



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

Plan de Protección Contra Incendios Forestales para la comuna de Paillaco, Región de los Ríos

Patrocinante: Sr. Juvenal Bosnich A.

Tesis de Grado presentada como parte
de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero Forestal.

MIGUEL ANGEL LÓPEZ SOTO

VALDIVIA

2008

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		NOTA
Profesor Guía	Sr. Juvenal Bosnich A.	<u>6,5</u>
Informante:	Sra. Elke Huss.	<u>6,0</u>
Informante:	Sr. Jorge Cabrera P.	<u>6,0</u>

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del comité de titulación.

Sr. Juvenal Bosnich A.

A mis padres...

ÍNDICE DE MATERIAS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Concepto de incendio forestal	3
2.2	Descripción de manejo del fuego	4
2.3	Antecedentes de la comuna de Paillaco	6
2.4	Plan de Protección	7
2.5	Método DELPHI	10
2.6	Sistema de Información Geográfica	12
3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	13
3.1	Material	13
3.1.1	Área de estudio	13
3.1.2	Aspectos Físicos del Área de Estudio	13
3.1.3	Material cartográfico y Sistema de Información Geográfico	14
3.2	Método	14
3.2.1	Recopilación de antecedentes específicos	14
3.2.2	Determinación de áreas prioritarias de protección	15
3.2.3	Definición de variables y asignación de puntajes	16
3.2.4	Variables consideradas en el Análisis del Riesgo	16
3.2.5	Variables consideradas en el Análisis del Peligro	18
3.2.6	Variables consideradas en el Análisis del Daño Potencial	19
3.2.7	Generación de mapas	19
3.2.8	Determinación de prioridades de protección	19
3.2.9	Prescripción de medidas de prevención	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1	Análisis de Riesgo	21
4.1.1	Ocurrencia de incendios forestales	21
4.1.2	Aspectos poblacionales	24
4.1.3	Densidad de tráfico motorizado	26
4.1.4	Cobertura de Caminos	26
4.2	Análisis de Peligro	27
4.2.1	Combustibles vegetales presentes en el área de estudio	27
4.2.2	Encuesta en sectores de interfase	30
4.2.3	Determinación de pendiente	32
4.2.4	Inaccesibilidad	33
4.3	Análisis de Daño Potencial	33
4.3.1	Valor Socioeconómico	33

4.3.2	Valor Ecológico	33
4.4	Determinación de Áreas Prioritarias de Protección	34
4.5	Puntajes de los análisis y variables	34
4.6	Presentación y Discusión de Mapas Resultantes	35
4.6.1	Mapa de Riesgo	35
4.6.2	Mapa de Peligro	36
4.6.3	Mapa de Daño Potencial	37
4.6.4	Mapa de Áreas Prioritarias de Protección	38
4.7	Implementación de Medidas de Prevención	39
4.7.1	Medidas de Prevención en Sectores de Interfase	39
4.7.2	Medidas de Prevención en Educación Ambiental	42
4.7.3	Medidas de Prevención en el Manejo de Combustibles	43
5.	CONCLUSIONES	45
6.	BIBLIOGRAFIA	47
	ANEXOS	
1	Abstract	
2	Mapas para caracterización de la comuna de Paillaco	
3	Cartilla de consulta a expertos	
4	Encuesta Riesgo + Peligro	

RESUMEN EJECUTIVO

El Departamento de Protección contra Incendios Forestales, perteneciente a la Corporación Nacional Forestal, vela por la integridad de los bosques chilenos en cuanto a evitar y/o mitigar los daños producidos por incendios forestales. La principal causa de estos, no dejando de ser importante las demás, es la acción antrópica, lo cual es intencional o en forma negligente. Paillaco, comuna ubicada en la Región de los Ríos, no escapa a esta realidad, considerando aun más que está inmersa en una zona eminentemente forestal.

De acuerdo a ello, se plantea la creación de un Plan de Protección contra Incendios Forestales para dicha comuna, basado en tres análisis generales; de Riesgo, de Peligro y de Daño Potencial, propuesto por Julio en 1992; y la posterior integración de ellos para considerar las áreas prioritarias de protección.

Cada análisis posee variables que determinan su nivel de importancia dentro del estudio, de manera tal que son ponderados por personal técnico según su relevancia en la comuna de acuerdo a las características de la misma. La sumatoria de los tres análisis debe ser 100, representándose cada uno en niveles bajo, medio y alto. Los datos recopilados para el estudio se procesan en un Sistema de información Geográfico y utilizando *ArcView* 3.2 se generan los mapas que entregan una mejor lectura de los resultados. Se busca conocer los sectores más conflictivos de la comuna y generar propuestas técnicas para prevenir la ocurrencia de incendios forestales.

Según los puntajes que recibió cada variable en cada análisis, el análisis de riesgo arrojó un puntaje de 39,2, seguido por el análisis de peligro, con 36,7. El análisis de Daño Potencial representa un 24,1 de importancia en la comuna.

Al integrar los tres análisis, el 57,1% de la superficie de la comuna presentó un nivel bajo de prioridad de protección, mientras que los niveles medio y alto consideran un 28,6 y 14,3% de la totalidad de superficie de la comuna.

Para fines prácticos las propuestas técnicas se dividieron en sectores de interfase, educación ambiental y manejo de combustibles.

El método aplicado para la determinación de las áreas prioritarias de protección demostró ser óptimo a través del uso de nuevas tecnologías del sistema de información geográfica (SIG) y el sistema de posicionamiento global (GPS), mas la posibilidad de trabajar con datos agrupados en polígonos, herramientas y metodología que facilitaron la interpretación y análisis de los resultados obtenidos.

Palabras clave: incendios forestales, comuna de Paillaco, plan de protección, riesgo, peligro

1. INTRODUCCIÓN

El creciente interés por resguardar la integridad de los bosques en el mundo no ha sido ajeno a la realidad chilena, mas aún considerando que en nuestro país se ha puesto en boga la conservación de recursos naturales. Es por ello que generar instancias de protección se hace cada vez más necesario para ir a la par con dicha demanda.

Un Plan de Protección contra Incendios Forestales no sólo se enmarca en esta problemática, sino que llega hasta el ámbito social directamente, ya que de paso entrega resguardo a la comunidad rural, la cual está en contacto físico y laboral con los bosques que potencialmente pueden sufrir siniestros de este tipo. De ahí, que un plan contra incendios busca minimizar la ocurrencia y daño producido a una determinada superficie por efecto de estos fenómenos.

Se deduce, entonces, que la protección forestal es mucho más que defensa de la propiedad, siendo el fuego la principal amenaza, detrás de la cual llegan las plagas, la erosión y todos los demás problemas (Espejo, 2005).

Según Castillo *et al.*, 2003, Chile posee cerca de 35 millones de hectáreas de vegetación vulnerable a los incendios, entre praderas y matorrales (20 millones), bosque nativo (13,5 millones) y plantaciones (2,1 millones), teniendo como principal amenaza la actividad antrópica, la cual supera el 99% del total de siniestros detectados. Este fenómeno bordea los 50 millones de dólares anuales en pérdidas en los más de 5 mil incendios anuales registrados durante los últimos años y que afectan una superficie promedio sobre las 45.000 hectáreas al año.

Los incendios forestales se hacen aún más complicados si se consideran aspectos propios de las temporadas de verano, que son donde se concentran estos siniestros, como altas temperaturas, escasez de precipitaciones y desecamiento de la cobertura vegetal. Asimismo, se hace muy subjetivo valorar el deterioro de recursos hídricos, pérdida de la fertilidad de los suelos, alteraciones en los ecosistemas, el deterioro de la belleza paisajística y la calidad ambiental, además de todas aquellas otras secuelas de carácter social que afectan el desarrollo de la población humana y su entorno (Quezada, 2007).

Según Gómez (2004), la implementación de un Plan de Protección contra Incendios Forestales no asegura la eliminación de estos siniestros, sino que permite enfrentarlos de una forma más planificada y a su vez disminuir los efectos causados por ellos.

El presente Plan de Protección se lleva a cabo en la comuna de Paillaco, la cual esta ubicada a 46 Km. al sudeste de la ciudad de Valdivia, en la Región de Los Ríos. Se sustenta principalmente por la agricultura y la actividad forestal desarrollada por los lugareños, lo cual explica en cierta medida la implementación de un plan contra incendios forestales. El Censo de 2002 revela que Paillaco tiene alrededor de 20.000 habitantes, de los cuales poco más del 48% corresponde a población rural.

De acuerdo a lo anteriormente descrito, el objetivo general de este trabajo es generar un eficiente Plan de Protección contra Incendios Forestales para la comuna de Paillaco, a través de tres análisis generales, con el fin de prevenir y mitigar estos acontecimientos y pueda ser utilizado en la planificación comunal.

Los objetivos específicos son:

- Investigar detalladamente cada una de las variables que determinan los Análisis de Riesgo, de Peligro, y de Daño Potencial.
- Integrar los tres análisis anteriores para determinar las zonas prioritarias de protección e identificar medidas de prevención con propuestas técnicas para la comuna de Paillaco.
- A través de una encuesta *Delphi* a profesionales expertos en la materia, y según los resultados de cada uno de los análisis, elaborar los mapas digitales con la información gráfica de cada uno de ellos y generar el mapa digital de la integración con las Prioridades de Protección para la comuna de Paillaco.

2. MARCO TEORICO

2.1 Concepto de Incendio Forestal

La Corporación Nacional Forestal, CONAF, señala que un incendio forestal es un fuego que, con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta.

La Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, ONEMI, indica que un incendio forestal es toda destrucción de la vegetación por medio del fuego, cualquiera sea su origen y cuando se propaga libremente sin control, en zonas denominadas forestales.

Por su parte, Julio y Bosnich (2005) lo definen como el fuego que se propaga libremente y de forma descontrolada, cualquiera sea el origen de su causa. Según la cobertura vegetal afectada se clasifica en: Superficiales, Subterráneos y Aéreos. Los superficiales consumen la vegetación arbustiva, herbácea y hojarasca sobre el piso del suelo, es el más común y se caracteriza por estar presente en todos los incendios. Los subterráneos, a su vez, se propagan por debajo del piso del bosque consumiendo raíces, humus y material orgánico. Son comunes en bosques naturales, con una propagación lenta. Por último, están los aéreos que se conocen como incendios de copa debido a su propagación a través del follaje. En Chile es común localizarlos en plantaciones con una propagación violenta.

Espejo (2005), Directora de la revista Chile Forestal, señala que existen muchas definiciones de incendios forestales, y una de ellas indica que es el fuego que se extiende sin control sobre terreno forestal, afectando a vegetación que no estaba destinada a arder. Se deduce de esta definición que el incendio forestal es un fuego de vegetación no agrícola y que no incluye la quema de rastrojos. Es esencial la falta de control para que un fuego sea considerado incendio.

Los incendios forestales se priorizan de acuerdo a algunos criterios (Plan ACCEFOP, Región de la Araucanía, 2007c):

- *Prioridad 1 (máxima)*
Áreas forestales próximas a sectores poblados o instalaciones vitales que pueden significar peligro para la vida humana, como también las áreas silvestres protegidas (parques nacionales, reservas forestales y otras).
- *Prioridad 2*
Área de bosques artificiales (plantaciones de pino insigne, eucaliptos, etc.)
- *Prioridad 3*
Área de sembrados o bosques naturales.

- *Prioridad 4*
Área de pastizales y matorrales.

Existen incendios de interfase, de magnitud y conflictivos. Por incendios de interfase, se entiende aquellos que afectan sectores en donde los inmuebles se encuentran construidos muy próximos a los combustibles naturales compuestos por árboles, arbustos y pastizales. Por incendio de magnitud entenderemos aquellos que afecten superficies iguales o mayores de 200 ha, los cuales están frecuentemente acompañados de situaciones que se denominan de "Alerta" (temprana, amarilla y/o roja), requiriendo de la adopción de un nivel superior de coordinación, la participación de las estructuras y recursos de Protección Civil por la magnitud y alcance de la situación, por la amenaza a bienes materiales y/o humanos, la superficie afectada y por la gran cobertura de los medios de prensa. Por último, desde el punto de vista técnico, los incendios conflictivos se caracterizan por presentar un comportamiento que se denomina "extremo". Este comportamiento, presenta altas velocidades de propagación, coronamiento y propagación por las copas, alta producción de pavesas, fuegos secundarios, alta intensidad calórica y que deben combatirse normalmente en forma indirecta (Gómez, 2004).

2.2 Descripción de Manejo del Fuego

Se entiende por manejo del fuego al conjunto de actividades destinadas a reducir los daños ocasionados por incendios forestales. Ellas son Prevención, Presupresión, Combate y Uso racional del fuego para labores silvoagropecuarias.

Julio y Bosnich (2005) definen los cuatro aspectos fundamentales de la siguiente manera:

Prevención: Son todas aquellas acciones dirigidas a evitar la iniciación o propagación de incendios forestales, la que es enfocada concretamente hacia el control del riesgo y del peligro. Por riesgo, debe entenderse a todo agente que origina o provoca un incendio forestal, lo que en Chile está representado esencialmente por la actividad humana. A su vez, el peligro se refiere a la conflictividad que puede alcanzar la propagación del fuego y por lo tanto dependerán básicamente de factores ambientales tales como la topografía, condición de la vegetación y del estado del tiempo atmosférico. Se asume que Riesgo más Peligro, es igual a Incendio Forestal.

Presupresión: Es la planificación y programación del combate previo a la ocurrencia, con el fin de pronosticar y evaluar los problemas que eventualmente puedan originarse, y disponer de una eficiente capacidad de extinción en caso que se produzca.

Dentro de esta fase, la detección comprende un rol muy importante. Se pueden identificar distintos tipos (Grupo de Acción Forestal, 2008):

- Detección terrestre fija, con torres de observación instaladas en cumbres de buena visibilidad desde las cuales un observador tiene visión permanente sobre su sector. Es el sistema de detección más usado en Chile.
- Detección aérea en aeronaves tipo Cessna 170 a 182 que se contratan a operadores privados o Clubes Aéreos. De gran uso en los años 80, actualmente su utilización es reducida, tanto por razones presupuestarias como así también por la detección terrestre con torres de observación.
- Detección indirecta, a través del uso de sensores de calor, cámaras de TV fijas o aéreas, y/o satélites. En Chile no se utilizan.

Combate: Es la extinción o supresión propiamente tal, y se lleva a cabo de acuerdo a los criterios, estrategia y métodos definidos e implementado en la presupresión. Concretamente se realizan actividades secuenciales, como reconocimiento, primer ataque, control, liquidación y guardia de cenizas.

Es importante recalcar que las acciones de combate aumentan su dificultad según el tiempo transcurrido, por lo tanto, es fundamental una detección y aviso en el menor tiempo posible (Ortega, 2006).

Ante la ocurrencia de cualquier tipo de emergencia a nivel comunal, regional o mayor, como podría serlo un incendio forestal, y para llevar a cabo de mejor manera el combate del mismo, la autoridad regional puede decretar algún tipo de alerta según la gravedad de la situación, y así activar planes de coordinación para situaciones de emergencia forestal, en los que están alertas las fuerzas armadas, bomberos, policías, servicio de salud, cruz roja, defensa civil, CONAF, la oficina de protección civil y otros organismos privados y públicos que operen con competencia en la región (Comunicado de prensa, Intendencia Región de los Ríos, 2008).

La acción del hombre sobre factores tan importantes como clima y topografía a la hora de combatir el fuego es prácticamente nula, solamente sobre el factor combustible es posible ejecutar un combate concreto (Koller, 1982).

Uso del Fuego: Se realiza en operaciones agrícolas y forestales, estas pueden ser ejecutadas utilizando el fuego como herramienta de trabajo. Debe ser usado de forma cautelosa respaldado en un plan de quema.

Todas estas actividades constituyen normal y fundamental tarea bajo la responsabilidad del Ministerio de Agricultura, quien la ejerce a través de CONAF, la que tiene por función asegurar el desarrollo de las actividades de protección contra incendios forestales; y a Carabineros de Chile, a quien le corresponde en el orden estrictamente policial, la fiscalización y control de todas las normas que regulan estas materias, además de practicar la investigación de las causas de esta clase de siniestros (D.S. 733/82 Art. 1o) (Plan ACCEFOR, ONEMI, 2007b).

