



Universidad de Oviedo

Universidá d'Uviéu

University of Oviedo

MÁSTER EN INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DE EMERGENCIA Y DESASTRE

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO FRENTE A LA AMENAZA
DE INCENDIO FORESTAL. CASO DE ESTUDIO INTERFAZ URBANO
FORESTAL, PENCO, CONCEPCIÓN, CHILE

Autor: HELIOS PUJOL MARTÍN
Director: PEDRO ARCOS GONZALÉZ
Fecha: 15 SEPTIEMBRE DE 2021

Declaración de que la tesis que se presenta es el trabajo del alumno y está autorizada su defensa por el director, mediante el siguiente texto:

Declaro que esta tesis titulada EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO A LA AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL. CASO DE ESTUDIO: INTERFAZ URBANO FORESTAL, PENCO, CONCEPCIÓN, CHILE es únicamente el resultado de mi propio trabajo de investigación y que todas las fuentes de información utilizadas (impresas, sitios web, etc.) procedentes de otros autores o trabajos se indican en la lista de referencias de acuerdo con las normas establecidas.

Firma:

Recuento total de palabras: 7.486.

El Prof. Pedro Arcos González aprueba esta tesis para su presentación.

Firma:

DR. PEDRO ARCOS GONZÁLEZ

Director de Tesis

INDICE

| MATERIAS | NUMERAL | PÁGINAS |
|---|---------|---------|
| RESUMEN | I | 6 |
| INTRODUCCIÓN | II | 7 – 9 |
| OBJETIVOS | III | 10 |
| MÉTODO | IV | 11 |
| MATERIALES | V | 12 – 16 |
| RESULTADOS | VI | 17 – 35 |
| Ubicación, antecedentes climatológicos | 6.1 | 17 – 19 |
| Frecuencia y Probabilidad de Ocurrencia de Incendios Forestales. | 6.2 | 19 – 21 |
| Exposición solar, pendiente y calentamiento global | 6.3 | 21 – 22 |
| Factor Físico: Caracterizando la vegetación y uso de suelo | | |
| Continuidad del combustible, cortafuego y/o | | |
| Reducción del combustible, autoprotección. | 6.4 | 22 – 29 |
| Factor Social: Población, Hogar, Nivel de Escolaridad, Concientización. | 6.5 | 30 – 31 |
| Factor Ambiental: Microbasurales | 6.6 | 32 – 33 |
| Capacidad de Afrontamiento | 6.7 | 34 – 35 |
| DISCUSIÓN | VII | 36 – 38 |
| CONCLUSIONES | VIII | 39 |
| EXPRESIONES DE GRATITUD | IX | 40 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | X | 41 - 43 |

INDICE DE TABLAS

| MATERIAS | NUMERAL | PÁGINA |
|--|---------|--------|
| Ocurrencia y Daño del decenio 2011-2020 y promedios. | 1 | 20 |
| Nivel de peligro respecto área urbana, viviendas Y caminos. | 2 | 25 |
| Resultados del CENSO 2017 respecto Hogar, Nivel de Escolaridad y Empleo | 3 | 31 |
| Informar 14 microbasurales entregando el sector y dirección | 4 | 33 |

INDICE DE FIGURAS

| MATERIAS | NUMERAL | PÁGINA |
|--|---------|--------|
| Ubicación Penco | 1 | 12 |
| Cobertura forestal de la comuna | 2 | 12 |
| Panorámica vista al sureste desde Lirquén a Penco | 3 | 18 |
| Vientos anuales, velocidad promedio y dirección | 4 | 19 |
| Distribución espacial de la ocurrencia 204-2018 | 5 | 21 |
| Vistas de laderas, exposición oeste sur oeste y sus pendientes | 6 | 22 |
| Continuidad de plantaciones forestales hacia Penco | 7 | 23 |
| Puntos de contacto entre plantaciones forestales la ciudad | 8 | 24 |
| Interfaz urbano forestal y masa forestal uniforme | 9 | 25 |
| Nivel de amenaza ante incendio forestal en la IUF | 10 | 26 |
| Ruta N°150 sentido Penco a Concepción | 11 | 27 |
| Reducción de combustible pesado en proximidad a viviendas | 12 | 28 |
| Reducción de combustible livianos y pesados en proximidad a viviendas | 13 | 28 |
| Situación óptima de autoprotección de una urbanización | 14 | 30 |
| Asociados a planes normativos | 15 | 35 |
| Asociados a planes locales | 16 | 35 |

I. RESUMEN

La interfaz urbano forestal – IUF, es el área de contacto entre el medio natural y las ciudades poblados. Son estas las áreas que requieren una mayor atención en lo referido a la defensa contra los incendios forestales. El buen manejo (gestión) del medio forestal y natural, tiene el objetivo de mantener la condición de bosque o plantación altamente productivo pero limpio, de manera de restar energía al fuego que recién se inicia o que ha llegado a la zona, permitiendo el control de éste y evitando que se aproxime o ingrese a la urbe.

El área de estudio fue la ciudad y comuna de Penco, inserta en el Área Metropolitana Concepción, Región del Biobío, Chile.

Palabras claves: Incendio forestal - Interfaz Urbana Forestal (IUF) – Perfil del riesgo - Vulnerabilidad – Reducción del riesgo de incendio forestal – Penco, Chile.

II. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales cada día cobran más interés de la ciudadanía a nivel mundial, ya que estos en el último tiempo han ido incrementando en número, propagación y daño. A diferencia de otras partes del mundo, como el hemisferio norte de América en Estados Unidos y Canadá, poseen un gran número de incendios forestales que son productos de causas naturales, específicamente por tormentas eléctricas secas, las que generan rayos, situación totalmente opuesta a la condición de Chile. Por estas latitudes, desde la colonia hasta el día de hoy, el uso del fuego sigue siendo la herramienta principal, en la preparación de suelos para establecer un nuevo cultivo, debido a que prácticamente no tiene costo asociado a su ejecución. Su utilización está regulada a través del DS 276 de 1980 del Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 1980) el cual corresponde al reglamento de la excepción de la Ley de Bosques que en su Art. 17, señala, que “prohíbe el uso del fuego en terrenos de aptitud preferentemente forestal” (Ministerio Tierras y Colonización, 1931). Pero su uso sigue siendo masivo en el área silvoagropecuaria y también fuera de ella, pese a las experiencias adquiridas frente a diversos incendios producto de roces a fuego mal ejecutados y/o quemas escapadas, como también incendios provocados por acciones negligentes, intencionales y accidentales, las que han destruido miles de hectáreas de plantaciones forestales, bosques nativos, matorrales y pastizales, además de casas, viviendas, construcciones, bienes y vidas humanas. Esta situación se sigue repitiendo año tras año, debido a que su utilización está inserta en el colectivo de la población. Además, se debe considerar que las regulaciones y fiscalizaciones son limitadas.

Por más de 40 años en Chile, las campañas de prevención de incendios forestales se han concentrado sólo en época estival a nivel nacional por parte de CONAF (MIN.INT. 1982), donde se intenta sensibilizar a la población mediante operativos carreteros, puerta a puerta, trabajos con juntas de vecinos, apoyados de folletería, letreros camineros ubicados estratégicamente y gigantografías adosadas en el transporte público de las regiones con mayor ocurrencia.

Sin embargo, realizando todos esos esfuerzos, la ocurrencia de incendios forestales a nivel nacional en promedio, en el último decenio 2011-2020 alcanza los 6.398 incendios año⁻¹ con una superficie afectada de 122.328 ha año⁻¹ (CONAF 2021 a). Donde el 99,7% de las causas son de carácter antrópico: intencional, negligente, accidental, desconocido y sólo un 0,3% por causas naturales (CONAF 2021b).

