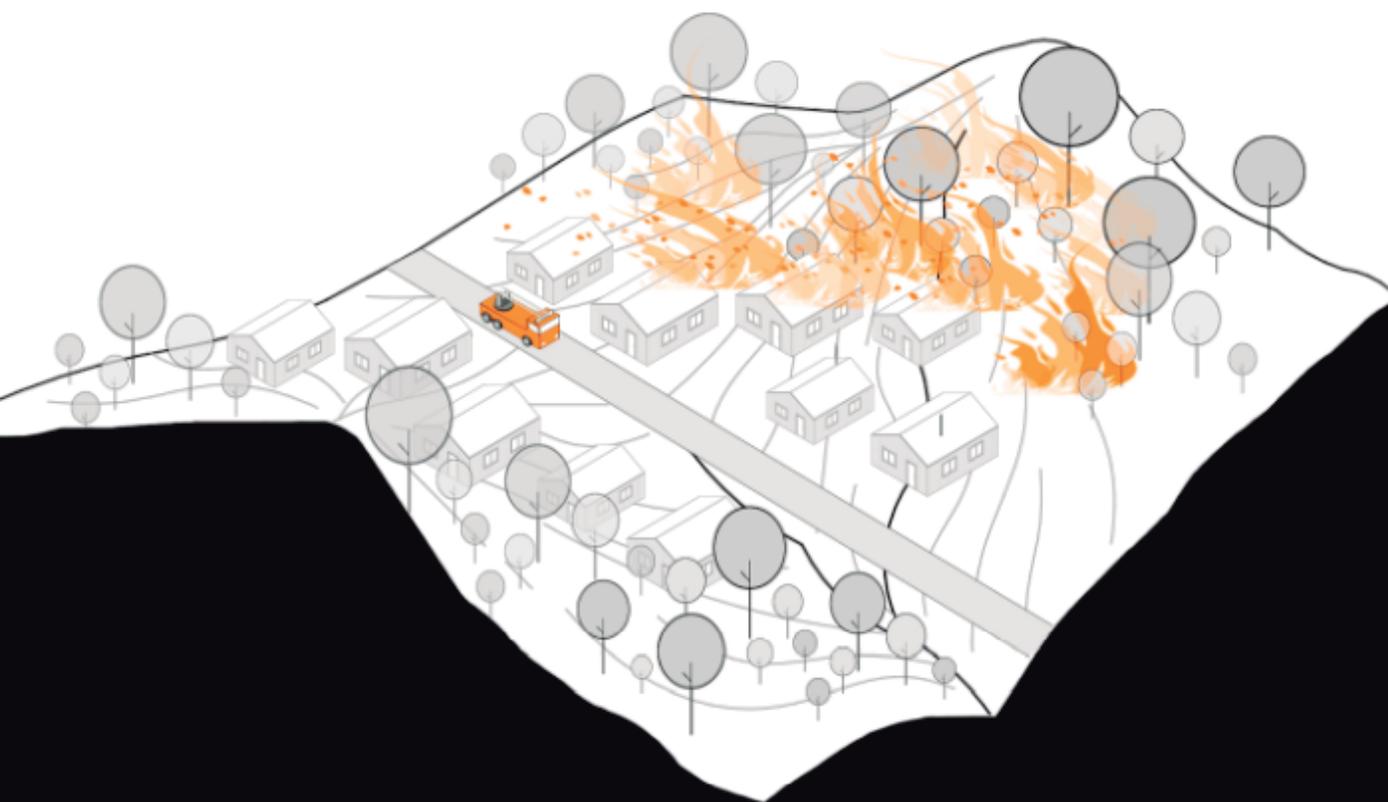


ISSN 0719-952X



MANUAL DE DISEÑO

ANTE INCENDIOS FORESTALES



AUTORES

Alan **March**
Constanza **Gonzalez Mathiesen**
Cecilia **Poblete Arredondo**
Rodrigo **García Alvarado**
Paulina **Wegertseder Martínez**

INDICE

- 02** Introducción
- 03** Principios generales que influyen en el comportamiento del fuego y la destrucción de las casas. Principios que influyen en el comportamiento del fuego en un bosque típico.
- 04** Topografía
Vegetación o combustible disponible
- 05** Las condiciones climáticas
Principios generales de destrucción de viviendas.
- 06** Ataque de brasas.
Radiación de calor.
Contacto directo con la llama.
Viento impulsado por el fuego
- 07** Aplicando los principios al analizar el riesgo de incendios forestales y desarrollando una respuesta de diseño.
Sitio de estudio.
- 08** Identificando el comportamiento probable del fuego.
Análisis de sitio.
- 09** Aplicando los principios para definir acciones claves para la mejora de viviendas y sitios.
Uso de materiales externos no inflamables (y materiales cortafuegos entre estructuras).
Protección del ataque de las brasas (en la vivienda, debajo de la estructura, en el techo y rejillas de ventilación).
- 10** Diseño de formas de vivienda que reducen la acumulación de brasas.
Almacenaje de Agua para la respuesta.
Acceso a los servicios básicos.
Manejo de la vegetación.
Mantenimiento (limpiar la basura, manejar la vegetación, evitar las pilas de maderas y otros elementos inflamable cerca de los edificios, limpiar hojas de canales y techumbres).
- 11** En preparación para la posible llegada de un incendio, mueva los vehículos y otros productos inflamables lejos de las casas u otras ubicaciones sensibles.
Asegurar el acceso a los servicios de emergencia.
Mejorar el acceso peatonal.
Controlar la vegetación circundante.
- 12** Desarrollar áreas perimetrales baja en combustible (carreteras, parque comunitario).
Proporcionar agua para fines de respuesta en lugares estratégicos (tanques de agua comunitarios que usan agua de lluvia, conexiones de agua).
Proporcionar señaléticas.
Proporcionar la distancia adecuada entre estructuras.
Establecer áreas seguras para el refugio (adec-
- 13** Establecer un comité directivo en colaboración con los interesados clave.
Desarrollar planes y kits de emergencia familiar.
Establecer programas y panfletos de educación escolar.
- 14** Establecer proyectos comunitarios y de mejoras para el hogar en consulta con agencias gubernamentales clave.
Plan comunitario de gestión de combustible.
Sistema de alerta.
Plan de evacuación.
- 15** Colaboradores y agradecimientos.

INTRODUCCIÓN



Santa Olga, Chile, 2017.

Durante el siglo pasado, en todo el mundo los desastres naturales que afectan a la población han aumentado en cantidad e impacto. Entre 1995-2015, la gran mayoría de las catástrofes fue causada por eventos relacionados con el clima, lo que produjo un gran impacto social, ambiental y económico. Lamentablemente, se espera que éstos desastres sigan aumentando debido al cambio climático. Los incendios forestales son un tipo particular de amenaza. Consisten en fuego que se propaga sin control por vastas áreas de territorio a través de pastos, matorrales o bosques. El mayor riesgo de desastres por incendio forestal corresponde a la relación entre áreas urbanas y rurales de sectores propensos a incendios forestales, donde las vidas y las propiedades están más expuestas. Los asentamientos en las áreas de interfaz entre bosques y asentamientos humanos pueden aumentar la frecuencia e intensidad de los desastres forestales. Además, el cambio climático contribuye cada vez más al riesgo de clima extremo e incendios forestales asociados.

Chile se caracteriza por sus extensos bosques y áreas con vegetación, y la amenaza de incendio forestal representa un riesgo importante y constante. Incendios forestales recientes incluyen el incendio de Ñuble en enero de 2012 que afectó a varios pueblos pequeños, el incendio de Valparaíso en abril de 2014 que devastó gran parte del puerto más poblado del país y la "tormenta de fuego" de 2017. Este último evento afectó al área centro-sur del país, principalmente en las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío, y se produjo entre el 18 de enero y el 5 de febrero de 2017. El carácter inusualmente intenso de estos incendios más recientes puede estar relacionado con el calentamiento global (CONAF, 2017c). Además, la "tormenta de fuego" de 2017 impactó muchas áreas pobladas que habían sido construidas con poco o ningún cuidado para mitigar el riesgo de incendios forestales, como el asentamiento de Santa Olga que fue completamente destruido por el desastre.