Según Políticas del Estado, existen variadas normas legales acerca del manejo del fuego en Chile (Información sitio Web, CONAF):

- El Código Penal, que castiga el delito de incendio forestal;
- La Ley de Bosques, de 1931, que fija penas a quienes ocasionen incendios por uso del fuego o por negligencias;
- El Decreto Supremo N° 276, de 1980 del Ministerio de Agricultura que, sustentado en la Ley de Bosques, regula el uso del fuego en la eliminación de desechos agrícolas y forestales, o sea lo que se conoce como quemas controladas;
- Una parte del Decreto Ley N° 701 que, junto con fomentar y bonificar las plantaciones, le exige al propietario un plan de manejo, en el cual uno de sus acápite debe considerar un programa de protección contra incendios forestales.
- Además, existen las normas impuestas por el propietario (no fumar en faenas, no ingresar, horarios especiales de faenas, etc.), conocidas como reglamentación.

El fuego es un regulador natural de algunos ecosistemas, por lo cual la ocurrencia de incendios forestales en muchas partes del mundo responde a comportamientos climáticos y a la susceptibilidad natural o adaptación de la vegetación a la ignición y la inflamabilidad, especialmente en períodos de sequedad (Castillo *et al.*, 2003)

2.3 Antecedentes de la comuna de Paillaco

Paillaco es una comuna ubicada en la XIV Región de Los Ríos, provincia de Valdivia, en la intersección de la carretera que conduce a Valdivia y la Ruta 5 Sur.

Frente a la realidad del ambiente físico y de recursos disponibles, el uso del geoespacio comunal parece ser más adecuado destinarlo a actividades agropecuarias en su mayor parte y en las zonas de ciertas pendientes a usos forestales. Por ende, las características generales consideran a esta comuna como eminentemente rural por su vinculación con las actividades silvoagropecuarias y las características de la composición y distribución de la población (Subiabre y Varela, s/f).

Paillaco cuenta con una población de 19.237 habitantes, con una densidad de 21,47 hab. /km². De esta población, el 48,16% pertenece al universo rural.

Por la cercanía a los centros poblados y la explotación excesiva de las cubiertas boscosas, en esta comuna se ha producido una variación importante del medio ambiente natural, y que se demuestra en la mayor cantidad de praderas sobre los bosques, además los restos boscosos naturales y artificiales son anualmente disminuidos por incendios forestales (Subiabre y Varela, s/f).

La actividad industrial en la comuna es reciente, la que esta orientada al desarrollo de la elaboración de la madera (Proyecto Educativo Institucional Paillaco, 2006).

Según la información del Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (1999), Paillaco cuenta con un total de 62.376,03 has de superficie vegetal susceptible de ser quemada, concentrados principalmente en bosques naturales densos.

2.4 Plan de Protección

La programación de las medidas de Prevención, Presupresión y Combate de Incendios Forestales se materializa considerando un Plan de Protección contra Incendios Forestales. Este se concreta mediante la aplicación de un Plan Normal de Operaciones para Situaciones de Emergencia (Plan ACCEFOR, Región de la Araucanía, 2007c).

El Plan ACCEFOR, es una aplicación operativa de lo dispuesto en el D.S. N° 733/82, con énfasis en el rol de coordinación que compete a las Autoridades y Directores de Emergencia para la respuesta, ante la ocurrencia de emergencias de tipo forestal, cuando sobrepasa la respuesta local establecida por el Programa de Manejo del Fuego de la Corporación Nacional Forestal.

Julio (1992) define un Plan de Protección contra Incendios Forestales como la planificación, cuyo objetivo es el de minimizar la ocurrencia y el daño de los incendios forestales de una determinada superficie.

La modalidad que influye en las decisiones para la asignación de recursos disponibles para el manejo del fuego, y que particularmente ha dado mejores resultados en Chile, es la técnica conocida como Determinación de Prioridades de Protección. El método permite evaluar la distribución espacial de los problemas originados por la ocurrencia y propagación de los incendios forestales, y provee los mecanismos necesarios para clasificar los diferentes sectores de la zona bajo protección, basándose en los Análisis de Riesgo, Análisis de peligro y Análisis de Daño Potencial, y del grado de interés que exista para la ejecución de operaciones de manejo del fuego (Julio, 1992).

Según Julio (1996), el Análisis de Riesgo se refiere al estudio de los factores que determinan la iniciación de incendios forestales (ocurrencia). Bosnich (1983), por su parte, indica que el análisis de riesgo conlleva dos grandes aspectos: Indicadores del Riesgo, que describen el origen y distribución de la ocurrencia; y Factores del Riesgo, que corresponden a los generadores de la ocurrencia y comportamiento humano en lo que respecta a su efecto en la iniciación de incendios.

En el caso del Análisis del Peligro, este da cuenta del estudio de las condiciones ambientales que afectan, por un lado, a la susceptibilidad de la vegetación a la ignición e inflamabilidad, y por otro, a la resistencia natural presente para el control de la propagación de los focos de fuego que se inicien.

Por último, el Análisis del Daño Potencial corresponde al estudio referido a la estimación del valor de los recursos bajo protección que pueden ser afectados por el

fuego. Este método puede ser empleado en cualquier tipo de programa de manejo del fuego, tanto para planes nacionales como regionales, zonales o prediales, hechos por empresas públicas o privadas, hasta con niveles precarios de información disponible (Julio, 1996).

El Estado, a través de CONAF, genera y aplica políticas de protección forestal, con el fin de salvaguardar el recurso, y entre sus variadas actividades, realiza una acción subsidiaria protegiendo los recursos naturales del país en manos de pequeños y medianos propietarios y, más directamente, de un 18% del territorio nacional calificado como Áreas Silvestres Protegidas por el Estado.

Invirtiendo cada temporada unos 7,5 millones de dólares en protección forestal, la política de CONAF orienta su accionar a:

- Asumir el rol del Estado en la protección de los recursos naturales renovables contra incendios forestales, a través de sus acciones en prevención, presupresión y combate. De igual forma, a través del control en el uso del fuego en el sector rural.
- Proteger contra incendios forestales al Patrimonio Forestal del Estado (Parques y Reservas Nacionales) y otros terrenos fiscales.
- Contribuir a la protección de terrenos privados.
- Relacionarse estrechamente y coordinar las acciones que correspondan con organismos e instituciones del sector público y de ayuda a la comunidad, que tengan relación con el problema de incendios forestales.
- Reforzar la prevención y optimizar el combate.
- Combatir incendios de preferencia en terrenos forestales.
- Priorizar su gestión, en el amplio contexto de la protección contra incendios forestales y en lo que corresponda en cada caso, a los siguientes ámbitos:
 - Terrenos incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado y terrenos particulares administrados y/o protegidos por CONAF.
 - Terrenos fiscales o de importancia estratégica y social.
 - Terrenos de pequeños propietarios.
 - Terrenos de medianos propietarios.
 - Terrenos de empresas o de grandes propietarios forestales bajo convenio u otros mecanismos de protección.
- Propiciar la cooperación con empresas forestales a través de convenios y sociedades de protección.

- Incrementar el nivel de protección de los pequeños y medianos propietarios, impulsando su preocupación en realizar acciones de prevención y de combate.

Otro importante actor en la protección contra incendios forestales es el sector forestal privado, que está conformado por empresas y propietarios individuales, con pequeñas, medianas o grandes propiedades.

Este sector creció a partir de 1974, impulsados por CONAF para reforestar a través de incentivos, lo cual condujo a un desarrollo de las exportaciones. Por ello, en 1980, la corporación indujo a las empresas forestales a desarrollar sus propios programas de protección. Hoy en día, las empresas invierten por temporada unos US\$ 14 millones para protección de sus plantaciones. Con ello, se compromete la asistencia mutua en beneficio del sector privado en su totalidad, compartiendo entre empresas forestales actividades de prevención, detección, centrales de despacho, radiocomunicaciones, brigadas, aeronaves y manejo de información. Por su parte, los medianos y pequeños propietarios individuales no aportan mucho en su protección forestal, mas bien se benefician de la acción subsidiaria del Estado y de la acción de las empresas que salen a controlar incendios más allá de sus límites prediales. CONAF participa en estas sociedades con distintos grados de integración (Información sitio Web, CONAF).

Los planes de protección contra incendios se han convertido en herramientas de planificación importantes, que documentan en el ámbito espacial las estrategias de protección contra incendios adoptadas para alcanzar los objetivos de planificación de la gestión del territorio y los recursos. A su vez, se convierten progresivamente en herramientas que garantizan la responsabilidad y la eficacia de los programas de gobierno, ya que van estableciendo objetivos concretos mensurables que permiten un seguimiento de la implantación de las estrategias y la valoración de su grado de éxito (Robertson y Roose, 2005).

Importante es recordar que el área vulnerable a los incendios forestales en el país bordea los 35 millones de hectáreas, de las cuales el 87% son privadas y el resto estatales. El 41% se encuentra cubierto por praderas y matorrales, el 46% por bosques (de los cuales 2,2 millones de hectáreas corresponden a plantaciones artificiales) y un 13% a humedales. CONAF protege aproximadamente 30,7 millones de hectáreas que comprenden el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE, constituido por los Parques y Reservas Nacionales y Monumentos Naturales), bosques fiscales, terrenos de medianos y pequeños propietarios. En el ámbito privado las grandes empresas forestales protegen aproximadamente 3 millones de hectáreas (Comunicado de prensa, ONEMI, 2007a).

Según Fernández (2007), Directora Nacional de ONEMI, en el mismo comunicado de prensa, indica que el sistema de protección contra Incendios Forestales que se utiliza en Chile es uno de los de mejor funcionamiento a nivel mundial, especialmente por la coordinación existente entre los diferentes servicios públicos y el sector privado.

Todos los métodos y técnicas que deben aplicarse para manejar el fuego están enfocados a evitar la ignición, que corresponde al momento en que aparece la llama, y si esta llegase a producirse, lograr que la propagación y liberación de calor sea reducida a un nivel mínimo, es decir, disminuir la inflamabilidad del combustible vegetal (Koller, 1982).

Es importante señalar, que los incendios forestales en Chile, mayoritariamente, se producen en períodos de mayor sequía, es decir, entre noviembre a abril, lo que contempla temporadas que transcurren desde la primavera de un año hasta el otoño del año siguiente. En el país la gestión de incendios forestales, que involucra tanto las actividades de prevención, vigilancia y combate, están mayoritariamente organizadas y ejecutadas por temporadas (durante el periodo de sequía), por lo que es conveniente analizar, tanto la frecuencia como las causas, por temporadas y no a base de años calendarios (Poulain, 2005).

2.5 Método DELPHI

Astigarraga (s/f), señala que el método *Delphi* se cree que fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación estadounidense *RAND Corporation* por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro.

Una *Delphi* consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. Por lo tanto, la capacidad de predicción del método se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos. Es decir, procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (actualmente es habitual realizarla haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios Web establecidos para tal efecto) para evitar la influencia de "líderes".

El objetivo de los cuestionarios sucesivos es: "disminuir el espacio intercuartil, esto es cuanto se desvía la opinión del experto de la opinión del conjunto, precisando la mediana", de las respuestas obtenidas. El objetivo del primer cuestionario es calcular el espacio intercuartil. El segundo suministra a cada experto las opiniones de sus colegas, y abre un debate transdisciplinario para obtener un consenso en los resultados y una generación de conocimiento sobre el tema. Cada experto argumentará las ventajas y desventajas de las opiniones de los demás y de la suya. Con la tercera consulta se espera un todavía mayor acercamiento a un consenso. Un cuarto turno de preguntas, permite la respuesta definitiva: opinión consensuada media y dispersión de opiniones (Astigarraga, s/f).

El Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, GTIC (2005), indica que, sin embargo, estos métodos también presentan inconvenientes, como son:

- La desinformación que presenta el grupo como mínimo tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.
- La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de ésta sea errónea. Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla.
- El grupo hace de su supervivencia un fin. Esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.
- En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido.
- Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.
- Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

El método de expertos ideal sería aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Esta intenta ser la filosofía de la metodología *Delphi*.

El método *Delphi* pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos

Este método presenta tres características fundamentales (GTIC, 2005):

- Anonimato: Durante un *Delphi*, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:

- Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
- Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.

- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo del punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

Con respecto al número óptimo de expertos para participar en una encuesta *Delphi*, estudios realizados por investigadores de la *Rand Corporation* señalan que si bien parece necesario un mínimo de siete expertos, asumiendo que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete encuestados, no es aconsejable recurrir a más de 30, pues según el estudio la mejora es muy pequeña y normalmente el incremento en costo y trabajo de investigación no compensa la mejora (Astigarraga, s/f).

2.6 Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es un conjunto de *hardware*, *software*, datos geográficos y personal diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión (Sandoval, 2006).

El uso de un SIG es una solución eficiente en el manejo integrado de la información sobre recursos naturales y mapas. Esto no mejorará la calidad o precisión de la cartografía disponible, sino que facilitará su consulta y aplicaciones, haciendo que el flujo de información sea expedito, oportuno y de alta flexibilidad (Prodan *et al.*, 1997)

3. DISEÑO DE INVESTIGACION

3.1 Material

3.1.1 Área de Estudio

Paillaco pertenece político administrativamente a la provincia de Valdivia en la recientemente creada Región de Los Ríos, entre las latitudes 39°56' y 40°12' Sur y 72°32' y 73°10' longitud Oeste. Con una superficie de 896 kms², limita administrativamente por el Norte con la comuna de Los Lagos, por el Sur con la comuna de La Unión, al Este con la comuna de Futrono y hacia el Oeste con las comunas de Valdivia y Corral.

3.1.2 Aspectos físicos del área de estudio

La geología de Paillaco se encuentra representada por Basamento Metamórfico perteneciente al Paleozoico y/o Precámbrico, que en la comuna se encuentran representadas por las unidades de altura que están ubicadas hacia el sector Oeste, formadas por esquistos micáceos, esquistos cloríticos, esquistos pizarrosos y arcillosos que tienen diferente grado metamórfico, además de afloramientos de esquistos verdes cloríticos y aproximadamente a 27 Km. al sur de Valdivia por la ruta 5 afloran serpentinitas y peridotitas. Correspondería este Basamento Cristalino a la Formación de Piedra Laja.

El Cuaternario esta representado por las zonas bajas que se encuentran rellenas por sedimentos fluvio-glacio-volcánico, los que han ocupado la depresión central de la comuna a través de diversos tipos de transporte, donde por descomposición esencialmente, han dado origen a los suelos de la comuna.

Respecto a la geomorfología, se puede considerar que la estructura de conjunto fue adquirida durante el Terciario entre el Mioceno Superior y el Plioceno Inferior y que durante el Cuaternario la zona deprimida fue colmatada por los depósitos sedimentarios tanto fluviales como glaciales, acompañados por aportes de materiales volcánicos.

Esencialmente la comuna esta constituida por la Depresión Intermedia que se presenta con una orientación NE-SO y hacia el Sur de la ciudad de Paillaco se abre en forma total, teniendo una terraza alta entre 80 y 90 m en dirección O-E; por sus características se puede pensar en un enorme cono postglacial donde también se ubican depósitos morrénicos.

En la comuna de Paillaco han actuado para el diseño de su modelado las dos últimas glaciaciones y sobre ellas la acción fluvial reciente que ha remodelado el paisaje glacial.

Los suelos presentes en la comuna son trumaos, ñadis y rojo arcilloso. Los primeros, dentro de la comuna, se dividen en trumaos de lomaje, de pendientes moderadas y

de cerros, los que presentan en común un buen drenaje y profundidad moderada a alta. Los ñadis, por su parte, se localizan en la Depresión Intermedia, caracterizándose por ser muy secos en verano y muy húmedos en invierno, llegando incluso al anegamiento. Por último, los rojo arcillosos se localizan dentro de la comuna en topografías onduladas y quebradas, por lo que presentan un alto riesgo de erosión.

