



19

*Reequacionar o Conhecimento  
dos Riscos e das Catástrofes*



ACCIONES PARA LA DISMINUCIÓN DEL PELIGRO DE INCENDIOS FORESTALES  
EN ÁREAS DE INTERFAZ URBANO-FORESTAL. ESTUDIO DE CASO\*

Miguel Castillo S.

Laboratorio de Incendios Forestales. Universidad de Chile  
[migcasti@uchile.cl](mailto:migcasti@uchile.cl)

Luis Correa J.

Corporación Nacional Forestal V Región de Chile  
[luis.correa@conaf.cl](mailto:luis.correa@conaf.cl)

Proyecto Fondecyt 1095048

RESUMO

Estudamos uma área ao largo da costa de Valparaíso historicamente afetada por muitos incêndios florestais em áreas de interface urbano-florestal. Um dos principais fatores causadores desse problema é a existência de grandes acumulações de material vegetal combustível perto de imóveis residenciais, promovendo a rápida propagação do fogo. Propõem-se medidas para o tratamento da vegetação para reduzir este fator de risco para a população do Município nesta área.

**Palavras chave:** Incêndios florestais, interface de combustível vegetal.

RESUMEN

*Acciones para la disminución del peligro de incendios forestales en áreas de interfaz urbano-forestal. Estudio de caso* - Se estudia un área de la costa de Valparaíso afectada históricamente por numerosos incendios de interfaz urbano forestal. Uno de los principales factores que ocasionan este problema es la existencia de altas cargas de material vegetal combustible cercana a viviendas y que favorecen la rápida propagación del fuego. Se proponen medidas para el tratamiento de la vegetación, con el fin de aminorar este factor de riesgo para la población localizada en esta área.

**Palabras clave:** Incendio forestal, vegetación combustible, interfaz.

RÉSUMÉ

*Actions visant à réduire le danger des feux de forêt dans les zones d'interface urbaine-forestière. Étude de cas* - Nous avons étudié une zone sur les côtes de Valparaíso historiquement influencée par de nombreux incendies interface urbaine-forestière. L'un des principaux facteurs de ce problème est l'existence de grandes accumulations de matières combustibles à proximité de propriétés résidentielles qui peuvent promouvoir la propagation rapide du feu. Des mesures sont proposées pour le traitement de la végétation afin de réduire ce facteur de risque pour la population située dans ce domaine.

**Mots-clés:** Feu de forêt, végétation carburant, Interface.

ABSTRACT

*Actions to decrease the danger of forest fires in areas of wildland-urban interface. Case Study* - We studied an area off the coast of Valparaíso historically affected by many urban interface forest fires. One of the main factors causing this problem is the existence of large accumulations of combustible plant material close to residential properties, promoting the rapid spread of fire. Measures are proposed for the treatment of vegetation to reduce this risk factor for the population located in this area.

**Keywords:** Forest fire, fuel vegetation, interface.

\* O texto deste artigo corresponde à comunicação apresentada ao II Congresso Internacional de Riscos e VI Encontro Nacional, tendo sido submetido para revisão em 06-09-2010, tendo sido aceite para publicação em 20-10-2010. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 19, 2012, © Riscos, ISBN: 0872- 8941.

## Introducción

Uno de los desastres de carácter antrópico de mayor impacto social, lo constituyen los incendios forestales que se desarrollan anualmente en áreas de interfaz urbano-forestal, particularmente por sus características de rápida propagación y por los cuantiosos daños ocasionados a la población que habita en estas áreas, plasmados en pérdidas económicas directas como también intangibles de carácter ambiental.

Estudios ejecutados por la Universidad de Chile demuestran que la ocupación del suelo en áreas de alto peligro de incendios en Valparaíso - Chile Central - ha experimentado un aumento en la densidad de viviendas, no así en la expansión en superficie. Ello ha ocasionado estados de sobrepoblación y demanda excesiva de recursos naturales que ocasionan un aumento en el riesgo de incendios, especialmente en áreas con alta carga de material vegetal combustible, y localizada en topografías de difícil acceso, lo que hace muy complejo el control del avance del fuego.

