



# Los incendios de vegetación en el centro-oeste de la Patagonia Argentina: estado del conocimiento y propuestas para su mitigación

Documento de trabajo presentado al

Centro Científico Tecnológico Patagonia Norte del CONICET (CCT PN CONICET)

Autores

Guillermo E. Defossé<sup>1,2</sup> y María Marcela Godoy<sup>1,3</sup>

Esquel, abril de 2021

---

<sup>1</sup>Cátedra de Ecología Forestal y Laboratorio de Ecología, Meteorología y Gestión de Fuegos de Vegetación (LEMIV), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB).

<sup>2</sup>Director, Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP – CONICET – UNPSJB)

<sup>3</sup>Profesional Principal, Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP - CONICET - UNPSJB)

Nota: Este documento de trabajo fue compilado tomando como información de base conceptos y propuestas desarrolladas por los autores en tres trabajos previos sobre el tema, titulados:

- 1- Godoy, M. M., S. Martinuzzi, H. A. Kramer, G. E. Defossé, J. Argañaraz, V. C. Radeloff (2019). **Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina**. International Journal of Wildland Fire 28(7):473-484. doi.org/10.1071/WF18097
- 2- Defossé, G. E. (inédito). **Fuegos de vegetación: un drama socio-ecológico de difícil solución**.
- 3- Defossé, G. E. (2018). **Plan integral de gestión del fuego en la interfaz urbano-rural del Municipio de Esquel: conformación de un polo educativo-demostrativo**. Proyecto preparado primariamente para la Secretaría de Ambiente del Municipio de Esquel. (CIEFAP-CONICET y UNPSJB, sede Esquel), 15 pp.

Asimismo, dejamos constancia que la mayoría de los datos sobre el área de interfaz de El Bolsón y alrededores desarrollado en este documento, corresponde a parte de la tesis doctoral (en curso) que está llevando a cabo la Ing. Ftal. María Marcela Godoy en el Doctorado sobre Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación, Facultad de Ingeniería, UNPSJB, en su sede de Esquel.



## Resumen

El fuego existe desde los orígenes del clima sobre la tierra. A través del tiempo, este disturbio contribuyó a modelar la estructura y funcionamiento de la mayoría de los ecosistemas terrestres (*bosques, pastizales, arbustales y humedales*), que hoy conocemos. El fuego fue a su vez un elemento que se unió indisolublemente con el desarrollo y evolución del hombre. Desde los albores de la humanidad, el conocimiento que el hombre fue generando, acumulando y aplicando sobre el manejo del fuego, le permitió primero salir de África y conquistar paulatinamente otros territorios más fríos e inhóspitos. También la cocción de alimentos, el calor y la luz generada por el fuego favoreció su rápida evolución y adaptación a distintos ecosistemas y condiciones climáticas. Esta relación de co-evolución relativamente armónica durante milenios entre el hombre y el fuego (proveniente de la biomasa vegetal, i.e. leña), se fue deteriorando rápidamente durante el correr de los últimos 150-180 años, a partir de la revolución industrial y a la creciente incorporación de combustibles fósiles con fines energéticos. A la disminución del uso de la biomasa de leña con estos fines, se le sumó una política generalizada de supresión de incendios en ecosistemas naturales a nivel global, que modificó los regímenes naturales de fuegos e incrementó directamente la biomasa acumulada. En los últimos 30-40 años y hasta el presente, el rápido crecimiento de urbanizaciones en áreas de interfaz urbano rural (IUR, donde convergen urbanizaciones y áreas con vegetación nativa), sumado a la política de supresión, han incrementado paulatinamente el riesgo de incendios de estas IUR. Nos encontramos hoy dentro de una espiral creciente de conflictos contrapuestos y paradójales en nuestra relación con los fuegos de vegetación, donde la ciencia advierte y señala un camino (fundamentalmente de prevención y manejo del fuego), y la política, los medios, y la sociedad en general, se empeñan en buscar otros (del tipo reactivo, como el mejoramiento de los sistemas de supresión y combate). Como consecuencia, los incendios en las IUR son cada vez más intensos y devastadores, afectando a personas, bienes y estructuras, y se han agravado peligrosamente en los últimos años. Este agravamiento se debe sin dudas a la aplicación de políticas no sustentables, tanto en lo ambiental, de gestión del fuego, como de desarrollo y expansión urbana. La revisión crítica de esas políticas, su adecuación y reemplazo por otras basadas en el conocimiento científico, que tiendan a la sustentabilidad de los ecosistemas y puedan ser comunicadas eficazmente, comprendidas, y adoptadas por todos los estamentos de la sociedad, permitirán atenuar y reencauzar este drama socio-ecológico, que afecta negativamente el futuro de la humanidad. En la primera parte de este informe, hacemos una descripción sobre el estado del conocimiento de los efectos del fuego sobre los ecosistemas en general y cómo el hombre fue adaptándose a su manejo, y como también fue perdiendo muchos de esos saberes con la incorporación de fuentes energéticas alternativas. Presentamos también un estudio de caso donde describimos el desarrollo y evolución de algunas variables demográficas en la expansión y desarrollo de una IUR en la zona central de la Patagonia y sus relaciones con incendios de vegetación. Este caso es importante pues presenta la situación antes de la ocurrencia del gran incendio del verano de 2021 y advierte sobre la necesidad de trabajar de manera proactiva. En la segunda parte de este informe presentamos un “Plan integral de gestión del fuego en la interfaz urbano-rural del Municipio de Esquel: conformación de un polo educativo-demostrativo”. El mismo se desarrolló en base a experiencia acumulada e información científica y con el objetivo de desarrollar un plan de gestión operativa que contemple todas las acciones que lleguen desde la gobernanza hasta niveles comunitarios, y que mediante su implementación permitan reducir el riesgo de incendios en estas áreas de interfaz. La importancia del mismo es que es perfectamente adaptable a otros casos y ciudades que tengan una problemática similar. Una ventaja de este informe es que tanto la primera como la segunda parte pueden leerse de manera independiente.



## Introducción

El fuego es un elemento catalizador de muchos procesos naturales, que ha existido en nuestro planeta prácticamente desde sus orígenes (Wright y Bailey 1982, Kimmins 1997). Asimismo, y desde tiempos inmemoriales, el fuego contribuyó a modelar, con diferentes frecuencias de ocurrencia, intensidad y severidad, la mayoría de los ecosistemas vegetales que hoy conocemos, ya sean bosques, arbustales o matorrales, humedales y/o pastizales (Vogl 1971b). En cuanto a la interrelación entre el hombre y el fuego, este data desde al menos unos 500 mil a 1 millón de años atrás (James 1989; Roebroeksa y Villa 2011; Gowlet 2016). Sin embargo, no fue hasta hace unos 300 mil años atrás que comenzó a manipularlo de manera regular (Shimelmitz et al. 2014). Desde entonces fue perfeccionando su uso para la caza, la cocción de alimentos y para calefacción. Este incipiente “*manejo del fuego*”, permitió a los homínidos no sólo salir de África y colonizar territorios templados y templado-fríos de otros continentes (Gowlett 2006, 2016), sino que se convirtió luego en un factor clave para su desarrollo y evolución (Zink et al., 2014; 2016; Raia et al. 2018).

La coevolución entre el hombre y el fuego durante milenios fue desarrollándose de manera armónica. Fue el uso y mantenimiento del fuego en cavernas y otros lugares de protección lo que no sólo mejoró paulatinamente su calidad de vida en cuanto a alimentación y abrigo, sino que también fue la luz que el fuego generaba lo que actuó como regulador de la foto-periodicidad, alterando los ritmos biológicos y sincronizando aspectos reproductivos de los organismos de los homínidos (Attwell et al. 2015). En épocas un poco más cercanas a nuestro tiempo (hace aproximadamente unos 6 mil años atrás), el hombre generó tecnologías mediante la diestra manipulación del fuego, que le permitieron la producción de cerámicas y utensilios metálicos (Brown et al. 2009). Desde entonces, el dominio del fuego fue uno de los aspectos clave para el desarrollo de todas las civilizaciones que nos antecedieron. La energía de biomasa (de leña fundamentalmente) que el fuego proveyó para distintos usos, fue determinante y se unió indisolublemente al desarrollo de la humanidad hasta hace unos 150-180 años atrás. A partir de ese momento y con el advenimiento de la revolución industrial y la concentración humana en grandes urbes, se comenzó a incrementar el uso de combustibles fósiles (carbón de piedra, petróleo y gas) y también de la hidroelectricidad, para la provisión de la energía necesaria para el desarrollo de la mayoría de las actividades económicas, industriales, y productivas.

Poco a poco, ese a veces lento pero inexorable cambio en la matriz energética (de biomasa a eléctrica y/o a energía de origen fósil), generó un salto cuali-cuantitativo que mejoró sensiblemente la calidad de vida de los habitantes de los crecientes conglomerados urbanos. En efecto y en las ciudades, el uso de la leña implicaba tareas engorrosas de transporte y almacenamiento, y demoras en los tiempos de ignición y el mantenimiento del fuego, que se simplificaron con el uso del gas o la electricidad. En nuestro país, ese cambio comenzó a acelerarse entre los años 50 y 60 del siglo pasado, cuando se terminaron los gasoductos de Comodoro Rivadavia a Buenos Aires viniendo desde el sur, y de Campo Durán (Salta) a Buenos Aires desde el norte. Se fueron incorporando luego otros gasoductos y creció la oferta energética con la puesta en marcha de numerosas centrales hidroeléctricas. De esa manera, el uso de la energía de biomasa (leña) fue cediendo terreno en las grandes ciudades, quedando su uso restringido a áreas periféricas y rurales. En solo dos generaciones, las poblaciones urbanas de las grandes ciudades fueron perdiendo el contacto directo y disminuyendo proporcionalmente sus conocimientos ancestrales y habilidades inherentes al uso y manejo del fuego generado por la biomasa vegetal, quedando éste restringido solo para la cocción



de algunos alimentos (i.e. parrillas). Esta pérdida de habilidades y conocimientos del manejo del fuego, sumado a los efectos destructivos que causan los incendios en las estructuras de los centros urbanos (llamados *incendios de estructuras o simplemente estructurales*), fue acuñando el paradigma y cimentó la idea de los habitantes de ciudades de que todos los fuegos son perjudiciales y hay que combatirlos independientemente de donde ocurran.

Resulta muy llamativo, por otra parte, que la historia escrita se haya ocupado de registrar minuciosamente los incendios estructurales ocurridos desde tiempos remotos, pero solo en épocas relativamente recientes (alrededor de unos 100-120 años atrás) comenzó a tomar en cuenta aquellos que ocurrían en áreas rurales alejadas de centro urbanos (*incendios de vegetación, forestales o rurales* como se los denomina comúnmente ahora). El primer gran incendio de estructuras que registra la historia correspondió al templo de Artemisa en Éfeso, en la actual Turquía (*considerado como una de las siete maravillas del mundo*), ocurrido en el año 356 AC. Luego se sabe que fue César Augusto quien, en respuesta a los numerosos incendios de estructuras en ciudades del Imperio Romano, creó los primeros cuarteles de bomberos voluntarios (constituidos por esclavos, a quienes se les llamaba *Vigili del Fuoco, o vigilantes del fuego*) en el año 22 AC (<https://curiosfera-historia.com/historia-bomberos-origen-evolucion/>). Por otro lado, los fuegos o incendios producidos fuera del contexto urbano, fueron objeto de relatos de geógrafos, naturalistas o viajeros que simplemente se dedicaban a describirlos con cierta curiosidad, pero que recién comenzaron a ser registrados y concitaron la atención mundial a partir del gran incendio de Idaho, EEUU, ocurrido en 1910. Ese evento sucedió luego de una gran sequía, quemándose en dos días más de 1,5 millones de ha, varias ciudades en los estados de Washington, Idaho y Montana en el oeste de los EEUU, y en el que murieron quemados 78 bomberos ([https://es.qwe.wiki/wiki/Great\\_Fire\\_of\\_1910](https://es.qwe.wiki/wiki/Great_Fire_of_1910)). Este hecho, de gran impacto en la opinión pública norteamericana, abonó la idea de proponer acciones y legislación que tuviese como objetivo fundamental la preservación de áreas naturales, declarando al fuego como el enemigo a vencer, ya que representaba el principal elemento destructor de los ecosistemas vegetales (fundamentalmente de bosques) y que atentaba contra esa idea de conservación.

Nació así la política de **supresión total** del fuego, cuyo objetivo primario fue el de mantener “intacto” y sin cambios aparentes el entonces recientemente creado Parque Nacional Yellowstone en los EEUU. Por mucho tiempo, las supuestas “bondades” de esta política fueron cumplidas a rajatabla, magistralmente comunicadas a la sociedad norteamericana, y extendidas luego globalmente mediante films, la prensa escrita y luego televisiva (recordemos la película “Bambi”, o el consejo del famoso oso Smokey: ¡¡¡**Sólo tú puedes prevenir los incendios forestales!!!**). Ese mensaje exitoso donde se demonizaban los incendios y sus efectos en áreas con vegetación natural (fundamentalmente bosques), convergió perfectamente con el hecho irrefutable de los daños que el fuego ocasionaba en estructuras de ciudades. El mismo fue entonces convertido en un paradigma sin discusión, que consideraba al fuego como “*un elemento destructor de la naturaleza y que había que combatirlo siempre*”. Este paradigma fue haciéndose carne y espíritu y ha perdurado por varias generaciones en la sociedad global, calando muy hondo y de manera muy especial en habitantes de ámbitos urbanos. Asimismo, este mensaje transmite y refuerza la percepción de que el control inmediato y total de cualquier incendio no sólo es responsabilidad de bomberos, administraciones de



recursos y de la gobernanza<sup>1</sup> en general, sino también de cada uno de nosotros como individuos, tornándose por sobre todas las cosas, en un imperativo de carácter moral (Minor 2017) que atraviesa e incluye a todos los estamentos de la sociedad. A partir de este imperativo y por la mediatización creciente de eventos de fuego en áreas rurales, comenzaron a surgir en las comunidades (fundamentalmente urbanas), todo tipo de interpretaciones sobre las causas de los incendios de vegetación, y se acuñaron neologismos recientes como “ecocidio”, “desastre ecológico” “catástrofe ecológica” y otros, para caracterizar y reafirmar, sin posibilidad de discusión, los supuestos efectos negativos del fuego en los distintos ecosistemas vegetales.