Las series de suelos que se encuentran en la comuna son: Serie Crucero, entre 150 y 200 msnm, con un uso de cultivo escardado y ganadería; Serie Currepto, en los 200 msnm, con usos rotativos de cereal, pasto artificial y remolacha; Serie Itropulli, entre los 100 y 180 msnm, para cereal y pastos; Serie Los Lagos, en los 300 msnm, principalmente para praderas; Serie Malihue, entre los 170 y 300 msnm, para rotaciones de cereal y pasto; Serie Ñadi Huiti, entre los 190 y 240 msnm, con praderas naturales y matorral; Serie Osorno, entre los 90 y 150 msnm, rotaciones cortas y praderas artificiales; Serie Paillaco, en los 150 msnm, cereal y pasto; Serie Los Ulmos, entre los 100 y 280 msnm, con uso de ganado y uso forestal.

El clima de Paillaco es templado cálido con menos de cuatro meses secos y clima de costa occidental con influencia mediterránea. Presenta una pluviosidad del orden de los 1500 mm anuales, y una temperatura promedio de 10,7°C. La humedad relativa oscila entre 75% y 90%.

La hidrografía que se encuentra en Paillaco esta representada principalmente por las hoyas hidrográficas de los ríos Llollehue y Collileufú, además de tres sistemas de drenaje que fluyen a otras comunas, Valdivia, Corral y Lago Ranco.

3.1.3 Material Cartográfico y Sistema de Información Geográfico

La información básica se obtiene de la actualización de 2006 del proyecto “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” (CONAF *et al*, 1999), donde se selecciona la información relativa a red caminera, hidrografía y uso actual del suelo. De igual forma se toma información referente a las estadísticas de incendios forestales de la comuna, la cual fue facilitada por el Departamento de Protección contra Incendios Forestales Región de Los Ríos. El procesamiento y manejo de la cartografía digital se hizo a través del Sistema de Información Geográfico (*Software ArcView* versión 3.2).

3.2 Método

Importante es destacar que la metodología utilizada en este plan de protección ha sido generada previamente por personal técnico de CONAF y actualmente es usada como tal en el departamento pertinente de la Corporación.

3.2.1 Recopilación de antecedentes específicos

Con la ayuda del Departamento de Protección contra Incendios Forestales de CONAF, se ordenó y examinó detalladamente las estadísticas de incendios

forestales ocurridos desde la temporada 1992 hasta la del 2007, considerando la causa aparente, ubicación y superficie afectada para cada uno de los incendios.

Para obtener una información mas detallada de la comuna se evaluaron datos censales de población, donde se analizó la población total, rangos de edad y otros antecedentes comunales. Otro punto importante son los datos compilados del MOP (Ministerio de Obras Publicas) con respecto al TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) para ver la intensidad de transito que presenta la comuna.

Por último, se examinó información del “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” Décima Región, ya que antiguamente la comuna pertenecía a esta región, en donde se analizó el uso actual del suelo, de acuerdo al tipo de estructura y cobertura vegetal y su relación con variables ambientales.

3.2.2 Determinación de áreas prioritarias de protección

Se busca determinar las áreas que representan distintos niveles de interés de protección, de acuerdo a la integración de tres análisis generales según la metodología propuesta por Julio, 1992: riesgo, peligro y daño potencial; con el objetivo de optimizar la asignación de los recursos disponibles para la protección.

En cada uno de los análisis se consideran variables específicas, así entonces, para el análisis de riesgo se toman como tal la ocurrencia histórica, densidad poblacional, densidad de transito y cobertura de caminos; mientras que para el análisis de peligro se consideran el potencial de propagación, resistencia al control, pendiente, inaccesibilidad y los resultados de la encuesta realizada en los sectores de interfase; por último, para el análisis de daño potencial, se toma en cuenta el valor socioeconómico y ecológico de los sectores que pueden ser afectados.

Mediante la asignación de puntajes normalizados se le da la importancia relativa que tendría cada variable dentro de los análisis, y a su vez la participación de cada análisis en la determinación de áreas prioritarias de protección. Estos puntajes normalizados deben poseer límites precisos en una escala de 0 a 100.

La evaluación se efectúa mediante la acumulación de los puntajes en un sistema geográfico de referencia que consiste en la división del área en polígonos o cuadrantes de igual superficie. Generalmente se ha usado el sistema formado por coordenadas UTM de 100 ó 400 hectáreas. De esta forma, cada celdilla posee un puntaje de cada una de las variables que comprenden los análisis. Así el mayor o menor grado de prioridad de protección está dado por la distribución espacial de las celdillas y su mayor o menor puntaje normalizado respectivamente. Con el fin de facilitar la interpretación del plano resultante, los puntajes finales se clasifican según los siguientes rangos definidos como categorías de prioridad de protección: Alta, Media y Baja, las cuales serán mejor definidas en el punto 3.2.8.

3.2.3 Definición de variables y asignación de puntajes.

Esta operación se realiza mediante la aplicación del método *Delphi*, a través de consultas de manera anónima a 6 profesionales expertos de CONAF, Región de Los Ríos, en el área de incendios forestales y personas con experiencia y conocimiento específico de la comuna de Paillaco.

El cuestionario es sometido a la opinión de los expertos, los que emiten un dictamen acerca de cada una de las variables involucradas en los análisis generales y obtienen información cuantitativa al respecto. Una vez que se analiza la respuesta obtenida, se envía nuevamente a la consideración de los que respondieron y así, en una segunda ronda, pueden variar su opinión en función de los resultados alcanzados. Se busca así conseguir el mayor consenso posible en las respuestas, en base a la calidad del juicio del grupo cuya opinión es considerada igual o mejor que las opiniones individuales.

La cartilla es llenada por cada uno de los expertos consultados, posteriormente se promedian y se obtiene el cuadro que representa el puntaje asignado a cada análisis y sus respectivas variables. Es importante destacar que en cada cuadro completado por los expertos, la suma de los tres análisis generales debe ser 100, y la suma de las variables específicas debe ser el valor asignado al análisis general pertinente.

El puntaje entregado a cada variable representa el valor máximo de sus componentes, lo que disminuye proporcionalmente con las magnitudes de estos mismos según el número de niveles que presente. De esta manera son ingresados en el *software* para la generación de los mapas temáticos.

3.2.4 Variables consideradas en el Análisis de Riesgo.

Ocurrencia Histórica: Considera sectores donde se han producido incendios forestales en temporadas anteriores, asociándose estas áreas a una mayor probabilidad de ocurrencia. Para el análisis de esta variable se recopila la información existente de las estadísticas desde la temporada 1992 hasta la temporada 2007, definiendo celdillas con prioridades alta, media y baja, según la cantidad de incendios forestales ocurridos en el período antes mencionado.

Posteriormente se localiza de la forma mas precisa posible la ubicación de dichos incendios usando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y cartas IGM, en una zona comprendida por el polígono formado por un radio equivalente al promedio de superficie afectada en hectáreas entre las temporadas 1992 y 2007, representando el *buffer* mínimo. Este promedio se obtiene dividiendo el total de la superficie afectada por el número total de incendios. Además se generan otros dos polígonos circulares de 500 m mas para cada radio, para representar así las prioridades alta, media y baja, respectivamente.

Para obtener estos valores de *buffer* se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sqrt{PSA/\pi} \quad (1)$$

Donde:

PSA: Promedio de Superficie Afectada por Incendio Forestal en las últimas 15 temporadas.

Una vez encontrado el valor de *buffer* mínimo, correspondiente a la prioridad máxima, se genera la matriz para la asignación de puntajes de cada componente en esta variable, que corresponden a la frecuencia de incendios forestales.

Densidad Poblacional: Considera los sectores poblados permanentemente y en donde se realizan actividades, las cuales, por ende, representan un mayor riesgo de incendios forestales. Se analizan antecedentes censales de la comuna para conocer la realidad comunal respecto a datos demográficos. El análisis se realiza mediante la confección de un mapa digital que contiene la ubicación de los poblados de la comuna, asociando a ellos los polígonos determinados por radios de 500, 1.000, 2.000 y 3.000 m, que representan prioridad extrema, alta, media y baja respectivamente, a los que a su vez se le asignan puntajes de importancia relativa dentro de la variable.

Densidad de Tránsito: Esta variable está relacionada con la presencia y la actividad de vehículos motorizados. Su análisis se hizo a partir de la red vial presente en la comuna cuya información es proporcionada por el Ministerio de Obras Públicas, el cual realiza un cálculo a cada camino -Transito Medio Diario Anual (TMDA)-. Para la asignación de puntajes se dividió el tránsito en rangos de 0 a 600 como riesgo nulo, 601 a 1200 como riesgo bajo, 1201 a 1800 como riesgo medio, 1801 a 2400 como riesgo alto, y 2401 a 3600 como riesgo extremo. A estos componentes se les asigna un puntaje de importancia relativa por parte del personal técnico.

Cobertura de Caminos: Si bien esta información ya está considerada en la densidad de tránsito, resultó ser complementaria para el análisis de la densidad poblacional, ya que la existencia de caminos indica la presencia de asentamientos humanos que por el número de habitantes no aparecen registrados en los antecedentes expuestos por CONAF *et al.*, (1999). En este caso se definieron las prioridades de protección considerando el porcentaje de superficie cubierta por caminos en cada celdilla (celdillas de 1.000 por 1.000 m), para lo cual se subdividió el cuadrante en cuatro y se asignó un 25% a cada una de estas cuatro divisiones, por lo que cada subcuadrante que contiene caminos, suma un 25% a la adición total. Se consideró como riesgo nulo a las celdillas que poseen un 0% de cobertura, bajo entre 1% y 25%, medio entre 26% y 50%, y alto a las que tengan un valor mayor a 50%.

3.2.5 Variables Consideradas en el Análisis de Peligro

Potencial de Propagación: Representa la velocidad de propagación que puede llegar a desarrollar un incendio forestal, dependiendo principalmente del tipo de combustible afectado. En este caso se utiliza la clasificación de combustibles realizada por Koller (1982), que esta en directa relación con las asociaciones vegetacionales y estructuras típicas de nuestro país. La fuente de información se obtuvo a través de lo establecido por CONAF *et al.* (1999), específicamente del mapa temático del uso actual del suelo. La valoración del potencial de propagación, por parte del personal técnico de CONAF, fue de carácter relativo de acuerdo al comportamiento del fuego para cada tipo de combustible clasificado presente en el área de estudio.

Resistencia al Control: Se refiere a la dificultad de contener la expansión de un incendio, estimado de acuerdo al rendimiento en la construcción de líneas de control en el tipo de combustible afectado por el fuego. Al igual que en el caso del potencial de propagación, la valoración de esta variable se realizó en base a lo señalado por Koller (1982).

Encuesta en Sectores de Interfase: Áreas denominadas de Interfase tienen la característica de que en ellas las casas se encuentran muy próximas a los combustibles naturales compuestos por árboles, arbustos y pastizales. Con el objetivo de determinar el peligro en que se encuentran actualmente estos inmuebles, con respecto a los incendios forestales, es que el Gobierno de Chile en conjunto con Carabineros de Chile y CONAF, diseñaron una encuesta (incluida en el afiche *Riesgo + Peligro = Incendio Posible*), en la que de acuerdo al análisis de variables tales como: materiales de construcción de viviendas y bodegas, distancia de la casa a combustibles vegetales, limpieza de techos, disponibilidad de agua, etc.; se determinaron cuatro categorías de peligro de acuerdo a los puntajes asignados a cada una de las preguntas: extremo, alto, medio y bajo. Se calculó el nivel de peligro existente en cada una de las viviendas y el porcentaje por sectores, para posteriormente entregarle el valor asignado en forma ponderada según el porcentaje de viviendas pertenecientes a cada nivel de peligro. Para llevar a cabo esta encuesta se separó la comuna en 7 sectores: Los Ulmos, Cufeo, La Luma, Huichahue, Arco Iris, Demaihue y El Llolly, donde se entrevistó un total de 190 casas. La cartilla de consulta es anexada.

Pendiente: La base cartográfica para este análisis fueron los datos presentados por CONAF *et al.*, (1999). En la asignación de puntaje se asumió peligro nulo en pendientes menores a 15%, bajo entre 15 a 30%, medio entre 30 a 45%, alto de 45% a 60% y extremo en pendientes mayores a un 60%.

Inaccesibilidad: Esta variable aumenta el grado de peligro dado que las faenas de control y extinción pueden tener mayor demora en el acceso al foco del incendio. Para este efecto se definieron como lugares inaccesibles o de difícil accesibilidad los sectores a más de 4500 m de distancia de un camino transitable por vehículos motorizados, lo que dada las largas caminatas cargando con el equipo de combate

de incendios forestales, hacen disminuir capacidades físicas del personal que concurre al control. El criterio utilizado fue el siguiente: inaccesibilidad baja en sectores que se encuentre entre 0 y 1.500 m de un camino transitable por vehículos motorizados, media entre 1.501 y 3.000 m, alta entre 3.001 y 4.500 m y extrema en más de 4.500 m.

3.2.6 Variables Consideradas en el Análisis de Daño Potencial

Valor Socioeconómico: Esta variable esta relacionada con los daños en la vegetación y en la infraestructura existente. Para su valoración se procedió a clasificar los sectores por tipo de vegetación y existencia de lugares de interés social. Por tipos de vegetación se agruparon las formaciones presentes en bosque nativo, agrícola y plantación forestal; entre los lugares de interés social se consideran centros de infraestructura, atractivos turísticos, y áreas desprovistas de vegetación. La suma de distintos puntajes corresponde al puntaje total asignado a esta variable específica en un área determinada.

Valor Ecológico: Para su evaluación se identificaron los sectores ecológicamente relevantes. Se consideran relevantes: lugares aledaños a cursos y cuerpos de agua, puntos de belleza escénica y sectores con presencia de especies de flora de interés. Se clasificaron como zonas de prioridad máxima (alto) los sitios con especies en problemas de conservación, las zonas de protección de recursos hídricos (50 m), las Áreas Silvestres Protegidas del Estado y las áreas clasificadas como prioritarias de conservación; zonas de protección de los recursos hídricos (100 m) y áreas cubiertas con bosque nativo como prioridad media; zonas de protección de los recursos hídricos (150 m) y otro tipo de vegetación como prioridad baja; y sin presencia de vegetación como sectores no relevantes (nulo). La sumatoria de estos distintos puntajes corresponde al puntaje total asignado a esta variable específica.

3.2.7 Generación de Mapas.

La generación de mapas digitales es el factor común en los objetivos específicos, los que se crean en el *software ArcView 3.2* a través del ingreso de los datos que han sido recopilados en cada uno de los análisis con el fin de hacer la integración final. Con esto se busca determinar de una manera gráfica y de fácil lectura las áreas prioritarias de protección contra incendios forestales, donde se verá claramente donde se concentra la mayor probabilidad de inicio, donde sería más conflictivo y donde causaría mayor daño algún siniestro de este tipo.

3.2.8 Determinación de Prioridades de Protección.

Una vez elaborados los tres análisis generales y sus respectivos mapas resultantes, se procedió mediante el uso de un SIG a integrarlos en uno solo, el cuál recopila la suma de éstos, de tal manera que se genera un mapa que resume los análisis haciéndolo gráficamente interpretable.

Cada celdilla componente del mapa final posee un valor correspondiente a la suma del riesgo, peligro y daño potencial. Dichos valores se ordenaron de manera tal que las celdillas de mayor puntaje y que agruparan aproximadamente 1/7 del área relevante en estudio (no considerando cuerpos de agua, hielos y superficies desprovistas de vegetación) representen la máxima prioridad de protección; las celdillas que siguen en puntaje y que en su conjunto sumen 2/7 del área se clasificaron como áreas de prioridad media; y los 4/7 restantes como áreas de prioridad baja. El criterio para esta agrupación es que el área de máxima prioridad sea la mitad del área de la de prioridad media, y ésta, a su vez, sea la mitad de la de prioridad baja, según lo planteado por Julio (1992).

