluación preliminar de densidad y abundancia de especies introducidas • Informes anuales de monitoreo <p><u>Informe final de actividades de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe final de la ejecución de actividades, que incluya instalación de las casas anidaderas para lechuzas, con respaldo fotográfico fechado y georreferenciado. • Antecedentes que acrediten los costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe que dé cuenta de la implementación de las medidas y cómo éstas ha contribuido a la mejora del componente afectado, sus funciones y servicios, mediante la constatación de la disminución de presencia de especies invasoras.

Medida N°4: Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75, 8 ha)	
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.2.3 Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Tabla 10-8. Medida 5. Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Daño (s) ambiental(es) asociado(s)	La intervención de 26,61 hectáreas de las siguientes formaciones vegetales: <ul style="list-style-type: none"> • 7,08 ha de bosque nativo de preservación con <i>Porlieria chilensis</i>, • 9,19 ha de bosque nativo de conservación y protección, y • 10,34 ha de matorrales clasificados como formaciones xerofíticas.
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio (s) ecosistémico afectado (s)	Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad. Función ecosistémica: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de la flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo	<p>Conservar formaciones vegetales cercanas a las zonas afectadas, protegiéndolas y restringiendo cualquier tipo de actividad antrópica o uso diferente al de conservación, investigación o educación.</p> <p>La implementación de la medida se determinó con el objeto de conservar un hábitat donde se desarrolla flora, vegetación y fauna silvestre con características ambientales relevantes y de similares características de las formaciones vegetales que fueron afectadas por la infracción sancionada.</p> <p>Cabe destacar que el área de compensación es equivalente en términos ecológicos al área objeto del daño, presentando una mayor extensión espacial, mejor estado de conservación y menor presencia de amenazas y presiones de origen antrópico.</p>
Descripción	<p>Se busca proteger y conservar formaciones vegetales que se encuentran cercanas a la zona afectada por la infracción sancionada. La superficie total de esta medida es de 38,3 hectáreas. Para cumplir el objetivo propuesto realizarán las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación de cerco de protección del área 2. Instalación de señalética informativa y de seguridad. 3. Monitoreo permanente 4. Investigación científica
Justificación	<p>La metodología presentada en este Plan de Reparación, en base al análisis de equivalencia de servicios, indica que se requieren 72,807 ha de reparación adicional para nivelar las pérdidas actuales y provisionales ocasionadas por el daño ambiental de ecosistemas vegetacionales de 26, 61 ha.</p> <p>Dentro de las hectáreas de reparación complementaria se propone la protección y conservación de 38,3 hectáreas, que actualmente se encuentran amenazadas por la existencia de actividad de ganado con sobre pastoreo, tala indiscriminada y por las actividades mineras del sector, además de contar con presencia de procesos erosivos, conforme da cuenta el Capítulo 10 del PdR.</p>

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón												
	<p>Con esta medida se busca favorecer la disponibilidad de fuentes de suministro y provisión de funciones y servicios asociados.</p>											
Lugar de implementación	<p>El lugar de implementación de la medida se ubica en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, en el Sitio Prioritario Corillera El Melón.</p> <p>La superficie propuesta corresponde a 38,3 hectáreas y están divididos en dos rodales, delimitados por los vértices de los siguientes polígonos, cuyas coordenadas se identifican en la siguiente Tabla:</p> <p>Tabla 9. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>311321</td> <td>6382981</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: GAC</p> <p>Se adjuntan en Anexo a esta presentación, los planos de las superficies objeto de la medida, en formato Shape y kmz.</p> <p>Figura 10-5. Lugar de implementación de la medida 5</p>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	3	310662	6382187	4	311321	6382981
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S											
	Este	Norte										
3	310662	6382187										
4	311321	6382981										

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p style="text-align: center;">Fuente: GAC</p> <p>En cada uno de los rodales se considera un área de amortiguación, en la Quebrada El Boldo, de 400 m aproximadamente distantes a la zona de conservación, con el objetivo de mantener un área de resguardo de actividad minera o de otra índole antrópico, que se extienda más allá del hábitat donde se desarrolla flora, vegetación y fauna silvestre con características ambientales relevantes, conforme a lo comprometido en la Medida 7.</p>
Forma de implementación.	<p>La implementación de la medida se basa en el resguardo y delimitación del área de conservación, considerando las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Estudio de detalle de línea de base del área objeto de la medida</u> <p>Con el objetivo de complementar la información de línea de base del sector objeto de la medida, contenido en el Capítulo 10, se realizarán, en el plazo de 6 meses, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, los siguientes estudios de detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios de bioecología, biología reproductiva y abundancia potencial de especies de flora y fauna presentes en el área de la medida. • Elaborar un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del “Sitio prioritario para la Conservación Cordillera El Melón”, en área de la medida. <ol style="list-style-type: none"> 2. <u>Instalación de cerco de protección del área</u> <p>Se construirá un cerco perimetral compuesto por una malla Ursus o hexagonal y estacas (polines) de madera impregnada de 3” de diámetro y 1,5 metros de largo, con separación entre estacas cada 3 a 4 metros, la que será reforzada por tres hebras de alambre galvanizado, para dar una mayor tensión a la malla y otorgar una mayor resistencia. La integridad del cerco será monitoreada permanentemente para prevenir el ingreso de personas no autorizadas y animales a los sitios de conservación.</p> <p>La presencia de cercos perimetrales permite restringir el ingreso de animales que ramoneen y pisoteen la vegetación, además de provocar compactación del suelo e incorporar fecas a la superficie. La</p>

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>exclusión del ganado es fundamental para que las formaciones vegetales recuperen su estructura y diversidad. Para los sectores de quebradas y/o suelos irregulares, se procurará instalar el cerco de manera adecuada (sin espacios) para que no puedan ingresar dichos animales.</p> <p>En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de los cercos, procediendo a arreglarlos en caso de que sea necesario.</p> <p>3. <u>Instalación de señalética informativa y de seguridad.</u> La instalación de señalética busca cumplir una función educativa y de prevención de accidentes. La señalética informará sobre los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Información sobre la medida ejecutada. • Prohibición de personas ajenas al Proyecto • Información sobre cuidado de flora y fauna del sector • Información sobre el cuidado con los incendios forestales. <p>En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de las señaléticas, procediendo a arreglarlas en caso de que sea necesario.</p> <p>4. <u>Monitoreo permanente</u> Se contempla realizar monitores semestrales durante toda la duración de la medida. En dichos monitoreos se registrarán los cambios estacionales de la flora, cobertura vegetal y se evaluará el ensamble ecosistémico mediante la generación de información de fauna nativa asociada a estos sectores. De esta manera será posible detectar cambios estacionales y temporales en la composición de especies de flora, porcentaje de cobertura vegetal y crecimiento vegetativo de plantas.</p> <p>5. <u>Investigación científica</u> Al finalizar los 10 años de monitoreo se presentarán al menos dos investigaciones científicas sobre los procesos de restauración implementados, dinámicas de las sucesiones ecológicas locales en ambientes degradados, evaluación de servicios ecosistémicos de provisión y regulación, valoración de recursos naturales y servicios asociados.</p>
Plazos	<p>Plazo total: 10 años, a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, conforme al siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de estudios de detalle de línea de base: 6 meses contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR.

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de cerco perimetral y señalética: Año 1 del PdR. • Monitoreos semestral: A partir del Año 2 del PdR, y durante toda su vigencia. • Publicación de investigaciones de carácter divulgativo o científico: Primera publicación en el año 5 del PdR y una segunda publicación en el año 10 del PdR.
Impedimentos	<p>Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las formaciones vegetacionales existentes; o • incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de las formaciones vegetacionales. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p>
Indicador de ejecución de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de línea de base de detalle de la la superficie a conservar ejecutado en la forma y plazo comprometido. • Cerco perimetral instalado y mantenido en la forma y plazo comprometido. • Señalética instalada y en buen estado conforme a la forma y plazo comprometido • Monitoreos semestrales ejecutados en la forma y plazo comprometido. • Patrocinio de al menos 2 proyectos de investigación relacionados con la medida de reparación propuesta. • 2 publicaciones de carácter divulgativo o científico relacionado con la medida de reparación propuesta.
Indicador de eficacia de la reparación	<p>Se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar la mejora en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios para los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetal azonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Aumento de aporte de hojarasca al suelo. • Diminución de especies invasoras o plagas.

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>Se considerará exitosa la medida si se alcanza, al menos, 3 de estos indicadores. Los estudios de detalle de línea de base prodrán identificar nuevos indicadores de eficacia, los cuales serán validados por la SMA para su medición y evaluación de la eficacia.</p>
Reportes y medios de verificación	<p><u>Informe de avance semestral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe de avance de la instalación del cerco perimetral para el periodo reportado, que contenga registro fotográfico fechado y georreferenciado. • Informe de avance de la instalación de señalética para el periodo informado, que contenga registro fotográfico fechado y georreferenciado • Informes de mantenciones de cerco perimetral y señalética, ejecutadas en el periodo reportado, y que incluya registro fotográfico fechado y georreferenciado. • Informes semestrales de monitoreos ejecutados en el periodo informado. • Antecedentes que acrediten el patrocinio de investigaciones científicas asociadas a la medida de reparación propuesta, implementado durante el periodo informado. • Copia de publicaciones en revistas de carácter divulgativo o científico, efectuadas durante el periodo informado do. <p><u>Informe final de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe final de la instalación del cerco perimetral. • Informe final de instalación de señalética. • Informe que resuma las mantenciones del cerco perimetral y de la señalética instalada. • Informe que resuma los resultados y análisis de los monitoreos estacionales comprometidos • Copia de publicaciones en revistas de carácter divulgativo o científico • Respaldos contables de actividades realizadas que acrediten los costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR.</u></p> <p>El informe final del PdR dará cuenta de la eficacia de la medida de reparación comprometida en razón de la mejora en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios objeto de la medida.</p>

Medida 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	No se contempla que puedan existir efectos adversos en esta medida.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	No se identifica normativa ambiental aplicable a esta medida.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No se requiere ningún permiso o pronunciamiento sectorial.

Fuente: GAC

10.2.4 Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Tabla 10-10. Medida 6. Enriquecimiento de hábitat degradado en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Daño (s) ambiental(es) asociado(s)	La intervención de 26,61 hectáreas de las siguientes formaciones vegetales: <ul style="list-style-type: none"> • 7,08 ha de bosque nativo de preservación con <i>Porlieria chilensis</i>, • 9,19 ha de bosque nativo de conservación y protección, y • 10,34 ha de matorrales clasificados como formaciones xerofíticas.
Componente(s) ambiental(es), función(es) y servicio(s) ecosistémico(s) afectado	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad.</p> <p>Función ecosistémica: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de las flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y</p>

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.
Objetivo	Enriquecer hábitat degradados de formaciones de bosque esclerófilo característicos del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad "Cordillera El Melón", con especial énfasis en el hábitat de la especie en categoría de conservación <i>Porlieria chilensis</i> , en una superficie total de 37,5 ha.
Descripción	<p>El enriquecimiento corresponde a un conjunto de acciones destinadas a mejorar la composición de un bosque o matorral, mediante la siembra o plantación de especies de valor (Vita, 1998).</p> <p>Además, la práctica del enriquecimiento generalmente ocupa menos de un 30% de la cobertura, por lo cual no se altera significativamente la estructura del rodal presente, al menos en su primera etapa. Se consideran tres tipos de enriquecimiento, a saber, por fajas, en bosquetes bajo abrigo vertical y en núcleos sobre los claros.</p> <p>De acuerdo con lo señalado en la tabla de valores entregada por el Decreto N°41/2011 del Ministerio de Agricultura, relativa a las bonificaciones que entrega la Ley N° 20.283, se define el concepto de enriquecimiento ecológico como la incorporación de plántulas de especies nativas o autóctonas a un terreno, con el objeto de acelerar la recuperación de la composición, estructura y densidad de una formación vegetal hacia una condición similar o cercana a la que tendría naturalmente. Los individuos considerados provienen de semillas o propágulos de aquellas poblaciones silvestres de las especies a establecer más próximas al área a manejar.</p> <p>Para cumplir con el objetivo de la medida se contempla realizar las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo 2. Propagación de plantas en vivero 3. Preparación del sitio para el establecimiento de plantas 4. Actividades de enriquecimiento 5. Mantención 6. Monitoreo y Seguimiento
Justificación	Con el enriquecimiento comprometido se busca acelerar la recuperación de la composición, estructura y densidad de una formación vegetal hacia una condición similar o cercana a la que tendría naturalmente, y con ello, facilitar el establecimiento de bancos de semillas, la conservación del pool genético local, mayor disponibilidad de hábitat para el ciclo de vida de las especies y microorganismo, aumento en la provisión de madera y forraje y mayor control de la erosión y formación de suelo.
Lugar de implementación	Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón												
	<p>Catemu. La superficie considerada en esta medida corresponde a un total de 37, 5 hectáreas, dividida en dos rodales, cuya ubicación georreferenciada corresponde a la siguiente:</p> <p>Tabla 14. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> </tbody> </table> <p>Figura 10-6. Lugar de implementación de la medida 6</p> <p>Fuente: GAC</p> <p>En la cartografía adjunta en Anexos, en formato Shape y Kmz, los sitios están individualizados como rodal 1 y rodal 2.</p>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S											
	Este	Norte										
1	313352	6380307										
2	314228	6380603										
Forma de implementación.	<p>1. <u>Estudio de detalle de línea de base del área objeto de la medida</u></p> <p>Con el objetivo de complementar la información de línea de base del sector objeto de la medida, contenido en el Capítulo 10, se realizarán, en el plazo de 6 meses, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, los siguientes estudios de detalle:</p>											

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

- Elaboración de estudios de bioecología, biología reproductiva y abundancia potencial de especies de flora y fauna presentes en el área de la medida.
- Elaborar un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del "Sitio prioritario para la Conservación Cordillera El Melón", en área de la medida.

2. Selección de especies , colecta de semillas y material vegetativo

Para iniciar el proceso de restauración de un bosque nativo esclerófilo, se propone una mezcla de especies que tengan bajo requerimiento de agua, nutrientes y alta tolerancia a condiciones climáticas adversas, entre las que se mencionan *Quillaja saponaria*, *Acacia caven* *Lithraea caustica* y *Kageneckia oblonga*, las cuales forman parte de las especies dominantes en la zona de estudio y se encuentran adaptadas al clima semiárido. Además de la incorporación de la especie en categoría de conservación *Porlieria chilensis* la cual permitirá el aumento de superficie de bosque nativo de preservación.

Con la finalidad de no sobrecargar el área con el enriquecimiento, se propone la plantación de 400 individuos por hectárea, lo cual permitiría que estos sectores, luego de unos años de crecimiento, pasen a ser bosques nativos según la definición de la Ley N° 20.283.

La distribución propuesta por hectárea es la siguiente:

- 100 *Quillaja saponaria*
- 100 *Acacia caven*
- 80 *Lithraea caustica*
- 80 *Kageneckia oblonga*
- 40 *Porlieria chilensis*

De forma paralela a la preparación del sitio para el establecimiento de vegetación, se realizarán acciones de colecta de semillas y material vegetativo de individuos de las especies seleccionadas. Esta actividad se realizará siguiendo el protocolo del "Manual de recolección de semillas de plantas silvestres" del INIA (Gold *et al.* 2004).

En términos generales, el manual en referencia contempla desde la preparación para la colecta, mantenimiento y evaluación. Lo anterior se establece según los siguientes pasos o etapas: i) Planificación para la recolección de semillas; ii) Identificación y evaluación de poblaciones para

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>la recolección de semillas; iii) Recolección de semillas; iv) Recolección de datos; v) Recolección de ejemplares de herbarios; y vi) Manejo de postcosecha de las semillas. El germoplasma recolectado (semillas o material vegetativo) será del mismo medio ambiente de la Cordillera El Melón en que se emplazan las áreas a intervenir, manteniendo así la variabilidad genética del sector.</p> <p>En caso de que, por algún hecho externo, no se pueda contar con semillas de los ejemplares semilleros, se podrán adquirir plantas en viveros autorizados, con el fin de mantener el cronograma comprometido.</p> <p style="text-align: center;">3. <u>Propagación, viverización y suministro de plántulas</u></p> <p>Posterior a la colecta se considera la generación de almácigos que serán viverizados de acuerdo con los estándares del SAG.</p> <p>Se recolectará germoplasma y se producirán un 25% más de plantas en caso de existir mortandad durante los 5 años de seguimiento. La reposición de individuos tendrá una relación de 1:1 con la finalidad de cumplir con las cifras establecidas.</p> <p style="text-align: center;">4. <u>Preparación del sitio para el establecimiento de plantas</u></p> <p>En primer lugar, se evaluará la implementación de estructuras (empalizadas, mini diques y pequeñas terrazas) y técnicas de manejo y conservación de suelos que permitan controlar la erosión en zonas de alto riesgo (e.g. pendientes pronunciadas) o cárcavas. De manera adicional, con el objetivo de conservar el suelo, se evaluará la implementación de micro terrazas, zanjas de infiltración, plantación individual en curva de nivel. Es importante iniciar procesos de recuperación en pequeñas superficies.</p> <p>Una vez definidas y construidas las posibles implementaciones de estructuras para sostener el suelo, se procederá a la preparación del sitio puntual para cada individuo a incorporar (preparación de hoyadura). La construcción de la hoyadura de plantación se realizará con palas y tendrá el tamaño adecuado para dar cabida al pan de tierra contenedor de cada especie. Su ubicación in situ será en función de las coberturas puntuales existentes y de la densidad de plantación. La distribución de las casillas será cercana al azar, lo que propende a mantener una estructural “natural” de las formaciones en lugar de las tradicionales hileras. No obstante, lo anterior, se propiciará -en la medida posible – que la ubicación de casillas en sectores con cierta protección de otros individuos existentes o piedras (efecto nodriza).</p>

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>El sitio de plantación de las especies estará debidamente señalado, indicando el número de sitio y fecha de disposición. Asimismo, los caminos de acceso a estos sectores deberán contar con la señalética adecuada que permita llegar a ellos sin mayor problema. De igual forma, el sitio será georreferenciado en coordenadas UTM. La ubicación de estos sitios será traspasada a un plano, de manera de facilitar el seguimiento.</p> <p>De manera adicional se construirá un cerco perimetral compuesto por una malla Ursus o hexagonal y estacas (polines) de madera impregnada de 3" de diámetro y 1,5 metros de largo, con separación entre estacas cada 3 a 4 metros, la que será reforzada por tres hebras de alambre galvanizado, para dar una mayor tensión a la malla y otorgar una mayor resistencia. La integridad del cerco será monitoreada permanentemente para prevenir el ingreso de personas no autorizadas y animales a los sitios de conservación.</p> <p>La presencia de cercos perimetrales permite restringir el ingreso de animales que ramoneen y pisoteen la vegetación, además de provocar compactación del suelo e incorporar fecas a la superficie. La exclusión del ganado es fundamental para que las formaciones vegetales recuperen su estructura y diversidad. Para los sectores de quebradas y/o suelos irregulares, se procurará instalar el cerco de manera adecuada (sin espacios) para que no puedan ingresar dichos animales.</p> <p>En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de los cercos, procediendo a arreglarlos en caso de que sea necesario.</p> <p style="text-align: center;">5. <u>Enriquecimiento</u></p> <p>Las especies arbóreas seleccionadas y producidas en vivero a utilizar serán plántulas en cepellón, contenedor o tubete y deberán cumplir con los siguientes atributos básicos antes de salir del vivero:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuello lignificado (a excepción de las herbáceas). • Altura mínima de la parte aérea de 30 cm. • -Relación largo parte aérea/largo del pan de tierra (raíces) de 2:1. <p>Se privilegiará que los trabajos de plantación sean ejecutados en los meses de invierno, para aprovechar la mayor humedad atmosférica, del suelo y las precipitaciones, en caso de existir, junto con el período de crecimiento en primavera. Esta actividad se ejecutará de manera manual, con personal especializado en este tipo de trabajos. Cada planta contará con protección individual compuesta por una malla (tipo corrumet), de modo de evitar la mortandad por lagomorfos.</p>

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>Al momento de efectuar la plantación, se considerará la aplicación de una capa de "Mulch" de 5 cm compuesta por una mezcla de tierra y paja, a objeto de otorgar una mayor disponibilidad de nutrientes y favorecer el desarrollo radicular. Una vez debidamente asentada la planta y apisonada la tierra de relleno (no excesivamente), se aplicará un riego de establecimiento y se instalará la malla protectora (tipo corrumet). Asimismo, cada planta será marcada con una cinta de color de material biodegradable, que permita reconocerla en los seguimientos e inventarios de prendimiento.</p> <p style="text-align: center;">6. <u>Mantenición</u></p> <p>El riego de establecimiento de la plantación que consistirá en el vertimiento de 10 a 15 litros de agua promedio por cada planta, conforme al tamaño y requisito de la especie, a objeto de adaptar la planta lo más rápido posible a la rigurosidad del ambiente (INFOR, 1995). Junto a la mezcla de tierra y paja se aplicará una capa de hidrogel (según disponibilidad y costo) o, en su defecto, un "ponchito" (cuadrado de área igual a la de la casilla de polietileno) de manera de conservar la humedad del riego de establecimiento y de otras fuentes (rocío, niebla o eventual precipitación).</p> <p>Se considera la aplicación de riegos estivales, en el período de mayor sequía (octubre a abril), a razón de 30 lt/planta/mes, en dos ciclos de riego mensual de 15 lt cada uno. Es decir, se agregarán 15 lt de agua cada 15 días durante el primer y segundo año. Para los años 3, 4 y 5 se contempla ir disminuyendo la periodicidad, hasta llegar a sólo un riego en el quinto año. Es decir, para el primer y segundo, año serán 7 meses de riego, el tercer año 5 meses de riego, el cuarto año 3 meses de riego y finalmente un solo mes riego el quinto año. Las dosis de riego irán disminuyendo en la proporción de 75, 50 y 25%. Los riegos se harán de manera intercalada, durante el mismo periodo de octubre a abril mencionado. Esta disminución es con la finalidad de que la planta se adapte de mejor manera a la condición de sequía en los meses de verano.</p> <p style="text-align: center;">7. <u>Acciones de monitoreo y seguimiento</u></p> <p>El seguimiento de la medida se realizará de forma semestral, conforme se detalla en Capítulo 11. El levantamiento de información será llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo, el cual deberá ser estadísticamente representativo. Cada ejemplar objeto de monitoreo será evaluado en su estado fitosanitario y fenología.</p>
Plazos	

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>Plazo total: 10 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, según el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación: 6 a partir del tercer año del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) • Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo: A partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR y hasta el año 5 del PdR. • Propagación y viverización de especies: 5 años a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR. • Plantación de las especies: 1 a partir del año 3 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1) • Mantención de la plantación: 7 a partir del año 4 del PdR (Requiere ejecución completa de la Medida 1 y ejecución de la plantación) • Evaluación de prendimiento de la plantación: Anual a partir del año 4 del PdR. • Monitoreo y seguimiento: Semestral a partir de la notificación del PdR.
Impedimentos	<p>1.Evento excepcional y anormal, que afecte la disponibilidad de plántulas para la plantación, dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incendios que afecten los lugares de colecta y de producción (viveros), y en este último caso, aún implementadas medidas de prevención de incendios. • Escasez temporal de semillas de especies nativas, que afecten el aprovisionamiento de los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto; o • Baja tasa de germinación de semillas, o alta tasa de mortalidad de plántulas, en los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto. <p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento. • Cronograma actualizado para la ejecución de la acción. <p>2. Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las plantaciones existentes; o • incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de plantación.

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<ul style="list-style-type: none"> escasez hídrica excepcional que afecte al menos 20% de la superficie de la plantación, aún implementadas las medida de mantención, incluido el riego. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>3.Si al cabo de 3 años de efectuada el enriquecimiento, el prendimiento es menor a 75%.</p> <p>En caso de concurrencia del impedimento se propondrá a la SMA implementar la medida en un sitio alternativo en base a un programa de implementación. Este ajuste de medida será aprobado por la SMA.</p>
Indicador de cumplimiento de ejecución de actividades	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de construcción de cercado para control de lagomorfos, implementación de cortafuegos, construcción de casillas, e implementación del sistema de riego, todas ejecutadas en el plazo y forma comprometida. Aprovisionamiento de plantas y/o semillas para una plantación en una superficie de 37,5 hectáreas, a una densidad de 400 individuos por hectárea, realizada en la forma y plazo comprometido. Actividades de enriquecimiento ejecutadas en la forma y plazo establecido. Actividades de control de especies invasoras ejecutadas en la forma y plazo comprometidos. Actividades de mantención ejecutadas en la forma y plazo comprometidos Actividades de seguimiento ejecutadas en la forma y plazo comprometido.
Indicador de eficacia de la reparación	<ul style="list-style-type: none"> Prendimiento igual o superior al 75% de individuos establecidos vivos, al término del PdR. Existencia de nueva superficie de bosque nativo de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, con una densidad de 300 plantas por ha. Aumento de cobertura vegetal de 30% comparado con la línea de base detallada de los estudios comprometidos. Aumento de presencia de fauna nativa en el área de la medida en 20% consideradas las especies identificadas en los estudios de línea de base comprometidos. <p>Los estudios de detalle de línea de base prodrán identificar nuevos indicadores de eficacia de la medida comprometida, los cuales serán</p>

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	validados por la SMA para su uso en la medición y evaluación de la eficacia la medida.
Reportes y medios de verificación	<p><u>Reporte de avance semestral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de avance actividades preparatorias ejecutadas en el periodo reportado • Informes de avance de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas, en el periodo reportado. • Informes de avance de las actividades de enriquecimiento, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. • Informes anuales que entreguen el detalle de la evaluación de prendimiento (que incluya información de fenología, vigor y presencia de daños) y el detalle del número de individuos replantados, para el periodo reportado. • Informes semestrales de monitoreo de indicadores de superficie de bosque nativo de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i> y cobertura vegetal • Informes semestrales que entreguen los resultados de los monitoreos estacionales de presencia de fauna nativa en el área de la medida, que dé cuenta de la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies, ocupación de picas, nidificación de aves y ocupación de perchas. <p><u>Informe final de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe final de actividades preparatorias ejecutadas. • Informe final ejecutivo de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas. • Informe final ejecutivo de las actividades de reforestación ejecutadas en el PdR, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo nombre del predio, sus accesos, rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape. • Informe final de prendimiento y número de individuos replantados, durante toda la ejecución del PdR. • Informes final de análisis de indicadores de presencia de bosque de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i> y cobertura vegetal

Medida 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<ul style="list-style-type: none"> Informe final de análisis de los monitoreos estacionales para verificar la presencia de fauna nativa (riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies, ocupación de pircas, nidificación de aves y ocupación de perchas) Documentos que acrediten los costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <p>El Informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de la eficacia de la medida en cuanto a la existencia de una formación vegetacional con una nueva superficie de bosque de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, con propiedades básicas o similares, en su estado inicial, para proveer las funciones y servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad.</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

