



PLAN DE RESTAURACIÓN SOCIO-ECOLÓGICA DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA QUEBRADA DE LA PLATA

Santiago de Chile, Mayo de 2017

Instituciones Asociadas



Agrupación ambientalista y Defensa de Quebrada de la Plata

ÍNDICE

1.	EQUIPO TÉCNICO.....	1
2.	ANTECEDENTES GENERALES	2
2.1.	Restauración ecológica.....	2
2.2.	Bosque esclerófilo de Chile central.....	6
2.3.	Incendios en Chile central.....	6
2.4.	Incendio en Quebrada de la Plata.....	8
2.5.	Restauración ecológica en Chile central.....	8
3.	ÁREA DE ESTUDIO	10
4.	ENFOQUE.....	11
5.	ESTRATEGIA Y OBJETIVO DEL PLAN DE RESTAURACIÓN	13
	Objetivo General.....	15
	Objetivos específicos.....	15
7.	ECOSISTEMA DE REFERENCIA.....	16
8.	DISTURBIOS, BARRERAS Y AMENAZAS.....	16
9.	DIAGNOSTICO AMBIENTAL	17
9.1	Severidad del incendio.....	17
9.2	Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs) e información adicional.....	18
	Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs).....	18
	Información adicional.....	19
9.3	Levantamiento de información en terreno.....	20
9.4	Priorización áreas a restaurar	21
	Áreas prioritarias para el control de erosión	21
	Áreas prioritarias revegetación.....	22
	Áreas de acción	24
10.	MONITOREO.....	26
10.1	Monitoreo de flora y vegetación.....	26
	Monitoreo regeneración natural	26
	Metodología de caracterización de la vegetación	26
	Metodología de caracterización de la flora.....	27
10.2	Monitoreo de fauna	28
	Resultados campaña de verano	29

Anfibios.....	29
Reptiles.....	29
Aves	30
Mamíferos	31
11. ACCIONES DE RESTAURACIÓN QUE ACELEREN EL PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL	33
11.1 Control de erosión.....	33
Tratamiento lineal con sacos rellenos de tierra.....	33
Tratamiento lineal con fajina en ramas.....	34
Tratamiento de cubierta superficial con ramas	36
Tratamiento de cubierta superficial con malla	37
11.2 Revegetación	38
Plantación en cluster.....	38
Siembra directa de espino.....	39
Enriquecimiento	40
Especies seleccionadas.....	40
Procedencia de las Plantas.....	41
Recolección de material en terreno.....	41
11.3 Otros métodos	41
12. ACCIONES DE RESTAURACIÓN DE LA FAUNA.....	41
12.1 Acciones en zonas sensibles.....	42
Protección de curureras	42
Protección de Fondo de Quebrada	43
12.2 Mejoramiento de hábitat.....	43
13. SEGUIMIENTO Y MANTENCIÓN.....	44
13.1 Seguimiento	44
13.1.1. Suelo.....	45
Erosión.....	45
13.1.2. Vegetación.....	47
13.1.3. Fauna	48
13.2 Mantenición	48
14. PROPUESTA PLAN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	48

14.1 Consideraciones iniciales	48
14.2 Metodología	48
14.3 Prevención participativa de incendios forestales	49
14.4 Manejo de combustibles	49
14.5 Despeje de caminos y accesos de la quebrada	52
15. INCORPORAR A LOS ACTORES CLAVES EN LOS ESFUERZOS DE RESTAURACIÓN Y SENSIBILIZAR A LA COMUNIDAD PARA MEJORAR LA PROTECCIÓN DEL NUEVO SANTUARIO	52
15. 1 Diagnóstico	53
15.1.1 Organización del Proceso	53
15.1.2 Estudio de Grupos de interés y Actores claves	53
Identificar grupos de interés y actores claves	53
Percepción de los grupos de interés	54
Matriz de Interés e Influencia	54
Avances	56
15.2 Gestión asociativa y participación activa de la comunidad en las acciones de restauración	57
15.2.1 Diseño participativo para el Plan de prevención de incendios	57
Delimitación zonas con riesgo y/o daño potencial. Se realizarán talleres participativos con el fin de identificar las zonas utilizadas por los visitantes que se convierten en sectores de riesgo crítico para el origen de incendios forestales. Así como los sitios ecológicos y culturales prioritarios desde la perspectiva social.	58
15.2.2 Participación activa en las acciones de restauración	59
15.3 Educación Ambiental durante el Proceso de Restauración	59
15.3.1 Delimitación de senderos de educación ambiental durante el proceso de Restauración	59
Delimitación de senderos.....	59
15.3.2 Monitores ambientales	61
15.3.3 Difusión y comunicaciones para la educación ambiental	62
Folletos	62
Difusión a través de redes sociales y páginas web	62
Prensa.....	63
16. GENERAR REGISTROS DE LA EXPERIENCIA PARA QUE SIRVAN DE GUÍA A OTROS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN EN CHILE.....	63
17. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE LEVANTAMIENTO DE FONDOS PÚBLICOS Y PRIVADOS,	

NACIONALES E INTERNACIONALES, PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE RESTAURACIÓN.....	64
17.1 Plan piloto de restauración Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Proyecto GEF/MMA/ONU – ambiente GEF Corredores Biológicos de Montaña	64
Revegetación.....	67
Control de erosión.....	70
17.2 Reforestemos Chile	70
17.3 Fondo de Protección Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente	71
18. BIBLIOGRAFÍA.....	72
19. ANEXOS	85
Anexo 1. Detalles del incendio descrito por CONAF (2016).....	85
Anexo 2. Integración de metodología de Estándares Abiertos para la Conservación y Guía metodológica para la formulación de objetivos y estrategias de restauración.....	87
Anexo 3. Disturbios, barreras y amenazas identificadas para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata.....	89
Anexo 4. Severidad por pisos y formaciones vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2006). Extraído de CONAF (2016).....	93
Anexo 5. Información necesaria para definir UTHs y priorización de áreas a restaurar.....	94
5.1 Pisos vegetacionales.....	94
5.2 Exposición.....	95
5.3 Severidad adaptada a partir de CONAF (2016)	96
5.4 Rango de pendiente (%)	97
5.5 Tipo de bosque.....	98
5.6. Red de caminos	99
Anexo 6. Información de Unidades Territoriales Homogéneas	100
Tabla descripción de variables	100
Información para Unidades Territoriales Homogéneas.....	101
Anexo 7. Metodología para el monitoreo de fauna.....	117
Anfibios.....	117
Reptiles.....	117
Aves	118
Mamíferos.....	119
Anexo 8. Ubicación de puntos de muestreo para fauna.....	122

Anexo 9. Fotografías de individuos encontrados en terreno.....	129
Anexo 10. Justificación de especies seleccionadas para ensayos de revegetación	132
Anexo 11. Acciones orientadas a mejorar el hábitat de las especies.	135
Anfibios.....	135
Reptiles.....	135
Aves	137
Mamíferos.....	137
Anexo 12. Ficha de registro actores claves	138

1. EQUIPO TÉCNICO

El equipo técnico responsable de la presente propuesta de restauración socio-ecológica de Quebrada de la Plata, está conformado por las siguientes personas, quienes representan distintas áreas de experiencia e instituciones:

Núcleo

Jorge Pérez Quezada (Ecología, UCH)

Álvaro Promis (Silvicultura, UCH)

Vivianne Claramunt (Restauración, UCH)

Solange Lobos (Restauración, UCH)

Valeria Rojas (Fauna, UCH)

Gabriel Lobos (Fauna, UCH)

Karol Armijo (ACOREN)

Colaboradores

Daniel Álvarez (Restauración, MMA)

Daniel Sánchez (Planificación territorial, MMA-RM)

Andrés Meza (Restauración PUC, CONAF)

Rosa Peralta (Administración Santuario, UCH)

Roberto Hernández (Antropología, UCH)

Simón Boric - Fernanda Palma (Prensa, UCH)

Daniela Gatica (ACOREN)

Victor Olivares (ACOREN)

Aira Faúndez (ACOREN)

Daniela Stine (UCH)

Poldi Furlan (Parque Natural Quebrada de Macul)

Fernanda Muñoz (Prevención de Incendios)

Pablo Flores (Prevención de Incendios)

Luis Faúndez (Botánica, UCH)

Asesores

Mauricio Lemus (Restauración, Byocis)

Pablo Becerra (Restauración, PUC)

Cecilia Smith (Restauración, UACH-ULagos)

Oscar Seguel (Física de suelos, UCH)

Manuel Casanova (Conservación de suelos, UCH)

Álvaro Gutierrez (Dinámica de bosques, UCH)

Horacio Bown (Restauración, UCH)

Miguel Castillo (Restauración post-fuego, UCH)

Karen Peña (Restauración, UCH)

Sergio Donoso (Ecología Forestal, UCH)

Aurora Gaxiola (Restauración, PUC)

Eduardo Arellano (Restauración, PUC)

Iván Grez (Restauración, UCH)

Eduardo Araya (Planificación Participación Ciudadana en Restauración- CONAF)

Víctor Lagos (Planificación Participación Ciudadana en Restauración- CONAF)

Gonzalo de Terán (Sendero de Chile)

Javier Gallardo (Senderos, Trekantour)

Camilo (Senderos, Trekantour)

Rubén Moren (Universidad de Chile)

Marcela Alarcón (Meseo El Carmen de Maipú)

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. Restauración ecológica

La deforestación y degradación de los ecosistemas forestales es un problema ambiental que ocurre a nivel global y que causa graves pérdidas de biodiversidad e interrupción en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la vida humana (Millennium Ecosystem Assessment, 2003; Chazdon, 2008).

Los ecosistemas pueden considerarse como *“conjuntos de factores bióticos y abióticos cuyos variados componentes interactúan, mediante adaptaciones locales mutuas desarrolladas a través del tiempo”* (Sánchez *et al.*, 2005). Los ecosistemas son sistemas dinámicos y por ende no se hallan en estados estáticos de equilibrio, sino en flujo constante (Sánchez *et al.*, 2005). Esto implica que en algunos casos los disturbios naturales sean parte de la dinámica normal del ecosistema y que incluso algunas percepciones consideren que el ser humano debe ser incluido como un actor más dentro de estos procesos (Pickett y White, 1985; Sánchez *et al.*, 2005).

A través de la interacción de estos componentes surgen propiedades emergentes como resistencia y resiliencia (Maass, 2003). Resistencia es la capacidad de un ecosistema de mantener sus atributos estructurales y funcionales ante un disturbio, mientras que resiliencia es la capacidad de recuperar estos atributos estructurales y funcionales luego de haber sido dañados por un disturbio (SER, 2004; Sánchez *et al.*, 2005). Cuando los disturbios alcanzan ciertos niveles de magnitud, extensión y recurrencia, afectan estas propiedades de los ecosistemas, haciendo que su capacidad sea insuficiente y generan cambios que muchas veces pueden ser irreversibles naturalmente (Sánchez *et al.*, 2005). Esta desviación de la trayectoria normal de un ecosistema puede producirse por procesos de degradación, daño, destrucción o transformación (Hernández *et al.*, 2012).

En términos generales, la degradación corresponde a *“cambios graduales o sutiles que reducen la integridad o salud de un ecosistema”*, es decir los procesos ecológicos se ven afectados; el daño se refiere a un *“cambio notorio en el ecosistema”* donde este no es capaz de recuperarse por sí solo; la destrucción es cuando el *“daño o la degradación remueven toda la vida macroscópica”* y por lo general arruina el ambiente físico; y finalmente la transformación alude al cambio de un ecosistema a otro (SER, 2004; Clewell y Aronson, 2007).

Bajo este escenario, la restauración ecológica (RE), definida por la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) como *“el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido”*, toma cada vez mayor importancia, al tener como objetivo asistir la recuperación de los ecosistemas en relación a su estructura,

composición y funcionamiento, aumentando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que éstos proveen a la sociedad (Aronson *et al.* 2006, Rey Benayas *et al.* 2009). También surge como una opción para detener estos procesos y “conducir” al ecosistema a un estado lo más parecido posible al que existía antes de la perturbación (Armesto *et al.*, 2012).

A su vez, diversos autores concuerdan con el concepto de restauración ecológica mencionado anteriormente. Lamb y Gilmour (2003) la definen como el “*restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque*”. Para Primack y Massardo (2002) es la “*reparación de la estructura comunitaria, composición de especies y el restablecimiento de procesos ecológicos a través de un activo programa de modificación del sitio y reintroducción de especies*”. Asimismo, World Wildlife Fund (WWF, 2005) la considera como “*un proceso planificado que tiene por objetivo recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en paisajes forestales deforestados o degradados*”, mientras Echeverría *et al.* (2010) plantean que la restauración “*inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su función (procesos), integridad ecológica (composición de especies nativas y estructura comunitaria) y sostenibilidad (resistencia a las perturbaciones y resiliencia)*”.

De esta forma, la restauración ecológica es considerada una prioridad a nivel mundial, y esencial para alcanzar la sostenibilidad a largo plazo (Aronson y Alexander, 2013), lo cual fue ratificado en la 11ª Conferencia de las Partes en el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB, 2012), en donde se insta a “*hacer esfuerzos concertados y coordinados a largo plazo para movilizar recursos y facilitar la ejecución de las actividades de restauración de los ecosistemas*”.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la restauración no implica necesariamente reproducir un estado histórico anterior, debido a las limitaciones y condiciones actuales que presenta el ecosistema (Hernández *et al.*, 2012). Por lo cual, un ecosistema en proceso de restauración puede ser aquel que busque simular lo más parecido posible las características del ecosistema anterior o se encuentre dentro de los límites de variabilidad de la trayectoria histórica (SER, 2004; Ciccarese *et al.* 2012; Forest Stewardship Council, 2014).

Existen varios términos de uso común en la disciplina de ecología de la restauración de ecosistemas que determinan las acciones a realizar. Es importante conocer estos términos para poder utilizarlos correctamente (Figura 1).

Rehabilitación o Restauración

La rehabilitación o restauración corresponden al restablecimiento de la productividad y de algunas, pero no necesariamente todas, las especies animales y vegetales originalmente

presentes (Lamb y Gilmour, 2013). El énfasis está en la recuperación de los procesos y funciones del ecosistema para aumentar el flujo de servicios y beneficios a las personas, pero no considera la restitución de la estructura, composición y diversidad original (Armesto *et al.*, 2012; FSC, 2014). La rehabilitación generalmente busca que el estado degradado esté lo más cerca del estado original, tendiendo hacia la restauración (Bradshaw, 1996). Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes, pero que con el tiempo, recuperaran la función protectora y de provisión del ecosistema (Lamb y Gilmour, 2013).

Reclamación

El término reclamación se refiere a la recuperación productiva de un sitio para la provisión de servicios ecosistémicos (Lamb y Gilmour, 2013). Debido a que ya no es posible volver al estado original, se reponen ciertas funciones ecosistémicas relevantes (Bradshaw, 1996). Incluye estabilización de terrenos, seguridad pública, mejoramiento estético, y generalmente, retorno a lo que es considerado, en el contexto regional, un propósito común en la minería. Generalmente, la diversidad original no es recuperada debido a que utilizan especies exóticas para el restablecimiento de las funciones de protección y provisión de servicios (Newton y Tejedor, 2011; Lamb y Gilmour, 2013).

Remediación

La remediación es el “proceso de eliminación, reducción o neutralización de contaminantes de un sitio para prevenir o minimizar los efectos adversos sobre el medio ambiente ahora o en el futuro” (Parks Canada, 2008). Generalmente se utiliza un proceso tecnológico o de ingeniería ambiental para reparar el daño específico (Armesto *et al.*, 2012).

Restauración ecológica

Las actividades descritas previamente pueden conducir a diferentes estados futuros del ecosistema, pero solo la restauración ecológica considera las múltiples funciones y servicios que pueden conducir al sitio restaurado hacia un estado cercano al original (Figura 1).

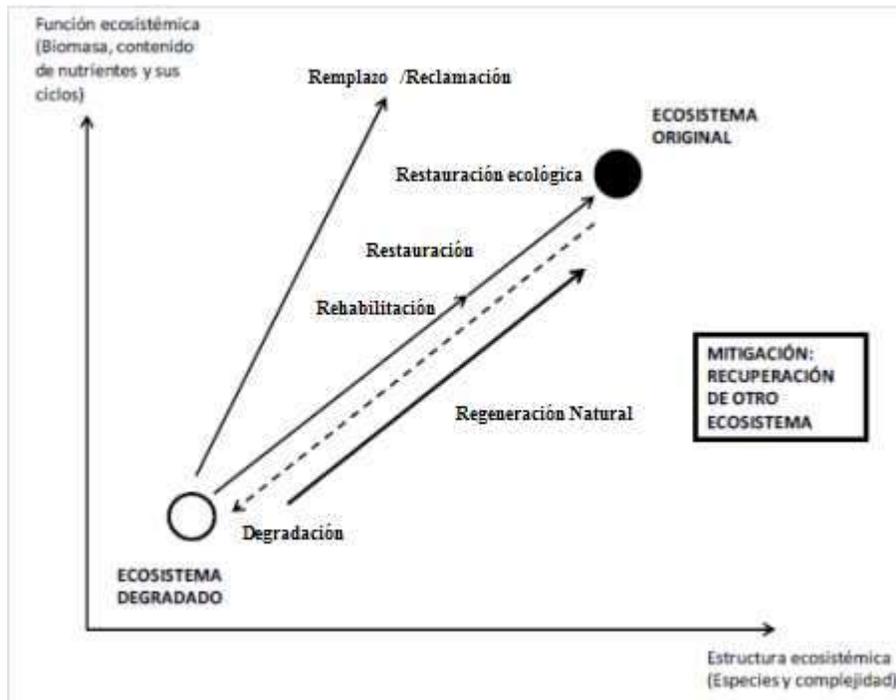


Figura 1. Diferentes opciones para el manejo de ecosistemas naturales degradados. Modificado a partir de Bradshaw (1996).

La restauración ecológica implica inducir un proceso de sucesión secundaria lo más cercano posible a los procesos que ocurren naturalmente, lo que requiere la formación de comunidades estables en el tiempo y el espacio (Dobson et al., 1997; Palmer et al. 1997; Whisenant, 1999; Young et al., 2001; Walker y del Moral 2003). La respuesta de un ecosistema ante un disturbio dependerá del grado y características de éste. A veces bastará con excluir o controlar los agentes de degradación, pero en otras ocasiones puede ser necesario intervenir los componentes bióticos y abióticos del ecosistema para lograr su recuperación (Van Andel y Aronson, 2006).

Hace algunos años se consideraba la **restauración pasiva** como la recuperación natural del sistema, es decir sin intervención o con un manejo mínimo y la **restauración activa**, cuando el ecosistema no es capaz de recuperarse por sí solo y se hace necesario algún tipo de intervención para asistir en el proceso (Newton y Tejedor, 2011). Sin embargo, cabe destacar que la Restauración ecológica en su definición (SER, 2004) considera la asistencia e intervención del ecosistema, ya sea con mínimos niveles de intervención, modificando o eliminando los agentes de perturbación que limitan la recuperación natural, de manera tal que el ecosistema siga su curso natural permitiendo que los componentes y procesos ecológicos se recuperen por sí solos (McIver y Starr, 2001; Van Andel y Aronson, 2006; Newton y Tejedor, 2011) o realizando acciones que requieren mayor intervención.

2.2. Bosque esclerófilo de Chile central

El bosque y matorral esclerófilo se localiza dentro de la zona bioclimática mediterránea de Chile Central (Luebert y Pliscoff, 2006; Verbis *et al.* 2010). Éste se caracteriza por poseer una gran biodiversidad, alto grado de endemismo y tener un estado de conservación crítico, por lo cual constituye uno de los 25 *hotspots* de conservación a nivel mundial y es una de las ecoregiones más amenazadas a nivel global (Olson y Dinerstein, 2002). En esta área se encuentran 2400 especies de plantas, dentro de las cuales el 23% son endémicas (Cowling *et al.* 1996). A pesar de esto, menos del 0,8% de la superficie de bosque esclerófilo está actualmente bajo estatus de protección (Lara *et al.*, 2010). Más aún, la superficie que está protegida no lo está necesariamente de las amenazas de incendios y herbivoría.

Debido al rápido crecimiento poblacional en Chile Central, en las últimas décadas ha disminuido la cobertura de bosque y matorral esclerófilo (Schulz *et al.*, 2010), principalmente por la intensificación agrícola y el establecimiento de plantaciones de especies exóticas. A esto se suma que los bosques nativos siguen siendo una fuente importante de leña (Ovalle *et al.*, 1996) y presentan el mayor impacto por incendios forestales en nuestro país (Haltenhoff, 2010). Sólo entre 1975-2008 desapareció el 42% de los bosques esclerófilos (Schulz *et al.*, 2010). Aunque esta pérdida de bosque fue parcialmente compensada por la regeneración natural en algunas áreas abandonadas, la mayoría de estas áreas quedan como matorral y no se convierten en bosques debido a la lenta capacidad de recuperación de éstos (Schulz *et al.*, 2010). Considerando lo anterior, la restauración ecológica del bosque esclerófilo en Chile Central ha sido considerada una necesidad urgente (Newton, 2008; Lara *et al.*, 2010).

2.3. Incendios en Chile central

En Chile, los incendios forestales son principalmente de origen antrópico y causan pérdidas significativas del patrimonio nacional, quemándose anualmente entre 20.000 y 85.000 ha de vegetación, especialmente vegetación natural, lo que altera severamente la estabilidad de los ecosistemas, modificando la estructura y composición de especies, afectando las dinámicas sucesionales, y perturbando interacciones ecológicas claves del sistema, factores que se traducen en una pérdida de funcionalidad del ecosistema (Montenegro *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2010). A su vez, los incendios podrían considerarse como perjudiciales por la pérdida de servicios ambientales que brindan los ecosistemas, y en especial los bosques, como la reducción de la erosión del suelo, la “cosecha” de agua y el soporte ecológico para el desarrollo de especies de flora y fauna (Fjeldså y Kessler, 1996; Kelty, 1997; Spies, 1998). Además, una de sus principales consecuencias ha sido el cambio en la fisonomía del paisaje (Armesto *et al.*, 2009).

Las formaciones vegetacionales de Chile central son altamente susceptibles a incendios, dado que se desarrollan en un clima mediterráneo con una época estival seca de altas temperaturas, fuertes vientos y baja humedad del aire (Fernández *et al.*, 2010). Además, poseen un estrato herbáceo que se seca tempranamente en verano, plantas que botan sus hojas secas, cortezas e incluso ramas, lo cual genera condiciones aún más favorables para la producción de incendios (Montenegro, 2004). A lo anterior, se le puede sumar características específicas de ciertas especies que facilitan la combustión, como bajo contenido de agua, presencia de aceites esenciales, resinas, tricomas, cutículas gruesas y espinas, entre otros (Fernández *et al.*, 2010). Sin embargo, las estadísticas indican que la ocurrencia de incendios está estrechamente relacionada con la afluencia de público en áreas naturales, lo que refuerza la hipótesis de que en Chile los incendios no tienen origen natural sino que antrópico (Fernández *et al.*, 2010).

Armesto *et al.* (2009) sugiere que la vegetación de Chile Central no estaría adaptada a la recuperación después de incendio, lo que concuerda con Armesto y Gutiérrez (1978) y Montenegro *et al.* (2002) quienes plantean que no se habrían generado mecanismos adaptativos de respuestas a estos eventos, como germinación dependiente del fuego que permitan a la vegetación original recolonizar las áreas incendiadas. Tampoco habría una estimulación indirecta por medio del humo generado por los incendios, como ocurre en los ecosistemas mediterráneos (Van Staden *et al.*, 2000; Gómez-González *et al.*, 2008). Por el contrario, el humo y las cenizas estarían inhibiendo la germinación de varias especies dominantes del matorral chileno como *Lithraea caustica*, *Quillaja saponaria* y *Cryptocarya alba* (Muñoz & Fuentes, 1989; Van Staden *et al.*, 2000; Gómez-González *et al.*, 2008), sin embargo, especies como el espino resultaron favorecidas encontrándose una germinación de 18% (Gómez-González *et al.*, 2008). Además, destaca que los incendios de alta intensidad probablemente destruirían los bancos de semillas impidiendo la recolonización por este mecanismo (Muñoz y Fuentes, 1989).

Montenegro *et al.* (2002) plantean que muchas especies leñosas del matorral son capaces de persistir a los incendios gracias a la presencia de tallos y raíces que rebrotan después de estos eventos. Asimismo, se ha encontrado que existe regeneración de la vegetación en áreas de bosque esclerófilo incendiadas hace 20 a 30 años atrás (Sandoval, 2016). Sin embargo, para incendios de menor data no hay estudios que hagan referencia a su regeneración. Sin embargo, en amplias zonas de Chile central, la falta de propágulos, la limitada capacidad de germinación, el pastoreo intenso, la herbivoría y la recurrencia del fuego actúan como fuertes inhibidores de la recuperación de los ecosistemas (Armesto *et al.*, 1995). Además, uno de los mayores problemas que pueden enfrentar los individuos sobrevivientes es una interferencia en sus procesos fisiológicos, especialmente fotosíntesis, y mayor susceptibilidad a ataques de hongos e insectos, y enfermedades (Donoso, 1997).

Por otra parte, los incendios pueden afectar a otras variables, como la dificultad de regeneración por el libre acceso de los vientos, el deterioro de la calidad del aire, la alteración del ciclo de nutrientes y del ciclo hidrológico, la modificación del pH del suelo, y la pérdida de la cubierta vegetal del suelo, lo que conlleva a una mayor erosión y difícil recuperación (Fernández *et al.*, 2010). Ante este escenario, se hacen imperativas las iniciativas que busquen sentar las bases necesarias para poner en práctica proyectos de restauración ecológica post-fuego (Fernández *et al.*, 2010).

2.4. Incendio en Quebrada de la Plata

El 14 de noviembre del 2016 Quebrada de la Plata se incendió en un 79%, lo que afectó en mayor medida al Piso vegetacional Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Quillaja saponaria y *Lithrea caustica*, con un 97% (457,1 ha) de su superficie afectada. El incendio también afectó significativamente el piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Prosopis chilensis* alcanzando un 92% de su superficie, lo cual es significativo considerando que este piso no registra representación en otras áreas del sistema de protección oficial. Por su parte, el piso Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus* registra una superficie afectada en el Santuario que alcanza un 64% (CONAF, 2016). Los detalles del incendio se describen en el Anexo 1.

2.5. Restauración ecológica en Chile central

En un contexto legal, Chile posee un conjunto de instrumentos legales que promueven actividades de restauración en áreas degradadas (*e.g.*, incentivos presentes en la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, medidas de mitigación, reparación y compensación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), entre otras). A estas iniciativas se suma que el país firmó el Convenio de Diversidad Biológica y se comprometió a restaurar el 15% de las áreas degradadas entre el 2010-2020. Sin embargo, muchas veces los costos de implementación de una propuesta son demasiado altos, lo cual hace que la restauración sea difícil de ejecutar por pequeños propietarios o personas con menores recursos.

Considerando lo anterior, es necesario que las acciones de restauración tengan una mediana a alta probabilidad de éxito para realizar una inversión de este tipo, y que busque maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos. Schiappacasse *et al.* (2012) calculan que los costos de restaurar 1 ha de bosque esclerófilo es de 800 mil pesos, mientras que Smith-Ramírez (Informe ReForLan) calcula que los costos son más elevados (1,94 millones), sin embargo en ninguno de estos casos se considera el riego. Con riego incluido y manejo de suelo los costos aumentan de 4 a 10 millones por ha (Bustamante *et al.*, datos no publicados). Por lo cual, uno de los primeros aspectos que se debe tener en

cuenta al momento de restaurar es la capacidad de auto-regeneración del ecosistema, ya que si no se tiene en cuenta esta capacidad muchas veces las acciones y costos realizados con innecesarios Smith-Ramírez et al. (datos no publicados).

Asimismo, Bannister (2015) hace énfasis en que se debe evaluar la capacidad de regeneración del ecosistema al momento de realizar restauración ecológica. De esta forma, considera que una estrategia mixta que incluya técnicas pasivas y activas puede ser más eficiente operativamente y tener éxito en la restauración. Esta estrategia mixta que incluye un gradiente de costos de restauración de acuerdo a la capacidad de regeneración del ecosistema ha sido recomendada por Bannister (2012) para bosques degradados y quemados en Chiloé y no ha sido probada en Chile central.

Fuentes-Castillo et al. (2012) estudió los patrones espaciales del cambio en la vegetación durante 52 años en Chile central por medio de imágenes satelitales. Sus resultados dan cuenta que la regeneración del bosque esclerófilo es un proceso lento y que ocurre bajo ciertas condiciones. La vegetación remanente tiene un efecto positivo en la regeneración del bosque a una escala de paisaje y el patrón agregado de recuperación de la vegetación da cuenta del rol facilitador de los remanentes forestales. En este sentido, el uso de los parches de vegetación por dispersores de semillas contribuye a la agregación de plántulas alrededor de los arbustos presentes, aumentando el rol facilitador de las especies nodriza y acelerando la velocidad de la sucesión de las plantas. En este sentido, estudios experimentales en Chile central han demostrado que las plántulas que crecen bajo la vegetación arbórea sufren menor estrés hídrico y sobrecalentamiento, y con frecuencia sobreviven más que en lugares abiertos (Fuentes *et al.*, 1984, 1986; Holmgren *et al.*, 2000; Becerra. datos no publicados). A su vez, Smith-Ramírez et al. (datos no publicados) han encontrado que la capacidad de regeneración del bosque esclerófilo en las cercanías de un remanente de bosque y bajo la sombra de *Acacia caven* aumenta de siete a nueve veces si se excluye el área de herbivoría; estos resultados se reportaron para un sitio ubicado en la Reserva Nacional Lago Peñuelas (V Región), pero no en la precordillera andina (Pirque). En ambos sitios se registró regeneración, pero sólo en el bosque esclerófilo costero la regeneración persiste de un año a otro, asegurando la ocurrencia de sucesión vegetacional.

Una vez identificado si existe un potencial de auto-regeneración del ecosistema de estudio, los esfuerzos de investigación se dirigen a identificar a aquellas especies nativas que cumplen mejor la función de facilitación para el establecimiento de otras especies de plantas (especie nodriza). En el caso del matorral esclerófilo esta especie es el espinillo (*Acacia caven*) (Echeverría *et al.* 2010, Smith-Ramírez *et al.* 2012). Otras especies son *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica* y en contados casos *Maytenus boaria*, debido a la sombra que ofrecen y a que concentran semillas de la misma u otras especies bajo su dosel (Reid, 2008). Sin embargo, los espinales de *A. caven* son una de las comunidades de

plantas más extensas de Chile central cubriendo miles de hectáreas (Van de Wouw *et al.* 2011; Ovalle *et al.* 1996), siendo por ende idónea para la restauración a escala de paisaje. Si bien en algunos lugares de la IV región esta especie es considerada de subclimax, el análisis de fotos aéreas muestra que en muchos lugares es sucesional a bosque esclerófilo (Fuentes-Castillo *et al.* 2011, Van de Wouw *et al.* 2011). Además, tiene una serie de características beneficiosas para otras plantas, como la creación de micrositios bajo su dosel al modificar la radiación solar, la temperatura y humedad del suelo, como también aumentar la materia orgánica, los niveles de fósforo, potasio y nitrógeno (Castillo *et al.* 1988; Olivares *et al.* 1983; Olivares *et al.* 1988; Soto *et al.*, 2015). Los dispersores de las semillas de esta especie son principalmente el ganado y caballos. En ausencia de estas especies su germinación y establecimiento es escaso (Gutiérrez y Armesto 1981; Smith-Ramírez *et al.* datos no publicados). Es decir, se cuenta con una excelente especie nodriza, que tiene una alta capacidad de germinación en el campo, pero que tiene una fuerte limitante de dispersión de sus semillas.