3.2.9 Prescripción de medidas de prevención.

Tomando en consideración las áreas prioritarias a proteger, se procede a preparar una propuesta de prevención de incendios forestales para la comuna de Paillaco, basándose en experiencias anteriores y en los antecedentes recopilados en forma preliminar a la realización del estudio. Para fines prácticos las propuestas técnicas se dividieron en: sectores de interfase, educación ambiental y manejo de combustibles.

Las medidas en sectores de interfase estarán enfocadas en lo referente a planificación comunal y desarrollo urbano, diseño de caminos, suministro de agua, seguridad en la construcción y seguridad a través de la información. En cuanto a las medidas en educación ambiental, se enfocaran en la incorporación de planes educativos municipales. Por ultimo, para el manejo de combustibles se señala la silvicultura preventiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de Riesgo

4.1.1 Ocurrencia de Incendios Forestales

El cuadro que se presenta a continuación muestra la información recopilada por el Departamento de Protección contra Incendios Forestales, Región de Los Ríos, durante las temporadas en cuestión para la comuna de Paillaco, donde se han producido 138 siniestros, afectando un total de 673,22 has.

Cuadro 1. Ocurrencia y superficie afectada por incendios forestales en la comuna de Paillaco entre 1992 y 2007

Temporada	Nº Incendios	Superficie Afectada (Ha)
1992-1993	3	39,25
1993-1994	10	97,2
1994-1995	1	0,1
1995-1996	8	114,5
1996-1997	1	0,6
1997-1998	22	44,67
1998-1999	27	135,81
1999-2000	2	4,62
2000-2001	1	0,05
2001-2002	25	171,27
2002-2003	6	2,97
2003-2004	11	20,21
2004-2005	14	32,65
2005-2006	3	5,3
2006-2007	4	4,02
Total	138	673,22
Promedio		4,8

Fuente: Sistema Estadístico CONAF, Región de Los Ríos

La Figura 1 muestra de mejor manera la intensidad de los incendios para cada temporada; nótese la correspondiente a 1992-1993, con un bajo número de siniestros pero una superficie afectada igual a la temporada 1997-1998, en consecuencia que esta última presenta 7 veces más el número de incendios. Algo similar sucede para las temporadas 1995-1996 y 1998-1999, siendo esta última la que mayor número de incendios registra, 27 eventos. La temporada con mayor superficie afectada corresponde a 2001-2002, con más de 170 has quemadas en un total de 25 incendios. Paradójicamente, la inmediatamente anterior a ésta, es la que menor número de siniestros y superficie afectada presenta, 1 evento en 0,05 ha.

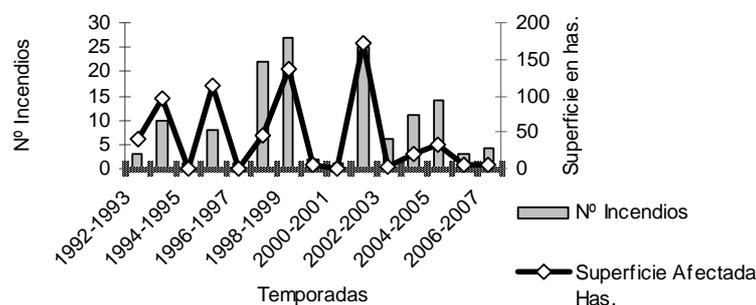


Figura 1. Relación existente entre el número de incendios y la superficie afectada para cada temporada

No existe una relación directa entre el número de incendios y la superficie afectada por los mismos, lo que se debe a que para cada evento existen factores que determinan su gravedad, como la ubicación en el relieve, el tiempo de detección, el tiempo de arribo y el tiempo en realizar el primer ataque.

Según la información registrada por CONAF sobre causalidad y combustible afectado, de los 138 incendios registrados en las temporadas de estudio, 34 son atribuibles a faenas forestales, 33 no identificado, 10 a faenas agrícolas y solo 2 a recreación y deporte.

Cuadro 2. Distribución histórica de la causalidad de incendios forestales en la comuna de Paillaco

Causa	Nº Incendios	Porcentaje
Faenas Forestales	34	24,64
Faenas Agrícolas	10	7,25
Recreación y Deporte Aire Libre	2	1,45
Juegos	7	5,07
Tránsito y Transporte	27	19,57
Otras Actividades	12	8,70
Intencional	13	9,42
No Identificada	33	23,91
TOTAL	138	100,00

Fuente: Sistema Estadístico CONAF, Región de Los Ríos

La Figura 2 muestra que casi un cuarto del total de incendios corresponde a faenas forestales, asimismo para causas no identificadas, lo que entre ambas suma un 48,55% de la causalidad de siniestros en la comuna. Tránsito y transporte se encuentra en tercer lugar con un 19,57% de culpabilidad en la ocurrencia de incendios. Recreación y Deporte Aire Libre, junto a Juegos, son los que menos presentan causalidad de eventos. Se deduce entonces que la gran mayoría de los eventos son producidos por negligencia humana.

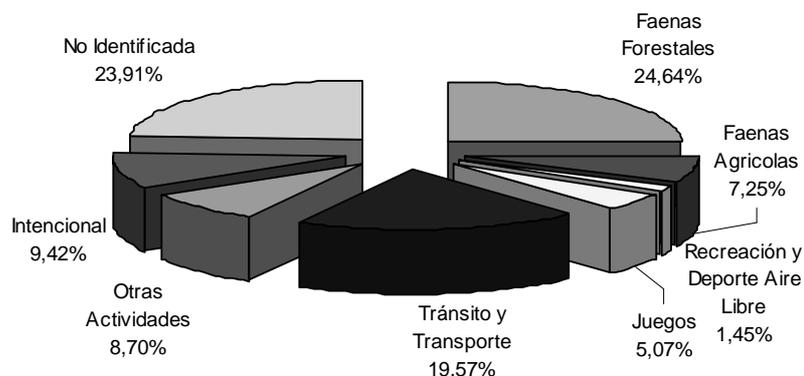


Figura 2. Distribución porcentual de la causalidad de incendios forestales en la comuna de Paillaco en las últimas 15 temporadas

De las 673,22 has afectadas por incendios forestales, 216,94 corresponden a matorral, presentando el mayor porcentaje de superficie afectada en el historial de la comuna, un 32,22%. Las plantaciones forestales presentan el menor porcentaje de daño con un 8,17% de la superficie total afectada por incendios en Paillaco. Arbolado natural, pastizal y otros, se reparten el porcentaje restante bordeando el 20% cada uno en superficie afectada por estos eventos.

Cuadro 3. Distribución histórica del combustible afectado por incendios forestales en la comuna de Paillaco entre 1992 y 2007

Combustible Afectado	Superficie	Porcentaje
Plantaciones Forestales	54,99	8,17
Arbolado Natural	129,3	19,21
Matorral	216,94	32,22
Pastizal	145,62	21,63
Otras Superficies	126,37	18,77
Total	673,22	100,00

Fuente: Sistema Estadístico CONAF, Región de Los Ríos

Dejando de lado las Plantaciones Forestales y Otras Superficies, y se consideran solo las estructuras naturales, se tiene que un 73,06% de la superficie afectada corresponde a este tipo de vegetación, lo cual se debe a los bosques típicos de la región en que se encuentra la comuna de Paillaco, donde se caracterizan grandes masas boscosas naturales. Por otro lado, si se considera la superficie afectada en Plantaciones Forestales, 8,17%, que corresponde a casi 55 has, no deja de ser importante si se toma en cuenta la inversión y el debido retorno que conlleva este negocio.

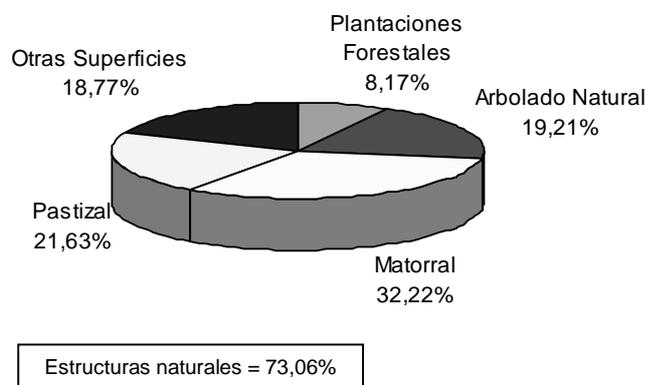


Figura 3. Distribución porcentual del combustible afectado por incendios forestales en las últimas 15 temporadas en la comuna de Paillaco

El promedio de superficie afectada es igual a 4,8 ha. Según la fórmula (1) el *buffer* mínimo de protección corresponde a 123,6 m, los siguientes serían 623,6 m y 1123,6 m. Estos valores representan prioridades de protección máxima, media y mínima, respectivamente.

Los puntajes de importancia relativa disminuyen a medida que aumenta el *buffer* desde el punto de ocurrencia del siniestro, así como también con el número de incendios ocurridos.

Cuadro 4. Frecuencia de incendios forestales y su respectivo puntaje

Nº Incendios ocurridos	Buffer 123,6 m	Buffer 623,6 m	Buffer 1123,6 m
6 ó Mas	9,8	8,5	7,3
5	8,5	7,3	6,0
4	7,3	6,0	4,8
3	6,0	4,8	3,5
2	4,8	3,5	2,3
1	3,5	2,3	1,0
Prioridades	Máxima	Media	Mínima

4.1.2 Aspectos poblacionales

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2002, Paillaco posee una población de 19.237 habitantes, donde el 51,84% y el 48,16% corresponden a población urbana y rural respectivamente. La participación de Paillaco a nivel regional es del 1,79%. Esta comuna presenta un crecimiento poblacional de 5,9% de acuerdo a los Censos de 1992 y 2002.

Cuadro 5. Antecedentes poblacionales para comuna de Paillaco al año 2002

Antecedentes	Total zona estudio
Habitantes	19.237
Superficie	896 kms ²
Habitantes por km ²	21,47
Población masculina	9.620
Población femenina	9.617
Porcentaje población rural	48,16
Porcentaje población urbana	51,84
Porcentaje comuna en la región	1,79

Fuente: INE, Censo 2002

La población esta mayoritariamente representada por el rango de edad que va de los 15 a 24 y 25 a 44 años, lo cual es la mayor fuerza de trabajo. Sobre esa edad disminuye la participación porcentual dentro de la comuna, bordeando el 8% cada rango, tal como lo muestra la Figura 4.

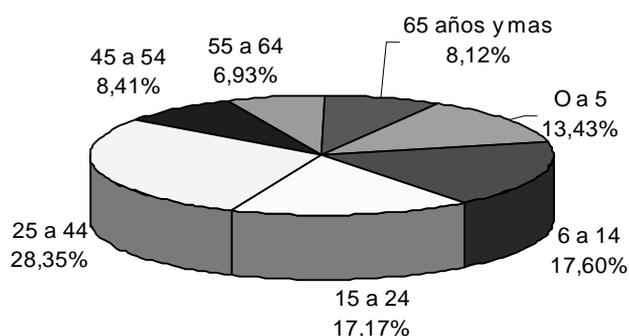


Figura 4. Distribución porcentual de la comuna por clase de edad

La densidad poblacional esta directamente relacionada a cierto nivel de riesgo en cuanto a la ocurrencia de incendios forestales, ya que el factor antrópico es el principal causante de estos siniestros, lo que con ello también aumenta el riesgo de que las casas sean víctimas de este tipo de incendios. De esta manera, a mayor distancia de centros poblados, disminuye el puntaje de relevancia en cuanto al nivel de riesgo.

Cuadro 6. Puntaje asignado a componentes de la variable densidad poblacional

Rangos de Distancia Centros Poblados	Puntaje asignado	Prioridad
Menos de 500 m	7,70	Extrema
entre 500 m y 1.000 m	5,78	Alta
entre 1.000 m y 2.000 m	3,85	Media
entre 2.000 y 3.000 m	1,93	Baja

4.1.3 Densidad de tráfico motorizado

Según la información entregada por el Ministerio de Obras Públicas, acerca del tránsito diario en los caminos que pasan por la comuna de Paillaco, el acceso sur a la ciudad de Valdivia es el que más tránsito medio presenta, con más de 3.000 vehículos motorizados circulando diariamente por esa ruta. El camino que va hacia Santa Rosa presenta el valor mínimo de tránsito medio con solo 60 vehículos motorizados. A continuación, se presenta el cuadro con cada ruta y su tránsito medio diario ordenados de menor a mayor tráfico.

Cuadro 7. Tránsito diario medio anual para las rutas presentes en la comuna de Paillaco

Estación	De / Hacia	TDMA
10-058-03- 1	Hacia Santa Rosa	60
10-053-03- 1	Hacia Los Chilcos	130
10-053-02- 1	Itropulli Dollinco	153
10-158-03- 1	La Unión - Los Ulmos	175
10-053-01- 1	Itropulli - Dollinco	204
10-051-01- 1	Los Lagos - Dollinco	248
10-058-02- 1	La Unión - Puerto Nuevo	294
10-058-01- 1	La Unión - Puerto Nuevo	310
10-158-02- 1	La Unión - Los Ulmos	343
10-158-01- 1	La Unión - Los Ulmos	360
10-156-01- 1	Cruce Longit.- Reumen	407
10-051-03- 1	Hacia Reumen	809
10-051-02- 1	Los Lagos - Dollinco	924
10-155-01- 1	Cruce Longit.- Santa Laura	1.172
10-127-01- 1	Acceso Sur Valdivia	3.063

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (MOP)

El puntaje asignado para cada componente de la variable Densidad de tránsito motorizado aumenta a medida que es mayor el TDMA, lo cual indica un mayor riesgo de ocurrencia de incendios forestales a mayor tráfico en los caminos de la comuna.

Cuadro 8. Puntaje asignado a los componentes de la variable Tráfico motorizado

Rango TDMA	Puntaje	Riesgo
0-600	0,64	Nulo
601-1200	1,29	Bajo
1201-1800	2,57	Medio
1801-2400	5,15	Alto
2401-3100	10,30	Extremo

4.1.4 Cobertura de caminos

Según la información del catastro se calculó la cobertura de caminos para cada celdilla GEO-REF, a lo que posteriormente cada componente recibió un puntaje relativo de acuerdo a su importancia en el análisis de riesgo.

El puntaje se hace mayor de acuerdo al porcentaje de cobertura en cada celdilla, lo que a su vez determina el nivel de riesgo que representa en la ocurrencia de incendios forestales. Este análisis se ve incrementado al aumentar el tráfico de personas por las distintas vías de la comuna.

Cuadro 9. Puntaje asignado a los componentes de la variable Cobertura de caminos

Rango de Cobertura de Caminos	Puntaje asignado	Riesgo
Igual a 0%	0,00	Nulo
Entre 1 y 25%	3,77	Bajo
Entre 26 y 50%	7,53	Medio
Mayor a 50%	11,30	Alto

4.2 Análisis de Peligro

4.2.1 Combustibles vegetales presentes en el área de estudio

Para conocer la distribución vegetal se procedió a recopilar datos desde el proyecto “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” de 1999, actualización por monitoreo de 2006, donde se tomó en consideración el uso actual del suelo como tipo de combustible. Se reconoce una mayor participación de Renoval Semidenso y Denso con más del 40% de la superficie ocupada por combustible susceptible de ser quemado, lo que corresponde a 27.126,36 ha. Le sigue Bosque Nativo Adulto Denso con un 13,8% con más de 8.500 ha. Las plantaciones no superan el 1% de superficie, tanto para exóticas como para plantaciones nativas.

De acuerdo a estos antecedentes se les da valor según su Potencial de Propagación y Resistencia al Control de cada uno de estos combustibles, generando así los niveles de peligrosidad y su puntaje relativo de cada componente para estas dos variables.