Sin embargo y desde los años 60 del siglo XX, la ciencia ya había comenzado a advertir sobre los efectos negativos de la supresión total del fuego en la dinámica natural de los ecosistemas boscosos de algunos Parques Nacionales, en especial del emblemático Parque Nacional Yellowstone (Leopold et al. 1963). Numerosas universidades norteamericanas comenzaron a estudiar sigilosa y discretamente los efectos del fuego en éste y otros Parques Nacionales del oeste de los EEUU, en ecosistemas forestales de las rocallosas de EEUU y Canadá, en pastizales de Texas y en partes de Florida (Wright y Bailey 1982). El modelo de “supresión total” implementado por el gobierno y apoyado por toda la sociedad norteamericana, extendido luego a todo el mundo, comenzó a mostrar algunos efectos comunes en todos los ecosistemas en que se aplicó. Fue así que a mayor éxito en la supresión, le sucedía en el tiempo y como contracara de una misma moneda, una mayor acumulación de biomasa, el estancamiento de la sucesión, una reducción en la diversidad y pérdida de hábitat para numerosas especies, densificación del sotobosque, incremento de las especies dominantes, mayor susceptibilidad al ataque de insectos, etc., y cuya consecuencia final eran incendios devastadores cuando se daban las condiciones apropiadas (Dodge 1972). Sin embargo, la gobernanza de entonces (y sigue haciéndolo hasta ahora), siguió empeñada en encarar este problema de manera *reactiva* y no *proactiva* o *preventiva*, y lo hizo aumentando y mejorando paulatinamente las actividades, tecnologías y las capacidades de supresión y combate del fuego, sin reconocer ni entender al fuego como un disturbio muchas veces necesario para mantener la estructura y el buen funcionamiento de algunos ecosistemas vegetales como lo indicaba la ciencia.

Nos encontramos hoy dentro de una espiral creciente de conflictos contrapuestos y paradójales en nuestra relación con los fuegos de vegetación, en los cuales la ciencia advierte y señala un camino, y la gobernanza, los medios, y la sociedad en general, se empeñan en profundizar otros. Como consecuencia, los incendios de vegetación, si bien han disminuido en superficie a nivel global en los últimos veinte años (Andela et al. 2017, Payne 2020), son cada vez más intensos y devastadores en los lugares donde sí ha aumentado su ocurrencia (fundamentalmente en la interfaz urbano-rural ubicada en ecosistemas que presentan una estación seca), afectando a más y más personas, bienes y estructuras, y agravándose peligrosamente en los últimos años (Godoy et al. 2019). Este agravamiento tiene como componentes principales la aplicación de políticas no sustentables, tanto en lo ambiental, de gestión del fuego, como en el desarrollo territorial y de expansión urbana. En este documento presentamos un estudio de caso en la interfaz-urbano- rural (IUR) de la zona de El Bolsón y aledañas, en el cual explicamos cómo el crecimiento desordenado de las urbanizaciones por descontrol y falta de ordenamiento territorial, y fundamentalmente la falta de un plan integral de manejo de la vegetación, ha llevado a una espiral de incendios cada vez más

---

<sup>1</sup> Definida aquí como “las interacciones y acuerdos entre gobernantes y gobernados, para generar oportunidades y solucionar los problemas de los ciudadanos, y para construir las instituciones y normas necesarias para generar esos cambios”.



catastróficos y con más daños en propiedades y perjuicios a personas. El objetivo final de este documento es aportar a la gobernanza, los medios, y la ciudadanía en general, los elementos científicos clave para poder cambiar, adecuar y reemplazar las políticas reactivas de supresión y combate de los incendios llevadas a cabo hasta ahora por otras que, basadas en el conocimiento científico, tiendan disminuir el impacto de los incendios en esta IUR, garantizando por una lado la sustentabilidad de los ecosistemas y concientizando a la sociedad sobre las acciones y medidas necesarias para desarrollar una interfaz habitable y por sobre todas las cosas, segura. Para ello es también crucial que estas medidas y acciones puedan ser comunicadas eficazmente, comprendidas, y adoptadas por todos los estamentos de la sociedad. Si así lo hacemos, podremos atenuar y reencauzar este drama socio-ecológico que afecta negativamente muchos ecosistemas vegetales y compromete el futuro de la expansión urbana tanto en la IUR analizada como en muchas esparcidas y en crecimiento tanto en Argentina como en el mundo entero.

### **Definiciones y precisiones sobre lo que entendemos por Interfaz (o interfase) urbano-rural (IUR)**

Por definición, la interfaz urbano rural, IUR o WUI en idioma Inglés, es el área de transición entre tierras con vegetación que están desocupadas y tierras con desarrollo urbano (USDA and USDI 2001). Estas zonas de IUR son foco de problemas humano-ambientales (Johnson 2001; Radeloff *et al.* 2005, 2018), incluyendo los relacionados con los incendios (Alavalapati *et al.* 2005), la fragmentación del hábitat (Theobald *et al.* 1997), la pérdida de la biodiversidad (McKinney 2006) y las disputas territoriales. Distintos enfoques y metodologías han sido desarrollados para estudiar e interpretar los numerosos procesos que ocurren en las IUR alrededor del mundo (Radeloff *et al.* 2005; Caballero 2008; Beverly *et al.* 2010; Lampin Maillot *et al.* 2010; Galiana Martín 2012). En los EEUU, para crear mapas con el fin de guiar estratégicamente la planificación relacionada con los incendios de áreas naturales, el Registro Federal (USDA y USDI 2001), propuso una distinción dentro de las IUR que se denominan como “áreas de intermix” y “áreas de interfaz”. Las áreas de intermix están definidas como aquellas ocupadas por al menos 6 casas por cada 100 ha (6,17 casas/km<sup>2</sup>) entremezcladas con vegetación, mientras que las de interfaz son áreas desarrolladas cerca de la vegetación o que limitan con ésta. Basados en esta definición, Radeloff *et al.* (2005) establecieron que el intermix está cubierto de al menos un 50% vegetación silvestre. La interfaz de IUR, en cambio, está representada por aquellas áreas que cuentan con al menos 6 casas por cada 100 ha (6,17 casas por km<sup>2</sup>), que contienen menos de 50 % de cobertura vegetal, pero que están hasta 2,4 km de distancia de lugares fuertemente cubiertos con vegetación (más del 75% de cobertura vegetal), y con superficies mayores a 500 ha (5 km<sup>2</sup>). La *California Fire Alliance* (2001), estableció esa distancia de 2,4 km para las áreas de interfaz basándose en cuán lejos puede volar una pavesa<sup>2</sup> desde un frente de fuego. La estabilidad y robustez de esta metodología fue demostrada por Steward *et al.* (2007), y fue más tarde utilizada para mapear la IUR de EE.UU. (Martinuzzi *et al.* 2015), y también una IUR localizada en una zona montañosa de Córdoba en el centro de Argentina (Argañaraz *et al.* 2017). La presencia de casas en algunas IUR propensas al fuego puede estar relacionada con la frecuencia de igniciones de fuego (Chas Amil *et al.* 2013, Radeloff *et al.* 2018), porque una de las causas de ocurrencia de fuego son igniciones por parte de gente que habita casas en la IUR (Bond y van Wilgen 1996; Syphard *et al.* 2009; Bowman *et al.* 2011; Moreira *et al.* 2011). Las igniciones

---

<sup>2</sup> Las pavesas son definidas como una parte muy pequeña y ligera de materia (i.e. pequeñas ramitas, chispas) que se desprenden de un cuerpo en combustión (ramas de un árbol encendido), y que se trasladan de un lugar a otro llevadas por el viento y la convección, favoreciendo la propagación de fuego a grandes distancias (hasta aprox. 2,4 km) del frente de fuego.



tienden a ser más frecuentes en densidades de población medias (Mundo *et al.* 2013), porque es típico que el combustible vegetal falte en áreas con poblaciones muy densas (Syphard *et al.* 2009). Sin embargo, en áreas muy despobladas, son los rayos y no las personas, la causa principal de las igniciones de los incendios (Defossé *et al.* 2006). Uno de los problemas del incremento de las igniciones en la IUR es consecuencia de la política aplicada en todo el mundo de la exclusión del fuego. Donde las vidas humanas y las casas están en riesgo, los gestores no tienen elección salvo combatir el fuego. La combinación y las políticas de exclusión y la creciente urbanización ha resultado en uno de los más grandes cambios en los regímenes de fuego, como es el caso del territorio de los EE.UU. (Morgan *et al.* 2001). Estos dos factores (políticas de exclusión y creciente urbanización) han alterado la cantidad de igniciones y aumentando la disponibilidad de combustibles (Hawbaker *et al.* 2013). Este círculo vicioso ocurre en muchas partes del mundo en zonas de IUR propensas al fuego, en donde largos períodos de sequía (algunas veces exacerbados por el proceso de calentamiento global) predisponen a la vegetación para que se quemem rápidamente dada una fuente de ignición. Ejemplos de estas áreas pueden ser encontradas en el oeste de Norte América (Swetnam *et al.* 2016; Radeloff *et al.* 2018), Australia (McAneney *et al.* 2009; Collins *et al.* 2015), Chile (Castillo Soto and Alvear 2012; Reszka and Fuentes 2015), y en Portugal (Gómez González *et al.* 2018), sur de Francia e Italia, España y Grecia en Europa (San-Miguel-Ayán *et al.* 2013). La región del oeste de la Patagonia central en Argentina no es una excepción.

La política de exclusión del fuego fue introducida en Patagonia en los años 40 del siglo pasado con la creación de varios parques nacionales (Tortorelli 1947). El refuerzo de esta política permitió la acumulación de biomasa muerta sin precedentes (Veblen y Lorenz 1988; Kitzberger and Veblen 1999), modificando el régimen natural del fuego y generando incendios más severos en caso de ocurrencia (Veblen *et al.* 1999; Veblen and Kitzberger 2002; Ghermandi *et al.* 2016). Los efectos de sequía atribuidas al cambio climático también deben haber acentuado este factor. Datos climáticos desde 1961 hasta 2016 para la región de estudio mostraron una tendencia constante en el aumento de temperaturas (2°C durante el verano, de 1 a 1,58°C durante el otoño y 0,58°C durante el invierno y la primavera) y una disminución de la precipitación media anual. Esta disminución ha sido especialmente notable durante el verano, otoño e invierno, y ha permanecido estable durante la primavera (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) 2015; Servicio Meteorológico Nacional (SMN) 2019). Modelos de predicción para la región indican que esta tendencia puede continuar en el futuro, favoreciendo la frecuencia y la severidad de los incendios. No obstante, aunque la acumulación del combustible debido a las políticas de exclusión del fuego es todavía una de las principales causas de la iniciación del fuego y la subsecuente propagación, el patrón estacional de la ocurrencia de fuegos naturales ha permanecido sin cambios. De esta manera, la combinación de estos factores bióticos y climáticos, acoplados con nuevos asentamientos humanos, podría ayudar a explicar el aumento de igniciones de fuego en la IUR en expansión alrededor de los pueblos en la región centro-oeste de la Patagonia (Mermoz *et al.* 2005; Veblen *et al.* 2008; de Torres Curth *et al.* 2012; Defossé *et al.* 2015).

Esto muestra que los problemas relacionados a los fuegos en la IUR, como así también otros problemas ambientales que están concentrados en ella (Bar-Massada *et al.* 2013), tienen probabilidades de incrementarse en el futuro, pues estas IURs están creciendo no sólo en Patagonia sino en muchas partes del mundo (Theobald and Romme 2007; Lampin-Maillet *et al.* 2010; Galiana Martín 2012). Por ejemplo, en el territorio de los EE.UU., el número de casas en la IUR creció de 30,8 a 43,4 millones entre 1990 y 2010,



representando un 41% de crecimiento, y la superficie de la IUR creció de 581.000 a 770.000 km<sup>2</sup> en el mismo período, que es equivalente al 33% de crecimiento. Sin embargo, mientras que la expansión de la IUR está muy bien documentada en países desarrollados, (Lampin *et al.* 2006; Stewart *et al.* 2007; Catry *et al.* 2010; Galiana Martín 2012; Martinuzzi *et al.* 2015), se conoce mucho menos sobre la extensión y crecimiento de la IUR en países en desarrollo. En Sudamérica, algunos estudios de caso sugieren que la IUR también es prevalente en algunas regiones de Córdoba (Argañaraz *et al.* 2015, 2017) y Patagonia (de Torres Curth *et al.* 2012) en Argentina, en Chile (Castillo Soto 2015; Reszka and Fuentes 2015), Bolivia (McDaniel *et al.* 2005) y Brasil (Pivello 2011; Ferreira-Leite *et al.* 2015). En lo que respecta al crecimiento de la IUR, el patrón en los países desarrollados es que la IUR tiende a ser más fuerte en ambas franjas de áreas urbanas y metropolitanas, pero también en lugares que son ricos en atractivos naturales y convocan a la gente a instalarse (Stetler *et al.* 2010; Gill *et al.* 2015).

En Argentina, una región que ejemplifica el rápido crecimiento en el número de casas y problemas importantes con los incendios y que es objeto de este estudio de caso está localizada al Este de los Andes, en la Patagonia central. La misma se ubica desde el Norte hacia el Sur, desde aproximadamente los paralelos de 38° a 43° de latitud Sur, y entre el meridiano de 70° al Este y los grandes picos montañosos de la cordillera de los Andes hacia el Oeste, que marcan el límite con Chile. En esta región se encuentran todas las localidades Andino-Patagónicas que van desde Huinganco en el norte de Neuquén y llegando hasta Corcovado al sur en Chubut (Figura 1). Esto engloba un territorio de una maravillosa belleza natural debido a proximidad de las montañas, grandes lagos de origen glacial, bosques templados con múltiples especies, y algunos parques nacionales, provinciales y municipales con paisajes magníficos (Beccaceci 1998).

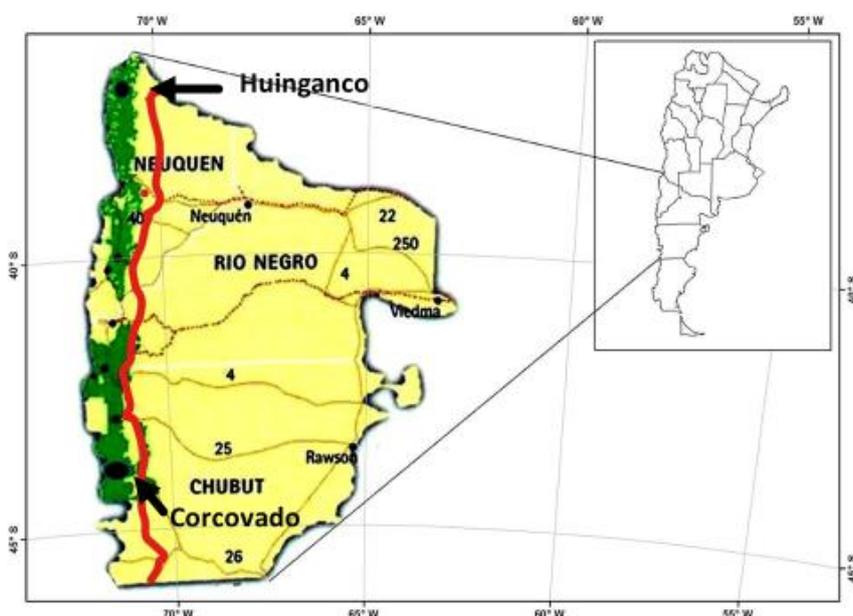


Figura 1. El ecotono bosque-estepa del centro de la Patagonia está situado entre el límite con la República de Chile al oeste y la ruta Nacional Nro. 40 (en rojo) hacia el este. En esta angosta faja se ubican las principales ciudades de la pre-cordillera patagónica (puntos negros). Todas se han desarrollado y continúan creciendo en sus áreas de interfaz urbano-rural. Huinganco al norte y Corcovado al sur han sido definidos como los límites norte sur de este Ecotono.