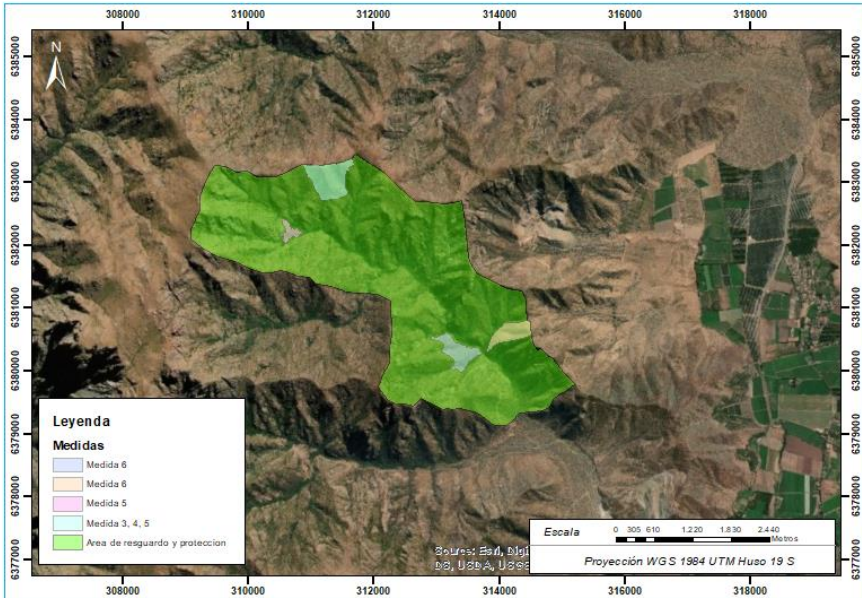
10.2.5 Medida 7

Tabla 10-11. Medida 7. Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
Daño (s) ambiental(es) asociado(s)	Efectos sobre la flora y vegetación nativa, y sobre el hábitat de especies de fauna nativas, debido a la intervención de 26,61 hectáreas de pérdida de servicios ecosistémicos de las siguientes formaciones vegetales: <ul style="list-style-type: none"> • 7,08 ha de bosque nativo de preservación con <i>Porlieria chilensis</i>, • 9,19 ha de bosque nativo de conservación y protección, y • 10,34 ha de matorrales clasificados como formaciones xerofíticas.
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio (s) ecosistémico afectado (s)	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad.</p> <p>Función ecosistémica: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de la flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo.	Resguardar el sector de la quebrada el "Boldo" con el objetivo de generar un área de resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación.
Descripción.	<p>El área de resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación, se ubica aproximadamente a 1 km al oriente de la zona afectada, en el sector de la quebrada "El Boldo" en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu.</p> <p>El sector propuesto para implementar esta medida, posee una superficie de 1.114,2 ha, presenta características de vegetación, flora vascular y hábitat de fauna, similares a la zona afectada, y contiene los sectores de las medidas ex situ propuestas que alcanzan una superficie de 75,8 ha.</p> <p>Es importante destacar que este sector se encuentra fuera del área de operación minera actual, y no será intervenida por las actividades mineras de Explodesa.</p> <p>Se implementarán las siguientes medidas en área de resguardo y amortiguación, para cumplir con los objetivos de protección y conservación de las medidas de conservación (Medida 5) y enriquecimiento (Medida 6), correspondientes a:</p>

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un Plan de Manejo conforme a al método definido en los “Estándares abiertos para la práctica de la conservación” (USAID⁷⁴). • incorporación de una Zona de Amortiguación de las áreas de compensación descritas en las medidas 5 y 6, como herramienta de apoyo sustantivo a la conservación de la biodiversidad y al mejoramiento de medios de vida de las comunidades vegetacionales que la integran y que se relacionan con estas áreas. • Ejecución de un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del “Sitio prioritario para la Conservación Cordillera El Melón”, área ecológica. • Ejecución de un estudio de bioecología, biología reproductiva y abundancia de especies de fauna presentes en el área.
Justificación.	<p>La implementación de la medida se determinó con el objeto de resguardar un hábitat donde se desarrolla flora, vegetación y fauna silvestre con características ambientales relevantes y de similares características de las formaciones vegetales singulares y con presencia de especies en categoría de conservación que fueron afectadas y generar una zona de amortiguación, donde se realizarán actividades compatibles con prácticas ecológicas acertadas que pueden contribuir a la investigación, el seguimiento, la capacitación y la educación científica.</p> <p>Las zonas de amortiguación (ZA) son territorios contiguos a un Área de conservación y enriquecimiento, que favorecerán la conservación de la biodiversidad y efectividad de las medidas complementarias propuestas. (GEF-SIRAP).</p> <p>Con esta medida se busca potenciar la disponibilidad de fuentes de suministro y provisión de funciones y servicios asociados.</p>
Lugar de implementación.	<p>Quebrada El Boldo, ubicada en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, en el Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Cordillera El Melón. La superficie considerada en esta medida es de aproximadamente 1.114,2 hectáreas, según se describe en la siguiente figura:</p>

⁷⁴ Documento disponible en: <https://cmp-openstandards.org/wp-content/uploads/2018/02/CMP-Open-Standards-V3-Spanish.pdf>

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
	<p style="text-align: center;">Figura 10-7. Lugar de implementación de la medida 7</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: EXPLODESA</p> <p>Se adjuntan en Anexo a esta presentación, los planos de las superficies objeto de la medida, en formato Shape y kmz.</p>
<p>Forma de implementación.</p>	<p>La implementación de la medida se basa en el resguardo y delimitación del área de amortiguación con fines de conservación y enriquecimiento, considerando las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Elaboración de un Plan de Manejo Predial Adaptativo.</u> Se diseñará el Plan de Manejo Predial siguiendo los estándares abiertos para la Práctica de la Conservación. Este Plan será diseñado idealmente por una casa de estudios de la región, con el fin de generar un mayor arraigo de las instituciones a los sectores de la Cordillera El Melón que se encuentran en las laderas de exposición Oriente. 2. <u>Estudio de detalle de línea de base del área objeto de la medida</u> Con el objetivo de complementar la información de línea de base del sector objeto de la medida, contenido en el Capítulo 10, se realizarán, en el plazo de 6 meses, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR, los siguientes estudios de detalle: <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios de bioecología, biología reproductiva y abundancia potencial de especies de flora y fauna presentes en el área de la medida. • Elaborar un estudio de dinámicas ecosistémicas del bosque nativo de conservación y protección, y formaciones xerofíticas propios del “Sitio

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
	<p>prioritario para la Conservación Cordillera El Melón”, en el área de la medida.</p> <p>3. <u>Instalación de señalética informativa y de seguridad.</u></p> <p>La instalación de señalética busca cumplir una función educativa y de prevención de accidentes. La señalética informará sobre los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Información sobre la medida ejecutada. • Información sobre cuidado de flora y fauna del sector • Información sobre el cuidado con los incendios forestales. <p>En los monitoreos posteriores, se revisará el estado de las señaléticas, procediendo a arreglarlas en caso de que sea necesario.</p> <p>4. <u>Monitoreo permanente</u></p> <p>Se contempla realizar monitores semestrales durante toda la duración de la medida. En dichos monitoreos se registrarán los cambios estacionales de la flora, cobertura vegetal y se evaluará el ensamble ecosistémico mediante la generación de información de fauna y flora nativa asociada a estos sectores. De esta manera será posible detectar cambios estacionales y temporales en la composición de especies de flora, porcentaje de cobertura vegetal y crecimiento vegetativo de plantas.</p> <p>5. <u>Capacitación y educación científica</u></p> <p>El programa de capacitación y educación científica surgirá de un diseño considerando los resultados de los estudios de los puntos anteriores. Este programa incluirá el contenido educacional científico a compartir, los medios de comunicación y/o difusión de la información, los contenidos principales y los criterios de evaluación de los resultados. Se definirán y ejecutarán campañas anuales de educación ambiental con los elementos arriba descritos. Una vez definido el Programa de Educación Científica, se hará entrega de este a la autoridad y la comunidad y gestionará su ejecución, reportando dos instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta Gantt, donde se incluirán todas las actividades e hitos asociados a las campañas educación ambiental. • Registro de las actividades y comunicaciones de las campañas de educación ambiental.
Plazos	Plazo total: 10 años, a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR, conforme al siguiente detalle:

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución del Plan de Manejo: 6 meses contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR. • Ejecución de estudios de detalle de línea de base: 12 meses contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR. • Monitoreos semestral: A partir del Año 2 del PdR, y durante toda su vigencia. • Educación científica: a partir del Año 2 del PdR y durante toda su vigencia.
Impedimentos	<p>Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. plagas que afecten más de un 20% de las formaciones vegetacionales existentes; o 2. incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de las formaciones vegetacionales. 3. declinación de participar en el programa de capacitación y educación científica, parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo de la medida. <p>En caso de ocurrencia del impedimento 1 o 2, se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>En caso de ocurrencia del impedimento 3, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará a la mesa de trabajo comprometida en el compromiso 2 , y se continuará con el desarrollo de la medida comprometida con los actores dispuestos a participar, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo.</p>
Indicador de ejecución de las actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de manejo predial adaptativo ejecutado en la forma y plazo comprometido. 2. Estudios de línea de base de detalle de la superficie a resguardar con la zona de amortiguación, ejecutado en la forma y plazo comprometido. 3. Señalética instalada y en buen estado conforme a la forma y plazo comprometido 4. Programa de capacitaciones científica ejecutado en la forma y plazo comprometido. 5. Monitoreos semestrales ejecutados en la forma y plazo comprometido. 6. Ejecución de las capacitaciones ejecutadas en la forma y plazo comprometido.
Indicador de eficacia de la reparación	<p>Se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora del estado de la biodiversidad de la zona de amortiguación, según los siguientes parámetros:</p>

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetacional azonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo natural en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>Se considerará exitosa la medida si se alcanza, al menos, 2 de estos indicadores. Los estudios de detalle de línea de base podrán identificar nuevos indicadores de eficacia, los cuales serán validados por la SMA para su medición y evaluación de la eficacia.</p> <p>La mejora de indicadores de biodiversidad en la zona de resguardo implicarán una aumento en las probabilidades de éxito de las medidas de reparación complementarias 5 (conservación) y 6 (enriquecimiento) de este PdR.</p>
Reportes y medios de verificación	<p><u>Informe de avance semestral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe de Plan de Manejo adaptativo. • Informe de avance de la instalación de señalética para el periodo informado, que contenga registro fotográfico fechado y georreferenciado. • Programa de capacitaciones y registros de su implementación. • Informes semestrales de monitoreos ejecutados en el periodo informado. • Antecedentes que acrediten la realización de las capacitaciones científicas (registros de asistencia y fotos georreferenciadas) <p><u>Informe final de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios de detalle de línea de base. • Informe de Plan de Manejo adaptativo. • Informe final de instalación de señalética. • Informe que resuma los resultados y análisis de los monitoreos estacionales comprometidos • Copia de los antecedentes que acrediten la realización de las capacitaciones científicas (registros de asistencia y fotos georreferenciadas) • Respaldo contables de actividades realizadas que acrediten los costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR.</u></p> <p>El informe final del PdR dará cuenta de la eficacia de la medida de reparación comprometida en razón de la mejora en el estado de conservación de biodiversidad de la zona de amortiguación.</p>
Descripción de los potenciales efectos	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.

Medida 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.3 Compromisos Voluntarios: Plan de Acción Comunitario

El Plan incorpora una serie de **compromisos de carácter voluntario**, que buscan valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado para la comunidad presente en el sector.

Dichos compromisos dicen relación con el desarrollo de un **Plan de Acción Comunitario** que considera los siguientes tópicos: educación ambiental, conservación y protección de la Cordillera El Melón, y programas de monitoreos participativos y apoyo técnico-económico para pequeños productores agrícolas de la comuna de Catemu. Las anteriores iniciativas permitirán aportar a la valorización del patrimonio cultural del Sitio Prioritario Cordillera El Melón considerando los intereses de la Comunidad que se vería beneficiada por el proyecto de este plan reparación.

10.3.1 Compromiso 1: Diagnóstico Sociocultural

Tabla 10-12. Diagnóstico Sociocultural

Compromiso Voluntario N°1: Diagnóstico Sociocultural	
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio ecosistémico afectado	No se identifica al componente sistemas de vida y costumbres de grupos humanos afectado por el daño imputado a la infracción sancionada por la SMA, ni menoscabo a funciones ecosistémicas o servicios ecosistémicos que pudieren afectarlos. Sin embargo, con estos compromisos se busca valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado para la comunidad presente en el sector.
Objetivo	Elaborar un diagnóstico sociocultural de los modos de vida y usos de servicios ecosistémicos, necesidades y proyecciones de la Comunidad, en relación al Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la Cordillera El Melón, en el área ubicada en la Comuna de Catemu
Descripción	La medida considera la elaboración de un Informe Diagnóstico Sociocultural que describa a las distintas comunidades del territorio, sus características, modos de vida y usos del territorio, las necesidades críticas y las proyecciones a futuro de la comuna de Catemu, en relación al Sitio Prioritario de la Biodiversidad de la Cordillera El Melón, en el área ubicada en la Comuna de Catemu
Justificación	Este diagnóstico servirá como insumo para el diseño e implementación de las medidas de valorización social del presente PdR, particularmente, como información para la instauración y el funcionamiento de la mesa de trabajo que se describe en el compromiso N° 2. Aportará conocimiento útil sobre los orígenes y la evolución histórica de la relación entre la actividad extractiva de la mina Cardenilla y su entorno, con énfasis en los servicios ecosistémicos existentes en el territorio del Sitio Prioritario, su condición y uso actual, además de la identificación y clasificación de los potenciales usuarios, sus hábitos y costumbres.
Lugar de implementación	El diagnóstico tendrá como alcance territorial el área del Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Cordillera El Melón, que se encuentra en Comuna de Catemu. A continuación, se presenta imagen que da detalla el alcance geográfico del Diagnóstico. Figura 10-8. Lugar de implementación del Compromiso Voluntario 1

Compromiso Voluntario N°1: Diagnóstico Sociocultural	
Forma de implementación	<p>La elaboración del diagnóstico sociocultural será un informe de carácter descriptivo antropológico, que será la puerta de entrada y primera actividad de tipo social y cultural que aportará insumos y conocimiento para la elaboración de un plan de desarrollo comunitario.</p>
Plazos	<p>4 meses a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR.</p>
Impedimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ocurrencia de catástrofes naturales o de origen antrópicas que afecten directa o indirectamente a la comuna de Catemu y sus habitantes o contingencias sociales y/o económicas de carácter local y/o nacional que impidan la normal realización de las tareas comprometidas. <p>En el caso de ocurrencia de alguno de estos impedimientos se informará a la SMA en el primer informe semestral de avance del PdR, presentando las metodologías alternativas para el levantamiento de la información necesaria para el diagnóstico, priorizando la seguridad, salud y bienestar de la comunidad.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Declinación de participar en el proceso de parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo del proceso. <p>En caso de ocurrencia del impedimiento, se informará a la SMA en el informe semestral de avance de la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará al resto de la mesa, y se continuará con el trabajo de ésta y el desarrollo de la</p>

Compromiso Voluntario N°1: Diagnóstico Sociocultural	
	medida comprometida, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo.
Indicador de cumplimiento de las actividades comprometidas	Diagnóstico Sociocultural ejecutado en la forma y plazo comprometido.
Reporte y medios de verificación	<p><u>Informe de avance del PdR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Informe del diagnóstico sociocultural <p><u>Informe final de la medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Informe de diagnóstico sociocultural Antecedentes que acrediten los costos incurridos <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <p>El informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de la valorización de los SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros de carácter social, mediante la implementación del Plan de Acción Comunitario</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.3.2 Compromiso 2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria

Tabla 10-13. Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria

Compromiso Voluntario N°2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria	
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio ecosistémico afectado	Aun cuando no se ha generado un daño en la provisión de servicios socioambientales asociados al medio humano, el PdR busca valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado para la comunidad presente en el sector.
Objetivo	Poner en funcionamiento una mesa de trabajo para desarrollar e implementar un Plan de Acción Comunitario (PAC) y un Fondo de Inversión Comunitaria (FIC) para el financiamiento de proyectos de desarrollo local.
Descripción	<p>La medida contempla la instalación y funcionamiento de una mesa de trabajo orientada a co-crear y gestionar un Plan de Acción Comunitario y un Fondo de Inversión Comunitaria.</p> <p>A esta mesa concurrirán la Ilustre Municipalidad de Catemu, Explodesa y representantes de la comunidad de Catemu.</p> <p>Esta mesa tendrá como función definir, priorizar, gestionar y hacer seguimiento del PAC. La Mesa, que también administrará el FIC, invitará a la Comunidad presentar proyectos, a lo menos, en las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emprendimiento: Proyectos de trabajo individuales para pequeños productores, prestadores de servicio u operadores turísticos, o Proyectos de trabajo colectivos para los sectores productivos en su conjunto, los que incluirán inversión en tecnología, insumos, capacitación o infraestructura para fortalecer el sistema productivo local. • Medio ambiente: Proyectos enfocados en conservar y potenciar los SSEE y el medio ambiente, fomentar el reciclaje y en general, proteger la biodiversidad y fomentar la sostenibilidad en la comuna de Catemu • Educación: Proyectos enfocados en generar habilidades y competencias en la comunidad con especial mención a los temas ambientales.
Justificación	Aun cuando no se ha generado un daño en la provisión de servicios socioambientales asociados al medio humano, este plan contempla medidas de carácter social-comunitario que permiten mejorar la relación de la comunidad con la provisión de servicios de carácter cultural en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.

Compromiso Voluntario N°2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria	
Lugar de implementación.	Comuna de Catemu
Forma y oportunidad de implementación	<p>El primer paso para implementar la medida será instalar una mesa de trabajo tripartita: Municipalidad, Titular y representantes de Comunidad.</p> <p>1. Instalación Mesa de Trabajo</p> <p>1.1 Objetivos: Elaborar y aprobar en forma participativa el plan de trabajo que incluirá monitoreo y educación ambiental, museo de sitio y recuperación identitaria y cultural y apoyo a pequeños productores. Aprobado el plan, se establecerán acuerdos específicos y responsabilidades para cada una de las líneas de trabajo y será responsabilidad de la mesa gestionar la implementación y el seguimiento del Plan.</p> <p>1.2 Gobernanza y protocolo de funcionamiento: La mesa acordará su modalidad de gestión, la que deberá incluir: definición de miembros regulares, formas de elección de representantes comunitarios, periodicidad de los encuentros, roles y funciones de los participantes, toma de decisiones, necesidades de apoyo (asesorías, traslados, etc.), mecanismos de evaluación y retroalimentación, entre otros. La mesa deberá contar con secretario/a ejecutivo/a provisto por el titular para gestionar el trabajo.</p> <p>1.3 Seguimiento del trabajo y Resolución de controversias: se espera que la mesa de trabajo, sobre la base de la buena fe y reglas de funcionamiento previamente establecidas, logre procesar controversias y resolver conflictos. Si hubiera materias de conflicto que no se logran resolver se contará con una instancia de resolución de controversias que consistirá en un Mecanismo de Arbitraje y Conciliación. En el caso de que las partes acuerden un "arbitraje", el mecanismo contempla dotar, a una o más personas o estamentos (árbitros), del poder de resolución de una controversia mediante una decisión que, en principio, es definitiva, vinculante y ejecutable. Por tanto, debe pensarse a este estamento como jueces privados que gocen de una reputación y asidero entre las partes lo suficientemente sólido. De esta forma, se podrá alcanzar una "conciliación" o advenimiento amistoso que se consagre en un acuerdo.</p> <p>2. Diseño de un Plan de Acción Comunitario</p> <p>El diseño del Plan de realizará en el contexto de la mesa de trabajo, y considerará todas las acciones que la mesa considere necesarias para fomentar el desarrollo local. El instrumento mediante el cual este plan operará será un Fondo de inversión para financiar proyectos locales de desarrollo. Para el diseño del Plan se consideran las siguientes etapas:</p>

Compromiso Voluntario N°2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria	
	<p>2.1 Diagnóstico sociocultural participativo: Insumo vital para la formulación del Plan, detallado en el compromiso 1.</p> <p>2.2 Co-creación en el seno de la mesa de trabajo y con los apoyos técnicos que sean necesarios, de un plan de acción para apoyar proyectos en a lo menos 3 líneas de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emprendimiento • Medio Ambiente • Educación Ambiental <p>2.2 Elaboración de diseño operativo y bases técnicas del Fondo de Inversión Comunitario</p> <p>2.3 Priorización: Una vez aprobado el plan, difundidas las bases técnicas del Fondo de Inversión y recepcionados los proyectos, se realizarán sesiones de priorización de proyectos de forma anual a lo largo de 3 sesiones continuas de la mesa. Esta priorización se realizará cada 12 meses.</p> <p>2.4 En base al diagnóstico y lo definido entre Explodesa y la Comunidad en la mesa de trabajo, se ejecutará el plan de trabajo y el FIC, y con ello la adquisición, habilitación y/o mejora, por parte de Explodesa, de insumos tecnológicos y capacitaciones necesarias.</p> <p>2.5 En paralelo a la ejecución del plan de trabajo, durante la implementación de la medida, Explodesa dispondrá de los especialistas y/o técnicos necesarios para asesorar en la ejecución eficiente del plan.</p>
Plazos	<p>Plazo total: 10 años desde la notificación de la resolución que aprueba el PdR</p> <p>Mesa de Trabajo: Se compromete su instalación y entrada en funcionamiento dentro de los primeros 6 meses del PdR, contados desde la la notificación de la resolución que aprueba el PdR, y su funcionamiento se contempla para toda la vigencia del PdR.</p> <p>Co-creación del Plan de Acción Comunitario: 6 meses a partir de instalada la mesa de trabajo. Una vez cumplido este plazo, se deberá entregar una copia del plan a la mesa y a la SMA .</p> <p>Diseño y bases del Fondo de Inversión Social (FIC): 6 meses a partir de instalada la mesa de trabajo.</p>

Compromiso Voluntario N°2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria	
	<p>Postulación, adjudicación e implementación de proyectos financiados por el FIC: Una vez definido el Plan de Acción Comunitario, socializadas las bases técnicas de presentación de proyectos y recepcionados los proyectos, se realizarán las sesiones de priorización de proyectos. A partir del año 2 del PdR, se empezará a implementar los proyectos definidos por la mesa, al mismo tiempo que se continuarán detectando necesidades, priorizando y formulando proyectos para implementación futura. Esta mesa funcionará durante toda la vigencia del PdR.</p>
Impedimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ocurrencia de catástrofes naturales o de origen antrópicas que afecten directa o indirectamente a la comuna de Catemu y sus habitantes o contingencias sociales y/o económicas de carácter local y/o nacional que impidan la normal realización de las tareas comprometidas. En el caso de ocurrencia de alguno de estos impedimentos se informará a la SMA, en el informe semestral de avance del PdR, presentando las metodologías alternativas para ejecutar los compromisos, priorizando la seguridad, salud y bienestar de la comunidad. 2. Declinación de participar en el proceso de parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo del proceso. En caso de ocurrencia del impedimento, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará al resto de la mesa, y se continuará con el trabajo de ésta y el desarrollo de la medida comprometida, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo. 3. Negativa de la comunidad a la ejecución de los compromisos voluntarios. En caso de ocurrencia del impedimento, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para lograr el consentimiento de la comunidad y una propuesta de medidas alternativas con el cronograma respectivo, los que serán aprobados por la SMA.
Indicadores de cumplimiento de las actividades comprometidas	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación y funcionamiento de la mesa de trabajo en la forma y plazo comprometido. • Plan de Acción Comunitario diseñado en la forma y plazo comprometido • Fondo de Inversión Comunitario diseñado e implementado en la forma y plazo comprometido.

Compromiso Voluntario N°2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria	
	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de desarrollo local financiados y ejecutados en la forma y plazo comprometido.
Reportes y medios de verificación	<p><u>Informe de avance semestral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acta de instalación de la mesa de trabajo. • Actas de sesiones de la mesa de trabajo. • Diseño del Plan de Acción Comunitario • Diseño del Fondo de Inversión Comunitario. • Antecedentes que acrediten la postulación, adjudicación e implementación de proyectos de desarrollo local financiados por el Fondo de Inversión Comunitaria. <p><u>Informe final del compromiso</u></p> <p>Este informe dará cuenta de las actividades realizadas en cumplimiento de este compromisos, junto a los medios de verificación y antecedentes que acrediten los costos incurridos.</p> <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <p>El informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta de la valorización de los SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros de carácter social, mediante el Plan de Acción Comunitario.</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.

Compromiso Voluntario N°2: Mesa de Trabajo, Plan de Acción Comunitario y Fondo de Inversión Comunitaria	
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.3.3 Compromiso 3: Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR

Tabla 10-14. Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR

Compromiso Voluntario N°3: Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR	
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio ecosistémico afectado	Aun cuando no se ha generado un daño en la provisión de servicios socioambientales asociados al medio humano, el PdR busca valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado para la comunidad presente en el sector.
Objetivo.	Generar y gestionar un programa de monitoreo participativo para la comunidad de Catemu cdel presente Plan de Reparación.
Descripción.	Se elaborará este programa partir de la diagnóstico sociocultural del compromiso 1. El programa de monitoreo participativo busca informar a la comunidad sore el cumplimiento de las medidas del plan de reparación.
Justificación.	Aun cuando no se ha generado un daño en la provisión de servicios socioambientales asociados al medio Humano, este plan presenta una oportunidad de mejorar la relación de la comunidad con la provisión de servicios de carácter cultural en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón.
Lugar de implementación.	Superficies de las medidas del PdR.
Forma y oportunidad de implementación.	<p>El programa de Monitoreo Ambiental Participativo surgirá de un diseño del titular considerando las acciones de seguimiento y monitoreo de las medidas del Plan de Reparación, el diagnóstico sociocultural detallado en la medida 1 y el criterio de profesionales expertos. Este Programa será definido en diálogo constante con la mesa de trabajo.</p> <p>Una vez definido el Programa de Monitoreo Ambiental, el titular hará entrega de este a la autoridad y la mesa y gestionará su ejecución, reportando dos instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Carta Gantt, donde se incluirán todas las actividades e hitos asociados a las campañas de monitoreo.

Compromiso Voluntario N°3: Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR	
	ii) Actas de registro, que incluyen las actas de asistencia y conformidad con todas las actividades definidas para al monitoreo Ambiental Comunitario
Plazos	El Programa de Monitoreo Ambiental Participativo se informará a la mesa, socializará y ejecutará a partir del mes 9 de instalada la mesa de trabajo.
Impedimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ocurrencia de catástrofes naturales o de origen antrópicas que afecten directa o indirectamente a la comuna de Catemu y sus habitantes o contingencias sociales y/o económicas de carácter local y/o nacional que impidan la normal realización de las tareas comprometidas. En el caso de ocurrencia de alguno de estos impedimentos se informará a la SMA, en el informe semestral de avance del PdR, presentando las metodologías alternativas para ejecutar los compromisos, priorizando la seguridad, salud y bienestar de la comunidad. 2. Declinación de participar en el proceso de parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo del proceso. En caso de ocurrencia del impedimento, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará al resto de la mesa, y se continuará con el trabajo de ésta y el desarrollo de la medida comprometida, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo. 3. Negativa de la comunidad a participar en el programa de monitoreo.
Indicadores de cumplimiento del compromiso	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Monitoreo Participativo del PdR diseñado e implementado en la forma y plazo comprometido
Reportes y medios de verificación	<p>Registros de acciones informativas a través del programa. Estos registros pueden ser actas de reuniones de trabajo, de actividades de monitoreo y del tipo de información difundida.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Entrega de documento de Programa de Monitoreo Ambiental Participativo. 2.- Registros de medios y frecuencias de información ambiental a la comunidad utilizados. 3.- N° de boletines o entregas de información ambiental a la comunidad.

Compromiso Voluntario N°3: Programa de Monitoreo Ambiental Participativo del PdR	
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

10.3.4 Compromiso 4: Programa de Educación Ambiental

Tabla 10-15. Programa de Educación Ambiental

Compromiso Voluntario N°4: Programa de Educación Ambiental	
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio (s) ecosistémico afectado	Aun cuando no se ha generado un daño en la provisión de servicios socioambientales asociados al medio humano, el PdR busca valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado para la comunidad presente en el sector.
Objetivo.	Diseñar y ejecutar campañas periódicas de valorización, educación ambiental y conservación de los servicios ecosistémicos que brinda la Cordillera el Melón a la Comunidad.
Descripción.	A partir del diagnóstico socioambiental, se trabajará en un programa de educación ambiental para la comunidad en torno a los servicios ecosistémicos de la cordillera El Melón. Este Programa consistirá en la identificación de contenido e información relevante y la definición de actividades o campañas para la puesta en valor, rescate cultural y potenciamiento de los servicios ecosistémicos que brinda el sitio prioritario cordillera El Melón.

