



TÓPICO: 5. Durabilidad y protección. CÓDIGO: 410495

1.1. VIVIENDA SEGURA, CAMBIOS NORMATIVOS QUE TRANSFORMAN LA VIDA

SAFE HOUSING, NORMATIVE CHANGES THAT TRANSFORM LIVING

Garay Rose Marie ^{(1) *}, Pfenniger Francis ⁽²⁾, Tapia Ricardo ⁽³⁾, Castillo Miguel ⁽⁴⁾, González Marcelo ⁽⁵⁾

^{1,4}Departamento Desarrollo en Productos Forestales y Departamento de Gestión Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la naturaleza. Universidad de Chile. Santiago, Chile

^{2,3}Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Santiago, Chile

⁵Eligemadera.com

* Contacto: Rose Marie Garay: rgaray@uchile.cl

Resumen

Dada la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos, es esencial conectar los instrumentos de planificación y gestión de riesgo territorial con exigencias a construcciones, en particular las de madera ubicadas en zonas de riesgos. Los proyectos de investigación Fondef IT 1610003 y IT180001 analizan edificaciones instaladas en áreas rurales y periurbanas, que cuentan con bajas especificaciones técnicas de seguridad contra incendios de fuente interna o externa (interfaz forestal). Tales incendios ponen en riesgo, según la potencialidad de ocurrencia, a muchos hogares simultáneamente, exponiéndolos a las llamas y pavesas impulsadas por el viento. La experiencia internacional señala que las viviendas pueden ser más seguras, por ejemplo, estableciendo áreas de protección (30-60 metros), alejando la vegetación o continuidad del combustible, criterios técnicos que se explican en este estudio y que deben ser incorporados en regulaciones locales y aplicados en programas de comunidades protegidas. Se revisan las regulaciones chilenas, estadounidenses, europeas y australianas con respecto a la garantía de rendimiento frente a incendios de edificios y su entorno inmediato, extrayendo estándares de calidad y recomendaciones, considerando las necesidades y regulaciones casa hacia adentro y casa hacia afuera. Medidas de seguridad específicas como resistencia al fuego de elementos estructurales y no estructurales, materialidad incombustible, no inflamabilidad, no toxicidad y opacidad de humos; aumento de masividad y cobertura con elementos incombustibles; limitaciones de uso de materiales plásticos y otros que aporten carga combustible, son aspectos de protección pasiva incluidos en una guía práctica con la que se evalúa las edificaciones y se conduce a recomendaciones para disminuir la vulnerabilidad.

Palabras claves: protección pasiva de construcciones de madera, interfaz de incendios forestales, madera resistencia al fuego, códigos de construcción.

Abstract

Given the frequency and intensity of climatic events, it is essential to connect planning instruments and territorial risk management with construction requirements, particularly those of wood located in risk areas. This research analyzes buildings installed in rural and peri-urban areas, which have low technical specifications of security against a fire of internal or external source (forest interface). Such fires put at risk, according to the potentiality of occurrence, many homes simultaneously, exposing them to flames and wind-driven flares. International experience indicates that housing can be safer, for example, establishing protection areas (30-60 meters), moving away vegetation or fuel continuity, technical criteria that are explained in this study and that must be incorporated into local regulations and applied in protected community programs. The Chilean, American, European and Australian regulations are reviewed with respect to the guarantee of performance against fires of buildings and their immediate environment, extracting quality standards and recommendations, considering the needs and regulations of the house in and out. Specific safety measures such as fire resistance of structural and non-structural elements, incombustible materiality, non-flammability, toxicity and smoke opacity; increase in mass and cover with non-combustible elements that increase fire resistance; limitations on the use of plastic materials and others



that provide fuel. Aspects included in a practical guide with which buildings are evaluated and recommendations are made to reduce vulnerability.

Keywords: woodbuildings safety, forest fires interface, wood fire resistant, codes construction

1.2. INTRODUCCIÓN

La interfaz urbano forestal se produce cuando las viviendas o edificaciones coexisten en el mismo espacio que el arbolado y matorrales, Si las viviendas resultan ser potencialmente un aporte en carga de combustible para alimentar el fuego, entonces a mayor número y densidad de viviendas, existirá mayor propensión a la propagación del fuego.

Cada vez son más las actividades que se desarrollan en el entorno urbano que agravan y tornan más compleja la interacción entre todos los elementos que forman el paisaje. La prevención en los incendios forestales de interfaz significa la transformación del paisaje en tres niveles de manera que se obtenga un entono de riesgo controlado. Para ello se debe considerar tres escalas de trabajo: la macroescala o escala del paisaje, la mesoescala o de la urbanización y la microescala, que es la escala de la vivienda o parcela, esta última entendida como la unidad sobre la cual el propietario o responsable tiene influencia directa.

En la **macroescala**, la transformación del paisaje requiere en primer lugar la identificación de la distribución de la continuidad del combustible, así como de los escenarios de incendio.

En el dominio de la **mesoescala**, el nivel de la urbanización, se consideran tres zonas:El tejido interior de casas y vegetación; la zona perimetral; los terrenos exteriores que lo rodean.

Las medidas preventivas pretenden transformar este tejido en una zona de transición donde existen oportunidades para la extinción de incendios y adaptación al paso del fuego. Para ello se controla el combustible, se mejora la accesibilidad y se incrementa la disponibilidad de agua.

La vegetación en el interior de la urbanización juega un papel primordial cuando el incendio impacta y cómo éste se traslada, cómo se generan pavesas y finalmente cómo el fuego llega hasta las casas. Se precisa que progresivamente se vayan estableciendo medidas de autoprotección

La conformación en que estas viviendas se ubican crea un patrón, Que varía según se trate de viviendas aisladas o diseminadas rodeadas de vegetación. Una situación extrema ocurre cuando hay muchas casas con vegetación arbórea entre ellas, el fuego va a progresar al interior afectando también el humo y las pavesas.

