

# PROPUESTA INTEGRAL DE MANEJO Y RESTAURACIÓN DE LAS GRANDES ÁREAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS FORESTALES DEL AÑO 2021 EN LA COMARCA ANDINA EN LA PROVINCIA DEL CHUBUT.



2022

Este documento técnico-estratégico fue realizado por la Secretaría de Bosques del Chubut, a través de su Programa de Restauración, el cual contó con financiamiento especial de la Provincia de Chubut y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDSN). Por medio de un convenio vinculado a promover las acciones tendientes a la remediación de las Áreas afectadas en los últimos incendios que azotaron la región durante principios de 2021, entre Dirección Nacional de Bosques (MAyDSN), y la Unidad de Vinculación UVT del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico – CIEFAP, proyecto PNUD ARG N° ARG/20/001 “Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la implementación del Programa Nacional de Protección de los Bosques Nativos” del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

## **AUTORIDADES NACIONALES y PROVINCIALES**

**Lic. Juan Cabandié**

**Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación**

**Dra. Beatriz Domingorena**

**Secretaria de Política Ambiental en Recursos Naturales- MArDS**

**Ing. Ftal. Martín Mónaco**

**Director Nacional de Bosques (MArDS)**

**M.Sc. Rodrigo Roveta**

**Secretario de Bosques de la Provincia de Chubut**

**Dr. José Daniel Lencinas**

**Director del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino patagónico**

## **GRUPO DE TRABAJO**

### **RESPONSABLE TÉCNICO Y COORDINACIÓN GENERAL**

**Ing. Ftal. Mario Guzmán - SB**

### **EQUIPO TÉCNICO**

**Dra. Melisa Rago - CONICET - CIEFAP**

**Ing. Ftal. Pablo Nicolás Morelli-Meloni - SB**

**Dr. Víctor Mondino - INTA**

**Dr. Axel Von Müller - INTA**

**Ing. Ftal. Nadia Griffiths- MAyDS**

### **COLABORADORES**

#### ***Procesamiento de imágenes y cartografía***

**M. Sc. Antje Siebert - SB**

**Ing. Ftal. Diego Mohr Bell - CIEFAP - MAyDS**

#### ***Desarrollo del componente de cosecha de semillas, producción y propagación de plantas***

**Ing. Ftal. Leonardo Tacari - UNPSJB**

**Dr. Víctor Mondino - INTA**

**Ing. Ftal. M. Florencia Oyharçabal - FUNDFAEP**

#### ***Desarrollo de comunicación y difusión***

**Gustavo Calfín**

#### ***Desarrollo de educación para el desarrollo sostenible***

**Lic. Maria Beatriz Bongiorno**

**Est. Estela Noemí Castro**

## **RELEVAMIENTO A CAMPO**

**Ing. Ftal. Pablo Morelli-Meloni, Ing. Ftal. Mario Guzmán, Rafael Railef - SB**

**Dr. Víctor Mondino, Dr. Axel Von Müller, Ing. Agr. Javier Mariño, Vet. Tabaré Daniel,  
Vet. Sergio Binda – INTA**

**Dra. Melisa Rago, Dra. Florencia Urretavizcaya, Dra. Marina Caselli – CONICET-CIEFAP**

## **RELEVAMIENTO DE PRODUCTORES**

**Ing. Agr. Javier Mariño, Vet. Tabaré Daniel, Vet. Sergio Binda – INTA**

**Agustín Do Nascimento – Municipalidad de El Hoyo**

## **COLABORADORES EXTERNOS**

**Dra. Agustina Reato – CONICET – UNPSJB- Facultad de Naturales**

**Dr. Oscar Martinez - UNPSJB - Facultad de Naturales**

**Ing. Civ. Miguel Calderón – UNPSJB- Facultad de Ingeniería**

**Lic. Ezequiel Marcuzzi - Servicio Nacional de Manejo del Fuego – UNPSJB**

**Est. Gustavo Calfín – UNPSJB – Facultad de Ingeniería**

**Est. Antú González - UNC - AUSMA**

**Est. Pablo Alarcón - UNPSJB - Facultad de Ingeniería**

**Est. Alejandro Carrasco - UNPSJB - Facultad de Ingeniería**

**Dra. Clara Pissolito - Consultora independiente**

**Dirección Provincial de Flora y Fauna Silvestre - Chubut**

## Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	9
ANTECEDENTES	13
Introducción general	13
Los incendios forestales en Chubut	15
La temporada de incendios forestales 2020-2021	17
Condiciones meteorológicas del Incendio	19
Indicadores de peligro para el día de Inicio	21
MARCO CONCEPTUAL PARA LA RESTAURACIÓN	24
Escalas de intervención	26
Etapas de la restauración	27
Planificación	27
Implementación	28
Monitoreo y evaluación	28
Estándares y buenas prácticas	28
MARCO LEGAL	30
PLANIFICACIÓN DEL MANEJO Y RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR INCENDIOS EN 2021	32
RELEVAMIENTO INICIAL	34
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS AFECTADAS	37
Metodología General	37
Amenaza por erosión hídrica y remoción en masa	37
Superficie afectada según categoría de conservación (OT)	40
Determinación de los tipos de vegetación afectada	42
Análisis de la severidad del fuego	44
Metodología específica	45
Resultados	46
Áreas afectadas de especial valor para la conservación y para el uso humano	50
Estado de la vegetación y regeneración inicial	53
Metodología específica	53
Resultados	55
Relevamiento de pobladores afectados	65
Identificación de áreas prioritarias para la restauración y conservación de suelos	66
	5

Metodología específica	66
Resultados	69
ACCIONES DEL PLAN DE RESTAURACIÓN	73
OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO Y RESTAURACIÓN	73
COMPONENTES Y ACCIONES	75
1-Manejo del ganado	75
2-Componente de manejo adaptativo de especies exóticas invasoras	78
3-Cosecha, almacenamiento y provisión de semillas	79
4- Producción de plantas, transferencia de Tecnología y aumento de la capacidad productiva	81
5-Componente de plantaciones en zonas de interfaz y de bosque de altura	83
6-Educación ambiental popular y participación ciudadana	85
7- Fortalecimiento del plan, monitoreo e investigación	87
PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA INICIAL DE ACTIVIDADES	88
Fuentes de financiamiento	91
CONCLUSIONES	93
BIBLIOGRAFIA	96
ANEXOS	102

## Listado de figuras

Figura1: Mapa de Persistencia de días con temperaturas extremadamente altas entre el 30/01/2021 y el 13/02/2021. ....	18
Figura 2. Índice de combustible disponible, Aeropuerto Esquel. ....	19
Figura 3. Anomalía de precipitación media en mm para el mes de enero de 2021 .....	20
Figura 4 anomalías de precipitación media en mm para el mes de febrero de 2021. Ilustración 5 .....	20
Ilustración 6. Escalera de restauración.....	27
Ilustración 7. Principios guía de la restauración ecológica propuestos por SER (izquierda, imagen no traducida) y por las Naciones Unidas (derecha) en marco de la designación de 2021-2030 como la década de la restauración ecológica .....	29
IFigura 8. Mapa de ubicación general del área .....	35
Figura 9. Mapa de ubicación de los incendios de 2021.....	36

Figura 10. Mapa de amenaza por procesos de crecidas con inundación, flujos de barro y detrito, caídas de rocas y deslizamientos en zonas de Lago Puelo y El Hoyo afectadas por los incendios de 2021. Fuente: Equipo Técnico Ejecutor: UNPSJB, Sede Esquel. ....	40
Ilustración 11. Mapa de las áreas afectadas considerando la categoría de ordenamiento territorial de los bosques.....	41
Ilustración 12. Ubicación del incendio denominado el Boquete y tipos de vegetación dominante afectados.....	43
Ilustración 13. Ubicación del incendio denominado Golondrinas y tipos de vegetación afectados .....	43
Ilustración 14. Ubicación del incendio denominado Cholila y tipos de vegetación afectados .....	44
Ilustración 15. Ubicación de las áreas afectadas por los incendios, incluyendo aquellas en la provincia de Río Negro, indicadas en color naranja .....	45
Ilustración 16. Mapa de severidad del incendio denominado el Boquete. Fuente: Diego Mohr Bell, CIEFAP .....	48
Ilustración 17. Mapa de severidad del incendio denominado Golondrinas. Fuente: Diego Mohr Bell, CIEFAP .....	49
Ilustración 18. Zona conocida como Cascada Corbata Blanca. ....	51
Ilustración 19. Zona de Laguna Espejo, localidad de el Hoyo .....	52
Ilustración 20. Bosque de Nothofagus pumilio (Izquierda) y Nothofagus dombeyi (derecha) afectados por fuego de severidad alta en el sector Corbata Blanca .....	58
Ilustración 21. Media y error estándar de la riqueza (A) y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo (B) y alto (C), y cobertura del suelo desnudo (D) y del estrato superior (E) en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos .....	60
Ilustración 22. Media y error estándar de la cantidad de individuos de especies nativas y exóticas leñosas regenerados a partir de semilla en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos .....	61
Ilustración 23. Media y error estándar de la cantidad de individuos de especies nativas y exóticas leñosas regenerados a partir de rebrote en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos .....	62
Ilustración 24. Rebrote de Schinus patagonicus (izquierda) y Nothofagus antartica (derecha).....	64
Ilustración 25. Regeneración Pinus radiata en sector Golondrinas .....	64
Ilustración 26. Daños materiales sufridos por productores de Lago Puelo según tipo de bien afectado. Fuente: Informe de Gestión 2020-2021, áreas de Desarrollo Económico y Producción de la Municipalidad de Lago Puelo .....	65
Ilustración 27. Priorización de áreas para restauración en las zonas afectadas por incendios en 2021 en la Comarca Andina .....	71



## **Abreviaturas**

**APN – Administración de Parques Nacionales**

**CIEFAP - Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico**

**CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas**

**CORFO – Corporación de Fomento Chubut**

**FUNDAEP - Fundación para el Desarrollo Forestal, Ambiental y del Ecoturismo Patagónico**

**INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**

**MAyCD - Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable - Chubut**

**MAyDS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación**

**SNMF - Servicio Nacional de Manejo del Fuego**

**SB - Secretaría de Bosques de Chubut**

**UNCO – Universidad Nacional del Comahue**

**UNPSJB – Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco**

**El presente trabajo debe referenciarse de la siguiente forma:**

**Secretaría de Bosques, Dirección Nacional de Bosques, CIEFAP. 2022. PROPUESTA INTEGRAL DE MANEJO Y RESTAURACIÓN DE LAS GRANDES ÁREAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS FORESTALES DEL AÑO 2021 EN LA COMARCA ANDINA EN LA PROVINCIA DE CHUBUT. 102 pp.**

## RESUMEN EJECUTIVO

### Nombre del Proyecto:

“Propuesta Integral de Manejo y Restauración de las Grandes Áreas Afectadas por los Incendios Forestales del año 2021 en la Comarca Andina en la Provincia de Chubut”.

### Plazo de Ejecución:

Visión estratégica de 30 años, definición programática inicial de 10 años. Iniciando en el año 2022.

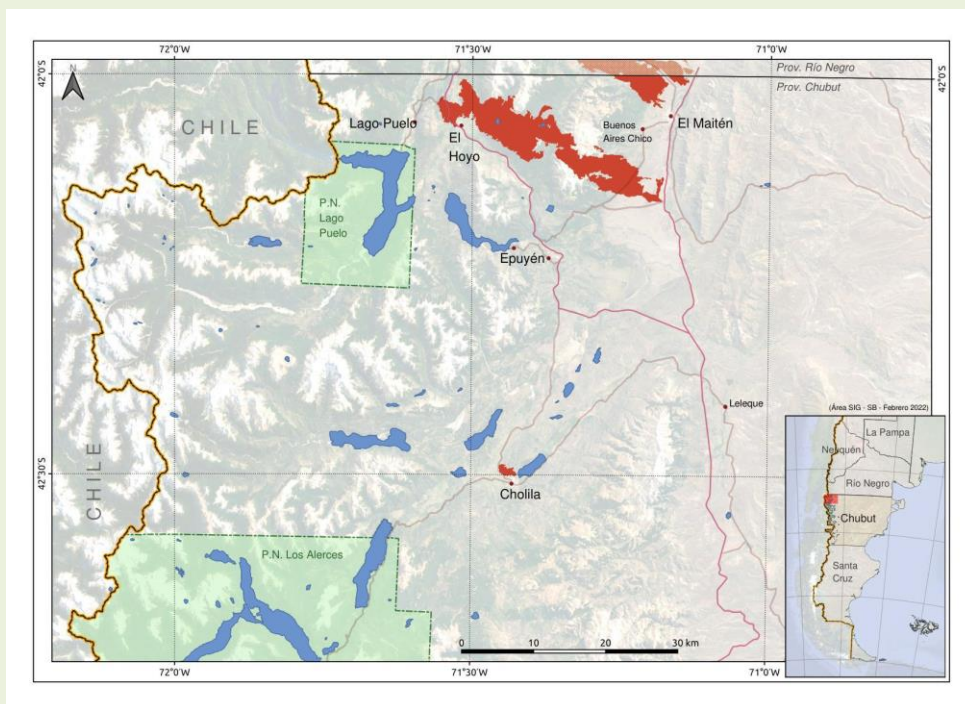
### Área de Influencia geográfica:

Zonas afectadas por los grandes incendios forestales del año 2021 dentro de la Jurisdicción de la Provincia del Chubut, comprende las siguientes localidades:

**El Maitén:** El incendio forestal denominado “El Boquete” fue una continuación del incendio proveniente de la localidad vecina de El Bolsón “Cuesta del Ternero”, este pasó a la jurisdicción de Chubut el día 07/03/21 afectando una superficie aproximada de 7.500 ha, de bosque nativo e implantado y matorral leñoso.

**Lago Puelo - EL Hoyo – El Maitén:** El incendio denominado “Las Golondrinas” tuvo origen el día 09/03/21, arrasando con la vegetación, viviendas e infraestructura presente, dando origen al incendio de interfase más complejo de la historia de la Patagonia. Este consumió una superficie aproximada de 12.823 ha, de bosque nativo e implantado.

**Cholila:** en esta localidad coincidiendo el día del incendio de “Golondrinas”, horas después comenzó el incendio denominado “Cholila”, lindero al casco urbano, afectando una superficie aproximada de 249 ha, de bosque nativo e implantado.



*Figura de ubicación general del área del plan.*

## **Objetivos**

El objetivo general es promover la restauración de las superficies quemadas, así como la aplicación de técnicas de manejo y restauración asociadas a futuros usos, fortaleciendo el trabajo de la mesa interinstitucional de restauración de la provincia del Chubut, fomentando la participación social y que esta sea protagonista de las actividades que se realicen en el marco del plan, con una visión en el mediano plazo de 30 años.

Objetivos específicos:

- Realizar una cuantificación y localización de los tipos de vegetación afectados por los incendios en general;
- Determinar el grado de severidad de los distintos incendios;
- Identificar las áreas prioritarias de conservación en el corto plazo;
- Identificar las áreas prioritarias para prevenir la erosión del suelo y promover su recuperación;
- Establecer recomendaciones para el manejo y recuperación de las áreas quemadas;
- Establecer lineamientos para el manejo ganadero de las áreas afectadas;
- Planificar la cosecha de semillas, viverización de árboles y arbustos nativos y consecuentes actividades de reforestación de las distintas especies afectadas para un período inicial de 10 años;
- Promover la creación de viveros forestales familiares, escolares, comunitarios y de privados, con el objeto de aumentar la demanda de plantas de calidad;
- Promover plantaciones con fines productivos y ecológicos con especies nativas en zonas de interfaz;
- Promover la adopción y adecuación de medidas a escala predial por parte de los productores locales, procurando su involucramiento inicial en la implementación del plan;
- Establecer un registro de los pobladores afectados y acordar formas de trabajo;
- Establecer un programa de monitoreo de las áreas afectadas;
- Proponer acciones de comunicación y difusión del plan de manejo y restauración;
- Proponer el desarrollo de un programa de educación ambiental popular;
- Detectar necesidades de capacitación e investigación.

## **Componentes**

En una primera aproximación, se han desarrollado los principales componentes de manejo y restauración identificados. Es importante destacar, que será necesario adecuar los mismos localmente, como así también las formas de trabajo con las comunidades afectadas. Los componentes inicialmente identificados son:

- Componente de manejo ganadero;
- Componente de manejo adaptativo de especies invasoras;
- Componente de Cosecha, almacenamiento y provisión de semillas

- Producción de plantas, transferencia de Tecnología y aumento de la capacidad productiva;

- Componente de plantaciones en zonas de interfaz y de bosque de altura;
- Componente de educación ambiental popular y participación ciudadana;
- Fortalecimiento del plan, monitoreo e investigación

Debido a la diversidad de situaciones que surgirán en terreno, no solo desde el punto de vista ambiental sino también de los usos, se considera necesario prever financiamiento para actividades complementarias (entre ellas las actividades de protección de suelos). Paralelamente a los componentes detallados para las acciones de manejo y restauración, se han planteado diversos módulos transversales que engloban actividades de monitoreo, capacitación e investigación, comunicación y extensión.

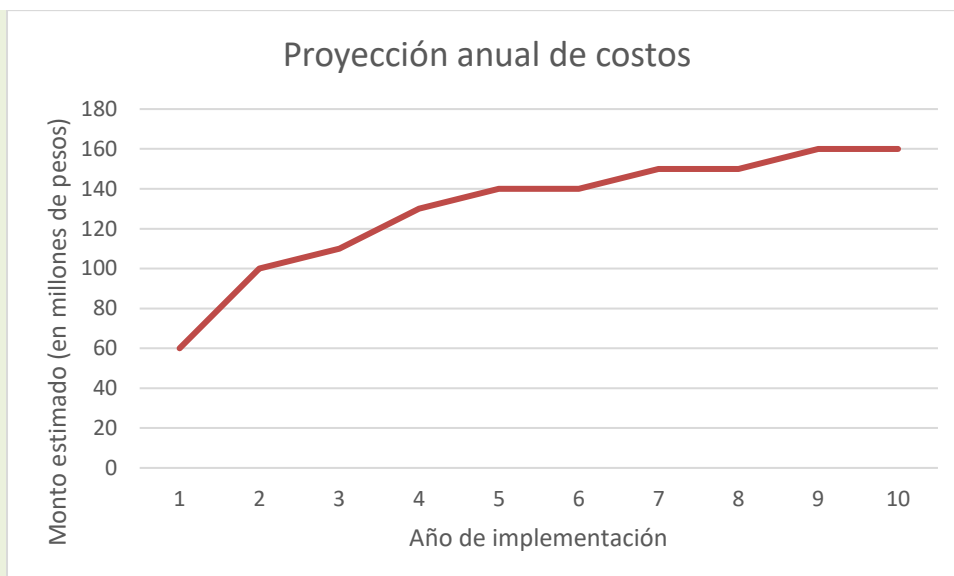
#### **Gestión del proyecto:**

El plan se elaboró como un instrumento marco y de carácter estratégico para el desarrollo de las actividades de manejo y restauración de las grandes áreas afectadas por los incendios en la Comarca Andina. En las temáticas en las que hay mayor nivel de información técnica, así como consenso, el plan llega a propuestas operativas. En las demás temáticas se establecen las principales líneas de trabajo y se propone que para la toma de decisiones se avance en una escala predial con la participación de los actores afectados y la comunidad local. El paso siguiente del presente plan, es la profundización de los programas, y la elaboración de planes operativos anuales, con el consenso de los distintos actores.

Dada la necesidad de anclar las actividades en un esquema de mediano a largo plazo, es necesario fortalecer la “Mesa Interinstitucional de Restauración de la Provincia del Chubut”, órgano consultivo asociado en donde se encuentran representados las instituciones referentes en la materia y donde será necesario incorporar mediante mecanismos participativos a los distintos actores locales.

#### **Costos y Financiamiento**

La implementación de las acciones propuestas en el plan dependerá de muchas variables – ambientales, técnicas, y de aceptación-acompañamiento social, entre otras, sin embargo, en principio será necesario gestionar financiamiento a corto y mediano plazo del mismo. En una primera aproximación, para los siguientes 10 años, se estima que se necesitarán unos 1.300.000.000 de pesos (10.900.000 de dólares en valores actuales) para la implementación inicial del plan. Esto involucra la reforestación de **4478 ha** consideradas como prioritarias y factibles de realizar en el corto a mediano plazo.



Los costos estimados tienen mayor nivel de precisión en las actividades de protección, producción de plantas, forestación, manejo ganadero y educación ambiental, de zonas identificadas prioritariamente para los primeros diez años del plan. Para el resto de las actividades, si bien se presenta una estimación de costos, se necesitará avanzar en precisar las recomendaciones técnicas y las adecuaciones locales, lo que podría implicar la identificación de nuevas o mayores demandas de fondos. En todo caso, los montos aquí expresados representan un presupuesto mínimo para poder abordar integralmente los objetivos del plan.

Esta planificación general, se irá readecuando, y especificando en mayor detalle en los programas operativos anuales, en virtud de los acuerdos locales que se vayan logrando para su implementación, el nivel de precisión de la actividad en particular a realizar, y la asignación de fondos en general.

Se destaca el esfuerzo realizado desde distintas instituciones públicas para la canalización de fondos, como así también se han observado también algunas iniciativas privadas a través de ONG's. La transformación de estos esfuerzos institucionales en actividades programáticas brindaría un marco de previsibilidad importante para la implementación del plan (por ejemplo, fondos comprometidos por la MAyDS, asignaciones de la Secretaría de Bosques en el marco de la Ley Nacional 26331).

Además, será necesario complementar algunas plantaciones dentro del presupuesto provincial de un programa que sea en parte afrontado con fondos provenientes de las Leyes Nacionales 25080 y 26509, del Programa de Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (en el ámbito de la MAyDS y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación). Complementariamente, se deberían canalizar las contribuciones privadas en diferentes formas, y reforzar la exploración de programas internacionales.

## **ANTECEDENTES**

### **Introducción general**

En la era del Antropoceno se estima que el 75 % de la superficie habitable del planeta presenta algún grado de alteración por la actividad humana, y actualmente no quedan dudas de las consecuencias que esto tiene tanto para la persistencia de los ecosistemas como para para la seguridad y el bienestar de las personas (IPBES 2018).

Frente a la transformación y degradación del ambiente la restauración ecológica representa una herramienta para la recuperación de especies, procesos y servicios ecosistémicos con la capacidad de influir directamente en la calidad de vida de las personas.

La necesidad de revertir los niveles de degradación alcanzados lleva a que se encuentren en marcha esfuerzos a escala planetaria para la recuperación de ecosistemas como el desafío Bonn y la declaración de la Asamblea General de las Naciones Unidas del período 2021-2030 como la década para la Restauración de los Ecosistemas (<https://www.decadeonrestoration.org/>), la cual tiene el doble objetivo de reducir los gases de efecto invernadero y fortalecer la seguridad alimentaria. A estas iniciativas se suman otras a escala regional como la iniciativa 20x20 (<https://initiative20x20.org/>) que propone revertir la degradación de 50 millones de hectáreas en Latinoamérica para el 2030. Estas iniciativas conllevan a que el mundo se esté embarcando en programas de restauración sin precedentes (Aronson & Alexander, 2013), con la implicancia de que los objetivos de restauración, su ejecución y los avances organizacionales, tecnológicos y científicos asociados deban dar un salto cualitativo.

En particular los bosques se encuentran entre los ecosistemas terrestres con mayor biodiversidad y oferta de bienes y servicios utilizados por las personas a escala global (Aerts & Honnay, 2011). A la vez, debido a los cambios de uso de la tierra como avances de la frontera agrícola y de la urbanización sobre áreas boscosas, y a los efectos negativos del cambio climático como aumento de la incidencia de sequías e incendios, el 70% de los bosques del mundo se encuentra en peligro de degradación (Hadad et al., 2015). En respuesta existe un interés particular en la restauración y conservación de los bosques, del que Argentina no es excepción.

De hecho, en Argentina las acciones de restauración de bosques registran un crecimiento exponencial desde el año 2000 (de Paz et al., 2019), y la implementación del plan de restauración de bosques impulsado por la Secretaría de Ambiente ha desembolsado más de 60 millones de pesos en los últimos años con el objetivo de la restauración de 20000 ha por año hasta el 2023.

Los bosques de la Patagonia andina constituyen uno de los focos para la ejecución del plan nacional de restauración debido al aumento en el nivel de degradación en los últimos años. Algunos sectores de esta región experimentan una marcada tendencia de crecimiento poblacional, asociado a la expansión de áreas de interfase urbano-natural, motorizada por las motivaciones humanas de acceso a la tierra y a los atractivos ambientales allí presentes (Godoy et al., 2019; Mosso et al., 2021). Además de la disminución y fragmentación directa de superficie boscosa, un aspecto destacable de este proceso es que los focos de ignición de origen humano aumentan marcadamente en las áreas de interfase, y que esto representa un aumento significativo en el número total de igniciones en la región (Curth et al., 2011; Mundo et al., 2013). En conjunto con períodos de altas temperaturas y bajas precipitaciones, así como de características de la vegetación en los focos de incendio, esto determinó la incidencia de incendios forestales de gran magnitud en la última década (Tiribelli et al., 2019; Garreaud, 2018), que derivó en el escalamiento de las acciones de restauración (Ej. Plan de Restauración Chubut 2015).

La implementación de acciones de restauración en esta región debe considerar que naturalmente son ecosistemas sensibles a cambios en los regímenes de fuego, presentando estados alternativos estables, como ser los matorrales de especies con alta capacidad de rebrote, que a su vez pueden contribuir a una mayor inflamabilidad del paisaje (Tiribelli et al., 2019). A lo que se suma la interacción con cambios antrópicos como la introducción en grandes superficies de especies forestales exóticas con efectos sinérgicos sobre la propagación y ocurrencia de incendios (Franzese & Raffaele, 2017).

En esta región la degradación derivada de los incendios forestales y las transformaciones asociadas del paisaje afectan una multiplicidad de usos humanos, entre los que pueden contabilizarse como tradicionales el maderero, ganadero, y el uso recreativo de los ecosistemas naturales. Este último, a diferencia de lo que ocurre en otros bosques del país, ha definido en gran parte la identidad social de la región (Vejsbjerg & Nuñez, 2014) y constituye una importante actividad económica.

La incorporación del marco conceptual de los servicios ecosistémicos (SE) al diseño de planes de restauración y manejo es una herramienta para la generación de soluciones ya que desde su concepción vincula a la naturaleza con las necesidades humanas buscando esclarecer alternativas de gestión (Nahuelhual et al., 2017; Weyland et al., 2019; Peri et al., 2021). Los SE se definen como “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas” (MA, 2005). La utilización de medidas cuantitativas de SE como guía para la priorización de áreas para restauración constituye una herramienta para la definición clara de los objetivos de estas acciones, su discusión y posterior evaluación.

Es por ello que este plan integra información detallada sobre los eventos de incendios forestales, sus impactos sobre los ecosistemas afectados, diagnósticos de la recuperación inicial, potenciales amenazas al proceso de restauración, así como la provisión potencial de SE, instrumentos financieros y estrategias de participación ciudadana, para que las prácticas de restauración de bosque se constituyan como un escenario de transformación de la relación sociedad-bosque, guiadas por la sostenibilidad en la provisión de SE. No obstante, para ello el plan deberá considerar la interacción de las condiciones locales con el cambio climático, cuyos efectos potencialmente dificultan la regeneración del bosque, e incrementan la necesidad de generar paisajes menos inflamables.

### **Los incendios forestales en Chubut**

Los incendios forestales en la provincia del Chubut son la fuente principal de degradación y deforestación de los bosques nativos e implantados. Solo considerando las últimas 19 temporadas de incendios forestales, la suma total afectada por estos eventos se aproxima a las 100.000 hectáreas<sup>1</sup> (de las cuales 90.000 corresponden al último decenio). Esta cifra representa un 10% de los bosques<sup>2</sup> de la Provincia. Previo a la temporada 2015-2016, donde siniestros individuales alcanzaron magnitudes no registradas desde los grandes incendios forestales de la década del 40 (Tortorelli, 1947), la superficie media anual afectada (período 2002-2014) era aproximadamente de 3915 ha, con unos 167 focos en promedio por temporada. En los últimos años la superficie afectada de bosque nativo se ha incrementado considerablemente, como el caso del año 2015 en el que fueron afectadas 40 000 ha de bosque.

Si bien la tendencia del número de focos es decreciente, se observa una cierta periodicidad de temporadas en las que la superficie afectada tiene una magnitud superior a la media y que estos ciclos ocurren cada vez con mayor frecuencia.

Los eventos regionales que determinan la mayoría de la superficie quemada se encuentran asociados a sequías extremas como la registrada en el año 2007, 2008, 2015 y 2021.

1 Esta cifra se aproxima a las 190.000 ha al considerar los registros del Servicio Provincial de Manejo del Fuego existentes desde el año 1978. Sin embargo, la serie de datos completa no fue considerada en este trabajo dado que algunos años hay faltante de datos.

2 Considerando bosque nativo y forestaciones, los cálculos no incluyen a la categoría estepa arbustiva.



Distintos estudios que incluyen el análisis de datos climáticos indican que los años con fuegos forestales extensos en Patagonia norte coincidieron con primaveras y veranos más secos y cálidos que la media, y que además se corresponden con estadios tardíos de eventos de La Niña. Asimismo, y considerando sólo los 10 años de fuegos más extensos desde 1740 hasta 1995, se observó que coincidían con los veranos cálidos que siguieron a eventos fuertes o muy fuertes de El Niño (Veblen et al. 1999). Es así que independientemente de la causa que pueda provocar la ignición, es el estado

del tiempo meteorológico y su influencia sobre el contenido de humedad de los combustibles el determinante para que un foco se transforme en un incendio de proporciones (Luce et al. 2012).

Las cifras antes mencionadas no se condicen hasta la fecha, con programas específicos de recuperación y restauración de áreas degradadas en escalas de intervención similares a las tasas de superficies afectadas. Sin embargo, en el año 2015 se elaboró el “Programa Integral de Manejo y Restauración de las Grandes Áreas Afectadas por los Incendios Forestales de la Temporada 2014-2015 en la Provincia de Chubut”, que contempla una visión estratégica a 30 años, con el objetivo de dar respuesta a las demandas de la comunidad, fuertemente sensibilizada luego de los incendios, y promover la recuperación del bosque nativo. El documento se elaboró con la participación de reconocidos técnicos y profesionales de la mayoría de las instituciones de la región.

Este programa comenzó con la ejecución de actividades en el año 2017 y ha permitido sostener e incrementar la recolección de semillas de árboles y arbustos nativos, la producción de plantas en viveros forestales privados y estatales -actualmente se producen anualmente 80.000 plantines- y se reforestaron más de 500 hectáreas en los últimos 5 años –sumando un total de 250.000 árboles plantados a una densidad promedio de 500 plantas/hectárea- pasando de la escala experimental preexistente a una operativa de un impacto mayor. Además, se consolidó la capacidad institucional en general, se fortalecieron roles específicos, se capacitó y dio participación a grupos de productores, se acompañó a las escuelas de la zona en materia de educación ambiental y generación de capacidades de producción con fines educativos. Con ello puede afirmarse que existen en la provincia las capacidades institucionales para sostener el programa en el mediano plazo, siempre y cuando, desde el Estado se continúen y fortalezcan, las políticas públicas en esta materia.

Las fuentes de financiamientos se realizan a través de proyectos de ejecución de la Dirección Nacional de Bosques (MAyDS) y de la Secretaría de Bosques de la provincia del Chubut, destinando anualmente del presupuesto provincial un monto para el desarrollo del programa y otra parte importante del presupuesto está integrado de un porcentaje de los fondos disponibles en el marco de la Ley de Bosque Nativo N° 26.331 a la ejecución del programa y prioriza las tareas de

restauración en la asignación de fondos a beneficiarios de proyectos de la ley. Además, existe el aporte y trabajo en conjunto con ONG's vinculadas al cuidado y recuperación del bosque nativo, las cuales promueven la participación social de la comunidad, en muchos casos por intermedio de programas de voluntariado.

### **La temporada de incendios forestales 2020-2021**

Según el informe elaborado por el Sistema de Evaluación de Peligro y Alerta Temprana, en la temporada de incendios 2020-2021 la región patagónica presentó déficit de precipitaciones, en particular las estaciones norcordilleranas (Chapelco, Bariloche y Esquel) las cuales acumularon 7 meses continuados con precipitaciones por debajo de sus valores medios. Sumado a esto, las temperaturas fueron del orden de los 2°C superiores a los valores normales para la época. Puntualmente algunas estaciones registraron +7°C en sus temperaturas máximas, donde se registraron algunos récords en el marco de la ola de calor que afectó la región a principios de febrero, por ejemplo, El Bolsón, Río Negro con 38,2°C el día 5/2 (récord histórico de máximas absolutas, Figura 1)

Tomando como referencia la estación meteorológica del aeropuerto de Esquel, por ser la más cercana a la localidad de El Hoyo y porque cuenta con información histórica necesaria y un seguimiento constante de las condiciones, podemos observar que para la época de ocurrencia del incendios en cuestión, los valores de la disponibilidad de los combustibles (vegetación) se encontraban superando los máximos históricos, tanto para la época, como para cualquier otro momento de la temporada, es decir pasando los máximos absolutos (Figura 2).

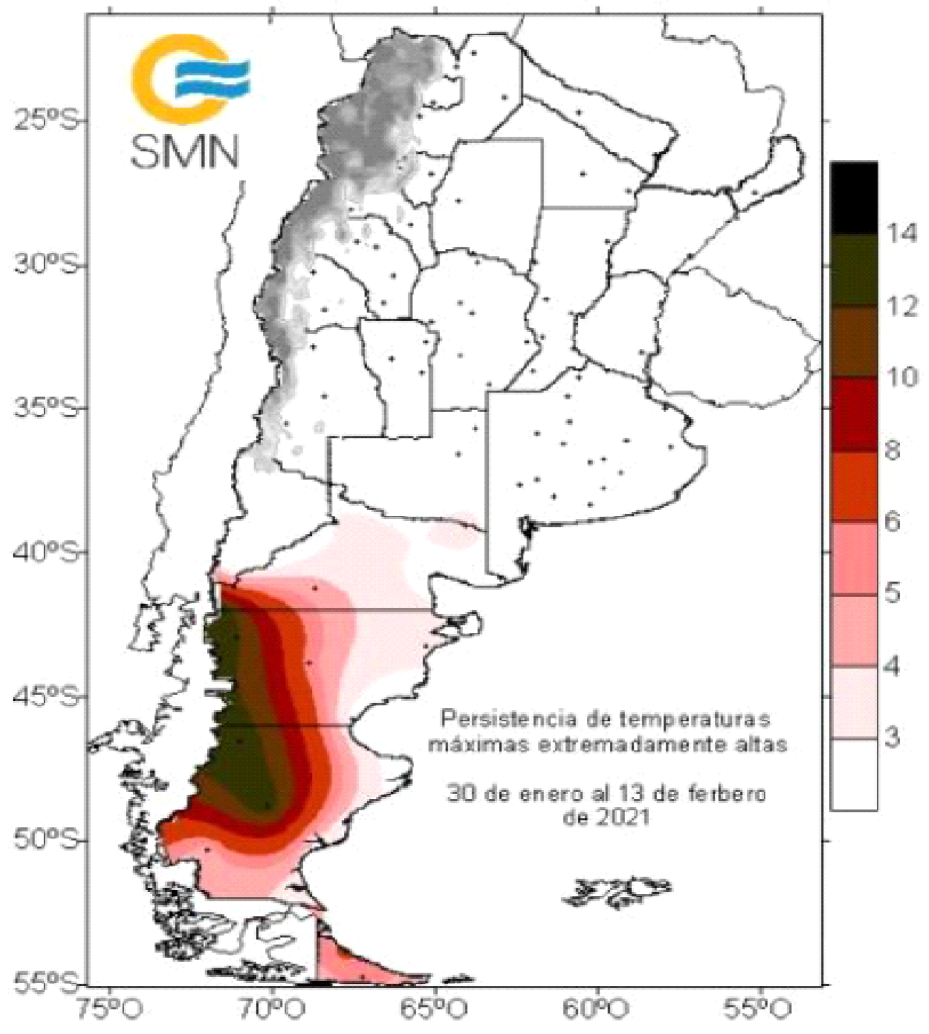


Figura1: Mapa de Persistencia de días con temperaturas extremadamente altas entre el 30/01/2021 y el 13/02/2021.

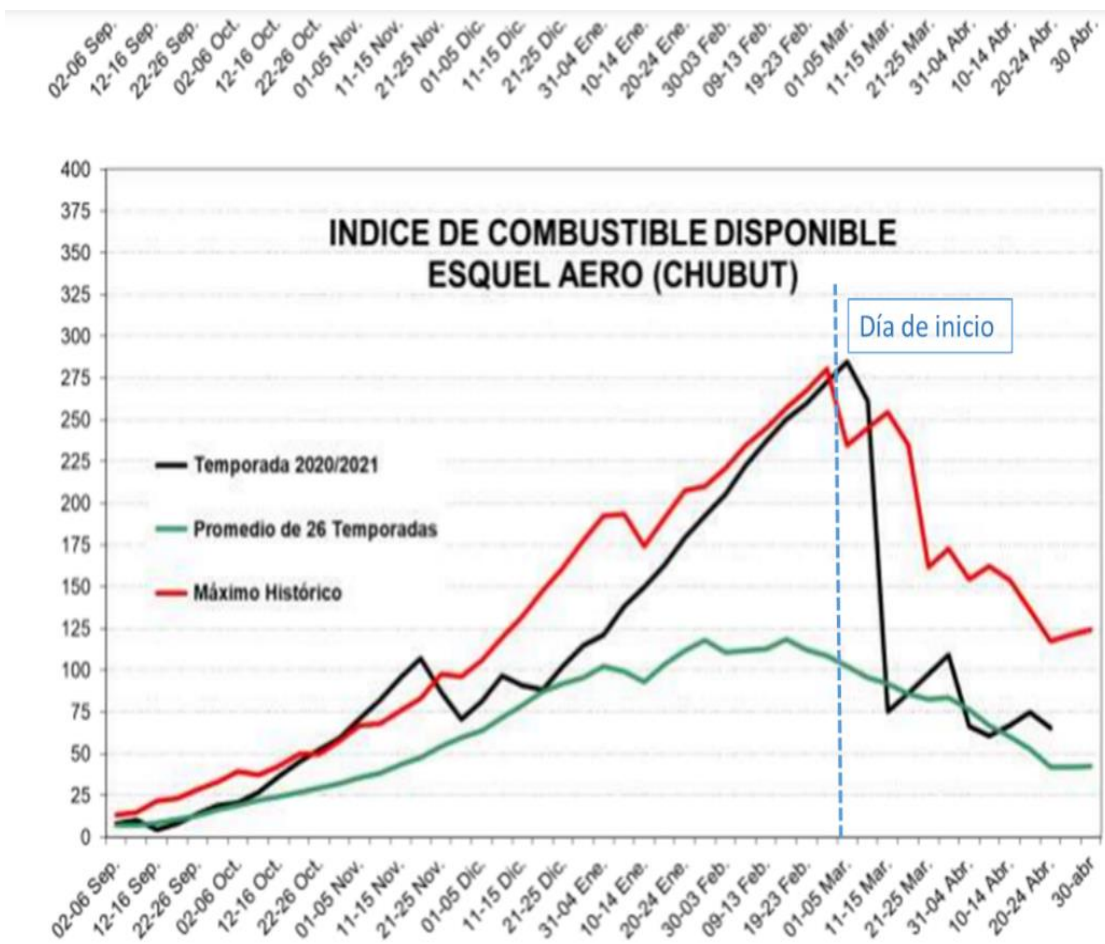


Figura 2. Índice de combustible disponible, Aeropuerto Esquel.

### Condiciones meteorológicas del Incendio

Las condiciones meteorológicas previas respecto a la precipitación, durante el mes de enero, en el sur de Neuquén, oeste de Río Negro y noroeste de Chubut como así también el extremo sur del país, registraron marcas por debajo del promedio (Fig.3). En febrero, la situación de déficit continuó en las zonas mencionadas anteriormente (Fig.4).

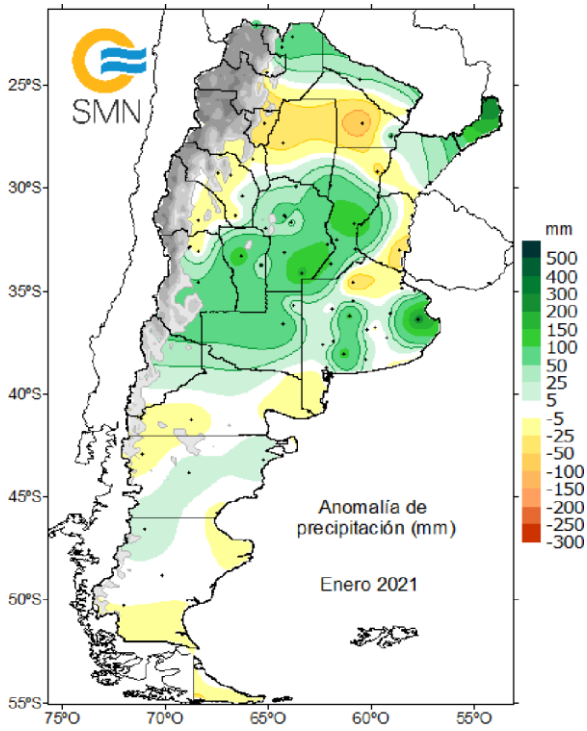


Figura 3. Anomalía de precipitación media en mm para el mes de enero de 2021

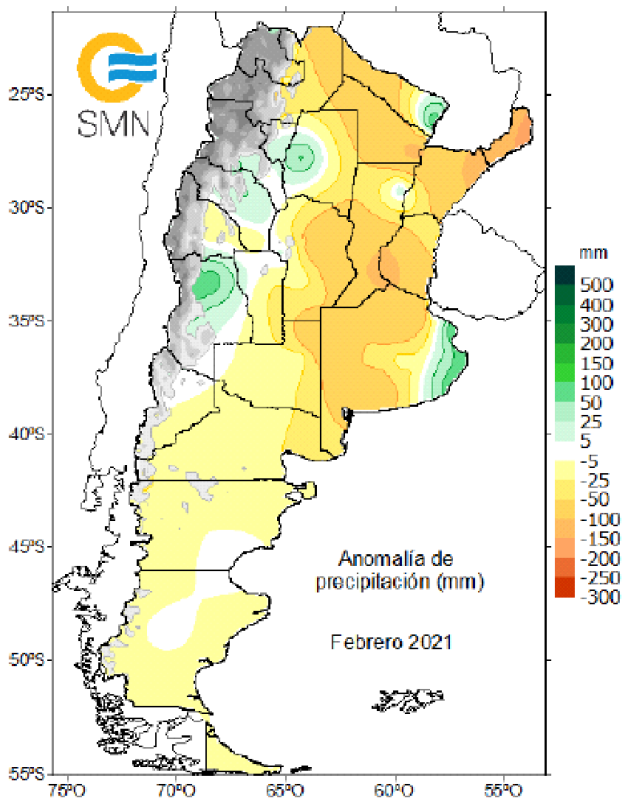


Figura 4 anomalías de precipitación media en mm para el mes de febrero de 2021. Ilustración 5

Los días previos al día de inicio de los incendios en Lago Puelo y Las Golondrinas se caracterizaron por condiciones de estabilidad atmosférica provocando un aumento de la temperatura durante varias jornadas consecutivas. El día 09/03/2021, sobre el noroeste patagónico se produjo el ingreso de un importante frente frío. Previo a su pasaje, la aproximación del fenómeno dio lugar en las horas previas a un marcado incremento de la intensidad del viento del noroeste con ráfagas, temperaturas elevadas y muy bajos valores de humedad relativa.

Debido a la orientación de los valles, entre las localidades de El Bolsón (Río Negro) y El Hoyo (Chubut), el viento registraba dirección norte y noroeste en las zonas más elevadas. A las 15 hs del día del inicio del incendio (9/03/21) se registraron 30,9°C con 17% de humedad relativa en la estación meteorológica de El Bolsón (Río Negro) con viento norte a 43 km/h. A las 21hs., la intensidad del viento era de 54 km/h con la misma dirección. Las condiciones mencionadas favorecieron el rápido desarrollo de los incendios que comenzaron en Golondrinas y Lago Puelo, extendiéndose hasta el cruce de las rutas N° 70 y N° 6 a 10 km al sur de la localidad de El Maitén. El día 10/03/21 se registraron precipitaciones abundantes, las cuales detuvieron el avance de las llamas, pero las tareas de control se extendieron durante las siguientes semanas.

#### **Indicadores de peligro para el día de Inicio**

Lo característico de estos incendios fue su velocidad de propagación, llegando a alcanzar 45 metros por minuto, permitiendo avanzar a una a una distancia de 33 km en apenas 12 horas. Estos valores son poco frecuentes, para la zona cordillerana y para el tipo de vegetación afectada. Donde la mayoría de la superficie afectada en el “incendio de las golondrinas” se quemó en las primeras 12 horas. Si bien después el incendio continuó activo durante varios días, lo afectado en ese tiempo es ínfimo en relación a la superficie total.

Para este día los datos en dos estaciones meteorológicas de referencia, que son el Aeropuerto de Bariloche y de Esquel, muestran los siguientes indicadores de peligro de la hora estándar (12 hs del mediodía) proyectados para la hora 16:00 (donde es mayor el peligro de ocurrencia de incendios forestales) son los siguientes:

- El Indicador de humedad de combustible fino (FFMC) se encontró en valores extremos donde la ignición es practicante segura ante la exposición de la vegetación a cualquier fuente de calor, tal que al ocurrir un incendio su propagación registrará numerosos focos secundarios a distancias relativamente importantes.

- Los indicadores de contenido de humedad de los combustibles medios y gruesos (DMC, DC y BUI) presentaban valores de una magnitud que indicaban que los mismos se encontraban disponibles para arder debido al relativo contenido de humedad y la disponibilidad total. Por lo tanto, de ocurrir un incendio estos aportarían energía al desarrollo del fuego aumentando así su intensidad. Como se mencionó anteriormente, para la estación de Esquel este valor está alcanzando los valores máximos históricos de los últimos 26 años.
- El Índice relativo de velocidad de propagación del fuego (ISI) se considera alto cuando ronda el valor de 10. En ambas estaciones se observaron valores que indican una rápida propagación del fuego con valores de 11 y 9 para las estaciones de Bariloche y Esquel respectivamente. Este valor está fuertemente determinado por la velocidad del viento, que a las 12 hs registró 9 y 6 km/h en cada una de las estaciones (Tabla 1 y Tabla 2). Si realizamos un ajuste de este valor con los datos de velocidad de viento de la hora 16 para la estación de Esquel, se encontró que los valores del índice de velocidad de propagación (ISI) aumentaron a 24 (Tabla 3), lo cual indica que se esperaba desde punto de vista de la propagación un comportamiento del fuego extremo.
- Por último, el índice relativo de Intensidad del fuego (FWI) -que es el indicador de intensidad relativa de un incendio-, en ambas estaciones se observaron valores dentro de la categoría “Muy Alto”, si en el caso de la estación de Esquel tomamos en cuenta la actualización con el valor de viento de la hora 16, quedaría un valor de 68 y para esta estación a partir de 50 se considera que el incendio tendrá un comportamiento extremo.

Esta situación dio lugar al desarrollo de una serie de eventos simultáneos de comportamiento extremo, donde se vieron afectadas numerosas viviendas y se registraron víctimas fatales. La superficie afectada en la región superó las 20.000 hectáreas, sumando los incendios de “EL Boquete” (24/02/2021) con 7.500 ha, Cholila aproximadamente 250 ha y los incendios del 9 de marzo en las Golondrinas que registraron un valor cercano a las 13.000 ha.

### Tablas de índices

Cuadro 1. Índice estándar estación San Carlos de Bariloche para el día 09/03/21

Fecha	T (°)	Hum. Rel. (%)	Viento (km/h)	PP. (mm)	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI
09/03/2021	23,4	21	6	0	93,1	256	895	9	299	37

Cuadro 2. Índice estándar estación Esquel para el día 09/03/21

Fecha	T (°)	Hum. Rel. (%)	Viento (km/h)	PP. (mm)	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI
09/03/2021	19,9	27	9	0	93,1	256	895	11	299	41

Cuadro 3. Índice Ajustado a las 16 hs Estación meteorológica de Esquel, día 09/03/21

Fecha	Temp.	Hum. Rel.	Viento	PP.	FF MC	DM C	DC	ISI	BUI	FW I
09/03/2021	23,4	21	<b>26</b>	0	93, 1	256	895	<b>24</b>	299	<b>68</b>

### Valores de Referencia

FFMC Escala 0 a 101	<75	Raramente hay focos
	75–85	Presencia de focos
	≥ 85	Mayor porcentaje de focos
	≥ 92	Numerosos focos secundarios a distancia



ISI Escala 0 a infinito el más variable	10	Umbral para el inicio del coronamiento en la mayoría de los modelos de combustible para coníferas.  Rápida propagación en combustibles finos.
	20	Comportamiento del fuego extremo.

BUI Escala 0 a infinito	< 30	Fuegos superficiales de hojarasca de baja intensidad
	30	Combustibles más profundos y más pesados se involucran
	60	Umbral para el comportamiento continuo/extremo de un incendio, problemas en las tareas de liquidación.
	90	Comportamiento del fuego severo, más errático.

FWI Escala 0 a infinito	3	Umbral para combustión sostenida y crecimiento del fuego.
	25	Inicio del coronamiento; comportamiento del fuego extremo en la mayoría de los modelos de combustible de coníferas.
	50	Comportamiento del fuego severo, los fuegos más desastrosos se dan en este rango.

### **MARCO CONCEPTUAL PARA LA RESTAURACIÓN**

Según la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), la restauración ecológica (RE) es el proceso de asistencia a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004), por causa directa o indirecta de la acción antrópica. El enfoque clásico de la RE ha sido el de tratar de restablecer las funcionalidades ecológicas del ecosistema original, tomando como modelo un ecosistema de referencia. Sin embargo, la necesidad de restaurar

ecosistemas para restablecer la capacidad productiva de las tierras degradadas, considerando el uso sustentable de los mismos, ha determinado que el enfoque en la actualidad sea mucho más inclusivo (Shackelford et al. 2013). En este sentido, y según dónde y cómo se realicen las intervenciones, la restauración contempla entonces tanto los objetivos de conservación como los de producción (Urretavizcaya et al. 2015).

En la más simple de las situaciones, la restauración implica eliminar o modificar una alteración específica, es así que el agente de degradación es identificado y removido para permitir que los procesos ecológicos se recuperen por sí solos, denominándose en este caso restauración pasiva (McIver y Starr 2001). En situaciones más complejas es necesario la reintroducción intencional de especies autóctonas que se han perdido, mediante distintas técnicas de manejo como plantación, siembra, denominándose en este caso restauración activa. A su vez, las denominaciones de restauración pasiva y activa, representan los extremos de un continuo de nivel de intervención humana en el proceso de recuperación, con múltiples variaciones y combinaciones intermedias que en la práctica frecuentemente conviven en el paisaje o se suceden en el tiempo (Chazdon et al., 2021).

No obstante el mecanismo empleado, las distintas intervenciones se realizan con una idea particular de estructura deseada, composición o patrón ya definida, que la SER denomina ecosistema de referencia. Este ecosistema de referencia sirve como modelo para preparar el proyecto de restauración, y para su posterior evaluación.

Un ecosistema se considera recuperado (o restaurado) cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo sin asistencia futura o subsidios, es decir que puede sostener su estructura y funcionamiento por sí mismo (atributos). Por lo que se puede observar resiliencia dentro de los rangos normales de estrés ambiental y disturbios, pudiendo además interrelacionarse con ecosistemas contiguos en términos de flujos bióticos y abióticos. De esta manera los ecosistemas son dinámicos, es decir, cambian como resultado de los efectos e interacciones de los factores internos y externos, dicha dinámica se conoce como sucesión ecológica (Vargas, 2011).

Se reconoce que no es esencial la expresión total de todos estos atributos para demostrar la restauración. Sólo se necesita que estos atributos demuestren una trayectoria apropiada de desarrollo ecosistémico hacia la meta o la referencia deseada. Algunos atributos son fácilmente mensurables, mientras que otros se tendrán que evaluar indirectamente, incluyendo la mayoría de las funciones de un ecosistema, las cuales no se pueden medir sin recurrir a investigaciones que excederían la capacidad y el presupuesto de la mayoría de los proyectos de restauración.

La SER (2004) reconoce 9 atributos, sin embargo, en la práctica, la mayoría de los estudios realizados se basan en 3 grandes grupos de atributos de los ecosistemas (Ruiz-Jaen y Aide 2005):

- 1) Diversidad (riqueza y abundancia de organismos);
- 2) Estructura de la Vegetación (cobertura de la vegetación, densidad de especies arbóreas y perfiles de la vegetación, como indicadores de la dirección de la sucesión vegetal);
- 3) Procesos Ecológicos (ciclo de nutrientes e interacciones biológicas porque provee información sobre la resiliencia del ecosistema restaurado);

### **Escalas de intervención**

La restauración puede ser aplicada a diferentes escalas y por tanto, a pesar de que se siguen las mismas técnicas y principios, para cada escala se presuponen diferencias en su aplicación debido a que también son diferentes las metas. Las escalas en cuestión son: Hábitat, Especies, Comunidades, Ecosistemas y Paisajes. Asimismo, la tendencia actual es ver a la restauración ecológica enfocada hacia:

- La recuperación de las funciones de los ecosistemas (procesos);
- La recuperación de las interacciones biológicas (relaciones);
- La obtención de ecosistemas autosustentables, íntegros y sanos (evolución y continuidad);
- La recuperación de los bienes y servicios que aportan los bosques (al hombre y los animales);
- La participación de las personas como parte y no poseedoras (participación comunitaria y educación ambiental);
- La aplicación de técnicas de manejo adaptativo.

Según Ipinza R. 2021, en relación al grado de alteración del ecosistema en cuestión, dependerá del esfuerzo técnico y económico que deba asignársele al ecosistema para que sea restaurado. En la Figura 5, se observa el gradiente en cuanto al grado de intervención y los esfuerzos técnicos-científicos, económicos, logísticos y tiempo de ejecución. En la escalera de restauración se muestra al nivel teórico las necesidades de intervención que requiere el ecosistema degradado, lo que dependerá del nivel de degradación. Es así como las necesidades o requerimientos de intervención van disminuyendo a medida que se asciende desde el escalón 1, en donde se requieren grandes esfuerzos para restaurar el ecosistema, hasta llegar al último escalón, en donde los esfuerzos de restauración son menores. Es decir, que mientras mayor es el impacto humano sobre el ecosistema, mayor es el tiempo de restauración, mayores son los costos y mayores son las necesidades logísticas y técnicas para tener éxito en el proceso de restauración.

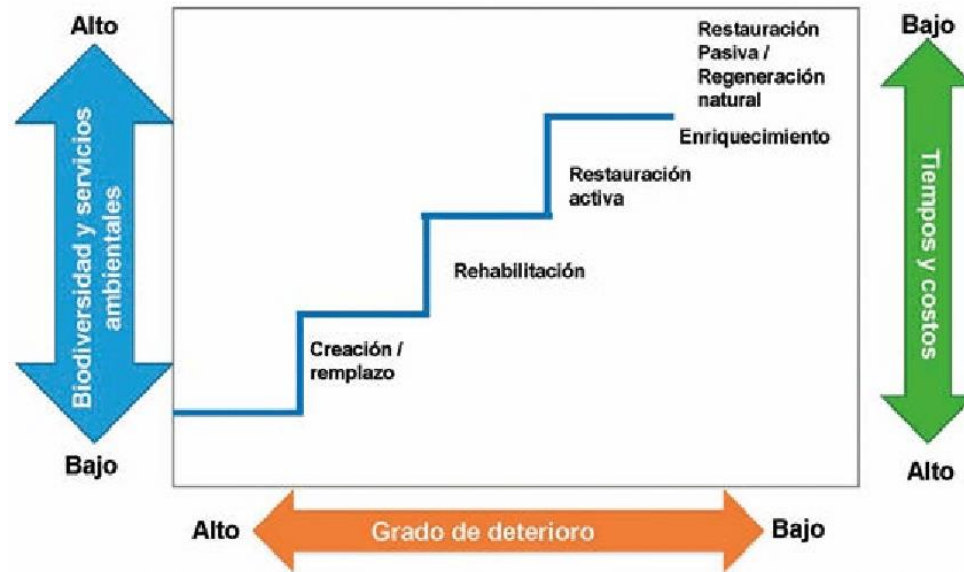


Ilustración 6. Escalera de restauración

### **Etapas de la restauración**

Típicamente en respuesta a los eventos de fuego se consideran dos fases en la actividad de restauración (Vallejo et al., 2007): una a corto plazo que se ejecuta tan pronto como sea posible después del incendio y cuyo objetivo principal es la limitación de la escorrentía y las pérdidas de suelo por erosión durante el primer invierno, y otra, como un segundo conjunto de acciones, que se planifican a mediano y largo plazo, y pretenden ayudar a la reconstrucción de los ecosistemas afectados por el incendio. En el último caso, se debe elaborar un plan de restauración. Para ello es necesario analizar y planificar la restauración de las superficies quemadas, así como la aplicación de técnicas de restauración asociadas a futuros usos y aprovechamientos, en un plan de restauración elaborado con la participación y coordinación de las instituciones estatales y el involucramiento de los pobladores afectados.

En este sentido el proyecto o plan de restauración debe establecer claramente las metas y la metodología para llegar a ellas, estableciendo las tareas a realizar en cada una de las etapas involucradas: Planificación, Ejecución (preparación e implementación), Monitoreo y Evaluación.

#### **Planificación**

En esta etapa se definen los objetivos y en función de los mismos, se evalúan las acciones a realizar basándose en criterios técnicos. Un aspecto importante en esta etapa es la identificación de factores críticos o limitantes, que pueden influir en el éxito del proyecto. Entre ellos podemos encontrar condiciones de déficit hídrico e insolación, herbivoría, especies invasoras, problema de erosión y también, aspectos de tenencia de la tierra. También desde una perspectiva participativa en esta etapa se construye el consenso sobre la necesidad de restaurar (Derak et al., 2018).

## **Implementación**

En esta etapa se preparan y ejecutan las acciones que, sobre la base de los resultados de los estudios de diagnóstico y la planificación, garantizarán el éxito del proyecto. La preparación tiene por objetivo asegurar las condiciones necesarias para que la vegetación se desarrolle y puede incluir alguna preparación del suelo, cierre o cercado de los sitios. En la ejecución se realizan las tareas que tienen relación directa con la introducción o recuperación de las especies seleccionadas. Las estrategias de reintroducción pueden ser pasivas o activas, y en el caso de activas por siembra o plantación. En la implementación se debe atender a los factores críticos identificados, por ejemplo, realizando las tareas en la época adecuada, así como estableciendo las protecciones necesarias para prevenir el daño por herbivoría tanto de ganado doméstico como por lagomorfos (liebres).

### **Monitoreo y evaluación**

Esta etapa comienza desde el momento que se realiza la primera acción de restauración, en ella, se deben definir los indicadores de éxito, que permitirán evaluar el curso del proceso de recuperación. El monitoreo mide el éxito del proyecto en términos de cumplimiento de los objetivos y metas. Es un mecanismo que ayuda a alertar sobre la necesidad de realizar acciones de mantenimiento, así como a aplicar acciones correctivas (Fernández et al. 2010). Las técnicas de monitoreo varían de acuerdo al tamaño o superficie a restaurar. En proyectos de escala se establecen parcelas permanentes que son evaluadas mediante métodos cualitativos y cuantitativos. Respecto a la fauna es necesario hacer una evaluación de los diversos taxones presentes en el sitio, ya que el aumento en la diversidad puede ser un indicador de que el proyecto marcha bien. También se pueden establecer parcelas permanentes y transectas de observación.

En general se recomienda que los planes de monitoreo sean lo más simples, estandarizados y replicables posible, debido a que muchas veces no se realizan porque requieren invertir esfuerzos en un lapso largo de tiempo y por consiguiente comprometer recursos económicos (Fernández et al. 2010).

### **Estándares y buenas prácticas**

La restauración ecológica tiene el potencial de influir positivamente sobre la funcionalidad del ecosistema, la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático, la salud, el bienestar y la seguridad de las personas, la provisión de servicios ecosistémicos, y las relaciones entre las personas y el resto de la naturaleza (Clewell y Aronson 2013). Sin embargo, se pueden producir resultados subóptimos si no se aborda

adecuadamente la complejidad inherente a los programas de restauración. Es importante considerar que la restauración también atraviesa las dimensiones humanas de la relación sociedad-naturaleza, al influir sobre el manejo de los recursos naturales, e involucrar decisiones sobre la inversión de recursos privados y públicos, afecta el acceso de las personas a los recursos naturales y las consecuentes relaciones de poder. Por ejemplo, algunas inequidades presentes en otros ámbitos sociales se propagan hacia el interior de los programas de restauración como ser la brecha de género (Siqueira et al. 2021). En respuesta, la SER propone ocho principios guiar los resultados de los programas de restauración hacia la maximización de los beneficios (Gann et al. 2019):

1. Involucra a las partes interesadas;
2. Se basa en muchos tipos de conocimiento, incluyendo ancestral, local y científico;
3. Está basada en ecosistemas de referencia nativos del mundo real, aunque considera el cambio ambiental;
4. Apoya los procesos de recuperación naturales de los ecosistemas;
5. Se evalúa en función de objetivos y metas claros usando indicadores medibles;
6. Busca el nivel más alto de recuperación posible;
7. Acumula valor cuando se aplica a grandes escalas;
8. Es parte de un continuo de actividades recuperativas que incluyen la restauración pasiva, activa y las combinaciones necesarias;



### LOS DIEZ PRINCIPIOS BÁSICOS PARA UNA BUENA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS



Ilustración 7. Principios guía de la restauración ecológica propuestos por SER (izquierda, imagen no traducida) y por las Naciones Unidas (derecha) en marco de la designación de 2021-2030 como la década de la restauración ecológica

## **MARCO LEGAL**

El marco legal general de referencia para la toma de decisiones en el área afectada es amplio, y de diversa índole. Incluye desde las regulaciones ambientales y forestales, al establecimiento de distintos tipos de áreas de reserva, todo ello atravesado por la reciente figura de ordenación territorial de los bosques nativos en el marco de la Ley Nacional 26331 que tiene carácter de presupuestos mínimos. También es importante resaltar la existencia en la zona de otras instancias de planificación territorial. A continuación, se detallan las principales normas legales con competencia en la zona:

- Ley Nacional N° 26331 de Presupuestos mínimos de protección Ambiental de los Bosques Nativos;
- Ley XII N° 92 de Ordenamiento de los Bosques Nativos de Chubut (de acuerdo a lo estipulado por la Ley Nacional N° 26331);
- Decreto Provincial N° 764/2004; que regula la actividad de manejo forestal en la provincia del Chubut;
- Decreto Provincial N° 712/2004; que aprueba el inventario forestal y determina el deslinde de bosque nativo en los procesos de regularización de tierras (modificado por Decreto Provincial N° 74/2005);
- Ley Nacional 25675 Ley General del Ambiente;
- Ley XI N° 35 – Código Ambiental Provincial;
- Ley Nacional N° 26509 de Emergencia Agropecuaria, y la norma provincial asociada Ley Provincial IX N° 52;
- Ley Nacional N° 25080 de Inversión en Bosques Cultivados (prorrogada por la Ley Nacional 26432);
- Ley XIX N° 32 (antes Ley N° 5232), sobre el manejo del fuego e incendios forestales en la provincia de Chubut;
- Ley Nacional N° 27621 de Educación Ambiental Integral;
- Declaración de Monumento Natural Nacional y Provincial al huemul, Leyes N° 24.702 y XI N° 22(antes 4793) respectivamente;

- Resolución Nº 910/2005 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, a través de la cual se aprueba el Plan Nacional para la Conservación y Recuperación del Huemul en Argentina;
- Decreto Provincial Nº 350/2012, que aprueba el plan de educación ambiental permanente.
- Resolución Nº 267/2019 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, a través de la cual se aprueba el Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos.

Por otro lado, se puede mencionar que la República Argentina se ha adherido a convenios internacionales que tratan sobre el medio ambiente. La importancia de éstos radica en las responsabilidades que asumen los países al adherirse:

- El Convenio de RAMSAR sobre la protección de humedales (UNESCO, 1971);
- El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992) que entre sus obligaciones establece que "...cada parte rehabilitará y restaurará ecosistemas degradados -mediante la elaboración y la aplicación de planes u otras estrategias de ordenación;
- El convenio de BONN (CMS, 1979) sobre la protección a las especies migratorias enumeradas en su Apéndice I (del cual forma parte el huemul);
- El Protocolo de Kyoto sobre Cambio Climático y reducción de emisión de gases invernadero.
- La Iniciativa 20x20, alianza latinoamericana para la restauración de 50 millones de hectáreas.

En cuanto a los antecedentes de modelos de gestión territorial, podemos mencionar:

- El Corredor Ecorregional Andino Norpatagónico cuya creación fue impulsada por los gobernadores de Río Negro y Chubut, el presidente de Parques Nacionales y el Parlamento Patagónico a principios de febrero de 2005;
- La Reserva de Biósfera Andino Norpatagónica, creada en el año 2007 a través del Programa MAB-UNESCO. La visión de la Reserva es "Aportar a la conservación del patrimonio natural y cultural, preservando la integridad ambiental de los ecosistemas y de sus servicios a largo plazo, planificando una modalidad de desarrollo sostenible y un manejo jurisdiccionalmente articulado de los recursos, dentro y fuera de las áreas protegidas, que provea bienes y servicios de mejor calidad para el bienestar de las comunidades locales. Reforzando ello, "sus objetivos son "Mantener y sostener a largo plazo la integridad y funcionalidad de los ambientes de la Eco-región Valdiviana a escala de paisaje consolidando un uso sustentable de los recursos dentro y fuera de las áreas protegidas con equidad, activa participación social, respeto por la diversidad cultural y el fortalecimiento entre los organismos que administran el territorio";



- Finalmente, es importante mencionar que puntualmente a raíz de estos grandes incendios ocurridos durante el año 2021 en la Comarca Andina, el poder ejecutivo ha promovido una serie de normas que se relacionan directamente con la toma de decisiones en la zona:
- Decreto Provincial Nº 1446/2022, sobre la declaración de situación de recuperación de áreas afectadas por incendios forestales durante la temporada 2021. La mencionada norma, incluye también las actividades relacionadas a la prevención de incendios, y faculta al Secretario de Bosques para autorizar y aprobar gastos directos en tales temáticas con los topes presupuestarios correspondientes. Los fondos para afrontar tales gastos serán provenientes de entidades Nacionales, como así también con fondos de Rentas Generales, o que hayan sido previamente presupuestados.

## **PLANIFICACIÓN DEL MANEJO Y RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR INCENDIOS EN 2021**

La etapa de planificación de las acciones de restauración a mediano plazo comienza con el esfuerzo de relevamiento inicial que permite contar con los datos presentados en las siguientes secciones de este documento. Esta información es la base para definir el estado actual de los ecosistemas degradados, las características de los ecosistemas de referencia, y la definición de zonas prioritarias que a su vez guiarán la definición de objetivos para la restauración. Sin embargo, existen acciones que pueden llevarse a cabo en el corto plazo, incluso antes de haberse completado esta evaluación y que permitirán una mejor ejecución posterior de las acciones de restauración.

### **Lineamientos generales para el manejo de las áreas en el corto plazo**

En lo que respecta a la protección de suelos es necesario en el corto plazo, independientemente del tipo de vegetación afectada, evaluar acciones para disminuir el riesgo potencial de movimientos en masa de acuerdo a la graduación identificada en el informe de peligrosidad (Figura 10, pág. 47 de este documento).

En términos generales, se recomienda no extraer la madera muerta en toda el área afectada hasta que se observe una recuperación de la vegetación herbácea que disminuya las pérdidas de suelo por las tareas relacionadas a esta actividad. La vegetación arbórea y arbustiva muerta no solo en la protección de suelos, sino también en las interacciones generadas que facilitarían la dispersión de semillas y una mayor supervivencia de plántulas (Cavallero, 2013).

Podrán considerarse situaciones de usos con fines no comerciales -de destino predial- para obtener productos menores del quemado, como postes y varillas, para la reparación de

alambrados, corrales y puestos dañados por el incendio. Como la pérdida de suelo está directamente relacionada con la pendiente del área afectada, la longitud de las laderas y el tipo de sustrato o suelo, estos aspectos se tomarán en cuenta al analizar los posibles sitios a aprovechar, en conjunto además con las características e importancia del tipo de bosque presente antes del incendio.

Una vez que transcurran por lo menos dos temporadas de crecimiento luego de los incendios, se evaluará puntualmente el estado de situación y se determinará para cada caso las recomendaciones a tener en cuenta. En este análisis debe tenerse presente que los primeros 10 años luego del incendio son cruciales en la evolución posterior de la recuperación.

Como ha ocurrido en otros casos, debe analizarse la posibilidad de potenciales casos de infestaciones con *Sirex* y/o *Urocerus* en sitios de forestaciones afectadas, y por lo tanto serían excepciones a la veda de corta de madera en relación a los riesgos de erosión. En estos casos se debería plantear la realización de acciones de mitigación (CIEFAP et al. 2008).

En los sitios identificados como prioritarios para la conservación debe evaluarse una forma efectiva de exclusión de ganado, que eviten el sobrepastoreo sobre todo de la regeneración natural, pero que aseguren el sostenimiento de las actividades productivas de los pobladores históricos del área.

Los incendios han afectado importantes corredores de fauna nativa, como es el caso del Huemul. Al margen de los sistemas de monitoreo y seguimiento que se establezcan a futuro para evaluar el impacto en tales especies, es necesario en el corto plazo poner en práctica un protocolo de acción antes eventuales avistajes por parte de pobladores del lugar.

## **RELEVAMIENTO INICIAL**

### **DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

En el noroeste de la provincia de Chubut (Figura 8), en áreas de jurisdicción provincial y municipal, ocurrieron durante el año 2021 grandes incendios que, en conjunto, abarcan más de 20.500 ha. Particularmente, dentro de la jurisdicción provincial, tres fueron las zonas más afectadas: Lago Puelo, El Hoyo, El Maitén y Cholila (Figura 9). Los valores expresados como resultado del presente plan incluyen los siguientes eventos por zona:

- El incendio forestal denominado “El Boquete” fue una continuación del incendio proveniente de la localidad vecina de El Bolsón “Cuesta del Ternero”, este paso a la jurisdicción de Chubut el día 07/03/21 afectando una superficie aproximada de 7.500 ha, de bosque nativo e implantado y matorral leñoso.
- El incendio denominado “Las Golondrinas” tuvo origen el día 09/03/21 en las localidades de Lago Puelo y El Hoyo, arrasando con la vegetación, viviendas e infraestructura presente, dando origen al incendio de interfase, más complejo de la historia de la Patagonia. Este consumió una superficie aproximada de 12.823 ha, de bosque nativo e implantado.
- En la localidad vecina de Cholila coincidiendo el día del incendio de “Golondrinas” comenzó el incendio denominado “Cholila”, lindero al casco urbano, afectando una superficie aproximada de 249 ha, de bosque nativo e implantado.