A continuación se muestran los tipos forestales de la comuna:

Cuadro 10. Tipos forestales presentes en la comuna de Paillaco

Tipo Forestal	Superficie (Ha)	Porcentaje
Coihue-Raulí-Tepa	24.357,2	13,73
Lenga	39.122,4	22,05
Lenga-Coihue Común	10,2	0,01
Roble-Raulí-Coihue	10.497,7	5,92
Siempreverde	11.654,9	6,57
Otros terrenos	91.752,3	51,72
Total General	177.394,8	100

Cuadro 11. Distribución del combustible vegetal según uso de suelo presente en la comuna de Paillaco

Tipo De Combustible	Superficie (ha)	Porcentaje
Renoval Semidenso Y Denso	27.126,36	43,49
Bosque Nativo Adulto Denso Y Semidenso	8.610,32	13,80
Praderas Perennes	5.884,86	9,43
Matorral	4.946,76	7,93
Bosque Nat. Adulto-Renoval	3.386,05	5,43
Otros Usos(*)	3.056,49	4,90
Renoval	2.202,14	3,53
Bosque Nat. Achaparrado Semidenso Y Denso	1.741,55	2,79
Matorral Pradera Abierto	1.202,98	1,93
Bosque Nat. Adulto-Renoval Abierto	1.154,26	1,85
Bosque Nativo Abierto	1.064,31	1,71
Rotación Cultivo-Pradera	957,47	1,53
Plantación	579,40	0,93
Vegetación Herbácea En Orilla	418,79	0,67
Bosque Nat. Plantación	44,28	0,07
Total	62.376,03	100

Fuente: Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, 1999.

*: Afloraciones rocosas, terrenos sin vegetación, dunas, entre otros.

4.2.1.1 Potencial de Propagación

El tipo de combustible, según sus características, posee un nivel de peligrosidad que representa el grado de prioridad de protección. Esto debido a que las distintas estructuras presentan distinta velocidad de propagación, lo cual genera la potencialidad del mismo en cuanto a su grado de peligro. Así entonces, los tipos relacionados a praderas presentan un alto potencial de propagación por sus características de campo abierto y velocidad que puede tomar el fuego en esta superficie. Por el contrario, a mayor cobertura boscosa disminuye su potencial de propagación, lo que se debe a la existencia de mayor cantidad de combustible por superficie, lo que hace que el fuego se propague lentamente pero con mayores consecuencias. La Vegetación Herbácea de Orilla también presenta un bajo potencial, principalmente por razones de cercanía a cursos de agua que disminuyen su grado de peligro.

Cuadro 12. Puntaje asignado según Potencial de Propagación para cada tipo de combustible

Tipo De Combustible	Potencial de Propagación
Rotación Cultivo-Pradera	8,0
Praderas Perennes	8,0
Matorral	8,0
Matorral Pradera Abierto	8,0
Bosque Nativo Abierto	5,1
Bosque Nat. Adulto-Renoval	5,1
Bosque Nat. Adulto-Renoval Abierto	5,1
Bosque Nat. Plantación	5,1
Plantación	5,1
Renoval	2,6
Renoval Semidenso Y Denso	2,6
Bosque Nativo Adulto Denso Y Semidenso	2,6
Bosque Nat. Achaparrado Semidenso Y Denso	2,6
Vegetación Herbácea En Orilla	2,6
Otros Usos(*)	0,0

4.2.1.2 Resistencia al Control

La Resistencia al Control la determina principalmente la eficiencia en el combate de un incendio forestal según el tipo de combustible afectado. En este caso, y a diferencia del Potencial de Propagación, las estructuras más densas presentan mayor Resistencia al Control, como Bosques Densos y Semidensos, lo que se debe a las dificultades que se pueden presentar en el arribo a los focos; por su parte, los tipos de praderas presentan el menor grado de Resistencia por sus condiciones de campo abierto, lo que permite una pronta detección, fácil acceso y ataque apropiado.

Cuadro 13. Puntaje asignado a cada combustible según Resistencia al Control

Tipo De Combustible	Resistencia al Control
Rotación Cultivo-Pradera	2,3
Praderas Perennes	2,3
Matorral	2,3
Matorral Pradera Abierto	2,3
Bosque Nativo Abierto	4,6
Bosque Nat. Adulto-Renoval	4,6
Bosque Nat. Adulto-Renoval Abierto	4,6
Bosque Nat. Plantación	4,6
Plantación	4,6
Renoval	4,6
Renoval Semidenso y Denso	7,1
Bosque Nativo Adulto Denso y Semidenso	7,1
Bosque Nat. Achaparrado Semidenso y Denso	7,1
Vegetación Herbácea En Orilla	2,3
Otros Usos(*)	0,0

Se deduce entonces, que según tipo de combustible, existe una relación inversa entre estas últimas dos variables: a mayor Potencial de Propagación es menor la Resistencia al Control, y viceversa.

4.2.2 Encuesta en sectores de interfase

De las 190 casas encuestadas, las que presentan un nivel de peligro alto corresponde al 63,16%. Le sigue el nivel de peligro extremo, con 23,68% del total de casas encuestadas; y el nivel de peligro medio, con un 13,16% de participación. El nivel de peligro bajo se mantuvo en cero, lo que indica que todas son susceptibles de presentar un daño de consideración ante la ocurrencia de un incendio forestal. Es importante mencionar que ningún sector presentó más de un nivel de peligro, es decir, del total entrevistado en cada sector, el 100% corresponde a un solo nivel.

A continuación se presentan los resultados detalladamente para cada sector encuestado.

Cuadro 14. Resultados de encuesta en sectores de interfase

Sectores	Peligro Bajo		Peligro Medio		Peligro Alto		Peligro Extremo		Encuestas por Sector (Nº)
	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	
Los Ulmos	0	0	0	0,00	0	0,00	25	13,16	25
Cufeo	0	0	0	0,00	0	0,00	20	10,53	20
La Luma	0	0	0	0,00	15	7,89	0	0,00	15
Huichahue	0	0	0	0,00	30	15,79	0	0,00	30
Arco Iris	0	0	25	13,16	0	0,00	0	0,00	25
Demaihue	0	0	0	0,00	45	23,68	0	0,00	45
El Llolly	0	0	0	0,00	30	15,79	0	0,00	30
TOTAL	0	0	25	13,16	120	63,16	45	23,68	190

Los Ulmos: A 25 Km al oeste de Paillaco, casas y caminos de difícil acceso, poca disponibilidad de agua de fuentes naturales, como ríos y esteros. En dicho sector la topografía es irregular. El desplazamiento vehicular se puede realizar mediante vehículos simples y de doble tracción, lo ultimo para sectores de difícil acceso. La vegetación es de matorral denso como Ulex y plantaciones de empresas y pequeños propietarios. Dichas plantaciones son explotadas y no se observa en terreno la confección de cortafuegos en las plantaciones de particulares. Se observa casas y construcciones de material ligero, lo cual ha provocado daño por causa de los incendios, el personal de apoyo para dichos eventos son bomberos de Paillaco y Valdivia.

Huichahue: A 15 Km al noroeste de Paillaco con caminos de fácil acceso ya que hay transito por carretera desde Valdivia. Topografía irregular con formación de cerros en ambos lados, en algunos sectores existen fuertes pendientes. Las casas y construcciones en el lugar son de material ligero, lo cual está propenso a daños por los efectos de un incendio forestal. Se observa ausencia de fuentes de agua natural

hacia los sectores con pendientes abruptas. El sector puede ser apoyado con carrobombas, pero para lo cual también hay dificultad de acceso.

La Luma: A 15 Km al suroeste de Paillaco, caminos de regular acceso, caminos secundarios en su mayoría de ripios y tierra, sectores con pendiente abrupta que dificulta el combate de bomberos en incendios forestales, falta de fuentes naturales de agua lo cual hace aún más alto el riesgo para el combate. Las casas y construcciones son en su totalidad de madera. En el periodo de verano, en terrenos planos, se encuentran combustibles secos de faenas agrícolas lo cual da un mayor grado de peligro y riesgo en los sectores.

Cufeo: A 25 Km al oeste de Paillaco, caminos de fácil acceso, caminos secundarios hacia los sectores con mayor pendiente dificulta el acceso en vehículo, sólo se accede en vehículo de doble tracción. El trabajo de bomberos es solo a orilla de carretera, además la presencia de fuentes naturales de agua es nula en sectores con mayor pendiente. Las casas y construcciones del sector son de material de madera lo que hace más riesgoso la contención.

Arcoiris: A 18 km al sureste de Paillaco, caminos con fácil acceso, topografía plana. El grado de peligro y riesgo en periodo de verano es alto por la gran cantidad de quemadas resultantes de las faenas agrícolas. Alta densidad de casas con material ligero y población en general. El acceso de bomberos es óptimo, pero se dificulta el combate por la baja disponibilidad de fuentes de agua.

Demaihue: Al norte de Paillaco, sectores de interfase, terrenos en su mayoría planos con leves lomajes, caminos de fácil acceso, lo cual permite el oportuno combate para bomberos. El sector presenta un alto grado de peligro por la gran cantidad de población existente, además cuenta con áreas de camping, lo que aumenta el riesgo de incendios provocados por descuidos humanos.

El Llolly: A 30 km al este de Paillaco, sector con terrenos ondulados. En su mayoría terrenos con alto grado de peligro en quemadas forestales por la habilitación de terrenos agrícolas. Alta densidad de casas con material ligero y población en general. El acceso para el combate de incendios es accesible por carretera, la cual se encuentra más o menos a 25 km desde Futrono a dicho sector. Disponibilidad de agua es escasa con difícil acceso a los causes naturales, Ej. Ríos y esteros.

El puntaje asignado a cada nivel de peligro refleja la importancia relativa de cada componente en esta variable.

Cuadro 15. Puntaje asignado para cada nivel de peligro en la Encuesta de Interfase en la comuna de Paillaco

Nivel de Peligro	Puntaje asignado
Extremo	5,2
Alto	3,9
Medio	2,6
Bajo	1,3

4.2.3 Determinación de la pendiente

Esta variable afecta el comportamiento del fuego, acelerándolo al precalentar el combustible de la zona más alta que está en contacto con las llamas, además de aumentar la resistencia al control disminuyendo la eficiencia en la construcción de líneas de fuego en zonas de mayor pendiente.

A continuación se presentan las superficies de la comuna correspondientes a cada rango de pendiente.

Cuadro 16. Superficie por cada rango de pendiente presente en la comuna de Paillaco

Pendiente	Superficie (ha)
> 100%	917,3
0-15%	81.710,4
15-30%	41.729,1
30-45%	20.285,5
45-60%	13.553,4
60-100%	19.118,5
No Clasificado	80,6
Total general	177.394,8

La asignación de puntaje, para cada componente de esta variable, fue relativo a su importancia en el análisis de peligro.

Cuadro 17. Puntaje asignado a los componentes de la variable Pendiente

Rango de Pendiente	Puntaje Asignado	Nivel de Peligro
Menor a 15 %	0,00	Nulo
Entre 15 y 30%	1,70	Bajo
Entre 30 y 45%	3,40	Medio
Entre 45 y 60	5,10	Alto
Mayor a 60 %	6,80	Extremo

4.2.4 Inaccesibilidad

Esta variable considera principalmente el puntaje relativo que toma la cobertura de caminos y su nivel de peligro que conlleva la capacidad de arribo inmediato a un foco de incendio forestal.

Cuadro 18. Puntaje asignado a los componentes de la variable Inaccesibilidad

Rango de inaccesibilidad	Puntaje Asignado	Nivel de Peligro
Entre 0 y 1.500 m	1,13	Bajo
Entre 1.501 y 3.000 m	2,25	Medio
Entre 3.001 y 4.500 m	3,38	Alto
Mayor a 4.500 m	4,50	Extremo

4.3 Análisis de Daño Potencial

4.3.1 Valor Socioeconómico

Considera el puntaje relativo a la importancia de los componentes que la determinan. Así, el mayor puntaje en potencialidad de daño es asignado a las construcciones, debido a que un daño en esta categoría conlleva riesgos humanos; le siguen bosque nativo y atractivos turísticos, por su calidad de paisaje y/o belleza escénica; las plantaciones forestales quedan mas atrás ya que implica un daño económico principalmente y no un aspecto social directamente, así mismo para los cultivos agrícolas. Áreas desprovistas de vegetación no se les asigna puntaje.

Cuadro 19. Puntaje asignado a los componentes de la variable Daño Potencial

Categoría de Valor Socioeconómico	Puntaje Asignado
Centros de infraestructura	14,7
Bosque nativo	10,7
Atractivos turísticos	10,7
Plantación forestal	5,3
Cultivos agrícolas	2,6
Áreas desprovistas de vegetación	0,0

4.3.2 Valor Ecológico

Al igual que la variable anterior, ésta considera el puntaje relativo a la importancia de los componentes que la determinan. Así entonces, categorías de conservación y cercanía a recursos hídricos conllevan un mayor puntaje; protección de bosque nativo y recursos hídricos a mayor lejanía le siguen en puntaje; por último, terrenos desprovistos de vegetación no consideran puntaje.

Cuadro 20. Puntaje asignado a los componentes de la variable Valor Ecológico

Categoría de Valor Ecológico	Puntaje asignado
Zonas de protección de recursos hídricos (50 m)	25,3
Sectores con especies en problemas de conservación	25,3
Áreas incluidas en el SNASPE	25,3
Zonas clasificadas como prioritarias de conservación	25,3
Bosque nativo	17,3
Zonas de protección de recursos hídricos (100 m)	17,3
Zonas de protección de recursos hídricos (150 m)	6,3
Otro tipo de coberturas vegetales	6,3
Desprovistos de vegetación	0,0

4.4 Determinación de Áreas Prioritarias de Protección

Al integrar los tres análisis anteriores se puede apreciar que según lo explicado en la metodología, se clasifica la comuna de Paillaco con un nivel bajo de prioridad de protección (4/7 del total de superficie), concentrándose el nivel alto en la zona centro-oeste de la comuna principalmente, y que corresponde a 1/7 de la totalidad de superficie.

Los sectores que presentan un nivel alto de prioridad para ser protegidos son Paillaco, Cufeo, Huichahue y Los Ulmos. Estos sectores se encuentran aproximadamente a unos 20 km de la ciudad de Paillaco, donde los principales problemas de combate y liquidación de incendios forestales se hacen más críticos por la topografía irregular que presentan con lomajes de fuertes pendientes, se observa en ellos ausencia de fuentes de agua natural hacia las lomas más inclinadas. Las construcciones son de material ligero por lo que en sectores de interfase generan un mayor riesgo de incendios, tanto forestales como urbanos. Estos sectores han sido clasificados según la encuesta de interfase como peligro extremo y alto, lo que los hace prioritarios para su protección.

4.5 Puntajes de los análisis y variables

Según las variables específicas para cada análisis, se considera con mayor puntaje a la Análisis general de Riesgo, con 39,2 puntos, le sigue el Análisis de Peligro con 36,7 y el Daño Potencial con 24,2 puntos. Cabe destacar que estos valores han sido aproximados, por lo que en su conjunto deben sumar 100.

De las variables específicas, la que mayor puntaje presenta es el Valor Socioeconómico, lo que se debe a la gran importancia del sector rural y las labores que conlleva para la comuna, la cual, como se dijo anteriormente, es eminentemente agro-forestal, por lo que un daño en este ítem reflejaría pérdidas de patrimonio y de oportunidades de trabajo. Esta variable aporta por sí sola con el 63% para el Análisis de Daño Potencial, lo cual es importante destacar debido a que son solo dos variables. El Potencial de Propagación presenta 12,7 puntos, siendo la variable específica en segundo lugar de ponderación. Esta variable toma tal importancia

debido a sectores que presentan condiciones de campo abierto o matorrales, lo que induce a una mayor velocidad de avance del fuego. En el Análisis de Peligro las demás variables no sobrepasan los 8 puntos de ponderación, siendo Inaccesibilidad con 4,5 la que menor importancia relativa presenta. Esto se debe a que la comuna presenta accesos suficientes y de buen nivel de arribo para los sectores que componen Paillaco. La encuesta en sectores de interfase presentan un valor de 5,2, lo que es un valor bajo respecto de las demás variables, y esto se debe a que los asentamientos humanos en los distintos sectores no generan mayor conflictividad a la hora de ocurrencia de un incendio forestal.