Compromiso Voluntario N°4: Programa de Educación Ambiental	
Justificación.	Oportunidad de visibilizar y fomentar el uso de los servicios ecosistémicos del sitio prioritario Cordillera El Melón.
Lugar de implementación.	Comuna de Catemu
Forma de implementación.	<p>El Programa de Educación Ambiental surgirá de un diseño del titular considerando el diagnóstico sociocultural detallado en la medida 1 y el criterio de profesionales expertos. Este diseño establecerá la relación con las escuelas de la comuna de Catemu. El programa será conversado con la mesa de trabajo.</p> <p>Este programa incluirá el contenido educacional a compartir, los medios de comunicación y/o difusión de la información, los contenidos principales y los criterios de evaluación de los resultados. Se definirán y ejecutarán campañas anuales de educación ambiental con los elementos arriba descritos.</p> <p>Una vez definido el Programa de Educación Ambiental, el titular hará entrega de este a la autoridad y la mesa y gestionará su ejecución, reportando dos instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Carta Gantt, donde se incluirán todas las actividades e hitos asociados a las campañas educación ambiental ii) Registro de las actividades y comunicaciones de las campañas de educación ambiental
Plazos	<u>Plazos:</u> 9 años, a partir del mes 9 de instalada la mesa de trabajo.
Impedimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ocurrencia de catástrofes naturales o de origen antrópicas que afecten directa o indirectamente a la comuna de Catemu y sus habitantes o contingencias sociales y/o económicas de carácter local y/o nacional que impidan la normal realización de las tareas comprometidas. En el caso de ocurrencia de alguno de estos impedimentos se informará a la SMA, en el informe semestral de avance del PdR, presentando las metodologías alternativas para ejecutar los compromisos, priorizando la seguridad, salud y bienestar de la comunidad. 2. Declinación de participar en el proceso de parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo del proceso. En caso de ocurrencia del impedimento, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará al resto de la mesa, y se continuará con el trabajo de ésta y el desarrollo de la medida comprometida, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo.

Compromiso Voluntario N°4: Programa de Educación Ambiental	
Indicadores de cumplimiento de las medidas ejecutadas	Programa de Educación Ambiental ejecutado en la forma y plazo comprometido
Reportes y medio de verificación	<p><u>Informe semestral de avance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de Educación Ambiental Registros de medios de información y comunicación y contenido de las campañas de difusión, ejecutados en el periodo reportado. <p><u>Informe final del compromiso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Informe que resuma las actividades ejecutadas, sus medios de verificación y costos incurridos. <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <p>El informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta la valorización de los SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros de carácter social, mediante el Plan de Acción Comunitario</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	La identificación y descripción de los potenciales efectos está contenida en el Capítulo 15 del PdR.
Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren.	La identificación y descripción de la normativa aplicable está contenida en el Capítulo 16 del PdR.
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	La identificación y descripción de los permisos y pronunciamientos de carácter sectorial está contenida en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

- 11 DESCRIPCIÓN DEL SITIO O LUGAR EN EL CUAL SE IMPLEMENTARÁN CADA UNA DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS, ASÍ COMO EL ÁREA DE INFLUENCIA DE ESTAS ÚLTIMAS, INCLUYENDO, DE SER PROCEDENTE, INFORMACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA CON ANTERIORIDAD AL DAÑO CAUSADO.**

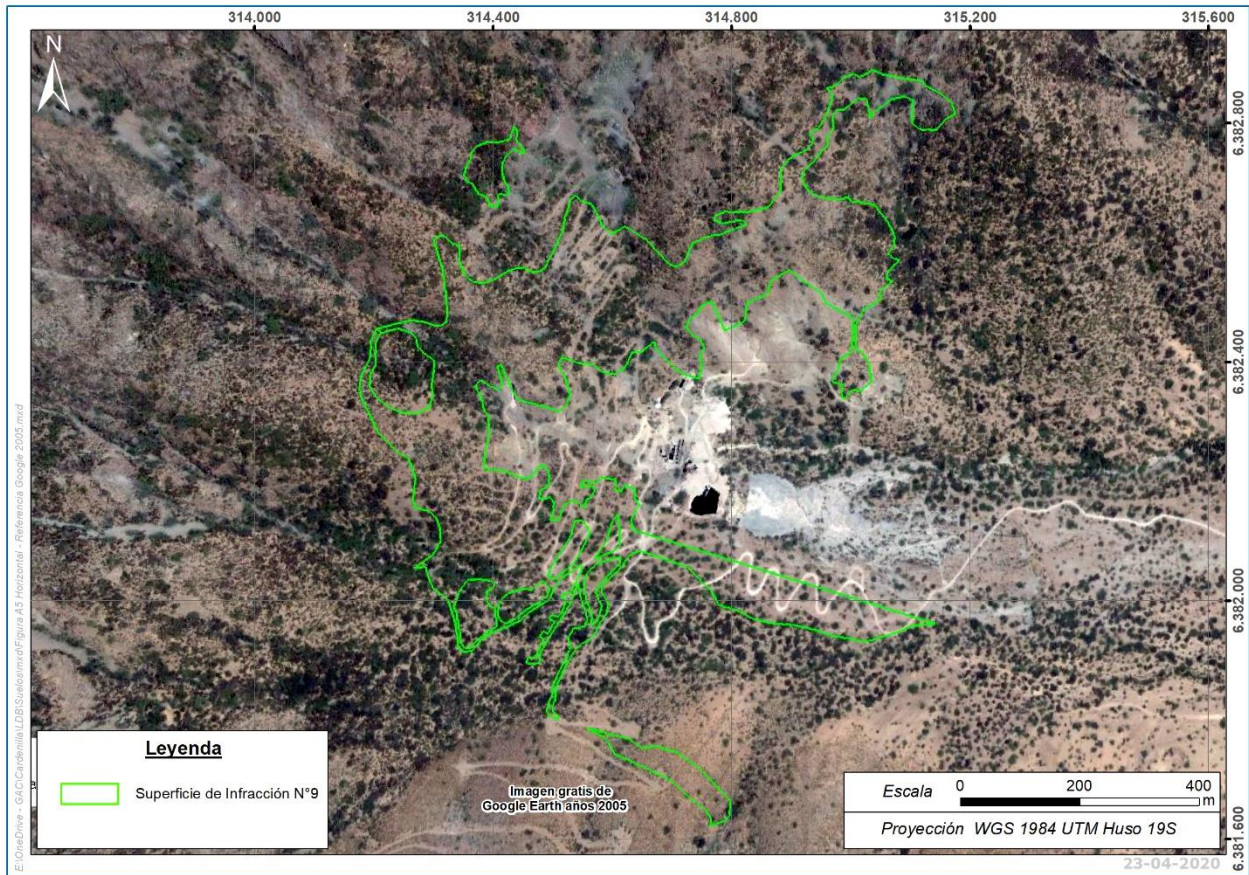
11.1 Medidas *in situ*

Estas medidas corresponden a las medidas que restituyan o aproximen al máximo los recursos o servicios dañados a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Este tipo de medida se llevará a cabo en el mismo lugar donde se ha producido el daño ambiental, y su objetivo es lograr recuperar la misma cantidad de recursos o una proporción similar de servicios que se hayan visto afectados por el daño.

11.1.1 Suelo

Para esta caracterización se realizó una búsqueda bibliográfica de antecedentes. Se identificó CIREN 1997 como la caracterización que se ajusta a la realidad previo a la intervención minera, ya que las versiones más recientes del mismo autor presentan el área sin clasificación, debido justamente a la intervención minera. A continuación, se presenta el área sin intervención en la **Figura 11-1**.

Figura 11-1. Área de estudio sin intervención



Fuente: GAC en base a imagen ©Google Earth.2005.

Según CIREN (1997), en el área es posible identificar 2 unidades homogéneas pertenecientes a la Asociación La Parva. Dichos suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos, formados a partir de rocas básicas de colores rojizos. Ocupan una topografía de cerros ubicados preferentemente, en la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes. De textura superficial arcillosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR; textura arcillosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR en profundidad. Descansa sobre un substrato constituido por rocas ígneas básicas parcialmente meteorizadas de colores rojizos con bandas de carbonato de calcio que destacan en la matriz por ser de colores claros. En las fisuras de las rocas se observa una pátina de carbonato de calcio. Presentan bolones de escasos a comunes en la superficie y afloramientos rocosos comunes.

La profundidad efectiva del suelo varía entre 20 y 85 cm. Las pendientes varían entre 8 y más de 50% y la pedregosidad de escasa abundante, como asimismo los afloramientos rocosos. El horizonte A presenta textura arcillosa que puede variar hasta franco arcillosa y el color es pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR con valores que varían entre 2 y 3, con cromas 2 y 4. El horizonte B es de textura arcillosa que varía a arcilla densa y el color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR que puede variar al matiz 2.5YR y ocasionalmente al matiz 10R en profundidad. La estructura es prismática gruesa lo que le da a este suelo características vérticas.

Fase Asociación La Parva 1 (PA-1): representa a la Asociación y corresponde a suelos de textura superficial arcillosa, ligeramente profundos, topografía de cerros con 30 a 50% de pendiente, bien drenados, con moderada pedregosidad superficial y afloramientos rocosos comunes. Se clasifica en:

- Capacidad de uso: VIIe1
- Categoría de riego:6
- Erosión:0
- Clase de drenaje: 5

Fase Asociación La Parva 5 (PA-5): Corresponde a la fase de textura superficial arcillosa, ligeramente profunda, topografía de montaña con pendientes mayores de 50%, bien drenada, con abundante pedregosidad superficial y afloramientos rocosos. Se clasifica en:

- Capacidad de uso: VIIe1
- Categoría de riego:6
- Erosión:0
- Clase de drenaje: 5

La Clase de capacidad de uso, según CIREN (1997), corresponde a CCUS VII, que se define como suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI por una o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o socio, clima no favorable, etc. La subclase y la unidad de capacidad de uso "e1" se relaciona con erosión actual o potencial por agua o viento.

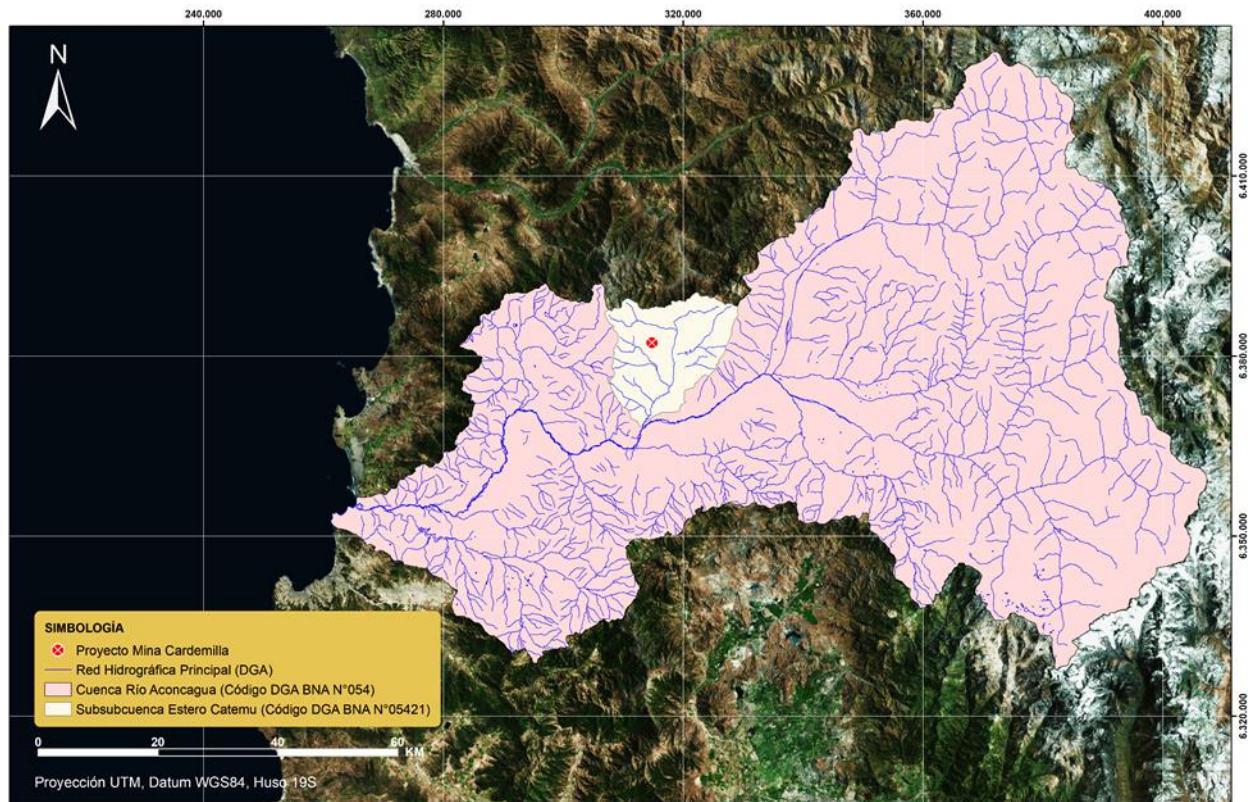
La categoría de riego 6 corresponde a No apta. Los suelos de esta categoría no son aptos para el regadío y corresponden a aquellos que no cumplen con los requerimientos mínimos para ser incluidos en las categorías 1 a 5.

La clase de drenaje 5 corresponde a la categoría Bien drenado, el agua es removida del suelo fácilmente pero no rápidamente. Comúnmente presentan texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales pueden también estar bien drenados. Los suelos bien drenados retienen cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de las plantas después de las lluvias o adiciones de agua de riego.

11.1.2 Contexto hidrográfico

La hidrología del área de emplazamiento del sector en que se implementarán las medidas propuestas, se indica en la **Figura 11-2** . En esta se presenta dicha área respecto de la Cuenca Río Aconcagua (Código DGA BNA N°054) y de la Subsubcuenca Estero Catemu (Código DGA BNA N°05421).

Figura 11-2. Emplazamiento Proyecto Mina Cardenilla respecto de la Cuenca Río Aconcagua y de la Subsubcuenca Estero Catemu



Fuente: GAC

Igualmente, a nivel macro, el recinto minero y el sector de las medidas de reparación se emplazan dentro de una microcuenca cuya área aportante se estima en 3,87 Km², la que dentro de la Subsubcuenca Estero Catemu (área aportante de 313,44 Km²), representa el 1,2% como superficie aportante.

El régimen pluviométrico de la Subsubcuenca Estero Catemu es del tipo pluvial. La red de drenaje trazada en la referida microcuenca presenta un régimen intermitente de escurrimiento superficial, por lo tanto, la ocurrencia de escurrimientos a la altura del área de emplazamiento del recinto minero es solo eventual durante la presencia de eventos pluviométricos.

11.1.3 Caracterización de Plantas (Flora y Vegetación)

Desde un punto de vista de flora y vegetación, actualmente en el lugar donde se realizarán las medidas *in situ* no hay presencia alguna de formaciones vegetacionales ni tampoco presencia de individuos de flora aislado, debido a la construcción y ejecución del Proyecto.

Previo a la intervención del proyecto era posible encontrar las siguientes formaciones vegetales:

- 7,08 ha de bosque nativo de preservación con *Porlieria chilensis*,
- 9,19 ha de bosque nativo de conservación y protección, y
- 10,34 ha de matorrales clasificados como formaciones xerofíticas.

Se estima que los bosques nativos eran dominados con especies como *Lithraea cautica*, *Quillaja saponaria* y *Kageneckia oblonga* principalmente. En el caso del bosque nativo de preservación, había existencia de la especie en categoría Vulnerable, *Porlieria chilensis*, que entregaba la condición de Preservación. La formación xerofítica estaba dominada por especies como *Flourensia thurifera*, *Colliguaja odorifera*, *Retanilla trinervia* y *Baccharis linearis*. También era posible encontrar individuos de *Porlieria chilensis*.

La existencia de estas formaciones tenía estrecha relación con la fauna, suelo, recursos hídricos, etc. Por esta razón, la pérdida de estas formaciones trajo consigo otros efectos en el ecosistema, como pérdida de fauna, pérdida de hábitat de fauna, pérdida de suelo en su capacidad de generar biodiversidad, mayor probabilidad de producirse erosión y pérdida de suelo en sectores aledaños, menor protección a los recursos hídricos, entre otras.

11.1.4 Fauna

Con respecto a la fauna silvestre, actualmente en el lugar donde se encuentran las obras del Proyecto, si bien es posible encontrar algunos ejemplares de fauna, principalmente aves, estos se encuentran en muy baja densidad y son registrados con baja frecuencia.

En cuanto a los ambientes para la fauna, en este sector ya no se registra ningún tipo de ambiente natural que pueda ser utilizado por la fauna para llevar a cabo su ciclo de vida.

De manera previa a la intervención del Proyecto, para el área en cuestión se describe un total de 98 especies potenciales, correspondientes a cinco anfibios, 12 reptiles, 66 aves y 15 mamíferos. De las especies consideradas como potenciales, 33 presentan alguna categoría de conservación correspondientes a cinco anfibios, 12 reptiles, cinco aves y 11 aves y de estas cinco se encuentran bajo alguna categoría de conservación que implica un grado cierto de amenaza, correspondientes a dos anfibios, un reptil, un ave y un mamífero.

De estas especies, durante la realización de la campaña de línea base del año 2008 de Mina Cardenilla, se pudo confirmar la presencia de 33 especies, de las cuales cuatro son reptiles, 26 son aves y tres son mamíferos (Estudio de Fauna de Vertebrados Terrestres, Estudio preliminar Mina Cardenilla. Ingresado el año 2008).

De estas especies, destaca la presencia de *Phylodrias chamissonis* (culebra de cola larga), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes), *Callopistes maculatus* (iguana) y *Lycalopex griseus* (zorro chilla).

Adicionalmente, durante la realización de la Caracterización de Fauna Vertebrada Terrestre del EIA del Plan de Cierre de Mina Cardenilla realizado el año 2018, se confirmó la presencia de 31 especies, correspondientes a seis reptiles, 23 aves y dos mamíferos, de estos, siete especies presentan categoría de conservación correspondientes a *Phylodrias chamissonis* (culebra de cola larga), *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes), *Liolaemus lemniscatus* (lagartija lemniscata), *Liolaemus pseudolemniscatus* (lagartija lemniscata falsa), *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta) y *Thylamys elegans* (yaca), todas ellas clasificadas como de "Preocupación menor" según la legislación nacional vigente.

11.2 Medidas ex situ

El plan propuesto contempla la ejecución de medidas ex situ a modo de reparación de todos los servicios que fueron afectados durante el tiempo que se provocó el daño.

En este caso, se hace necesario recuperar unidades o servicios adicionales del mismo tipo y calidad del recurso o servicio afectado. Esta reparación se realizará en un lugar diferente al original, inserto geográficamente al Sitio Prioritario Cordillera El Melón.

Como se detallará estas medidas se ejecutarán sobre los mismos recursos y servicios sobre los que se produjo el daño ambiental en un lugar alternativo dentro del ecosistema del Sitio Prioritario de la Cordillera El Melón, consiguiendo con ello una mejora del estado básico de los mismos en el mismo ecosistema dañado. En la selección de la localización de las zonas donde se implementarían las acciones de reparación complementaria fuera del área con daño ambiental, se privilegiaron aquellas áreas que tuvieran características similares en cuanto a topografía, capacidad de uso de suelo, proximidad espacial, estuvieran en los mismos pisos vegetacionales (Luebert & Pliscoff 2017)⁷⁵ y se ubicaran dentro de los límites del sitio prioritario Cordillera El Melón.

En las siguientes secciones se realiza una descripción de los componentes presentes en el sitio a reparar, remarcando la importancia de su contexto geográfico. La cercanía con el sitio dañado, así como su ubicación dentro del Sitio Prioritario, revierten especial importancia a estas actividades de reparación.

11.2.1 Justificación del Área de Influencia de las Medidas ex situ

La justificación de la elección de este sitio, se relaciona con la protección adicional necesaria de implementar en la Cordillera El Melón, a la luz de las amenazas identificadas en la línea de Base de la

⁷⁵ Luebert, F y Pliscoff, P. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Segunda edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 p.

Cordillera El Melón, reportadas por CONAMA (2007)⁷⁶. En este documento se indica que el Sitio posee una inherente fragilidad ambiental, el sitio está fragmentado por minas y concesiones mineras, y además tienen una fuerte presión antrópica por actividades extractivas de recursos naturales.

Adicionalmente, uno de los hábitats relevantes de proteger en la ladera oriental de la cordillera El Melón, dice relación con el hábitat de *Porlieria chilensis* (guayacán), especie actualmente con problemas de conservación, debido a su tala indiscriminada y también afectada por un sobre pastoreo del ganado caprino y ovino (Serra *et al.*, 1986⁷⁷; Arancio *et al.*, 2001⁷⁸; Ríos 2004⁷⁹) provocando una disminución del número de individuos en sus poblaciones; por esto ha sido clasificada en la categoría de especie Vulnerable (Benoit 1989⁸⁰; Arancio *et al.*, 2001; Squeo *et al.*, 2001).

Por otro lado, resalta la importancia de la protección de hábitats de bosques mediterráneos semiáridos, debido a que históricamente su área de distribución ha sido modificado o totalmente destruido por el fuego, la conversión hacia tierras agrícolas, particularmente en los últimos años para la producción de palta, el ramoneo caprino y la extracción indiscriminada de madera para artesanía y carbón (Noton, 1987⁸¹; Hechenleitner *et al.*, 2005⁸²).

La siguiente Figura se presentan los lugares en los cuales se implementarán medidas ex situ, su relación con el ecosistema dañado y su posición fisiográfica en la que se encuentra.

⁷⁶ Línea Base Estrategia Regional de Biodiversidad Sitio: Cordillera El Melon. 2007. CONAMA. Disponible en: <http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio%20SP-64/477.pdf>

⁷⁷ SERRA, M. T.; GAJARDO, R.; y CABELLO, A. 1986. Programa de protección y recuperación de la flora nativa de Chile. Ficha técnica de especies amenazadas. *Porlieria chilensis* "Guayacán" (Zigophyllaceae). CONAF-Universidad de Chile. 141-156 p.

⁷⁸ SQUEO, F.A.; ARANCIO, G.; MARTICORENA, C.; MUÑOZ, M. 2001. Listado de las especies en categoría Extinta, En Peligro y Vulnerable de la flora nativa. En Squeo F.A., G. Arancio y J.R. Gutiérrez (eds.). Libro Rojo de la flora nativa de la Región de Coquimbo y de los sitios prioritarios para su conservación. Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena. Chile. 4: 41 – 52 pp.

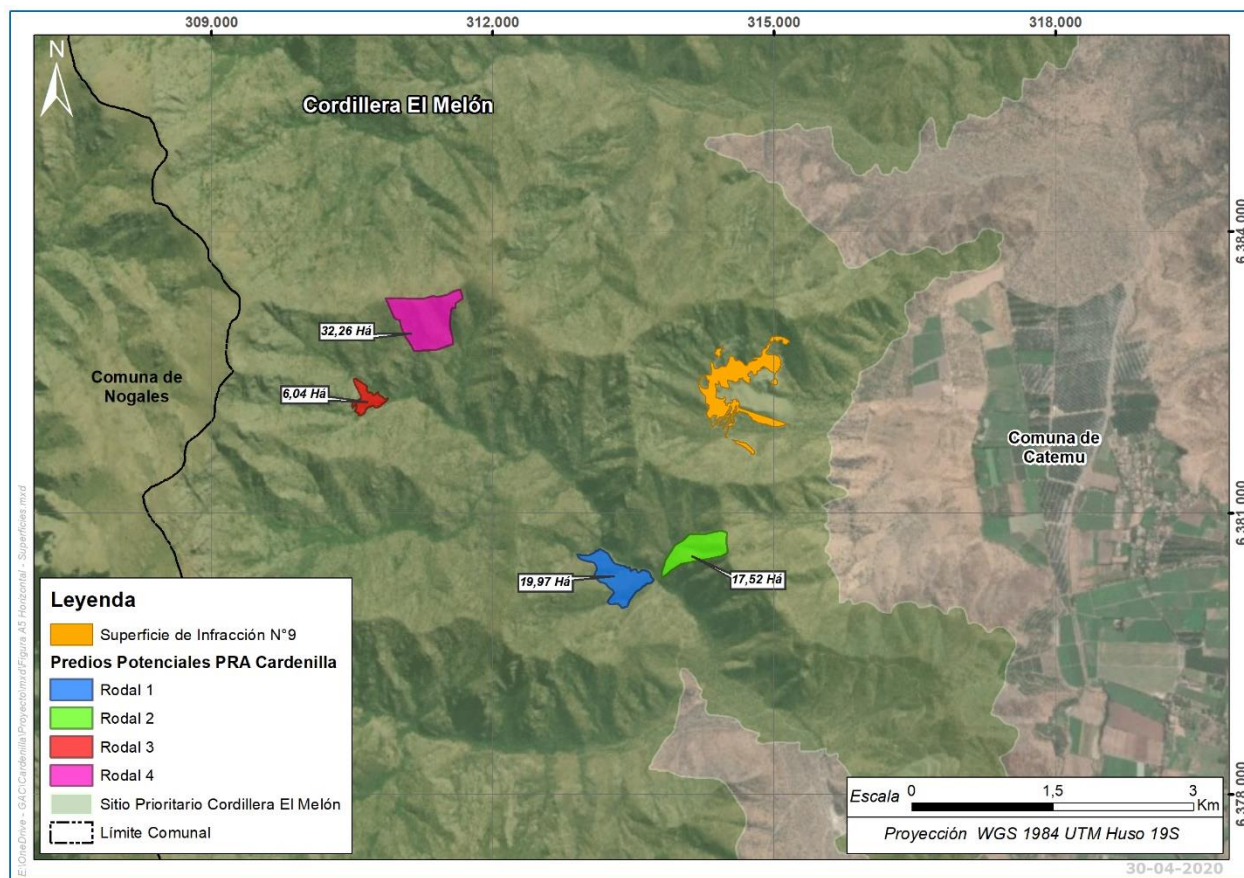
⁷⁹ RÍOS, C. 2004. Caracterización ecomorfológica del matorral costero árido del norte de Chile y la potencialidad del germoplasma nativo. Tesis Magíster en Ciencias Vegetales, Pontificia Universidad Católica de Chile. 97 pp.

⁸⁰ BENOIT, I. (ED.).1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. CONAF, Chile.157 p.

⁸¹ NOTON, C. 1987. El Guayacán. Chile Forestal. (142): 16-18 p.

⁸² HECHENLEITNER, V.; GARDNER, M. F.; THOMAS, P. I.; ECHEVERRIA, C.; ESCOBAR, B.; BROWNLESS, P.; MARTINEZ, A. 2005. Plantas Amenazadas del Centro Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 p.

Figura 11-3. Ubicación de Medidas ex situ y su relación al ecosistema dañado.



Fuente: GAC

La elección de los sitios propuestos para las medidas *ex situ*, se encuentran en una posición fisiográfica similar a las que se describen en el ecosistema dañado, caracterizado por la alta radiación y por ambientes más xéricos asociados al fenómeno de “sombra de lluvia”. Esta equivalencia biofísica, favorece la generación de medidas alternativas que se encuentren vinculadas expresamente con los componentes ambientales dañados.

Esta zona corresponde a su vez, a un área de amortiguamiento de las áreas núcleo del Sitio Prioritario Cordillera El Melón, cuya existencia y protección están vinculados a la protección del área más sensible, caracterizado por los ecosistemas hidrófilos presentes en la Cordillera El Melón. Cabe resaltar que esta distinción se realiza, debido a las grandes diferencias climáticas y vegetacionales entre los ecosistemas presentes en la vertiente occidental (no considerada como referencia) y la oriental (considerada en este caso particular), como el sector en el cuál se describirán las medidas *ex situ*.

11.2.2 Suelo

Las áreas propuestas para la ejecución de medidas *ex situ*, se encuentran dentro de la Zona Edáfica de Suelos de la Zona mediterránea árida (Luzio *et al.*, 2010), específicamente se encuentra en la zona precordillerana de la región de Valparaíso. Corresponde a áreas ubicadas en los primeros cordones de la Cordillera de Los Andes y algunos cerros que se extienden, como prolongaciones de ella, hacia la depresión intermedia. En estas áreas dominan dos posiciones geomorfológicas en las que se han desarrollado suelos característicos: a) los cerros, piedmonts y planos aluvio-coluviales y b) las terrazas aluviales más o menos planas, asociadas a los valles de los ríos que bajan desde la cordillera.

Se ubica en el predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu. Específicamente en los rodales 1, 2, 3 y 4. Se trata de un lugar alternativo dentro del ecosistema del Sitio Prioritario de la Cordillera El Melón, consiguiendo con ello una mejora del estado básico de los componentes ambientales en el mismo ecosistema dañado.