A solicitud del Gobierno Regional y la Corporación de Fomento (CORFO), la Universidad del Biobío y el "Nodo la Arquitectura Sustentable" organizaron el seminario "Prevención de los riesgos de incendios forestales en asentamientos y edificios urbanos: un enfoque de planificación y diseño", facilitado por expertos de The University of Melbourne y del Bushfire and Natural Hazards Cooperative Research Centre (BNHCRC).

El objetivo de las actividades era difundir el conocimiento sobre las estrategias generales de diseño y planificación para mitigar el riesgo de incendios forestales, así como también para fortalecer las capacidades locales. Los participantes fueron oficinas de arquitectura en asociación con la universidad, estudiantes de arquitectura, servidores públicos y la comunidad en general. El seminario incluyó un taller de tres días y una visita al sitio de estudio en Agüita de la Perdiz.



Taller U. Bió-Bío.



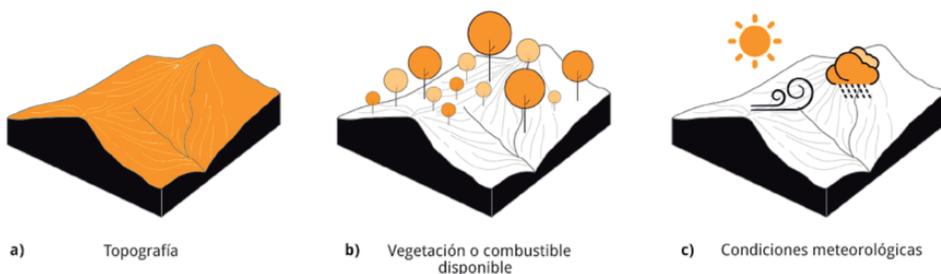
Visita a Agüita de la Perdiz.

El producto del seminario y las discusiones y análisis de los participantes se condensan y representan gráficamente en este documento. El informe se redactó para el público general, evitando el lenguaje técnico y referencias, aunque se incluye una bibliografía. El documento está estructurado en dos secciones: (1) principios generales que influyen en el comportamiento del fuego y la destrucción de viviendas; y (2) aplicando los principios al analizar el riesgo de incendio y desarrollando una respuesta de diseño. La primera sección describe los elementos clave que influyen en el comportamiento del fuego en un bosque típico y cómo esto se traduce en principios de destrucción de estructuras. La segunda sección trata sobre la comprensión de los riesgos a diferentes escalas y sobre la identificación del comportamiento probable del fuego en una ubicación y contexto específicos. Esto luego forma la base para el desarrollo de una respuesta de diseño que identifica acciones clave de mejora de viviendas, sitios y asentamiento y desarrollo comunitario para la supervivencia de las estructuras y la comunidad.

PRINCIPIOS GENERALES QUE INFLUYEN

EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO Y LA DESTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Principios generales que influyen en comportamiento del fuego en un bosque típico:



Los incendios en los bosques u otras formas de vegetación siguen principios generales que proporcionan una base sólida para el desarrollo de escenarios probables de comportamiento, progresión e intensidad del fuego. Es difícil saber con anticipación dónde y cuándo se iniciarán los incendios y exactamente cómo progresarán en un año determinado o en la temporada de incendios. Sin embargo, es posible examinar el rango de escenarios probables que podrían ocurrir a largo plazo y planificar para mitigar y evitar los peores efectos de estos.

El desarrollo anticipado de una variedad de escenarios probables de incendios tiene una serie de usos importantes para la reducción de riesgos dentro y alrededor de los asentamientos humanos. En general, las prácticas de manejo de bosques y vegetación pueden mejorarse para considerar las formas en que los incendios progresan a través del territorio e interactúan con los asentamientos. La ubicación, el diseño y la gestión de los nuevos asentamientos pueden ser considerados y mejorados a través del tiempo para responder a las amenazas que un paisaje en particular podría plantear. El diseño detallado de los sistemas viales, infraestructura crítica, instalaciones comunitarias, viviendas y otras estructuras puede responder a la naturaleza de la amenaza. Finalmente, bomberos, brigadistas y equipos de respuesta en general y las comunidades potencialmente afectadas pueden estar mejor informadas y preparadas para enfrentar los impactos probables de los incendios esperados.

Los incendios pueden ser iniciados por actividades humanas o procesos naturales. Las actividades humanas que pueden causar ignición incluyen actos intencionales como incendios provocados o accidentes. Los accidentes incluyen procesos agrícolas, industriales o forestales. Alternativamente, puede haber ignición asociada con actividades recreativas o por mal funcionamiento de vehículos, fallas eléctricas o por líneas eléctricas. Una vez que los incendios se encienden, en algunos casos pueden auto extinguirse. Sin embargo, bajo ciertas condiciones los incendios pueden continuar y progresar a través del territorio, a veces con impactos significativos.

Los incendios de vegetación se transmiten o propagan a otros materiales inflamables, lo que provoca que se enciendan a través del calor, el contacto directo o las brasas que llevan el fuego directamente a materiales nuevos. La propensión a transmitir fuego a nuevos materiales es una función de las características de los materiales mismos (ej. ramas secas y papel usualmente arden fácilmente, mientras que los troncos gruesos no), humedad y contenido de humedad, cuán sostenida es la forma de transmisión, y las condiciones climáticas en general.

La velocidad, intensidad, dirección y medios generales de transmisión de incendios en áreas con vegetación están influenciados por los factores que se detallan a continuación. Estos factores fundamentales se pueden utilizar para desarrollar una comprensión del comportamiento probable del fuego que puede informar las acciones necesarias para gestionar los riesgos potenciales asociados con estos incendios. Es particularmente importante no solo prepararse para los incendios "normales" que podrían considerarse "emergencias", sino también considerar la posibilidad de condiciones extremas que podrían conducir a desastres de gran escala en los que nuestras capacidades se vean desbordadas. Los tres elementos principales que se establecen a continuación proporcionan la base para desarrollar una comprensión de los escenarios de riesgo probables en diversos paisajes.

TOPOGRAFÍA

La topografía de un área tiene un impacto significativo sobre los incendios y la forma en que progresan. Además, la forma en que los equipos de respuesta pueden combatir o manejar los incendios puede verse significativamente afectada por la accesibilidad o de otra manera el terreno, la densidad de la vegetación u otras características del paisaje.

En términos generales, y dejando de lado otros factores como la velocidad del viento y tipo de combustible, los incendios se mueven con relativa lentitud en terrenos planos. A medida que aumenta la pendiente, los incendios se mueven más rápido, duplicando la velocidad por cada 10 de aumento en la pendiente. De acuerdo con esto, si un fuego se moviera a 5 kilómetros por hora en terreno llano, aumentaría a 10 kilómetros por hora si progresara a una pendiente de 10 . En pendiente, el fuego transfiere calor, pre-secando, se produce el contacto directo de la llama con los combustibles adyacentes con mayor facilidad, y consecuentemente avanza más rápidamente.

Como los incendios se mueven más rápido, consumen la vegetación disponible más rápidamente. En consecuencia, la intensidad del fuego aumenta. La misma cantidad de combustible se está consumiendo más rápidamente, y las emisiones de calor y llama aumentarán sucesivamente. Esto se puede describir en longitud de llama y kilowatts por m² de emisiones de calor.

VEGETACIÓN O COMBUSTIBLE DISPONIBLE

Los incendios necesitan una combinación de oxígeno, combustible e ignición para comenzar y mantenerse encendidos. En consecuencia, la presencia de cantidades significativas de materiales inflamables en los bosques y otras áreas con vegetación proporciona un combustible considerable para los incendios si se produce la ignición en condiciones meteorológicas peligrosas (ver a continuación).