Todos los años en muchas partes del mundo hay evacuaciones, fallecidos y pérdidas millonarias que se acrecientan según crezca el casco urbano, con la instalación de edificaciones en el área de interfaz urbano-rural.

La acumulación de combustibles en los alrededores, juegos de terrazas, techos inflamables y edificaciones en madera, así como la presencia de setos o arbustos son aspectos clave en la mesoescala. De acuerdo a la energía radiante esperada y el umbral máximo soportado por los bomberos en un punto dado del territorio, es posible identificar la extensión e intensidad requerida para el tratamiento de los combustibles en el interior, en el perímetro y en el exterior de la urbanización.

Algunos jardines tienen gran carga de combustible, lo que dificulta o imposibilita la defensa de la vivienda. De hecho, en muchos casos, no hay un espacio defendible en el que se pueda operar con seguridad.

La **microescala** es del dominio del propietario y ahí se puede hacer mucho. Desde luego que el jardín es una oportunidad para la prevención: limitando la cantidad de carga de elementos finos, controlando el tipo de vegetación con alto nivel de humedad de plantas adyacentes y controlando la carga del sotobosque.

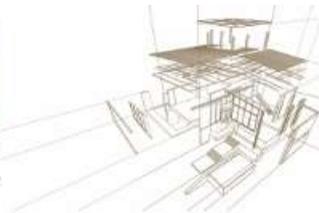


Figura 1. Zonas de acción frente a incendios forestales de interfaz

Fuente: Elaboración Propia usando Casa Segura de CONAF (2016) y Guía metodológica de actuaciones de prevención, defensa y autoprotección en interfaz urbano forestal (2014)

La humedad de las plantas está directamente relacionada con las rutinas de riesgo y tratamientos que se realizan. Los setos juegan un rol primordial para reducir o incrementar la intensidad y propagación del fuego y en combustión puede destruir las viviendas.

Se requiere un gran esfuerzo para llevar a cabo medidas de prevención, así como medidas de concienciación, sensibilización, acción en el territorio, formación y comunicación a los vecinos. La percepción del riesgo en la comunidad es el éxito en la prevención del interfaz urbano forestal, ya que la prevención es un esfuerzo común.

GIF: Gran Incendio Forestal

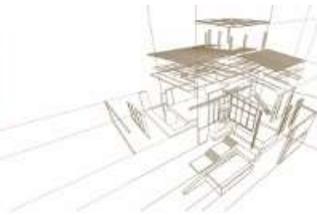
Incendio que supera la capacidad de extinción, debido a:

1. La velocidad de propagación es superior a la velocidad de extinción.
2. La alta intensidad del frente de llama limita los métodos de ataque aplicables con los medios disponibles.

El aumento del riesgo de incendio y de la peligrosidad en la interfaz se debe a la presencia de viviendas y actividades en el bosque, lo que supone un mayor riesgo implícito de ignición. La vulnerabilidad de las viviendas es un indicador de riesgo y/o peligrosidad ante un incendio. La amenaza del humo para los habitantes de la interfaz es limitante y debe tenerse en cuenta, así como la escasa accesibilidad y las vías de escape estrechas y/o únicas son, con frecuencia, características de las zonas de interfaz.

El tiempo de permanencia de las llamas en un incendio forestal no es muy elevado: dependerá de la presencia de acumulaciones de combustible, los elementos constructivos inflamables y las vías de entrada de las llamas al interior de la vivienda, como principales factores que provocan la ignición de la estructura.

La normativa de resistencia al fuego está diseñada, bajo la hipótesis “el fuego se produce en el interior de las viviendas” y disposiciones que mejoran la resistencia al fuego están concebidos bajo esta perspectiva. La alta acumulación de material vegetal combustible, junto al efecto del



cambio climático, han hecho que, especialmente en climas de tipo mediterráneo, se ocasionen devastadores incendios que se inician en zonas arboladas y luego se propagan hacia áreas pobladas. Los graves eventos en Chile (2017), España, Italia, California, Portugal, Marruecos y Grecia (2018), muestran esta realidad.

En Chile, la normativa de construcción no considera el riesgo del entorno de las viviendas, ubicadas en lugares con altos índices de incendios forestales, remoción de masas, inundaciones u otros fenómenos que no están geolocalizados en mapas de riesgo dinámicos en los planes reguladores comunales. A lo anterior se suma que las construcciones en la interfaz urbano-rural en muchas ocasiones, no cuentan con permiso de edificación ni recepción final de obra.

En muchas ocasiones las viviendas emplazadas en zonas de interfaz urbano forestal son de madera y no han sido fabricadas bajo estándares que brinden la seguridad necesaria. En tales circunstancias, se podría establecer que cada cual es responsable del aseguramiento de su propiedad, sin embargo, la alta frecuencia e intensidad de eventos catastróficos hacen necesario revisar si las exigencias técnicas tanto de las viviendas, como del lugar están siendo suficientes.

Los tratamientos del combustible, incluso cuando la edificación es de madera, incluyen la reducción de la carga y de la continuidad, particularmente en los puntos críticos en donde el fuego incrementa su actividad. Para ello se utilizan los planes de manejo de las áreas forestales y agrícolas.

En cuanto al tipo de madera empleada en las viviendas, en Chile la madera de pino radiata es la de más alto consumo para uso industrial, sin embargo, posee bajas propiedades mecánicas, baja resistencia al fuego y durabilidad, por lo que incluir maderas nativas, dando cumplimiento a la ley 20283 y los planes de manejo exigidos, es una oportunidad. decirlos países que han avanzado en esta materia exigen uso de madera con mejores propiedades para la construcción.