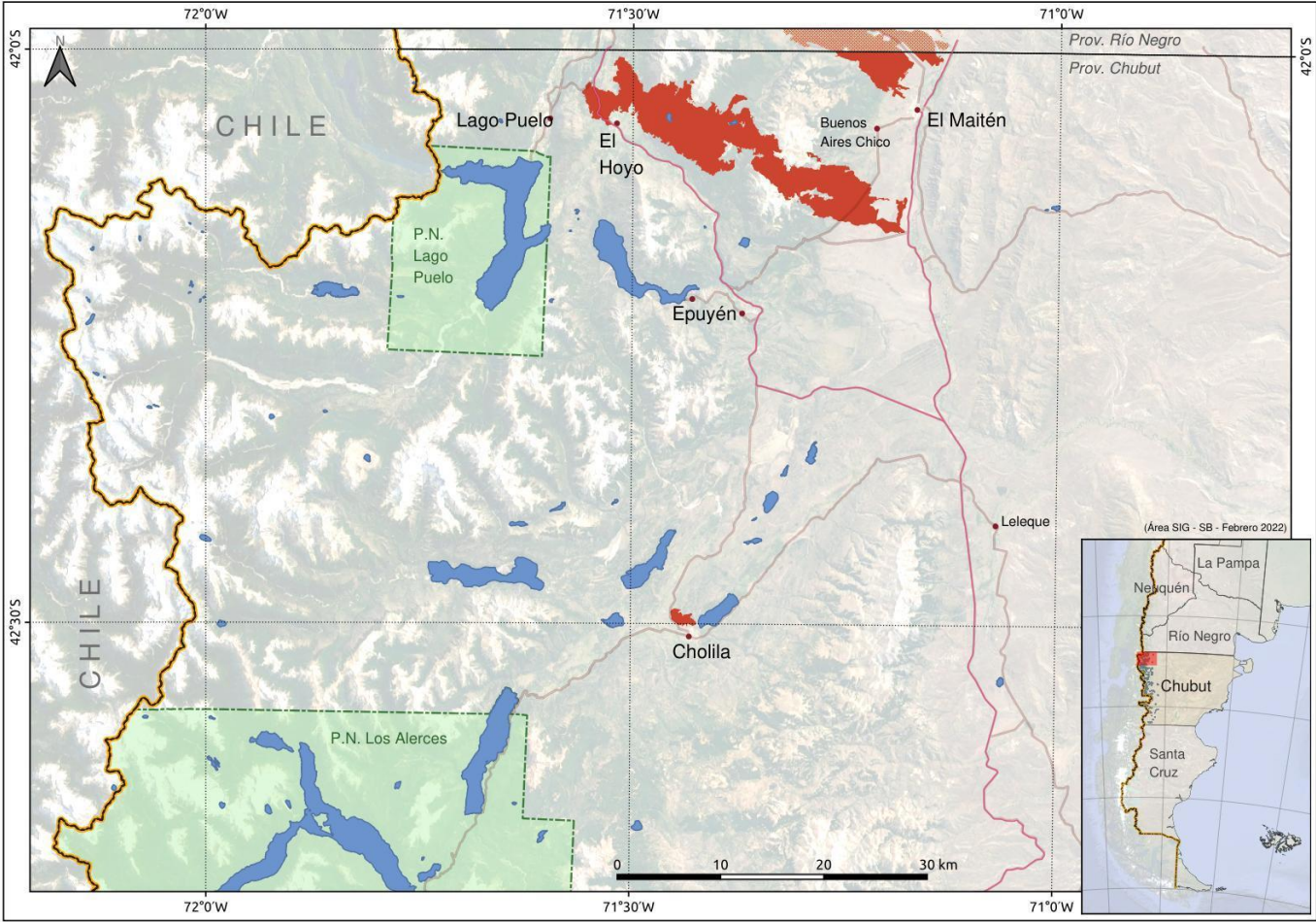


Figura 8. Mapa de ubicación general del área

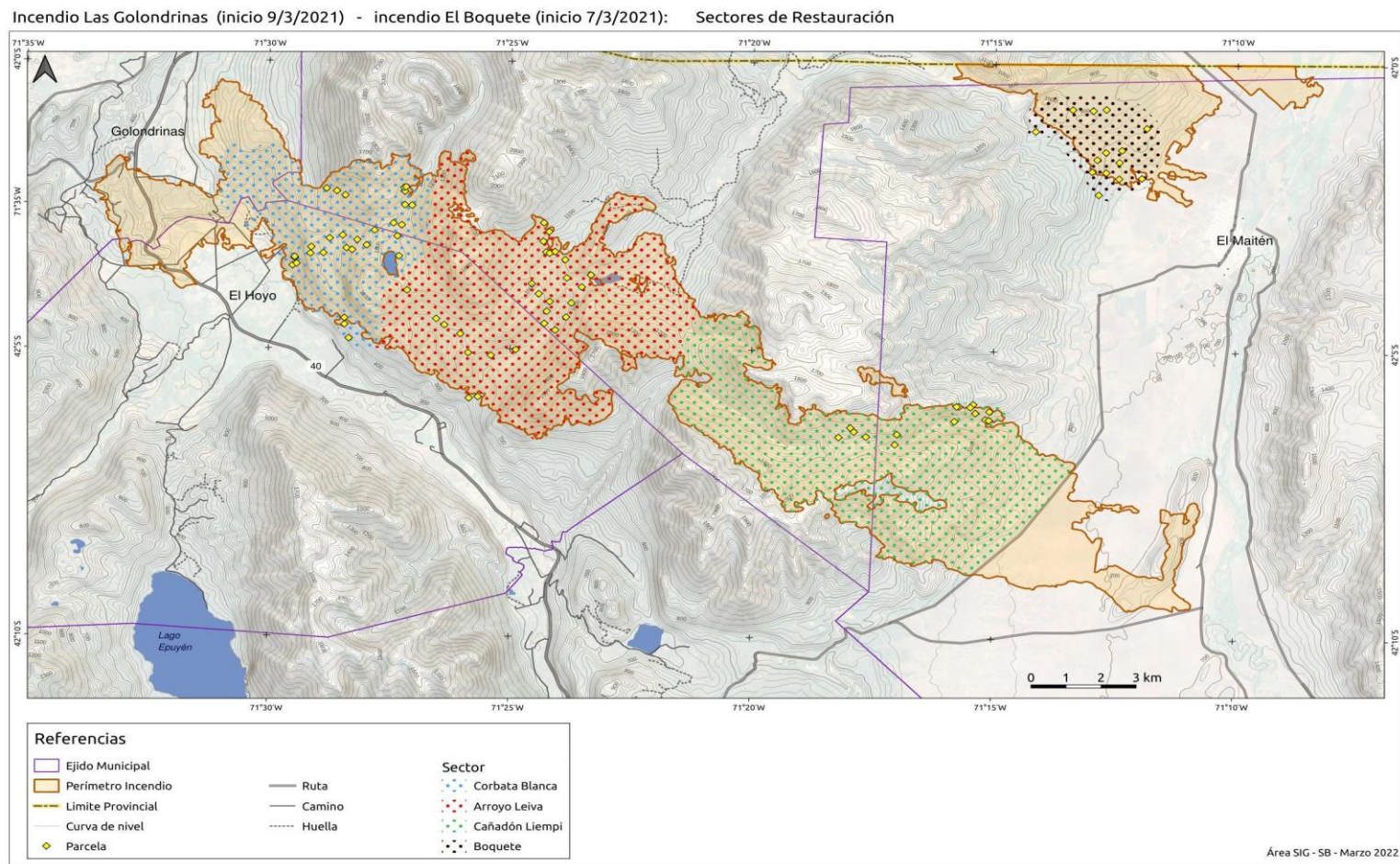


Figura 9. Mapa de ubicación de los incendios de 2021

## DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS AFECTADAS

### Metodología General

Las siguientes secciones describen el área afectada, sobre la que se planifican las acciones del presente plan, tanto desde un punto de vista de sus principales atributos naturales como desde los efectos del incendio sobre estos atributos. Para ello se combinó la consulta bibliográfica con análisis de información existente y la recolección de datos específicos sobre las condiciones post incendio. Esta toma de datos mediante el relevamiento de los efectos del incendio se realizó combinando mediciones de sensores remotos e in situ. Esto permite contar con un diagnóstico a escala de toda el área afectada para severidad de fuego, superficie afectada según tipo de vegetación y clasificación de ordenamiento territorial, así como datos necesarios para la selección de áreas prioritarias como ser exposición y pendiente, a la vez que contar con información detallada del impacto sobre las distintas comunidades vegetales y especies y su respuesta inicial. La metodología específica para cada una de estas variables se describe en cada sección correspondiente.

### Amenaza por erosión hídrica y remoción en masa<sup>1</sup>

Elaborado por Equipo Técnico Ejecutor: UNPSJB, Sede Esquel

El concepto de amenaza o peligrosidad intenta cuantificar o, al menos, estimar las probabilidades o frecuencia y la magnitud con que un fenómeno natural puede afectar un área determinada. Existen factores condicionantes que favorecen estos fenómenos, por ejemplo, la disponibilidad de materiales sueltos sobre las laderas aumenta las probabilidades de que ocurran procesos de remoción en masa. Por otro lado, estos fenómenos suelen iniciarse luego o durante un evento disparador como por ejemplo precipitaciones abundantes, sismos, desestabilización de los taludes por acción antrópica, incendios, entre otros. Durante el año 2021 se llevaron a cabo diferentes tareas geológicas, geomorfológicas y geomáticas con el objetivo de evaluar la amenaza por procesos hídricos y de laderas en las áreas afectadas por el incendio forestal ocurrido en marzo del mismo año en las localidades de Lago Puelo y El Hoyo. Esto permitió elaborar un mapa de amenaza de la zona afectada (**Fig. 7**) y diseñar una red de puntos de monitoreo (**Anexo 1**) que permitan hacer un seguimiento de la evolución superficial del área y, si fuera posible, anticipar fenómenos que pudieran afectar a las obras humanas y a la población.

---

<sup>1</sup> En Anexo se presentan informes especialmente elaborados al respecto por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia – Sede Esquel.

**Escenarios de amenaza sobre los que se formuló la propuesta.**

Asumiendo, para la región, un régimen y medias de precipitaciones similares a la de los últimos años (sin eventos extraordinarios) la mayor disponibilidad post-incendio de detrito/suelo y restos de vegetación en los tramos medios y altos de cada subcuenca identificada, se definieron, en los sectores de desconfinamiento fluvial, 2 escenarios de amenaza:

**a) Crecidas con inundación / anegamiento del fondo de valle principal.** La pérdida del sistema suelo/vegetación reduce la infiltración y favorece el escurrimiento superficial generando un aumento del caudal y de la velocidad de los flujos hídricos. El fenómeno involucraría amplios sectores en el fondo del valle del Río Epuén y erosión máxima, seguida de acumulación, en los puntos de desconfinamiento (ápices de los abanicos aluviales). Este escenario es compatible con una captura poco significativa de los sedimentos y restos de vegetación disponibles luego del incendio en los tramos medios y superior de la subcuenca.

**b) Flujos de barro y detrito. Eventuales caídas de roca y deslizamientos.** Un aumento de los caudales hídricos (por las mismas razones indicadas para el escenario anterior) puede generar incisión en los cauces y desestabilización de las laderas, procesos a los que habría que adicionar los efectos del lavaje en manto. Esto significaría captura de importantes volúmenes de sedimentos y restos de vegetación lo que desencadenaría procesos de remoción en masa de distinta escala y tipología. Considerando los materiales superficiales según la cartografía disponible y las verificaciones de campo se asume que los fenómenos gravitacionales principales serían los flujos de barro y de detrito. Por otro lado, la caída de bloques rocosos podría producir endicamientos puntuales en los cauces favoreciendo la acumulación de detrito y barro lo que aumenta la peligrosidad de este tipo de fenómenos. Comparados con las inundaciones los flujos cubren superficies reducidas y aunque tienden a encauzarse en los drenajes existentes su mayor densidad usualmente produce redireccionamientos que superan los límites topográficos lo que sumado a su velocidad los convierten en fenómenos extremadamente peligrosos.

Se han considerado, además, **factores que incrementan la amenaza natural** vinculada a la ocurrencia de a) crecidas / inundaciones / anegamientos y de b) fenómenos de remoción en masa (esencialmente flujos de barro y de detrito), siendo éstos:

- **> tamaño de la subcuenca.** Este factor es directamente proporcional, por un lado, al caudal de la red de drenaje en general y del colector principal en particular lo que favorece los picos de crecidas y, por otro, a la superficie afectada para la captación de sedimentos y restos de vegetación. En este trabajo se propone a las **~300 Ha** como un umbral tentativo para separar subcuencas, pequeñas de menor peligrosidad, de subcuencas mayores.

- **> superficie afectada por el incendio.** Este factor es directamente proporcional a la disponibilidad de sedimento y restos vegetales post-incendio. En este trabajo se propone **~240 Ha** como un umbral tentativo por encima del cual la remoción de estos materiales superficiales constituye una amenaza significativa.
- **> pendiente (media) de la subcuenca.** Se adopta, siguiendo a otros autores y otros trabajos (por ejemplo, Tejedo et al. 2009; Equipo Interinstitucional 2021), 30% como un umbral que indica pendientes del terreno altas y que, por lo tanto, favorecen el escurrimiento superficial y la movilización de materiales sueltos por acción directa de la gravedad.
- **La intervención humana indebidamente planificada.** Refiere, esencialmente, a la generación de taludes artificiales para la construcción de viviendas y calles.
- **Evidencias de procesos geomorfológicos ocurridos en el pasado reciente.** Allí donde se han identificado morfologías u otros elementos del terreno que indican remoción en masa tanto activa como inactiva (relictica, del pasado geológico o histórico) las intervenciones o disturbios naturales o humanos pueden reactivar estos u otros fenómenos gravitacionales.
- **Presencia dentro de la subcuenca de glaciares de escombros o acumulaciones de nieve permanente.** La presencia en cuerpos sedimentarios con contenidos de hielo intersticial o de acumulaciones de hielo o nieve permanente pueden, en el contexto de actual de calentamiento global/regional, suministrar un volumen extra de agua superficial en la subcuenca aumentando las posibilidades de crecidas extraordinarias y la ocurrencia de los procesos gravitacionales.

A partir del análisis realizado se establecieron niveles de amenaza para cada una de las subcuencas (**Fig. 7**). Dichos niveles constituyen una escala de amenaza relativa que puede ordenarse entre una máxima (rojo) y una mínima (verde). Este esquema no es comparable a otras situaciones u otros casos y su aplicación debe ser limitada al universo considerado en este trabajo.



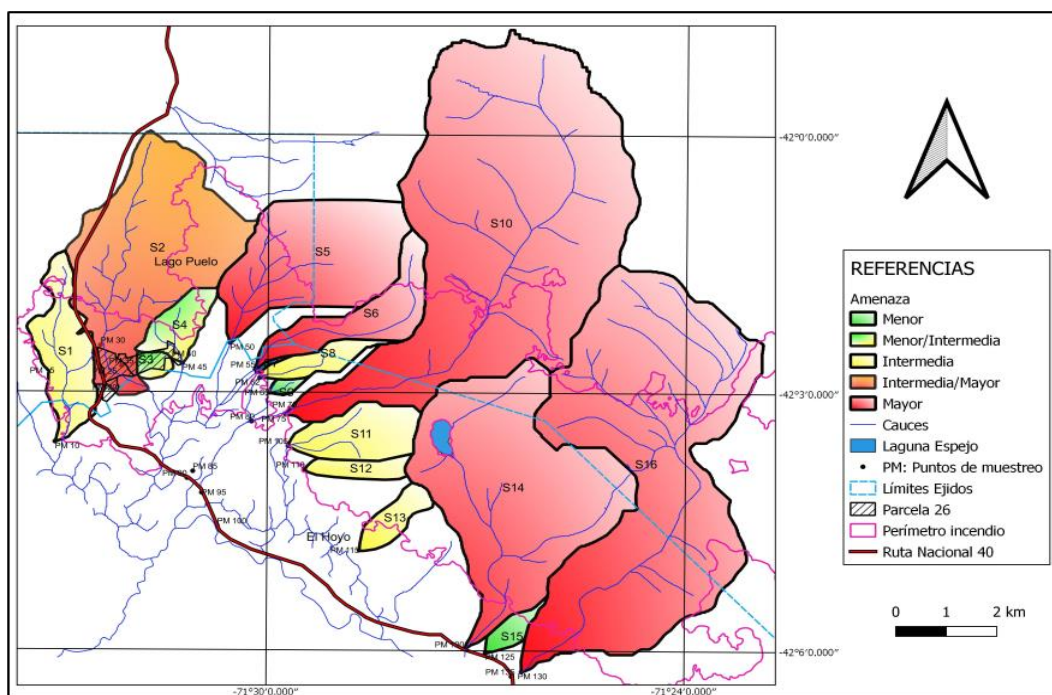


Figura 10. Mapa de amenaza por procesos de crecidas con inundación, flujos de barro y detrito, caídas de rocas y deslizamientos en zonas de Lago Puelo y El Hoyo afectadas por los incendios de 2021. Fuente: Equipo Técnico Ejecutor: UNPSJB, Sede Esquel.

### Superficie afectada según categoría de conservación (OT)

Según la zonificación del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (Ley Nacional Nº 26331), los incendios ocurridos durante la temporada estival del año 2021 que afectaron la provincia de Chubut lo hicieron en la siguiente proporción:

- 49,8 % del área en Categoría I (rojo), sectores de muy alto valor de conservación;
- 40,9 % del área en Categoría II (amarillo), sectores de mediano valor de conservación y sujetos a manejo sustentable;
- 9,3 % del área en Categoría III (verde), con bajo valor de conservación pero que deben garantizar el mantenimiento de la capacidad productiva del suelo y la producción de bienes hacia las comunidades asociadas;

Cuadro 4. Distribución de la superficie (ha) afectada según sector y categoría de zonificación del ordenamiento territorial de los bosques nativos.

Incendio	Cat I	Cat II	Cat III
El Boquete	82,7	1064,2	26,1
Golondrinas	6080,6	3991,06	945,9
Cholila	-	-	184,1
<b>Total</b>	<b>6163,36</b>	<b>5055,3</b>	<b>1156,1</b>

Incendio Las Golondrinas (inicio 9/3/2021) - incendio El Boquete (inicio 7/3/2021): Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo

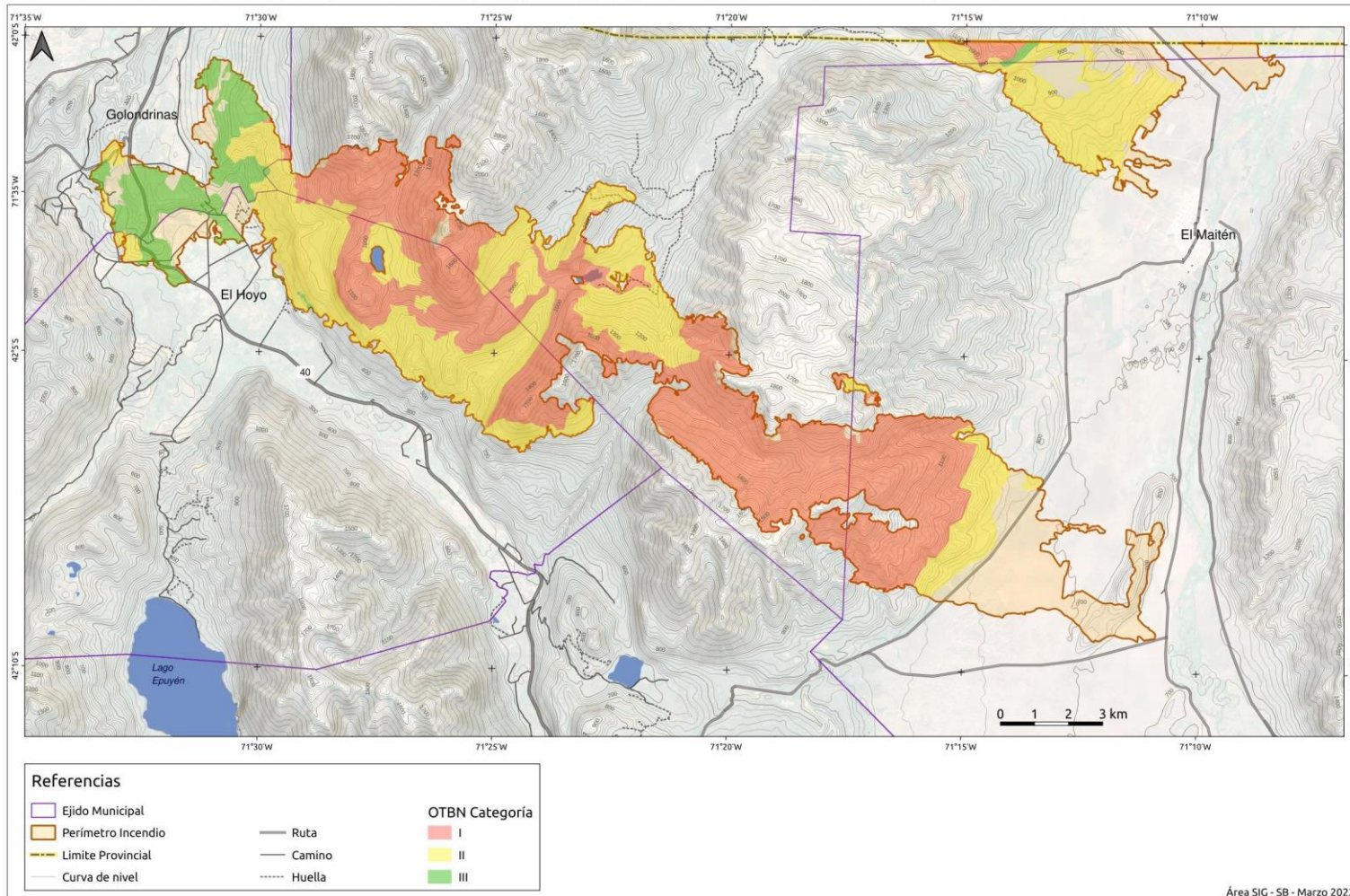


Ilustración 11. Mapa de las áreas afectadas considerando la categoría de ordenamiento territorial de los bosques

### Determinación de los tipos de vegetación afectada

Con los datos de inventario forestal previos al incendio, que se tomaron de la actualización de la clasificación y cartografía del Inventario Nacional de Bosque Nativo para la región<sup>2</sup>, se determinó a través del programa ArcGIS 10.1 para cada zona el tipo y superficie de vegetación afectada. Se excluyó de la superficie cuerpos de agua, zonas de hielo, eriales, e islas de vegetación sin quemar. Los resultados se resumen en el Cuadro 2 e indican que los tipos de vegetación con mayor superficie afectada son los bosques de Ciprés, Lengua y Ñire y los arbustales.

*Cuadro 5. Principales tipos de vegetación (ha) afectados por sector.*

Tipo de vegetación: Ma: maitén; Arb: arbustal; Ci, ciprés de la cordillera; Co: coihue; Ñi: ñire; Ex: exóticas; Her: herbáceas – sub arbustivas; Hu: humedales; Le: lenga; MMx: matorral mixto; Mi: mirtáceas; Mx: bosque mixto.

Sector	Ma	Arb	Ci	Co	Ñi	Ex	Her	Hu	Le	MMx	H2O	Mx	Tot
<b>Golondrinas - Corbata Blanca (Lago Puelo - El Hoyo)</b>	-	51,2	842,2	30,6	156,6	196,8	9,4	2,4	505,8	56,7	4,7	342,6	2199,0
<b>Leiva (El Hoyo)</b>	-	171,5	386,0	571,8	1397,4	8,6	105,6	52,3	1025,6	139,9	5,5	207,7	4071,7
<b>Liempi (El Maitén)</b>	9,9	1094,9	65,6	1,5	746,6	155,8	637,2	14,8	1145,4	-	-	51,6	3923,2
<b>EL Boquete (El Maitén)</b>	-	112,6	12,0	-	176,2	298,9	7,2	6,4	-	-	-	54,7	668,1
<b>Cholila</b>	-	42,2	2,2	-	65,6	64,5	13,8	14,6	-	45,8	-	-	248,6
<b>Total</b>	9,9	1472,4	1307,9	604,0	2542,3	724,6	773,1	90,5	2676,8	242,3	10,2	656,6	11110,6
<b>%</b>	0,1	13,3	11,8	5,4	22,9	6,5	7,0	0,8	24,1	2,2	0,1	5,9	

<sup>2</sup> La actualización del inventario se está realizando en el marco del Nodo Regional del Bosque Andino Patagónico, creado el 19 de junio de 2012 por convenio entre la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, las Provincias del Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego y el CIEFAP.

Incendio El Boquete - inicio 7/3/2021

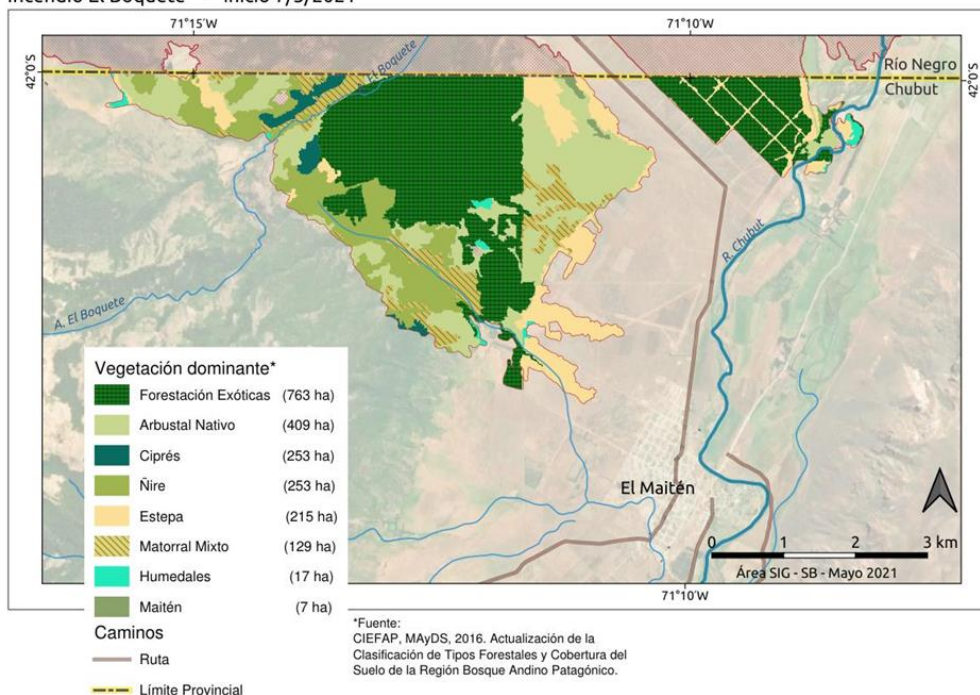


Ilustración 12. Ubicación del incendio denominado el Boquete y tipos de vegetación afectada

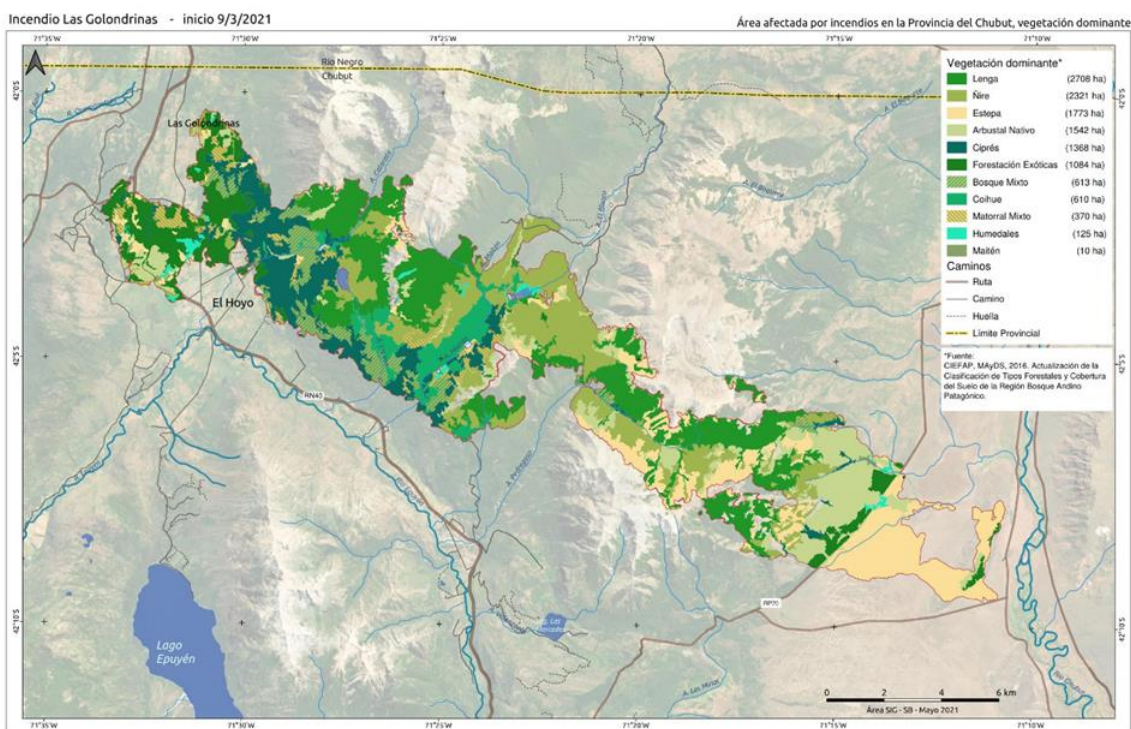


Ilustración 13. Ubicación del incendio denominado Golondrinas y tipos de vegetación afectada

Incendio Cholila - inicio 9/3/2021

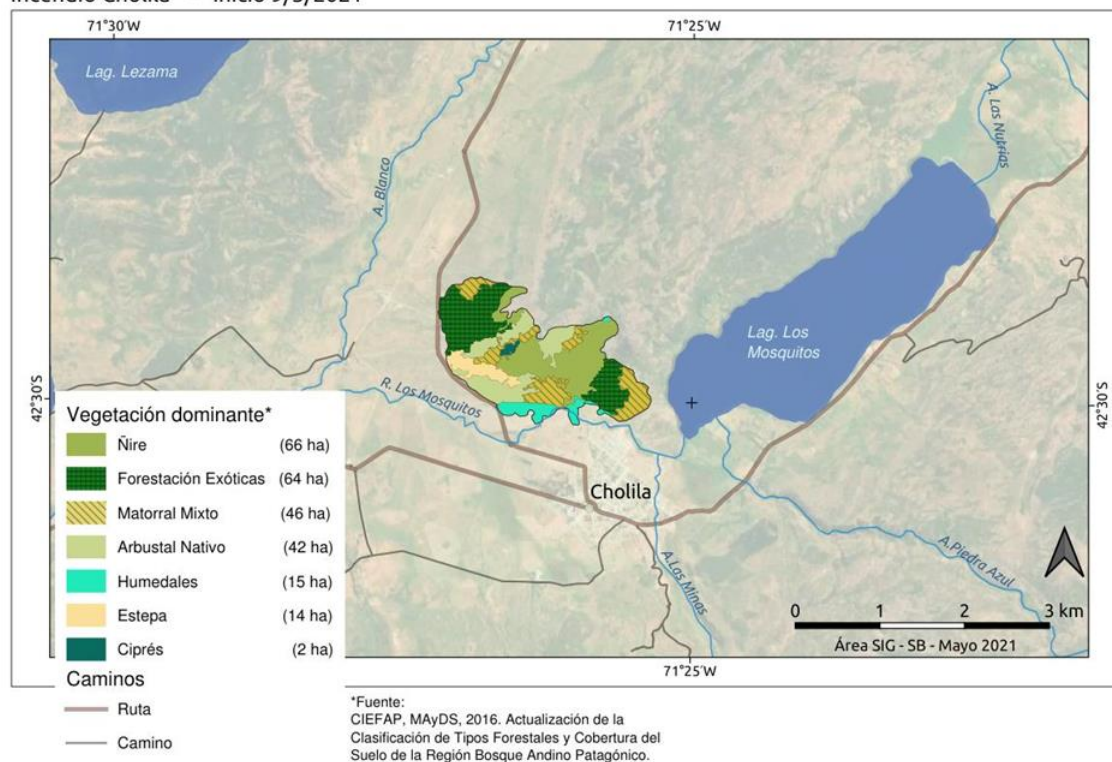


Ilustración 14. Ubicación del incendio denominado Cholila y tipos de vegetación afectados

### **Análisis de la severidad del fuego**

Elaborado por Ing. Ftal. Diego Mohr Bell, área de Geomática de CIEFAP.

En la presente sección se muestran los resultados de un análisis preliminar del área total afectada por los incendios que se iniciaron entre el 07/03/2021 y el 09/03/2021 en las cercanías de las localidades de Lago Puelo, Golondrinas y El Hoyo, denominado Incendio Golondrinas, y en cercanías de la localidad de El Maitén, denominado incendio El Boquete, en las provincias de Chubut y Río Negro<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Informe original elaborado por Ing. Ftal. Diego Mohr Bell, área de Geomática de Ciefap puede consultarse en el Anexo.

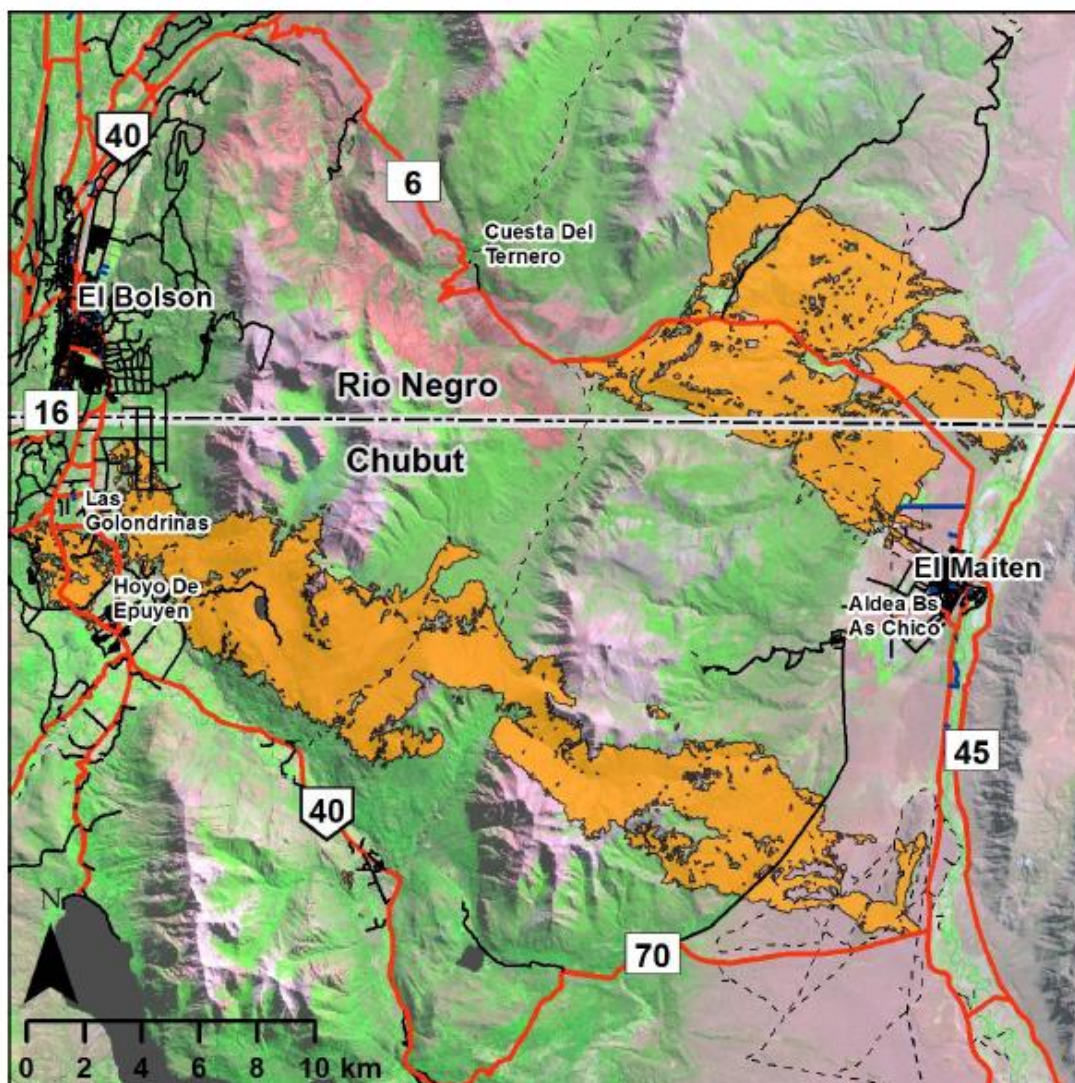


Ilustración 15. Ubicación de las áreas afectadas por los incendios, incluyendo aquellas en la provincia de Río Negro, indicadas en color naranja

### Metodología específica

El trabajo se realizó en el entorno de Google Earth Engine (GEE) utilizando imágenes satelitales Sentinel 2 con una resolución espacial de 10 m y 20 m según las longitudes de onda analizadas. La determinación del área total afectada se realizó mediante una clasificación supervisada utilizando el algoritmo de clasificación *Random Forests* que también se encuentra dentro del entorno de GEE, utilizando una imagen previa al incendio (24/02/2021) y la última imagen disponible libre de nubes (26/03/2021) para asegurar tener la totalidad del área final afectada. Se utilizaron 2 clases, Quemado y Sin Quemar, empleando un total de 40 muestras para cada clase. Al resultado se le aplicó un filtro para corregir el efecto sal pimienta, luego fue

convertido a formato vectorial de polígonos y se eliminaron de dicha capa todos los polígonos menores a 0,2 ha. Posteriormente se realizó una revisión por interpretación visual y con esto se obtuvo finalmente el perímetro del área afectada. Una vez definida el área afectada, se intersectó con la capa vectorial de clasificación de cobertura del suelo y tipos forestales del año 2017 (Mohr Bell et. al., 2019), en la cual además del tipo de cobertura del suelo y tipos forestales, se cuenta con información de la categoría de Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo (OTBN). Por otro lado, se realizó un análisis preliminar de severidad del fuego con la misma metodología que utilizó el CIEFAP en el análisis post fuego del incendio ocurrido en Cholila en el año 2015 (SSByP de Chubut, 2015). En dicho trabajo, luego de analizar diferentes métodos para determinar la severidad del fuego, utilizaron el NBR (Normalized Burn Ratio) de la imagen post incendio, ya que mostró mejor ajuste con observaciones realizadas en terreno. El índice NBR se obtiene mediante el cociente normalizado de dos de las bandas disponibles en las imágenes Sentinel 2. Esta metodología permitió determinar diferentes intensidades de fuego dentro del área total afectada, ya que el fuego en lugares fue leve, es decir no se quema la totalidad de la vegetación y en otros fue severo, quemando la totalidad de la vegetación y suelo existentes. Esta determinación es importante para los trabajos posteriores de restauración.

## **Resultados**

Respecto a la severidad del fuego en el área afectada, el 34 % corresponden a Fuego Severo, 60 % a Fuego Moderado y 5 % a Fuego Leve (Cuadros 6 y 7). Las áreas donde el fuego fue severo estaban cubiertas por bosque de Ñire en primer lugar, Lengua en segundo, Arbustal Nativo en tercero y Ciprés en cuarto, mientras que donde fue moderado afectó bosques de Lengua en primer lugar, Arbustal Nativo en segundo, Ñire en tercero, y Ciprés en cuarto, considerando tipos de cobertura del suelo leñosas (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Área afectada (ha) clasificada por severidad y tipo de vegetación en el incendio el Boquete.

Clase de Cobertura del suelo	Severidad del Fuego				Total	Porcentaje
	Severo	Moderado	Leve	Muy leve		
Ñire	409,9	643,76	7,81	0,11	1.061,7	14,1
Agua	0,03	0,39	0,15		0,57	0,01
Arbustal Nativo	379	962,6	7,7	0,2	1.349,6	17,9
Chacay	32,3	27	0,6	0,01	59,9	0,8
Ciprés	91,5	114,7	3		209,2	2,8
Coihue	3,8	2	0,1		5,9	0,1
Roca o suelo desnudo	1,90	17,1	0,4		19,3	0,3
Exótico-Artificial	427,5	879,4	36,2	0,5	1.343,5	17,8
Herbaceo-Subarbusivo	226,5	2.256,5	8,3	0,4	2.491,6	33
Humedales	35,8	69,8	2,4		108,1	1,4
Lenga	18,9	61,6	2,8	0,30	83,7	1,1
Maitén	24,4	26,4	0,8		51,7	0,7
Matorral Mixto	346,5	391	24	0,17	761,7	10,1
Mixto	2,6	1,4	0,1		4,2	0,1
<b>Total</b>	<b>2.000,7</b>	<b>5.453,8</b>	<b>94,5</b>	<b>1,7</b>	<b>7.550,7</b>	<b>100</b>

Cuadro 7. Área afectada (ha) clasificada según severidad y tipo de vegetación en el incendio Golondrinas.

Cobertura de Suelo	Severidad de Fuego				Total	Porcentaje
	Severo	Moderado	Leve	Muy leve		
Ñire	1.242,3	932,3	31,6	5,2	2.211,4	20,2
Agua	0,8	3,7	0,8	0,1	5,5	0,1
Arbustal	434,4	952,7	26,4	2,2	1415,7	12,9
Chacay	-	0,15	-	-	0,15	-
Ciprés	397,7	666,3	107,9	40,2	1.212	11,1
Coihue	253,2	281,2	27,6	3	565	5,1
Roca o suelo desnudo	7	111,8	18,1	11,7	148,7	1,4
Exótico-Artificial	203,7	475,1	56,1	2,8	737,6	6,7
Herbaceo-Subarbusivo	73,5	1.355	15,8	5,2	1.449,4	13,2
Humedales	33,5	45,4	2	-	80,9	0,7
Lenga	753,9	1.265,4	211,8	33,9	2.265	20,7
Maitén	7,7	2	0,1	-	9,7	0,1
Matorral	131,7	150,6	13,3	0,3	295,9	2,7
Mixto	135,2	334,1	54,4	28,1	551,8	5
Radal	0,01	1,03	0,33	-	1,37	-
<b>Total</b>	<b>3.674,5</b>	<b>6.576,7</b>	<b>566,1</b>	<b>132,8</b>	<b>1.095</b>	<b>100</b>



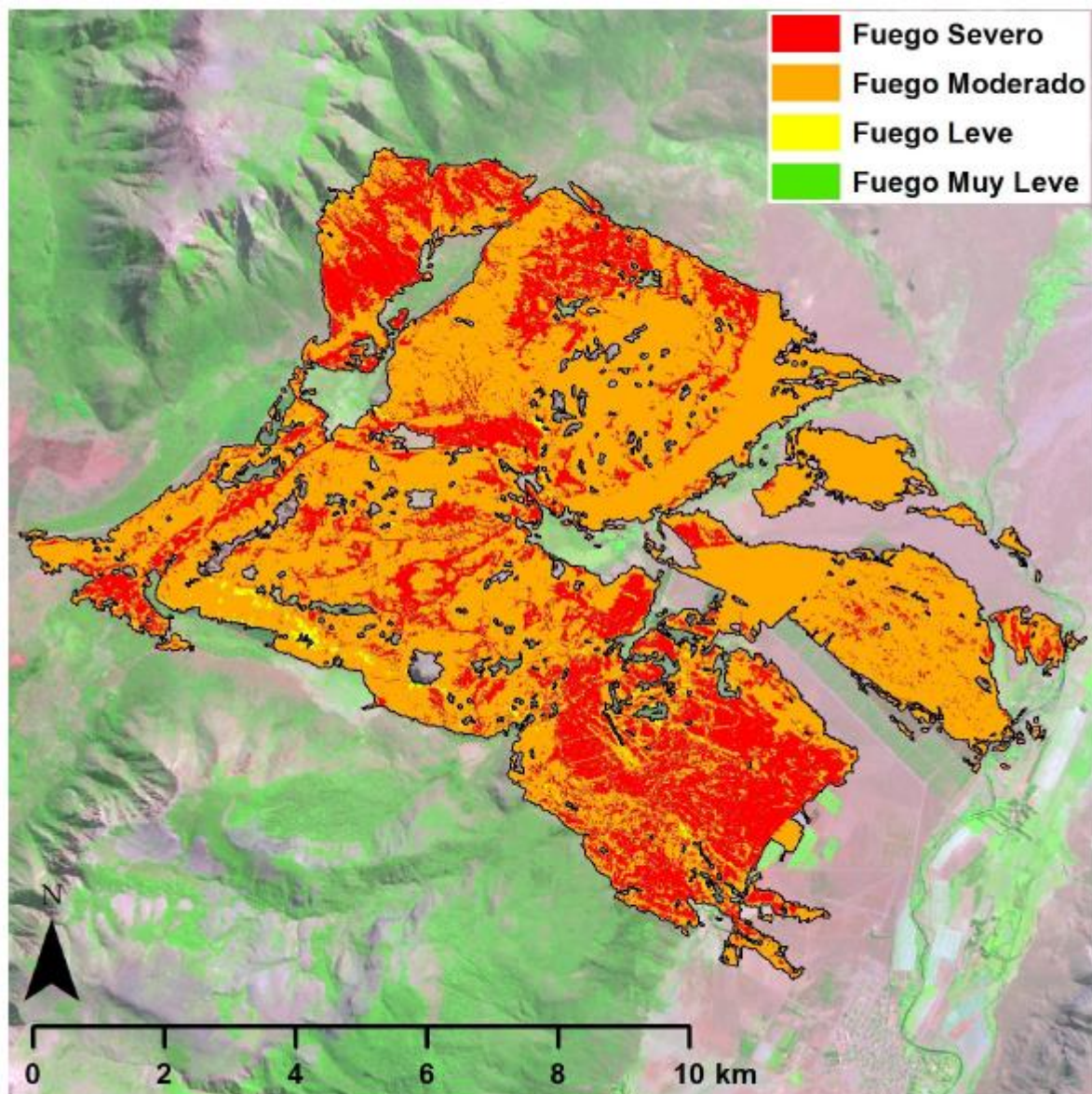
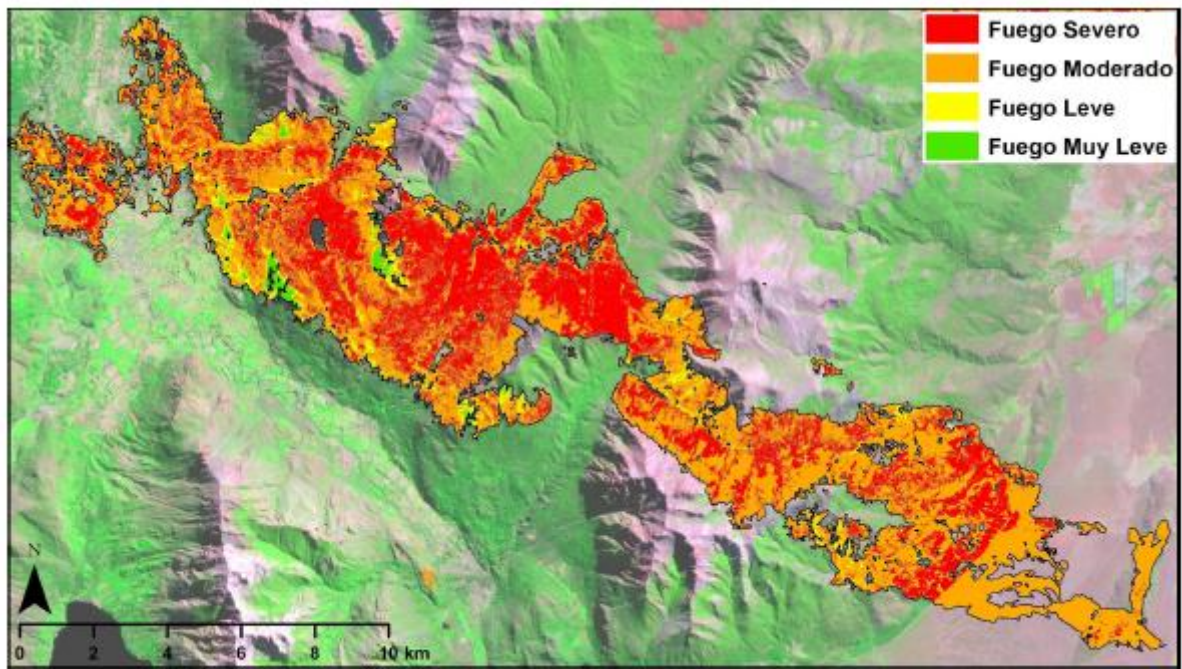


Ilustración 16. Mapa de severidad del incendio denominado el Boquete. Fuente: Diego Mohr Bell, CIEFAP



*Ilustración 17. Mapa de severidad del incendio denominado Golondrinas. Fuente: Diego Mohr Bell, CIEFAP*

### **Áreas afectadas de especial valor para la conservación y para el uso humano**

Dentro del área afectada existen zonas que requieren de una consideración particular, por su valor de conservación y por los servicios ecosistémicos que allí se generan. Entre las áreas de valor ambiental afectadas por incendios en 2021 se destacan sectores de bosques representativos de ciprés de la cordillera, lenga y coihue, en este último caso con individuos de gran porte superando los 38 metros de altura, lo que indica condiciones óptimas para el desarrollo de esta especie y una historia de uso compatible con bosques maduros, que es una situación que se encuentra en disminución y cuyo cambio de uso y cambio en estado de conservación debe evitarse.

Como zonas relevantes para el uso humano debe prestarse atención a las cabeceras de cuencas, particularmente en los sectores cercanos a las poblaciones de el Hoyo y Golondrinas. Los bosques en estos sectores brindan contribuciones a la sociedad relacionadas a la protección y estabilización del suelo y regulación hídrica. Cabe destacar que las tomas de agua de el Hoyo y Lago Puelo se encuentran en zonas afectadas por los incendios y se deberá impulsar y monitorear su recuperación.

Finalmente, como sectores relevantes por su provisión de oportunidades de esparcimiento y recreación a la población local y a los visitantes deben mencionarse las zonas en torno a la Catarata de el Hoyo y la Laguna Espejo. Existen antecedentes en la zona de acciones de restauración de bosque en áreas con intenso uso recreativo, en los parques nacionales Los Alerces y Lago Puelo y en la reserva de usos múltiples Lago Epuyén, que dan cuenta de la relevancia social de la recuperación de zonas de acceso público con este tipo de uso.

Entre las zonas relevantes para las personas se destacan aquellas con el potencial de proveer oportunidades de recreación a un elevado número de usuarios. Como atractivos turísticos se destacan por su belleza escénica y por el público que los visita los sitios conocidos como Cascada Corbata Blanca y Laguna Espejo (Figuras 17 y 18).



*Ilustración 18. Zona conocida como Cascada Corbata Blanca (arriba) y uso recreativo en las cercanías de este atractivo natural (abajo). Fuente: Área de Turismo del Municipio de el Hoyo*



*Ilustración 19. Zona de Laguna Espejo. Fuente: Área de Turismos, Municipio de el Hoyo*

## Estado de la vegetación y regeneración inicial

### Metodología específica

Se utilizaron parcelas de monitoreo, distribuidas en los diferentes sectores y abarcando diferentes tipos forestales y severidad del fuego. Para ello, se consideró la clasificación preliminar de la severidad del fuego por tipos forestales realizada mediante el análisis de imágenes satelitales para el área afectada (CIEFAP, 2021). La ubicación de las parcelas se definió en función de la accesibilidad a las mismas, de modo que puedan ser re-medidas en próximos relevamientos, y de la representatividad de los tipos forestales y grado de severidad del fuego. Según la severidad del fuego, cada parcela se clasificó en “severidad alta” y “severidad media”, basándose en la clasificación del Servicio Forestal de EEUU, que califica la severidad del daño sobre el suelo y cuatro estratos de vegetación divididos por altura, modificada y utilizada en el relevamiento a terreno de los incendios forestales ocurridos en el noroeste de Chubut en la temporada 2014-2015 (SSByP de Chubut 2015). También se relevaron situaciones del bosque sin quemar, que se clasificaron como “testigo (bosque verde)”.

En base a estos criterios se establecieron 91 parcelas de monitoreo abarcando 8 tipos forestales y sus respectivos testigos (Cuadro 8). De estas tipologías 6 corresponden a bosque nativo y 2 a plantaciones de especies exóticas. Dado que la severidad del fuego fue mayormente alta en el área afectada, la mayor parte de las parcelas relevadas presentaron esta condición y fue menor el número de parcelas con situaciones de severidad media. A su vez, dentro del perímetro de los incendios quedaron muy pocas islas de vegetación sin quemar, por lo que el número de parcelas testigo también fue bajo.

Cada parcela de monitoreo tuvo una forma circular de 11,3 m de radio (400 m<sup>2</sup>). En cada una de ellas se registraron las coordenadas geográficas, altitud, pendiente y orientación, se listaron todas las especies vegetales presentes, la presencia de regeneración de especies arbóreas y arbustivas (identificando la especie y tipo de regeneración), la presencia de árboles o arbustos quemados sin regeneración (identificando la especie en caso de ser posible), se obtuvieron variables dasométricas: diámetro a todos los individuos leñosos, vivos y muertos en pie (con un diámetro a la altura del pecho, DAP, igual o mayor a 5 cm), alturas totales de un árbol dominante, un intermedio y un inferior, y se registraron signos de presencia de fauna nativa y/o exótica. En un radio de 4 m desde el punto central se estimó el porcentaje de cobertura relativa de suelo (sin sotobosque), de empastado (tapiz compacto de hierbas, principalmente gramíneas exóticas), del estrato bajo (0 - 0,50 m) y del estrato alto (0,51 – 3 m). Para la caracterización del estado del sotobosque (estrato herbáceo y regeneración arbustiva y arbórea), en cada parcela circular de 400 m<sup>2</sup> se instaló un conglomerado de 4 subparcelas de 1 m<sup>2</sup>. En

las mismas se registró el número de especies (riqueza total), se contó el número de arbustos y árboles regenerados, identificando la especie, el tipo de regeneración (por rebrote o por semilla) y la altura máxima de la regeneración, y se estimó el porcentaje de suelo desnudo (suelo sin cobertura vegetal o de mantillo).

**Cuadro 8.** Parcelas relevadas en cada sector y tipo de bosque, de acuerdo a la severidad del incendio y testigos.

Sector y tipo de bosque	Condición		
	Alta	Media	Testigo
<b>Arroyo Corbata Blanca</b>			
Lenga	4	2	1
Ciprés	7	1	2
Coihue	4	1	1
Ñire	3	-	-
Mixto	1	-	-
Mixto tipo matorral		-	-
Pino	2	-	-
<b>Arroyo Leiva</b>			
Lenga	2	1	3
Ciprés	3	-	2
Coihue	3	2	2
Ñire	5	-	-
Mixto	5	-	-
Mixto tipo matorral	-	-	-
Pino	-	-	-
<b>Buenos Aires Chico</b>			
Lenga	6	2	3
Ciprés	1	2	2
Coihue	-	-	-
Ñire	2	-	1
Mixto	2	-	1
Mixto tipo matorral	3	-	-
Pino	5	-	-
<b>Cholila</b>			
Lenga	-	-	-
Ciprés	-	-	-
Coihue	-	-	-
Ñire	2	1	-
Mixto	-	-	-
Mixto tipo matorral	-	-	-
Pino	2	-	-

## Resultados

De este relevamiento se desprende que el fuego afectó bosques puros adultos de lenga y ñire, bosques dominados por ciprés de la cordillera, coihue y ñire acompañados en menor medida de otras especies, bosques mixtos y plantaciones de especies exóticas. Los tipos forestales afectados relevados por sector y sus principales características se resumen a continuación y en el cuadro 9. La caracterización dasonométrica completa se presenta en el Anexo.

1-Bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*). Relevado en los sectores Corbata Blanca, arroyo Leiva y Buenos Aires Chico. Presentó características muy similares entre los sectores afectados. Se trata de un bosque puro de lenga adulto en fase de desarrollo fustal-oquedal, presentando una estructura de “J” invertida, característica del bosque de estructura irregular. Presentan exposición predominante del sector S, con una densidad promedio de 369 árboles por hectárea y una altura similar en todos los sectores de 14,7 metros.

2-Bosque de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). Se presentó como bosque adulto en los sectores Corbata Blanca y arroyo Leiva distribuido en un amplio rango de altitud (300-900 m.s.n.m), y pendientes (13,2-31,3) con una densidad promedio de 1031 individuos por hectárea y una altura promedio de 12,6 metros. Mientras que en el sector Buenos Aires Chico se trató de un bosque joven con una densidad alta (2250 árboles/ha), altura promedio 7,9 acompañado por ñire y radial.

3-Bosque de coihue (*Nothofagus dombeyi*). Se relevó en los sectores Corbata Blanca y arroyo Leiva. Presenta una densidad promedio de 530 árboles por hectárea. La altura promedio del coihue es de 26,7 metros.

4- Bosque de ñire (*Nothofagus antártica*). Se muestreó en todos los sectores. El mismo se encontró en zonas con pendientes suaves, presentando exposición diferente en cada sitio, predominando el sector sur. En Corbata Blanca corresponde a un bosque puro de ñire, mientras que en los restantes siempre estuvo acompañado por otros árboles y arbustos. Presentó una densidad promedio de 931 individuos por hectárea y una altura de 7,5 metros. Además, se registraron rebrotes en la mayoría de las especies con distintos grados de intensidad.

5- Bosque mixto de composición variable según los sectores. En Corbata Blanca, se trató de un bosque mixto de ciprés de la cordillera y radial, acompañado por algunos ejemplares de ñire y laura.



Presenta exposición N. En los sectores arroyo Leiva y Bs. As. Chico, correspondió a un bosque mixto de coihue en estado adulto con cipreses juveniles, cuya exposición predominante es del sector sur.

6-Bosque mixto tipo matorral. Relevado únicamente en el sector Buenos Aires Chico, compuesto en su mayoría por especies arbóreas y arbustivas de menor porte, con chacay como la especie que más se presenta, seguido de laura y ñire. Presentó una densidad de 1067 individuos por hectárea con una altura promedio inferior a 5 metros.

7 y 8-Plantaciones de pino murrayana (*Pinus murrayana* var. *Latifolia*) y pino ponderosa (*Pinus ponderosa*). En el caso del pino murrayana presentó 488 árboles por hectárea, una altura promedio de 15,5 metros y se relevó en el sector Corbata blanca, mientras que en el caso del pino ponderosa la plantación presentó 740 árboles por hectárea, una altura promedio de 13,8 metros y fue relevada en Buenos Aires Chico.

Cuadro 9. Cuadro comparativo de los tipos forestales en los distintos sectores relevados.

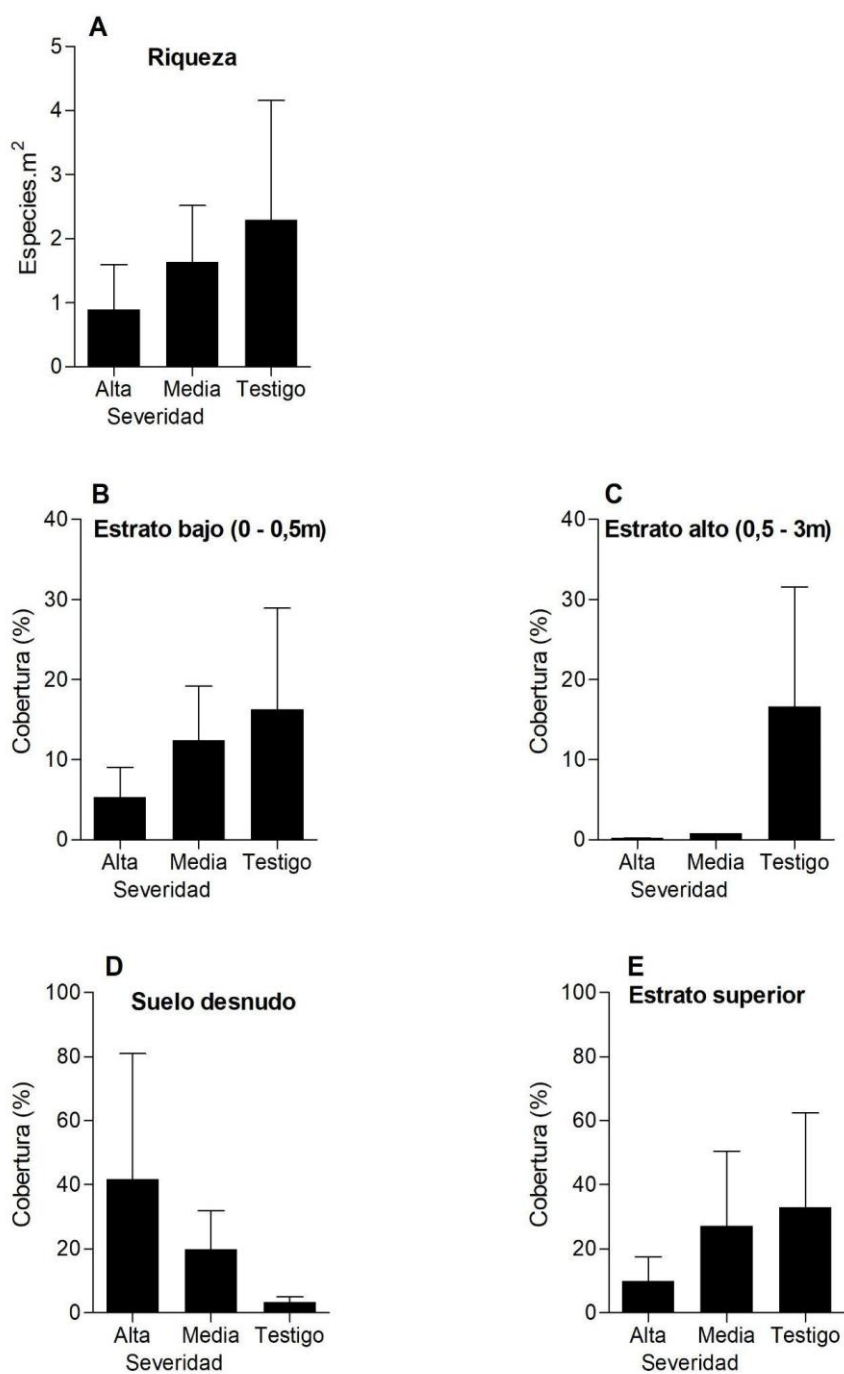
Tipo de Bosque	Características	Corbata Blanca	Arroyo Leiva	Bueno Aires Chico	Cholila
Lenga	Exposición dominante	S-SE	S-SO	S	-
	pendiente promedio (°)	11,3	18	16,7	-
	Altitud (m,s,n,m)	1013-1277	956-1006	1004-1455	-
	Especies presentes	Lenga	Lenga	Lenga	-
	Nº de árboles/ha	328	469	309	-
	Altura med/max	16,3	14,8	23,1	-
	Edad del bosque	Oquedal/fustal	Fustal/oquedal	Fustal/oquedal	-
	Clases diamétricas	5-105	5-75	5-85	-
Rebrotos	No	No	No	-	
Ciprés de la Cordillera	Exposición dominante	O-NO	NO	S	-
	Pendiente promedio (°)	18,5	13,2	13,5	-
	Altitud (m,s,n,m)	300-900	744-850	772-909	-
	Especies presentes	Ciprés-radal-laura	Ciprés-radal	Ciprés-radal-ñire	-
	Nº de árboles/ha	953	1108	2250	-
	Altura med/max	14,3	10,9	7,9	-
	Edad del bosque	Adulto	Adulto	Joven	-
	Clases diamétricas	5-85	5-45	5-45	-
Rebrotos	Laura	No	Ñire-radal	-	
Coihue	Exposición dominante	N-NO	S	-	-
	Pendiente promedio (°)	10,3	22,2	-	-
	Altitud (m,s,n,m)	720-990	722-942	-	-
	Especies presentes	Coihue-ciprés	Coihue-ciprés	-	-
	Nº de árboles/ha	615	445	-	-
	Altura med/max	22,6	30,7	-	-
	Edad del bosque	Fustal/oquedal	Fustal/oquedal	-	-
	Clases diamétricas	5-95	5-105	-	-
Rebrotos	No	No	-	-	
Ñire	Exposición dominante	NO	S-SE	NE	S
	Pendiente promedio (°)	3,5	7,5	6	8,2
	Altitud (m,s,n,m)	980-1080	812-1029	832-852	641-696
	Especies presentes	Ñire	Ñire-ciprés-laura-radal-retamo	Ñire-laura-chacay-radal	Ñire-laura-maitén
	Nº de árboles/ha	683	850	1025	1167
	Altura med/max	6,6	6,7	9,3	7,2
	Edad del bosque	Adulto	Adulto	Adulto	Adulto
	Clases diamétricas	5-40	5-55	5-35	5-25
Rebrotos	No	Ñire-laura	Ñire-chacay-laura-radal	Ñire-laura	
Mixto	Exposición dominante	NO	S	S	-
	Pendiente promedio (°)	2	16,3	21,8	-
	Altitud (m,s,n,m)	772	730-853	879-999	-
	Especies presentes	(Ciprés-radal)-ñire-laura	(Ciprés-coihue)-radal	(Ciprés-coihue)-ñire	-
	Nº de árboles/ha	1600	931	934	-
	Altura med/max	9,5 (ci)-4,3(ra)	21,2 (co) 10,3 (ci)	17,9 (co) 10,8 (ci)	-
	Edad del bosque	Mixto	Adulto (co)-joven (ci)	Adulto/algo joven	-
	Clases diamétricas	5-25	5-95	5-65	-
Rebrotos	No	No	No	-	
Mixto tipo matorral	Exposición dominante	-	-	E	-
	Pendiente promedio (°)	-	-	4,3	-
	Altitud (m,s,n,m)	-	-	467-800	-
	Especies presentes	-	-	Chacay-laura-radal-ñire-retamo	-
	Nº de árboles/ha	-	-	1067	-
	Altura med/max	-	-	<5	-
	Edad del bosque	-	-	-	-
	Clases diamétricas	-	-	5-25 (5-10)	-
Rebrotos	-	-	Chacay-laura-radal-ñire-retamo	-	



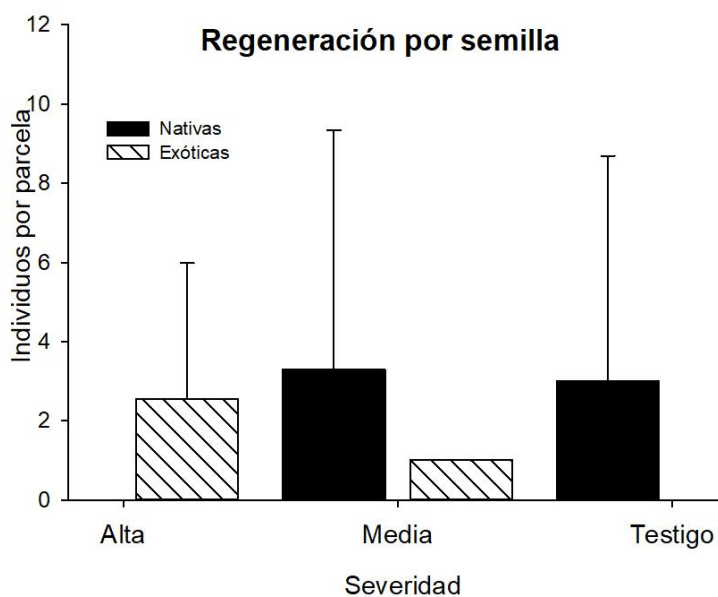
*Ilustración 20. Bosque de Nothofagus pumilio (Izquierda) y Nothofagus dombeyi (derecha) afectados por fuego de severidad alta en el sector Corbata Blanca*

En cuanto al estado del sotobosque se destaca un claro efecto del incendio sobre el mismo, afectando la riqueza de especies, la cobertura vegetal, el porcentaje de suelo desnudo y la cobertura del estrato superior, más allá de los sectores y tipos de bosque, (Figura 20). En la primera temporada post-incendio, la riqueza del sotobosque y la cobertura no alcanzó los niveles del testigo, si bien se observa la presencia de especies tanto en situaciones de severidad media como alta. Esta pronta recuperación podría darse gracias a especies remanentes en el banco de semillas del suelo, como por el inmediato rebrote de algunas especies. El estrato bajo es el primero en comenzar a incrementar su cobertura, no así el estrato alto. La recuperación de la cobertura vegetal es importante para la estabilización de los suelos, los cuales en situaciones de alta severidad presentan un alto porcentaje de suelo desnudo. En el caso de las situaciones de severidad media, la caída de hojas chamuscadas post-incendio podrían estar favoreciendo la reducción de la erosión eólica de los suelos. Por otro lado, se detectó una mayor reducción de la cobertura del estrato superior en situaciones de severidad alta, por la combustión total del follaje. Esto podría tener diferentes consecuencias en la recuperación de la vegetación al permitir una mayor entrada lumínica y por ende una mayor temperatura, que en situaciones de severidad media.

Respecto a la regeneración a partir de semillas, en muchos de los bosques testigo se registró la presencia de las especies arbóreas lenga, coihue y ciprés de la cordillera, con alturas de 15 cm, 1,50 m, y 2 m, respectivamente, mientras que en ninguna de las parcelas con severidad media y alta se registró la regeneración de estas especies. En una de las parcelas con severidad media se detectó la presencia de regeneración de maitén, con una altura de 7 cm (Figura 21). En cuatro de las cinco parcelas con plantaciones de pino ponderosa se detectó regeneración de esta especie, en dos de las tres ubicadas en Buenos Aires Chico y en las dos ubicadas en Cholila. En ambos sectores se trató de plántulas de 5 cm de altura. En las cuatro parcelas con plantaciones de pino murrayana no se registró regeneración. También se observó la presencia de pinos en áreas de bosque nativo en tres de las cinco parcelas en las que se registraron pinos quemados, correspondiéndose tanto con bosques con severidad media como alta. En estos casos también se trató de plántulas de 5 cm de altura. Regeneración a partir de semillas también se detectó para la especie caña colihue en una parcela testigo y en una con severidad media de bosques de lenga, mientras que en tres bosques, de coihue, ñire y lenga, con severidad alta en los cuales se registró la presencia de caña colihue quemada, no se detectó regeneración por semillas, ni tampoco por rebrote. Cabe aclarar que, en general, no se observó abundancia de caña colihue en ningún sector del área afectada.

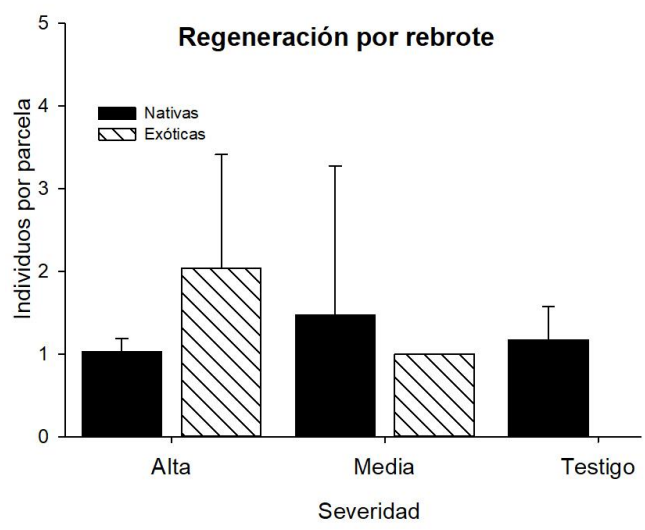


*Ilustración 21. Media y error estándar de la riqueza (A) y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo (B) y alto (C), y cobertura del suelo desnudo (D) y del estrato superior (E) en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos*



*Ilustración 22. Media y error estándar de la cantidad de individuos de especies nativas y exóticas leñosas regenerados a partir de semilla en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos*

En cuanto a la regeneración a partir de rebrotes, las especies arbóreas ñire y radial tienen esta capacidad y ambas presentaron rebrotes incipientes. En el caso del ñire, de las 19 parcelas con severidad alta, correspondientes a bosques de ñire y algunos mixtos y de ciprés, en las que se registraron individuos quemados, 13 parcelas mostraron rebrote de la especie, con 5 cm de altura, mientras que en la única parcela de bosque de ñire con severidad media relevada, también se registró rebrote de ñire con 10 cm de altura. En el caso del radial, de las 19 parcelas con severidad alta, correspondientes principalmente a bosques de ciprés, y también mixto, de ñire y de coihue, en las que se registraron individuos quemados, sólo 3 parcelas mostraron rebrote de la especie, con 20 cm de altura. Cabe aclarar que las parcelas en las que se registró rebrote de radial fueron aquellas que se muestrearon en diciembre, por lo tanto, podría ser que no se haya registrado rebrote de esta especie en las otras parcelas porque el muestreo fue temprano, durante octubre y noviembre. Respecto a la regeneración por rebrote de las especies arbustivas, es difícil conocer con certeza en donde había presencia de las especies antes del incendio, ya que, en algunos casos, principalmente en aquellos en los cuales el fuego tuvo una alta severidad, no han quedado restos materiales para poder identificarlos. A modo cualitativo, es posible mencionar la cantidad de parcelas con presencia de rebrote y su altura (Tabla 2). Tanto en bosques con severidad alta como media, las especies rebrotadas más frecuentes fueron la nativa laura y la exótica rosa mosqueta (Figura 22).



*Ilustración 23. Media y error estándar de la cantidad de individuos de especies nativas y exóticas leñosas regenerados a partir de rebrote en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos*

**Cuadro 10.** Porcentaje de parcelas en las que se registraron rebrotes (en negrita) y altura de los rebrotes de las especies arbustivas, en los bosques con severidad de fuego alta y media. En total se relevaron 62 parcelas con severidad de fuego alta y 12 con severidad de fuego media. Las especies exóticas están subrayadas.

Especies rebrotadas	Severidad de fuego	
	Alta (n=62) % Altura (cm)	Media (n=12) % Altura (cm)
<b>Chacay (<i>Discaria chacaye</i>)</b>	<b>6,5</b> 12,5 (5,95)	
<b>Laura (<i>Schinus patagonica</i>)</b>	<b>50</b> 10,52 (2,23)	<b>33,3</b> 16,75 (11,21)
<b>Maitén chico (<i>Maytenus disticha</i>)</b>		<b>8,3</b> 5(0)
<b>Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>)</b>	<b>14,5</b> 11,25 (2,27)	<b>8,3</b> 20 (0)
<b>Michay (<i>Berberis darwinii</i>)</b>	<b>9,7</b> 5 (0)	<b>16,7</b> 5 (0)
<b>Notro (<i>Embothrium coccineum</i>)</b>	<b>1,6</b> 25 (0)	
<b>Parrillita (<i>Ribes cucullatum</i>)</b>	<b>9,7</b> 7,8 (4,35)	<b>8,3</b>
<b>Retamo (<i>Diostea juncea</i>)</b>	<b>4,8</b> 17,5 (12,5)	<b>8,3</b> 20(0)
<b>Rosa mosqueta (<u><i>Rosa rubiginosa</i></u>)</b>	<b>24,2</b> 15,17 (3,01)	<b>16,7</b> 10 (0)

La principal tendencia que se infiere de estos resultados es que la regeneración de especies arbóreas por semilla está limitada a maitén. Mientras que se detectó rebrote de ñire y laura y en menor medida de radal. En cuanto a la regeneración de otras formas de vida se observa buena regeneración del estrato bajo. Es destacable que existe una importante recolonización por parte de especies exóticas, tanto a partir de semillas como de rebrote. De esto se desprende que el manejo de especies



exóticas problemáticas, manejo del ganado para evitar que interfiera con la regeneración incipiente y la reintroducción de las especies cuya regeneración no se detecta serán tres líneas de acción necesarias en un plan de restauración de la zona afectada.



*Ilustración 24. Rebrote de Schinus patagonicus (izquierda) y Nothofagus antarctica (derecha).*

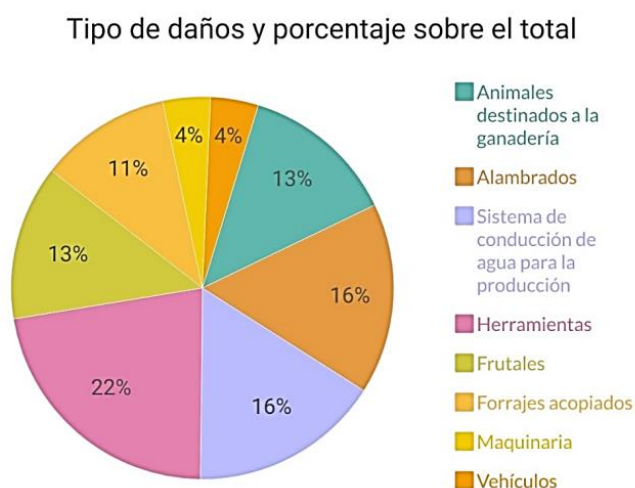


*Ilustración 25. Regeneración Pinus radiata en sector Golondrinas*

### Relevamiento de pobladores afectados

En la localidad de El Maitén se lamenta la pérdida de una vida humana, 538 animales, una vivienda, 5 puestos, 7 galpones, corrales, gallineros, herramientas, maquinarias y otra infraestructura como sistemas eléctricos y de distribución de agua. A esto se suma la afectación de más de 2900 ha de cultivos, plantaciones y bosque nativo utilizado por el ganado.