Experimentos de campo en Chile central han demostrado que el establecimiento de plántulas en parches abiertos es prácticamente imposible debido a la desecación, herbivoría, incremento en la competencia con hierbas (Fuentes *et al.*, 1984, 1986; Holmgren *et al.*, 2000; Holmgren, 2002; Becerra *et al.*, 2011) y severos y frecuentes incendios forestales (Segura, 1998). Sin embargo, en sitios excluidos de herbívoros y bajo la sombra de *Acacia caven*, Smith-Ramírez *et al.* (2012) han encontrado 76,2% (año 2013) y 92,8% (año 2014) más plántulas respecto a sitios fuera de la sombra de esta especie.

Actualmente, en la zona central de Chile son escasos los procesos de restauración en base a conocimiento ecológico que consideren la capacidad de auto-regeneración del bosque esclerófilo, ni el carácter facilitador de especies nodrizas como el espinillo, excepto en Casablanca (Echeverría *et al.* 2010). El esfuerzo que hasta ahora se hace para recuperar la cobertura nativa del bosque esclerófilo es muchas veces el máximo, con altos costos de inversión y asistencia (plantación, riego, cercado, etc.) (Smith-Ramírez *et al.*, 2012). El esfuerzo máximo no sólo es más oneroso inicialmente, sino que además puede en algunos casos no ser exitoso (Bustamante *et al.*, datos no publicados), de manera que es recomendable diseñar una estrategia que contemple el potencial de auto-regeneración del ecosistema y defina acciones en un gradiente de esfuerzos y costos que permitan la recuperación del bosque esclerófilo, de tal forma que permitan minimizar los costos de restauración y haga viable la recuperación de grandes superficies del paisaje seco de Chile central.

3. ÁREA DE ESTUDIO

Quebrada de La Plata se ubica en Rinconada de Maipú, dentro de la Estación Experimental (EE) “Germán Greve Silva”, propiedad de la Universidad de Chile. Se encuentra a 30 km al

Suroeste de la ciudad de Santiago, en el extremo poniente de la Comuna de Maipú, Región Metropolitana de Chile. Sus coordenadas geográficas son: 33° 29' 26" Latitud Sur y 70° 53' 15" Longitud Oeste.

Quebrada de La Plata es una microcuenca que se ubica en el cordón montañoso de la Cordillera de la Costa, en la zona bioclimática mediterránea de Chile Central, que se caracteriza por poseer vegetación de bosque y matorral esclerófilo (Luebert y Pliscoff, 2006; Verbist et al.,2010). La zona bioclimática donde se encuentra Quebrada de la Plata, se caracteriza por poseer una gran biodiversidad, alto grado endemismo y tener un estado de conservación crítico, por lo cual constituye uno de los 25 hotspots de conservación a nivel mundial y es una de las ecoregiones más amenazadas a nivel global (Olson y Dinerstein, 2002). Además, el Santuario de la Naturaleza es parte del sitio prioritario El Roble", uno de los 23 "Sitios Prioritarios" para la Conservación de la Biodiversidad de la Región Metropolitana de Santiago.

El lunes 14 de noviembre del año 2016, Quebrada de la Plata fue declarada Santuario de la Naturaleza por el Consejo de Monumentos Nacionales, y el mismo día, como se mencionó anteriormente, sufrió un incendio del 79% de su superficie (CONAF, 2016). Ante este acontecimiento, se conformó un grupo interdisciplinario e interinstitucional con el fin de desarrollar un Plan de Restauración socio-ecológica del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata.

El Plan de restauración cuenta con alianzas formales con Universidades, Instituciones públicas y privadas, Centros de Investigación regionales y nacionales, organizaciones comunitarias y ONGs. Cabe destacar que para el desarrollo del Plan de restauración se toma en cuenta a modo de referencia la metodología de Estándares Abiertos para la Conservación (CMP, 2013), guías técnicas internacionales (Vargas, 2007) y experiencias nacionales: Plan de Restauración del Parque Nacional Torres del Paine y Plan de Restauración de Bosque Nativo Arauco.

4. ENFOQUE

La metodología de Estándares Abiertos es desarrollada por la Alianza para las Medidas de Conservación (CMP) con el fin de proveer los pasos y la orientación general necesaria para la implementación exitosa de los proyectos de conservación. Considera cinco componentes principales (Figura 2):

1. Conceptualizar qué es lo que desea alcanzar en el contexto de donde se está trabajando.
2. Planificar tanto sus acciones como el monitoreo.

3. Implementar tanto sus acciones como el monitoreo.
4. Analizar datos y evaluar la efectividad de las actividades, usando todos los resultados para adaptar el proyecto y elevar al máximo el impacto.
5. Capturar y comparar sus resultados con las audiencias externas e internas clave para promover el aprendizaje.



Figura 2. Ciclo del manejo de proyectos de los Estándares Abiertos de la CMP.

A su vez, Vargas (2007) formula una guía metodológica para la formulación de objetivos y estrategias de restauración, donde identifica 13 pasos a seguir: 1. Definir el ecosistema o comunidad de referencia, 2. Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad, 3. Definir las escalas y niveles de organización, 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio, 5. Lograr la participación comunitaria, 6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema, 7. Establecer las barreras a la restauración a diferentes escalas, 8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración, 9. Propagar y manejar las especies, 10. Seleccionar los sitios, 11. Diseñar estrategias para superar las barreras a la restauración, 12. Monitorerar el proceso de restauración y 13. Consolidar el proceso de

restauración.

Para este Plan de Restauración se integraron ambos enfoques. Los elementos considerados se detallan en el Anexo 2.

5. ESTRATEGIA Y OBJETIVO DEL PLAN DE RESTAURACIÓN

El plan de restauración de la Quebrada de la Plata define metas de corto, mediano y largo plazo, enfocadas especialmente a los ecosistemas dañados por el incendio en noviembre del 2017, teniendo en cuenta también la historia previa de degradación existente en el área.

El programa de trabajo a corto plazo considera un diagnóstico ambiental que consiste en el levantamiento de información básica con el fin de definir el estado actual de degradación del ecosistema post-incendio, la identificación de disturbios, barreras y amenazas y la priorización de áreas a restaurar; el diseño e implementación de un programa de monitoreo a largo plazo para los componentes flora, vegetación, fauna y suelo, y la instalación de ensayos de restauración. Además contempla el desarrollo e implementación de un plan de prevención de incendios. También se incorpora la sensibilización y participación activa de los actores claves en los esfuerzos de restauración. Cabe destacar que el monitoreo determinará la instalación de los ensayos posteriores.

En esta etapa inicial se propone realizar ensayos de restauración, considerando una estrategia mixta que incluya medidas activas y pasivas, que consideren el proceso de regeneración natural y lo aceleren. Se contempla realizar ensayos de control de erosión, revegetación, siembra y exclusiones de herbívora. A estos ensayos se les debe realizar un seguimiento y mantención en el tiempo.

En una segunda etapa se espera que los ensayos se conviertan en núcleos de restauración, se expandan y gatillen la regeneración natural del ecosistema, lo que permitiría que los esfuerzos de restauración sean cada vez menos necesarios y el Santuario de la Naturaleza se recupere por sí mismo. En el mediano plazo, se continuará con el monitoreo, evaluación de ensayos, plan de prevención de incendios, y sensibilización y participación activa de los actores claves en los esfuerzos de restauración.

Se propone evaluar el plan de restauración en sus distintas etapas con el fin de guiar las siguientes con un enfoque adaptativo, redefiniendo los objetivos y acciones de restauración en el largo plazo.

Durante el desarrollo de este plan se realizarán investigaciones científicas y tesis de pregrado y postgrado, necesarias para mejorar el conocimiento de los ecosistemas y

mejorar las técnicas de rehabilitación y restauración para bosque esclerófilo.

Además, de manera transversal, se generan registros de la experiencia para que sirvan de guía a otros proyectos de restauración en Chile.

En la Figura 3 se presenta un esquema de la estrategia general del plan de restauración para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata.



Figura 3. Estrategia Plan de Restauración Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata

Objetivo General

Lograr la restauración socio-ecológica del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata como una experiencia interdisciplinaria, interinstitucional y comunitaria.

Objetivos específicos

1. Definir el estado actual de degradación del ecosistema post-incendio.
2. Priorizar áreas a restaurar.
3. Diseñar e implementar un plan de monitoreo a largo plazo para los componentes flora, vegetación, fauna y suelo.
4. Implementar y monitorear ensayos de restauración ecológica, que permitan acelerar la regeneración natural y recuperar la fauna.
5. Diseñar e implementar un plan de prevención de incendios.
6. Incorporar a los actores claves en los esfuerzos de restauración y sensibilizar a la comunidad para mejorar la protección del nuevo Santuario.

7. Generar registros de la experiencia para que sirvan de guía a otros proyectos de restauración en Chile.
8. Desarrollar una estrategia de levantamiento de fondos públicos y privados, nacionales e internacionales, para implementar el plan de restauración.

7. ECOSISTEMA DE REFERENCIA

Se identificará el ecosistema de referencia como un modelo para planificar el proyecto de restauración y su evaluación (Vargas, 2011). A continuación, se presentan seis elementos que se tendrán en consideración para determinar el ecosistema de referencia en base a las recomendaciones de SER (2004) y Vargas, (2007):

- a. Descripciones ecológicas y listas de especies antes de la perturbación.
- b. Fotografías históricas y recientes, tanto aéreas como terrestres y mapas del sitio del proyecto antes del daño.
- c. Remanentes y parches de vegetación del sitio que indiquen las condiciones bióticas y abióticas anteriores y que pueden indicar la trayectoria sucesional del ecosistema original y una muestra importante de las especies sucesionales tempranas y tardías.
- d. Descripciones ecológicas y listas de especies de ecosistemas similares e intactos.

8. DISTURBIOS, BARRERAS Y AMENAZAS

Los ecosistemas están constantemente expuestos a factores que limitan o impiden su desarrollo y recuperación. Tales factores pueden ser externos o internos, y se deben tener en cuenta en los programas de restauración.

Los disturbios son considerados como “*eventos destructivos de origen natural o antrópico y las fluctuaciones ambientales que estos puedan presentar en espacio y tiempo*” (Pickett y White, 1985; Vargas, 2007). En general, operan en un amplio rango de escalas espacio-temporales y son parte del carácter dinámico de los ecosistemas (Vargas, 2007).

Los principales efectos de un disturbio son hacer que la comunidad regrese a un estado de sucesión anterior y genere espacios que permitan el ingreso de otras especies. Lo importante es mantener un registro de la extensión, magnitud, frecuencia y predecibilidad de estos, lo cual nos puede ayudar a determinar la periodicidad de ocurrencia o el conjunto de factores que lo pueden estar generando (Vargas, 2007). Por ejemplo, un incendio forestal suele ocurrir en la temporada estival, cuando existen mayores temperaturas y un mayor tránsito de personas, además hay registros anteriores de ocurrencia. Aunque su extensión y magnitud sean variables, dependiendo de las condiciones climáticas y del

ecosistema, se puede asumir que existe un riesgo de que suceda y tomar medidas preventivas al respecto.

Se entiende por barreras o tensionantes a todos aquellos factores que *“impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos”* (Vargas, 2007). Las barreras que limitan los procesos de restauración de los ecosistemas pueden ser ecológicas o sociales. Las barreras ecológicas pueden producirse en las fases de dispersión, establecimiento y persistencia de la vegetación, y las barreras sociales pueden ser socio-económicas o de participación de la comunidad local (Vargas, 2007).

Y finalmente las amenazas son consideradas como factores externos al sistema, que si bien no tienen una influencia directa sobre este pueden causar un efecto significativo en algún momento de su desarrollo.

Para el Plan de Restauración de Quebrada de la Plata, clasificamos los factores de disturbios, barreras y amenazas en el Anexo 3.

9. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

Se realizó un diagnóstico entre diciembre de 2016 y marzo de 2017 para definir el estado de degradación del Santuario de la Naturaleza post-incendio. A continuación se detalla la metodología utilizada.

9.1 Severidad del incendio

La Corporación Nacional Forestal realizó un análisis de severidad para el incendio que afectó el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Este análisis cuantifica el cambio producido del incendio sobre el ecosistema, y se realiza sobre la base del diferencial del Índice Normalizado de Quema o *“Differenced Normalized Burn Ratio (dNBR)”* (Key and Benson, 1999; Key and Benson, 2004). El dNBR representa un índice escalado de la magnitud del cambio causado por el fuego (Van Wagtendonk et al., 2004; CONAF, 2016).

Como resultado, CONAF (2016) identificó que un 99,2% de la superficie dentro del perímetro del incendio presentó algún grado de severidad. La mayor superficie se encuentra en el rango de severidad media-alta y media-baja con un 83,4% de la superficie. El resto se divide en un 7,2% correspondiente a severidad alta, y un 8,6% que se encuentra clasificada como severidad baja. En el Anexo 4 se muestra la superficie de pisos y formaciones vegetacionales según Luebert y Pliscoff (2006), afectas por el incendio según rango de severidad. En la Figura 4. se presenta el mapa de severidad generado por

CONAF (2016) para Quebrada de la Plata.

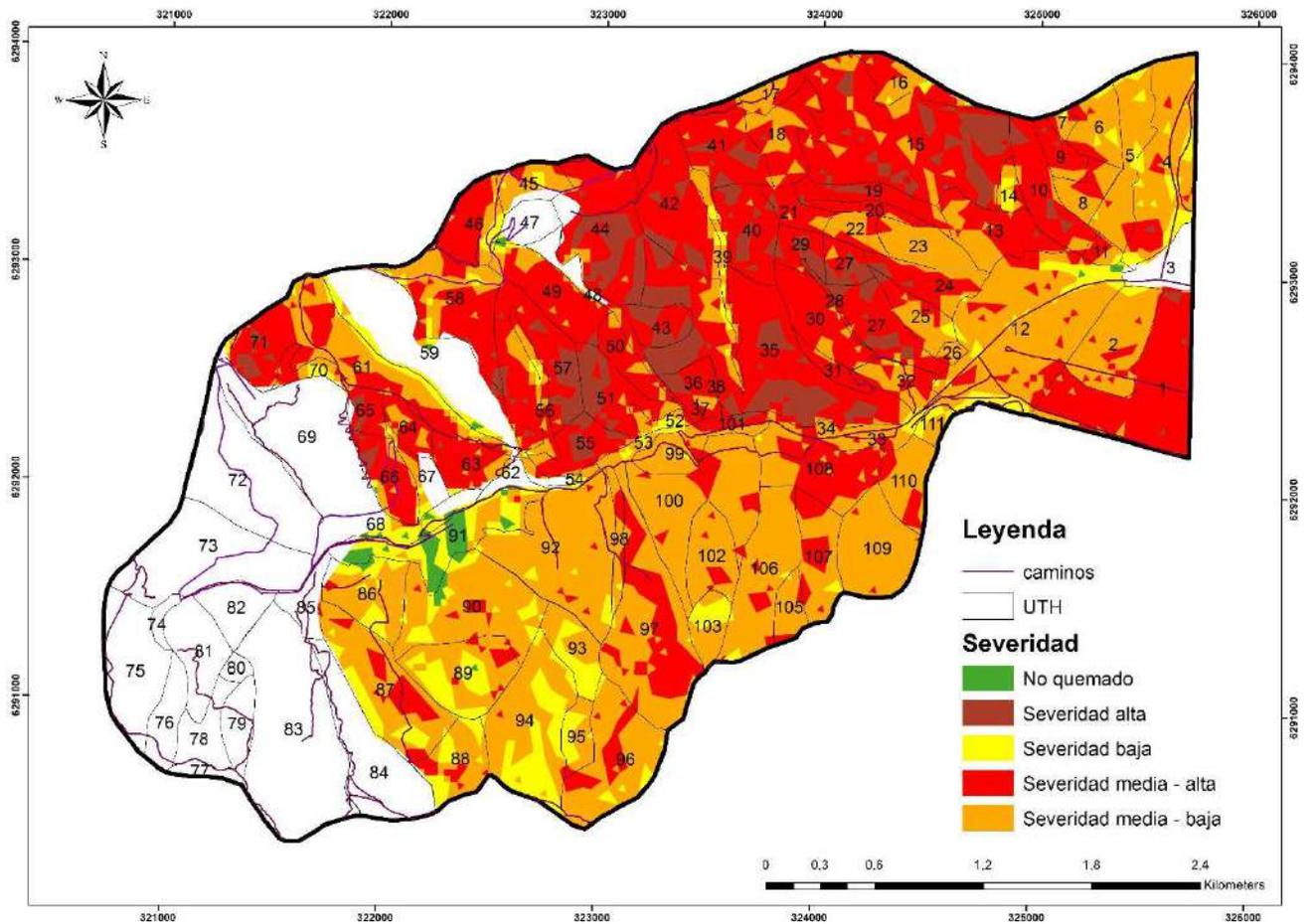


Figura 4. Análisis de severidad del incendio (dnBR) en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Extraído de CONAF (2016).

9.2 Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs) e información adicional

Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs)

Se definieron Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs) preliminares teniendo en consideración cuatro variables: Pisos vegetacionales, exposición, severidad del incendio y rango de pendiente (Anexo 4). La pendiente y la exposición se obtuvieron a través de un Modelo Digital de Elevación, el tipo forestal se determinó de acuerdo a los Pisos vegetacionales del estudio "Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile". Cobertura actualizada (2009). Autores: F. Luebert y P. Pliscoff. Fuente: CONAMA (2009), y la severidad se obtuvo a partir de CONAF (2016).

Se realizó la validación del límite de las UTHs en terreno, corrigiendo posibles errores de la interpretación inicial; se unieron unidades con condiciones similares y se separaron aquellas diferentes. En la Figura 5 se presentan las UTHs del Santuario de la Naturaleza definidas post-incendio.

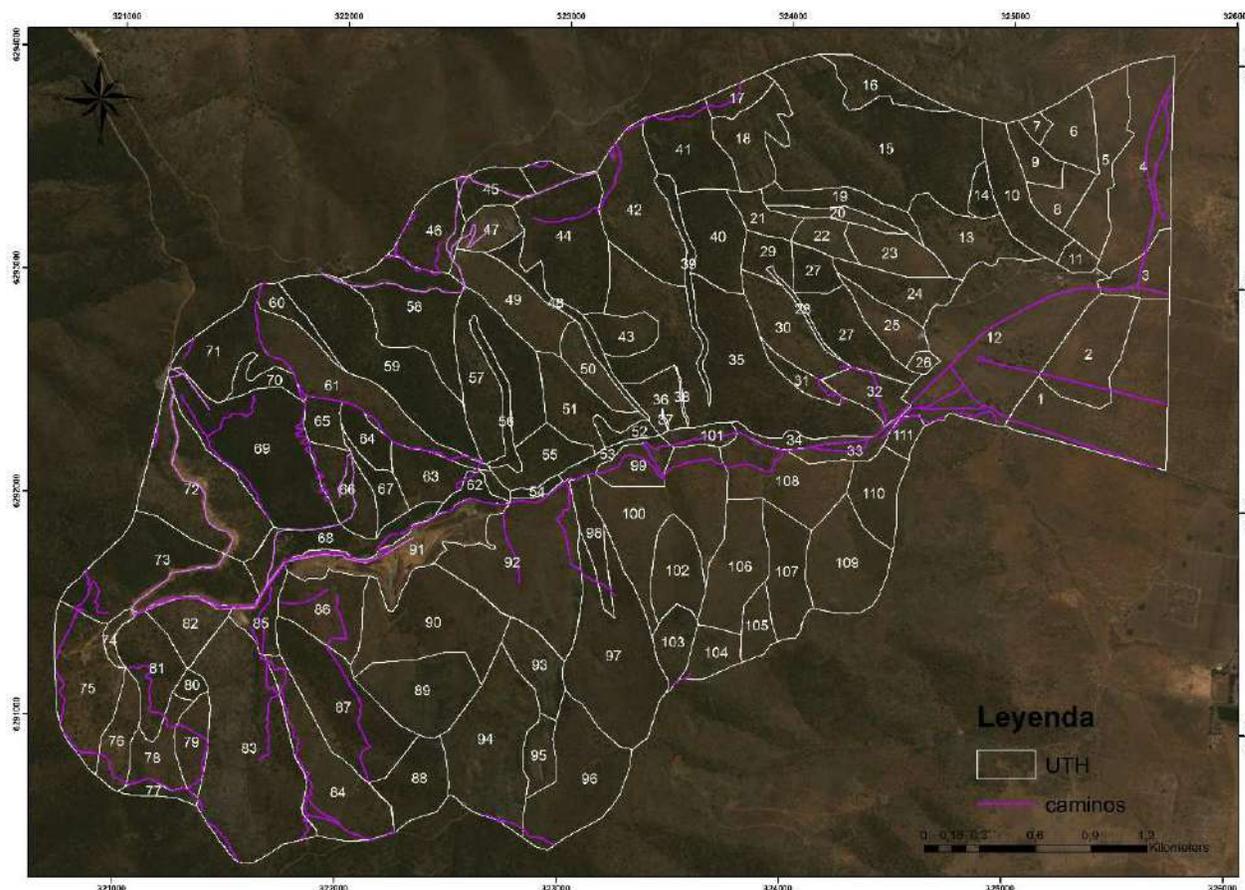


Figura 5. Unidades Territoriales Homogéneas para Plan de Restauración del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata.

Información adicional

Además se mapeó la red de caminos, lo que considera caminos de bicicletas, motos y automóviles existentes en el terreno a partir de Google Earth. Esta información permitirá posteriormente asignar un grado de amenaza a cada UTH en función de la distancia a la que se encuentren de los caminos y gestionar de mejor manera la implementación de ensayos de restauración (Ver Anexo 5.6)

A su vez se identifican los lugares que no fueron afectados por el fuego (puntos verdes), que podrían actuar como núcleo o fuentes de propágulos. Se estima el índice normalizado diferencial de la vegetación (NDVI) previo y posterior al incendio a partir de imágenes

satelital de Landsat 8 para Quebrada de la Plata. Dicha información fue comparada para determinar cuán afectada se vio la vegetación del área. De esta manera, se obtuvo una primera aproximación de la vitalidad de la vegetación luego del incendio. Esta información fue corroborada en terreno. La Figura 6 presenta el mapa de puntos verdes.

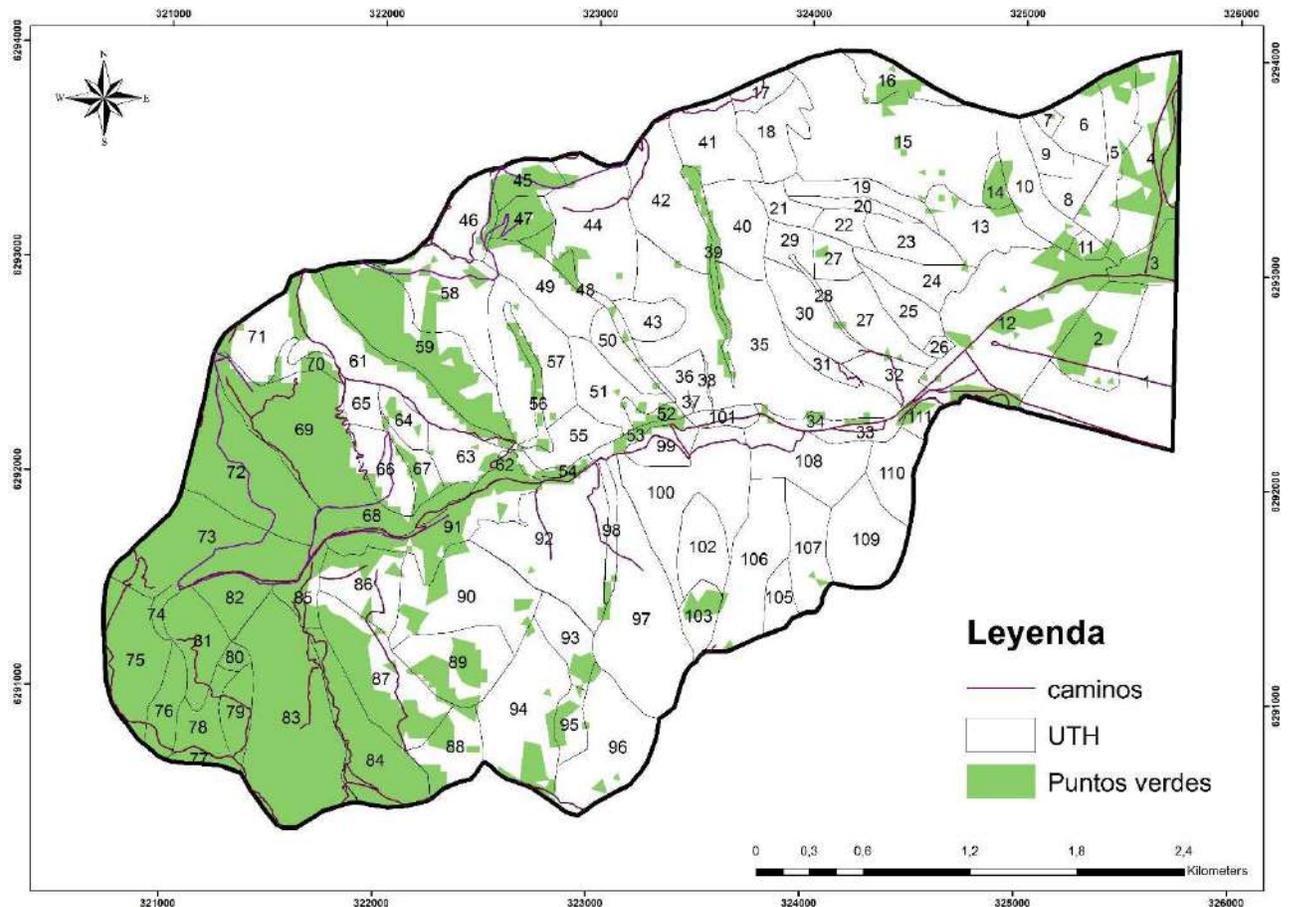


Figura 6. Puntos verdes existentes en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata post-incendio.

9.3 Levantamiento de información en terreno

Una vez determinadas las UTH se levantó información para cada unidad cartográfica, en cuanto a las variables que se presentan a continuación. La información de cada UTH se presenta en el Anexo 6.

Variables evaluadas en terreno

- Vegetación dominante.

- Cobertura arbórea y arbustiva: Los porcentajes de cobertura fueron clasificados en 7 categorías (1-5 % (muy escasa); 5-10 % (escasa); 10-25 % (muy clara); 25-50 % (clara); 50-75 % (poco densa); 75-90 % (densa); 90-100 % (muy densa)) en base a Etienne y Prado (1982).
- Distribución agrupada o distribuida
- Estrato herbáceo: cobertura en base en base a Etienne y Prado (1982)
- Vitalidad: Los porcentajes de vitalidad fueron establecidos de acuerdo al NDVI (0% viva; 0-25%; 25-50%, 50-75%, 75-100%, 100%).
- Regeneración por semilla o vegetativa (presencia o ausencia)
- Presencia de especies vulnerables
- Presencia de árboles semilleros
- Porcentaje de suelo desnudo
- Riesgo de erosión
- Amenazas: La amenaza se evaluó a través de la presencia de caminos de bicicletas y motos, cercanía a caminos principales, signos de herbivoría (ganado y conejo), presencia de especies exóticas, u algún otro indicio similar. Apoyo en base a mapa de red de caminos del Anexo 5.6.
- Daño post incendio (severidad de incendio definido por CONAF).
- Para cada UTH se tomaron fotografías y se revisan los límites definidos previamente.

9.4 Priorización áreas a restaurar

Áreas prioritarias para el control de erosión

En base a la información levantada previamente, específicamente pendiente y severidad del incendio, se determinaron áreas prioritarias para el control de erosión en base al Cuadro 1. Ver áreas prioritarias en la Figura 7.

Cuadro 1. Cuadro de decisión para definir áreas prioritarias para control de erosión

Severidad/Pendiente (%)	0-10	10-30	30 y más
Alta	Media	Alta	Muy alta

Baja	Baja	Media	Alta
No incendiado	Muy baja	Baja	Baja

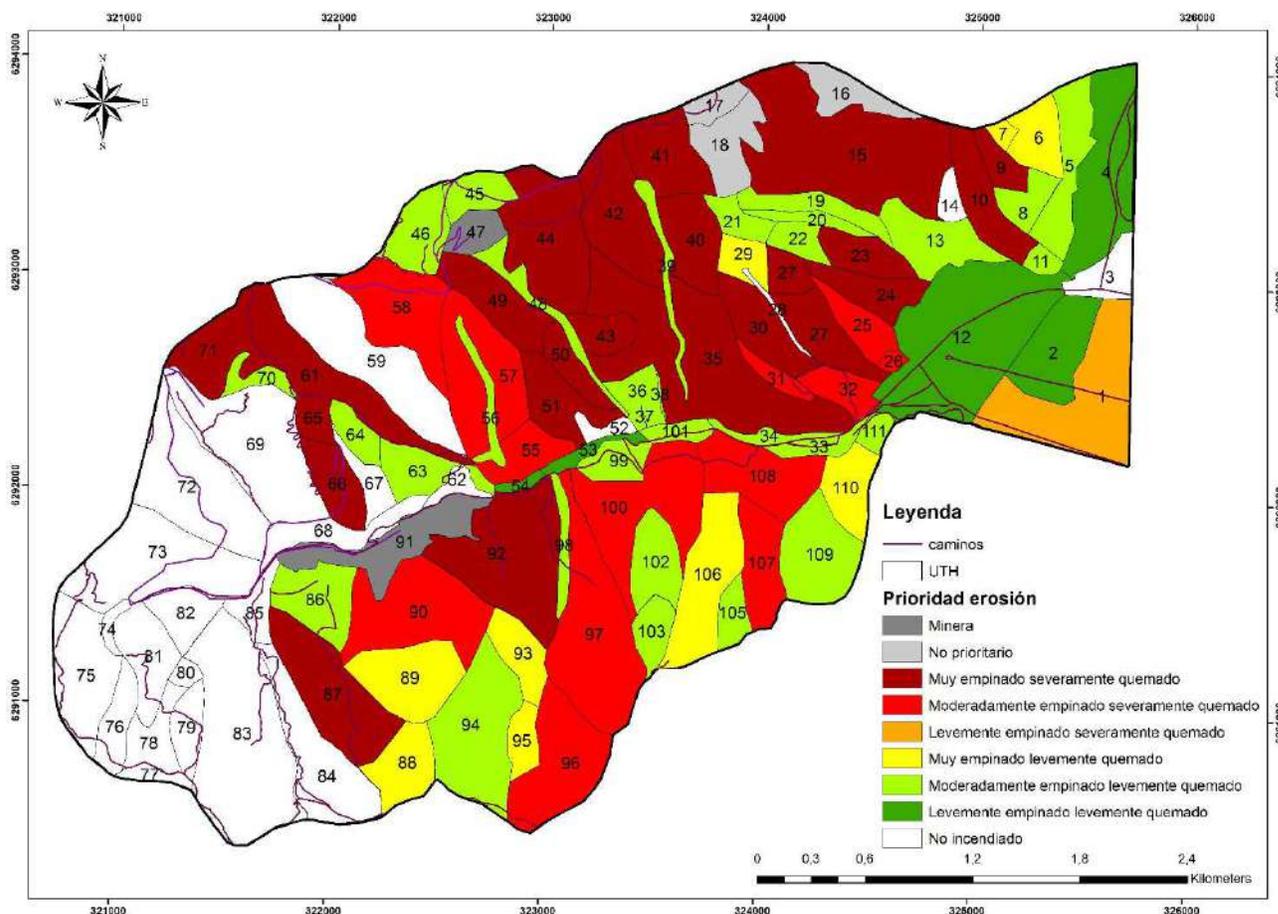


Figura 7. Áreas prioritarias para el control de erosión

Áreas prioritarias revegetación

En base a la información levantada previamente, específicamente severidad del incendio y tipo de bosque, se determinan áreas prioritarias para revegetación en base al Cuadro 2. Ver áreas prioritarias en la Figura 8.