Se estudiaron las condiciones por las cuales las viviendas localizadas en estas áreas, quedan expuestas al fuego, como asimismo las condiciones mínimas necesarias para disminuir la vulnerabilidad de estas estructuras frente a un eventual incendio. Se proponen algunas medidas básicas, también reportadas por estudios de otros países, pero adaptadas a las condiciones locales del área de estudio.

## Material y métodos

El área de estudio se localiza en el macizo litoral de cerros costeros, en las comunas de Valparaíso y Viña del Mar, Quinta Región de Chile Central. Se caracteriza por la alta cantidad de lomajes con altas pendientes, en donde abundan formaciones vegetales altamente combustibles, y en sectores de alta peligrosidad de incendios forestales por la cercanía a viviendas. La siguiente figura ilustra el área estudiada, abarcando una superficie aproximada de 25 mil hectáreas (fig. 1).

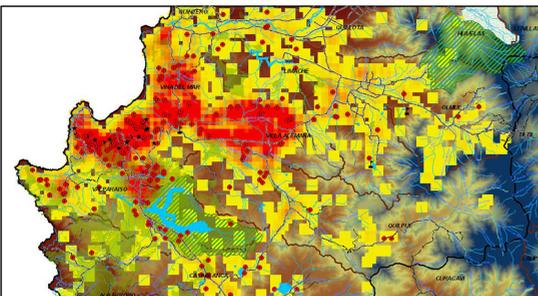


Fig. 1 - Área de estudio. Las zonas demarcadas en rojo indican una alta cantidad de incendios de vegetación.

Fuente: Laboratorio de Incendios Forestales, Universidad de Chile. Las marcas en estrella y círculos, muestran localizaciones especialmente conflictivas en términos de los niveles de intensidad alcanzados por el fuego.

En estas áreas coexisten factores de ocurrencia, entre los cuales es posible destacar la alta densidad de viviendas en áreas no habilitadas para su construcción, el elevado nivel de riesgo producto de la cercanía a caminos, y el peligro potencial producto de los componentes climáticos (principalmente el viento, que sopla desde el sur-este), topográficos (pendientes mayores al 70% en muchos casos), y las características propias de la vegetación, formada principalmente por matorral denso que formaba parte del antiguo bosque esclerófilo de Chile Central.

Estudios desarrollados por CASTILLO (2006), y SEVEIF (2010), coinciden en que la alta carga de material disponible para la combustión supera largamente las 8-10 toneladas por hectárea, cifra que podría provocar intensidades calóricas superiores a 500 Kcal/m/s. Estos antecedentes han sido ratificados en numerosas visitas a terreno que se han efectuado en áreas con densidades superiores a 10-5 incendios por cada 100 hectáreas, y en los últimos 5 años (CASTILLO, 2006).

Estos antecedentes establecen la urgente necesidad de potenciar significativamente las acciones conducentes a reducir el peligro contra incendios forestales, actuando focalizadamente en las técnicas silviculturales con fines de manejar e intentar reducir la cantidad de combustible vegetal disponible. Para ello, este artículo cita las labores realizadas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en el área de interés, cuyos resultados y experiencias han permitido aminorar el factor de propagación, y en consecuencia, los niveles de intensidad calórica alcanzados en el desarrollo de los incendios. Las siguientes láminas ilustran la situación actual en la que se encuentran muchos espacios habitados en áreas de interfaz urbano forestal. Luego de ello, se describen las acciones conducentes a enfrentar este tipo de situaciones con fines de manejar de mejor forma aquellos espacios reservados para la protección frente a la propagación del fuego. Se consideraron localizaciones en donde históricamente han ocurrido graves incendios, comprometiendo incluso vidas humanas. Estas áreas se encuentran demarcadas en la siguiente figura:

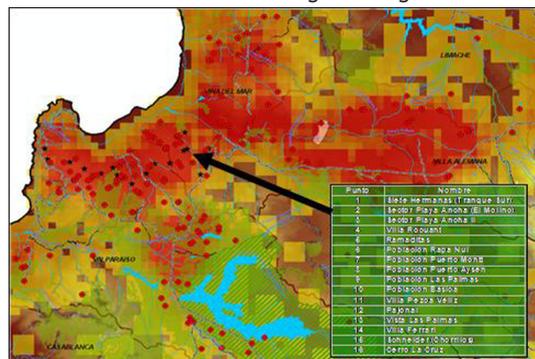


Fig. 2 - Puntos (estrellas en negro) reconocidos como de alta conflictividad en incendios de interfaz, y en donde se presentan altas demandas en manejo de la vegetación combustible. Fuente: Laboratorio de Incendios Forestales, Universidad de Chile.