Mientras que, para el municipio de Lago Puelo, los relevamientos indican 48 productores afectados en las localidades de Cerro Radal y Paraje Golondrinas, de los cuales 3 reportan haber vendido sus animales a causa del incendio, y 3 reportan haberlos perdido a en el mismo. Esta localidad registra además la pérdida y afectación de otros bienes materiales ligados a la producción como maquinaria, galpones, herramientas etc. (Figura 26). La localidad de el Hoyo registra 46 productores afectados, de los cuales uno reporta haber perdido sus animales en el incendio y 5 reportan haber vendido o movido sus animales por falta de alimento.



*Ilustración 26. Daños materiales sufridos por productores de Lago Puelo según tipo de bien afectado. Fuente: Informe de Gestión 2020-2021, áreas de Desarrollo Económico y Producción de la Municipalidad de Lago Puelo*

## **Identificación de áreas prioritarias para la restauración y conservación de suelos**

Como instrumento para guiar y planificar las acciones de restauración se realizó un análisis multicriterio de las zonas afectadas que permitió identificar áreas prioritarias para la focalización de los esfuerzos de restauración, particularmente las tareas de restauración activa que incluyen la reforestación con especies nativas.

### **Metodología específica**

El proceso de análisis y codificación se realiza utilizando el software QGIS (versión 3.24.1-Tisler), trabajando en la zona de bosque, exceptuando la zona de interfase en Golondrinas y El Hoyo. Las variables seleccionadas como relevantes para la priorización se dividen en categorías y cada categoría es codificada con un número. Para cada situación, la suma de los valores asignados a las variables brinda un número único para cada posible combinación de las expresiones. Las combinaciones de menor importancia para la restauración llevan a sumas mayores a 1024, para ser fácilmente discriminables (cuadro 8). Siguiendo el trabajo hecho en el marco del “Programa Integral de Manejo y Restauración de las grandes Áreas afectadas por Incendios Forestales de la Temporada 2014-2015 en la Provincia del Chubut”, la codificación para determinar la prioridad de restauración toma en cuenta 4 variables:

- Vegetación afectada. El tipo de vegetación es una de las principales variables determinando la capacidad de regeneración del sistema y el interés de intervenir en caso de que la regeneración natural sea insuficiente o demasiado lenta se definieron 4 categorías. Como fuente de información para generar esta variable se utilizó la Actualización de la Clasificación de Tipos Forestales y Cobertura del Suelo de la Región Bosque Andino Patagónico. Informe Final. CIEFAP. – vegetación dominante (N2). CIEFAP, MAyDS, 2016.

- A) Especies arbóreas que no rebrotan:  
Lenga – Ciprés – Coihue – Bosque Mixto
- B) Especies arbóreas y arbustivas que rebrotan:  
Ñire – Maitén – Matorral Mixto
- C) Especies arbustivas no consideradas en las categorías A o B:  
Arbustal Nativo

- D) Coníferas exóticas:

Forestaciones de Exóticas

La cobertura en formato vectorial se convierte a formato ráster, y es codificada en las 4 categorías, de las cuales cada una es representada por un número binario. En el caso de las forestaciones, se tomó también el Nivel 2 de la Clasificación, porque en la zona de estos incendios no se afectaron sauces o álamos – por lo tanto, los árboles exóticos son plantaciones de pinos.

- Pendiente. Las zonas con pendiente elevada representan desafíos logísticos a la hora de implementar tareas de restauración y a la vez pueden presentar menor probabilidad de supervivencia de los plantines trasplantados, por ello se priorizan zonas con menor pendiente. Se realiza el cálculo de pendiente en % y se clasifica en 3 categorías. Como fuente se utiliza un modelo digital de elevación elaborado a través de una fusión entre datos del SRTM y de ASTER GDEM en el laboratorio de Geomática del CIEFAP, resolución espacial de 10m:

- I) 0 – 25%
- II) 25 – 45%
- III) > 45%

- Severidad. El grado de severidad con el que el fuego afectó la vegetación es otro de los factores que pueden influir sobre la capacidad natural de regeneración y por ende en la necesidad de intervenir. Para incorporar esta variable se utiliza la cobertura que ya contiene una clasificación de la severidad de quema en 4 rangos cobertura ráster basada en el análisis de severidad proveniente del laboratorio de Geomática del CIEFAP, basado en el índice NBR calculado con imágenes Sentinel-2 los cuales se codifican de la siguiente manera:

- Severo (rangos “severo” y “moderado”)
- Leve (rangos “leve” y “muy leve”)

La severidad de quema se determinó mediante un algoritmo que procesa las imágenes satelitales Sentinel-2. Los resultados de ese procesamiento cubren una parte del área afectada del incendio, y se tomaron como base de las superficies que se quemaron con cierta intensidad, detectable por el algoritmo. Las demás partes del área afectada quedan fuera de la priorización.

Como no se dispone de datos de severidad de quema para el incendio de Cholila, el presente trabajo abarca solamente los sectores de los incendios Golondrinas y El Boquete.

- Exposición. La exposición a través de su impacto en las condiciones de irradiación, temperatura y humedad también influye en la capacidad de regeneración y desempeño de los plantines trasplantados. La exposición se calcula y se clasifica según las siguientes categorías, tomando como fuente el modelo digital de elevación elaborado a través de una fusión entre datos del SRTM y de ASTER GDEM en el laboratorio de Geomática del CIEFAP, resolución espacial de 10m:

Cálculo de exposición, y clasificación en 3 categorías:

- Favorable (SO – S – SE)
- Intermedia E – NE
- No Favorable N – NO – O

## **Resultados**

La aplicación de este análisis permitió identificar 4477,70 ha de bosque nativo de especies no rebrotantes (categoría A, Cuadro 9), de las cuales 2149,45 ha presentan máxima prioridad para la realización de tareas de restauración activa en el corto plazo (A1, cuadro 9). Estas últimas además del tipo de vegetación presentan condiciones propicias de exposición y pendiente para la introducción de plantines de las principales especies forestales.

En los sitios con presencia dominante de especies que no rebrotan que fueron afectados de forma leve o no afectados (382,93 ha; categoría A4, Cuadro 9) es esperable que, en el corto plazo con acciones de restauración pasiva como la exclusión de ganado, se produzca una buena recuperación del estrato herbáceo y arbustivo.

Se identificó un total de 2416,66 ha con vegetación compuesta por especies arbóreas y arbustivas rebrotantes (categoría B, cuadro 10), estas superficies son candidatas a la recuperación mediante restauración pasiva pero su evolución deberá ser monitoreada para detectar cambios indeseados o falta o insuficiencia de rebrotes. En las clases A y B deberán promoverse cargas ganaderas bajas y monitorear y controlar el establecimiento de especies exóticas problemáticas. Finalmente se identificaron también 1620,60 ha de arbustal nativo y 980,82 ha de plantaciones forestales de especies exóticas (C y D respectivamente, cuadro 11). Para las superficies incluidas en la clase C, al igual que las anteriores se deberá promover un manejo ganadero compatible con la regeneración, monitorear el desarrollo de especies exóticas y promover el manejo de los rebrotes para evitar que aumente la inflamabilidad del sistema. Para las superficies en la condición D se recomienda la reconversión de las plantaciones de coníferas exóticas a especies maderables, pero menos inflamables como pueden ser roble pellín y raulí. Las superficies en clase D, son zonas prioritarias para el monitoreo, y acciones de control de la regeneración post-incendio de especies exóticas con comportamiento invasivo. Especial atención se deberá tener en los bordes de estas. Las acciones propuestas para cada categoría se abordan en mayor detalle en los componentes del plan en la sección siguiente.

*Cuadro 11. Superficies identificadas como prioritarias para acciones de restauración discriminadas por sector y tipo de bosque. Clasificación resultante del análisis multicriterio para las especies A (en ha)*

Prioridad	Especie					
	Sector	Ciprés	Coihue	Lenga	Mixto	Total
<b>A1</b>	Corbata Blanca	254,02	8,07	185,65	126,23	573,96
	Leiva	131,52	360,94	304,80	93,27	890,54
	Liempi	37,78	0,66	615,30	19,69	673,42
	El Boquete	9,37	-	-	-	9,37
	Cholila	2,16	-	-	-	2,16
	<b>Total general</b>	<b>434,85</b>	<b>369,66</b>	<b>1105,75</b>	<b>239,19</b>	<b>2149,45</b>
<b>A2</b>	Corbata Blanca	295,35	7,48	76,86	98,51	478,20
	Leiva	84,60	81,32	53,87	61,39	281,18
	Liempi	0,70	-	72,73	6,41	79,84
	El Boquete	-	-	-	-	0,00
	Cholila	-	-	-	-	0,00
	<b>Total general</b>	<b>380,65</b>	<b>88,80</b>	<b>203,46</b>	<b>166,31</b>	<b>839,22</b>
<b>A3</b>	Corbata Blanca	121,72	9,79	142,08	29,90	303,49
	Leiva	110,82	69,08	348,62	29,21	557,72
	Liempi	5,05	-	232,61	7,22	244,88
	El Boquete	-	-	-	-	0,00
	Cholila	-	-	-	-	0,00
	<b>Total general</b>	<b>237,59</b>	<b>78,87</b>	<b>723,31</b>	<b>66,33</b>	<b>1106,10</b>
<b>A4</b>	Corbata Blanca	101,67	2,74	42,69	46,21	193,31
	Leiva	8,48	16,23	90,90	14,93	130,55
	Liempi	4,59	-	50,34	4,15	59,07
	El Boquete	-	-	-	-	0,00
	Cholila	-	-	-	-	0,00
	<b>Total general</b>	<b>114,74</b>	<b>18,97</b>	<b>183,93</b>	<b>65,29</b>	<b>382,93</b>
<b>Total A</b>					<b>4477,70</b>	

Incendio Las Golondrinas (inicio 9/3/2021) - incendio El Boquete (inicio 7/3/2021): Categorías de prioridad para la restauración

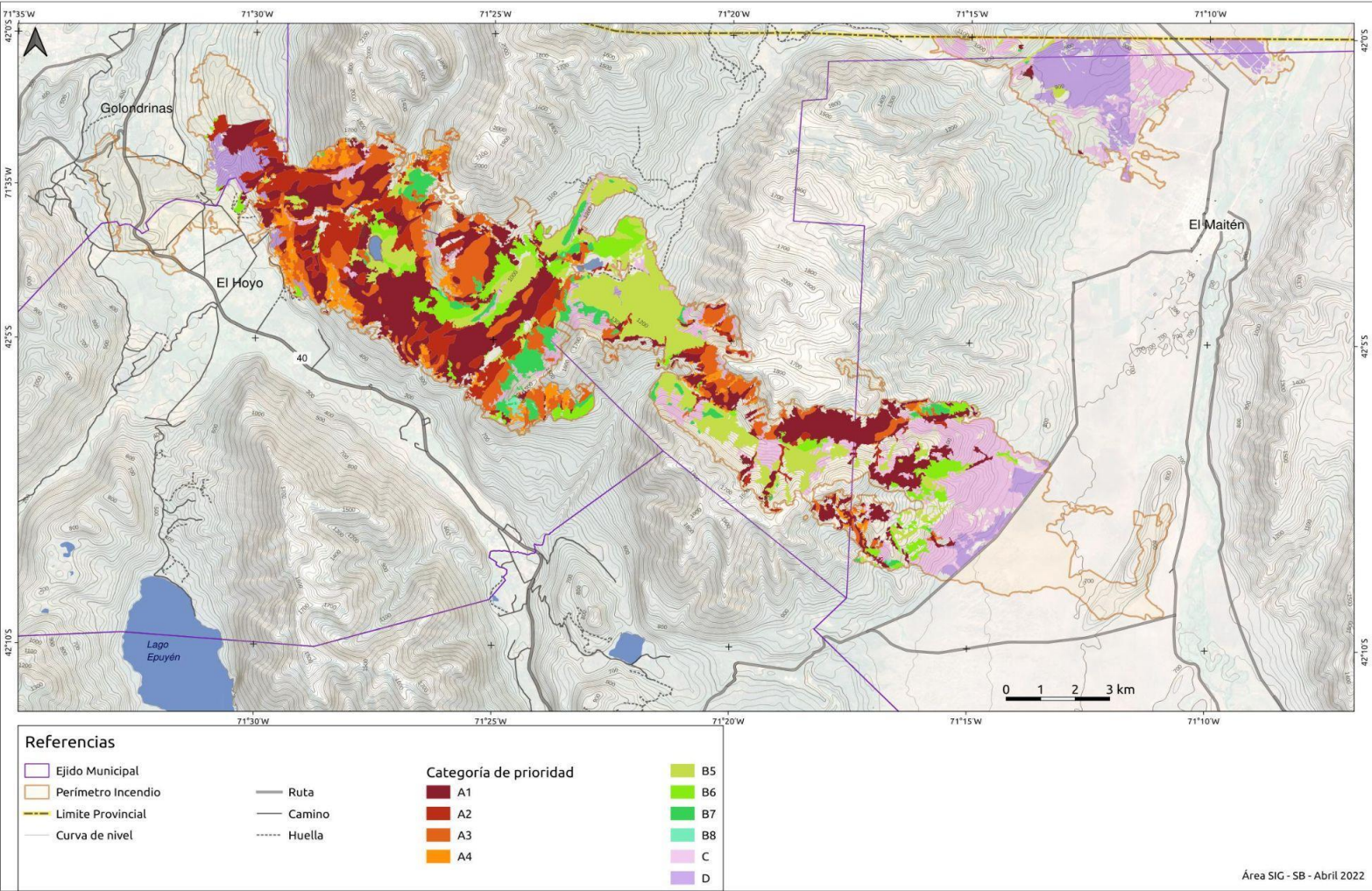


Ilustración 27. Priorización de áreas para restauración en las zonas afectadas por incendios en 2021 en la Comarca Andina



**Cuadro 12.** Superficies de especies rebrotantes por sector y prioridad asignada según análisis multicriterio

Sector	B5	B6	B7	B8	total
Corbata Blanca	109,83	52,81	26,52	1,14	190,30
Leiva	781,94	386,38	278,43	14,42	1461,17
Liempi	488,85	193,04	57,01	1,05	739,95
El Boquete	23,95		1,29		25,24
<b>Total general</b>	<b>1404,57</b>	<b>632,23</b>	<b>363,25</b>	<b>16,61</b>	<b>2416,66</b>

**Cuadro 13.** Superficies de especies forestales exóticas por sector

Sector	Clase C	Clase D	Total general
Corbata Blanca	45,38	171,39	
Leiva	155,89	7,20	
Liempi	1032,44	142,76	
El Boquete	386,89	659,47	
<b>Total</b>	<b>1620,60</b>	<b>980,82</b>	<b>2.601,42</b>

## **ACCIONES DEL PLAN DE RESTAURACIÓN**

El presente plan surge como respuesta a los grandes incendios que afectaron la zona de la Comarca Andina durante el verano de 2021. A mediano plazo son necesarias un conjunto de actividades complementarias entre sí. Dada la magnitud de las áreas afectadas, y sus implicancias con diversos servicios ecosistémicos, es necesario que las acciones planificadas tengan un abordaje a nivel de cuenca, prestando atención a lo que vaya ocurriendo en los predios de los productores. La visión de generar conectividad dentro y hacia afuera de la matriz afectada, debe ser una premisa al momento de desarrollo de actividades en terreno. Asimismo, es importante resaltar que en las zonas afectadas esta temporada, así como en las zonas aledañas, la ocurrencia de incendios es elevada. La recurrencia de un disturbio como el fuego así como la superposición de efectos de distintos disturbios (ganadería, extracción de madera, urbanización), es lo que en definitiva conduce a una pérdida real del área ocupada por este tipo de bosques. En un contexto de cambio climático los factores de disturbio sensibles al clima –fuego, sequías- probablemente determinen cambios en las trayectorias sucesionales de un ecosistema, y de la distribución de especies a nivel de paisaje. Por tal motivo se considera relevante que la toma de decisiones a nivel programático sea en el contexto de la adaptación al cambio climático, buscando aumentar la resiliencia socio-ambiental frente al disturbio del fuego. Para poder abordar estos procesos los objetivos del plan se elaboran con un horizonte a largo plazo de 30 años, con una planificación a diez años.

## **OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO Y RESTAURACIÓN**

El objetivo general es promover la restauración de las superficies quemadas, así como la aplicación de técnicas de manejo y restauración asociadas a futuros usos, promoviendo la participación de las instituciones locales, provinciales y nacionales, y que la sociedad se involucre y apropie de plan.

### **Objetivos específicos:**

- Visitar los predios de productores afectados por los incendios en la zona de la comarca;
- Definir mediante la combinación de relevamientos en terreno y análisis de datos provenientes de sensores remotos las áreas prioritarias a reforestar con árboles nativos;

- Promover la restauración ecológica a través de plantaciones con especies nativas con la participación de estudiantes, docentes y vecinos de las localidades afectadas;
- Establecer recomendaciones para el manejo y recuperación de las áreas quemadas;
- Fortalecimiento y transferencia de tecnología a viveros forestales Estatales, Escolares y privados que producen plantas nativas (abastecimiento de semillas, compra de insumos para la producción, mejoramiento y ampliación de capacidad productiva, asistencia técnica);
- Realizar propuestas de manejo sostenible respecto a la actividad ganadera con pobladores;
- Acompañar el manejo ganadero, mediante cuadros de apotreramiento, mejoras de pasturas, sanidad animal, y asistencia técnica;
- Planificar la cosecha de semillas, viverización de árboles y arbustos nativos y consecuentes actividades de reforestación de las distintas especies afectadas para un período inicial de 10 años;
- Promover la creación de viveros forestales familiares, escolares, comunitarios y de privados, con el objeto de aumentar la demanda de plantas de calidad;
- Promover plantaciones con fines productivos y ecológicos con especies nativas;
- Promover la adopción y adecuación de medidas a escala predial por parte de los productores locales, procurando su involucramiento inicial en la implementación del plan;
- Promover la Educación Ambiental, sobre el rol y la importancia que cumple el bosque nativo, los servicios ambientales que brinda, las causas y consecuencias de los incendios forestales; y la remediación de estas áreas mediante actividades de reforestación;
- Promover la adopción y adecuación de medidas a escala predial por parte de los pobladores locales, procurando su involucramiento inicial en la implementación del plan.
- Disminuir el impacto ambiental y paisajístico producido en las zonas afectadas por incendios.
- Implementar un programa de monitoreo de las áreas afectadas;
- Proponer acciones de comunicación y difusión del plan de manejo y restauración;
- Acordar un programa referido a las necesidades de capacitación e investigación, con las instituciones que participan de la mesa de restauración.
- Impulsar el fortalecimiento y expansión de las capacidades institucionales para la restauración ecológica;
- Contribuir a la consolidación y ampliación de la Mesa Interinstitucional de Restauración;

## COMPONENTES Y ACCIONES

En una primera aproximación, se han desarrollado los principales componentes de manejo y restauración identificados. Es importante destacar, que será necesario adecuar los mismos localmente, como así también las formas de trabajo con las comunidades afectadas. Estos componentes no constituyen compartimentos estancos, sino más bien dimensiones que se solapan y complementan espacial y temporalmente para lograr objetivos complejos. Es relevante destacar que las acciones que conocemos como restauración pasiva comúnmente engloban los primeros pasos en todos los programas de restauración, que la expresión de los procesos naturales de regeneración es relevante incluso hacia el interior de pequeñas áreas muy intensamente intervenidas, y que para abarcar las extensiones afectadas por los incendios será necesario desplegar un abanico de acciones en un mosaico de áreas con distinto grado de intervención en el paisaje.

Los componentes inicialmente identificados son:

1. Componente de manejo ganadero;
2. Componente de manejo adaptativo de especies exóticas invasoras;
3. Componente de cosecha de semillas, producción y propagación de plantas;
4. Componente de transferencia de tecnología y aumento de la capacidad productiva de árboles nativos;
5. Componente de plantaciones en zonas de interfaz y de bosque de altura;
6. Componente de educación ambiental;
7. Componente de fortalecimiento del Programa de restauración.

### 1-Manejo del ganado

La presencia de herbívoros domésticos provoca importantes alteraciones en la estructura y composición botánica del Bosque Andino Patagónico las cuales se atribuyen principalmente al ramoneo de la regeneración natural y a la introducción de especies exóticas en ambientes naturales (Veblen et al., 1992). Los cambios en la estructura debido a la herbivoría doméstica determinan el incremento de especies arbustivas y ocurren generalmente durante las etapas iniciales de la instalación de la regeneración luego de los disturbios masivos como los incendios. Como resultado de esto las especies arbustivas logran colonizar por sobre las especies arbóreas y retardan la capacidad de resiliencia del Bosque Andino Patagónico (Raffaele et al., 2007). Por otro lado, si consideramos las

invasiones biológicas, el ganado doméstico es uno de los principales agentes dispersores de las especies más agresivas luego de los incendios como la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) (Zimmermann et al., 2011), y de otras gramíneas y hierbas exóticas, fomentando la creación de céspedes de pastoreo bajo el dosel (Quinteros et al. 2010 & 2012). Otro aspecto clave a considerar es el efecto del ganado sobre las islas sin quemar y la fragmentación de hábitat que dejó el incendio. El tamaño de las mismas es el atributo más importante a considerar sobre los disturbios antrópicos (Echeverría et al. 2007). La estructura de la masa de bosque nativo y su capacidad de resiliencia disminuye en la medida que decrece el tamaño de las islas afectando de esta manera el proceso sucesional del bosque remanente. Es por este motivo que el daño por ramoneo del ganado tiene efectos más negativos en la medida que las islas sin quemar son más pequeñas (Quinteros et al. 2012). En las primeras etapas del programa de restauración, que puede abarcar un período de 30 años, es clave el manejo de la ganadería y el impacto de la ganadería representa uno de los principales desafíos a afrontar por los programas de restauración luego de incendios masivos ocurridos en la región.

Sin embargo, si la regeneración natural logra establecerse adecuadamente, el impacto de la herbivoría doméstica se minimiza. Cargas ganaderas apropiadas pueden ser compatibles con un uso sostenible del bosque (Arpigliani et al., 2022). El manejo a largo y mediano plazo debe incluir el trabajo con los productores ganaderos para definir cargas y esquemas de manejo que permitan una adecuada regeneración natural que garantice la perpetuidad de bosque nativo (Echeverría et al., 2014). Estos serán dependientes de las condiciones locales, por ejemplo, en los ambientes por encima del 30% de pendiente el tránsito y permanencia del ganado en pastoreo es mínima y por ende el impacto de la herbivoría (von Müller et al. 2013a). Sin embargo, las áreas planas y hasta un 30% de pendiente se consideran áreas críticas para el manejo ganadero y en donde el efecto de la ganadería alcanza su máxima expresión y donde se deben ajustar las cargas para minimizar el impacto (von Müller et al. 2013b). Este componente es relevante tanto en situaciones calificadas como alta prioridad para plantar (categoría A, Cuadro 12) y en aquellas con buen potencial de recuperación (clasificación b, zonas con intensidad leve y buena orientación, Cuadro 13). En las zonas que se habiliten para el pastoreo, la hacienda debería ser previamente sometida a “desbaste” para evitar la dispersión de especies exóticas y deberá monitorearse el establecimiento de regeneración natural.

## Objetivos

- Promover prácticas de manejo adaptativo que favorezcan la recuperación del bosque nativo en zonas identificadas con buen potencial de regeneración natural;
- Desarrollar acuerdos de conservación en las zonas prioritarias para plantación de especies nativas;
- Evaluar la recuperación de la diversidad y funcionalidad del bosque;
- Detectar tempranamente situaciones de cambio desfavorable;
- Mantener una adecuada comunicación con los responsables de las tierras, instituciones pertinentes y demás actores sociales sobre la evolución de las áreas bajo restauración pasiva;

## Actividades

- Organizar reuniones con los pobladores para acordar cargas ganaderas compatibles con la regeneración;
- Establecer estrategias de suplementación forrajera y reparación de alambrados;
- Brindar acompañamiento para la presentación de planes de manejo de bosque nativo;
- Realizar relevamientos periódicos de establecimiento de especies exóticas indeseables;
- Implementar acciones de control de especies exóticas;

### **Recomendaciones de manejo ganadero en el trabajo de restauración de las áreas**

En las zonas de campo –fuera de la zona de interfaz-, debido a la gran superficie afectada por los incendios la principal tarea de realizar, previo al programa de restauración en las áreas seleccionadas para tal fin, recae en reconstruir los alambrados para permitir un adecuado manejo ganadero sin el cual es inviable el programa mencionado. Por último y con un horizonte de mediano plazo, es tratar de minimizar el impacto del ganado tanto sobre la regeneración natural como del programa de restauración mediante una disminución de las cargas actuales entre un 15 o 20%. Para el logro de esto son necesarias capacitaciones a los productores en el área afectada que permitan mejorar la eficiencia productiva y reproductiva de los rodeos.

## 2-Componente de manejo adaptativo de especies exóticas invasoras

Los disturbios como los incendios pueden facilitar el establecimiento de especies exóticas invasoras<sup>4</sup>. Entre las especies invasoras presentes en Patagonia las coníferas guardan una relación especial con el fuego, provocan profundos cambios en los ecosistemas naturales como supresión y reemplazo de especies nativas, alteraciones en el ciclo de nutrientes y del agua y cambios en la inflamabilidad y el régimen de fuego (Simberloff et al. 2003; Franzese et al 2019). En particular algunas especies del género *Pinus*, como *Pinus radiata* y *P. contorta* se ven favorecidas aumentando la densidad de individuos luego de los eventos de fuego y dominando la comunidad (Taylor et al. 2017), reduciendo la biodiversidad en todos los niveles (García et al. 2018) así como el valor recreativo y de conservación de los bosques (Bravo-Vargas et al 2018; Pissolito et al. 2020). El potencial de expansión de las invasiones de pinos es particularmente relevante en contextos de restauración post incendio. En los sectores incendiados existen plantaciones con especies del género *Pinus* por lo que será necesario realizar manejo de plantaciones post fuego, en rodales de especies del género *Pinus*, mediante podas, raleos y trabajos de conducción. Donde posteriormente estos sectores serán susceptibles a reforestar con especies nativas de alto valor comercial como el por ejemplo coihue, ciprés de la cordillera, raulí, roble pellín, entre otras. Igualmente, importante resulta controlar la invasión de estas especies hacia zonas de bosque nativo. Otras especies exóticas invasoras problemáticas presentes en la zona afectada son la *Rosa canina* (rosa mosqueta) y *Rubus ulmifolius* (murra o zarzamora). Las zonas clasificadas como categoría D son zonas prioritarias para el monitoreo, y acciones de control de la regeneración post-incendio de especies exóticas con comportamiento invasivo. Especial atención se deberá tener en los bordes de las mismas.

### Objetivos

- Colaborar en la elaboración de planes de manejo para plantaciones forestales con especies de *Pinus*, con el objetivo de controlar la carga de combustible y fomentando su eventual conversión a plantaciones con especies nativas de la Patagonia;
- Monitorear la invasión de estas especies fuera de las plantaciones;
- Ensayar técnicas y programas de control de la regeneración de estas especies;
- Articular con instrumentos para el manejo de especies exóticas invasoras como la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras (ENEI)

---

<sup>4</sup> De acuerdo al Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, se denomina especie exótica invasora a “una especie introducida que prospera sin ayuda directa del ser humano y amenaza a hábitats naturales o seminaturales fuera de su área natural de distribución”, y trae como consecuencia impactos económicos, sociales, en la salud, en los valores culturales y en el ambiente.

- Fomentar la toma de conciencia y responsabilidad sobre el manejo de especies forestales invasoras en tierras privadas;

#### **Actividades**

- Desarrollar campañas de comunicación sobre manejo responsable de especies exóticas con potencial invasor.
- Brindar asesoramiento a productores interesados en reconvertir plantaciones forestales de especies exóticas invasoras.
- Realizar relevamientos de establecimiento y expansión de especies invasoras en bosques nativos afectados por el fuego.
- Organizar campañas de control de especies exóticas en bosques nativos afectados por el fuego.
- Sistematizar y comunicar los resultados de dichas campañas.
  - Participar de eventos de articulación interinstitucional para el manejo y control de especies exóticas invasoras.

Monitoreo y control de especies arbóreas exóticas  
Se propone en primera instancia realizar un mapeo de:

- 1-productores interesados en reconvertir sus plantaciones
- 2-áreas de bosque nativo con alta probabilidad de invasión

En segunda instancia generar y apoyar en conjunto con otras instituciones planes de monitoreo de invasión y evaluación de la eficacia de tareas de control

### **3-Cosecha, almacenamiento y provisión de semillas**

Una de las recomendaciones de mayor relevancia y esfuerzo económico que se propone en este plan es la restauración mediante plantación de algunas especies nativas leñosas identificadas como prioritarias, cuya regeneración natural se ve limitada. Para ello resulta primordial garantizar el abastecimiento en tiempo y forma de material reproductivo en la calidad y cantidad requerida. La producción de plantas en general requiere tomar decisiones y realizar actividades específicas con mucha anticipación hasta lograr un plantín en condiciones de ser utilizado.

Por lo expuesto, se cree necesario abordar la producción de especies nativas de modo integral procurando: determinar las zonas de cosecha de semillas en base a criterios técnicos y operativos, asegurar la obtención y manejo adecuado del material de propagación, y crear una reserva de semillas



para garantizar la provisión y continuidad de la producción. Por último, se estima conveniente abordar de manera planificada las actividades para asegurar la adecuada provisión de semillas y producción de plantines.

Además será necesario la conformación de un banco de semillas nativas, atento a la periodicidad interanual en la producción de semillas<sup>[1]</sup> característica de algunas especies de interés se estima conveniente constituir un banco en términos formales, administrativos y operativos. Es necesario realizar convenios y acuerdos de trabajo para su funcionamiento. Incluye tareas como ensayos de calidad de semillas, ensayos de cría en vivero, adquisición de materiales y equipos, y capacitación, entre otras.

La existencia de un Banco de Semillas posibilitará ajustar detalles como las cantidades por especie, las procedencias, el establecimiento de estándares y protocolos y la planificación de la producción. En vista de las relaciones existentes, se estima conveniente la conformación de un banco bajo una estructura de cogestión con la participación de todas las instituciones involucradas.

Actualmente según los datos obtenidos del grupo de cosecha de semillas perteneciente a la mesa interinstitucional, se han cosechado más de 20 Kg de semillas de las especies forestales coihue, cipres de la cordillera, ñire y lenga; y 5 Kg de otras especies arbustiva (chacay, notro, radal, maqui, etc). Siendo el potencial de producción de plantas para el próximo año de 1.500.000 árboles y para el año 2024 de 2.000.000 de árboles.

---

[1] Datos del Laboratorio de Análisis de Semillas “Esquel” – INBIES, en el año 2021 lotes con 1% de poder germinativo para coihue, 68% para ciprés, y 2% para lenga. Encontrándose lotes con valores menores para coihue y lenga. Esta característica acentúa el problema de la interanualidad en la producción de semillas, especialmente para los *Nothofagus*.

## **Objetivo**

Lograr un nivel mínimo de abastecimiento de semillas debidamente identificadas y de buena calidad para la producción de plantas nativas con las características adecuadas para ser utilizadas en plantaciones para la restauración de áreas afectadas por el fuego.

## **Actividades**

- Organizar cosechas de semillas de las especies necesarias en las zonas de procedencia adecuadas;
- Distribuir las semillas a los puntos de procesamiento y producción de plantas;
- Apoyar la creación y funcionamiento de un banco de semillas;
- Capacitar instituciones y ciudadanos para la colecta de semillas;
- Implementar estándares de calidad para la colecta, procesamiento y almacenamiento de semillas;

## **4- Producción de plantas, transferencia de Tecnología y aumento de la capacidad productiva**

El proceso de producción de plantines de las especies forestales requeridas tiene características particulares como altos costos, estacionalidad para la realización de acciones como la cosecha de semillas o la plantación; adopción, ajuste o generación de procesos y técnicas para el almacenamiento y conservación de semillas, o de estándares de calidad y protocolos de producción de plantines; además del requerimiento del tiempo necesario para obtener los productos deseados (desde la cosecha de las semillas hasta el uso de un plantín obtenido con ella puede demandar hasta dos años y medio para algunas especies). En la zona existe mucha experiencia y capacidad institucional y productiva para abordar todos los temas inherentes a la obtención de plantas. Sin embargo, existe una limitante en cuanto a cantidad de plantas disponibles al momento de planificar la reforestación de las áreas quemadas a una escala de cuenca. En la Provincia del Chubut, los viveros estatales y privados tienen actualmente una capacidad de producción de 130.000 plantas/año. Por tal motivo será necesario potenciar los viveros forestales existentes, tanto del ámbito privado como los dependientes del estado. Donde a través de un programa de transferencia de tecnología se fortalecerían los viveros existentes, con el objetivo de aumentar su capacidad productiva, con una proyección de 130.000 plantas/año a 400.000 plantas/año.

Atento a la capacidad instalada en los viveros y a la solidez institucional necesaria en una situación de coyuntura como la que nos ocupa, se fomentó la producción de plantines principalmente en el

vivero. Para ello se encuentra en marcha un plan de acompañamiento y capacitación para 12 viveros (Cuadro 14).

Cuadro 14. Viveros en la provincia de Chubut incorporados al programa de fortalecimiento y proyección de producción de plantas para restauración en el período 2022-2024

Vivero Forestal	Producción 2022	Capacidad 2023	Capacidad 2024
INBIES (UNPSJB)	35.000	150.000	150.000
INTA (Trevelin)	3.000	8.000	15.000
INTA (Golondrinas)	0	0	15.000
Colegio Agrotécnico 740 (L. Puelo)	3.000	4.000	6.000
Los Chucaos (Miguel Iragüen)	30.000	40.000	50.000
Reforestarg (ONG)	0	20.000	20.000
CORFO (Corcovado)	2.000	5.000	10.000
Colegio Agrotécnico 740 (Trevelin)	0	0	15.000
Escuela Provincial 25 (Villa Lago)	1.000	3.000	3.000
Municipalidad de El Hoyo	0	40.000	40.000
Municipalidad de El Maitén	0	40.000	40.000
Rodolfo Parajón	0	40.000	80.000
<b>Total</b>	<b>74.000</b>	<b>350.000</b>	<b>444.000</b>

### Objetivos

- Lograr el abastecimiento de plantas en la cantidad y calidad necesarias para las tareas de restauración;
- Fomentar el intercambio de información y experiencia entre viveros forestales participando en tareas de restauración;
- Facilitar la adquisición de plantas para restauración por parte de privados

### Actividades

- Organizar talleres de intercambio y capacitación con viveristas;
- Coordinar los volúmenes de producción con los distintos viveros de acuerdo a las especies y características requeridas para cada zona de plantación;
- Establecer y difundir estándares de calidad de planta para los sitios de plantación;

- Generar una base de datos sobre productores de plantas para restauración;

### **5-Componente de plantaciones en zonas de interfaz y de bosque de altura**

Esta componente tiene como principal objetivo la restauración activa a través de plantaciones con especies nativas y de alto valor comercial (en condiciones y sitios específicos podrían considerarse especies nativas de la zona norte de los bosques andino-patagónicos como roble pellín y raulí) en las zonas de interface, las cuales tendrán doble propósito, el de recuperación de las áreas degradadas y el productivo. Siendo las densidades recomendadas entre 800 pl/ha – 950 pl/ha.

En cuanto a las plantaciones con fines ecológicos, con objetivos de conservación, pueden realizarse plantaciones menos densas, siendo recomendables densidades de 400 a 500 pl/ha, bajo la modalidad de enriquecimiento del bosque nativo.

En los bosques quemados afectados por fuegos recientes se recomienda realizar plantaciones regulares, en bosquetes, dado que el estrato arbustivo no se ha desarrollado completamente aún. La plantación en núcleos o bosquetes se realiza estableciendo los plantines en grupos a altas densidades, definiendo el número de núcleos en función de la densidad final planificada. Estos últimos presentan la ventaja de imitar el modo natural de establecimiento de la regeneración de las principales especies nativas

En los sitios afectados por fuego el dosel superior constituido por los árboles quemados protege significativamente a los plantines contra la radiación y el viento, efecto que no se registra en las áreas donde se extraen todos los árboles quemados (Urretavizcaya et al. 2014). Para plantar ciprés de la cordillera en las zonas quemadas donde se extrajeron los árboles y se realizó limpieza, es recomendable esperar a que se recupere y establezca la vegetación arbustiva, que pueda brindar protección a los plantines, o bien utilizar algún tipo de protector individual para la radiación.

Los recaudos a tener en cuenta durante el proceso de acondicionamiento de las plantas, embalado, transporte desde el vivero hasta el sitio de plantación y mantenimiento hasta el momento de plantación, son fundamentales para disminuir el estrés que produce la plantación y lograr un buen prendimiento inicial.

La época de plantación se extiende desde mediados de otoño y hasta principios o mediados de invierno, y comienza cuando las lluvias invernales han humedecido el suelo luego de la sequía estival. Plantando en esta época se evita o disminuye el estrés de plantación que ocurre en primavera, y se previene el efecto negativo de una primavera seca y cálida.

La herbivoría de las plantas causada por ganado doméstico y animales silvestres es un tema clave en la forestación con árboles nativos. El ganado doméstico debe ser excluido con alambrados perimetrales o en los casos en donde la carga ganadera sea baja, podrían coexistir las plantas reforestadas con los animales.

La disponibilidad de plantines estimada para el primer año, así como un progresivo aumento en los años posteriores, se realizó la siguiente proyección de superficie anual a plantar (ver Cuadro 16). Respecto a las especies indicadas se consideraron las más afectadas, sin embargo, esta componente se orienta prioritariamente a las superficies identificadas como A1 en el análisis multicriterio.

Sin embargo, para el resto de la superficie incluida en la condición A deberá evaluarse la posibilidad de realizar plantaciones en núcleos una vez que se estabilice el suelo y haya suficiente cobertura de otros estratos vegetales para dar protección a los plantines.

*Cuadro 15. Proyección anual de la superficie (ha) de plantación para los próximos 3 años en sitios prioritarios (Densidad 500 pl/ha)*

Especie	Año			Total General
	1	2	3	
ciprés	60	80	200	340
coihue	10	300	300	610
lenga	0	80	120	200
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>460</b>	<b>520</b>	<b>1.150</b>

### Objetivos

- Contribuir a la recuperación de zonas de bosque nativo de especies no rebrotantes e identificadas como prioritarias;
- Contribuir a la recuperación de zonas dentro de la interfaz urbano-natural, promoviendo paisajes menos inflamables, la recuperación de la biodiversidad nativa y de la capacidad productiva;

### Actividades

- Organizar plantaciones de especies nativas en zonas identificadas como prioritarias con participación de la comunidad;
- Coordinar con productores afectados dentro del área de interfase para la incorporación de especies de alto valor nativas de la Patagonia;
- Realizar monitoreo de los resultados de las acciones de restauración;

## **6-Educación ambiental popular y participación ciudadana**

La participación de la sociedad en programas ambientales y de manejo de los recursos naturales comprende un amplio espectro de acciones desde la contribución de los ciudadanos a programas diseñados por el estado u otras organizaciones, a la colaboración y co-creación de los mismos. Todas las modalidades presentan ventajas. Entre los beneficios para los participantes se encuentran el aumento de conocimiento y conciencia ambiental, aumento de lazos sociales, cambios actitudinales sobre el uso del ambiente y aumento en la capacidad de razonamiento científico (Jordan et al., 2011) (Chase & Levine, 2016). Entre las ventajas para las autoridades y entidades gubernamentales se encuentra la reducción de algunos costos y el incremento del alcance. Por ejemplo, los programas de ciencia ciudadana y la participación social en diversas instancias de monitoreo tienen el potencial de expandir en gran medida la calidad, el caudal y la representatividad espacial de los datos colectados contribuyendo a mejoras en la información ambiental disponible que es un bien social compartido (Dickinson et al., 2019). En el marco de los programas de restauración ecológica la participación social no sólo es deseable, sino que necesaria, puesto la restauración ecológica depende de factores y condiciones sociales y afecta a la sociedad (Swart et al., 2018). Lo que, es más, la práctica de la restauración ecológica es un proceso desarrollado por las personas y se encuentra por lo tanto inmerso en sus conocimientos, percepciones, necesidades y objetivos. El compartir los esfuerzos y costos de las plantaciones y participar del monitoreo de la recuperación de funciones ambientales puede llevar a un mayor compromiso de las comunidades locales por el cuidado de las plantaciones a largo plazo (Rao et al. 2022).

En el caso particular de los incendios del 2021, dada la urgencia que se plantea durante la situación coyuntural de alta sensibilidad se pretende dar continuidad a la red de trabajo coordinada conjuntamente por la Secretaría de Bosques, ONG's vinculadas a la conservación del ambiente, escuelas, voluntarios, entre otros; con la participación activa de integrantes de organismos vinculados a la ciencia y la tecnología como la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y el INTA. Son muchos y diversos los temas por los que la ciudadanía demanda algún tipo de asesoramiento técnico o capacitación, desde medidas para la conservación estricta, protección contra catástrofes naturales, pasando por diversos tipos de producción, como la cosecha de semillas, viverización de plantas, plantación, hasta organización y gestión de grupos.

Por lo que un componente importante del plan es la realización de jornadas y talleres relacionados a la concientización y cuidado de nuestros recursos naturales, haciendo hincapié en el bosque nativo, y capacitando en temas que permitan a la ciudadanía colaborar con el plan de restauración como cosecha de semillas (identificación de árboles semilleros, maduración de frutos y técnicas de recolección de semillas), plantaciones con nativas (métodos de plantación, cuidados de plántulas y elección de sitios), manejo de especies exóticas invasoras (poda y raleo). En la práctica, todas las actividades propuestas por este plan merecen ser tratadas con la población con el fin de buscar acuerdos y el involucramiento de los vecinos; pudiéndose lograr la implementación efectiva y sostenimiento de un programa de trabajo. El componente de educación presenta a su vez una importante pata de comunicación.

### **Objetivos**

- Generar concientización ambiental en la comunidad en general, sobre los incendios forestales;
- Motivar la participación social en las actividades planificadas en el plan de restauración;
- Apoyar y fortalecer los establecimientos educativos, organizaciones no gubernamentales y grupos de pobladores;
- Fomentar cambios profundos en el comportamiento para asegurar el uso sostenible del ambiente;
- Dar a conocer las recomendaciones que propongan los distintos programas de trabajo que integran el plan de restauración y manejo del área para propender a un uso sustentable
- Establecer canales de comunicación directa con usuarios de las áreas afectadas que complementen las modalidades indirectas

### **Actividades**

- Talleres y jornadas ambientales con promoción de actividades en terreno, como reconocimiento de especies, cosecha de semillas, trabajos de plantación, manejo de especies exóticas invasoras, entre otras;
- Talleres y jornadas de capacitación para pobladores, alumnos y docentes de escuelas; y voluntarios;
- Elaboración de un documento que contenga una propuesta referida a la Educación Ambiental en relación al uso, manejo, cuidado y actividades que se realizan en el bosque nativo e implantado;
- Elaboración de piezas de comunicación para públicos diversos con formatos y medios acordes a objetivos de intervención;

## **7- Fortalecimiento del plan, monitoreo e investigación**

Para desarrollar con éxito las componentes y objetivos planteados en el presente Plan, será necesario el fortalecimiento del programa de restauración, con equipamiento tecnológico y operativo, como así también diseñar un modelo de gestión del plan general y contar con la información y conocimiento necesarios.

Como uno de los primeros pasos será necesario definir los indicadores de éxito, que permitirán evaluar el curso del proceso de la implementación del plan. El monitoreo mide el éxito del proyecto en términos de cumplimiento de los objetivos y metas. Es un mecanismo que ayuda a alertar sobre la necesidad de realizar acciones de mantenimiento, así como a aplicar acciones correctivas (Fernández et al. 2010). Las técnicas de monitoreo de la vegetación varían de acuerdo con el tamaño o superficie a restaurar. En proyectos de escala se establecen parcelas permanentes que son evaluadas mediante métodos cualitativos y cuantitativos.

La construcción de una línea base, desarrollada en el Plan de Manejo y Remediación de las Grandes Áreas Afectados por los Incendios Forestales de la temporada 2021 en la provincia de Chubut; da un punto de partida en lo referido al daño ambiental y social generado por estos siniestros, por lo que será imperioso continuar con los relevamientos por los próximos. Además, en el área específica del proyecto, se realizarán parcelas permanentes con el objetivo de cuantificar especies y tipos rebrotantes, estado de conservación del suelo, presencia de especies que regeneren por semillas, presencia de animales silvestres y exóticos, entre otros. También se desarrollarán indicadores de tipo social, ya que es muy importante la participación y compromiso de la población local.

En el caso de las plantaciones con especies nativas, se cuantificarán tipo y calidad de plantines, procedencias, el porcentaje de prendimiento, daños ocasionados por liebre, crecimiento, entre otras.

Existen vacíos de información necesaria para mejorar los resultados del plan que deberán llenarse con una agenda de investigación. Integralmente, se debería profundizar el conocimiento sobre los efectos de estos incendios de magnitud sobre los servicios ecosistémicos en general. Indudablemente, la componente tendrá una fuerte inclinación por la investigación aplicada. Algunos aspectos que se pueden mencionar son profundizar en técnicas de restauración de suelos severamente afectados por el fuego, evaluación de técnicas de protección de suelos, evaluación de técnicas de siembra directa de especies arbóreas, desarrollo de protocolos de producción de plantas, diseño de la restauración teniendo en cuenta la conectividad a escala de cuenca, restauración a escala de paisaje, evaluación del impacto del incendio en las especies con especial valor de conservación de la fauna nativa, evaluación del efecto del fuego en suelos donde la caña se encontraba seca, dinámica de las áreas post fuego con



y sin caña seca, evaluación de costos socio-ambientales de los incendios forestales y de las medidas de restauración, entre otras.

Por otro lado, es deseable además establecer una red de ensayos para la evaluación de distintas procedencias de las especies arbóreas, teniendo en consideración los escenarios de cambio climático pronosticados para la región. Asimismo, la instalación una red de ensayo de las diferentes especies arbóreas dominantes abarcando todo el gradiente de precipitación, permitiría evaluar en el largo plazo las especies más resistentes a condiciones de sequía y/o alta temperatura.

### **Objetivos**

- Gestionar de manera eficiente los recursos disponibles para cumplir con los objetivos del plan;
- Contar con información pertinente y actualizada sobre el avance del plan;
- Contribuir a la generación de información y conocimiento sobre el cambio en los servicios ecosistémicos a lo largo de trayectorias de recuperación;
- Contribuir a la puesta a punto de técnicas de restauración necesarias para abarcar los objetivos;

### **Acciones**

- Diseñar un modelo de gestión del plan;
- Diseñar en conjunto con instituciones de ciencia y técnica líneas de investigación aplicada a mejorar los resultados del plan;
- Adquirir el equipamiento necesario para ejecutar el plan;
- Desarrollar y poner en marcha un plan de monitoreo de las acciones;
- Comunicar y transmitir el progreso y los resultados de estas acciones al público general, instituciones pertinentes y actores del sector académico

### **PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA INICIAL DE ACTIVIDADES**

La implementación de un plan de este tipo, es una empresa sin precedentes en la región. El éxito de las acciones dependerá de muchas variables –ambientales, técnicas, y de aceptación-acompañamiento social, entre otras- pero, sin embargo, en principio el primer aspecto a solucionar es el financiamiento a corto y mediano plazo del mismo. En una primera aproximación, para los siguientes 10 años, se estima que se necesitarán unos 67.328.000 de pesos (7.155.000 de dólares en valores

actuales) para la implementación inicial del plan (Cuadro 21). Las pérdidas materiales reportadas por los pobladores no fueron incorporadas en los costos de este plan.

Para la estimación de los costos de plantación se tomó como referencia el valor establecido para Patagonia por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, que en la modalidad enriquecimiento de bosque nativo determina el costo en 16.082 \$/ha. Este costo fue trasladado a la proyección anual de superficie a plantar. En cuanto a las clausuras, se tomó como referencia un costo total de 85 pesos por metro lineal de alambre, proyectando la construcción de 5.000 metros de alambrado por año. Este costo puede verse reducido si es posible utilizar materiales del lugar como postes y varillas al momento de realizar la obra.

Los costos estimados tienen mayor nivel de precisión en las actividades de protección y forestación de zonas identificadas prioritariamente para los primeros diez años del plan. Para el resto de las actividades, si bien se presenta una estimación de costos, se necesitará avanzar en precisar las recomendaciones técnicas y las adecuaciones locales, lo que podría implicar la identificación de nuevas o mayores demandas de fondos. En todo caso, los montos aquí expresados representan un presupuesto mínimo para poder abordar integralmente los objetivos del plan.

Esta planificación general, se irá readecuando, y especificando en mayor detalle en los programas operativos anuales, en virtud de los acuerdos locales que se vayan logrando para su implementación, el nivel de precisión de la actividad en particular a realizar, y la asignación de fondos en general.

Cuadro 16. *Proyección anual de costos para los próximos 10 años. Valores expresados en pesos*

Especie	Año										Total General
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Plantación	1.366.970	2.894.760	4.020.500	4.824.600	5.146.240	5.307.060	5.467.880	6.191.570	6.513.210	6.513.210	48.246.000
Protección de suelos	225.000	318.000	318.000	318.000	318.000	318.000	318.000	318.000	318.000	318.000	3.087.000
Clausuras	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	4.250.000
Manejo Ganadero	675.000	675.000	675.000	675.000	675.000	675.000	675.000	675.000	675.000	675.000	6.750.000
Programas de CyD; EA, Cel	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	600.000
Monitoreo y control	75.000	45.000	45.000	45.000	105.000	45.000	45.000	45.000	45.000	150.000	645.000
Programas complementarios	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	3.750.000
<b>Total</b>	<b>3.201.970</b>	<b>4.792.760</b>	<b>5.918.500</b>	<b>6.722.600</b>	<b>7.104.240</b>	<b>7.205.060</b>	<b>7.365.880</b>	<b>8.089.570</b>	<b>8.411.210</b>	<b>8.516.210</b>	<b>67.328.000</b>

### Fuentes de financiamiento

Recientemente, la Provincia de Chubut ha firmado un acuerdo con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, a través del cual se transferirán fondos extraordinarios (aproximadamente 9 millones de pesos) para atender la situación post-incendio. Aproximadamente un tercio de los mismos tendrían como destino actividades de restauración del área (el monto restante se destinará a prevención y equipamiento para incendios). Este financiamiento sin dudas será fundamental para iniciar el desarrollo del plan. Sin embargo, dado el presupuesto general antes presentado, es necesario seguir explorando alternativas que ayuden a solventar el mismo.

Actualmente, hay dos leyes nacionales que promueven la plantación con especies nativas. Una es la Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, que la promociona mediante la modalidad de enriquecimiento. El mismo puede ser a través de los planes de manejo sostenible cuyo objetivo es recuperar el potencial productivo; o bien por medio de planes de conservación cuyo fin es de conservación. La otra es la Ley N° 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, que también contempla el enriquecimiento en las zonas verdes y amarillas del ordenamiento territorial. En este caso mediante planes que fijan el establecimiento de un mínimo de 200 plantas por hectárea. Esta ley también cuenta con la operatoria de plantación en seco y a mayor densidad (825 plantas) de especies de alto valor como los *Nothofagus* (MAGyP, Res. 415/2013).

Dado que ambas leyes fomentan la misma práctica silvícola, los Organismos de Aplicación Nacional de éstas acordaron una posición común entendiendo que el “Enriquecimiento de los Bosques Nativos tiene como objetivo incrementar el número de individuos de especies deseadas, a través de la plantación y/o siembra de especies forestales nativas entre la vegetación existente; como así también aumentar el valor económico del bosque mediante la plantación de especies nativas de alto valor comercial”. Lo relevante es que, en este nuevo contexto, la actividad de Enriquecimiento de Bosque Nativo con fines productivos podrá recibir los beneficios económicos que ambas leyes otorgan en forma complementaria (MAyDS et al., 2012).

En este sentido, a partir de la operatoria 2016 de la Ley Nacional 26331 la Subsecretaría de Bosques determino que mínimamente el 20% de los fondos de la operatoria sean destinados a financiar proyectos de restauración en las áreas afectadas por estos incendios (Disposición N°

54/2015-SSB). Esto representaría al menos un millón de pesos por operatoria según valores actuales de lo que recibe la provincia en ese concepto.

Desde el inicio de las operatorias para proyectos en el marco de la ley nacional mencionada, en la zona de influencia de los incendios se han destinado unos 3.7 millones de pesos en planes de distinta índole, obviamente referidos a la conservación, manejo o protección del bosque nativo (Cuadro 22). Muchos de los mismos, ya se han ejecutado o están en proceso avanzado de ejecución (OP 2011 – OP 2012), pero sería recomendable hacia adelante en cada caso puntual adaptar las actividades a la situación que nos atañe, claro está dependerá ello de cada realidad predial del proyecto en cuestión.

*Cuadro 17. Proyectos con financiamiento de la Ley Nacional 26331 para la zona afectada por los incendios. Fuente de datos: Área de Bosque Nativo - SSB*

<b>Año</b>	<b>Cantidad de proyectos</b>	<b>Monto Total Asignado (\$)</b>
2011	8	1.388.304,24
2012	3	446.812,00
2013	1	90.213,00
2014	3	736.781,06
2015	6	1.129.899,07
<b>Total general</b>	<b>21</b>	<b>3.792.009,37</b>

También la Subsecretaría de Bosques, ha asignado prioridad para la asignación de fondos provenientes del fortalecimiento institucional por ser la autoridad local de aplicación de la Ley Nacional 26331 (Disposición 54/2015-SSB). Ello posibilitó la gestión para la transferencia de fondos relacionados a actividades específicas de viverización y fortalecimiento de viveros institucionales (UNPSJB- INBIES; Escuela N° 740 de Trevelin; Escuela N° 25 de Lago Futalaufquen; CORFO Chubut, Escuela N° 80 de Cholila, Escuela N° 717 de Cerro Radal) como así también para actividades de forestación con especies nativas del tipo comunitarias (Biblioteca Popular *Ruca Raqui Zuam* de Cholila). Todas ellas en conjunto representan aproximadamente 850.000 pesos.

Por otro lado, como se explicitó previamente en el presente trabajo, las zonas afectadas involucran también distintas instancias de planificación, como por ejemplo a la Reserva de Biosfera Andino Norpatagónica, el Bosque Modelo Futaleufú, y en menor instancia a un sitio piloto del Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación y Manejo

Sustentable. Estos también podrían ser puntos no solo de discusión y priorización de proyectos para las zonas afectadas, sino también deben verse como posibles fuentes de financiamiento o “marco” para su búsqueda.

No se debe dejar de lado la posibilidad de financiamiento para cuestiones específicas como lo será el manejo ganadero, de instrumentos bajo la órbita de otras instituciones del Estado Provincial. En todo caso, el desafío será articular en tiempo y forma a las distintas fuentes de financiamiento con las actividades planificadas. En este sentido cobrará relevancia el Programa de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada, promovido por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, en conjunto con las autoridades locales de aplicación de la Ley Nacional 26331. La provincia de Chubut está próxima a firmar el acuerdo de adhesión a dicho programa.

Por otro lado, el presente trabajo, brinda argumentos para la declaración del estado de emergencia agropecuaria en el marco de Ley Provincial IX Nº 52 -de la que el Ministerio de Desarrollo Territorial y Sectores Productivos es la autoridad competente- y en el marco de la Ley Nacional Nº 26509, cuya autoridad de aplicación es el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. De concretarse tales declaraciones, se potenciará la posibilidad de atender diversas situaciones de índole productivas en las áreas afectadas.

El Estado Provincial, ha previsto la posibilidad de afrontar parte de los gastos que demanden las actividades de restauración (y prevención) con fondos provenientes de rentas generales de la provincia (Decreto Nº 1446/15), plasmar ello en un programa dentro del presupuesto, brindaría un marco de previsibilidad importante para la implementación del plan.

Finalmente, se podría explorar fuentes externas de financiamiento alternativas, como son los proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación Evitada (REDD+) que se desarrollan en el marco de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, u otras. En tal sentido, el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable en conjunto con la Subsecretaría de Bosques ha mantenido una serie de intercambios con distintas embajadas de países que estarían dispuestos a colaborar con la problemática. Sin embargo, hasta el momento los ofrecimientos se centran en la asistencia técnica y no en la ayuda económica.

## **CONCLUSIONES**

Para poder definir y planificar las tareas de restauración necesarias, se llevó a cabo la evaluación de los efectos de los incendios cuyos resultados se presentan en estas páginas. El

análisis preliminar realizado en base a imágenes indica que la mayor parte de la superficie fue afectada por fuego de severo y moderado en ambos frentes de incendio. Mientras que según el tipo de vegetación el mayor efecto lo sufrieron los bosques de ñire, matorrales y bosques mixtos y la vegetación herbácea en ambos casos a lo que se suman las plantaciones de especies exóticas en el caso de El Boquete y el bosque de lenga y bosques de ciprés en el caso de Golondrinas. La mayor parte de la superficie afectada corresponde a categorías 1 y 2 del ordenamiento territorial de bosques nativos, con la implicancia de que las áreas afectadas en el NO de Chubut comprenden bosques con alto valor de conservación y asociados a la provisión de servicios ecosistémicos. Mientras que la superficie afectada dentro de la clase 3 del ordenamiento correspondió a zonas productivas y de interfaz urbano-natural, afectando de manera inédita a las comunidades residentes y de productores.

Si bien se registró en la primera temporada de crecimiento luego de los incendios regeneración tanto por rebrote como por semilla de numerosas especies nativas, es importante destacar que la regeneración de especies arbóreas nativas se registró exclusivamente para maitén y en paralelo es preocupante la regeneración de especies exóticas, en particular de rosa mosqueta y de diversas especies de coníferas. Esto determina que grandes superficies deban entrar en el plan de restauración a los fines de que se recuperen sus principales atributos.

El análisis multicriterio aplicado para seleccionar áreas para plantación de especies nativas apunta a cerca de 2500 ha con máxima prioridad para la plantación con especies arbóreas claves no rebrotantes y este número asciende a más de 4700 ha si se consideran aquellas áreas que deberán ser plantadas en el mediano plazo. Específicamente son necesarias plantaciones de especies nativas en dos tipos de escenarios: grandes extensiones de bosques nativos asociados a la provisión de servicios ecosistémicos y zonas productivas y de interfaz. En el primer caso las plantaciones implican desafíos logísticos y de accesibilidad, tanto en el momento de trasplante como del monitoreo posterior. Mientras que los ambientes complejos de la interfaz representan un desafío a la hora de diseñar e implementar estrategias de restauración, ya que la peligrosidad hacia las personas y la infraestructura determina nuevos objetivos, como la creación de paisajes menos inflamables. Esto determinan que no pueda aplicarse un esquema clásico de restauración que busque recomponer características de un ecosistema de referencia. Un caso particular lo constituyen las 980,82 ha de plantaciones de coníferas exóticas que fueron afectadas y constituyen una oportunidad de reconversión a especies nativas o a plantaciones menos riesgosas desde el punto de vista de su inflamabilidad y requerirán de un abordaje particular desde el plan de restauración.

En ambos casos la provisión de plantines de calidad y cantidad suficiente emerge como un factor limitante que deberá ser sorteado mediante la planificación a mediano plazo y la articulación con sectores de la sociedad como privados, instituciones del sistema educativo y ONGs entre otros.

Sin duda las acciones de plantación concentrarán gran parte de los recursos disponibles, pero no debe perderse de vista que representan cerca del 30% de la superficie afectada, restando grandes áreas que podrán recuperarse mediante restauración pasiva, siempre y cuando se controlen los disturbios como carga ganadera y expansión de especies exóticas invasoras.

En todas las situaciones descritas debe destacarse la influencia del cambio climático, que jugó un rol fundamental entre los factores que contribuyeron a generar incendios de estas características y que sin duda jugará un rol en la recuperación post fuego. En ese sentido, las acciones de restauración deberán incluir un fuerte componente de monitoreo de las plantaciones, la regeneración natural y la evolución de otros procesos de como la expansión de invasiones biológicas, todas las cuales pueden ser impactadas por el cambio climático. Por lo que el presente plan debe mantener un espíritu dinámico y adaptable en respuesta a los resultados de sucesivas evaluaciones. A su vez será necesario considerar que el presente plan se basa en gran medida en una evaluación a escala paisaje, y de grandes tipos de vegetación, con el fin de orientar la planificación general de las acciones, por lo que, a nivel predial, pueden surgir nuevas zonificaciones con mayor detalle, considerando aspectos puntuales de aptitud brindadas por micrositios, protección del bosque remanente, u otros aspectos de uso. Por último, no debe olvidarse que el plan se centra en la recuperación de los componentes del bosque que lo definen como tal, pero ello no implica que no sean necesarias acciones sobre otros componentes como la fauna.

Es importante destacar que esta por las características de estos incendios deben considerarse especialmente situaciones vinculadas al uso público y a la provisión hídrica, así como situaciones productivas y en una matriz de interfaz que se encuentra cambiando debido al incendio. El tamaño de las superficies afectadas, así como su vinculación a la provisión de SE y la inclusión de zonas de interfaz determinan que este plan de restauración y manejo sólo sea abordable mediante el trabajo interinstitucional y la participación de la sociedad.



**BIBLIOGRAFIA**

- Aerts, R., & Honnay, O. (2011). Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning. *BMC Ecology*, 11(1), 29. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-11-29>
- Armesto J.J., Lobos P.L., y Arroyo M.K. 1996. Los bosques templados del sur de Chile y Argentina: una isla biogeográfica. Pag. 23-28 en JJ Armesto, Villagrán C, Arroyo KM, editores. Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- Aronson, J., & Alexander, S. (2013). *Ecosystem Restoration is Now a Global Priority: Time to Roll up our Sleeves*. 21(3), 293–296. <https://doi.org/10.1111/rec.12011>
- Arocena J.M., y Opio C. 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Geoderma* 113, 1-16.
- Arpigiani, D., Chillo, V., Soler, R., & Amoroso, M. M. (2022). Forest Ecology and Management Differential response of natural regeneration to silvopastoral use intensity in mixed forests of northern Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 520(March), 120408. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120408>
- Bellelli C., V. Scheinsohn y M. Podestá. 2008. Arqueología de pasos cordilleranos: un caso de estudio en Patagonia norte durante el Holoceno tardío. *Boletín del Museo de Arte Precolombino* 13(2): 37-55.
- Bellelli C., M. Carballido, P. Fernández y V. Scheinsohn. 2003. El pasado entre las hojas. Nueva información arqueológica del noroeste de la provincia de Chubut, Argentina. *Revista Werken* 4: 25-42.
- Bran D., Pérez A., Barrios D., Pastorino M., Ayesa J. 2002. Eco-región Valdiviana: Distribución Actual de los Bosques de "Ciprés de la Cordillera" (*Austrocedrus chilensis*) - Escala 1:250.000. INTA - APN - Fundación Vida Silvestre - Proyecto desarrollado con el apoyo de Turner Foundation, INTA - APN - Fundación Vida Silvestre, Bariloche.
- Cabrera A.L. 1976. Las Regiones Fitogeográficas Argentinas. Editorial ACME, Buenos Aires.
- Cavallero, L. 2013. Heterogeneidad ambiental y dispersión de semillas En comunidades de distinta edad post-fuego del noroeste de patagonia. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche. 250 pp.
- Chase, S. K., & Levine, A. (2016). A framework for evaluating and designing citizen science programs for natural resources monitoring. *Conservation Biology*, 30(3), 456–466. <https://doi.org/10.1111/cobi.12697>
- Chazdon, R. L., Falk, D. A., Banin, L. F., Wagner, M., J. Wilson, S., Grabowski, R. C., & Suding, K. N. (2021). The intervention continuum in restoration ecology: rethinking the active–passive dichotomy. *Restoration Ecology*, August. <https://doi.org/10.1111/rec.13535>
- CIEFAP, DGBYP, FIRE Paradox, MIAG Esquel y PNLA, 2008. Informe de base para la restauración post-fuego "Incendio La Colisión", PN Los Alerces, Esquel y Trevelin. 24p.
- Correa M.N. 1971-1999. Flora Patagónica. INTA. Buenos Aires.
- Curth, M. de T., Biscayart, C., Ghermandi, L., & Pfister, G. (2011). Wildland–urban interface fires and socioeconomic conditions: A case study of a northwestern patagonia city. *Environmental Management*, 49(4), 876–891. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9825-6>
- DeBano L.F. 1990. The effect of fire on soil properties. Boise, 151-156.
- de Paz, M., Gobbi, M., & Raffaele, E. (2019). Revisión de las experiencias de revegetación con fines de restauración en bosques de Argentina. *Ecología Austral*, 29, 194–207.
- Derak, M., Cortina, J., Taiqui, L., & Aledo, A. (2018). A proposed framework for participatory forest restoration in semiarid areas of North Africa. *Restoration Ecology*, 26(January), S18–S25. <https://doi.org/10.1111/rec.12486>
- Dezzotti A., y Sancholuz L. 1991. Los bosques de *Austrocedrus chilensis* en Argentina: ubicación, estructura y crecimiento. *Bosque* 12, 43-53.
- DGBYP 1999. Plan de Manejo Estratégico Reserva Forestal de UM Lago Epuyén. Informe de Caracterización y Diagnóstico.

- Díaz G., Lencinas J.D. 2014. Edición automática del modelo SRTM de un arco de segundo, CIEFAP.
- Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Rhiannon, L., Martin, J., Phillips, T., Purcell, K., Shirk, J., Bonter, D., Crain, R. L., (2019). for Ecological Research and Public Engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 291–297. <https://doi.org/10.1890/1>
- Donoso Z. C. 1995. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria S.A. Tercera Edición. Tercera Edición, Chile, 484 p.
- Echevarría D.C., von Müller A.R., Hansen N.E. y J.O. Bava. 2014. Efecto del ramoneo bovino en renovales de *Nothofagus antarctica* en Chubut, Argentina, en relación con la carga ganadera y la altura de la plantas. *Bosque* 35: 357-368.
- Echeverría C., Newton A.C., Lara A., Rey Benayas J.M. y D.A. Coomes. 2007. Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. *Global Ecology and Biogeography* 16: 426–439.
- FAO 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Pub. FAO y PNUMA, Roma.
- Fernández I., Morales N., Olivares L., Salvatierra J., Gómez M., Montenegro G. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Corporación Nacional Forestal de Chile Santiago.
- Fernández P.M., M. Carballido Calatayud, C. Bellelli, M. Podestá y V. Scheinsohn. 2011. Marcas en la piedra, huellas en la tierra. El poblamiento del bosque del suroeste de Río Negro-noroeste de Chubut. En *Procesos históricos, transformaciones sociales y construcciones de fronteras. Aproximaciones a las relaciones interétnicas (Estudios sobre Norpatagonia, Argentina y Labrador, Canadá)*. Editado por S. Valverde, G. Maragliano, M. Impemba y F. Trentini, pp. 195-221. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Fernández P.M., M. Carballido Calatayud, C. Bellelli, y M. M. Podestá. 2013. Tiempo de cazadores. Cronología de las ocupaciones humanas en el valle del río Manso inferior (Río Negro). En A. F. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tivoli (eds.), *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de Patagonia: 167-175*. Buenos Aires, Museo de Historia Natural de San Rafael, Sociedad Argentina de Antropología e Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- FVS. 2000. Análisis de la Biodiversidad de la Eco región Patagónica. Fundación Vida Silvestre, Bariloche.
- Franzese, J., & Raffaele, E. (2017). Fire as a driver of pine invasions in the Southern Hemisphere: a review. *Biological Invasions*, 19(8), 2237–2246. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1435-z>
- Garreaud, R. D. (2018). Record-breaking climate anomalies lead to severe drought and environmental disruption in western Patagonia in 2016. *Climate Research*, 74(3), 217–229. <https://doi.org/10.3354/cr01505>
- Gobbi M.E. 2007. Condiciones de micrositio para juveniles de *Austrocedrus chilensis* y respuesta a intervenciones extractivas. *Bosque* 28, 50-56.
- Godoy, M. M., Martinuzzi, S., Kramer, H. A., Defossé, G. E., Argañaraz, J., & Radeloff, V. C. (2019). Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina. *International Journal of Wildland Fire*, 28(7), 473–484. <https://doi.org/10.1071/WF18097>
- Grosfeld J. y Contreras I. 2006. Relevamiento y caracterización de un área piloto de trabajo en el Parque y Reserva Provincial Río Turbio Provincia del Chubut. Informe técnico. DGBYP, Fundación para DFAEP.

- Haddad Nick M. Brudvig Lars A.- Clobert Jean- Davies Kendi F. Gonzalez Andrew- Holt Robert D. Lovejoy Thomas E.- Sexton Joseph O.- Austin Mike P.- Collins Cathy D.- Cook William M.- Damschen Ellen I.- Ewers Robert M.- Foster Bryan L.- Jenkins Clinton N. King Andrew J. Laurance William F.- Levey Douglas J.- Margules Chris R. Melbourne Brett A. Nicholls A. O. Orrock John L.- Song Dan-Xia - Townshend John R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, e1500052 doi: 10.1126/sciadv.1500052
- IPBES. 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella L, Scholes R, Brainich A, editors. Bonn (Germany): Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
- Ipinza, Roberto.; Gutiérrez, Braulio.; Molina, María Paz. y Barros, Santiago (Eds), 2021. Buenas prácticas y consideraciones genéticas para la recuperación de bosques nativos degradados. Instituto Forestal, Chile. 338 p.
- Jordan, R. C., Gray, S. A., Howe, D. v., Brooks, W. R., & Ehrenfeld, J. G. (2011). Knowledge gain and behavioral change in citizen-science programs. *Conservation Biology*, 25(6), 1148–1154. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01745.x>
- Lara A., y Villalba R. 1993. Potencialidad de *Fitzroya cupressoides* para reconstrucciones climáticas durante el Holoceno en Chile y Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 443-451.
- Lara A. 1991. The dynamics and disturbance regimes of *Fitzroya cupressoides* forests in the south central Andes of Chile. Tesis de Doctorado. Tesis de Doctorado. Universidad de Colorado, USA.
- Luce C., Morgan P., Dwire K., Isaak D., Holden Z., Rieman B. 2012. Climate change, forests, fire, water, and fish: Building resilient landscapes, streams, and managers. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Lutes, D.; Keane, R.; Caratti, J.; Sutherland, S.; Gangi, L. 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. USDA Forest Service. General Technical Report. 400 pp.
- MA. (2005). *Millennium ecosystem assessment, 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis*.
- McIver J., y Starr L. 2001. Restoration of degraded lands in the interior Columbia River basin: passive vs. active approaches. *Forest Ecology and Management* 153, 15-28.
- Menger, M. 2015. Caracterización morfológica y evaluación de pérdida de suelo de la cuenca del Río Tigre. Trabajo final para la aprobación de la materia Hidrología y Corrección de Torrentes. Universidad Nacional de la Patagonia. Facultad de Ingeniería. 8 pp.
- Mermoz M., Sanguinetti J., Kitzberger T., Lara M. y García L. 2008. Evaluación ecológica de los daños ocasionados por los incendios del área de Lolog – Parque Nacional Lanín -febrero-abril de 2008. APN. Intendencia del Parque Nacional Lanín–Delegación Regional Patagonia–Coordinación de Lucha contra Incendios Forestales. UNCo, CRUB, Laboratorio Ecotono. INIBIOMA – CONICET.
- Mondino V. 2014. Variación geográfica y genética en caracteres adaptativos iniciales de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en una zona de alta heterogeneidad ambiental. UBA, Buenos Aires. 185 p.
- Mohr-Bell D, Díaz G, Principe R, González C, Bono J, Ciuffoli L, Strada M, Parmuchi G, Chomnalez F, Montenegro C, Loguercio G, Bava J, 2019. Monitoreo de la Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina, Región Forestal Bosque Andino Patagónico. Tomo I Informe. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Esquel (Chubut), Argentina. 84 pp.
- Mosso, C. E., Hostetler, M., & Ecobedo, F. J. (2021). Urban expansion into native forests in Patagonia, Argentina: assessing stakeholders' perceptions regarding spatial planning.