Es preciso mencionar que esta priorización es preliminar ya que se requiere monitorear la vegetación y regeneración natural para definir de manera más precisa dónde no hay recuperación y efectivamente es prioritario revegetar. La superficie correspondiente a las

áreas prioritarias se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Cuadro de decisión para definir áreas prioritarias para revegetar

Severidad/ Tipo de vegetación	Bosque	Matorral
Alta	1	2
Baja	3	4
No incendiado	5	6

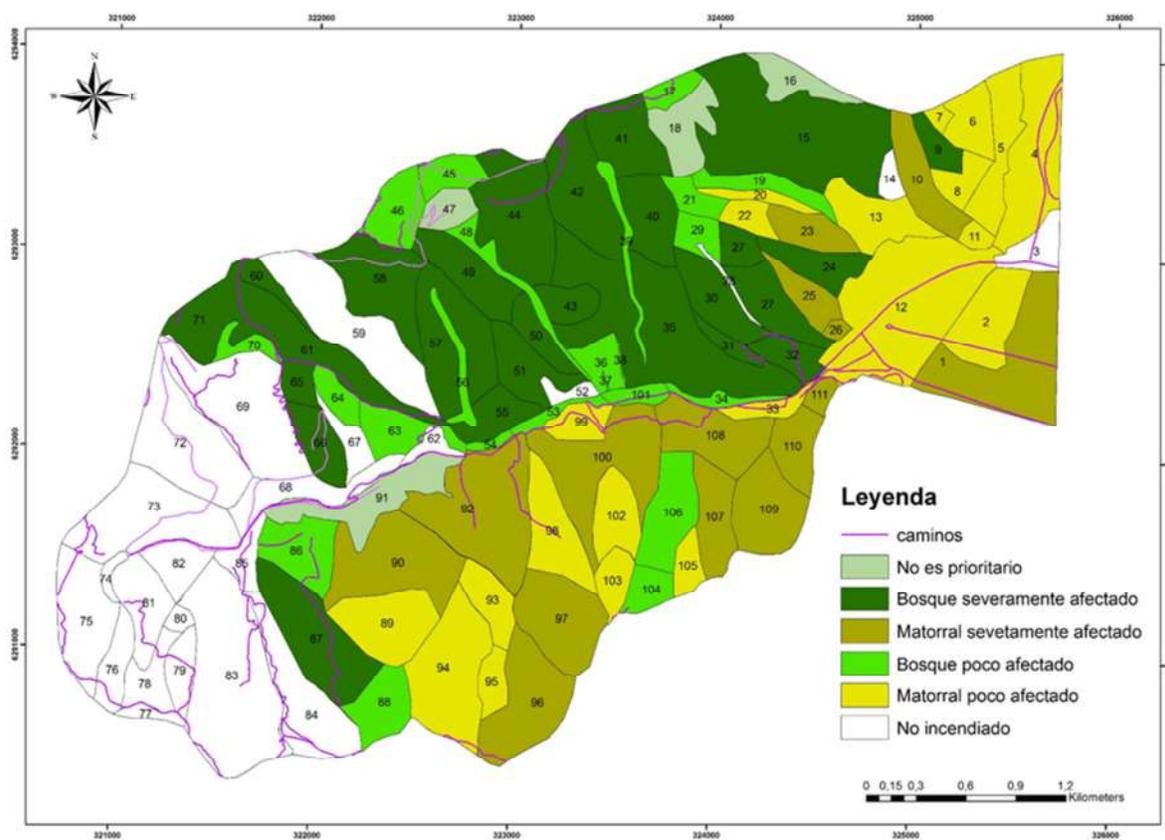


Figura 8. Prioridad de revegetación

Cuadro 3. Hectáreas según medidas y prioridad de restauración.

Prioridad	Medidas	
	Control de erosión (ha)	Revegetación(ha)
1	317	322 (Bosque)
2	163	208 (Matorral)

Áreas de acción

En base a la priorización de áreas para el control de erosión y revegetación, se desarrolló un mapa de acción del estado actual de Quebrada de la Plata post-incendio. Se establecen 3 escenarios de acuerdo a las acciones requeridas para cada lugar (Ver Figura 9). En caso de necesitar acciones de control de erosión y revegetación se consideró el escenario es “ER”, cuando solo se requieren acciones de control de erosión el escenario es “E”, y si sólo se requieren acciones de revegetación es “R”. En la Figura 10. se da conocer el mapa de acción para el estado actual de degradación de Quebrada de la Plata y en el Cuadro 4. la superficie para cada escenario.

Prioridad Control Erosión	Prioridad Revegetación	Erosión	Revegetación	ESCENARIOS
Alta	Alta	✓□	✓□	
	Baja	✓□	---	
Media	Alta	✓□	✓□	E
	Baja	✓□	---	
Baja	Alta	---	✓□	R
	Baja	---	✓□	

Enriquecimiento o plantación suplementaria

Figura 9. Escenario de acciones requeridas.

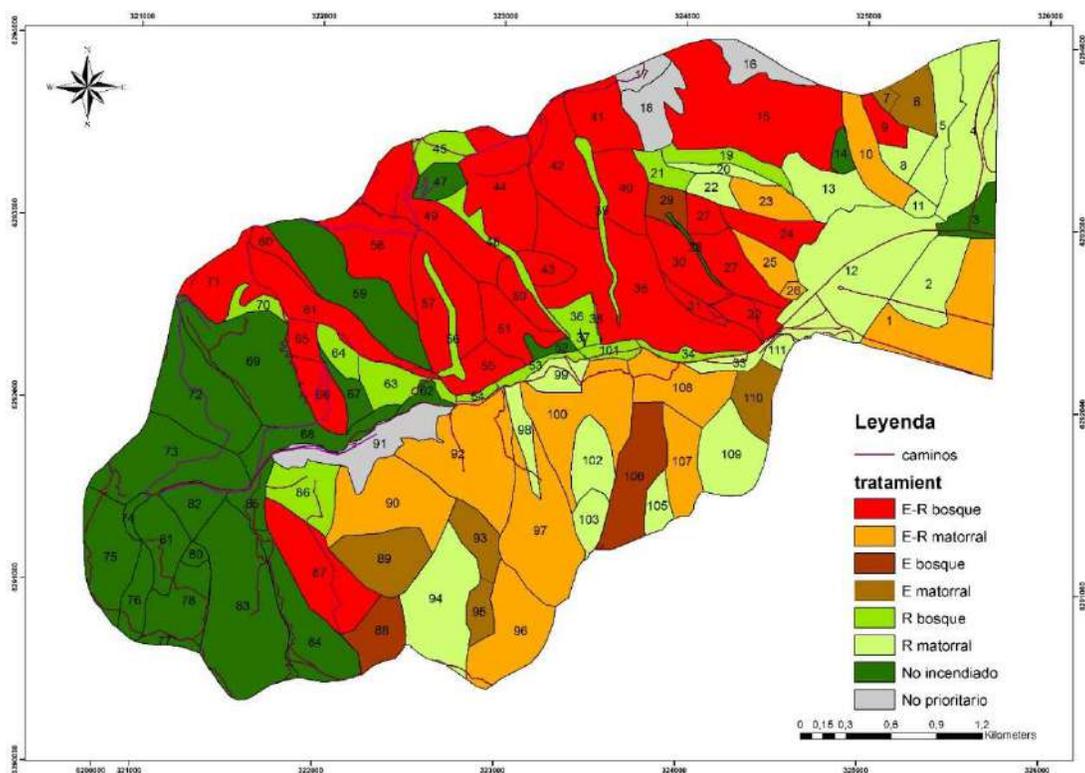


Figura 10. Mapa de acción

Cuadro 4. Cantidad de hectáreas según escenario.

Bosque		
Escenario	Descripción	Superficie (ha)
E-R	Control de erosión y revegetación	347
E	Control de erosión	25
R	Revegetación	79
Matorral		
Escenario	Descripción	Superficie
E-R	Control de erosión y revegetación	184
E	Control de erosión	41
R	Revegetación	187

10. MONITOREO

10.1 Monitoreo de flora y vegetación

Se realizará un monitoreo para la regeneración natural, flora y vegetación, utilizando la metodología que se detalla a continuación.

Monitoreo regeneración natural

El monitoreo de la regeneración natural permitirá definir aquellas áreas que no se están recuperando por sí mismas y requieren apoyo. Este monitoreo se distribuirá a lo largo de toda la quebrada, considerando la mayor variabilidad posible en cuanto a condiciones de pendiente, exposición, tipo de vegetación y severidad de incendio. Se considerará la instalación de exclusiones en sectores representativos de cada condición, lo que permitirá evaluar la sucesión y regeneración natural con y sin herbívora, además del desarrollo de posibles núcleos de recuperación.

Se monitoreará la estrata herbácea mediante la instalación de 2 cuadrantes de 1 m² por parcela de muestreo. En cada cuadrante se estimará visualmente la cobertura, se definirá la composición de especies y se registrará la altura promedio en sitios con y sin exclusión de herbivoría. A su vez, se monitoreará la regeneración de especies leñosas en la totalidad de cada parcela. Se medirá cobertura, abundancia, altura y número de especies. Además, se evaluará el rebrote distinguiendo si es por semilla o vegetativo. En caso de observar regeneración vegetativa se registrará el número de individuos con rebrote, la especie, el DAC del individuo, el largo del rebrote y el número de vástagos. Para evaluar la regeneración por semillas, se instalarán 2 cuadrantes de 1 m² por parcela, registrando número de individuos, especie y altura. Se propone realizar un monitoreo anual en primavera, el que se desarrollará a largo plazo.

Metodología de caracterización de la vegetación

El estudio de la vegetación se realizará mediante la metodología C.O.T. (Cartografía de Ocupación de Tierras), la cual ha sido ampliamente probada y aceptada en Chile. Esta metodología fue desarrollada por el CEPE/CNRS5 de Montpellier, Francia, y adaptada a las condiciones del país por Etienne y Contreras, (1981) y posteriormente descrita en detalle por Etienne y Prado (1982).

A continuación se detallan los pasos metodológicos para llevar a cabo la C.O.T., incluyendo los aspectos operativos del proyecto, en base a Hernández et al. (2000) y SEA (2015).

Recopilación de antecedentes y materiales de trabajo. Se recopilan todos los antecedentes previos del área de estudio, incluyendo estudios previos relacionados con la flora y vegetación, cartografías y fotografías aéreas disponibles.

Fotointerpretación preliminar de la vegetación. Identificación y delimitación de unidades de vegetación homogéneas (unidades cartográficas) sobre la base de fotografías aéreas o imágenes satelitales.

Diseño muestral. Sobre la base de la interpretación de fotografías aéreas o imágenes se decidirá el número y distribución de polígonos a describir en terreno.

Recopilación de la información en terreno. En terreno se procede a levantar la información para cada unidad cartográfica previamente fotointerpretada, se corrigen posibles errores de la interpretación inicial, uniéndose unidades que tienen la misma asociación vegetal y separando aquellas que son diferentes. Se identifica la formación vegetal de cada unidad cartográfica, para esto se definen tipos biológicos y se realiza una estimación visual de la cobertura y estratificación vertical. Además, se definen las especies dominantes.

Metodología de caracterización de la flora

Además de la información de vegetación, en ciertos puntos de la zona de estudio se realizará un muestreo dirigido de la flora que la compone. Este muestreo se realizará en las zonas con menor cantidad de información actualizada (parte alta), pues la parte baja ha sido muestreada desde el año 2007 por los estudiantes del ramo “Botánica Aplicada” de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.

La metodología específica de trabajo para la caracterización de la flora se dividirá en las siguientes etapas:

Revisión bibliográfica. Se recopilará toda la información que se ha levantado en terreno en la zona de estudio y de esta forma se establece el listado potencial de flora.

Inventario de flora. Una vez determinados los puntos a muestrear, se irá a terreno y se levanta la información de flora, determinando en el lugar las especies que se pueda y llevando al herbario las especies en que se requiera confirmación o identificación.

Análisis de flora. Se presenta un informe que caracteriza la composición florística del área de estudio y un listado florístico con los resultados de la evaluación, que deberá contener la siguiente información:

- Identificación de la unidad de muestreo o formación vegetación.
- Identificación taxonómica de especies: nombre científico, división, clase y familia.
- Origen de especies: alóctona, autóctona, endémica.
- Hábito de la especie: árbol, arbusto, hierba, suculenta.
- Categoría de Conservación según el Reglamento de Clasificación de especies silvestres (D.S N° 05/15, D.S N°151/2007 MINSEGPRES, D.S N°50/2008 MINSEGPRES, D.S N°51/2008

MINSEGPRES, D.S N°23/2009 MINSEGPRES, D.S N°33/2011 MMA, D.S N°41/2011 MMA, D.S N°42/2011 MMA, D.S N°19/2012 MMA, D.S N°13/2013 MMA, D.S 52/14, D.S. N°38/2015 MMA y D.S. N°16/2016 MMA).

Para aquellas especies no consideradas en estos decretos se recurre a lo mencionado en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, Listado Nacional (CONAF, 1989), en cumplimiento a lo mencionado en artículo 2° transitorio de la Ley 20.283, excluyendo las especies que en este documento se catalogan a nivel regional, según lo normado en Resolución N° 586 emitida por la Dirección Ejecutiva de la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2009). En paralelo, se considera además el boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural, para las taxas de geófitas, pteridofitas y cactáceas.

Integración de la información. Finalmente se realiza un catálogo de la flora por formación de vegetación, para así establecer la flora acompañante de cada una de ellas.

10.2 Monitoreo de fauna

Asimismo, el monitoreo y seguimiento de la fauna es fundamental para evaluar la evolución de la comunidad de vertebrados del sector. Se ha propuesto un seguimiento estacional por al menos 3 años, con campañas realizadas en enero (verano, post incendio) y mayo (otoño) de 2017. Para el monitoreo se definieron 6 estaciones de muestreo, en un gradiente altitudinal asociado al eje de la quebrada (Figura 10). En estas estaciones de muestreo se aplican las metodologías de muestreo definidas en el Anexo 7, las cuales son utilizadas para estudiar anfibios, reptiles, mamíferos, aves y quirópteros.

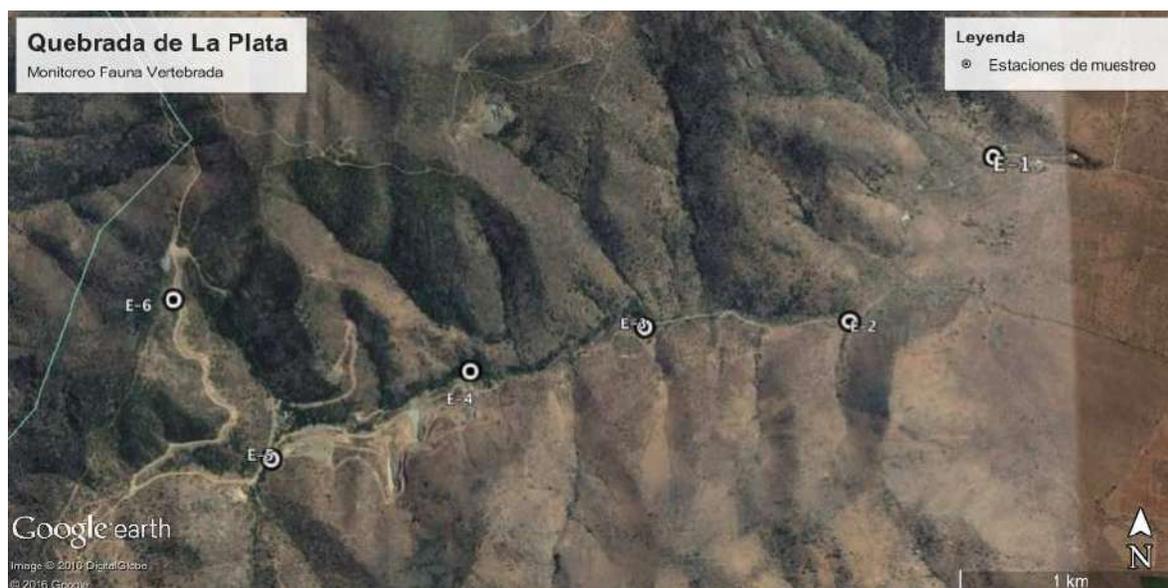


Figura 10. Ubicación de estaciones de muestreo para monitoreo de fauna.

Resultados campaña de verano

En el área de estudio se realizaron seis estaciones de muestreo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) (Ubicación específica en el Anexo 8), tres estaciones de trapeo con un total de 60 trampas Sherman por noche (micromamíferos), tres estaciones de cámaras trampa y dos estaciones de muestreo nocturno mediante grabación con equipo Songmeter (anfibios, rapaces nocturnas y quirópteros).

Durante la campaña de terreno realizada, se registraron 51 especies de vertebrados terrestres: un anfibio, 8 reptiles, 26 aves y 16 mamíferos. De estas, seis especies correspondieron a introducidas: rata, liebre, vaca, oveja, conejo y caballo.

El listado completo de especies detectadas se presenta en el Anexo 10, donde además se indica su nombre común, nombre científico, su origen geográfico (endémico, nativo o introducido), estado de conservación en Chile y el ambiente donde fueron observadas.

A continuación, se entregan los resultados por taxa. Las fotografías de algunos individuos se pueden observar en el Anexo 9.

Anfibios

En el caso de los anfibios, en el área de estudio se registró una sola especie: el sapo de rulo (*Rhinella arunco*), especie endémica de Chile, el cual se encuentra clasificado por el RCE como Vulnerable (VU). Cabe señalar que el sapo de rulo fue observado en una sola estación de muestreo (E-3) (ver Cuadro 5) y los hallazgos corresponden a seis ejemplares postmetamórficos y 36 larvas aproximadamente.

Cuadro 5. Especie de anfibio registrada en el área de estudio.

Nombre Común	Densidad (ind/ha)					
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Sapo de rulo			x			

x = Presencia de la especie.

Reptiles

En el área de estudio se identificó ocho especies de reptiles. Todas las especies registradas se encuentran en alguna categoría de conservación. *Callopistes maculatus* (iguana), *Phyllodryas chamissonis* (culebra cola larga) y *Liolaemus monticola* (lagartija de los montes), se encuentran clasificadas como Vulnerables, por el Reglamento de la Ley de Caza. *Liolaemus nítidus* (lagarto nítido), se encuentra Casi amenazado por el RCE y las especies *Liolaemus fuscus* (lagartija oscura), *Liolaemus lemniscatus* (lagartija lemniscata), *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta) y *Liolaemus chiliensis* (lagarto chileno), se encuentran

indicados con Preocupación Menor, de acuerdo al RCE. Cabe señalar, que cuatro especies son endémicas del país: culebra cola larga, iguana, lagartija oscura y lagarto nítido.

En cuanto a la abundancia de reptiles en el área de estudio, la lagartija esbelta y la lagartija lemniscata obtuvieron los mayores valores con 13,3 y 11,7 ind/ha en promedio, respectivamente, encontrándose ambas en cuatro de las seis estaciones prospectadas (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Densidad de reptiles registrados en el área de estudio.

Nombre Común	Densidad (ind/ha)					
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Culebra cola larga	5	5				
Iguana	x	x				5
Lagarto chileno			5			
Lagartija lemniscata	10	5	10		20	25
Lagarto nítido		5		5		
Lagartija esbelta		5	40	10	20	5
Lagartija de montes			5			
Lagartija oscura				5		10

x= Hallazgo indirecto.

Aves

Para aves, se registró un total de 26 especies (ver Cuadro 7). De ellas, cuatro son endémicas (tenca, turca, tapaculo y perdíz chilena) y una introducida (codorniz). De los resultados obtenidos para aves, se puede apreciar la dominancia (en términos de frecuencia) de aves características del área de estudio, destacando entre ellas cachudito (*Anairetes parulus*), chincol (*Zonotrichia capensis*) y chercán (*Troglodytes aedon*). Este último, se encontró en las seis estaciones de muestreo, con un promedio de 1,7 ind/ha.

Respecto a las aves con problemas de conservación, no se registraron en el área de estudio.

Cuadro 7. Densidad de las aves registradas en el área de estudio.

Nombre Común	Densidad (ind/ha)					
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Perdiz chilena	1		1			
Codorniz		3	2		1	
Aguilucho						1
Aguila			1			1
Peuco	2			4		1
Tiuque	1					3
Cernícalo			1			
Queltehue	3					
Tórtola		3				
Pitio	1		1			1
Carpinterito	1			1	2	1
Rayadito				1	1	
Canastero	1	1				1
Turca	1		1			1
Tapaculo	1					
Diucón				3		1
Fio fio			1	1	2	
Cachudito	2	2	1	2	2	
Golondrina chilena						2
Chercán	2	1	2	2	2	1
Zorzal					1	
Tenca	1	2	3		2	
Loica		1	1			
Yal	1					
Diuca	2	3	3			
Chincol	2		3	5	2	2

Mamíferos

Se registró un total de 16 especies, de las cuales seis son introducidas (conejo, rata negra, liebre, vaca, oveja y caballo) y tres son endémicas (degú, cururo y lauchón orejado de Darwin). Respecto a las categorías de conservación solo tres de ellas se encuentran clasificadas; yaca (*Thylamys elegans*), categorizada como Rara, cururo (*Spalacopus cyanus*) como En Peligro, según la Ley de Caza y zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) clasificado como Preocupación menor por el Reglamento de Clasificación de Especies.

Respecto al trampeo de micromamíferos, se capturó individuos de cuatro especies: *Abrothrix olivaceus*, *Octodon degu*, *Phyllotis darwini* y *Thylamys elegans* (ver Cuadro 8).

Cuadro 8. Capturas de micromamíferos registrados en el área de estudio.

Especies	E-1	E-3	E-6	TOTAL
<i>Abrothrix olivaceus</i>	1	0	3	4
<i>Octodon degus</i>	0	0	5	5
<i>Phyllotis darwini</i>	2	0	2	4
<i>Thylamys elegans</i>	5	0	1	6

Respecto a la presencia de quirópteros, se pudo evidenciar mediante la detección acústica de ultrasonido con el equipo SongMeter SM2+, murciélago gris (*Lasiurus cinereus*), murciélago colorado (*Lasiurus varius*), murciélago orejas de ratón (*Myotis chiloensis*) y murciélago cola de ratón (*Tadarida brasiliensis*) (ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Hallazgos indirectos de los mamíferos registrados en el área de estudio.

Nombre Común	Hallazgos					
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Yaca	X					x
Murciélago cola de ratón			x			
Murciélago colorado			x			
Murciélago gris			x			
Murciélago orejas de ratón				x		
Zorro culpeo			x	x	x	x
Degú	X	x	x			x
Cururo	X		x		x	x
Ratoncito oliváceo	X					x
Lauchón orejudo de Darwin	X					x
Rata negra				x		
Liebre europea						x
Conejo europeo	X	x	x	x	x	x
Caballo	X	x	x		x	
Vaca			x		x	x
Oveja			x			

11. ACCIONES DE RESTAURACIÓN QUE ACELEREN EL PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL

El Plan de restauración de Quebrada de la Plata se propone como una estrategia mixta que incluye medidas activas y pasivas que aceleren el proceso de regeneración natural. Entre estas acciones se considera el control de erosión.

11.1 Control de erosión

En las áreas prioritarias de control de erosión se desarrollarán diversos ensayos con el fin de evitar la pérdida de suelo post-incendio en los sitios con mayor riesgo de erosión. Los ensayos se ubicarán principalmente en laderas de forma cóncava, ya que esta forma genera mayor riesgo de erosión, y es donde es necesaria de manera inmediata la aplicación de este tipo de medidas (Casanova, obs. personal).

A continuación, se proponen diversos métodos de control de erosión en base a las metodologías propuestas por Vargas *et al.*, (1998), Pizarro (2005) y Vega (2013).

Tratamiento lineal con sacos rellenos de tierra

Este método se considera adecuado y de fácil ejecución para todo tipo de pendientes. Para pendientes escapadas se aconseja utilizar intervalos de 0,8 m, mientras que para pendientes moderadas 3 m. Para su ejecución, se necesitan sacos de malla sombra con cobertura del 60% de una medida de 40x60 cm, tierra y semillas de herbáceas. Su vida útil alcanza los 4 años. Al llenarse los sacos alcanzan una dimensión de 50x30x10 cm, y se disponen en corridas sobre terrazas horizontales de 40 cm de ancho (Ver Figura 11). Pizarro (2005) documentó esta técnica en la Región del Maule, soportando bien altas precipitaciones y sin necesidad de reparaciones; también obtuvo resultados similares en el predio Santa Sofía provincia de Ñuble. Lemus (2001) también prueba este método obteniendo buenos resultados en el proyecto Restauración Sierras de Bellavista.

Los pasos de ejecución de este método son:

1. Emparejar el terreno
2. Rellenar canalículos
3. Construir terraza de 0,4 m de ancho
4. Colocar sacos llenos
5. Rellenar con tierra entre líneas de saco y talud



Figura 11. Método de control de erosión con sacos rellenos de tierra

Tratamiento lineal con fajina en ramas

Vega (2013) plantea que las fajinas de troncos aumentan la rugosidad hidráulica del terreno y dificultan la concentración de flujo. Ahora, su capacidad de almacenar sedimentos depende de la pendiente, del diseño, tamaño y longitud de los troncos empleados, la separación entre ellos y el grado de contacto con el suelo de estas barreras. Si no están bien diseñadas e instaladas pueden concentrar la escorrentía, causando daños que podrían ser mayores que en ausencia de tratamiento. A pesar de su amplia utilización en muchos países, no está demostrado que sean un medio muy eficaz para limitar la erosión después de incendios (Robichaud *et al.*, 2000; Robichaud *et al.*, 2010). De hecho, son mayoría los experimentos realizados en Estados Unidos donde no se ha encontrado que este tipo de estructuras reduzcan significativamente las pérdidas de suelo por erosión post-incendio (Wohlgemuth *et al.*, 2001; Wagenbrenner *et al.*, 2006; Robichaud *et al.*, 2008 a). Por el contrario, otros trabajos sí se observaron un efecto positivo de este tratamiento (Robichaud *et al.*, 2008 b; Lemus, 2016). Sin embargo, estos estudios también demostraron que las fajinas de troncos para el control de la erosión son más eficaces para reducir los efectos de eventos de lluvia de corta duración (Wagenbrenner *et al.*, 2006; Robichaud *et al.* 2008, a y b). Al igual que las fajinas de troncos, las fajinas de materiales vegetales no evitan la remoción local del suelo, pero suponen una barrera para largos desplazamientos de éste. En Canarias se ha utilizado una variante, denominada “fajinada armada”, combinando piedras, troncos y ramajes (Gil, 2012; Gutiérrez y García, 2012).

Para la implementación de este tratamiento en Quebrada de la Plata se recomienda utilizar material disponible en el lugar, lo cual resulta una opción bastante económica. En general, se recomienda su uso para pendientes moderadas, en donde se aconseja implementar en intervalos de 3 m, mientras que para pendientes escarpadas se recomienda implementar en intervalos de 0,8 m (Figura 12).

Los pasos de ejecución de este método son:

1. Emparejar el talud
2. construir terrazas de 0,5m de ancho en la superficie del talud
3. Clavar estacas en la horizontal cada 0,7 -0,2 m de profundidad
4. Trenzar ramas
5. Alambrar fajinas en parte posterior de las estacas
6. Colocar sacos de papa rellenos con tierra detrás del trenzado
7. Sembrar y plantas en la terraza.



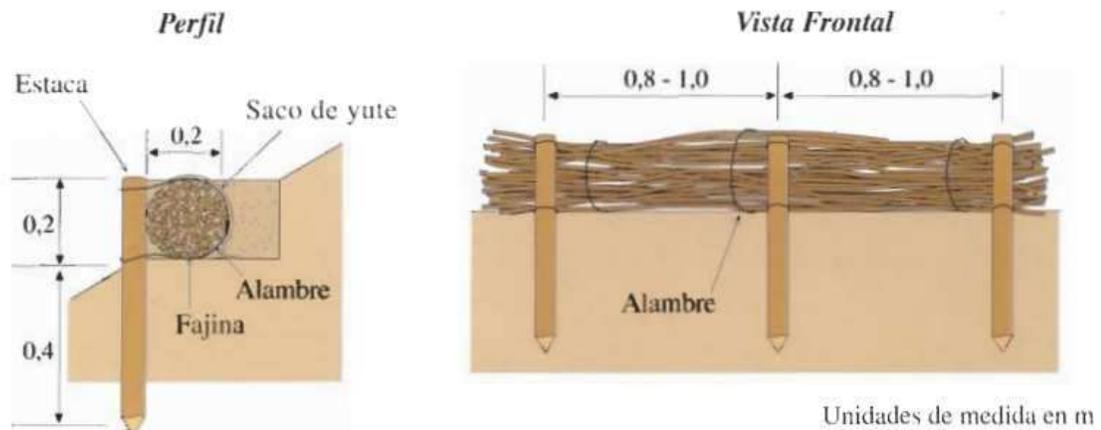


Figura 12. Método de control de erosión con fajinas.

Tratamiento de cubierta superficial con ramas

Generalmente este método se aplica entre los métodos lineales, lo que conforma una obra compuesta. Las ramas se disponen sobre el talud previamente preparado. Se debe aplicar una cubierta continua con un espesor mínimo de 5 cm. Se clavan estacas de 40 cm, con una profundidad de 20 cm, conformando una matriz de 2x2 en toda la superficie. Las ramas se disponen horizontal y verticalmente. Las horizontales se colocan sin intervalos cubriendo continuamente la superficie intervenida. Las verticales se colocan cada 2 metros y se alambren junto a las horizontales en su intersección con las estacas (Figura 13).

Vargas *et al.*, (1998) ejemplifica para eucaliptus, pero si se utilizan ramas lineales podría funcionar con otro tipo de especies.

Pasos de ejecución:

1. Emparejar talud y eliminar canalículos
2. Clavar estacas
3. Disponer ramas horizontales sin intervalos
4. Colocar ramas verticales cada 2 m

Para la implementación de este tratamiento se utilizará el material disponible en el lugar, y se dispondrán en cada parcela como se indica en los pasos de ejecución.

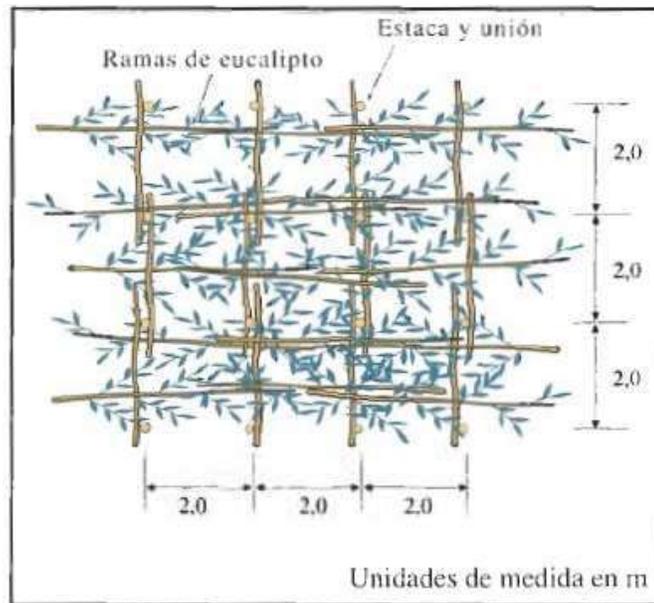


Figura 13. Método de control de erosión con cubierta superficial con ramas.

Tratamiento de cubierta superficial con malla

El objetivo de la malla de sombra es estabilizar zonas con pendientes medias-altas y suelos de baja fertilidad, que pueden verse afectados por procesos de intensa escorrentía superficial. Se recomienda su uso en áreas difíciles de estabilizar mediante métodos más tradicionales. No tiene restricción en cuanto tamaño (Vargas *et al*, 1998).