Cuadro 21. Resumen de los puntajes asignados a cada análisis y sus variables específicas

Variable general	Variable específica	Puntaje	
		Var. General	Var. Especifica
Riesgo	Ocurrencia Histórica	39,2	9,8
	Dens. Poblacional		7,7
	Dens. Transito		10,3
	Cob. Caminos		11,3
Peligro	Pot. Propagación	36,7	12,7
	Resist. al Control		7,5
	Encuesta Interfase		5,2
	Pendiente		6,8
	Inaccesibilidad		4,5
Daño Potencial	Valor Socioeconómico	24,2	15,3
	Valor Ecológico		8,8
TOTAL		100	

4.6 Presentación y discusión de mapas resultantes

4.6.1 Mapa de Riesgo

Se puede apreciar que no existen sectores extremadamente conflictivos en cuanto al riesgo que puedan generar, ya que la distribución de cada uno de los niveles es bastante homogénea en la totalidad del mapa. Sin embargo, existe una mínima tendencia de concentración de los niveles medio y alto en la zona central de la comuna, que corresponde al sector más urbanizado de Paillaco, y se debe principalmente a que los asentamientos humanos generan el mayor riesgo de ocurrencia de los incendios forestales (Figura 5).

De las 90.334 ha de superficie, el 57% corresponde a un nivel de riesgo bajo, obteniendo el menor porcentaje el nivel de riesgo alto con poco mas del 14%.

Cuadro 22. Superficies clasificadas según nivel para el Mapa de Riesgo en la comuna de Paillaco

Nivel de Riesgo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Alto	12.992	14,4
Medio	25.840	28,6
Bajo	51.502	57,0
TOTAL	90.334	100

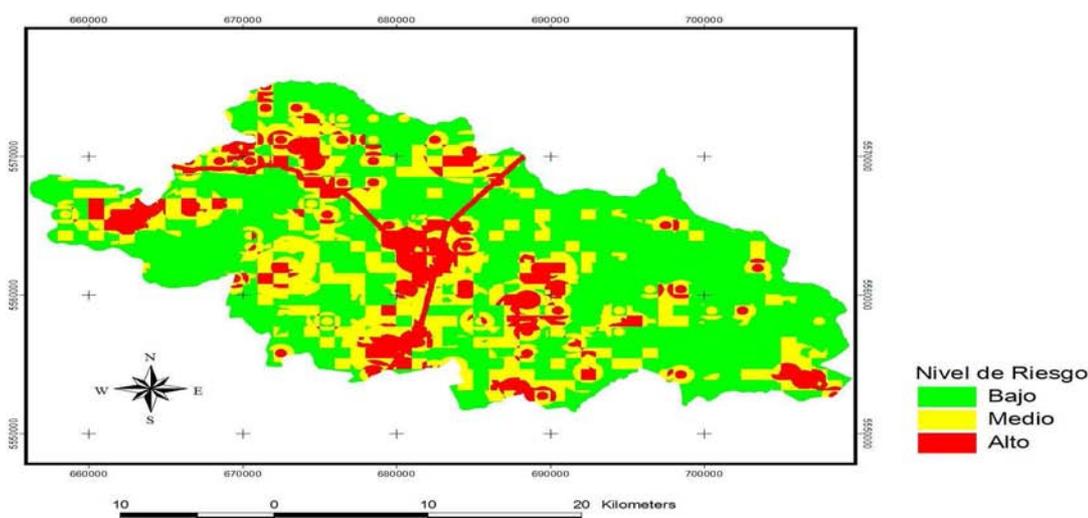


Figura 5. Mapa resultante para el Análisis de Riesgo

4.6.2 Mapa de Peligro

El nivel de peligro bajo es el que mayor porcentaje presenta, un 46,6%, que corresponde a 42.101 ha clasificadas como tal. De las casi 50.00 ha restantes, el 14,8% y el 38,6% se clasifican como nivel alto de peligro y como nivel de peligro medio, respectivamente.

Cuadro 20. Superficies clasificadas según nivel para el Mapa de Peligro en la comuna de Paillaco

Nivel de Peligro	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Alto	13.401	14,8
Medio	34.832	38,6
Bajo	42.101	46,6
TOTAL	90.334	100

La figura 6 muestra que existen concentraciones de cada nivel en distintos sectores. Así entonces se puede ver que el nivel de peligro alto se concentra en el sector oeste de la comuna, que corresponde a Huichahue y Cufeo, en estos la topografía es irregular con fuertes pendientes, además se considera que las casas son de material ligero y existe ausencia de fuentes de agua natural hacia las lomas más inclinadas. El nivel medio se agrupa en el sector noreste, que corresponde a Demaihue y El

Lolly, sectores con terrenos en su mayoría planos de fácil acceso pero con gran cantidad de población humana y áreas de camping. Por ultimo, el nivel bajo se concentra en la zona sureste de la comuna de Paillaco, donde se encuentran La Luma y Arcoiris, terrenos relativamente planos con acceso de bomberos bastante óptimo, pero se dificulta el combate por la baja disponibilidad de fuentes de agua.

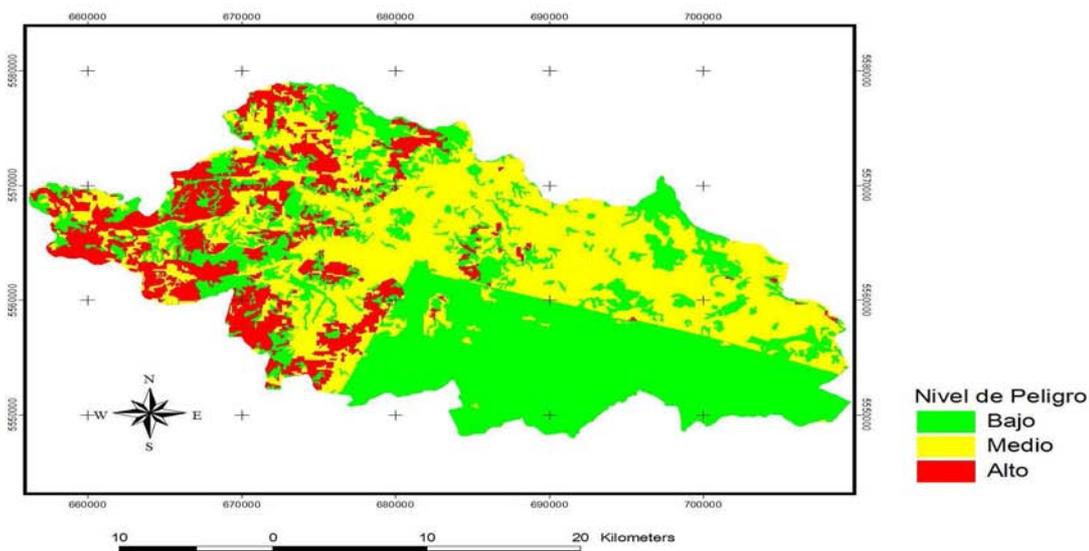


Figura 6. Mapa resultante para el Análisis de Peligro

4.6.3 Mapa de Daño Potencial

El 63% se clasifica como nivel bajo de daño potencial, lo que equivale a 56.885 ha. Los niveles alto y medio son relativamente similares, respecto del nivel bajo que acapara casi 2/3 de la totalidad de superficie, con 18.314 y 15.135 ha respectivamente.

Cuadro 21. Superficies clasificadas según nivel para el Mapa de Daño Potencial en la comuna de Paillaco

Nivel de D. Potencial	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Alto	18.314	20,3
Medio	15.135	16,8
Bajo	56.885	63,0
TOTAL	90.334	100

La distribución de los niveles en la comuna se hace distinto para cada uno, presentándose una concentración del nivel bajo de daño potencial en la zona centro y este de la comuna, correspondientes a Paillaco, Demaihue, El Lolly, La Luma y Arcoiris. El nivel de daño potencial medio se sesga hacia el sector oeste de la comuna de Paillaco, donde se encuentran Los Ulmos, Cufeó y Huichahue. Por su parte, el nivel de daño potencial alto se distribuye a través de la comuna en forma

más homogénea, presentando una mínima tendencia hacia la zona oeste de la misma (Figura 7).

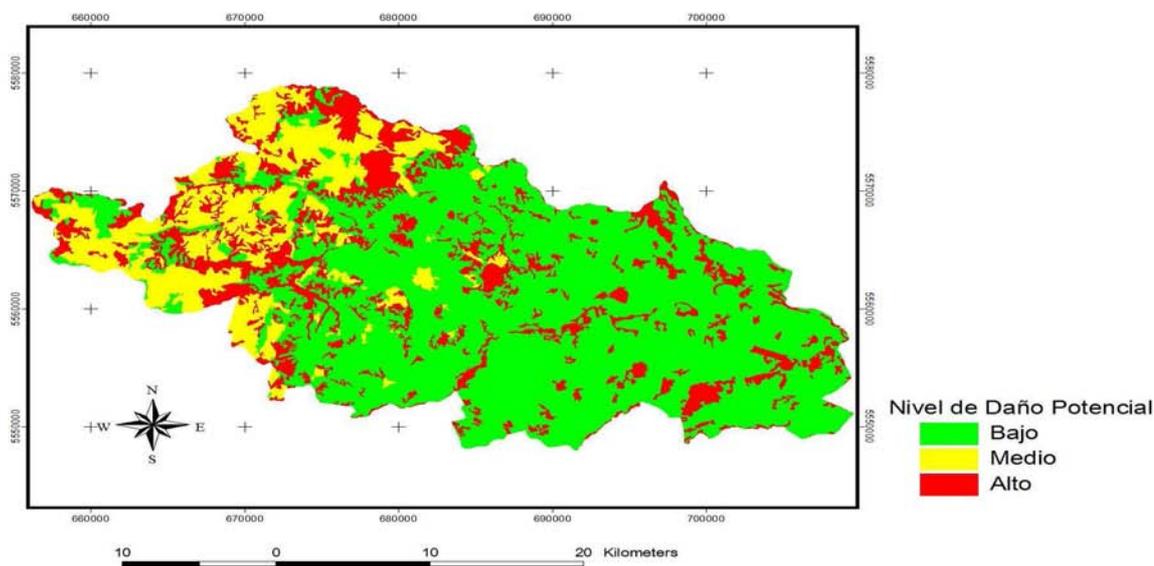


Figura 7. Mapa resultante para el Análisis de Daño Potencial

4.6.4 Mapa de Áreas Prioritarias de Protección

De las 90.334 ha, 51.556 son clasificadas como nivel bajo de prioridad de protección, lo cual corresponde al 57,1% del total. Los niveles medio y alto presentan un 28,6% y 14,3% respectivamente.

Cuadro 21. Superficies para cada nivel de prioridad de protección

Nivel de prioridad de protección	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Alto	12.919	14,3
Medio	25.859	28,6
Bajo	51.556	57,1
TOTAL	90.334	100

Similar al mapa de riesgo, las prioridades de protección se concentran en la zona central y oeste de la comuna; Paillaco, Demaihue, Cufeó, Huichahue; a pesar de tener en general una distribución homogénea a través del mapa. El nivel bajo de protección se hace visible en todos los sectores de la comuna abarcando 4/7 de la superficie total de ésta (Figura 8).

Cabe destacar que los niveles de protección indican solo que sectores abordar primero a la hora de ocurrencia de un incendio forestal, ya sea por su composición vegetal e importancia de la misma o por las limitaciones que pueda presentar el

terreno, y no significa necesariamente que la gran cantidad de superficie en un nivel bajo de protección esté libre de ocurrencia de incendio, o mucho menos, libre de asignación de los recursos disponibles para el combate de los mismos.

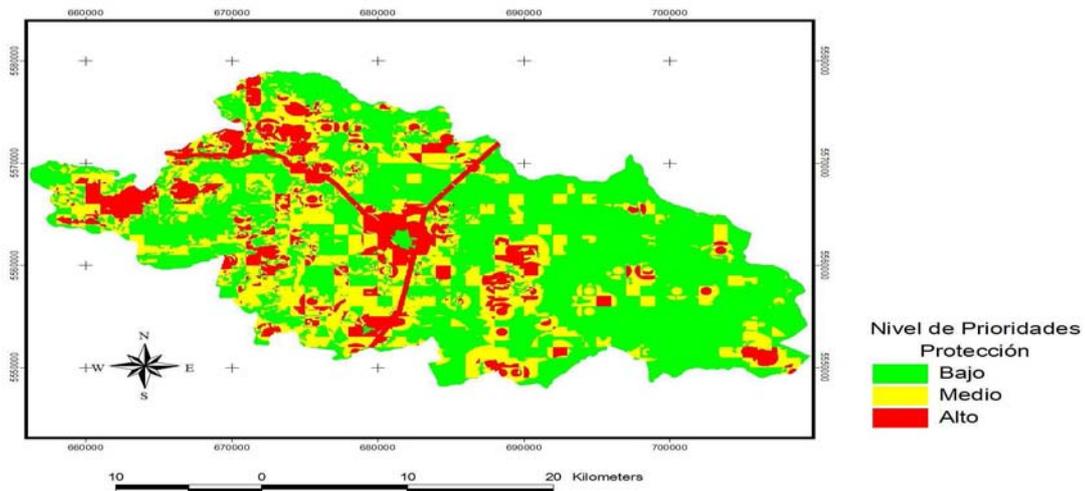


Figura 8. Mapa resultante para las Áreas Prioritarias de Protección

4.7 Implementación de Medidas de Prevención

La principal causa de ocurrencia de incendios forestales son las faenas forestales y el transporte, siendo el principal combustible afectado el Bosque Nativo, por lo que se hace necesario incrementar la labor preventiva dirigida a pequeños propietarios y operarios del rubro, sobre todo en sectores mas alejados y difíciles de acceder.

4.7.1 Medidas de prevención en sectores de interfase

Planificación y desarrollo urbano. Las personas encargadas en los distintos niveles en la planificación y desarrollo urbano de la comuna de Paillaco deberán contactar al Departamento de Protección contra Incendios Forestales de CONAF Región de Los Ríos, para que este aporte su visión técnica en la prevención de incendios forestales en la planificación de nuevos asentamientos humanos en la comuna, principalmente en la zona rural.

Al diseñar áreas públicas tales como parques y plazas, estas deberán estar aisladas de las construcciones, de tal forma que los incendios que pudiesen comenzar en estas áreas no se dispersen a las zonas circundantes. Además de eliminar los árboles secos por seguridad personal, y por tratarse de un excelente combustible.

En la etapa de planificación de grandes loteos, destinar lugares estratégicos para la ubicación de futuras estaciones de bomberos. Además se deberá disponer de cartografía confiable y actualizada, incluyendo los elementos que componen la red de seguridad (calles, grifos, rutas de acceso y escape, etc.), en lo que respecta a la ubicación y capacidad de los mismos.

La Municipalidad deberá asegurar un sistema de recolección de residuos proveniente de podas y limpiezas, de forma de evitar la acumulación de material seco en lugares no seguros.

Diseño de Calles. Las consideraciones en cuanto al diseño de las calles se deben a que estas tienen que ser aptas para la circulación de carros bomba y/o camiones cisterna.

Los nuevos loteos deben proveer por lo menos de dos calles principales de acceso que permitan múltiples ingresos y egresos en forma simultánea, de forma tal que si una de ellas se encuentra cerrada por un incendio, la otra sirva como vía de escape y acceso para personal socorrista y de combate.

Los loteos deben poseer una calle de circunvalación que actúe como cortafuego; para determinar el ancho mínimo de la misma debe considerarse la vegetación existente, la pendiente y los vientos predominantes, ya que estos factores inciden en el alto de las llamas y por consiguiente en su efectividad. Se recomienda un ancho mínimo de seis metros. Además las calles deben estar libres de material combustible en el ancho correspondiente a camino y calzada. Estas recomendaciones también deben ser tomadas en cuenta para los caminos internos de acceso hasta las edificaciones que posean algunos predios de gran tamaño.

Los puentes deben dimensionarse para permitir el paso de grandes vehículos cuyo peso mínimo de resistencia no debe ser inferior a 4.000 Kg.