- Journal of Environmental Planning and Management*, 64(5), 774–795.  
<https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1784712>
- Mundo, I. A., Wiegand, T., Kanagaraj, R., & Kitzberger, T. (2013). *Environmental drivers and spatial dependency in wild fire ignition patterns of northwestern Patagonia*. 123, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.011>
- Nahuelhual, L., Vergara, X., Kusch, A., Campos, G., & Droguett, D. (2017). Mapping ecosystem services for marine spatial planning: Recreation opportunities in Sub-Antarctic Chile. *Marine Policy*, 8, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.038>
- Navarro C. R., Olave O. F., Hayas A. y Castillo M. Metodología para la elaboración de un plan de restauración postincendio en Chile: la experiencia del Parque Nacional de Torres del Paine. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 2015. Vol. 43(1):53-73
- Neary D.G., Klopater C.C., DeBano L.F., y Ffolliott P.F. 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management* 122, 51-71.
- Peri, P. L., Martínez-Pastur, G., & Nahuelhual, L. (2021). *Ecosystem Services in Patagonia*.
- Puntieri J. y Chiapella J. 2011. Plántulas de la patagonia: guía breve de identificación. Editorial Caleuche, Bariloche. 112 p.
- Podestá M., C. Bellelli, P. Fernández, V. Scheinsohn, M. Carballido Calatayud, A. Forlano, P. Marchione, E. Tropea, A. Vasini, J. Alberti, M. Gallo, y G. Moscovici Vernieri 2007. Arqueología del valle del río Epuyén (El Hoyo, Chubut, Patagonia argentina). En F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde (eds.), *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos: 427-442*. Punta Arenas, Ediciones CEQUA. Centro de Estudios del Hombre Austral, Instituto de la Patagonia - Universidad de Magallanes.
- Quinteros P., N. Hansen, y A. Kutschker. 2010. Composición del sotobosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) en función de la estructura del bosque. *Ecología Austral* 20: 225-234.
- Quinteros C.P., López Bernal P.M., Gobbi, M.E. y J.O. Bava. 2012. Distance to flood meadows as a predictor of use of *Nothofagus pumilio* forest by livestock and resulting impact, in Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems* 84: 261-272.
- Raffaele E., Kitzberger T. y T. Veblen. 2007. Interactive effects of introduced herbivores and post-flowering die-off of bamboos in Patagonian *Nothofagus* forests. *Journal of Vegetation Science* 18: 371-378.
- Rao, K.S., Semwal, R.L., Ghoshal, S., Maikhuri, R.K., Nautiyal, S. and Saxena, K.G. (2022), Participatory active restoration of communal forests in temperate Himalaya, India. *Restor Ecol*, 30: e13486. <https://doi.org/10.1111/rec.13486>
- Rodríguez R., Matthei O., y Quezada M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Chile, 408 p.
- Ruiz-Jaen M.C., y Aide T.M. 2005 Restoration Success: How Is It Being Measured? *Restoration Ecology* 13 (3), 569-577.
- SER. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica.
- Shackelford N., Hobbs R.J., Burgar J.M., Erickson T.E., Fontaine J.B., Laliberté E., Ramalho C.E., Perring M.P., y Standish R.J. 2013. Primed for Change: Developing Ecological Restoration for the 21st Century. *Restoration Ecology* 21, 297-304.
- SNMF. 2015. Informe Nacional de Peligro de Incendios de Vegetación. Programa de Evaluación de Peligro y Alerta Temprana Coordinación de Desarrollo Técnico Servicio Nacional de Manejo del Fuego Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 18 pp.
- SRNyDS. 2005. Primer inventario nacional de bosques nativos: informe regional bosque andino patagónico. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires.
- Swart, J. A. A., Zevenberg, J., Ho, P., Cortina, J., Reed, M., Derak, M., Vella, S., Zhao, H., & Windt, H. J. van der. (2018). *Involving society in restoration and conservation*. 26(April), 7–10. <https://doi.org/10.1111/rec.12709>

- Tortorelli L.A. 1947. Los Incendios de Bosques en la Argentina. Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección Forestal, Buenos Aires. 239 p.
- Tiribelli, F., Morales, J. M., Gowda, J. H., Mermoz, M., & Kitzberger, T. (2019). Non-additive effects of alternative stable states on landscape flammability in NW Patagonia: Fire history and simulation modelling evidence. *International Journal of Wildland Fire*, 28(2), 149–159. <https://doi.org/10.1071/WF18073>
- Urretavizcaya M.F, Pastorino M., Mondino V. y Contardi L. 2015. Plantación de especies nativas. En: Manual de buenas prácticas para el manejo forestal sustentables de las plantaciones, con énfasis en la conservación de la biodiversidad en la región patagónica. UCAR, DPF, INTA, UNC, CIEFAP y otros.
- Urretavizcaya M.F. 2010. Propiedades del suelo en bosques quemados de *Austrocedrus chilensis* en Patagonia, Argentina. *Bosque* 31, 140-149.
- Urretavizcaya M.F., Oyharçabal M.F. y Monges J. 2014. Restauración ecológica de bosques quemados de *Austrocedrus chilensis* mediante plantación: tratamientos de vegetación postfuego en bosques con y sin aprovechamiento maderero. XXVI Reunión Argentina de Ecología, Comodoro Rivadavia, Chubut, 2 al 5 de noviembre.
- Vallejo V.R., Alloza J.A, Ara P., Baeza J., Bautista S., Beseler C., Butler F., Chirino E., Cortina J., Currás R., Duguay B., Fuentes D., Gimeno T., González E., Llovet R., Marzo A., Pausas J.G., Pérez S., Pérez-Laorga E., Reyna S., Serrasolses I., Suárez J., Valdecantos A., Villagrosa A., y Velasco L. 2007. Restauración de bosques quemados en condiciones mediterráneas. Sesión temática 8 – Restauración de zonas quemadas, Wildfire 2007. Sevilla España.
- Veblen, T. T., T. Kitzberger, R. Villalba, y J. Donnegan. 1999. Fire history in northern Patagonia: the roles of humans and climatic variation. *Ecological Monographs* 69 (1): 47-67.
- Veblen T.T., Delmastro R.N., Schlatter J. 1976. The conservation of *Fitzroya cupressoides* and its environment in southern Chile. *Environmental Conservation* 3, 291-301.
- Veblen T.T., Donoso C., Kitzberger T., y Rebertus A.J. 1996a. Ecology of southern Chilean and southern Argentinean *Nothofagus* forests. Pages 293-353 in T Veblen, Hill RS, Read J, editores. *The ecology and biogeography of Nothofagus forests*. Yale University Press New Haven and London.
- Veblen T.T., Kitzberger T., Burns B.R., y Rebertus A.J. 1996b. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. Pag. 169-197 in JJ Armesto, Villagrán C, Arroyo MK, editores. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- Veblen T.T., Mermoz M., Martin C. y T. Kitzberger. 1992. Ecological Impacts of Introduced Animals in Nahuel Huapi National Park, Argentina. *Conservation Biology* 6: 71-83.
- Veblen T.T., Burns B.R., Kitzberger T., Lara A., y Villalba R. 1995. The Ecology of the Conifers of Southern South America. Pages 120-129 in NJ Enright, Hill RS, editores. *Ecology of the Southern Conifers*. University Press, Melbourne.
- Vega J.A. 2007. Bases ecológicas para la restauración preventiva de zonas quemadas. Pag 1-22 Sesión temática 8 – Restauración de zonas quemadas, Wildfire 2007. Sevilla España.
- Vejsbjerg, L., & Nuñez, P. (2014). Transformation of frontier national parks into tourism sites. The North Andean Patagonia experience (1934-1955). *Journal of Tourism, Culture and Territorial Development*, 10, 1–22.
- von Müller A.R., Lloyd C., Hansen N. y V. Nakamatsu. 2013a. Selectividad bovina en bosque de Ñire: influencia de factores tróficos, abióticos y de manejo. VI Congreso Nacional de Pastizales y III del Mercosur. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- von Müller A.R., Lloyd C.E., Hansen N., Buduba C.G. y G. Ciari. 2013b. Adecuación de la carga ganadera para asegurar la conservación de la estructura y los servicios ecosistémicos en

el bosque andino patagónico. Jornadas II Jornadas Forestales Patagónicas y 2º Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. El Calafate, Santa Cruz, Argentina.  
Zimmermann H., von Wehrden H., Damascos M.A., Bran D., Welk E., Renison, D. y I. Hensen. 2011. Habitat invasion risk assessment based on Landsat 5 data, exemplified by the shrub *Rosa rubiginosa* in southern Argentina. *Austral Ecology* 36: 870–880.

## ANEXOS

### Tablas de índices

Tabla 1: Índice estándar estación Bariloche para el 9/3/21

Estación Bariloche

Fecha	Temp.	Hum. Rel.	Viento	PP.	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI
09/03/2021	19,9	27	9	0	93,1	256	895	11	299	41

Tabla 2: Índice estándar estación Estación Esquel para el 9/3/21.

Fecha	Temp.	Hum. Rel.	Viento	PP.	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI
09/03/2021	23,4	21	6	0	93,1	256	895	9	299	37

Tabla 3: Índice Ajustado a las 16 hs de la estación Esquel.

Fecha	Temp.	Hum. Rel.	Viento	PP.	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI
09/03/2021	23,4	21	<b>26</b>	0	93,1	256	895	<b>24</b>	299	<b>68</b>

### Valores de Referencia

FFMC Escala 0 a 101	<75	Raramente hay focos
	75–85	Presencia de focos
	≥ 85	Mayor porcentaje de focos
	≥ 92	Numerosos focos secundarios a distancia

ISI Escala 0 a infinito el más variable	10	Umbral para el inicio del coronamiento en la mayoría de los modelos de combustible para coníferas.  Rápida propagación en combustibles finos.
	20	Comportamiento del fuego extremo.

BUI Escala 0 a infinito	< 30	Fuegos superficiales de hojarasca de baja intensidad
	30	Combustibles más profundos y más pesados se involucran
	60	Umbral para el comportamiento continuo/extremo de un incendio, problemas en las tareas de liquidación.
	90	Comportamiento del fuego severo, más errático.

FWI Escala 0 a infinito	3	Umbral para combustión sostenida y crecimiento del fuego.
	25	Inicio del coronamiento; comportamiento del fuego extremo en la mayoría de los modelos de combustible de coníferas.
	50	Comportamiento del fuego severo, los fuegos más desastrosos se dan en este rango.

**Fuentes:**

Informe Nacional de Peligro de Incendios de Vegetación. Marzo 2021. Elaborado por el Sistema de Evaluación de Peligro y Alerta Temprana. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/marzo\\_2021\\_informe\\_nacional\\_de\\_peligro\\_de\\_incendios\\_de\\_vegetacion.pdf.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/marzo_2021_informe_nacional_de_peligro_de_incendios_de_vegetacion.pdf.pdf)

Datos aportados por:

- Tomás Withington, Administración de Parques Nacionales (APN)
- Mariela Topazzini, Sistema Nacional de Manejo del Fuego (SNMF)
- Ezequiel Marcuzzi, SNMF
- Leonardo Casas. Sistema Provincial de Manejo del Fuego (SPMF)



# Primer relevamiento en áreas post-incendio 2021. Caracterización de los tipos forestales.

**Autor: Morelli – Meloni Pablo Nicolás**

**Coordinador: Guzmán Mario Daniel**



Enero 2022

Índice	
INTRODUCCIÓN.....	7
METODOLOGÍA.....	7
<b>Área de estudio</b> .....	7
<b>Establecimiento de las parcelas de relevamiento</b> .....	7
<b>Forma y tamaño de las unidades muestrales.</b> .....	8
<b>Procesamiento y cálculo de parámetros dasométricos</b> .....	8
<i>Calculo de altura</i> .....	8
<i>Calculo de volumen</i> .....	10
RESULTADOS.....	13
<b>Sector arroyo corbata blanca</b> .....	13
<i>Bosque de Ciprés de la cordillera</i> .....	13
.....	16
<i>Bosque de lenga</i> .....	17
<i>Bosque de coihue</i> .....	19
<i>Bosque de Ñire</i> .....	22
.....	23
.....	23
<i>Bosque Mixto</i> .....	23
<i>Plantación de pino murrayana</i> .....	25
<i>Bosques de lenga</i> .....	26
<i>Bosque de coihue</i> .....	29
<i>Bosque de ciprés de la cordillera</i> .....	33
<i>Bosque de ñire</i> .....	36
<b>Sector Buenos Aires Chico</b> .....	42
<i>Bosque de lenga</i> .....	42
<i>Bosque de ciprés de la cordillera</i> .....	46
<i>Bosque de ñire</i> .....	51
.....	53
<i>Bosque Mixto de coihue y ciprés de la cordillera</i> .....	54
<i>Bosque mixto tipo matorral</i> .....	55
.....	59
.....	59
.....	59
<i>Plantación de pino ponderosa</i> .....	59
<i>Plantación de pino murrayana</i> .....	59
<b>Sector Cholila</b> .....	60
<i>Bosque de ñire</i> .....	60
.....	62
.....	62
<i>Plantación de pino ponderosa</i> .....	63

<b>Comparación de los tipos forestales nativos quemados en los distintos en los sectores relevados</b> .....	63
CONSIDERACIONES FINALES .....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66

Tabla 1: Parcelas relevadas en cada sector y tipo de bosque, de acuerdo a la severidad del incendio y testigos.....	8
Tabla 2: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés. Sector corbata blanca.....	14
Tabla 3: Parámetros dasométricos del bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca.	16
Tabla 4: Parámetros dasométricos generales del bosque de lenga. Sector corbata blanca .....	18
Tabla 5: Parámetros dasométricos generales del bosque de coihue. Sector corbata blanca.....	20
Tabla 6: Parámetros dasométricos generales del bosque de ñire. Sector corbata blanca .....	22
Tabla 7: Parámetros dasométricos generales del bosque mixto. Sector corbata blanca .....	24
Tabla 8: Parámetros generales de la plantación de P. murrayana. Sector corbata blanca. ....	25
Tabla 9: Parámetros dasométricos generales del bosque de lenga. Sector arroyo Leiva .....	26
Tabla 10: Parámetros dasométricos generales. Bosque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva .....	28
Tabla 11: parámetros dasométricos generales bosque de coihue. Sector arroyo Leiva .....	30
Tabla 12: Parámetros dasométricos generales. Bosque de coihue vivo. Sector arroyo Leiva.....	31
Tabla 13: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva.....	33
Tabla 14: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés vivo. Sector arroyo Leiva .....	35
Tabla 15: Parámetros generales del bosque de ñire. Sector arroyo Leiva.....	39
Tabla 16: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes .....	40
Tabla 17: Parámetros dasométricos generales bosque mixto. Sector arroyo Leiva.....	41
Tabla 18: Parámetros dasométricos generales del bosques de lenga. Sector Buenos Aires Chico .....	43
Tabla 19: Parámetros dasométricos generales bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico .....	45
Tabla 20: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico .....	47
Tabla 21: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico. ....	50
Tabla 22: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes. ....	51
Tabla 23: Parámetros dasométricos generales del bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico .....	52
Tabla 24: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes .....	53
Tabla 25: Parámetros dasométricos generales del bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico .....	54
Tabla 26: Parámetros dasométricos generales del bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico .....	57
Tabla 27: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes .....	59

Tabla 28: Parámetros generales del rodal de P. ponderosa. Sector Buenos Aires chico .....	59
Tabla 29: Parámetros generales de la plantación de P, murrayana. Sector Buenos Aires Chico .....	60
Tabla 30: Parámetros dasométricos generales bosque de ñire. Sector Cholila .....	60
Tabla 31: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes .....	62
Tabla 32: Parámetros generales P. ponderosa. Sector Cholila .....	63
Tabla 33: Cuadro comparativo de los tipos forestales en los distintos sectores relevados. ....	64

Figura 1: Función dap – altura para lenga.....	9
Figura 2: función dap – altura para coihue .....	9
Figura 3: Función dap – altura para ciprés de la cordillera .....	10
Figura 4: función dap – altura para el ñire .....	10
Figura 5: distribución de árboles por hectárea discriminado por especie y agrupado por clase diamétrica, bosque de ciprés. Sector Corbata blanca .....	14
Figura 6: área basal por hectárea y clase diamétrica bosque de ciprés. Sector corbata blanca .....	15
Figura 7: Volumen por hectárea y clase diamétrica en bosque de ciprés. Sector corbata blanca .....	15
Figura 8: distribución de árboles por hectárea discriminado por especie y agrupado por clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca .....	16
figura 9: Área basal por hectárea y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca. ....	16
figura 10: Volumen por hectárea y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca. ....	17
Figura 11: Distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector corbata blanca .....	18
Figura 12: Área basal por hectárea agrupado en clase diamétrica en bosque de Lenga. Sector corbata blanca .....	19
Figura 13: Volumen por hectárea agrupado en clase diamétrica de lenga. Sector Corbata blanca .....	19
Figura 14: distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica, para cada especie. Bosque de coihue. Sector corbata blanca.....	21
Figura 15: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de coihue. Sector corbata blanca .....	21
Figura 16: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de coihue. Sector corbata blanca .....	21
Figura 17: N° de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector corbata blanca .....	22
Figura 18:Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector corbata blanca .....	23
Figura 19: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector corbata blanca .....	23
Figura 20: Distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica para cada especie. Bosque de mixto. Sector corbata blanca.....	24
Figura 21: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto. Sector corbata blanca .....	25
Figura 22: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto. Sector corbata blanca .....	25
Figura 23: Distribución de árboles por hectárea agrupada por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector arroyo Leiva.....	27
Figura 24: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector arroyo Leiva.....	27

Figura 25: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector arroyo Leiva.....	27
Figura 26: distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva .....	28
figura 27: Área basal por hectárea y clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva.....	28
figura 28: Volumen por hectárea y clase diamétrica. Boque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva.....	29
Figura 29: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica y por especie en bosque de coihue. Sector arroyo Leiva .....	30
Figura 30: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica y por especie en bosque de coihue. Sector arroyo Leiva .....	31
Figura 31: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica y por especie en bosque de coihue. Sector arroyo Leiva .....	31
Figura 32: distribución de árboles por clase diamétrica discriminado por especie y clase diamétrica. Bosque de coihue. Sector arroyo Leiva .....	32
Figura 33:Área basal por hectárea y clase diamétrica. Bosque de coihue vivo. Sector arroyo Leiva.....	32
Figura 34: Volumen por hectárea y clase diamétrica. Bosque de coihue vivo. Sector arroyo Leiva.....	32
Figura 35: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva.....	34
Figura 36: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector corbata blanca. ....	34
Figura 37: Volumen por hectárea por agrupada por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva.....	34
Figura 38: Frecuencia de árboles agrupado por especie y clase diamétrica. Bosques de ciprés vivo. Sector arroyo Leiva .....	35
figura 39: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de ciprés. Sector arroyo Leiva.....	36
figura 40: Volumen por hectárea agrupado por especie y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector arroyo Leiva .....	36
Figura 41: Cantidad de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector arroyo Leiva .....	37
Figura 42: Área basal por hectárea agrupada por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector arroyo Leiva.....	38
Figura 43: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector arroyo Leiva.....	38
Figura 44: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva .....	41
Figura 45: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva .....	41
Figura 46: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva .....	42
Figura 47: Frecuencia de árboles por hectárea agrupada en clase diamétrica en bosque de lenga. Sector Buenos Aires Chico.....	44
Figura 48: Área basal por hectárea agrupada por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector Buenos Aires Chico .....	44
Figura 49: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector Buenos Aires Chico .....	44
Figura 50: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico.....	45
figura 51: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico. ....	46

Figura 52: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico. ....	46
Figura 53: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico .....	47
Figura 54: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico. ....	47
Figura 55: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico .....	48
Figura 56: Frecuencia de árboles por hectárea discriminado por especie y agrupado por clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico .....	48
figura 57: Área basal por hectárea agrupado por especie y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico.....	49
figura 58: Volumen por hectárea agrupado por especie y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico.....	49
Figura 59: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico.....	52
Figura 60: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico .....	52
Figura 61: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico .....	53
Figura 62: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de ciprés de la cordillera y coihue. Sector Buenos Aires Chico.....	54
Figura 63: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de ciprés de la cordillera y coihue. Sector Buenos Aires Chico.....	55
Figura 64: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de ciprés de la cordillera y coihue. Sector Buenos Aires Chico .....	55
Figura 65: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico. ....	58
Figura 66: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico .....	58
Figura 67: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico. ....	58
Figura 68: Frecuencia de árboles por clase diamétrica agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Cholila .....	61
Figura 69: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Cholila .....	61
Figura 70: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Cholila .....	61

## INTRODUCCIÓN

En la temporada de verano 2020-2021, ocurrieron en el noroeste de la provincia de Chubut grandes incendios forestales que afectaron a las localidades y cercanías de El Hoyo, Lago Puelo, Maitén, Buenos Aires Chico y Cholila, consumiendo aproximadamente 15.000 ha de bosque. Con el objetivo de diagnosticar la situación del estado del bosque inmediatamente posterior a los incendios, se llevó a cabo el primer relevamiento del componente forestal y de la vegetación del sotobosque en el área afectada, durante la primera temporada post-incendio. Esta información representa la línea base del estado post-incendio del área afectada y podrá ser utilizada para evaluar y definir las acciones de manejo y restauración correspondientes, así como para analizar la evolución del estado del bosque en futuros relevamientos.

El presente informe contiene una descripción de los distintos tipos forestales afectados por el incendio.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

Entre los días 7 y 9 de marzo de 2021 ocurrieron en el noroeste del Chubut tres incendios forestales que afectaron, dentro de la jurisdicción de la provincia de Chubut, alrededor de 15.000 ha de bosque. El incendio denominado “Golondrinas” afectó alrededor de 11.000 ha, y el incendio denominado “El Boquete”, ocurrido en las provincias de Chubut y Río Negro, afectó alrededor de 7.500 ha (CIEFAP, 2021). En cercanías de la localidad de Cholila, el incendio denominado “Cholila” afectó alrededor de 250 ha. Dada la gran superficie afectada, se decidió establecer cuatro sectores de muestreo, los cuales se identificaron como: “Arroyo Corbata Blanca”, “Arroyo Leiva”, “Buenos Aires Chico” y “Cholila”. El criterio utilizado para su clasificación fue su ubicación, específicamente la divisoria de aguas para los dos primeros y la cercanía a las localidades de Buenos Aires Chico y Cholila, respectivamente, para los dos últimos. Entre los meses de octubre y diciembre de 2021, se realizó el primer relevamiento del componente forestal y de la vegetación del sotobosque.

### Establecimiento de las parcelas de relevamiento

Se establecieron un total de 79 parcelas de monitoreo, distribuidas en los diferentes sectores y abarcando diferentes tipos forestales y severidad del fuego (**Tabla 1**). Para ello, se consideró la clasificación preliminar de la severidad del fuego por tipos forestales realizada mediante el análisis de imágenes satelitales para el área afectada (CIEFAP, 2021). La ubicación de las parcelas se definió en función de la accesibilidad a las mismas, de modo que puedan ser re-medidas en próximos relevamientos, y de la representatividad de los tipos forestales y grado de severidad del fuego. Los tipos forestales relevados fueron los siguientes: bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio*), bosque de Coihue (*Nothofagus dombeyi*), bosque de Ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), bosque de Ñire (*Nothofagus antarctica*), bosque Mixto (compuesto por más de una especie arbórea predominante), bosque Mixto tipo matorral (compuesto por más de una especie arbustiva predominante) y bosque de Pino (plantaciones de Pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) o Pino murrayana (*Pinus murrayana* var. *Latifolia*)). Según la severidad del fuego, cada parcela se clasificó en “severidad alta” y “severidad media”, basándose en la clasificación del Servicio Forestal de EEUU, que califica la severidad del daño sobre el suelo y cuatro estratos de vegetación divididos por altura, modificada y utilizada en el relevamiento a terreno de los incendios forestales ocurridos en el noroeste de Chubut en la temporada 2014-2015 (SSByP de Chubut 2015). Dado que la severidad del fuego fue mayormente alta en el área afectada, la mayor parte de las parcelas relevadas presentaron esta condición y fue menor el número de parcelas con situaciones de severidad media. También se relevaron situaciones del bosque sin quemar, que se clasificaron como “testigo (bosque

verde)". Sin embargo, dado que dentro del perímetro de los incendios quedaron muy pocas islas de vegetación sin quemar, el número de parcelas testigo también fue bajo.

*Tabla 1:* Parcelas relevadas en cada sector y tipo de bosque, de acuerdo a la severidad del incendio y testigos.

Sector y tipo de bosque	Severidad del incendio		
	Alta	Media	Testigo (bosque)
<b>Arroyo Corbata Blanca</b>			
Lenga	4	2	1
Ciprés	7	1	2
Coihue	4	1	1
Ñire	3	-	-
Mixto	1	-	-
Pino	2	-	-
<b>Arroyo Leiva</b>			
Lenga	2	1	3
Ciprés	3	-	1
Coihue	3	2	2
Ñire	5	-	-
Mixto	5	-	-
Pino	-	-	-
<b>Buenos Aires Chico</b>			
Lenga	6	2	3
Ciprés	1	2	2
Coihue	-	-	-
Ñire	2	-	1
Mixto	2	-	1
Mixto tipo matorral	3	-	-
Pino	5	-	-
<b>Cholila</b>			
Lenga	-	-	-
Ciprés	-	-	-
Coihue	-	-	-
Ñire	2	1	-
Mixto	-	-	-
Pino	2	-	-

### Forma y tamaño de las unidades muestrales.

Se adoptó como unidad de muestreo una parcela circular de 400 m<sup>2</sup>, con un radio de 11,30 m. Se determinó para cada unidad muestral las coordenadas geográficas, altitud, pendiente, orientación, topografía, tipo de bosque, estado del bosque, % cobertura arbórea, % cobertura arbustiva y otros aspectos de interés como cercanía a curso de agua, afloramiento rocoso, entre otras. Se midieron el diámetro a todos los individuos leñosos, vivos y muertos en pie, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 5 cm. También se registraron para las especies de los tipos forestales, las alturas totales de un árbol dominante, un intermedio y un inferior. El instrumental que se utilizó para el muestreo fueron: GPS, brújula, hipsómetro Vertex, cinta métrica y cinta diamétrica.

### Procesamiento y cálculo de parámetros dasométricos

#### Calculo de altura

Se construyó para las especies más importantes una función altura total – diámetro (Dap), con los datos de altura obtenidos en las parcelas de muestreo, al fin de poder



utilizar los modelos de predicción de volumen con doble entrada (Dap – Altura total) en caso que resulte necesario.

Lenga:

$$HT = 0,1546 * Dap + 8,7739$$

$$R^2 = 0,474$$

Dónde:

HT: Altura total (m)

Dap: Diámetro a la altura del pecho (cm)

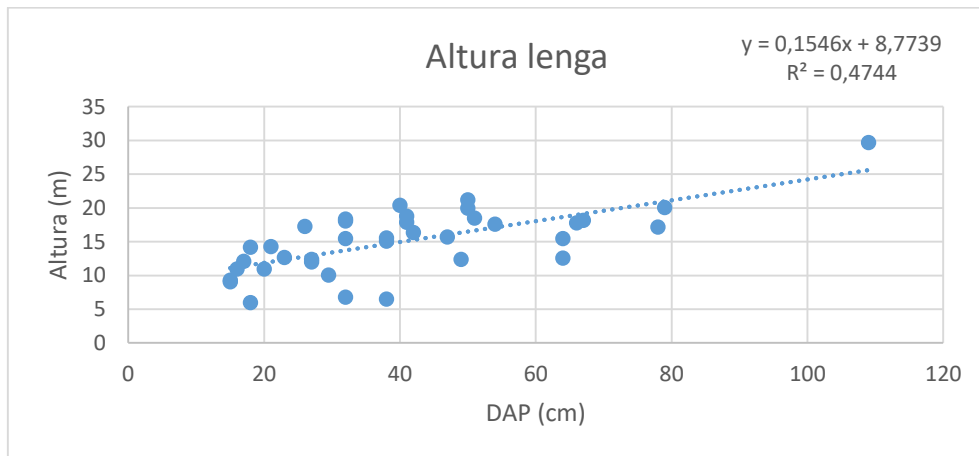


Figura 1: Función dap – altura para lenga

Coihue:

$$HT = 0,2235 * Dap + 13,235$$

$$R^2 = 0,4386$$

Donde:

HT: Altura total (m)

Dap: diámetro a la altura del pecho (cm)

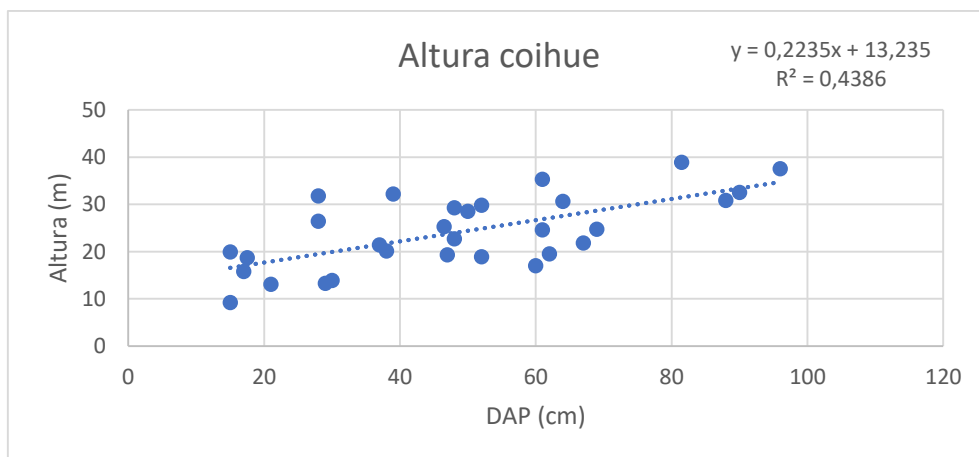


Figura 2: función dap – altura para coihue

Ciprés de la cordillera:

$$HT = 0,2122 * Dap + 5,6756$$

$$R^2 = 0,7207$$

Donde:

AT: altura total (m)

Dap: diámetro a la altura del pecho (cm)

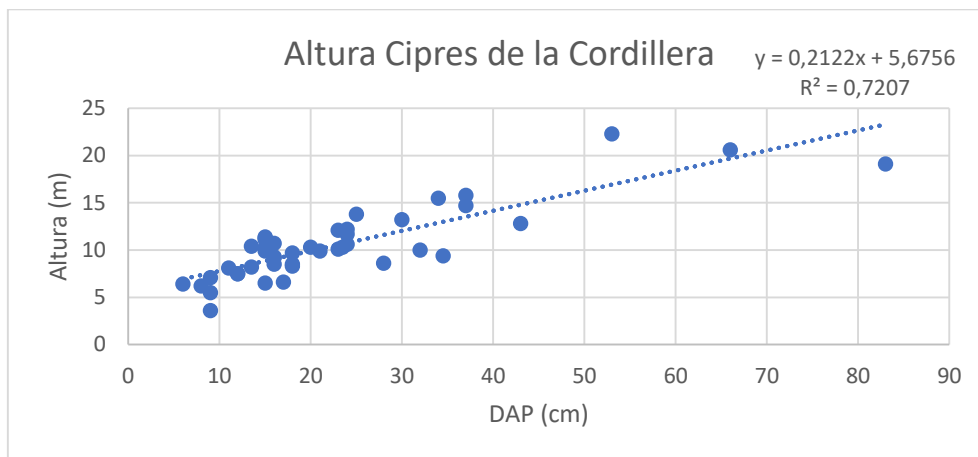


Figura 3: Función dap – altura para ciprés de la cordillera

Ñire:

$$HT = 0,3392 * Dap + 1,5655$$

$$R^2 = 0,604$$

Donde:

HT: Altura total (m)

Dap: Diámetro a la altura del pecho (cm)

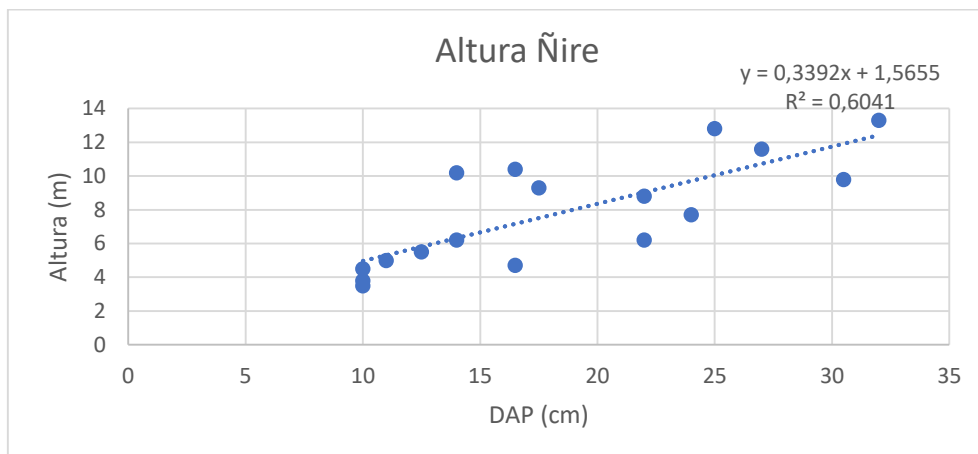


Figura 4: función dap – altura para el ñire

### Calculo de volumen

Para la estimación del volumen, se utilizaron las siguientes funciones según la especie que corresponda.

Lenga:

$$VT = 0,000081949283 * DAP^{2,60388}$$

Dónde:

VT = volumen total del árbol con corteza y ramas (m<sup>3</sup>).

DAP = diámetro a la altura del pecho (cm).

Lugar de relevamiento: Chubut y Tierra del Fuego. Muestra: 171 árboles. Rango de diámetros: 10-100 cm. R<sup>2</sup>: 95,5 %; ESE: 0,273 m<sup>3</sup>.

Fuente: Familia de funciones de volumen de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser) para Lenga Patagonia S.A. Chauchard, L.M. 1997.

Coihue:

$$VT = 0,0000518 \text{ DAP } 2,02412 \text{ HT } 0,899318$$

Dónde:

VT = volumen total del árbol con corteza y ramas, hasta el ápice de las mismas. No incluye el tocón (m<sup>3</sup>).

DAP = diámetro a la altura del pecho (cm).

HT = altura total del árbol (m).

Lugar de relevamiento: Parque Nacional Lanín, Neuquén. Muestra: 97 árboles. Rango de diámetros: 5-104 cm. Rango de alturas: 6,3–43 m. R<sup>2</sup>: 99,7 %; ESE: 0,127 m<sup>3</sup>

Fuente: Familia de funciones de volumen individual para *Nothofagus nervosa*, *N. obliqua* y *N. dombeyi*. Chauchard, L.M., M. González Peñalba y M. Lara. Inédito.

Ciprés de la Cordillera:

$$VT = 0,000088595 * (\text{DAP}^2 * \text{HT})^{0,903631}$$

Donde:

VT = Volumen total con corteza (m<sup>3</sup>)

DAP: es el diámetro a la altura del pecho (cm).

HT= Altura total (m)

Fuente: Primer Inventario Nacional de Bosque Nativo. Informe regional Bosque Andino Patagónico. SMAyDS 114 pp.

Ñire:

$$VT = 0,000059331 * \text{DAP}^{2,16327} * \text{HT}^{0,68172}$$

Donde:

VT = volumen total del árbol, con tocón, con corteza y ramas de hasta 5 cm de diámetro en punta fina (m<sup>3</sup>).

DAP = diámetro a la altura del pecho (cm).

HT = altura total del árbol (m)

Lugar de relevamiento: Tierra del Fuego. Muestra: 251 árboles. Rango de diámetros: 7,5-61 cm. Rango de alturas: 3,5–15 m. R<sup>2</sup>: 94,3 %; ESE: 0,0928 m<sup>3</sup>.

Fuente: Incorporación de la altura dominante y la clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica*. Lencinas M. V. et al. 2002.

Radal: (*Lomatia hirsuta*)

$$VT = (-0,0467 + 0,0077 * \text{DAP})$$

Dónde:

VT: Volumen total (m<sup>3</sup>)

DAP: es el diámetro a la altura del pecho (cm).

Fuente: Caracterización silvícola de ñirantales del norte de la Patagonia para la gestión forestal sostenible. José A Reque, Mauro Sarasola Javier Gyenge, María Elena Fernández.

Laura: (*Schinus patagonicus*)

$$VT = (0,0106 + 0,0135 * DAP)^2$$

Dónde:

VT: volumen total (m<sup>3</sup>)

DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm).

Fuente: Caracterización silvícola de ñirantales del norte de la Patagonia para la gestión forestal sostenible. José A Reque, Mauro Sarasola Javier Gyenge, María Elena Fernández.

Retamo (*Diostea juncea*):

$$VT = - 0,0314 + 0,0057 * DAP$$

Donde

DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm).

Fuente: Caracterización silvícola de ñirantales del norte de la Patagonia para la gestión forestal sostenible. José A Reque, Mauro Sarasola Javier Gyenge, María Elena Fernández.

Maitén:

$$VT: 0,218412 - 0,031932 * DAP + 0,001519 * DAP^2$$

Donde:

DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm)

Fuente: El manejo leñero de los arbustales o bosques mixtos bajos ben el N.O. Patagónico. COMUNICACIÓN TECNICA N° 97, AREA FORESTAL. Ecología Forestal. INTA.8pp

Chacay: debido a que no se encontró información fehaciente sobre cálculos de volúmenes para esta especie, se utilizó la ecuación para cálculo de volumen de la laura.

P. ponderosa:

$$VT: 0,0298483 + 0,327222 * (dap^2 * HT)$$

Donde:

Dap: diámetro a la altura del pecho (m)

HT: altura total (m)

Fuente: Inventario Nacional de Plantaciones Forestales. Región Patagónica. Año 2017

P. murrayana:

$$VT: 0,0451 + 0,3144 * (dap^2) * HT$$

Donde:

Dap: diámetro a la altura del pecho (cm)

HT: altura total (m)

Fuente: Estimación del volumen de fuste para pino murrayana, en la región Andino Patagónico de Argentina. Comunicación técnica N° 49 área forestal silvicultura.

## RESULTADOS

### Sector arroyo corbata blanca

Se localiza en la zona suroeste del cerro Piltriquitrón, abarcando el arroyo Corbata Blanca y sus alrededores, incluyendo la laguna espejo. La exposición predominante es oeste. La pendiente promedio registrada es de 13,5°, oscilando entre los 2° y 31,3°, encontrándose entre los 290 y 1270 m.s.n.m.

#### Bosque de Ciprés de la cordillera

En el tipo forestal ciprés de la cordillera, se realizaron 8 parcelas, todas en sector de bosque quemado, de las cuales 7 mostraron un grado de severidad alto, mientras que la restante una severidad moderada. La exposición predominante es hacia el oeste (O – NO), encontrándose entre los 300 y 900 m.s.n.m., presentando una pendiente promedio de 18, 5° con un rango entre 8, 5° y 31,3°.

Se trata de un bosque puro de ciprés de la cordillera adulto, conformando una estructura irregular. También lo acompaña algunos ejemplares de radial y laura. La densidad es de 953 árboles por hectárea, con una altura promedio de 14,3 metros, registrándose una altura máxima de 20,6 metros.



Imagen 1: Bosque de ciprés de la cordillera quemado. Sector corbata blanca

En la tabla 2 se presentan los parámetros generales por especie y clase diamétrica, donde se muestra una estimación de N° de árboles por hectárea, el área basal y el volumen total. El ciprés de la cordillera representa el 87,2% del total, ocupando todos los rangos de clases diamétricas desde los 5 a 85 cm de Dap, concentrándose en las clases inferiores (5-15 cm y 15- 25 cm). Acompañando a la especie dominante, se encontraron ejemplares de radial y en menor proporción laura. El 50% del área basal se centraliza entre las 15 y 35 cm de dap, seguido por la clase diamétrica superior e inferior

respectivamente, siendo el ciprés de la cordillera la especie que más aporta (94%). Al igual que el AB, el volumen se concentra en las clases diamétricas de 15-25 cm, 25-35 cm y 75-85 cm, siendo el ciprés de la cordillera la especie que aporta el 94%.

Tabla 2: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés. Sector corbata blanca

Parámetros dasométricos generales									
Clase diamétrica (cm)	Especies								
	Ciprés de la cordillera			Laura			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	384	3,31	14,43	16	0,07	0,20	78	0,68	5,28
15-25	316	9,85	45,74	0	0,00	0,00	22	0,64	2,99
25-35	78	5,3	26,64	0	0,00	0,00	3	0,25	0,74
35-45	28	3,4	18,54	0	0,00	0,00	3	0,32	0,83
45-55	6	1,13	6,61	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
55-65	9	2,49	15,6	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
65-75	3	1,07	7,05	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
75-85	6	3,38	24,69	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>Total general</b>	<b>831</b>	<b>29,94</b>	<b>159,31</b>	<b>16</b>	<b>0,07</b>	<b>0,20</b>	<b>106</b>	<b>1,89</b>	<b>9,85</b>

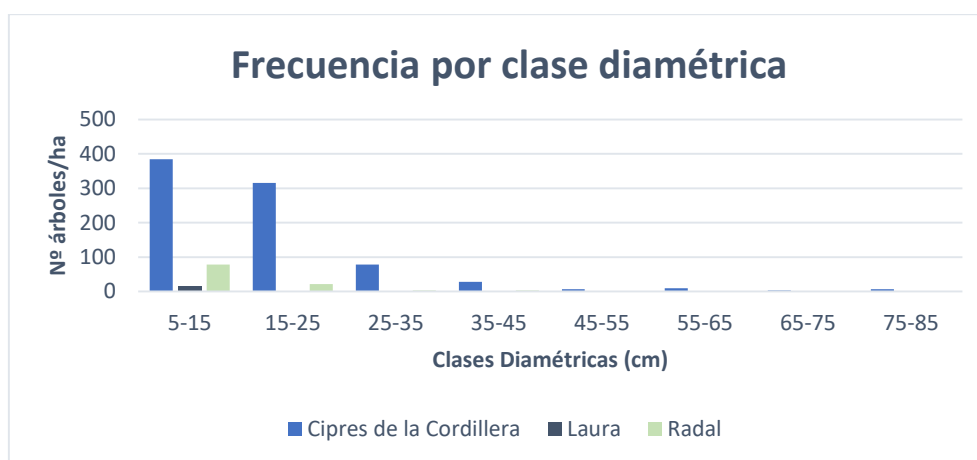


Figura 5: distribución de árboles por hectárea discriminado por especie y agrupado por clase diamétrica, bosque de ciprés. Sector Corbata blanca

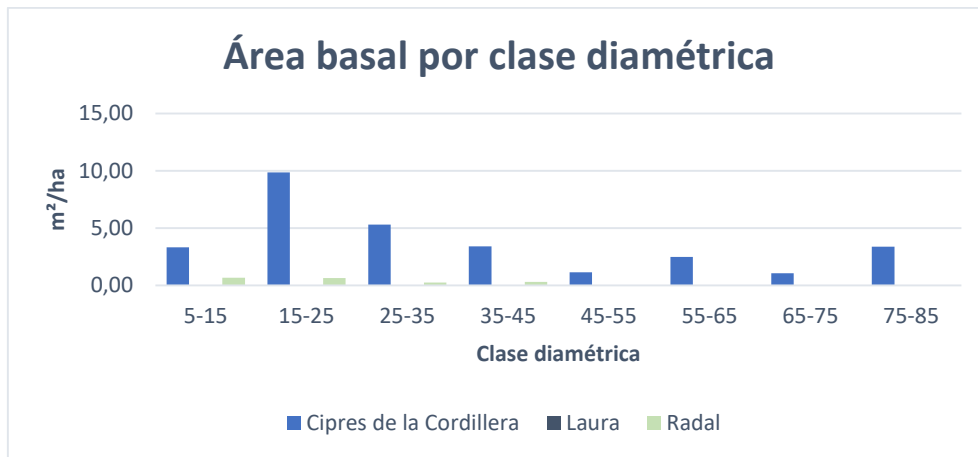


Figura 6: área basal por hectárea y clase diamétrica bosque de ciprés. Sector corbata blanca

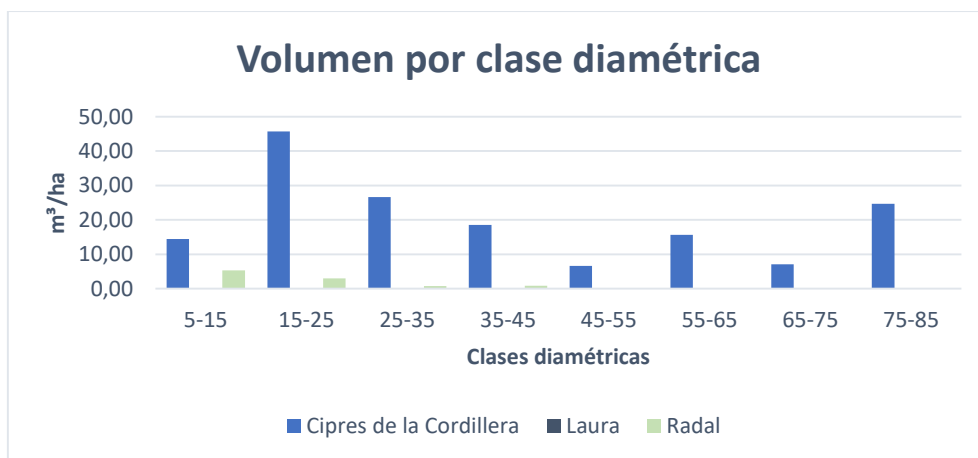


Figura 7: Volumen por hectárea y clase diamétrica en bosque de ciprés. Sector corbata blanca

Respecto a las especies rebrotantes, se observó que solo el 20% de las lauras registraron rebrote, el cual no superaban los 10 cm de altura (corresponde a las lauras cuyo dap superaban los 5 cm), observándose el rebrote en la parcela con un grado de severidad media. Mientras que en los radales no se observó rebrotos durante el muestreo.

En cuanto a las parcelas testigo, se logró instalar 2 parcelas en un sector lindante con el área del incendio ya que no se logró encontrar islas verdes dentro de la superficie quemada. La misma presenta una exposición predominante del sector O, con una pendiente promedio de 22,9°.

A diferencia del sector quemado, éste se trata de un bosque de ciprés de la cordillera acompañado por algunos ejemplares de radal. Presenta con una densidad mayor (1637 árboles por hectárea), y una altura promedio de 15,7 metros.

De la tabla 3, se puede inferir en cuanto a la frecuencia de árboles, que las clases inferiores de 5-15 y 15-25 cm son la de mayor contribución siendo el ciprés la especie que aporta el 93% del total. Respecto al área basal y el volumen, los mismos se encuentran concentrado entre los 15 y 35 cm.

Tabla 3: Parámetros dasométricos del bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca

Parámetros dasométricos generales						
Clases diamétricas	Ciprés de la cordillera			Radal		
	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	888	6,85	29,79	113	0,77	6,70
15-25	425	11,85	54,62	0	0,00	0,00
25-35	175	11,39	57,00	0	0,00	0,00
35-45	13	1,57	8,60	0	0,00	0,00
45-55	13	2,26	13,17	0	0,00	0,00
55-65	13	3,08	19,00	0	0,00	0,00
Total general	1525	37,00	182,18	113	0,77	6,70
Total %	93,1	98,0	96,5	6,9	2,0	3,5

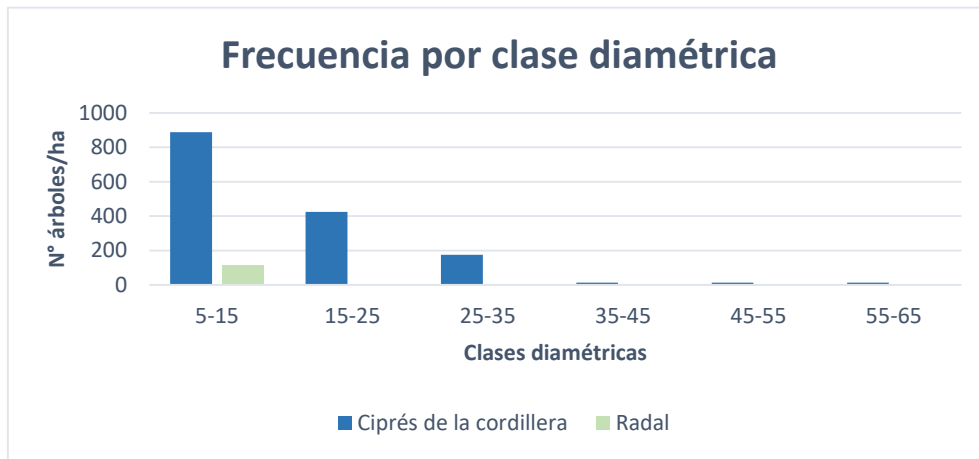


Figura 8: distribución de árboles por hectárea discriminado por especie y agrupado por clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca

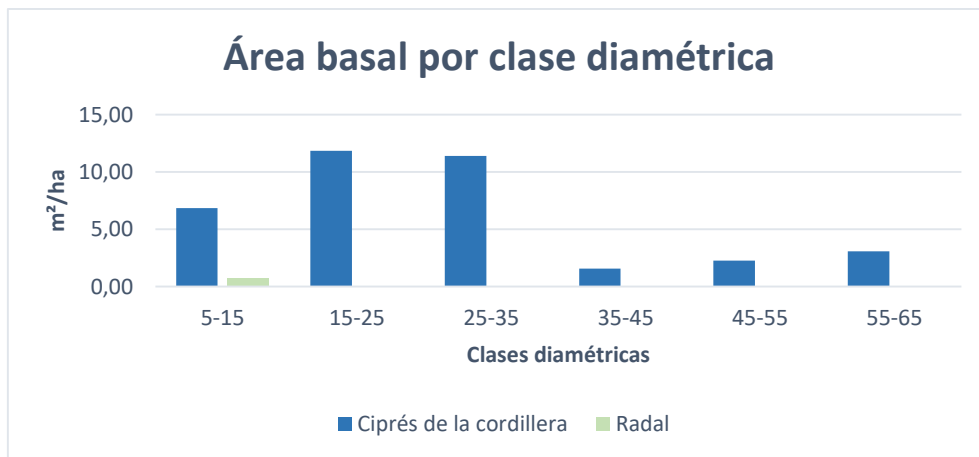


figura 9: Área basal por hectárea y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca.



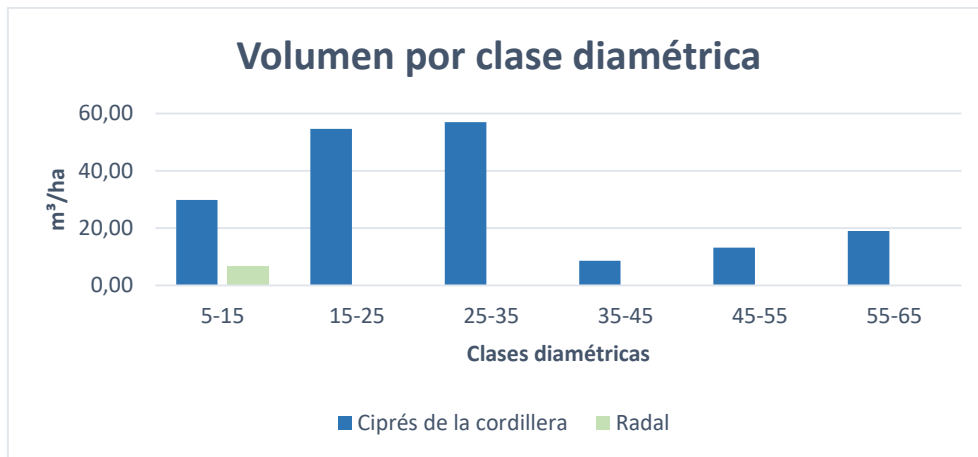


figura 10: Volumen por hectárea y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector corbata blanca.

### Bosque de lenga

Se establecieron 9 parcelas, las cuales 4 se ubicaron en un sector quemado con una severidad alta, 2 parcelas con severidad media y la restante en un sector que no fue afectado por el incendio (testigo o verde). Presentan una exposición predominante S-SE, con pendiente que varían desde los 4° hasta 16, 5°, encontrándose entre los 1013 y 1277 m.s.n.m.

Se trata de un bosque puro de lenga en fase de desarrollo Oquedal acompañado con ejemplares de fustal alto, bajo y algunos pocos en estadio de regeneración establecida. Presenta una densidad de 328 árboles/hectárea, con una altura promedio de 16,3 metros aproximados. La altura máxima registrada fue de 21,2 metros.



Imagen 2: Bosque de lenga quemado. Sector corbata blanca

A continuación, se detalla los parámetros generales del bosque, agrupándolos en clases diamétricas (tabla 4).

Tabla 4: Parámetros dasométricos generales del bosque de lenga. Sector corbata blanca

Clases diamétricas (cm)	Frecuencia (N° árbol/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	64	0,48	2,06
15-25	71	1,95	12,08
25-35	36	2,59	21,39
35-45	36	4,13	21,39
45-55	50	9,43	103,55
55-65	32	9,78	123,89
65-75	14	5,16	68,72
75-85	11	5,35	78,63
85-95	0	0,00	0,00
95-105	4	2,64	43,60
105-115	11	10,30	184,43
<b>Total General</b>	<b>328</b>	<b>51,81</b>	<b>659,73</b>

La distribución de frecuencias diamétricas presenta una forma de “J” invertida, típica de las estructuras irregulares, concentrándose la mayor cantidad de árboles en las clases inferiores (15-25 cm y 5-15 cm respectivamente). El área basal también refleja la irregularidad de la estructura del bosque, siendo las clases diamétricas intermedias (45 a 65cm) y la clase superior (105-115cm) las de mayor aporte. En cuanto al volumen, al igual que el AB, se centralizan en las mismas clases.

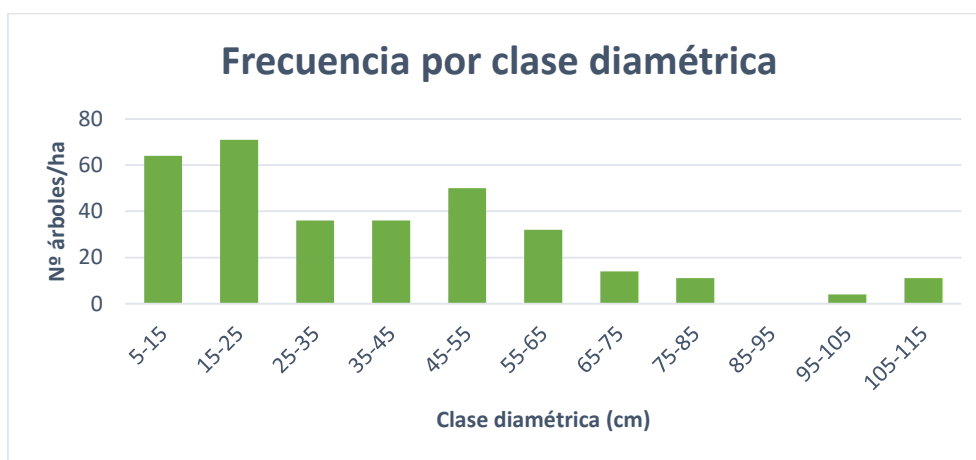


Figura 11: Distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector corbata blanca

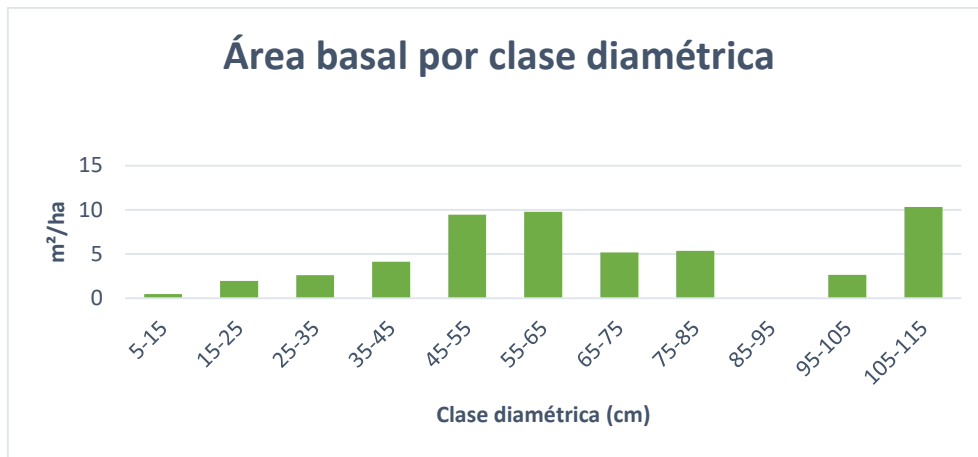


Figura 12: Área basal por hectárea agrupado en clase diamétrica en bosque de Lengua. Sector corbata blanca

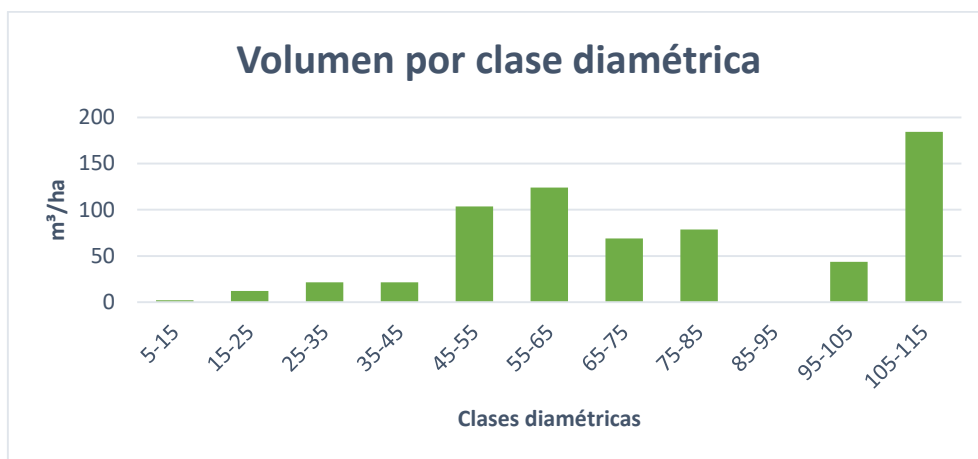


Figura 13: Volumen por hectárea agrupado en clase diamétrica de lengua. Sector Corbata blanca

Respecto a las parcelas testigo, se logró instalar una sola parcela, encontrándose en las periferias del área afectada por el incendio. Al ser una continuación del bosque quemado la estructura es similar.

### Bosque de coihue

Se establecieron 6 parcelas de muestreo, en las cuales 4 de ellas presentaban un grado de severidad alto, una severidad media y la restante en un sector sin quemar (testigo). La exposición predominante es del N-NO, con pendientes que varían entre los 6,2° y los 15,9° y encontrándose entre los 720 y 990 m.s.n.m.

Se trata de un bosque de coihue adulto en fase de desarrollo fustal con algunos individuos en fase oquedal, acompañado por ejemplares jóvenes de ciprés de la cordillera. Presenta una densidad de 615 árboles por hectáreas. La altura promedio de los coihues es de 22,6 metros, registrándose altura máxima y mínima de 32,5 y 13,1 metros respectivamente. La altura promedio del ciprés de la cordillera es de 6,3 metros. Además, se registraron escasos ejemplares de radial y laura.



Imagen 3: Bosque de coihue quemado. Sector corbata blanca.

Observando la tabla 5, donde se muestran los parámetros generales del bosque, en la que se realizó un agrupamiento por especie y clases diamétricas, se puede inferir que el 61% de los árboles corresponde a la especie forestal coihue, encontrándose en todas las clases diamétricas exceptuando la clase de 55-65 cm. La sigue el ciprés de la cordillera, representando el 32,5%, concentrando su distribución en la clase diamétrica inferior. En cuanto al área basal, el 94% se encuentra representado por coihue, siendo las clases diamétricas intermedia (25 a 55 cm) y superiores (75-97cm) las que mayor aportan. Si bien el ciprés de la cordillera representa un valor considerable en la cantidad de individuos por hectáreas (200 árboles), al concentrarse en las clases inferiores aportan solamente el 4%. Al igual que al AB, la mayor parte del volumen (98%) está representado por coihue, concentrando en las clases diamétricas intermedias y superiores.

Tabla 5: Parámetros dasométricos generales del bosque de coihue. Sector corbata blanca

Parámetros dasométricos generales												
Clase diamétricas (cm)	Especies											
	Coihue			Ciprés de la cordillera			Laura			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	30	0,36	3,04	180	1,14	4,95	15	0,09	0,25	15	0,12	0,98
15-25	85	2,42	22,44	15	0,46	2,14	0	0,00	0,00	5	0,22	0,85
25-35	110	7,59	79,46	5	0,27	1,29	0	0,00	0,00	5	0,48	1,29
35-45	75	9,08	104,59	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
45-55	45	9,05	115,51	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
55-65	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
65-75	10	3,53	51,23	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
75-85	10	5,22	83,95	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
85-95	10	6,15	103,65	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total general	375	43,39	563,87	200	1,87	8,38	15	0,09	0,25	25	0,82	3,12

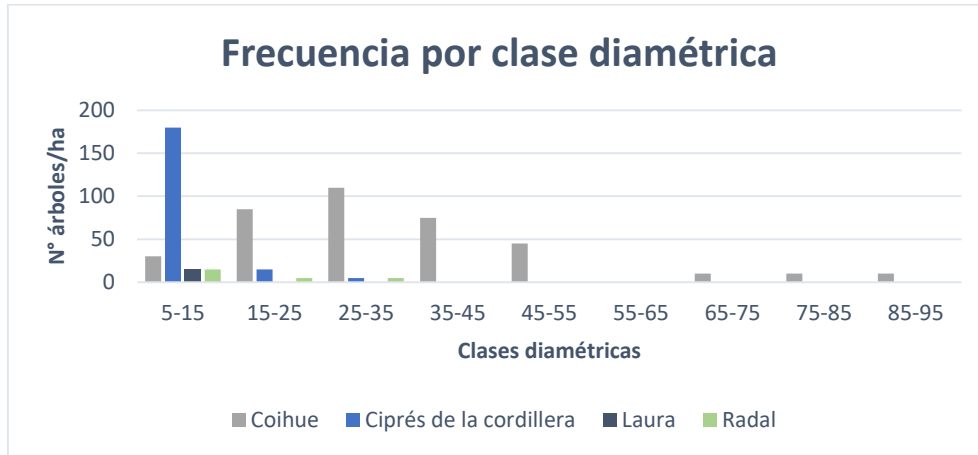


Figura 14: distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica, para cada especie. Bosque de coihue. Sector corbata blanca

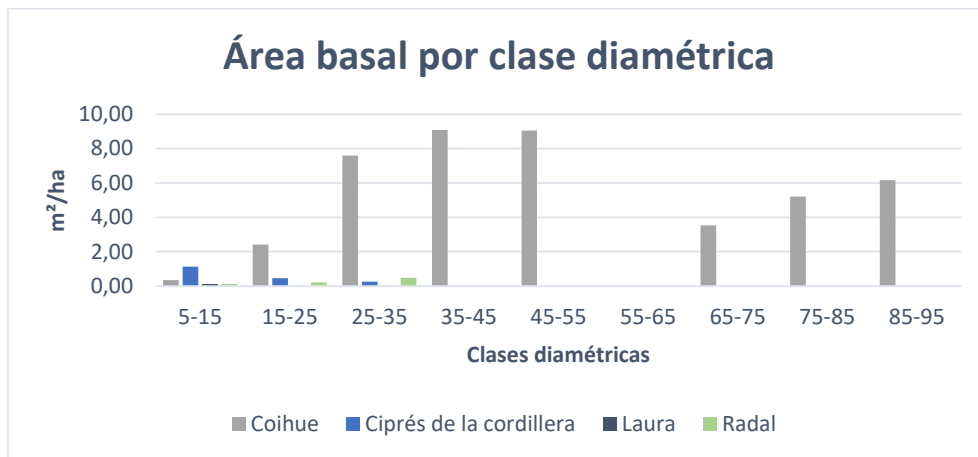


Figura 15: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de coihue. Sector corbata blanca

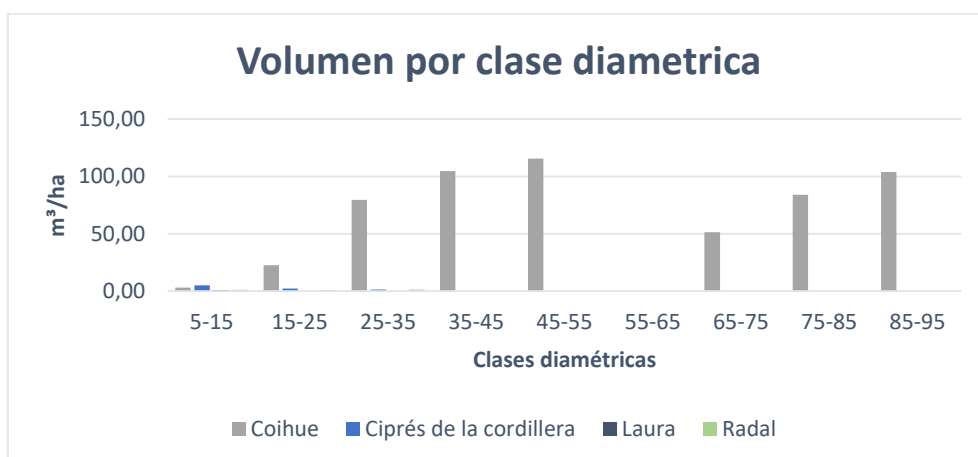


Figura 16: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de coihue. Sector corbata blanca

Respecto a la parcela testigo, solamente se encontró una pequeña franja donde se encontraban ejemplares de coihue adultos, con fase de desarrollo oquedal. Debido a que corresponde a un sector pequeño donde se pudo instalar una sola parcela, la cual

no es representativa al bosque quemado, no es posible realizar una comparación entre sectores.

En cuanto a las especies que tienen la capacidad de rebrotar, hasta el momento del muestreo no se evidenció presencia de renuevos.

### Bosque de Ñire

Se realizaron 3 muestreos en bosque de ñire, el cual se encontraba en cercanías a la laguna espejo. Dicho sector mostraba un grado de severidad alto. El tipo fisiográfico correspondía a un sector de planicie con pendientes suaves que rondan los 3,5°. Se encuentra a una altitud entre los 980 y 1080 m.s.n.m

Corresponde a un bosque puro de ñire con una altura promedio de 6,6 metros. La densidad es de 683 árboles/hectárea presentando una estructura irregular. Las clases diamétricas entre los 5 a 25 cm de dap concentran la mayor proporción de individuos. El área basal se centraliza en las clases diamétricas intermedias (20-25 cm y 25-30 cm), siendo la de menor aporte la clase inferior de 5-10 cm. A diferencia de la distribución de frecuencia, el volumen se concentra en las clases diamétricas intermedias y superiores (20-40 cm) (tabla 6).

Tabla 6: Parámetros dasométricos generales del bosque de ñire. Sector corbata blanca

Clase diamétricas (cm)	Frecuencia (N° árbol/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-10	125	0,67	1,97
10-15	192	2,23	8,40
15-20	133	2,86	13,18
20-25	108	4,06	22,74
25-30	75	4,20	27,16
30-35	33	2,62	19,27
35-40	17	1,77	14,56
<b>Total general</b>	<b>683</b>	<b>18,40</b>	<b>107,29</b>

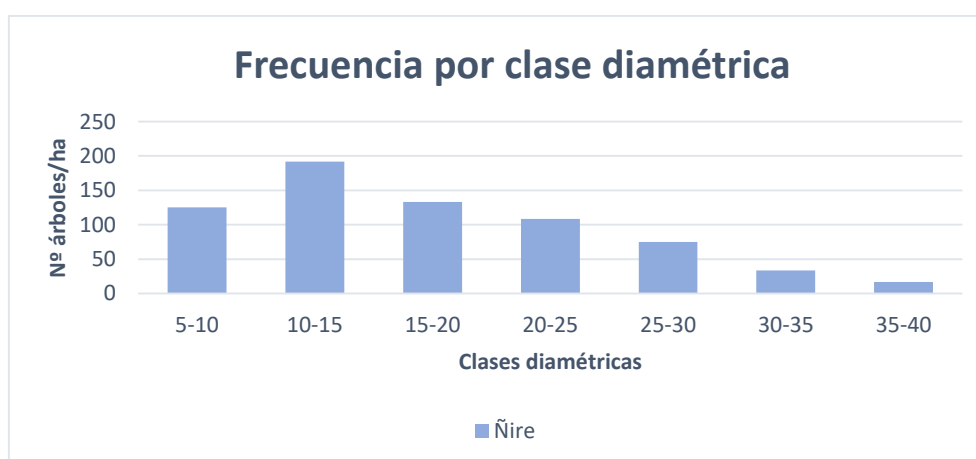


Figura 17: N° de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector corbata blanca

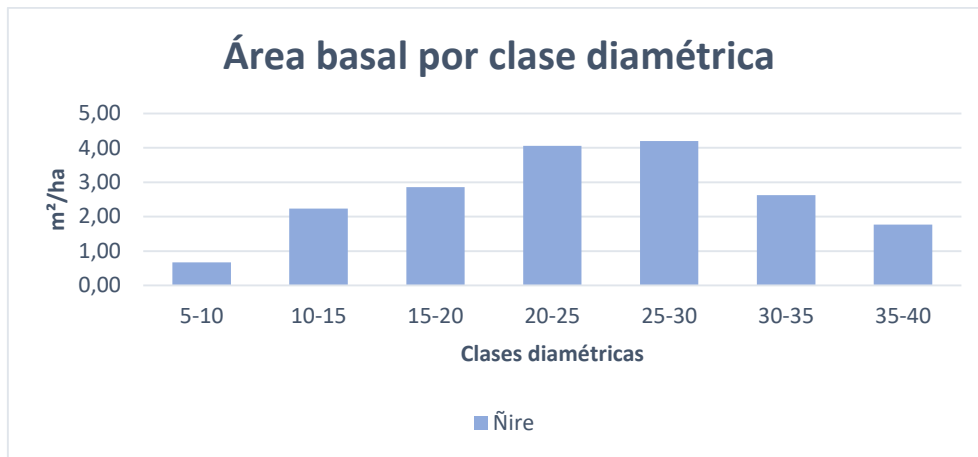


Figura 18: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector corbata blanca

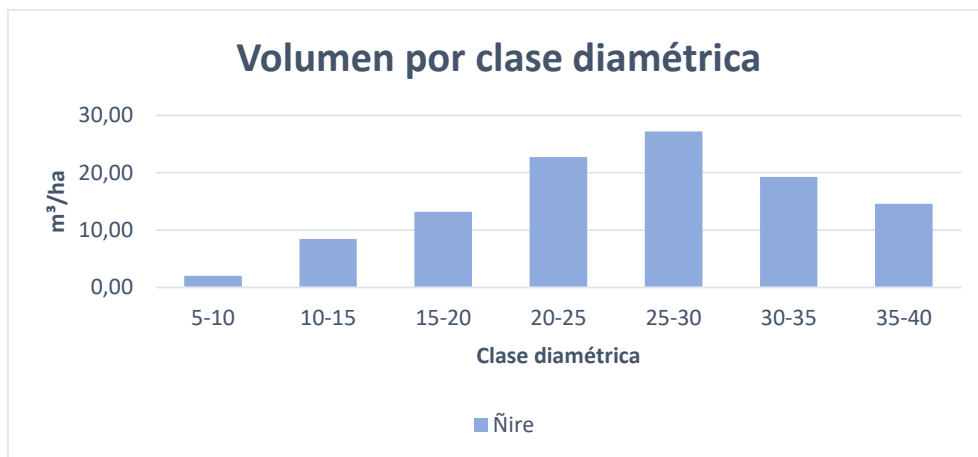


Figura 19: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector corbata blanca

En cuanto a los árboles rebrotados, se observaron dentro de la parcela y alrededores algunos ejemplares de ñire con rebrotes, pero al no entrar en la parcela o dentro del diámetro mínimo inventariable (5 cm dap), solamente se registró su presencia, pero no fueron contabilizados.



Imagen 4: Izq: Bosque de ñire quemado. Der: Rebrote incipiente de ñire.

#### Bosque Mixto.

Se realizó una sola parcela en este tipo forestal en un sector quemado con un grado de severidad alto. Se trata de un bosque mixto de ciprés de la cordillera y radial,

acompañado en menor medida por ñire y laura. Presenta una densidad de 1600 árboles/hectárea, con una altura promedio de 9,6 metros.

En la tabla 7 se presentan los parámetros dasométricos generales agrupados por clase diamétrica y especie. Se puede apreciar que el radial constituye el 50% del total de los árboles, concentrando la mayor cantidad de individuos en las primeras clases diamétricas (5-10 cm y 10-15 cm). Por su parte, el ciprés de la cordillera conforma el 39,1% de los árboles, teniendo una distribución homogénea en las diferentes clases, siendo la de mayor aporte la clase de 10-15 cm. Respecto al área basal, el ciprés de la cordillera aporta el 54,6%, concentrando el mismo en las clases diamétricas entre 10 y 25 cm, siendo la clase diamétrica superior la de mayor proporción. El radial aporta el 40,8%, distribuidos de manera semejante en todas las clases, siendo la clase inferior la de menor aporte.