Los combustibles en bosques y áreas con vegetación en términos generales se pueden entender como energía latente que se traduce en calor, humo, cenizas y una variedad de sustancias químicas durante el proceso de combustión. A su vez, se puede entender que cuanto mayor es la cantidad de combustible adecuado en un lugar determinado, mayor es el potencial de aumento de la intensidad de fuego. Esto a menudo se describe como toneladas por hectárea de combustible.

Además de la cantidad total de combustibles en un área con vegetación, la disposición de estos combustibles es un factor importante en las formas en que un incendio puede iniciarse (o no) y progresar. En términos generales, la vegetación que fina, seca y suelta o ligeramente separada se inflama fácilmente y se quema rápidamente. Esto incluye hojas secas, pastos, basura en el suelo del bosque y muchos arbustos. A menudo estos elementos de las áreas con vegetación son los primeros en encender y propagar el fuego a otros elementos debido a su inflamabilidad y velocidad para encenderse por completo. Por el contrario, troncos grandes, densos y pesados y vegetación sólida, aunque inflamables, pueden ser difíciles de iniciar su combustión (teniendo en cuenta que esto varía considerablemente entre especies). Sin embargo, una vez que comienzan a quemarse pueden continuar haciéndolo con intensidad y durante un tiempo considerable. Obviamente, hay una gama de materiales entre los descritos.

El otro elemento a considerar en la vegetación es su disposición vertical, junto con su compactación. Los combustibles pueden estar ubicados en el suelo, como en el caso de pastos y desechos de hojas y ramas. Pueden estar ubicados a altura media o sotobosque, como en el caso de arbustos, árboles pequeños y follaje inferior de los árboles. Puede ser la corteza inflamable de algunas especies que está desde el suelo hasta el nivel de copa, o está atrapada en ramas u otro follaje cuando cae de los árboles. Finalmente, puede ser la copa y las hojas de los árboles mismos. En términos generales, es más común que los incendios se enciendan y continúen ardiendo a nivel de suelo o a través del sotobosque. Los incendios más intensos a veces pueden "subir" hacia las copas, a menudo impulsados por vientos, calor autogenerado y llamas directas.

También es necesario considerar la posibilidad de que las estructuras hechas por el hombre, como viviendas, cobertizos, vehículos, balones de gas o incluso pilas de madera, sean "combustible" para los incendios. En particular, a medida que los incendios pasan de los bosques a las áreas urbanas, pueden encontrarse con estos otros combustibles y en consecuencia continuar avanzando. Esto se trata con más detalle en la sección posterior "Principios generales de destrucción de viviendas".

LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

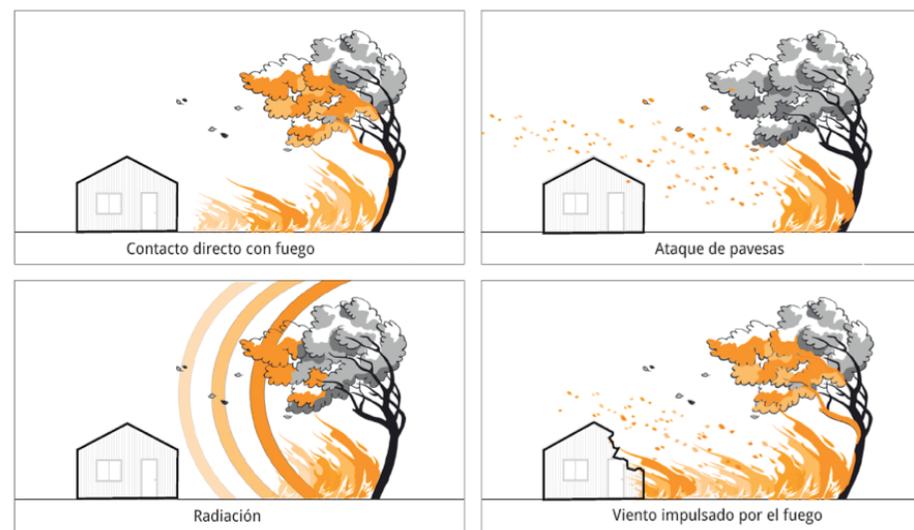
Es de conocimiento común que los incendios son más probables e intensos en condiciones de calor y sequía. Sin embargo, vale la pena considerar los factores individuales que en combinación influyen en el comportamiento del fuego. La temperatura es un factor clave. Un clima más caluroso significa que los materiales se encenderán más fácilmente, debido su efecto de curado y precalentamiento sobre materiales inflamables. Esto interactúa con la humedad como el porcentaje de agua en el aire, en función de la temperatura y el nivel de contenido de agua, por lo que las temperaturas más altas se relacionan directamente con la humedad más baja. Los materiales con menor contenido de humedad se queman más fácilmente. Este efecto es pronunciado cuando ocurren sucesivos días de calor y humedad baja y los materiales continúan secándose con el tiempo, lo que aumenta significativamente su propensión a quemarse. Los efectos de la sequía y el cambio climático pueden acentuar esto aún más.

En asociación directa con la temperatura y la humedad son los vientos. Los vientos cálidos y de baja humedad aumentan la propensión de los materiales a secarse. En situaciones de poco viento, los incendios normalmente se mueven con relativa lentitud. Sin embargo, los vientos aumentan la intensidad del fuego al proporcionar mayores cantidades de oxígeno a los incendios, lo que hace que ardan más intensamente y las llamas se propaguen a los combustibles cercanos. En consecuencia, los vientos generalmente provocan que los incendios se muevan en la dirección del viento, buscando nuevos combustibles para quemar a medida que avanzan.

Además, los vientos pueden llevar brasas y pavesas, pequeños elementos de combustión como hojas o ramitas, a nuevos combustibles delante del frente de fuego existente. Cuando los incendios se vuelven extremos, las corrientes ascendentes inducidas por el fuego tienden a crear nuevos vientos que son extremadamente fuertes, lo que puede llevar brasas a muchos kilómetros y provocar incendios que aumentan en intensidad y cambian de dirección inesperadamente. También cabe mencionar que los cambios en el viento pueden provocar frentes de fuego significativamente más largos y peligrosos.

El clima típico cambia con respecto a la ubicación, elevación, distancia a la costa, latitud y otros efectos locales específicos, como la probabilidad de rayos. Una buena comprensión de las condiciones climáticas predominantes y extremas en un área determinada, como las direcciones típicas del viento y los cambios del viento pueden ayudar en el desarrollo de escenarios de comportamiento posible del fuego. Por ejemplo, las transiciones entre vientos anabáticos y catabáticos, brisas marinas y terrestres, mistral u otros efectos pueden tener impactos significativos en los incendios y cambios en la dirección e intensidad del fuego, ya que afectan la dirección del viento, la humedad y la temperatura.

PRINCIPIOS GENERALES DE DESTRUCCIÓN DE VIVIENDAS



La vivienda es un activo clave en las comunidades y consume la mayor parte del territorio en las áreas urbanas. Además, muchas comunidades están cerca de áreas con vegetación, a menudo buscando los beneficios asociados con la proximidad a áreas naturales y espacios verdes. Comprender la forma en que los incendios interactúan con las viviendas proporciona un punto de partida clave para mejorar la resiliencia de las comunidades. Las mejoras en la vivienda pueden proteger los bienes y permitir que las familias, las comunidades y los organismos de respuesta preparen y defiendan a las comunidades de manera más efectiva. A continuación, se exponen las principales formas en que los incendios interactúan con las viviendas y por qué ciertas casas se destruyen en los incendios forestales, como punto de partida para un mejorar su diseño.

ATAQUE DE BRASAS

Las brasas o pavesas son pequeños combustibles encendidos como ramitas, hojas y corteza que son transportados por el viento. Cuando las brasas son arrojadas a un ambiente inflamable, a menudo son el punto clave de ignición y propagación de un incendio forestal. En consecuencia, las brasas pueden preceder al frente de fuego principal a una distancia considerable, lo que complica el proceso de defensa, atrapando a los ocupantes y combatientes por sorpresa. En consecuencia, las brasas se entienden ahora como una amenaza clave para viviendas y otras estructuras.