Chile ofrece oportunidades para la construcción en madera. Por ello se propone incorporar el uso del Índice de Prioridad de Protección (IPP) y el Índice Integrado de Seguridad (IIS) - creados para evaluar infraestructura crítica en el `proyecto Fondef IT16i10003- para diseñar viviendas nuevas, según el nivel de exposición. Asimismo, se aborda y clasifica la madera nativa y otras exóticas, estructurales y no estructurales, conjuntamente con la fabricación de elementos constructivos que cumplan requisitos estructurales y de resistencia al fuego.

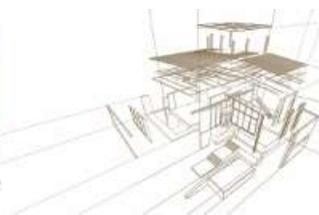
1.3. METODOLOGÍA

La metodología emplea revisión bibliográfica, así como antecedentes presentados por expertos en diversas actividades recientes, tales como Congresos, Seminarios, reuniones técnicas y consultas personales. Siendo relevante la recopilación y selección de normativa, experiencia y antecedentes técnicos y legales que permitan la toma de decisiones informada para enfrentar las soluciones que se implementen en Chile y eventualmente en otros países con amenazas similares.

1.3.1. Antecedentes técnicos y legales de la Construcción en Madera.

1.3.1.1. Estado actual en Chile.

A pesar de múltiples evidencias de los beneficios del uso de la madera en la Construcción, en Chile formalmente no se construye significativamente en madera, (las cifras no sobrepasan el 18% para viviendas con subsidio del Estado (INE, 2019)). Aunque se destacan los beneficios de la madera, persiste la desconfianza en la homogeneidad del material y una visión negativa que vincula a este material con viviendas de emergencia, precariedad y pobreza. Aunque un mercado importante lo constituyen la autoconstrucción, segunda vivienda y ampliaciones en donde el abanico de oferta es muy amplio y variado, siendo provisto por oficinas de arquitectura, empresas inmobiliarias especializadas, fábricas de casas prefabricadas y una gran oferta de tipo informal. Aunque debería ser registrada por las Direcciones de Obras Municipales, esta construcción, no es



fiscalizada por ninguna entidad, por lo que no existe un registro estadístico que dimensione el tamaño de este mercado. De acuerdo con la ley es el profesional competente firmante quien debe responsabilizarse. Sin embargo, este mercado que se presume importante por la frecuencia y existencia de este tipo de viviendas a lo largo del territorio nacional - - escasamente recurre a profesionales cuya firma avale la recepción final en las direcciones de obra municipales. En contraposición a lo anterior en Chile existen oficinas de arquitectura y empresas de prestigio que son proveedoras de construcciones en madera de alto estándar, que de ser necesario, pueden incluso responder a estándares de resistencia al fuego más altos, así como aportar antecedentes del análisis de ciclo de vida de la madera en la construcción, siguiendo el modelo que se expone en la Figura 2 como una comparación entre diferentes materiales y la madera, respecto a la emisión de carbono. Este es un antecedente relevante en el mercado mundial de construcción en madera, donde se está tratando a este material como una solución altamente sustentable y para el cual se ha innovado e implementado soluciones constructivas eficientes acorde con las necesidades de este siglo.



Figura 2. Componentes de construcción y CO₂ Fuente: DITEC, MINVU (2019)

En Chile, se ha avanzado por la vía de innovar en edificios de mediana altura en madera, siendo este el principal propósito de la agenda pública. Entre los impulsos estatales más importantes está el proyecto estratégico mesoregional cuyos objetivos se centran en impulsar el desarrollo de la industria, aumentar uso de la madera, valor agregado, tecnología y apoyo al fomento productivo. La política forestal establece como eje estratégico aumentar la productividad y duplicar la construcción de viviendas en madera, al 2035. Las acciones específicas en desarrollo son:

- Abordar brechas normativas
- Especialización de profesionales, trabajadores y empresas
- Certificación y control de calidad para uso en construcción
- Mejorar percepción del material por parte de los usuarios
- Los ejes estratégicos son la normativa, el control de calidad (rotulado de la madera), Capacitar y difundir, Desarrollar proyectos detonantes, diversificar soluciones

El fortalecimiento y actualización del marco normativo técnico resulta esencial para consolidar el uso de la madera en la construcción en mediana altura en Chile. Ello significa desarrollar propuestas de modificación de la normativa sísmica y estructural, incluyendo CLT y Sistema Marco Plataforma para estas edificaciones. También, la generación de norma para cálculo de resistencia al fuego, siendo actualmente alrededor de 37 normas en actualización, que aportan en disminuir las brechas detectadas (Ditec, 2019). En la tabla 1 se presentan algunos ejemplos de las normativas en modificación.

Tabla 1. Ejemplos de modificación normativa abordada en Chile

NCh173:2008	Madera - Terminología general
NCh174:2007	Maderas - Unidades, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones



NCh176/1:2003	Madera - Parte 1: Determinación del contenido de humedad
NCh630:1998	Madera - Preservación – Terminología
NCh631:2003	Madera preservada - Extracción de
NCh755:1996	Madera - Preservación - Medición de la penetración de preservantes en la madera
NCh819:2012	Madera preservada - Pino radiata – Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo
NCh2824:2003	Maderas - Pino radiata - Unidades, dimensiones y tolerancias