Cabe señalar que, en su conjunto, los rodales 1, 2, 3 y 4 del área propuesta para la ejecución de medidas *ex situ*, considera una **superficie total de 75,8 ha (Ver Figura 11-3)**, más una **zona de resguardo y amortiguación de 1.114,2 ha**. De este modo, se superan las 71,936 hectáreas adicionales requeridas para reparar íntegramente el daño ambiental ocasionado.

11.2.3 Flora y vegetación

De acuerdo con Gajardo (1994), el área de influencia de las medidas *ex situ*, se encuentra en la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo, la que se extiende a través de la zona central de Chile. En términos generales, esta región de Matorral y Bosque Esclerófilo es una de las formaciones vegetacionales más perturbadas de Chile debido a la intensa actividad agrícola, ganadera y minera (Fuentes & Prenafeta 1988; Aranson *et al.* 1998). Pese a lo anterior, es una región de alta diversidad biológica y endemismo, asociado a la riqueza de hábitats naturales y a la sobreposición de elementos florísticos de distinto origen fitogeográfico: componentes de ecosistemas áridos y templados de Chile (Cowling *et al.* 1996, Myers *et al.* 2000). Dentro de esta región ecológica el sistema global se inserta en la Sub-Región del Bosque Esclerófilo, específicamente en la formación vegetal del Bosque Esclerófilo Costero.

Los sitios tienen una composición florística similar a la que existía previamente en el sitio afectados, y se encuentran dominados por las mismas especies. Los matorrales se encuentran dominados por especies xéricas y los bosques con especies esclerófilas, todas las especies soportan una temporada estival seca sin lluvias. A continuación se describen algunas formaciones presentes en el área de influencia.

Estepa o Sabana de Acacia caven

Es una formación vegetal típica, conformada principalmente por espino (*Acacia caven*) la cual se encuentra en fondos de valles, rinconadas y zonas de lomajes. Presenta un aspecto de formación abierta con arbustos y arbustos arborescentes muy bien adaptados a largos períodos de sequía (ocho meses). Otras especies dominantes son el tevo (*Trevoa trinervis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) y crucero (*Colletia spinosa*). En sectores más protegidos, es posible observar una estrata arbórea dominada por especies esclerófilas como molle (*Schinus latifolius*), maitén y boldo.

En sectores de mayor pedregosidad y en laderas de exposición norte, se desarrolla una estrata de especies suculentas dominada por el quisco (*Trichocereus chiloensis*). La estrata herbácea está compuesta por gramíneas como *Avena barbata*, *Stipa* sp., y *Vulpia* sp., azulillo (*Pasithaea coerulea*) soldadillo (*Tropaelum tricolor*), alfilerillo (*Erodium cicutarium*) y manzanillón (*Anthemis cotula*). Forma parte del sistema global considerado.

Matorral Esclerófilo Degradado

Esta formación agrupa las unidades dominadas por arbustos que representan estados sucesionales del bosque esclerófilo. En esta formación algunas especies del bosque y matorral esclerófilo tienen baja presencia o incluso la ausencia de especies arbóreas. Los árboles a menudo quedan reducidos a la presencia de individuos bajos de litre y espino. Corresponden a sectores de post cultivo, o áreas sobre pastoreadas, taladas, o incendiadas recientemente. Las especies dominantes corresponden siempre a arbustos, entre ellos chilca (*Baccharis linearis*), colliguay (*Colliguaja odorifera*), tevo (*Trevoa trinervis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), tomatillo (*Solanum crispum*), huañil (*Proustia ilicifolia*) y palqui (*Cestrum parqui*). Dadas las condiciones de reducción de la cobertura, la abundancia y diversidad de hierbas anuales y alóctonas es mayor, apareciendo frecuente y abundantemente especies de herbáceas y gramíneas introducidas. Forma parte del sistema global considerado.

Matorral Esclerófilo con Suculentas

Corresponde a un matorral con dominancia de arbustos, especialmente colliguay, junto a otras especies arbóreas menos abundantes como el litre y espino, el arbusto mitique (*Podanthus mitiqui*) y las suculentas quisco (*Trichocereus chiloensis*) y chagual (*Puya berteroniana*). Se desarrolla principalmente en las laderas de solana (exposición norte). Forma parte del sistema global considerado.

Dentro de las especies dominantes es posible mencionar la presencia de *Lithraea cautica*, *Quillaja saponaria*, *Acacia caven* y *Kageneckia oblonga* correspondiente a las especies de hábito arbóreo; *Flourensia thurifera*, *Colliguaja odorifera*, *Retanilla trinervia* y *Baccharis linearis* en las especies de hábito arbustivo y *Echinopsis chiloensis* y *Puya berteroniana* de las especies de hábito suculento. Estas últimas en sectores con mayor pendiente.

11.2.4 Fauna

Desde un punto de vista de fauna silvestre, los sitios de las medidas ex situ, presentan ambientes para la fauna similares a los presentes en el área afectada, es decir *bosque* y *matorral*, ambos ambientes presentan un grado alto de degradación. Estos sitios requieren de la ejecución de trabajos de restauración de ambientes para la fauna, para así propiciar la recolonización por parte de las distintas especies de fauna que eran posible de encontrar en el sitio previo a la construcción de obras sin autorización ambiental

En cuanto a la composición faunística de los sitios, estos tienen una composición similar a la del sitio afectado, y basado en la revisión bibliográfica, estos presentan las mismas especies potenciales. Para la totalidad de las áreas Para el área afectada se describe un total de 98 especies potenciales, correspondientes a cinco anfibios, 12 reptiles, 66 aves y 15 mamíferos.

Los reptiles potenciales presentes en el sitio prioritario, considerando a Veloso & Navarro (1988) mencionan a la lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), habitante frecuente de pastizales, que sería la especie más frecuente en los ambientes mediterráneos. También se menciona a *Liolaemus chiliensis* y *L. fuscus*, de hábitos terrícolas y *L. tenuis*, arborícola, también habitan en ambientes de matorral o bosque esclerófilos y probablemente ambientes agrícolas, mientras que la iguana (*Callopistes palluma*), de hábitos saxícolas, estaría restringida a laderas norte con vegetación con matorral xerofítico. También se registran las dos culebras de la zona central, *Phylodrias chamissonis* y *Tachymenis chilensis*.

Respecto a los mamíferos, se describen cerca de 20 especies potenciales, entre ellas carnívoros como los zorros chilla (*Lycalopex griseus*) y culpeo (*L. culpaeus*), mustélidos como el quique (*Galictis cuja*). Varias especies de micromamíferos, como un marsupial, la yaca (*Thyllamys elegans*), los roedores que constituyen el orden dominante, donde destaca el endémico degú (*Octodon degu*), lauchón orejudo de Darwin (*Phyllotys darwini*), lauchita de los espinos (*Oligoryzomys longicaudatus*), laucha de pelo largo (*Abrothrix longipilis*) y laucha olivácea (*Abrothrix olivaceus*) entre otros (Muñoz & Yañez 2000).

Existen además cinco especies de mamíferos introducidos, dos de ellos habitan en ambientes agrícolas, matorrales y praderas; liebre (*Lepus europaeus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*), y otros tres roedores en ambientes antropizados; guarén (*Rattus norvegicus*), rata (*Rattus rattus*) y laucha (*Mus musculus*).

La avifauna descrita para la zona del sitio prioritario corresponde a la clase más numerosa y está dominada por especies del orden Passeriformes, siendo comunes y abundantes chincol (*Zonotrichia capensis*), diuca (Diuca diuca), loica (*Sturnella loyca*), son abundante también algunas especies gregarias como el tordo (*Curaeus curaeus*), jilguero (*Carduelis barbata*) y chirihue (*Sicalis luteiventris*). En general, el ensamble está dominado por pocas especies, en tanto varias otras son menos frecuentes y abundantes, como por ejemplo el pitio (*Colapses pitius*) y el carpinterito (*Picoides lignarius*), la rara (*Phytotoma rara*), el churrín (*Scytalopus magellanicus*) y el rayadito (*Aphrastura spinicauda*). Entre las especies de los bosques esclerófilos densos, se menciona a la torcaza (Columba araucana), siempre asociada a bosques.

Entre las aves migratorias de invierno, algunas de las cuales sólo se alimentan en esta región, no nidificando o lo hacen en una relativamente baja proporción, se encuentran aquellas que tienen desplazamientos latitudinales como la viudita (*Colorhamphus parvirostris*), picaflor (*Sephanoides galeritus*) y diucón (*Xolmis pyrope*) y otras de desplazamientos altitudinales, dormilona tontita (*Muscisaxicola macloviana*) y cometocino (*Phrygilus gayi*). Entre las especies de aves migratorias de verano, que se reproducen en el área, se menciona al fio-fio (*Elaenia albiceps*), picaflor gigante (Patagonas gigas) y mirlo (*Molothrus bonariensis*).

Las rapaces constituyen un grupo singular, ya que, por ser predadores topos, dan cuenta del estado en que se encuentran los niveles tróficos inferiores. El ave rapaz más característico de esta área es el tиюque (*Milvago chimango*). Luego vienen otras menos abundantes, pero frecuentes, cernícalo (*Falco sparverius*), aguilucho (*Buteo polyosoma*), peuco (*Parabuteo unicinctus*), bailarín (*Elanus leucurus*) y halcón perdiguero (*Falco femoralis*). Otras aves menos frecuentes son águila (*Geranoaetus melanoleucus*), habitante de las mayores cumbres dentro de la zona, vari (*Circus cinereus*), característico de ambientes húmedos, y halcón peregrino (*Falco peregrinus*), especie migratoria del hemisferio norte.

De las rapaces nocturnas, la más común en ambientes arbolados, es el chuncho (*Glacidium nanum*), en ambientes de bosques densos está presente el tucúquere (*Bubo virginianus*), en el suelo en diferentes ambientes se encuentra el pequén (*Athene cunicularia*) y en ambientes antropizados, la lechuza blanca (*Tyto alba*).

Entre las especies endémicas se encuentra la perdiz (*Nothoprocta predicaria*), canastero (*Asthenes humicola*), tapaculo (*Scelorchilus albicollis*) y tenca (*Mimus thenca*). Por otra parte, la codorniz (*Callipepla californica*), es una especie introducida, abundante en matorrales y zonas agrícolas.

Dentro de las especies potenciales, destacan aquellas que presentan una categoría de conservación que implica un grado cierto de amenaza, correspondientes a *Calyptocephalella gayi* (rana chilena), *Rhinella arunco* (sapo de rulo), *Liolaemus gravenhorstii* (lagartija de Gravenhorst), *Vultur gryphus* (cóndor) y *Leopardus guigna* (güiña), todos ellos clasificados como "Vulnerables" según la normativa nacional vigente.

12 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS Y DE LAS VARIABLES AMBIENTALES RELEVANTES, INCLUYENDO INDICADORES Y REPORTE PERIÓDICOS, ENTRE OTROS INSTRUMENTOS QUE PERMITAN VERIFICAR LA EJECUCIÓN Y EFICACIA DE LAS MEDIDAS

Este Capítulo del PdR da cumplimiento al artículo 19 letra j) del Reglamento, que establece como contenido mínimo del PdR, un programa de seguimiento de las medidas propuestas y de las variables ambientales relevantes, incluyendo indicadores y reportes periódicos, entre otros instrumentos que permitan verificar la ejecución y eficacia de las medidas.

Contenido del Programa de Seguimiento

El programa de seguimiento propuesto proporciona información relevante sobre la ejecución del PdR, detallando el seguimiento del que será objeto cada medida y el componente ambiental dañado, especificándose los puntos de muestreo, los parámetros que se medirán y la frecuencia de las mediciones.

Se adopta un enfoque de manejo adaptativo (Gann et al. 2019), por el cual se busca incorporar a la restauración ecológica un proceso de aprendizaje, buscando detectar aquellas situaciones donde no se alcanzan los resultados esperados, lo que permitirá corregir o modificar las medidas respectivas.

En efecto, las actividades de monitoreo permitirán comprobar que los componentes ambientales son reparados en los términos propuestos y exigidos por la normativa. En situaciones en que dicha reparación no se logre en los términos previstos, se proponen los mecanismos para proponer y aprobar medidas correctivas al PdR, conforme se detalla en esta sección. En todo caso, se contempla informar de la situación a la SMA, proponiendo la modificación o medida correctiva respectiva a implementar, la que deberá ser aprobada por dicha autoridad.

Por una parte, la frecuencia de los muestreos se establece para cada medida; dicha frecuencia de muestreo depende de las características y dinámica del componente ambientales, encontrándose componentes cuya frecuencia de muestreo es mensual a otros en los que dicha frecuencia de muestreo es anual.

Reportes

El seguimiento del PdR incluye **informes semestrales de avance, un informe final de medida y un informe final de cumplimiento**.

Debido al diferente ritmo de recuperación de los componentes afectados, el mencionado informe final de cumplimiento se emitirá para cada medida al final del período de seguimiento establecido, elaborándose al final del período de seguimiento del PdR un informe final de cumplimiento conjunto que recopile la información relativa a todos los componentes ambientales.

Este **informe final de cumplimiento**, contendrá, al menos, los siguientes contenidos:

- Los resultados obtenidos en el programa de seguimiento para cada medida de reparación, incluido los resultados de las variables ambientales que se busca reparar.
- Las modificaciones y contingencias que hayan afectado la ejecución del PdR, incluida en su caso, la aplicación de las medidas correctivas correspondientes, las que en todo caso, serán aprobadas por la SMA.

La entrega de los **reportes de avance de cumplimiento** a la SMA se efectuará en el plazo de 15 días hábiles a partir de la fecha de término del periodo reportado. El **informe final para cada medida** de reparación se entregará en el plazo de 1 mes, contados desde el término del plazo para la ejecución de la medida. Finalmente, el **informe final de cumplimiento del PdR**, se entrega en el plazo de 2 meses contados desde el término del PdR.

A continuación, se presenta el programa de seguimiento propuesto para cada medida de reparación:

Tabla 12-1. Seguimiento Medida N°1 (In situ)

Seguimiento 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.	
Componente(s), función (es) ecosistémico, servicio (s) ecosistémico objeto de seguimiento o monitoreo	Suelo
Objetivo	Evaluar la evolución de los parámetros de calidad de suelo, estabilidad de los taludes y geoformas del área intervenida con el fin de iniciar la restauración de los servicios ecosistémicos asociados al componente
Descripción	<p><u>Suelo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará un monitoreo de las propiedades asociadas a la calidad del suelo, con el objetivo de verificar el reestablecimiento de las propiedades del suelo conforme al uso de suelo Clase VII. • Se realizarán mediciones en terreno de profundidad efectiva (penetración de raíces de flora y vegetación herbácea) con el objetivo de verificar el reestablecimiento de las propiedades del suelo conforme al uso de suelo Clase VII, en su proceso inicial de restauración. • Se monitoreará la estructura y presencia de macrofauna edáfica, con el objetivo de verificar el reestablecimiento de las propiedades del suelo conforme al uso de suelo Clase VII, en su proceso inicial de restauración. <p><u>Taludes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará la medición de estabilidad de taludes a través del monitoreo continuo con equipos de geotecnia (radar) con el objetivo de verificar el estado de erosión del talud. • Se realizará el monitoreo del prendimiento de vegetación natural en coberturas de taludes a través de inspecciones visuales realizada por un geólogo, con el objetivo de verificar el inicio del crecimiento de flora y vegetación herbácea.
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Los puntos de medición/control se distribuyen en el área a intervenir y se identifican según la medida ejecutada.

Seguimiento 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.

Tabla 12-2. Puntos de monitoreo suelo

Suelo	Coordenada (m) WGS84 huso 19s	
	Este	Norte
S1	314.556	6.382.029
S2	314.493	6.381.910
S3	314.352	6.381.985
S4	314.397	6.382.078
S5	314.318	6.382.265
S6	314.683	6.381.721

Fuente: Gac.

Tabla 12-3. Puntos de monitoreo de taludes

Talud	Coordenada (m) WGS84 huso 19s	
	Este	Norte
T1	314.372	6.382.169
T2	314.416	6.382.698
T3	314.502	6.382.472
T4	314.501	6.382.355
T5	314.819	6.382.586
T6	314.379	6.382.490

Fuente: GAC

Parámetros a monitorear o medir

Suelo:

- Profundidad
- Estructura
- Textura
- Da
- Agua aprovechable
- Presencia de macrofauna edáfica
- Salinidad
- Alcanilidad
- Sodicidad
- pH
- CE
- Materia orgánica
- Nitrógeno
- Fosforo
- Potasio
- Hierro
- Manganeso

Seguimiento 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.	
	<ul style="list-style-type: none"> • Zinc • Cobre • Boro. <p><u>Talud:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de detritos al pie del talud • Existencia de escorrentías en el talud • Afloramientos de nivel freático • Desarrollo de cárcavas • Desarrollo de surcos • Zonas de desmantelamiento talud • Crecimiento de vegetación en talud. <p>Lo anterior será sometido a análisis que determinará el estado de erosión del talud, el cual puede ser valorado como deterioro erosivo menor o ausente, moderado o avanzado (grave)</p>
Duración y frecuencia de la medición o monitoreo	<p><u>Duración:</u> 9 años, después de ejecutadas las actividades de mejoramiento y mejoramiento de taludes.</p> <p><u>Frecuencia:</u></p> <p>Suelo: Debido a a lenta evolución de los parámetros del suelo, se realizarán mediciones cada 2 años. Esto significa que se realizarán mediciones al año 3, 5 y 7 del PdR del cronograma de ejecución del proyecto.</p> <p>Taludes: Se realizará un monitoreo mensual los primeros 2 años (Años 2 y 3 del PdR) luego serán trimestrales por 2 años más (Año 4 y 5 del PdR), y los últimos 4 años serán anuales (Año 6 al 10 del PdR)</p>
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	<p><u>Suelo:</u> Para el monitoreo de suelo, se realizarán calicatas que permitan realizar las mediciones de los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profundidad • Estructura • Textura • Da • Agua aprovechable • Macrofauna edáfica • Salinidad • Alcanilidad • Sodicidad • pH • CE • Materia Orgánica • Nitrógeno • Fosforo • Potasio

Seguimiento 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.

- Hierro
- Manganeso
- Zinc
- Cobre
- Boro.

Taludes: Un equipo de trabajo liderado por un geólogo realizará mediciones, para lo cual utilizará entre otros equipos, GPS de corrección diferencial tipo RTK y realizará observaciones visuales de ciertos parámetros de inestabilidades: Parámetros de procesos erosivos y parámetros de Colapsos Gravitacionales.

A través de matrices de jerarquización de inestabilidades, donde a cada observación asignará valores dependiendo de los rangos de clasificación, se obtendrá un grado de deterioro (mayor, moderado, cero o menor).

Tabla 12-4. Clasificación de parámetros de procesos erosivos a partir de matrices

Clasificación de estado de erosión de talud	
Grado de deterioro erosivo	Rango
Deterioro Mayor	30-55
Deterioro Moderado	15-30
Deterioro erosivo menor	0-15

Fuente: Icafal, 2012

Tabla 12-5. Clasificación del grado de estabilidad de taludes a partir de matrices

Clasificación de estado de erosión de talud	
Grado de estabilidad	Rango
Muy inestable	30-55
Inestable	5-30
Parcialmente estable	0-5

Fuente: Icafal, 2012

Con las medidas de reparación comprometidas se busca contar con taludes estabilizados con sistemas de control y estabilidad ejecutado con pendientes menores al 45%, controlando la erosión a un estándar de deterioro erosivo menor y parcialmente estable.

Impedimentos

1. **Eventos de precipitaciones extremas:** Se informará a la SMA los eventos de precipitaciones extremas que alteren o detengan la

Seguimiento 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.													
	<p>ejecución de la medida, presentando un cronograma actualizado.</p> <p>2. Eventos sísmicos que puedan desestabilizar los taludes: Se informará a la SMA la ocurrencia del evento sísmico que altere o detenga la ejecución de la medida, presentando un cronograma actualizado.</p>												
Indicador de eficacia de las medidas de reparación	<p>Mejoramiento de suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Suelo mejorado con las siguientes características de un suelo clase VII : <ul style="list-style-type: none"> Profundidad de al menos 20 cm de profundidad (Suelo muy delgado) Pendientes menor a 45%. Pedregosidad: Moderada (15 a > 35% de piedras y 20 a > 40 % de gravas) Drenaje: Imperfecto a excesivamente drenado. Textura: Arenoso gruesa arcillosa (a g A) Agua aprovechable: Buena (12 a < 18 cm c.a) Erosión: Muy severa. Suelo mejorado con las siguientes características físico-químicas: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Característica</th> <th>Umbral</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alcalinidad</td> <td>Fuertemente calcáreo</td> <td>10 a 25 %</td> </tr> <tr> <td>Salinidad</td> <td>Extremadamente salino</td> <td>12 o más (dS m⁻¹)</td> </tr> <tr> <td>Sodicidad</td> <td>Fuertemente sódico</td> <td>18 a 28%</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 75% de cobertura vegetal natural (regeneración natural) a alcanzar al término de ejecución del PdR. <p>Estabilización y remodelación de taludes: Taludes estabilizados con sistemas de control y estabilidad ejecutado con pendientes menores al 45%, controlando la erosión a un estándar de deterioro erosivo menor y parcialmente estable.</p>	Parámetro	Característica	Umbral	Alcalinidad	Fuertemente calcáreo	10 a 25 %	Salinidad	Extremadamente salino	12 o más (dS m ⁻¹)	Sodicidad	Fuertemente sódico	18 a 28%
Parámetro	Característica	Umbral											
Alcalinidad	Fuertemente calcáreo	10 a 25 %											
Salinidad	Extremadamente salino	12 o más (dS m ⁻¹)											
Sodicidad	Fuertemente sódico	18 a 28%											
Medios de verificación y Reporte	<p>Informe de seguimiento de suelo, que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> Superficies reparadas Enmiendas utilizadas Identificación de puntos de muestreo Descripción de calicatas Resultados del muestreo de suelo Análisis de resultados 												

Seguimiento 1: Mejoramiento de suelo y estabilización de taludes del ecosistema afectado en una superficie total 20,37 ha.	
	<ul style="list-style-type: none"> Registro fotográfico fechado y georreferenciado y respaldos contables de las actividades realizadas <p>Informe de seguimiento de taludes, que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> Superficies enmendadas Medidas de control implementadas. Monitoreo de parámetros de estabilidad de taludes . Registro fotográfico fechado y georreferenciado de las actividades realizadas.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	<ul style="list-style-type: none"> Los resultados de monitoreos comprometidos se reportarán el informe de avance semestral de cumplimiento del PdR, en el plazo establecido. El informe final del PdR entregará el análisis de los resultados de eficacia las medidas de reparación implementadas.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No aplica.

Fuente: GAC

Tabla 12-6. Seguimiento Medida 2 (In situ)

Seguimiento medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 del ecosistema vegetacional afectado	
Componente(s), función (es) ecosistémico, servicio (s) ecosistémico objeto de seguimiento	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad</p> <p>Función ecosistémica: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de las flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo	Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si la restauración ecológica pudo restablecer las propiedades básicas

Seguimiento medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 del ecosistema vegetal afectado	
	del área dañada para proveer los servicios ecosistémicos afectados.
Descripción	<p>Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si la restauración ecológica pudo restablecer el área dañada en sus propiedades básicas o a una calidad similar, en un estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados.</p> <p>Para ello, se realizarán las actividades de monitoreo, que permitirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el prendimiento de la plantación. • Medición de la cobertura vegetal. • Monitorear la presencia de fauna nativa en el área de la medida. • Medición de parámetros que den cuenta de presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros y estándares de calidad comprometidos en la medida 1.
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	El seguimiento se realizará en la misma superficie de implementación de la medida.
Parámetros a monitorear o medir	<p>Parámetros para caracterizar el estado y evolución de la plantación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenología: Crecimiento vegetativo / Floración/ Fructificación/ Senescente • Vigor: Muerto/ Regular/ Normal/ Individuo vigoroso • Presencia de daños: Sin daño aparente/ presencia de daño mecánico / presencia de daño biológico • Cobertura vegetal <p>En el último monitoreo se realizará además la medición de presencia de fauna nativa en el sitio y la presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros y estándares de calidad comprometidos en la Medida 1</p>
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	<p>La evaluación de prendimiento será llevado a través de un censo donde se revisarán todas las plantas incorporadas en la plantación. Esta evaluación contendrá el análisis para cada ejemplar objeto de monitoreo conforme a los parámetros de fenología, vigor y presencia de daños, junto a información de detalle del número de individuos replantados.</p> <p>Esta evaluación se realizará entre los meses de enero y abril de cada año de ejecución del PdR, se evaluará el prendimiento de la reforestación efectuadas el año anterior. En caso que la plantación tengan menos de 4 meses, se evaluará el prendimiento al año siguiente.</p>

Seguimiento medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 del ecosistema vegetacional afectado	
	<p>En el supuesto de verificarse una sobrevivencia inferior al 75%, se ejecutarán los replantes asociados. Los replantes se realizarán con posterioridad a las evaluaciones de prendimiento, entre los meses de mayo a septiembre de cada año.</p> <p>La medición de la cobertura vegetacional se realizará, semestralmente, mediante parcelas de 100 m², de representatividad estadística.</p> <p>El monitoreo de fauna silvestre se realizará los años 9 y 10 del PdR, y considera la implementación de transectos para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de observación de aves, instalación de trampas cámaras, captura de micromamíferos mediante trampas Sherman, playback para rapaces nocturnas e instalación de dispositivo grabador de ultrasonidos para quirópteros. Asimismo, se considera la revisión de pircas para establecer tasa de ocupación de estas, la revisión de casas nidaderas para establecer tasa de nidificación y observación de perchas para establecer tasa de ocupación.</p> <p>El monitoreo del suelo se efectuará el año 9 del PdR, conforme a los parámetros y estándares definidos en la medida 1.</p>
Impedimentos	<p>1. Evento excepcional y anormal, que afecte la disponibilidad de plántulas para la plantación, dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incendios que afecten los lugares de colecta y de producción (viveros), y en este último caso, aún implementadas medidas de prevención de incendios, • Escasez temporal de semillas de especies nativas, que afecten el aprovisionamiento de los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto; o • Baja tasa de germinación de semillas, o alta tasa de mortalidad de plántulas, en los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto. <p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento y cronograma actualizado para la ejecución de la acción.</p> <p>2. Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las plantaciones existentes; o

Seguimiento medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 del ecosistema vegetacional afectado	
	<ul style="list-style-type: none"> incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de plantación, aún implementadas medidas de prevención de incendios. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>3.Si al cabo de 3 años de efectuada la plantación, el prendimiento es menor a 75%. En caso de concurrencia del impedimento se propondrá a la SMA aumentar la superficie de las medidas complementarias (5 o 6), en base a un programa de implementación. Este ajuste de medida será aprobado por la SMA.</p>
Indicador de eficacia de la medida.	<ul style="list-style-type: none"> Prendimiento igual o superior al 75% de individuos establecidos vivos, al término del PdR. Existencia de una nueva formación vegetacional en el área intervenida con una superficie de 6,78 hectáreas, dominada principalmente por especies arbóreas y con la presencia de la especie en categoría de conservación <i>Porlieria chilensis</i>, con 75% de cobertura vegetacional a alcanzar al término de ejecución del PdR. Presencia de fauna nativa en el área de la medida con, al menos, un tercio de las 27 especies identificadas en el estado básico. Presencia de suelo con capacidad de sustentar biodiversidad conforme a los parámetros comprometidos en la medida 1
Duración y frecuencia de la medición/monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de la medida reparación: Semestral a partir de la notificación del PdR y durante toda su vigencia. Evaluación de prendimiento: Anual, a partir del año 4 del PdR y durante toda su vigencia Evaluación de cobertura vegetacional: Semestral, a partir del 4 año del PdR y durante toda su vigencia. Evaluación de presencia de fauna: Estacional, el año 10 del PdR. Suelo con capacidad para sustentar biodiversidad: Por una sola vez, el año 9 del PdR.
Medios de verificación y Reporte	<ul style="list-style-type: none"> Informes semestrales de avance actividades preparatorias de la plantación ejecutadas en el periodo informado

Seguimiento medida 2: Restauración ecológica in situ de 6,78 del ecosistema vegetal afectado	
	<ul style="list-style-type: none"> • Informes semestrales de avance de las actividades de producción de plántulas, que incluya registros fotográficos fechados y georreferenciados, un inventario general de plántulas disponibles, y el detalle del número de plántulas despachadas o movilizadas, en el periodo reportado. • Informes semestrales de avance de las actividades de reforestación, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. • Informes anuales que entreguen el detalle de la evaluación de prendimiento (que incluya información de fenología, vigor y presencia de daños) y el detalle del número de individuos replantados. • Informes semestrales de medición de cobertura vegetal • Informes de monitoreo de fauna estacionales para año 9 y 10 del PdR. • Informe de monitoreo de suelo para el año 9 del PdR.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Los informes de monitoreo comprometidos se entregarán en los Reportes de Avances Semestrales del PdR, y la evaluación final de la eficacia de las medidas comprometidas se entregará en el Informe Final del PdR.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No aplican.