Al respecto, la Región del Biobío contribuye con un 37,5% de los incendios forestales del total nacional y un 21% en lo que respecta a daño (CONAF, 2021c). Para reforzar el trabajo, en la prevención de los incendios forestales y basándose en el lineamiento dado por el Marco de Hyogo 2005 EIRD.ORG (2005) y Marco de Sendai 2015 UNISDR.ORG (2015), se enfoca el trabajo en la población que está más expuesta y que habita la zona de interfaz urbano forestal y los sectores más cercanos, es así, como desde hace 5 años se trabaja en el empoderamiento de la comunidad respecto de los riesgos y amenazas que constituyen los incendios forestales (CONAF 2015 a, b, c).

La climatología en Cataluña es muy variable, sus veranos se caracterizan por tener largos periodos secos, calurosos y a veces muy ventosos. En este contexto, el fenómeno de los incendios forestales, es uno de los principales problemas del país. Lo mismo ocurren en otras regiones del mundo con un clima similar, como son: California (Estados Unidos), Chile, Nueva Gales del Sur (Australia), etc. En todas estas zonas hay problemas históricos parecidos con los incendios forestales, especialmente con los grandes incendios de carácter catastróficos (Vélez R. 2000).

Durante los graves y grandes incendios forestales ocurridos en Chile 2017, en el periodo desde el 18 de enero al 5 de febrero de 2017, fueron denominados como la “Tormenta de Fuego”. El nivel de su comportamiento fue extremo y su daño, no sólo afecta grandes extensiones de plantaciones forestales, bosques nativos, matorrales, pastizales y cultivos agrícolas, sino que arrasa con todas las construcciones rurales a

su paso y afecta en gran medida en la mayoría de las zonas de interfaz urbano forestal por

donde atraviesa, superando ampliamente todo lo conocido en suelo nacional hasta esa fecha. Se asemeja profundamente, a las experiencias ocurridas en otras partes del mundo, como España 2012, 2015, 2017 y 2021; Canadá 2016, California 2017, 2018, 2020 y 2021, Portugal 2017, Grecia en el 2018 y Australia 2020. (WWF, 2021).

Mientras el territorio cambia constantemente su conformación, las normas técnicas sobre edificaciones no van en concordancia con la celeridad de estos cambios. A modo de ejemplo, en Chile, la normativa de resistencia al fuego está descrita en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, OGUC, (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009), bajo la hipótesis de que “el fuego se produce en el interior de las viviendas”, lo que establece a priori, una inclinación a la gestión preventiva “vivienda hacia adentro”, pero aún no asociada al entorno (vivienda hacia afuera). Se suma a ello, el que las condiciones exteriores se encuentran escasamente reguladas, siendo la Corporación Nacional Forestal, CONAF de Chile, la institución encargada de entregar prescripciones a los habitantes en la interfaz. La alta acumulación de material vegetal combustible, junto al efecto del cambio climático, entre los principales factores, han hecho que, especialmente en climas de tipo mediterráneo, se ocasionen nuevos y devastadores incendios que se inician en zonas arboladas y luego se propagan hacia áreas pobladas (Garay RM, Castillo M, Tapia R. 2021) (CONAF 2015 a, b, c).

Los efectos del calentamiento global ayudan para que este tipo de experiencias, se puedan repetir en el futuro, ya que están variando rápidamente, los parámetros como la temperatura ambiente que va en Chile, así como también, disminuyen ostensiblemente las precipitaciones al punto de estar en periodos largos de sequías (IAGUA, 2021)

Se entiende que todo lo realizado hasta aquí, se hace insuficiente, para proteger o hacer defendible a poblados rurales y las zonas de interfaz urbano forestal de los grandes incendios forestales futuros.

Por cuanto, es necesario identificar, los elementos que componen la vulnerabilidad a los incendios forestales y en base a los resultados, proponer respuestas que mejoren las medidas de mitigación de la interfaz urbana forestal. Para ello es elegida la ciudad de Penco, que se inserta en el Área Metropolitana Concepción (AMC), Región del Biobío, Chile, donde se realiza una recopilación bibliográfica de la materia.

III. OBJETIVO

Identificar los elementos en la vulnerabilidad a los incendios forestales en la ciudad de Penco (Provincia de Concepción, Región del Biobío, Chile) y formular propuestas para su reducción.

Objetivos específicos

1. Identificar los elementos que componen el perfil de riesgo de incendios forestales en la ciudad de Penco (Provincia de Concepción, Región del Biobío).
2. Caracterizar la vulnerabilidad frente a los incendios forestales en la ciudad de Penco.
3. Proponer una serie de medidas o acciones de reducción y manejo del riesgo frente a los incendios forestales.

IV. MÉTODO

Marco metodológico

Se realiza una Evaluación del Riesgo por incendio forestal que es una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

La Evaluación del Riesgo incluye una revisión de las características técnicas de las amenazas tales como su ubicación, intensidad, frecuencia y probabilidad, el análisis de grado de exposición, incluidas las dimensiones físicas, sociales, salud, económicas y ambientales y la evaluación de la eficacia de las capacidades de afrontamiento, tanto las que imperan como las alternativas con respecto a los posibles escenarios de riesgos. A veces a esta serie de actividades se le conoce como Análisis de Riesgo (UNISDR 2009).

Se realiza una revisión bibliográfica nacional e internacional que permita comparar el área de estudios con otras realidades y de esta forma, poder formular recomendaciones que permitan reducir las amenazas para incendio forestal.

Se trabajará con las siguientes amenazas:

- Ubicación: Antecedentes climáticos, Viento,
- Frecuencia y Probabilidad de Ocurrencia de incendios forestales
- Análisis del grado de exposición: Pendientes - Efectos del calentamiento global
- Factor Físico: Caracterizando la vegetación y uso de suelo - Continuidad del combustible vegetal - Cortafuego o reducción de combustible.
- Factor Social: Población – Escolaridad – Concientización e información pública
- Factor Ambiental: Gestión ambiental
- Capacidades de afrontamiento

V. MATERIALES

Área de Estudio

La comuna de Penco se ubica en las siguientes coordenadas 36°44'S, 72°59' O, y posee una superficie de 107,6 km², de los el 75% corresponde a bosques y plantaciones forestales establecidas de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. Se localiza en la región del Biobío, provincia de Concepción. *Administrativamente*, limita al norte con la comuna de Tomé, al sur con la comuna de Concepción, al este con la comuna de Florida y al oeste con la comuna de Talcahuano y la bahía de Concepción. Forma parte de un conjunto de comunas que integran el Área Metropolitana de Concepción (AMC), tales como Tomé, Penco, Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, Hualqui, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Coronel y Lota. A continuación se muestran las Figuras N°1 y 2 , la primera indica en color rojo a la comuna de Penco en la región del Biobío y la segunda muestra la cobertura de bosques y plantaciones forestales de la comuna.



Figura N°1: Ubicación de Penco.



Figura N°2: Cobertura forestal de la comuna.

Fuente: (BCN 2021) Comuna de Penco y ubicación en la Región del Biobío

El relieve de la comuna de Penco destaca la presencia de dos de las cuatro macro formas del relieve chileno.

Las planicies litorales: Estas determinan una faja costera en la que están presentes, constituida por planicies de abrasión, formadas debido a la acción destructora del mar sobre las rocas, como por sedimentación marina o fluvio-marina, formada por efecto del depósito de material de origen tectónico, con relleno similar y organización

lacustre de los materiales. Estas se extienden hasta la desembocadura del río Andalién.

La cordillera de la costa: Se encuentra fuertemente meteorizada, es decir, desintegrada y descompuesta. Se presenta como una serie de suaves lomajes alrededor de algunos cerros más altos. Dentro de esta aparecen algunas cuencas graníticas y otras de relleno aluvial, que le dan un carácter muy particular. Desciende gradualmente a la llanura desde alturas cercanas a los 200 m. (Guiñez F, 2016)

Aspectos generales

Si bien es posible asumir que los términos amenaza, vulnerabilidad y riesgo son ya ampliamente conocidos y cuentan con numerosas definiciones, a continuación, se realiza una breve pero necesaria revisión de los mismos con el fin de poder comprender el marco en el que se ubica la presente investigación (Rinaldi A, Berganini K. 2020) Iniciamos con los conceptos y regulaciones que rigen la implementación de la Reducción de Riesgos de Desastres, como el Marco de Acción de Hyogo y el Marco de Acción de Sendai.