## Resultados y discusión

En los puntos antes descritos, se realizaron campañas de campo reconociendo y describiendo la vegetación combustible, las distancias promedio a casas y aspectos topográficos que contribuyen a la rápida propagación del fuego. El diagnóstico da como resultado la tipificación de áreas sensibles, las cuales son mapeadas en una cartografía de peligro (fig. 3), que contempla tres aspectos esenciales: las características de velocidad de propagación del fuego, el clima y la topografía de los sectores.



**Fig. 3** - Mapa de peligro para el área de Valparaíso y Viña del Mar. En una escala de peligrosidad, se integran aspectos topográficos, climáticos y de las propiedades mismas del combustible vegetal.

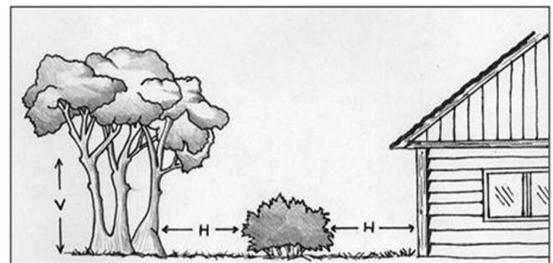
Fuente: Laboratorio de Incendios Forestales, Universidad de Chile.

Se verificaron 16 puntos críticos en donde las labores silviculturales han sido parte mitigante de la alta velocidad de propagación del fuego y de los niveles de intensidad alcanzados por el fuego. En ellos, se observa que el problema se concentra en áreas con pendientes mayores al 50% y con densidad de cobertura vegetal cercano al 100%. Destacan áreas en donde existe un alto tránsito de personas que realizan actividades extractivas en la vegetación, y que como consecuencia de ello, en muchas ocasiones provocan incendios que suben rápidamente por laderas hacia las partes altas. Al no existir un área buffer o de protección, se produce entonces un rápido contacto del fuego con las viviendas por los fenómenos de radiación y convección, propios de la alta intensidad que alcanzan las llamas en propagación libre.

Existen tres formas conocidas de transferencia del calor: Conducción, Convección y Radiación. En la Conducción el calor se transfiere a través de un cuerpo sólido, por contacto entre sus partículas, sin que se verifique un desplazamiento significativo de estos elementos. Este mecanismo posee escasa importancia en la propagación de incendios forestales. La Convección es el flujo de calor en ambientes gaseosos o líquidos, generado por la mezcla de porciones que poseen diferentes temperaturas y densidades. Posee una gran importancia en el desarrollo

de los incendios forestales (columna de convección), también en el precalentamiento del ambiente por donde puede eventualmente propagarse el fuego. En cambio, en la Radiación el calor se transmite por medio de ondas que se propagan en la atmósfera en línea recta. Un ejemplo típico de este mecanismo es el calefactor eléctrico (sin ventilador). Es importante en los incendios forestales porque el precalentamiento y presecado de los combustibles cercanos a las llamas se lleva a efecto principalmente por medio de este mecanismo de transferencia. En incendios forestales y quemas también se verifican transferencias del calor mediante la emisión de materiales incandescentes, pavesas, chispas o brasas, las que pueden originar fuegos satélites. Sin embargo, a estas emisiones corresponderían más bien considerarlas como un efecto de la convección. (JULIO, 2010).

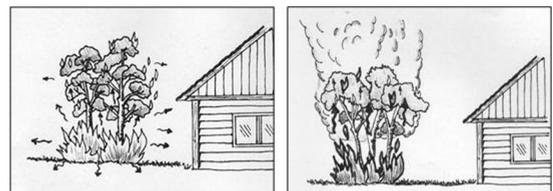
En el caso de la transferencia de calor a viviendas, estos principios se manifiestan dependiendo del distanciamiento existente entre la fuente de calor y el material combustible, como asimismo en las características propias de la vegetación. En todos los casos, un buen despeje y poda de material leñoso bajo, sin dudas contribuye a aminorar estos efectos.