Fuente: GAC

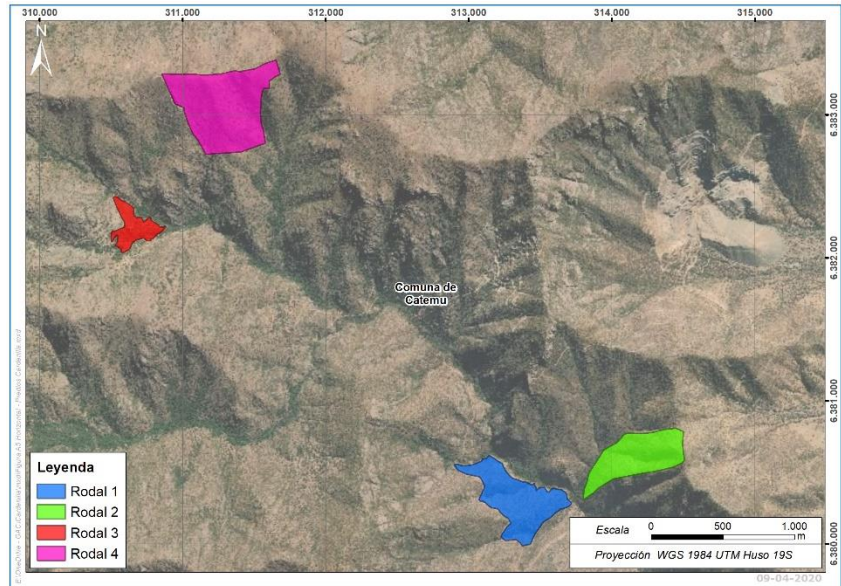
Tabla 12-7. Seguimiento Medida N°3 (Ex Situ)

Seguimiento Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón		
Componente(s), función (es) ecosistémico, servicio (s) ecosistémico objeto de seguimiento		<p>Componente: Fauna silvestre</p> <p>Funciones ecosistémicas: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética, y control biológico.</p>

Seguimiento Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón																		
	Servicios ecosistémicos: Refugio para poblaciones de fauna silvestre, conservación de la biodiversidad, regulación de la dinámica trófica de las poblaciones.																	
Objetivo	Evaluar el estado de la fauna silvestre presente en los rodales propuestos y ver como las acciones propuestas para la restauración ecológica han favorecido la abundancia y riqueza de fauna nativa.																	
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> De manera previa a la implementación de la restauración ecológica, se realizarán dos campañas, en épocas contrastantes, que den cuenta del estado previo de las áreas propuestas y que servirán de base para comparar con los valores obtenidos de manera posterior a la restauración, al final de ambas campañas se emitirá un informe que dé cuenta de los resultados obtenidos. Se realizarán monitoreos estacionales durante 5 años, para todas las clases de vertebrados terrestres, para de esta manera obtener la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies presentes en cada área. En este monitoreo deberá ponerse especial énfasis en el uso de las pircas por reptiles y micromamíferos y de los elementos incorporados para favorecer la nidificación de aves. El monitoreo se propone estacional para poder evaluar las fluctuaciones en los parámetros ecológicos a medir. Una vez finalizada cada campaña de monitoreo, se emitirá un informe que dé cuenta de los resultados obtenidos. 																	
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	<p>Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu, específicamente, en los rodales 1, 2, 3 y 4.</p> <p>A continuación, en la Tabla 12-8 se indican las coordenadas de cada rodal y en la Figura 12-1 se muestra la representación gráfica de esto.</p> <p>Tabla 12-8. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>311321</td> <td>6382981</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: GAC</p>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603	3	310662	6382187	4	311321	6382981
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S																	
	Este	Norte																
1	313352	6380307																
2	314228	6380603																
3	310662	6382187																
4	311321	6382981																

Seguimiento Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Figura 12-1. Representación gráfica de la ubicación de los rodales



Parámetros a monitorear o medir

- Los parámetros a monitorear o medir son los siguientes:
- Parámetros ecológicos (riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies)
 - Ocupación de pircas
 - Nidificación de aves
 - Ocupación de perchas

Indicadores de eficacia de la medida

- Aumento de los parámetros ecológicos de abundancia, en un 20%, y riqueza, en un 10%, respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.
- Ocupación de, al menos, 50% de las pircas construidas por réptiles y roedores, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.
- Nidificación de aves en, al menos, 50% de las casas anidaderas instaladas, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.
- Ocupación de las perchas instaladas por aves rapaces en, al menos, 50%, con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida de reparación.

Duración y frecuencia de la medición/monitoreo

Duración: el monitoreo tiene una duración de 4 años a partir del año 3 del PdR.
Frecuencia: los monitoreos se desarrollarán de forma estacional.

Seguimiento Medida N°3: Mejora de hábitat de fauna silvestre en 75,8 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	<p>Para la medición de cada parámetro se consideran las siguientes metodologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la medición de los parámetros ecológicos se consideran la implementación de transectos para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de observación de aves, instalación de trampas cámaras, captura de micromamíferos mediante trampas Sherman, playback para rapaces nocturnas e instalación de dispositivo grabador de ultrasonidos para quirópteros. • Revisión de pircas para establecer tasa de ocupación de estas. • Revisión de casas anidaderas para establecer tasa de nidificación. • Observación de perchas para establecer tasa de ocupación.
Impedimentos	Evento natural excepcional y anormal tales como, incendios, sismos, enfermedades de fauna, que pueden afectar la morfología de los rodales y la presencia de fauna, impidiendo la ejecución de la medida o su éxito. La concurrencia del impedimento se informará a la SMA en el reporte semestral respectivo, acompañando antecedentes comprobables que den cuenta de su ocurrencia, junto con la actualización del cronograma y medidas a implementar.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Los resultados de los seguimientos y monitoreos comprometidos se entregarán en los reportes de avances semestrales del PdR. El análisis de éxito de la medida se entregará en el Informe Final de Cumplimiento del PdR.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	Se requiere contar con un permiso de captura (PAS 146 del Reglamento del SEIA), conforme se detalla en el Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

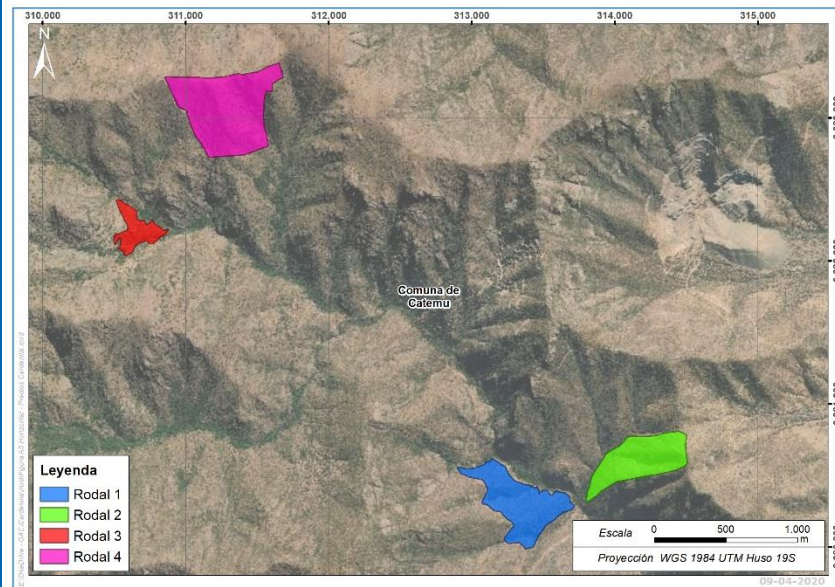
Tabla 12-9. Seguimiento Medida N°4

Seguimiento Medida N°4 Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)	
Componente(s), función (es) ecosistémico (s), servicio (s) ecosistémico (s) objeto de seguimiento	<p>Componente: Fauna silvestre</p> <p>Funciones ecosistémicas: Mantenimiento del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética, y control biológico.</p>

Seguimiento Medida N°4 Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)																		
	Servicios ecosistémicos: Refugio para poblaciones de fauna silvestre, conservación de la biodiversidad, regulación de la dinámica trófica de las poblaciones.																	
Objetivo	El objetivo del monitoreo es evaluar a las poblaciones de roedores y lagomorfos exóticos y determinar si la implementación de la medida ha provocado la disminución en su densidad y abundancia.																	
Descripción.	De manera previa a la implementación de la medida se realizarán dos campañas, en épocas contrastantes, que den cuenta de la presencia de roedores y lagomorfos en los rodales 1, 2, 3 y 4. Al final de ambas campañas se emitirá un informe que dé cuenta de los resultados obtenidos. Los monitoreos se desarrollarán de forma estacional durante 2 años.																	
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	<p>Rodales 1, 2, 3 y 4, ubicados en el Predio Cerros de Secano (Comunidad Colonia Nueva) en el sector de Sol y Lluvia en las serranías al noroeste de la localidad de El Seco, Comuna de Catemu.</p> <p>A continuación, en la Tabla 12-10 se indican las coordenadas de cada rodal y en la Figura 12-2 se muestra la representación gráfica de esto.</p> <p>Tabla 12-10. Coordenadas áreas de implementación de la medida.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Rodal</th> <th colspan="2">Coordenadas UTM WGS 84 H19S</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>313352</td> <td>6380307</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>314228</td> <td>6380603</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>310662</td> <td>6382187</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>311321</td> <td>6382981</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: GAC</p>	Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S		Este	Norte	1	313352	6380307	2	314228	6380603	3	310662	6382187	4	311321	6382981
Rodal	Coordenadas UTM WGS 84 H19S																	
	Este	Norte																
1	313352	6380307																
2	314228	6380603																
3	310662	6382187																
4	311321	6382981																

Seguimiento Medida N°4 Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)

Figura 12-2. Representación gráfica de la ubicación de los rodales



Fuente: GAC

<p>Parámetros a monitorear o medir</p>	<p>Los parámetros a medir son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad y abundancia de especies introducidas (roedores y lagomorfos) • Presencia de restos de roedores introducidos y lagomorfos en egagrópilas de rapaces. • Tasa de captura de roedores durante capturas con trampas Sherman
<p>Indicadores de cumplimiento de la medida</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la densidad y abundancia en un 20% con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida. • Presencia de restos de roedores introducidos y lagomorfos en egagrópilas de rapaces obtenidas dentro de los rodales. • Disminución de un 25% en la tasa de captura con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida.
<p>Duración y frecuencia de la medición o monitoreo</p>	<p><u>Duración:</u> el monitoreo tiene una duración de dos años a partir de la implementación total de la medida (Años 5 y 6 del PdR)</p> <p><u>Frecuencia:</u> los monitoreos se desarrollarán de forma estacional.</p>
<p>Método o procedimiento de medición de cada parámetro</p>	<p>Para la medición de cada parámetro se consideran las siguientes metodologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la medición de los parámetros propuestos se considera la disposición de trampas Sherman (en número a definir por especialista). • Búsqueda de egagrópilas y posterior análisis.
<p>Impedimentos</p>	<p>Evento natural excepcional y anormal tales como, incendios, sismos, plagas, que pueden afectar la morfología de los rodales y la presencia de fauna, impidiendo la ejecución de la medida o su éxito. La concurrencia del impedimento se informará a la SMA en el reporte semestral respectivo,</p>

Seguimiento Medida N°4 Control biológico de especies introducidas en los rodales de la Medida 3 (75,8 ha)	
	acompañando antecedentes comprobables que den cuenta de su ocurrencia, junto con la actualización del cronograma y medidas a implementar.
Indicador de eficacia de la medida de reparación	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la densidad y abundancia de roedores y lagomorfos, en un 20% con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida. Presencia de restos de roedores introducidos y lagomorfos en egagrópilas de rapaces obtenidas dentro de los rodales. Disminución de 25% en la tasa de captura con respecto a los valores obtenidos en las campañas previas a la implementación de la medida
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Los resultados de los seguimientos y monitoreos comprometidos se entregarán en los reportes de avances semestrales del PdR. El análisis de éxito de la medida se entregará en el Informe Final de Cumplimiento del PdR.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	Se requiere contar con un permiso de captura (PAS 146), según se detalla en Capítulo 17 del PdR.

Fuente: GAC

Tabla 12-11. Seguimiento Medida N°5 (Ex situ)

Seguimiento 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Componente(s), función ecosistémico, ecosistémico seguimiento	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad.</p> <p>Función ecosistémica: Mantención del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de las flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo	El objetivo es medir las mejoras en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios objeto de la medida de reparación.

Seguimiento 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Descripción	Seguimiento de indicadores de mejora de las variables de conservación de la biodiversidad de los sitios objeto de la medida
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Los puntos de control o puntos de muestreo serán definidos en los estudios de detalle de línea de base comprometidos en la medida. Los puntos de muestreo deben ser representativos estadísticamente.
Parámetros a monitorear/medir	<p>El monitoreo considera el seguimiento de variables o indicadores de conservación de biodiversidad, en forma semestral y durante 9 años. Los resultados de monitoreo se compararán con la situación base sin la aplicación de la medida.</p> <p>Como se indicó, se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios, que considerarán, al menos, los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetal azonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Aumento de aporte de hojarasca al suelo. • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>El monitoreo de estas variables se podrá realizar a través de parcelas de muestreo forestal y sus resultados se compararán con las mediciones realizadas en parcelas testigos, que se encontrarán fuera de los sitios a proteger y que tengan las mismas condiciones fisiográficas.</p>
Indicador de eficacia de la medida	<p>Se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar la mejora en el estado de conservación de biodiversidad de los sitios para los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetal azonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Aumento de aporte de hojarasca al suelo.

Seguimiento 5: Creación de un área de conservación de formación vegetales en una superficie de 38,3 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<ul style="list-style-type: none"> • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>Se considerará exitosa la medida si se alcanza, al menos, 3 de estos indicadores. Los estudios de detalle de línea de base prodrán identificar nuevos indicadores de eficacia, los cuales serán validados por la SMA para su medición y evaluación de eficacia.</p>
Duración y frecuencia de la medición/monitoreo	Monitores semestrales durante 9 años, a partir del año 2 del PdR. En dichos monitoreos se registrará los cambios en los indicadores propuestos.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	El levantamiento de información podrá ser llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo de 100 metros cuadrados, que sean estadísticamente representativas. Cada parcela objeto de monitoreo será evaluado en base a los parámetros mencionados anteriormente.
Impedimentos	<p>Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las formaciones vegetacionales existentes; o • incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de las formaciones vegetacionales. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a los resultados del seguimiento o evolución de la medida, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	Debido a la conservación del sitio y la instalación del cerco, podrían existir un aumento de animales de menor tamaño, debido que sus depredadores no pueden ingresar. En caso de observar un aumento de ese tipo, se revisarán las hebras del cerco con la finalidad de que puedan ingresar animales de mayor tamaño o bien, se aplican otras medidas correctivas, que serán informadas a la SMA en el informe semestral de avance del PdR.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Los resultados de monitoreos efectuados se informará en los reportes de avance semestrales del PdR. La evaluación de eficacia de la medida se realizará en el Informe Final de Cumplimiento del PdR.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No se requieren ningún permiso o pronunciamiento sectorial.

Fuente: GAC

Tabla 12-12. Seguimiento Medida N°6

Seguimiento 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Componente(s) ambiental(es), función (es) y servicio (s) ecosistémico (s) afectado	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad.</p> <p>Función ecosistémica: Mantención del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de las flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo	Verificar la existencia de una formación vegetacional con una nueva superficie de bosque de preservación con presencia de <i>Porlieria chilensis</i> , con propiedades básicas o similares, en su estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad.
Descripción	<p>Evaluar la evolución de la plantación con el fin de determinar si con la implementación de medida de reparación se generó una nueva superficie de bosque de preservación con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, con propiedades básicas o similares, en su estado inicial, para proveer los servicios ecosistémicos afectados, principalmente, la conservación de la biodiversidad. para ello, se realizarán las actividades de monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará un seguimiento de las actividades de la medida de reparación. • Se evaluará el prendimiento de la plantación, anualmente, mediante censo, entregando el detalle información de fenología, vigor y presencia de daños, junto a información de detalle del número de individuos replantados. • Se monitoreará el aumento de la cobertura vegetacional de la superficie a enriquecer • Se monitoreará el aumento de presencia de fauna nativa en el área de la medida.
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	La ubicación del seguimiento será en la misma superficie donde se realizará la medida, cuya superficie es 37,5 ha. Los puntos de control o puntos de muestreo serán definidos por los

Seguimiento 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	profesionales a cargo. Los puntos de muestreo deben ser representativos estadísticamente.
Parámetros a monitorear/medir	<p>El seguimiento de las actividades de la medida de reparación considerará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avance actividades preparatorias ejecutadas en el periodo reportado • Avance de las actividades de producción de plántulas en el periodo reportado. • Informes de avance de las actividades de reforestación, que entreguen el detalle del área reforestada, incluyendo rodales, superficie, especies plantadas, densidad de plantación, coberturas, medidas de protección, ubicación, plazos e información cartográfica en formato Shape, y especies plantadas, para el periodo reportado. <p>Para el seguimiento de la plantación los parámetros para caracterizar el estado y evolución serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenología: Crecimiento vegetativo / Floración/ Fructificación/ Senescente • Vigor: Muerto/ Regular/ Normal/ Individuo vigoroso • Presencia de daños: Sin daño aparente/ presencia de daño mecánico / presencia de daño biológico • Cobertura vegetal <p>Adicionalmente, se realizará además el monitoreo estacional de presencia de fauna nativa en el área a enriquecer, en los años 9 y 10 del PdR. Los parámetros a monitorear son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros ecológicos (riqueza, abundancia, densidad y diversidad de especies) • Ocupación de pircas • Nidificación de aves • Ocupación de perchas
Duración y frecuencia de la medición/monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de la medida reparación: Semestral a partir de la notificación del PdR y durante toda su vigencia. • Evaluación de prendimiento: Anual a partir del año 4 del PdR y durante toda su vigencia • Evaluación de cobertura vegetal: Anual a partir del 4 año del PdR y durante toda su vigencia. • Evaluación de presencia de fauna: Estacional, los años 9 y 10 del PdR.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Evaluación de prendimiento: El levantamiento de información será llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo, el cual

Seguimiento 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>deberá ser estadísticamente representativo. Cada ejemplar objeto de monitoreo será evaluado en base a los parámetros de fenología, vigor y presencia de daños. Esta evaluación se realizará entre los meses de enero y abril de cada año de ejecución del PdR, se evaluará el prendimiento de la reforestación efectuadas el año anterior. En caso que la plantación tengan menos de 4 meses, se evaluará el prendimiento al año siguiente. En el supuesto de verificarse una sobrevivencia inferior al 75%, se ejecutarán los replantes asociados. Los replantes se realizarán con posterioridad a las evaluaciones de prendimiento, entre los meses de mayo a septiembre de cada año.</p> <p><u>Medición de la cobertura vegetal y presencia de bosque de preservación con presencia de Porlieria chilensis.</u> se realizará, mediante parcelas de 100 m2, representativas estadísticamente.</p> <p><u>Monitoreo de fauna silvestre</u> se realizará los años 9 y 10 del PdR, y considera las siguientes metodologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la medición de los parámetros ecológicos se consideran la implementación de transectos para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de observación de aves, instalación de trampas cámaras, captura de micromamíferos mediante trampas Sherman, playback para rapaces nocturnas e instalación de dispositivo grabador de ultrasonidos para quirópteros. • Revisión de pircas para establecer tasa de ocupación de estas. • Revisión de casas anidaderas para establecer tasa de nidificación. • Observación de perchas para establecer tasa de ocupación.
Impedimentos	<p>1.Evento excepcional y anormal, que afecte la disponibilidad de plántulas para la plantación, dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incendios que afecten los lugares de colecta y de producción (viveros), y en este último caso, aún implementadas medidas de prevención de incendios, • Escasez temporal de semillas de especies nativas, que afecten el aprovisionamiento de los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto; o • Baja tasa de germinación de semillas, o alta tasa de mortalidad de plántulas, en los lugares de colecta y producción (viveros), justificada en base a un informe de experto. <p>Se informará de la concurrencia del impedimento en el reporte semestral respectivo, acompañando registro fotográfico, correos</p>

Seguimiento 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
	<p>electrónicos, informe de experto de escasez hídrica, incendio, de escasez de semillas, aumento en la tasa de mortalidad, o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento y cronograma actualizado para la ejecución de la acción.</p> <p>2. Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plagas que afecten más de un 20% de las plantaciones existentes; o • incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de plantación, aún implementadas medidas de prevención de incendios. <p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>3. Si al cabo de 3 años de efectuada la plantación, el prendimiento es menor a 75%. En caso de concurrencia del impedimento se propondrá a la SMA implementar la medida en un sitio alternativo en base a un programa de implementación. Este ajuste de medida será aprobado por la SMA.</p>
Indicador de eficacia de la medida	<ul style="list-style-type: none"> • Prendimiento igual o superior al 75% de individuos establecidos vivos, al término del PdR. • Existencia de nueva superficie de bosque nativo de preservación, con presencia de <i>Porlieria chilensis</i>, con una densidad de 300 plantas por ha. • Aumento de cobertura vegetal de 30% comparado con la línea de base detallada de los estudios comprometidos. • Aumento de presencia de fauna nativa en el área de la medida en 20% consideradas las especies identificadas en los estudios de línea de base comprometidos. <p>Los estudios de detalle de línea de base prodrán identificar nuevos indicadores de eficacia de la medida comprometida, los cuales serán validados por la SMA para su uso en la medición y evaluación de la eficacia la medida.</p>
Plazo y frecuencia de entrega de informes	<p>Los resultados de monitoreos efectuados se informará en los reportes de avance semestrales del PdR. La evaluación de eficacia de la medida se realizará en el Informe Final de Cumplimiento del PdR.</p>

Seguimiento 6: Enriquecimiento de hábitat degradados en una superficie de 37,5 ha en el Sitio Prioritario Cordillera El Melón	
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No se requieren ningún permiso o pronunciamiento sectorial.

Fuente: GAC

Tabla 12-13. Seguimiento Medida N°7 (Ex situ)

Seguimiento 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
Componente(s), función (es) ecosistémico, servicio (s) ecosistémico objeto de seguimiento	<p>Componente: Suelo, Flora y Vegetación y Biodiversidad.</p> <p>Función ecosistémica: Mantención del ciclo de vida de las especies, conservación de la diversidad biológica y genética de las flora y vegetación, almacenamiento de carbono, protección de recursos de agua, control de erosión del suelo y retención de sedimento, generación, renovación y fertilidad de los suelos, movimiento de gametos florales, producción de materias primas, suministro de agua.</p> <p>Servicios ecosistémico: Refugio para poblaciones de flora, conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación de los flujos de agua, retención de suelo, formación de suelo, polinización, construcción y fabricación (madera), combustible y energía (leña), forraje y fertilizante, y agua.</p>
Objetivo	Evaluar el establecimiento de la zona resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres del Plan de Reparación y la mejora de indicadores de biodiversidad en esta área.
Descripción	Seguimiento de indicadores de estado de biodiversidad en la zona de resguardo y amortiguación
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Los puntos de control o puntos de muestreo serán definidos en los estudios de detalle de línea de base comprometidos en la medida. Los puntos de muestreo deben ser representativos estadísticamente.
Parámetros a monitorear/medir	El monitoreo considera el seguimiento de variables o indicadores de protección y amortiguación de conservación de biodiversidad, en forma semestral y durante 9 años. Los resultados de monitoreo se compararán con la situación base sin la aplicación de la medida. Como se indicó, se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora en el estado de resguardo de conservación de biodiversidad de los sitios, que considerarán, al menos, los siguientes indicadores:

Seguimiento 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetacional azonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Aumento de aporte de hojarasca al suelo. • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>El monitoreo de estas variables se podrá realizar a través de parcelas de muestreo forestal y sus resultados se compararán con las mediciones realizadas en parcelas testigos, que se encontrarán fuera de los sitios a resguardar y que tengan las mismas condiciones fisiográficas.</p>
Indicador de eficacia de la medida	<p>Se considerarán los resultados de los estudios de línea de base de detalle comprometidos para determinar los indicadores de mejora del estado de la biodiversidad de la zona de amortiguación, según los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la superficie vegetacional azonal activa en el área de la medida. • Aumento en la superficie de bosque nativo natural en el área de la medida. • Establecimiento de nuevas especies. • Aumento de presencia de polinizadores. • Diminución de especies invasoras o plagas. <p>Se considerará exitosa la medida si se alcanza, al menos, 2 de estos indicadores. Los estudios de detalle de línea de base podrán identificar nuevos indicadores de eficacia, los cuales serán validados por la SMA para su medición y evaluación de la eficacia. La mejora de indicadores de biodiversidad en la zona de resguardo implicarán una aumento en las probabilidades de éxito de las medidas de reparación complementarias 5 (conservación) y 6 (enriquecimiento) de este PdR.</p>
Duración y frecuencia de la medición/monitoreo	Monitores semestrales durante 9 años, a partir del año 2 del PdR. En dichos monitoreos se registrará los cambios en los indicadores propuestos.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	El levantamiento de información podrá ser llevado a cabo por medio de parcelas de muestreo de 100 metros cuadrados, que sean estadísticamente representativas. Cada parcela objeto de monitoreo será evaluado en base a los parámetros mencionados anteriormente.

Seguimiento 7: Resguardo y amortiguación de las Áreas de Compensación de Ecosistemas Terrestres	
Impedimentos	<p>Evento excepcional y anormal dado por:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plagas que afecten más de un 20% de las formaciones vegetacionales existentes; o 2. incendio que afecte al menos el 20% de la superficie de las formaciones vegetacionales. 3. declinación de participar en el programa de capacitación y educación científica, parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo de la medida. <p>En caso de ocurrencia del impedimento 1 o 2, se informará la ocurrencia del impedimento en el informe semestral respectivo, presentando nuevo cronograma y entregando registro fotográfico, correos electrónicos, informe de experto o cualquier otro antecedente que acredite la ocurrencia del impedimento.</p> <p>En caso de ocurrencia del impedimento 3, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se informará a la mesa de trabajo comprometida en el compromiso 2 , y se continuará con el el desarrollo de la medida comprometida con los actores dispuestos a participar, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo.</p>
Descripción de los potenciales efectos asociados a los resultados del seguimiento o evolución de la medida, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.	No se contempla que puedan existir efectos adversos en esta medida.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Los resultados de monitoreos efectuados se informará en los reportes de avance semestrales del PdR. La evaluación de eficacia de la medida se realizará en el Informe Final de Cumplimiento del PdR.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No se requieren ningún permiso o pronunciamiento sectorial.