El Marco de Acción de Hyogo (MAH) 2005-2015

Es el instrumento fundamental para la implementación de la Reducción del Riesgo de Desastres, que adoptaron los Estados miembros de las Naciones Unidas. Su función más importante “Aumento de la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres”.

Prioridades de acción

1. Lograr que la reducción el riesgo de desastre sea una prioridad.
2. Conocer el riesgo y tomar medidas.
3. Desarrollar una mayor comprensión y concientización.
4. Reducir el riesgo.
5. Esté preparado (a) y listo (a) para actuar.

Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Prioridades de acción:

1. Comprender el riesgo de desastres
2. Fortalecer la gobernanza para el riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.
3. Invertir para la reducción del riesgo de desastres para resiliencia
4. Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, rehabilitación y reconstrucción.

De acuerdo a la Terminología sobre la Reducción de Riesgo de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR 2009), se tienen las siguientes definiciones:

Amenaza:

Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos o daños ambientales.

Desastres:

Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

Mitigación:

La disminución o la limitación de los impactos adversos, de las amenazas y los desastres afines.

Reforzamiento:

El refuerzo o la modernización de las estructuras existentes para lograr una mayor resistencia y resistencia a los efectos dañinos de las amenazas.

Vulnerabilidad:

Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.

Existen diversos aspectos de la vulnerabilidad, que surgen de varios factores:

- Factores Físicos
- Factores Sociales
- Factores Económicos
- Factores Ambientales

Algunos ejemplos se incluyen como:

- el diseño inadecuado y la construcción deficiente de los edificios (FF)
- la protección inadecuada de los bienes (FE)
- la falta de información y de concientización pública (FS)
- un reconocimiento oficial limitado del riesgo y medidas de preparación (F-E-S)
- la desatención a una gestión ambiental sensata o prudente. (FA)

La vulnerabilidad varía considerablemente dentro de una comunidad y en el transcurso del tiempo. Esta definición identifica la vulnerabilidad como una característica de los elementos de interés (comunidad, sistema o bien) que es independiente de su exposición. Sin embargo, en su acepción común, con frecuencia esta palabra se utiliza más ampliamente para también incluir el grado de exposición de esos elementos.

Riesgo: La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Riesgo = pérdidas posibles en contexto técnico.

Gestión del Riesgo:

Enfoque y práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales (UNISDR 2009).

VI. RESULTADOS

De acuerdo a la metodología empleada se tiene, analizar y describir las amenazas que se señalan a continuación:

- Ubicación territorial, Antecedentes climáticos, Viento
- Frecuencia y Probabilidad de Ocurrencia de incendios forestales
- Exposición solar - Pendientes - Efectos del calentamiento global
- Factor Físico: Caracterizando la vegetación y uso de suelo - Continuidad del combustible vegetal - Cortafuego o reducción de combustible.
- Factor Social: Población – Escolaridad – Concientización e información pública
- Factor Ambiental: Gestión ambiental
- Capacidades de afrontamiento:

6.1 Ubicación territorial, Antecedentes climáticos, Viento:

La comuna de Penco se ubica en las siguientes coordenadas 36°44'S, 72°59' O, y posee una superficie de 107,6 km², de los el 75% corresponde a bosques y plantaciones forestales establecidas de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. Se localiza en la región del Biobío, provincia de Concepción. Administrativamente, limita al norte con la comuna de Tomé, al sur con la comuna de Concepción, al este con la comuna de Florida y al oeste con la comuna de Talcahuano y la bahía de Concepción. Forma parte de un conjunto de comunas que integran el Área Metropolitana de Concepción (AMC), tales como Tomé, Penco, Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, Hualqui, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Coronel y Lota. A continuación, se observa en la Figura N°3 una vista panorámica en dirección al sureste o desde Lirquén hacia Penco.



Figura N°3: Vista panorámica hacia el sureste, desde Lirquén hacia Penco.

Fuente propia.

Antecedentes climáticos:

Según la clasificación de Köppen, el clima de la comuna de Penco corresponde a un Clima Mediterráneo Oceánico de veranos secos o Csb. Este se caracteriza por poseer inviernos fríos o templados, donde la media del mes más frío se encuentra entre -3°C y 18°C , la mayor parte de las lluvias caen en invierno o en las estaciones intermedias. Los

veranos son secos y frescos, en donde el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más altas, se cumple que la media mensual es menor a 30(mm). En el mes más cálido la temperatura media es menor a 22°C y existente cuatro meses con temperatura media mayor a 10°C . (Guiñez F, 2016)

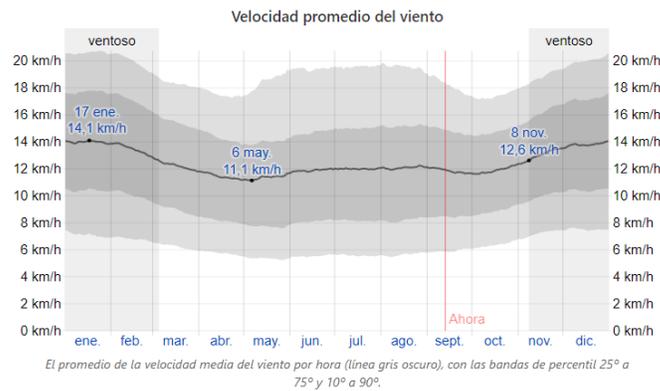
Viento:

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a **10 metros** sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad

instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Penco tiene variaciones estacionales *leves* en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 3,9 meses, desde el 8 de noviembre al 5 de marzo, con velocidades promedio del viento de más de 12,6 Km/Hr. (Weather spark.com).

En la Figura N°4 se observan el viento que hay en la comuna de Penco, por mes y



La dirección del viento promedio por hora predominante en Penco es del sur durante el año.

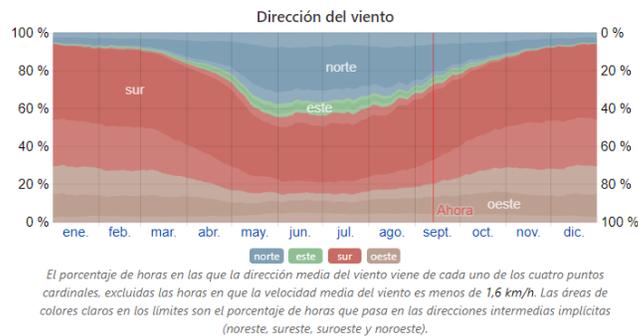


Figura N°4: Vientos anuales, velocidad promedio y dirección.
Fuente: Weather spark.com

6.2 Frecuencia y Probabilidad de ocurrencia de incendios forestales

En los últimos 35 periodos de alta ocurrencia de incendios forestales, esto es desde la temporada 1984-1985 a la temporada 2019-2020, se registran en la comuna de Penco un total de 2.736 incendios con una superficie afectada de 9.330 ha, con un promedio 78,17 incendios año⁻¹ y un daño de 266,56 ha año⁻¹. (CONAF 2021 d)

Para tener una relación en los progresos obtenidos, a continuación, se presenta el último decenio de la comuna de Penco, esto es desde la temporada 2010-2011 a la temporada 2019-2020, en la Tabla N°1 con ocurrencia y daño además de sus promedios.