Fuente: DITEC, MINVU 2019

Hasta ahora, la normativa que impulsa el Ministerio de la vivienda, incluye el control de calidad para distintos materiales de construcción. Pretende que los productos que se comercializan en Chile adopten el denominado “Rotulado”, es decir una etiqueta que describe las cualidades y usos para un producto. Este incluye también a la Madera de uso estructural y no estructural en construcción. Ello ayudaría a discriminar entre productos aparentemente iguales, pero con estándares diferentes. Para lograrlo, hay diversas acciones: laboratorios habilitados para hacer determinaciones de calidad estructural, capacitación a aserraderos (hasta ahora alrededor 50 de los más de 1000 están en este proceso, según el especialista de INFOR Gonzalo Hernández). Se trabaja en entregar información a los profesionales y usuarios sobre el uso adecuado de este material en la construcción, en seminarios, páginas web y distintas instancias como feria COMAD y Semana de la Madera (ambas organizadas por la corporación de la madera CORMA). Ello permite facilitar la memoria de cálculo y las especificaciones técnicas del proyecto de edificación, desarrollando nuevas soluciones constructivas acreditadas en los listados Oficiales del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU) y manuales prescriptivos para uso de quienes diseñan y construyen. Este programa, pretende facilitar la construcción en madera con productos de calidad certificada para las edificaciones cuya meta es generar alto estándar de edificación en madera en el país.

1.3.1.2. Incendio en edificaciones. Actualización de la Normativa en Chile

La Ingeniería de protección contra incendios en aplicación estructural, se basa en una concepción científica. La secuencia de la Figura 3 expone evidencias de cómo se producen los incendios, como se consume la carga combustible y como es su declinación, evidencias que establecen las exigencias contenidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), fijando 4 tipos de edificación en función de su destino carga de ocupación, carga combustible en función de su altura y estableciendo las resistencias al fuego mínimas para los diferentes elementos de la construcción como se aprecia en la tabla.



Figura 3. Concepción científica para definir exigencias de resistencia normativa

Este antecedente es primordial para la elección de la materialidad, pero no implica que no se pueda usar madera siempre que se cumpla con la resistencia al fuego exigida.

1.3.1.3. Anteproyecto de norma de cálculo de resistencia al fuego en madera



La metodología de cálculo que permite diseñar elementos y sistemas constructivos en madera en Chile se está modernizando en la NCh1198 - 2 Madera – Construcciones en madera – Cálculo. Parte 2: Cálculo de estructuras expuestas al fuego, procurando mejorar la protección pensando en edificios de mediana altura. Alcances de esta norma:

1. Regula el proyecto, análisis y diseño de construcciones de madera para la situación accidental de incendio y rige en conjunto con NCh 1198-1. NCh 1198-2 establece solo diferencias de complementos para el diseño bajo temperatura normal.
2. Trata únicamente la protección pasiva para la situación accidental de incendio. No trata los métodos de protección activa de protección contra incendios.
3. Rige para construcciones sobre las que se imponen exigencias específicas ante una solicitud de exposición al fuego, relacionadas con:
 - *- evitar una falla prematura de la estructura (función resistente);
 - *- limitar la propagación del fuego (llamas, gases calientes, calor excesivo) sobre determinados sectores (función de compartimentación o confinante).
4. Contiene principios y reglas de uso para el diseño de estructuras respetando exigencias específicas relacionadas con las funciones y niveles de desempeño mencionados.
5. Rige para estructuras o partes de estructuras comprendidas en el campo de aplicación de NCh 1198-1 y que se han calculado de acuerdo con dicha norma.

1.3.2 Aspectos que la normativa no está cubriendo suficientemente

El ingeniero civil, experto en protección contra incendios, quien participó en la elaboración de la NCh1198-2, Sr. Mauricio Rey (2019) señala que “al ampliar el escenario a la situación en que el incendio se produce desde afuera, esta norma no es suficiente”. En ese escenario se debe considerar otras interrogantes: ¿Cómo cambian los objetivos?, ¿Cuál es la zona segura ahora?, ¿Es válida la lógica de soportar el consumo total de la carga combustible en este escenario?, ¿Cuál es el incendio de diseño?, el forestal?, ¿o el flujo de partículas incandescentes?

¿Cómo se debe abordar el problema?, según este experto asumiendo una lógica preventiva:

- Mejorando el plan urbanístico de manera inteligente
- Identificando brechas, focos vulnerables, mejorar y regular

Asignar la importancia de una lógica operacional desde las autoridades:

- Planes de contingencia robustos
- De acción rápida que asegure no simultaneidad entre el incendio y la evacuación
- Desde lo arquitectónico: Regular las características de los materiales de fachada o envolvente (Combustibilidad, propagación de llama). En lo técnico, evitar ignición de las estructuras. Necesidad de entender la exposición

La vinculación con el cambio climático y sus consecuencias, así como el desmedido crecimiento poblacional y el uso del suelo, no se incorporan en los cambios normativos (Garay et al 2016). Estos se pueden resumir en:

- Tomar en cuenta las condiciones de habitabilidad de extensas áreas y comunas rurales que han crecido sin ordenamiento y planificación territorial
- Integrarla GRD a los PRC, incluso más definir áreas seguras
- Vincular el habitar con la Gestión territorial y la reducción de Riesgos de Desastres
- Adecuar efectivamente la normativa a los planes territoriales
- Articular actores públicos, conflictos graves entre el Poder Ejecutivo y Municipios
- Efectuar el control normativo vigente, dado que se detecta un alto nivel de edificaciones sin recepción final de obra
- Proveer recursos para mejorar lo existente, con enfoque en mitigación preventiva mediante dotación de capacidad económica de gobiernos locales y Municipios



- Incluir en las mejoras con especial relevancia, los edificios patrimoniales, como iglesias y estructuras de gran envergadura que representan la cultura

1.3.2. Los incendios forestales, implicancias para las edificaciones.

Existe evidencia científica de un futuro con mayor cantidad e intensidad de incendios forestales. Es positivo que la investigación y la modelización sirvan de advertencia temprana del problema lo que da tiempo para tomar medidas que permitan adaptación a estos (FNPAJL, 2019). Es posible, además, estudiar las causas, los efectos, y por sobretodo, anticipar mejor cómo las ciudades, pueblos y vecindarios puedan prepararse cuando sean confrontados con el fuego.