Suministro de Agua. Las Juntas Vecinales y Municipalidad deberán optimizar la ubicación de lugares de almacenamiento de agua para asegurar el funcionamiento de motobombas o alimentación de carros cisterna. Ante la no existencia de cauces lo suficientemente profundos se deberá realizar la respectiva mantención para su adecuado uso. Una vez finalizado este proceso CONAF dispondrá de un registro de estos, con la ubicación precisa de estos lugares para así proceder de manera mas eficiente. Además, las piscinas particulares son excelentes almacenamientos de agua, coincidiendo con la época de ocurrencia de los incendios forestales, por lo que se deben diseñar de forma tal de permitir el acceso a las mismas.

El diseño de la red de agua debe asegurar la presión requerida por el Cuerpo de Bomberos en las salidas de los grifos, considerando que la época de incendios corresponde a periodos de bajas precipitaciones.

Seguridad en la construcción. Mediante la promulgación de una ordenanza municipal, deberían considerarse algunas normas básicas de construcción en estos sectores, por ejemplo:

No edificar en la proximidad de los árboles y menos aún debajo de ellos, los cuales deberían estar a una distancia mínima de la construcción, de por lo menos una vez la altura potencial del árbol.

Especial cuidado se debe tener si se planifica un hogar con calefacción a leña; la chimenea debe encontrarse suficientemente alejada de los árboles y cubierta por una malla fina a modo de evitar la emisión de pavesas.

En los predios con pendiente, se debiera edificar preferentemente en la zona más plana de la misma, esto se debe a que a mayor pendiente es mayor la velocidad de propagación, más altas son las llamas y por consiguiente más difícil es mantener el fuego alejado de la edificación. Lo ideal sería construir en pendientes inferiores a 30%.

Seguridad a través de la información. Los siguientes consejos deberían formar parte de una campaña de prevención permanente, en la que se entregue información escrita y asesoría técnica en forma personal a través de las organizaciones comunitarias. Elementos a considerar se enumeran a continuación:

1. Se recomienda, que por vía de una ordenanza municipal se prohíba dentro del radio urbano el uso del fuego como herramienta de eliminación de basura y desechos vegetales, al menos durante primavera y verano. Para la implementación de esta medida se deberá salvaguardar el retiro periódico de este material desde las viviendas. Además se deberá estimular las denuncias al Municipio, o a la Junta Vecinal, de la acumulación de material seco proveniente de podas arrojados en lugares no autorizados (por ejemplo terrenos baldíos).
2. Considerar una zona de seguridad alrededor de la casa de por lo menos 10 metros, aumentar esta distancia si se trata de un terreno con pendiente por debajo de la edificación. En la misma no debe acumularse ningún tipo de material combustible (leña, kerosene, pinturas, etc.). Hacerlo en un lugar alejado, y en caso de ser un terreno con pendiente ubicarlo en un lugar más alto que el lugar en que se encuentra la casa. Retirar todo el material seco (ramas, acículas, hojas secas, etc.) dentro de esa zona de seguridad evitando la continuidad del material combustible entre el bosque que circunda la parcela y la edificación.
3. Tener en cuenta que el pasto verde y bien cuidado es un buen cortafuego natural ante el avance del fuego.
4. Evitar que las ramas de los árboles se apoyen sobre el techo de las construcciones, más aun si este se ha construido con materiales inflamables.
5. Al plantar árboles asegúrese que se mantengan fuera de la zona de seguridad de la vivienda y por lo menos a una distancia equivalente a una o dos veces su tamaño futuro a crecer. Evite las coníferas exóticas por su condición de ser altamente combustibles. También es recomendable el mantener en un lugar visible el número de teléfono de personal de emergencia (carabineros, CONAF, Bomberos, etc.). Al igual que tener prevista dos o más rutas de

escape tanto al interior de la vivienda como en el exterior, para ser usadas en caso de necesidad.

6. En caso de poseer una calle privada de acceso se debe considerar que las medidas mínimas sean para el paso de dos vehículos de grandes dimensiones, como son los de emergencias; debe ser de 4.5 metros de ancho con un despeje vertical de 4 metros.
7. Tener a mano elementos para combatir el fuego (pala, rastrillo, balde, motosierra, etc.), considerando que lo esencial es romper la continuidad del combustible mediante la construcción de una línea libre de vegetación.
8. Se recomienda efectuar una evaluación y fiscalización periódica por parte de los organismos pertinentes sobre los avances en las medidas preventivas adoptadas por los propietarios, utilizando como instrumento evaluador la encuesta aplicada en este estudio.

4.7.2 Medidas de prevención en educación ambiental

La Municipalidad, a través del Departamento de Educación, deberá incorporar dentro del PADEM (Plan Anual de Desarrollo Educativo Municipal) el tema de la Educación Ambiental, teniendo como uno de sus objetivos de aprendizaje el reconocer los efectos positivos y negativos del fuego, familiarizarse con los factores que inciden en la ocurrencia de incendios forestales en Chile, y proteger el entorno natural promoviendo sus recursos como contexto de desarrollo humano. La participación por parte de CONAF debe estar centrada en el apoyo técnico, realizando asesoría a docentes y participando en actividades prácticas. En este sentido se deben priorizar los establecimientos de educación básica de los sectores rurales de la comuna y aquellos que se emplacen en los sectores de mayor ocurrencia de incendios forestales. Además en estos sectores se deberían implementar en conjunto con los profesores, brigadas ecológicas, cuya finalidad sea preocuparse de hermosear y mantener el entorno ecológico de estos sectores.

Dentro de las actividades de prevención a realizar en torno a la población en general, estas deben ser reforzadas con el símbolo institucional Forestín (personaje instalado en la percepción de la población como el defensor de la naturaleza), además de material gráfico con características didácticas.

Se debe coordinar y capacitar a personal, ya sea municipal o de Carabineros, para la implementación de uno o varios puestos de aviso de quemas en la comuna, con el objeto de facilitar a la población de lugares más extremos la realización de este trámite necesario para hacer uso del fuego. Este proceso facilita la labor de extensión y prevención de CONAF a los lugares más apartados.

Tomando en cuenta que la mayor parte de los incendios producidos en la comuna son causa de faenas forestales, tránsito transporte e intencionalidad, se hace necesario mantener e incrementar las actividades que actualmente desarrolla el

Departamento de Protección contra Incendios Forestales de CONAF Región de Los Ríos, con la finalidad de provocar un cambio de actitud frente al cuidado del medio ambiente y los incendios forestales. Para esto es necesario implementar información en las carreteras acerca del riesgo que existe en estos sectores de provocar un incendio forestal, de los daños que esto pudiese acarrear y de las simples medidas de prevención que pueden evitar la ocurrencia de un siniestro.

4.7.3 Medidas de prevención en el manejo de combustibles

La protección contra incendios forestales no solo se sustenta en adecuados sistemas de detección y control, sino también en un manejo de la vegetación, tal que presente condiciones no adecuadas para la propagación del fuego. En este contexto, dentro de las actividades inherentes al manejo forestal y la prevención de incendios forestales, debe jugar un rol preponderante la Silvicultura Preventiva, que es básicamente el manejo de las plantaciones o bosques nativos con el propósito de modificar la estructura del combustible disponible y así satisfacer los objetivos de protección contra incendios forestales, asociando esta protección al mejoramiento de la producción y la calidad del medio ambiente.

En torno a los caminos de la comuna se recomienda el manejo de combustibles vegetales en forma mecánica, esto es la transformación física de los combustibles mediante maquinarias compactadoras o desmenuzadoras, de manera de disminuir su volumen y permitir su rápida reincorporación al suelo o su posterior traslado o eliminación. Esta medida debería ser aplicada prioritariamente en los caminos que se encuentran en los sectores con mayor riesgo y peligro.

La construcción de cortafuegos perimetrales constituye otra técnica para el manejo de combustibles. Esta consiste en la construcción de una franja de terreno libre de cualquier tipo de combustible que pueda facilitar la propagación del fuego. Se recomienda utilizar esta técnica en los sectores en que las viviendas estén ubicadas en mayor pendiente, de esta manera se podrá contrarrestar este efecto y el difícil acceso a ellas, evitando así que el fuego las alcance. La construcción de cortafuegos resulta ser una de las formas más eficientes a implementar para evitar el avance del fuego.

Implementación de un plan de capacitación en combate de incendios forestales a todos los participantes del cuerpo de bomberos de la comuna y otro tipo de organizaciones que se estime conveniente. Labor que debe ser realizada por CONAF a través del Departamento de Protección contra Incendios Forestales.

Existe otra serie de consideraciones que en su oportunidad deberán ser analizadas con otro tipo de organismos de carácter público y privado, con respecto a la mantención de caminos y carreteras libres de vegetación en su alrededor (Ministerio de Obras Públicas) o el despeje de vegetación bajo los tendidos eléctricos.

Coordinación e implementación del Plan ACCEFOP del Ministerio del Interior, atingente a situaciones de emergencia de incendios forestales, manteniendo

informado a cada uno de los servicios involucrados, capacitando y actualizando permanentemente los inventarios de recursos a utilizar ante una emergencia por incendios forestales.

En el ámbito de información, se hace imprescindible el mantener un estrecho vínculo con la prensa comunal en función de que esta colabore en la creación de una conciencia colectiva acerca del riesgo de la ocurrencia de incendios forestales y de los daños asociados a estos, tanto a la propiedad pública y privada así como en la seguridad personal.

Por último, al desarrollar y ejecutar los planes de prevención de forma óptima, resulta ser un componente importante la difusión del plan de protección de la comuna a través de los organismos participantes del estudio y de la prensa comunal. En este sentido es importante transmitir la información en forma amplia, atractiva y proponiendo un conjunto de acciones coordinadas y orientadas a lograr un cambio de conducta, que es finalmente el objetivo de toda campaña de prevención.

5. CONCLUSIONES

El análisis que presentó un mayor puntaje fue el de Riesgo, con 39,2 puntos, le sigue el Análisis de Peligro con 36,7 y el Daño Potencial con 24,2 puntos.

El 57% de la superficie de la comuna presenta un riesgo bajo de ocurrencia de incendios forestales, sin embargo, el sector más poblado concentra algún nivel de cuidado, ya que por razones demográficas aumentaría el nivel de riesgo.

Según los puntajes de las variables específicas para el Análisis de Riesgo, este aumenta de acuerdo al mayor tráfico de personas y la ocurrencia histórica, asumiéndose un menor riesgo al evitar el desplazamiento de la población.

El 46,6% de la superficie de la comuna presenta un nivel bajo de peligro, siendo el nivel alto el que menor puntaje presenta. Este análisis tiene como principal aporte al potencial de propagación, el que llega a esa magnitud por la dificultad en el control de un siniestro, lo que deriva en un aumento del peligro.

Las comunas más conflictivas respecto del peligro extremo son Los Ulmos y Cufeo. Otras comunas con algún nivel de Peligro son Demaihue, Huichahue y La Luma.

Respecto del Daño Potencial, el 63% presenta un nivel de bajo, el 20,3 y 16,8% corresponden a los niveles alto y medio respectivamente. Es importante destacar que de este análisis sale la variable Valor socioeconómico, que es la que mayor puntaje aporta a la totalidad del estudio; esto hace referencia a la importancia del sector rural en la comuna.

Al integrar los tres análisis, las prioridades de protección se distribuyen en nivel bajo, con 57,1% de la superficie de la comuna, 28,6% de prioridad media, y 14,3% de prioridad alta de protección. Estos valores indican la asignación de recursos para cada sector según su importancia relativa de acuerdo a los análisis individuales.

Según las prioridades de protección, las áreas que requieren de mayor cuidado son las ubicadas en el sector centro-oeste de la comuna, que es donde se concentran sectores de interfase y terrenos con lomajes que podrían dificultar las labores de combate. Estos sectores son Demaihue, Cufeo, Huichahue y Paillaco, presentando dificultad por los asentamientos humanos y afluencia de público en general.

La encuesta, realizada en sectores de interfase, cumple un rol de vital importancia en este estudio, ya que más allá del resguardo de los bosques, se pretende evitar absolutamente el daño a las vidas humanas y a la propiedad inmobiliaria, por lo que el propietario, al quedarse con una copia de la evaluación hecha en su presencia, permite formar a la vez una prevención de tipo personalizada, la que ha demostrado ser la metodología más eficaz a la hora de crear cognición frente al peligro de los incendios forestales.

Debido a la causa de incendios forestales y todo lo que eso implica, las medidas de prevención se enfocan principalmente a las labores cotidianas de los pequeños propietarios y personas afines considerando sectores de interfase, educación ambiental y difusión de aspectos preventivos, y por último, a la aplicación del manejo de combustibles a través de silvicultura preventiva.

El método aplicado para la determinación de las áreas prioritarias de protección demostró ser óptimo a través del uso de nuevas tecnologías del sistema de información geográfica (SIG) y el sistema de posicionamiento global (GPS), mas la posibilidad de trabajar con datos agrupados en polígonos, herramientas y metodología que facilitaron la interpretación y análisis de los resultados obtenidos.

La implementación de las propuestas de este trabajo no asegura la eliminación de incendios forestales, pero de ser aplicadas correctamente permitirán prevenir y mitigar la ocurrencia y daño, responder a emergencias de forma más organizada y eficiente y lograr a futuro la disminución de ocurrencia de incendios forestales.

6. BIBLIOGRAFIA

- Astigarraga, E. S/f. El Método Delphi. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Deusto, San Sebastián, España. 14p.
- Bosnich, J. 1983. Análisis del Riesgo de Incendios Forestales en la Décima Región. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 85p.
- Castillo, M.; Pedernera, P.; Peña, E. 2003. Incendios Forestales y Medio Ambiente: Una Síntesis Global. Ambiente y Desarrollo de CIPMA 19(3 y 4): 44-53
- CONAF; CONAMA; BIRF. 1999. Proyecto Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Décima Región de Los Lagos. Universidad Austral de Chile; Pontificia Universidad Católica de Chile; Universidad Católica de Temuco. 138p. Incluye actualización por monitoreo de cambios para la Xª Región Norte, 2006.
- Corporación Nacional Forestal. Sf. Entidades y Políticas de Protección. INTERNET: http://www.conaf.cl/?seccion_id=cf3d17d66f71592d45efa932382c7c3f&unidad=0 (Mayo 20, 2008)
- Correa, L. 2007. Plan Contra Incendios Forestales, Región de Valparaíso. Corporación Nacional Forestal, CONAF V Región. INTERNET: http://www.infor.cl/teledeteccion/pdf_santiago/correa_conaf.pdf (Abril 29, 2008)
- Dentoni, M.; Muñoz, M. 2001. Glosario de Términos Relacionados con el Manejo del Fuego. Plan Nacional de Manejo del Fuego. Secretaria de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Ministerio de Salud y Ambiente, Argentina. 30p.
- Espejo, M. 2005. Un Concepto Olvidado: Responsabilidad. Chile Forestal. (317): 1-2.
- FOREX Formación y Extinción. 2007. Incendios Forestales. INTERNET: <http://www.incendiosforestales.com/> (Mayo 6, 2008)
- Gómez, J. 2004. Plan de Protección Contra Incendios Forestales para la Comuna de Corral en la X Región. Tesis Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 41p.
- Grupo de Acción Forestal. 2008. Definiciones. INTERNET: <http://www.gaf.cl/incendios/definicion.php> (Mayo 19, 2008)
- Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. 2005. El Método Delphi. Universidad Politécnica de Madrid, España. INTERNET: <http://www.gtlic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm> (Mayo 6, 2008)

- Ilustre Municipalidad de Paillaco. 2006. Proyecto Educativo Institucional, Escuela Proyecto de Futuro. Departamento Administrativo de Educación Municipal. 16p.
- Julio, G. 1992. Método de determinación de las prioridades de protección. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Manual N° 10, Santiago. Chile.
- Julio, G. 1996. Fundamentos del Manejo del Fuego. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 267p.
- Julio G., Bosnich J. 2005. Fundamentos del Manejo de Fuego. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. Chile. 285p.
- Koller, R. 1982. Análisis y Zonificación del Peligro de Incendios Forestales en la Décima Región. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 87p.
- Oficina Nacional de Emergencia. 2007a. Comunicado de prensa, Gobierno llama a prevenir Incendios Forestales. Ministerio del Interior, Chile. INTERNET: http://www.onemi.cl/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=795
- Oficina Nacional de Emergencia. 2007b. Plan de Coordinación Operativa para Situaciones de Emergencia Forestal, ACCEFOR. Ministerio del Interior, Chile. 18p.
- Oficina Nacional de Emergencia. 2007c. Plan de Coordinación Operativa para Situaciones de Emergencia Forestal en la Región de La Araucanía, ACCEFOR. Ministerio del Interior, Chile. 18p.
- Oficina Nacional de Emergencia. 2007d. Riesgos de Temporada, Evita los Incendios Forestales. Ministerio del Interior, Chile. INTERNET: http://www.onemi.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=44 (Mayo 20, 2008)
- Ortega, M. 2006. Manual de Medidas Prediales de Protección contra Incendios Forestales. Documento de Trabajo 451. Corporación Nacional Forestal, CONAF. Ministerio de Agricultura, Chile. 24p.
- Poulain, M. 2005. Análisis de la Causalidad de Incendios Forestales en la Zona Costera de la VII Región, como Base para Futuras Estrategias de Prevención. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 53p.
- Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. Mensura Forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. San José, Costa Rica. 586p.