Tabla N°1: Ocurrencia y Daño del decenio 2011-2020 y promedios

| PERIODOS | OCURRENCIA (incendios) | DAÑO (ha) |
|---------------------|-------------------------------|------------------|
| 2019-2020 | 44 | 68,02 |
| 2018-2019 | 59 | 58,28 |
| 2017-2018 | 56 | 11,09 |
| 2016-2017 | 56 | 382,28 |
| 2015-2016 | 102 | 39,0 |
| 2014-2015 | 157 | 65,98 |
| 2013-2014 | 66 | 68,51 |
| 2012-2013 | 30 | 5,41 |
| 2011-2012 | 46 | 17,56 |
| 2010-2011 | 66 | 38,41 |
| TOTALES | 682 | 754,54 |
| PROMEDIO/AÑO | 68 | 75,45 |

Fuente: Elaboración propia, con base de datos (CONAF 2021 d)

En la Figura N°5 se presenta la distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales en el periodo 2004-2018.

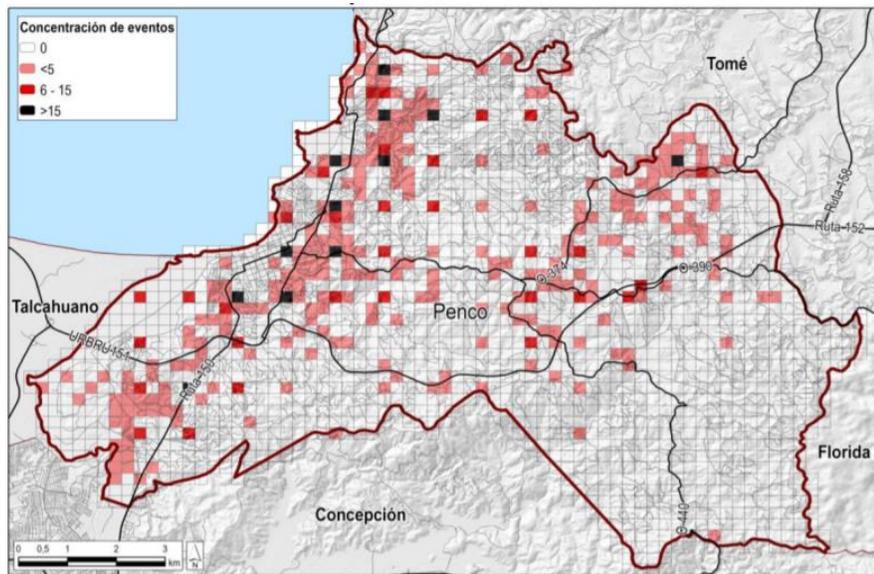


Figura N°5: Distribución espacial ocurrencia 2004-2018.

Fuente: (penco.cl 2020 a).

La causa más relevante de los incendios forestales a nivel nacional, es mayoritariamente de carácter **Antrópica en un 99,7%**, lo que significa puede tratarse de Causas Intencionales, Negligentes, Accidentales y Desconocidas y sólo un 0,3% es de causas naturales (CONAF, 2021 b)

6.3 Exposición solar - Pendientes - Efectos del calentamiento global

La exposición solar predominante hacia la ciudad es Oeste Sur Oeste, con una pendiente positiva hacia la cima de los cerros pertenecientes a la Cordillera de la Costa, en algunos sectores en dirección a otras poblaciones y en los sectores hacia plantaciones forestales, como se puede apreciar en la Figura N°6.

Efectos del calentamiento global

Respecto del calentamiento global, en lo que respecta a Chile en especial al déficit hídrico y aumento de la temperatura, un reciente estudio realizado por investigadores de la Universidad de Chile denominado “Actualización del balance hídrico nacional” señala que la temperatura subirá 2.5 °C y habrá una fuerte caída en las precipitaciones, que podría llegar hasta el 25% en la zona norte y un 40% en la zona sur. (iagua.es, 2020)



Figura N°6: Vista de laderas, exposición oeste sur oeste y sus pendientes.

Fuente Propia.

6.4 Factor Físico: Caracterizando la vegetación y uso de suelo - Continuidad de combustibles, cortafuegos y/o reducción de combustible.

Caracterizando la vegetación y uso de suelo

La información fue generada a partir del “Catastro de uso de suelo y vegetación”, CONAF, año 2008. En relación al uso de suelo, la comuna de Penco presenta una superficie total de 10.790,2 ha, de ellas, el uso áreas urbanas e industriales representan el 7,9% (848,2 ha), 3,7% de la comuna son terrenos agrícolas (417,2 ha), lo sigue el uso praderas y matorrales con 11,1% (1.203,1 ha) de la superficie, el uso

bosque con 75% (8.108,7 ha), el uso humedales con 2% (175,7ha), el uso áreas desprovistas de vegetación con menos de 0.001 (1.1 ha) y finalmente el 0,3% (36,3 ha) de uso áreas cuerpos de agua. (SIMEF, 2018).

Continuidad del combustible vegetal en la zona urbano forestal

La continuidad del combustible forestal en la zona urbano forestal colisiona con las viviendas de la ciudad que se encuentran en el perímetro de la misma, lo que impide que esta última esté a resguardo en caso de un incendio forestal. En la Figura N°7 se puede observar la continuidad de las plantaciones forestales hasta la ciudad de Penco.



Figura N°7: Continuidad de las plantaciones forestales hacia Penco.

La Figura N°8 muestra el área de contacto entre la masa forestal continua de *Eucalyptus globulus* y las primeras casas de la ciudad de Penco. La zona conocida como Interfaz Urbano Forestal (IUF) no tienen intervención o manejo alguno, por lo que las casas que allí se encuentran, están totalmente expuestas a los incendios forestales. Se deben aplicar la nueva en forma urgente la Pauta de Prescripciones Técnicas para Planes de Manejo en plantaciones forestales (CONAF, 2020).



Figura N°8: Puntos de contacto entre plantaciones forestales y la ciudad (Fuente propia).

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. Dado que la destrucción de viviendas está directamente relacionada con las condiciones de las mismas en particular y con todo lo que las circundan 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, para el caso nacional, efectuar los cambios recomendados en el programa de comunidades protegidas. En Estados Unidos, el programa de Comunidades FIREWISE, invita a los vecinos a trabajar juntos para reducir el riesgo de los incendios forestales (Garay RM, Castillo M, Tapia R. 2021) (CONAF, 2006 b; 2015 a, c; 2019).

A continuación, se presenta la Figura N° 9 que corresponde a la zona interfaz urbano forestal (IUF) de Penco y su interrelación con las plantaciones forestales contiguas.

Fuente: (Penco.cl, 2020)

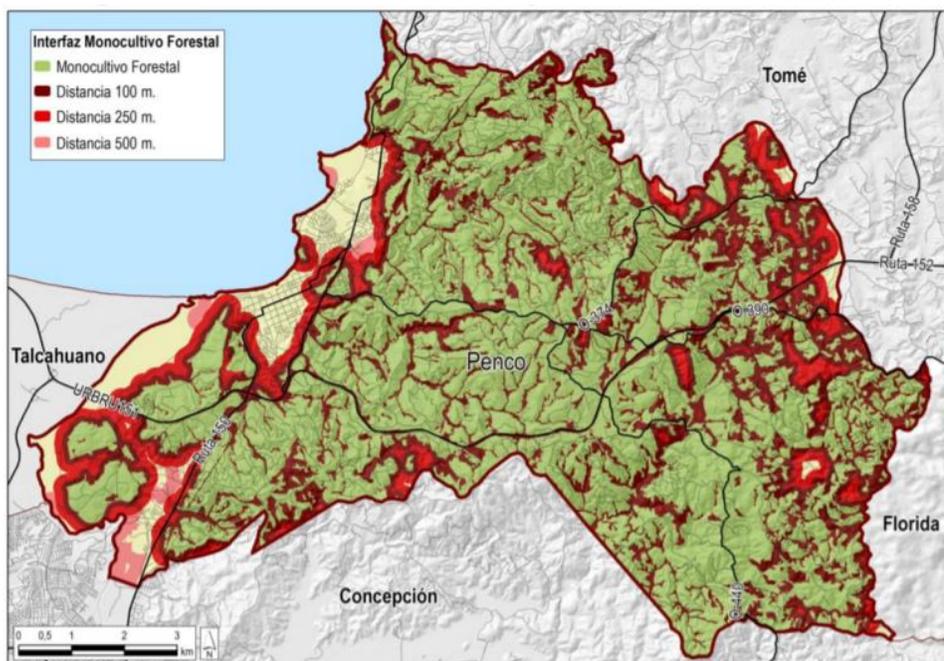


Figura N°9 Interfaz urbano forestal y la masa forestal uniforme.