Aquí, al pie de los Andes, ha tenido lugar un crecimiento constante del número de personas y edificaciones en áreas propensas al fuego, como viviendas permanentes y/o como segundas casas para actividades recreativas (Veblen *et al.* 2008; Defossé *et al.* 2015). En efecto, el número promedio de casas y personas en esta región está creciendo a tasas dos a tres veces más rápido que en el resto de la Argentina (INDEC 2016). Este crecimiento puede ser explicado, en parte, porque la gente busca mejores oportunidades económicas (Ghermandi *et al.* 2016), y para mejorar su calidad de vida en una región rodeada de la belleza natural de parques nacionales y provinciales. Desafortunadamente, la incidencia de incendios es alta en esta región. Esto es en parte debido a su clima mediterráneo, el cual se caracteriza por la humedad relativa baja, vientos intensos especialmente durante el verano (Defossé 1995) y baja disponibilidad de agua en el suelo a partir de la primavera tardía (octubre) hasta principios del otoño (abril). Bajo estas condiciones ambientales, toda la vegetación está predispuesta a quemarse, y dada una fuente de ignición, pueden ocurrir incendios de diferente magnitud (Dentoni *et al.* 2001; Defossé *et al.* 2011; Godoy *et al.* 2013). En efecto, fuegos catastróficos recientes han ocurrido en la región andino patagónica durante años calurosos y secos entre 1999 y 2016, quemando 236.007 ha de áreas naturales y de IUR (Dentoni *et al.* 1999; SAyDS 2003, 2004, 2005, 2006, 2011, 2012, 2013; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) 2015). A estos hay que agregarles los recientemente ocurridos en Esquel (2020) y muy recientemente (marzo de 2021) en la zona donde precisamente se realizó este estudio publicado en 2019.

Las similitudes en los regímenes de fuego y en el desarrollo de la IUR entre la zona central de los Andes Patagónicos y en algunas regiones de oeste de los EEUU, son notables. En cuanto a los incendios, estas similitudes están representadas, por ejemplo, en el paralelo que hay en la historia del fuego en las montañas del Colorado Front Range y el noroeste de la Patagonia (Veblen y Kitzberger 2002), y la sincronía interhemisférica de incendios forestales y la influencia de la corriente de El Niño Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés) en ambas regiones (Kitzberger *et al.* 2001). Por otro lado, y en relación al desarrollo y crecimiento de la IUR, la región centro noroeste en Patagonia (Mermoz *et al.* 2005; Veblen *et al.* 2008; de Torres Curth *et al.* 2012) está experimentando una tendencia expansiva similar a la que Hammer *et al.* (2007) describió para California, Oregón y Washington en EEUU. Quizás una sutil diferencia es que, en Patagonia, una mayor proporción de igniciones son atribuidas a incendiarios en comparación con las ocurridas en el Oeste de EE.UU. Otra gran diferencia es que la información científica que trata sobre el modo sobre como las áreas de IUR se están expandiendo y como son afectadas por el fuego, es todavía algo escasa para numerosas áreas en el noroeste de la Patagonia en comparación con áreas similares del Oeste de los EEUU.

En el presente estudio, examinamos la IUR y su crecimiento en un área particular que rodea a los alrededores de El Bolsón, localizada dentro de una región propensa al fuego en el centro noroeste de la Patagonia en Argentina, que ha tenido un crecimiento en el número de casas en lugares con atractivos naturales en las décadas recientes. Nuestros objetivos fueron: (i) determinar la IUR actual; (ii) cuantificar el crecimiento reciente de la IUR; y (iii) analizar las relaciones entre la IUR, igniciones de fuego y áreas quemadas.



## Área de estudio

El área de estudio cubrió 337.000 ha alrededor de la ciudad de El Bolsón, una de las regiones más pobladas de la región patagónica central en el Sur de los Andes en Argentina. La misma se extiende desde el límite de Argentina con Chile en el Oeste (2316 m de altitud en el Cerro Aguja), hacia altitudes más bajas en la estepa patagónica en el Este (240 m), e incluye parte de dos provincias: Río Negro al Norte y Chubut al Sur. Además de la ciudad de El Bolsón, (422 msnm), hay también otras localidades pequeñas que son Lago Puelo, El Hoyo y Epuyén (Fig. 2A). El clima del área de estudio, como para toda la región, es del tipo mediterráneo, con la mayor parte de la precipitación cayendo durante los meses de invierno (desde junio hasta septiembre), seguido de un período de sequía que va desde la primavera temprana en octubre, hasta fines del verano (marzo-abril). La precipitación anual es baja en la estepa (400-600 mm), moderada en altitudes medias (600-900 mm) y más alta en el bosque andino y hasta *timberline* (1500 a 3000 mm) (Defossé et al. 2015). Los tipos de vegetación también cambian rápidamente a lo largo de la altitud en función de este gradiente de precipitación este-oeste (Veblen y Lorenz 1998). La mayor parte del área analizada está cubierta por bosques mixtos dominados por *Nothofagus antarctica* (G. Forst) Oesrt. y *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Florin et Boutleje, como así también por arbustos y gramíneas que son típicos del ecotono bosque-estepa y del Distrito Occidental de la estepa patagónica (Defossé et al. 2015). En el pasado y durante los años 90 del siglo anterior, las actividades económicas más importantes basadas en los recursos naturales eran la producción de madera y la ganadería extensiva. A partir de ese momento esas actividades han ido declinando paulatinamente debido al agotamiento y sobre-explotación de los recursos (Defossé et al. 2015). Estos valles, en cambio, en conjunto con una concentración en la mayoría de los centros urbanos, están siendo utilizados con agricultura intensiva como la producción de lúpulo, fruta fina, plantas aromáticas, vegetales orgánicos de alta calidad, productos lácteos, criaderos de truchas, y fábricas de dulces, etc. Sin embargo, a pesar de que estas actividades mueven parte de la economía regional, el empleo principal de la región es público, en la administración del gobierno, seguido por actividades turísticas y de ocio. Otro aspecto importante fue la tasa de construcción de viviendas dentro de la IUR que comprende el área de estudio. Muchas de esas viviendas fueron construidas por familias provenientes de grandes ciudades atraídas por la belleza del paisaje, los precios relativamente bajos de la tierra comparados con otros lugares y quizás una política de *laissez-faire* basada en la flexibilidad (en algunos casos la ausencia) de códigos de planeamiento urbanos. Esta flexibilidad (la de permitir a la gente hacer prácticamente lo que quieran en sus tierras), ha sido frecuentemente una fuente de conflictos entre los diferentes grupos sociales que habitan en el área de estudio. A pesar que la mayor parte de la tierra es de propiedad privada, existen diferencias en los derechos de tenencia entre los propietarios. Hay un gran parque nacional (Parque Nacional Lago Puelo, 27.674 ha de superficie) en el sudoeste del área de estudio. (Fig. 2A).

Los incendios (ya sean naturales o causados por el hombre), junto con el sobrepastoreo, el cambio de uso de la tierra, y más recientemente el crecimiento y desarrollo de la IUR, son actualmente los mayores problemas ambientales en todo el Oeste de la Patagonia. Los fuegos naturales ocurren en la región durante el período de sequía, y se profundizan en el verano tardío entre febrero y marzo. Desde épocas antiguas hasta el día de hoy, los fuegos han colaborado en modelar la estructura y el funcionamiento de la vegetación en Patagonia (Kitzberger et al. 1997; Ghermandi 2006; Defossé et al. 2015). En una escala de



tiempo de milenios, distintos estudios han demostrado que hay evidencias de carbón sedimentario de incendios pasados a lo largo de todos los tipos de ecosistemas Andino Patagónicos desde el Holoceno entre los paralelos 41° a 42°30' de latitud Sur, que incluye nuestra área de estudio (Goldammer *et al.* 1996; Kitzberger *et al.* 2005; Whitlock *et al.* 2006). A principios del siglo XX, Willis (1914) y Rothkugel (1916) reportaron 52.000 y 692.000 ha respectivamente (37% del área boscosa) como recientemente quemada. Más tarde Tortorelli (1947) informó sobre 275.000 ha de bosque quemado en el período 1943-44 en esta región, incluyendo nuestra área de estudio. Datos de anillos de árboles tomados en la misma región documentan claramente años sincrónicos y de propagación de incendios durante el siglo XIX antes del establecimiento permanente de los europeos (Kitzberger *et al.* 1997; Veblen *et al.* 1999; Veblen *et al.* 2008; Defossé *et al.* 2015). Esta evidencia, sumada al hecho de que la IUR está aumentando en la región y que el número de fuegos se incrementó en la misma en comparación con el área que no es de IUR en un área vecina de la misma región (Mermoz *et al.* 2005; Veblen *et al.* 2008), indican claramente que los incendios y el crecimiento de la IUR son grandes problemas en el noroeste de la Patagonia. A pesar de que el 93% de las igniciones en el área fueron reportadas como iniciadas por personas (por negligencia, actividades recreativas u otras causas, Rodríguez (2000), fuegos iniciados por rayos son comunes en el oeste de la Patagonia, tanto en la región ecotonal como en altas elevaciones en la cordillera de los Andes (Veblen and Lorenz 1987; Goldammer *et al.* 1996; Defossé *et al.* 2006; Veblen *et al.* 2008, Defossé et al 2015, Nicora, com. pers). Es importante considerar, en este contexto, que las estadísticas solo revelan puntos de ignición y no incendios, y que la investigación de causas es todavía una asignatura pendiente por la falta de profesionales entrenados en este tema. En algunos casos, los rayos han generado fuegos de comportamiento extremo, especialmente cuando éstos tuvieron lugar en sitios remotos y silvestres durante el verano tardío, cuando prevalecen condiciones severas de sequía y su acceso por lejanía dificulta el llevar a cabo el ataque inicial (Dentoni *et al.* 1999; Roveta *et al.* 2015).

El régimen de fuegos histórico en la región varía de acuerdo a las características de la vegetación encontradas en el gradiente ambiental (Kitzberger *et al.* 1997). En general, la frecuencia de fuegos es alta (de 4-5 a 7 años) y la severidad baja en sitios de baja altitud como en el ecotono entre el bosque y la estepa, y disminuye gradualmente la frecuencia (50 años) y aumenta en severidad a medida que se sube hacia el bosque andino (Kitzberger *et al.* 1997; Veblen *et al.* 2008). Evidencias de grandes eventos de fuego fueron reportados cerca de Bariloche en el verano de 1913-14 (Rothkugel 1916), y otros fuegos antes de éste (Willis 1914), ya que mapas de principios de los 1900 los muestran como áreas quemadas. En forma similar, Tortorelli (1947) mapeó áreas quemadas cerca de nuestra área de estudio en enero y febrero de 1944. El momento de ocurrencia de estos grandes incendios está muchas veces relacionado con la floración y la subsecuente muerte de la especie nativa *Chusquea culeou* E. Desv., una caña bambúcea muy inflamable (Bianchi and Defossé 2015). En nuestra área de estudio particularmente, hay registros que muestran que esos incendios ocurrieron durante las temporadas de verano de 1960, 1963, 1979, 1987, 1998, 2004, 2011, 2012 (Strobl y Zacconi 2012), y también en 2015; Los ocurridos hasta 2004 quemaron mayoritariamente áreas silvestres sin poblar.

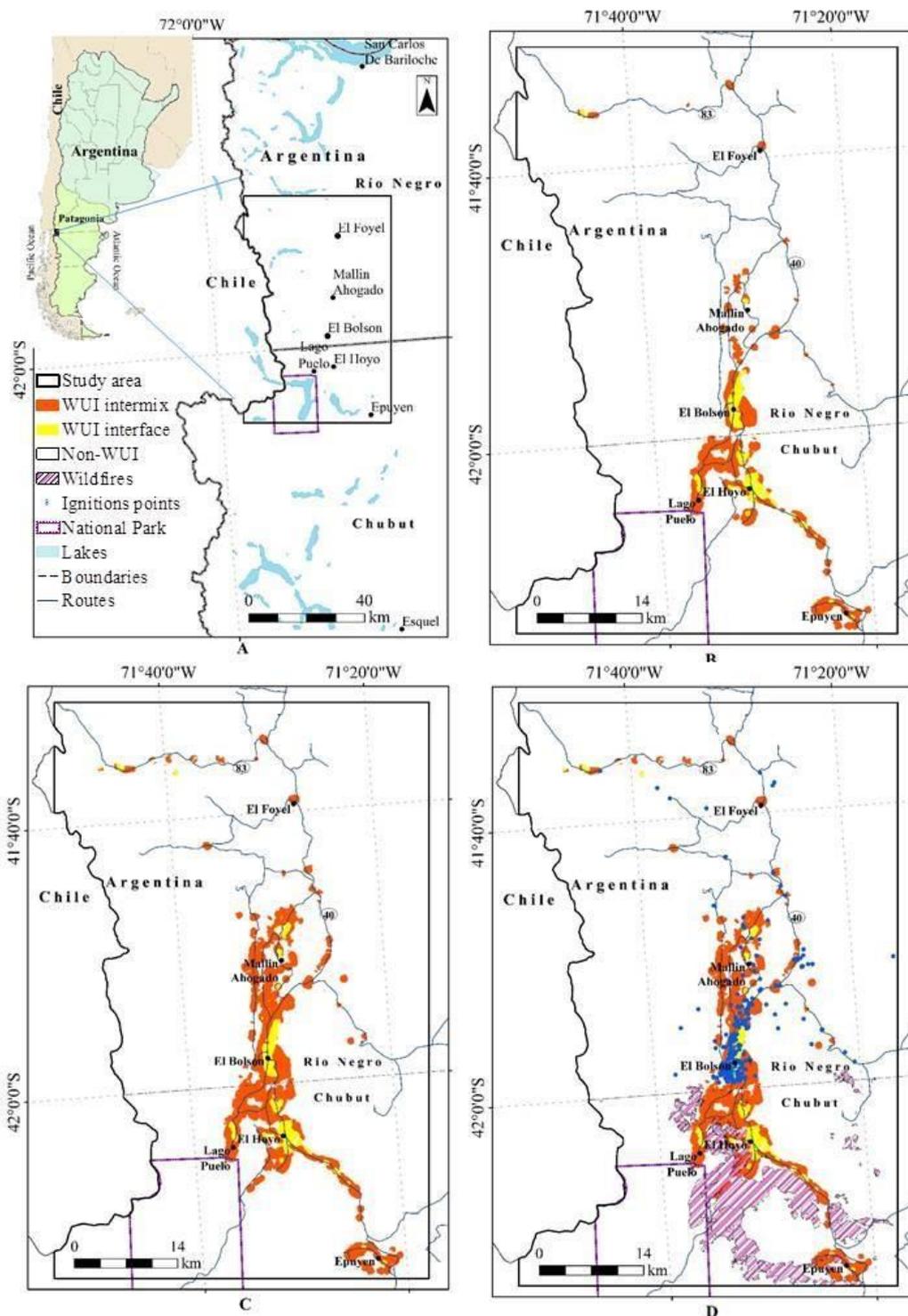


Figura 2. A) Localización del área de estudio en la parte oeste de las provincias de Río Negro y Chubut en Argentina B) IUR en 1981-82; C) IUR en 2016; D) puntos de ignición y superficie cubierta por los incendios entre 2010 y 2015, superpuesta con la presente IUR. WUI (wildland urban interface) significa IUR por sus siglas en inglés.