Las brasas pueden volar a ras del suelo, ser arrastradas por el viento o caer desde arriba en el caso de incendios muy grandes que han generado un calor considerable durante un largo recorrido de fuego. Las brasas pueden ingresar a las estructuras a través de aberturas muy pequeñas, tales como respiraderos de techo y muros, elementos de construcción mal hechos o mal mantenidos, áreas bajo el piso y alrededor de ventanas, puertas u otros componentes estructurales.

Si estas brasas entran en contacto con materiales inflamables en estos espacios, pueden arder sin ser detectados durante un tiempo, a menudo hasta el punto en que la estructura ya no puede salvarse. Las brasas también pueden encontrar elementos inflamables en pilas de madera, basura, combustibles almacenados para equipos mecánicos o incluso en muebles de terraza o choapinos frente a puertas. Además, la construcción de elementos de forma que tienden a brasas, como estructuras complicadas de techos, paredes, plataformas y desagües, suele ser puntos débiles en las estructuras.

RADIACIÓN DE CALOR

El calor generado por un incendio forestal es considerable y tiene el potencial de causar la ignición de materiales inflamables y la incomodidad o muerte de seres humanos, ganado y vida silvestre. El calor generalmente se mide en kilowatts por m². Solo 1 kWm² es incómodo para la piel expuesta de los humanos, y 4 kWm² solo puede ser resistido por bomberos o brigadistas con ropa de protección por períodos limitados. Los incendios forestales pueden generar significativamente más calor que este, y es típico que los incendios alcancen 12-19 kWm², hasta 40 kWm² en casos extremos.

Muchos materiales son susceptibles de ignición o falla a estos niveles de calor. Los materiales plásticos pueden derretirse, fallar o encenderse, y muchos productos de madera se encienden y arden cuando están expuestos a un calor considerable. En consecuencia, la elección de los materiales de la vivienda que puedan estar expuestos a incendios forestales es importante. Además, es importante que las estructuras no tengan "puntos débiles" que puedan provocar que una estructura que de otro modo sea resistente se incendie, como un estacionamiento o cobertizo de madera adjunto. Es importante destacar que esto incluye elementos como ventanas que a menudo son el primer punto de falla, particularmente cuando las plantas de jardín se están quemando cerca de estas.

El calor generado por los incendios disminuye con la distancia de las llamas, por lo que un factor clave en la intensidad de radiación a la que el edificio estará sujeto se relaciona a su distancia de la vegetación inflamable. En combinación, a una intensidad dada la probabilidad de daño del edificio será el resultado de su diseño combinado con la combustibilidad y resistencia de sus materiales a ese calor.

CONTACTO DIRECTO CON LA LLAMA

El contacto directo con la llama aumenta significativamente las posibilidades de ignición y propagación del fuego a las estructuras. Es difícil y costoso diseñar estructuras con un estándar que soporte el contacto directo con la llama en un incendio forestal. En consecuencia, junto con la elección de materiales adecuados, el uso de otros enfoques de diseño mencionados anteriormente como la separación y el manejo de la vegetación son elementos clave para alcanzar estándares apropiados.

VIENTO IMPULSADO POR EL FUEGO

Los incendios suelen ser más intensos y peligrosos en condiciones de viento debido a la mayor intensidad, velocidad, probabilidad de ataque de brasas y su impredecibilidad. Además, los incendios más grandes pueden desarrollar corrientes ascendentes localizadas y vientos asociados con el intenso calor producido, particularmente cuando interactúa con las pendientes. Como resultado, puede haber fuertes vientos asociados con incendios intensos. Estos vientos pueden causar daños a estructuras o árboles y otros elementos como materiales no seguros que pueden caer, volar, o afectar el tendido eléctrico. Este daño y los objetos voladores pueden dañar las estructuras e impedir los esfuerzos de extinción de incendios por parte de los equipos de emergencia. Los techos pueden levantarse o las ventanas se pueden romper, lo que permite el acceso de brasas que encuentren materiales inflamables y enciendan la vivienda.

APLICANDO LOS PRINCIPIOS AL ANALIZAR EL RIESGO DE INCENDIO Y DESARROLLANDO UNA RESPUESTA DE DISEÑO

Aplicando los principios para analizar el contexto ampliado del sitio:



Los incendios forestales, al igual que todas las amenazas desastres naturales, ocurren en formas espacialmente específicas. El mapeo espacial proporciona un mecanismo fundamental para integrar la amplia gama de evidencia que es relevante para comprender y actuar sobre los riesgos de incendios forestales.

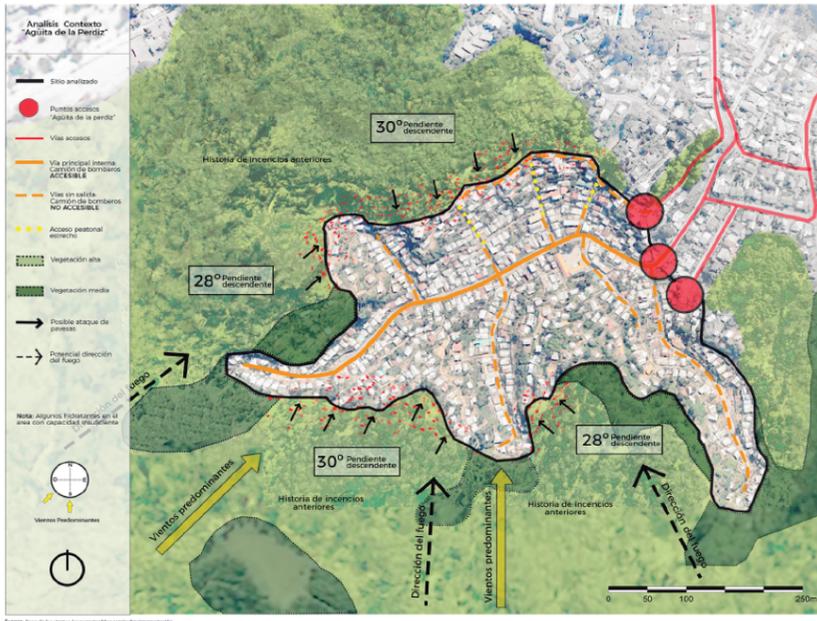
- Historial de incendios (incluyendo la huella general de eventos anteriores, la naturaleza de los ataques y las reducciones de combustible)
- Clima típico del fuego
- Servicios de respuesta (incluyendo conexiones de agua, distancia a los servicios de respuesta, red de carreteras)
- Vegetación general y carga de combustible

SITIO DE ESTUDIO

El contexto ampliado representa múltiples desafíos para la gestión del riesgo de incendios forestales.

- Está efectivamente separado del asentamiento principal, y la mayoría de sus límites son adyacentes a bosques.
- Si bien no hay una compañía de bomberos en el sitio, hay algunas ubicadas al norte, relativamente cerca. Sin embargo, en un día de alto peligro de incendio, es probable que estas compañías enfrenten las amenazas en un extenso perímetro urbano-forestal.
- El asentamiento tiene extensas áreas boscosas hacia el este y el sur, lo que significa que el fuego podría avanzar distancias largas, permitiendo que dicho incendio desarrolle una velocidad y calor significativos antes de llegar al asentamiento.
- La gran posibilidad de cambios de viento durante un incendio puede significar que el asentamiento se enfrente a múltiples frentes de fuego y direcciones de ataque de brasas.
- El único acceso por vehicular al sitio es desde el norte, y este se reduce a una sola vía. Esto significa que el tráfico, accidentes o tendidos eléctricos caídos podrían ralentizar o impedir la respuesta de los servicios de emergencia, y ralentizar o evitar la evacuación.