Fuente (Penco.cl, 2020)

En la Tabla 2 y Figura 10 se muestra el detalle del nivel de peligrosidad en la zona interfaz urbano-rural entendida como aquella zona de transición en donde una cobertura arbórea (matorrales, plantaciones forestales, bosque nativo) entra en contacto con caminos, sectores edificados, habitados y áreas urbanas. Para el cálculo de la zona de interfaz cuyo largo es 10,8 Km, se determinó una distancia de 150 metros desde el perímetro de áreas urbanas, 100 metros desde el perímetro de asentamientos poblados, y 50 metros desde el eje de caminos pavimentados, 25 metros desde el eje de caminos no pavimentados.

| Nivel de peligro | Área (Ha.) | % |
|-----------------------|------------|------|
| Exclusión | 77,4 | 3,6 |
| Peligrosidad Baja | 112,2 | 5,2 |
| Peligrosidad Media | 277,0 | 12,9 |
| Peligrosidad Alta | 1.293,2 | 60,1 |
| Peligrosidad Muy Alta | 389,2 | 18,1 |

Tabla N°2: Nivel de peligro respecto área urbana, viviendas y caminos.

Fuente: (Penco.cl, 2020)

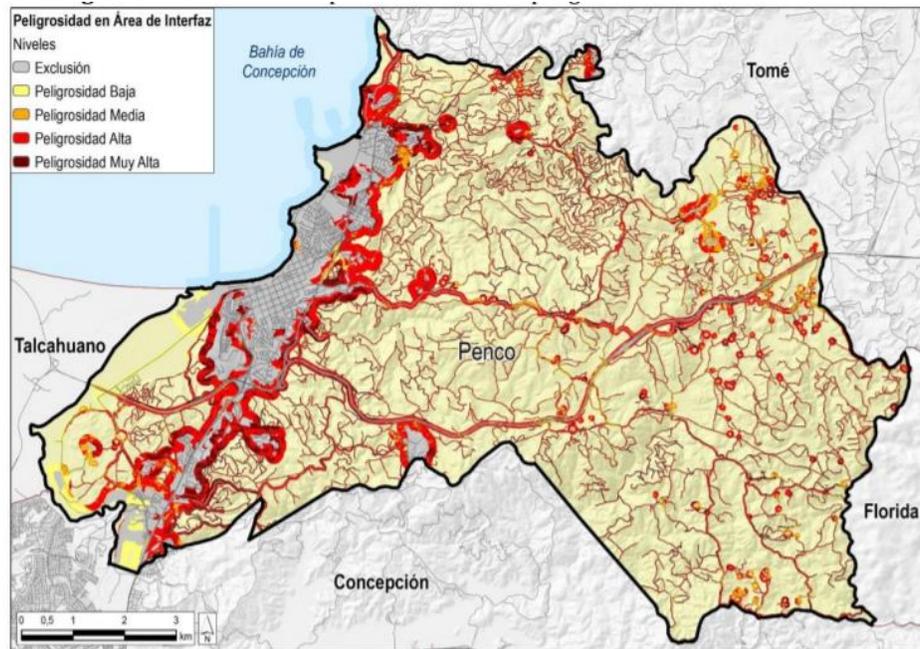


Figura N°10: Nivel de amenaza ante incendio forestal en la zona IUF.

Fuente: (Penco.cl, 2020)

A continuación, se muestra la Figura N° 11 un ejemplo de lo que se señala en la Tabla N°4 y Figura N°10. Imagen de la Ruta N°150, la que es una carretera de 4 carriles, dos por sentido y que une a Concepción con Penco.



Figura N°11: Ruta N° 150 sentido Penco a Concepción.

Fuente propia.

De acuerdo a la FiguraN°11, no se observa gestión de despeje o limpieza de faja de seguridad de la carretera, ni evidencia que haya sido realizada anteriormente, la que al menos requiere reducción de combustibles, cortafuego y al interior de la plantación, raleo, podas y extracción o reducción de los residuos vegetales, de acuerdo a lo que señala (CONAF, 2006) Además de la intervención de acuerdo a la nueva “Pauta de manejo para plantaciones forestales” (CONAF, 2020).

Cortafuego o reducción de combustible

Dado que la pendiente beneficia o minimiza la amenaza de propagación hacia las viviendas, debido a que ellas se ubican en la parte baja de la pendiente y están favorecidas respecto de la convección y radiación (mecanismos de transmisión de calor del fuego) sólo quedan las opciones de conducción y rodados de combustibles por gravedad, lo que facilita su protección.

En las Figuras N° 12 y 13, se observa el trabajo de reducción de combustible pesado y liviano, pendiente arriba en un ancho adecuado, que este año requerirá mantención.



FiguraN°12: Reducción de combustible pesado en la proximidad de casas.



Figura n°13: Reducción de combustible liviano en proximidad a las casas.

Fuente propia.

La autoprotección de las estructuras en el entorno forestal (Vélez R. 2000)

En Cataluña hay cerca de 2.000 urbanizaciones, una parte muy importante de ellas 1.028, están próximas a masas forestales o bien se encuentran dentro de la propia zona forestal. La construcción inició en los 60 y aumento hacia los 70, disminuyendo drásticamente hacia el 2000. La mayoría de las urbanizaciones se encuentran en zonas

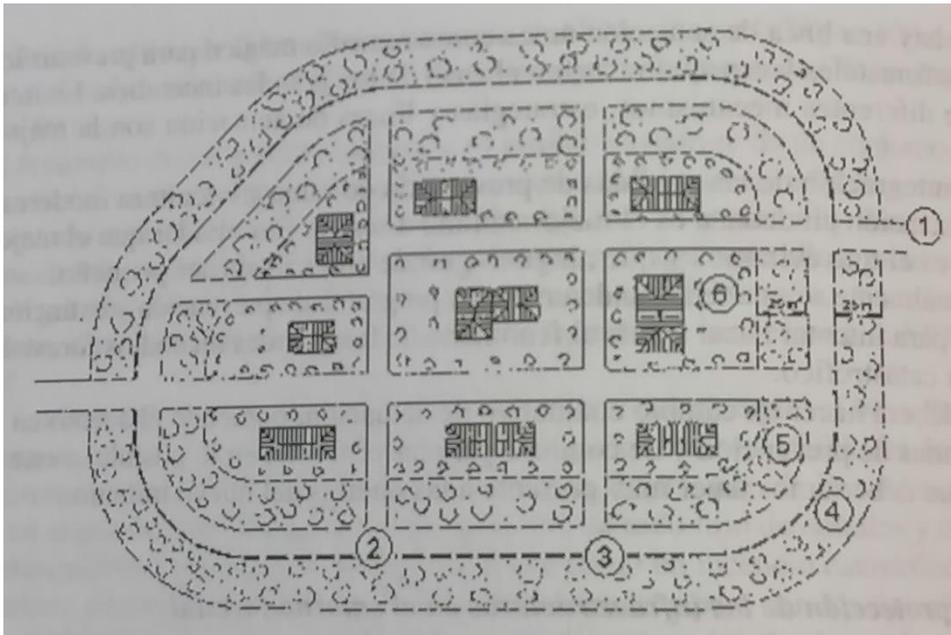
de alto riesgo de incendio forestal. En la mayoría de los casos han sido personas que desconocían el peligro potencial que podía significar vivir cerca del bosque, sino se tomaban las medidas de autoprotección.