Tabla 7: Parámetros dasométricos generales del bosque mixto. Sector corbata blanca

Parámetros dasométricos generales												
Clase diamétrica (cm)	Especies											
	Ciprés de la cordillera			Laura			Ñire			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-10	100	0,46	2,00	50	0,14	0,42	50	0,28	0,85	400	1,59	17,4
10-15	250	3,44	15,08	0	0	0,00	75	0,70	2,42	200	2,59	17,5
15-20	150	3,58	16,22	0	0	0,00	0	0,00	0,00	125	2,73	14,7
20-25	125	5,67	27,10	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	75	2,91	12,01
Total general	625	13,15	60,4	50	0,14	0,42	125	0,98	3,26	800	9,88	61,6

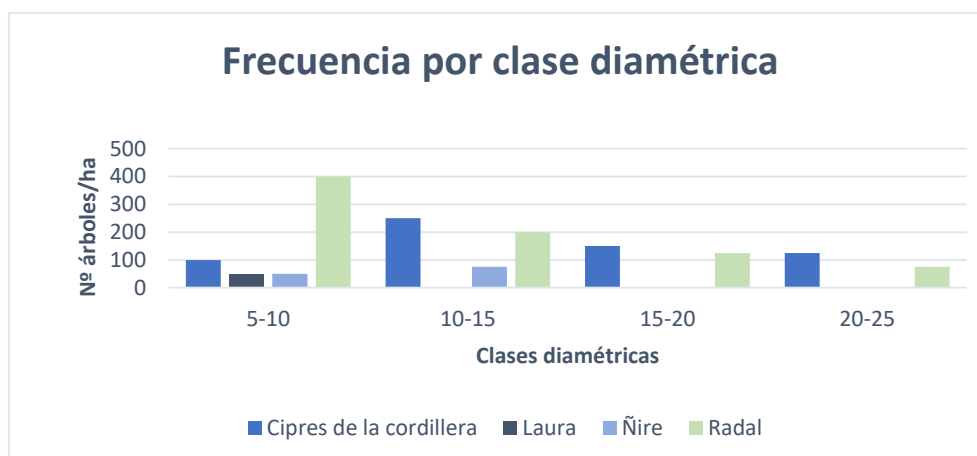


Figura 20: Distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica para cada especie. Bosque de mixto. Sector corbata blanca



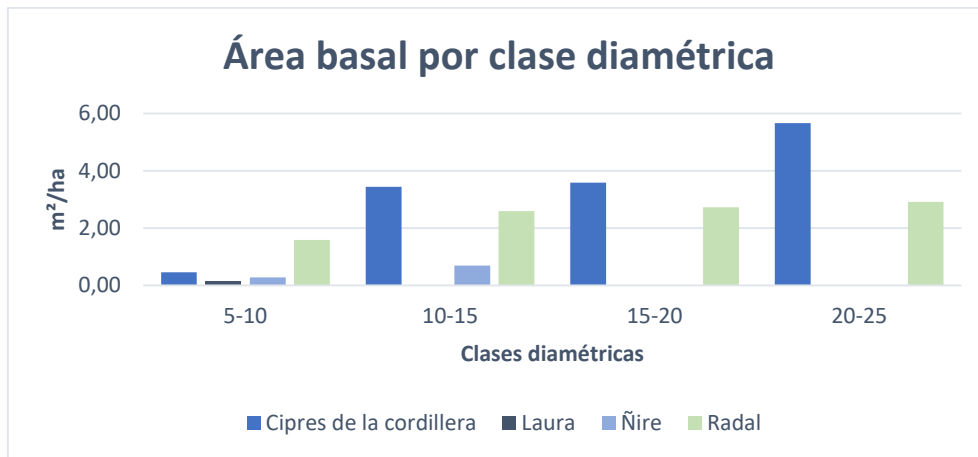


Figura 21: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto. Sector corbata blanca

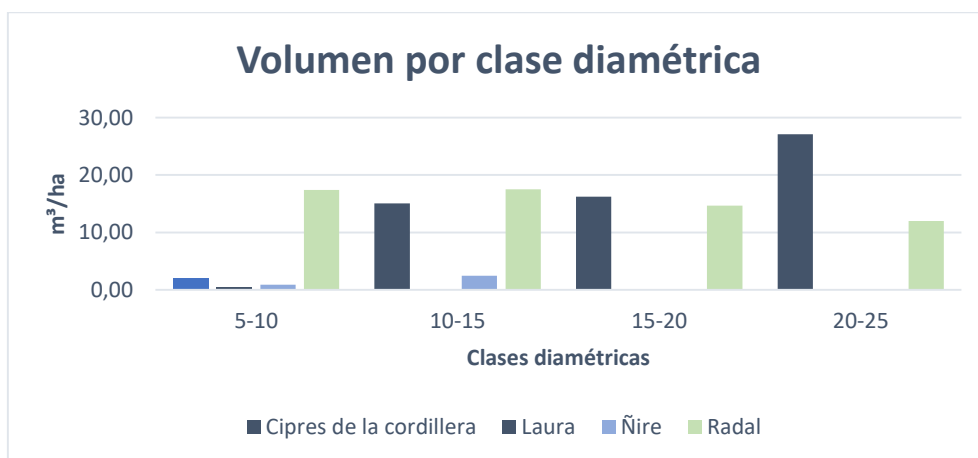


Figura 22: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto. Sector corbata blanca

En cuanto a las especies que tienen la capacidad de rebrotar, hasta el momento del muestreo no se evidenció presencia de renuevos en los árboles relevados.

#### Plantación de pino murrayana.

Se realizaron 2 parcelas en una plantación de pino murrayana quemada, con un grado de severidad alto. La misma se encontraba en una ladera con exposición predominante del sector O, con una pendiente promedio de 26,3°.

Se trata de una plantación con una edad entre 29-31 años, la cual presenta una primera poda. La densidad es de 488 árboles por hectárea, con un diámetro cuadrático medio de 23,5 cm y una altura promedio de 15,5 metros. En la tabla

Tabla 8: Parámetros generales de la plantación de *P. murrayana*. Sector corbata blanca.

N° árboles/ha	DCM (cm)	AB (m²/ha)	Volumen (m³/ha)
488	23,5	21,2	150,59

#### **Sector arroyo Leiva**

Se localiza en el sector sur del Cerro Piltriquitron, abarcando el arroyo Leiva y el arroyo proveniente de la laguna espejo. La exposición predominante es sur. La pendiente promedio registrada fue de 15,4°, oscilando entre los 2° y 38,5°, encontrándose entre los 572 y 1111 m.s.n.m.

### Bosques de lenga

En este tipo forestal se establecieron 6 parcelas, de las cuales 2 se ubicaron en un sector quemado con una severidad alta, 1 parcela con severidad media y 3 en un sector que no fue afectado por el incendio (verde o testigo).

En cuanto al sector afectado por el incendio, presenta una exposición predominante S-SO con una pendiente promedio de 18°, con un rango entre 6,2° y 26,6° encontrándose entre los 956 y 1006 m.s.n.m.

Se trata de un bosque puro de lenga en fase de desarrollo fustal bajo y fustal alto acompañado con algunos oquedales. Presenta una densidad de 469 árboles por hectárea, con una altura promedio de 14,8 metros, registrándose una altura máxima de 18,8 metros.



Imagen 5: Bosque de lenga. Sector arroyo Leiva

dasométricos del bosque realizando una agrupación en clase diamétricas.

Tabla 9: Parámetros dasométricos generales del bosque de lenga. Sector arroyo Leiva

Clase diamétricas (cm)	Frecuencia (Nº árbol/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	113	0,94	4,10
15-25	144	4,17	26,39
25-35	106	7,80	64,60
35-45	44	5,23	49,97
45-55	38	6,94	75,71
55-65	13	3,67	45,94
65-75	13	4,74	64,15
Total general	469	33,48	330,86

Se observa la distribución diamétrica presenta una forma de “J” invertida, típica de las estructuras irregulares. Los árboles se concentran entre los 5 y 35 cm de dap, siendo la clase diamétrica de 15-25 cm la de mayor contribución. Las clases diamétricas superiores son las de menor aporte. El área basal se centraliza en las clases diamétrica de 25 – 35 cm y de 45 -55 cm, mientras que la clase inferior es la de menor contribución. Al igual que el AB, el volumen se concentra en las clases diamétricas de 25 – 35 cm y de 45 – 55 cm respectivamente, siendo esta ultima la de mayor contribución. Las clases diamétricas inferiores son las de menor aporte.

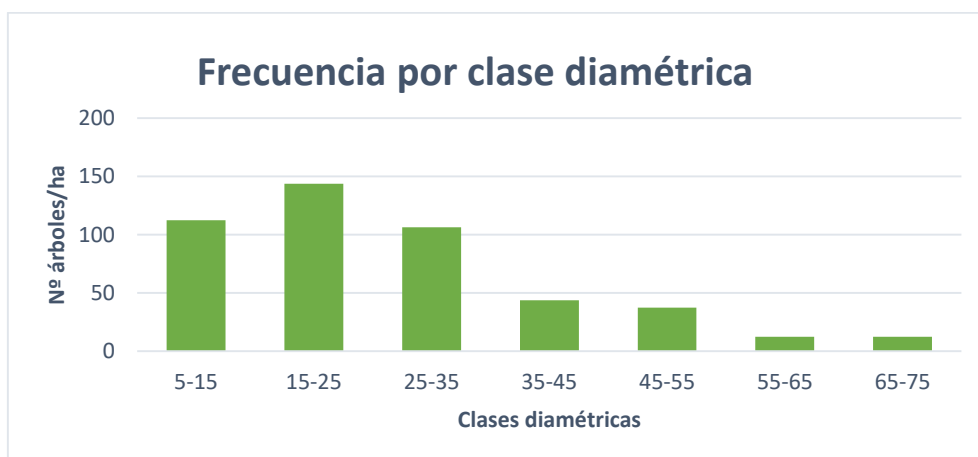


Figura 23: Distribución de árboles por hectárea agrupada por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector arroyo Leiva

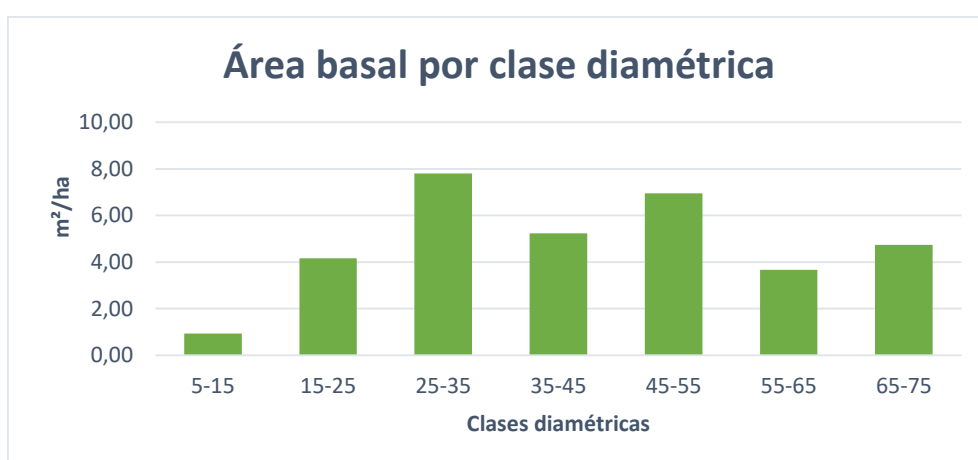


Figura 24: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector arroyo Leiva

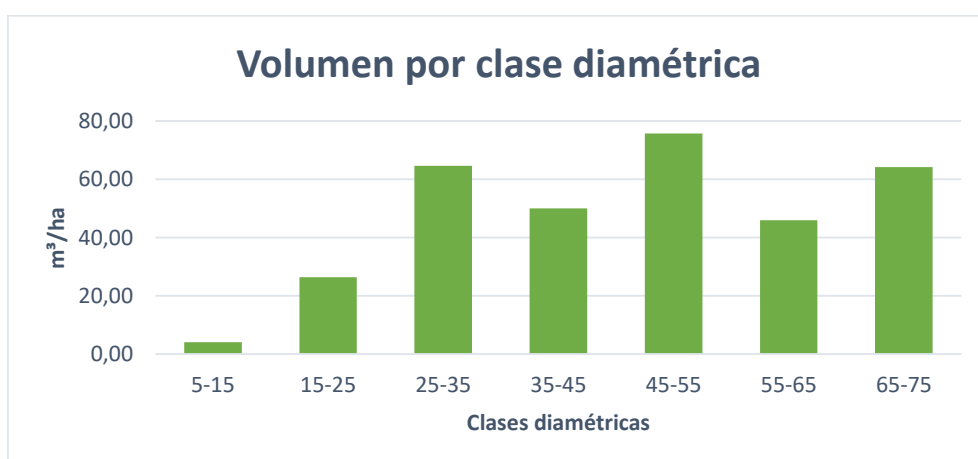


Figura 25: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector arroyo Leiva

En cuanto al área de bosque vivo, se instalaron 3 parcelas las cuales se ubicaron en las periferias del sector quemado. Presentan una exposición predominante del sector S-SO, con un pendiente promedio registrada de 6,3° ubicándose entre los 1002 y 1111 m.s.n.m.

A diferencia con el sector quemado, éste se trata de un bosque de lenga puro con fase de desarrollo fustal alto- oquedal, con una densidad de 242 árboles por hectárea, y una

altura promedio de 19,5 metros. De la tabla 1, se puede inferir respecto a la frecuencia de árboles, que las clases de 35-45 y 55-65 cm son las de mayor contribución. El área basal al igual que el volumen se encuentran entre los 55-65 cm y 75-85 cm.

Tabla 10: Parámetros dasométricos generales. Bosque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva

Clase diamétricas (cm)	Frecuencia (N° árbol/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	33	0,40	1,95
15-25	17	0,47	8,33
25-35	50	4,14	35,34
35-45	42	8,33	51,14
45-55	33	6,09	66,17
55-65	50	14,52	181,40
75-85	17	8,30	122,07
<b>Total general</b>	<b>242</b>	<b>42,26</b>	<b>466,42</b>

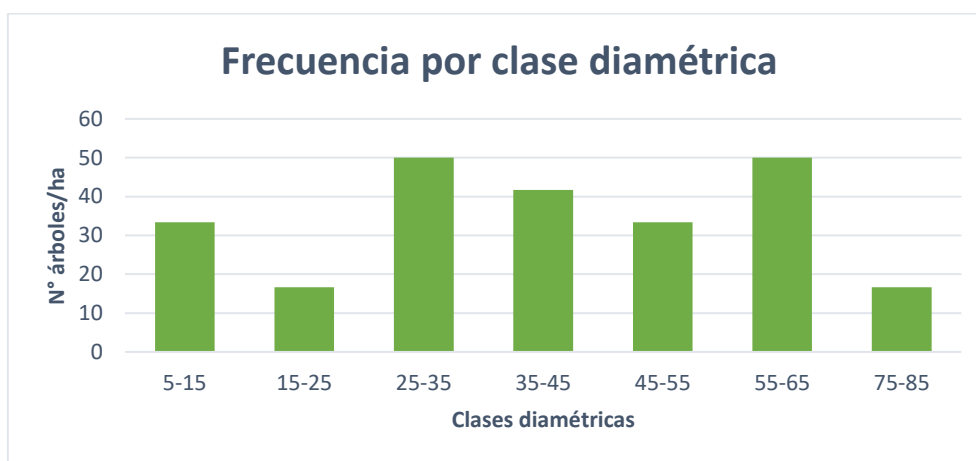


Figura 26: distribución de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva

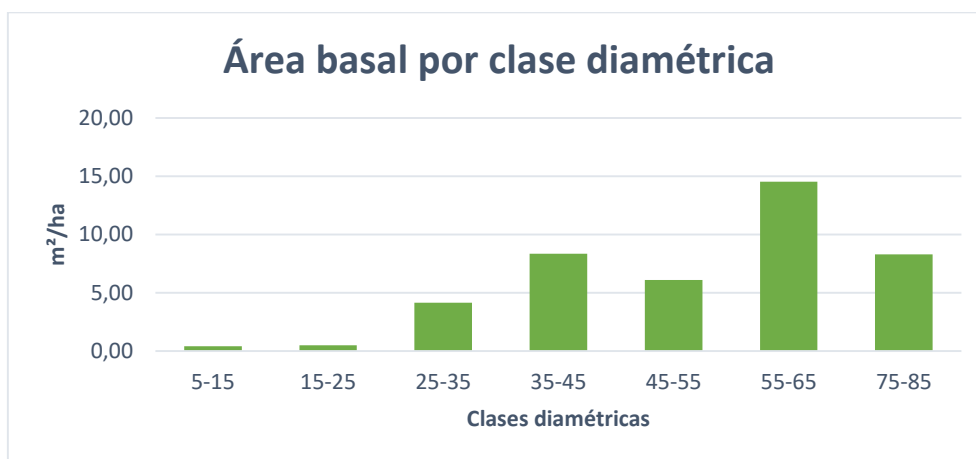


figura 27: Área basal por hectárea y clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva.

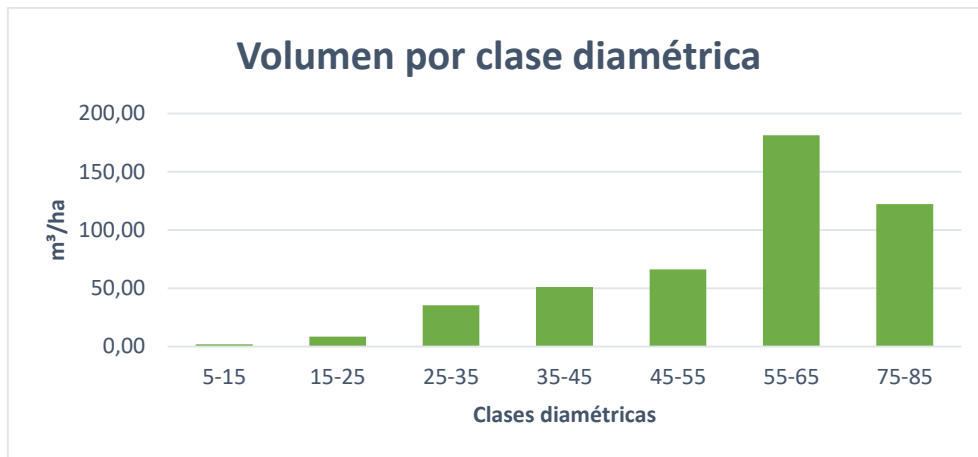


figura 28: Volumen por hectárea y clase diamétrica. Boque de lenga vivo. Sector arroyo Leiva.

### Bosque de coihue

Se establecieron un total de 7 parcelas, todas en 5 parcelas, de las cuales 3 mostraron un grado de severidad alto, y 2 severidad media y 2 testigos.

En cuanto al sector quemado, la exposición predominante es hacia el S, encontrándose entre los 722 y los 942 m.s.n.m. Presenta una pendiente promedio de 22,2°.

Se trata de un bosque puro de coihue adulto en fase de desarrollo fustal alto-oquedal acompañado por aislados ejemplares de ciprés de la cordillera y radial. Presenta una densidad de 445 árboles por hectárea. La altura promedio del coihue es de 30,7 metros registrándose una altura máxima de 38,9 metros.



Imagen 6: Bosque de coihue con grado de severidad medio y alto. Sector arroyo Leiva

En la tabla 11 se muestran los parámetros dasométricos generales para las especies registradas discriminado por clase diamétrica. Se desprende que el 95,5% de los árboles corresponde a la especie coihue, los cuales se encuentran en todas las clases diamétricas exceptuando la clase de 85-95 cm concentrándose entre los 25-35 cm. Lo acompañan algunos individuos aislados de ciprés de la cordillera presente solo en la clase diamétrica 15-25 cm y por radial, encontrándose en las clases diamétricas

inferiores. Respecto al área basal y el volumen, el 99% está representado por el coihue, siendo la clase diamétrica de 55-65 cm la de mayor contribución. El aporte del ciprés de la cordillera y el radial es mínimo.

Tabla 11: parámetros dasométricos generales bosque de coihue. Sector arroyo Leiva

Parámetros dasométricos generales									
Clase diamétrica (cm)	Especies								
	Coihue			ciprés de la cordillera			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	30	0,32	2,70	0	0,00	0,00	10	0,12	0,82
15-25	50	1,51	14,16	5	0,23	1,08	5	0,17	0,76
25-35	130	8,83	92,09	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
35-45	80	9,68	111,45	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
45-55	45	8,64	109,22	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
55-65	65	17,49	238,39	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
65-75	15	5,75	85,28	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
75-85	5	2,61	41,97	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
85-95	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
95-105	5	3,77	67,31	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>Total general</b>	<b>425</b>	<b>58,60</b>	<b>762,57</b>	<b>5</b>	<b>0,23</b>	<b>1,08</b>	<b>15</b>	<b>0,29</b>	<b>1,58</b>

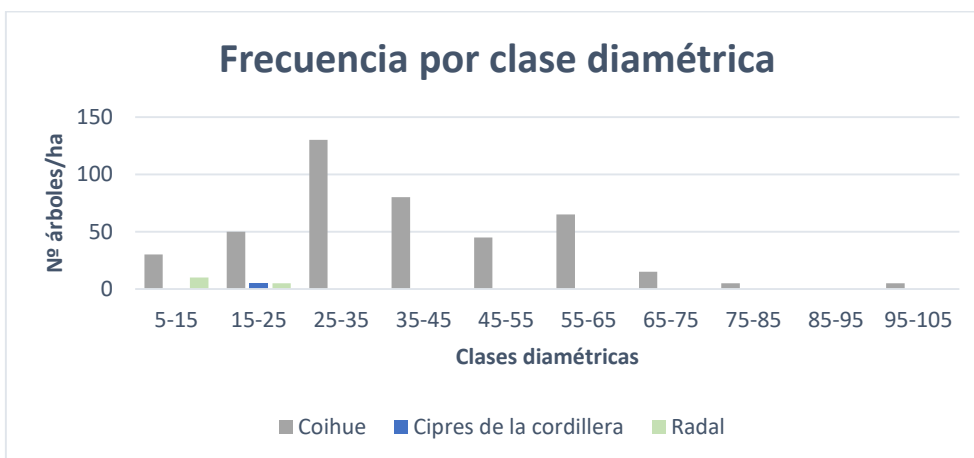


Figura 29: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica y por especie en bosque de coihue. Sector arroyo Leiva

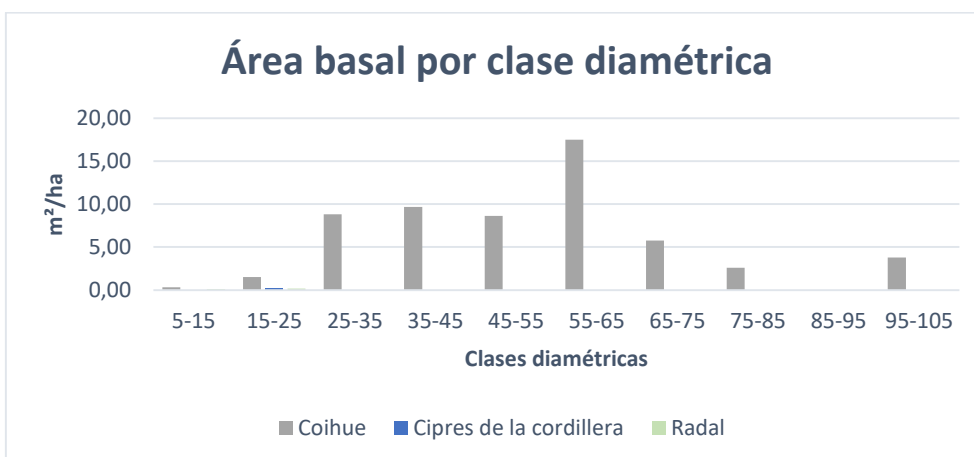


Figura 30: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica y por especie en bosque de coihue. Sector arroyo Leiva

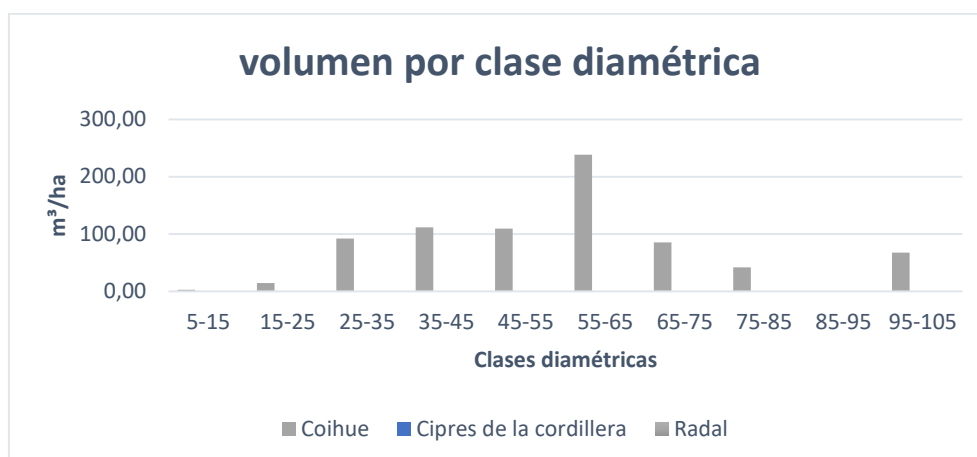


Figura 31: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica y por especie en bosque de coihue. Sector arroyo Leiva

Respecto a las parcelas testigos, el sector muestreado presenta una exposición predominante del sector S, con una pendiente promedio registrada de 31,7°. Las mismas se ubicaron al límite del área quemada ya que no se encontraron islas verdes en el sector afectado.

Se trata de un bosque de coihue adulto con fase de desarrollo oquedal, acompañado por ejemplares jóvenes de ciprés de la cordillera. Presenta una densidad de 663 árboles por hectárea en donde el coihue representa el 58,5% de los individuos y el 41,5% restante corresponde al ciprés. La altura promedio registrada del coihue es de 32,2 metros.

En la tabla 12 se presentan los parámetros generales. De la misma se puede inferir que el coihue se encuentra en todas las clases diamétricas, concentrándose entre los 25-35 cm. El ciprés se encuentra en las clases de 5 a 45 cm, centralizándose entre los 5 y 25 cm. En cuanto al área basal y el volumen, las clases de 25-35 cm, 45-55cm y 65-75 cm son las de mayor aporte, siendo el coihue la especie que más representa.

Tabla 12: Parámetros dasométricos generales. Bosque de coihue vivo. Sector arroyo Leiva.

Parámetros dasométricos generales						
Clases diamétricas	Coihue			Ciprés de la cordillera		
	N° árboles/ha	AB (m²/ha)	Volumen (m³/ha)	N° árboles/ha	AB (m²/ha)	Volumen (m³/ha)
5-15	25	0,27	2,29	100	0,84	3,65
15-25	88	2,50	23,23	125	3,96	18,44
25-35	138	9,50	99,37	37	2,10	10,25
35-45	50	6,21	71,71	12	1,90	10,74
45-55	50	9,54	120,33	0	0,00	0,00
55-65	13	2,97	39,28	0	0,00	0,00
65-75	25	9,49	140,51	0	0,00	0,00
Total general	388	40,48	496,73	275	8,80	43,07
Total %	58,5	82,2	92,0	41,5	17,8	8,0

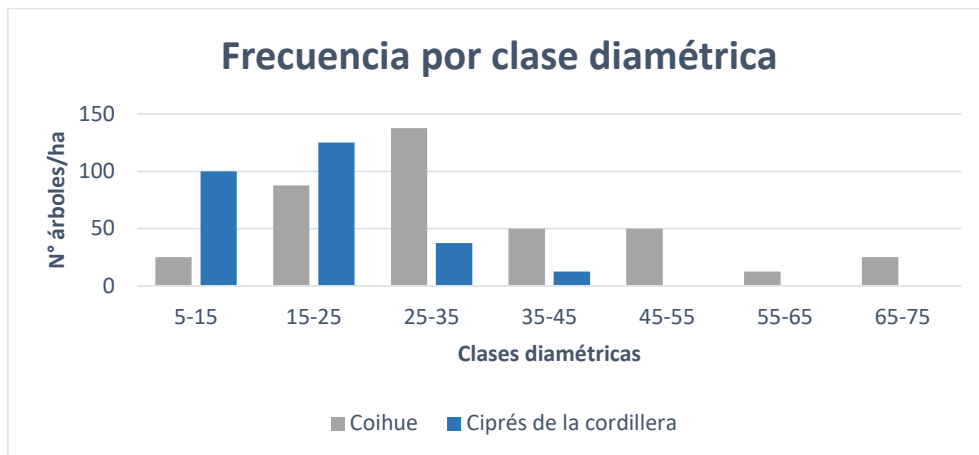


Figura 32: distribución de árboles por clase diamétrica discriminado por especie y clase diamétrica. Bosque de coihue. Sector arroyo Leiva

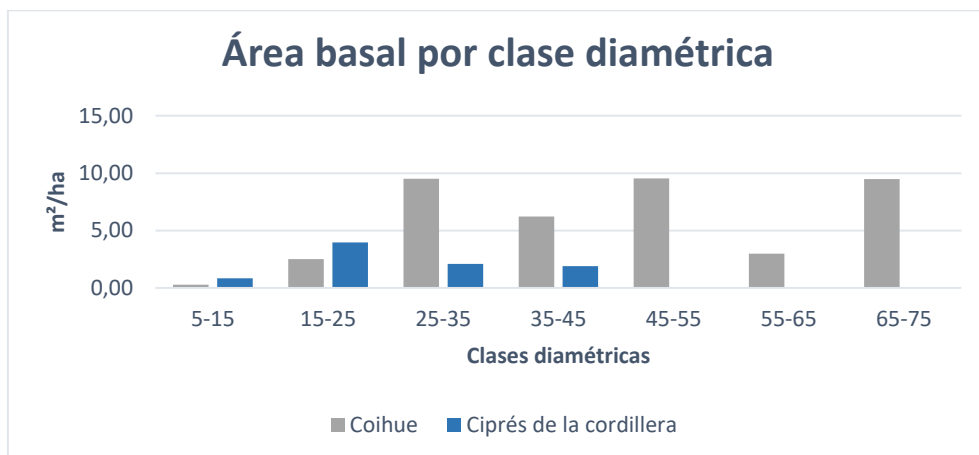


Figura 33: Área basal por hectárea y clase diamétrica. Bosque de coihue vivo. Sector arroyo Leiva.

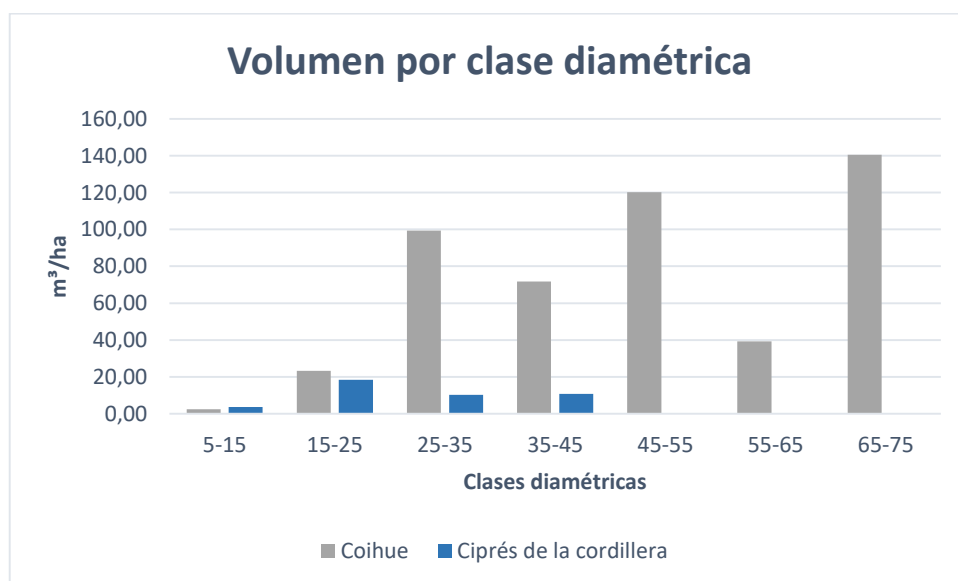


Figura 34: Volumen por hectárea y clase diamétrica. Bosque de coihue vivo. Sector arroyo Leiva.



### Bosque de ciprés de la cordillera

Se instalaron 4 parcelas de muestreo, 3 en sector quemado con un grado de severidad alto y la restante en sector vivo. Presenta una exposición predominante del sector NO con una pendiente promedio de 13, 2º encontrándose entre los 744 y los 850 m.s.n.m. Se trata de un bosque de ciprés de la cordillera acompañado en menor proporción por radial. Presenta una densidad de 1108 árboles por hectárea. La altura promedio del ciprés de la cordillera es de 10,9 metros registrándose como altura máxima 15,8 metros. en cuanto al radial, la altura promedio es de 5,4 metros.



Imagen 7: Bosque de ciprés de la cordillera quemado. Sector arroyo Leiva

En la tabla 13 se presentan los parámetros dasométricos generales de las especies registradas agrupados por clase diamétrica.

Tabla 13: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva

Parámetros dasométricos generales						
Clase diamétricas (cm)	Especies					
	ciprés de la cordillera			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	167	1,74	7,59	242	1,84	15,15
15-25	367	10,90	50,36	125	3,36	16,22
25-35	158	10,28	51,35	42	2,43	8,29
35-45	8	0,90	4,79	0	0,00	0,00
Total general	700	23,81	114,21	408	7,63	29,66

En cuanto a la frecuencia diamétrica, el ciprés de la cordillera representa el 63% del total de los árboles, los cuales se distribuyen en todas las clases diamétricas siendo la clase de 15-25 cm la de mayor contribución. El radial representa el 37%, encontrándose en mayor proporción en la clase diamétrica inferior de 5-15 cm. Respecto al área basal, el ciprés de la cordillera contribuye con el 75,7% del total, siendo las clases diamétricas intermedias de 15-25 cm y 25-35 cm respectivamente son la de mayor aporte para ambas especies relevadas. A similitud con el AB, el volumen del ciprés de la cordillera

representa el 74% del total, siendo las clases diamétricas de 25-35 y 15-25 cm las de mayor aporte. El radial constituye el 26% del volumen, concentrándose en las clases de 15-25 y 5-15 cm.

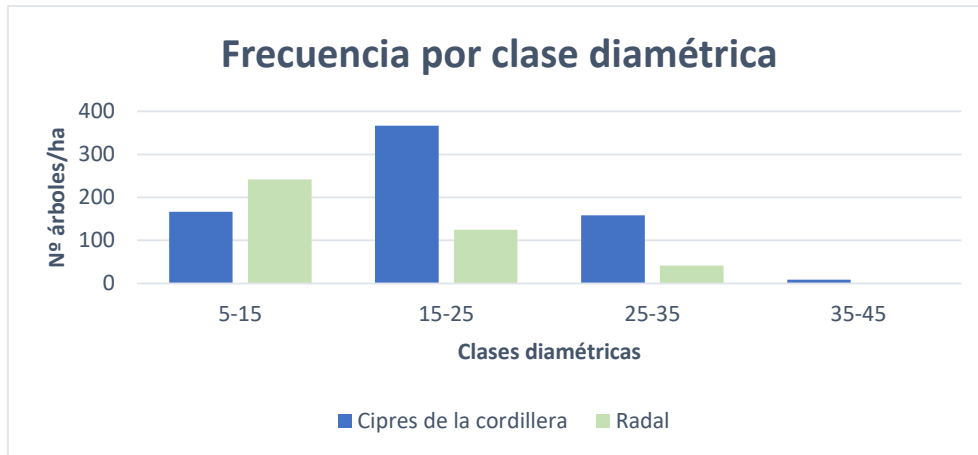


Figura 35: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva

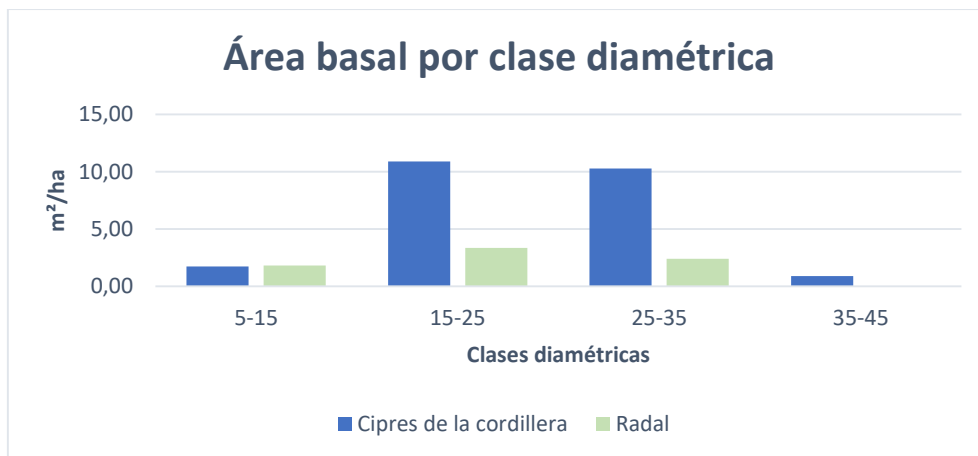


Figura 36: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector corbata blanca.

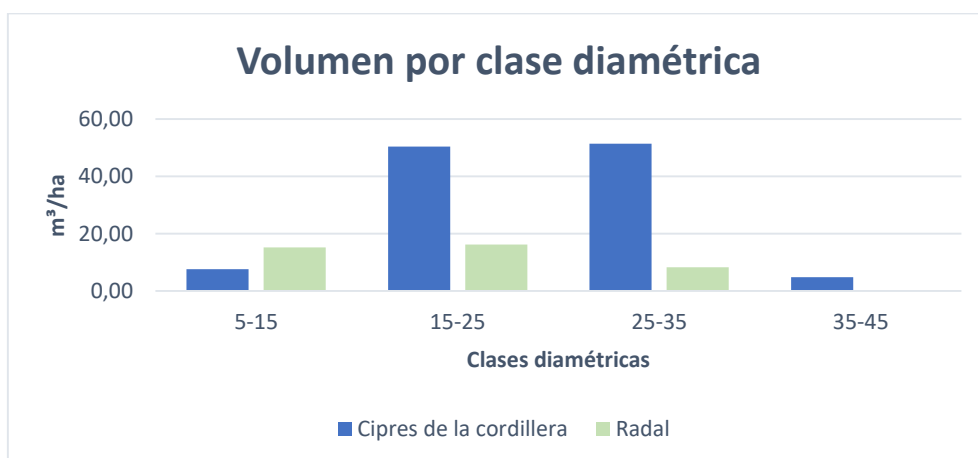


Figura 37: Volumen por hectárea por agrupada por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva.

Respecto al área testigo, se instaló una parcela en el límite del sector quemado, debido a que no se encontraron islas verdes en el área afectada. Se trata de un bosque ciprés de características similares al quemado, presentando una densidad menor (750 árboles por hectárea). La altura promedio registrada es de 16,7°.

De la tabla 14, se puede inferir el ciprés representa el 83% de la totalidad de los árboles, los cuales se encuentran concentrado en la clase de 15-25cm. En cuanto al área basal y el volumen, las clases de 15-25cm y 25-35 son las de mayor aporte. Comparando con el sector quemado, se puede observar que presentan características similares excepto el número de árboles por hectárea.

Tabla 14: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés vivo. Sector arroyo Leiva

Parámetros dasométricos generales						
Clases diamétricas	Ciprés de la cordillera			Radal		
	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	200	2,33	10,19	75	0,43	4,02
15-25	325	7,86	35,75	50	1,35	6,59
25-35	100	6,88	34,64	0	0,00	0,00
Total general	625	17	81	125	2	11
Total %	83,3	90,6	88,4	16,7	9,4	11,6

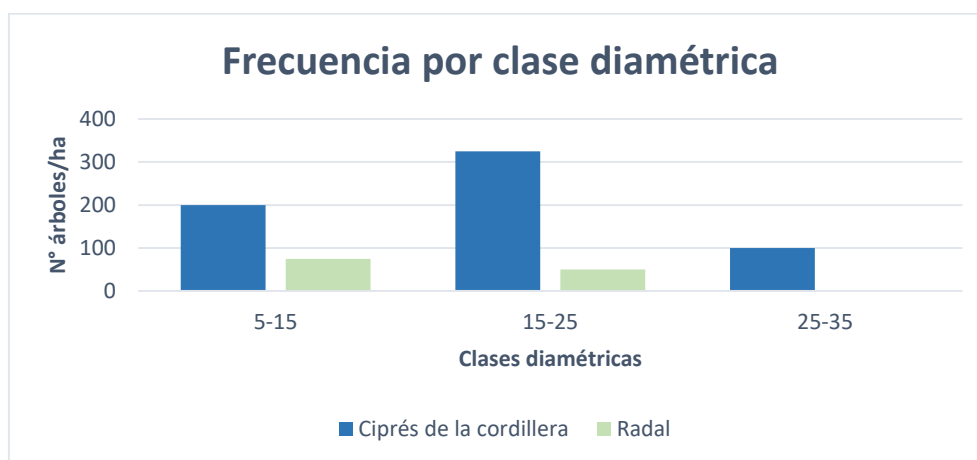


Figura 38: Frecuencia de árboles agrupado por especie y clase diamétrica. Bosques de ciprés vivo. Sector arroyo Leiva

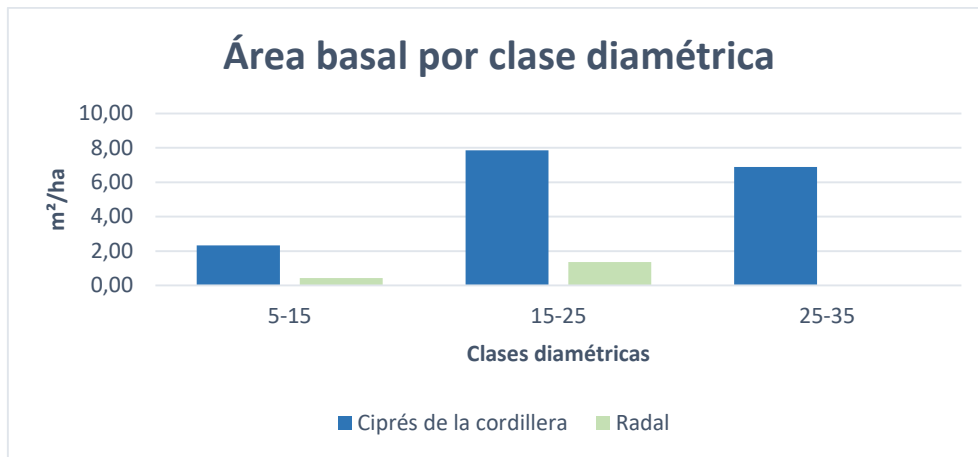


figura 39: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de ciprés. Sector arroyo Leiva

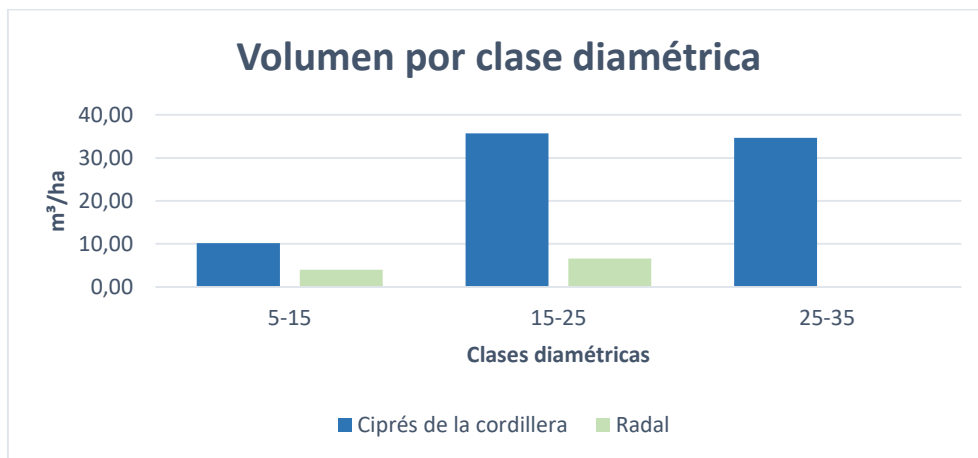


figura 40: Volumen por hectárea agrupado por especie y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector arroyo Leiva

### Bosque de ñire

En el bosque de ñire se establecieron 6 parcelas, ubicándose todas en sectores quemados con un grado de severidad alto, encontrándose entre los 812 y 1019 m.s.n.m. El tipo forestal presenta una exposición predominante del S – SE, presentando pendientes variables, con un promedio de 7, 5° abarcando un rango entre los 3° y 13, 3°. Se trata de un bosque de ñire medio (4 – 8 metros altura), acompañado por algunos ejemplares de radal, laura, retamo y ciprés de la cordillera. presenta una densidad de 850 árboles por hectárea, siendo el ñire la especie dominante. El ñire tiene una altura promedio de 6,7 metros, registrándose una altura máxima de 10,2 metros.



Imagen 8: Bosque de ñire quemado. Sector arroyo Leiva

En la tabla 15 se presenta los parámetros dasométricos generales para las especies registradas donde se agrupó por clases diamétricas. El ñire constituye el 85% de la totalidad de los árboles encontrándose en todas las clases diamétricas, siendo la clase de 5-15 cm la de mayor contribución, seguido por la de 15-25cm. Las especies que acompañan al ñire se encuentran preferentemente en las clases diamétricas inferiores, concentrándose entre los 5 y 15 cm. El ñire constituye el 91% del total del área basal y el volumen, concentrándose en la clase diamétrica de 15-25 y 25-35 cm. Las especies que acompañan al ñire aportan solo el 9% del total.

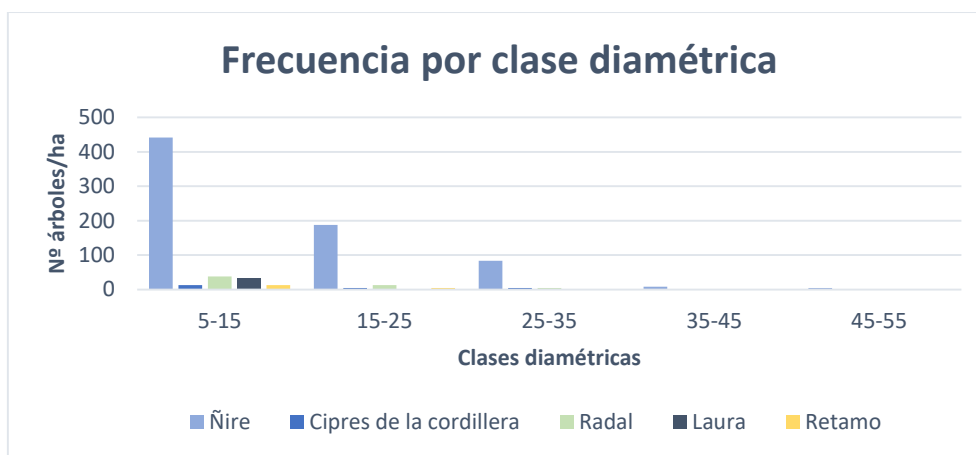


Figura 41: Cantidad de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector arroyo Leiva

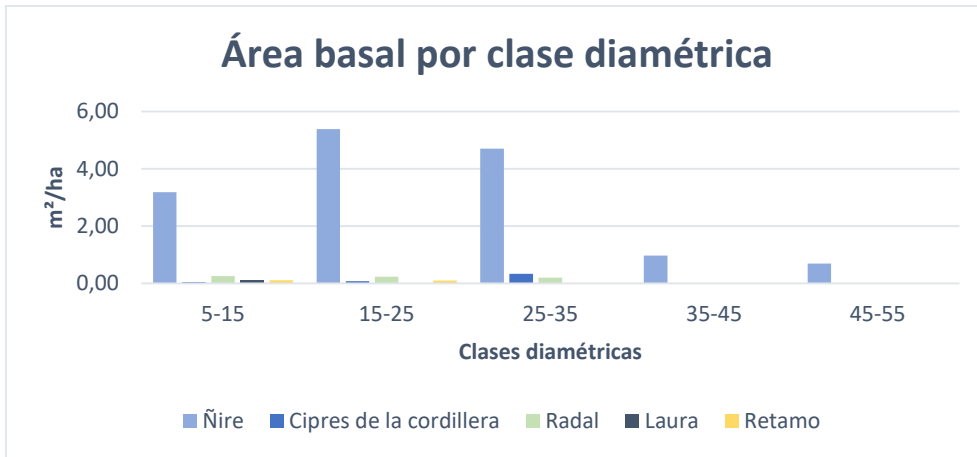


Figura 42: Área basal por hectárea agrupada por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector arroyo Leiva

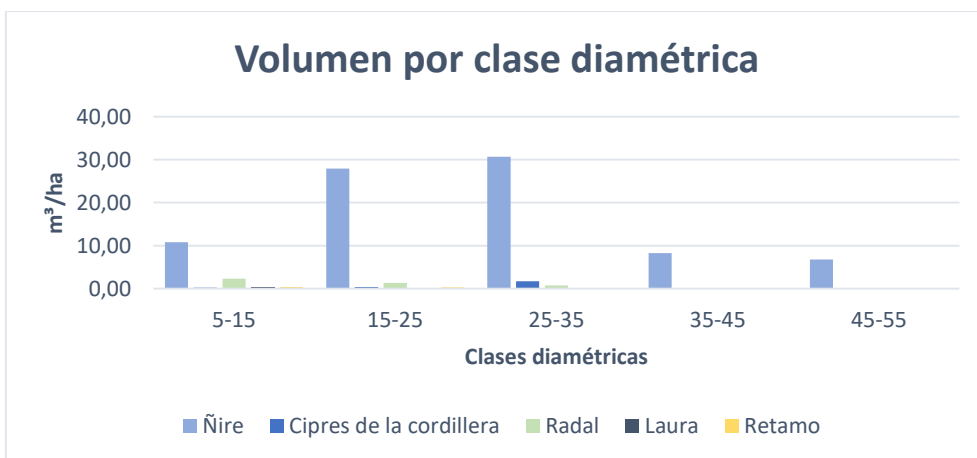


Figura 43: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector arroyo Leiva.

Tabla 15: Parámetros generales del bosque de ñire. Sector arroyo Leiva

Parámetros dasométricos generales															
Clase diamétricas (cm)	Especies														
	Ñire			Ciprés de la cordillera			Radal			Laura			Retamo		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	442	3,18	10,77	13	0,05	0,22	38	0,26	2,30	33	0,13	0,36	13	0,11	0,34
15-25	188	5,39	27,95	4	0,08	0,37	13	0,23	1,34	0	0,00	0,00	4	0,10	0,28
25-35	83	4,71	30,66	4	0,34	1,72	4	0,2	0,76	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
35-45	8	0,97	8,29	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
45-55	4	0,69	6,79	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total general	725	14,94	84,46	21	0,47	2,31	55	0,69	4,40	33	0,13	0,36	17	0,21	0,62

Excepto el ciprés de la cordillera, las demás especies tienen la capacidad de rebrotar luego de un incendio. En este caso se observó que solo el 5,8 % de los ñires y el 39,4 % de las lauras mayores a 5 cm de dap presentan rebrotes, los cuales no superaban los 7 cm de altura. El Radal y el retamo hasta el momento del muestreo no evidenciaron presencia de rebrotes (tabla 16).

Tabla 16: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes

Especie	Árboles/ha rebrotados	Total % sobre el total de cada especie
Ñire	42	5,8
Laura	13	39,4
Radal	0	0,0
Retamo	0	0,0



Imagen 9: Izq: rebrote de Laura. Der: renuevo de ñire

#### Bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera

En bosque mixto se establecieron 4 parcelas, todas en sectores quemados con un grado de severidad alto. Presenta una exposición predominante del sector Sur, con una pendiente promedio de 16, 3° encontrándose entre los 730 y 853 m.s.n.m.

Se trata de un bosque mixto de coihue adulto y ciprés de la cordillera en su mayoría jóvenes. Además, se registraron algunos ejemplares aislados de radial. El bosque presenta una densidad de 931 árboles por hectárea, con una altura promedio del coihue de 21,2 metros, registrándose una altura máxima de 30,3 metros. En cuanto al ciprés de la cordillera, la altura promedio es de 10,3 metros.

En la tabla 17 se presentan los parámetros dasométricos generales de las especies registradas agrupado por clase diamétrica. Se puede observar que el ciprés de la cordillera representa el 54,4% del total de los árboles, encontrándose entre los 5 y 45 cm de dap, concentrándose su mayoría en las clases diamétricas de 5-15 y 15-25 cm respectivamente. El coihue constituye el 41,6%, se encuentra distribuidos en todas las clases diamétricas excepto en la clase de 75-85 cm, siendo la clase de 15-25 cm la de mayor contribución. En cuanto al radial, se encuentran únicamente en las clases inferiores, aportando solamente el 4% del total. El coihue es la especie que mayor proporción contribuye al área basal y volumen, aportando el 76,4% y 89,6% respectivamente, concentrándose entre los 45-65 cm de dap. El ciprés de la cordillera aporta el 22,8% del AB y el 9,9% del volumen, siendo la clase de 25-35 cm la de mayor aporte.



Tabla 17: Parámetros dasométricos generales bosque mixto. Sector arroyo Leiva

Parámetros dasométricos generales									
Clase diamétrica (cm)	Especies								
	Coihue			Ciprés de la cordillera			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	81	0,70	5,81	306	2,09	9,07	31	0,26	2,03
15-25	119	3,09	28,30	106	3,11	14,37	6	0,14	0,75
25-35	50	3,37	35,04	88	5,75	28,75	0	0,00	0,00
35-45	44	4,97	56,59	6	0,64	3,37	0	0,00	0,00
45-55	44	8,92	114,32	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
55-65	25	6,91	94,93	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
65-75	19	7,05	104,03	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
75-85	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
85-95	6	3,80	63,81	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<b>Total general</b>	<b>388</b>	<b>38,81</b>	<b>502,83</b>	<b>506</b>	<b>11,59</b>	<b>55,56</b>	<b>37</b>	<b>0,4</b>	<b>2,78</b>

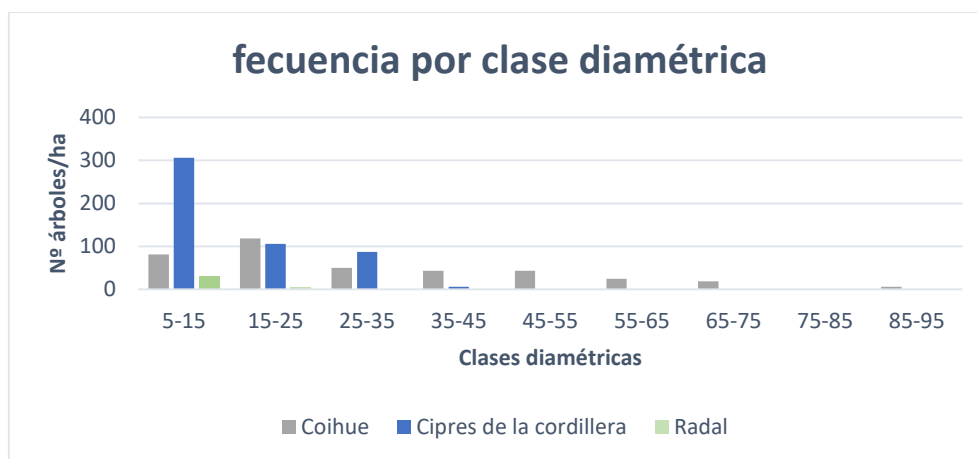


Figura 44: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva

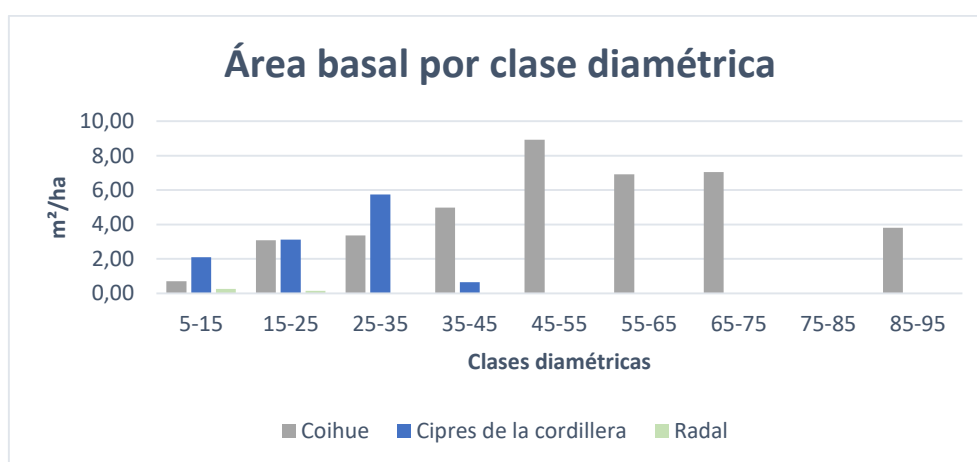


Figura 45: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva

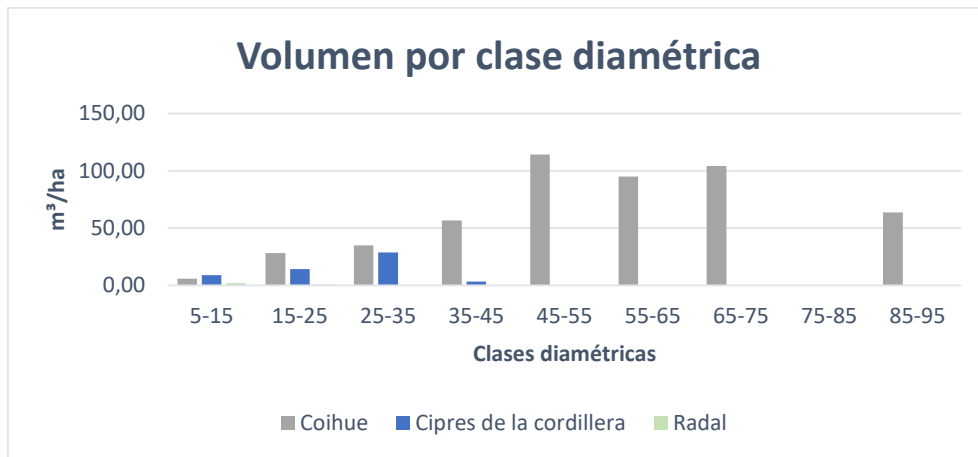


Figura 46: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector arroyo Leiva



Imagen 10: Bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera

### Sector Buenos Aires Chico.

Se ubica en la zona este y sur del Cerro Azul. Las exposiciones predominantes son este y sur, presentando pendientes promedio de 11,5°, oscilando entre los 1° y 30,5°, ubicándose entre los 767 y 1455 m.s.n.m.

#### Bosque de lenga

En el bosque de lenga se realizaron 11 parcelas, las cuales 6 se ubicó en sectores quemados con un grado de severidad alto, 2 en sectores quemado con una intensidad media y 3 parcela un sector que no fue afectado por el incendio (verde o testigo). En cuanto al sector quemado, presenta una exposición predominante del sector Sur, con una pendiente promedio de 16, 7°, en un rango entre los 7, 5° y los 29, 2°, encontrándose entre los 1004 y 1455 m.s.n.m. Se trata de un bosque puro de lenga en fase de desarrollo fustal – oquedal presentando una densidad de 309 árboles por hectárea, con una altura promedio de 13,1 metros.



Imagen 11: Bosque de lenga quemado. Sector Buenos Aires Chico

En la tabla 18 se presentan los parámetros dasométricos generales del bosque discriminado por clase diamétrica.

Tabla 18: Parámetros dasométricos generales del bosques de lenga. Sector Buenos Aires Chico

Clase diamétricas (cm)	Frecuencia (N° árboles/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	13	0,14	0,67
15-25	59	1,84	11,89
25-35	75	5,11	41,42
35-45	75	8,77	83,35
45-55	47	8,90	97,76
55-65	19	5,48	68,52
65-75	16	5,48	72,35
75-85	6	2,87	41,17
Total general	309	38,59	417,12

Se puede observar que los árboles se concentran preferentemente entre los 15 y 55 cm, siendo las clases de 25-35 y 35-46 cm la de mayor contribución. Las clases diamétrica superior e inferior respectivamente, son la de menor aporte en cuanto a la cantidad de árboles. En cuanto al área basal y el volumen se concentran los mayores valores en las clases diamétricas de 45-55 y 35-45 cm. La clase diamétrica inferior de 5-10 cm es la de menor contribución

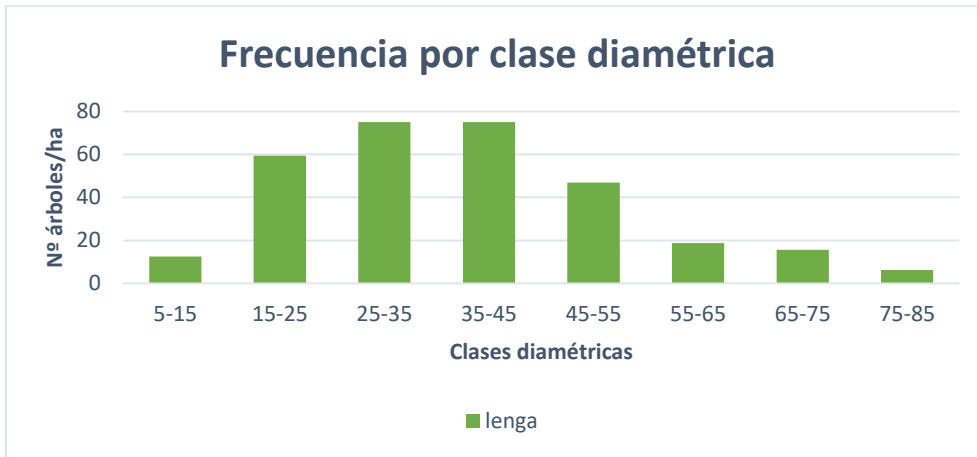


Figura 47: Frecuencia de árboles por hectárea agrupada en clase diamétrica en bosque de lenga. Sector Buenos Aires Chico

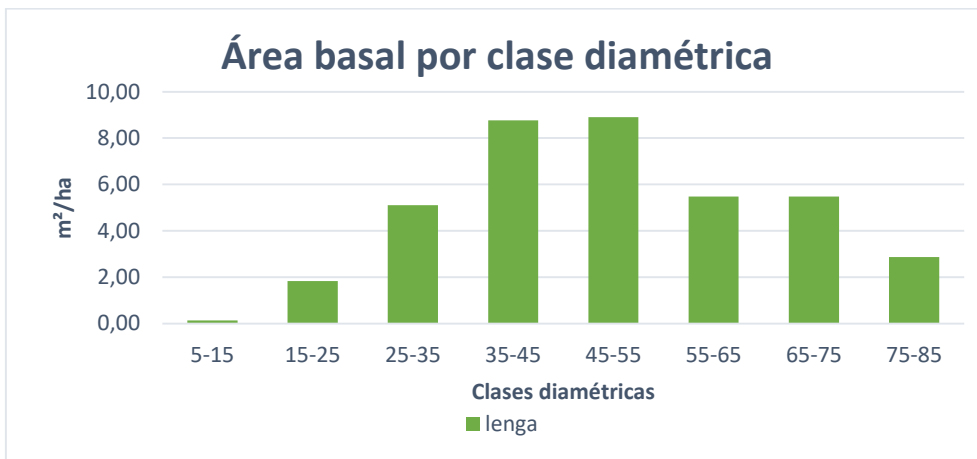


Figura 48: Área basal por hectárea agrupada por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector Buenos Aires Chico

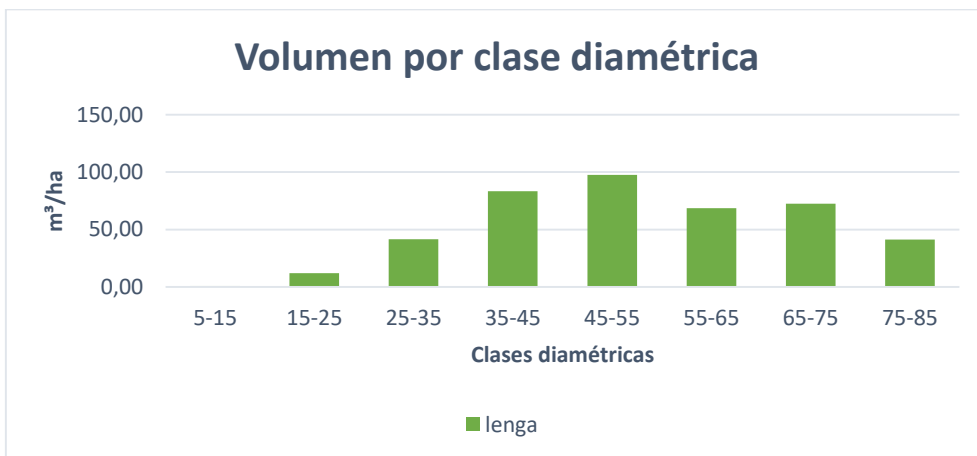


Figura 49: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de lenga. Sector Buenos Aires Chico

Respecto al establecimiento de las parcelas testigos, las mismas se ubicaron en un sector lindero al área afectada, encontrándose entre los 1099 y 1210 m.s.n.m. Presenta una exposición predominante del sector SE, con una pendiente promedio de 12,6°.

Al igual que el sector quemado, se trata de un bosque puro de lenga en fase de desarrollo fustal alto- oquedal presentando una densidad promedio de 400 árboles por hectárea, con una altura promedio de 19 metros. En la tabla 19 se puede observar que los árboles se concentran preferentemente entre los 5 y 65 cm, siendo la clase de 25-35 cm la de mayor aporte. en cuanto al área basal y el volumen, la clase de 55-65 es la de mayor contribución.

Tabla 19: Parámetros dasométricos generales bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico

Clase diamétricas (cm)	Frecuencia (Nº árbol/ha)	AB (m²/ha)	Volumen (m³/ha)
5-15	50	0,59	2,81
15-25	83	2,42	15,35
25-35	125	7,97	63,18
35-45	42	5,21	8,33
45-55	33	6,11	66,35
55-65	50	13,53	165,64
65-75	8	2,94	38,84
75-85	8	3,98	57,70
<b>Total general</b>	<b>400</b>	<b>42,74</b>	<b>418,20</b>

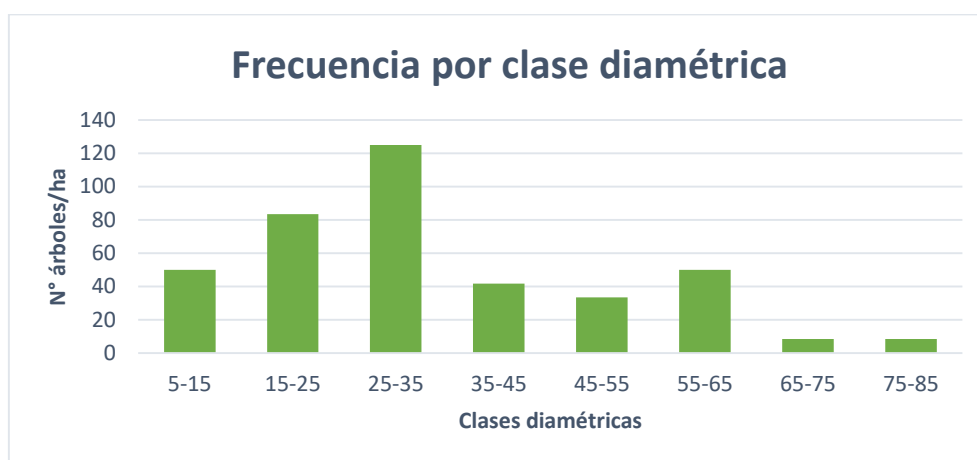


Figura 50: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico.

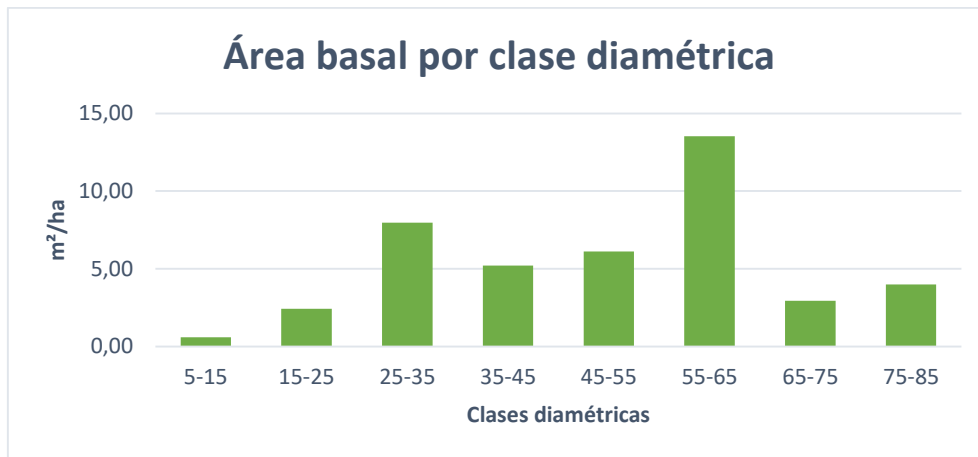


figura 51: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico.

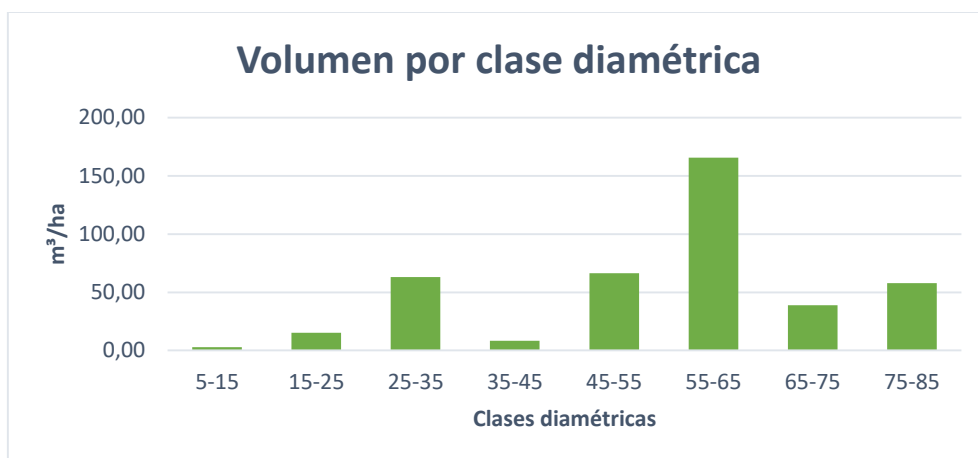


Figura 52: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica. Bosque de lenga vivo. Sector Buenos Aires Chico.

### Bosque de ciprés de la cordillera

Se establecieron un total de 5 parcelas, de las cuales 3 se situaron en sector de bosque quemado, dos con un grado de severidad media y una con severidad alta, mientras que los dos restantes se instalaron en un sector donde no fue afectado por el incendio. En cuanto al sector quemado, el mismo presenta una orientación predominante del sector Sur, encontrándose entre los 773 y 909 m.s.n.m. El terreno ostenta una pendiente promedio de 13, 5°, con un rango entre los 6, 3° y 24, 3°.

Se trata de un bosque de ciprés de la cordillera generalmente joven con algunos ejemplares aislados adulto. Está acompañado además por radial y ñire en menor proporción. presenta una densidad de 2550 árboles por hectáreas, con una altura promedio del ciprés es de 7,9 metros, registrándose una altura máxima de 10,6 metros.

En la tabla 20 se presentan los parámetros dasométricos generales de las especies relevadas. Respecto a la densidad de árboles, el ciprés de la cordillera representa el 80,4% del total, concentrándose la mayor proporción en la clase diamétrica de 5-15, indicando que se trata de un bosque joven. En cuanto al radial y el ñire, ambas especies se encuentran en las primeras dos clases diamétricas, siendo la clase de 5-15 la de mayor aporte. A su vez, el ciprés de la cordillera representa el 82,4% del área basal y el

77,6% del volumen, concentrándose ambos en 0las clases diamétricas de 5-15 y 15-25 cm respectivamente.

Tabla 20: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico

Parámetros dasométricos generales									
Clase diamétricas (cm)	Especies								
	Ciprés de la cordillera			Ñire			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	1733	11,31	49,16	158	1,34	4,70	283	1,67	15,35
15-25	267	6,85	31,27	50	1,46	7,59	8	0,19	1,00
25-35	33	2,01	9,94	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
35-45	17	1,70	9,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total general	2050	21,86	99,36	208	2,80	12,29	292	1,86	16,35

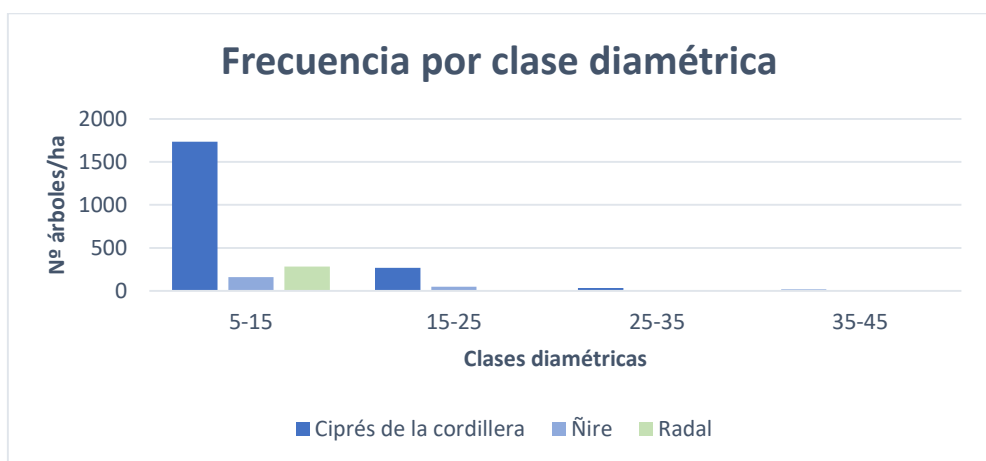


Figura 53: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico

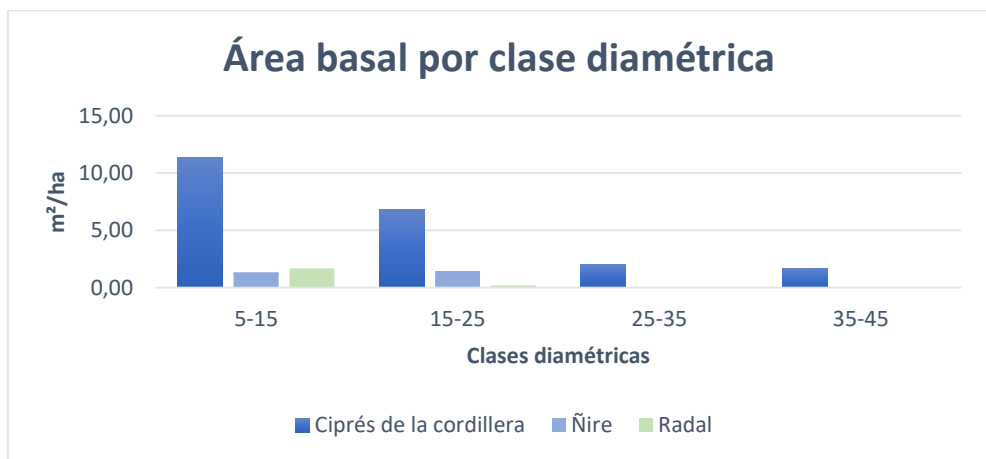


Figura 54: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico.