IDENTIFICANDO EL COMPORTAMIENTO PROBABLE DEL FUEGO



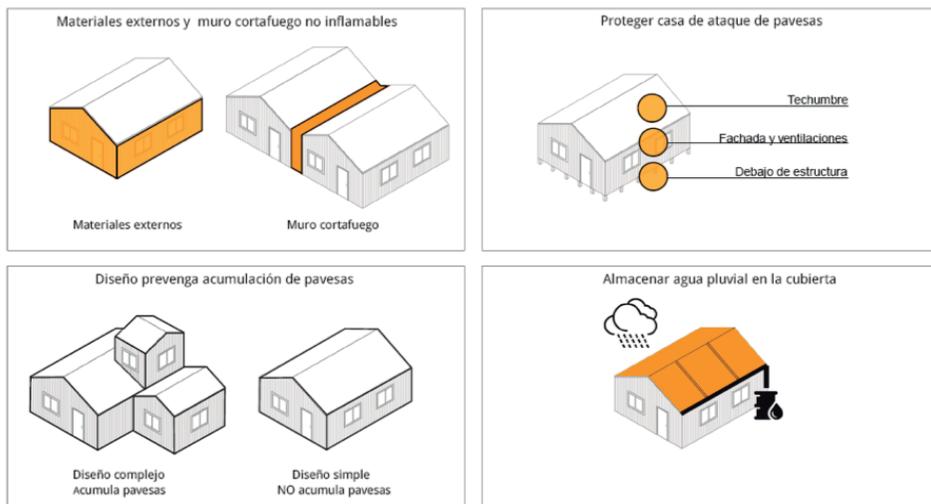
El desarrollo de una base sólida de evidencia es esencial para responder apropiadamente a los riesgos de incendios forestales. Esto incluye comprender los factores de riesgo relevantes, como la vegetación, la topografía, el clima y el historial de incendios. Además, comprender las formas en que los incendios pueden progresar y e impactar los asentamientos es fundamental para la preparación y el desarrollo de enfoques de diseño para la reducción de riesgos.

- Direcciones y cambios predominantes del viento, como la brisa del mar y del interior
- Potenciales progresiones de fuego largas
- Posible ignición por brasas provenientes de las áreas periféricas
- Escenarios de respuesta desafiantes en áreas remotas o "separadas", como aquellas con acceso limitado a carreteras y redundancia

ANÁLISIS DEL SITIO

- Con la excepción de un pequeño porcentaje alrededor de los caminos de entrada en el noreste, la mayor parte del perímetro del sitio está directamente adyacente y rodeado de vegetación. La tierra circundante es de propiedad de varios otros dueños lo que desafía la reducción de combustible. Además, cualquier remoción de árboles más grandes podría conducir a riesgos de deslizamiento de tierra.
- Si los incendios ocurrieran en el límite noreste, podría quedar aislados por carretera.
- La mayoría de las tierras adyacentes al límite es empinada y de difícil acceso. Solo se puede acceder a la parte norte del límite con vehículos livianos, y el resto solo se puede acceder por un sendero peatonal estrecho directamente adyacente a la vegetación.
- El sitio se encuentra en el "cuenco" de un pequeño valle, lo que significa que, a pesar de que los incendios puedan avanzar rápidamente hacia el sitio, la velocidad de aproximación del fuego será relativamente lenta una vez que alcance el pico de las colinas circundantes. Sin embargo, el potencial de ataque de brasas es muy alto, evidenciado por la historia previa de incendios y el tipo de vegetación en el área circundante.
- El sitio tiene solo una carretera principal accesible por camiones de bomberos, las carreteras restantes son estrechas y estas a menudo se reducen solo al acceso peatonal. Además, muchos de estos caminos están adyacentes a una vegetación significativa. Esto limita aún más la defensa activa de estas áreas. Además, los retornos para los camiones de bomberos son limitados.
- Los grifos en el asentamiento son limitados.
- Muchas de las estructuras y alrededores son significativamente vulnerables al ataque directo de llamas y brasas, y existe un riesgo significativo de transmisión del fuego de casa a casa una vez que las viviendas comienzan a quemarse.
- El almacenamiento de agua y otras instalaciones adecuadas para la lucha contra incendios son limitados. Sin embargo, existe la posibilidad de construir sobre la capacidad existente de auto organización comunitaria demostrada.
- Hay pocos espacios abiertos disponibles para los puntos de refugio y reunión si es necesario, y la capacidad actual de dar alertas oficiales es incierta.

Aplicando los principios para definir acciones claves para la mejora de viviendas y sitios:



A continuación, se detallan una serie de acciones clave que pueden mejorar la supervivencia de la casa y la comunidad.

Dos factores son dignos de mencionar: 1) mientras que el énfasis aquí es sobre el diseño físico, la integración de gobierno, comunidad, negocios y otras partes relevantes de una manera integrada es clave para mejorar los perfiles de riesgo en cualquier comunidad; 2) la resiliencia a los incendios forestales requiere que se aborden todas las vulnerabilidades del sistema, en eventos de incendios extremos, los puntos débiles de los sistemas a menudo quedan expuestos y conducen a resultados catastróficos.

USO DE MATERIALES EXTERNOS NO INFLAMABLES (Y MATERIALES CORTAFUEGOS ENTRE ESTRUCTURAS)

La elección de los materiales utilizados en superficies externas puede tener un impacto significativo en la inflamabilidad de una casa. Los materiales de muro no combustibles como ladrillo, hormigón, planchas de fibrocemento y acero suelen funcionar mucho mejor en un incendio forestal (suponiendo que los otros elementos estructurales son sólidos). De manera similar, los techos hechos de acero corrugado o tejas generalmente son menos propensos a quemarse, suponiendo que los otros elementos de diseño son apropiados. Los materiales no inflamables son más resistentes al ataque por radiación y brasas. Por el contrario, tableros aglomerados, laminados de madera, entablados y plásticos son mucho más susceptibles de incendiarse o fallar por la radiación de calor, las llamas directas y el ataque de las brasas. Considere la calidad del vidrio utilizado: el vidrio delgado o mal montado a menudo es el primer elemento de una estructura en fallar. También evite que el vidrio baje al nivel del suelo cerca de la vegetación, y tenga en cuenta cuestiones como si las juntas de goma o plástico alrededor del vidrio fallarán si reciben el impacto del calor o las llamas.

PROTECCIÓN DEL ATAQUE DE LAS BRASAS (EN LA VIVIENDA, DEBAJO DE LA ESTRUCTURA, EN EL TECHO Y REJILLAS DE VENTILACIÓN)

Es común que las casas y las estructuras secundarias, como los cobertizos, se quemen como resultado del ataque de las brasas si tienen puntos débiles que permiten la entrada de las brasas. La mejora clave es garantizar que las brasas no entren dentro o debajo del revestimiento del edificio.

En consecuencia, una característica clave del diseño para reducir los riesgos de ataque de las brasas es asegurarse de que los respiraderos, las ventanas, los huecos entre los listones o entablados y otras aberturas estén selladas o protegidas con rejillas dimensionadas adecuadamente. Si las ventilaciones o rejillas tienen aberturas de menos de 4 mm pueden permitir el paso de aire según sea necesario y evitar la entrada de brasas dentro y debajo de las estructuras. Otro problema es el mantenimiento: la madera y otros materiales pueden encogerse o degradarse con el tiempo. Se debe prestar atención tanto a la elección inicial de los materiales como a su mantenimiento y mejora.

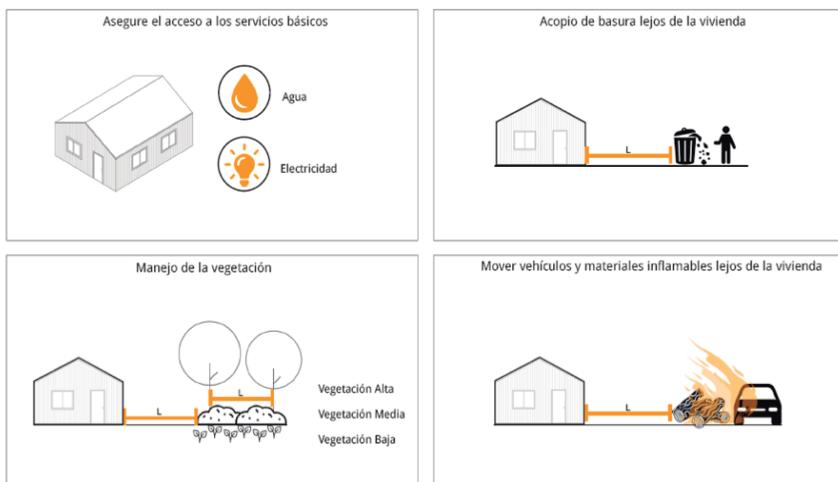
DISEÑO DE FORMAS DE VIVIENDA QUE REDUCEN LA ACUMULACIÓN DE BRASAS

Si las brasas y los materiales combustibles se pueden acumular en espacios debajo de aleros, esquinas, dentro de canaletas, debajo de las casas o en las esquinas de las ventanas y puertas, pueden encender la estructura del edificio. En consecuencia, en áreas propensas a incendios forestales las formas de construcción más simples, donde los puntos de recolección de brasas se evitan por completo, son mejores.