El aumento de los incendios forestales en el paisaje obligará a las agencias de manejo de fuego a re-evaluar la política y la estrategia. No todas las áreas forestales pueden ser protegidas contra los incendios, y muchas otras de alto valor que se manejan con una política de exclusión del fuego se verán amenazadas por los incendios forestales.

1.3.3. Revisión de experiencia internacional.

De acuerdo con Steinberg (NFPAL, 2019), los incendios forestales son un fenómeno natural, normal y dinámico que ocurre de manera estacional en gran parte de Norteamérica. Como tal, obedece a las leyes de la física y sólo puede existir y crecer con combustible, calor y oxígeno. Mientras que un incendio forestal puede conducirse con un patrón aparentemente aleatorio de consumo de combustible debido a la topografía y a las condiciones climáticas, especialmente el viento, la destrucción e igniciones de viviendas están dadas por las características de éstas en sí y el área que las circunda dentro de los pocos cientos de metros a su alrededor.

Dado que la destrucción de viviendas está directamente relacionada con las condiciones de las mismas en particular y con todo lo que la circunda dentro de los 100 a 200 pies (30 a 61 metros) —área denominada Zona de Ignición de la Vivienda—, en general queda a criterio y posibilidades del propietario efectuar los cambios recomendados en el programa de comunidades protegidas. Cuando la gente comprende cómo ocurre este proceso de ignición de la vivienda, comprenden que pueden hacer algo para tener hogares sean más seguros, según Steinberg (NFPAL, 2017)

NFPA, en sus normas 1141 y 1141 recomienda 30 pies (9 metros) como mínimo para remover desechos y reducir el volumen de vegetación viva, avalado por experimentos de incendio a escala natural. En Estados Unidos, el programa de Comunidades Firewise, invita a los vecinos a trabajar juntos para reducir el riesgo de los incendios forestales. Es así que más de 500 comunidades en 38 estados han aprendido de los mitos relacionados con los incendios forestales y han enfrentado la realidad de su situación. Se organizan en comités de residentes y cuentan con la ayuda de profesionales de incendios y silvicultura, identifican los factores de riesgo de incendios forestales para sus comunidades, desarrollan planes de acción, y comienzan a actuar en las áreas problemáticas. Limpian la maleza y los residuos vegetales, los trozan, y deciden qué hacer con ellos; reemplazan techos inflamables, y aberturas de rejilla bajo decks y porches; además crean proyectos de retroinstalación y mantenimiento para dar respuesta a sus riesgos particulares.

En una mirada holística, la planificación y reglamentación es lo que modifica y adapta frente a la amenaza de los incendios forestales. Es posible una mejor adaptación cuando se diseña, edifica y mantiene viviendas y comunidades desde el principio con la conciencia de los incendios forestales y se incorporan los códigos y normas previamente aceptadas, para el caso, normas de la NFPA (101, 703, 1141, 1144 y 5000), de la misma manera en que lo hace la publicación, “Mayor seguridad desde el comienzo: Guía Firewise para desarrollos protegidos” (“Safer from the Start: A Guide to Firewise-Friendly Developments”), del programa de Comunidades Firewise, disponible en www.firewise.org.

Las Comunidades Firewise en Estados Unidos, pueden servir de ejemplo, pues se hallan convirtiendo sus vecindarios en lugares más seguros, con reglamentaciones formales, adoptadas



por muchas municipalidades en sus ordenanzas para la disposición de vegetación, de protección contra incendios y normas de autorización. Además, subdivisiones recientemente desarrolladas, pueden hacer uso de estas normas no sólo para el diseño, sino para que asociaciones comunales se hagan responsables del crecimiento y mantenimiento a largo plazo de la subdivisión.

Sin embargo, falta instruir a los residentes en la noción de “reforzar” viviendas y otras estructuras, por ejemplo, sellando grietas, fisuras y otras áreas donde las brasas de un incendio forestal transportadas por el viento pueden quedar atrapadas y provocar un incendio. La ausencia de viviendas reforzadas puede resultar en la destrucción de miles de estructuras por causa de los incendios forestales.

El informe Westhaver (NFPAJL, 2019), preparado para el Instituto de Reducción de Pérdidas Ocasionadas por Catástrofes de Toronto, determinó que la pérdida de estructuras en el incendio no fue aleatoria, sino dependiente de la preparación de las viviendas, según lo establecido por los lineamientos descritos en FireSmart (programa de preparación para incendios forestales de Canadá), similar al programa Firewise de NFPA (creado en Estados Unidos en 1985, tras el mega incendio que afectó a un importante sector poblacional en California). Según el informe, el 81% de las viviendas que sobrevivieron al incendio tenían certificación de riesgo FireSmart de baja a moderada, lo que indica que estaban debidamente preparadas para un incendio forestal y todas las que sobrevivieron a pesar de la exposición extrema al fuego, tenían una certificación de riesgo bajo. Por el contrario, la mayoría de las viviendas que fueron destruidas en el incendio tenían certificaciones de riesgo FireSmart de alto a extremo. Este informe concluye que puede haber un “talón de Aquiles” o una debilidad aún habiendo cumplido con todos los otros lineamientos de FireSmart*(GMV, 2012).

Una de las normas más relevantes para la regulación norteamericana es la NFPA 1144. Reducir los peligros de ignición de la estructura de Incendios forestales, cuya última edición es de 2018. Esta norma proporciona una metodología para evaluar los peligros de ignición de incendios forestales alrededor de estructuras existentes, desarrollos residenciales y subdivisiones y mejoras de propiedades planificadas o mejoradas que se ubicarán en un área de interfaz urbana / forestal, y proporciona requisitos mínimos para nuevas construcciones para reducir el potencial de la ignición de la estructura de los incendios forestales.