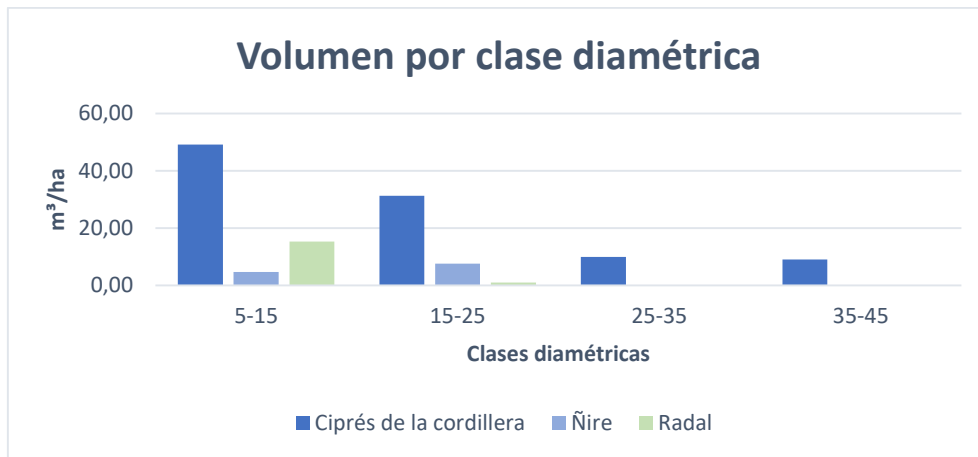


Figura 55: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico

A diferencia con el bosque quemado, el sector donde se ubicó las 2 parcelas testigos corresponde a un bosque de ciprés de la cordillera adulto acompañado por ñire, radial y Laura. El mismo tiene una densidad de 750 árboles por hectáreas, con una altura promedio del ciprés de 13,5 registrándose una altura dominante de 20,2 metros en los arboles de mayor porte.

De la tabla 21 se puede observar respecto a la frecuencia de árboles, que el ciprés se distribuye en todas las clases diamétricas (desde 5 a 75 cm), siendo la de cm la de mayor contribución. En cuanto a las demás especies, las mismas se concentran también en la clase diamétrica inferior. Tanto el área basal como el volumen, se concentran en las clases superiores siendo la de 55-65cm la de mayor aporte.

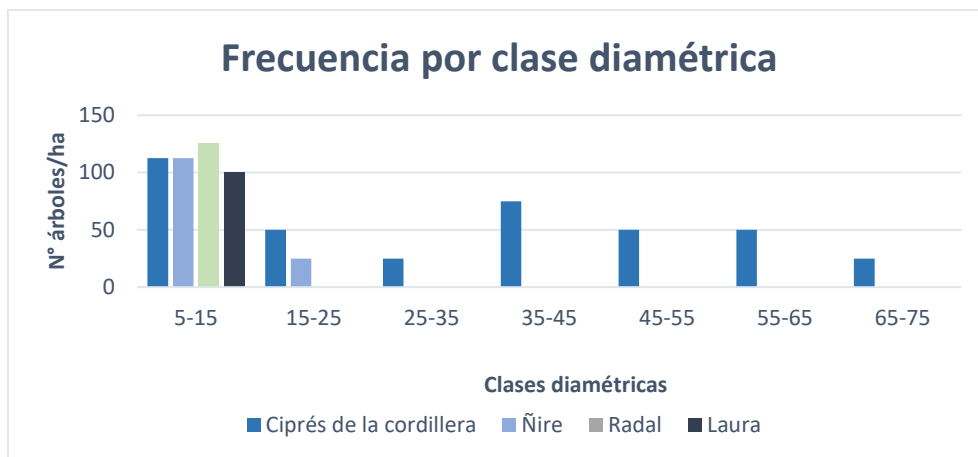


Figura 56: Frecuencia de árboles por hectárea discriminado por especie y agrupado por clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico



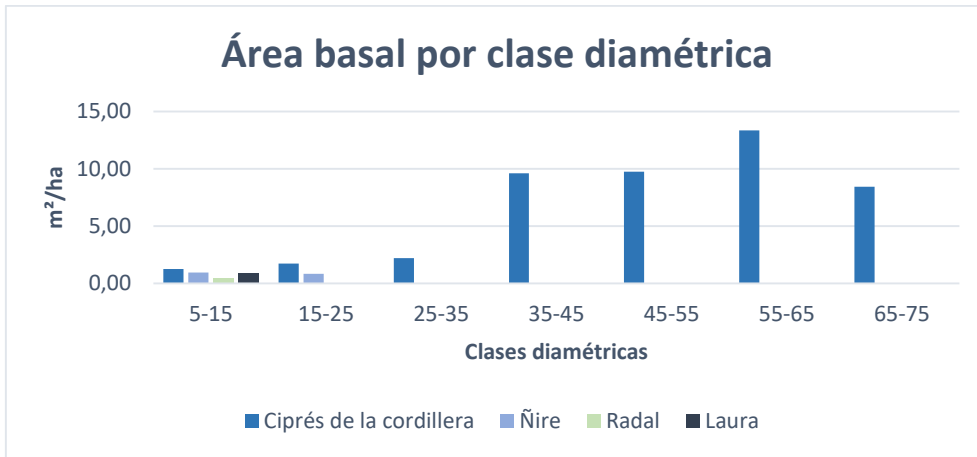


figura 57: Área basal por hectárea agrupado por especie y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico.

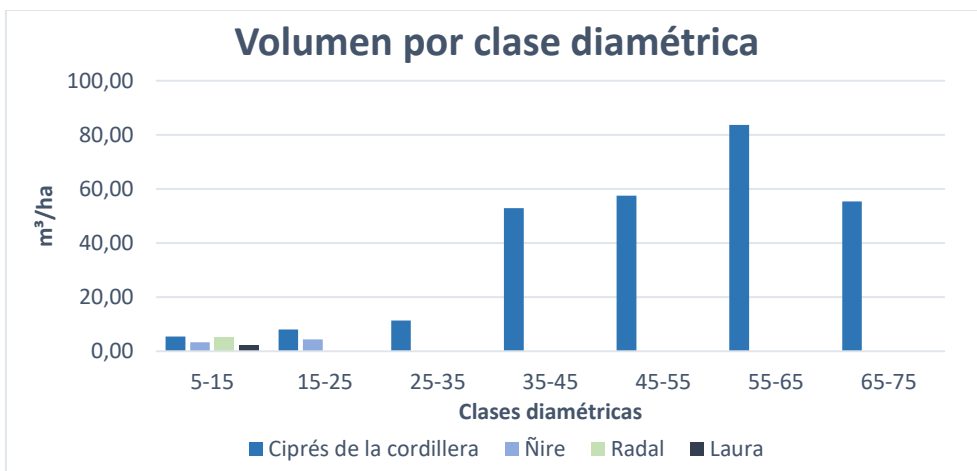


figura 58: Volumen por hectárea agrupado por especie y clase diamétrica. Bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico.

Tabla 21: Parámetros dasométricos generales del bosque de ciprés vivo. Sector Buenos Aires Chico.

Parámetros dasométricos generales												
Clases diamétricas	Especies											
	Ciprés de la cordillera			Ñire			Radal			Laura		
	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	N° árboles/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
5-15	113	1,26	5,49	113	0,94	3,32	125	0,46	5,12	100	0,88	2,36
15-25	50	1,72	8,06	25	0,83	4,40	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
25-35	25	2,20	11,44	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
35-45	75	9,62	52,92	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
45-55	50	9,74	57,60	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
55-65	50	13,35	83,77	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
65-75	25	8,42	55,41	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total general	388	46,32	274,69	138	1,77	7,72	125	0,46	5,12	100	0,88	2,36
Total %	51,7	93,7	96,3	18,3	3,6	2,7	16,7	0,9	1,8	13,3	1,8	0,8

Respecto a las especies que tienen la capacidad de rebrotar luego de un incendio, se registró que el 20% de los ñires y el 11,4% de los radales que fueron registrado su dap, ya presentan rebrotes, cuyas alturas no superaban los 10 cm (tabla 22).

Tabla 22: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes.

Especie	Árboles/ha rebrotados	Total % sobre el total de cada especie
Ñire	42	20,0
Radal	33	11,4



Imagen 12: Izq: rebrote de ñire. Der: Renuevo de radal

### Bosque de ñire

Se establecieron 2 parcelas de muestreo, ambas se situaron en sectores quemado con un grado de severidad alto. Presenta una exposición predominante del sector NE, con un pendiente suave que ronda los 6°, encontrándose entre los 832 y 852 m.s.n.m.

Se trata de un bosque de ñire alto (> 8 metros), acompañado por ejemplares de laura radal y chacay en menor medida. Cuenta con una densidad de 1025 árboles por hectárea. El bosque presente una altura promedio de 9,3 metros, obteniéndose una altura máxima de 11,6 metros. En cuanto a las especies que acompañan el ñire no superaban los 5,5 metros de altura.



Imagen 13: Bosque de ñire quemado. Sector Buenos Aires Chico.

En la tabla 23 se presentan los parámetros generales del bosque discriminado por especie y clase diamétrica respectivamente. Respecto a la frecuencia por clase diamétrica, el ñire representa el 61% de la totalidad de los árboles encontrándose en todas las clases diamétricas, concentrándose entre los 5 y 20 cm de dap siendo la clase de 10-15 cm la de mayor aporte. Las demás especies se encuentra únicamente en las clases inferiores de 5-10 y 10-15 cm, siendo la primera la de mayor contribución.

Tabla 23: Parámetros dasométricos generales del bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico

Parámetros dasométricos generales												
Clase diamétricas (cm)	Especies											
	Ñire			Chacay			Laura			Radal		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-10	163	0,72	2,06	63	0,16	0,47	175	0,46	1,36	88	0,32	3,60
10-15	250	2,80	10,44	13	0,10	0,26	38	0,36	0,95	25	0,20	1,66
15-20	113	2,31	10,47	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
20-25	25	0,91	5,06	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
25-30	63	3,22	20,21	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
30-35	13	1,01	7,45	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total general	625	10,97	55,69	75	0,26	0,74	213	0,8	2,3	113	0,52	5,26



Figura 59: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico.

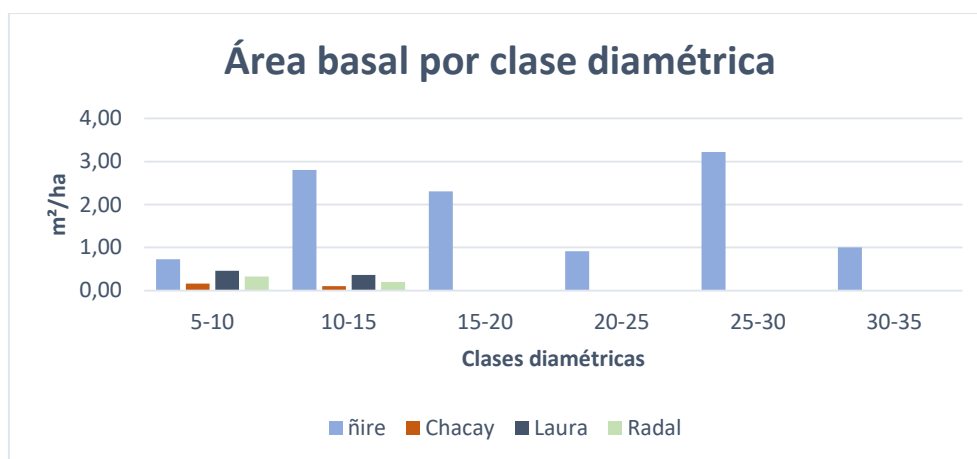


Figura 60: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico

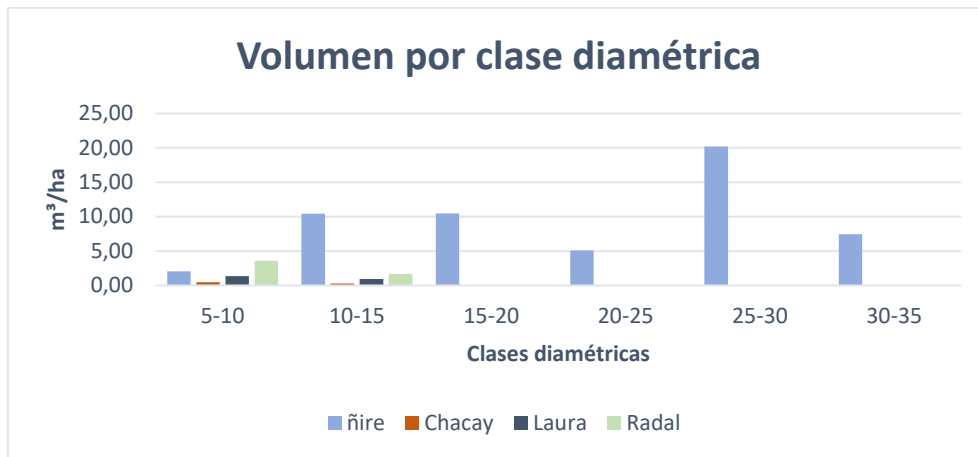


Figura 61: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Buenos Aires Chico

A sabiendas de que todas las especies registradas mayores a 5 cm de dap tienen la capacidad de rebrotar, se evidencio presencia de rebrotes en todas las especies registradas, variando el % del total en cada especie (tabla 24). Cabe aclarar que las alturas de los rebrotes no superaban los 15 cm en el momento que se realizó el muestreo.

Tabla 24: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes

Especies	Árboles/ha rebrotados	Total % sobre el total de cada especie
Ñire	263	42,0
Chacay	75	100,0
Laura	138	64,7
Radal	13	11,1



Imagen 14: Izq: Renuevo de radial. Der: rebrote de radial

### Bosque Mixto de coihue y ciprés de la cordillera

En el bosque mixto se instalaron 3 parcelas de muestreo, las cuales 2 se situaron en sector quemado con un grado de severidad alto y la restante en un sector que no fue afectado por el incendio (verde o testigo). Presenta una exposición predominante del sector S, con una pendiente promedio de 21, 8° ubicándose entre los 879 y 999 m.s.n.m.

Se trata de un bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera acompañado por aislados ejemplares de ñire. Presenta una densidad de 938 árboles por hectárea, con una altura promedio de 17,9 metros para el coihue y de 10,8 metros para el ciprés de la cordillera.

En la tabla 25 se presentan los parámetros dasométricos generales del bosque donde se hizo un agrupamiento por clase diamétrica y especie. De la misma se desprende que el ciprés de la cordillera representa el 52% del total de los árboles, encontrándose entre los 5 y 35 cm de dap, siendo la clase de 5-15 cm la de mayor contribución. El coihue compone el 42% encontrándose entre los 5 y 65 cm, concentrándose en las clases diamétrica de 5-15 cm y 25-35 cm respectivamente. El ñire solamente se encuentra en la clase inferior, formando solamente el 4%. En cuanto al área basal y el volumen, el coihue aporta el 64% y 81% respectivamente, centrándose en las clases diamétricas de 25-35 y 35-45 cm. El ciprés de la cordillera representa el 35% del AB y el 18,5% del volumen, encontrándose en mayor proporción entre los 15 y 35 cm.

Tabla 25: Parámetros dasométricos generales del bosque mixto de coihue y ciprés de la cordillera. Sector Buenos Aires Chico

Parámetros dasométricos generales									
Clase diamétrica (cm)	Especies								
	Ciprés de la cordillera			Coihue			Ñire		
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.
5-15	250	2,06	8,95	188	1,78	14,87	38	0,16	0,46
15-25	138	4,12	19,08	50	1,90	18,15	0	0,00	0,00
25-35	100	6,25	31,10	100	7,70	81,77	0	0,00	0,00
35-45	0	0,00	0,00	50	5,45	61,46	0	0,00	0,00
45-55	0	0,00	0,00	13	2,65	34,24	0	0,00	0,00
55-65	0	0,00	0,00	13	3,53	48,68	0	0,00	0,00
Total general	488	12,42	59,13	413	23,02	259,17	38	0,16	0,46

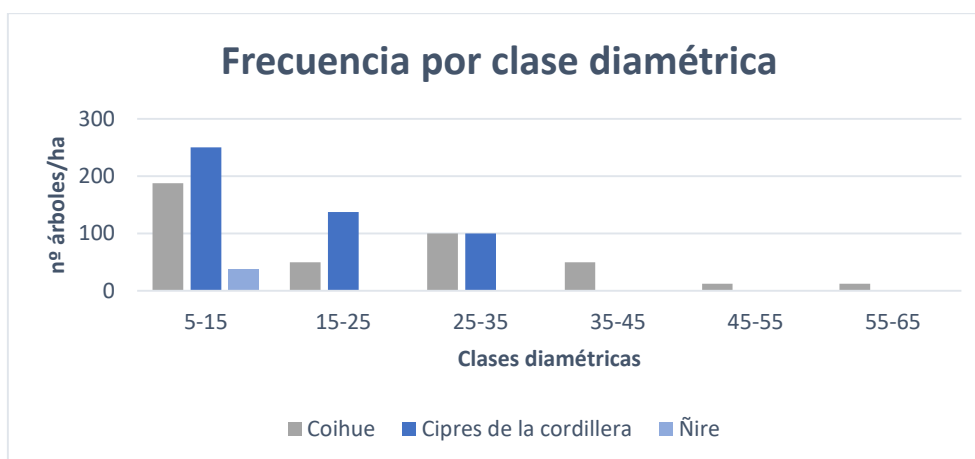


Figura 62: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de ciprés de la cordillera y coihue. Sector Buenos Aires Chico

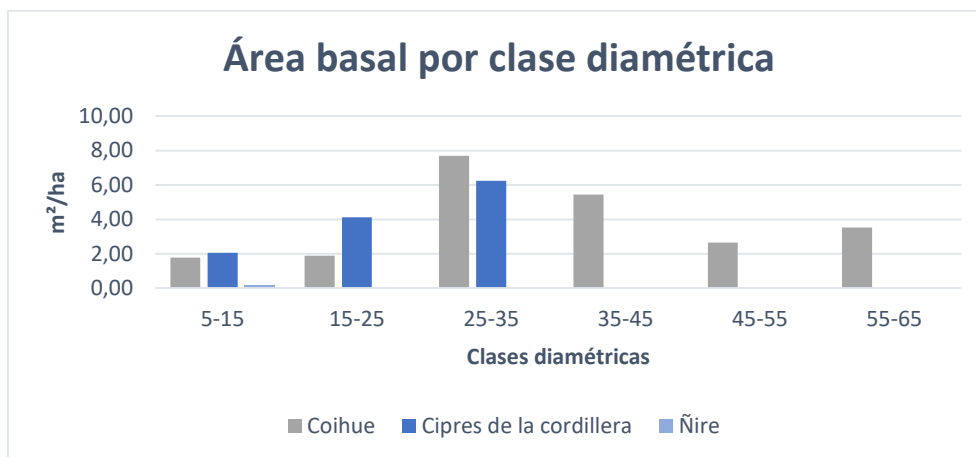


Figura 63: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de ciprés de la cordillera y coihue. Sector Buenos Aires Chico.

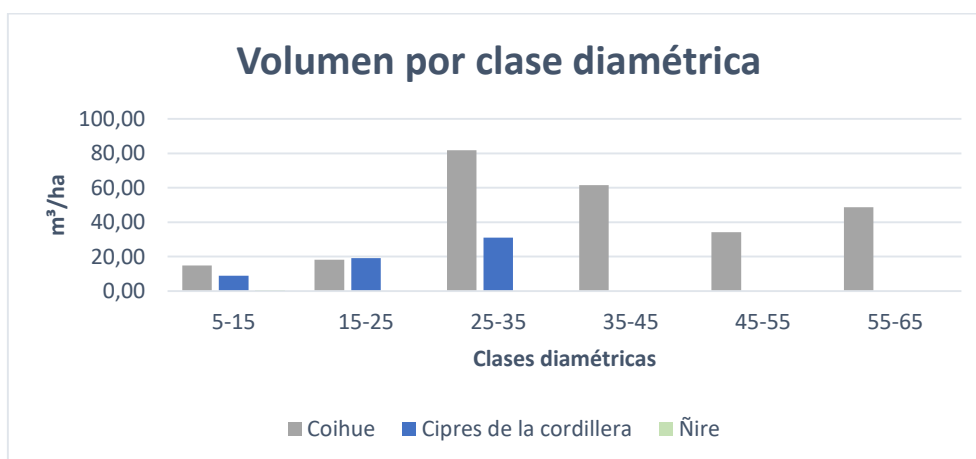


Figura 64: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto de ciprés de la cordillera y coihue. Sector Buenos Aires Chico

#### Bosque mixto tipo matorral.

Se establecieron 3 parcelas, las cuales se ubicaron en sectores donde fue afectado en su totalidad por el incendio, con un grado de severidad alto. Presenta una exposición predominante del sector E, con una pendiente suave promediando 4,3° encontrándose entre los 767 y 800 m.s.n.m. Se trata de un bosque mixto de ñire, chacay, radial, laura y retamo. Presenta una densidad de 1067 árboles por hectárea, cuyas alturas no supera los 5 metros.



Imagen 15: Bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico

En la tabla 26 se presentan los parámetros dasométricos generales discriminado por especie y clase diamétrica. De la misma se desprende que el chacay es la especie que más se presenta (40,6%), encontrándose individuos entre los 5 y 20 cm, concentrándose exclusivamente en la clase diamétrica de 5-10 cm. La laura es la segunda especie con mayor cantidad de árboles (29,7%), siendo la clase diamétrica de 5-10 cm la de mayor aporte. El ñire se halla distribuida en todas las clases diamétricas, encontrándose en mayor proporción entre los 10-15cm. Respecto al área basal y el volumen, se concentran en la clase diamétrica inferior, siendo el chacay y la laura las especies que mayor contribuyen.



Tabla 26: Parámetros dasométricos generales del bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico

Parámetros dasométricos generales																
Clase diamétricas (cm)	Especies															
	Ñire			Chacay			Laura			Radal			Retamo			
	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	Nº árb/ha	AB	Vol.	
5-10	50	0,25	0,73	342	1,04	3,05	258	0,76	2,24	42	0,16	1,80	58	0,28	0,73	
10-15	58	0,59	2,16	25	0,30	0,79	58	0,53	1,41	0	0,00	0,00	50	0,53	1,71	
15-20	25	0,64	3,10	67	1,41	3,60	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	8	0,15	0,45	
20-25	25	0,92	5,14	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
Total general	158	2,41	11,13	433	2,75	7,44	317	1,29	3,65	42	0,16	1,80	117	0,95	2,89	

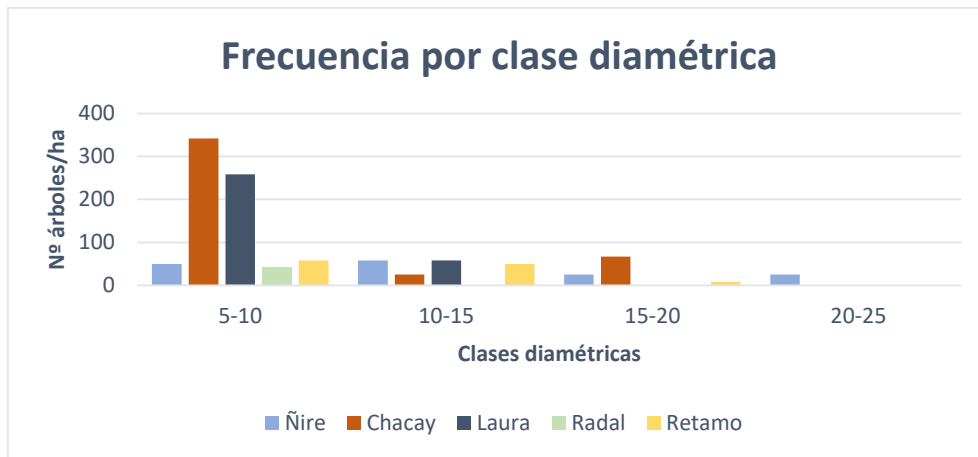


Figura 65: Frecuencia de árboles por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico.

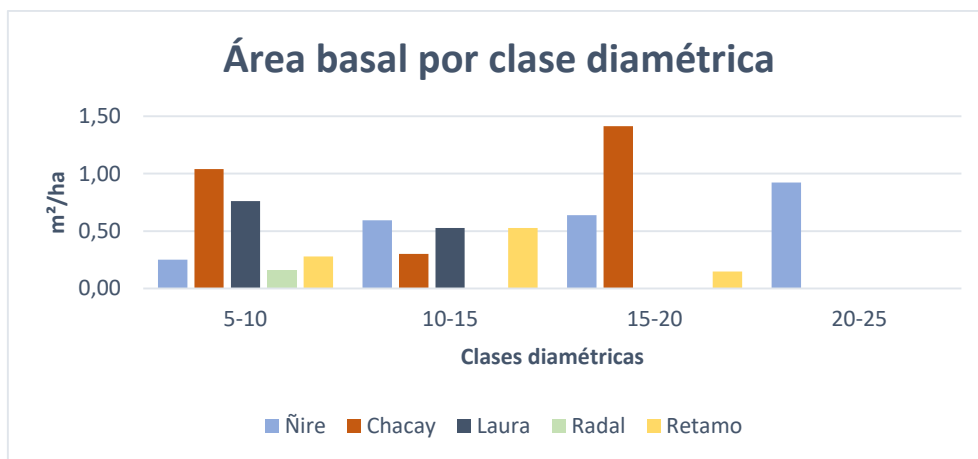


Figura 66: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico

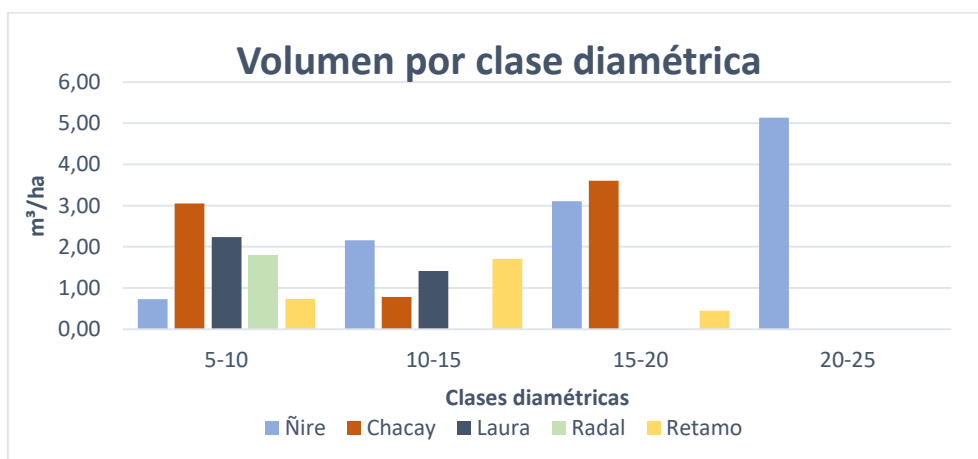


Figura 67: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque mixto tipo matorral. Sector Buenos Aires Chico.

A sabiendas de que todas las especies registradas mayores a 5 cm de dap tienen la capacidad de rebrotar, se evidenció presencia de rebrotes en todas las especies registradas, variando el % del total en cada especie (tabla 27). Cabe aclarar que las alturas de los rebrotes no superaban los 10 cm en el momento que se realizó el muestreo.

Tabla 27: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes

Especie	Árboles/ha rebrotados	Total % sobre el total de cada especie
Ñire	58	36,8
Chacay	233	53,8
Laura	117	36,8
Radal	25	60,0
Retamo	83	71,4



Imagen 16: Izq arriba: Rebrote de laura. Izq abajo: Rebrote de chacay. Der: Renuevo de retamo

### Plantación de pino ponderosa

Se realizaron 3 parcelas en plantación de pino ponderosa el cual fue afectado por los incendios con un grado de severidad alto. La misma se encuentra en un sector plano o con pendientes suaves que no superan los 4°. Se trata de una plantación de 22 años aproximadamente la cual cuenta con primera poda. Presenta una densidad de 740 árboles por hectárea, un diámetro cuadrático medio (DCM) de 26,3 cm y una altura promedio de 13,8 metros. En la tabla 28 se presentan los datos generales de la plantación.

Tabla 28: Parámetros generales del rodal de *P. ponderosa*. Sector Buenos Aires chico

N° árboles/ha	DCM (cm)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
740	26,31	40,32	255,34

### Plantación de pino murrayana.

Se instalaron 2 parcelas en una plantación de pino murrayana, el cual fue afectado por el incendio, presentando un grado de severidad alto. El mismo se encontraba en un sector plano.

Se trata de una plantación de 30 años aproximadamente la cual presenta primera poda. La densidad es de 688 plantas por hectárea, con un diámetro cuadrático medio (DCM) de 27,8 cm, y una altura promedio de 19,3 metros. en la tabla 29 se presentan los parámetros generales de la plantación.

Tabla 29: Parámetros generales de la plantación de *P. murrayana*. Sector Buenos Aires Chico

N° árboles/ha	DCM (cm)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
688	27,8	41,87	364,97

## Sector Cholila

### Bosque de ñire

En el bosque de ñire se establecieron 3 parcelas de muestreos, todas ubicadas en sector quemado, de las cuales dos presentaban un grado de severidad alto y la restante severidad media. Presenta una exposición predominante del sector S, con una pendiente promedio de 8,2°, encontrándose entre los 641 y 496 m.s.n.m.

Se trata de un bosque de ñire de altura media (4-8 metros), acompañado por ejemplares de laura y maitenes aislados. Presenta una densidad de 1167 árboles por hectárea. Presenta una altura promedio de 7,2 metros registrándose una altura máxima de 9,6 metros.

En la tabla 30 se presentan los parámetros dasométricos generales del bosque discriminado por especie y clase diamétrica. De la misma se desprende que el ñire es la especie que representa el 93,6% de los árboles, encontrándose entre los 5 y 25 cm de dap, siendo la clase de 10-15 cm la de mayor aporte. Respecto al área basal y el volumen, el ñire representa el 88,8% y el 95,6% respectivamente, concentrado en las clases diamétrica de 10-15 cm y 15-20 cm.

Tabla 30: Parámetros dasométricos generales bosque de ñire. Sector Cholila

Parámetros dasométricos generales									
Clase diamétricas (cm)	Especies								
	Ñire			Laura			Maitén		
	N° árb/ha	AB	Vol.	N° árb/ha	AB	Vol.	N° árb/ha	AB	Vol.
5-10	208	1,11	3,26	58	0,22	0,63	8	1,78	1,78
10-15	567	6,20	22,87	8	0,13	0,33	0	0,00	0,00
15-20	283	8,33	26,61	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
20-25	33	1,13	6,08	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total general	1092	16,77	58,82	67	0,35	0,96	8	1,78	1,78

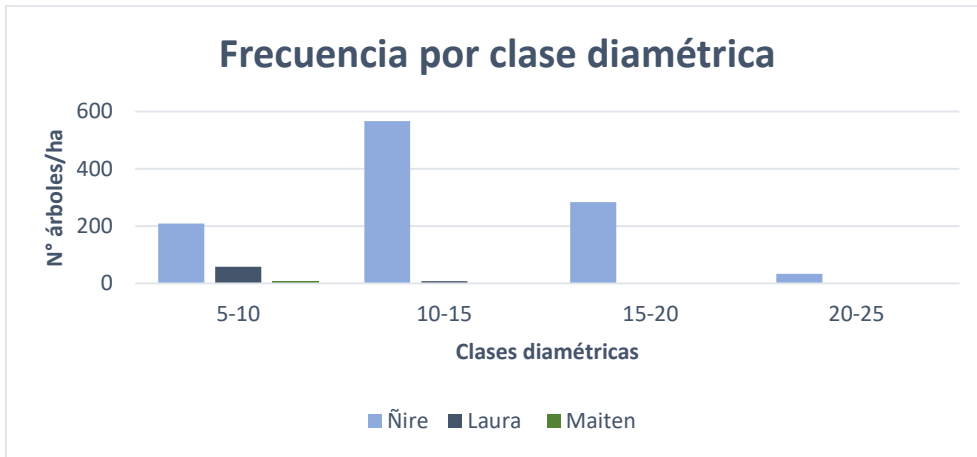


Figura 68: Frecuencia de árboles por clase diamétrica agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Cholila

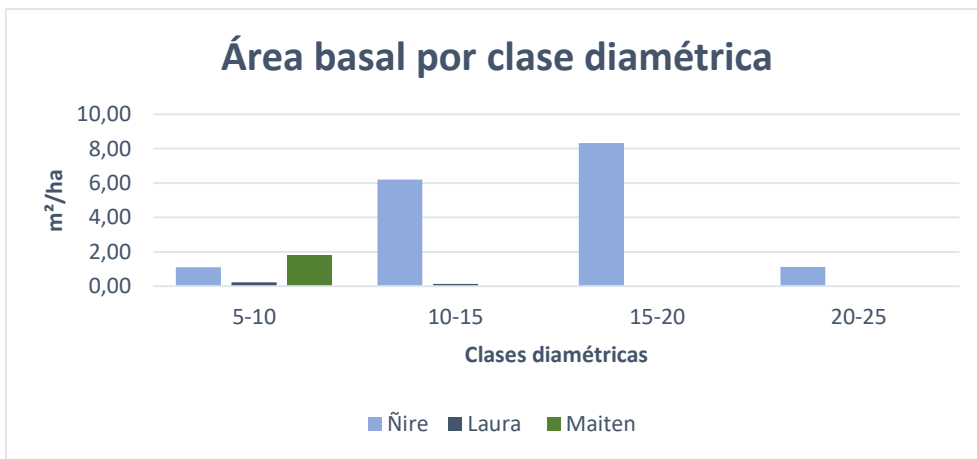


Figura 69: Área basal por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Cholila

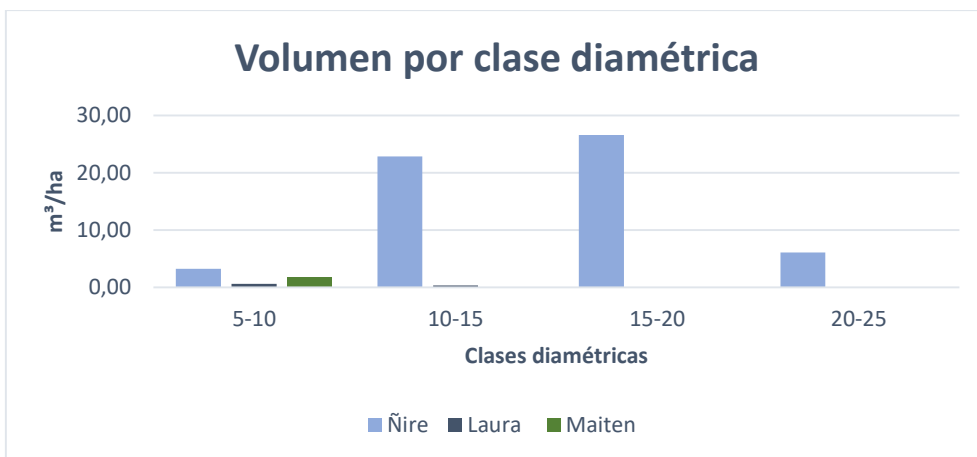


Figura 70: Volumen por hectárea agrupado por clase diamétrica en bosque de ñire. Sector Cholila



*Imagen 17: Bosque de ñire quemado con grado de severidad medio y alto. Sector Cholila*

Respecto a las especies que tienen la capacidad de rebrotar luego de un incendio, se evidencio presencia de rebrotes en el 51% de los ñires y el 74,6% de las lauras cuyos dap fueron registrados (mayores a 5 cm de dap). Las alturas de los mismos no superaban los 15 cm en el momento que se realizó el muestreo (tabla 31)

*Tabla 31: Cantidad de árboles con dap mayores a 5 cm con rebrotes*

Especie	Árboles/ha rebrotados	Total % sobre el total de cada especie
Ñire	558	51,1
Laura	50	74,6



*Imagen 18: Izq: Rebrote de laura. Der: Rebrote de ñire*

### Plantación de pino ponderosa

Se realizaron 2 parcelas en un sector de pino ponderosa quemado, con un grado de severidad alto. Se encuentra ubicado en una ladera con exposición predominante del sector S-SO, con una pendiente promedio de 9,3°.

Se trata de una plantación que presenta una primera poda. La densidad es de 575 árboles por hectárea, El DCM es de 39,4cm, con una altura promedio de 22,3 metros.

Tabla 32: Parámetros generales P. ponderosa. Sector Cholíla

N° árboles/ha	DCM (cm)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
575	39,4	70,10	570,42

### **Comparación de los tipos forestales nativos quemados en los distintos en los sectores relevados**

En la tabla 33 se realizó una comparación de los distintos tipos forestales encontrados en los diferentes sectores relevados.

En los sectores muestreados, el bosque de lenga presentó características muy similares. Se trata de un bosque puro de lenga adulto en fase de desarrollo fustal-oquedal, presentando una estructura de "J" invertida, característico del bosque de estructura irregular. Presentan exposición predominante del sector S, con una densidad promedio de 369 árboles por hectárea con una altura similar en todos los sectores.

Respecto al ciprés de la cordillera, en el sector corbata blanca se trata de un bosque adulto, acompañado por algunos ejemplares de laura y radial. Se encuentra distribuido en un amplio rango de altitud (300-900 m.s.n.m), presentando una pendiente promedio de 18,5° y registrándose sitios con pendientes pronunciadas (31,3°). En el arroyo Leiva corresponde a ciprés adulto, acompañado por radial. Presenta una pendiente menor al sitio anterior, promediando los 13,2°. En ambos sectores presentan una densidad de árboles similares. A diferencia de los anteriores, en el sector Buenos Aires Chico se trata de un bosque joven con una densidad alta (2250 árboles/ha), acompañado por ñire y radial. Respecto a las especies rebrotantes, se evidenciaron renuevos de laura, ñire y radial (solamente en Bs As chico).

Por su parte, el bosque de coihue se registró en el sector corbata blanca y arroyo Leiva. Ambos corresponden a un bosque de coihue adulto en fase de desarrollo fustal - oquedal, registrándose árboles con diámetro considerables. En corbata blanca, la exposición predominante es N-NO, con una pendiente promedio de 10,3°. Este acompañado por ciprés, presentando una altura promedio de 22,6 metros. En cuanto al sector arroyo Leiva, el coihue esta acompañado por ciprés y radial, con una pendiente promedio de 22,2° y exposición predominante del sector S. La altura promedio registrada es de 30,7 metros.

El bosque de ñire se muestreó en todos los sectores. El mismo se encontró en zona con pendientes suaves, presentando exposición diferente en cada sitio, predominando el sector S. En la corbata blanca corresponde a un bosque puro de ñire, mientras que, en los restantes, siempre estuvo acompañado por otras árboles y arbustos. Además, se registraron rebrotes en la mayoría de las especies con distintos grados de intensidad.

Se observaron diferentes composiciones de bosque mixto en los sectores. En la corbata blanca, se trató de un bosque mixto de ciprés de la cordillera y radial, acompañado por

algunos ejemplares de ñire y laura. Presenta exposición N. A diferencia de esta, en los sectores arroyo Leiva y Bs As chico, correspondió a un bosque mixto de coihue en estado adulto con ciprés juveniles, cuya exposición predominante es del sector sur. Además, en el sitio Bs As chico se caracterizó un sector de bosque mixto tipo matorral, el cual estaba compuesto por su mayoría por especies arbóreas y arbustivas de menor porte.

Tabla 33: Cuadro comparativo de los tipos forestales en los distintos sectores relevados.

Tipo de bosque	Características	Corbata blanca	Árroyo Leiva	Buenos Aires Chico	Cholila
Lenga	Exposición predominante	S-SE	S-SO	S	-
	Pendiente promedio (°)	11,3	18	16,7	-
	Altitud (m.s.n.m)	1013-1277	956 - 1006	1004 -1455	-
	Especies presentes	Lenga	Lenga	Lenga	-
	N° arboles/ha	328	469	309	-
	Altura media	16,3	14,8	13,1	-
	Edad del bosque	Oquedal/fustal	fustal/oquedal	fustal - oquedal	-
	Clases diamétricas	5-105	5-75	5-85	-
Rebrotos	No	No	No	-	
Ciprés de la cordillera	Exposición predominante	O-NO	NO	S	-
	Pendiente promedio (°)	18,5	13,2	13,5	-
	Altitud (m.s.n.m)	300-900	744 -850	772-909	-
	Especies presentes	Ciprés -radal -laura	Ciprés-radal	Cipres-radal-ñire	-
	N° arboles/ha	953	1108	2250	-
	Altura media y max	14,3	10,9	7,9	-
	Edad del bosque	adulto	adulto	joven	-
	Clases diamétricas	5-85	5-45	5-45	-
Rebrotos	laura	No	Ñire-radal	-	
Coihue	Exposición predominante	N-NO	S	-	-
	Pendiente promedio (°)	10,3	22,2	-	-
	Altitud (m.s.n.m)	720-990	722-942	-	-
	Especies presentes	Coihue-Ciprés	Coihue-Cipres-radal	-	-
	N° arboles/ha	615	445	-	-
	Altura media y max	22,6	30,7	-	-
	Edad del bosque	Fustal/oquedal	fustal/oquedal	-	-
	Clases diamétricas	5-95	5-105	-	-
Rebrotos	No	No	-	-	
Ñire	Exposición predominante	SO	S-SE	NE	S
	Pendiente promedio (°)	3,5	7,5	6	8,2
	Altitud (m.s.n.m)	980-1080	812-1019	832-852	641-696
	Especies presentes	Ñire	Ñire-ciprés-laura-radal-retamo	Ñire-laura-chacay-radal	Ñire-laura-maitén
	N° arboles/ha	683	850	1025	1167
	Altura media y max	6,6	6,7	9,3	7,2
	Edad del bosque	adulto	adulto	adulto	adulto
	Clases diamétricas	5-40	5-55	5-35	may-25
Rebrotos	No	Ñire-laura	Ñire-Chacay-Laura-Radal	Ñire-laura	
Mixto	Exposición predominante	NO	S	S	-
	Pendiente promedio (°)	2	16,3	21,8	-
	Altitud (m.s.n.m)	772	730-853	879-999	-
	Especies presentes (dominantes)	(Cipres-Radal )-Ñire-laura	(ciprés-Coihue) - radal	(Cipres-coihue) -ñire	-
	N° arboles/ha	1600	931	934	-
	Altura media y max	9,5 (ci) - 4,3 (ra)	21,2(co) 10,3(ci)	17,9(co) 10,8(ci)	-
	Edad del bosque	mixto	adulto(co) -joven (ci)	adulto/ algo joven	-
	Clases diamétricas	5-25	5-95	5-65	-
Rebrotos	No	No	No	-	
Mixto tipo matorral	Exposición predominante	-	-	E	-
	Pendiente promedio (°)	-	-	4,3°	-
	Altitud (m.s.n.m)	-	-	767-800	-
	Especies presentes (dominantes)	-	-	Chacay-laura-radal-ñire-retamo	-
	N° arboles/ha	-	-	1067	-
	Altura media y max	-	-	< 5	-
	Edad del bosque	-	-	-	-
	Clases diamétricas	-	-	5-25 (5-10)	-
Rebrotos	-	-	Chacay-laura-radal-ñire-retamo	-	



## **CONSIDERACIONES FINALES**

Las áreas afectadas por los incendios ocurridos presentaron, en general, una alta severidad. Por ello, la mayor parte de las parcelas relevadas exhibieron esta condición y fue menor el número de parcelas con situaciones de severidad media y testigo. Se encontraron escasos sectores que no fueron afectados por el incendio (islas verdes).

En cuanto a los bosques conformado por especies no rebrotantes, como la lenga, coihue y ciprés de la cordillera, es necesario llevar acciones concretas de plantación. Tomando como referencia las plantaciones realizadas en la zona del río Tigre (Cholila) por la secretaria de bosques y ONGs, sería recomendable plantar con una densidad no menor a las 450 plantas/ha.

En los sectores donde la accesibilidad es limitada, ya sea por condiciones geográfica, elevadas pendientes, entre otros, no es recomendable realizar aprovechamientos; o llevar a cabo intervenciones con una intensidad baja y en sectores puntuales. debido a que es una zona de alto riesgo de erosión del suelo.

Por su parte, en los sectores con especies dominante NO rebrotantes, donde es factible realizar un aprovechamiento más intensivo, se debería tomar el recaudo de dejar una cobertura suficiente para minimizar el riesgo de erosión y generar nichos favorables para la flora y fauna silvestre, además de servir como protección en futuras plantaciones de dichas especies. Respecto a la cantidad de ejemplares a dejar, deberá ser puesto a consideración con la autoridad de aplicación local, referida a los aprovechamientos forestales.

En cuanto a los sectores donde predominan las especies rebrotantes y es viable realizar aprovechamiento, el mismo se debería llevar a cabo tomando como recaudo no dañar los renuevos. En las áreas donde no presentaban hasta el momento rebrotes o el % es mínimo, se debería monitorear en los próximos años evaluado su evolución. En caso de que se mantenga la misma condición, se deberían llevar acciones de plantación para recuperar y/o enriquecer el bosque.

## **BIBLIOGRAFÍA**

CIEFAP (2021) Informe preliminar de superficie afectada por los incendios “La Golondrinas” provincia de Chubut y “El Boquete” provincias de Río Negro y Chubut. Esquel. 18 p.

Lencinas M. V. et al. 2002: Incorporación de la altura dominante y la clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica*.

SAyDS.2005. Informe regional Bosque Andino Patagónico. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas Préstamo BIRF 4085-AR. 104 pp.

Varela, S. y V. Rusch.2021. El manejo leñero de los arbustales o bosques mixtos-bajos en el N.O. Patagónico. COMUNICACIÓN TÉCNICA Nº 97, AREA FORESTAL. Ecología Forestal. INTA.8pp.

# Primer relevamiento en áreas post-fuego de los incendios ocurridos en 2021 - Noroeste de la provincia del Chubut

## Caracterización de la vegetación

María Melisa Rago

Coordinación y dirección: Mario Guzmán



Febrero 2022



## Contenidos

INTRODUCCIÓN.....	4
METODOLOGÍA.....	4
Área de estudio.....	4
Establecimiento de las parcelas de relevamiento.....	4
Relevamiento de la vegetación.....	6
RESULTADOS.....	7
Observaciones generales.....	7
Patrones generales de la composición específica.....	7
Patrones generales de variables del sotobosque.....	10
Regeneración.....	12
Sector: Arroyo Corbata Blanca.....	13
Bosques de lenga.....	15
Bosques de ciprés.....	16
Bosques de coihue.....	16
Bosques de ñire.....	16
Bosques mixtos.....	16
Bosques de pino.....	17
Sector: Arroyo Leiva.....	17
Bosques de lenga.....	19
Bosques de ciprés.....	20
Bosques de coihue.....	20
Bosques de ñire.....	20
Bosques mixtos.....	20
Sector: Buenos Aires Chico.....	20
Bosques de lenga.....	23
Bosques de ciprés.....	23
Bosques de ñire.....	23
Bosques mixtos.....	23
Bosques mixtos (tipo matorral).....	23
Bosques de pino.....	23
Sector: Cholila.....	24
Bosques de ñire.....	25
Bosques de pino.....	25
Cuadro resumen y resultados generales.....	25
CONSIDERACIONES FINALES.....	27
REFERENCIAS.....	28

## INTRODUCCIÓN

En la temporada de verano 2020-2021, ocurrieron en el noroeste de la provincia de Chubut grandes incendios forestales que afectaron a las localidades y cercanías de El Hoyo, Lago Puelo, Maitén, Buenos Aires Chico y Cholila, consumiendo aproximadamente 15.000 ha de bosque. Con el objetivo de diagnosticar la situación del estado del bosque inmediatamente posterior a los incendios, se llevó a cabo el primer relevamiento del componente forestal y de la vegetación del sotobosque en el área afectada, durante la primera temporada post-incendio. Esta información representa la línea base del estado post-incendio del área afectada y podrá ser utilizada para evaluar y definir las acciones de manejo y restauración correspondientes, así como para analizar la evolución del estado del bosque en futuros relevamientos.

El presente informe contiene datos cuantitativos y cualitativos del primer relevamiento de la vegetación del sotobosque.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

Entre los días 7 y 9 de marzo de 2021 ocurrieron en el noroeste del Chubut tres incendios forestales que afectaron, dentro de la jurisdicción de la provincia de Chubut, alrededor de 15.000 ha de bosque. El incendio denominado “Golondrinas” abarcó alrededor de 11.000 ha, y el incendio denominado “El Boquete”, ocurrido en las provincias de Chubut y Río Negro, alrededor de 7.500 ha (CIEFAP, 2021). En cercanías de la localidad de Cholila, el incendio denominado “Cholila” abarcó alrededor de 250 ha. Dada la gran superficie afectada, se decidió establecer cuatro sectores de muestreo, los cuales se identificaron como: “Arroyo Corbata Blanca”, “Arroyo Leiva”, “Buenos Aires Chico” y “Cholila”. El criterio utilizado para su clasificación fue su ubicación, específicamente la divisoria de aguas para los dos primeros y la cercanía a las localidades de Buenos Aires Chico y Cholila, respectivamente, para los dos últimos. Entre los meses de octubre y 2021 y febrero 2022, se realizó el primer relevamiento del componente forestal y de la vegetación del sotobosque. El relevamiento de las áreas afectadas por los incendios se concentró principalmente entre octubre y diciembre de 2021, para reducir la variabilidad de la vegetación entre parcelas post-incendio que podría causar el transcurso de la estación de crecimiento. El relevamiento de las situaciones testigo se concentró entre enero y febrero de 2022, ya que asumimos que su variación durante de la estación de crecimiento no sería significativa para la comparación entre situaciones.

### Establecimiento de las parcelas de relevamiento

Se establecieron un total de 91 parcelas de monitoreo, distribuidas en los diferentes sectores y abarcando diferentes tipos forestales y severidad del fuego (**Tabla 1**). Para ello, se consideró la clasificación preliminar de la severidad del fuego por tipos forestales realizada mediante el análisis de imágenes satelitales para el área afectada (CIEFAP, 2021). La ubicación de las parcelas se definió en función de la accesibilidad a las mismas, de modo que puedan ser re-medidas en próximos relevamientos, y de la representatividad de los tipos forestales y grado de severidad del fuego. Los tipos forestales relevados fueron los siguientes: bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*), bosque de Coihue (*Nothofagus dombeyi*), bosque de Ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), bosque de Ñire (*Nothofagus antarctica*), bosque Mixto (compuesto por más de una especie arbórea predominante), bosque Mixto tipo matorral (compuesto por más de una especie

arbustiva predominante) y bosque de Pino (plantaciones de Pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) o Pino murrayana (*Pinus murrayana* var. *Latifolia*)). Según la severidad del fuego, cada parcela se clasificó en “severidad alta” y “severidad media”, basándose en la clasificación del Servicio Forestal de EEUU, que califica la severidad del daño sobre el suelo y cuatro estratos de vegetación divididos por altura, modificada y utilizada en el relevamiento a terreno de los incendios forestales ocurridos en el noroeste de Chubut en la temporada 2014-2015 (SSByP de Chubut 2015). Dado que la severidad del fuego fue mayormente alta en el área afectada, la mayor parte de las parcelas relevadas presentaron esta condición y fue menor el número de parcelas con situaciones de severidad media. También se relevaron situaciones del bosque sin quemar, que se clasificaron como “testigo (bosque verde)”.

Tabla 1: Parcelas relevadas en cada sector y tipo de bosque, de acuerdo a la severidad del incendio y testigos.

Sector y tipo de bosque	Severidad del incendio		
	Alta	Media	Testigo (bosque verde)
<b>Arroyo Corbata Blanca</b>			
Lenga	4	2	1
Ciprés	7	1	2
Coihue	4	1	1
Ñire	3	-	-
Mixto	1	-	-
Pino	2	-	-
<b>Arroyo Leiva</b>			
Lenga	2	1	3
Ciprés	3	-	1
Coihue	3	2	2
Ñire	5	-	-
Mixto	5	-	-
Pino	-	-	-
<b>Buenos Aires Chico</b>			
Lenga	6	2	3
Ciprés	1	2	2
Coihue	-	-	-
Ñire	2	-	1
Mixto	2	-	1
Mixto tipo matorral	3	-	-
Pino	5	-	-
<b>Cholila</b>			
Lenga	-	-	-
Ciprés	-	-	-
Coihue	-	-	-
Ñire	2	1	-
Mixto	-	-	-
Pino	2	-	-

Cada parcela de monitoreo tuvo una forma circular de 11,3 m de radio (400 m<sup>2</sup>). En cada una de ellas se registraron las coordenadas geográficas, altitud, pendiente y orientación, se obtuvieron variables dasométricas y se relevaron aspectos de la vegetación del sotobosque.

## Relevamiento de la vegetación

Para la caracterización del estado del sotobosque (estrato herbáceo y regeneración arbustiva y arbórea), en cada parcela circular de 400 m<sup>2</sup> se instaló un conglomerado de 4 subparcelas de 1 m<sup>2</sup> ubicadas en cruz en sentido NS y EO, separado su inicio 4 m del punto central (**Figura 1**).

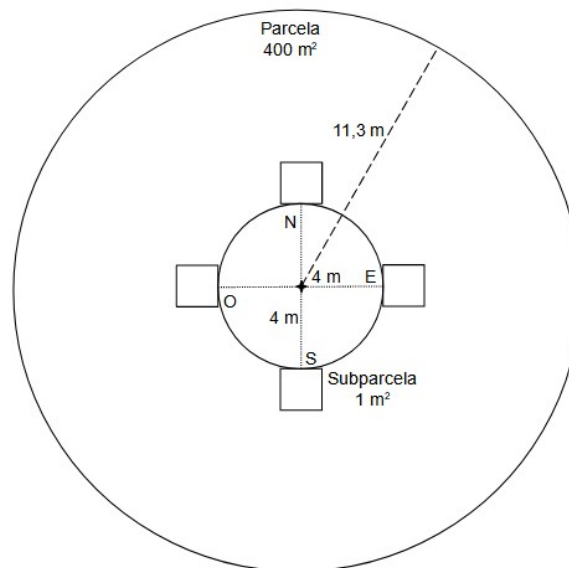


Figura 1: Esquema conglomerado de parcelas para muestreo de la vegetación del sotobosque

En cada subparcela se registró el número de especies (riqueza total), se contó el número de arbustos y árboles regenerados, identificando la especie, el tipo de regeneración (por rebrote o por semilla) y la altura máxima de la regeneración, y se estimó el porcentaje de suelo desnudo (suelo sin cobertura vegetal o de mantillo). En un radio de 4 m desde el punto central se estimó el porcentaje de cobertura relativa de suelo (sin sotobosque), de empastado (tapiz compacto de hierbas, principalmente gramíneas exóticas), del estrato bajo (0 - 0,50 m) y del estrato alto (0,51 – 3 m). En la parcela total (400 m<sup>2</sup>) se registraron todas las especies vegetales presentes, la presencia de regeneración de especies arbóreas y arbustivas (identificando la especie y tipo de regeneración), y la presencia de árboles o arbustos quemados sin regeneración (identificando la especie en caso de ser posible). En la misma parcela total, se registró la presencia de rastros de fauna nativa (huemul, puma u otro), fauna exótica (liebre, chanco jabalí, ciervo) y ganado (presencia de bosteos y/o ramoneo de vaca, caballo, oveja).

Las especies se identificaron de acuerdo a Zuloaga et al (2021) hasta el nivel de especie, género o familia. Además, se identificó su hábito, duración y status. Respecto al status, las especies nativas se clasificaron en endémicas (propias de Patagonia) y nativas, y las exóticas en adventicias e introducidas (Zuloaga et al., 2021).

Se realizó un primer análisis general en el cual se describió la composición específica general del área relevada. También se exploraron los principales patrones respecto a la composición específica en cada situación relevada. Para ello se realizó una ordenación, utilizando el método de escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS). Se agruparon las parcelas de acuerdo al sector, tipo de bosque y estado del mismo (según la severidad de fuego o testigo), y se realizó un NMDS considerando la presencia de especies y la distancia de Bray. Este análisis se realizó con el paquete Vegan (Oksanen et al., 2020) en el software R (R Core Team, 2021). Para interpretar la ordenación debe considerarse que la distancia entre puntos indica la similitud o disimilitud de la composición entre los mismos, es decir que puntos más cercanos son más similares entre sí y viceversa. Por otro lado, dado que el fuego tiene un efecto directo sobre la vegetación, se analizaron los patrones



generales de su impacto en variables del sotobosque, como la riqueza y cobertura vegetal, así como en variables que afectan indirectamente a la recuperación del sotobosque, como la cobertura de suelo desnudo y del estrato superior. Para ello se agruparon las parcelas relevadas en función de la severidad de fuego y testigos, sin tomar en cuenta el sector y tipo de bosque, y se graficaron sus medias y errores estándar. Además, se realizó una descripción general de la regeneración de árboles y arbustos detectada, tanto a partir de semillas como por rebrote. Para el caso de las especies que regeneraron a partir de semillas, se consideraron tanto los bosques testigo como los afectados por el incendio. En el caso de las especies que regeneraron por rebrote, se consideraron los bosques afectados por el fuego, ya que sólo en ellos fue claro identificar los árboles y arbustos rebrotados. Además, en el caso de las especies arbóreas, se describe su regeneración en relación a las parcelas en las que estuvieron presentes, ya que fue posible identificar las especies aún cuando estuvieron completamente quemadas. En el caso de las especies arbustivas, se describe su regeneración en aquellas parcelas donde se observó rebrote. Para todas las especies registradas se indica la altura promedio observada de las alturas máximas de rebrote registradas en cada parcela.

Luego, se realizó un análisis detallado de cada sector, clasificando cada tipo de bosque relevado de acuerdo a su estado. Para ello se informan, de cada sector, todas las especies relevadas y los valores de riqueza, cobertura por estrato de vegetación, cobertura del suelo desnudo y del estrato superior para cada estado del bosque en cada tipo de bosque. Además, se realiza una descripción cualitativa de la composición específica en cada situación y la regeneración arbórea y arbustiva detectada a la primera temporada post-incendio. Se consideraron como las especies más frecuentes para una situación, aquellas especies presentes en más de la mitad de las parcelas relevadas para dicha situación.

## RESULTADOS

### Observaciones generales

#### *Patrones generales de la composición específica*

Del total de especies relevadas, 69 se identificaron a nivel de especie, 8 a nivel de género, y 7 a nivel de familia. Las familias representadas fueron 41. Algunas especies que no pudieron ser identificadas se agruparon a nivel de familia, por ejemplo muchas gramíneas de la familia poaceae, y otras se agruparon como hierbas no identificadas. Estuvieron representados diversos hábitos, duración y status, con predominancia de especies herbáceas, perennes y endémicas (**Figura 2**).

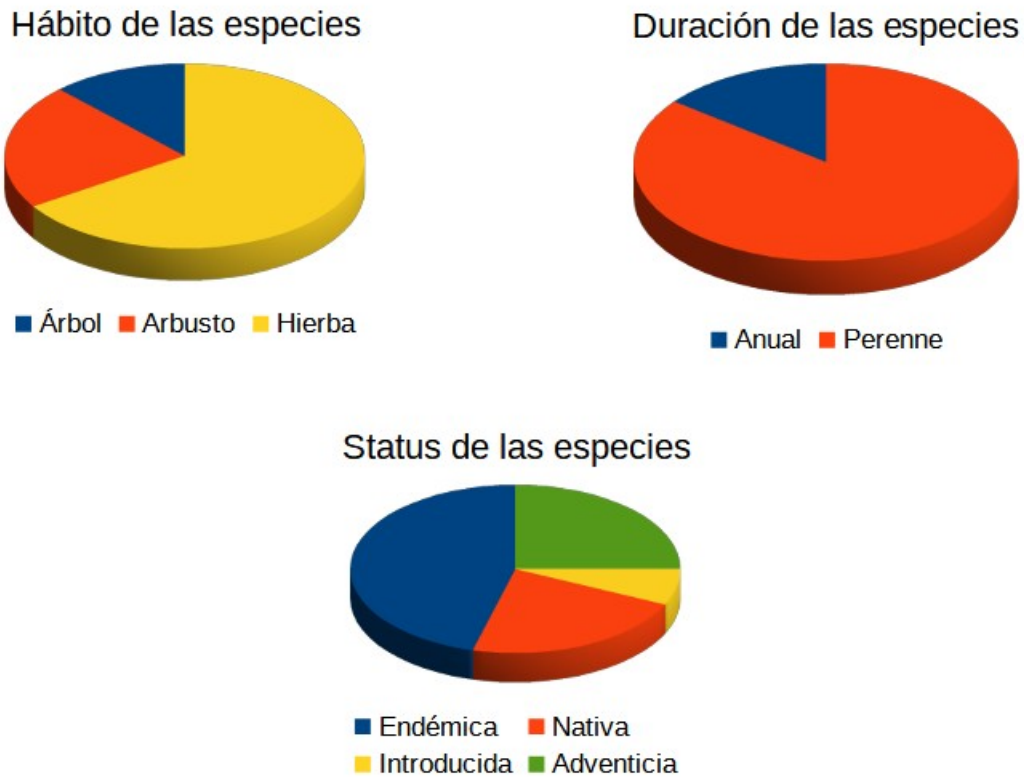


Figura 2: Representación del porcentaje de la vegetación relevada según su hábito, duración y status.

Las especies más frecuentes fueron la vicia (*Vicia nigricans*), hierba típica en ambientes post-incendio, la laura (*Schinus patagonica*), uno de los principales arbustos rebrotantes luego de incendios, la mutisia (*Mutisia decurrens*), el geranio (*Geranium sessilifolium*), especies gramíneas, y las especies adventicias vinagrillo (*Rumex acetosella*), diente de león (*Taraxacum officinalis*) y cardo.

En la ordenación (**Figura 3**) se puede observar el grado de similitud entre los distintos tipos de situaciones relevadas. Los puntos más cercanos entre sí representan mayor afinidad en la composición específica. Se puede observar que no hay una clara separación entre los distintos sectores y tipos de bosque relevados, lo cual podría deberse a que muchas especies se encontraron en todos los sectores y tipos de bosques (**Figura 3A, 3B**). La afinidad composicional fue más notoria por el estado del bosque (**Figura 3C**). En este último caso se puede observar que la afinidad composicional fue alta entre situaciones de severidad alta por un lado, y entre situaciones testigo por otro, con las situaciones de severidad media más variables.

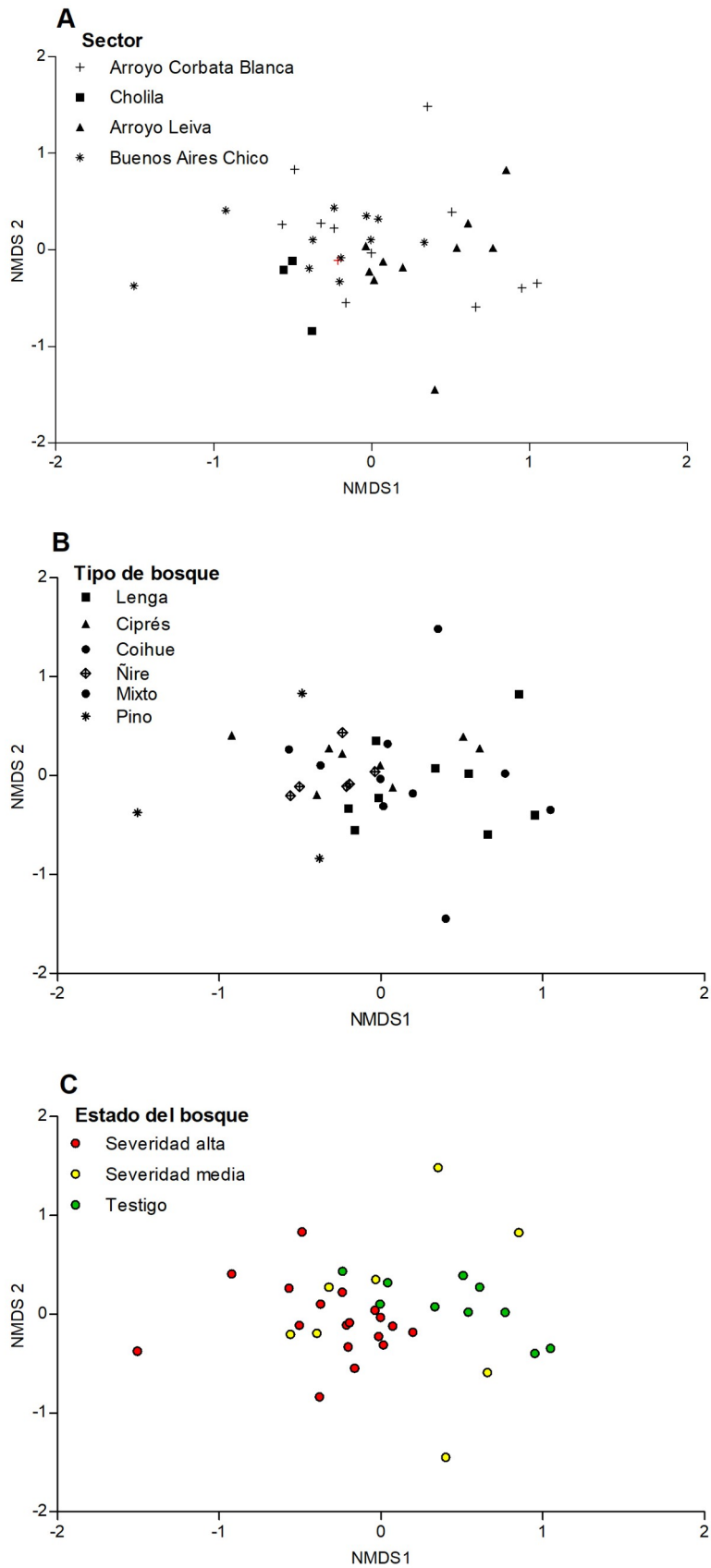


Figura 3: Ordenación del escalamiento multidimensional no-métrico de la vegetación del sotobosque en la primera temporada post-incendio (Stress: 0,19), representado en función del sector (A), tipo de bosque (B) y estado del bosque (C). La distancia entre puntos representa la disimilitud en la composición específica

### *Patrones generales de variables del sotobosque*

Se observó un claro efecto del incendio sobre la riqueza de especies, la cobertura vegetal, el porcentaje de suelo desnudo y la cobertura del estrato superior, más allá de los sectores y tipos de bosque, que es relevante mencionar (**Figura 4**).

En la primera temporada post-incendio, la riqueza del sotobosque y la cobertura no alcanzó los niveles del testigo, si bien se observa la presencia de especies tanto en situaciones de severidad media como alta. Esta pronta recuperación podría darse gracias a especies remanentes en el banco de semillas del suelo, como por el inmediato rebrote de algunas especies. El estrato bajo es el primero en comenzar a incrementar su cobertura, no así el estrato alto. La recuperación de la cobertura vegetal es importante para la estabilización de los suelos, los cuales en situaciones de alta severidad presentan un alto porcentaje de suelo desnudo. En el caso de las situaciones de severidad media, la caída de hojas chamuscadas post-incendio podrían estar favoreciendo la reducción de la erosión eólica de los suelos. Por otro lado, se detectó una mayor reducción de la cobertura del estrato superior en situaciones de severidad alta, por la combustión total del follaje. Esto podría tener diferentes consecuencias en la recuperación de la vegetación al permitir una mayor entrada lumínica y por ende una mayor temperatura, que en situaciones de severidad media.

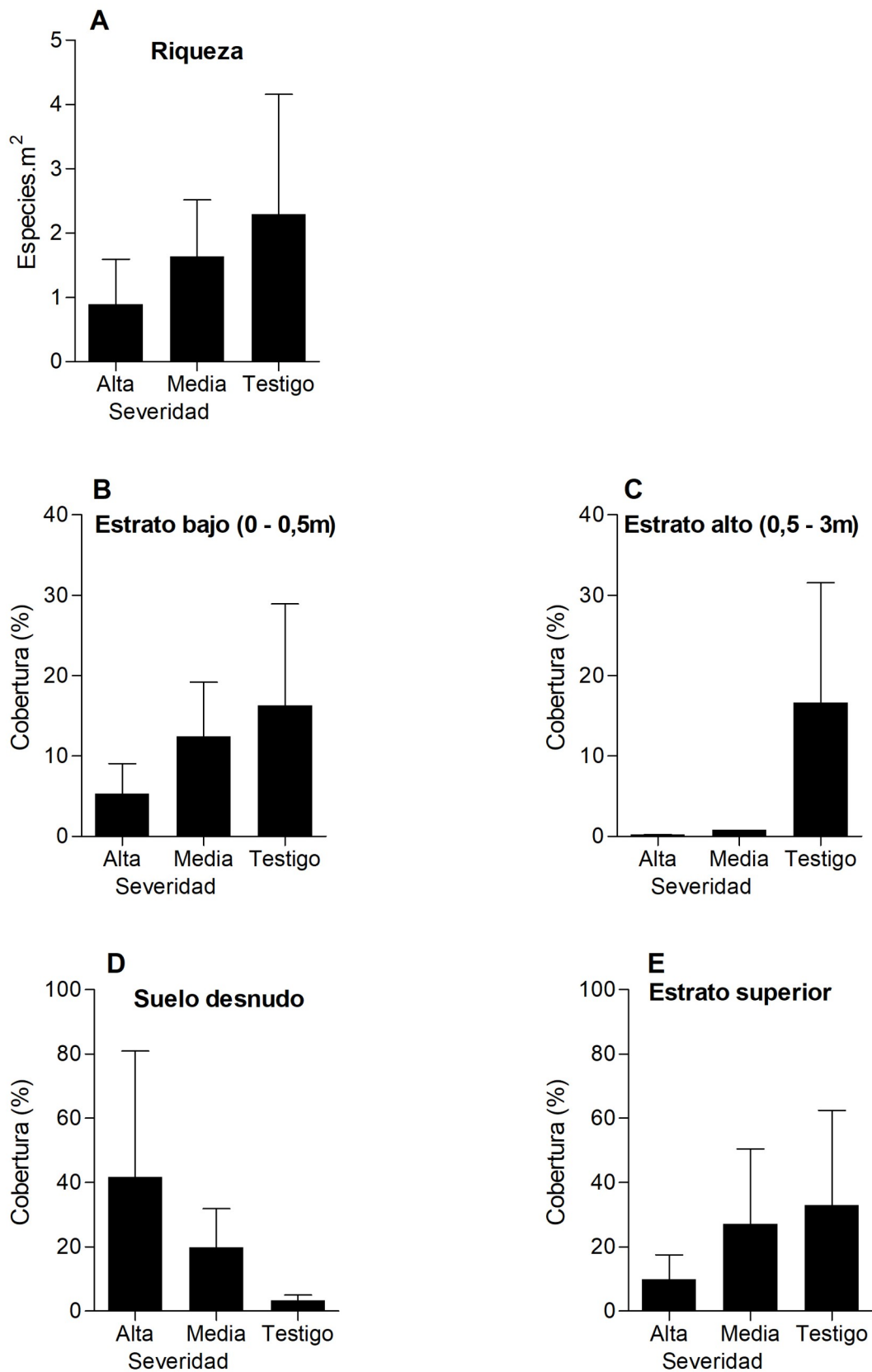


Figura 4: Media y error estándar de la riqueza (A) y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo (B) y alto (C), y cobertura del suelo desnudo (D) y del estrato superior (E) en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos.

## Regeneración

Respecto a la regeneración a partir de semillas, en muchos de los bosques testigo se registró la presencia de las especies arbóreas lenga, coihue y ciprés de la cordillera, con alturas de 15 cm, 1,50 m, y 2 m, respectivamente, mientras que en ninguna de las parcelas con severidad media y alta se registró la regeneración de estas especies. En una de las parcelas con severidad media se detectó la presencia de regeneración de maitén, con una altura de 7 cm. En cuatro de las cinco parcelas con plantaciones de pino ponderosa se detectó regeneración de esta especie, en dos de las tres ubicadas en Buenos Aires Chico y en las dos ubicadas en Cholila. En ambos sectores se trató de plántulas de 5 cm de altura. En las cuatro parcelas con plantaciones de pino murrayana no se registró regeneración. También se observó la presencia de pinos en áreas de bosque nativo en tres de las cinco parcelas en las que se registraron pinos quemados, correspondiéndose tanto con bosques con severidad media como alta. En estos casos también se trató de plántulas de 5 cm de altura. Regeneración a partir de semillas también se detectó para la especie caña colihue en una parcela testigo y en una con severidad media de bosques de lenga, mientras que en tres bosques, de coihue, ñire y lenga, con severidad alta en los cuales se registró la presencia de caña colihue quemada, no se detectó regeneración por semillas, ni tampoco por rebrote. Cabe aclarar que, en general, no se observó abundancia de caña colihue en ningún sector del área afectada.

En cuanto a la regeneración a partir de rebrotes, las especies arbóreas ñire y radial tienen esta capacidad y ambas presentaron rebrotes incipientes. En el caso del ñire, de las 19 parcelas con severidad alta, correspondientes a bosques de ñire y algunos mixtos y de ciprés, en las que se registraron individuos quemados, 13 parcelas mostraron rebrote de la especie, con 5 cm de altura, mientras que en la única parcela de bosque de ñire con severidad media relevada, también se registró rebrote de ñire con 10 cm de altura. En el caso del radial, de las 19 parcelas con severidad alta, correspondientes principalmente a bosques de ciprés, y también mixto, de ñire y de coihue, en las que se registraron individuos quemados, sólo 3 parcelas mostraron rebrote de la especie, con 20 cm de altura. Cabe aclarar que las parcelas en las que se registró rebrote de radial fueron aquellas que se muestrearon en diciembre, por lo tanto, podría ser que no se haya registrado rebrote de esta especie en las otras parcelas porque el muestreo fue temprano, durante octubre y noviembre.

Respecto a la regeneración por rebrote de las especies arbustivas, es difícil conocer con certeza en donde había presencia de las especies antes del incendio, ya que en algunos casos, principalmente en aquellos en los cuales el fuego tuvo una alta severidad, no han quedado restos materiales para poder identificarlos. A modo cualitativo, es posible mencionar la cantidad de parcelas con presencia de rebrote y su altura (**Tabla 2**). Tanto en bosques con severidad alta como media, las especies rebrotadas más frecuentes fueron la nativa laura y la exótica rosa mosqueta.