La mayoría de estas urbanizaciones ubicadas en zonas forestales, se diseñaron, proyectaron y ejecutaron sin tener en cuenta el entorno. La existencia de una amenaza potencial de incendio forestal no fue considerada, las medidas de autoprotección no existían. Algunas urbanizaciones se hicieron de forma ilegal, irregular y sin servicios ni infraestructuras, las que se han ido regularizando con el correr de los años por las administraciones locales

Programa para la autoprotección de las urbanizaciones

El Decreto 65/1995 de 7 de marzo, por el se establecen las medidas de prevención de incendios forestales, en su artículo 2, dispone una serie de medidas para autoproteger las urbanizaciones del riesgo de los incendios forestales. En la disposición transitoria se establecía un plazo de tres años para hacer las obras de adecuación ´revistas en el citado artículo. El periodo de adecuación finalizó el 10 de marzo de 1998.

En la Figura N°14 a continuación, se observa la situación óptima de autoprotección de una urbanización.



1. Doble acceso.
2. Carretera o camino perimetral. Boca de agua o grifo cada 450 m.
3. Límite urbanizable.
4. Franja de 25 m exterior a la urbanización y donde se realiza una limpieza de combustible vegetal.
5. Tratamiento a nivel de parcela y edificación.

Figura N°14: Situación óptima de autoprotección de una urbanización.

Fuente: (Vélez, R. 2000)

6.5 Factor Social, población, hogar- nivel de escolaridad, empleo - Concientización e información pública sobre las amenazas a los incendios forestales

Población de Penco

La comuna presenta una población de 47.367 habitantes, del cual el 99% se encontró localizado en el área urbana, densidad poblacional de 440,01 (INE, 2017), concentrada en dos sectores costeros: Penco y Lirquén. Respecto a la variable socioeconómica, el

60% de los hogares se encuentra ubicado en el primer tramo de menores ingresos, de acuerdo al Registro social de hogares, del Ministerio de Desarrollo Social, (2017).

Penco tiene un rol de ciudad-puerto, constituyendo la puerta de acceso norte a operaciones portuarias, transporte y carga de productos y materias primas. Ello, se relaciona con las variables demográficas y sociales que exhibe la comuna en las últimas décadas.

En la Tabla N°3 se presentan resultados del Censo de 2017 (INE, 2017) en lo relativo a Hogar, Nivel de escolaridad y Empleo en Penco.

| Hogar | Nivel de escolaridad | Empleo |
|--------------------------------|---|--|
| Cantidad de hogares: 14.811 | Escolaridad del jefe de hogar: 10,1% | Declaran trabajar: 51% Edad promedio: 42,5 años |
| Viv. con más de 1 hogar: 1% | Asistencia Ed. Escolar: 96% | Mujeres: 41% Trabajan y Estudian: 8% |
| Tamaño de hogares: 3,2 | Asistencia a Preescolar: 53% | Escolaridad: 11,6% |
| Jefas de hogar: 43% | Asistencia a Ed. Media: 77% | Sector primario: 3% (Agricultura, ganadería, pesca, minería) |
| Hogares P. Originarios: 15% | Ingreso a Ed. Superior: 25% | Sector secundario: 9% (Industria, artesanía, construcción) |
| Hogares con migrantes: 1% | Ed. Superior terminada: 68% Escolaridad P. Originarios: 9,6% | Sector terciario: 88% (Servicios educativos, transporte, comercio) |

Tabla N°3: Resultados del Censo de 2017 en Hogar, Nivel de escolaridad y Empleo.

Fuente: Elaboración propia, base INE 2017.

Penco cuenta con 75 Juntas de Vecinos distribuidas en todo el territorio comunal. De ellas, 19 se encuentran en la Interfaz Urbano Forestal (IUF) 17 en la ciudad y 2 en el área rural de Primera Agua (Garay RM, Castillo M, Tapia R. 2021).

La mayoría de estas Juntas Vecinales cuentan con su programa de Casa Preparada (CONAF 2019) y participan con la Red de prevención de incendios forestales de CORMA.

6.6 Factor Ambiental: Microbasurales en la comuna de Penco

El inadecuado manejo de residuos sólidos constituye un problema de gran envergadura en casi todas las comunas del país, el cual deriva en una serie de efectos negativos en la calidad

de vida de los habitantes. En términos generales, los principales impactos negativos asociados al inadecuado manejo de residuos sólidos domiciliarios son:

- Afectación paisajística: La disposición inadecuada de residuos tiene un efecto visual importante y deterioran la imagen ciudad, mermando sus posibilidades de desarrollo social y económico.
- Riesgos para la salud de la población: El equipamiento inadecuado o insuficiente disponible para la gestión de los residuos sólidos en la comuna, así como la conformación de microbasurales a causa de estas carencias, proveen condiciones favorables para la proliferación de plagas urbanas, como por ejemplo roedores y otros vectores que ponen en riesgo la salud de las personas.
- Riesgos naturales y antrópicos: Los microbasurales ocupan laderas de quebradas y obstruyen sistemas de evacuación y contención de escurrimientos de aguas desde los sectores altos, saturándolos con residuos y tierras desprendidas por procesos erosivos, con lo que se aumentan los riesgos de aluviones en estos sectores. De otro lado, su presencia en zonas con abundante vegetación y maleza agrega material combustible que favorece la posibilidad de ocurrencia de incendios en zonas con exposición de sectores habitados.

Según el Servicio Nacional de Salud, (2004) un microbasural corresponde a una disposición ilegal de residuos sólidos. Por disposición ilegal, se entiende a "todas las actividades de depósito realizadas sin ajustarse a la legislación y reglamentación vigente, sin un proyecto aprobado, ni una autorización de funcionamiento otorgada por los servicios competentes". En este contexto, microbasural se define como: "Terrenos con superficie inferior a una hectárea, en las cuales se deposita basura periódica o eventualmente; por lo general, de acceso directo: calles, callejones, riberas de cursos superficiales, cercanos a poblaciones. Los microbasurales están asociados a procesos espontáneos de disposición periódica de residuos. Los acopios resultantes presentan bajos volúmenes de desechos, por lo que son fácilmente recolectados por el servicio de aseo municipal. Principalmente, están asociados a productos residuales del hogar, que no son recogidos por el servicio municipal". (penco.cl 2020)

A continuación, en la Tabla N°4 se presentan 14 microbasurales en la comuna de Penco con indicando sector y dirección.

| Sector o lugar | Dirección | Tipo (microbasural o vertedero irregular) |
|--|---|---|
| Camino a Playa Negra- sector Cosmito | Desde playa negra por todo el costado del camino a Cosmito (Camino costero) | Microbasural |
| Camino a Chile Algas (Ex empresa de Penco) | Frente al cementerio parroquial de Penco | Microbasural |
| Camino a Primer Agua | Camino a Primer Agua (camino rural) | Microbasural |
| Lirquén Centro (Delegación de Lirquén) | Se encuentra en el patio de la delegación de Lirquén | Microbasural |
| Cerro Verde Alto | Cancha Baquedano, intersección calle Domingo Santa María con Esmeralda | Microbasural |
| Población La Greda | En las cercanías a la escuela La Greda, en sitio eriazo | Microbasural |
| Villa Jazmín | Intersección calle Cementerio Norte con San Luis | Microbasural |
| Villa San Carlos | Calle Arturo Prat con Ruta 150. Frente a Gimnasio municipal de Penco | Microbasural |
| Población Gabriela Mistral | Calle Teniente Merino, detrás de sede jivv y Estero Lirquén | Microbasural |
| Rotonda Lord Cochranne | Ruta 150 con acceso a Puerto Lirquén | Microbasural |
| Villa Montahue | Villa Montahue | Microbasural |
| Población Ríos de Chile | Población Ríos de Chile | Microbasural |
| Población Los Pescadores | Población Los Pescadores | Microbasural |
| Villa Alegre | Sector Norte Villa Alegre | Microbasural |

Tabla N°4: Informa 14 microbasurales identificados con sector y dirección.