Los expertos en incendios forestales señalan que las comunidades pueden planificar el uso de la tierra y la reglamentación de las construcciones para contribuir a erradicar su potencial destructivo. Estiman que con lo que se sabe hasta ahora sobre la ciencia de ignición de viviendas, se puede evitar, en gran medida, que se quemen viviendas y otras estructuras durante un incendio forestal. Se podrían construir comunidades resilientes a igniciones donde las personas incluso no tendrían que abandonar sus casas durante un incendio forestal, incluso el incendio podría atravesar el vecindario y no afectar a ninguna de las estructuras.

En lo específico, los incendios atraviesan urbanizaciones principalmente en los jardines y alrededores, pero también por la continuidad del combustible forestal pueden hacerlo por el interior de las viviendas, dependiendo de los materiales de construcción. Si son resistentes al fuego, éste solo entrará por las aberturas que encuentre a su paso: puertas, ventanas, rendijas, sistema de ventilación. No sólo las llamas pueden comenzar la ignición en el interior de una vivienda, también las pavesas que genera el incendio.

Entre la normativa más relevante de mencionar en protección de edificaciones está el Estándar Australiano para la Construcción de edificios en áreas propensas a incendios forestales. En ella, se definen seis niveles de ataque en áreas forestales (BAL) categorías, a saber, BAL-LOW, BAL-12.5, BAL-19, BAL-29, BAL-40 y BAL-FZ. Estas categorías se basan en los umbrales de exposición al flujo de calor las áreas de riesgo de incendios forestales (AUSTRALIAN STANDARD®. AS3959, 2009), siendo relevante su cumplimiento para la construcción en zonas



de peligro y para el establecimiento de vías expeditas para la evacuación e ingreso de los cuerpos de combate al fuego, entre otros.

Todos los edificios son construidos según estos estándares de control de riesgo de incendios fijados en la norma, Otro ejemplo, es la limitación para estaciones de servicio e industria que manejen materiales altamente combustibles, que establece criterios de planificación urbana para que no puedan ser emplazadas cerca de bosques ni en zonas catastradas de alto riesgo.

A medida que el número BAL aumenta la severidad del incendio forestal por el ataque de las brasas, el calor radiante y el contacto directo con las llamas. El número asociado con el BAL representa el calor radiante máximo expresado en kilovatios por metro cuadrado de la superficie del edificio que está expuesto. La gravedad de un incendio forestal o BAL está definida por el índice de peligro de incendios forestales, el tipo de vegetación, la pendiente de la tierra y la distancia a la que el edificio está separado de la vegetación. Es necesario determinar los BAL para conocer los requisitos de construcción prescritos. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Estándar Australiano para la Construcción de edificios en áreas propensas a incendios forestales BAL. AS3959-2009.

Exposición	Descripción de los niveles previstos de ataque de incendio forestal bajo el Estándar australiano
BAL-LOW	El bajo riesgo de ataque de incendios forestales no garantiza requisitos específicos de construcción
BAL-12.5	Posibilidad de ataque de brasas.
BAL-19	Aumento del nivel de ataque de brasas y pavesas ardiendo transmitidas por el viento junto con un flujo de calor creciente no mayor a $19\text{kW} / \text{m}^2$
BAL-29	Aumento de los niveles de ataque de brasas y pavesas ardiendo transmitidas por el viento, juntos con un flujo de calor creciente no mayor a $29\text{kW} / \text{m}^2$
BAL-40	Aumento del nivel de ataque de brasas y pavesas ardiendo transmitidas por el viento, junto con aumento del flujo de calor no mayor a $40\text{kW} / \text{m}^2$ y una mayor probabilidad de exposición a las llamas.
BAL FZ	Riesgo de exposición directa a las llamas de un frente de fuego, ataque de brasas y flujo de calor de más de $40\text{kW} / \text{m}^2$

La interfaz urbano-forestal y su contexto en San José de Maipo. Referencias generales.

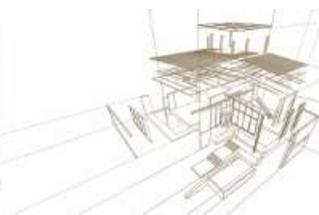
La interfaz en la comuna de San José de Maipo posee estrecha relación con la infraestructura, no sólo habitacional, sino también en servicios básicos y el turismo. En la comuna existen 23 localidades que albergan estructuras internalizadas en zonas arboladas y que poseen actividad turística.

La Figura 3 muestra un mapa con la modelación de incendio forestal de interfaz para esta comuna, revela que gran parte del territorio poblado está en alta prioridad de protección, es decir el 97% de las zonas pobladas, lo que incluye el trayecto de la única carretera de circulación de la zona.



Figura 3. Modelación incendio forestal de interfaz comuna de San José de maipo.

Fuente Google maps(izq) y elaboración del Laboratorio de Incendios Forestales FCFCN(der) (2019)



Una de las medidas no estructurales para prevenir este tipo de riesgos, por ello, la constituyen los instrumentos de ordenamiento territorial y sus proyecciones, sin embargo en Chile, recién en el año 2014 se propuso públicamente una política nacional de desarrollo urbano en la cual se expone como uno de sus objetivos el “identificar y considerar los riesgos naturales y antrópicos” como uno buscado desde la premisa de avanzar a un equilibrio ambiental (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2014). Esta iniciativa, destacable, llega tarde pues el año 2017, cuatro regiones fueron afectadas por incendios forestales, dañando al menos 500.000 hectáreas y 3.155 viviendas y con los consiguientes costos asociados a los múltiples impactos de su ocurrencia (Habitabilidad Transitoria, 2018). Esta amenaza tiende a aumentar en los meses de primavera y verano, lo que obliga a los habitantes a sumar un nuevo y creciente riesgo a los que ya tiene el territorio.