Tabla 2: Porcentaje de parcelas en las que se registraron rebrotes (en negrita) y altura de los rebrotes de las especies arbustivas, en los bosques con severidad de fuego alta y media. En total se relevaron 62 parcelas con severidad de fuego alta y 12 con severidad de fuego media. Las especies exóticas están subrayadas.

Especies rebrotadas	Severidad de fuego			
	Alta		Media	
	%	Altura (cm)	%	Altura (cm)
Chacay ( <i>Discaria chacaye</i> )	<b>6,5</b>	12,5 (5,95)		
Laura ( <i>Schinus patagonica</i> )	<b>50</b>	10,52 (2,23)	<b>33,3</b>	16,75 (11,21)
Maitén chico ( <i>Maytenus disticha</i> )			<b>8,3</b>	5(0)
Maqui ( <i>Aristotelia chilensis</i> )	<b>14,5</b>	11,25 (2,27)	<b>8,3</b>	20 (0)
Michay ( <i>Berberis darwinii</i> )	<b>9,7</b>	5 (0)	<b>16,7</b>	5 (0)
Notro ( <i>Embothrium coccineum</i> )	<b>1,6</b>	25 (0)		
Parrillita ( <i>Ribes cucullatum</i> )	<b>9,7</b>	7,8 (4,35)	<b>8,3</b>	
Retamo ( <i>Diostea juncea</i> )	<b>4,8</b>	17,5 (12,5)	<b>8,3</b>	20(0)
Rosa mosqueta ( <i>Rosa rubiginosa</i> )	<b>24,2</b>	15,17 (3,01)	<b>16,7</b>	10 (0)

## Sector: Arroyo Corbata Blanca

En el sector “Arroyo Corbata Blanca” se relevaron 29 parcelas, en el total de las cuales se identificaron 75 especies distribuidas en 41 familias (**Tabla 3**).

Tabla 3: Especies presentes en el sector “Arroyo Corbata Blanca”. Las especies subrayadas corresponden a especies exóticas.

Nombre común	Nombre científico	Familia
<b>Árboles</b>		
Ciprés de la cordillera	<i>Austrocedrus chilensis</i>	Cupressaceae
Frutal		Rosaceae
Coihue	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Nothofagaceae
Lenga	<i>Nothofagus pumilio</i>	Nothofagaceae
Ñire	<i>Nothofagus antarctica</i>	Nothofagaceae
Pino	<u><i>Pinus sp.</i></u>	Pinaceae
Pino oregón	<u><i>Pseudotsuga menziesii</i></u>	Pinaceae
Radal	<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae
<b>Arbustos</b>		
Calafate	<i>Berberis microphylla</i>	Berberidaceae
Chacay	<i>Discaria chacaye</i>	Rhamnaceae
Chin chin	<i>Azara microphylla</i>	Salicaceae
Espino negro	<i>Discaria articulata</i>	Rhamnaceae
Laura	<i>Schinus patagonica</i>	Anacardiaceae
Maitén chico	<i>Maytenus disticha</i>	Celastraceae
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae
Michay	<i>Berberis darwinii</i>	Berberidaceae
Michay de lenga	<i>Berberis serratodentata</i>	Berberidaceae
Murra	<u><i>Rubus ulmifolius</i></u>	Rosaceae
Neneo	<i>Azorella prolifera</i>	Apiaceae
Notro	<i>Embothrium coccineum</i>	Proteaceae
Palo piche	<i>Fabiana imbricata</i>	Solanaceae
Parrilla	<i>Ribes magellanicum</i>	Grossulariaceae
Parrillita	<i>Ribes cucullatum</i>	Grossulariaceae
Retamo	<i>Diostea juncea</i>	Verbenaceae
Rosa mosqueta	<u><i>Rosa rubiginosa</i></u>	Rosaceae
<b>Hierbas</b>		
Alfilerillo	<u><i>Erodium cicutarium</i></u>	Geraniaceae
Amancay	<i>Alstroemeria aurea</i>	Alstroemeriaceae
Anémona	<i>Anemone multifida</i>	Ranunculaceae
Arvejilla	<i>Lathyrus magellanicus</i>	Fabaceae
Cacho de cabra	<i>Osmorriza berteroi</i>	Apiaceae
Capiquí	<u><i>Stellaria media</i></u>	Caryophyllaceae
Cardo		Asteraceae
Cerastio	<u><i>Cerastium arvense</i></u>	Caryophyllaceae
Chilquilla	<i>Baccharis glutinosa</i>	Asteraceae
Colomia	<i>Collomia biflora</i>	Polemoniaceae
Diente de león	<u><i>Taraxacum officinalis</i></u>	Asteraceae
Estrellada	<u><i>Holosteum umbellatum</i></u>	Caryophyllaceae
Estrellita	<i>Tristagma patagonicum</i>	Amaryllidaceae
Facelia	<i>Phacelia secunda</i>	Boraginaceae

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Frutilla silvestre	<i>Potentilla chilensis</i>	Rosaceae
Galium	<i>Galium fuegianum</i>	Rubiaceae
Geranio	<i>Geranium sessilifolium</i>	Geraniaceae
Gramíneas		Poaceae
Helecho de cuero	<i>Rumohra adiantiformis</i>	Dryopteridaceae
Helecho punque	<i>Austroblechnum penna-marina</i>	Blechnaceae
Hierba de los chanchos	<i>Hypochaeris radicata</i>	Asteraceae
Lechuga de minero	<i>Claytonia perfoliata</i>	Montiaceae
Lechuga silvestre	<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae
Microsteris	<i>Microsteris gracilis</i>	Polemoniaceae
Mutisia	<i>Mutisia decurrens</i>	Asteraceae
No me olvides	<i>Myosotis stricta</i>	Boraginaceae
Orquidea		Orchidaceae
Pasto lanudo	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae
Pega pega	<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae
Pegajosa	<i>Adenocaulon chilense</i>	Asteraceae
Pichoga	<i>Euphorbia collina</i>	Euphorbiaceae
Pimpinela	<i>Acaena pinnatifida</i>	Rosaceae
Pinnasa	<i>Pinnasa bergi</i>	Loasaceae
Reina mora	<i>Mutisia spinosa</i>	Asteraceae
Relbún	<i>Galium hypocharpium</i>	Rubiaceae
Sisirinquio	<i>Sisyrinchium spp.</i>	Iridaceae
Tabaco de indio	<i>Verbascum thapsus</i>	Scrophulariaceae
Topa topa	<i>Calceolaria sp.</i>	Calceolariaceae
Trebol amarillo	<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae
Trebol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Vicia	<i>Vicia nigricans</i>	Fabaceae
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae
Viola	<i>Viola magellanica</i>	Violaceae
Voqui	<i>Diplolepis diemii</i>	Apocynaceae
Hierba (1)		Amaranthaceae
Hierba (2)	<i>Gamochoeta sp.</i>	Asteraceae
Hierba (3)		Brassicaceae
Hierba (4)		Brassicaceae
Hierba (5)	<i>Cerastium sp.</i>	Caryophyllaceae
Hierba (6)	<i>Bromus coloratus</i>	Poaceae

Los tipos de bosque y estados relevados fueron: lenga, ciprés y coihue en los estados testigo y de severidad alta y media, y ñire y mixto en el estado de severidad alta. En aquellos tipos de bosque donde pudieron relevarse situaciones testigo y de severidad alta y media, en términos generales se observó el mismo patrón que en la observación general, es decir, una menor riqueza y cobertura del estrato bajo a mayor severidad, correspondiente con una mayor cobertura de suelo desnudo y una menor cobertura del estrato superior. Sin embargo, en el caso del ciprés, se observó que la riqueza y cobertura del estrato bajo en el testigo fue similar a la severidad alta, y por lo tanto menor a la severidad media, y en coihue se observó una menor riqueza y cobertura del estrato bajo en la severidad media respecto a la alta. Ninguna de las situaciones post-incendio presentó a la primera temporada el desarrollo de un estrato alto (**Tabla 4**).



Tabla 4: Media y error estándar de la riqueza y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo y alto, y cobertura del suelo desnudo y del estrato superior en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos en los distintos tipos de bosque relevados en el sector “Arroyo Corbata Blanca”.

Tipo de bosque y variables de interés	Severidad del incendio		
	Alta	Media	Testigo (bosque verde)
<b>Lenga</b>	N=4	N=2	N=1
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	0,56 (0,36)	1,75 (0,5)	6,25 (0)
Cobertura estrato bajo (%)	8,13 (7,3)	35 (5)	35 (0)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	63 (0)
Suelo desnudo (%)	91,81 (2,36)	34,38 (18,13)	5 (0)
Cobertura estrato superior (%)	48,33 (23,33)	47,5 (2,5)	60 (0)
<b>Ciprés</b>	N=7	N=1	N=2
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	2,71 (0,98)	9,25 (0)	3,13 (0,38)
Cobertura estrato bajo (%)	18,07 (7,29)	40 (0)	15 (0)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	20 (5)
Suelo desnudo (%)	69,07 (10,59)	8,75 (0)	8,38 (7,88)
Cobertura estrato superior (%)	6,71 (2,72)	50 (0)	80 (0)
<b>Coihue</b>	N=4	N=1	N=1
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,88 (0,16)	0,25 (0)	1,25 (0)
Cobertura estrato bajo (%)	4,75 (1,93)	1 (0)	15 (0)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	25 (0)
Suelo desnudo (%)	88,31 (1,42)	46,25 (0)	0 (0)
Cobertura estrato superior (%)	21,25 (8,26)	30 (0)	75 (0)
<b>Ñire</b>	N=3		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	2 (0,29)		
Cobertura estrato bajo (%)	6,67 (4,18)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	80,25 (12,01)		
Cobertura estrato superior (%)	2,33 (1,45)		
<b>Mixto</b>	N=1		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	2,2 (0)		
Cobertura estrato bajo (%)	2 (0)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	94 (0)		
Cobertura estrato superior (%)	25 (0)		
<b>Pino</b>	N=2		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,75 (0,75)		
Cobertura estrato bajo (%)	30 (0)		
Cobertura estrato alto (%)	7,5 (2,5)		
Suelo desnudo (%)	61,38 (25,13)		
Cobertura estrato superior (%)	15 (0)		

### ***Bosques de lenga***

Además de las diferencias encontradas en la riqueza y cobertura vegetal, y en las coberturas del suelo desnudo y del estrato superior (**Tabla 4**), en el bosque de lenga testigo se detectó la presencia únicamente de especies nativas, entre las cuales se registraron varios arbustos típicos de estos bosques, como por ejemplo michay de lenga y parrillita. Por su parte, en los bosques de lenga con severidad alta y media no se registraron arbustos, excepto laura en severidad alta, la cual comenzó a

rebrotar. Además, en los bosques con severidad alta y media se detectaron algunas hierbas exóticas, como por ejemplo diente de león, cardo y pega pega.

### ***Bosques de ciprés***

El bosque de ciprés con severidad media resultó ser el de mayor riqueza y cobertura vegetal, en relación a los demás tipos de bosque relevados en el sector “Arroyo Corbata Blanca”, incluso respecto al testigo de ciprés (**Tabla 4**). Es necesario tener en consideración que sólo se relevó una parcela de ciprés severidad media en este sector, en la cual el fuego no quemó toda la parcela, y se trató de un bosque con árboles jóvenes con 50% de cobertura del dosel. En el bosque testigo se detectó la regeneración de ciprés y la vegetación se compuso tanto de especies nativas como de exóticas. Las nativas más frecuentes fueron los arbustos laura, michay y maitencillo y la hierba mutisia. Entre las exóticas, se detectó la presencia de pino y rosa mosqueta. Para ambos tipos de severidad también se detectó, en algunos casos, la presencia de pinos. Este es un aspecto importante a monitorear, ya que en el sector hay plantaciones de pino, algunas de las cuales se quemaron, que ya comenzaron a regenerarse. La regeneración por rebrote de varios arbustos también comenzó en la primera temporada post-incendio para ambos tipos de severidad. Es el caso de varias especies nativas, como por ejemplo laura, michay y maqui, y en algunos casos se detectó rebrote de la especie exótica invasora rosa mosqueta. Respecto a las hierbas, se detectaron varias especies nativas y exóticas en ambos tipos de severidad, siendo las hierbas nativas más frecuentes geranio, orquídea, pinnasa, y vicia, y las hierbas exóticas más frecuentes vinagrillo y cardo.

### ***Bosques de coihue***

En los bosques de coihue también se observó el mismo patrón general en las variables, excepto la riqueza y cobertura del estrato bajo que tendieron a ser mayores en el bosque de severidad alta (**Tabla 4**). Esto podría deberse a que la parcela de severidad media relevada correspondía a un bosque en fase de oquedal que habría sido muy denso antes del incendio (evidenciado por el área basal y la altura de los árboles quemados) y por lo tanto habría tenido un escaso sotobosque. Por su parte, la única parcela de bosque testigo relevado, también se trató de un bosque en fase de oquedal. La vegetación previa al incendio es determinante para su recuperación y es un aspecto a tener en cuenta. En el bosque testigo se detectaron únicamente especies nativas típicas de estos bosques, como maqui, amancay y cacho de cabra. En los bosques con severidad alta se detectó la presencia de radial con rebrote. Es importante considerar que las parcelas en las que se observó rebrote de radial fueron aquellas muestreadas en diciembre, no así en las muestreadas previamente, por lo que podría ser que el rebrote de radial haya sido muy incipiente para el momento del relevamiento. También se detectó en aquellas parcelas donde había pinos como parte del dosel arbóreo, su regeneración. Entre los arbustos, se registró rebrote de especies nativas, como maqui, en ambos tipos de severidad, parrillita, laura y michay en severidad alta y retamo en severidad media. Sólo se registraron hierbas en el bosque con severidad alta, siendo las especies nativas más frecuentes amancay y vicia, y la exótica cardo.

### ***Bosques de ñire***

En este sector sólo se relevaron bosques de ñire con severidad alta (**Tabla 4**). El ñire es una especie rebrotante, que para el momento de este relevamiento había comenzado a rebrotar. También se observó rebrote de los arbustos nativos laura y parrillita, así como de la exótica rosa mosqueta. Se observó también la presencia de varias hierbas nativas, las más frecuentes fueron amancay y facelia, y exóticas, como el diente de león.

### ***Bosques mixtos***

El único bosque mixto relevado en este sector estuvo compuesto por ciprés, radial y ñire (**Tabla 4**). El ñire presentó rebrote al momento del relevamiento. También se observaron rebrotes del arbusto nativo laura y del exótico rosa mosqueta. Asimismo, se detectó la presencia de hierbas nativas y exóticas.

## ***Bosques de pino***

En este sector se relevaron bosques de pino con severidad alta. Es importante señalar que estas parcelas se relevaron en febrero del 2022, lo cual puede explicar sus altos valores de riqueza, cobertura del estrato bajo y presencia del estrato alto (**Tabla 4**). Estos bosques corresponden a plantaciones comerciales de pino murrayana. No se detectó regeneración de pino, mientras que sí se registró rebrote de los arbustos exóticos rosa mosqueta y murra, y los nativos maqui y laura, así como la presencia de palo piche y hierbas como colomia y tabaco de indio.

## **Sector: Arroyo Leiva**

En el sector “Arroyo Leiva” se relevaron 27 parcelas, en el total de las cuales se identificaron 56 especies distribuidas en 31 familias (**Tabla 5**).

Tabla 5: Especies presentes en el sector “Arroyo Leiva”. Las especies subrayadas corresponden a especies exóticas.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
<b>Árboles</b>		
Ciprés de la cordillera	<i>Austrocedrus chilensis</i>	Cupressaceae
Coihue	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Nothofagaceae
Frutal		Rosaceae
Lenga	<i>Nothofagus pumilio</i>	Nothofagaceae
Ñire	<i>Nothofagus antarctica</i>	Nothofagaceae
Pino	<u><i>Pinus sp.</i></u>	Pinaceae
Pino oregón	<u><i>Pseudotsuga menziesii</i></u>	Pinaceae
Radal	<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae
<b>Arbustos</b>		
Calafate	<i>Berberis microphylla</i>	Berberidaceae
Caña colihue	<i>Chusquea culeou</i>	Poaceae
Chacay	<i>Discaria chacaye</i>	Rhamnaceae
Chaura	<i>Gaultheria sp.</i>	Ericaceae
Laura	<i>Schinus patagonica</i>	Anacardiaceae
Maitén chico	<i>Maytenus disticha</i>	Celastraceae
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae
Michay	<i>Berberis darwinii</i>	Berberidaceae
Michay de lenga	<i>Berberis serratodentata</i>	Berberidaceae
Neneo	<i>Azorella prolifera</i>	Apiaceae
Notro	<i>Embothrium coccineum</i>	Proteaceae
Parrilla	<i>Ribes magellanicum</i>	Grossulariaceae
Parrillita	<i>Ribes cucullatum</i>	Grossulariaceae
Retamo	<i>Diostea juncea</i>	Verbenaceae
Romerillo	<i>Chiliodendron diffusum</i>	Asteraceae
Rosa mosqueta	<u><i>Rosa rubiginosa</i></u>	Rosaceae
<b>Hierbas</b>		
Abrojo	<i>Acaena ovalifolia</i>	Rosaceae
Amancay	<i>Alstroemeria aurea</i>	Alstroemeriaceae
Arvejilla	<i>Lathyrus magellanicus</i>	Fabaceae
Berro	<i>Cardamine sp.</i>	Brassicaceae
Cacho de cabra	<i>Osmorhiza berteroi</i>	Apiaceae
Cardo		Asteraceae

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Cerastio	<i>Cerastium arvense</i>	Caryophyllaceae
Chilquilla	<i>Baccharis glutinosa</i>	Asteraceae
Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i>	Asteraceae
Facelia	<i>Phacelia secunda</i>	Boraginaceae
Frutilla silvestre	<i>Potentilla chiloensis</i>	Rosaceae
Geranio	<i>Geranium sessilifolium</i>	Geraniaceae
Gramíneas		Poaceae
Helecho punque	<i>Austroblechnum penna-marina</i>	Blechnaceae
Mutisia	<i>Mutisia decurrens</i>	Asteraceae
Orquidea		Orchidaceae
Oxalis	<i>Oxalis sp.</i>	Oxalidaceae
Pasto lanudo	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae
Pega pega	<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae
Perezia	<i>Perezia recurvata</i>	Asteraceae
Pimpinela	<i>Acaena pinnatifida</i>	Rosaceae
Pinnasa	<i>Pinnasa bergi</i>	Loasaceae
Poa	<i>Poa pratensis</i>	Poaceae
Reina mora	<i>Mutisia spinosa</i>	Asteraceae
Relbún	<i>Galium hypocharpium</i>	Rubiaceae
Topa topa	<i>Calceolaria sp.</i>	Calceolariaceae
Trebol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Vicia	<i>Vicia nigricans</i>	Fabaceae
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae
Viola	<i>Viola magellanica</i>	Violaceae
Hierba (1)		Amaranthaceae
Hierba (2)	<i>Cerastium sp.</i>	Caryophyllaceae

Los tipos de bosque y estados relevados fueron: lenga y coihue en los estados testigo y de severidad alta y media, ciprés testigo y de severidad alta, y ñire, mixto y mixto tipo matorral en el estado de severidad alta. En aquellos tipos de bosque donde pudieron relevarse situaciones de severidad alta y media y/o también testigo, se observó el mismo patrón que en la observación general, es decir, una menor riqueza y cobertura del estrato bajo a mayor severidad, correspondiente con una mayor cobertura de suelo desnudo y una menor cobertura del estrato superior. La misma excepción que en el sector “Arroyo Corbata Blanca” se observó en coihue, que mostró una tendencia a menor riqueza en la severidad media respecto a la alta. Ninguna de las situaciones post-incendio presentó a la primera temporada el desarrollo de un estrato alto (**Tabla 6**).

Tabla 6: Media y error estándar de la riqueza y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo y alto, y cobertura del suelo desnudo y del estrato superior en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos en los distintos tipos de bosque relevados en el sector “Arroyo Leiva”.

Tipo de bosque y variables de interés	Severidad del incendio		
	Alta	Media	Testigo (bosque verde)
<b>Lenga</b>	N=2	N=1	N=3
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,5 (1,25)	2,5 (0)	3,33 (1,23)
Cobertura estrato bajo (%)	2,75 (2,25)	15 (0)	40 (15,28)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	28 (20,55)
Suelo desnudo (%)	71,75 (16,75)	7,75 (0)	0,58 (0,58)
Cobertura estrato superior (%)	20 (0)	50 (0)	58,33 (4,41)
<b>Ciprés</b>	N=3		N=1
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	2,08 (0,79)		2,75 (0)
Cobertura estrato bajo (%)	6,33 (1,86)		20 (0)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		40 (0)
Suelo desnudo (%)	89,25 (2,98)		2 (0)
Cobertura estrato superior (%)	8,33 (1,67)		65 (0)
<b>Coihue</b>	N=3	N=2	N=2
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1 (0,58)	0,5 (0,5)	3,25 (0)
Cobertura estrato bajo (%)	1,83 (1,09)	0,25 (0,25)	38,5 (1,5)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	55 (5)
Suelo desnudo (%)	76,33 (8,45)	6,88 (5,63)	6,8 (3,13)
Cobertura estrato superior (%)	36,67 (3,33)	55 (5)	62,5 (2,5)
<b>Ñire</b>	N=5		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	2,7 (0,6)		
Cobertura estrato bajo (%)	9,1 (5,3)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	70,35 (10,59)		
Cobertura estrato superior (%)	1,6 (0,93)		
<b>Mixto</b>	N=5		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,05 (0,15)		
Cobertura estrato bajo (%)	0,7 (0,12)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	88,85 (2,84)		
Cobertura estrato superior (%)	14 (6,78)		

### ***Bosques de lenga***

Además de las diferencias encontradas en la riqueza y cobertura vegetal, y en las coberturas del suelo desnudo y del estrato superior (**Tabla 6**), en el bosque de lenga testigo se detectó la presencia de regeneración de lenga. La situación de severidad media se correspondió con una parcela en la cual quedaron remanentes sin quemar, por lo tanto se registraron lengas verdes, así como coihues y también regeneración de ciprés. También se detectó la presencia de pinos. En la situación testigo se registraron arbustos únicamente nativos, muchos de los cuales estuvieron también presentes en las situaciones de severidad media y alta, algunos de ellos rebrotando, como caña colihue, laura, michay y parrillita. Mientras que en la situación de severidad media no se detectaron hierbas, sí se detectaron tanto en el testigo como en la situación de severidad alta, con presencia de varias especies nativas, como por ejemplo vicia y topa topa.

### ***Bosques de ciprés***

En este sector se relevaron bosques de ciprés testigo y con severidad alta (**Tabla 6**). En el bosque testigo se detectó la presencia de algunas especies exóticas como pino y rosa mosqueta, además de la regeneración de ciprés y de la presencia de nativas típicas de estos ambientes, como laura, maqui, amancay, viola y cacho de cabra. En las parcelas de severidad alta, se detectó la presencia de radial, el cual al momento del relevamiento no mostró signos de rebrote, y ñire rebrotando. También se detectaron arbustos nativos rebrotando, como maqui y laura, y varias hierbas nativas y exóticas, siendo las más frecuentes amancay y cardo, respectivamente.

### ***Bosques de coihue***

En los bosques de coihue también se observó el mismo patrón general en las variables, excepto la riqueza y cobertura del estrato bajo que tendieron a ser mayores en el bosque con severidad alta respecto a la severidad media (**Tabla 6**). Este patrón es el mismo que el detectado en los bosques de coihue en el sector “Arroyo Corbata Blanca” y podría deberse también a que las parcelas relevadas correspondían a bosques que habrían sido muy densos antes del incendio y por lo tanto habrían tenido un escaso sotobosque. En la situación testigo se detectó regeneración de coihue y la presencia de ciprés y radial, y los arbustos más frecuentes fueron laura y maqui. En la situación de severidad alta se detectó rebrote de michay y la presencia de varias hierbas, siendo las más frecuentes las nativas amancay, vicia y geranio y la exótica diente de león. La única especie detectada en la situación de severidad media fue vicia.

### ***Bosques de ñire***

En este sector sólo se relevaron bosques de ñire con severidad alta (**Tabla 6**). De las 5 parcelas relevadas, 2 presentaron rebrote de ñire. También se observó rebrote de arbustos, siendo el más frecuente el nativo laura. Entre los otros se observó rebrote de la exótica rosa mosqueta. Se observó también la presencia de varias hierbas, siendo las más frecuentes las nativas facelia y vicia, y la exótica vinagrillo.

### ***Bosques mixtos***

Los bosques mixtos relevados en este sector estuvieron compuestos por coihue y ciprés, con un caso de coihue y ñire (**Tabla 6**). Se detectó el rebrote de varios arbustos nativos, siendo el más frecuente laura. Entre las hierbas presentes, las más frecuentes fueron las nativas vicia, amancay y mutisia, y la exótica vinagrillo.

## **Sector: Buenos Aires Chico**

En el sector “Buenos Aires Chico” se relevaron 30 parcelas, en el total de las cuales se identificaron 54 especies distribuidas en 35 familias (**Tabla 7**).

Tabla 7: Especies presentes en el sector “Buenos Aires Chico”. Las especies subrayadas corresponden a especies exóticas. \*indica las especies componentes de los bosques relevados que no presentaron individuos verdes.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
<b>Árboles</b>		
Ciprés	<i>Austrocedrus chilensis</i>	Cupressaceae
Coihue	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Nothofagaceae
Lenga	<i>Nothofagus pumilio</i>	Nothofagaceae
Ñire	<i>Nothofagus antarctica</i>	Nothofagaceae
Pino murrayana	<u><i>Pinus murrayana</i></u> *	Pinaceae
Pino ponderosa	<u><i>Pinus ponderosa</i></u>	Pinaceae
Radal	<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae
<b>Arbustos</b>		
Calafate	<i>Berberis microphylla</i>	Berberidaceae

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Chacay	<i>Discaria chacaye</i>	Rhamnaceae
Laura	<i>Schinus patagonica</i>	Anacardiaceae
Maitén chico	<i>Maytenus disticha</i>	Celastraceae
Michay	<i>Berberis darwinii</i>	Berberidaceae
Neneo	<i>Azorella prolifera</i>	Apiaceae
Notro	<i>Embothrium coccineum</i>	Proteaceae
Parrillita	<i>Ribes cucullatum</i>	Grossulariaceae
Retamo	<i>Diostea juncea</i>	Verbenaceae
Romerillo	<i>Chiliotrichum diffusum</i>	Asteraceae
Rosa mosqueta	<u><i>Rosa rubiginosa</i></u>	Rosaceae
Té de burro	<i>Balbisia gracilis</i>	Francoaceae
<b>Hierbas</b>		
Abrojo	<i>Acaena ovalifolia</i>	Rosaceae
Abrojo	<i>Acaena splendens</i>	Rosaceae
Amancay	<i>Alstroemeria aurea</i>	Alstroemeriaceae
Anémona	<i>Anemone multifida</i>	Ranunculaceae
Cacho de cabra	<i>Osmorriza berteroi</i>	Apiaceae
Cardo		Asteraceae
Cerastio	<u><i>Cerastium arvense</i></u>	Caryophyllaceae
Colomia	<i>Collomia biflora</i>	Polemoniaceae
Diente de león	<u><i>Taraxacum officinalis</i></u>	Asteraceae
Estrellada	<u><i>Holosteum umbellatum</i></u>	Caryophyllaceae
Facelia	<i>Phacelia secunda</i>	Boraginaceae
Geranio	<i>Geranium sessilifolium</i>	Geraniaceae
Gramíneas		Poaceae
Helecho de cuero	<i>Rumohra adiantiformis</i>	Dryopteridaceae
Lechuga de minero	<u><i>Claytonia perfoliata</i></u>	Montiaceae
Microsteris	<i>Microsteris gracilis</i>	Polemoniaceae
Mutisia	<i>Mutisia decurrens</i>	Asteraceae
No me olvides	<u><i>Myosotis stricta</i></u>	Boraginaceae
Orquidea		Orchidaceae
Ortiga brava	<i>Loasa acerifolia</i>	Loasaceae
Pega pega	<u><i>Galium aparine</i></u>	Rubiaceae
Pegajosa	<i>Adenocaulon chilense</i>	Asteraceae
Pimpinela	<i>Acaena pinnatifida</i>	Rosaceae
Pinnasa	<i>Pinnasa bergi</i>	Loasaceae
Reina mora	<i>Mutisia spinosa</i>	Asteraceae
Sisyrinchio	<i>Sisyrinchium spp.</i>	Iridaceae
Tabaco de indio	<u><i>Verbascum thapsus</i></u>	Scrophulariaceae
Topa topa	<i>Calceolaria sp.</i>	Calceolariaceae
Trebol amarillo	<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae
Vicia	<i>Vicia nigricans</i>	Fabaceae
Vinagrillo	<u><i>Rumex acetosella</i></u>	Polygonaceae
Viola	<i>Viola magellanica</i>	Violaceae
Hierba (1)		Amaranthaceae
Hierba (2)		Brassicaceae
Hierba (3)		Brassicaceae
Hierba (4)	<i>Cerastium sp.</i>	Caryophyllaceae

Los tipos de bosque y estados relevados fueron: lenga y ciprés en los estado testigo y de severidad alta y media, ñire y mixto en los estaods testigo y de severidad alta, y mixto tipo matorral y pino en severidad alta. En aquellos tipos de bosque donde pudieron relevarse situaciones de severidad alta y testigo, o también media, se observó el mismo patrón que en la observación general, es decir, una menor riqueza y cobertura del estrato bajo a mayor severidad, correspondiente con una mayor cobertura de suelo desnudo y una menor cobertura del estrato superior (**Tabla 8**).

Tabla 8: Media y error estándar de la riqueza y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo y alto, y cobertura del suelo desnudo y del estrato superior en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos en los distintos tipos de bosque relevados en el sector “Buenos Aires Chico”.

Tipo de bosque y variables de interés	Severidad del incendio		
	Alta	Media	Testigo (bosque verde)
<b>Lenga</b>	N=6	N=2	N=3
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	0,79 (0,22)	2,25 (0,75)	4,5 (0,29)
Cobertura estrato bajo (%)	5,58 (3,92)	7 (5)	26,67 (8,82)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	35 (7,64)
Suelo desnudo (%)	86 (2,66)	61,25 (13,75)	0,67 (0,67)
Cobertura estrato superior (%)	17 (2)	50 (0)	70 (0)
<b>Ciprés</b>	N=1	N=2	N=2
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,25 (0)	2,13 (1,88)	6,13 (0,63)
Cobertura estrato bajo (%)	4 (0)	20 (20)	40 (5)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	5 (5)	25 (10)
Suelo desnudo (%)	96,75 (0)	24,25 (20,75)	15,88 (4,63)
Cobertura estrato superior (%)	10 (0)	65 (15)	65 (15)
<b>Ñire</b>	N=2		N=1
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	2,25 (1,25)		7 (0)
Cobertura estrato bajo (%)	25,5 (25,5)		20 (0)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		10 (0)
Suelo desnudo (%)	79,5 (18,25)		10,5 (0)
Cobertura estrato superior (%)	20 (0)		20 (0)
<b>Mixto</b>	N=2		N=1
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	3,63 (0,38)		5 (0)
Cobertura estrato bajo (%)	6,5 (3,5)		15 (0)
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		10 (0)
Suelo desnudo (%)	95,38 (2,38)		2 (0)
Cobertura estrato superior (%)	27,5 (22,5)		60 (0)
<b>Mixto tipo matorral</b>	N=3		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,08 (0,65)		
Cobertura estrato bajo (%)	25 (10,41)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	88,83 (3,83)		
Cobertura estrato superior (%)	7,5 (2,5)		
<b>Pino</b>	N=5		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	0,5 (0,32)		
Cobertura estrato bajo (%)	0,6 (0,24)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	79,65 (19,91)		
Cobertura estrato superior (%)	26,25 (1,25)		



### ***Bosques de lenga***

Además de las diferencias encontradas en la riqueza y cobertura vegetal, y en las coberturas del suelo desnudo y del estrato superior (**Tabla 8**), las cuales siguen el mismo patrón que en los sectores “Arroyo Corbata Blanca” y “Arroyo Leiva”, en el bosque de lenga testigo se detectó la presencia de regeneración de lenga. En la situación testigo se registraron arbustos únicamente nativos, muchos de los cuales estuvieron también presentes en las situaciones de severidad media y alta, algunos de ellos rebrotando, como laura, michay y parrillita. Entre las hierbas más frecuentes detectadas se encuentran las nativas orquídea y cacho de cabra en la situación de severidad media, y la nativa vicia y la exótica cerastio en la situación de severidad alta.

### ***Bosques de ciprés***

En este sector se relevaron bosques de ciprés con severidad alta, media y testigo, en los cuales se observó el patrón general, es decir, una menor riqueza y cobertura del estrato bajo a mayor severidad, correspondiente con una mayor cobertura de suelo desnudo y una menor cobertura del estrato superior (**Tabla 8**). Ésta representó la única situación de severidad media del relevamiento que presentó un estrato alto, el cual se explica porque una de las parcelas relevadas en esta situación presentaba parches remanentes de bosque no quemado, el cual presentaba un estrato alto. Por ello también, en esta situación hay presencia de cipreses. Además, respecto a las especies arbóreas, en la situación testigo se registró regeneración de ciprés, ñire y radial, detectándose en la situación de severidad alta rebrote de ñire y radial. Entre las especies arbustivas, la nativa laura y la exótica rosa mosqueta se registraron en las tres situaciones, con rebrote en las situaciones post-incendio. En las tres situaciones se detectó presencia de especies herbáceas.

### ***Bosques de ñire***

En este sector se relevaron bosques de ñire con severidad alta y testigo, siendo el único sector en donde se relevó la situación testigo de ñire (**Tabla 8**). En la situación testigo hubo presencia de ñire y de ciprés, mientras que en la situación de severidad alta hubo rebrote de ñire. De las especies arbustivas presentes en el testigo, tanto laura como rosa mosqueta presentaron rebrote en la situación de severidad alta, en la cual también se registró rebrote de chacay. Las dos situaciones presentaron especies herbáceas.

### ***Bosques mixtos***

Los bosques mixtos relevados en este sector estuvieron compuestos por coihue y ciprés, en ocasiones con presencia de ñire. Además, este fue el único sector con relevamiento de una situación testigo que correspondió a un bosque de coihue y ciprés con ñire (**Tabla 8**). En la situación testigo se detectó regeneración de coihue y ciprés, y la presencia de arbustos como el notro, que no se registraron en la situación de severidad alta, lo cual podría ser por su ausencia en el área. Muchas hierbas registradas en la situación testigo se encontraron también en la situación de severidad alta, las más frecuentes fueron las nativas vicia y pinnasa.

### ***Bosques mixtos (tipo matorral)***

En este sector se detectaron bosques mixtos tipo matorral, con predominancia de especies arbustivas como laura, chacay, retamo, y ñire bajo (**Tabla 8**). Se detectó el rebrote incipiente de radial en aquellas situaciones de severidad alta con presencia de la especie. Los arbustos laura, chacay, retamo y la exótica rosa mosqueta también mostraron rebrote cuando estuvieron presentes. La hierba más frecuentes fue la exótica cardo.

### ***Bosques de pino***

En este sector se relevaron bosques de pino con severidad alta, los cuales presentaron la menor riqueza y cobertura vegetal, en comparación con los demás tipos de bosque (**Tabla 8**). Estos bosques corresponden a plantaciones comerciales de pino ponderosa y pino murrayana. Los bosques correspondientes a pino murrayana presentaron ausencia total de especies en el estrato herbáceo-arbustivo, mientras que los correspondientes a pino ponderosa mostraron, en algunos

casos, regeneración de pino y rebrote de rosa mosqueta, así como la presencia de algunas hierbas, como la nativa abrojo y la exótica diente de león.

### Sector: Cholila

En el sector “Cholila” se relevaron 5 parcelas, en el total de las cuales se identificaron 19 especies distribuidas en 15 familias (**Tabla 9**).

Tabla 9: Especies presentes en el sector “Cholila”. Las especies subrayadas corresponden a especies exóticas.

Nombre común	Nombre científico	Familia
<b>Árboles</b>		
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	Celastraceae
Ñire	<i>Nothofagus antarctica</i>	Nothofagaceae
Pino ponderosa	<u><i>Pinus ponderosa</i></u>	Pinaceae
Radal	<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae
<b>Arbustos</b>		
Laura	<i>Schinus patagonica</i>	Anacardiaceae
Rosa mosqueta	<u><i>Rosa rubiginosa</i></u>	Rosaceae
<b>Hierbas</b>		
Abrojo	<i>Acaena ovalifolia</i>	Rosaceae
Anémoma	<i>Anemone multifida</i>	Ranunculaceae
Cardo		Asteraceae
Cerastio	<u><i>Cerastium arvense</i></u>	Caryophyllaceae
Diente de león	<u><i>Taraxacum officinalis</i></u>	Asteraceae
Geranio	<i>Geranium sessilifolium</i>	Geraniaceae
Gramíneas		Poaceae
Lechuga de minero	<u><i>Claytonia perfoliata</i></u>	Montiaceae
Llantén	<u><i>Plantago lanceolata</i></u>	Plantaginaceae
Reina mora	<i>Mutisia spinosa</i>	Asteraceae
Trebol blanco	<u><i>Trifolium repens</i></u>	Fabaceae
Vicia	<i>Vicia nigricans</i>	Fabaceae
Viola	<i>Viola magellanica</i>	Violaceae

Los tipos de bosque y estados relevados fueron: ñire de severidad alta y media, y pino de severidad alta. En aquellos tipos de bosque donde pudieron relevarse situaciones de severidad alta y media se observó el mismo patrón que en la observación general, es decir, una menor riqueza y cobertura del estrato bajo a mayor severidad, correspondiente con una mayor cobertura de suelo desnudo y una menor cobertura del estrato superior (**Tabla 10**).

Tabla 10: Media y error estándar de la riqueza y cobertura de la vegetación del sotobosque de los estratos bajo y alto, y cobertura del suelo desnudo y del estrato superior en la primera temporada post-incendio con severidad alta, media y testigos en los distintos tipos de bosque relevados en el sector “Cholila”.

Tipo de bosque y variables de interés	Severidad del incendio		
	Alta	Media	Testigo (bosque verde)
Ñire	N=2	N=1	
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	1,38 (0,88)	5 (0)	
Cobertura estrato bajo (%)	11 (4)	50 (0)	
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)	0 (0)	
Suelo desnudo (%)	83 (14,25)	67,5 (0)	
Cobertura estrato superior (%)	10 (5)	40 (0)	
Pino	N=2		
Riqueza (especies.m <sup>2</sup> )	0,88 (0,38)		
Cobertura estrato bajo (%)	10 (5)		
Cobertura estrato alto (%)	0 (0)		
Suelo desnudo (%)	61,25 (20)		
Cobertura estrato superior (%)	45 (5)		

### ***Bosques de ñire***

En este sector se relevaron bosques de ñire con severidad alta y media, siendo el único sector en donde se relevó la situación de severidad media de ñire (**Tabla 10**). Mientras que en la situación de severidad alta se registró rebrote de ñire, en la situación de severidad media también se registró rebrote de radial y de maitén. Los arbustos laura y rosa mosqueta mostraron rebrote en ambas situaciones. También se detectaron diversas especies herbáceas en ambas severidades.

### ***Bosques de pino***

En este sector se relevaron bosques de pino con severidad alta, los cuales se correspondieron con plantaciones de pino ponderosa (**Tabla 10**). Se detectó la regeneración de pino ponderosa. En este caso no se detectó la presencia de ninguna especie arbustiva, pero sí de algunas herbáceas como la nativa vicia y las exóticas cardo y lechuga de minero.

## **Cuadro resumen y resultados generales**

En la **Tabla 11** se resume la información presente en este informe, a partir de la cual se pueden extraer los siguientes resultados generales:

1- La mayor parte de las parcelas relevadas correspondieron a la situación de severidad alta y fue menor el número de parcelas con situaciones de severidad media y testigo, indicando la alta severidad general de los incendios, que no permitieron la persistencia de islas verdes remanentes ni de una heterogeneidad de situaciones post-incendio.

2- La riqueza de especies, tanto en situaciones de severidad alta como media, se mantuvo por debajo de los valores registrados en las situaciones testigo, en todos los sectores y tipos de bosque.

3- La cobertura del estrato bajo en situaciones de severidad alta se mantuvo muy por debajo de los valores registrados en las situaciones testigo, mientras que la severidad media fue más variable.

4- Todas las situaciones testigo presentaron un estrato alto, muchas veces predominante, que no estuvo presente en las situaciones de severidad media y alta. Dado que las especies que componen dicho estrato son principalmente arbustivas, se podría esperar que el mismo se recupere a medida que avance el desarrollo de las especies rebrotantes.

5 - El porcentaje de suelo desnudo fue del orden del 80-90% en las situaciones de severidad alta, mientras que en las situaciones de severidad media fue variable y en general menor al 40% gracias a la acumulación de las hojas chamuscadas provenientes de los árboles. Las situaciones testigo por su parte presentaron muy bajo porcentaje de suelo desnudo debido a la cobertura vegetal y del mantillo.

6 - El estrato superior (dosel arbóreo y ramas superiores con/sin hojas chamuscadas) fue menor en las situaciones de severidad alta que en las de severidad media y testigo. Podría esperarse que en las situaciones de severidad media en donde sólo se observaron árboles chamuscados, siga disminuyendo la cobertura de dicho estrato al continuar cayendo las hojas, con el consecuente incremento de radiación en el suelo.

7 - Si bien la mayoría de las parcelas testigo presentaron regeneración de las especies forestales constituyentes, sólo se detectó regeneración a partir de rebrote de ñire y radial en algunas de las parcelas post-incendio.

8 - La mayoría de las parcelas post-incendio presentaron rebrote incipiente de especies arbustivas (ver punto 4).

Tabla 11: Cuadro resumen de los valores promedio de riqueza por m<sup>2</sup> (Riq), porcentaje de cobertura del estrato bajo de 0-0,5 m (EB), del estrato alto de 0,5-3 m (EA), del suelo desnudo (SD) y del estrato superior (EA), y presencia (p) o ausencia (-) de regeneración del tipo de bosque correspondiente (Rtb) y arbustiva (Rarb) para la severidad alta (rojo), media (amarillo) y testigo (verde). Se presentan los valores por sector, tipo de bosque y los promedios para cada variable en función del sector x severidad y del tipo de bosque x severidad. *n* indica el número de parcelas relevadas para la situación correspondiente.

	Arroyo Corbata Blanca			Arroyo Leiva			Buenos Aires Chico			Cholila		Promedios (TB x Sev)		
<b>Lenga</b>														
<i>n</i>	4	2	1	2	1	3	6	2	3					
<i>Riq</i>	0,6	1,8	6,3	1,5	2,5	3,3	0,8	2,3	4,5			1,0	2,2	4,7
<i>EB</i>	8	35	35	3	15	40	6	7	27			6	19	34
<i>EA</i>	-	-	63	-	-	28	-	-	35			0	0	42
<i>SD</i>	92	34	5	72	8	1	86	61	1			83	34	2
<i>ES</i>	48	47	60	20	50	58	17	50	70			28	49	63
<i>Rtb</i>	-	-	-	-	<i>p</i>	<i>p</i>	-	-	<i>p</i>					
<i>Rarb</i>	<i>p</i>	-		<i>p</i>	<i>p</i>		<i>p</i>	<i>p</i>						
<b>Ciprés</b>														
<i>n</i>	7	1	2	3	1		1	2	2					
<i>Riq</i>	2,7	9,3	3,1	2,1	2,8		1,3	2,1	6,1			2,0	5,7	4,0
<i>EB</i>	18	40	15	6	20		4	20	40			9	30	25
<i>EA</i>	-	-	20	-	40		-	5	25			0	3	28
<i>SD</i>	69	9	8	89	2		97	24	16			85	17	9
<i>ES</i>	7	50	80	8	65		10	65	65			8	58	70
<i>Rtb</i>	-	-	<i>p</i>	-	<i>p</i>		-	-	<i>p</i>					
<i>Rarb</i>	<i>p</i>	<i>p</i>		<i>p</i>			<i>p</i>	<i>p</i>						
<b>Coihue</b>														
<i>n</i>	4	1	1	3	2	2								
<i>Riq</i>	1,9	0,3	1,3	1	0,5	3,3						1,5	0,4	2,3
<i>EB</i>	5	1	15	2	0	39						4	1	27
<i>EA</i>	-	-	25	-	-	55						0	0	40
<i>SD</i>	88	46		76	7	7						82	27	7
<i>ES</i>	21	30	75	37	55	63						29	43	69
<i>Rtb</i>	-	-	-	-	-	<i>p</i>								
<i>Rarb</i>	<i>p</i>	<i>p</i>		<i>p</i>	-									
<b>Ñire</b>														
<i>n</i>	3			5			2	1		2	1			
<i>Riq</i>	2			2,7			2,3	7		1,4	5			
<i>EB</i>	7			9			26	20		11	50			
<i>EA</i>	-			-			-	10		-	-			
<i>SD</i>	80			70			80	11		83	68			
<i>ES</i>	2			2			20	20		10	40			
<i>Rtb</i>	<i>p</i>			<i>p</i>			<i>p</i>	<i>p</i>		<i>p</i>	<i>p</i>			
<i>Rarb</i>	<i>p</i>			<i>p</i>			<i>p</i>			<i>p</i>	<i>p</i>			

	Arroyo Corbata Blanca			Arroyo Leiva			Buenos Aires Chico			Cholila		Promedios (TB x Sev)	
<b>Mixto</b>	<i>n</i>	1		5			2		1				
	<i>Riq</i>	2,2		1,1			3,6		5			2,3	5,0
	<i>EB</i>	2		1			7		15			3	15
	<i>EA</i>	-		-			-		10			0	10
	<i>SD</i>	94		89			95		2			93	2
	<i>ES</i>	25		14			28		60			22	60
	<i>Rtb</i>	<i>p</i>		-			-		<i>p</i>				
	<i>Rarb</i>	<i>p</i>		<i>p</i>			<i>p</i>						
<b>Mixto (matorral)</b>	<i>n</i>						3						
	<i>Riq</i>						1,1					1,1	
	<i>EB</i>						25					25	
	<i>EA</i>						-					0	
	<i>SD</i>						89					89	
	<i>ES</i>						8					8	
	<i>Rtb</i>						<i>p</i>						
	<i>Rarb</i>						<i>p</i>						
<b>Pino</b>	<i>n</i>	2					5			2			
	<i>Riq</i>	1,8					0,5			0,9		1,0	
	<i>EB</i>	30					1			10		14	
	<i>EA</i>	7,5					-			-		3	
	<i>SD</i>	62					80			61		68	
	<i>ES</i>	15					26			45		29	
	<i>Rtb</i>	-					<i>p</i>			<i>p</i>			
	<i>Rarb</i>	<i>p</i>					<i>p</i>			-			
<b>Promedios (Sec x Sev)</b>	<i>Riq</i>	1,9	3,8	3,6	1,7	1,5	3,1	1,6	2,2	5,7	1,2	5,0	
	<i>EB</i>	12	25	22	4	8	33	12	14	26	11	50	
	<i>EA</i>	1	0	36	0	0	41	0	3	20	0	0	
	<i>SD</i>	81	30	7	79	8	3	88	43	8	72	68	
	<i>ES</i>	20	42	72	16	53	62	18	58	54	28	40	

## CONSIDERACIONES FINALES

El área afectada por los incendios ocurridos en la temporada de verano 2020-2021 presentaron, en general, una alta severidad. Por ello, del total de parcelas post-incendio relevadas, el 84% correspondió a severidad alta y sólo el 16% a severidad media. Además, del total de parcelas relevadas, sólo el 19% correspondió a parcelas testigo, muchas de las cuales se ubicaron en los bordes del perímetro afectado, ya que no fueron frecuentes las islas verdes remanentes. Esto implica que la recuperación de los bosques afectados, principalmente de aquellos cuyas especies dominantes no son especies rebrotantes, como la lenga, el coihue y el ciprés, no pueda ser completamente facilitada por las islas verdes remanentes que provean de las semillas necesarias (Landesmann y Morales, 2018). Por otra parte, en el área afectada existían plantaciones de pino, algunas de las cuales comenzaron a regenerar a partir de semillas, a pesar de la alta severidad. También en algunos sectores de bosque nativo se encontró regeneración de pino proveniente de algunos individuos dispersos. Este aspecto es importante monitorear para eventualmente implementar técnicas de manejo para evitar potenciales invasiones que podrían interferir en la recuperación del bosque (Weidlich et al., 2020).

A pesar de la alta severidad general, es remarcable la diversidad de especies y familias relevadas en todas las situaciones, si bien la riqueza fue afectada por el incendio. En futuros relevamientos el dato de riqueza será útil para monitorear la evolución de la recuperación del sotobosque. Por ejemplo, luego de cinco años de los incendios ocurridos en las zonas del lago Cholila, El Turbio y Lago Puelo-Epuyén, se detectó una mayor riqueza en los bosques post-incendio que en los bosques testigo, aunque el porcentaje de endemismos fue mayor en los bosques testigo (Arre, 2021). La colonización inmediata de especies vegetales en el sotobosque es fundamental para la estabilización

de los nutrientes y para la reducción de la erosión del suelo (Neary et al., 2005; Urretavizcaya 2010). En este sentido, la cobertura del suelo, tanto vegetal como de mantillo es importante. En términos generales, la cobertura vegetal del sotobosque, que cubrió un 50% en las situaciones testigo, fue menor al 25% en las situaciones de severidad media y menor al 10% en las situaciones de severidad alta a la primera temporada de crecimiento, a lo cual además se suma la exposición del suelo desnudo, que fue de alrededor del 80% en las situaciones de severidad alta y del 30% en la severidad media, gracias a la caída de hojarasca chamuscada remanente en los árboles post-incendio en el último caso. Será importante evaluar su evolución en el tiempo. Si bien no se detectó cobertura del estrato alto, es posible que en los próximos años se desarrolle, dado el rebrote de muchas especies arbustivas y arbóreas que comenzaron a hacerlo durante la primera temporada post-incendio. En este sentido, el muestreo realizado sólo permitió brindar información cualitativa sobre la regeneración arbórea y arbustiva, la cual es relevante como línea base. Para obtener información más precisa respecto a la densidad de la regeneración, sea por semilla o rebrote, sería necesario aumentar el esfuerzo de muestreo, focalizando en este aspecto. Asimismo, debe tenerse en cuenta la época de muestreo al interpretar los datos de este informe, ya que el mismo se realizó a comienzos de la temporada de crecimiento vegetal, siendo posible que para fines de la misma haya más individuos con rebrote, tal como sugiere la mayor cobertura del estrato bajo y la presencia de un estrato alto en las parcelas de pino con severidad alta del sector Arroyo Corbata Blanca relevadas en febrero de 2022.

En este relevamiento no se registró cobertura de empastado, sin embargo, será importante monitorear este aspecto, principalmente en aquellas áreas donde se incorpore el ganado, ya que la combinación de ganado y empastado podrían afectar negativamente la potencial germinación y/o establecimiento de las especies arbóreas (Quinteros et al., 2017). Los ambientes cercanos a cursos de agua y mallines podrían ser los más susceptibles al proceso de empastado, tal como se observó luego de cinco años de los incendios ocurridos en las zonas del lago Cholila, El Turbio y Lago Puelo-Epuyén (Arre, 2021).

## REFERENCIAS

- Arre, J. (2021). Relevamiento florístico en áreas post-incendio. Área Natural Protegida “Nacientes del Río Tigre”, Reserva Provincial “Río Turbio” y Parque Provincial “El Turbio” (Provincia del Chubut)
- CIEFAP (2021) Informe preliminar de superficie afectada por los incendios “Las Golondrinas” provincia de Chubut y “El Boquete” provincias de Río Negro y Chubut. Esquel. 18 p.
- Landesmann JB, & Morales JM (2018). The importance of fire refugia in the recolonization of a fire-sensitive conifer in northern Patagonia. *Plant Ecology*, 219, 244-266.
- Neary DG, Ryan KC, & DeBano LF eds. 2005. (revisado 2008). Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol.4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 250 p
- Oksanen J., Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlenn D, Minchin PR, O’Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Szoecs E, & H Wagner (2020). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Quinteros CP, Bava JO, López Bernal PM, Gobbi ME, & Defossé GE. (2017) Competition effects of grazing-modified herbaceous vegetation on growth, survival and water relations of lenga (*Nothofagus pumilio*) seedlings in a temperate forest of Patagonia, Argentina. *Agroforest Syst* 91, 597–611.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SSByP de Chubut (2015). Programa integral de manejo y restauración de las grandes áreas afectadas por los incendios forestales de la temporada 2014-2015 en la provincia de Chubut. Ministerio de desarrollo territorial y sectores productivos de Chubut. Esquel. 140 p.
- Urretavizcaya MF (2010). Propiedades del suelo en bosques quemados de *Austrocedrus chilensis* en Patagonia, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 31, 140-149.
- Weidlich EWA, Flórido FG, Sorrini TB, & Brancalion PHS (2020) Controlling invasive plant species in ecological restoration: A global review. *Journal of applied ecology*, 57, 106-1817.
- Zuloaga FO, Morrone O, & Belgrano M. (2021). Catálogo de las plantas vasculares del cono sur. <http://www.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>

# Informe preliminar de superficie afectada por los Incendios “Las Golondrinas” provincia de Chubut y “El Boquete” provincias de Río Negro y Chubut.

Situación al 26/03/2021

Autor: Ing. Ftal. Diego Mohr Bell

Área de Geomática del CIEFAP

## Introducción

El objetivo de este informe es realizar un análisis preliminar del área total afectada por los incendios que se iniciaron entre el 07/03/2021 y el 09/03/2021 en las cercanías de las localidades de Lago Puelo, Golondrinas y El Hoyo, denominado Incendio Golondrinas, y en cercanías de la localidad de El Maitén, denominado incendio El Boquete, en las provincias de Chubut y Río Negro. Además el informe pretende realizar un análisis del total de bosque nativo quemado, tipos forestales y de cobertura del suelo afectadas y la severidad del fuego dentro del área quemada.

Cabe aclarar que por la escala del trabajo utilizada, este informe no pretende analizar las pérdidas y afectación de infraestructura y viviendas.

## Metodología

El trabajo se realizó en base a una serie de imágenes Sentinel 2 adquiridas cada 5 días a partir del 24/02/2021 hasta el 26/03/2021. El trabajo se realizó en el entorno de Google Earth Engine (GEE). Las imágenes Sentinel 2 tienen una resolución espacial de 10 m en las bandas que cubren el espectro visible e infrarrojo cercano, y de 20 m en las bandas que cubren el espectro del infrarrojo medio. Estas imágenes están disponibles en GEE horas después de su toma.

La determinación del área total afectada se realizó mediante una clasificación supervisada utilizando el algoritmo de clasificación Random Forests que también se encuentra dentro del entorno de GEE, utilizando una imagen previa al incendio (24/02/2021) y la última imagen disponible libre de nubes (26/03/2021) para asegurar tener la totalidad del área final afectada. Se utilizaron 2 clases, Quemado y Sin Quemar, empleando un total de 40 muestras para cada clase. Al resultado se le aplicó un filtro de moda con una ventana móvil de 3 x 3 píxeles para reducir el efecto sal pimienta propio de clasificaciones a nivel píxel.

El resultado fue descargado a una PC local en formato raster, el cual fue convertido a formato vectorial de polígonos. Se eliminaron de dicha capa todos los polígonos menores a 0,2 ha. Posteriormente se realizó una revisión por interpretación visual y con esto se obtuvo finalmente el perímetro del área afectada.

Una vez definida el área afectada, se intersectó con la capa vectorial de clasificación de cobertura del suelo y tipos forestales del año 2017 (Mohr Bell et. al., 2019) , en la cual además del tipo de cobertura

del suelo y tipos forestales, se cuenta con información de la categoría de Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo (OTBN). Además se consideraron las capas de pérdida de bosque nativo que se elaboran anualmente desde 2017 hasta la fecha, en el marco del monitoreo nacional de bosque nativo (SAyDS, 2019; MAyDS 2020).

Por otro lado, se realizó un análisis preliminar de severidad del fuego con la misma metodología que utilizó el CIEFAP en el análisis post fuego del incendio ocurrido en Cholila en el año 2015 (SSByP de Chubut, 2015). En dicho trabajo, luego de analizar diferentes métodos para determinar la severidad del fuego, utilizaron el NBR (Normalized Burn Ratio) de la imagen post incendio, ya que mostró mejor ajuste con observaciones realizadas en terreno. El índice NBR es el cociente normalizado que se obtiene a partir de las bandas 11 (swir 1, de 1565 a 1655 nm) y 12 (swir 2, de 2100 a 2280 nm) de Sentinel 2 mediante la siguiente fórmula:

$$\text{NBR} = (b11 - B12) / (b11 + b12)$$

En base a la experiencia del trabajo realizado en Cholila (SSByP de Chubut, 2015), se establecieron las mismas clases de severidad a partir de umbrales en los valores del NBR de la imagen post incendio (Tabla 1).

Tabla 1. Rangos de NBR utilizados para clasificar severidad del fuego

<b>NBR</b>	<b>Severidad</b>
-1 a -0,35	Fuego Severo
-0,35 a 0	Fuego Moderado
0 a 0,35	Fuego Leve
0,35 a 1	Fuego Muy Leve

Esta metodología permitió determinar diferentes intensidades de fuego dentro del área total afectada, ya que el fuego en lugares fue leve, es decir no se quema la totalidad de la vegetación y en otros fue severo, quemando la totalidad de la vegetación y suelo existentes. Esta determinación es importante para los trabajos posteriores de restauración.

## Resultados

Ambos incendios ocurrieron prácticamente en simultáneo. El incendio denominado El Boquete, originado al noroeste de El Maitén el 07/03/2021 (Secretaría de Bosques de Chubut), afectó la zona comprendida entre la Ruta Provincial número 6, aproximadamente 6 km al Este del cruce del Río Ternero al Oeste y las cercanías de la localidad de El Maitén hacia el Este. El incendio denominado Golondrinas, se inició el 09/03/2021 (Secretaría de Bosques de Chubut) en las cercanías de Golondrinas, Lago Puelo, y afectó la zona comprendida entre de Cerro Radal y las Golondrinas al Oeste, El Hoyo, y las rutas Provincial 70 y ex Nacional 40 que une la localidad de El Maitén con la actual Ruta Nacional 40 hacia el Este (Figura 1).



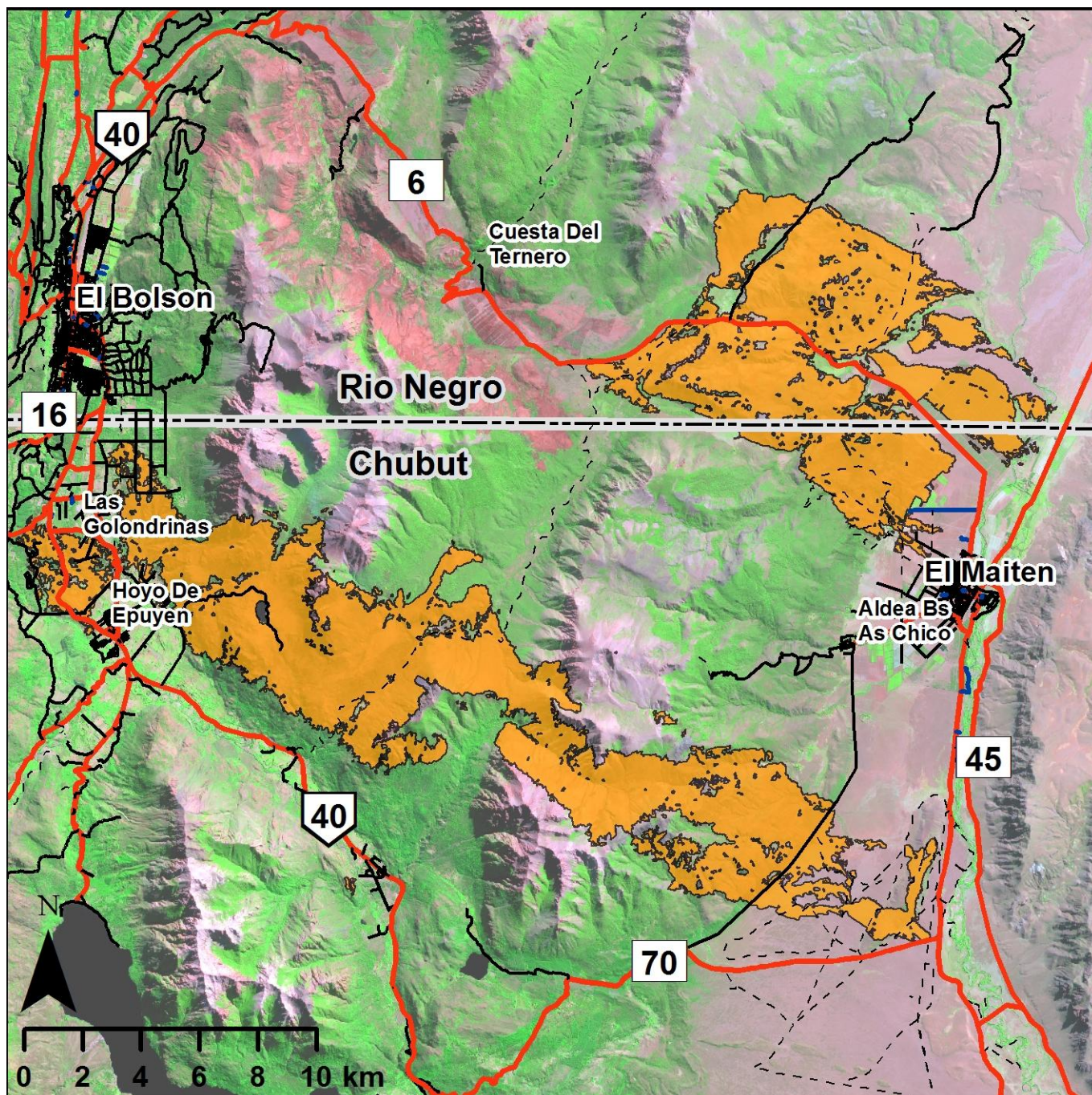
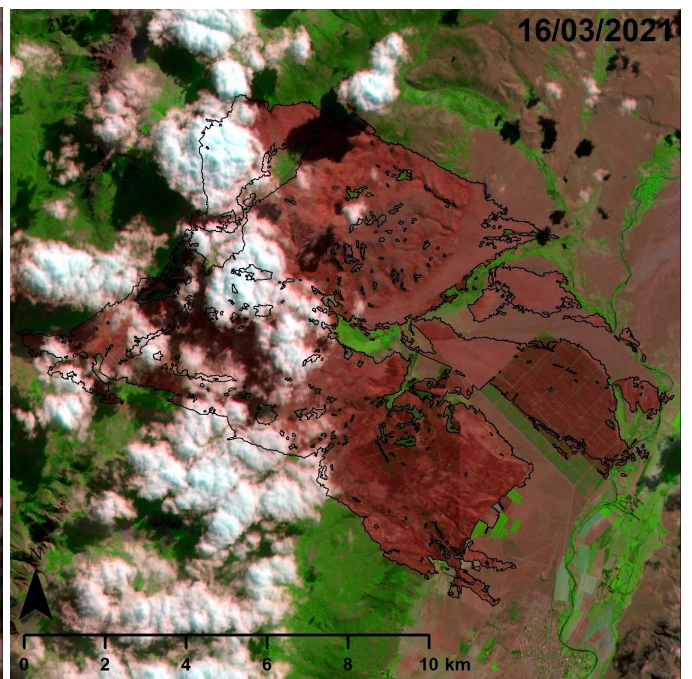
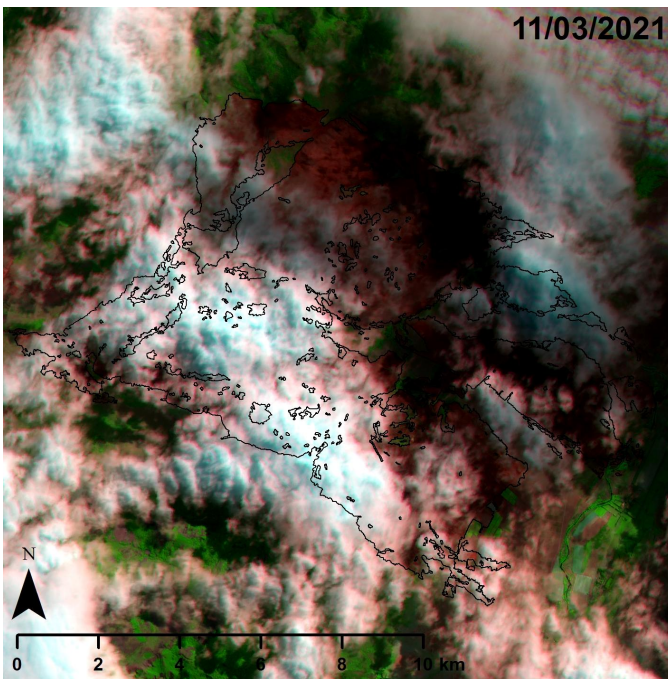
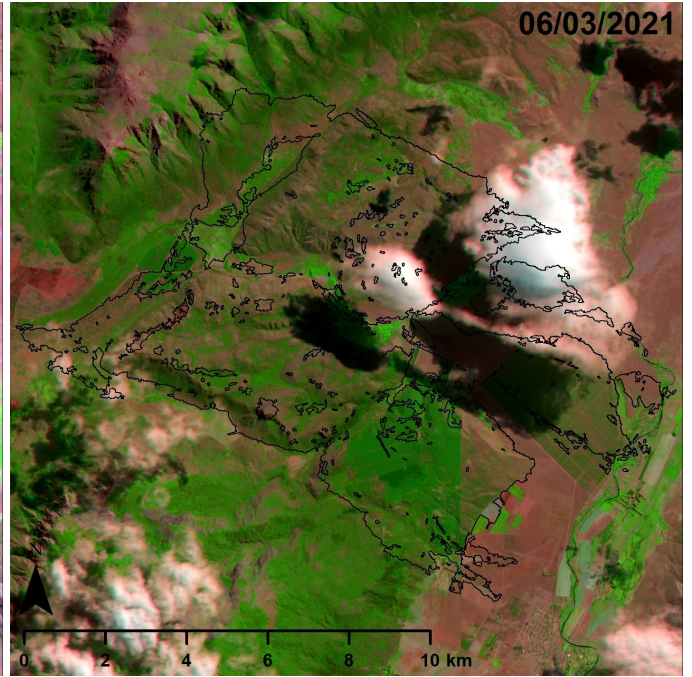
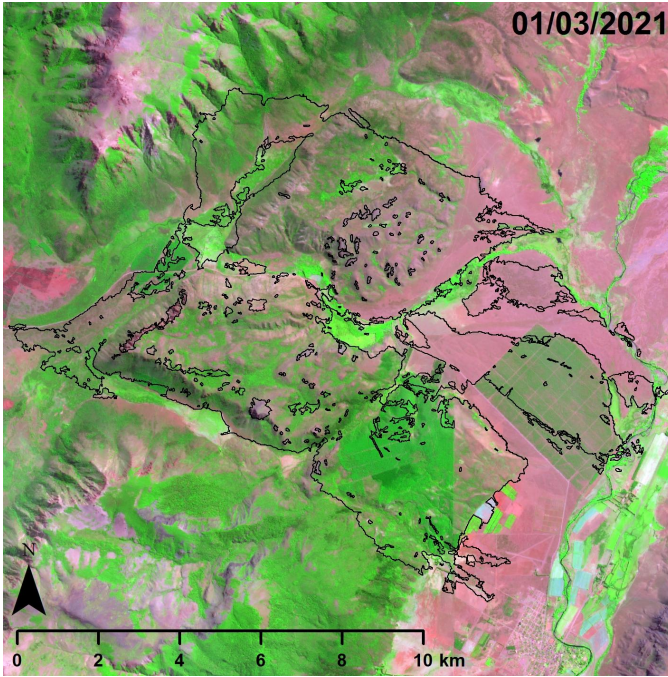


Figura 1. Ubicación de las áreas afectadas por los incendios, indicadas en color naranja. Fuente: imagen satelital Sentinel 2, Misión Copérnico, ESA.

Fueron afectados diferentes tipos de cobertura del suelo entre ellos diferentes tipos de bosque nativo como así también plantaciones de pino e infraestructura.

### Incendio El Boquete

Este incendio se desarrolló en poco tiempo, por lo que la serie de imágenes Sentinel 2 utilizada, con una resolución temporal de 5 días, no permite hacer un seguimiento de su evolución. No obstante se observó que a partir del 11/03 no ocurrieron mayores variaciones en su perímetro (Figura 2).



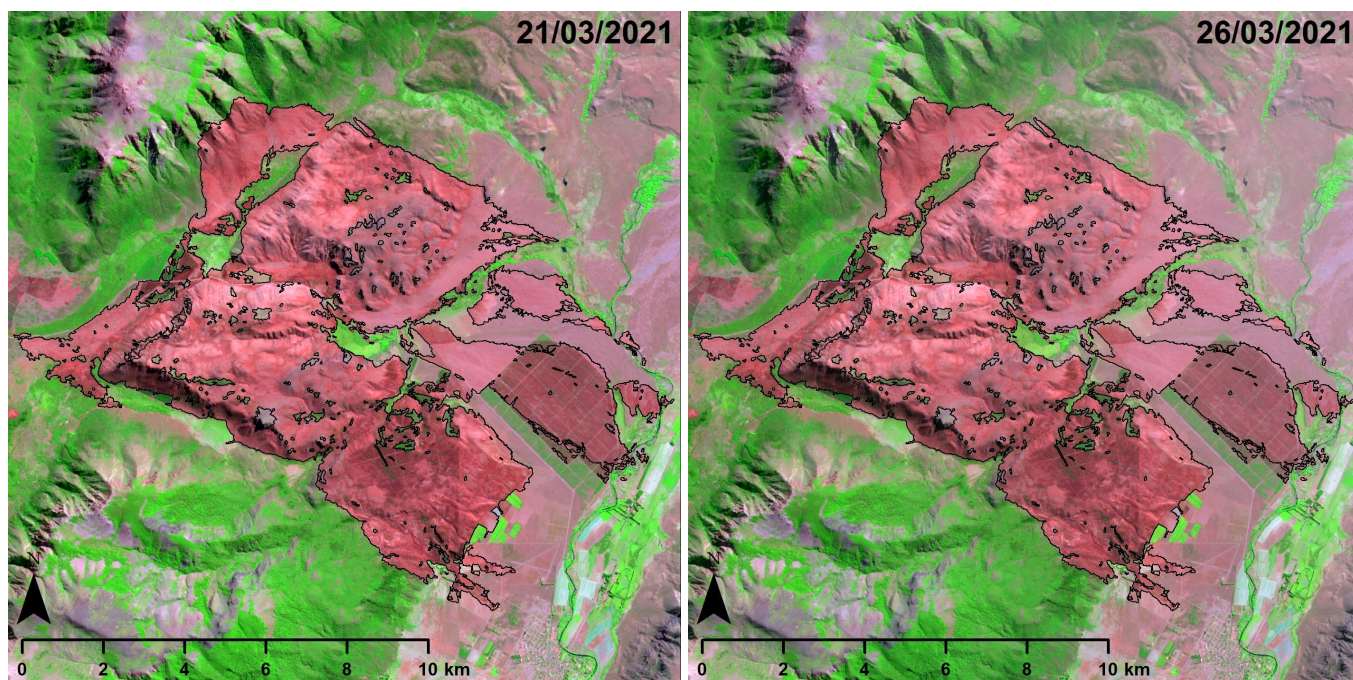


Figura 2. Imágenes Sentinel 2 obtenidas cada 5 días. Fuente imágenes: Misión Copérnico, ESA. Se muestra en negro el área total final afectada.

La superficie total quemada fue levemente superior a 7.500 ha y se afectaron un total de 2.240 ha de bosque nativo y 1.220 ha de forestaciones, correspondientes a plantaciones de pino (Figuras 3 y 4, Tabla 2). La superficie restante corresponde principalmente a estepa con formaciones de especies herbáceas y subarbustivas. De la superficie total de bosque nativo afectada, 31 ha fueron de categoría I de conservación del OTBN, 1.908 de categoría II y 290 de categoría III (Tabla 3).