Fuente: (penco.cl 2020) Informe Final Tomo I, Diagnóstico Comunal.

6.7 Capacidades de afrontamiento:

La Municipalidad de Penco ha dedicado tiempo para preparar a su comunidad toda ante la amenaza de incendio forestal. Para ello cuenta con un sin número de herramientas y lineamientos asociados a planes indicativos y normativos Figura N°15 y Figura N°16 asociada a manuales y planes locales (penco.cl a).

- **Lineamientos asociados a temáticas de riesgos de desastre en los siguientes Planes indicativos y normativos**

- ✓ Política Forestal 2015-2035.
- ✓ Política Nacional de Desarrollo Urbano PNDU 2014.
- ✓ Plan Nacional de Protección Civil D.S. N°156/2002 de ONEMI.
- ✓ Estrategia para el fortalecimiento de la gestión en incendios forestales 2017 Gobierno de Chile.
- ✓ Estrategia Regional de Desarrollo 2015 - 2030, Gobierno Regional del Biobío.
- ✓ Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Penco 2012 - 2016.
- ✓ Plan de protección contra incendios forestales para la comuna de Penco. CONAF.
- ✓ Plan de Evacuación frente a Incendios Forestales, comuna de Penco.
- ✓ Plan municipal de prevención y mitigación de incendios forestales. Asociación de Municipalidades Región del Biobío.
- ✓ Estudio preliminar de riesgos antrópicos (incendio forestal) de la primera modificación al Plan Regulador Comunal de Penco (2017).
- ✓ Plan de Emergencia Municipal.
- ✓ Catástrofe, habilitación de espacios públicos, Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato.
- ✓ Informe de riesgo. Consecuencias del incendio de enero 2017, SECPLAN.
- ✓ Informe incendios forestales comuna de Penco, DIDECO.

- **Manuales y planes locales**

- ✓ Manual medidas prediales de protección de incendios forestales, CONAF 2006.
- ✓ Guía para la elaboración de planes de emergencia". ONEMI.
- ✓ Control preventivo de incendios forestales". Empresa MADESAL.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, Penco Chico - El Aromo. Red de Prevención Comunitaria.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, La Greda-Santa Rosa. Red de Prevención Comunitaria.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, Montahue. Red de Prevención Comunitaria.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, Villa Alegre. Red de Prevención Comunitaria.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, Séptimo de Línea. Red de Prevención Comunitaria.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, Ríos de Chile. Red de Prevención Comunitaria.
- ✓ Plan local de prevención de incendios forestales, Primer Agua. Red de Prevención Comunitaria.

Figuras N° 15 y 16: Asociados a planes normativos y planes locales respectivamente.

Fuente: (penco.cl a)

Y ha trabajado en forma permanente con las Juntas de Vecinos más expuestas a la zona de interfaz urbano forestal (IUF) para que conozcan y se capaciten a través de talleres de participación ciudadana, Comunidad y/o Casa Preparada de CONAF y la Red de Prevención Comunitaria de Forestal Arauco, para que los vecinos se empoderen y conozcan los riesgos a los que se enfrentan, así ayuden a prevenir y despejar junto a sus vecinos sus casas de residuos y malezas, aplicando los instrumentos. También a coordinar acciones con los servicios de respuestas como Municipalidad, Bomberos, CONAF, Carabineros y las empresas forestales.

VII. DISCUSIÓN

1. El perfil de riesgo de incendios forestales para la ciudad de Penco está compuesto por las siguientes amenazas: (UNISRD, 2009)
 - Ubicación
 - Frecuencia
 - Exposición
 - Factor Físico
 - Factor Social
 - Factor Ambiental
 - Capacidad de Afrontamiento

2. Se observa en este análisis que pese a poseer una alta ocurrencia de incendios forestales (Frecuencia) y habiendo disminuido en 10 incendios, (comparación entre el último decenio y el histórico que abarca 35 años de Penco) se cumple satisfactoriamente con los Factores: Social, Ambiental y la Capacidad de Afrontamiento o Respuesta a la Emergencia y sostenimiento logístico de apoyo, durante el incidente, por los actores locales: Municipalidad, Servicios Respondedores, empresas forestales. La población a través de las Juntas de Vecinos que están insertas en la zona interfaz urbano forestal, tienen conocimiento y participan activamente todos los años en sus comités, por lo que se reconocen, actualizan y coordinan año a año (Penco.cl).

3. El componente “Factor Físico” es totalmente distinto y marca la diferencia ya que tiene falencias significativas:
 - a. El límite constructivo actual de la ciudad, que se puede ver a simple vista, no tiene un manejo categórico y definido, como una faja de amortiguación y/o cortafuegos. Sólo en un sector, se observa una intervención pequeña de reducción de combustible. Es muy necesario construir un cortafuegos de a lo menos 25 m de ancho (Vélez, 2000), que permita posicionar a los medios de extinción y defender a la población que se encuentra a continuación de este. Además, tenga grifos cada 100 o 200 m de distancia. También considerar, que el Estado de Chile, debería subsidiar mediante una Ley que vaya en beneficio de los propietarios que ponen a disposición sus predios, para que se construya sobre ellos o una sección de ellos, el cortafuegos de las dimensiones dadas, una suerte de arrendamiento por el suelo utilizado para defensa, a precio mercado. Arrendamiento, porque la línea se modifica de acuerdo al crecimiento de la ciudad.
 - b. No se observa un manejo adecuado de la vegetación, matorral, arbolado o plantaciones que impida la propagación de un incendio en forma continua y directa a la población. Para ello es fundamental bajar la carga de combustible, mediante la aplicación de la Pauta de Prescripciones Técnicas para Planes de Manejo en Plantaciones Forestales (CONAF, 2020), en toda la comuna.

- c. Que el municipio fiscalice y autorice las nuevas construcciones de casas en la zona de IUF. Debido a que las casas contiguas a las plantaciones y medio natural, en su mayoría son de materiales ligeros y construidas sin mediar regulación alguna. (Garay RM, 2021).
- d. La Ruta N°150 en los sectores de acceso y salida de Penco, no se gestionan adecuadamente la vegetación con el objetivo, de mantener expeditas las carreteras en caso de un incendio forestal, para ello es necesario, realizar la reducción y eliminación de los combustibles vegetales.
- e. No se observa interés por perseguir el delito de incendio forestal, si que Carabineros y CONAF participan de las actividades de prevención y control de los incendios forestales. Se debe desincentivar la generación de incendios intencionales y ello se puede lograr, formando las BIIF en Chile. Brigadas de Investigación de Incendios Forestales formadas por dos técnicos y un policía.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Construir un cortafuego de 25 m de ancho, con grifos de incendios cada 200 m de distancia, que permita defender la ciudad de Penco por todo el perímetro sur, sureste, este, noreste, norte y noroeste. Además que el Estado de Chile o el Municipio subsidie a los propietarios por donde pasará el cortafuegos, mediante una Ley, que le permita arrendar la sección del predio o su totalidad, mientras se utiliza ese territorio, como defensa para la ciudad. Con un plazo definido para la ejecución de la obra.
- Para evitar nuevamente una posible Tormenta de Fuego, es fundamental, bajar la carga de combustible de las plantaciones forestales en forma urgente, rompiendo así, la continuidad horizontal y vertical de las mismas, aplicando para ello, la nueva “Pauta de Prescripciones Técnicas para Planes de Manejo en Plantaciones Forestales de CONAF”.
- Los accesos a las ciudades deben estar preparadas para actuar como cortafuegos y/o vías de escape, en caso de incendio forestal, estas siempre deben estar expeditas y para ello es necesario, que se desarrolle a plenitud la conciencia del riesgo vial y que la faja de seguridad de la ruta siempre esté libre de vegetación en todos los accesos a la ciudad.
- Para bajar la ocurrencia de incendios forestales intencionales, es necesario desincentivar a los autores y cómplices y para ello, se propone crear en Chile a las BIIF, que son las Brigadas de Investigación de Incendios Forestales (IIFF), formadas por dos técnicos o ingenieros forestales de la especialidad incendios forestales y un policía o Carabinero en ejercicio activo. Ello, permitiría cumplir con todos los requerimientos de la Ley chilena y de primera fuente. Investigar en forma eficiente, eficaz y tomar detenidos en el acto. De esta forma se eliminan los tiempos muertos de este procedimiento.