Fuente: GAC

Tabla 12-14. Seguimiento Compromisos Voluntarios

Resumen del Seguimiento de Compromisos Voluntarios.		
Componente(s), ecosistémico, ecosistémico seguimiento	función servicio objeto	(es) (s) de
Objetivo	SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros, identificados en la mesa de trabajo	
Descripción	<p>El seguimiento busca verificar el avance en la definición y ejecución de proyectos comunitarios y de desarrollo local y como han influido en valorización de los SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros de carácter social</p> <p>El programa de seguimiento contempla el seguimiento de los compromisos voluntarios y el reporte del avance los mismos a la SMA y a la comunidad de la comuna de Catemu.</p> <p>Para la comunidad, se considera mantener una política de transparencia y reporte de resultados, definiendo a priori fechas y formas de reportar el estado de avance de los proyectos de desarrollo local. Este esfuerzo debe cumplir en base a 3 principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transparencia: reportar el estado de avance de todos los proyectos, tanto los que avanzan de buena forma como los que se enfrentan a dificultades • Focalización: Reportar el estado de avance de los proyectos de una forma que sea cercana y comprensible para la comunidad. • Exhaustividad: Alcanzar a toda la comunidad de Catemu con el reporte del estado de avance de los proyectos. <p>Para reportar a la autoridad ambiental, se considera la definición de ciertos parámetros o indicadores que den cuenta del cumplimiento del objetivo general de esta medida: el Desarrollo e implementación de un Plan de Acción Comunitario basado en la puesta en valor de elementos de identidad, historia y patrimonio natural y social y en el cuidado y potenciación de los servicios ecosistémicos de la zona protegida Cordillera El Melón en torno a la mina Cardenilla.</p> <p>Estos parámetros serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del Plan de Acción Comunitario: Co-creación y diseño de este plan dentro del primer año de implementación de la medida • Estado de avance: Porcentaje de implementación de los proyectos definidos por la mesa 	

Resumen del Seguimiento de Compromisos Voluntarios.	
	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución presupuestaria: Porcentaje del presupuesto asignado a cada proyecto gastado. Cumplimiento de objetivos: Evaluación cualitativa de cumplimiento de objetivos definidos por la mesa presentada por el titular.
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Lugares o zonas donde se ejecuten los proyectos de desarrollo definidos en la mesa de trabajo
Parámetros a monitorear/medir	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo del Plan de Acción Comunitario: Co-creación y diseño de este plan dentro del primer año de implementación de la medida Estado de avance: Porcentaje de implementación de los proyectos definidos por la mesa Ejecución presupuestaria: Porcentaje del presupuesto asignado a cada proyecto gastado. Cumplimiento de objetivos: Evaluación cualitativa de cumplimiento de objetivos definidos por la mesa presentada por el titular.
Indicador de cumplimiento de las medidas comprometidas	Diseño del Plan de Acción Comunitario ejecutado en la forma y plazo comprometido.
Indicador de eficacia del compromiso	Valorización de los SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros de carácter social, mediante el Plan de Acción Comunitario
Duración y frecuencia de la medición/monitoreo	Anual, a partir de la notificación de la resolución que aprueba el PdR y durante toda su vigencia
Impedimentos	<ol style="list-style-type: none"> Ocurrencia de catástrofes naturales o de origen antrópicas que afecten directa o indirectamente a la comuna de Catemu y sus habitantes o contingencias sociales y/o económicas de carácter local y/o nacional que impidan la normal realización de las tareas comprometidas. En el caso de ocurrencia de alguno de estos impedimentos se informará a la SMA, en el informe semestral de avance del PdR, presentando las metodologías alternativas para ejecutar los compromisos, priorizando la seguridad, salud y bienestar de la comunidad. Declinación de participar en el proceso de parte de uno o más actores locales identificados como relevantes para el desarrollo del proceso. En caso de ocurrencia del impedimento, se informará a la SMA en el informe semestral de avance a la SMA, detallando y acreditando las gestiones ejecutadas para incorporar a los actores que se nieguen a participar y el ajuste del cronograma de la medida si correspondiere. Si persiste la negativa, se

Resumen del Seguimiento de Compromisos Voluntarios.	
	<p>informará al resto de la mesa, y se continuará con el trabajo de ésta y el desarrollo de la medida comprometida, lo que será informado la SMA en el informe de avance del PdR respectivo.</p> <p>3. Negativa de la comunidad a la ejecución de los compromisos voluntarios. Se procederá al igual que en el impedimento n°2.</p>
Indicador de cumplimiento de los compromisos	<ul style="list-style-type: none"> • Informe Diagnóstico Sociocultural ejecutado en la forma y plazo comprometido. • Planes diseñados por la mesa de trabajo en la forma y plazo comprometido. • Proyectos ejecutados en la forma y plazo comprometido.
Medios de verificación y reporte	<p><u>Informe semestral de avance:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe Diagnóstico Sociocultural • Acta de instalación y sesiones de la Mesa de Trabajo. • Diseño del Plan de Acción Comunitario • Diseño del Fondo de Inversión Comunitario • Antecedentes que acrediten la postulación, adjudicación e implementación de proyectos de desarrollo local financiados por el Fondo de Inversión Comunitaria, en el periodo informado. • Programa de monitoreo ambiental participativo y antecedentes que acrediten su implementación, en el periodo informado. • Programa de Educación Ambiental, y antecedentes que acrediten su implementación, en el periodo informado. • Programa de Identidad y memoria, y antecedentes que acrediten su implementación en el periodo informado. <p><u>Informe final del compromiso</u></p> <p>Este informe dará cuenta de las actividades realizadas en cumplimiento de este compromisos, junto a los medios de verificación y antecedentes que acrediten los costos incurridos.</p> <p><u>Informe final de cumplimiento del PdR</u></p> <p>El informe final de cumplimiento del PdR dará cuenta la valorización de los SSEE del Sitio Prioritario Cordillera El Melón</p>

Resumen del Seguimiento de Compromisos Voluntarios.	
	asociados a desarrollo local, investigación, educación, recreación y otros de carácter social, mediante el Plan de Acción Comunitario
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Los resultados de los seguimientos y monitoreos comprometidos se entregarán en los reportes de avances semestrales del PdR. El análisis de éxito de la medida se entregará en el Informe Final de Cumplimiento del PdR.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente
Indicación de los permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación de cada una de las medidas propuestas	No se requiere ningún permiso o pronunciamiento sectorial para implementar esta medida.

13 CRONOGRAMA QUE CONTENGA LOS PLAZOS PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS, LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS Y DE SU SEGUIMIENTO

Conforme a lo descrito previamente, el monitoreo y seguimiento a todas las acciones del Plan, se detalla de cada una de las medidas en el capítulo anterior.

Figura 13-1 Cronograma

MEDIDA	ACTIVIDAD	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6		AÑO 7		...	AÑO 10
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14		...S20
Medida 1:	1) Estudios básicos de detalle																
	2) Mejoramiento de suelo																
	3) Estabilización y remodelación de taludes																
	4) Monitoreo y seguimiento																
Medida 2:	1) Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación																
	2) Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo																
	3) Propagación y viverización de especies																
	4) Plantación de las especies																
	5) Control de especies exóticas invasoras																
	6) Mantención de la plantación																
	7) Evaluación de prendimiento de la plantación																
	8) Monitoreo y seguimiento																
Medida 3:	1) Monitoreo y seguimiento Caracterización de hábitat																
	2) Obras de mejora de hábitat e implementación de refugios																
	3) Monitoreo y seguimiento Obras de mejora de hábitat																
Medida 4	1) Evaluación preliminar y acciones de caza y captura																
	2) Ejecuciones de acciones control																
	3) Acciones de monitoreo y seguimiento																
Medida 5	1) Ejecución de estudios de detalle de línea de base																
	2) Ejecución de estudios de detalle de línea de base																
	3) Monitoreos y seguimiento																
	4) Publicación de investigaciones de carácter divulgativo o científico																
Medida 6	1) Preparación del sitio para el establecimiento de vegetación																
	2) Selección de especies, colecta de semillas y material vegetativo																
	3) Propagación y viverización de especies																
	4) Plantación de las especies																
	5) Mantención de la plantación																
	6) Evaluación de prendimiento de la plantación																
	7) Monitoreo y seguimiento																
Medida 7	1) Ejecución del Plan de Manejo																
	2) Ejecución de estudios de detalle de línea de base																
	3) Monitoreos semestral																
	4) Educación científica																

Fuente: GAC

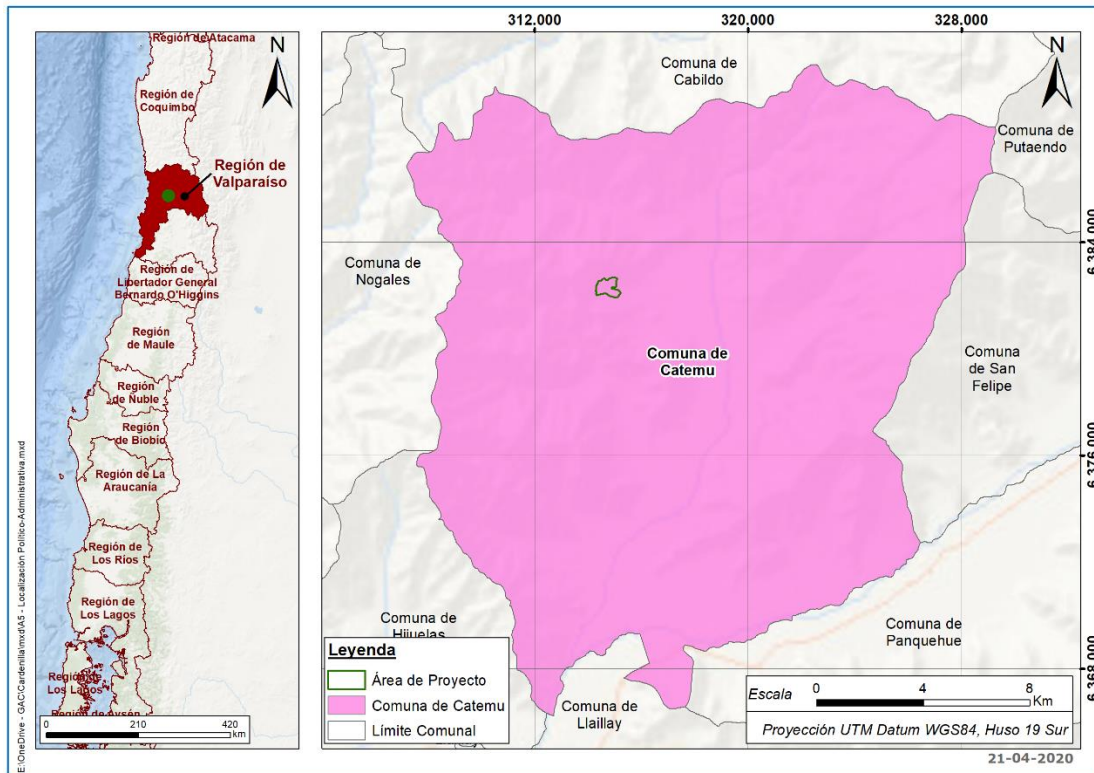
14 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES, OBRAS E INSTALACIONES DEL PROYECTO DE REPARACIÓN

13.1. Ubicación del proyecto o actividad

i. División político-administrativa

Región de Valparaíso, provincia de San Felipe y comuna de Catemu, a 24 km aproximados al oeste de la ciudad de San Felipe y a 181 km aproximados de la ciudad de Santiago.

Figura 13.1-1. Ubicación político administrativa



Fuente: GAC.

ii. Caminos de acceso

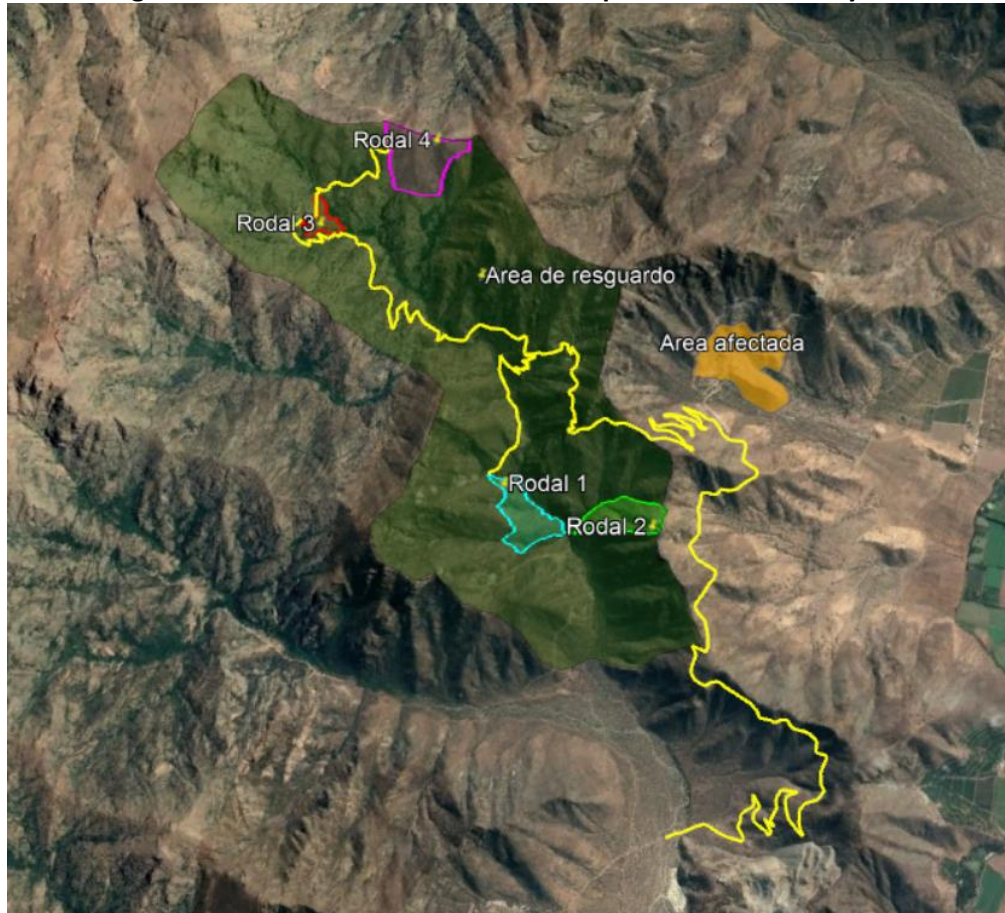
Las superficies en que se implementarán las medidas cuentan con caminos de acceso pre existentes. Por lo tanto, no se requerirá la habilitación de nuevos caminos.

El acceso a aras de las medidas se efectuará desde la localidad de Catemu al Norte, por la Ruta E-615, a una distancia de 3,1 km hasta la intersección colegio Salesianos, donde se debe virar al Oeste por Ruta E-619 recorriendo una distancia de 2 km hasta interceptar a la ruta E-631. Desde allí se debe continuar al Norte por la Ruta E-619 por otros 2 km hasta encontrar un portón metálico, desde donde se debe seguir

hacia el Norte por camino de tierra otros 2,5 km hasta llegar al sector del vado (garita) donde se tomará lo indicado en señalética que indica dirección a la Mina Cardenilla.

Adicionalmente, existe un camino de enlace privado para el tránsito de camiones que va desde Mina UVA a Mina Cardenilla. Este camino tiene una longitud aproximada de 11 km y va bordeando la falda de los cerros, de manera que no ingresa a sitios poblados y baja directamente de las serranías a lade el seco. La construcción de este camino fue aprobada mediante la RCA N°480/2006, mientras que la operación de éste fue aprobada mediante la RCA N°867/2006.

Figura 13.1-2. Vías de acceso área de emplazamiento del Proyecto



Fuente: EXPLDOESA.

13.2. Partes y obras del proyecto

iii. Instalación de faenas medidas *in situ*

La instalación de faenas será habilitada dentro del área dispuesta para la ejecución de las medidas *in situ* dentro de actual área de Mina Cardenilla, contará con un cierre perimetral a fin de mantener control sobre los accesos, se instalará un contenedor que operará como oficina del contratista, bodegas para el almacenamiento temporal de insumos y materiales necesarios para la instauración de las medidas. Un

sector destinado al almacenamiento transitorio de residuos domésticos y asimilables a domésticos, baños químicos y agua potable en dispensadores para el personal de faena. Esta obra temporal comprende una superficie aproximada de 0,25 ha.

iv. Instalación de faenas medidas *ex situ*

La instalación de faenas será habilitada dentro del área dispuesta para la ejecución de las medidas *ex situ* contigua al área de Mina Cardenilla, contará con un cierre perimetral a fin de mantener control sobre los accesos, se instalará un contenedor que operará como oficina del contratista, bodegas para el almacenamiento temporal de insumos y materiales necesarios para la instauración de las medidas. Un sector destinado al almacenamiento transitorio de residuos domésticos y asimilables a domésticos, baños químicos y agua potable en dispensadores para el personal de faena. Esta obra temporal comprende una superficie aproximada de 0,25 ha.

13.3. Suministros básicos.

i. Abastecimiento de energía eléctrica

Medidas in situ: La energía será suministrada mediante el uso de dos equipos electrógenos diésel, uno de ellos en la instalación de faenas y el segundo de carácter móvil para los frentes de trabajos empleados en la ejecución de la estabilización de taludes y mejoramiento de suelo y sistemas de suministro de energía y agua potable según requerimiento y avance de las medidas.

Medidas ex situ: La energía será suministrada mediante el uso de dos generadores fijos y 1 generador móvil para la misma función, uno de ellos en la instalación de faenas y el segundo de carácter móvil para los frentes de trabajos y el funcionamiento del sistema de riego.

ii. Agua potable

El agua potable requerida para el consumo humano del personal será proporcionada mediante dispensadores con bidones de 20 litros ubicados en las proximidades de los lugares de trabajo. El suministro de los bidones se efectuará mediante empresa proveedora del giro. El agua potable deberá cumplir con los requisitos del DS N°594/99 del Ministerio de Salud.

iii. Agua industrial

El agua industrial requerida para las actividades de humectación de caminos, estabilización de taludes compactación de superficies y riego de reforestaciones, con camión aljibe mediante servicio externo. El agua industrial para riego de la reforestación será transportada por el camión aljibe y depositada en estanques de polietileno de alta densidad de 10.000 litros. Este recurso hídrico será extraído desde la

piscina de almacenamiento de 445 m³ de capacidad ubicada en el sector de El Seco Alto de Catemu. La demanda total del recurso que tendrá el Plan de Reparación se obtiene mediante los derechos vigentes, provenientes de un punto de extracción denominado canal de arriba, cuyos derechos se encuentran inscritos en fojas N°247 del año 2006, del Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de San Felipe, a nombre de EXPLODESA, la que hoy corresponde aproximadamente a 1,15 l/s y pozos de captación de ejercicio permanente y continuo de 40 l/s con Derechos de aprovechamiento consuntivos vigentes, inscritos en fojas N°27, N°28 de 1980, del Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de San Felipe, a nombre de la Compañía Minera Catemu Ltda. (Empresa del Grupo CEMIN).

iv. Agua industrial

El sistema de riego para las medidas que contemplan reforestaciones, está compuesto por siete estanques de 40 m³ (acumulación) y 26 estanques de 10 m³ (riego), los que se instalarán sobre terrenos nivelados en una superficie aproximada de 4 x 10 m y de 4 x 4 m, respectivamente. Cada sitio de instalación de los estanques será cercado mediante el uso de mallas tipo ursus y postes impregnados.

Se contempla el uso de cañerías de HDPE de 75 y 90 mm, las que serán dispuestas en terreno, sin alterar las condiciones de drenaje existentes en el fundo La Aguada. Para tales efectos se utilizará un sistema de cruce aéreo o en superficie, el cual podrá ser desmontado en eventos de crecidas, también se utilizarán 4 estaciones de impulsión, dos de ellas conectadas al sistema de red eléctrica existente y las otras dos con generadores diésel de 16 kW cada una.

Cada bomba de impulsión, así como sus generadores asociados se instalarán en casetas sobre terrenos nivelados de aproximadamente 2,5 x 2 m. Para los generadores eléctricos, se contará con un estanque de combustible de 50 litros.

v. Abastecimiento de combustible

El suministro de petróleo diésel para el consumo de la maquinaria y camión que se utilizarán durante la ejecución de las medidas del Plan de Reparación será proporcionado mediante un camión surtidor de empresa externa autorizada que opera en Mina Uva, desde los estanques de combustibles diésel de ENEX en Mina Uva inscritos en la SEC Región de Valparaíso. Las camionetas a gasolina deben ser abastecidas en la estación de combustible de la localidad de Catemu.

vi. Servicios higiénicos

Los servicios higiénicos corresponden a dos recintos de un piso de 36 m² de superficie, con baños para damas y varones, los cuales se encontrarán en cada instalación de faena. El sistema de evacuación consiste en una red de alcantarillado con evacuación hacia una fosa séptica prefabricada, para luego ser dispuestas

en terreno por medio de un pozo absorbente. La red de alcantarillado interior está compuesta de tuberías de PVC sanitario de 110 mm y 50 mm con accesorios y piezas especiales.

Se dispondrán baños químicos para dar cumplimiento al D.S. 594/00 sobre Condiciones Ambientales y Sanitarias Básicas en los Lugares de Trabajo. Además, se cuenta con el servicio de empresa certificada para la limpieza y mantención de los baños.

Se dispondrá de baños químicos en los frentes de trabajo o puntos de apoyo al interior de la mina subterránea, los que se calcularán según lo establecido en los artículos 23 y 24 del D.S. Nº 594/99 del Ministerio de Salud. El servicio de instalación y mantención de los baños químicos será contratado a una empresa autorizada por la SEREMI de Salud, que luego se retirarán.

Esta empresa estará a cargo tanto del suministro, funcionamiento de los baños, así como de los residuos generados por éstos, producto de su limpieza. Se exigirá que todas las empresas que se contraten estén autorizadas. Para ello el Titular exigirá, la entrega de la Resolución que acredite la autorización para funcionar y el contrato vigente con la empresa sanitaria local para la disposición de los residuos.

Además de lo anterior se llevará un sistema de registro y control de la mantención y disposición final de los residuos generados por éstos, a fin de demostrar que la disposición final se efectuará en lugar autorizado. En términos generales, el sistema de registro considerará:

- Fecha de retiro de los residuos generados por los baños químicos.
- Número de baños.
- Empresa responsable del retiro de los residuos generados de los baños.
- Cantidad Estimada de residuos generados y retirados.
- Lugar de destino y disposición final de los residuos.

i. Mano de Obra

En la siguiente tabla se detalla la mano de obra que se utilizará para la ejecución de las medidas del Plan de Reparación.

Medidas	Nº de personas
In situó	60
Ex situó	40
Total	100

Fuente: EXPLDOESA.

ii. Transporte y maquinaria

Durante la implementación de las medidas del plan de reparación se realizarán viajes por transporte de personal, movimientos de tierra, de insumos y materiales, de agua industrial, de limpieza de baños químicos, de residuos y de combustible durante toda la ejecución de las medidas. En la siguiente tabla se presenta el detalle de los viajes que se realizarán durante esta fase del Proyecto.

Tabla 13.3-1. Vehículos y maquinaria requeridos durante el Plan de Reparación.

Flujo asociado	Tipo de transporte	Capacidad	Frecuencia máxima	Unidad
Botaderos	Camión Tolva	30 ton	2	Viajes/día
Movimiento de tierra	Camión Tolva	30 ton	5	Viajes/día
Personal	Camionetas	4 personas	10	Viajes/día
	Bus	45 personas	2	Viajes/día
Agua industrial	Camión aljibe/tanque	30 m ³	2	Viajes/día
Combustible	Camión cisterna	1 a 5 m ³	2	Viajes/día
Limpieza baños químicos	Camión residuos	20 ton	2	Viajes/día
Insumos	Camión insumos	30 ton	6	Viajes/día
Residuos domésticos industriales	Camión residuos	20 ton	2	Viajes/día

Fuente: EXPLDOESA.

En la siguiente tabla, se detallan los equipos, vehículos y maquinarias necesarios para llevar a cabo las obras y actividades del presente Plan de Reparación.

Tabla 13.3-2. Vehículos y maquinaria requeridos durante el Plan de Reparación.

Equipo / Maquinaria	Descripción	Cantidad
Excavadora	Estabilización y modelamiento de taludes	2
Bulldozer	Descompactación	2
Cargador frontal	Movimiento de material	1
Excavadora hidráulica	Estabilización y modelamiento de taludes	2
Rodillo	Compactación	1
Camión Tolva	Transporte Material a botadero	1
Camión Aljibe	Humectación de caminos	2
Camiones $\frac{3}{4}$	Trasporte de insumos	2
Bus	Transporte de trabajadores	1
Van o minibús	Transporte de trabajadores	1
Camionetas	Inspección	4

Fuente: EXPLDOESA.

13.4. Emisiones y efluentes.

i. Manejo de residuos líquidos y sólidos

La generación de residuos sólidos y aguas servidas está asociada a la mano de obra utilizada para la implementación de cada medida de reparación. Los residuos peligrosos generados están asociados principalmente a la operación de maquinaria (filtros de aceite o combustible utilizados, paños o guapes contaminados, aceites y grasas de equipos y maquinarias, contenedores contaminados con sustancias peligrosas).

Ello no generará impactos sobre el medio ambiente, dado que los residuos sólidos, aguas servidas y residuos peligrosos serán manejados de acuerdo con la normativa ambiental vigente.

En relación a las aguas servidas por uso de las instalaciones sanitarias por parte de los trabajadores, éstas serán retiradas por una empresa contratista autorizada proveedora del servicio de baños químicos, que las transportará hasta un destino autorizado para su disposición definitiva.

Las áreas de manejo de residuos domiciliarios, residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos contarán con autorización sanitaria.

Los residuos sólidos domésticos serán almacenados en contenedores de basura fabricados en HDPE o similar, impermeables y provistos de tapa. Los residuos industriales no peligrosos y peligroso serán dispuestos temporalmente en contenedores rotulados con tapa de forma diferenciada.

Todos los residuos sean retirados por una empresa autorizada para ser llevados a su disposición final autorizado por la autoridad sanitaria.

Generación de Aguas servidas:

Para el diseño de la Planta de Tratamiento se cuantificaron los efluentes a generar considerando una dotación de agua potable de 150 l/persona/día y un porcentaje de recuperación de 80% del total de agua consumida corresponderá a aguas servidas tratables. En la tabla a continuación, se presenta la cuantificación de las aguas servidas en las PTAS que el Plan de Reparación considera durante sus diferentes fases, indicando la mano de obra máxima por Cada grupo de medidas (60 personas para medidas *in situó* y 40 para medidas *ex situó*), consumo total de agua estimado por día y caudal estimado a tratar de los efluentes. Esta planta contará con capacidad suficiente para tratar el caudal generado de efluentes y será mantenida periódicamente por una empresa autorizada para ello.

Tabla 13.4-1. Generación de aguas servidas.

Medidas	Personal máx.	Consumo total de agua (m ³ /día)	Caudal a tratar (m ³ /día)
In situó	60	9	10,8
Ex situó	40	6	7,2

Fuente: EXPLDOESA.

Residuos asimilables a domiciliarios (RSA):

Estos residuos estarán constituidos por restos de comida, envases, papeles, cartones, entre otros. Los RSA generados en los frentes de trabajo serán retirados diariamente en bolsas plásticas y posteriormente almacenados temporalmente en la instalación de faenas, utilizando para ello contenedores con tapa. Posteriormente, una empresa autorizada realizará el retiro de dichos residuos con una frecuencia de una vez por semana para cada instalación de faena y los dispondrá en un sitio autorizado. Se estima una generación máxima de 100 kg/día en el área de las medidas *in situó* y 20 kg/día en el sitio de las medidas *ex situó*.

Residuos industriales no peligrosos:

Los residuos industriales no peligrosos estarán compuestos principalmente por material sobrante de la construcción, tales como madera, despuntes y recortes de enfierradura, papeles y cartones. El acopio de este tipo de residuos se realizará en la instalación de faenas, mediante la habilitación de contenedores. Estos serán trasladados una vez por mes a sitios de disposición final autorizados en caso que durante la ejecución de la medida no puedan ser reutilizados. Se estima una generación máxima de 17 kg/día, en el sitio de las medidas *in situó* y 10 kg/día en el sitio de las medidas *in situó*.

Residuos industriales no peligrosos:

El Plan de Reparación no contempla la generación de residuos peligrosos.

ii. Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera serán las originadas por la maquinaria, siendo éstas de baja intensidad. Se generará emisión de material particulado producto del movimiento de tierra y el funcionamiento de maquinaria, así como también gases producto de la operación de la maquinaria. Sin embargo, ellos no ocasionarán peligro, daño o molestias al vecindario. En efecto, las emisiones de material particulado serán tales que no serán perceptibles en la localidad de Cerrillos de Catemu dado que ésta se encuentra a 4,6 kilómetros de distancia y las emisiones serán acotadas en el tiempo.

Adicionalmente, con el fin de minimizar las emisiones, se considera la humectación 2 veces al día de las áreas donde se realicen excavaciones, rellenos y compactación de terreno. Por su parte, el transporte de materiales se realizará en camiones encarpados y se utilizarán vehículos y máquinas con sus revisiones técnicas vigentes.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la estimación de emisiones de material particulado y de gases producto de la ejecución de las medidas de reparación.