Los fuegos de 2011 y 2012, en contraste, quemaron 1.300 y 4.300 ha respectivamente, y ocurrieron en áreas de IUR. Ambos incendios presentaron comportamiento extremo, y el del 2012 destruyó 16 casas, mientras que no se registró ninguna pérdida humana. El último gran incendio que registramos en este trabajo ocurrió en 2015 y quemó 39.994 ha, la mayoría en áreas silvestres. No hemos considerado entonces el reciente incendio de marzo de 2021, en el que hubo que lamentar víctimas y la pérdida de alrededor de 500 casas.

De acuerdo al censo de 2010 (INDEC 2016), había 29.973 habitantes y 12.657 casas en el área de estudio. Entre 2001 y 2010, la población creció un 49% en Epuyén, 36% en El Hoyo, 22% en El Bolsón y 17% en Lago Puelo. Más aún, el Instituto Nacional de Estadística y Censos INDEC, estima que en nuestra área de estudio, la población crecerá un 30% más para 2025 (INDEC 2016). Las principales razones para este crecimiento de la población son la inmigración desde otras áreas debido a mejores oportunidades económicas, el deseo de tener un segundo hogar para propósitos recreativos, abundantes atractivos naturales, y -en parte- una buena calidad de vida para los residentes (Veblen *et al.* 2008; de Torres Curth *et al.* 2012, Ghermandi *et al.* 2016 ).

## Datos y enfoque

**Objetivo 1.** Brevemente y para el objetivo 1 (mapeo de IUR actual), usamos la metodología propuesta por Radeloff *et al.* (2005). Esta metodología permite determinar y mapear la IUR actual de manera relativamente sencilla pero cuyas mediciones y datos permiten compararlos con los de otras áreas o regiones del mundo. Más aún, su métrica precisa define claramente áreas de intermix y de interface en la IUR. Este hecho permitió comparar áreas de IUR no solo con otros países (Martinuzzi *et al.* 2015), sino también con otras regiones de Argentina (Argañaraz *et al.* 2017). Otra razón para la utilización de esta metodología fueron las numerosas similitudes en el paisaje y en la densidad de población que existe en nuestra área de estudio y el oeste de los EE.UU., en la cual esta metodología demostró ser adecuada. La densidad de casas en la IUR fue determinada utilizando el enfoque de puntos, basado a su vez en la localización de casas individuales, de acuerdo a Bar-Massada *et al.* (2013). Para este propósito, utilizamos dos conjuntos de datos: (i) localización de las casas, y (ii) la cobertura de la vegetación. Digitalizamos la localización de las casas a partir de imágenes satelitales corrientes (2016) de alta resolución (15 m de resolución en promedio), como está disponible en Google Earth (ver. 7.3.2; <https://www.google.com/earth/>, con acceso el 30 de noviembre de 2016). Mientras digitalizábamos, consideramos el número de casas del censo de 2010 (INDEC 2016) como el límite inferior del número de casas en el bloque censal correspondiente. Además, en los bloques censales con muy alta densidad de casas (más de 500 casas por km<sup>2</sup>), el cual comprendió 23 bloques censales en la ciudad de El Bolsón, no digitalizamos estas construcciones. En lugar de eso le asignamos la cantidad de casas de acuerdo a los datos del censo en forma aleatoria dentro del bloque correspondiente, siguiendo a Bar-Massada *et al.* (2013) y Argañaraz *et al.* (2017). Sugerimos que este es un atajo aceptable porque la densidad de casas dentro de cualquier ventana móvil cubriendo estos bloques será siempre  $\geq 6$  casas cada 100 ha (6.17 casas . km<sup>-2</sup>), sea cual fuere la locación exacta de cada una de éstas. La cobertura de la vegetación natural fue tomada de un mapa reciente, derivado de SPOT 5 de 10 m de pixel, LANDSAT Thematic Mapper (TM y 30 m), Enhanced Thematic Mapper (ETM) e imágenes OLI (Operational Land Imager) (CIEFAP Y MADyDS 2016). Reclasificamos el mapa de



vegetación en áreas de vegetación natural y no natural siguiendo a Bar-Massada *et al.* (2013) y Martinuzzi *et al.* (2015), en donde la vegetación natural incluyó bosques, matorrales, pastizales y humedales, y la vegetación no natural incluyó tierras hortícolas, cuerpos de agua, rocas, áreas urbanas e infraestructura. Mapeamos la IUR utilizando una ventana móvil de 500 m, como lo hicieron también Bar-Massada *et al.* (2013) y Argañaraz *et al.* (2017). Las ventanas móviles en donde la densidad era lo suficientemente alta, fueron puestas a prueba para ver si la vegetación natural alcanzaba el 50% en esa ventana móvil (en tal caso el pixel central fue mapeado como intermix IUR), o si estaba lo suficientemente cerca de un área grande de vegetación natural combustible (en cuyo caso estas áreas no mapeadas hasta ahora como intermix IUR fueron mapeadas como interfaz IUR). Áreas no mapeadas como IUR (ya sea intermix o interfaz) fueron categorizadas como No-IUR. Como se hace en los tests de sensibilidad, mapeamos la IUR con un rango en el tamaño de ventanas (100, 200 hasta 1000) para ver en qué medida nuestros resultados cambiaban al cambiar el tamaño de la ventana móvil. Para cada uno de los mapas, calculamos el área de IUR y el número de edificios (casas) de la IUR.

**Objetivo 2.** Para cuantificar cambios en la IUR desde principios de los años 80 (1980) hasta 2016, analizamos mapas topográficos del Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN) para mapear casas, vegetación e IUR en 1981-82. En los mapas topográficos de 1981-82, las casas no fueron mapeadas en forma individual, sino que grupos de casas eran indicados con un símbolo. Para crear un mapa con casas en 1981-82, comenzamos con la digitalización de la localización de casas de 2016 y removimos las casas en las áreas en donde los mapas topográficos del uso de la tierra en 1981-82 indicaban que no había casas (por ej. Bosques, humedales). En las áreas en donde en 1981-82 mostraban casas, asumimos que todas las casas que fueron mapeadas en 2016 ya estaban ahí en la fecha anterior. Esto representa un enfoque conservativo, porque las áreas con casas en los mapas topográficos de 1981-82 podrían haber aumentado en número en 2016. Sin embargo, como no pudimos cuantificar los cambios en cantidad de casas que ya estaban en 1980, esta fue la forma más parsimoniosa y captó la expansión de casas en áreas naturales que era de nuestro interés. Para determinar la exactitud de nuestro método, comparamos nuestras estimaciones del total de casas en 1981-82 con el número total de casas informado en el censo oficial de 1980 (INDEC 2016). Para nuestra fuente de datos de la vegetación natural a principios de los años 80, utilizamos otra vez la cobertura de vegetación de 2016. Sugerimos que esto está justificado porque, excepto por la expansión en áreas urbanas, los cambios en las áreas naturales han sido pequeños. Por lo tanto, al utilizar los mismos datos de cobertura de vegetación, tenemos una estimación conservativa de la vegetación natural de los años 80. Calculamos los cambios en la IUR en términos de superficie (en ha y en porcentaje de cambio), y casas (cantidad y porcentaje de cambio).

**Objetivo 3.** Cuantificamos la incidencia de fuegos desde 2010 a 2015 que ocurrieron en la IUR de 2016, versus aquéllos que ocurrieron fuera de ella. Debido a que los datos no eran consistentes entre las dos provincias, utilizamos dos tipos de datos de incendios: puntos de ignición en la provincia de Río Negro (M. Bachfischer, del Servicio de Prevención y Lucha contra Incendios Forestales SPLIF, comunicación personal), y los polígonos de área quemada en cada evento en la provincia de Chubut (Subsecretaría de Bosques e Incendios de la Provincia de Chubut). Combinados, estos datos representan todos los fuegos naturales en nuestra área de estudio. Para la parte norte de nuestra área de estudio, para la cual solo los puntos de ignición estaban disponibles, calculamos la proporción de los puntos de ignición que ocurrieron



dentro y fuera la IUR de 2016 ( $n = 252$ ). La fuente de ignición (ya sea humana o natural) no fue especificada, pero las igniciones fueron siempre en la vegetación natural y registrada en el terreno usando un sistema de posicionamiento global (GPS). Para la parte sur de nuestra área de estudio, en donde los polígonos de incendios estaban disponibles, calculamos el número de polígonos que se quemaron, ya sea una parte de los mismos o su totalidad en la IUR, versus aquéllos que quemaron solamente en la No-IUR ( $n = 36$ ; superficie promedio = 50 ha). Los polígonos de áreas quemadas fueron mapeados tomando puntos de GPS en el terreno, como así también de imágenes satelitales. El tamaño mínimo de un incendio mapeado fue de 5 ha.

## Resultados

**IUR actual.** Mediante el uso de la metodología propuesta por Radeloff *et al.* (2005), mapeamos 13.101 casas en nuestra área de estudio para el año 2016. Este número es muy similar a las 13.717 casas y 33.287 personas que habitaban nuestra área de estudio en ese año, de acuerdo con las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC 2016). La extensión de la IUR fue de 21.366 ha, que equivale al 6% del total del área de estudio, aunque contuvo el 97% de todas las casas (Tabla 1). Dentro de la IUR, el área de intermix fue de aproximadamente 6 veces más grande que la de interfaz (18.000 vs 3000 ha). Por otra parte, ambas áreas de intermix e interfaz contuvieron una cantidad similar de casas (6205 para la intermix y 6452 para la interfaz, respectivamente, Tabla 1). Las áreas de IUR se concentraron a lo largo de los valles e incluyeron los centros urbanos (El Bolsón, Lago Puelo, El Hoyo y Epuyén), como así también áreas de alrededor con baja densidad de casas como en los pueblos de Mallín Ahogado y El Foyel (Fig. 2C). Todas las áreas de interfaz estaban rodeadas de áreas de intermix.

**Cambios en la IUR desde 1981–82 hasta 2016.** La IUR creció sustancialmente en nuestra área de estudio. Encontramos un incremento en el número de casas del 35%, aumentando desde 9705 en 1982 a 13.101 en 2016 (Tabla 1), y las otras áreas de IUR crecieron en un 75%, de 12.141 a 21.366 ha (Tabla 1).

**Tabla 1. Superficie y número de casas en el área de estudio para los períodos 1981-82 y 2016.**

Tipo de IUR	Superficie				Casas			
	1981-82		2016		1981-82		2016	
	ha	%	ha	%	Número	%	Número	%
Intermix	9.669	2,9	18.360	5,5	3.649	35,7	6.205	47,4
Interfaz	2.422	0,7	3.006	0,9	5.923	61,0	6.452	49,2
Intermix + Interfaz	12.141	3,6	21.366	6,4	9.392	96,7	12.657	96,6
No IUR	324.732	96,4	315.366	93,7	313	3,2	444	3,4
<b>Total</b>	<b>336.732</b>	<b>100,0</b>	<b>336.732</b>	<b>100,0</b>	<b>9.705</b>	<b>100,0</b>	<b>13.101</b>	<b>100,0</b>



La mayor parte del crecimiento en % de la IUR ocurrió en forma de intermix (8.660 de un total de 9.224 ha de área de IUR nueva, Tabla 2). La nueva IUR creció especialmente rápido al norte de El Bolsón, al sur de El Hoyo y este de Lago Puelo y en los alrededores de Mallín Ahogado y El Foyel. El crecimiento de la interfaz de la IUR fue bastante menor, pero ocurrió a lo largo del río Manso y de la ruta provincial 83 en el norte del área de estudio (Fig. 2, B y C). Aunque para la mayor parte, los patrones y la localización de la IUR de 1981-82 fueron similares a las de 2016.

**Tabla 2. Incremento en la IUR en superficie y número de casas entre 1981-82 y 2016.** Ambos tipos de IUR (intermix + interfaz) crecieron un 76% en 35 años.

Tipo de IUR	Superficie		Casas	
	ha	%	Número	%
IUR intermix	8.660	89	2.736	79
IUR interfaz	554	23	529	9
Diferencia total en IUR	9.224	76	131	42

Eso indica que no sólo creció significativamente el área de intermix en relación a la interfaz durante ese período (en un 89%) sino también que en ese mismo período, el crecimiento de las viviendas en la intermix IUR prácticamente se octuplicó en relación a las viviendas construidas en la interfaz. Esto ha tenido, tiene y tendrá un enorme efecto sobre la incidencia de los incendios en el área de estudios.

**Incidencia de los incendios en la IUR.** Los resultados muestran que durante el período de 2010 hasta 2015, la gran mayoría de los incendios naturales se concentraron en la IUR, tanto en términos de puntos de ignición como en área quemada. De los 252 puntos de ignición en la mitad norte del área de estudio, el 77% ocurrieron dentro de la IUR (Tabla 3, Fig. 2D), y la mayoría de ellos fueron en la intermix de la IUR (140 puntos) y algunos en la interfaz de la IUR (53 puntos). En forma similar, de los 36 incendios que se registraron en la parte sur del área de estudio, 46% de éstos quemaron parcialmente la IUR (Tabla 3, Fig. 1D). El total del área quemada fue de 12.600 ha para la porción sur del área de estudio, de las cuales 980 ha (7,8%) estaba en la IUR.