Así, las políticas públicas para gestionar el territorio en su complejidad en cuanto a lugares con múltiples especificidades, más bien han sido reformuladas con una ausencia de un enfoque de sustentabilidad mantenida y creciente en el tiempo (Pavez, 2014; Olavarría, 2010). La comuna periurbana de San José de Maipo es una representativa de este tipo de localidades, tiene vocación de ser territorio con aptitud turística y patrimonial y que corresponde a un municipio de 520 mil ha – su extensión llega hasta el límite con Argentina-. En ella, existe exposición a múltiples amenazas: aluviones, erupciones volcánicas, sequías, terremotos e incendios de interfaz urbano forestal, cuya tipología constructiva predominante es en madera, mezclada con otros materiales como piedra, o formando parte de ampliaciones de distintas características.

Si bien la modificación de normas de construcción es débil, al respecto, Macari (2015) ha puesto la preocupación en el factor humano como causa preponderante, reiterando medidas y conductas adecuadas con el entorno próximo a las viviendas (no tirar basura, arrojar cigarrillos encendidos, apagar mal las fogatas, etc.) como campaña de prevención.

La Tabla 3 presenta una síntesis de acciones posibles de realizar

Tabla 3: Síntesis de acciones

De la Estructura y su entorno Inmediato:

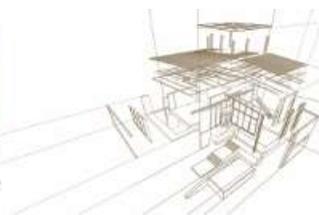
Piso sobre estructura aislada (ej. Radier). Procurar despejar 10 m de continuidad de combustibles Sin material acumulado cerca, como leñeras o combustibles o plásticos. Salidas tapadas con malla de acero o mata chispas. Evitar plantas leñosas, particulado fino hojas secas, ramas sobre la construcción. Parrillas o barbacoas aisladas por todos sus costados con toma de agua cerca. El techo es el más vulnerable, evitar materiales combustibles y posibilidad de ingreso de pavesas Los elementos constructivos deben ser material resistente al fuego. No se debe utilizar materiales sintéticos (policarbonatos, metacrilatos, PVC, etc.).

Preparación frente a la emergencia:

Disponer de radio para comunicación. Tener una toma de agua y reservas de agua (piscina, balsa, depósito, etc.) y depósitos de combustible aislados, protegidos y/o enterrados. Mantener motobomba no eléctrica, un sistema de aspersores y bocas de riego normalizadas. Procurar separar el mobiliario del jardín (mesas, sillas, hamacas, etc.) de la vivienda. Acondicionar las vías de acceso a la propiedad para la entrada y maniobra de los vehículos de extinción.

Fuente: Guía metodológica de actuaciones de prevención, defensa y autoprotección en la interfaz urbano forestal (2014)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



Chile no tiene actualizadas sus normas para atender los incendios de interfaz urbano/ forestal. Los instrumentos de ordenamiento territorial o están desactualizados o bien no consideran la planificación preventiva para este tipo de amenazas cada vez más crecientes.

Las normas, solo responden a la prevención de incendios que se desencadenan al interior de las edificaciones y no en el entorno..

La revisión de normas internacionales recomienda considerar estos aspectos así como aprender como los países desarrollados están actualizando sus instrumentos preventivos desde un nivel macro hasta uno micro, desde las localidades, ciudades, hasta las viviendas, reconociendo que las fronteras o límites de crecimiento de lo urbano, es un acontecimiento constante, cambiante y dinámico.

La planificación urbana de mejores resultados en relación a los incendios de interfaz, es compartida y así lo demuestra la revisión de casos internacionales. Por ello, junto con lograr que las construcciones en madera sean más resistentes al fuego, es necesario lograr la comprensión efectiva y objetiva del conocimiento del entorno que rodea las viviendas y las áreas edificadas,

Esta revisión entrega antecedentes que constatan la tendencia en aumento de desastres como consecuencia de los cambios en el clima y la necesidad de transformaciones profundas a las exigencias constructivas. La organización, protocolos y compromiso de las empresas constructoras y la innovación de elementos y sistemas constructivos es clave.

Tales recomendaciones, no obstante, serían insuficientes si los instrumentos de construcción, fiscalización sobre el uso del suelo y el ordenamiento territorial no incluyen los riesgos de incendios de interfaz en sus corpus normativos acorde a las condiciones geomorfológicas y territoriales de la división administrativa y de gobernanza que tiene cada lugar o localidad.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de investigadores agradece a FONDEF de CONICYT, Ilustre Municipalidad de San José de Maipo y CONAF por el apoyo prestado a la ejecución de estas investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTRALIAN STANDARD®. AS3959. (2009). Construction of buildings in bushfire- prone areas. 107 p.

CHAS-AMIL M. TORUZA J. GARCÍA-MARTÍNEZ E. 2013. Forest fires in the wildland-urban interface: A spatial analysis of forest fragmentation and human impacts. *Applied Geography*.43:127-137.

FLANNIGAN, M., CANTIN, A.S., DE GROOT, W.J. et.al. (2012). Global wildland fire season severity in the 21st century. 2012. *Forest Ecology and Management*. 294:54-61.

GARAY, R.; CASTILLO M.; FERNÁNDEZ O. 2016. La problemática de la protección contra el fuego en la construcción de viviendas y su relación con otros criterios técnicos. V Congreso Red Iberoamericana de protección de la madera. RIPMA. Colonia, Uruguay.