Lo que se pretende es reforzar y sujetar la capa superficial del suelo para protegerlo de desprendimientos y deslizamientos, y hacerlo más resistente a la erosión por salpicamiento. De esta forma, se pretende aumentar la aspereza o rugosidad de la superficie y reducir la velocidad del escurrimiento (Figura 14).



Figura 14. Método de control de erosión con cubierta superficial con ramas.

11.2 Revegetación

En la plantación, la preparación del terreno provoca la ruptura intensa de los agregados del suelo, mejorando la capacidad de retención de agua aprovechable y produciendo la exposición al aire de la materia orgánica, estimulando el rápido desarrollo de las raíces debido a una mayor disponibilidad de nutrientes (CONAF, 2013).

A continuación, se detallan algunos métodos de revegetación recomendados en la literatura para el desarrollo de ensayos de restauración que consideran la regeneración natural y sucesión de los ecosistemas:

Plantación en cluster

Saha (2012) propone que la plantación en cluster asegura que grandes áreas se puedan cubrir con un número limitado de plantas. En comparación, con la plantación convencional en hilera, la plantación en grupos muestra ventajas económicas debido a una reducción en el número de plantas y menores gastos en preparación, cuidado y medidas de protección (Szymanski, 1986). A su vez, Bannister (2015) propone una estrategia de restauración mixta pasiva-activa a través del establecimiento de plantaciones en grupos (cluster planting) para complementar elementos existentes (“legados biológicos”) como árboles semilleros, pequeños fragmentos y bancos de semillas dentro de una matriz de bosque quemado. Esto, permitiría lograr a largo plazo un efecto positivo a nivel de paisaje por el efecto de estos “clusters” como núcleos de dispersión de semillas (Saha, 2012). A su vez, Perez-Quezada y Bown (2015) proponen plantación en clústers para bosque esclerófilo en los ecosistemas andinos.

Fuentes-Castillo et al. (2012) ha identificado un patrón de nucleación en la regeneración

natural del bosque esclerófilo de Chile central alrededor de los remanentes de bosque, de manera que propone generar núcleos de reclutamiento alrededor de estos remanentes para aumentar el éxito en los esfuerzos de restauración. Sobre la base de este conocimiento teórico, proponemos realizar plantaciones en clusters imitando el proceso de regeneración natural, tomando en cuenta los legados biológicos.

A su vez, en el matorral esclerófilo se han identificado como especies nodrizas el espino (*Acacia caven*) (Echeverría *et al.* 2011, Smith-Ramírez *et al.* 2012), *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica* y en contados casos *Maytenus boaria*, debido a la sombra que ofrecen y a que concentran semillas de la misma u otras especies bajo su dosel (Reid, 2008). A su vez, Smith-Ramírez *et al.* (datos no publicados) han encontrado que la capacidad de regeneración del bosque esclerófilo en las cercanías de un remanente de bosque y bajo la sombra de *Acacia caven* aumenta de siete a nueve veces si se le excluye al área de herbívoros.

Ante este escenario, se propone la implementación de ensayos que consideren la plantación en grupos bajo especies nodrizas o legados biológicos. Además, se recomienda realizar estos clusters en micrositios con el fin de favorecer las condiciones de crecimiento y sobrevivencia de las plantas (Karen Peña y Sergio Donoso, Comunicación personal).

Al menos, en una primera etapa del Plan de Restauración, se debe contemplar el cercado para evitar el ganado y el tránsito de personas. También se debe incorporar la protección de las plantas de herbívora. Además, se propone incluir que uno de los polines sea de mayor altura lo que servirá de percha para rapaces y permitirá potenciar el control biológico de conejos (Karen Peña y Sergio Donoso, Comunicación personal).

Siembra directa de espino

Tanto la siembra como la plantación son técnicas válidas dentro de la restauración. La siembra es una técnica económica que permite abordar grandes superficies (Williston y Balmer, 1983; Dorner, 2002). A menudo, resulta apropiada cuando ocurre algún desastre natural que destruye extensas superficies de bosque, debido a que el suministro de semillas se reduce de manera considerable (Nyland, 2016).

Acacia caven presenta en promedio una capacidad germinativa en vivero del 90% con tratamiento en ácido sulfúrico según Acuña (2001), y un éxito de germinación de un 50% en el campo, si es escarificada (Donoso, 2006). Por esto se propone sembrar directamente esta especie en campo con el fin de probar una técnica de mínimo esfuerzo que podría acelerar de manera importante la regeneración natural, siendo esta especie una especie nodriza por excelencia (Anexo 10).

Previo a la implementación del ensayo, se debe realizar un tratamiento pre germinativo

de inmersión en ácido sulfúrico a las semillas de espinillo, siendo éste el tratamiento más empleado y efectivo según la literatura (Donoso, 2006). Luego de la siembra se debe realizar un monitoreo de la germinación y establecimiento en una primera instancia, y posteriormente sobrevivencia. A partir del segundo año se debe monitorear anualmente crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello (DAC), sobrevivencia y vitalidad.

Enriquecimiento

Tapia (2005) plantea que el enriquecimiento es una de las principales actividades a realizar para lograr la rehabilitación de la Quebrada de la Plata, detallando las especies a considerar para los distintos tipos de vegetación. Se recomienda tener en cuenta este trabajo a la hora de implementar este tipo de ensayos.

Especies seleccionadas

Las especies seleccionadas para la implementación de ensayos en una primera etapa de revegetación son *Acacia caven* (Espinillo), *Quillaja saponaria* (Quillay), *Lithraea caustica* (Litre), *Colliguaja odorifera* (Colliguay), *Cassia closiana* (Quebracho) y *Schinus molle* (Huingán).

Diversos autores plantean que estas especies son capaces de desarrollarse en condiciones más adversas (e.g. con menor disponibilidad de agua), y poseen un mayor porcentaje de sobrevivencia (Altamirano, 2008; Becerra et al., 2013; Petit, 2016; Bustamante et al., datos no publicados). Asimismo, *A. caven* y *Q. saponaria* poseen germinaciones sobre el promedio y junto a *L. caustica* y *C. odorifera* presentan porcentajes de recuperación post incendio superiores al 50% (Araya y Ávila, 1981; Muñoz, 2016).

Igualmente, se han encontrado antecedentes de que *A. caven* produce cambios microambientales bajo su cobertura facilitando el establecimiento de otras plántulas (Olivares et al., 1983; Castillo et al., 1988; Olivares et al., 1988; Soto et al., 2015; Echeverría et al., 2011). Además, es resistente a la sequía, posee un rápido crecimiento, y su alto porcentaje de germinación plantea que podría ser utilizada mediante siembra directa para asistir en la sucesión ecológica del ecosistema y abaratar costos (Donoso, 2006; Muñoz, 2016). La justificación de las especies seleccionadas se presenta en el Anexo 10.

Por otra parte, es importante considerar la incorporación de especies arbustivas que podrían contribuir a la sucesión ecológica y al aumento de la composición de especies, actuando algunas como especies nodrizas. Asimismo, se está evaluando la factibilidad de incorporar especies en alguna categoría de conservación como *Porlieria chilensis* (Guayacán) y *Puya chilensis* (Chagual).

Procedencia de las Plantas

Es fundamental tener en consideración la procedencia de las plantas. Por decreto del Ministerio de Agricultura, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) es la institución de gobierno encargada de resguardar los recursos fitogenéticos (RFG) del país. Además de la conservación e investigación, dentro de sus funciones está la de ser la contraparte oficial a las misiones extranjeras para la recolección de RFG chilenos. INIA tiene la facultad de celebrar contratos con quienes requieren acceder a estos recursos con el fin de proteger el patrimonio fitogenético del país y resguardar los intereses de Chile. Sin embargo, al no existir un marco legal, el sistema de acceso a RFG a cargo de INIA apela a la buena fe de los recolectores.

Para el Plan de restauración se propone que las plantas sean lo más próximas posibles al Santuario de la Naturaleza y en caso que se plante con individuos de otras localidades su procedencia debe ser identificada y evaluada, para lo cual se conformará un panel de expertos de las Facultades de Ciencias Agronómicas y Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.

Recolección de material en terreno

Durante diciembre y enero se recolectan semillas de *Quillaja saponaria*, *Trevoa trinervis* y *Porlieria chilensis*. Posteriormente se realizará análisis de semillas, tratamiento pre-germinativo y siembra de los individuos colectados en el Centro de Semillas y Árboles Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile. La cantidad de semillas existente en quebrada de la Plata no es suficiente por lo que se requiere con urgencia organizar colectas en predios cercanos, durante la próxima temporada.

11.3 Otros métodos

Cabe destacar que existe la posibilidad de incorporar otros ensayos de restauración, ya sea para control de erosión como revegetación, en la medida que sean acordes a la estrategia general del plan de restauración.

12. ACCIONES DE RESTAURACIÓN DE LA FAUNA

A continuación se presenta un esquema de trabajo para la implementación de acciones de restauración de fauna (Figura 15), las que se describen en detalle a continuación:

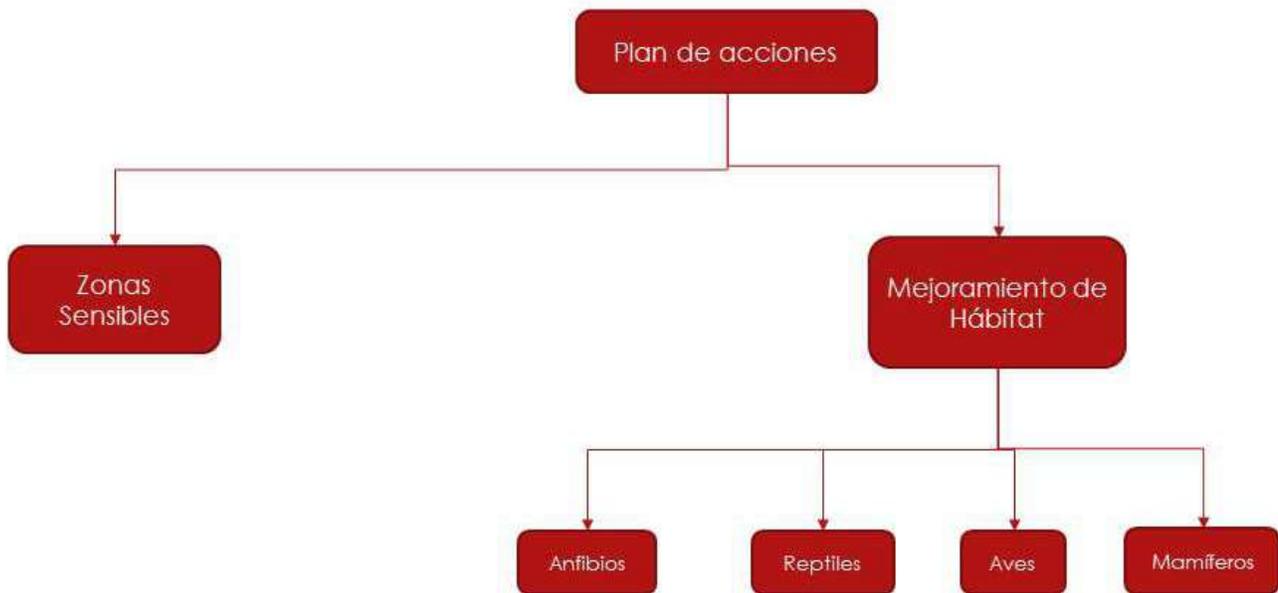


Figura 15. Esquema de restauración de fauna

12.1 Acciones en zonas sensibles

Estas acciones se orientan a sectores que requieren protección, es decir se requieren medidas de conservación tendientes a su preservación, algunas medidas a considerar son:

Protección de curureras

Estos roedores fosoriales coloniales, se localizan en zonas de matorrales abiertos, donde construyen sus madrigueras (Figura 16). Idealmente, antes de intervenir polígonos para restauración, se recomienda una revisión para delimitar posibles zonas ocupadas para ser excluidas. Cabe mencionar que es una especie endémica y amenazada.



Figura 16. Curureras activas post incendio.

Protección de Fondo de Quebrada

Por presencia del anfibio *Rhinella arunco* y aves especialistas de hábitat, es fundamental deshabilitar senderos informales en el sector y otras actividades como zonas de picnic y habilitar un sendero formal, idealmente en altura.

12.2 Mejoramiento de hábitat

A continuación (Cuadro 10), se enumeran las acciones orientadas a mejorar el hábitat de las especies. El detalle de cada una se presenta en el Anexo 11.

Cuadro 10. Acciones orientadas a mejorar el hábitat de las especies.

Taxa	Acción
Anfibios	Exclusión de ganado en sitios reproductivos
	Creación de pozas artificiales
	Conservación ex situ
Réptiles	Construcción de refugios

	Construcción de Pircas
Taxa	Acción
Aves	Instalación de cajas anideras, nidos artificiales, bebederos y comederos, entre otros.
Mamíferos	Creación de Pircas
	Control de conejos

13. SEGUIMIENTO Y MANTENCIÓN

Luego de la implementación de cualquier medida de restauración, es fundamental realizar un seguimiento y mantención a largo plazo, con el fin de evaluar los continuos cambios que experimenta el ecosistema bajo las diferentes medidas aplicadas y mantenerlas en caso de ser necesario.

El seguimiento o monitoreo es “la recolección sistemática y repetida de datos, observaciones y estudios sobre un área o fenómeno determinado con el fin de caracterizar el estado actual y documentar los cambios que ocurren a lo largo del tiempo y analizar la información necesaria para entender la relación de dichos cambios con las presiones o factores que causan alteraciones en un ecosistema” (Vos et al. 2000; extraído de Aguilar y Ramírez, 2015). Esta herramienta nos permite verificar si las hipótesis, objetivos y metas propuestas están siendo cumplidas y en qué medida (Yoccoz et al., 2001; Aguilar y Ramírez, 2015).

Además, provee información sobre el costo-beneficio de la implementación de las medidas de restauración, lo cual es clave para la toma de decisiones por parte de propietarios, instituciones, empresas y público en general, para quienes es importante el balance entre conservar y restaurar, y los beneficios asociados (Holmes et al., 2004; Holl y Howarth, 2000).

Finalmente, como indican los Estándares Abiertos para la Conservación, es fundamental capturar y compartir el aprendizaje para hacer efectiva su utilización en la toma de decisiones a nivel científico, social e institucional (Turnhout et al., 2007).

13.1 Seguimiento

Como se mencionó previamente, el seguimiento o monitoreo brinda información para evaluar y ajustar las prácticas necesarias, de modo que puedan ser modificadas y corregidas si se identifican resultados indeseables; y/o replicadas si se observan

resultados positivos (Vargas, 2007).

La gran mayoría de los trabajos de monitoreo que se han hecho en planes de restauración abordan solamente una dimensión del ecosistema (Arosón, 2015). Debido a la cantidad y complejidad de variables que se pueden medir en cada uno de los componentes involucrados, es que se plantea el monitoreo de parámetros representativos de cada caso.

13.1.1. Suelo

Erosión

Para evaluar la erosión en cada tratamiento se utilizará el método de parcelas experimentales de clavos de erosión, descrito por Vega (2008). Las parcelas experimentales de clavos de erosión son un método que consiste en el establecimiento de parcelas rectangulares, a las cuales se les instalan clavos que marcan la línea de inicio del suelo. La medición se efectúa luego de ocurrida una tormenta, con el objetivo de evaluar la erosión o sedimentación producida. Este método permite establecer el balance entre las pérdidas y entradas de suelo de cada tratamiento (Pizarro y Cuitiño, 2002). Los clavos pueden ser de hierro, madera o cualquier material que no se deteriore, sea fácil de obtener y bajo costo. Hudston (1997) plantea que es usual enterrar los clavos a una profundidad de 30 cm y que tengan un diámetro de 5 mm, puesto que un espesor mayor puede interferir con la corriente de superficie y provocar desgaste (Figura 17).

La cuantificación de pérdidas se puede estimar de la siguiente forma:

- Erosión media y sedimentación media (y): erosión o sedimentación promedio que se produce en las parcelas. Se procede calculando la altura media de los clavos (suma alturas/número de clavos).

La expresión matemática que determina este proceso es:

$$X=Y*Da*10$$

Donde,

X: suelo erosionado o sedimentado (ton/ha)

Y: altura media del suelo erosionado o sedimentado (mm)

Da: densidad aparente del suelo (ton/m³)

- Erosión neta (En): Pérdida de suelo al considerar la sedimentación ocurrida

$$En= E - S$$

Donde,

En: erosión neta (ton/ha)

E: erosión media (ton/ha)

S: sedimentación media (ton/ha)

- Suelo movilizado: Se habla de suelo movilizado al cuantificar tanto la erosión media como la sedimentación media. La expresión matemática permite describir la totalidad de suelo que se movilizó en el terreno, expresado en toneladas por hectárea (Cuitiño, 1999). Su expresión matemática es:

-

$$S_m = E + S$$

Donde,

Sm: suelo movilizado (ton/ha)

E: erosión media (ton/ha)

S: sedimentación media (ton/ha)



Figura 17. Parcela experimental de clavos de erosión

Para estimar la cantidad de suelo erosionado se requiere determinar la D_a . En el Cuadro 11. se describe el resto de los indicadores para el componente suelo:

Cuadro 11. Indicadores del componente suelo

Indicador	Relación con las funciones del suelo	Cuantificador
-----------	--------------------------------------	---------------

Textura	Retención y transporte de agua, minerales y químicos; erosión del suelo	% de arena, limo y arcilla
Indicador	Relación con las funciones del suelo	Cuantificador
Densidad aparente	Retención y transporte de agua, minerales y químicos, estructura del suelo, facilidad de emergencia para las plantas	Densidad aparente (g/cm ³)
Profundidad	Potencial productivo de las plantas (volumen para enraizamiento) y de erosión	Profundidad del suelo (cm)
Materia orgánica	Define la fertilidad y la estructura, la retención de agua, y el potencial productivo del suelo	% de materia orgánica
pH	Disponibilidad de nutrientes, actividad química y biológica del suelo, límites para el crecimiento de las plantas y actividad microbiana	pH (0 a 7)
Conductividad eléctrica	Actividad microbiana y de las plantas, límites para el crecimiento de las plantas y la actividad microbiana, define la estructura del suelo y la infiltración del agua	CE (dS/m)
Capacidad de intercambio catiónico (CEC)	Fertilidad del suelo	CEC (Cmol _c /kg)
Profundidad hojarasca		(cm)

Fuente: Extraído de Aguilar y Ramírez, 2015.

13.1.2. Vegetación

En la Cuadro 12. se presentan los criterios a tener en cuenta para evaluar el éxito de los ensayos de revegetación.

Cuadro 12. Criterios para evaluar éxito de la revegetación

Criterio	Indicador	Cuantificador
Composición	Riqueza de especies	
Composición	Número de individuos de especies exóticas	% de especies exóticas
	Tasa de mortalidad y reclutamiento	Tm y Tr
Estructura	Crecimiento vertical	Incremento en altura (cm)
Estructura	Desarrollo del tallo	Incremento dimétrico (cm)

Estructura	Ocupación del espacio	Incremento en la cobertura (cm) o porcentaje de cobertura (%)
------------	-----------------------	---

Fuente: Extraído de Aguilar y Ramírez, 2015.

13.1.3. Fauna

Se evaluará el éxito de las diversas técnicas de restauración de fauna probadas. La metodología de evaluación será definida para cada técnica en particular en función de los grupos de interés: Herpetofauna, Avifauna, Micromamíferos.

13.2 Mantención

Para lograr el éxito de restauración, además de realizar un seguimiento a largo plazo es fundamental tener en consideración la mantención de los ensayos. Se deben reparar las obras de control de erosión, cercos, protecciones para plantas y obras de recuperación de fauna. Además se debe evaluar la necesidad de volver a plantar en caso que los individuos mueran.

14. PROPUESTA PLAN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

14.1 Consideraciones iniciales

Tras las consecuencias provocadas por el incendio ocurrido en noviembre del 2016, es que se hace necesario incluir medidas de prevención de incendios en el Plan de restauración. Estas medidas deben ser incorporadas desde un inicio en el desarrollo del plan de restauración para asegurar su éxito, y de forma continua en el tiempo. El objetivo es implementar medidas que ayuden en la prevención de futuros incendios forestales y velar por conservar la biodiversidad del lugar, evitando las consecuencias que este tipo de desastre provoca.

Cabe destacar, que es necesario evaluar el plan de prevención de incendios y las acciones que se efectúen con ello, a modo de garantizar que las prácticas se mantengan en el tiempo y cumplan los objetivos propuestos.

14.2 Metodología

Se propone abarcar el plan de prevención a través de tres estrategias: prevención participativa de incendios forestales, manejo de combustibles, y despeje de caminos y accesos de la quebrada. A continuación se señala la metodología de cada estrategia

propuesta.

14.3 Prevención participativa de incendios forestales

Considerando la diversidad de actores sociales que interactúan con Quebrada de la Plata y el éxito de experiencias que se han dado en comunas como Huechuraba y Yumbel respecto a generar propuestas participativas de prevención de incendios forestales, es que se propone conformar un grupo de trabajo que, a través de la participación de distintos actores, elabore un plan estratégico de prevención. Esto permite que el plan de prevención tenga una continuidad en el tiempo e incluya a los actores interesados, considerando los incendios forestales como un problema de toda la comunidad (Bohme y Dascal, 2001).

Para ello, es necesario en una primera instancia identificar a los actores relevantes. Posteriormente, a través de encuestas, se pretende comprender la percepción de cada uno de ellos sobre problemáticas asociada a incendios forestales y su interés de participar en acciones asociadas a la prevención de estos. Este paso busca convocar y consolidar un grupo de trabajo que incluya estudiantes, vecinos, organizaciones sociales, ambientales y deportivas, con el apoyo del municipio de Maipú, establecimientos educacionales, cuerpo de bomberos, CONAF y la Universidad de Chile.

Las personas que conformen este grupo de trabajo deben ser personas interesadas en la temática, y que organizadas realicen acciones de educación y sensibilización orientadas a la prevención de incendios forestales (Bohme y Dascal, 2001). Además, se incluirán medidas propuestas por CONAF (2011) en el Manual con Medidas para la Prevención de Incendios Forestales adecuadas a la Región Metropolitana, tales como generar charlas de concientización, actividades educativas formales y no formales, instalación de letreros, difusión de información, entre otras. Se propone que la planificación de las actividades sea de carácter anual. De esta forma, se pretende incentivar la evaluación de las mismas, analizando los aportes generados y las áreas u actores que no se han involucrado en el proceso de acción o concientización. En esta estrategia es fundamental el acompañamiento y apoyo de CONAF.

14.4 Manejo de combustibles

Con motivo de disminuir la vulnerabilidad frente a incendios forestales, se hace necesario aplicar prácticas de manejo para reducir el combustible que potencialmente puede generar y/o propagar incendios (CONAF, 2006). Para ello, se propone evaluar la implementación de tres alternativas: cortafuegos (franja que corta la continuidad de los

combustibles), manejo silvopastoril (limitar crecimiento de pastos con ganado que se alimente de ello), y modificación de la vegetación (cambio de verticalidad u horizontalidad de la vegetación a través de podas o raleo).

Para definir dónde y qué alternativa de manejo aplicar se plantea utilizar la metodología propuesta por Julio (2012) en el libro “Fundamentos del Manejo del Fuego”. A continuación se presenta una breve descripción.

En primera instancia, se deben determinar sectores prioritarios de protección frente a incendios. Los criterios utilizados son:

- **Riesgo:** Corresponde a la probabilidad de ocurrencia de incendios.
- **Peligro:** Se entiende como la rapidez de propagación del fuego, determinada por factores como clima, pendiente y exposición.
- **Daño potencial:** Referido a las pérdidas e impactos que se podrían generar como consecuencia de un incendio.

Para cada uno de los criterios señalados se asigna un puntaje, sumando un total de 100 puntos. Dichos puntajes están divididos en variables específicas y sub-variables según sea el caso. En el Cuadro 13. se muestra una tabla tipo adaptada al área de estudio, los puntajes serán asignados con el apoyo de asesores.

Cuadro 13. Prioridades de protección

Variable General	Puntaje	Variable específica	Puntaje	Sub-variable	Puntaje
Riesgo		Ocurrencia histórica			
		Ocurrencia potencial		Caminos	
				Cercanía Cuesta Lo Prado o Cuesta Barriga	
Sectores de caza					
Peligro		Potencial de propagación			
		Tipo vegetación combustible			
		Exposición a radiación solar			
		Pendiente			
		Vientos			
Daño potencial		Valor social		Pérdida valor cultural e histórico	
				Deterioro paisaje y belleza escénica	

		Valor ambiental		Pérdida y fragmentación del paisaje en ecosistemas naturales	
				Deterioro de la biodiversidad	

Fuente: Elaboración propia, 2017. Adaptado de Julio (2012).

En cuanto al riesgo, la ocurrencia histórica se obtendrá de antecedentes que dispone CONAF. Estos antecedentes corresponden a estadísticas básicas de ocurrencia de incendios forestales en el área y zonas cercanas, considerando en lo posible superficie afectada, período del año, localización e identificación de la causa. Respecto a la ocurrencia potencial, se considerará únicamente los caminos como sub-variable, debido a que al ser frecuentado por personas está el riesgo de corresponder a potenciales focos de incendios.

Dentro del peligro, el tipo de vegetación combustible se obtendrá a través de un catastro de vegetación, asignándole una categoría de tipo de combustible según Julio (2012). Estas categorías definen de igual forma el potencial de propagación. La pendiente y exposición se obtendrá a partir de la información cartográfica ya generada.

Finalmente, el daño potencial se analizará mediante componentes sociales y ambientales. Para el análisis del componente social es necesario evaluar la percepción de las personas mediante un proceso participativo, complementado con la estrategia de prevención participativa de incendios forestales. Mientras que para el valor ambiental, es necesario identificar especies que estén catalogadas en algún estado de conservación, formaciones vegetacionales relevantes, entre otras consideraciones.

La determinación de prioridades se trabajará en cartografías, donde cada puntaje de las variables asignada será normalizada, acumulando los valores obtenidos en cada pixel del mapa respectivo. De esta forma, se obtendrán los valores de interés de protección. Posteriormente, se llevará a cabo una clasificación de dichos valores en nula-baja, media o alta prioridad de protección. Según los resultados obtenidos, reflejados en un mapa de prioridad, y considerando la topografía, se podrá evaluar qué medida de manejo es la más adecuada para aquellas zonas de prioridad de protección alta y/o media, espacializando las prácticas de manejo. Cabe destacar la importancia de considerar la topografía, debido a que en zonas de alta pendiente realizar cortafuegos corresponde a un agente erosivo considerable. Para estos casos se recomienda utilizar medidas de manejo como cinturones verdes, los cuales corresponden a vegetación arbórea o herbácea de baja combustibilidad que hacen más lenta la propagación del fuego (CONAF, 2006). Además, es necesario evaluar la factibilidad de realizar las medidas de manejo, tanto económica como físicamente, o bien analizar la posibilidad de dejar ciertos cortafuegos de carácter no

preventivos, es decir, realizarlos solo en caso de incendios para evitar o disminuir la velocidad de propagación de los mismos.

14.5 Despeje de caminos y accesos de la quebrada

Se plantea evaluar la realización de esta medida con el objetivo de facilitar el ingreso al equipo de combate en caso de incendio. No obstante, mantener los caminos y accesos despejados corresponde a una medida preventiva debido a que se regula el contacto con material combustible, disminuyendo la probabilidad de inicio del fuego.

Para realizar la mantención de dichos caminos, se identificarán mediante imágenes satelitales la totalidad de caminos principales y secundarios, para luego en terreno evaluar el estado de cada uno de éstos. Se clasificarán según si existe la necesidad de realizar un margen (limpieza de vegetación), limpieza de basura o escombros, ensanchamiento, mantención completa o caminos en buen estado, teniendo siempre en consideración que permitan el acceso de la brigada de combate.

15. INCORPORAR A LOS ACTORES CLAVES EN LOS ESFUERZOS DE RESTAURACIÓN Y SENSIBILIZAR A LA COMUNIDAD PARA MEJORAR LA PROTECCIÓN DEL NUEVO SANTUARIO

Diversos autores plantean que es fundamental incorporar a los grupos interesados en el proceso de restauración (Robertson et al, 2000; Chazdon, 2008; Genneletti, 2011; Veluk et al, 2012; Claramunt, 2016).

En este contexto, el Plan de Restauración de Quebrada de la Plata contempla incorporar a los actores claves y sensibilizar a la comunidad para mejorar la protección del Santuario de la naturaleza. Esto en el marco de los lineamientos estratégicos establecidos para el predio tras la declaración como Santuario de la Naturaleza, Extensión y Educación Ambiental.

La metodología propuesta se basa en Nuñez (2010), en su trabajo de Planificación del Manejo de Áreas Protegidas; además en el trabajo “diagnóstico del estado de conocimiento, vacíos de información y gestión necesaria para integrar a la comunidad en iniciativas de restauración en las regiones Metropolitana y Valparaíso” realizado por Claramunt (datos no publicados); en la propuesta acciones comunitarias para la realización de corta-combustibles (CONAF, 2006a; CONAF, 2006b; CONAF, 2011) y en la metodología de senderos ecoeducativos (Cerdeira, 2012; Sendero de Chile, 2005). Las diversas etapas se detallan a continuación:

15. 1 Diagnóstico

El diagnóstico corresponde a la etapa inicial del proceso y comprende al catastro y análisis de los actores existentes en torno al Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. A continuación se presentan las distintas fases que se proponen para esta etapa:

15.1.1 Organización del Proceso

Corresponde a la constitución del Comité Técnico responsable durante el proceso de Restauración. Este comité se encuentra compuesto por un núcleo de trabajo, pero con consulta permanente a especialistas de distintas áreas, además del trabajo directo con organizaciones comunitarias e instituciones público/privadas.

15.1.2 Estudio de Grupos de interés y Actores claves

La segunda fase del proceso se encuentra enfocada en el conocimiento de las relaciones existente entre el área protegida y su entorno, de forma tal de poder conocer los intereses y la influencia que ejercen los distintos actores en el Santuario de la Naturaleza.

Identificar grupos de interés y actores claves

Inicialmente es necesario realizar un listado de actores con los que se relaciona o quienes pueden verse afectados o afectar (positiva o negativamente) las acciones de restauración que se realizarán en el Santuario de la Naturaleza. La identificación del listado de actores se realizará mediante revisión bibliográfica, uso de las entrevistas realizadas por alumnos del Taller de Ecología, Conservación y Sociedad y la Agrupación por la Conservación y Restauración de la Naturaleza ACOREN U Chile en los años 2015 y 2016, además de la consulta a informantes claves como la administración del Santuario e informantes claves identificados durante el proceso.

Estos actores pueden ser clasificados de acuerdo a su tipología:

- Actores provenientes del sector público:
Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Nacional Forestal, Consejo de Monumentos Nacionales, etc., es decir, instituciones gubernamentales que realizan esfuerzos en el Plan de Restauración del SN o presentan interés en él.
- Actores políticos:
Líderes políticos locales como alcaldes y concejales.
- Actores privados:
Empresas, medios de comunicación, etc., instituciones privadas que realizan esfuerzos en el Plan de Restauración del SN o presentan interés en él.
- Actores de la Comunidad
Organizaciones no gubernamentales locales, iniciativas comunitarias,

organizaciones territoriales (centros de madres, organizaciones vecinales, centros artísticos, culturales, deportivos, etc.).