**Fig. 4** - Situación típica, que ilustra los distanciamientos horizontal y vertical que deben considerarse al momento de planificar manejar la vegetación combustible.

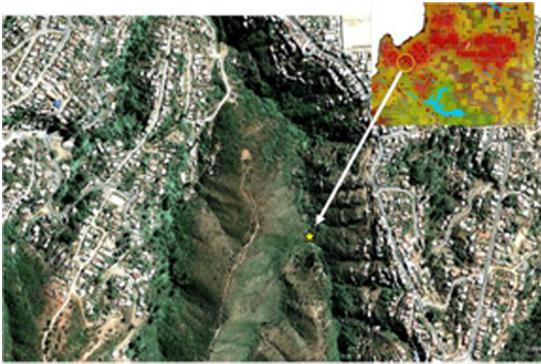
Fuente: Laboratorio de Incendios Forestales. Universidad de Chile.

El efecto combinado de la transferencia de calor se ilustra en las siguientes figuras, considerando como ejemplo, cercanía a viviendas de material ligero (madera principalmente, y en presencia de cargas superiores a 8 toneladas por hectárea).



**Fig. 5** - Izquierda: efecto combinado de transferencia de calor hacia todas las direcciones. En ausencia de viento y terrenos planos, la columna de humo desplaza la base del calor en el sentido del flujo.

La conformación de áreas susceptibles al avance del fuego presentan características comunes, entre ellas la alta densidad de viviendas ocupando espacios reducidos, y en áreas no aptas para ello.



Fot. 1 - Sinóptica de un incendio ocurrido en un área densamente poblada, en donde la barrera de despeje de la vegetación fue insuficiente para contrarrestar el avance del fuego. Incendio ocurrido el año 2008.

La Corporación Nacional Forestal al respecto, se ha encargado de velar todos los años por mantener las labores de limpieza y remoción de material combustible mediante el refuerzo de fajas cortafuego y cortacombustibles. La siguiente fotografía muestra las situaciones típicas que se producen en estas áreas.



Fot. 2 - Cerro densamente poblado con altas pendientes y en presencia de material vegetal altamente inflamable. Fuente: Laboratorio de Incendios Forestales. Universidad de Chile.

Cuando estos efectos combinados se producen en presencia de viento y pendiente - como es el caso de los incendios estudiados en este artículo - la radiación y convección se manifiesta en incendios coronados de rápida propagación, con saltos (pavesas) que suelen alcanzar grandes distancias, afectando a laderas opuestas de cerros aledaños.

#### Propuesta de actuaciones

Conforme a los antecedentes antes expuestos para los incendios estudiados, y considerando las actuaciones históricas que ha realizado la Corporación Nacional Forestal en áreas de alto peligro, se indican aquellos mecanismos de actuación más pertinentes para manejar el combustible vegetal. Las acciones propuestas se enmarcan dentro de un plan integrado de Protección

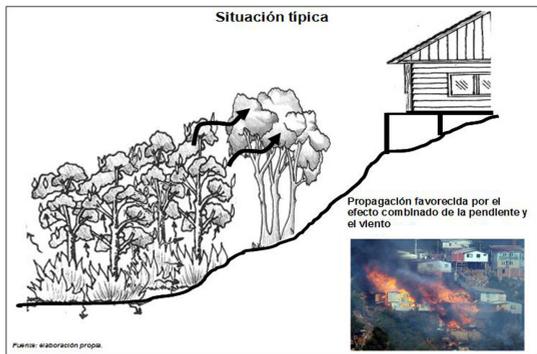
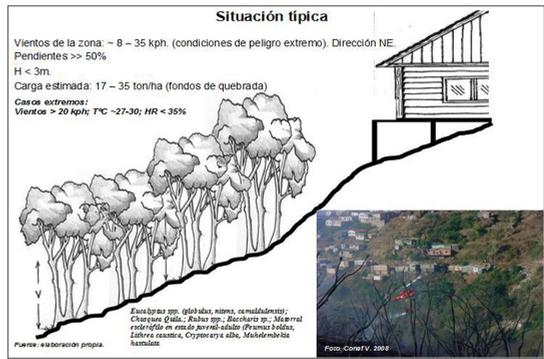