ALMACENAJE DE AGUA PARA LA RESPUESTA

El uso de agua para detener el progreso de los incendios es un mecanismo altamente efectivo para la respuesta activa a las amenazas de incendio. A menos que un incendio sea extremo, el agua a menudo se puede usar con éxito para mojar las estructuras antes de la llegada de los incendios o para apagar incendios antes de que se vuelvan más grandes e incontrolables. Sin embargo, debido a que los sistemas de agua domésticos reticulados suelen no ser confiables durante incendios extremos, o los grifos pueden estar muy lejos, el almacenamiento de agua en tanques para uso local y oficial en caso de incendio puede ser un componente importante para detener el avance del fuego en las primeras etapas de un incendio. Los tanques pueden ubicarse en terrenos privados o públicos y son un componente central de planificación de las actividades respuesta.

Aplicando los principios para definir acciones claves para la mejora de viviendas y sitios:



ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS

La provisión y conexión correcta de las propiedades a los servicios básicos de alta calidad puede reducir la probabilidad de ignición y puede ayudar en las actividades de respuesta. Las conexiones eléctricas residenciales de baja calidad y el tendido eléctrico, combinados con vientos extremos a menudo provocan chispas o incendios. En combinación, durante los incendios forestales las líneas eléctricas caídas (particularmente las conexiones ilegales sin cortes de seguridad) pueden impedir las actividades de respuesta y combate de incendios. De manera similar, las conexiones de línea de gas de baja calidad o la ubicación, el almacenamiento y las conexiones de balones de gas pueden causar o empeorar incendios durante el periodo que impactan un asentamiento. Los servicios de agua reticulada a menudo son importantes para la supresión de incendios, incluso si pueden perder presión durante un incendio. Las conexiones legales de buena calidad tienen la mayor posibilidad de continuidad en los incendios, incluso si esto puede significar priorizar el suministro de agua a los grifos del organismo de respuesta.

MANEJO DE LA VEGETACIÓN

El manejo de la vegetación cercana a los edificios reduce las posibilidades de ataque directo de llamas, calor y brasas. Esto no necesariamente significa que toda la vegetación debe ser eliminada, sino que el tipo de vegetación cerca de las estructuras debe ser el apropiado. Esto normalmente significa que los árboles no pasen sobre ni entren directamente en contacto con los edificios. Típicamente, un área de espacio abierto o pasto controlado estaría más cerca del edificio, luego un área de vegetación manejada como pequeños arbustos o árboles con maleza despejada, con bosque denso o no bien manejado lejos del edificio. El manejo continuo de la

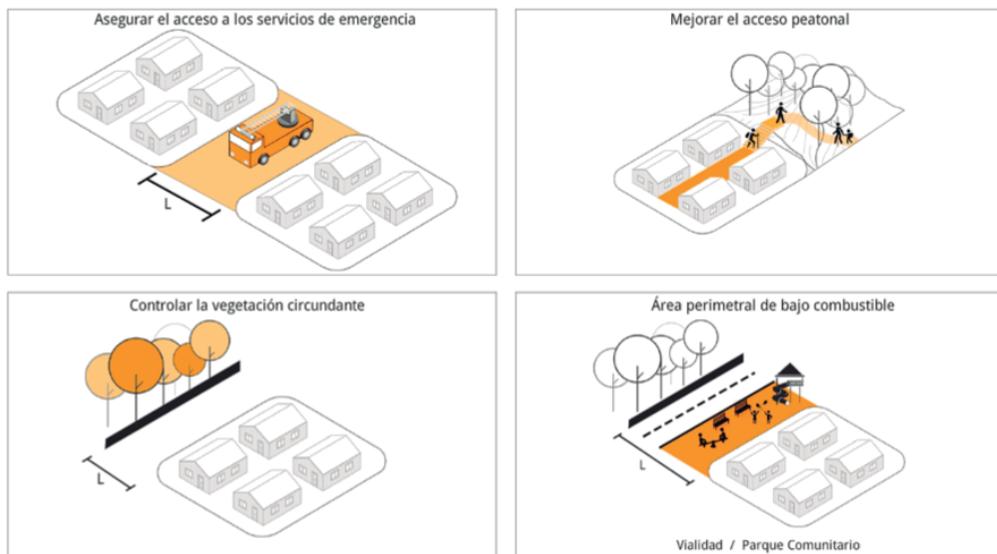
MANTENIMIENTO (LIMPIAR LA BASURA, MANEJAR LA VEGETACIÓN, EVITAR LAS PILAS DE MADERA Y OTROS ELEMENTOS INFLAMABLES CERCA DE LOS EDIFICIOS, LIMPIAR LAS HOJAS DE CANALES Y TECHUMBRES)

Es común que estructuras secundarias resistentes al fuego sean dañadas o destruidas por materiales secundarios que ponen el fuego en contacto directo o muy cerca de las estructuras, incluso debajo de las viviendas. Estos podrían ser pilas de madera, basura, productos petroquímicos, balones de gas, recortes de pasto y maleza y otros materiales. Las hojas y otros materiales inflamables en las canaletas y alrededor de las puertas a menudo son una fuente de ignición y de transferencia de fuego, y con frecuencia no se notan hasta que el fuego ha adquirido una intensidad considerable.

EN PREPARACIÓN PARA LA POSIBLE LLEGADA DE UN INCENDIO, MUEVA LOS VEHÍCULOS Y OTROS PRODUCTOS INFLAMABLES LEJOS DE LAS CASAS U OTRAS UBICACIONES SENSIBLES.

Cuando llegan los incendios, la presencia de automóviles y otros vehículos en las proximidades de casas o infraestructura importante puede plantear una serie de amenazas. En primer lugar, la presencia de combustibles y combustibles en los vehículos significa que pueden arder con una fuerza considerable, intensificando el avance de un incendio. En segundo lugar, si los automóviles y otros vehículos impiden el paso a los vehículos de emergencia y brigadas cuando intentan defender activamente una estructura, esto reduce significativamente la efectividad del proceso de defensa. También vale la pena considerar que los muebles de jardín, los balones de gas, choapinos y otros artículos domésticos comunes pueden ser inflamables. Estos deben ser eliminados y almacenados donde no representen una amenaza o impidan el movimiento de personas o personal.

Aplicando los principios para definir acciones claves para la mejora del asentamiento:



ASEGURAR EL ACCESO DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA

Desarrollar un plan para llevar a cabo una evaluación de las mejoras que permitirían un mejor acceso para los vehículos de emergencia. Esto debe realizarse considerando los puntos de agua disponibles, incluidos los grifos, pero también la posibilidad de mejorar los puntos de almacenamiento estáticos de agua. Las actividades pueden incluir cambios en la red vial, en el ancho de las vías, en los radios de giro de los vehículos o en la evaluación de las pendientes máximas en las que pueden circular los vehículos. También vale la pena considerar la mejora de la señalización que indica la ubicación de grifos, puntos de acceso de agua alternativos, bahías de paso para vehículos y otros asuntos relevantes para facilitar una mejor respuesta.