En el Anexo 12 se encuentra la ficha de registro para la caracterización de los actores

Percepción de los grupos de interés

Tras la identificación de los actores, es necesario entender la relación que tiene la comunidad con el Santuario de la Naturaleza, de manera que se propone estudiar la percepción de los grupos de interés en torno a sus usos, valores, preocupaciones, intereses, objetivos de restauración. Esto a su vez permitirá reconocer el impacto que tienen las actividades de las comunidades locales en el área que se desea restaurar, identificar los beneficios que esperan conseguir y los conflictos de interés que se puedan generar durante el proceso. A su vez, esta etapa es fundamental para reconocer el nivel de organización que tiene la comunidad, y sus prioridades e identificar actores externos que influyen en el área de trabajo. Se requiere el desarrollo e implementación de entrevistas y el posterior análisis de los datos.

Matriz de Interés e Influencia

A partir de la información obtenida se determinará la influencia que los actores pueden ejercer en la ejecución del Plan de Restauración, de manera que se podrán distinguir distintos tipos de actores:

- Actores movilizados: Poseen bajo interés, pero alta influencia.
- Actores aliados: Poseen alto interés y alta influencia.
- Actores autónomos: Poseen un bajo interés y una baja influencia.
- Actores colaboradores: Poseen un alto interés, pero una baja influencia.

Para analizar el interés y la influencia que ejercen los distintos actores en el territorio, se utilizará la siguiente matriz, descrita en el Cuadro 14. Con el listado de actores y su interés e influencia en la ejecución del Plan de Restauración, éstos pueden ser diagramados de acuerdo al siguiente modelo (Figura 19).

Cuadro 14. Matriz de actores interés / influencia.

Actores	Nivel de Interés en los objetivos del Plan de Restauración del SN Quebrada de la Plata.			Nivel de Influencia en la ejecución Plan de Restauración del SN Quebrada de la Plata.		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Actores provenientes del sector público						
Actor 1						
Actor 2						
Actor 3						
...						
Actores políticos						
Actor 1						
...						
Actores privados						
Actor 1						
...						
Actores de la Comunidad						
Actor 1						
...						

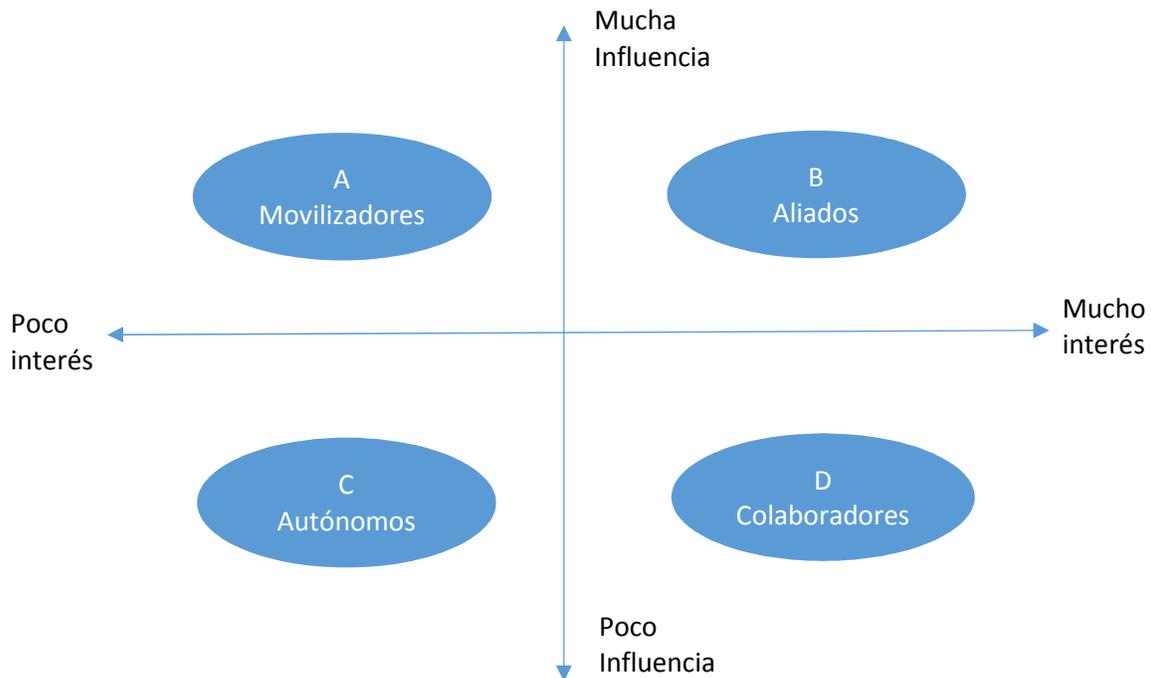


Figura 19. Diagrama de actores.

Avances

Cabe destacar que entre las relaciones identificadas durante el proceso de solicitud del Santuario de la Naturaleza, se encuentran los habitantes de la Villa El Maitén, Lomas de Lo Aguirre y Ciudad de los Valles (de Maipú y Pudahuel), quienes visitan periódicamente Quebrada de La Plata con propósitos recreacionales y deportivos. De acuerdo a lo establecido por encuestas realizadas durante los años 2015 y 2016 por alumnos del Taller de Ecología, Conservación y Sociedad y la Agrupación por la Conservación y Restauración de la Naturaleza ACOREN Uchile, el 96% de los visitantes corresponde al sexo masculino, visitando en su mayoría una vez por semana la Quebrada de la Plata; así mismo, entre las actividades más recurrentes se encuentran el ciclismo, realizado por un 80% de los visitantes actuales y el motociclismo, por un 9% de los visitantes. Cabe destacar en este punto que diversos senderos son utilizados como pistas de ciclismo y motociclismo, lo que ha generado degradación del ecosistema y riesgo de erosión. Además, constantemente se crean nuevos senderos para este fin, lo que se aleja de los lineamientos estratégicos del Santuario de la Naturaleza (Ver Figura 20).

Teniendo esto en cuenta, es fundamental desarrollar una estrategia de trabajo que permita abordar esta problemáticas ya que es considerada una de las barreras fundamentales en la recuperación del Santuario de la naturaleza y el éxito del Plan de restauración.



Figura 20. Motociclista en la Quebrada de la Plata. Bernardo Segura (ACOREN), 2017

15.2 Gestión asociativa y participación activa de la comunidad en las acciones de restauración

Dado que los programas de restauración deben ser desarrollados en forma participativa (Chokkalingam et al, 2005; Genelleti et al, 2011; Ceccon y Pérez, 2016), el Plan de Restauración de Quebrada de Plata propone realizar una gestión asociativa e involucramiento directo de los actores en las acciones de restauración. Esto abordará dos alcances, que se detallan a continuación:

15.2.1 Diseño participativo para el Plan de prevención de incendios

En esta etapa se considera el trabajo asociativo con la comunidad para el diseño del plan de prevención de incendios, como se mencionó anteriormente en el punto 14.3.

Delimitación zonas con riesgo y/o daño potencial. Se realizarán talleres participativos con el fin de identificar las zonas utilizadas por los visitantes que se convierten en sectores de riesgo crítico para el origen de incendios forestales. Así como los sitios ecológicos y culturales prioritarios desde la perspectiva social.

- Taller 1: Compartiendo saberes locales en la prevención de incendios forestales
Elaboración de cartografías participativas (en talleres y salidas a terreno) que identifiquen:
 - Riesgo: Caminos y senderos que permiten el acceso y/o son utilizados en el SN Quebrada de la Plata, zonas que son utilizadas para picnic/asados/camping (ejemplo Figura 21)
 - Daño potencial: hitos que poseen un valor local en la Quebrada de la Plata (ej. Bosque de peumos, polvorines, hornos caleros, etc.).



Figura 21. Denuncia de fogatas, 2017.

- Taller 2: Silvicultura preventiva
En conjunto con el Departamento de Prevención de Incendios Forestales de CONAF se realiza una presentación sobre ¿Cómo reducir el riesgo de que ocurran incendios forestales? Esta presentación hace énfasis en la silvicultura preventiva y preparación de voluntarios para la próxima temporada de incendios, como

voluntarios para la limpieza de caminos (priorización Cuesta Lo Prado y Cuesta Barriga en el exterior y cortafuegos en el interior).

15.2.2 Participación activa en las acciones de restauración

El Plan de restauración contempla involucrar a los actores claves en el desarrollo de acciones de restauración, de manera que está contemplado trabajar con estudiantes, colegios, organizaciones sociales e instituciones afines a los objetivos del Plan de Restauración, en acciones de restauración detalladas en la sección 11. Este trabajo será fundamental para sensibiliza a la comunidad y asegurar el éxito de los ensayos de restauración.

15.3 Educación Ambiental durante el Proceso de Restauración

15.3.1 Delimitación de senderos de educación ambiental durante el proceso de Restauración

En esta etapa se espera identificar y habilitar senderos dentro del Santuario de la Naturaleza para la educación ambiental en el marco del proceso de restauración. Esto con el apoyo de Trekantour y Sendero de Chile.

Cabe destacar que actualmente el SN no posee infraestructura mínima (como baños y senderos habilitados) que permita el ingreso de público de forma segura.

Delimitación de senderos

Para la delimitación de senderos se consideran los siguientes objetivos:

- Interpretación del ecosistema (flora, fauna, paisaje, topografía, hidrología, etc.).
- Impactos antrópicos ¿cómo se destruye la naturaleza?:
Extracción de recursos naturales: extracción minera – hornos caleros
Incendios forestales
- Pilotos de Restauración ¿cómo se restaura lo dañado?

A demás se toma en cuenta el Catastro de los senderos actuales, que será realizado por el comité técnico para realizar cartografías participativas que permitan identificar los senderos utilizables en base a los objetivos establecidos involucrando a la comunidad en la toma de decisiones, así como las necesidades que presenta cada sendero para poder ser habilitado y utilizado. El lunes 08 de mayo se realizó la prospección inicial de este trabajo (Figura 22 y Figura 23).

Además, para la habilitación de senderos se requiere levantar la siguiente información:

- Identificación del estado de los senderos
- Identificación de las necesidades de cada uno de los senderos para habilitarlos.
- Determinar capacidad de carga y/o límite de cambio aceptable de los senderos tras el incendio
- Elaboración de presupuesto y Carta Gantt para habilitar senderos.



Figura 22. Prospección senderos ecoeducativos con TREKANTOUR

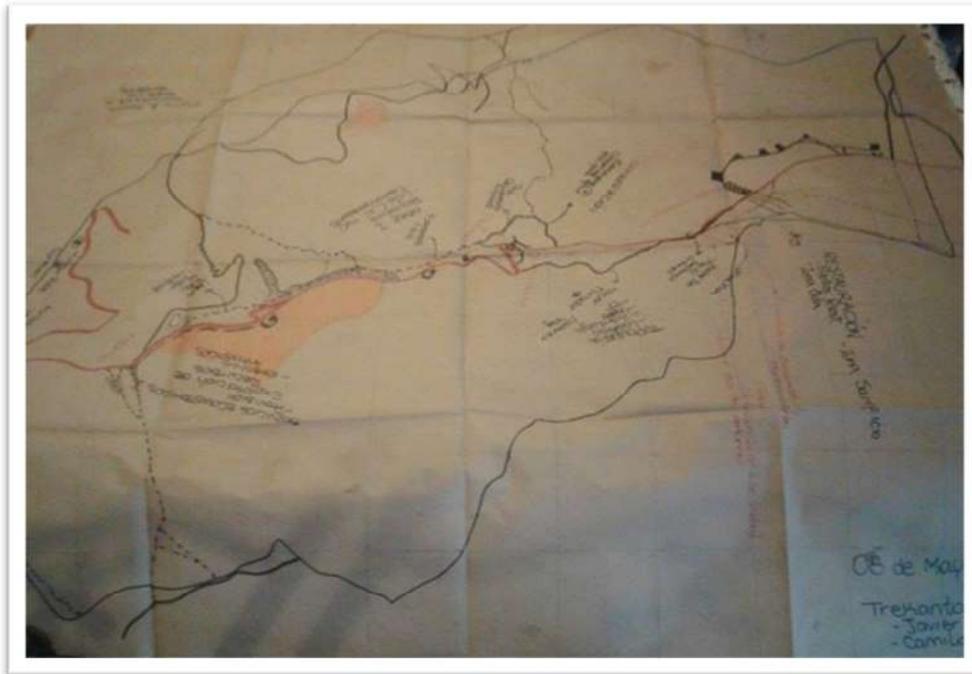


Figura 23. Prospección senderos ecoeducativos con TREKANTOUR, evaluación inicial.

15.3.2 Monitores ambientales

El Programa de Monitores Ambientales del Santuario Quebrada de la Plata tiene como fin establecer voluntarios para dirigir las diversas visitas al Santuario, permitiendo realizar extensión con la comunidad y educación ambiental durante el proceso de restauración. Se considera la estrategia de aprendizaje por acción como una estrategia de enseñanza fundamental para el proceso de planificación y ejecución de actividades educativas (Figura 24).

Esta fase comenzará a implementarse de forma piloto con voluntarios de ACOREN durante las actividades que se realizarán en el marco del Plan de Restauración, estableciendo los requerimientos y necesidades para la efectiva puesta en marcha, aumentando el número de personal a medida que aumente el ingreso autorizado de visitantes al lugar, esperando la implementación total al segundo año del proceso de restauración.

Los monitores ambientales deberán contar con conocimientos técnicos del Santuario (flora, fauna, hidrología, topografía, etc.), así como capacitarse en primeros auxilios en áreas silvestres que le permitan realizar educación ambiental de forma segura para los asistentes. Con este mismo fin, se propone la elaboración de un Plan de Emergencias en caso de eventos como sismos, incendios y/o accidentes.



Figura 24. Visita a Quebrada de la Plata del Colegio Complejo Educacional Maipú con monitores ambientales en Noviembre 2016, ACOREN.

- Acciones a realizar:
 - Listado de voluntarios
 - Capacitación de voluntarios en oratoria, información técnica del Santuario y primeros auxilios en áreas silvestres.
 - Elaboración Plan de Emergencias.
 - Evaluación continua de los requerimientos y necesidades para la implementación efectiva

15.3.3 Difusión y comunicaciones para la educación ambiental

Durante todo el proceso de Restauración se informará a la comunidad de las acciones que se realizan a través de las siguientes herramientas:

Folletos

Elaboración de folletos informativos para la entrega en el SN a los visitantes y en las distintas instancias de participación ciudadana con información didáctica y concisa de las acciones de restauración.

Difusión a través de redes sociales y páginas web

Se realizará difusión de las actividades, seminarios, talleres o cualquier otra instancia que se encuentren dentro del marco del Plan de Restauración en el Fanpage del Santuario “Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata” (SNQLP). Así mismo, se creará la página

web Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, estableciéndose como un espacio para la transferencia de información al público.

Prensa

La elaboración de reportajes audiovisuales se realizará una vez que se pongan en marcha los pilotos de restauración.

16. GENERAR REGISTROS DE LA EXPERIENCIA PARA QUE SIRVAN DE GUÍA A OTROS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN EN CHILE.

Durante el proceso de restauración se documentarán las distintas etapas y avances en el Plan de restauración, de manera que se generarán registros que podrán servir de experiencias para el desarrollo de otros proyectos de restauración en Chile. Se contempla el registro de material audiovisual, fotografía, desarrollo de informes de avance e investigaciones científicas.

17. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE LEVANTAMIENTO DE FONDOS PÚBLICOS Y PRIVADOS, NACIONALES E INTERNACIONALES, PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE RESTAURACIÓN

Para implementación del Plan de Restauración se gestionarán diversas estrategias de financiamiento, las que permitirán ir cumpliendo con los objetivos en sus distintas escalas temporales. A continuación se detallan tres tipos de financiamiento, lo cual no excluye la posibilidad de integrar otras posibles fuentes a futuro:

COMPENSACIONES

Existe la posibilidad de financiar acciones del Plan de Restauración por medio de Compensaciones por Emisiones, las cuales son canalizadas a través del Ministerio del Medio Ambiente y buscan mantener masas boscosas.

FONDOS CONCURSABLES

Existe la posibilidad de financiar acciones del Plan de Restauración por medio de fondos nacionales e internacionales, como por ejemplo el Fondo de Protección Ambiental (FPA), el Fondo de Investigación en Bosque Nativo, proyectos de Fomento a la Innovación para la Competitividad (FIC Regionales), entre otros.

DONACIONES

Se explorará la posibilidad de convertir este plan de restauración en una actividad financiable por la Ley de Donaciones Culturales, debido que en su calidad de Santuario de la Naturaleza, la Quebrada de la Plata cumple un rol en la educación universitaria y ambiental.

A continuación, se dan a conocer los compromisos que existen hasta ahora:

17.1 Plan piloto de restauración Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Proyecto GEF/MMA/ONU – ambiente GEF Corredores Biológicos de Montaña

Para la realización de un proyecto piloto de restauración, se firmará un convenio con el Proyecto GER/MMA/ONU-AMBIENTE GER Corredores Biológicos de Montaña, en donde se propone el monitoreo de la regeneración natural y la evaluación de cuatro métodos de revegetación y cuatro métodos de control de erosión. En este piloto los ensayos se realizarán en la ladera de exposición sur. En caso de replicar dicho experimento para un sector con diferente exposición, la composición de las plantas para la revegetación se debe modificar de acuerdo a las condiciones del lugar.

A continuación, se presenta un resumen del total de áreas a intervenir y desglosadas por cada experimento (Cuadro15.)

Cuadro 15. Superficies consideraras en el Piloto de Restauración de Quebrada de la Plata

Área total a restaurar (ha)	4,62
Área control de erosión (ha)	2,25
Área revegetación (ha)	2,25
Área monitoreo (ha)	0,12

MONITOREO

Se instalarán 50 parcelas de monitoreo de 3x4 metros, excluidas de conejo, ganado y ciclistas. En cada una de ellas se monitoreará regeneración de herbáceas, y regeneración de leñosas por semilla y rebrote. Aledaña a cada parcela se instalará otra de iguales características (3x4 m) pero sin exclusión. La metodología utilizada se describe en el punto 10.1.

ENSAYOS

Los ensayos de control de erosión y revegetación se realizarán en sectores definidos previamente como prioritarios para el control de erosión y revegetación (Figura 25). Además, se considerarán sectores donde previo al incendio existía bosque o matorral abierto o muy abierto. Esto último, se explica porque en estos sectores la regeneración natural posiblemente no ocurra y efectivamente se estaría apoyando a este tipo regeneración con el desarrollo del piloto (Figura 26). Los ensayos se ubicarán en las cercanías al bosque de peumo y fondo de quebrada, donde se encuentra el principal objetivo de conservación del Santuario de la Naturaleza.

El material vegetal utilizado será idealmente proveniente de la propia quebrada. En caso de no encontrar disponibilidad suficiente se utilizará material de las zonas más cercanas. A su vez, si en estas zonas no se logra encontrar material disponible, se consultará a un panel de expertos para ver las opciones a seguir (Profesores Álvaro Gutierréz, Álvaro Promis y Carlos Magni).

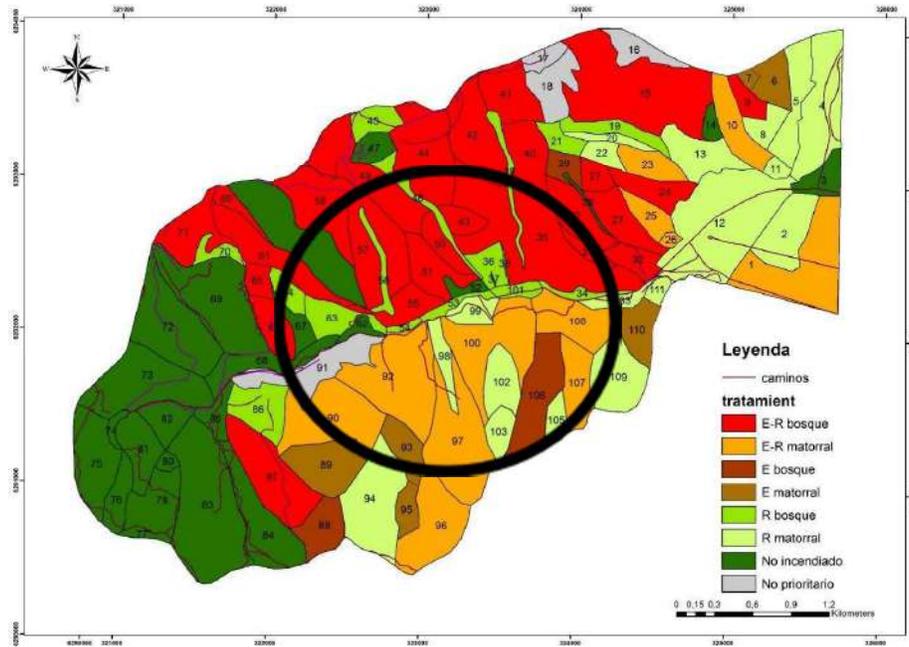


Figura 25. Sitios prioritarios para control de erosión y revegetación seleccionados para el Piloto GEF-MMA.

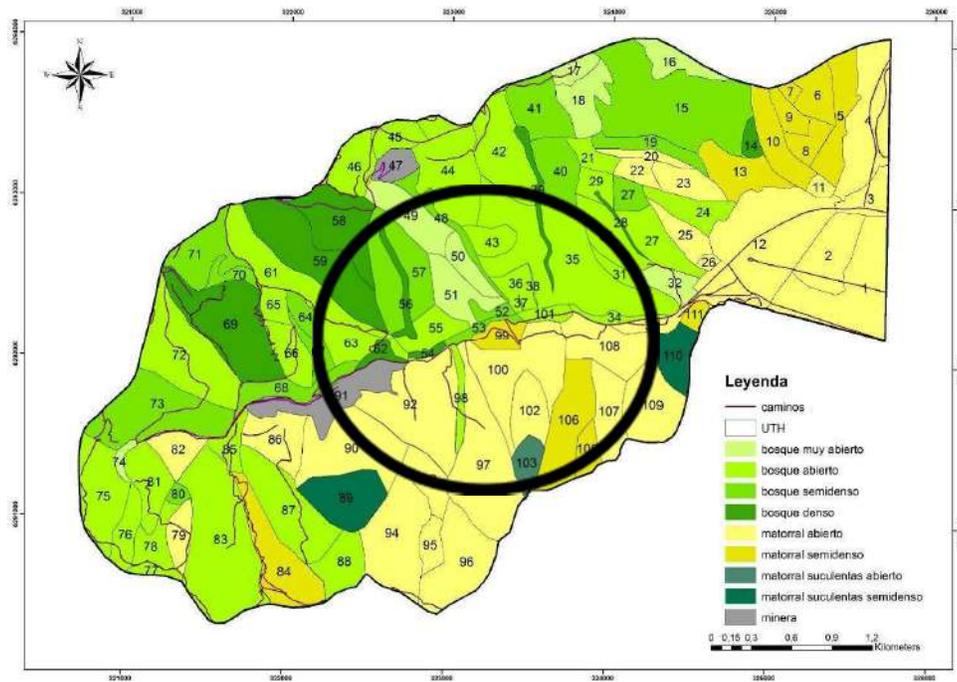


Figura 26. Sitios degradados previos al incendio en quebrada de la plata.

Revegetación

Este piloto busca comparar cluster en sitios abiertos, cluster en legados biológicos y plantación lineal, siendo un estudio pionero en los ensayos de plantación en clusters en Chile Central. Además, se pretende evaluar la siembra directa de espino con tratamiento pre-germinativo dado su alto éxito de establecimiento.

Para la realización de los ensayos de revegetación se evaluarán 4 métodos. Para cada uno de estos se instalarán 5 parcelas de muestreo de 30x30 m. En cada caso se utilizarán 36 plantas por parcela, es decir 6 individuos por cada especie seleccionada, lo que equivale a 400 plantas/hectárea. Las especies seleccionadas fueron *Acacia caven* (Espino), *Quillaja saponaria* (Quillay), *Lithraea caústica* (Litre), *Colliguaja odorífera* (Colliguay), *Cassia closiana* (Quebracho) y *Schinus polygamus* (Huingán), lo que se justifica en el Anexo 10.

Las parcelas se ubicarán en un mismo sector de 150x150 m, el cual será cercado en su totalidad para evitar el ganado y tránsito de ciclistas. Los cercos tendrán 1,30 metro de altura y se construirán con 5 líneas de alambre de púas. Uno de los polines será de mayor altura lo que servirá de percha para rapaces y permitirá potenciar el control biológico de conejos.

La plantación será protegida de herbivoría con un tubo de PVC y será regada con 5 litros de agua al mes reduciéndose el número de meses de forma gradual y descendente en los primeros tres años. El primer año se regará de noviembre a abril, el segundo año se regará durante enero, febrero y marzo, y el último año durante enero y febrero.

A continuación, se especifican los ensayos a realizar. La descripción general de cada metodología se especifica en el punto 11.2.

Plantación lineal. La plantación lineal busca simular el tipo de revegetación que se realiza normalmente. Para su implementación, las plantas se distribuirán en 6 hileras con 6 individuos cada una a una distancia equidistante (Figura 27). El primer año se monitoreará mensualmente sobrevivencia y vitalidad; posteriormente, cada año, crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello (DAC), sobrevivencia y vitalidad.

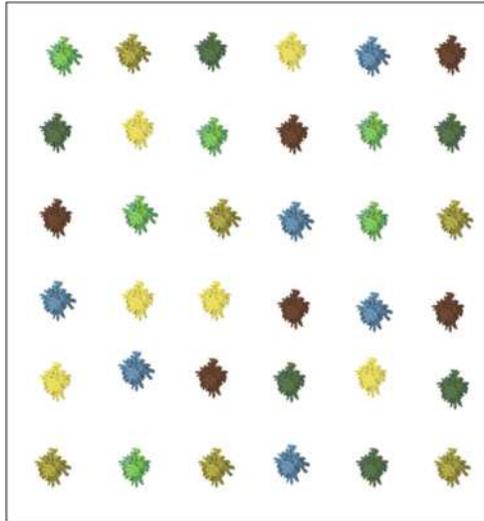


Figura 27. Diseño de plantación lineal.

Plantación en cluster en sitios abiertos. Se establecerán clusters en áreas abiertas compuestos por 6 individuos cada uno distanciados a 1 m (Figura 28). Cada individuo corresponderá a una de las especies seleccionadas. Se obtendrán plantas de 1-2 años del vivero Antumapu de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, las cuales serán previamente seleccionadas. Luego de la plantación se monitoreará sobrevivencia y vitalidad cada mes para el primer año, y anualmente crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello (DAC), sobrevivencia y vitalidad.

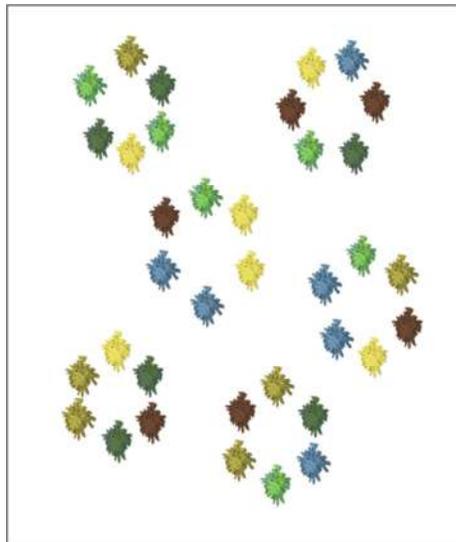


Figura 28. Diseño de plantación en cluster en sitios abiertos.

Plantación en cluster en legados biológicos. En este ensayo, se plantarán clusters compuestos por 6 individuos, los que serán dispuestos en círculo alrededor de un legado biológico y distanciados a 1 metro entre ellos (Figura 29). Se obtendrán plantas de 1-2 años del vivero Antumapu de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, las cuales serán previamente seleccionadas. Los individuos remanentes seleccionados como nodriza deberán tener al menos 5 cm de DAC y un área foliar de la copa mayor a 2 m². Luego de la plantación se monitoreará sobrevivencia y vitalidad cada mes para el primer año, y anualmente crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello (DAC), sobrevivencia y vitalidad.

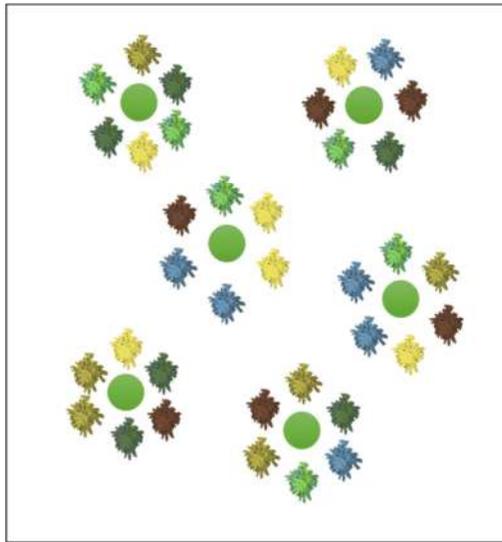


Figura 29. Diseño de plantación en cluster en legados biológicos.

Siembra directa de espino. Se realizará siembra directa de *Acacia caven*, con tratamiento pre-germinativo de ácido sulfúrico. Las semillas serán tratadas en el Centro de Semillas y Árboles Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile. Posteriormente, la siembra se realizará en 6 transectos de 30 metros cada uno. El monitoreo será mensualmente, evaluando germinación y establecimiento en una primera instancia, y posteriormente sobrevivencia. A partir del segundo año se monitoreará anualmente crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello (DAC), sobrevivencia y vitalidad.

Control de erosión

Para el control de erosión se evaluarán cuatro métodos en parcelas de 30x30 m con 5 repeticiones cada uno. Cada parcela será protegida por un cerco para evitar el ingreso de ganado y ciclistas. Además, se instalarán 5 parcelas de 30x30 m excluidas como control

A continuación se presenta una breve descripción de la implementación de cada método propuesto (Cuadro 16). El detalle se encuentra descrito en la sección 11.1.

Cuadro 16. Métodos de control de erosión propuesta para el proyecto GEF

Tratamiento	Implementación
Tratamiento lineal con sacos rellenos de tierra	Se utilizarán sacos de tierra dispuestos en 5 hileras separadas cada 6 metros.
Tratamiento lineal con fajina en ramas	Se dispondrán 5 fajinas separadas cada 6 metros en cada parcela.
Tratamiento de cubierta superficial con ramas	Se utilizará el material disponible en el lugar y se dispondrán en cada parcela como se indicó en la metodología.
Tratamiento de cubierta superficial con malla	Se implementará mediante 5 fajas de malla de 1X30 metros por cada parcela de muestreo. La malla se dispone sobre la superficie y se estaca a 15 cm de profundidad. Se utilizarán estacas de madera de por lo menos 30 cm de largo y 3 cm de diámetro.

17.2 Reforestemos Chile

Se está evaluando la opción de trabajar con la Organización Cultiva y su programa “Reforestemos Chile Nativo”, el cual se pretende reforestar con 1.000.000 de individuos arbóreos y arbustivos de diversas especies.

“Reforestemos Chile Nativo” apunta a un trabajo en las zonas afectadas por los incendios entre la RM y la VIII región, priorizado aquellas zonas quemadas de bosque nativo en reservas, parques o santuarios, y/o terrenos privados de pequeños propietarios en coordinación con estudios de CONAF.

Sin embargo, se debe considerar, que para su implementación en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata los criterios técnicos deberán ser adaptados a los requerimientos del comité encargado del Plan de Restauración.

17.3 Fondo de Protección Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente

Dentro de la ejecución de este plan de restauración, se planifica postular al Fondo de protección ambiental con el fin de incorporar activamente a los actores en la restauración del Santuario de la Naturaleza de Quebrada de la Plata y sensibilizar a la comunidad para mejorar su protección.

18. BIBLIOGRAFÍA

Acuña M. 2001. Formulación de un protocolo de trabajo para el análisis de semillas de especies leñosas nativas. Tesis para optar al título de Ingeniero forestal en la Facultad de Ciencias forestales, Universidad de Chile.

Aguilar M & W Ramírez (eds.). 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.

Altamirano T. 2008. Restauración de los sistemas naturales mediterráneos de Chile central: Estudio de casos de restauración del bosque esclerófilo. 108 pp.