IX. EXPRESIONES DE GRATITUD

Quiero agradecer a mi mujer Paula por su permanente apoyo y compromiso para darme el espacio suficiente para alcanzar este objetivo. A mi hermano Antonio, por recordarme que los sueños sólo se alcanzan con foco, trabajo y mucha dedicación. A mi familia por el apoyo permanente.

Al director del Máster Dr. Pedro Arcos González por su apoyo, al darme la orientación que necesitaba para poder realizar esta investigación.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministerio de Agricultura (MINAGRI 1980). Decreto Supremo N°276 de 1980 Reglamento sobre Roce a Fuego, del Ministerio de Agricultura. (actualizado en 2016). Recuperado de <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/regulacion> (consulta septiembre 2021).

Ley de Bosques (1931). Decreto Supremo N°4363 de 1931. Aprueba texto definitivo de la Ley de Bosques. Ministerio de Tierras y Colonización. (actualizado en 2013 a Ley 20.653). Recuperado de <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/regulacion> (consulta septiembre 2021).

Ministerio del Interior (1982). Decreto N°733 de 1982. Establece la responsabilidad de la prevención y combate de incendios forestales a CONAF. Disponible en <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/normativas-y-reglamento/> (consulta septiembre 2021).

CONAF Corporación Nacional Forestal (2021 a) Estadísticas históricas - Resumen Nacional Ocurrencia y Daño por Incendios Forestales 1964 - 2020. Disponible en: <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/> (consulta septiembre 2021).

CONAF Corporación Nacional Forestal (2021b) Estadísticas históricas - Causas según Ocurrencia de Incendios Forestales 1987 - 2020. Disponible en: https://www.conaf.cl/wp-content/files/mf/1603895146TABLA9_TEMPORADA2020_09bCAUSASOCURRENCIA_OK_correccion.xls (consulta septiembre 2021).

CONAF Corporación Nacional Forestal (2021c) Estadísticas históricas - Resumen Regional Ocurrencia y Daño por Incendios Forestales 1977 - 2020. Disponible en: https://www.conaf.cl/wp-content/files/mf/1595377892TABLA2_TEMPORADA2020_02_OK.xls (consulta septiembre 2021).

EIRD.ORG (2005) marco de Acción de Hyogo 2005-2015. Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. <https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>

UNISDR.ORG (2015) Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastre 2015-2030 https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

CONAF Corporación Nacional Forestal (2015 a) Prevención de Incendios Forestales en Zonas de Interfaz de la Región del Biobío. Disponible en: <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/yo-tambien-soy-forestin->

[campana-de-prevencion-de-incendios-forestales-2020/prevencion-de-incendios-forestales-en-zonas-de-interfaz-de-la-region-del-biobio/](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1562014375Tr%C3%ADpticoPrograma.pdf)

CONAF Corporación Nacional Forestal (2015b) Prevención de Incendios Forestales en Zonas de Interfaz de la Región del Biobío. Tríptico_programa 01. Disponible en https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1562014375Tr%C3%ADpticoPrograma.pdf

CONAF Corporación Nacional Forestal (2015c) Prevención de Incendios Forestales en Zonas de Interfaz de la Región del Biobío. Tríptico_programa 03. Espacio de Autoprotección. Disponible en: https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1562014412Tr%C3%ADpticoAutoprotecci%C3%B3n.pdf

Vélez R, Álvarez M, Chico F, Ayala R, Fernández MC, Castellnou M, et.al.. La Defensa Contra Incendios Forestales. Fundamentos y Experiencias. 1ra ed. McGraw-Hill; 2000.

WWF (2021) Bosques: Los peores incendios forestales de la península ibérica. Disponible en: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/bosques/incendios_forestales_/los_peores_incendios_forestales_en_espana/

Garay RM, Castillo M, Tapia R. (2021) Viviendas ubicadas en zonas de riesgo de incendio forestal. Un análisis territorial y normativo de Chile. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181467/Housing_located_at_WUI_areas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

iagua.es (Internet) (2021) Chile podría experimentar una fuerte reducción de la disponibilidad de agua para el 2030-2060. Actualización del Balance Hídrico Nacional. Universidad de Chile. Disponible en: <https://www.iagua.es/noticias/universidad-chile/chile-podria-experimentar-fuerte-reduccion-disponibilidad-agua-2030-2060>

UNISDR 2009 Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. ISDR Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Disponible en: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile BCN (2021). Comunas de Chile, Mapoteca Comunas. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/mapoteca/comunas>

Guiñez, F. (2016). Estratificación y zonificación de los suelos en la comuna de Penco, mediante la aplicación de SIG. Universidad del Biobío. Disponible en: http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2238/1/Guinez_Contreras_Felipe_Benjazmin.pdf

Rinaldi, A. y Bergamini, K. (2020). Inclusión de aprendizajes en torno a la gestión de riesgos de desastres naturales en instrumentos de planificación territorial (2005-

2015). Revista de Geografía Norte Grande. 75: 103-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000100103>

Weather spark.com <https://es.weatherspark.com/y/25139/Clima-promedio-en-Penco-Chile-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Penco.cl (2020 a) Informe Final, Tomo I, Diagnostico comunal. Plan de Acción Comunal frente a incendio forestal. Centro de Ciencias Ambientales EULA-CHILE. Universidad de Concepción. Disponible en: <http://penco.cl/wp-content/uploads/2020/12/INFORME-FINAL-TOMO-I.pdf>

CONAF Corporación Nacional Forestal (2021d) Estadísticas Históricas - Ocurrencia y Daño por comuna. Disponible en: https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1595378023TABLA10_OcurrenciayDa%C3%B1oporComuna1985a2020_OK.xls

SIMEF Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (2018) Informe comunal, Comuna de Penco. Disponible en: <https://simef.minagri.gob.cl/bibliotecadigital/bitstream/handle/123456789/116/R08107-INFORME%20COMUNAL%20PENCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INE 2017 Instituto Nacional de Estadísticas Chile, Censo 2017. Disponible en : <http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R08>

CONAF Corporación Nacional Forestal (2019) Tríptico Como proteger mi casa de los incendios forestales. https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1551124479TRIPTICOCASA.pdf

CONAF Corporación Nacional Forestal (2006 b) Documento de Trabajo 432. Manual con medidas para la Prevención de Incendios Forestales VIII región. 2º Edición. Disponible: https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1367248567Manual_VIII.pdf

CONAF Corporación Nacional Forestal (2006 a) Documento de Trabajo 452. Silvicultura Preventiva. Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales. 2da ed. Disponible en: https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1361911072Silvicultura.pdf

CONAF Corporación Nacional Forestal (2020) Pauta de prescripciones técnicas aplicables al programa de protección contra incendios forestales. Planes de manejo de plantaciones forestales. Versión 3.1 agosto 2020. Disponible en: https://www.conaf.cl/wp-content/uploads/2013/02/Pauta-3.1_Agosto_2020.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2019). Manual de aplicación de la Certificación vivienda sustentable. Recuperado de <https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/11/ManualCertificaci%C3%B3n-Vivienda-Sustentable-Nov2019.pdf>