Tabla 13.4-2. Resumen Emisiones Atmosféricas año 3.

Actividad	SO2	NOX	NH3	CO	MP2.5	MP10	MPS
	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)
Carga	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01573	0,10390	0,21967

Actividad	SO2	NOX	NH3	CO	MP2.5	MP10	MPS
	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)
Descarga	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01573	0,10390	0,21967
Tránsito caminos no pavimentados pesados	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,52622	5,26216	17,18972
Tránsito caminos no pavimentados livianos	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00051	0,00514	0,01400
Motor vehículos caminos no pavimentados	0,00094	0,25902	0,00014	0,08338	0,00760	0,00760	0,00760
Erosión eólica	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,62955	4,27196	4,27196
Total	0,00094	0,25902	0,00014	0,08338	1,19535	9,75466	21,92261

Fuente: EXPLDOESA.

iii. Alimentación y Alojamiento

El suministro de alimentación de los trabajadores será proporcionado en las instalaciones del casino industrial de Mina Uva mediante servicio externalizado.

Con respecto al alojamiento del personal, el Titular en su política de integración a la comunidad, contratará a empresas contratistas con dotación de trabajadores que residan en las localidades cercanas de la faena minera, y que mediante transporte de acercamiento permite el normal traslado de ida y regreso diariamente. El personal propio que no reside en la zona dispone de alojamiento, en viviendas ubicadas en la localidad urbana de Catemu.

15 DESCRIPCIÓN DE LOS POTENCIALES EFECTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE REPARACIÓN, ASÍ COMO LAS MEDIDAS PARA HACERSE CARGO DE ELLOS, SI CORRESPONDIERE.

El presente capítulo reúne los antecedentes que describen los potenciales efectos significativos asociados a la implementación de las medidas del presente Plan de Reparación, así como las medidas para hacerse cargo de ellos, si correspondiere.

Para ello, se considerarán aquellos efectos, características o circunstancias señalados en el artículo 11 de la Ley N°19.3000 y lo establecido en los artículos 5 al 10 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 MMA).

15.1 Análisis de efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300

15.1.1 Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.

En la ejecución de las actividades del Plan de Reparación no se generarán cantidades de efluentes líquidos, emisiones atmosféricas o residuos que puedan generar la superación de los valores de las concentraciones y periodos establecidos en las normas primarias de calidad ambiental vigente aplicables.

La implementación del Plan no generará impactos por emisiones y efluentes sobre los recursos naturales renovables, incluyendo los mencionados. En efecto, durante toda su ejecución se realizará un manejo adecuado de las emisiones, efluentes y residuos que tendrá por objeto minimizar el contacto con los recursos naturales renovables, incluidos suelo, agua y aire, a fin de evitar su alteración y consecuentemente prevenir alguna alteración de la salud de las personas.

Emisiones a la atmósfera:

- Las emisiones a la atmósfera serán las originadas por la maquinaria, siendo éstas de baja intensidad, conforme se indica en la **Tabla 15-1**. Se generará emisión de material particulado producto del movimiento de tierra y el funcionamiento de maquinaria, así como también gases producto de la operación de la maquinaria. Sin embargo, ellos no ocasionarán peligro, daño o molestias al vecindario. En efecto, las emisiones de material particulado serán tales que no serán perceptibles en la localidad de Cerrillos de Catemu dado que ésta se encuentra a 4,6 kilómetros de distancia y las emisiones serán acotadas en el tiempo.

Adicionalmente, con el fin de minimizar las emisiones, se considera la humectación de las áreas donde se realicen excavaciones, rellenos y compactación de terreno. Por su parte, el transporte de materiales se realizará en camiones encarpados y se utilizarán vehículos y máquinas con sus revisiones técnicas vigentes.

Emisiones acústicas:

- La ejecución del Plan generará emisiones acústicas por funcionamiento de vehículos, maquinarias, equipos, tránsito de vehículos y remoción de suelo. La forma de control será cumplir con el Decreto Supremo N° 38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica. Asimismo, los valores de ruido están asociados a maquinaria y operarán durante horarios diurnos, por lo que se encuentran dentro de los límites establecidos en la norma. Adicionalmente, éstas serán acotadas en el tiempo, además, no existen receptores sensibles cercanos al lugar donde se implementarán las medidas de reparación.

Residuos:

- La generación de residuos sólidos y aguas servidas está asociada a la mano de obra utilizada para la implementación de cada medida de reparación. Los residuos peligrosos generados están asociados principalmente a la operación de maquinaria (filtros de aceite o combustible utilizados,

paños o guaiques contaminados, aceites y grasas de equipos y maquinarias, contenedores contaminados con sustancias peligrosas).

- Ello no generará impactos sobre el medio ambiente, dado que los residuos sólidos, aguas servidas y residuos peligrosos serán manejados de acuerdo con la normativa ambiental vigente.
- En relación a las aguas servidas por uso de las instalaciones sanitarias por parte de los trabajadores, éstas serán tratadas en una Planta de Tratamiento de aguas Servidas. En Anexos se acompañan los documentos que contienen la descripción de esta Planta y los antecedentes que acreditan los requisitos ambientales del permiso sanitario asociado.
- Las áreas de manejo de residuos domiciliarios y residuos sólidos no peligrosos contarán con autorización sanitaria. En Anexos se acompañan los documentos que contienen la descripción de estas áreas de manejo y los antecedentes que acreditan los requisitos ambientales del permiso sanitario asociado.
- Los residuos sólidos domésticos serán almacenados en contenedores de basura fabricados en HDPE o similar, impermeables y provistos de tapa. Los residuos industriales no peligrosos y peligroso serán dispuestos temporalmente en contenedores rotulados con tapa de forma diferenciada.
- En relación a las condiciones de higiene y seguridad, el Titular se compromete, a mantener los residuos, olores y ruido a niveles que no constituyan riesgo para la salud, seguridad y bienestar de las personas, dando cumplimiento a las medidas específicas contempladas en el Reglamento que establece las condiciones sanitarias y ambientales mínimas en los lugares de trabajo (D.S. N° 594/2013 del Ministerio de Salud).

15.1.2 Efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire

Respecto de las medidas a implementar, se puede señalar que las acciones buscan recuperar la capacidad del suelo para sustentar la biodiversidad, que se ha visto afectada por las obras ejecutadas al margen del SEIA y que implicaron procesos de degradación, erosión, impermeabilización y compactación de este componente. Las actividades a realizar para el desarrollo de las medidas propuestas no contemplan la generación de impactos sobre el suelo, agua o aire que puedan generar o presentar efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables.

Así, cabe atender que conforme a los objetivos específicos de reparación del Plan, es posible indicar que no se provoca pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar la biodiversidad, sino que por el contrario tiene por objetivo el mejoramiento de las condiciones del suelo y el aumento de la cobertura vegetal, tendiendo a restablecer los servicios ecosistémicos para el mejoramiento de las características de estos recursos.

Asimismo, cabe reiterar que no se producirán efectos adversos significativos sobre los recursos naturales producto de las emisiones atmosféricas o acústicas, y se realizará un manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos industriales, residuos peligrosos y efluentes líquidos que se generen en la implementación de las medidas, cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

Asimismo, las medidas del Plan de Reparación no contemplan intervenir y/o explotar aguas subterráneas que contengan aguas fósiles ni cuerpos o cursos de agua, y no se encuentran ubicadas cerca de vegas y/o bofedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas. Tampoco se encuentra ubicado cerca de áreas o zonas de humedales, estuarios y turberas que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de agua subterránea o superficial, ni de glaciares que pudieren ser afectados.

En relación a los impactos que pueda generar la introducción de especies exóticas al territorio nacional o en áreas, zonas o ecosistemas determinados, es posible señalar que las medidas del Plan no contemplan la introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna, ni la introducción al territorio nacional, o uso, de organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares.

Al contrario, las medidas 1, 2, 5, 6 y 7 buscan favorecer el desarrollo de las especies endémicas de flora mediante técnicas de conservación, revegetación y mejoramiento de las condiciones de suelo. Por su parte, las medidas 3 y 4 buscan favorecer el desarrollo de las especies nativas de fauna, mediante el control de las especies exóticas invasoras y el mejoramiento de las condiciones de hábitat.

Por lo tanto, es posible afirmar que ninguna de las acciones a ejecutar como parte del Plan de Reparación propuesto tendrá efecto sobre la permanencia de los recursos naturales renovables. asociados su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro, capacidad de regeneración o renovación del recurso, o se alteren las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas, más aun, se privilegiará el cuidado de aquellos recursos propios del Sitio Prioritario "Cordillera El Melón".

15.1.3 Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos

En las zonas de ejecución del Plan de Reparación no hay presencia de comunidades humanas. por lo que no se considera el desplazamiento o reubicación de algún grupo humano por acción del Plan. Tampoco se realizan actividades económicas que correspondan al sustento económico de grupos humanos. Tampoco se registran otros usos tales como medicinal, espiritual o cultural.

El proyecto no generará obstrucción o restricción a la libre circulación o conectividad de los grupos humanos presentes en el área de influencia, toda vez que las rutas a utilizar por el Plan, en la ejecución de sus distintas medidas corresponden a caminos privados, y es utilizado actualmente por diferentes faenas mineras existentes en el territorio.

Se descarta un efecto adverso significativo en esta circunstancia para los grupos humanos, ya que no existirá un flujo vehicular significativo en la ejecución del Plan. Además, no se estima que el proyecto genere obstrucción o restricción a la libre circulación, conectividad o el aumento significativo de los tiempos de desplazamiento durante cada una de sus fases.

Tomando en consideración los antecedentes oficiales y los datos recabados en terreno, la comuna de Catemu presenta una disposición de bienes y servicios que no se vería afectada por la ejecución del Plan de Reparación.

Por lo anteriormente indicado, el presente Plan de Reparación no generará efectos adversos significativos en relación al acceso a bienes, servicios e infraestructura en el área de influencia

Los/as residentes de la comuna de Catemu tienen una marcada identidad propia, muy ligada a la prevalencia de los lazos comunitarios entre sus habitantes. Las partes, obras y acciones del proyecto no interferirán con las actividades tradicionales ligadas a la "cultura huasa" de las áreas rurales. En definitiva, y dada las partes, obras y acciones del Plan, no se presentan efectos adversos significativos sobre los sentimientos de arraigo y cohesión social del grupo.

En este sentido, cabe señalar que el Plan incorpora una serie de **compromisos de carácter voluntario**, que buscan valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado a la comunidad humana presente en el sector. Estos compromisos dicen relación con el desarrollo de un **Plan de Acción Comunitario** que considera los siguientes tópicos: educación ambiental, conservación y protección de la Cordillera El Melón y programas de monitoreos participativos y apoyo técnico-económico para pequeños productores agrícolas de la comuna de Catemu. Las anteriores iniciativas permitirán aportar al fortalecimiento de los sistemas de vida y costumbres de los residentes de la comuna.

15.1.4 Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar

Como se indicó anteriormente, las actividades de este Plan de Reparación se emplazan dentro del Sitio Prioritario para la Conservación "Cordillera El Melón". Asimismo, dentro de las superficies a intervenir se encuentran especies de flora y fauna en categorías de protección, tratándose de un territorio con alto valor ambiental. No obstante lo anterior, no se generan los efectos, características o circunstancias de este artículo, según se señala a continuación.

Es necesario evaluar la susceptibilidad de afectación del territorio con las características antes señaladas (localización en un sitio prioritario y con alto valor ambiental). Para tal efecto es necesario considerar la extensión, magnitud o duración de la intervención de sus partes, obras o acciones, así como de los impactos generados por el proyecto, teniendo especial consideración por los objetos de protección que se pretenden resguardar.

Las obras físicas que las medidas del Plan contemplan en el sitio prioritario corresponden principalmente a: estabilización y remodelamiento de taludes, obras de conservación de suelos, plantación de especies y construcción de cercos perimetrales. En términos de extensión y magnitud, son obras bastante menores y de baja incidencia dentro del sitio prioritario, con una muy escasa ocupación dentro de la superficie del sitio. En términos de duración, en general las acciones se ejecutarán en un periodo de 3 años, sin perjuicio de las posteriores acciones de monitoreo y seguimiento, lo que implica también una intervención menor en estos términos.

De este modo, no se prevé que se generen impactos sobre el territorio que afecten aquellos objetos de protección establecidos para el Sitio Prioritario, sino por el contrario, las acciones a ejecutar están orientadas a conservar aquellos elementos bióticos de alto valor ambiental.

15.1.5 Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona

Cabe señalar que el área de intervención de las Medidas 1 y 2 corresponde a las superficies con daño ambiental, sobre las cuales se ejecutaron obras al margen del SEIA y que actualmente no presentan valor paisajístico ni turístico.

Sin perjuicio de ello, todas las medidas se desarrollan en el Sitio Prioritario "Cordillera El Melón", que posee atributos físicos y bióticos que le confieren un alto valor paisajístico, el cual no se verá obstruido por acciones u obras del Plan, toda vez que no se considera la inclusión de un elemento nuevo en el entorno paisajístico inmediato, por lo que este componente no es susceptible de afectación.

Si bien las Medidas 5 y 6 contemplan la construcción de cercos, no se obstruirá el acceso de manera significativa a áreas con valor turístico producto de este control al acceso que, más bien, tiene por objeto contribuir a la protección del sitio.

15.1.6 Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural

Cabe señalar que en el área del presente Plan no se presentan Monumentos Nacionales definidos por la Ley N°17.288, no se verifica la presencia de sitios pertenecientes al patrimonio cultural ni se verifica la presencia lugares o sitios en que se lleven a cabo manifestaciones habituales propias de la cultura o folclore de alguna comunidad o grupo humano. Por tanto, no se producirán efectos significativos sobre estos componentes.

Sin perjuicio de ello, el Plan incorpora una serie de **compromisos de carácter voluntario**, que buscan valorizar la provisión de servicios ecosistémicos del sitio afectado a la comunidad humana presente en el sector. Dichos compromisos dicen relación con el desarrollo de un **Plan de Acción Comunitario** que considera los siguientes tópicos: educación ambiental, conservación y protección de la Cordillera El Melón y programas de monitoreos participativos y apoyo técnico-económico para pequeños productores agrícolas de la comuna de Catemu. Las anteriores iniciativas permitirán aportar a la valorización del patrimonio cultural del Sitio Prioritario Cordillera El Melón.

16 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE A LAS MEDIDAS, INCLUYENDO LAS ACCIONES QUE INVOLUCREN

De acuerdo con lo indicado en el acápite anterior y la identificación de potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de reparación, se desprende el siguiente listado de normativa ambiental aplicable y su forma de cumplimiento. De este modo, se da cumplimiento al contenido exigido por el **artículo 19 literal k) del D.S. 30/2012 MMA**.

Para efectos de una mejor visualización la información se presenta en fichas, ordenadas según nombre de la normativa aplicable y componente ambiental.

16.1 Normativa ambiental de carácter general aplicable

16.1.1 Ley 20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente

Norma	Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente
Materia regulada	Artículo 43 LO-SMA
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas indicadas anteriormente, se generará emisión de material particulado producto del movimiento de tierra y el funcionamiento de maquinaria, así como también gases producto de la operación de la maquinaria. También se contemplan emisiones menores asociadas a la circulación vehicular dentro del sitio y producto de las actividades de carga y descarga.
Forma de cumplimiento	El Plan de Reparación se somete a la aprobación de la SMA, por configurarse la hipótesis del artículo 43 de la Ley. La ejecución de este Plan se iniciará una vez que se obtenga el pronunciamiento favorable de la SMA.

16.1.2 D.S. N° 30/2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación

Norma	D.S. N° 30/2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación
Materia regulada	El Reglamento detalla el procedimiento de ingreso de un plan de reparación, indicando los contenidos mínimos que este debe incorporar.
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7
Relación con la medida de reparación	El PdR da cumplimiento a los requisitos regulados en el Reglamento y se somete a establecido en el mismos para finalmente obtener el beneficio asociado a este instrumentos de incentivo al cumplimiento.

Forma de cumplimiento	El Plan de Reparación que se somete a la aprobación de la SMA cumple con los contenidos mínimos requeridos por el artículo 19 del Reglamento.
-----------------------	---

16.2 Normativa ambiental de carácter específico aplicable

16.2.1 Cierre de faenas e instalaciones mineras

16.2.1.1 Ley 20.551/2011, del Ministerio de Minería, que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras

Norma	Ley 20.551/2011, del Ministerio de Minería, que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras
Materia regulada	<p>De conformidad con lo dispuesto en el artículo 1º, “El cierre de las faenas de la industria extractiva minera se regirá por esta ley, sin perjuicio de lo establecido en las demás normas que resulten aplicables en los ámbitos específicos de su competencia. “</p> <p>El objetivo principal de esta ley es crear un estatuto jurídico específico que regule el cierre de faenas e instalaciones mineras, de modo de prevenir, minimizar o controlar los riesgos o efectos negativos que se generen sobre la salud y seguridad de las personas o del medio ambiente, con ocasión del término de sus operaciones.</p> <p>Para dichos efectos, se estableció la obligación de presentar y aprobar, en forma previa a su ejecución, un Plan de Cierre ante el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), de modo de asegurar la estabilidad física y química de las instalaciones y faenas, exigencia que se hizo extensible a toda la industria extractiva minera, tanto existente como futura.</p> <p>La regulación jurídica de los planes de cierre, en cuanto a su elaboración, contenidos, objetivos, requisitos formales y procedimientos de aprobación, se encuentra establecida en los artículos 6 y siguientes de la Ley.</p> <p>Por su parte, la auditoría de los planes de cierre y las correspondientes actualizaciones y paralización temporal de operaciones, se encuentran reguladas en los artículos 18 y siguientes de la Ley. En determinados casos (extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros y cuya capacidad sea superior a 10.000 ton mensuales), se estableció la necesidad de garantizar financieramente dicha obligación, exigencia que constituye la principal innovación de esta ley.</p>
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1 y 2
Relación con la medida de reparación	El Plan de Reparación contempla medidas de reparación <i>in situ</i> , que se emplazan en zonas intervenidas por la faena minera Mina Cardenilla.
Forma de cumplimiento	Las actividades del Plan de Reparación son compatibles y se ejecutarán en paralelo con las medidas de estabilización física y química del proyecto de Cierre de la Mina Cardenilla. El Plan de Reparación no incluye el seguimiento de las obras y actividades realizadas en el proyecto de Cierre.

16.2.2 Agua potable y agua de riego

16.2.2.1 D.F.L. N° 1.122, del Ministerio de Justicia, Fija Texto del Código de Aguas

Norma	D.F.L. N° 1.122, del Ministerio de Justicia, Fija Texto del Código de Aguas
Materia regulada	El Artículo 5º de esta norma señala que las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas en conformidad a las disposiciones del presente código. El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este Código. El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su Titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la Ley.
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 2 y 6
Relación con la medida de reparación	Como parte de las actividades del Plan de Reparación, se contempla el riego de las zonas reforestadas y la humectación de caminos.
Forma de cumplimiento	La demanda total del recurso que tendrá el Plan de Reparación se obtiene mediante los derechos vigentes, provenientes de un punto de extracción denominado canal de arriba, cuyos derechos se encuentran inscritos en fojas N°247 del año 2006, del Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de San Felipe, a nombre de EXPLODESA, la que hoy corresponde aproximadamente a 1,15 l/s y pozos de captación de ejercicio permanente y continuo de 40 l/s con Derechos de aprovechamiento consuntivos vigentes, inscritos en fojas N°27, N°28 de 1980, del Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de San Felipe, a nombre de la Compañía Minera Catemu Ltda. (Empresa del Grupo CEMIN).

16.2.2.2 D.S. N° 594/1999, del Ministerio de Salud, que Aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo

Norma	D.F.L. N° 1.122, del Ministerio de Justicia, Fija Texto del Código de Aguas
Materia regulada	El Artículo 12º de esta norma señala que todo lugar de trabajo deberá contar con agua potable destinada al consumo humano y necesidades básicas de higiene y aseo personal, de uso individual o colectivo.
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Relación con la medida de reparación	El agua potable requerida para el consumo humano del personal será proporcionada mediante dispensadores con bidones de 20 litros ubicados en las proximidades de los lugares de trabajo. El suministro de los bidones se efectuará mediante empresa proveedora del giro.
Forma de cumplimiento	El agua potable deberá cumplir con los requisitos del DS N°594/99 del Ministerio de Salud.

16.2.3 Aire y emisiones a la atmósfera

16.2.3.1 D.S. N° 144/1961, del Ministerio de Salud, Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza

Norma	D.S. N° 144/1961 Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza Ministerio de Salud
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas indicadas anteriormente, se generará emisión de material particulado producto del movimiento de tierra y el funcionamiento de maquinaria, así como también gases producto de la operación de la maquinaria. También se contemplan emisiones menores asociadas a la circulación vehicular dentro del sitio y producto de las actividades de carga y descarga.
Forma de cumplimiento	La ejecución de las medidas de reparación no implicará emisiones atmosféricas que ocasionen peligro, daño o molestias al vecindario. En efecto, las emisiones de material particulado serán tales que no serán perceptibles en la localidad de Cerrillos de Catemu dado que ésta se encuentra a 4,6 kilómetros de distancia y las emisiones serán acotadas en el tiempo. Adicionalmente, se considera la humectación de las áreas donde se realicen excavaciones, rellenos y compactación de terreno. Por su parte, el transporte de materiales se realizará en camiones encarpados y se utilizarán vehículos y máquinas con sus revisiones técnicas vigentes.

16.2.3.2 D.S. N° 4/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Establece normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control

Norma	D.S. N° 4/1994 Establece normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medida 1, Medida 2, Medida 3, Medida 4 y Medida 5.
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas indicadas anteriormente, se contempla la generación de emisiones menores asociadas a la circulación vehicular dentro del sitio.
Forma de cumplimiento	Los vehículos que se utilizarán contarán con el permiso de circulación y la revisión técnica al día y serán mantenidos cuando corresponda.

16.2.3.3 D.S. Nº 54/1994 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Norma para vehículos motorizados medianos que indica

Norma	D.S. Nº 54/1994 Norma para vehículos motorizados medianos que indica Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medida 1, Medida 2, Medida 3, Medida 4 y Medida 5.
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas indicadas anteriormente, se contempla la generación de emisiones menores asociadas a la circulación vehicular dentro del sitio.
Forma de cumplimiento	Los vehículos que se utilizarán contarán con el permiso de circulación y la revisión técnica al día y serán mantenidos cuando corresponda.

16.2.3.4 D.S. Nº 55/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Norma para vehículos motorizados pesados que indica

Norma	D.S. Nº 55/1994 Norma para vehículos motorizados pesados que indica Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medida 1, Medida 2, Medida 3, Medida 4 y Medida 5.
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas indicadas anteriormente, se contempla la generación de emisiones menores asociadas a la circulación vehicular dentro del sitio.
Forma de cumplimiento	Los vehículos que se utilizarán contarán con el permiso de circulación y la revisión técnica al día y serán mantenidos cuando corresponda.

16.2.3.5 D.S. Nº 75/1987, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que Establece Condiciones para el Transporte de Carga que Indica

Norma	D.S. Nº 75/1987, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que Establece Condiciones para el Transporte de Carga que Indica
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Materia regulada	Este cuerpo reglamento señala que en las zonas urbanas, el transporte de material que produzca polvo, tales como escombros, cemento, yeso, entre otros, deberá efectuarse siempre cubriendo total y eficazmente los materiales con lonas o plásticos de dimensiones adecuadas, u otro sistema que impida su dispersión al aire.
Relación con la medida de reparación	El Plan contempla transportar materiales, principalmente fuera de zonas urbanas.

Forma de cumplimiento	En todo caso que se requiera transportar materiales granulares que sean susceptibles de generar polvo las cargas serán cubiertas con lonas o plásticos para evitar le escurrimiento o caída de los mismos.
-----------------------	--

16.2.4 Ruido

16.2.4.1 D.S. N° 38/2011, del Ministerio del Medio Ambiente, que Establece Norma de Ruidos Generados por Fuentes que indica

Norma	D.S. N° 75/1987, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que Establece Condiciones para el Transporte de Carga que Indica															
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6															
Materia regulada	<p>Establece los niveles máximos de emisión de ruido generados por las fuentes emisoras que esta norma regula. Sin perjuicio de lo anterior, en los lugares de trabajo se aplicarán los límites máximos establecidos en el D.S. N°594.</p> <p>El artículo 7° establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos:</p> <p>Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos (Npc) en db(A).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Horario: de 7 a 21 h.</th> <th>Horario: de 21 a 7 h.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona I</td> <td>55</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Zona II</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Zona III</td> <td>65</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Zona IV</td> <td>70</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>El artículo 9° dispone que para zonas rurales se aplicará como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC), el menor valor entre: Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A) NPC para Zona III</p> <p>Este criterio se aplicará tanto para el período diurno como nocturno, de forma separada.</p> <p>Los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores establecidos en dicha norma.</p>	Zona	Horario: de 7 a 21 h.	Horario: de 21 a 7 h.	Zona I	55	45	Zona II	60	45	Zona III	65	50	Zona IV	70	70
Zona	Horario: de 7 a 21 h.	Horario: de 21 a 7 h.														
Zona I	55	45														
Zona II	60	45														
Zona III	65	50														
Zona IV	70	70														
Relación con la medida de reparación	El Plan contempla el funcionamiento de equipos y maquinarias asociadas a la ejecución de las medidas de reparación.															
Forma de cumplimiento	Se velará para que en todas las actividades de ejecución de las medidas del Plan de Reparación no se sobrepasen los niveles máximos permisibles de presión sonora establecidos en él.															

16.2.5 Residuos líquidos

16.2.5.1 D.S N° 594/1999 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo

Norma	D.S. N° 594/1999 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo Ministerio de Salud
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Materia regulada	Según la “Guía de aplicación del Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo en el marco del SEIA”, sólo sería aplicable el inciso segundo del Artículo 24, y el Artículo 26 en relación a condiciones sanitarias en lugares y manejo de las aguas servidas. Artículo 24, Inciso 2: Una vez finalizada la faena temporal, el empleador será responsable de reacondicionar sanitariamente el lugar que ocupaba la letrina o baño químico, evitando la proliferación de vectores, los malos olores, la contaminación ambiental y la ocurrencia de accidentes causados por la instalación. Artículo 26: Las aguas servidas de carácter doméstico deberán ser conducidas al alcantarillado público, o en su defecto, su disposición final se efectuará por medio de sistemas o plantas particulares en conformidad a los Reglamentos específicos vigentes.
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas de reparación se requiere de la instalación de servicios sanitarios para el personal considerado
Forma de cumplimiento	Se ha considerado el uso de baños químicos con servicio de mantención y aseo por una empresa de servicios externa debidamente autorizada por la SEREMI de Salud de Valparaíso. El proyecto contempla la utilización de baños químicos e las instalaciones sanitarias las cuales cumplen con los estándares del D.S. N° 594/99. Los efluentes generados serán tratados en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas que contará con la autorización sanitaria respectiva.

16.2.6 Residuos Sólidos

16.2.6.1 D.F.L. N° 725/1967 del Ministerio de Salud, que Establece el Código Sanitario

Norma	D.F.L. N° 725/1967 del Ministerio de Salud, que Establece el Código Sanitario
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Materia regulada	Los artículos 79 y 80, establecen que el Servicio de Salud (actual SEREMI de Salud) debe autorizar la instalación y funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.

Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas de reparación se generarán residuos sólidos domiciliarios y residuos industriales sólidos no peligrosos, para lo cual considera la construcción de un sitio de almacenamiento temporal de residuos. El Plan generará residuos sólidos del tipo asimilable a domiciliarios e industriales no peligrosos, para los cuales cuenta instalaciones habilitadas que tienen como propósito la acumulación transitoria de ellos.
Forma de cumplimiento	En la Instalación de Faenas se dispondrá de un área de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos, donde se almacenarán residuos sólidos domiciliarios y residuos sólidos no peligrosos. Los residuos sólidos domésticos serán almacenados en contenedores de basura fabricados en HDPE o similar, impermeables y provistos de tapa. Los residuos industriales no peligrosos serán dispuestos temporalmente en contenedores rotulados con tapa de forma diferenciada.