**Tabla 3. Puntos de ignición e incendios en el área de estudio.**

Tipo de IUR	Puntos de ignición en Río Negro		Incendios en Chubut
	Número	(%)	Área quemada (ha)
IUR intermix	140	56	982
IUR interfaz	53	21	----
No-IUR	59	53	11.594
Total	252	100	12.576



## Discusión

En este trabajo mapeamos la IUR y su crecimiento reciente en un área propensa al fuego, y que está creciendo rápidamente en el centro oeste de la Patagonia. Encontramos que a pesar que la IUR representa solo una parte relativamente pequeña del área de estudio (6,4%), ésta contuvo el 97% de todas las casas que se encontraron presentes en 2016, y que ambas, el área de IUR y la cantidad de casas crecieron rápidamente desde 1981-82. Los mapas proporcionaron información donde las casas y la vegetación natural coincidieron, y es parte del recurso informativo que los planificadores deberían reunir para desarrollar planes de manejo del fuego y del combustible, planificación urbana y de caminos, y también actividades de concientización en la comunidad. Dado que ambos tipos de IUR – intermix e interfaz- se encuentran en áreas propensas al fuego, el área de IUR determinada debería ser considerada como un área de riesgo de incendios. Estos hallazgos son de considerable importancia en lo que respecta a los incendios, que son naturales aquí, ya que encontramos que la mayoría de las igniciones y el área quemada estaban al menos parcialmente en la IUR. Más ampliamente, nuestros resultados demuestran que las áreas que son ricas en atractivos naturales y también propensas al fuego –y nuestra área de estudio es ciertamente de ese tipo de áreas- son susceptibles a todos los problemas relacionados a la IUR en el mundo desarrollado como en EE.UU., como lo estableció Paveglio *et al.* (2015). Efectivamente, el 97% de todas las casas que están en la IUR excedieron por mucho lo que se ha reportado en otras áreas de estudio. En Sierras Chicas de Córdoba, Argentina, el 52% de las edificaciones se encontraron en la IUR (Argañaraz *et al.* 2017). En el territorio de los EE.UU., 33% de las casas están localizadas en la IUR, a pesar que ésta varía dependiendo de la región. En grandes áreas sin habitar de las montañas Rocosas en Wyoming, que se asemeja a la Patagonia, 82% de las casas están en áreas de IUR (Martinuzzi *et al.* 2015). El hecho de que hayamos elegido la definición analítica del USDA y USDI (2001) para determinar nuestra IUR fue porque en Patagonia, la distribución de las casas y su densidad se asemeja en general a como es en los EE.UU., y no como en Europa, en donde la densidad de casas es más alta y la IUR está más cerca a áreas silvestres y homogéneamente sobrepoblada. Además, en Europa no hay un marco de trabajo legal en común para definir áreas de IUR, ya sea para manejo de riesgo del fuego o para la planificación del espacio (Modugno *et al.* 2016).

## IUR Actual

La IUR en nuestro estudio se localizó alrededor de las ciudades y pueblos nuevos en expansión, como así también a lo largo de los caminos que conectan las ciudades en nuestra área de estudio con otras localidades importantes en Patagonia. Estas ciudades son Bariloche (129 km hacia el Norte) y Esquel (150 km hacia el Sur); esta localización coincide con áreas de IUR en Europa, que están alrededor de ciertas regiones suburbanas y turísticas (Lampin-Maillet *et al.* 2011; Modugno *et al.* 2016). Nuestra área de estudio es un destino turístico con numerosos hoteles y resorts en las ciudades y alrededor de ellas, lo cual es una de las razones del incremento del número de personas que viven en esta IUR, tal como ocurre en comunidades de IUR en el oeste de EE.UU. (Paveglio *et al.* 2015). A pesar de que la IUR representada fue sólo el 6,4% del área de estudio, contuvo 15 de los incendios (42%) y 193 puntos de ignición (77%), que ocurrieron entre 2010 y 2015. Entre éstos la mayoría ocurrió en el intermix de la IUR, lo cual es consistente con estudios realizados en otros lugares en donde se observó mayor actividad de fuego en el intermix que



en la interfaz y en la No-IUR (Argañaraz *et al.* 2017), o en donde la densidad de casas fue más baja en la IUR (Lampin-Maillet *et al.* 2010, 2011). La menor actividad del fuego registrado en la interfaz de la IUR es probablemente porque tiene menos cantidad de vegetación natural (Lampin-Maillet *et al.* 2011), un sistema de detección temprana y una mejor accesibilidad para los combatientes forestales (Bar-Massada *et al.* 2009). Las mejores respuestas de éstos últimos y la concientización de las comunidades “fire-wise” (con sabiduría del fuego) también reducen el impacto de incendios en las áreas de IUR (Kramer *et al.* 2018). Sin embargo, la baja actividad del fuego en áreas de No-IUR es debido a la ausencia de gente, dado que las personas son responsables de la mayoría de las igniciones (Parisien *et al.* 2016), como ocurre también en el Oeste de EE.UU. (Balch *et al.* 2017). Esta preponderancia de igniciones en la intermix de la IUR sugiere una concentración estratégica de la supresión y control en estas áreas para limitar la incidencia de los incendios naturales en el futuro, como en las tierras del Servicio Forestal de los EE.UU. (Stephens 2005). En nuestro mapa de IUR, la metodología utilizada (imágenes de Google Earth) nos permitió visualizar, contabilizar y digitalizar cada una de las casas en su localización. La contabilización directa minimizó errores espaciales y ha sido previamente utilizada en estudios similares por Bar-Massada *et al.* (2013) y por Argañaraz *et al.* (2017). Sin embargo, errores menores podrían haberse cometido cuando las casas están escondidas debajo del canopy de los árboles (por oclusión, resultando en menos casas contadas) o por confundir establos o galpones con casas (incrementando el conteo). En nuestro estudio el número de casas estimado y reportado por el INDEC fueron similares (13.101 casas contadas en nuestro estudio utilizando las imágenes de Google Earth, y 13.717 viviendas reportados por el INDEC). Estos números nos permiten inferir que los errores espaciales son mínimos y que la metodología utilizada fue exitosa en la detección de casas y no afectó los resultados generales de la determinación de la IUR.

### Cambios en la IUR entre 1982 y 2016

El área de IUR en 2016 fue 9225 ha más grande que la IUR en 1981-82, y 89% de la IUR nueva fue intermix. Sin embargo, este hallazgo puede ser parte del hecho que las cartas topográficas en 1981-82 podrían no contener la suficiente información para mapear aumentos en el número de casas que en aquel momento ya estaban construidas. De este modo, nuestros análisis de los cambios se enfocaron en casas nuevas en áreas que estaban habitadas en 1981-82 y así es que no es sorprendente que el intermix creció en superficie y lo hizo a una tasa 8 veces más alta que el de la interfaz de la IUR. Esta tendencia en esta zona desde los finales de los años 90 (1990) al presente demuestra que la tasa de casas construidas en el intermix permaneció más alta que el de la interfaz. Una pequeña parte de la expansión del intermix fue hecha a expensas de sacrificar tierras agrícolas, ya que la mayor parte de esta expansión de la IUR fue hecha ocupando áreas naturales con vegetación nativa, no agrícolas (las de mayor preferencia por los nuevos constructores y desarrolladores). Concomitantemente, es muy probable que la interfaz haya crecido en términos del número de casas y personas en la IUR a medida que las áreas de interfaz se volvieran más densamente pobladas. Efectivamente, patrones similares de crecimiento y expansión de la IUR han ocurrido en EE.UU. (Hammer *et al.* 2007; Radeloff *et al.* 2018), en Europa (Lampin Maillet *et al.* 2009), en las Sierras Chicas de la provincia Córdoba en Argentina (Argañaraz *et al.* 2017) y en otras regiones del mundo (Bar-Massada *et al.* 2014). También encontramos que el número de casas en la IUR ha estado creciendo rápidamente en nuestra área de estudio desde los años 80 hasta 2016 (ver diferencias en la Fig. 1B y C, y Tabla 2), y en las partes norte y sur, también el área de estudio ha crecido



rápidamente en población (INDEC 2016). Trevelin, por ejemplo, un pequeño pueblo situado 170 km al sur del área de estudio, aumentó su población en un 20% entre 2000 y 2010, y San Martín de los Andes, situado a 350 km al norte, creció un 17% en población durante el mismo período. La diferencia en crecimiento entre las áreas de intermix e interfaz resalta la dificultad del problema del uso de la tierra y del manejo del fuego, y algo similar a eso ocurre en los estados de Washington, California y Oregón en EE.UU. (Hammer *et al.* 2007). Más aún, la proximidad de casas y vegetación crea una situación difícil para los combatientes forestales en el área silvestre, ya que éstos están entrenados a combatir incendios naturales y no incendios de estructuras edilicias. La expansión de la IUR que mostramos aquí crea conciencia sobre la importancia de los incendios de áreas naturales en el área urbana de El Bolsón y sus alrededores.

### **Incidencia de los incendios en la IUR**

Con respecto a los patrones de incendios, nosotros encontramos que el 77% de los puntos de ignición de los incendios ocurrieron en la IUR, y la mitad de ellos en el intermix. Esto sugiere que los puntos de ignición son más frecuentes en áreas donde casas y vegetación natural están presentes, de la misma manera que en Europa y los EE.UU. (Syphard *et al.* 2009; Catry *et al.* 2010; Chas-Amil *et al.* 2013). Desde el punto de vista de prevención del fuego, la concentración de igniciones en la IUR demuestra en donde deberían asignarse los esfuerzos en educación, y en donde los recursos de la lucha contra incendios son más necesarios (Liu *et al.* 2007). Las áreas quemadas que fueron analizadas afectaron mayormente las áreas de No-IUR, lo cual no es sorprendente, porque las áreas de IUR no son extensas, porque los incendios son combatidos más vigorosamente donde las casas están en riesgo, y –podría ser- porque hay menos cantidad de combustible en la IUR. Además, la detección del fuego en áreas pobladas es inmediata, permitiendo el ataque temprano por parte de los brigadistas. En otras palabras, a pesar de que las igniciones ocurren principalmente en la IUR, la supresión es también más efectiva al frenar incendios en ésta (Bar-Massada *et al.* 2009). Mirando hacia adelante, el INDEC proyecta un crecimiento de la población continuo en nuestra área de estudio, y entre 2010 y 2025, se espera que las provincias de Río Negro y Chubut crezcan en población entre el 30 y 23% respectivamente (INDEC 2016). Este crecimiento de la población causará probablemente un mayor crecimiento de la IUR, aumentando las igniciones de fuego, como también los conflictos sociales. Esto significa que ahora es el momento para que el gobierno y otras instituciones involucradas en el manejo de ecosistemas naturales y en la urbanización, planifiquen y organicen actividades que puedan reducir riesgos de incendios naturales para la gente y para los ecosistemas. Ejemplos de estas medidas que podrían ser tomadas incluyen regulaciones en el desarrollo, educación y otros programas de difusión, programas de manejo forestales y de combustibles, y requerimientos establecidos por compañías de seguro. Asimismo, existe una necesidad de mayor investigación en las interacciones entre personas y el fuego en el noroeste de la Patagonia, especialmente con respecto a la propagación y comportamiento del fuego tanto en áreas silvestres como en áreas de IUR, con su complejo mosaico de casas y combustible vegetal. Estos esfuerzos en la educación deberían ser tenidos en cuenta, ya que la mayoría de las personas que no residen en estos sitios, que llegan, se establecen y construyen allí, ignoran el riesgo de fuego al cual quedarán expuestos. Este grupo especial debería ser el objetivo en los programas de educación nuevos. En resumen, encontramos en la determinación de la IUR en el noroeste de la Patagonia que esencialmente todas las casas estaban en la



IUR, y que esta IUR está creciendo rápidamente en superficie y en cantidad de casas. También hallamos que la IUR concentra la mayoría de los puntos de ignición que se registraron. Esperamos que nuestros mapas de la IUR sean útiles para desarrollar directrices para el desarrollo y políticas públicas destinadas a crear conciencia en toda la comunidad sobre los riesgos de construir y vivir en este ambiente propenso al fuego. Los mapas también ayudarán a los gestores, desarrolladores urbanos y autoridades de las ciudades a crear códigos de construcción que, teniendo en cuenta las particularidades de cada zona, propongan medidas de prevención y mitigación (tratamientos de combustibles, rutas de escape, códigos de construcción más seguros, diseño de áreas seguras, etc.). Como tales, consideramos que este mapa es una herramienta muy valiosa para motivar la prevención y acciones de mitigación en esta IUR, y que pueden ser replicados en otras zonas de la Patagonia o cualquier otro lugar. Nuestro estudio resalta entonces la necesidad de medidas proactivas para el manejo de la cantidad de casas y crecimiento de la IUR en áreas que son abundantes en atractivos naturales pero que están localizadas en ambientes propensos al fuego.