Araya S & G Ávila. 1981. Rebrote de arbustos afectados por el fuego en el matorral chileno. *Anales Museo Historia Natural* 14: 107-113.

Armesto J & J Gutiérrez. 1978. El efecto del fuego en la estructura de la vegetación de Chile central. *Anales Museo Historia Natural* 11: 43-48.

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

Armesto J, Vidiella P & H Jiménez. 1995. Evaluating causes and mechanisms of succession in the mediterranean regions in Chile and California. In: Arroyo M, Zedler P & M Fox (eds). "Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California, and Australia". Pp: 418-434. Springer-Verlag, New York.

Armesto J, Bustamante-Sánchez M, Díaz M, González M, Holtz A, Nuñez-Avila M & C Smith-Ramírez. 2009. Fire disturbance regimes, ecosystem recovery and restoration strategies in Mediterranean and temperate regions of Chile. In: Cerda A, Robichaud P & R Primlanieds. "Restoration strategies after forest fire". Pp: 537-567. Science Publishers, USA.

Armesto J, Gallardo B & M Núñez (eds). 2012. Plan de restauración ecológica del Parque Nacional Torres del Paine afectado por incendio 2011-2012. Comité técnico Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) – Ministerio de Medio Ambiente. 59pp.

Aronson J, Clewell A, Blignautd J & S Milton. 2006. Ecological restoration: A new frontier for nature conservation and economics. *Journal for Nature Conservation* 14: 135-139.

Aronson J & Alexander S. 2013. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology* 21 (3): 293–296.

Aronson J. 2015. ¿Restauración de qué, por qué y para quién?. En: Aguilar M & W Ramírez (eds.). 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.

Atienza J, Balladares P & P Muñoz. 2010. Determinación de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales en la Región de Valparaíso. Recuperado en: <<http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/bdirenci/index/assoc/HASH9ee4.dir/ciren-conaf-doctrabajo.pdf>> Consultado el: 10 de mayo de 2017.

Bannister J, Donoso P & J Bauhus. 2012. Persistence of the slow growing conifer *Pilgerodendron uviferum* in old-growth and fire-disturbed southern bog forests. *Ecosystems* 15: 1158–1172.

Bannister J. 2015. Recuperar bosques no es solo plantar árboles: lecciones aprendidas luego de 7 años restaurando bosques de *Pilgerodendron Uviferum* (D. Don) Florin en Chiloé. *Anales 576 del Instituto de la Patagonia* 43(1): 35-51.

Becerra P, González V, Smith-Ramírez C & J Armesto. 2011. Spatio-temporal variation in the effect of the herbaceous layer on seedling survival of woody species in a semiarid ecosystem. *Journal of Vegetation Science* 22: 847-855.

Becerra P, Cruz G, Ríos S & G Castelli. 2013. Importance of irrigation and plant size in the establishment success of different native species in a degraded ecosystem of central Chile. *Bosque* 34 (1): 103 – 111.

Becerra P, Smith-Ramírez C & J Armesto. 2016. Altitudinal and interannual variation in seedling survival of tree species in central Chile: implications for sclerophyllous forest restoration. *Bosque* 37 (3): 539 – 547.

Bohme A & G Dascal. 2001. ¡Cortafuegos! Guía para la Prevención Participativa de Incendios Forestales. Santiago, Chile. Recuperado en: <<https://es.scribd.com/document/25863028/EL-CORTAFUEGO>>. Consultado el 10 de mayo de 2017.

Bradshaw A. 1996. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53 (1): 3-9.

Brinks J, Lhotka J, Barton C, Warner R & C Agouridis. 2011. Effects of fertilization and irrigation on American sycamore and black locust planted on a reclaimed surface mine in Appalachia. *Forest Ecology and Management* 261: 640-648.

Castillo H, Olivares A & G Polzenius. 1988. Modificaciones de las características

microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven* (Mol.) Mol. I Influencia en el microambiente. *Avances en Producción Animal* 13 (1-2):19-27.

Ceccon E & D Pérez (Coordinadores). 2016. Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe. 384 pp.

Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA). 2003. Vocalizaciones de aves rapaces. Proyecto CHI/01/G09 GEF/PPS/PNUD. CEA Ediciones, Valdivia. (Cassette).

Chazdon R. 2008. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded land. *Science* 320: 1458-1460.

Ciccarese L, Mattsson A & D Pettenella. 2012. Ecosystems services from forest restoration: thinking ahead. *New Forests* 43:543-560.

Clewell A & F Aronson. 2007. Ecological Restoration: Principles values and structure of an emerging profession. Island Press, Washington D.C. 216 pp.

Corporación Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental. Santiago, Chile. 242 pp.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2006. Silvicultura preventiva. Silvicultura para la prevención de incendios forestales. Recuperado en: < http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1361911072Silvicultura.pdf> Consultado el 10 de mayo de 2017.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2010. Los Grandes Incendios Forestales en Chile 1985-2009. Documento de trabajo. 539pp.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2013. Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. Santiago, Chile. Pp: 31-38.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2016. Incendio Forestal Cuesta Lo Prado. Efecto sobre la vegetación y análisis de severidad. Santiago, Chile. 23 pp.

Conservation Measures Partnership (CMP). 2007. Estándares abiertos para la práctica de la conservación. 44 pp.

Coutiño H. 1999. Evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial en suelos desnudos de la Precordillera andina y Valle Central de la VII región. Tesis Ing Forestal. Talca Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 104 pp.

Cowlinr R, Rundel P, Lamont B, Arroto M & M Arianoutsou. 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 362-366.

Dascal G & A Böhme. 2001. ¡Cortafuego! - Guía para la Prevención Participativa de

Incendios Forestales.

Dobson A, Bradshaw A & A Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science* 277: 515-522.

Donoso C. 1997. Ecología Forestal. Santiago, Chile. 5ª edición. Editorial Universitaria. Pp: 332-340.

Donoso C. 2006. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: autoecología. Valdivia: Cuneo, 2006. 678 pp.

Dorner J. 2002. An introduction to using native plants in restoration projects. Center of urban horticulture, University of Washington. 66 pp.

Echeverría C, Schiappacasse I, Urrutia R, Cárcamo M, Becerra P, Smith-Ramírez C & M Holmgren. 2010. Restauración de ecosistemas degradados para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo rural en la zona semiárida de Chile central. Proyectos Reforlan-RUE 33. Valdivia. Chile. 24pp.

Egli G. 1998. Voces de la Fauna Chilena (Compact Disc). Unión de Ornitólogos de Chile.

Etiene M & D Contreras. 1981. Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile. Bol. Técn. Nº 46 Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Univ. de Chile. 27 pp. 10 cartas.

Etienne M & C Prado. 1982. Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas Ciencias Agrícolas Nº10. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile. 120 pp.

Fernández I, Morales N, Olivera L, Salvatierra J, Gómez M & G Montenegro. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 162pp.

Fjeldsa J & M Kessler. 1996. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highland of Peru and Bolivia. A Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. Nordic Foundation for Development and Ecology, Copenhagen, Denmark. 250 pp.

Forest Stewardship Council (FSC). 2014. Pautas de restauración ecológica para cumplir con estándares FSC en Chile. 91 pp.

Fuentes E, Otaiza R, Alliende M, Hoffmann A & A Poiani. 1984. Shrubclumps of the Chilean matorral vegetation: structure and possible maintenance mechanisms. *Oecologia* 62: 405–411.

Fuentes E, Hoffmann A, Poiani A & M Alliende. 1986. Vegetation change in large clearings: patterns in the Chilean matorral. *Oecologia* 68: 358-366.

Fuentes-Castillo T, Miranda A, Smith-Ramírez C & M Holmgren. (2012). Nucleated regeneration of Mediterranean evergreen forests reveals facilitative role of remnant vegetation on passive restoration. *Forest Ecology and Management* 274: 38-47.

Geneletti D, Orsi F, Lanni E & A Newton. 2011. Identificación de áreas prioritarias para la restauración de bosques secos. Pp: 289-326 En: Newton A & N Tejedor (eds.). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal. Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. 412pp.

Gil P. 2012. La restauración de la vegetación tras el gran incendio de 2007 en Tenerife. IV Reunión de FuegoRed. 24-27 octubre. Tenerife.

Gómez-González S, Sierra-Almeida A & L Cavieres. 2008. Does plant-derived smoke affect seed germination in dominant woody species of the Mediterranean matorral of central Chile? *Forest Ecology and Management* 255: 1510-1515.

Gutiérrez J & J Armesto. 1981. El rol del ganado en la dispersión de las semillas de *Acacia caven* (Leguminosae). Santiago, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 8(1):3-8.

Gutiérrez B & P García. 2012. Medidas para el control de la erosión tras el gran incendio de 2007 en Tenerife: actuaciones en laderas, barrancos y pistas. IV Reunión de FuegoRed. 24-27 octubre. Tenerife.

Hantelhoff H. 2010. Los grandes incendios forestales en Chile 1985-2009. Documento de Trabajo N°539. Santiago, Chile. CONAF. 78 pp.

Hernández A, Langdon B & P Ramírez de Arellano. 2012. Plan de restauración del bosque nativo Arauco. Segunda versión. Gerencia de Desarrollo, Forestal Arauco. 69 pp.

Hill D, Fasham M, Tucker G, Shewry M & P Shaw. 2005. Handbook of Biodiversity Methods: Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press.

Holl K & R Howarth. 2000. Paying for Restoration. *Restoration Ecology*. 8 (3): 260-267.

Holmes T, Bergstrom J, Huszar E, Kask S & F Orr. 2004. Contingent valuation, net marginal benefits, and the scale of riparian ecosystem restoration. *Ecological Economics* 49: 19-30.

Holmgren M, Segura A & E Fuentes. 2000. Limiting mechanisms in the regeneration of the Chilean matorral: experiments on seedling establishment in burned and cleared mesic sites. *Plant Ecol* 147, 49-57.

- Holmgren M. 2002. Exotic herbivores as drivers of plant invasion and switch to ecosystem alternative states. *Biological invasions* 4: 25-33.
- Hudson N. 1997. Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía. Bedford, Inglaterra. FAO.
- Julio G. 2012. Fundamentos del manejo del fuego. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 394 pp.
- Key C & N Benson. 1999. The Normalized Burn Ratio (NBR): A Landsat TM Radiometric Index of Burn Severity.
- Key C & N Benson. 2004. Remote Sensing Measure of Severity: The Normalized Burn Ratio. In: Lutes D, Keane R, Caratti J, Key C, Benson N & L Gangi (eds). FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. pp. LA1-16.
- Kelty M. 1997. Silvicultural management of wildlife habitat. In: Smith D, Larson B, Kelty M & P Ashton (eds). *The practice of silviculture*: 483-507.
- Lamb D & D Gilmour. 2003. Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland. 110 pp.
- Lara A, Reyes R & R Urrutia. 2010. Bosques Nativos. Pp: 107-139. En: Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile (ed.). Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 44 pp.
- Lemus M. 2001. Proyecto rehabilitación hidrológica y forestal de área afectada por incendio Sierras de Bellavista. Consultora Medioambiental Biocys.
- Luebert F & P Plischoff. 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316pp.
- Maass M. 2003. Principios generales sobre manejo de ecosistemas. Pp. 117-135. En: Sánchez O, Vega E, Peters E & O Monroy-Vilchis (Eds.). 2003. Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. México, 315 pp.
- McIver J & L Starr. 2001. Restoration of degraded lands in the interior of Columbia River basin: passive vs. active approaches. *Forest Ecology and Management* 153:15-28.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and human well-being. Island Press, 1718, Washington DC, USA. 245 pp.
- Ministerio de Agricultura, D.S. Nº 5 de 1998 modificado por el D.S. Nº 53 de 2004. Reglamento de la Ley de Caza.

Ministerio de Agricultura & Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2010. Guía de Evaluación Ambiental. Componente Ambiental Fauna Silvestre.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 16 de 2016. Aprueba y oficializa nómina para el duodécimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 38 de 2015. Aprueba y oficializa nómina para el undécimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 52 de 2014. Aprueba y oficializa nómina para el décimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 13 de 2013. Aprueba y oficializa nómina para el noveno proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 19 de 2012. Aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 33 de 2011. Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 41 de 2011. Aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Ministerio del Medio Ambiente, D.S. Nº 42 de 2011. Aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

Montenegro G, Ávila G & P Schette. 1983. Presence and development of lignotubers in shrubs of the Chilean matorral. *Canadian Journal of Botany* 61: 1808-1815.

Montenegro G. 2002. Chile, nuestra flora útil. Guía de uso apícola, medicinal, folclórica, artesanal y ornamental. 2da ed. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 267pp.

Montenegro G, Gómez M, Díaz F & R Ginocchio. 2002. Regeneration potential of Chilean matorral after fire: an updated view. *Fire Clim. Chang. Temp. Ecosyst. West. Am.* 160: 381 – 409.

Montenegro G, Ginocchio R, Segura A, Keely J & M Gómez. 2004. Regímenes de incendios y respuestas de la vegetación en dos regiones de clima Mediterráneo. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 455-464.

Muñoz M & E Fuentes. 1989. Does fire induce shrub germination in the Chilean matorral?. *Oikos* 56: 177-181.

- Muñoz P. 2016. Evaluación de técnicas activas de restauración ecológica post-incendio en el matorral esclerófilo de Chile central: un análisis temporal. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, PUC.
- Newton, A. 2008. Restoration of Dryland Forests in Latin America: The ReForLan Project. *Ecological Restoration* 26: 10-11.
- Newton A & N Tejedor (eds.). 2011. Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal. Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. 412 p.
- Nuñez E. 2010. Método de planificación del manejo de áreas protegidas. Manual Técnico N° 23. Corporación Nacional Forestal – Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas. 153 pp.
- Nyland R. 2016. Silviculture: Concepts and applications. McGraw Hill, Boston, MA. Pp 182-183.
- Olivares A, Cornejo R & J Gandara. 1983. Influencia de Espino (*Acacia caven* (Mol.) Hook at Arn.) en el crecimiento de la estrata herbácea. *Avances en Producción Animal* 8 (1-2):19-28.
- Olivares A, Castillo H & G Polzenius. 1988. Modificaciones de las características medioambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven* (Mol.) Mol. II. Influencia en el estrato herbáceo. Santiago, Chile. *Avances en Producción Animal* 13(1-2):41-48.
- Olson D & E Dinerstein. 2002. The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 199-224.
- Ovalle C, Longeri L, Aronson J, Herrera A & J Avendaño 1996. Atmospheric N₂-fixation, nodule efficiency and biomass accumulation after two years in three Chilean legume trees and Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*). *Plant and Soil* 179: 131-140.
- Palmer M, Ambrose R & N Poff. 1997. Ecological theory and community restoration ecology. *Restoration Ecology* 5: 291-300.
- Parks Canada. 2008. Principles and guidelines for ecological restoration in Canada's Protected Natural Areas. 108pp.
- Pérez-Quezada J & H Bown (eds). 2015. Guía para la restauración de los ecosistemas altoandinos de Santiago. Santiago, Universidad de Chile-CONAF. 115 pp.
- Petit A. 2016. Respuestas morfofisiológicas de Quillaja saponaria Mol. y Lithraea caustica (Mol.) et Arn. A la eliminación paulatina del riego en una plantación, en cerro el roble, región metropolitana. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal de la Facultad de

Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.

Pickett S & P White (eds). 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. 472 pp.

Pizarro R, Sangüesa C, Flores J & E Martínez. 2005. Elementos de ingeniería hidrológica para el mejoramiento de la productividad silvícola. Fondo de Desarrollo e Innovación de la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, Chile.

Pizarro R & H Cuitiño. 2002. Método de evaluación de la erosión hídrica superficial en suelos desnudos en Chile. En: Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencia Forestales. 2002. Madrid, España. Actas de la Reunión del Grupo de Trabajo de Hidrología Forestal: 165-170.

Prado J. 1978. Prendimiento y desarrollo en altura del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Documento Técnico Nº65. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 16 pp.

Primack R & F Massardo. 2001. Restauración Ecológica. En: Primack R, Rozzi R, Feinsinger P, Dirzo R & F Massardo (eds.) *Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas Latinoamericanas*. Pp: 559-584.

Proyecto Cuencas CONAF-JICA "Control de erosión y forestación en Cuencas Hidrográficas de la Zona Semiárida". Santiago, Chile. 73pp.

Quintanilla V & R Castro. 1998. Seguimiento de las cubiertas vegetales post-incendios forestales en la zona mediterránea costera de Chile. *Serie Geográfica* 7: 147-154.

Quintanilla V & C Reyes. 1999. Modificaciones por efecto del fuego en el bosque esclerófilo de quebradas húmedas de Chile Central y su incidencia en la Palma Chilena. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis* 44: 7-18.

Reid S. 2008. Interaction dynamics of avian frugivores and plants in a subandean sclerophyllous shrubland of central Chile: implications for seed dispersal and regeneration patterns. Doctoral thesis of Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Rey Benayas J, Newton A, Díaz A & J Bullock. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. *Science* 325: 1121-1124.

Robichaud P, Ashmun L & B Sims. 2010. Post-Fire Treatment Effectiveness for Hillslope Stabilization. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-240. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture. Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 62 pp.

Robichaud P, Beyers J & D Neary. 2000. Evaluating the effectiveness of postfire

rehabilitation treatments. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-63. Fort Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 85 pp.

Robichaud P, Pierson F, Brown R & J Wagenbrenner. 2008a. Measuring effectiveness of three postfire hillslope erosion barrier treatments, western Montana, USA. *Hydrological Processes* 22: 159-170.

Robichaud P, Wagenbrenner J, Brown R, Wohlgemuth P & J Beyers. 2008b. Evaluating the effectiveness of contour-felled log erosion barriers as a post-fire runoff and erosion mitigation treatments in the western United States. *International Journal of Wildland Fire* 17: 255-273.

Saha S. 2012. Development of tree quality, productivity, and diversity in oak (*Quercus robur* and *Q. petraea*) stands established by cluster planting. Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Freiburg, Alemania.

Sánchez O, Peters E, Marquéz-Huitzil E, Portales G, Valdés M & D Azuara. 2005. Temas sobre restauración ecológica. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C. 255 pp.

Sandoval N. 2016. Capacidad de auto-regeneración del bosque esclerófilo de Chile central después de distintas frecuencias de incendios. Tesis para optar al título de Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile.

Schulz J, Cayuela L, Echeverría C, Salas J & J Rey Benayas. 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography* 30: 436–447.

Schiappacasse I, Nahuelhual L, Vásquez F & C Echeverría. 2012. Assessing the benefits and costs of dryland forest restoration in central Chile. *Journal of Environmental Management* 97:38–45.

Segura A, Holmgren M, Anabalón J & E Fuentes. 1998. The significance of fire intensity in creating local patchiness in the Chilean matorral. *Plant Ecology* 139: 259–264.

Smith-Ramírez C. 2012. Implementación de un estudio a largo plazo del potencial de restauración pasiva del bosque esclerófilo de Chile central. Fondo de Investigación de Bosque Nativo, CONAF. Santiago, Chile.

Society for Ecological Restoration International (SER). 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. 15 pp.

Soto L, Leiva E, Montoya F, Seguel O, Delpiano C, Becerra P, Vásquez I, Miranda A & C

Smith-Ramírez. 2015. Efecto del espino (*Acacia caven* (Mol.) sobre las propiedades físicas del suelo en exclusiones de pastoreo. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* 31: 211-222.

Spies T. 1998. Forest stand structure, composition, and function. In: Kohm K & J Franklin (eds). *Creating a forestry for the 21st century: the science of ecosystem management*: 11-30. Island Press, Washington, District of Columbia.

Stoehr G. 1969. Métodos de reforestación con espino (*Acacia caven* (Mol.) Hook. Et Arn.) en la zona semiárida de Chile. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Escuela de Ingeniería Forestal. Departamento de Silvicultura. Santiago, Chile. 96 pp.

Szymanski S. 1986. Die Begründung von Eichenbeständen in "Nest- Kulturen". *Forst- und 781 Holzwirt* 41(1): 3-7.

Turnhout E, Hisschemöller M & H Eijsackers. 2007. Ecological indicators: Between the two fires of science and policy. *Ecological Indicators* 7: 215-228.

UNARTE. 2006. Consultoría para establecer una línea base y zonificación para la conservación de la biodiversidad en el sitio prioritario N°2, "El Roble" de la Región Metropolitana de Santiago. Informe Final. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 161 pp.

Van Andel J & L Aronson. 2006. *Restoration Ecology*. Blackwell Publishing. 319 pp.

Van Staden J, Brown N, Jager A & T Johnson. 2000. Smoke as germination cue. *Plant Species Biol.* 15:167–178.

Van Wagtendonk J, Root R & C Key. 2004. Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ detection capabilities for burn severity. *Remote Sensing of Environment* 92: 397–408.

Vargas R, Francke S, Tokugawa K & M Makita. 1998. Manual de control de erosión.

Vargas O (ed). 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. 194 pp.

Vargas O. 2011. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. En: Vargas O & Reyes S (eds). 2011. *La restauración ecológica en práctica: Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*. 636 pp.

Vega J, Fontúrbel T, Fernández C, Arellano A, Díaz-Raviña M, Carballas M, Martín A, González-Prieto S, Merino A & E Benito. 2013. Acciones urgentes contra la erosión en áreas

forestales quemadas. Guía para su planificación en Galicia. Polígono do Tambre. Santiago de Compostela, España. 140 pp.

Verbist K, Santibañez F, Gabriels D & G Soto. 2010. Atlas de zonas áridas de América Latina y El Caribe. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC. Disponible en: <http://www.cazalac.org/documentos/Atlas de Zonas Aridas de ALC Espanol.pdf> (visitado 17 junio 2013).

Vita A. 1990. Silvicultura en bosques esclerófilos y espinosos. Pp: 75-92. En: Opciones silviculturales de los bosques esclerófilos y espinosos de la zona central de Chile. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura. Apuntes docentes N°3.

Walker L & R Moral. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 442 pp.

Whisenant S. 1999. Repairing damaged wildlands: a processorientated, landscape-scale approach. Cambridge University Press, Cambridge, UK 224. 59 pp.

Williston H and W Balmer. 1983. Direct-seeding of southern pines - a regeneration alternative. USDA Forest Service. Southern Region. Forestry Bulletin R8-FB/M1. 6 pp.

Wohlgemuth P, Hubbert K & P Robichaud. 2001. The effects of log erosion barriers on post-fire hydrologic response and sediment yield in small forested watersheds, southern California. *Hydrological Processes* 15: 2053-3066.

Wagenbrenner J, Mac Donald L & D Rough. 2006. Effectiveness of three post-fire rehabilitation treatments in the Colorado Front Range. *Hydrological Processes* 20: 2989-3006.

Wohlgemuth P, Robichaud P & J Beyers. 2006. The effects of aerial hydromulch as a post-fire erosion control treatment on the Capitan Grande Reservation. Unpublished report on file at: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Riverside, CA.

World Wildlife Federation (WWF). 2005. Forest restoration in landscapes: beyond planting trees. Springer New York. NY, USA. 437 pp.

Yoccoz N, Nichols J & T Boulinier. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 446-453.

Young T, Chase J & R Huddleston. 2001. Community succession and assembly: comparing, contrasting and combining paradigms in the context of ecological restoration. *Ecological*

Restoration 19: 5-18.

19. ANEXOS

Anexo 1. Detalles del incendio descrito por CONAF (2016).

El incendio fue detectado en el sector de cuesta Lo Prado, presentando un avance rápido hacia el sur, debido a las condiciones meteorológicas existentes, altas temperaturas, presencia de fuertes vientos, con ráfagas de hasta 20 km/h, además de la topografía abrupta de la zona y la presencia de combustible de tipo pastizal. Inicialmente la amenaza fue hacia la zona forestal (vegetación) y hacia el sector de viviendas cercanas en la comuna de Pudahuel. Esto determinó la activación de alerta roja para la comuna. Consecuentemente se activaron las correspondientes alertas y recursos adicionales a los existentes en ese momento en el incendio: Cuerpo de Bomberos de Renca y un técnico de CONAF.

El segundo día de actividad en el incendio se descartó la amenaza a las viviendas y se mantuvo sólo a la vegetación. La actividad se concentró en la cabeza del incendio que presentó un rápido avance, con proyección en dirección sur. Se activó el combate terrestre y aéreo, con apoyo de brigadas de refuerzo del ejército (BRIFES), camiones aljibe y Cuerpos de Bomberos de distintas compañías de la Región Metropolitana. Pasado el mediodía del día 14 de noviembre de 2016, la superficie afectada era de 405 hectáreas. Las fuertes ráfagas y los cambios erráticos de la dirección del viento, dificultó el control. Pasadas las 16 horas, el incendio comenzó a afectar el sector Quebrada de La Plata. A las 20 horas de ese mismo día la superficie afectada alcanzaba las 2.233 ha. La gran actividad y alta velocidad de propagación del fuego, producto de vientos locales y al comportamiento errático del incendio, no permitió controlarlo en su segundo día de actividad.

El día martes 15 de noviembre de 2016, se extendió la cobertura de la alerta roja decretada por ONEMI a la comuna de Maipú, debido a la cercanía del incendio a gaseoducto de aguas andinas y al relleno sanitario La Farfana. La superficie afectada al mediodía era de 2.550 ha. Se continuó todo el día con las labores de contención del fuego por medio de combate terrestre y aéreo con apoyo de brigadas del ejército (BRIFES). El cuarto día del incendio (16. 11. 2016), la superficie afectada alcanzó 3.469 ha. El Personal CONAF apoyado por personal de las BRIFES, continuaron las labores de contención del fuego, apoyados por el lanzamiento de agua desde aeronaves de la ONEMI. La Figura 30 da a conocer el perímetro del incendio y zona de combate.

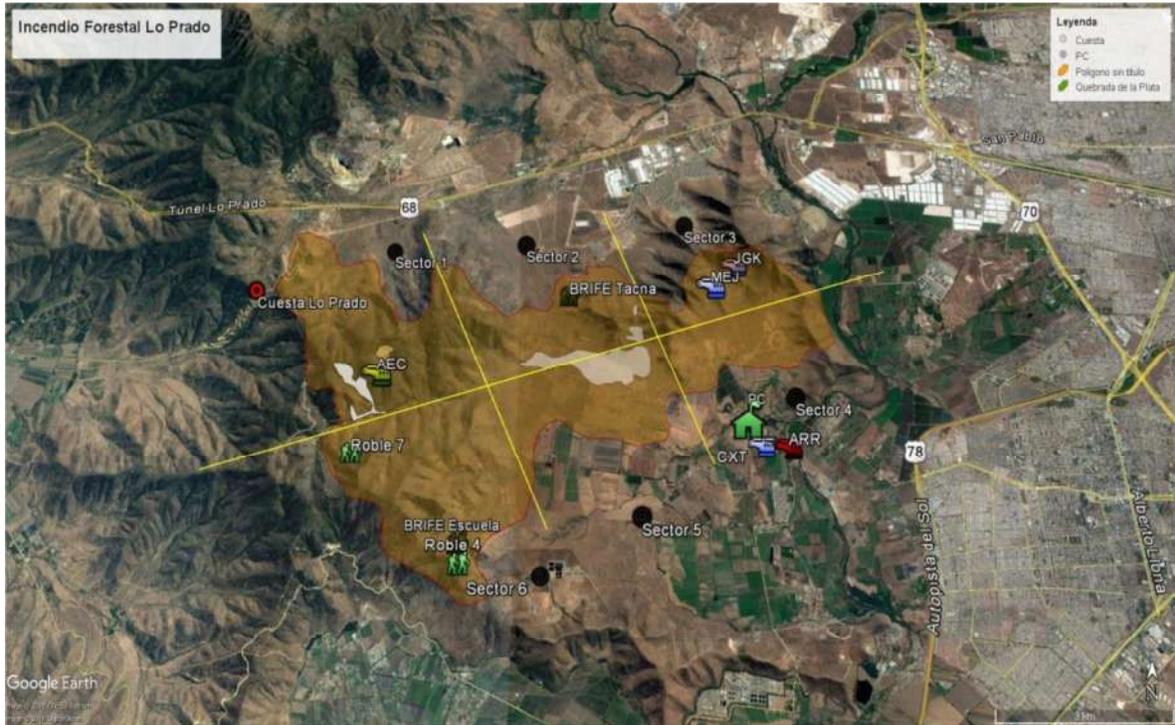


Figura 30. Esquema general del perímetro del incendio y distribución de recursos de combate.

Fuente: Sistema de información digital para el control de operaciones SIDCO, además de información proporcionada por Central Regional de Incendios Forestales Roble-1. Informe Incendio Cuesta Lo Prado. CONAF.

Anexo 2. Integración de metodología de Estándares Abiertos para la Conservación y Guía metodológica para la formulación de objetivos y estrategias de restauración.

Conceptualizar

Este primer paso de la metodología de estándares abiertos, consiste en especificar los parámetros básicos del proyecto, de manera que se define el equipo de trabajo, el alcance geográfico y temático del proyecto, la visión de lo que espera alcanzar y los objetos de conservación que serán el enfoque de trabajo.

Se define el alcance del proyecto, teniendo en consideración el nivel de organización y temporalidad, se evalúa el estado del ecosistema luego del incendio por medio de un diagnóstico, y se define el ecosistema de referencia. A su vez, se identifican las amenazas, considerando los disturbios y tensionantes del Plan de Restauración.

Planificar acciones y monitoreo

Una vez descritos los parámetros básicos del proyecto, se diseñan las estrategias específicas que se seguirán para alcanzar la restauración del Santuario de la Naturaleza de Quebrada de la Plata, lo que considera la identificación de objetivos, priorización de áreas a restaurar y desarrollo de estrategias.

Además, se tiene en cuenta el desarrollo de un plan de monitoreo formal, que considera la evaluación del proyecto, y de esta forma servir a las necesidades del proyecto y del equipo y aprender de la experiencia en curso. Los elementos a considerar en este monitoreo corresponden al estado de progreso, funcionamiento y mejoras del equipo, y actores involucrados en el desarrollo del proyecto

Finalmente, en esta etapa se considera un Plan Operativo, lo que contempla identificar el financiamiento requerido para implementar el proyecto de restauración y las fuentes actuales y potenciales de financiamiento; La capacidad humana y herramientas y otros recursos no financieros requeridos para implementar su proyecto y lo que necesita hacer para desarrollar esos recursos. A su vez, se deben identificar factores de riesgo existentes y cómo pueden ser abordados; la duración del proyecto y cómo asegurará la sostenibilidad de los logros y estrategia de retiro.

Implementar acciones y monitoreo

En esta etapa se desarrolla e implementan los planes de trabajo específicos, contemplando los recursos requeridos, capacidad y socios. A lo largo de este documento se detallarán las acciones contempladas en el Plan de Restauración, los recursos, capacidades y socios serán definidos en una segunda versión del Plan de Restauración.

Analizar, Usar y Adaptar

Este paso se basa en el monitoreo continuo, manejo y análisis de los datos para convertirlos en información útil. De esta forma, los datos de monitoreo proveen la información necesaria para determinar si se han logrado los resultados intermedios esperados y si se está bien encaminado para alcanzar el éxito a largo plazo. Su posterior análisis permite determinar las causas de porque ciertas actividades han tenido éxito o fracaso.

Los datos serán obtenidos a partir de monitoreos realizados periódicamente en cada una de las acciones propuestas en el Plan de Restauración. La evaluación de estas medidas permitirá adoptar nuevas estrategias en caso de ser necesario. De esta manera, se podrán realizar las acciones necesarias para ajustar el proyecto, y alcanzar los objetivos y metas de forma más eficiente.

En este ítem, se considerarán todos los aspectos del proyecto, incluyendo el plan de acción, plan de monitoreo, plan de trabajo, presupuesto, entre otros.

Este enfoque, también denomina enfoque adaptativo, permite una vigilancia continua de los proyectos de restauración, facilitando la gestión y acciones correctivas (WWF, 2005).