MEJORAR EL ACCESO PEATONAL

Un mejor acceso para los peatones implica una mejora de la respuesta civil y profesional, incluida la preparación y el combate activo. Además, durante la identificación del avance de un incendio, cualquier cambio en su comportamiento y posibles estrategias de combate contra incendios se facilitarán al mejorar el acceso peatonal alrededor del asentamiento. Además, esto puede incluir la eliminación o reducción de la vegetación que podría impedir el acceso en caso de incendio y que podría ayudar al desarrollo de cortafuegos para detener la progresión del fuego. Además, el acceso peatonal mejorado puede ser un aspecto clave de escape y redundancia en condiciones catastróficas.

CONTROLAR LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE

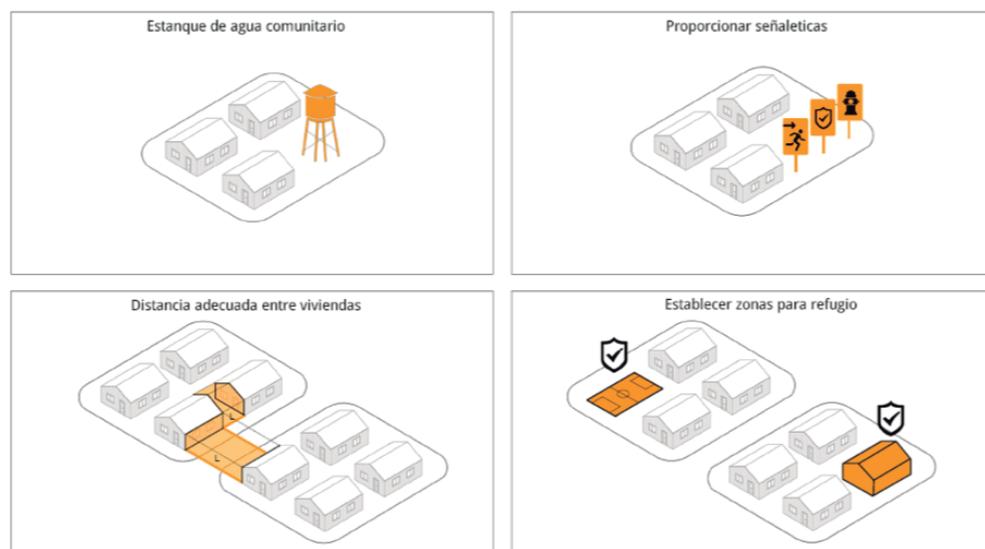
El manejo de la vegetación dentro y alrededor del asentamiento, en tierras públicas y privadas es un aspecto clave de la gestión de los riesgos de incendio. Es importante destacar que no necesariamente significa la eliminación de toda la vegetación a expensas de los beneficios estéticos, de sombra y bienestar de la comunidad en general. En el asentamiento, el manejo de la vegetación será principalmente responsabilidad de la autoridad local, los hogares individuales y las empresas. Sin embargo, esto se lleva a cabo mejor con conversaciones y consultas entre los miembros de la comunidad y los vecinos. En los terrenos que rodean el asentamiento bajo la responsabilidad de otros propietarios e instituciones, el mantenimiento de la vegetación debe realizarse sobre la base de consultas y acuerdos. Esto podría incluir la realización de quemados o limpiezas para reducir el combustible y así reducir el impacto de posibles incendios.

| DESARROLLAR ÁREAS PERIMETRALES BAJA EN COMBUSTIBLE (CARRETERAS, PARQUE COMUNITARIO)

Un mecanismo clave para la protección de la comunidad es el desarrollo y la mejora del perímetro alrededor del asentamiento. Esto mejoraría la defensa activa y pasiva de los incendios que se trasladan de áreas con vegetación a áreas urbanizadas. Aumentar la distancia entre la vegetación y las estructuras, designar áreas para el paso de vehículos de emergencia y otros vehículos, y mejorar el acceso vehicular y peatonal generarán un asentamiento considerablemente más resiliente.

La integración de otras instalaciones comunitarias, como acceso vehicular mejorado y áreas de juegos infantiles, en el diseño y la construcción del área perimetral, traerá beneficios durante todo el año y una mayor probabilidad de mantenimiento continuo de estas áreas a lo largo del tiempo.

Aplicando los principios para definir acciones claves para la mejora del asentamiento:



| PROPORCIONAR AGUA PARA FINES DE RESPUESTA EN LUGARES ESTRATÉGICOS (TANQUES DE AGUA COMUNITARIOS QUE USAN AGUA DE LLUVIA, CONEXIONES DE AGUA)

Si bien ya existen algunos grifos, la provisión de fuentes de agua adicionales mejorará considerablemente la capacidad de defender activamente las propiedades en un área mayor del asentamiento. Estas pueden ubicarse estratégicamente para proporcionar los mejores puntos de acceso en áreas de riesgo. Los puntos de agua necesitarán provisiones y acoplamientos apropiados para llenar las mochilas de brigadistas, los baldes civiles, camiones de bomberos y las posibles futuras mangueras motorizadas.

Las fuentes de agua pueden ubicarse para permitir la captura de aguas pluviales en techos, y la posibilidad de salidas de alimentación por gravedad. Esto podría incluir la posibilidad de llenar tanques adicionales aguas abajo.

| PROPORCIONAR SEÑALÉTICAS

En paralelo con la información de la comunidad y el desarrollo de las instalaciones, se debe desarrollar un sistema de señalizaciones claras operadas por personas capacitadas para ayudar a la comunidad con los procesos de alarma, respuesta y evacuación. Estos deberían desarrollarse en consulta con y complementando las señales y los procesos de respuesta oficial.

| PROPORCIONAR LA DISTANCIA ADECUADA ENTRE LAS ESTRUCTURAS

Como se mencionó anteriormente, si una estructura se incendia, puede provocar que otras estructuras cercanas también se enciendan debido a la radiación del calor, contacto directo con la llama o daño por colapso estructural. Si bien la elección de los materiales es importante para reducir este riesgo, también vale la pena considerar la separación de las estructuras si el tamaño del sitio y la disposición lo permiten, en combinación con otros elementos.

| ESTABLECER ÁREAS SEGURAS PARA EL REFUGIO (ADECUADAMENTE EQUIPADAS)

Se puede emprender un proceso, junto con las partes interesadas pertinentes, para identificar y desarrollar un refugio adecuado y lugares seguros. Estos lugares deben examinarse y evaluarse cuidadosamente en términos de objetivos de gestión de riesgos más amplios, y ser capaces de proporcionar instalaciones clave para los miembros de la comunidad. Estos pueden incluir agua potable, baños, primeros auxilios, acceso a comunicaciones, protección contra el calor y el humo, la posibilidad de acceso rápido a la ambulancia de otros servicios de emergencia y la posibilidad de estancias por más largo plazo o pernoctar si es necesario.

Aplicando los principios para definir acciones claves para el desarrollo comunitario:



Además de las acciones establecidas anteriormente, una serie de acciones comunitarias a más largo plazo pueden desarrollar la resiliencia de la comunidad. Si bien cada una de estas actividades requerirá más investigación, se recomienda que se tomen las siguientes medidas.

ESTABLECER UN COMITÉ DIRECTIVO EN COLABORACIÓN CON LOS INTERESADOS CLAVE

Un comité directivo proporciona una conexión con las necesidades y entendimientos de la comunidad, a menudo asistiendo, probando y revisando el aporte de otras fuentes. Si está bien constituido y operado, puede desarrollar una mayor legitimidad y fortaleza de la resiliencia local sobre la base de la autonomía local que se relaciona con unas conexiones más amplias. Para que el comité funcione bien, se requerirá la participación de una variedad de actores relevantes, incluidos la comunidad, gobierno, instituciones y cualquier grupo de interés.

Las conexiones con una gama de otros actores relevantes y grupos de interés brindan la posibilidad de vínculos más amplios con otros actores e instituciones urbanas. El aprendizaje social, contraste de perspectivas, colaboración y otras actividades conjuntas pueden ocurrir a través de enfoques colaborativos. Generar un compromiso claro y un plan de avance para actividades, financiamiento, establecimiento de responsabilidades y cronogramas mejorarán la probabilidad de implementación y colaboración.