## Referencias

- Alavalapati JRR, Carter DR, Newman DH (2005) Wildland–urban interface: challenges and opportunities. *Forest Policy and Economics* 7, 705–708. doi:10.1016/J.FORPOL.2005.03.001
- Andela, N, DC Morton, L Giglio, Y Chen, GR van der Werf, PS Kasibhatla, RS DeFries, GJ Collatz, S Hantson, S Kloster, D Bachelet, M Forrest, G Lasslop, F Li, S Mangleon, JR Melton, C Yue, JT Randerson (2017). A human-driven decline in global burned area. *Science* 356:1356-1362
- Argañaraz JP, Pizarro GG, Zak M, Bellis LM (2015) Fire regime, climate, and vegetation in the Sierras de Córdoba, Argentina. *Fire Ecology* 11, 55–73. doi:10.4996/FIRECOLOGY.1101055
- Argañaraz JP, Radeloff VC, Bar-Massada A, Gavier-Pizarro GI, Scavuzzo CM, Bellis LM (2017) Assessing wildfire exposure in the wildland-urban interface area of the mountains of central Argentina. *Journal of Environmental Sciences* 196, 499–510.
- Attwell, L, K. Kovarovic & J. R. Kendal (2015). Fire in the Plio-Pleistocene: the functions of hominin fire use, and the mechanistic, developmental and evolutionary consequences. *Journal of Anthropological Sciences* 93: 1-20. doi 10.4436/jass.93006
- Balch JK, Bradley BA, Abatzoglou JT, Cheksea Nagy R, Fusaco EJ, Mahood AL (2017) Human-started wildfires expand the fire niche across the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114, 2946–2951. doi:10.1073/PNAS.1617394114
- Bar Massada A, Radeloff VC, Stewart SI, Hawbacker TJ (2009) Wildfire risk in the wildland-urban interface: a simulation study in north-western Wisconsin. *Forest Ecology and Management* 258, 1990–1999. doi:10.1016/J.FORECO.2009.07.051



- Bar-Massada A, Stewart SI, Hammer RB, Mockrin MH, Radeloff VC (2013) Using structure locations as a basis for mapping the wildland–urban interface. *Journal of Environmental Management* 128, 540–547. doi:10.1016/J.JENVMAN.2013.06.021
- Bar-Massada A, Radeloff VC, Stewart SI (2014) Biotic and abiotic effects of human settlements in the wildland–urban interface. *Bioscience* 64, 429–437. doi:10.1093/BIOSCI/BIU039
- Beccaceci MD (1998) *Natural Patagonia: Argentina and Chile*, 1st edn. (Pangaea: Saint Paul, MN, USA)
- Beverly JL, Bothwell P, Conner CR, Herd EPK (2010) Assessing the exposure of the built environment to potential ignition sources generated from vegetative fuel. *International Journal of Wildland Fire* 19, 299–313. doi:10.1071/WF09071
- Bianchi LO, Defossé GE (2015) Live fuel moisture content and leaf ignition of forest species in Andean Patagonia, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 24, 340–348. doi:10.1071/WF13099
- Bond WJ, van Wilgen B (1996) *Fire and plants.* (Chapman & Hall: London, UK)
- Bowman DMJS, Balch Jm Artaxo P, Bond WJ, Cochrane MA, D’Antonio CM, DeFries R, Johnston FH, Keeley JE, Krawchuk MA, Kull CA, Mack M, Moritz MA, Pyne S, Roos CI, Scott AC, Sodhi NS, Swetnam TW (2011) The human dimension of fire regimes on Earth. *Journal of Biogeography* 38, 2223–2236. doi:10.1111/J.1365-2699.2011.02595.X
- Brown K. S., Marean, C. W., Herries, A. I. R., Jacobs, Z., Tribolo, C., Braun, D., Roberts, D. L., Meyers, M., Bernatchez, J. 2009. Fire as an Engineering Tool of Early Modern Humans. *Science* 325, 859-862. DOI: 10.1126/science.1175028
- Caballero D (2008) Wildland–urban interface fire risk management: WARM Project. In ‘Proceedings of the second international symposium on fire economics, planning and policy: a global view’. April 2008, Albany, CA, USA. (Ed A González-Cabán) pp. 473–483. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, General Technical Report PSW-GTR-208. (Albany, CA, USA) Available at <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-208> [Verified 1 April 2019]
- California Fire Alliance (2001) Characterizing the fire threat to wildland urban interface. (California Fire Alliance: Sacramento, CA, USA) Available at [https://frap.fire.ca.gov/projects/wui/525\\_CA\\_wui\\_analysis.pdf](https://frap.fire.ca.gov/projects/wui/525_CA_wui_analysis.pdf) [Verified 28 March 2019]
- Castillo Soto M (2015) Diagnosis of forest fires in Chile. In ‘Wildland fires: a worldwide reality’. (Eds AJ Bento Goncalves, AA Batista Vieira) pp. 211–223. (Nova Science Publishers Inc.: New York, NY, USA)
- Castillo Soto M, Alvear J (2012) Forest fires in wildland–urban interface. Analysis and proposed actions. Case study: central Chile – South America. In ‘Wildfire and community: facilitating preparedness and resilience’. (Eds C Paton, F Tedim) pp. 105–128 (Charles C. Thomas Publisher: Springfield, IL, USA). Available at [https://www.researchgate.net/publication/268686147\\_Forest\\_fires\\_in\\_wildland-urban\\_interface\\_Analysis\\_and\\_proposed\\_actions\\_Case\\_study\\_Central\\_Chile\\_-\\_South\\_](https://www.researchgate.net/publication/268686147_Forest_fires_in_wildland-urban_interface_Analysis_and_proposed_actions_Case_study_Central_Chile_-_South_)



America\_Wildfire\_and\_Community\_Facilitating\_preparedness\_and\_resilience\_Springer\_III\_hard\_ISB N\_9/stats [Verified 6 March 2019]

Catry FX, Rego FC, Silva JS, Moreira F, Camia A, Ricotta C, Conedera M (2010) Fire starts and human activities. In 'Towards integrated fire management – outcomes of the European Project Fire Pradox'. European Forest Research Report No. 23. (Eds J Sande Silva, F Rego, P Fernandes, E Rigolot) pp. 9–22 (European Forest Institute: Porvoo, Finland).

Chas-Amil ML, Touza J, García-Martínez E (2013) Forest fires in the wildland–urban interface: a spatial analysis of forest fragmentation and human impacts *Applied Geography* 43, 127–137. doi:10.1016/J.APGEOG.2013.06.010

CIEFAP and MAyDS (2016) Actualización de la clasificación de los tipos forestales y cobertura del suelo de la región bosque Andino-Patagónico. CIEFAP, Informe final. (Esquel, Argentina) Available at <http://drive.google.com/open?d=0BxfNQutfxxeaUHNcQm9IYmk5RnM> [Verified 22 December 2018]

Collins KM, Price OF, Penman TD (2015) Spatial patterns of wildfire ignitions in south-eastern Australia. *International Journal of Wildland Fire* 24, 1098–1108. doi:10.1071/WF15054

de Torres Curth MI, Biscayart C, Ghermandi L, Pfister G (2012) Wildland–urban interface fires and socioeconomic conditions: a case study of a north-western Patagonia city. *Environmental Management* 49, 876–891. doi:10.1007/S00267-012-9825-6

Defossé, GE Sagarzazu, MS, Godoy, MM (2006) Incendios por rayos en los bosques Andino-Patagónicos: estudio de caso en el Parque Nacional Los Alerces. In 'Actas de la segunda reunión Patagónica y tercera nacional sobre ecología y manejo del fuego'. 25–28 April 2006, Esquel, Chubut, Argentina. (Eds GE Defosse, MC Dentoni, OA Picco) pp. 211–216. (Andean Patagonian Research and Extension Center CIEFAP–University of Patagonia UNPSJB: Esquel, Chubut, Argentina)

Defossé GE, Loguercio G, Oddi FJ, Molina JC, Kraus PD (2011) Potential CO<sub>2</sub> emissions mitigation through forest prescribed burning: a case study in Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management* 261, 2243–2254. doi:10.1016/J.FORECO.2010.11.021

Defossé GE, Godoy MM, Bianchi LO, Lederer NS, Kunst C (2015) Fire history fire ecology and management in Argentine Patagonia: from ancient times to nowadays. In 'Current international perspectives on wildland fires, mankind and the environment'. (Eds M Alexander, B Leblon) pp. 177–210. (Nova Science Publishers: New York, NY, USA).

Dentoni MC, Defossé GE, Rodríguez NF, Muñoz MM, Colomb H (1999) Estudio de grandes incendios: el caso de la Ea. San Ramón en Bariloche, Río Negro – Patagonia Argentina. Plan Nacional de Manejo del Fuego – Andean Patagonian Research and Extension Center CIEFAP – Gemeinschaft für Technisches Zusammenarbeit GTZ: Esquel, Chubut, Argentina.



- Dentoni MC, Defossé GE, del Valle HF, Labraga JC (2001) Atmospheric and fuel conditions related to the Puerto Madryn fire of 21 January, 1994. *Journal of Meteorological Applications* 8, 361–370. doi:10.1017/S1350482701003127
- Dodge, M (1972). Forest fuel accumulation -a growing problem. *Science* 177:130-142.
- Ferreira-Leite F, Bento Goncalvez A, Vieira A, da Vinha L (2015) Megafires around the world: a literature review. In 'Wildland fires: a worldwide reality'. (Eds AJ Bento Goncalvez, AA Batista Vieira) pp. 15–33 (Nova Science Publishers Inc.: New York, NY, USA)
- Galiana Martín L (2012) Las interfaces urbano–forestales: un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 58, 205–226.
- Ghermandi L (2006) Los incendios en los pastizales del noroeste de la Patagonia. Investigaciones y aplicaciones. In 'Actas de la 2a reunión Patagónica y 3a Reunión Nacional sobre Ecología y Manejo del Fuego'. 25–28 April 2006, Esquel, Argentina. (Eds GE Defossé, MC Dentoni, OA Picco) pp. 54–64 (Andean Forest Research and Extension Center (CIEFAP) and University of Patagonia (UNPSJB): Esquel, Chubut, Argentina).
- Ghermandi L, Beletsky NA, de Torres Curth MI, Oddi FJ (2016) From leaves to landscape: a multiscale approach to assess fire hazard in wildland–urban interface areas. *Journal of Environmental Management* 183, 925–937. doi:10.1016/J.JENVMAN.2016.09.051
- Gill N, Dun O, Brennan-Horley C, Eriksen C (2015) Landscape preferences, amenity, and bushfire risk in New South Wales, Australia. *Environmental Management* 56, 738–753. doi:10.1007/S00267-015-0525-X
- Godoy MM, Defossé GE, Bianchi LO, Davel MM, Withington TE (2013) Fire-caused tree mortality in thinned Douglas-fir stands in Patagonia, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 22, 810–814. doi:10.1071/WF12107
- Godoy, M. M., S. Martinuzzi, H. A. Kramer, G. E. Defossé, J. Argañaraz, V. C. Radeloff (2019). Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 28(7):473-484. doi.org/10.1071/WF18097
- Goldammer J, Cwielong P, Rodríguez N, Goerguen J (1996) One thousand years of fire history of Andean Patagonian forests recovered from sediments of the Epuýén River, Chubut province, Argentina. In 'Biomass burning and global change. Vol. II'. (Ed. JV Levine) pp. 653–659. (The MIT Press: Cambridge, MA, USA)
- Gómez-González S, Ojeda F, Fernandes PM (2018) Portugal and Chile: longing for sustainable forestry while rising from the ashes. *Environmental Science & Policy* 81, 104–107. doi:10.1016/J.ENVSCI.2017.11.006
- Gowlett JAJ (2006) The early settlement of northern Europe: Fire history in the context of climate change and the social brain. *C R Palevol* 5:299–310



- Gowlett J A (2016). The discovery of fire by humans: a long and convoluted process. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2016 Jun 5;371(1696):20150164. doi: 10.1098/rstb.2015.0164.
- Hammer RB, Radeloff VC, Fried JS, Stewart SI (2007) Wildland–urban interface housing growth during the 1990s in California, Oregon, and Washington. *International Journal of Wildland Fire* 16, 255–265. doi:10.1071/WF05077
- Hawbaker TJ, Radeloff VC, Stewart SI, Hammer RB, Keuler NS, Clayton MK (2013) Human and biophysical influences on fire occurrence in the United States. *Ecological Applications* 23, 565–582. doi:10.1890/12-1816.1 INDEC (2016) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Available at [http://www.indec.gov.ar/censos\\_provinciales.asp?id\\_tema\\_1=2&id\\_tema\\_2=41&id\\_tema\\_3=135&p=26&d=000&t=0&s=0&c=2010](http://www.indec.gov.ar/censos_provinciales.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&p=26&d=000&t=0&s=0&c=2010) [Verified 22 December 2018]
- <https://curiosfera-historia.com/historia-bomberos-origen-evolucion/>
- [https://es.qwe.wiki/wiki/Great\\_Fire\\_of\\_1910](https://es.qwe.wiki/wiki/Great_Fire_of_1910)
- James SR (1989) Hominid use of fire in the Lower and Middle Pleistocene: A review of the evidence. *Curr Anthropol* 30:1–26.
- Johnson MP (2001) Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environment & Planning* 33, 717–735. doi:10.1068/A3327
- Kimmins, JP. (1997). *Forest ecology: A foundation for sustainable development*. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Kitzberger T, Veblen TT (1999) Fire induced changes in Northern Patagonian landscapes. *Landscape Ecology* 14, 1–15. doi:10.1023/A:1008069712826
- Kitzberger T, Veblen TT, Villalba R (1997) Climatic influences on fire regimes along a rain forest to xeric woodland gradient in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Biogeography* 24, 35–47. doi:10.1111/J.1365- 2699.1997.TB00048.X
- Kitzberger T, Swetnam TW, Veblen TT (2001) Inter-hemispheric synchrony of forest fires and the El Niño–Southern Oscillation. *Global Ecology and Biogeography* 10, 315–326. doi:10.1046/J.1466-822X.2001.00234.X
- Kitzberger T, Raffaele E, Heinemann K, Mazarino MJ (2005) Effects of fire severity in a north Patagonian subalpine forest. *Journal of Vegetation Science* 16, 5–12. doi:10.1111/J.1654-1103.2005.TB02333.X
- Kramer HA, Mockrin MH, Alexandre PM, Stewart SI, Radeloff VC (2018) Where wildfires destroy buildings in the US relative to the wildland–urban interface and national fire outreach programs. *International Journal of Wildland Fire* 27, 329–341. doi:10.1071/WF17135



- Lampin C, Jappiot M, Long M, Mansuy N, Borgniet L (2006) WUI and road networks/vegetation interfaces characterizing and mapping for forest fire risk assessment. *Forest Ecology and Management* 234, S1–40. doi:10.1016/J.FORECO.2006.08.185
- Lampin-Maillet C, Jappiot M, Long M, Morge D, Ferrier JP (2009) Characterization and mapping of dwellings types for forest fire prevention. *Computers, Environment and Urban Systems* 33, 224–232. doi:10.1016/J.COMPENVURBSYS.2008.07.003
- Lampin-Maillet C, Jappiot M, Long M, Bouillon C, Morge D, Ferrier JP (2010) Mapping wildland–urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the south of France. *Journal of Environmental Management* 91, 732–741. doi:10.1016/J.JENVMAN.2009.10.001
- Lampin-Maillet C, Long-Fournel M, Ganteaume A, Jappiot M, Ferrier JP (2011) Land-cover analysis in wildland–urban interfaces according to wildfire risk: a case study in the south of France. *Forest Ecology and Management* 261, 2200–2213. doi:10.1016/J.FORECO.2010.11.022
- Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Folke C, Alberti M, Redman CL, Schneider SH, Ostrom E, Pell AN, Lubchenco J, Taylor WW, Ouyang Z, Deadman P, Kratz T, Provencher W (2007) Coupled human and natural systems. *Ambio* 36, 639–649. doi:10.1579/0044-7447(2007)36[639:CHANS]2.0.CO;2
- Martinuzzi S, Stewart SI, Helmers DP, Mockrin MH, Hammer RB, Radeloff VC (2015) The 2010 wildland–urban interface of the conterminous United States. US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, Research Map NRS-8. (Newton Square, PA, USA) Available at [https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/rmap/rmap\\_nrs8.pdf](https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/rmap/rmap_nrs8.pdf) [Verified 22 December 2018]
- MAYDS (2015) 'Estadística de incendios forestales.' (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable: Buenos Aires, Argentina).
- McAneney J, Chen K, Pitman A (2009) 100-years of Australian bushfire property losses: is the risk significant and is it increasing? *Journal of Environmental Management* 90, 2819–2822. doi:10.1016/J.JENVMAN.2009.03.013
- McDaniel J, Kennard D, Fuentes A (2005) Smokey the Tapir: traditional fire knowledge and fire prevention campaigns in lowland Bolivia. *Society & Natural Resources* 18, 921–931. doi:10.1080/08941920500248921
- McKinney ML (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127, 247–260. doi:10.1016/J.BIOCON.2005.09.005
- Mermoz M, Kitzberger T, Veblen TT (2005) Landscape influences on occurrence and spread of wildfires in Patagonian forests and shrublands. *Ecology* 86, 2705–2715. doi:10.1890/04-1850
- Minor, J. y G. A. Boyce. 2018. Smokey Bear and the pyropolitics of United States forest governance. *Political Geography*, 62, 79–93.