Fig. 6 (superior) y Fig. 7 (inferior) - Se muestra el fenómeno de radiación y convección ocurrido en un gran incendio del año 2008, en donde la presencia de viento y altas pendientes, ocasionó la liberación de una alta carga de energía que se propagó a favor de la pendiente, y en donde las viviendas se encontraban en áreas de alto contacto con la vegetación combustible.

contra incendios forestales que actualmente realiza esta Corporación, junto con el apoyo profesional de la Universidad de Chile

#### Línea de acción 1: La inclusión de la población a las labores de manejo de la vegetación combustible.

El área de estudio concentra una población aproximada de 25 mil personas que de una u otra forma, permanecen en contacto directo con las áreas de mayor peligrosidad en incendios forestales, por la cercanía a vegetación altamente combustible. Dado que el factor riesgo principal es la intencionalidad humana, la primera línea que se ha propuesto, es justamente incluir a la población que habita en estas áreas a participar activamente en labores de manejo de la vegetación, tanto en la remoción, como en la elaboración de barreras para la contención y disminución de la carga por unidad de superficie (fot. 3). En esta labor participan representantes de las juntas de vecinos adscritas a los Municipios, de manera de formar grupos activos de trabajo que se comprometen, junto a la supervisión técnica de CONAF a realizar este tipo de actuaciones.



**Fot. 3** - Participación activa de las comunidades en las labores de manejo y reducción de combustibles. Fuente: Corporación Nacional Forestal, Quinta Región de Chile.

#### **Línea de acción 2: La concentración de labores de limpia en áreas periféricas**

Los municipios de las comunas deben velar permanentemente por mantener despejadas de combustibles vegetales las áreas periféricas a espacios habitados, preferentemente en aquellas áreas donde el rápido acceso a unidades terrestres de combate de incendios pueda verse dificultada. Existen numerosas áreas confinadas a sectores con altas pendientes y en donde la falta de agua son factores que inciden en la rápida propagación del fuego. Por ello, es que una vez identificadas las áreas con mayor demanda en limpia, se programan estas labores en forma coordinada entre el personal de aseo de los Municipios y la asesoría técnica de CONAF respecto a la forma y extensión geográfica que debiesen tener dichas labores.

En las faenas de limpia se extrae material seco fino y grueso, junto a restos orgánicos de otras fuentes, basura y cualquier otro material que sea potencialmente combustible y que constituya amenaza a la cercanía de viviendas (fot. 4).



**Fot. 4** - Faenas de limpieza de combustibles en áreas periféricas de interfaz. Trabajo combinado entre personal del Municipio y supervisión profesional de CONAF. Fuente: Corporación Nacional Forestal, Quinta Región de Chile.

#### **Línea de acción 3: La construcción de cortafuegos perimetrales con maquinaria pesada**

Por las características propias de diversidad del material combustible, su carga, tamaño y localización, no es factible de remover grandes cantidades a un coste razonable. Por ello, muchas veces es necesario actuar con el apoyo de maquinaria pesada, de manera de poder efectuar obras mayores de remoción, siguiendo

los protocolos de limpia en fajas y despeje en áreas donde se sabe que la acumulación de basura, escombros y vegetación seca, pueden constituir una real amenaza a las casas producto de la propagación del fuego. En este caso, se utilizan retroexcavadoras, tractores y bulldozers que trabajan escalonadamente siguiendo rutas específicas que son monitoreadas técnicamente de acuerdo a los niveles de peligrosidad y antecedentes de incendios anteriores ocurridos en etapas anteriores (Fot. 5). La factibilidad técnico-económica en la aplicación de este tipo de máquinas dependerá de la cantidad de kilómetros lineales a despajar y el ancho de la faja, ambos aspectos necesarios de comparar previamente con la conveniencia de realizar estas labores con brigadas dotadas de herramientas manuales. Por lo general, se utiliza una combinación de ambos procedimientos.



**Fot. 5** - Labores de despeje con maquinaria pesada. La principal ventaja es la profundidad de la limpieza y la mayor durabilidad de las labores para enfrentar el crecimiento de la vegetación nueva. Fuente: Corporación Nacional Forestal, Quinta Región de Chile.