- Quezada, A. 2007. Plan de Protección Contra Incendios Forestales para la Comuna de Lago Ranco, Región de Los Ríos. Tesis Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 48p.
- Robertson, S.; Roose, H. 2005. Planificación de la Protección contra Incendios - Desarrollo de estrategias y definición de objetivos mensurables para una protección adaptada. US Forest Service, Estados Unidos. 11p.
- Sandoval, V. 2006. Sistemas de Información Geográfico, Archivos de Clases. Instituto de Manejo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 58p.
- Subiabre, A.; Varela, C. Sf. Análisis Geográfico de la Comuna de Paillaco. Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile. 50p.
- Turismo Chile. 2008. Atractivos cercanos a Valdivia. INTERNET: http://www.turismochile.com/es_turismo.php?id_nodo=189&show=articulos&id_articulo=693 (Mayo 15, 2008)
- Unidad de Comunicaciones Intendencia Región de Los Ríos. 2008. Alerta Amarilla en la Región de Los Ríos. INTERNET: <http://www.goreregiondelosrios.cl/noticia/alerta-amarilla-en-la-region-de-los-rios.htm> (Abril 29, 2008)

ANEXOS

ANEXO 1

Abstract

“Protection Plan against forests fires to Paillaco location”

The Protection Department against forests fires which belongs to The National Forestall Corporation, watch over for the integrity of chilean forests in order to prevent or to mitigate all damages produced by forests fires. The principal cause of those fires, other are also important, is the Antropic action in an intentional or negligent way.

Paillaco, located in Los Ríos Region, do not escape from this reality considering that this region is immerse in an eminent forest zone.

According to this, it is planted the creation of a Protection Plan against Forests Fires for this commune. It is based into three general analyses: risk, dangers and potential damage; propounded by Julio in 1992, also with this analysis, comes an integration of them to consider the priority of areas to protect.

Each analysis holds variables that determine its level of importance, on this way; those are pondered by specialized technicians according to its importance on the commune and its characteristics.

The information compiled in the analysis goes to the Geographical Information System, using ArcView 3.2, and then it does generate maps that bring a better way to read the results. It looks to know the most conflicting sectors of the commune and at the same time give technical proposals to prevent forest fires.

According to scores that each variable received on its analysis, the risk analysis showed a score of 39.2, followed by the danger analysis with a 36.7. Potential damage analysis gave a 24.1 of importance in the commune.

Gathering these three analyses, the 51.7% of commune surface presented a low level of protection priority, meanwhile that medium and high levels consider a 28.6% and 14.3% of the total surface of the commune.

For practical things the technical proposes are divided into interface sectors, environmental education and fuel management.

The applied method to determine those priorities areas of protection showed that is has been optimum through the use of new technologies of the Geographical Information System (SIG) and through the Global Positioning System (GPS), plus the possibility of working with information gathered in polygons, tools and methodology that make easy the interpretation and analysis of the obtained results.

Keywords: forests fires, Paillaco Commune, protection plan, danger, risk

ANEXO 2

Mapas para la caracterización de la comuna de Paillaco



Figura 1. Mapa Región de Los Ríos

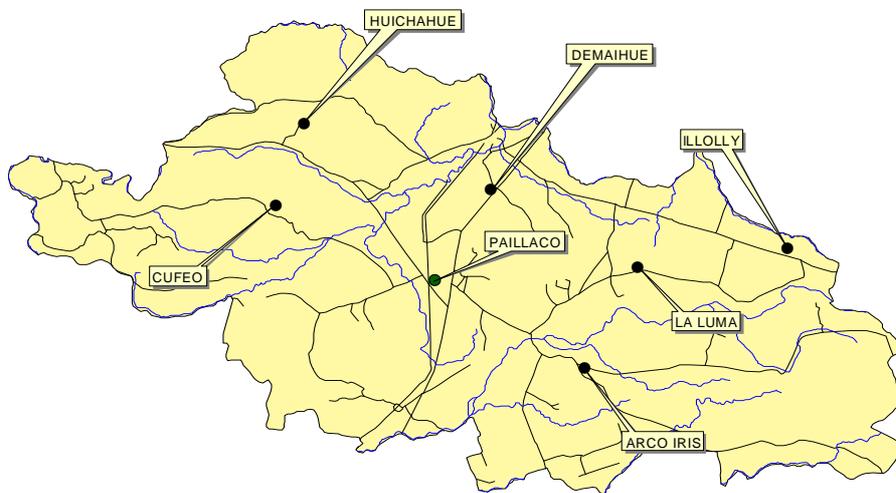


Figura 2. Mapa sectorial de Paillaco



Figura 3. Red vial de la comuna de Paillaco

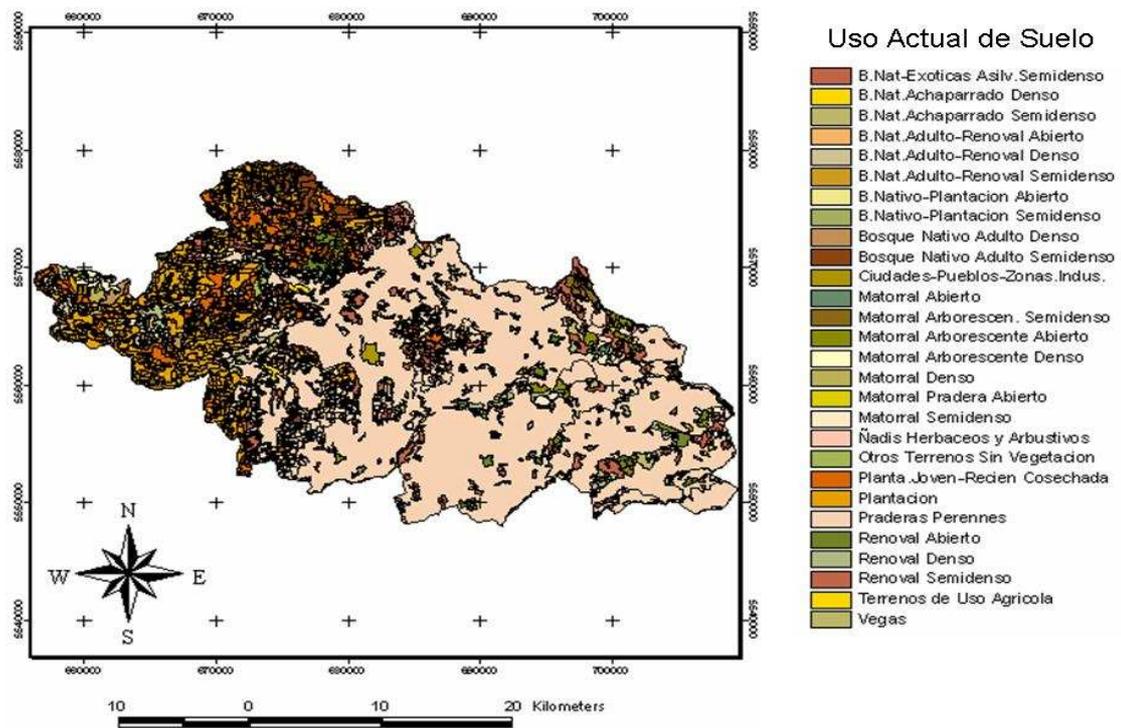


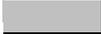
Figura 4. Mapa uso actual de suelo en la comuna de Paillaco

ANEXO 3

Cartilla de consulta a expertos

Cuadro 1. Cartilla de consulta a los expertos.

VARIABLE GENERAL	VARIABLE ESPECIFICA	PUNTAJE	
		Var. general	Var. especifica
Análisis de Riesgo			
	Ocurrencia histórica		
	Densidad poblacional		
	Densidad de tránsito		
	Cobertura de Caminos		
Análisis de Peligro			
	Potencial de propagación		
	Resistencia al control		
	Encuesta sectores Interfase		
	Pendiente		
	Inaccesibilidad		
Análisis del Daño Potencial			
	Valor Socio-económico		
	Valor ecológico		
TOTAL		100	100

 Sólo estas celdillas son completadas en la consulta.

La suma de las variables específicas debe corresponder al valor asignado.

ANEXO 4

Encuesta Riesgo + Peligro

RIESGO + PELIGRO INCENDIO POSIBLE

Plancha eléctrica: Desconéctala y dejela enfriar en un lugar seguro.

Cortinas inflamables: Demasiado cerca del fuego y/o chimeneas.

Línea eléctrica: Manténgala libre de ramas, despeje el área de todo tipo de materiales.

Evite instalaciones eléctricas caseras.

Evite cortocircuitos por sistema sobrecargado.

Aísle y pade árboles de gran tamaño.

Retire hojas sobre el techo.

Ramas de árboles creciendo sobre la chimenea, cortelas y retirelas.

Cubra el orificio de la chimenea con una mallá o red protectora contra las chispas.

Use rejilla protectora y evite que chispas de su chimenea salten al piso.

Líquidos inflamables o explosivos manténgalos fuera del alcance de los niños.

Alambres desgastados: Cámbielos por nuevos; nunca use cables por debajo de las alfombras.

Bidón de bencina. Use envases metálicos.

Mantenga llaves de regadío y mangueras conectadas.

Cortafuego: Constrúyalo por todo el contorno de su casa. Manténgalos limpios de materiales combustibles, con ello evitará la propagación del fuego.

Estancos de gas licuado demasiado cerca de la construcción. Manténgalos en lugares alejados a su casa.

Mantenga los fosforos lejos del alcance de los niños.

Parrilla: Limpie el área de materiales inflamables unos 10 metros alrededor de su parrilla. No use combustibles inflamables en su encendido.

Evalúe y Corrija cada Riesgo con Extremo Cuidado. Así, Previene los Incendios Forestales Protegerá su familia y su casa.

CONAF Incendios Forestales
065-254488

BOMBEROS
132

CARABINEROS
133

GOBIERNO DE CHILE

Figura 5. Encuesta Riesgo + Peligro = Incendio Posible.

COMITE DE PROTECCION CIVIL: _____

LOCALIZACIÓN DE LA CASA	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 1 punto En terreno plano o con inclinación máxima de 5% hacia arriba o hacia abajo de la casa	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos El terreno tiene una pendiente de 5 a 15% la casa se encuentra ubicada sobre una ladera, desde la parte media hacia arriba.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos El terreno tiene una pendiente hacia arriba o hacia abajo mayor 15%, o bien la casa esta en la cumbre de lomas o cerros.
LA TECHUMBRE	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 0 puntos Se utiliza para techar planchas de zinc, u otro material incombustible	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos Se utilizan tejas de madera con tratamientos ignífugo.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos Los techos son de madera sin tratamiento ignífugo.
LIMPIEZA DEL TECHO	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 0 punto Techo y canaletas completamente libres de acumulación de material inflamable.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos Existe acumulación de material combustible y tiene un espesor no mayor a 5 cm.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos El material combustible acumulado tiene un espesor superior a 5 cm.
MATERIAL DE LOS MUROS Y PAREDES EXTERIORES.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 0 puntos Construidos con material incombustible como acero aluminio, cemento.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos Se utiliza vinílicos.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos Se emplea madera.
TERRAZAS Y BODEGAS	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 0 puntos No tiene o están contruidos completamente con materiales incombustibles.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos Están contruidos con madera con tratamiento ignífugo.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos Construcción de madera sin tratamiento ignífugo.
ENERGIA ELECTRICA	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 0 puntos El tendido eléctrico es subterráneo.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos El tendido eléctrico es aéreo.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos El tendido eléctrico tiene contacto físico con la vegetación.
ACUMULACIÓN DE MADERA U OTROS MATERIALES	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 0 puntos No hay, o se encuentra más de 10 m de su casa	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos La acumulación esta entre 3 a 10 metros de la casa.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos El material acumulado está a menos de 3 metros de la casa.
DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA CASA	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 1 puntos Existe red húmeda que permite conectar equipos de bomberos.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos Existe sistema de riego de jardinería, la que permite humedecer las construcciones.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 9 puntos No existe disponibilidad de agua
DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTAS PARA CONTROLAR EL INCENDIO FORESTAL	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 1 puntos Existen herramientas necesarias y adecuadas para un primer ataque, ubicadas en un lugar de fácil acceso.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 2 puntos Existen herramientas comunes que podrían ser utilizadas en un primer ataque, pero se encuentran en bodegas con llave.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos No hay herramientas disponibles, o bien éstas no están en los lugares fácilmente disponibles.
ACCESO HACIA Y DESDE LA CASA	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 1 puntos Vehículos pesados acceden hasta la casa.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos Camino angosto que permite el acceso sólo a vehículos menores.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos No existe camino vehicular, sólo tiene acceso a pie.
VEGETACIÓN EN LOS ALREDEDORES DE LA CASA	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 2 puntos La casa y otras construcciones tiene un cortafuego perimetral superior a 5 metros.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos La casa y otras construcciones tiene un cortafuego perimetral inferior a 5 metros.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos Las construcciones no tienen cortafuegos perimetrales
BOSQUES ALREDEDOR DE LA CASA. (con manejo)	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 2 puntos Bosque manejado y sin desechos en su interior a más de 10 metros de la casa.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 4 puntos Bosque manejado y sin desechos en su interior, entre 3 a 10 metros de las construcciones.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos Bosque manejado y sin desechos en su interior a menos de 3 metros de las construcciones.
BOSQUE ALREDEDOR DE LA CASA. (sin manejo)	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 1 punto Existe bosque, a más de 10 m. de las construcciones.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 3 puntos El bosque esta entre 3 a 10 metros de las construcciones.	<input type="checkbox"/> PUNTAJE: 6 puntos El bosque está a menos de 3 metros de las construcciones.

PUNTAJE: _____

INTERPRETACIÓN DE SU PUNTAJE

0 al 9: Riesgo Bajo: las posibilidades que su casa sobreviva a un incendio forestal son buenas. No hay mucho que hacer para mejorar las condiciones de seguridad de su vivienda. Usted ha realizado una buena labor para proteger a su grupo familiar.

10 a 20: Riesgo Moderado: Las posibilidades que su casa sobreviva a un incendio no son buenas, requiere mejorar sus niveles de seguridad.

21 a 49: Riesgo Alto: Las posibilidades que su casa sobreviva al incendio forestal son nulas. Se requiere con urgencia corregir las deficiencias detectadas y proteger a su grupo familiar.

50 a 78: Riesgo Extremo: Su casa no tiene posibilidades de sobrevivir al incendio forestal, por lo que su grupo familiar corre un serio riesgo.

Nombre Propietario Arrendatario : _____
(marque con una X donde corresponda)

Sector _____ Comuna _____

Provincia _____ Región _____

Firma del Propietario Arrendatario
C.I. N° _____
Teléfono: _____

00721

COPIA: Comité de Protección Civil

Figura 6. Variables que presenta la encuesta Riesgo + Peligro = Incendio Posible