- Modugno S, Baltzer H, Cole B, Borrelli P (2016) Mapping regional patterns of large forest fires in wildland–urban interface areas in Europe. *Journal of Environmental Management* 172, 112–126. doi:10.1016/J.JENVMAN.2016.02.013
- Moreira F, Viedma O, Arianoustou M, Curt T, Koutsias N, Rigolot E, Barbati A, Corona P, Vaz P, Xanthopoulos G, Mouillot F (2011) Landscape–wildfire interactions in southern Europe: interactions for landscape. *Journal of Environmental Sciences* 92, 2389–2402.
- Morgan P, Hardy CC, Swetnam TW, Rollins MG, Long DG (2001) Mapping fire regimes across time and space: understanding coarse and fine-scale patterns. *International Journal of Wildland Fire* 10, 329–342. doi:10.1071/WF01032
- Mundo IA, Wiegand T, Kanagaraj R, Kitzberger T (2013) Environmental drivers and spatial dependency in wildfire ignition patterns of northwestern Patagonia. *Journal of Environmental Management* 123, 77–87. doi:10.1016/J.JENVMAN.2013.03.011
- Parisien MA, Miller C, De Lancey ER, Robine FN, Flannigan MD (2016) The spatially varying influence of humans on fire probability in North America. *Environmental Research Letters* 11, 075005. doi:10.1088/1748-9326/11/7/075005
- Paveglio T, Moseley C, Carroll MS, Williams DR (2015) Categorizing the social context of the wildland–urban interface: adaptive capacity for wildfire and community ‘archetypes’. *Forest Science* 61, 298–310. doi:10.5849/FORSCI.14- 036
- Payne SJ. 2020. *Our Burning Planet: Why We Must Learn to Live With Fire*. Yale Environment 360. Yale University, USA
- Pivello VR (2011) The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire Ecology* 7, 24–39. doi:10.4996/FIREECOLOGY.0701024
- Radeloff VC, Hammer RB, Stewart SI, Fried JS, Holcomb SS, McKeefry JF (2005) The wildland–urban interface in the United States. *Ecological Applications* 15, 799–805. doi:10.1890/04-1413
- Radeloff VC, Helmers DP, Kramer HA, Mockrin MH, Alexandre PM, Bar-Massada A, Butsic V, Hawbaker TJ, Martinuzzi S, Syphard AD, Stewart SJ (2018) Rapid growth of the US wildland–urban interface raises wildfire risk. *Proceedings of the National Academy of Science* 115, 3314–3319. Available at [http://www.fs.fed.us/nrs/pubs/jrnl/2018/nrs\\_2018\\_radeloff\\_001.pdf](http://www.fs.fed.us/nrs/pubs/jrnl/2018/nrs_2018_radeloff_001.pdf) [Verified 22 December 2018]
- Reszka P, Fuentes A (2015) The great Valparaiso fire and fire safety management in Chile. *Fire Technology* 51, 753–758. doi:10.1007/S10694-014-0427-0
- Raia P, Boggioni M, Carotenuto F, Castiglione S, Di Febbraro M, Di Vincenzo F, Melchionna M, Mondanaro A, Papini A, Profico A, Serio C, Veneziano A, Vero VA, Rook L, Meloro C, Manzi G. 2018. Unexpectedly rapid evolution of mandibular shape in hominins. *Sci Rep*. May 9;8(1):7340. doi: 10.1038/s41598-018-25309-8.



- Rodríguez N (2000) Wildfires in the Andean Patagonian Region of Argentina. *International Forest Fire News* 23, 54–57. Available at [http://gfmcc.org/iffn/country/ra/ra\\_8.html](http://gfmcc.org/iffn/country/ra/ra_8.html) [Verified 6 March 2019]
- Roebroeks, W., Villa, P. 2011. On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe. *Proc. Nat. Acad. Sciences* 108(13): 5209–5214. doi: 10.1073/pnas.1018116108.
- Rothkugel M (1916) 'Los bosques Patagónicos.' (Ministerio de Agricultura: Buenos Aires, Argentina).
- Roveta R, Urretavizcaya MF, Ríos Campano F, Lloyd C, Von Müller A, Tejera L, Postler V (2015) Programa integral de manejo y restauración de las grandes áreas afectadas por los incendios forestales de la temporada 2014–2015. Subsecretaría de Bosques de la Provincia del Chubut, Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico CIEFAP and Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA: Esquel, Chubut, Argentina.
- San-Miguel-Ayanz J, Moreno JM, Camia A (2013) Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: lessons learned and perspectives. *Forest Ecology and Management* 294, 11–22. doi:10.1016/J.FORECO.2012.10.050
- SAyDS (2003) Estadística de Incendios Forestales. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (Buenos Aires: Argentina)
- SAyDS (2004, 2005, 2006, 2011, 2012, 2013) Estadística de Incendios Forestales. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (Buenos Aires: Argentina)
- SAyDS (2015) Tercera comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Available at <https://unfccc.int/resource/docs/natc/argnc3s.pdf> [Verified 22 December 2018]
- Shimelmitz R, Kuhn SL, Jelinek AJ, Ronen A, Clark AE, Weinstein-Evron M. 2014. 'Fire at will': the emergence of habitual fire use 350,000 years ago. *J Hum Evol.* 77:196-203. doi: 10.1016/j.jhevol.2014.07.005. Epub 2014 Oct 19
- SMN (2019) Servicios climáticos. (Servicios climáticos, Servicio Meteorológico Nacional: Buenos Aires, Argentina) Available at <http://www3.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=cambioclim&id=7> [Verified 1 April 2019]
- Stephens SL (2005) Forest fire causes and extent on United States Forest Service lands. *International Journal of Wildland Fire* 14, 213–222. doi:10.1071/WF04006
- Stetler KM, Venn TJ, Calkin DE (2010) The effects of wildfire and environmental amenities on property values in north- west Montana, USA. *Ecological Economics* 69, 2233–2243. doi:10.1016/J.ECOLECON.2010.06.009
- Stewart SI, Radeloff VC, Hammer RB, Hawbaker TJ (2007) Defining the wildland–urban interface. *Journal of Forestry* 105, 201–207.
- Strobl V, Zacconi G (2012) Breve comparación entre los incendios Lago Puelo (1987) y Puerto Patriada (2012) ocurridos en el noroeste del Chubut. In 'Actas de Ecosociedad 2012: bosque, ruralidad y



urbanismo 3–5 October 2012, Esquel, Argentina. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico CIEFAP: Esquel, Argentina. pp. 194.

Swetnam TW, Farella J, Roos CI, Liebmann MJ, Falk DA, Allen CD (2016) Multiscale perspectives of fire, climate and humans in western North America and the Jemez Mountains, USA. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371, 20150168. Available at <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2015.0168> [Verified 1 April 2019]

Syphard AD, Radeloff VC, Hawbaker TJ, Stewart SI (2009) Conservation threats due to human-caused increases in fire frequency in Mediterranean-climate ecosystems. *Conservation Biology* 23, 758–769. doi:10.1111/J.1523-1739.2009.01223.X

Theobald DM, Romme WH (2007) Expansion of the US wildland–urban interface. *Landscape and Urban Planning* 83, 340–354. doi:10.1016/J.LANDURBPLAN.2007.06.002

Theobald DM, Miller JR, Hobbs NT (1997) Estimating the cumulative effects of development on wildlife habitat. *Landscape and Urban Planning* 39, 25–36. doi:10.1016/S0169-2046(97)00041-8

Tortorelli LA (1947) 'Los incendios de bosques en la Argentina.' (Ministerio de Agricultura de la Nación: Buenos Aires, Argentina).

USDA and USDI (2001) Urban–wildland interface communities within vicinity on Federal lands that are at high risk from wildfire. *Federal Register* 66, 751–777.

Veblen TT, Kitzberger T (2002) Inter-hemispheric comparison of fire history: the Colorado Front Range USA, and the northern Patagonian Andes, Argentina. *Plant Ecology* 163, 187–207. doi:10.1023/A:1020905823901

Veblen TT, Lorenz DC (1987) Post-fire stand development of *Austrocedrus*–*Nothofagus* forests in Patagonia. *Vegetatio* 73, 113–126.

Veblen TT, Lorenz DC (1988) Recent vegetation changes along the forest/steppe ecotone of northern Patagonia. *Annals of the Association of American Geographers* 78, 93–111. doi:10.1111/J.1467-8306.1988.TB00193.X

Veblen TT, Kitzberger T, Villalba R, Donnegan J (1999) Fire history in northern Patagonia: the roles of humans and climatic variation. *Ecological Monographs* 69, 47–67. doi:10.1890/0012-9615(1999)069[0047:FHINPT]2.0.CO;2

Veblen TT, Kitzberger T, Raffaele E, Mermoz M, González ME, Sibold JS, Holz A (2008) The historical range of variability of fires in the Andean–Patagonian *Nothofagus* forest region. *International Journal of Wildland Fire* 17, 724–741. doi:10.1071/WF07152

Vogl RJ (1971). Smokey, the beard-faced lie. *Ecol. Today* 1(3)14-17.



- Whitlock C, Bianchi MM, Bartlein PJ, Markgraf V, Marlon J, Walsh J, McCoy N (2006) Post-glacial vegetation, climate, and fire history along the east side of the Andes (lat. 41–42.58S), Argentina. *Quaternary Research* 66, 187–201. doi:10.1016/J.YQRES.2006.04.004
- Willis B (1914) 'El norte de la Patagonia.' Comisión de Estudios Hidrológicos. Tomo 1. (Ministerio de Obras Públicas: Buenos Aires, Argentina)
- Wright, HA. Bailey, AW (1982). *Fire Ecology United States and Southern Canada*. New York John Wiley and Sons, Inc.
- Zink, K. D., Lieberman, D. E. & Lucas, P. W. (2014) Food material properties and early hominin processing techniques. *Journal of Human Evolution* 77, 155–166.
- Zink, K. D. & Lieberman, D. E. 2016. Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. *Nature* 531, 500–503.



# **Plan integral de gestión del fuego en la interfaz urbano-rural del Municipio de Esquel: conformación de un polo educativo-demostrativo<sup>3</sup>**

Proyecto preparado primariamente para la Secretaría de Ambiente del Municipio de Esquel

Por

Dr. Guillermo Emilio Defossé  
(CIEFAP-CONICET y UNPSJB, sede Esquel)

Participaron además de su redacción profesionales e investigadores de las siguientes instituciones

*Laboratorio de Ecología, Meteorología y Gestión de Fuegos de Vegetación (LEMIV- UNPSJB)*

*Departamento de Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería, Sede Esquel*

*Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel*

*Municipio de Esquel*

Esquel, Mayo de 2018

---

<sup>3</sup> Documento preliminar sujeto a posibles revisiones



## Resumen ejecutivo

Las áreas de interfaz urbano-rural (*IUR* o *WUI* como se las conoce usualmente en el idioma inglés), son por definición **“áreas de transición entre tierras ocupadas por vegetación nativa o implantada (generalmente de porte arbustivo o arbóreo), que convergen y se entremezclan con urbanizaciones en una matriz difusa. En estas áreas ocurren conflictos humano-ambientales, fragmentación del hábitat, y declinación de la biodiversidad, presentado asimismo un alto riesgo de incendios.** Estas IUR están creciendo a tasas sin precedentes a nivel global, y también en nuestro país. Su desarrollo acelerado y el número creciente de incendios que en ellas ocurren han motivado el desarrollo de distintos estudios y planes de acción en varios países. En Argentina, y en especial en su región Andino-Patagónica, son de incipientes a nulas las gestiones del territorio en áreas de interfaz urbano rural que tengan en cuenta cuestiones tanto de índole investigativa como de acciones concretas en terreno y que se desarrollen de manera participativa entre distintos estamentos de la sociedad. Este documento **“Plan integral de gestión del fuego en la interfaz urbano-rural del Municipio de Esquel: conformación de un polo educativo-demostrativo”** se desarrolló con el objetivo de llevar a cabo acciones que, de manera conjunta y participativa, se involucren tanto instituciones de investigación como de gestión operativa a niveles desde Nación, Provincia y Municipios, y que contemple asimismo la participación de la población involucrada en estas áreas de interfaz. El objetivo fundamental es lograr un plan de gestión que llegue al nivel operativo y que permita reducir el riesgo de incendios que se incrementa año a año por el crecimiento muchas veces descontrolado de estas áreas de interfaz. Otro objetivo no menos importante se refiera a que las actividades llevadas a cabo en esta área piloto, en la que se desarrollarán tanto actividades de investigación como de desarrollo operativo, puedan luego servir de modelo y replicarse de manera exitosa en otras áreas de interfaz en distintos municipios y regiones del país.



## **Plan integral de gestión del fuego en la interfaz urbano-rural del Municipio de Esquel: conformación de un polo educativo-demostrativo**

### **Introducción y Marco teórico**

Dentro de la pre-cordillera patagónica, el denominado “*ecotono bosque-estepa*” se extiende longitudinalmente sobre una angosta franja de unos 100 km de ancho por 1.000 de largo, que va desde el norte de Neuquén hasta aproximadamente el paralelo 45 de latitud sur en la provincia del Chubut (Figura 1). Desde el punto de vista de su vegetación, este ecotono está compuesto por distintas especies que conforman los ecosistemas del bosque andino y de la estepa patagónica adyacente (Dimitri 1972). En estos ecosistemas se han producido incendios de diferente magnitud desde milenios atrás (Defossé et al., 2015), pero ha sido durante los últimos cien años, y en especial en los últimos 20, que la ocupación y uso creciente de ese territorio, el acelerado incremento en el crecimiento y desarrollo de asentamientos urbanos y suburbanos (sumado posiblemente a los efectos del cambio climático global), agudizaron el problema de los incendios en toda esta región.