Capturar y compartir

El paso final del ciclo incluye compartir los productos del proyecto y las lecciones aprendidas. Considera además, en dar y recibir retroalimentación y promover una cultura de aprendizaje. Los estándares abiertos especifican que en este paso es importante fomentar el aprendizaje no solo dentro del proyecto, sino a nivel institucional y organizacional dentro de las personas vinculadas a la conservación.

En este sentido, en el Plan de restauración se documentarán todos los resultados obtenidos y su análisis correspondiente, así como las modificaciones y su justificación para que otras personas puedan comprender la realización de los cambios propuestos. Para el cumplimiento de este ítem se establece la entrega de informes anuales. Además, se pretende crear un registro de la experiencia que sirva de guía para otros proyectos de restauración en Chile.

Por otra parte, se compartirá el aprendizaje por medio de actividades de educación ambiental, incorporando a los actores en los esfuerzos de restauración y sensibilizando a la comunidad para mejorar la protección del Santuario.

Este punto busca promover una cultura de aprendizaje dentro y fuera de los equipos de trabajo, para garantizar que todas las partes involucradas aprendan y se beneficien de la experiencia en equipo.

Anexo 3. Disturbios, barreras y amenazas identificadas para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata

Cuadro 17. Disturbios identificados para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata

Disturbios	
Tipo	Descripción / Impacto
Extracción de leña	- Disminución de la cubierta vegetal
Incendios forestales ¹	- Afectación de componentes bióticos y abióticos del ecosistema (pérdida y deterioro de la vegetación, pérdida de hábitat, erosión, etc) - Deterioro de procesos funcionales del ecosistema
Turismo ²	- Pérdida y deterioro de la vegetación (creación de nuevos senderos y extracción de individuos y productos) - Erosión - Ruido - Generación de desechos
Caza ³	- Disminución y afectación de la fauna - Ruido

¹La vegetación de la zona central no ha desarrollado estrategias exitosas de adaptación al fuego, por lo cual la ocurrencia de incendios forestales es perjudicial para su mantenimiento.

²El área en la cual se ubica Quebrada de la Plata se encuentra fuera del límite urbano y presenta una baja densidad poblacional, pero recibe constantemente una fuerte presión antrópica por los diversos visitantes que acuden periódicamente a realizar actividades de esparcimiento y recreación sin restricciones. Dichas actividades son principalmente ciclismo, motocross, trekking, camping, recolección de flores, entre otras.

³ La caza se realiza de forma ilegal dentro de la quebrada. Esta actividad se evidencia por cartuchos encontrados en el sector, lazos o “guachis” instalados en el área, disparos sobre superficies como letreros o árboles, entre otros tipos de desperdicios y rastros.

Cuadro 18. Barreras identificadas para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata

Barreras ecológicas		
Tipo	Descripción	Barreras
Dispersión de propágulos	Dispersión de propágulos	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución o eliminación de la cubierta vegetal - Ausencia o disminución de árboles semilleros y plantas nodrizas - Disminución de la población de animales dispersores y polinizadores - Ausencia de un banco de semillas del ecosistema original - Depredación de semillas por la fauna existente
Establecimiento de plántulas	Germinación de semillas, crecimiento y sobrevivencia de plántulas	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Factores abióticos:</u> - Ausencia de micrositos - Restricciones climáticas (exposición al viento y las precipitaciones) - Suelo inadecuado (ausencia de nutrientes, erosionado, y sin presencia de materia orgánica) - <u>Factores bióticos:</u> - Herbivoría - Ausencia de hojarasca - Competencia - Invasión de especies exóticas

<p>Persistencia de individuos y poblaciones</p>	<p>Crecimiento y cumplimiento del ciclo de una especie sin ser disminuida su biomasa o que algún factor cause mortalidad</p>	<p><u>Factores climáticos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad de las precipitaciones - Exposición al viento - Sequías - Heladas - Fuego natural <p><u>Factores bióticos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plagas - Herbivoría - Competencia <p><u>Factores antrópicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuego de origen antrópico - Tránsito intensivo de personas - Extracción de leña
<p>Barreras socio-económicas</p>		
<p>Económicas</p>	<p>Factores que limitan la regeneración natural</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de financiamiento para el desarrollo de actividades
<p>Sociales</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de articulación social, lo que se traduce en falta de aceptación por parte de la comunidad respecto a ciertas acciones: - Restricción de ingreso (controlado y limitado) - Restricción de actividades (prohibición de motorismo y restricción de ciclismo) - Establecimiento de normativa (respetar senderos, no dejar desechos, no propiciar causantes de incendios, etc)

Cuadro 19. Amenazas identificadas para el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata

Amenazas		
Tipo	Descripción	Impacto
Minería ⁴	Actividad de extracción de minerales	Produce alteraciones significativas sobre los distintos componentes del ecosistema, muchas veces de manera casi irreversible
Expansión urbana y cambio de uso de suelo	Aumento poblacional de las comunas circundantes y cambios en el plan regulador.	Mayor presión antrópica

⁴ En el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata ya se ha producido actividad minera afectando significativamente al ecosistema. Luego de dicha actividad quedaron diversos impactos como la pérdida y destrucción de biomasa vegetal, destrucción de parte de una ladera de exposición norte, aumento de procesos erosivos en el lugar y alrededores, destrucción de hábitat de especies animales y contaminación visual, demostrando que la minería es incompatible con las iniciativas de conservación. Además, el área presenta 13 concesiones mineras de explotación constituidas y 6 en trámite, así como tres concesiones mineras de exploración constituidas y una en trámite, lo cual es considerado como una gran amenaza e incongruencia con los objetivos establecidos para el manejo del Santuario.

Anexo 4. Severidad por pisos y formaciones vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2006). Extraído de CONAF (2016).

Cuadro 20. Severidad por pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2006). Extraído de CONAF (2016).

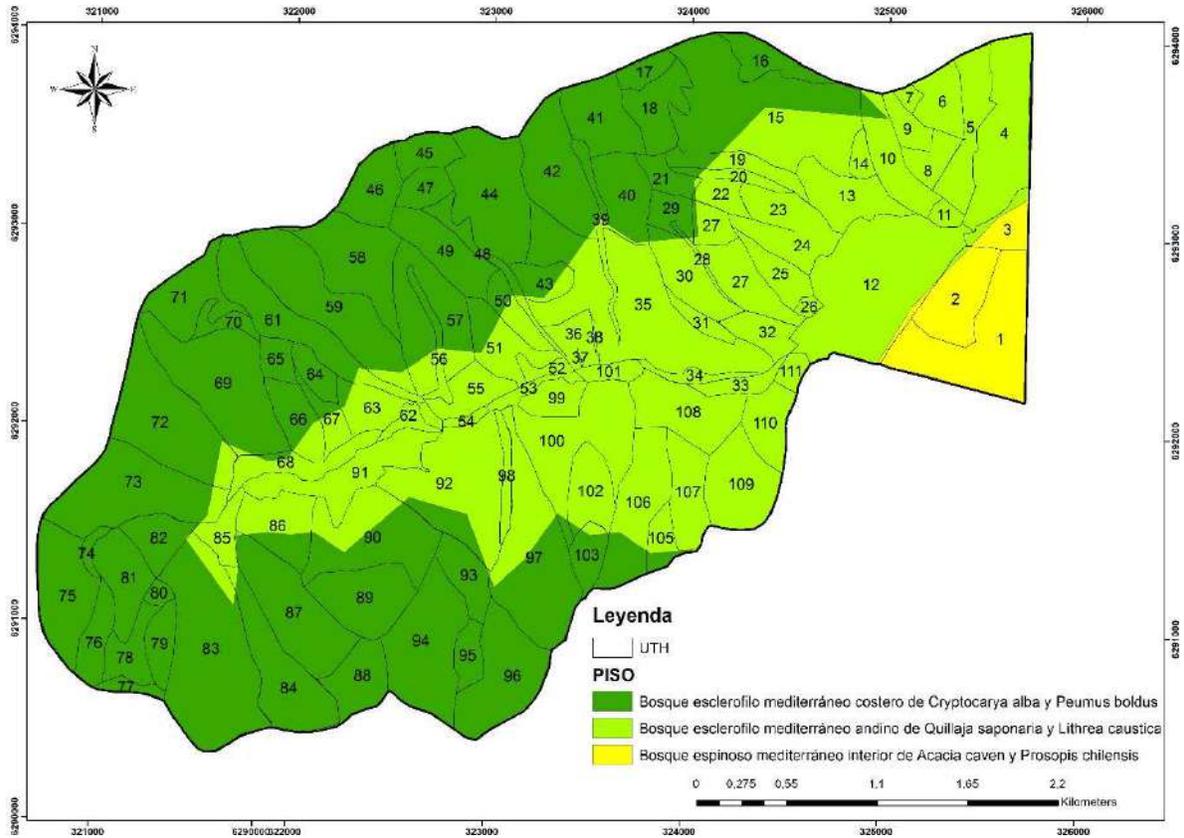
Piso	Categorías de Severidad							Total
	Alto crecimiento o post incendio	Bajo crecimiento o post incendio	No quemado	Severidad baja	Severidad media-baja	Severidad media-alta	Severidad alta	
"Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Quillaja saponaria y Lithrea caustica"	-	-	6.5	33.1	235.6	149.6	32.3	457.1
"Bosque espinoso mediterráneo de Acacia caven y Prosopis chilensis"	-	-	0.5	41.5	137.1	171.0	30.4	380.6
"Bosque esclerófilo mediterráneo costero de Cryptocarya alba y Peumus boldus"	-	-	-	0.4	11.7	25	0.4	37.5
Total	0.0	0.0	7.0	75.0	384.4	345.6	63.1	875.2

Cuadro 21. Severidad por formaciones vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2006). Extraído de CONAF (2016).

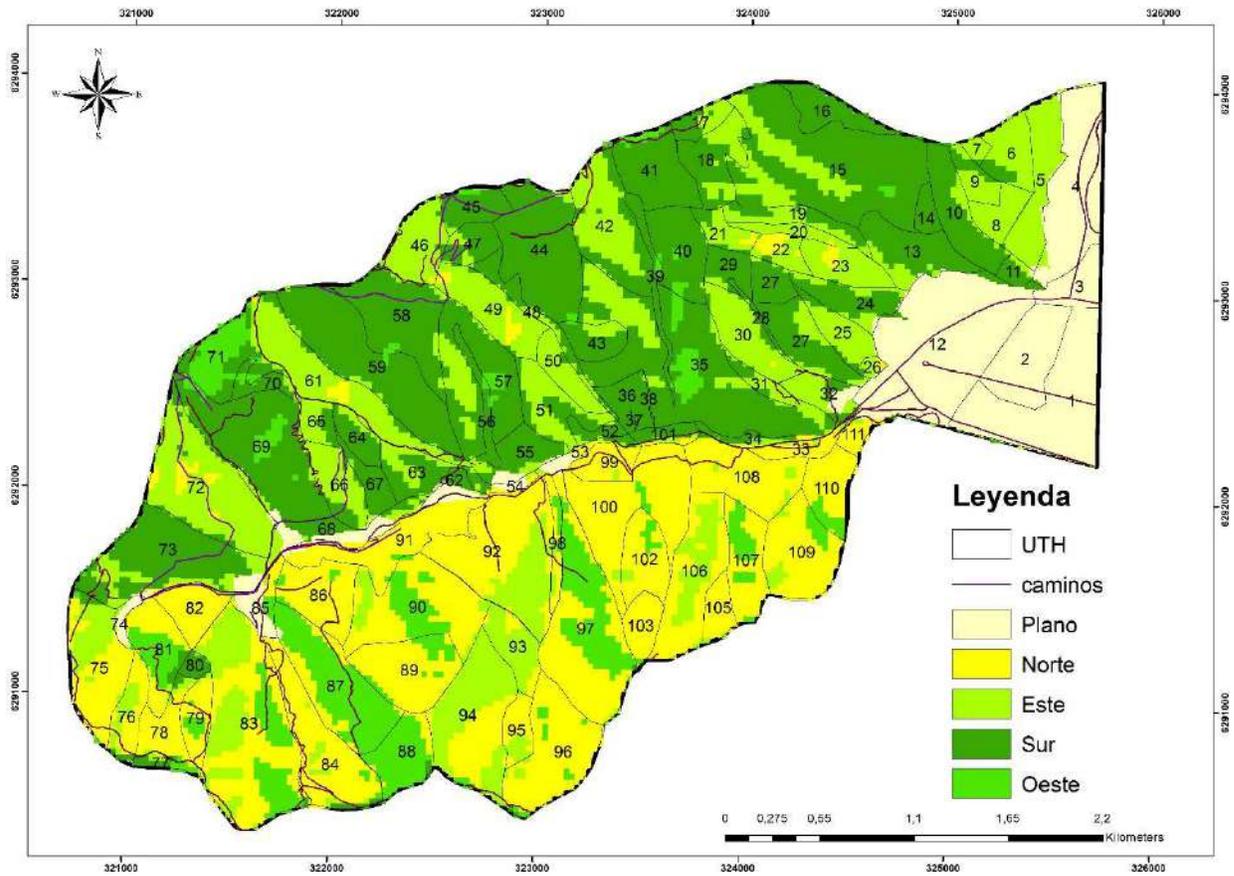
Formación	Categorías de Severidad							Total
	Alto crecimiento o post incendio	Bajo crecimiento o post incendio	No quemado	Severidad baja	Severidad media-baja	Severidad media-alta	Severidad alta	
Bosque esclerófilo	-	-	7.0	74.6	372.8	320.7	62.7	837.7
Bosque espinoso	-	-	-	0.4	11.7	25.0	0.4	37.5
Total	0.0	0.0	7.0	75.0	384.4	345.6	63.1	875.2

Anexo 5. Información necesaria para definir UTHs y priorización de áreas a restaurar

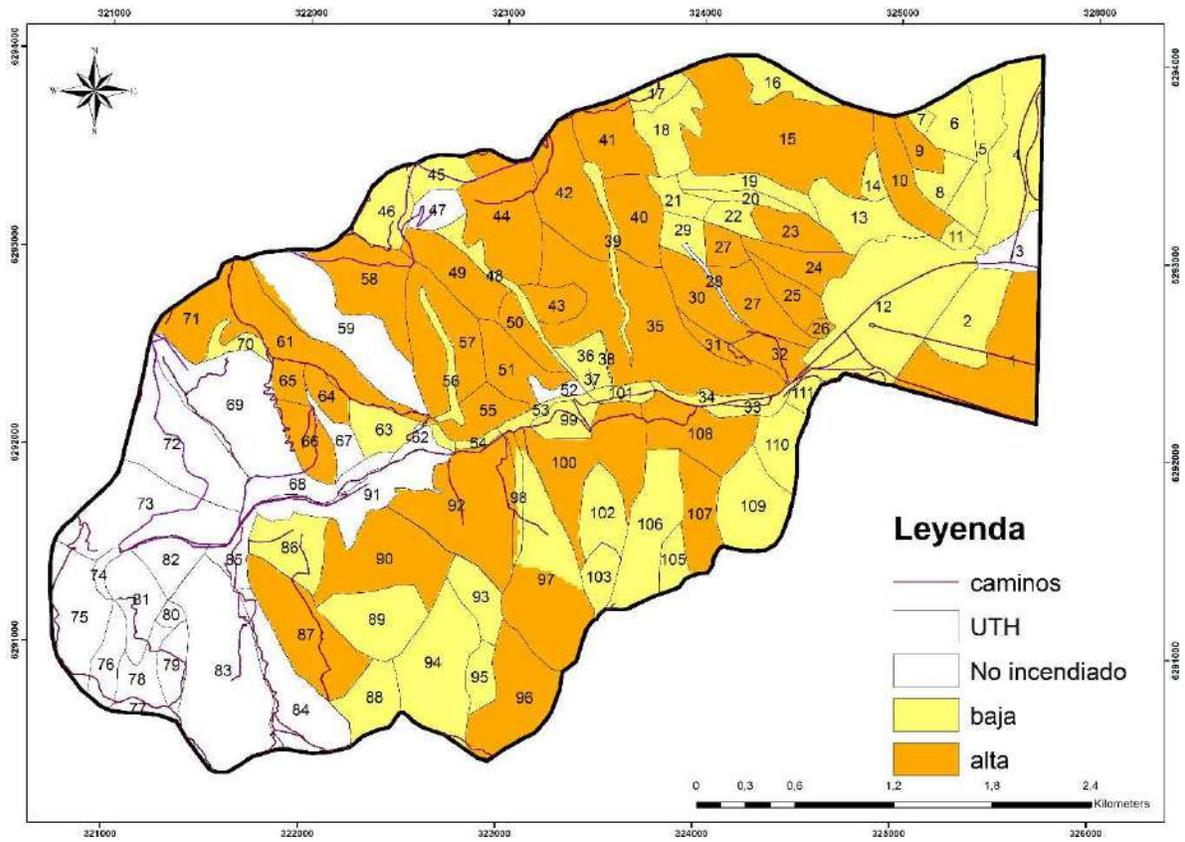
5.1 Pisos vegetacionales



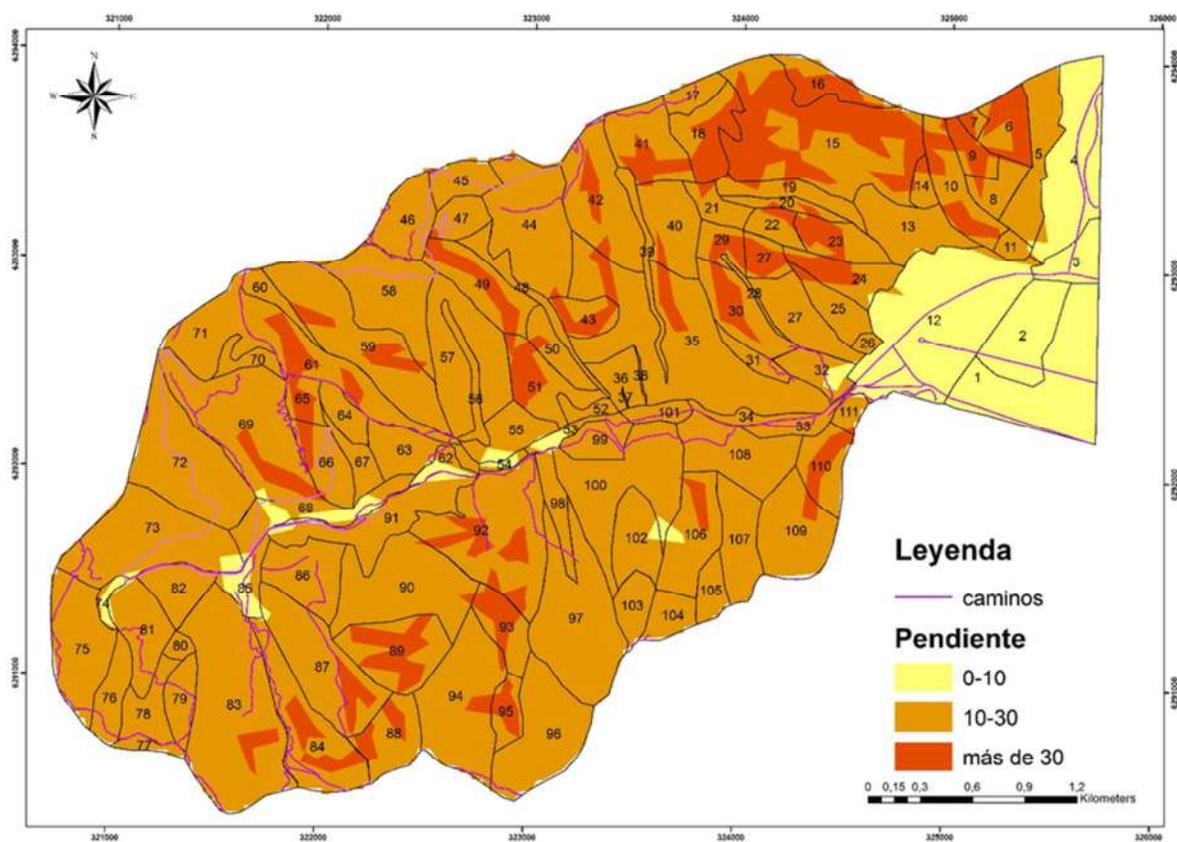
5.2 Exposición



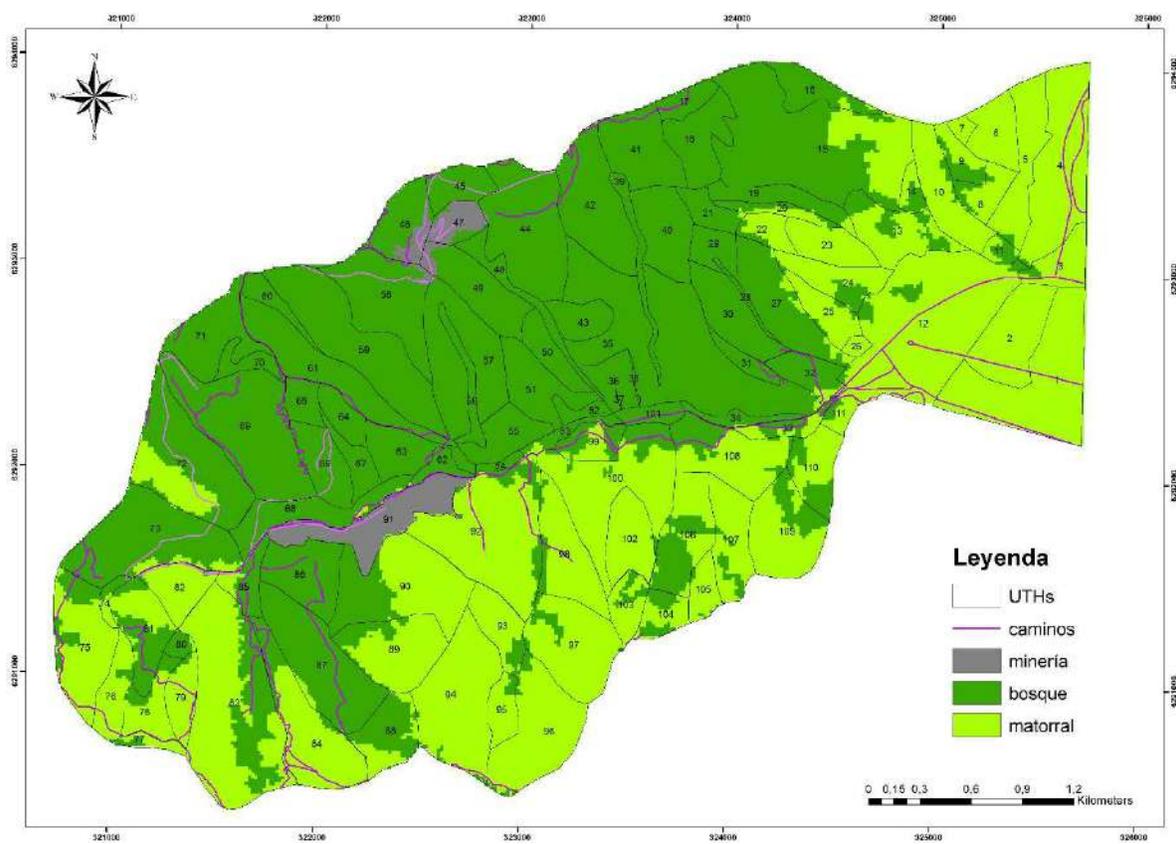
5.3 Severidad adaptada a partir de CONAF (2016)



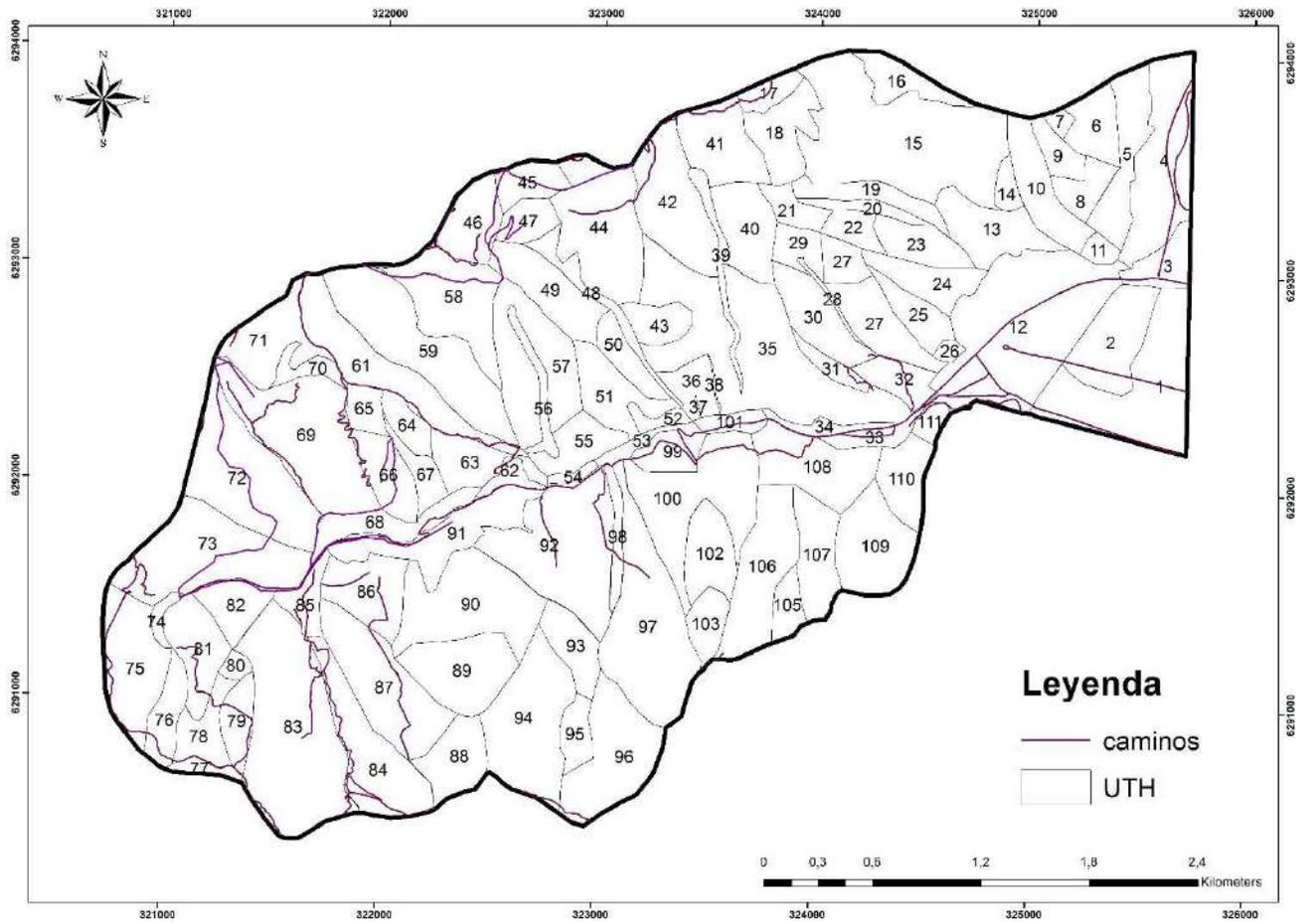
5.4 Rango de pendiente (%)



5.5 Tipo de bosque



5.6. Red de caminos



Anexo 6. Información de Unidades Territoriales Homogéneas

Tabla descripción de variables

Código	Nombre	Descripción
ID	Número UTH	
Ha	Superficie	Superficie en hectáreas
Veg_dom	Vegetación dominante	Especie dominante
Cob.arbor	Cobertura arborea	1: 75-100%; 2: 50-75%; 3: 25-50%; 4: 0-25%. 5: 0%
Cob_arbust	Cobertura arbustiva	1: 75-100%; 2: 50-75%; 3: 25-50%; 4: 0-25%. 5: 0%
Dist	Distribución	Distribuida o agrupada
Vital	Vitalidad	1: 100% viva; 2: 75-100 viva; 3: 50-75 viva; 4: 25-50 viva ; 5: 0-25 viva; 6: 100% muerta
Amenaz	Amenazas	Cbm: Camino de bicicleta o moto, S: sendero, Cp: principal, Cm: camino minería, M: minería, Gb: ganado, Ota: otras amenazas (polvorin, conejo)
sp.CC	especies vulnerables	Presencia- ausencia. Especie
sp.Ex	especies exóticas	Presencia- ausencia. Especie
herb	herbáceas	Cobertura herbáceas (%)
sem	semilleros (N°)	Quill: quillay; Peu: peumo; Guay: uayacán; Prou :Proustia; litr:litre; colli: Colliguay. ++:muchos
Rebr	Rebrote	Presencia- ausencia
S_desn	% Suelo desnudo	%
Pend	Pendiente	10: 0-10; 20: 10-30; 30:30 y más
Exp	Exposición	1: norte; 2: este-oeste; 3: sur
Sev	Severidad	200: alta; 100: baja; 0:no incendiado
Pri.control erosión	Prioridad erosión	0: no prioritario; 1: muy empinado severamente quemado; 2: moderadamente empinado severamente quemado; 3: levemente empinado severamente quemado; 4: muy empinado levemente quemado; 5: moderadamente empinado levemente quemado; 6: levemente empinado levemente quemado.
Pri.reveg	Prioridad revegetación	0: no prioritario; 1:bosque severamente afectado; 2:matorral severamente afectado; 3: bosque levemente afectado; 4:matorral levemente afectado; 5:no incendiado
Obs	Observaciones	

Información para Unidades Territoriales Homogéneas

ID	ha	Veg.dom	Cobe.arbor	Cob.arbust	Dist	Vital	Amenaz	Sp.CC	Sp.Ex	Herb	Sem	Rebr	S.desn	Pend	Exp	Sev	Pri. control erosión	Pri.reveg	Obs
1	26	Espinal											0	10	0	200	3	2	
2	13	Espinal											0	10	0	100	6	4	
3	6	Espinal											0	10	0	0	7	5	
4	21	Espinal											0	10	0	100	6	4	
5	11	Espinal	2	3	D	3	S	0	0	10	0	1	0	20	2	100	5	4	
6	7	Quillay, espino	4	3	D	5	0	0	0	0	0	0	50	30	2	100	4	4	

7	1	Quillay	4	4	D	4	0	0	0	0	0	0	70	20	3	10 0			Roquerío, remosión suelo
																	4	4	
8	5	No identificado	4	4	D	5	0	0	0	0	0	0	40	20	3	10 0			
																	5	4	
9	4	Quillay	4	4	D	5	0	0	0	0	0	1	80	20	3	20 0			
																	1	1	
10	1 0	Quillay	4	4	D	5	0	0	0	25	quill (4)	1 escaso	20	30	3	20 0			
																	1	2	
11	2	No identificado	4	4	D	4	Cp	0	0	15	0	1 escaso?	0	20	3	10 0			
																	5	4	
12	4 1	Espinal	3	0	D	4	Cp	Guayacán	0	0	0	1	25	10	0	10 0			
																	6	4	
13	1 1	Quillay			D	0	0	Guayacán	0	0	0	1	10	10	0	10 0			
																	5	4	

21	4	Quillay	2	4	D	3	0	Puya, guayacón	0	0	Guay +30	1	30	20	2	10 0			Inaccesible
																	5	3	
22	4	Litre, Quillay	3	4	D	3	0	Puya	0	0	0	1	50	20	2	10 0			
																	5	4	
23	7	Espinal	4	4	D	5	0	Puya	0	0	0	1	10	20	2	20 0			
																	1	2	
24	7	Quillay	2	4	D	5	0	0	0	0	Quill(+ 10)	1	30	20	3	20 0			Sensible a la erosión
																	1	1	
25	6	Quillay	4	4	D	5	Ota	0	0	0	Quill (6)	1	50	20	3	20 0			Ot: polvorin
																	2	2	
26	1	Quillay	4	4	D	5	Cp	0	0	0	Quill (5)	0	55	20	2	20 0			Roquerío
																	2	2	
27	1 0	Quillay	4	2	D	4	0	0	0	0	Quill+ 10	1	30	20	3	20 0			
																	1	1	