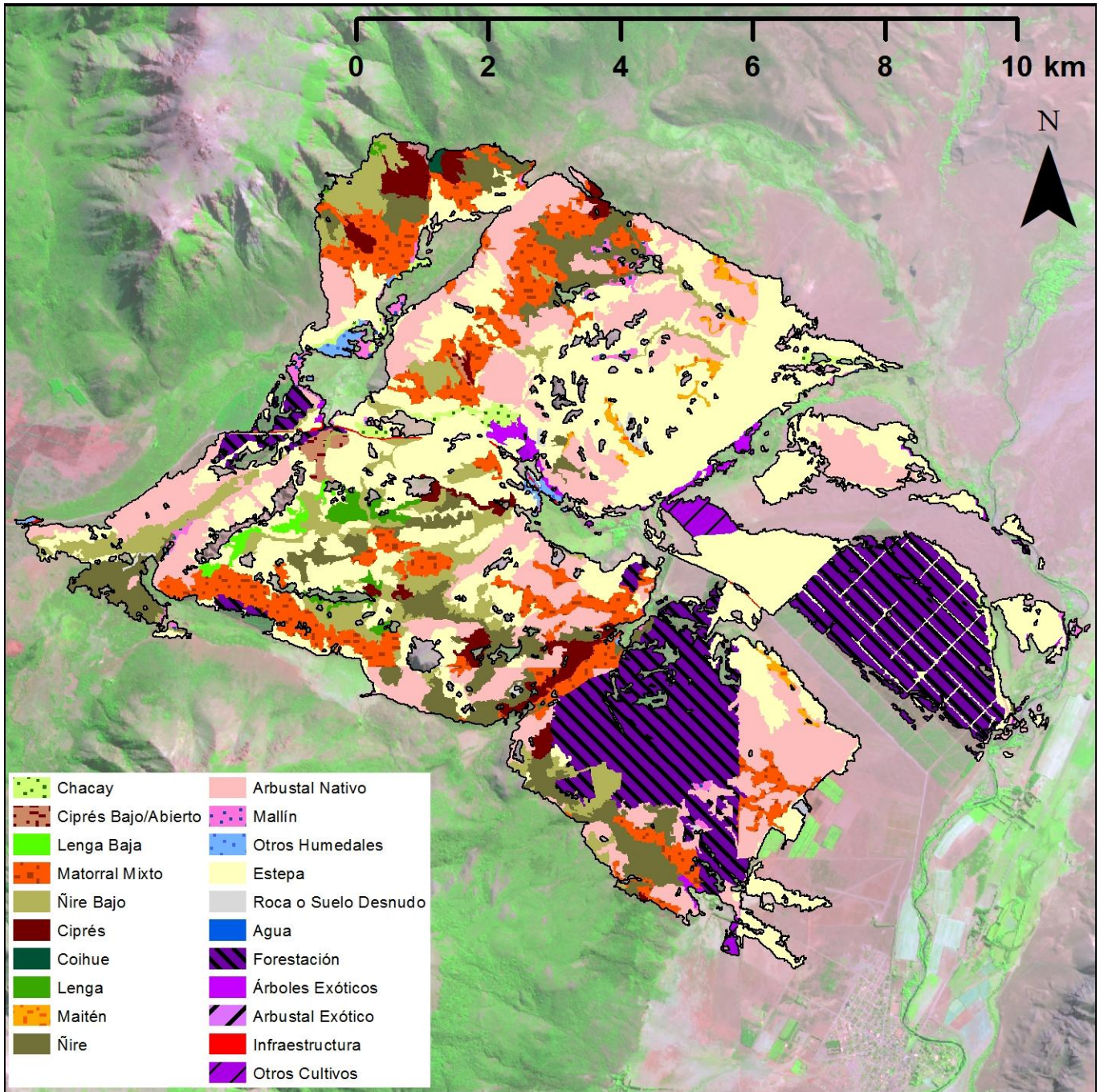


Figura 3. Tipos de cobertura del suelo afectadas al Nivel 2 de la leyenda. Las abreviaturas pueden consultarse en la Tabla 1. Fuente imagen Sentinel 2: Misión Copérnico, ESA.

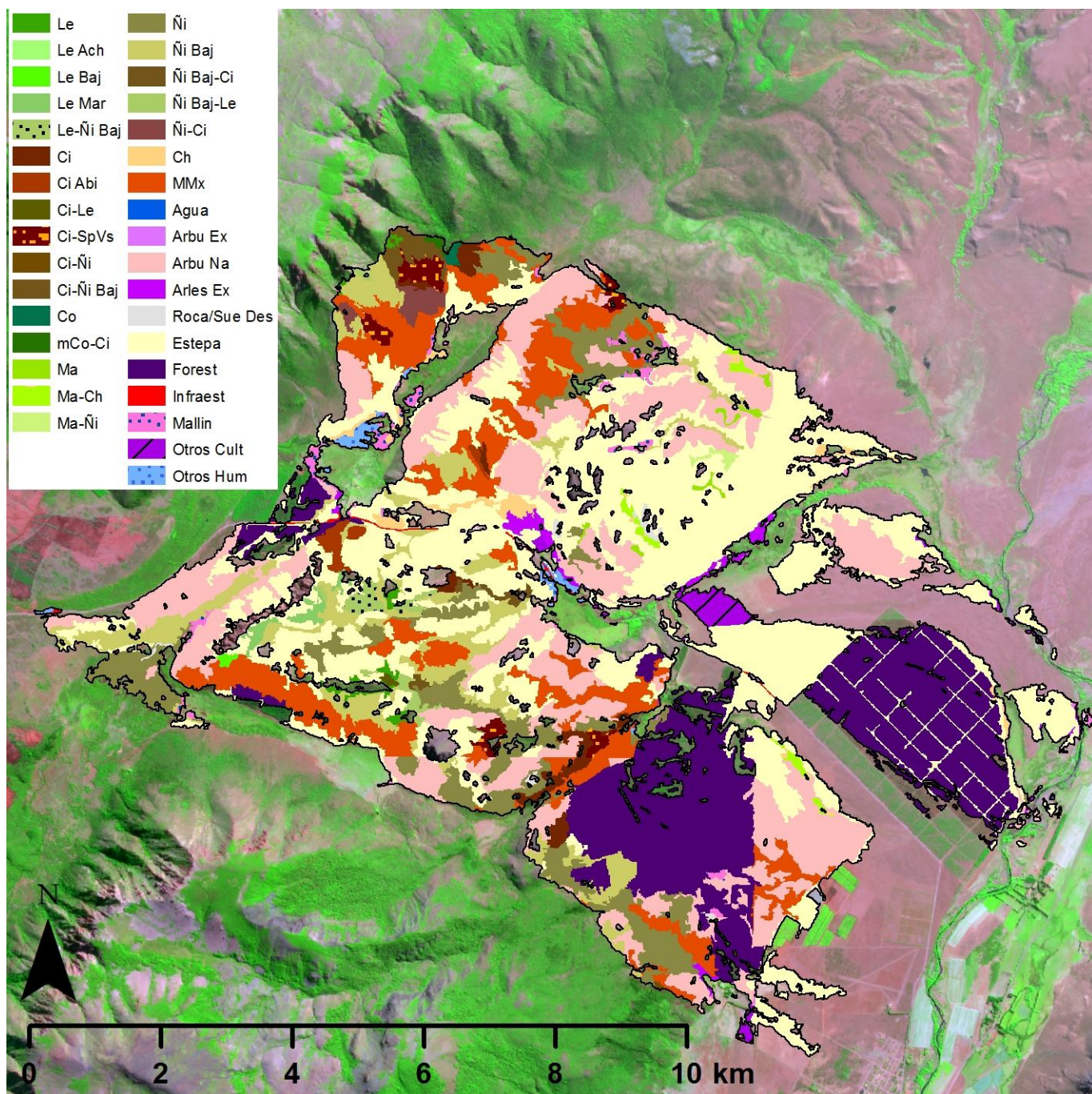


Figura 4. Tipos de cobertura del suelo afectadas al Nivel 3 de la leyenda. Las abreviaturas pueden consultarse en la Tabla 1. Fuente imagen Sentinel 2: Misión Copérnico, ESA.

Tabla 2. Tipos de cobertura del suelo afectados y Superficie según la Leyenda al Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3 de la clasificación de cobertura del suelo actualizada al año 2017. Ver definiciones en CIEFAP y MAdS, 2016.

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Clase	Superficie N1 (ha)	Clase	Superficie N2 (ha)	Clase	Superficie N3 (ha)
Tierras Forestales (TF)	862,69	Ñire (Ñi)	180,08	Ñire (Ñi)	531,54
				Ñire-Ciprés (Ñi-Ci)	35,41
		Ciprés (Ci)		Ciprés (Ci)	76,64
				Ciprés-Ñire (Ci-Ñi)	1,28
				Ciprés-Ñire Bajo (Ci-Ñi Baj)	24,86
				Ciprés-Lenga (Ci-Le)	3,38

			Ciprés-Especies Varias (Ci-SpVs)	73,91	
		Coihue (Co)	5,92	Coihue (Co)	5,92
		Lenga (Le)	53,90	Lenga (Le)	25,78
				Lenga-Ñire Bajo (Le-Ñi Baj)	28,12
		Maitén (Ma)	51,68	Maitén (Ma)	14,09
				Maitén-Ñire (Ma-Ñi)	7,54
			Maitén-Chacay (Ma-Ch)	30,04	
		Mixto (Mx)	4,15	Mixto Coihue-Ciprés (mCo-Ci)	4,15
Otras Formaciones Leñosas (OFL)	2.724,83	Ñire (Ñi)	494,72	Ñire Bajo (Ñi Baj)	447,51
				Ñire Bajo-Ciprés (Ñi Baj-Ci)	26,01
				Ñire Bajo-Lenga (Ñi Baj-Le)	21,20
		Arbustal Nativo (Arbu Na)	1.349,58	Arbustal Nativo (Arbu Na)	1.349,58
		Chacay (Ch)	59,91	Chacay (Ch)	59,91
		Ciprés (Ci)	29,16	Ciprés Abierto (Ci Abi)	29,16
		Lenga (Le)	29,80	Lenga Achaparrada (Le Ach)	0,11
				Lenga Baja (Le Baj)	4,38
				Lenga Marginal (Le Mar)	25,31
		Matorral Mixto (MMx)	761,65	Matorral Mixto (MMx)	761,65
Otras Tierras (OT)	3.963,13	Agua	0,57	Agua	0,57
		Roca o Suelo Desnudo	19,33	Roca o Suelo Desnudo	19,33
		Exótico-Artificial (Exot-Artif)	1.343,54	Arbustal Exótico (Arbu Ex)	0,60
				Arboles Exóticos (Arles Ex)	57,17
				Forestaciones (Forest)	1.220,70
				Infraestructura (Infraest)	10,26
				Otros Cultivos (Otros Cult)	54,81
		Herbaceo-Subarbustivo (Herb-Subarb)	2.491,63	Estepa	2.491,63
		Humedales	108,07	Mallin	77,80
Otros Humedales (Otros Hum)	30,27				
Total	7.550,65		7.550,65		7.550,65

Tabla 3. Categorías del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) afectadas por el incendio. No bosque corresponde a superficies cubiertas por Arbustal Nativo y/o a diferencias entre la zonificación del OTBN y la cobertura de bosque elaborada por la Dirección Nacional de Bosques (DNB), es decir son áreas que fueron zonificadas en el OTBN pero que no se registran bosques con las imágenes satelitales empleadas. Sin categoría también se debe a diferencias entre OTBN y cobertura de bosque nativo elaborada por la DNB, y son áreas donde se registra bosque nativo pero no están dentro del OTBN. Las provincias y la Nación acordaron definiciones y metodologías para unificar criterios de mapeo, las cuales fueron aprobadas a través de la Res. 230 del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y sobre las cuales se encuentra avanzando en el marco de la actualización de los OTBN.

Categoría de conservación	Bosque/No Bosque	Superficie (ha)
I (alto valor de conservación)	B	31,14
	NB	44,80
II (mediano valor de conservación)	B	1.908,09
	NB	2.664,94
III (bajo valor de conservación)	B	290,29
	NB	2.069,06
Sin Categoría	B	8,41
	NB	533,92

Total	7.550,65
-------	----------

Respecto a la severidad del fuego en el área afectada, el 26 % corresponden a Fuego Severo, 72 % a Fuego Moderado y 2 % a Fuego Leve (Figura 5 y Tabla 4). Aproximadamente la mitad del área afectada por fuego severo se encontró sobre pendientes de entre 3 y 10 grados, mientras el área afectada por fuego moderado cubrió principalmente pendientes menores a 25 grados (Tabla 5). Las áreas donde el fuego fue severo estaban cubiertas por bosque de Forestaciones de pino en primer lugar, Ñire en segundo, Arbustal Nativo en tercero y Matorral Mixto en cuarto, mientras que donde fue moderado afectó Arbustal Nativo en primer lugar, Forestaciones en segundo, Ñire en tercero y Matorral Mixto en cuarto, considerando tipos de cobertura con especies leñosas (Tabla 6).

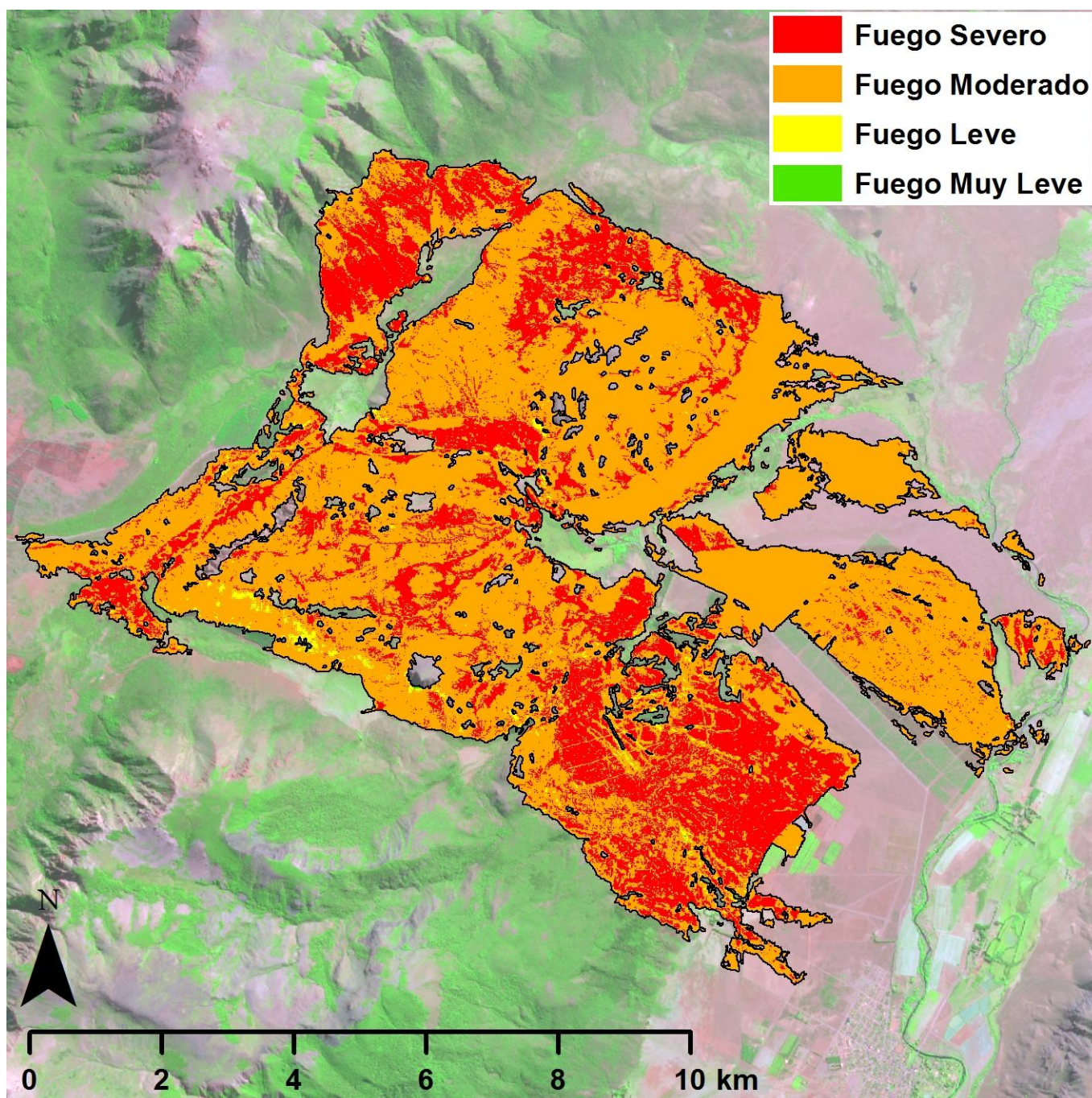


Figura 5. Severidad del fuego en base a valores de NBR de la imagen post incendio. Fuente imagen Sentinel 2: Misión Copérnico, ESA.

Tabla 4. Superficie por clase de severidad

Severidad del Fuego	Superficie (ha)	%
Severo	2.000,68	26,50
Moderado	5.453,78	72,23
Leve	94,50	1,25
Muy Leve	1,69	0,02
<b>Total</b>	<b>7.550,65</b>	<b>100,00</b>

Tabla 5. Superficies afectadas según clase de pendiente en grados y severidad del fuego.

Clase de Pendiente (°)	Severidad del Fuego				Total	
	Severo	Moderado	Leve	Muy Leve	ha	%
I (0 a 3)	468,09	1.889,19	22,29	0,23	2.379,79	31,52
II (3 a 10)	958,69	1.391,48	20,22	0,29	2.370,68	31,40
III (10 a 25)	524,29	1.571,09	20,23	0,25	2.115,86	28,02
IV (25 a 45)	49,44	593,95	31,70	0,91	675,99	8,95
V (> 45)	0,17	8,08	0,08		8,33	0,11
<b>Total</b>	<b>2.000,68</b>	<b>5.453,78</b>	<b>94,50</b>	<b>1,69</b>	<b>7.550,65</b>	<b>100,00</b>

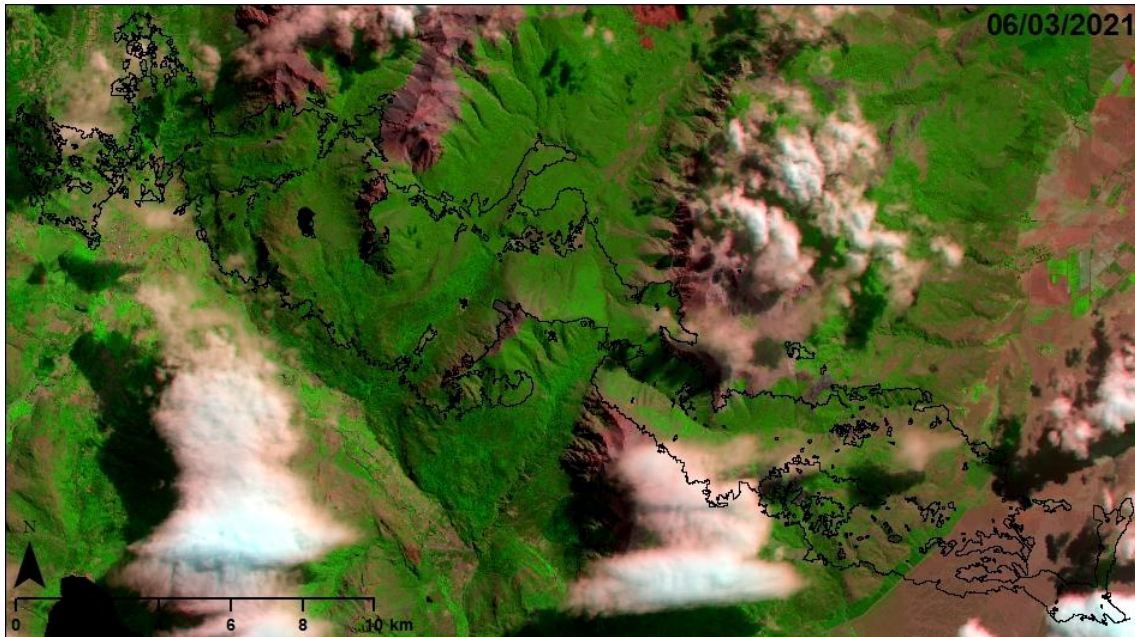
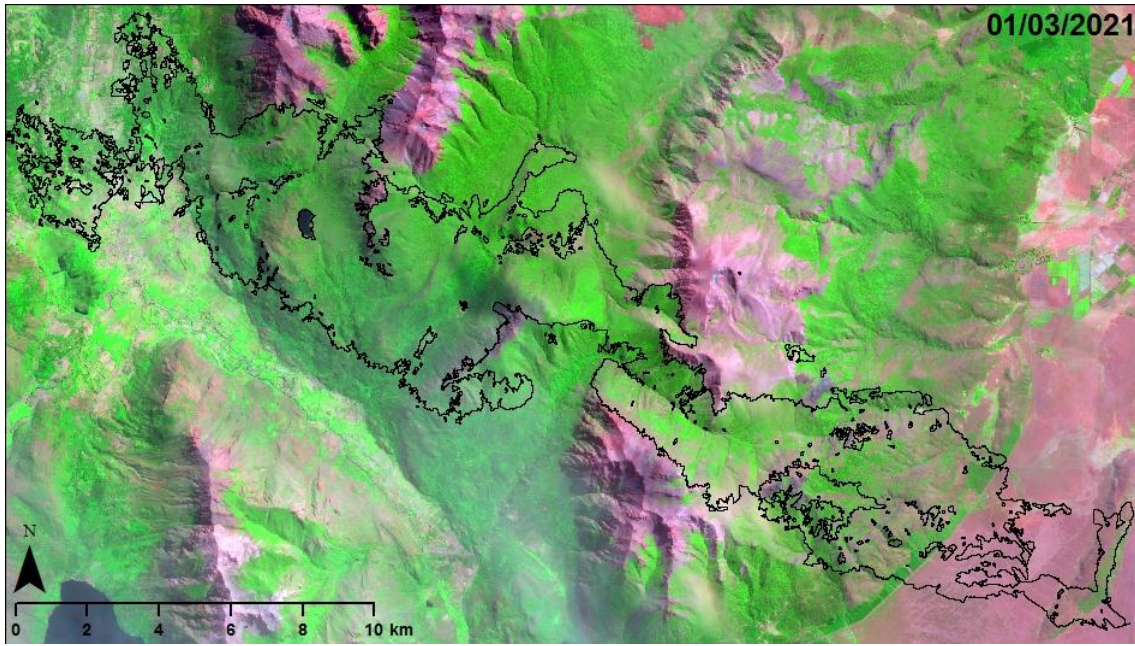
Tabla 6. Superficies afectadas según clase de cobertura del suelo al Nivel 2 de la leyenda y severidad del fuego.

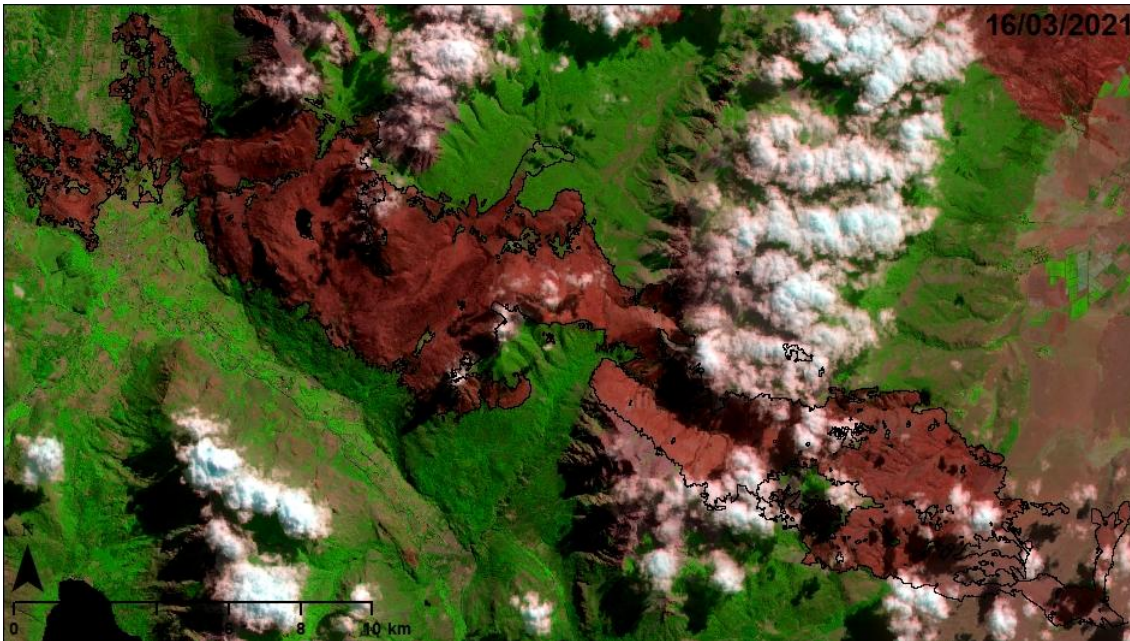
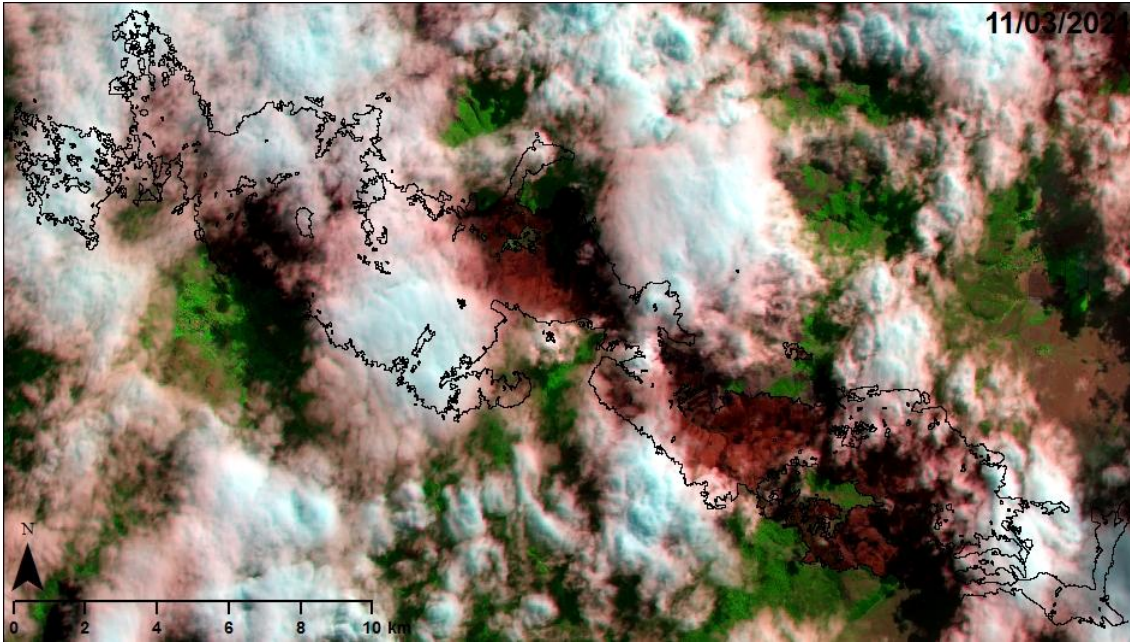
Clase de Cobertura del suelo (Nivel 2)	Severidad del Fuego				Total	%
	Severo	Moderado	Leve	Muy Leve		
Ñire (Ñi)	409,99	643,76	7,81	0,11	1.061,67	14,06
Agua	0,03	0,39	0,15		0,57	0,01
Arbustal Nativo (Arbu Na)	378,98	962,64	7,74	0,22	1.349,58	17,87
Chacay (Ch)	32,33	27,00	0,58	0,01	59,91	0,79
Ciprés (Ci)	91,46	114,74	3,04		209,24	2,77
Coihue (Co)	3,78	2,01	0,13		5,92	0,08
Roca o Suelo Desnudo	1,90	17,06	0,37		19,33	0,26
Exótico-Artificial (Exot-Artif)	427,45	879,43	36,18	0,48	1.343,54	17,79
Herbáceo-Subarbustivo (Herb-Subarb)	226,50	2.256,45	8,28	0,40	2.491,63	33,00
Humedales	35,83	69,80	2,43		108,07	1,43
Lenga (Le)	18,94	61,63	2,82	0,30	83,70	1,11
Maitén (Ma)	24,43	26,42	0,82		51,68	0,68
Matorral Mixto (MMx)	346,48	391,01	24,00	0,17	761,65	10,09
Mixto (Mx)	2,58	1,44	0,14		4,15	0,06
<b>Total</b>	<b>2.000,68</b>	<b>5.453,78</b>	<b>94,50</b>	<b>1,69</b>	<b>7.550,65</b>	<b>100,00</b>

## Incendio Golondrinas.

Este incendio también se desarrolló en poco tiempo, por lo que la serie de imágenes Sentinel 2 utilizada, con una resolución temporal de 5 días, no permite hacer un seguimiento de su evolución. No obstante se observó que a partir del 11/03 no ocurrieron mayores variaciones en su perímetro. En las imágenes del 21/03 y 26/03 se observan algunos focos activos que hasta que no produjeron cambios significativos en el perímetro que representa el área totalmente quemada (Figura 6).







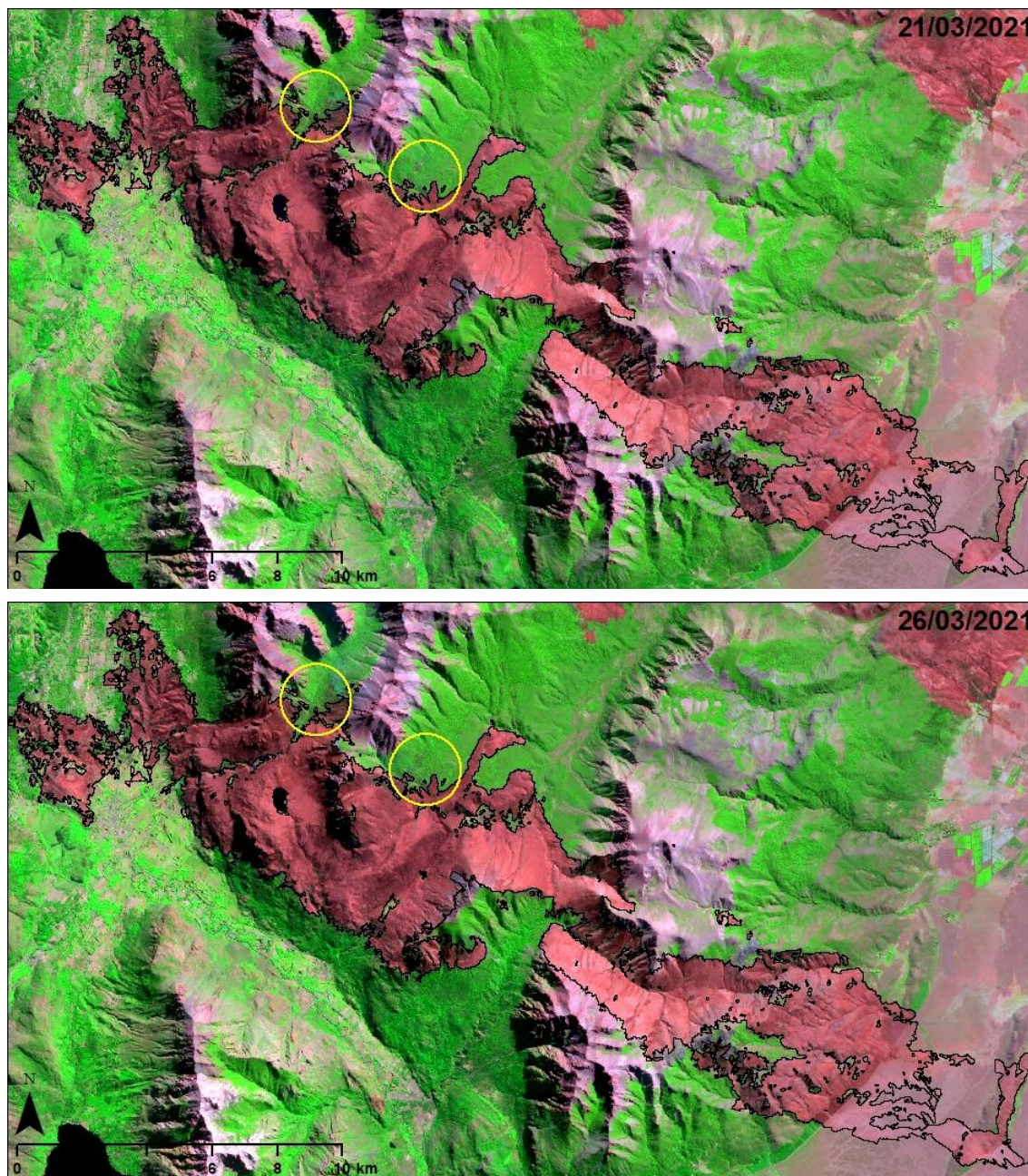


Figura 6. Imágenes Sentinel 2 obtenidas cada 5 días. Fuente imágenes: Misión Copérnico, ESA. Se muestra en negro el área total final afectada. En las últimas dos imágenes se muestran con círculos amarillos las zonas con focos activos al 21/03 y 26/03.

La superficie total quemada fue de casi 11.000 ha y se afectaron un total de 7.100 ha de bosque nativo y 460 ha de forestaciones, correspondientes a plantaciones de pino (Figuras 7 y 8, Tabla 7). De la superficie total de bosque nativo afectada, 3.900 ha fueron de categoría I de conservación del OTBN, 2.970 de categoría II y 172 de categoría III (Tabla 8).

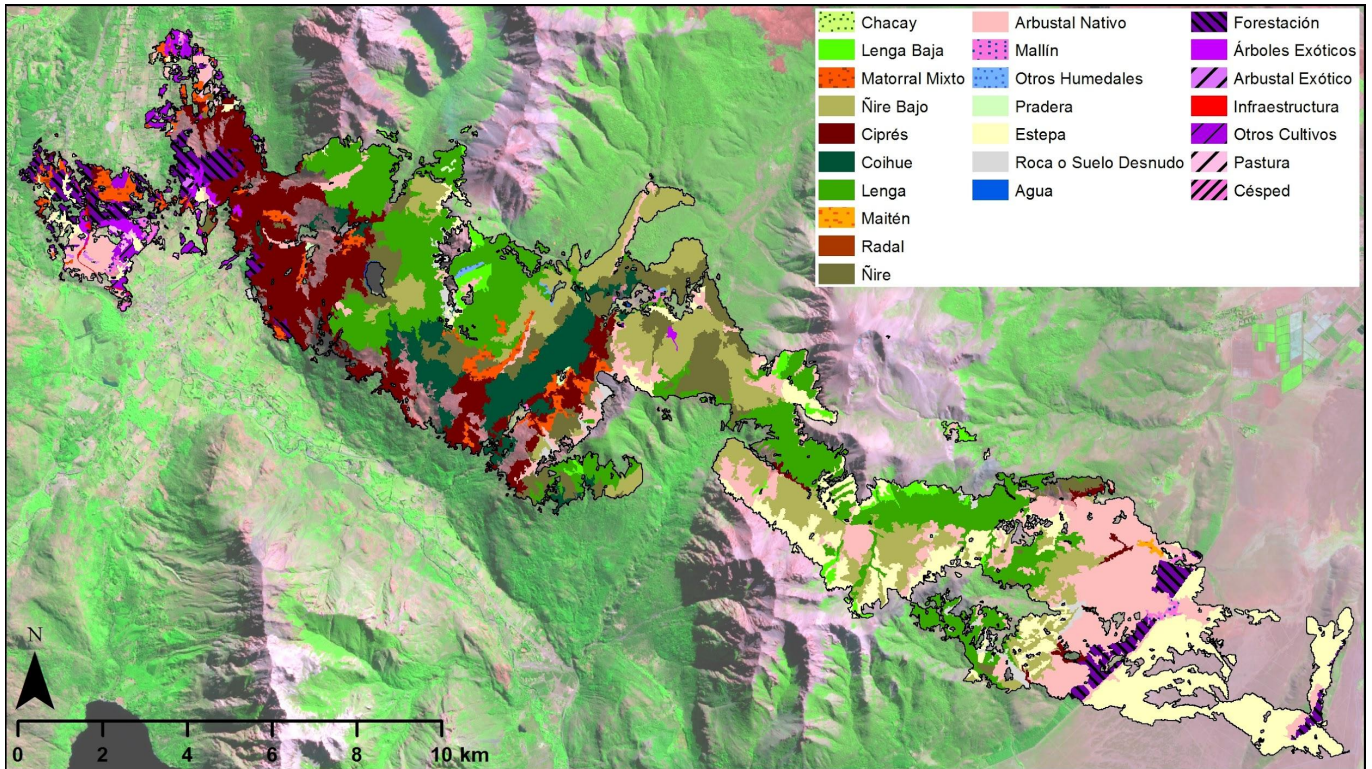


Figura 7. Tipos de cobertura del suelo afectadas al Nivel 2 de la leyenda. Las abreviaturas pueden consultarse en la Tabla 1. Fuente imagen Sentinel 2: Misión Copérnico, ESA.

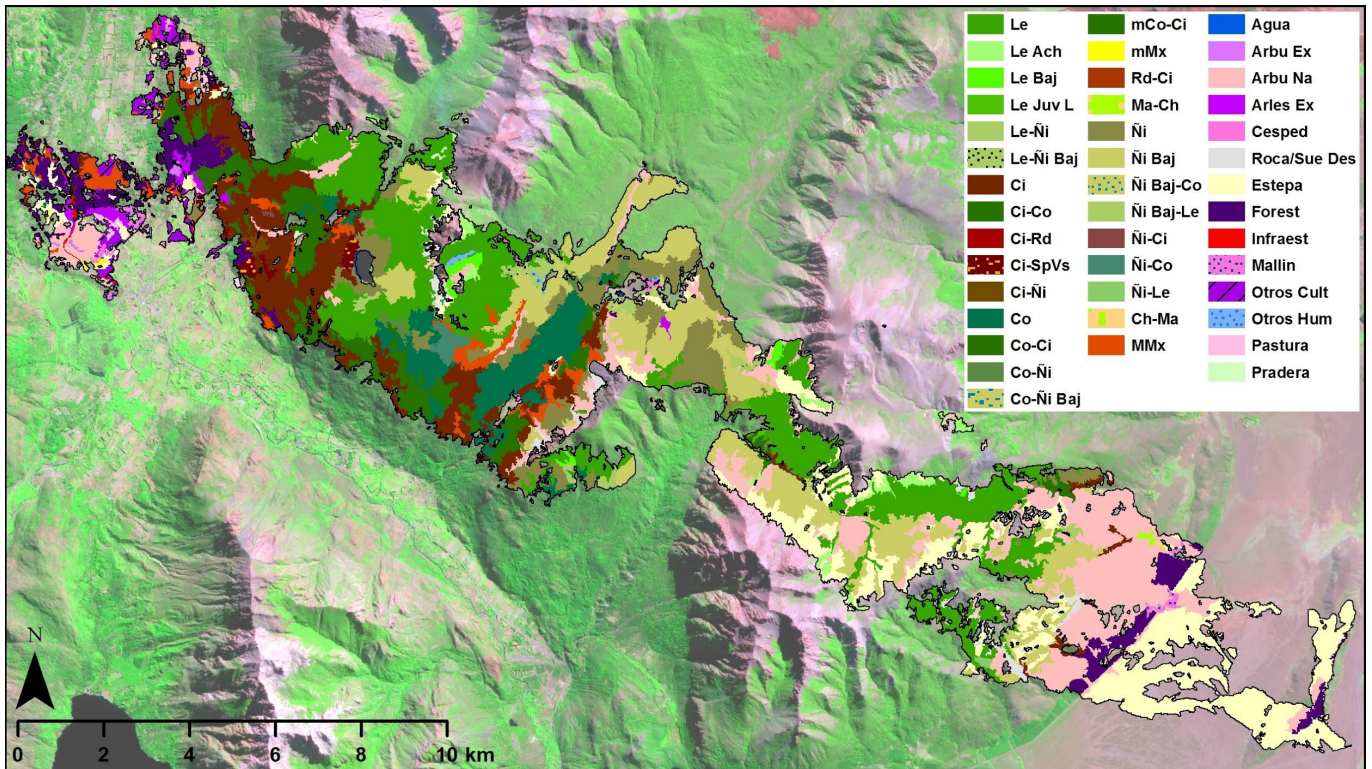


Figura 8. Tipos de cobertura del suelo afectadas al Nivel 3 de la leyenda. Las abreviaturas pueden consultarse en la Tabla 1. Fuente imagen Sentinel 2: Misión Copérnico, ESA.

Tabla 7. Tipos de cobertura del suelo afectados y Superficie según la Leyenda al Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3 de la clasificación de cobertura del suelo actualizada al año 2017. Ver definiciones en CIEFAP y MayDS, 2016.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
---------	---------	---------

Clase	Superficie N1 (ha)	Clase	Superficie N2 (ha)	Clase	Superficie N3 (ha)
Tierras Forestales (TF)	5.253,02	Ñire (Ñi)	802,55	Ñire (Ñi)	745,78
				Ñire-Ciprés (Ñi-Ci)	3,17
				Ñire-Coihue (Ñi-Co)	44,79
				Ñire-Lenga (Ñi-Le)	8,81
		Ciprés (Ci)	1.212,04	Ciprés (Ci)	992,26
				Ciprés-Ñire (Ci-Ñi)	13,98
				Ciprés-Coihue (Ci-Co)	138,68
				Ciprés-Radal (Ci-Rd)	0,07
				Ciprés-Especies Varias (Ci-SpVs)	67,05
		Coihue (Co)	565,00	Coihue (Co)	509,98
				Coihue-Ñire (Co-Ñi)	46,96
				Coihue-Ñire Bajo (Co-Ñi Baj)	4,48
				Coihue-Ciprés (Co-Ci)	3,57
		Lenga (Le)	2.110,53	Lenga (Le)	2.036,43
				Lenga Juvenil Latizal (Le Juv L)	14,05
				Lenga-Ñire (Le-Ñi)	31,25
				Lenga-Ñire Bajo (Le-Ñi Baj)	28,81
Maitén (Ma)	9,72	Maitén-Chacay (Ma-Ch)	9,72		
Mixto (Mx)	551,81	Mixto Coihue-Ciprés (mCo-Ci)	544,73		
		Mixto (mMx)	7,08		
Radal (Rd)	1,37	Radal-Ciprés (Rd-Ci)	1,37		
Otras Formaciones Leñosas (OFL)	3.275,00	Ñire (Ñi)	1.408,82	Ñire Bajo (Ñi Baj)	1.339,52
				Ñire Bajo-Coihue (Ñi Baj-Co)	4,40
				Ñire Bajo-Lenga (Ñi Baj-Le)	64,90
		Arbustal Nativo (Arbu Na)	1.415,69	Arbustal Nativo (Arbu Na)	1.415,69
		Chacay (Ch)	0,15	Chacay-Maitén (Ch-Ma)	0,15
		Lenga (Le)	154,42	Lenga Achaparrada (Le Ach)	104,77
				Lenga Baja (Le Baj)	49,65
Matorral Mixto (MMx)	295,92	Matorral Mixto (MMx)	295,92		
Otras Tierras (OT)	2.422,03	Agua	5,45	Agua	5,45
		Roca o Suelo Desnudo	148,66	Roca o Suelo Desnudo	148,66
		Exótico-Artificial (Exot-Artif)	737,59	Arbustal Exótico (Arbu Ex)	9,60
				Arboles Exóticos (Arles Ex)	114,56
				Césped	0,01
				Forestaciones (Forest)	461,06
				Infraestructura (Infraest)	16,67
				Otros Cultivos (Otros Cult)	102,72
				Pastura	32,97
		Herbaceo-Subarbustivo (Herb-Subarb)	1.449,42	Estepa	1.429,75
				Pradera	19,67
Humedales	80,91	Mallin	65,64		
		Otros Humedales (Otros Hum)	15,27		
Total	10.950,05		10.950,05		10.950,05

Tabla 8. Categorías del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) afectadas por el incendio. No bosque corresponde a superficies cubiertas por Arbustal Nativo y/o a diferencias entre la zonificación del OTBN y la cobertura de bosque elaborada por la Dirección Nacional de Bosques (DNB), es decir son áreas que fueron zonificadas en el OTBN pero que no se registran bosques con las imágenes satelitales empleadas. Sin categoría también se debe a diferencias entre OTBN y cobertura de bosque nativo elaborada por la DNB, y son áreas donde se registra bosque nativo pero no están dentro del OTBN. Las provincias y la Nación acordaron definiciones y metodologías para unificar criterios de mapeo, las cuales fueron aprobadas a través de la Res. 230 del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y sobre las cuales se encuentra avanzando en el marco de la actualización de los OTBN.

Categoría de conservación	Bosque/No Bosque	Superficie (ha)
I (alto valor de conservación)	Bosque	3.901,47
	No Bosque	1.476,54
II (mediano valor de conservación)	Bosque	2.971,63
	No Bosque	572,56
III (bajo valor de conservación)	Bosque	172,44
	No Bosque	476,92
Sin Categoría	Bosque	66,79
	No Bosque	1.311,70
Total		10.950,05

Respecto a la severidad del fuego en el área afectada, el 34 % corresponden a Fuego Severo, 60 % a Fuego Moderado y 5 % a Fuego Leve (Figura 9 y Tabla 4). Aproximadamente la mitad del área afectada por fuego severo se encontró sobre pendientes de entre 10 y 25 grados, como así también el área afectada por fuego moderado (Tabla 5). Las áreas donde el fuego fue severo estaban cubiertas por bosque de Ñire en primer lugar, Lengua en segundo, Arbustal Nativo en tercero y Ciprés en cuarto, mientras que donde fue moderado afectó bosques de Lengua en primer lugar, Arbustal Nativo en segundo, Ñire en tercero, y Ciprés en cuarto, considerando tipos de cobertura del suelo leñosas (Tabla 6).

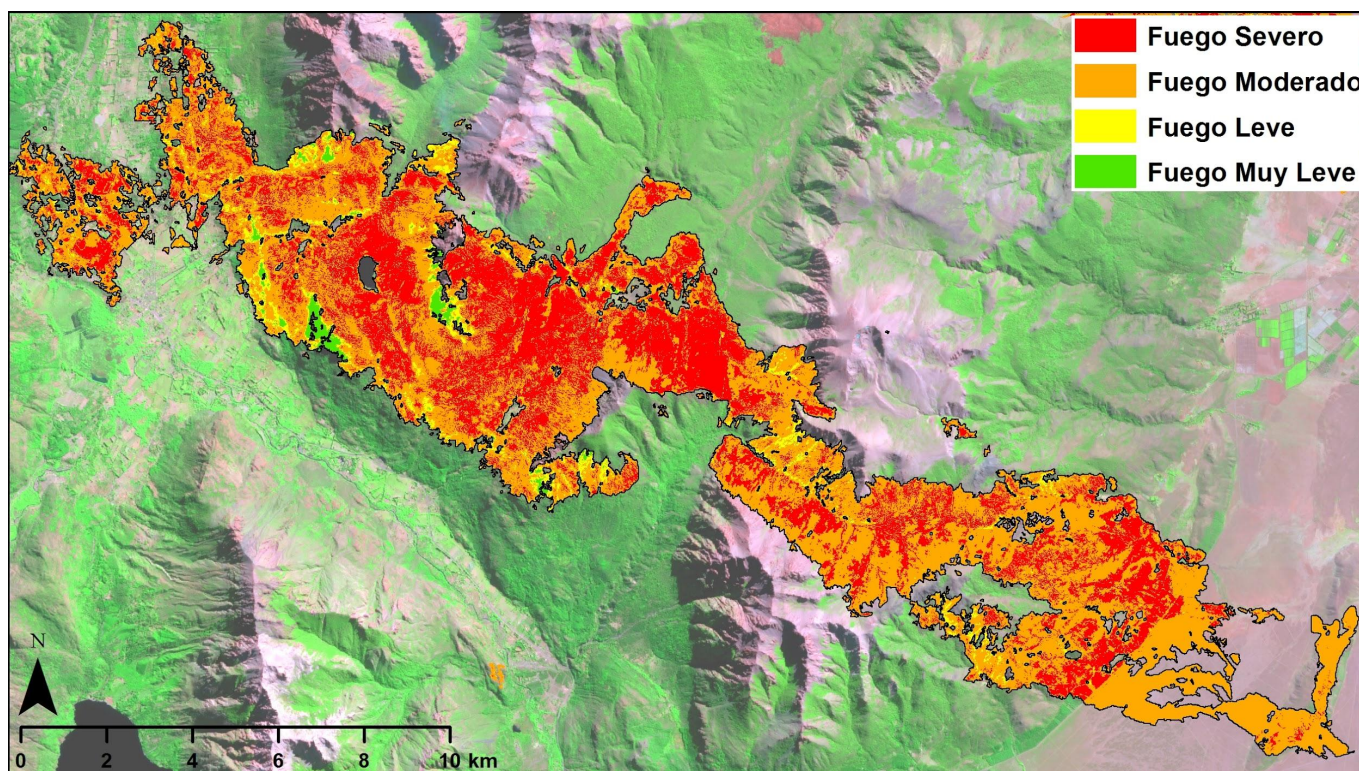


Figura 9. Severidad del fuego en base a valores de NBR de la imagen post incendio. Fuente imagen Sentinel 2: Misión Copérnico, ESA.

Tabla 9. Superficie por clase de severidad

Severidad del Fuego	Superficie (ha)	%
Severo	3.674,45	33,56
Moderado	6.576,72	60,06
Leve	566,10	5,17
Muy Leve	132,77	1,21
<b>Total</b>	<b>10.950,05</b>	<b>100,00</b>

Tabla 10. Superficies afectadas según clase de pendiente en grados y severidad del fuego.

Clase de Pendiente (°)	Severidad del Fuego				Total	
	Severo	Moderado	Leve	Muy Leve	ha	%
I (0 a 3)	160,07	772,83	8,09	0,11	941,10	8,59
II (3 a 10)	879,15	1079,26	45,33	0,33	2.004,07	18,30
III (10 a 25)	2.129,29	3.170,94	222,21	17,67	5.540,10	50,59
IV (25 a 45)	503,06	1.539,23	278,78	90,38	2.411,45	22,02
V (> 45)	2,88	14,46	11,70	24,28	53,32	0,49
<b>Total</b>	<b>3.674,45</b>	<b>6.576,72</b>	<b>566,10</b>	<b>132,77</b>	<b>10.950,05</b>	<b>100,00</b>

Tabla 11. Superficies afectadas según clase de cobertura del suelo al Nivel 2 de la leyenda y severidad del fuego.

Clase de Cobertura del suelo (Nivel 2)	Severidad del Fuego				Total	%
	Severo	Moderado	Leve	Muy Leve		
Ñire (Ñi)	1.242,25	932,32	31,61	5,21	2.211,38	20,20
Agua	0,81	3,68	0,82	0,14	5,45	0,05
Arbustal Nativo (Arbu Na)	434,40	952,72	26,39	2,17	1415,69	12,93
Chacay (Ch)		0,15			0,15	0,00
Ciprés (Ci)	397,65	666,28	107,91	40,19	1.212,04	11,07
Coihue (Co)	253,19	281,21	27,60	2,99	565,00	5,16
Roca o Suelo Desnudo	7,04	111,80	18,07	11,74	148,66	1,36
Exótico-Artificial (Exot-Artif)	203,67	475,05	56,06	2,80	737,59	6,74
Herbaceo-Subarbustivo (Herb-Subarb)	73,52	1.354,95	15,78	5,17	1.449,42	13,24
Humedales	33,49	45,42	1,99	0,01	80,91	0,74
Lenga (Le)	753,87	1.265,41	211,75	33,91	2.264,95	20,68
Maitén (Ma)	7,67	1,98	0,07		9,72	0,09
Matorral Mixto (MMx)	131,69	150,60	13,29	0,33	295,92	2,70
Mixto (Mx)	135,18	334,10	54,43	28,10	551,81	5,04
Radal (Rd)	0,01	1,03	0,33		1,37	0,01
<b>Total</b>	<b>3.674,45</b>	<b>6.576,72</b>	<b>566,10</b>	<b>132,77</b>	<b>1.095,05</b>	<b>100,00</b>

## Bibliografía

- CIEFAP, MAyDS, 2016. Actualización de la Clasificación de Tipos Forestales y Cobertura del Suelo de la Región Bosque Andino Patagónico. Informe Final. CIEFAP. Esquel. Chubut. 111 pp.  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe\\_final\\_ccs\\_bap\\_20160712.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_final_ccs_bap_20160712.pdf)
- MAyDS, 2020. Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la Argentina 2019. Regiones forestales Bosque Andino Patagónico, Espinal, Monte, Parque Chaqueño, Selva Paranaense y Yungas. Buenos Aires. 93 pp.  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/monitoreo\\_de\\_la\\_superficie\\_de\\_bosque\\_nativo\\_de\\_la\\_argentina\\_2019.zip](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/monitoreo_de_la_superficie_de_bosque_nativo_de_la_argentina_2019.zip)
- Mohr-Bell D, Díaz G, Principe R, González C, Bono J, Ciuffoli L, Strada M, Parmuchi G, Chomnalez F, Montenegro C, Loguercio G, Bava J, 2019. Monitoreo de la Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina, Región Forestal Bosque Andino Patagónico. Tomo I Informe. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Esquel (Chubut), Argentina. 84 pp.  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/monitoreo\\_de\\_la\\_superficie\\_de\\_bosque\\_nativo\\_bap\\_2\\_de\\_octubre\\_2019.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/monitoreo_de_la_superficie_de_bosque_nativo_bap_2_de_octubre_2019.pdf)
- SAyDS, 2019. Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la Argentina 2018. Regiones forestales Parque Chaqueño, Yungas, Selva Paranaense, Bosque Andino Patagónico, Espinal y Monte. Buenos Aires. 85 pp.  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/monitoreo\\_de\\_la\\_superficie\\_de\\_bosque\\_nativo\\_de\\_la\\_argentina\\_2018\\_01.rar](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/monitoreo_de_la_superficie_de_bosque_nativo_de_la_argentina_2018_01.rar)
- SSByP de Chubut, 2015. Programa integral de manejo y restauración de las grandes áreas afectadas por los incendios forestales de la temporada 2014-2015 en la provincia de Chubut. Ministerio de desarrollo territorial y sectores productivos de Chubut. Esquel. 140 p.



03 de mayo de 2021

***Mapa de Amenaza por procesos hídricos y de ladera en el área afectada por el incendio forestal en las localidades de Lago Puelo y El Hoyo durante marzo del 2021***

Solicitante: Sec. de Bosques de la Provincia del Chubut

Equipo Técnico Ejecutor: UNPSJB, Sede Esquel

**INFORME N° 3**

En el presente informe se pone a disposición del solicitante una **primera versión** del “Mapa de Amenaza por procesos hídricos y de ladera en el área afectada por el incendio forestal en las localidades de Lago Puelo y El Hoyo durante marzo del 2021”, escala aproximada 1:50.000, el cual considera dos procesos superficiales principales: la **erosión hídrica** y la **remoción en masa**. Se pretende que otros procesos hídricos como las inundaciones y la sedimentación fluvial sean incorporados en nuevas versiones. Se adjuntan, además, las capas correspondientes a la pendiente del terreno, la litología y los procesos geomorfológicos, información básica cuya combinación ha permitido la elaboración del mencionado mapa.

Esta primera versión de la amenaza en el área de interés debe considerarse **preliminar**, en primer lugar, porque no cuenta con las suficientes y necesarias **verificaciones de campo** y, en segundo, porque debe adicionársele otra **información complementaria**, considerada esencial. En este sentido, el equipo técnico considera necesario cotejar a la brevedad posible los datos e interpretaciones aquí presentados con las condiciones reales del terreno y sólo después de estas verificaciones avanzar en nuevas versiones que representen con mayor certidumbre la amenaza natural del área y su relación con el reciente siniestro.

**Significado y limitaciones del presente mapa de amenaza**

El concepto de amenaza o peligrosidad intenta cuantificar o, al menos, estimar las **probabilidades** o **frecuencia** y la **magnitud** con que un fenómeno natural puede afectar un área determinada. Existen **factores condicionantes** que favorecen estos fenómenos, por ejemplo, la disponibilidad de materiales sueltos sobre las laderas aumenta las probabilidades de que ocurran procesos de remoción en masa. Por otro lado, estos fenómenos suelen iniciarse luego o durante un **evento disparador** como por ejemplo precipitaciones abundantes, sismos, desestabilización

de los taludes por acción antrópica, incendios, entre otros. Como se ha indicado más arriba, el análisis de la amenaza presentada en este informe es un producto parcial, aún incompleto, de la problemática que el solicitante pretende abarcar puesto que sólo se ha considerado la interacción de 3 factores (condicionantes): **a) la pendiente**, **b) la litología** (la cantidad y características de los materiales que constituyen el sustrato y que pueden movilizarse agua abajo) y **c) los procesos geomorfológicos** (la dinámica actual o muy reciente de los terrenos indicada por la geomorfología). Resta aún incorporar en el estudio el impacto ambiental del **incendio** (el que funciona como evento disparador). Para esta tarea se cuenta con la información del “Mapa de Severidad del Incendio” (CIEFAP), la que será incorporada apenas se realicen las verificaciones de campo de los datos ya generados.

En cuanto a las categorías **Alta**, **Moderada** y **Baja** utilizadas aquí en la zonificación de la amenaza, se reitera (Informe 2) que se ajustan a aquellas propuestas en la Hoja de Peligrosidad Geológica “Esquel” (Tejedo et al. 2009), documento oficial enmarcado en las Normativas para la Cartografía de Línea de Base de Peligrosidad Geológica de la República Argentina (Ferrer 1997).

Es necesario destacar que **las categorías de amenaza Alta, Moderada y Baja**, utilizadas en este trabajo, no deben ser interpretadas en términos absolutos y estrictos puesto que intentan expresar las **condiciones relativas del terreno con relación a un proceso natural**. En el mismo sentido, es muy prematuro y arriesgado aún, asumir determinada frecuencia de ocurrencia y/o magnitud de los dichos fenómenos a partir de la información aquí proporcionada.

Otro aspecto que debe ser analizado y utilizado con la mayor precaución son los **límites** de las distintas categorías de amenaza presentadas en el mapa, especialmente en esta versión preliminar. Tanto la escala utilizada como las limitaciones propias del método cartográfico, como el alto grado de incertidumbre de los datos generados desde las imágenes satelitales y los modelos digitales, hacen que estos mapas constituyan aproximaciones a la realidad territorial y exigen la mayor de las cautelas si se pretende tomar decisiones de uso a partir de ellos.

En el presente informe se incluyen los siguientes **productos**:

- **Mapa de Litología**, corte y ampliación de la **capa “litología”** modificada de la Hoja de Peligrosidad Geológica “Esquel”.
- **Mapa de Procesos geomorfológicos**, corte y ampliación de la **capa “geomorfología”** modificada de la Hoja de Peligrosidad Geológicas “Esquel”.
- **Mapa de pendientes** elaborado por este equipo técnico, a partir del DEM de 10 m.

### REFERENCIAS

#### Litología

1: Roca dura

2: Depósitos no consolidados

3: Depósitos poco consolidados

Parcela 26

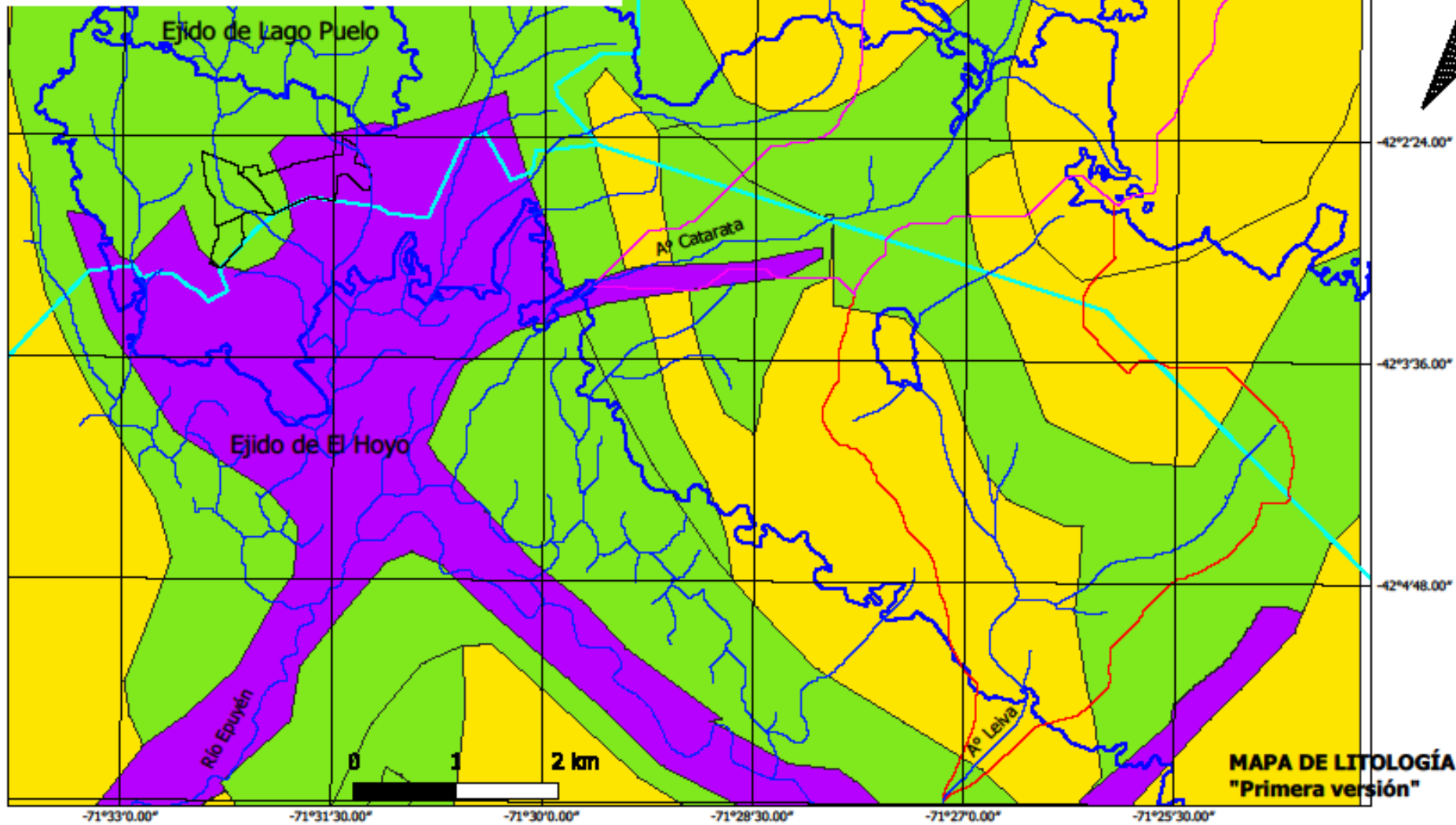
Drenajes

Cuenca Sup. A° Catarata

Cuenca A° Leiva

Perímetro incendio

Límite Ejidos

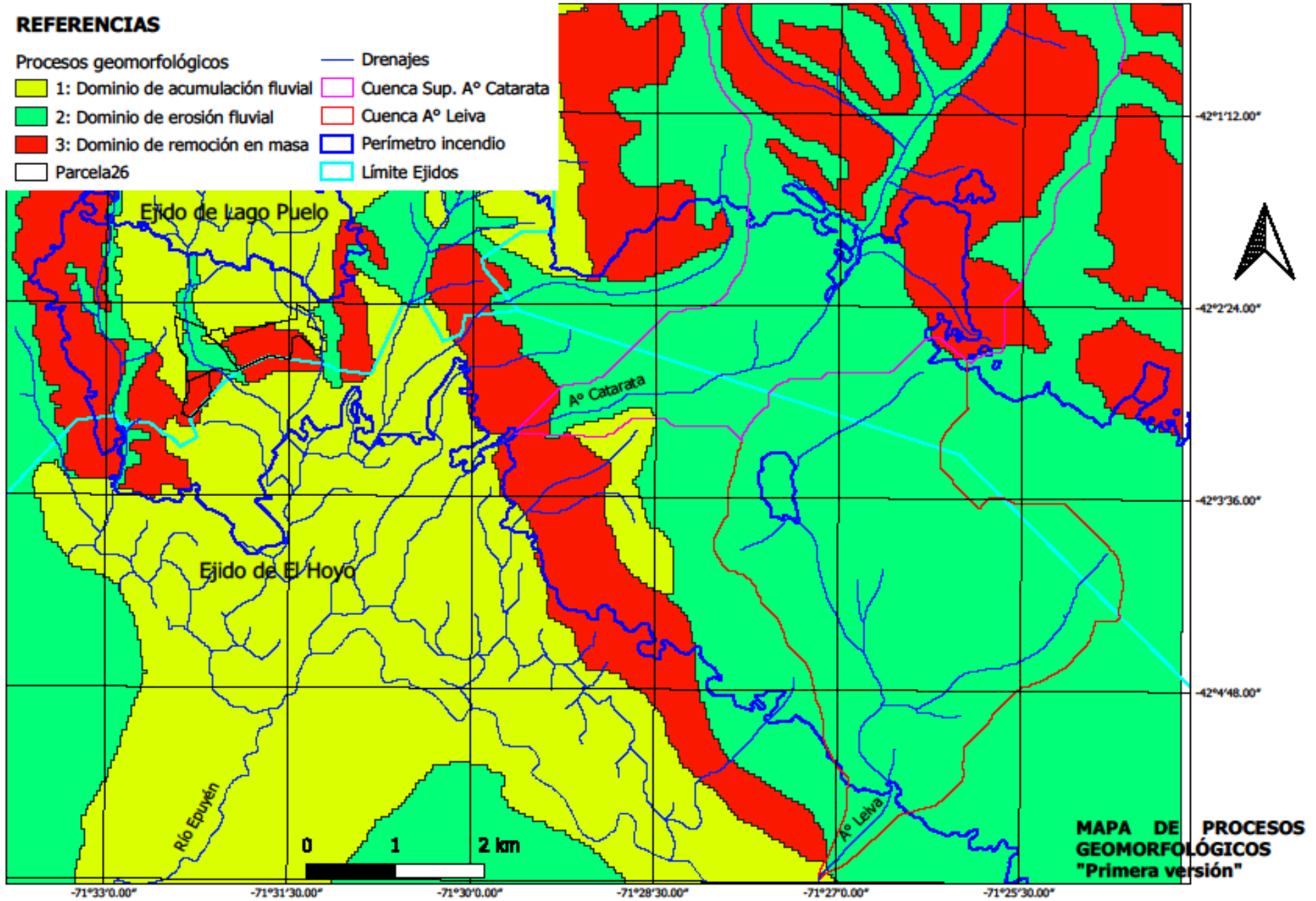


### REFERENCIAS

Procesos geomorfológicos

- 1: Dominio de acumulación fluvial
- 2: Dominio de erosión fluvial
- 3: Dominio de remoción en masa
- Parcela26

- Drenajes
- Cuenca Sup. A° Catarata
- Cuenca A° Leiva
- Perímetro incendio
- Límite Ejidos



MAPA DE PROCESOS  
GEOMORFOLÓGICOS  
"Primera versión"

**REFERENCIAS**

Pendiente (%)

1:  $p \leq 3\%$

2:  $3\% < p \leq 25\%$

3:  $p > 25\%$

Parcela 26

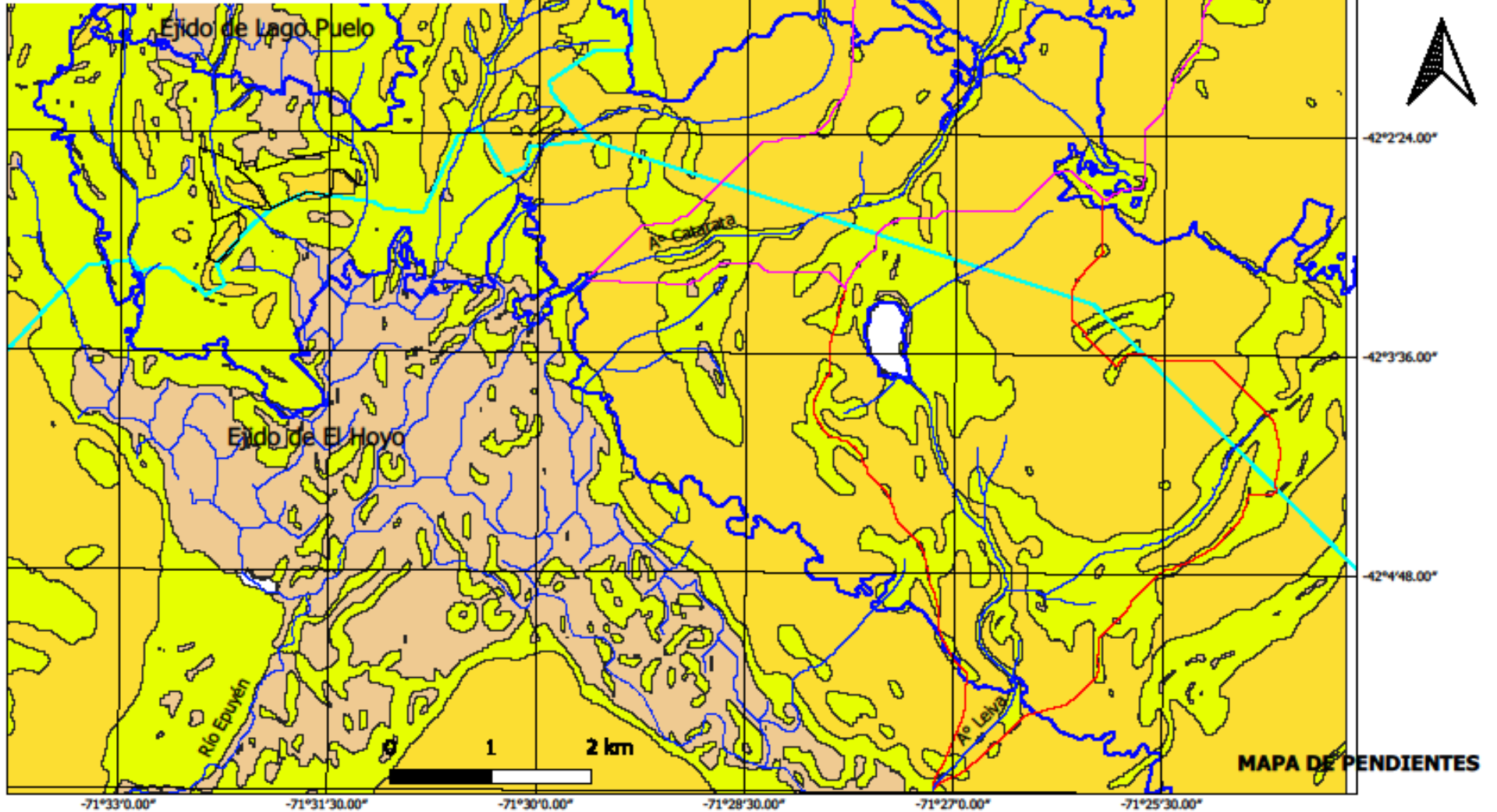
— Drenajes

— Cuenca Sup. A° Catarata

— Cuenca A° Leiva

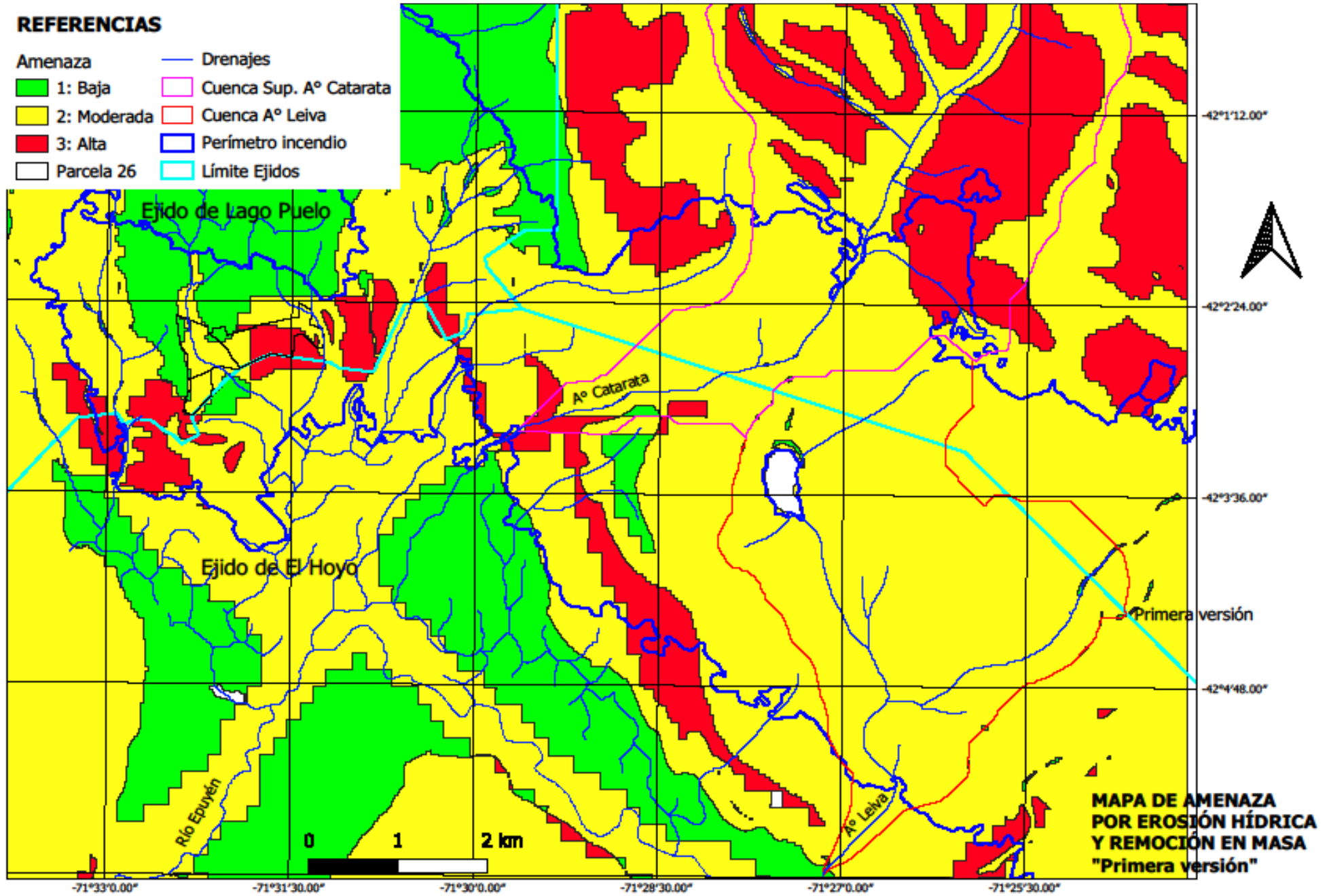
— Perímetro incendio

— Límite Ejidos




### REFERENCIAS

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| Amenaza     | — Drenajes                |
| 1: Baja     | — Cuenca Sup. A° Catarata |
| 2: Moderada | — Cuenca A° Leiva         |
| 3: Alta     | — Perímetro incendio      |
| Parcela 26  | — Límite Ejidos           |





*MSc. Ing. Miguel Calderón*  
*Prof. Resp. "Topografía y Teledetección"*



*Dr. Geól. Oscar A. Martínez*  
*Prof. Resp. "Geología General"*



*Dra. Geól. Agustina Reato*  
*J.T.P. "Geología General"*