GROOT, M. FLANNIGAN y BRIAN J. (2012). El Cambio Climático y los Incendios Forestales. Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales. México.

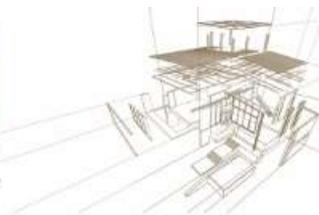
HERRERO-CORRAL G. JAPPIOT M; BUILLO C: LONG-FOURNEL M. 2012. Application of a geographical assessment method for the characterization of wildland-urban interfaces in the context of wildfire prevention: A case study in western Madrid. *Applied Geography*. 35:60-70.

LÓPEZ, N. 2009. Plan de protección contra incendios forestales de interfaz urbano-forestal en la Comuna de Tomé, provincia de Concepción (Chile). Trabajo profesional de fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba.



- MACARI, R. (2015). Criterios que determinan los requerimientos de resistencia al fuego de elementos estructurales [Tesis de Pregrado]. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 90 p.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2014). Política Nacional de Desarrollo Urbano. Hacia una nueva política urbana para Chile. Santiago, Chile.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, MINVU. (2014). Listado oficial de comportamiento al fuego de elementos y componentes de la construcción. Santiago de Chile: MINVU. Disponible en: http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo\x3d20070606164405\x26hdd_nom_archivo\x3dLista-do%20cial%20de%20Comportamiento%20al%20Fuego%20E14-1_2014.pdf (revisado el 17 Julio de 2018)
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, MINVU. (2009). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, OGUC, Título 4: De la Arquitectura. Capítulo 3: De las Condiciones de Seguridad Contra Incendio. Santiago de Chile: MINVU.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 1144. (2018). Standard for Reducing Structure Ignition Hazards from Wildland Fire. Quincy, Massachusetts: IHS.38 p.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 5000®. (2018) Building Construction and Safety Code® 2018 Edition. Quincy, Massachusetts: IHS.721 p.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 1141. (2017). Standard for Fire Protection Infrastructure for Land Development in Wildland, Rural, and Suburban Areas. Quincy, Massachusetts: IHS. 9 p.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 703. (2000). Standard for Fire Retardant Impregnated Wood and Fire-Retardant Coatings for Building Materials. Quincy, Massachusetts: IHS. 9 p.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 101 (2000). Código de Seguridad Humana. Quincy, Massachusetts: IHS. 519 p.
- PUBLICACIÓN CONJUNTA de la Oficina nacional de emergencia del ministerio del interior y seguridad pública, Ministerio de desarrollo social, CITRID, CIGIDEN et. al. (2018). Habitabilidad Transitoria en Desastres en Chile. Experiencia en el período 2014-2017. Santiago, Chile.
- OLAVARRÍA M. (Editor) (2010). ¿Cómo se formulan las políticas públicas en Chile? Tomo I. La modernización de la Gestión Pública. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- PAVEZ, M. (2014). Una Política de Desarrollo Sustentable para Chile. En: LÓPEZ M., E., ARRIAGADA, L., C., JIRÓN., P. y ELIASH, D.,H (Editores). Chile Urbano hacia el siglo XXI. Investigaciones y reflexiones de Política Urbana desde la Universidad de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- PETERS M. IVERSON L. MATTHEWS S. PRASAD A: (2013). Wildfire hazard mapping: exploring site conditions in eastern US wildland-urban interfaces. *International Journal of Wildland Fire*, N° 22, 567-578.
- SAAVEDRA, J. 2013. "Tipificación y caracterización de interfaces urbano-forestales en la Región Metropolitana. CONAF Región Metropolitana, Departamento de Protección Contra Incendios Forestales, Sección de Prevención de Incendios Forestales. CDC Tarea 13.1.3
- STEWART S. RADELOFF V. HAMMER R. HAWBAKER T. 2007. Defining the Wildland-Urban Interface. *Journal of Forestry*. 201-207.

Fuentes electrónicas



BCN. (2017). Australia y la planificación de sus ciudades para evitar la propagación de incendios forestales. <https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/australia-planificacion-ciudades-incendios-forestales> (Consulta: 02/03/2019).

NFPAJL. (2019a). Interfaz Urbano/Forestal. Source: <http://www.nfpajla.org/archivos/exclusivos-online/incendios-forestales/1284-interfaz-urbano-forestal> (Consulta:02/03/2019).

NFPAJL. (2019b). Conocer el mundo del otro. Por NFPAJL JLA Source: <http://www.nfpajla.org/archivos/exclusivos-online/incendios-forestales/1231-conocer-el-mundo-del-otro>. (Consulta:03/03/2019).

NFPAJL. (2017). Construir, quemar, repetir. Source: <http://www.nfpajla.org/archivos/edicion-impresa/incendios-forestales/1322-construir-quemar-repetir>. (Consulta:03/03/2019).

Lignum. (2016). <http://www.lignum.cl/2016/10/25/empresas-forestales-implementan-modelo-firewise-disminuir-riesgo-incendios/> (Consulta:03/03/2019).

GMV.

(2012). https://www.gmv.com/es/Empresa/Comunicacion/NotasDePrensa/2012/NP_016_Firesmart.html. (Consulta:03/03/2019).

GENERALITAT VALENCIANA. 2014. Guía metodológica de actuaciones de prevención, defensa y autoprotección en la interfaz urbano forestal. <http://www.agroambient.gva.es/documents/162905929/162908876/Gu%C3%ADa+metodol%C3%B3gica+de+Actuaciones+de+Prevenci%C3%B3n+y+Defensa+y+Autoprotecci%C3%B3n+en+la+Interfaz+Urbano+Forestal+%286%2C8Mb%29/d24a0daf-d777-405b-8938-b4a54394831f>