34	2	Bacharis Colliguay	3	3	A	3	Cp	Guayacán	0	0	Litr (1), Prou(1)	1	10	20	3	10 0			En hendidura
																	5	3	
35	4 3	Bacharis Colliguay	4	3	D	5	Ota	0	0	0	0	1	30	20	3	20 0			Riesgo erosión, ota: conejo
																	1	1	
36	5	Espino tebo	4	3	D	4	Cp	0	0	15	Quil (2)	1	15	20	3	10 0			tiene dos quebradit as
																	5	3	
37	0	Espino Quillay	3	4	D	4	Cbm	0	0	0	0	1	10	20	3	10 0			Quebradit a
																	5	3	
38	0	Colliguay tevo	4	4	D	5	Cbm	0	0	0		1	10	30	2	20 0			Quebradit a
																	5	3	
39	3	Peumo boldo	4	4	D	3	0	Puya	0	si	Quillay (+5)	1	10	20	3	10 0			Quebrada pp solo mitad inferior quemada
																	5	3	
40	1 0	Litre	2	4	D	5	Cbm, S	0	0	0	0	1	40	20	3	20 0			
																	1	1	

41	1 2	Litre bollún	4	4	D	5	Cbm	Guayacán	0	0	0	1	60	20	2	20 0			Riesgo erosión, inaccesible
																	1	1	
42	1 7	Quillay espino	4	4	D	5	Cbm	0	0	0	1	40	20	2	20 0			Riesgo erosión	
																	1	1	
43	5	Quillay colliguay	3	3	D	5	0	0	0	0	1	60	20	3	20 0			Riesgo erosión	
																	1	1	
44	2 1	Quillay	4	4	D	5	0	0	0	0	Quil (5)	1	60	20	3	20 0			Riesgo erosión, inaccesible
																	1	1	
45	5	Quillay	3	3	D	3	M		0	15	Quil (10)	1	5	20	3	10 0			
																	5	3	
46	9	unir a 49												20	2	10 0			
																	5	3	
47	4	indefinido	4	3	D	1	M	?	0	20	Quil (2)	-	30	20	3	0			mina
																	7	0	

48	5	Peumo	4	4	D	2	0	0	0	0	0	1	10	20	2	10 0			Quebrada
																	5	3	
49	1 1	Quillay, bacharis, tebo	4	4	D	5	S, M	0	0	0	0	0	90	30	2	20 0			Riesgo de erosión
																	1	1	
50	5	Colliguay	4	4	D	4	0	0	0	0	Colli	0	50	20	2	20 0			Riesgo de erosión
																	1	1	
51	9	Quillay	5	5	D	5	0	0	0	0	0	1	70	30	3	20 0			
																	1	1	
52	2	Peumo Quillay	1	2	D	1	Cp	0	0	10	peu, quill++	-	10	20	3	0			
																	7	5	
53	2	Peumo	1	1	A	2	Cp	0	Alamos	0	Peu(+ 20)	1	10	10	0	10 0			
																	6	3	
54	1	Peumo		0	D	0	Cp	0	0	0		1	10	10	0	10 0			Bosque de peumo quemado
																	6	3	

55	7	Quillay	3	3	D	5	0	0	0	0	0	1	70	20	3	20 0			riesgo de erosión
																	2	1	
56	3	Peumo Quillay	1	5	D	2	0	0	0	0	peu, quill ++	1	10	20	3	10 0			Quebrada
																	5	3	
57	1 9	Quillay	4	0	D	5	0	0	0	0	Quil (15)	1	40	20	3	20 0			
																	2	1	
58	1 7													20	3	20 0			
																	2	1	
59	2 4													20	3	0			
																	7	5	
60	3													20	3	20 0			
																	1	1	
61	1 5													20	3	20 0			
																	1	1	

62	2	Peumo		0	D	1	Cp	0	mora	0	peu++	-	0	10	0	0				Bosque de peumos
																		7	5	
63	8	Quillay	3	4	D	4	Cbm	0	0	0	Quill (+5)	1	30	20	2	100				
																		5	3	
64	4	Quillay	4	0	D	5	0	0	0	0	Quil (9)	1	40	20	3	200				
																		5	3	
65	3	Quillay	4	0	D	6	Cm	0	0	0	0	1	70	30	3	200				muy afectado sin vegetación, riesgo erosión
																		1	1	
66	8	Quillay	4	4	D	5	Cm	0	0	0	Quil (4)	1	45	20	2	200				Riesgo erosión
																		1	1	
67	4	Peumo	2	4	D	1	Cp	0	0	0	Peu + 70	-	1	20	3	0				
																			7	5
68	2	Peumo	1	1	D	1	Cp	0	0	0	Peu ++	-	1	20	3	0				Parte baja
																			7	5

69	2 7	Quillay Peumo	2	4	D	1	Cp, Cbm	0	0	0	Quil, Peu ++	-	1	20	3	0		7	5	
70	3	Quillay	3	3	D	0	0	0	0	0	Bollen	1	5	20	2	10 0		5	3	Quebrada pequeña
71	1 1	Quillay bollÚn	4	4	D	5	Cp, Cbm	0	0		Quil(5)	1	50	20	3	20 0		1	1	Riesgo erosión
72	2 3	Quillay	4	3	D	1	Cp, Cbm	0	0	0	Quil(50)	0	5	20	2	0		7	5	
73	2 4	Peumo Quillay	3	3	D	1	Cp, Cm	0	0	0	peu, quil ++	0	15	20	3	0		7	5	
74	1	No aplica	5	5	0	0	Cp, Cbm	0	0	0	0	0	100	10	0	0		7	5	Plano minera
75	1 5	Quillay	4	4	D	1	Cbm(5) , Cp	Puya	0	0	Quil(+15)	0	10	20	2	0		7	5	

90	2 2	Litre Quillay	3	4	D	5	0	0	0	0	0	0	10	30	1	20 0			árbustos muertos, arboles semivivos
																	2	2	
91	1 5	No aplica	5	5	0	0	M	0	0	0	0	0	100	20	1	0			
																	0	0	
92	2 9	Espino colliguay	4	4	D	5	Cp	Puya	0	0			35	20	2	20 0			
																	1	2	
93	7													20	2	10 0			
																	4	4	
94	2 2													30	2	10 0			
																	5	4	
95	4													30	2	10 0			
																	4	4	
96	1 8													20	3	20 0			
																	2	2	

97	17	Quillay	5	4	D	5	Gd	Puya	0	0	0	0	90	20	3	200			Se encuentro carneros, riesgo erosión
																	2	2	
98	12	Quillay	4	3	D	5	Cbm	Puya	5	0	Quill(1)	1	70	20	3	100			riesgo erosión
																	5	4	
99	5	Espino	4	4	D	5	Cp, Cbm mucho s	Puya	0	0	Quil (1)	0	50	20	2	100			Limite con quebrada. riesgo erosión
																	5	4	
100	23	Espino	5	4	D	5	Cp	Puya	0	0	0	0	50	20	1	200			Quebrada riesgo de erosión
																	2	2	
101	3	Litre quillay espino	3	2	A	3	Cp	Guayacán	0	0	litr(3) 3 guay(3), esp (30)	0	30	10	0	100			
																	5	3	
102	9	indefinido	5	4	D	5	0	0	0	0	0	0	90	20	1	100			
																	5	4	
103	5	indefinido	5	4	D	5	0	0	0	0	0	1	60	20	1	100			roquerío
																	5	4	

104	5	indefinido	5	4	D	5	0	0	0	0	0	1	70	20	2	100			roquero
																	5	3	
105	4	indefinido	5	4	D	5	0	0	0	0	0	1	70	20	1	100			roquero
																	5	4	
106	12	indefinido	4	4	D	5	0	0	0	0	0	0	85	20	2	100			
																	4	3	
107	10	indefinido	5	4	D	5	0	0	0	0	0	0	90	20	3	200			
																	2	2	
108	15	Espino	4	4	D	5	Cp, Cbm	Puyas (más de 50)	0	0	0	0	50	20	1	200			
																	2	2	
109	14	indefinido	4	4	D	5	0	0	0	0	0	0	80	20	2	100			
																	5	2	
110	8	Espino	4	4	D	5	Cp	Puyas, guayacán	0	0	0	0	40	30	3	100			
																	4	2	

A= ancho total del transecto

L= largo del transecto

Aves

Las aves fueron observadas mediante binoculares, junto al registro de sus cantos especie–específicos, considerando los siguientes análisis:

Determinación de abundancias mediante el establecimiento de transectos de ancho fijo de 200 m de largo y 50 de ancho total (Bibby *et al.*, 1992):

$$D = (N \times 10.000) / (L * A)$$

Dónde:

D= densidad

N= aves contadas en el transecto

A= ancho total del transecto

L= largo del transecto

En el caso de las rapaces nocturnas, ellas fueron identificadas mediante el registro de evidencias indirectas durante el día (dormideros, egagrópilas), la estimulación con cantos específicos o Play Back durante el anochecer, y la grabación de sus cantos, utilizando un equipo de grabación nocturna Songmeter SM2+. Este equipo permite realizar un monitoreo bioacústico, con opciones de grabación de ultrasonido y ruido audible. Para ello, el equipo fue programado para realizar grabaciones de 5 minutos cada 30 minutos entre las 19:00 y 4:00 am (9 horas de esfuerzo de registros en cada estación de muestreo).

Mamíferos

Para los mamíferos se realizaron observación directa e indirecta (huellas, feces, madrigueras, entre otros).

En el caso de micromamíferos se instalaron 3 estaciones con 20 trampas Sherman en cada una, las que fueron ubicadas en las estaciones 1, 3 y 6. Las trampas fueron puestas durante 2 noches por sitio (40 trampas/noche por estación) y se ocupó como cebo, avena, esencia de vainilla y fruta.

Para mamíferos mayores, se consideró el uso de trampas cámaras para su detección y además el reconocimiento de fecas, la cual será respaldada con una colección de referencia que tiene el laboratorio de Ecodiversidad Consultores. Se instaló una trampa cámara en cada sitio.

Quirópteros: Se utilizó para su detección dos metodologías de muestreo nocturno (considerando accesibilidad y distancia a las estaciones de muestreo):

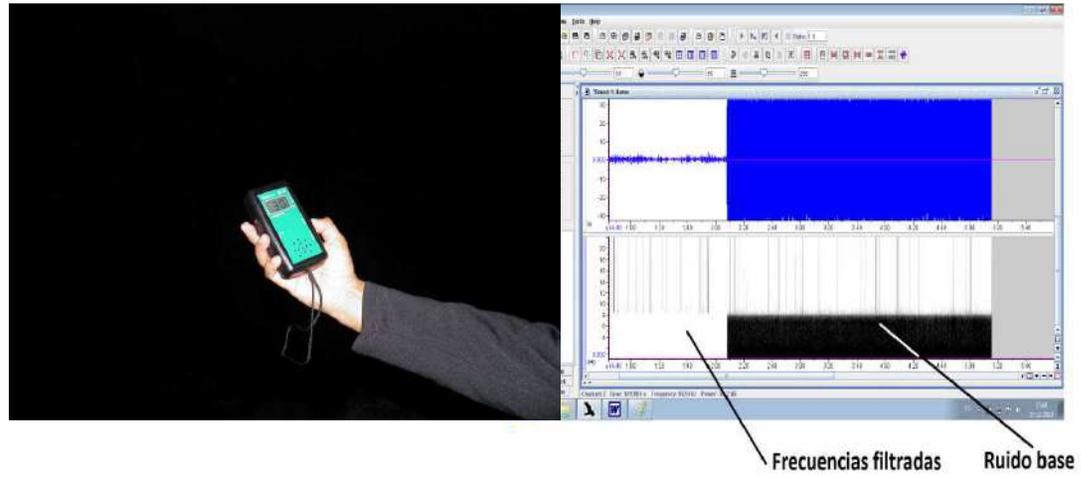
En aquellos puntos más alejados, se instaló durante una noche un equipo SongMeter SM2+ (WildlifeAcoustics, Inc.), el cual corresponde a un equipo que permite realizar un monitoreo bioacústico, con opciones de grabación de ultrasonido y ruido audible. Para ello, el equipo se programó para realizar grabaciones de 5 minutos cada 30 minutos entre las 19:00 y 4:00 am (9 horas de esfuerzo de registros en cada estación de muestreo).

Fotografía 1. Uso de un equipo SongMeterSM+ en terreno.



Para complementar el uso del songmeter, se realizó una prospección nocturna, en la que se realizó búsqueda de individuos por medio de un equipo detector de ultrasonido “batscan”, modelo Pettersson D240x. Este equipo, permite una rápida evaluación sobre la presencia de estos mamíferos en las áreas prospectadas y el registro de las emisiones de los quirópteros en una grabadora de alta definición conectada al equipo de ultrasonido.

Fotografía 2. Uso de detector de ultrasonidos para quirópteros.



Anexo 8. Ubicación de puntos de muestreo para fauna.

Estación	Coordenadas (WGS84; 19S; UTM)		Transecto	Trampas Sherman	Trampas cámara	Songmeter
	X	Y				
1	325202	6293052	X	X	X	
2	324425	6292336	X		X	
3	323411	6292246	X	X	X	X
4	322611	6292020	X		X	X
5	321861	6291764	X		X	
6	321213	6292376	X	X	X	

Anexo 10. Especies registradas en la presente campaña, Endemismos, Origen y Estado de Conservación.

Especies		RCE		Ley de Caza N°19.473				Origen
Orden/ Familia/ Nombre Científico	Nombre común	EC	Fuente	B	S	E	EC	
Anfibios								
ANURA								
BUFONIDAE								
<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	VU	N°6 D.S. 41/2012	B		E	V	Endémico
Especies		RCE		Ley de Caza N°19.473				Origen

Orden/ Familia/ Nombre Científico	Nombre común	EC	Fuente	B	S	E	EC	
Reptiles								
SQUAMATA								
COLUBRIDAE								
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra cola larga			B		E	V	Endémico
TEIIDAE								
<i>Callopiastes maculatus</i>	Iguana chilena				S	E	V	Endémico
LIOLAEMIDAE								
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	LC	N°8 D.S. 19/2012	B		E	I	Nativo
<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	LC	N°8 D.S. 19/2012	B		E	F	Endémico
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	LC	N°8 D.S. 19/2012		S	E	V	Nativo
<i>Liolaemus monticola</i>	Lagartija de los montes				S	E	V	Nativo
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido	NT	N°8 D.S. 19/2012		S	E	V	Endémico
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	LC	N°8 D.S. 19/2012		S	E	V	Nativo
Especies		RCE		Ley de Caza N°19.473			Origen	

Orden/ Familia/ Nombre Científico	Nombre común	EC	Fuente	B	S	E	EC
Aves							
TINAMIFORMES							
TINAMIDAE							
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz chilena						Endémico
GALLIFORMES							
ODONTOPHORIDAE							
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz						Introducido
ACCIPITRIFORMES							
ACCIPITRIDAE							
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco			B		E	Nativo
<i>Geranoaetus polysoma</i>	Aguilucho			B		E	Nativo
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila chilena			B		E	Nativo
FALCONIFORMES							
FALCONIDAE							
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque			B		E	Nativo
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo			B		E	Nativo
CHARADRIFORMES							
CHARADRIIDAE							

<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue			B		E		Nativo
COLUMBIFORMES								
COLUMBIDAE								
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola							Nativo
PICIFORMES								
PICIDAE								
<i>Veniliornis lignarius</i>	Carpinterito			B	S			Nativo
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío			B				Nativo
PASSERIFORMES								
FURNARIIDAE								
<i>Aphrastura spinicaudata</i>	Rayadito			B				Nativo
<i>Pseudoasthenes humicola</i>	Canastero			B				Nativo
RHYNOCRYPTIDAE								
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca			B				Endémica
<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo			B				Endémica
TYRANNIDAE								
<i>Xolmys pyrope</i>	Diucón			B		E		Nativo
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío fío			B		E		Nativo
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito			B		E		Nativo

HIRUNDINIDAE								
<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena			B		E		Nativo
TROGLODYTIDAE								
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán			B		E		Nativo
TURDIDAE								
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal							Nativo
MIMIDAE								
<i>Mimus thenca</i>	Tenca			B				Endémica
ICTERIDAE								
<i>Sturnella loyca</i>	Loica					E		Nativo
THRAUPIDAE								
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal							Nativo
<i>Diuca diuca</i>	Diuca							Nativo
EMBERIZIDAE								
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol			B				Nativo
Especies		RCE		Ley de Caza N°19.473				Origen
Orden/ Familia/ Nombre Científico	Nombre común	EC	Fuente	B	S	E	EC	
Mamíferos								

DIDELPHIMORPHIA								
DIDELPHIDAE								
<i>Thylamys elegans</i>	Yaca			B		E	R	Nativo
CHIROPTERA								
MOLOSSIDAE								
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón			B	S			Nativo
VESPERTILIONIDAE								
<i>Lasiurus varius</i>	Murciélago colorado			B				Nativo
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago gris			B				Nativo
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago orejas de ratón			B				Nativo
CARNIVORA								
CANIDAE								
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	N°5 D.S. 33/2012			E	I	Nativo
RODENTIA								
OCTODONTIDAE								
<i>Octodon degus</i>	Degú							Endémico
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo						P	Endémico
MURIDAE								
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratoncito oliváceo							Nativo

<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón orejudo de Darwin								Endémico
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra								Introducido
LAGOMORPHA									
LEPORIDAE									
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre europea								Introducido
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo europeo								Introducido
PERISSODACTYLA									
EQUIDAE									
<i>Equus caballus</i>	Caballo								Introducido
ARTIODACTYLA									
BOVIDAE									
<i>Bos primigenius</i>	Vaca								Introducido
<i>Ovis aries</i>	Oveja								Introducido

Nota

RCE= Reglamento de Clasificación de Especies; CR = En Peligro Crítico, VU= Vulnerable, EN= En Peligro, LC= Preocupación Menor, NT= Casi amenazada, R= Rara, IC= Insuficientemente conocida.

D.S. N° 5/1998= Reglamento Ley de Caza N° 19.473

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según D.S. N° 5/1998

EN= En Peligro de Extinción, V= Vulnerable, R= Rara, IC= Inadecuadamente conocida.

Anexo 9. Fotografías de individuos encontrados en terreno.

Fotografía 1. Ejemplar postmetamórfico del sapo de rulo (*Rhinella arunco*).



Fotografía 2. Culebra cola larga (*Philodryas chamissonis*) en el área de estudio.



Fotografía 3. Lagartija lemniscata (*L. lemniscatus*) en el área de estudio.



Fotografía 4. Yaca (*Thylamys elegans*) en el área de estudio.



Fotografía 5. Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en el área de estudio.



Fotografía 6. Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en el área de estudio.



Fotografía 7. Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) en el área de estudio.



Anexo 10. Justificación de especies seleccionadas para ensayos de revegetación

Acacia caven es resistente a la sequía (Donoso, 2006) que posee una raíz profundizadora, aún en suelo relativamente compactado (Montenegro, 2002). Las raíces de plántulas de *A. caven*, procedentes de semillas sembradas al voleo en la Región Metropolitana, alcanzaron hasta 75 cm de largo después de un año y medio de germinadas. Las plántulas de esta especie procedentes de vivero y plantadas en el mismo lugar que la experiencia anterior, alcanzaron hasta 85 cm de largo al año y medio (Vita, 1990). Además, *A. caven* produce cambios microambientales, al modificar la radiación solar, la temperatura y humedad del suelo, como también aumenta la materia orgánica, los niveles de fósforo, potasio y nitrógeno (Olivares *et al.*, 1983; Castillo *et al.*, 1988; Olivares *et al.*, 1988; Soto *et al.*, 2015).

Los dispersores de las semillas de esta especie son principalmente el ganado y caballos. En ausencia de estas especies su germinación y establecimiento es escaso (Gutiérrez y Armesto 1981, Smith-Ramírez *et al.* datos no publicados). No hay antecedentes de cuán palatable es *A. caven* para el conejo. Todas estas características hacen que esta especie facilite el establecimiento de especies sucesionales tardías bajo su dosel, siendo una excelente especie nodriza, que tiene una alta capacidad de germinación en el campo, pero que tiene una fuerte limitante de dispersión de sus semillas.

Echeverría *et al.* (2011) encontraron que la sobrevivencia de plántulas de cuatro especies nativas de un año, plantadas bajo la sombra de *A. caven* después de dos años y medio fue de 36,7% a 73,3% (dependiendo de la especie). A su vez, Promis (datos no publicados) identifica que la cobertura arbórea y la hojarasca son variables determinantes en la germinación de Quillay, Litre y Maitén, mientras que la irrigación no es significativa para la germinación de estas especies. En cambio, en sitios abiertos, sin sombra de espino Smith-Ramírez *et al.* (2012) encontraron que la sobrevivencia fue 0-10%, dependiendo de la especie. Es de notar, que una especie, *Bacchari ssp.*, sobrevivió 46,7%, pero este arbusto no es sucesional (Fuentes *et al.* 1986), es decir, no procede la sucesión a esclerófilo donde se encuentra masivamente esta especie. Experimentos de campo en Chile central han demostrado que el establecimiento de plántulas en parches abiertos es prácticamente imposible debido a la desecación, herbivoría, incremento en la competencia con hierbas (Fuentes *et al.*, 1986, 1986; Holmgren, 2002; Becerra *et al.*, 2011) y severos y frecuentes incendios forestales (Segura, 1998). Además, Stoehr (1969), determinó una supervivencia promedio de 69% al plantar espino a raíz desnuda, y de 80% al plantar en maceta, siendo mayor bajo sombra.

En relación a *Quillaja saponaria*, Prado (1978) propone plantaciones con individuos producidos en macetas, con los cuales es posible alcanzar una supervivencia entre 85 y 93% luego de un año dependiendo del tamaño del hoyo de plantación. Su desarrollo en altura alcanza valores entre 14,5 y 18,8 cm en una temporada. Además, Araya y Ávila

(1981) observaron rebrotes a partir de zonas altas en tallos de individuos quemados, lo que podría indicar que la peridermis de esta especie estaría actuando como un efectivo mecanismo de defensa contra el fuego. Asimismo, sus observaciones muestran que el rebrote de especies arbustivas del matorral, posterior a incendios, presentan porcentajes de recuperación superiores al 50% en individuos de *Acacia caven* (Espino), *Kageneckia oblonga* (Bollén), *Baccharis linearis* (Romerillo), *Quillaja saponaria* (Quillay), *Lithraea caustica* (Litre) y *Colliguaja odorifera* (Colliguay).

A su vez, Muñoz (2016) evaluó el éxito de siembra y plantaciones bajo las mismas condiciones de incendio, encontrando que individuos de *L. caustica* y *Schinus polygamus* presentan baja germinación, pero buenos resultados de sobrevivencia en plantaciones. Mientras que la sobrevivencia de plantación para el resto de las especies fue de Bollén de un 64,57%; Espino de un 63,9%; Quebracho 47,9% y Quillay de un 43,3% en sitios incendiados. Por otra parte, Respecto a *Lithraea caustica*, Quintanilla y Reyes (1999), observaron que en laderas de exposición norte de las colinas costeras de la Región de Valparaíso, *L. caustica* parece ser la especie más resistente y de mayor recuperación frente al fuego. Asimismo, Quintanilla y Castro (1998) encontraron que *L. caustica* rebrotó a los 45 días después de un incendio, lo cual confirma su rápida recuperación después de este tipo de perturbación.

Por otra parte, Altamirano (2008) evaluó el éxito de procesos de reforestación con especies nativas, considerando un total de 21 especies, dentro de las cuales las que obtuvieron mayor porcentaje de sobrevivencia fueron *A. caven* (82%), *Q. saponaria* (86%), *C. closiana* (93%), *Prosopis chilensis* (94%) y *C. odorifera* (98%). Asimismo, las especies con mayores tasas de crecimiento fueron *Q. saponaria* (0,208 m/año promedio), *P. chilensis* (0,212 m/año promedio), *Schinus latifolius* (0,278 m/año) y *C. closiana* (0,259 m/año promedio). Además, realizó un análisis de herbivoría en donde las especies que presentaron menores porcentajes de herbivoría fueron *Colliguaja salicifolia* (21%), *C. odorifera* (27%), *L. caústica* (20%), *K. oblonga* (25%) y *Kageneckia angustifolia* (27%).

En cuanto a *Schinus polygamus*, Becerra et al (2013) observó que las plantas pequeñas (1 año) con riego crecen significativamente más rápido que las plantas grandes (4 años) de la misma especie. Además, encontraron que el riego no tiene un efecto significativo sobre la supervivencia de individuos de *L. caustica* y *S. polygamus*. Asimismo, Brinks et al (2011) indica que estas especies junto a *Q. saponaria* son más resistentes a la sequía, y por ende, es probable que no estén significativamente limitadas por la disponibilidad de agua (Becerra et al, 2013). Generalmente, *L. caustica* y *Q. saponaria* son especies que se encuentran en ambientes más xéricos dentro de la zona central (Armesto y Pickett, 1985).

Becerra et al (2013) también encontró que las mayores tasas de supervivencia en plantas

grandes (de 4 años) con riego se observaron en *S. polygamus* (95,0%), mientras que en plantas grandes sin riego fue en *S. latifolius* (97,5%) y *S. polygamus* (97,4%). En general Becerra *et al* (2016) sugieren que en una primera etapa de programas de reforestación y restauración de bosque esclerófilo andino se debe plantar *S. polygamus*, dado que la especie mostró niveles mucho mejores de supervivencia de plántulas en áreas abiertas con diferentes condiciones altitudinales y anuales.

A su vez, Petit (2016) plantea que tanto Quillay como Litre son especies adecuadas para restauración, ya que tiene mecanismos fisiológicos internos que les permiten soportar las condiciones de estrés en los períodos estivales. La aplicación de procesos de eliminación paulatina de riego permite en estas especies generar acondicionamientos internos suficientes para soportar los períodos de restricción hídrica, sin embargo, la exposición es un factor preponderante dado que la disponibilidad de agua entre las diferentes exposiciones tiene altas variaciones que limitan el establecimiento de las especies.

Finalmente, Bustamante *et al* (datos no publicados) evaluó la supervivencia de la mayoría de las especies utilizadas en proyectos de restauración, encontrando que la supervivencia fue superior al 70% en casi todas a excepción de *Porlieria chilensis* y *Retanilla ephedra*. Las especies con mayores porcentaje de supervivencia, y utilizadas en al menos 3 parcelas dentro de los planes de restauración evaluados fueron *K. oblonga*, *S. polygamus* (93,9%), *Peumus Boldus*, *A. caven* (87,7%), *Q. saponaria* (86,6%), *S. latifolius* y *P. chilensis*. Por otro lado, las especies que presentaron individuos en mejor estado de salud fueron *K. oblonga*, *A. caven* (82,5%), *P. boldus*, *S. latifolius* y *Q. saponaria* (73,7%).

Anexo 11. Acciones orientadas a mejorar el hábitat de las especies.

Anfibios

Exclusión de ganado en sitios reproductivos. En los sectores donde ocurre la reproducción de anfibios, se debería resguardar el ingreso de animales domésticos que al ingresar a beber a las pozas las destruyen. La medida más utilizada es la construcción de cercos de madera y alambre.

Creación de pozas artificiales. Orientada a mejorar la calidad del hábitat reproductivo de la especie. Se construye pozas, considerando algún geotextil para el fondo, más piedras y sustrato de otros sectores del estero.

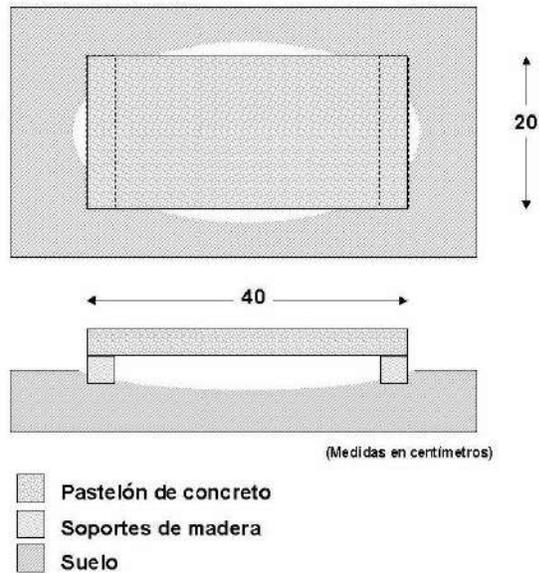
Conservación ex situ. Es la medida más extrema para conservación. Considera la reproducción en cautiverio, para posterior liberación en el área a recolonizar. Se requiere de al menos un container, acuarios, filtro de agua, fuentes de alimentación, personal a cargo de la mantención, entre otros elementos. Se debe realizar un monitoreo exhaustivo para definir si efectivamente se requiere incorporar esta técnica.

Reptiles

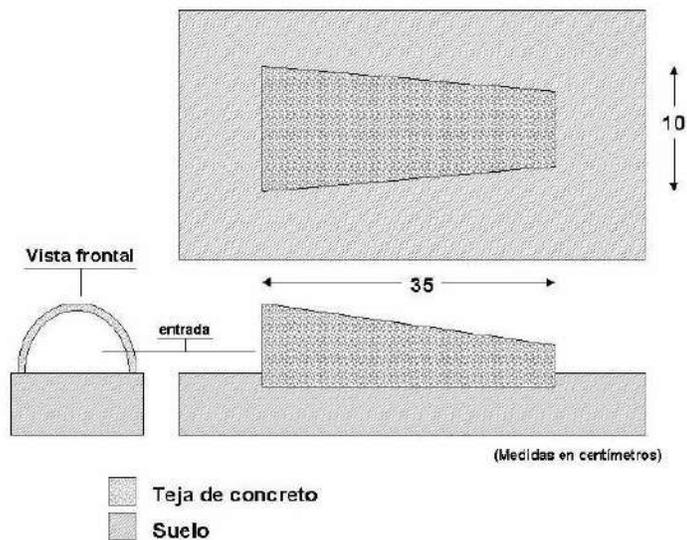
Construcción de refugios. Uribe (2007), propuso dos tipos de refugios de características similares a piedras y rocas. Uno de ellos consistía en un pastelón comercial de aproximadamente 20 cm de ancho por 40 cm de largo, bajo el cual se pusieron dos soportes de madera en cada extremo, para dejar un espacio bajo el mismo. El otro corresponde a una teja de fibrocemento de 35 cm de largo y de 10 cm por el lado más ancho.

Figura 3. Los dos tipos de refugios

Anexo N°2. Esquema de refugio artificial para reptiles de pastelón



Anexo N°3. Esquema de refugio artificial para reptiles de teja



Construcción de Pircas. A base de la recolección de piedras y rocas en las zonas cercanas a los lugares elegidos. De preferencia, se construyen en lugares con vegetación arbustiva, para evitar la exposición de los individuos frente a posibles depredadores.

Aves

Mejoramiento de hábitat. Considera el reforzamiento de hábitat en sectores del terreno, donde se implementaran medidas como la instalación de cajas anideras, nidos artificiales, bebederos y comederos de aves.

Mamíferos

Creación de Pircas. Lugares que pueden ser usados como refugios por los roedores, siempre que se asocien a zonas de matorrales. Ya considerado en reptiles.

Control de conejos. Una especie favorecida por los incendios es la especie invasora *Oryctolagus cuniculus*, el que afecta la regeneración de la vegetación nativa y compite con los herbívoros nativos. Un plan de control sin venenos, debería considerar la captura mensual de conejos (campañas de 5 días), con el objetivo de mantener bajas las densidades, hasta que se logre un mayor equilibrio de las comunidades nativas. Se requiere una inversión inicial en la adquisición de trampas colapsables tipo Tomahawk.