#### **Línea de acción 4: La poda, desbroce y despeje manual a base de cuadrillas del Municipio.**

Los tratamientos antes señalados se concentran básicamente en el suelo. No obstante, hay que considerar además la conveniencia de no extraer sino también modelar la vegetación aplicando técnicas de poda y reducción de ramas. Para ello el Municipio se encarga de capacitar a personal que va a terreno y ejecuta labores de poda, desbroce y despeje manual, pudiendo combinarse estas labores con las técnicas anteriormente señaladas (fot. 6).



Fot. 6 - Se ilustra el trabajo de una cuadrilla efectuando labores de poda, desbroce y despeje de vegetación densa localizada en cercanía a viviendas. Fuente: Corporación Nacional Forestal, Quinta Región de Chile.

En esta labor, resulta conveniente evaluar permanentemente las condiciones de espaciamiento, dirección de los vientos locales y la accesibilidad, como asimismo en las condiciones que se encuentra la vegetación misma, tanto en altura como en densidad de copas. Como se mostraba en una ilustración anterior, la continuidad horizontal y vertical (piso vegetal y copas respectivamente), son aspectos que deben ser permanentemente controlados para evitar la propagación en ambos planos.

#### Línea de acción 5: Adaptación de barreras cortafuegos en combinación con fines estéticos y paisajísticos.

El efecto estético de estas labores también es considerado al momento de intervenir la vegetación combustible. Por ello, es que se ejecutan acciones de siembra en laderas de interfaz, en donde previamente se ha removido el material combustible mayor, e incluso en áreas desprovistas previamente de vegetación. De esta manera se logran habilitar importantes espacios no solo para protección sino también como factor estético que indudablemente contribuye a mejorar el entorno de vida de los habitantes aledaños a estas áreas.



Fot. 7- Trabajos de revegetación y siembra directa en laderas. Fuente: Corporación Nacional Forestal. Quinta Región de Chile.

#### Consideraciones finales

Actualmente se reconocen claramente las áreas de mayor peligro de incendios forestales, producto del contexto histórico y espacial en los cuales han ocurrido. Las causas principales de este problema radican desde dos fuentes: por una parte el agente de ignición que corresponde al factor humano derivado de la intencionalidad y de actividades irresponsables en el uso del fuego, y por otra parte, en las condiciones por las cuales se favorece la propagación del fuego, entre ellas, principalmente el viento, la pendiente y la carga de combustible vegetal disponible.

Otros aspectos que contribuyen a enfatizar el peligro lo constituyen la humedad de los materiales vegetales, la cantidad, calidad y disposición de aquellas viviendas localizadas en áreas de peligro, y en un análisis más geográfico, en la forma como el núcleo urbano se ha expandido en los últimos 25 años, principalmente formando enclaves hacia cerros y laderas donde coexisten remanentes de matorral y bosque, junto con el alto grado de intervención humana.

Las medidas aquí descritas tienen como propósito central, contribuir al bienestar de la población en términos de disminuir la probabilidad de ocurrencia de incendios, y por otra parte, en aminorar los niveles de gravedad en la propagación del fuego, por cuanto el comportamiento del fuego en áreas topográficamente irregulares, ocasionan graves problemas para la intervención de medios para la extinción, especialmente cuando la propagación es extremadamente rápida.

Los puntos identificados en la cartografía precedente, corresponden justamente a áreas prioritarias en donde las acciones antes descritas deben mantenerse en el tiempo, en la medida que las condiciones presupuestarias y operativas así lo permitan.

#### Referencias bibliográficas:

- CASTILLO, Miguel (2006) - *“El Cambio del Paisaje Vegetal afectado por Incendios en la Zona Mediterránea Costera de la V Región”*. Tesis Magíster, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Departamento de Geografía. Santiago. 152 p.
- JULIO, Guillermo (2010) - *“Fundamentos de Manejo del Fuego”*. Apuntes Docentes. Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. 335p.
- SEVEIF (2010) - *“Aplicación y adaptación del modelo SEVEIF para la evaluación socioeconómica del impacto de incendios forestales en la Provincia de Valparaíso, Chile”*. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). 51p.