16.2.6.2 D.S. Nº 594/1999 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo

Norma	D.S. Nº 594/1999 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Materia regulada	De acuerdo al artículo 18 de este cuerpo normativo, la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con la autorización sanitaria. Según el artículo 19 de este Reglamento, las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud (actual SEREMI de Salud) correspondiente. Por su parte, el artículo 20 señala que “En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos”.
Relación con la medida de reparación	Durante la implementación de las medidas de reparación se generarán residuos sólidos domiciliarios y residuos industriales sólidos no peligrosos, para los cuales cuenta instalaciones habilitadas que tienen como propósito la acumulación transitoria de ellos.
Forma de cumplimiento	En la Instalación de Faenas se dispondrá de un área de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos, donde se almacenarán residuos sólidos domiciliarios y residuos sólidos no peligrosos. Los residuos sólidos domésticos

	<p>serán almacenados en contenedores de basura fabricados en HDPE o similar, impermeables y provistos de tapa. Los residuos industriales no peligrosos y peligroso serán dispuestos temporalmente en contenedores rotulados con tapa de forma diferenciada.</p> <p>Se contará con autorización sanitaria del lugar de almacenamiento temporal, empresas transportistas y disposición final de residuos domiciliarios e industriales.</p>
--	--

16.2.7 Flora y vegetación

16.2.7.1 D.S. N°29/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, que Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación

Norma	DL de Protección Agrícola N° 3.557 de 1980 y la Resolución del SAG N° 981 del 2011 (modificada por la Resolución N° 8.908/2014)
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 2, 3, 4, 5 y 6
Materia regulada	<p>Establece las disposiciones que regirán el procedimiento para la clasificación de especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres según lo dispuesto en el artículo 37 de la ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.</p> <p>En el documento a su vez se definen ocho estados de conservación, los que corresponden a: extinta, extinta en estado silvestre, en peligro crítico, en peligro, vulnerable, casi amenazada, preocupación menor y datos insuficientes.</p>
Relación con la medida de reparación	Tanto las superficies afectadas por el daño ambiental, como las superficies donde se implementarán las medidas de reparación <i>ex situ</i> , cuentan con presencia de especies en estado de conservación. E
Forma de cumplimiento	<p>Esta norma ha sido considerada en la elaboración de la línea de base, identificando en total diversas especies clasificadas en alguna categoría de conservación.</p> <p>Lo anterior, ha sido tomado en consideración en el diseño de las medidas de reparación del Plan.</p>

16.2.7.2 Res. Ex. N° 981/2011 del Servicio Agrícola y Ganadero, que Establece normas para viveros y depósitos de plantas y deroga resoluciones que indica

Norma	DL de Protección Agrícola N° 3.557 de 1980 y la Resolución del SAG N° 981 del 2011 (modificada por la Resolución N° 8.908/2014)
--------------	--

Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 2 y 6
Materia regulada	El artículo 14 indica que Todo propietario, arrendatario u ocupante de un predio en que existan o se establezcan criaderos de plantas deberá declarar su existencia al Servicio, El artículo 2.1 de la Resolución señala que las personas naturales o jurídicas propietarias, arrendatarias u ocupantes de un predio donde exista o se establezca un vivero de especies frutales, forestales u ornamentales, sean éstas para comercialización o para autoabastecimiento, deberán declarar su existencia y solicitar su inscripción en la Oficina del Servicio que corresponda, según la ubicación geográfica del vivero.
Relación con la medida de reparación	Para la propagación de semillas y preparación de sustrato es necesario inscribir el vivero forestal en el Servicio Agrícola Ganadero. - SAG. A través del formulario “solicitud de inscripción de viveros y depósito de plantas”v
Forma de cumplimiento	En caso que se requiera la provisión de plántulas para la ejecución de las medidas, éstas se obtendrán de viveros del sector, debidamente autorizados.

16.2.8 Fauna

16.2.8.1 Ley 19.473/1996, sustituye texto de la Ley 4.601/1996 del Ministerio de Agricultura. Ley de Caza.

Norma	Ley 19.473/1996, sustituye texto de la Ley 4.601/1996 del Ministerio de Agricultura. Ley de Caza.
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 4 y 5
Materia regulada	De acuerdo a lo establecido en el artículo 3°: “prohíbese en todo el territorio nacional la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como la de las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas”, y en el artículo 5°: “Queda prohibido, en toda época, levantar nidos, destruir madrigueras o recolectar huevos y crías, con excepción de los pertenecientes a las especies declaradas dañinas. Sin perjuicio de lo anterior, en casos calificados, el Servicio Agrícola y Ganadero podrá autorizar la recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción”.
Relación con la medida de reparación	Se realizará un control de roedores y lagomorfos en los rodales 1, 2, 3 y 4, para así disminuir la competencia por refugio y alimentación con la fauna nativa y favorecer el asentamiento de la fauna nativa. Para esto se realizará caza y captura de roedores introducidos mediante el uso de cetrería. Se considera asimismo la realización de estudios de fauna que contemplan el uso de técnicas de muestreo de que implican captura de animales para su identificación.
Forma de cumplimiento	El personal asociado al Plan de Reparación tendrá prohibición expresa de cazar, capturar, criar, conservar y utilizar los animales de la fauna silvestre. Para la ejecución de las medidas 4 y 5, así como para la ejecución de los estudios de fauna, se obtendrá el permiso respectivo del SAG.

16.2.8.2 D.S. N°5/1998 del Ministerio de Agricultura. Reglamento de la Ley de Caza, modificando por Decreto Supremo N° 65 de 2013 del Ministerio de Agricultura.

Norma	Ley 19.473/1996, sustituye texto de la Ley 4.601/1996 del Ministerio de Agricultura. Ley de Caza.
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Medidas 4 y 5
Materia regulada	Reglamenta la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y recursos hidrobiológicos.
Relación con la medida de reparación	Se realizará un control de roedores y lagomorfos en los rodales 1, 2, 3 y 4, para así disminuir la competencia por refugio y alimentación con la fauna nativa y favorecer el asentamiento de la fauna nativa. Para esto se realizará caza y captura de roedores introducidos mediante el uso de cetrería. Se considera asimismo la realización de estudios de fauna que contemplan el uso de técnicas de muestreo de que implican captura de animales para su identificación.
Forma de cumplimiento	El personal asociado al Plan de Reparación tendrá prohibición expresa de cazar, capturar, criar, conservar y utilizar los animales de la fauna silvestre. Para la ejecución de las medidas 4 y 5, así como para la ejecución de los estudios de fauna, se obtendrá el permiso respectivo del SAG.

16.2.9 Patrimonio cultural

16.2.9.1 Ley 17.288 Legisla sobre Monumentos Nacionales

Norma	Ley 17.288 Legisla sobre Monumentos Nacionales
Medida a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Compromiso voluntario N°5
Materia regulada	Establece que los Museos del Estado y los que pertenezcan a establecimientos de enseñanza particular, universidades, municipalidades, corporaciones e institutos científicos o a particulares, estén o no abiertos al público, deberán ser inscritos en el Registro que para este efecto llevará el Consejo de Monumentos Nacionales. En relación a los monumentos arqueológicos, el artículo 21 los define como los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antro-po- arqueológicas o paleontológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional y señala que por el solo ministerio de la ley son de propiedad del Estado. El artículo 26, por su parte, señala que en caso de hallarse ruinas u objetos de carácter histórico, antropológico o arqueológico, con motivo de cualquier excavación, debe denunciarse el hallazgo al Gobernador de la Provincia, hasta que el Consejo de Monumentos Nacionales se haga cargo de él.
Relación con la medida de reparación	El compromiso voluntario N°5 considera un programa de Memoria e Identidad enfocado en el diseño, construcción y puesta en marcha de un museo de sitio en la actual mina Cardenilla, con la finalidad de potenciar el

	<p>turismo arqueológico, el reconocimiento identitario y la educación de Catemu.</p> <p>Las medidas 1, 2, 3 y 7, contemplan la eventual realización de excavaciones.</p>
Forma de cumplimiento	<p>Se presentará ante el Consejo de Monumentos Nacionales la carta de solicitud de inscripción respectiva.</p> <p>Si durante la ejecución de las medidas de reparación se hiciera hallazgo de cualquier resto de interés patrimonial que pudiera verse afectado, se dará aviso inmediato a las autoridades competentes y al Consejo de Monumentos Nacionales, además de detener inmediatamente las faenas realizadas en el lugar de trabajo.</p> <p>Respecto a monumentos arqueológicos es preciso indicar que no se intervendrá ningún Monumento Nacional.</p>

17 INDICACIÓN DE LOS PERMISOS O PRONUNCIAMIENTOS DE CARÁCTER SECTORIAL QUE SE REQUIERAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CADA UNA DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

De acuerdo con lo indicado en el acápite anterior, se desprende el siguiente listado de permisos o pronunciamientos de carácter sectorial que se requieran para la implementación del Plan de Reparación. De este modo, se da cumplimiento al contenido exigido por el **artículo 19 literal I) del D.S. 30/2012 MMA**.

A continuación, se presenta el listado de los permisos y pronunciamientos ambientales sectoriales potencialmente aplicables, junto con un breve análisis sobre su aplicabilidad al presente Plan de Reparación.

Tabla 16-1. Análisis de permisos o pronunciamientos sectoriales aplicables al Plan de Reparación.

Cuerpo normativo	Artículo	Contenido	Aplicación al Plan de Reparación
Código Sanitario	Art. 79 y 80	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.	Sí aplica. El PdR contempla la instalación de faenas para la ejecución de las medidas in situ y ex situ, con los respectivos áreas de almacenamiento temporal de residuos.
Código Sanitario	Art. 71	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de planta de tratamiento de aguas servidas.	Sí aplica. El PdR contempla PTAS para la instalación de faenas para la ejecución de las medidas in situ y ex situ.

Cuerpo normativo	Artículo	Contenido	Aplicación al Plan de Reparación
Decreto Supremo N° 148, de 2003, del Ministerio de Salud, Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos	Art. 29	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.	No aplica. No se contempla la generación de residuos peligrosos.
Ley N° 19.473, que sustituye el texto de la Ley N° 4.601, sobre Caza	Art. 146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.	Sí aplica. El PdR contempla la caza y captura de roedores introducidos mediante el uso de cetrería, así como muestreos para estudios de fauna, por lo que el permiso sí resulta aplicable para dichas actividades.
Ley N° 18.378	Art. 4	Permiso para la corta de árboles y/o arbustos aislados ubicados en áreas declaradas de protección.	No aplica. El PdR no contempla realizar la corta de árboles y/o arbustos. En el caso eventual que ello resulte necesario para la realización de alguna de las obras físicas contempladas en las medidas del Plan, se obtendrá previamente la aprobación del Plan de Manejo respectivo.

Cuerpo normativo	Artículo	Contenido	Aplicación al Plan de Reparación
Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas	Art. 41 y 171	Permiso para efectuar modificaciones de cauce.	No aplica. El PdR no contempla la realización de obras de modificación de cauces. En caso que se requiera para la ejecución de alguna de las medidas, se obtendrá previamente la aprobación del permiso respectivo.
Ley 20.551	Art. 6	Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera.	No aplica. Conforme se ha señalado anteriormente, las medidas in situ del Plan de Reparación son independientes a aquellas indicadas en el Plan de Cierre de la Faena Minera "Mina Cardenilla", pudiendo llevarse a cabo de forma paralela. Por tanto, el permiso no resulta aplicable al Plan.
1.2.7.2 Res. Ex. N° 981/2011 del Servicio Agrícola y Ganadero, que Establece normas para viveros y depósitos de plantas y deroga resoluciones que indica	Art. 14	Solicitud de inscripción de vivero de especies frutales, forestales u ornamentales para comercialización o autoabastecimiento	Sí aplica. Para la propagación de semillas y preparación de sustrato es necesario inscribir el vivero forestal en el Servicio Agrícola Ganadero. - SAG. A través del formulario "solicitud de inscripción de viveros y depósito de plantas"v

Fuente: GAC

18 COSTOS ESTIMADOS DEL PLAN DE REPARACIÓN

En esta sección del plan, se realiza una estimación de los costos de las medidas de reparación propuestas, la que, en todo caso, no determina la posterior definición y concreción de la medida de reparación, pero permite informar, el orden de magnitud del plan de reparación propuesto.

El plan propuesto implica una reparación *in situ* de 20, 37 ha en distintos niveles de reparación (medidas 1 y 2) y *ex situ*, en una superficie equivalente a 75, 8 ha en medidas complementación de compensación y 1.114 ha en medida de reparación complementaria asociada a una zona de resguardo de las medidas complementación de compensación .

Sin embargo, considerando el contexto socioambiental del ecosistema a reparar, se incluyen, adicionalmente, compromisos voluntarios para valorizar socialmente las medidas reparación de aquellos componentes y servicios ecosistémicos de provisión, que pudieron verse mermados producto del daño. El costo de estas medidas se estima en 163.761.000, equivalente a 192.660 USD.

N° Medida	Costo CLP	Costo USD
1	830.253.171	964.211
2	906.375.400	1.052.615
3	600.000.000	696.807
4	40.000.000	46.454
5	545.903.280	633.982
6	847.436.280	984.167
7	193.024.000	232.000
CV1, CV2, CV3, CV4	163.761.000	192.660
Total	4.126.753.131	4.802.896

Con todo lo anterior, el costo aproximado del Plan de Reparación es de \$CL **4.126.753.131** pesos chilenos, equivalentes a **\$USD 4.802.896**.

19 EL LISTADO DE LOS NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO AMBIENTAL, INCLUYENDO SUS PROFESIONES E INDICANDO LAS FUNCIONES Y TAREAS ESPECIFICAS QUE DESARROLLARON

El Plan de Reparación fue preparado por la empresa Gestión Ambiental Consultores S.A.

En la Tabla 19-1. se presentan los profesionales a cargo de la coordinación general del Plan.

Tabla 19-1. Listado de Profesionales responsables de la coordinación del Plan de Reparación

Profesional	Profesión	Cargo
Ricardo Katz	Ingeniero Civil, MSc	Director de Proyecto
Felipe Bravo	Ingeniero en Recursos Naturales, PhD	Jefe de Proyecto
Andrés Madrid	Ecólogo Paisajista, MSc	Coordinador de Proyecto

Fuente: GAC

En la Tabla 19-2. se presentan los profesionales-responsables que trabajaron en la elaboración de cada uno de los capítulos del PdR.

Tabla 19-2. Listado de profesionales-responsables por capítulos del Plan de Reparación

Capítulo Plan de Reparación	Descripción del Capítulo	Tarea Desarrollada	Profesional
Capítulo 1	Resumen ejecutivo	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 2	Antecedentes generales	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Felipe Bravo
Capítulo 2 y 3	Nombre o Razón Social del Proponente	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Felipe Bravo
Capítulo 5	Descripción del Daño Ambiental Causado	Revisor	Ricardo Katz Ingrid Gaete Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz
Capítulo 7	Metodología para la determinación de la idoneidad y suficiencia de las acciones contenidas en el plan de reparación	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 6			
Capítulo 7	Metodología para la determinación de la idoneidad y suficiencia de las acciones contenidas en el plan de reparación	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 6		Revisor	Felipe Bravo

Capítulo Plan de Reparación	Descripción del Capítulo	Tarea Desarrollada	Profesional
	Descripción de los objetivos generales y específicos de la Reparación Propuesta	Ejecutor	Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz Sebastián Ramírez Claudia Serrano Andrés Madrid
Capítulo 9	Medidas de contención que se han adoptado y las que se proponen para controlar el daño ambiental causado	Revisor	Felipe Bravo Ingrid Gaete
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 10	Descripción de las Medidas de Reparación que se proponen	Revisor	Ricardo Katz Felipe Bravo
		Ejecutor	Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz Sebastián Ramírez Claudia Serrano Andrés Madrid
Capítulo 9	Descripción del sitio o lugar en el cual se implementarán cada una de las medidas propuestas	Revisor	Felipe Bravo Ingrid Gaete
		Ejecutor	Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz
Capítulo 10	Programa de Seguimiento de las Medidas propuestas	Revisor	Ricardo Katz Felipe Bravo
		Ejecutor	Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz Sebastián Ramírez Claudia Serrano
Capítulo 13	Cronograma	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 9	Descripción del sitio o lugar en el cual se implementarán cada una de las medidas propuestas	Revisor	Felipe Bravo Ingrid Gaete
		Ejecutor	Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz
Capítulo 10	Programa de Seguimiento de las Medidas propuestas	Revisor	Ricardo Katz Felipe Bravo
		Ejecutor	Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz Sebastián Ramírez Claudia Serrano Ramón Yavar

Capítulo Plan de Reparación	Descripción del Capítulo	Tarea Desarrollada	Profesional
Capítulo 13	Cronograma	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 14	Descripción de los potenciales efectos asociados a la implementación de las medidas de Reparación	Revisor	Ricardo Katz Felipe Bravo
		Ejecutor	Ingrid Gaete Álvaro Huerta Fabiola Mellado Octavio Díaz Sebastián Ramírez Claudia Serrano
Capítulo 13 Capítulo 14	Descripción de la forma de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las medidas.	Revisor	Ingrid Gaete
		Ejecutor	Felipe Bravo
Capítulo 141314	Listado de Profesionales	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid
Capítulo 15	Bibliografía	Revisor	Felipe Bravo
		Ejecutor	Andrés Madrid

Fuente: GAC

20 ANEXOS

Anexo 1. Antecedentes legales

1. Escritura de poderes representante legal

Anexo 2. Antecedentes técnicos sobre "Descripción del Daño"

1. Geobiota (2019) Restauración de Hábitats Mediterráneos
2. Geobiota (2019) Informe pericial
3. Lorena Flores (2019) Reparabilidad de daño Flora y Vegetación
4. Resolución N° 1786, de 12 de diciembre de 2019 de la Superintendencia del Medio Ambiente.
5. Oficio Ord. 2290/2019 SAG
6. Oficio Ord. 263/2019 CONAF
7. Amest (2018) Consideraciones técnicas infracción n°9 (Informe Censo de Guayacan) + Anexos
8. GAC (2020) Análisis de imágenes satelitales del daño ambiental
9. Estudio de Línea de Base de Suelo, elaborado por AMEST Consultores (2019)

Anexo 3. Antecedentes técnicos sobre "Estado Básico"

1. Informe "Estado Básico", de GAC Consultores (2020)
2. AMEST (2018-2019) Línea de Base de EIA de Cierre de Mina Cardenilla para los componentes flora y vegetación, fauna, suelo, hidrología e hidrogeología
3. Línea de Base Sitio Prioritario Cordillera El Melón

Anexo 4. Antecedentes técnicos sobre medidas de reparación

1. Solicitud de declaración de interés nacional, ingresada ante la Dirección Ejecutiva de CONAF mediante Carta N°RP_073/2020, de 20 de marzo de 2020
2. Informe Modelamiento Geotécnico y Análisis de Estabilidad Geomecánica Rajo Mina Cardenilla, de FF Geo Mechanic (2018).
3. Archivos KMZ y shape con ubicación georreferenciada de las medidas

Anexo 5. Antecedentes sobre efectos de las medidas de reparación

Anexo 6. Antecedentes sobre cumplimiento de normativa y permisos sectoriales.

1. Antecedentes para PAS PTAS – Medidas in situ
2. Antecedentes para PAS PTAS – Medidas ex situ
3. Antecedentes para PAS Sitio de almacenamiento de residuos – Medidas in situ

4. Antecedentes para PAS Sitio de almacenamiento de residuos – Medidas ex situ

21 BIBLIOGRAFÍA

- Amest-Explodesa. 2018. Proyecto Mina Cardenilla. Consideraciones técnicas respecto a la clasificación de la gravedad de la infracción N°9 contenida en la Res. Ex. N°1/F-009-2018 de la Superintendencia del Medio Ambiente. 32 p.
- Armesto, J. y Pickett, S. 1985. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 9-17.
- Barral, P., J.M. Rey Benayas, P. Meli y N. Maceira. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: a global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 202: 223-231.
- Baker, M., Domanski, A., Hollweg, T., Murray, J., Lane, D., Skrabis, K., Taylor, R., Moore, T & DiPinto, L. 2020. Restoration Scaling Approaches to Addressing Ecological Injury: The Habitat-Based Resource Equivalency Method. *Environmental Management* 65:161–177.
- BBOP. 2012a. Biodiversity Offset Design Handbook-Updated. Business and Biodiversity Offsets Programme. Washington D.C, USA.
- BBOP. 2012b. Standard on Biodiversity Offsets. Business and Biodiversity Offsets Programme. Washington D.C., USA.
- Benedetti, S. Perret, S. 1995. Manual de forestación- Zonas áridas y semiáridas Instituto Forestal (INFOR). Santiago, Chile. 135 pp.
- Boyd, J. y Banzhaf, S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). 2017. Restauración ecológica en ambientes semiáridos: Recuperar las interacciones biológicas y las funciones ecosistémicas. Gobierno de España, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Madrid, España. 162 p.
- Costanza, R. 2008. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation* 141: 350-352.
- Costanza, R., D'arge R., De Groot R., Farber S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin R.G., Sutton P. & Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Daily, G.C. 1997. *Nature's services: Societal dependence on ecosystem services*. Island Press, Washington, DC.
- De Groot R.S., Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- DSE. 2004. *Vegetation Quality Assessment Manual—Guidelines for applying the habitat hectares scoring method*. Version 1.3. Victorian Government Department of Sustainability and Environment, Melbourne.

- Dunford, R.W., Ginn, T.C., Desvousges, W.H. 2004. The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessments. *Ecol. Econ.* 48: 49-70.
- European Commission, Etec, Stratus Consulting. 2013. Environmental Liability Directive (ELD). Training Handbook and Accompanying Slides. 147 p.
- Fernández, I. Morales, N. Olivares, L. Salvatierra, J. Gómez, M & Montenegro, G. 2010. Restauración Ecológica para Ecosistemas Nativos Afectados por Incendios Forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K. & Dixon, K.W. 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition.
- Gold, K., León-Lobos, P. y Way, M. 2004. Manual de Recolección de Semillas de Plantas silvestres. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Chile. 65 p.
- Gómez-Baggethun E. & De Groot R. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16: 3.
- Jax, K. 2005. Function and functioning in ecology: what do we need to know about their ecology. *Ecology Letters*, 8: 468-479.
- Jones, C.A. y DiPinto, L. 2018. The role of ecosystem services in USA natural resource liability litigation. *Ecosystem Services* 29(B): 333–351.
- Julius, B. 1999. Discounting and the treatment of uncertainty in natural resource damage assessment. NOAA Technical Paper 99-1. National Oceanic and Atmospheric Administration, Damage Assessment and Restoration Program, Silver Spring, MD. U.S.
- King, D.M. & K.J. Adler. 1991. Scientifically defensible compensation ratios for wetland mitigation. Washington, DC: US Environmental Protection Agency.
- Kohler, K.E. Dodge, R.E. 2006. Visula HEA: Habitata Equivalency Analysis software to calculate compensatory restoration following natural resource injury. Proceeding of 10th International Coral Reef Symposium, 1611-1616
- Levrel, H., Pioch, S y Spieler. 2012. Compensatory mitigation in marine ecosystem: wicg indicators for assessing the "no net loss goal" of ecosystem services and ecological functions? *Mar. Policy* 36: 1202-1210
- Lipton, J., LeJeune, K., Calewaert, JB. y Ozdemiroglu, E. 2008. Toolkit for Performing Resource Equivalency Analysis to Assess and Scale Environmental Damage in the European Union (REMEDE). Deliverable N°13.
- Martín-López B., Gómez-Baggethun E., González J.A., Lomas P. L., Montes, C. 2009. The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs. En: Aronoff J.B. (Ed.). *Handbook of Nature Conservation: Global, Environmental and Economic Issues*. Nova Science Publishers, New York.
- Mazzotta, M.J., Opaluch, J.J & Grigalunas, T.A. 1994. Natural resource damage assessment: the role of restoration. *Bull. Mar. Sci.* 69: 975-988.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Island Press, Washington, D.C.

- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis. Millenium Ecosystem Assessment, World Resources Institute. Washington, D.C.
- MEDDE. 2012. The Environmental Liability Law (ELL) and the equivalency methods. Methodological Guide. Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. Francia. 122 p.
- Meli, P., Holl K.D., Rey Benayas, J.M., Jones, H.P., Jones, P.C. y Montoya, D. 2017. A global review of past land use, climate, and active vs. passive restoration effects on forest recovery. PLoS ONE 12(2): e0171368.
- Meli, P., J.M. Rey Benayas, P. Balvanera y M. Martínez-Ramos. 2014. Restoration enhances wetland biodiversity and ecosystem service supply, but results are context-dependent. PLOS ONE 9(4): e93507.
- Milon, J.W. & Dodge, R.E. 2001. Applying habitat equivalency analysis for coral reef damage assessment and restoration. Nat. Resour. J. 34: 153-178.
- MITECO. 2018. Estructura y contenidos generales de los proyectos de reparación de daños medioambientales. Comisión Técnica de Prevención y Reparación de Daños Medioambientales, Ministerio para la Transición Ecológica. España. 62 p.
- Montes, C. 2007. Del Desarrollo Sostenible a los servicios de los ecosistemas. Ecosistemas, 16: 3 (<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=513>).
- NOAA. 1995. Habitat Equivalency Analysis: An Overview. Damage Assessment and Restoration Program National Oceanic and Atmospheric Administration Department of Commerce. U.S. March 21, 1995 (Revised October 4, 2000). 23 p.
- NOAA. 1997. Natural resource damage assessment guidance document: scaling compensatory restoration actions. Oil Pollution Act of 1990. National Oceanic and Atmospheric Administration Department of Commerce. U.S.
- NU. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Naciones Unidas. Río de Janeiro, Brasil. 32 p.
- Parkes, D., Newell, G., y Cheal, D. 2003. Assessing the quality of native vegetation: the 'habitat hectares' approach. Ecological Management y Restoration, 4(1): 29-38.
- Pioch, S., Johnston, MW., Vaissière, AC., Bergerd, F., Jacoba, C & Dodge, R. 2017. An update of the Visual_HEA software to improve the implementation of the Habitat Equivalency Analysis method. Ecological Engineering 105: 276-283.
- Potschin, M. y Haines-Young, R. 2016b. Chapter 3: Defining and measuring ecosystem services. In: Potschin, M. Haines-Young, R. Fish, R. y Turner, R.K. (eds). Routledge Handbook of Ecosystem Services. Routledge, London and New York, pp 25-44.
- Ray, G.L. 2009. Application of habitat equivalency analysis to USACE Projects. EMRRP Technical notes collection. ERDC TN-EMRRP-EI-04. Vicksburg, Mississippi: US Army Engineer Research and Development Center. 12 p.
- REMEDE (Resource Equivalency Methods for assessing Environmental Damage in the EU). 2008. Toolkit for Performing Habitata Equivalency Analysis ti Assess and Scale Environmental Damage in the European Union.
- Rey Benayas, J.M., A.C. Newton, A. Díaz y J.M. Bullock. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. Science 325: 1121-1124.

- Rey Benayas, J.M., Barral, P. y Meli, P. 2017. Lecciones de cuatro meta-análisis globales sobre la restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. *Ecología Austral* 27: 193-198
- Rousseau, Y. 2007. Evaluation économique des dommages environnementaux sur accidents industriels. In: *Etudes et synthèses, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale (D4E)*. MEDAD.
- Scemama, P & Levrel, H. 2016. Using habitat equivalency analysis to assess the cost effectiveness of restoration outcomes in four institutional contexts. *Environ. Manage.* 57(1): 109–122.
- Scemama, P., Levrel, H. 2016. Using habitat equivalency analysis to assess the cost effectiveness of restoration outcomes in four institutional contexts. *Environ. Manage.* 57(1): 109-122.
- SEA. 2014. Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Chile. 40 p.
- Seguel, S., O. García de Cortázar, V. O. García de Cortázar y P.M. Casanova. 2003. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. *Agricultura Técnica* 63(3): 287-297.
- Shaw, D. & Wlodarz, D. 2013. Ecosystems, Ecological Restoration, and Economics: Does Habitat or Resource Equivalency Analysis Mean Other Economic Valuation Methods Are Not Needed?. *AMBIO* 42:628–643.
- Unsworth, R.E., Bishop, R.C. 1994. Assessing natural resource damages using environmental annuities. *Ecol. Econ.* 11: 35-41.
- Wallace, K.J. 2007. Classifications of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation* 139: 235-246.
- Whisenant, S. 1999. *Repairing damaged wildlands: A process-orientated, landscape-scale approach*. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 312 p.