ADQUIRIR EQUIPOS Y CAPACITACIÓN COMUNITARIA PARA MEJORAS Y RESPUESTAS

La resiliencia local se puede desarrollar sobre la base del desarrollo de las capacidades de los miembros de la comunidad. La provisión de equipos básicos de combate de incendios, en paralelo con la capacitación adecuada, puede mejorar significativamente los perfiles de riesgo. Si bien estas actividades están orientadas a la lucha contra incendios en primera instancia, también proporcionan un foro para la interacción con la comunidad en general, y fomentan actividades de prevención tales como la reducción de combustible y mejoras en el hogar.

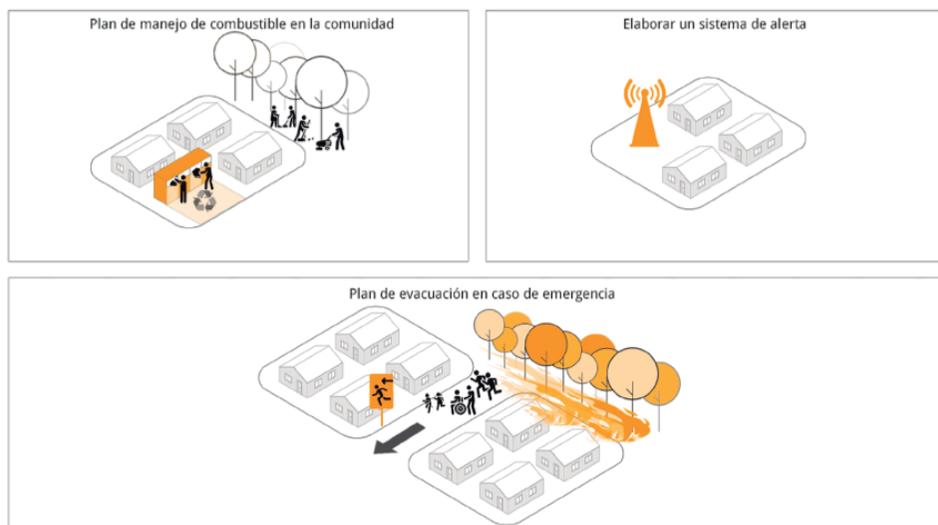
DESARROLLAR PLANES Y KITS DE EMERGENCIA FAMILIAR

El desarrollo de planes de emergencia familiar mejora significativamente la capacidad de las personas y las familias para comprender y actuar sobre los riesgos que enfrentan en una variedad de escenarios. Si a las familias se les proporciona un "kit de inicio" a partir del que posteriormente puedan desarrollar sus propias respuestas específicas, habrán considerado la gama de desafíos que enfrentarán y las realidades de cómo enfrentarlos. Por ejemplo, la atención de personas con discapacidad, jóvenes, ancianos o no ambulatorios deberá ser contabilizada en los planes de emergencia. Esto puede incluir la necesidad de medicamentos, tratamientos o una variedad de otras necesidades. Guiar a las familias en el desarrollo de planes de emergencia, brinda oportunidades para que los servicios de emergencia comuniquen a los ciudadanos información clave sobre la gestión de riesgos, incluidos los límites de las capacidades de los servicios de emergencia en situaciones de emergencia.

ESTABLECER PROGRAMAS Y PANFLETOS DE EDUCACIÓN ESCOLAR

Los programas de educación escolar ofrecen una variedad de oportunidades para desarrollar habilidades y comprensiones fundamentales en los niños. Estas actividades se pueden integrar con el aprendizaje de los estudiantes sobre el clima, la vegetación, la topografía, los asentamientos humanos, la arquitectura y otras actividades. También es típico que muchos adultos aprendan de las actividades y la información que los niños traen a sus casas; exhibir el desarrollo de panfletos y actividades permitirá enfocarse en el rango de edades y grupos de audiencia.

Aplicando los principios para definir acciones claves para el desarrollo comunitario:



ESTABLECER PROYECTOS COMUNITARIOS Y DE MEJORAS PARA EL HOGAR EN CONSULTA CON AGENCIAS GUBERNAMENTALES CLAVE

Un paso lógico desde la realización de evaluaciones de riesgos y análisis de capacidades es determinar las mejoras que pueden reducir los riesgos a corto y largo plazo. En el contexto de un asentamiento en particular, es apropiado desarrollar un programa de evaluación del riesgo y de mejoras de los hogares y las instalaciones basado en múltiples agencias y la comunidad. Esto incluiría el desarrollo de un programa para la asignación de fondos e información para lograr mejoras, incluyendo: tipologías y guías para mejoras típicas de la vivienda; programas de educación; instrucción con agencias clave; desarrollo de un programa de inversión para instalaciones comunitarias que incluye, pero va más allá de incendios forestales, con proveedores clave de servicios e infraestructura; un programa de educación, inversión e implementación.

PLAN COMUNITARIO DE GESTIÓN DE COMBUSTIBLE

La gestión del combustible llevada a cabo por las comunidades locales ofrece una gama de oportunidades para el desarrollo de acciones comunitarias y el aprendizaje sobre la gestión del riesgo de incendios. Además, si es ampliamente aceptado por las comunidades locales, proporciona una mayor certeza de acción continua que los programas de financiamiento que pueden variar de un año a otro. Además, los miembros de la comunidad local usualmente proporcionan una gran experiencia en el monitoreo de la vegetación y la identificación de posibles áreas problemáticas.

SISTEMA DE ALERTA

El desarrollo de un sistema de alerta apropiado, junto con la asignación de responsabilidades y el aprendizaje de la comunidad, puede reducir significativamente los riesgos de incendio. Los miembros de la comunidad local pueden comprender la naturaleza de las prácticas de los servicios de emergencia y, a su vez, pueden actuar como una fuente de información importante para la comunidad misma.

PLAN DE EVACUACIÓN

El desarrollo de un plan de evacuación en paralelo con el desarrollo de lugares seguros para la comunidad y una comprensión más amplia de las señales de emergencia pueden reducir significativamente los riesgos que se enfrentan cuando ocurren incendios. Como parte del aprendizaje sobre la evacuación, los residentes pueden desarrollar el conocimiento sobre los peligros de la velocidad excesiva, la necesidad de irse temprano, tener un plan de evacuación familiar y utilizar las rutas apropiadas. Además, los planes de evacuación pueden identificar a los miembros vulnerables de la comunidad que puedan necesitar asistencia, asignar responsabilidades para varios escenarios e identificar posibles lagunas en la infraestructura de la comunidad y los sistemas viales para su posterior mejora.

COLABORADORES Y AGRADECIMIENTOS

Diversos colaboradores al proyecto lo hicieron exitoso. Estos incluyen la Universidad del Bío-bío y el Nodo la Arquitectura Sustentable, con el apoyo de la Corporación de Fomento (CORFO) y Copeval; The University of Melbourne y el Bushfire and Natural Hazard Cooperative Research Centre (BNHCRC); miembros de la comunidad de Agüita de la Perdiz; Mariana Salgado quien desarrolló los diagramas; y todos los participantes que asistieron al taller y participaron en la discusión que resultó en la producción de este documento.

Participaron en el taller las siguientes personas:

Ignacio Araneda Viveros
Claudio Arce
Daniel Arroyo
Daisy Cárdenas
Alejandro Cerda
Damián Farías
Carlos González Ruíz
Ana Luisa Hinojosa Romero
Ana Jara Venegas
Catalina Marianjel
Laura Marín Restrepo
Oscar Muñoz Poblete
Ignacio Javier Navarrete Mira
Consuelo Peyrin
Oscar Carrillo Zúñiga
Jeremy Rosas
Lorena Troncoso
Iván Ignacio Uribe Vivar
Ana María Vergara San Martín
Samuel Vivanco
Claudio Poblete
Nicole Cea
Susan Agurto
Mauricio Faúndez
Mariana Salgado

Edita: Nodo de Integración y Proyección de Empresas Especializadas en Arquitectura y Construcción Sustentable.
U. Bio-Bío, COPEVAL, CORFO.

Concepción, Chile.