La ciudad de Esquel, en la provincia del Chubut, está ubicada geográficamente en el centro-sur de este ecotono. Su desarrollo urbano comenzó en un valle, pero debido a su incesante crecimiento demográfico y el consecuente desarrollo urbanístico, hizo que actualmente se construya cada vez más en áreas de laderas adyacentes, donde convergen y se entremezclan edificaciones, vegetación nativa, y forestaciones realizadas por este Municipio (Ciámpoli Halaman 2004, 2011).

Este crecimiento expansivo y cuasi “explosivo” hacia áreas periurbanas, llamadas en la jerga de la ecología del fuego como “áreas de interfaz, de interfase-urbano-rural” o con el acrónimo “IUR”, o “WUI” como se las conoce en el idioma Inglés y como las identificaremos de ahora en más en este documento, no solo se está dando en la periferia de Esquel, sino que son comunes a otras ciudades patagónicas ubicadas en este ecotono (Corcovado, Trevelin, Epuyén, Lago Puelo, y el Hoyo en Chubut, El Bolsón, Mallín Ahogado, Villa Mascardi y Bariloche, en Río Negro, y San Martín de los Andes, Junín de los Andes, Villa la Angostura y Villa Pehuenia, en Neuquén: También más al sur de este ecotono y sobre la misma pre-cordillera se encuentran El Chaltén y El Calafate en Santa Cruz, y Tolhuin y Ushuaia en Tierra del Fuego. El fenómeno de crecimiento continuo, espontáneo y muchas veces desordenado de estas WUI se está dando también, de manera acelerada y con tasas de crecimiento poblacional y urbanístico superiores a la media nacional y mundial, en otras regiones de nuestro país como en la costa atlántica, en la ciudades que conforman el gran Córdoba, en San Luis en las cercanías de Merlo, y también en muchos otros países del mundo.

Como ejemplo del desarrollo en algunos casos explosivos de las WUI, en los años ‘60 del siglo pasado vivían en estas áreas en los EEUU unos 6 millones de habitantes, es decir cerca del 3% de su población total de 180 millones. En 2014, los habitantes en estas áreas llegaron a los 120 millones (sobre un total de 355 millones), lo que significa que hoy el 34% de la población de los Estados Unidos viven en estas WUI (Martinuzzi et al. 2015). Este fenómeno se da también en algunas áreas de Europa, donde se potencia aún más con migraciones rurales hacia las ciudades y el consecuente cambio en el uso de la tierra (i.e. abandono de campos y el aumento concomitante de la biomasa de los montes sin manejar). Estos casos se dan fundamentalmente en los países que rodean el mar Mediterráneo como Grecia, el sur de Italia y Francia, España, y fundamentalmente en Portugal.

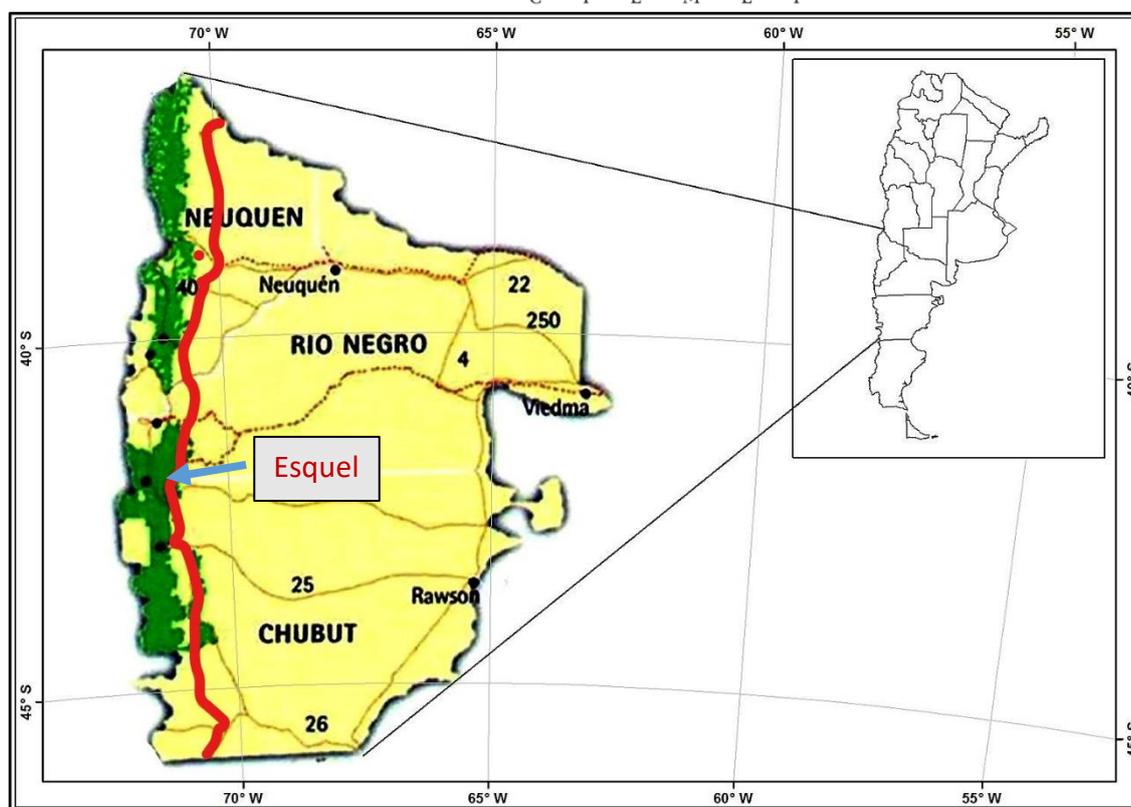


Figura 1. El ecotono bosque-estepa patagónica está situado entre el límite con la República de Chile al oeste y la ruta Nacional Nro. 40 (en rojo) hacia el este. En esta angosta faja se ubican las principales ciudades de la precordillera patagónica (puntos negros). Todas se han desarrollado y continúan creciendo en áreas de interfaz urbano-rural. Esquel se ubica en el centro geográfico de este ecotono

Cuando el régimen climático donde están asentadas estas WUI comprenden períodos lluviosos seguidos de períodos secos (ya sea inviernos lluviosos y veranos secos, como el característico de climas mediterráneos, o veranos lluviosos e inviernos secos, como en la región Chaqueña Argentina), la probabilidad de ocurrencia de incendios se acrecienta considerablemente al final del período seco. Esto se debe en parte a la dinámica de la vegetación que crece en este tipo de ecosistemas, en los cuales la tasa de acumulación de biomasa sobrepasa a la de su degradación bioquímica (Morgan et al. 2003). Con el tiempo, y si la biomasa no es reducida periódicamente por algún medio (cortas, quemas prescriptas, pastoreo, etc.) esta se va acumulando y se transforma en un material sumamente combustible que puede generar incendios de diversa magnitud cuando se produce una ignición bajo condiciones meteorológicas apropiadas. Si bien esto funciona así en la naturaleza y en este tipo de ecosistemas, es importante remarcar que aunque a escala global los incendios han disminuido en general tanto en número como en tamaño, han aumentado de manera casi exponencial (por acumulación de biomasa) en las WUI en casi todo el mundo (Andela et al. 2017).

En respuesta a los desafíos en investigación que demanda el problema de las WUI, investigadores del CIEFAP-CONICET y Universidad de la Patagonia están realizando diversos estudios en este ecotono. Uno de estos estudios comprende un área que va desde el norte de la localidad de El Foyel 41°30'00" LS) en Río Negro y hasta Epuyén al sur en la provincia del Chubut (42°15'00" LS), y desde el meridiano 71°19'00" LO hasta el meridiano de 71°50'00" LO en el límite con Chile (Figura 2). El área cubierta por este estudio de



caso es de 337 mil ha, dentro de las cuales se encuentran los centros urbanos de El Foyel, Mallín Ahogado, El Bolsón, Lago Puelo, El Hoyo y Epuyén. El trabajo describe y analiza el crecimiento (entre 1981 y 2016) de las WUI que rodean a todas estas localidades y su relación con la ocurrencia de incendios de vegetación. Los resultados muestran que entre 1981 y 2016, la superficie promedio de la interfaz urbano-rural de todas estas localidades creció un 76%, mientras que el número de casas se incrementó en un 74%. Esta WUI representó en 2016 sólo el 6,6% de la superficie total analizada, y concentró el 96,6% de toda su población (Figura 2). Sin embargo en esta pequeña superficie, ocurrieron el **77% de todos los incendios de vegetación reportados en los últimos tiempos en todo el territorio analizado** (Godoy et al. 2017, Figura 2).

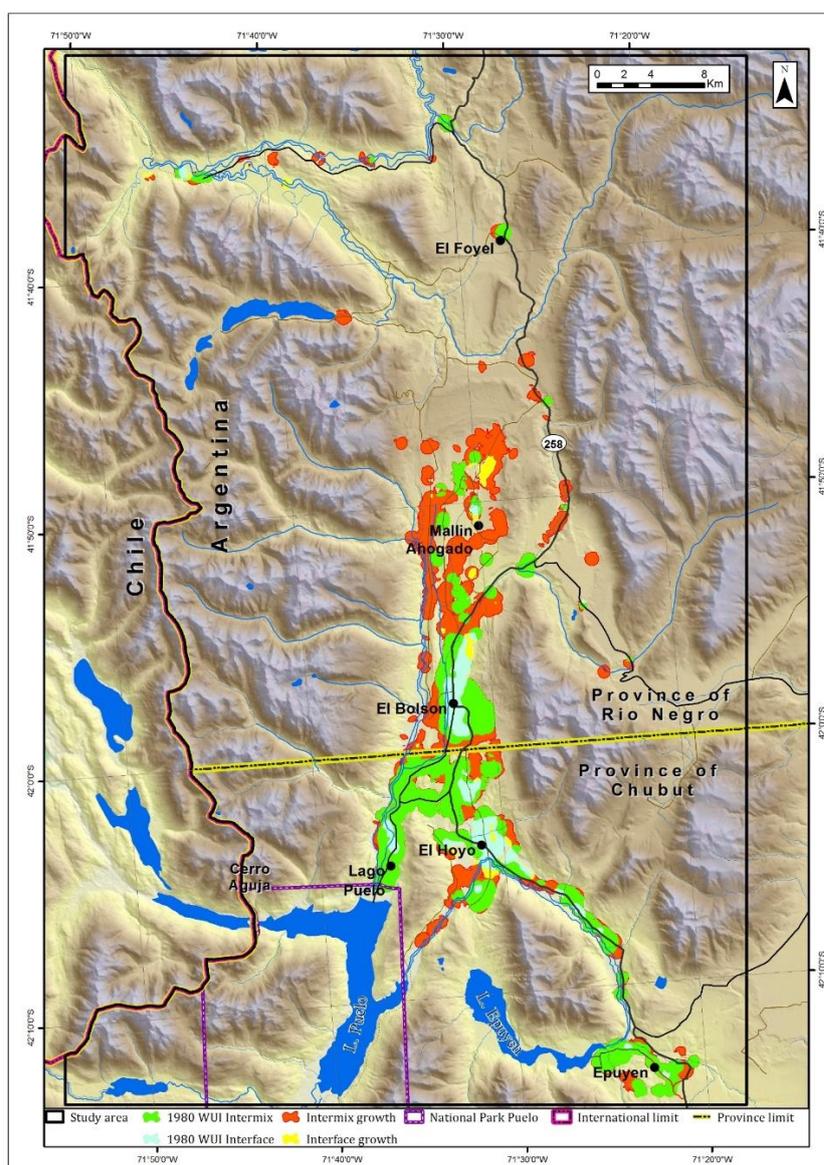


Figura 2. Dinámica del crecimiento de las WUI entre 1980 (en verde) y 2016 (verde + rojo). Pese a representar sólo el 6,6 % del territorio analizado, en estas WUI se produjeron el 77% de todos los incendios registrados en los últimos tiempos (Godoy et al., 2017).



Este patrón de ocurrencia de grandes incendios, concentrados mayoritariamente en áreas de interfaz, y con muy pequeñas diferencias, se ha venido repitiendo cada vez con mayor frecuencia en otras WUI alrededor del mundo, como en Chile (Valparaíso y otras ciudades, 2014, 2016 y 2017) en Canadá (Fort Mc Murray en mayo de 2016), en Galicia en España y en Portugal (septiembre y octubre de 2017), en California en noviembre de ese mismo año, y en Grecia a principios de este 2018.

Estudios como el aquí resumido muestran la importancia de generar información de base para proponer y llevar luego a terreno medidas de manejo integral del fuego en estas WUI. Aunque la superficie total de incendios en áreas con vegetación natural disminuyó en todo el mundo, **han crecido notoriamente y se han hecho más y más complejos aquellos que ocurren en las WUI** (Andela et al., 2017). En estas áreas, las urbanizaciones no sólo se entremezclan con la vegetación natural, sino que lo hacen en una matriz socio-ecológica interrelacionada y dinámica, en la cual confluyen las necesidades propias de los ecosistemas vegetales, con los deseos y aspiraciones de sectores de la sociedad que quieren vivir en ellas, independientemente del riesgo de incendio que allí puedan tener. El problema de los incendios de WUI, entonces, no se limita solamente a su carácter ecológico y/o bomberil, sino que implica además profundas interrelaciones entre los que se denominan sistemas humanos y naturales acoplados (CHANS, Liu et al. 2007).

Para abordar de manera superadora la problemática asociada a este tipo de incendios de vegetación, necesitamos entonces no sólo del aporte de la parte operacional y de las ciencias forestales, agronómicas, biológicas, o ecológicas, sino también de varias disciplinas de las ciencias sociales y políticas. Estas disciplinas son las que ayudarán a entender a los incendios de vegetación en las WUI como un fenómeno ecológico-bomberil, pero también social y cultural, y encontrar así maneras de prevenirlos y mitigarlos en caso de ocurrencia.

El proponer este proyecto para desarrollarlo en Esquel, responde a dos factores fundamentales. El primero es que esta ciudad tiene el escenario (o laboratorio natural) donde convergen bosques y matorrales nativos del ecotono y del bosque andino, con forestaciones y urbanizaciones, lo que configura una típica WUI. El segundo factor es que Esquel concentra no sólo uno de los mayores núcleos de instituciones e investigadores, docentes, y técnicos relacionados con la temática de los incendios de vegetación de toda Argentina, sino también de formación de RRHH en el área Forestal (Doctorado en Ecología de Fuegos, Maestría en Gestión Sanitaria Forestal, Carrera de grado en Ingeniería Forestal, Tecnicatura forestal de nivel terciario y tecnicatura forestal y agropecuaria de nivel secundario. Estas instituciones (Universidad de la Patagonia, CIEFAP, Área Técnica del Servicio Nacional de Manejo del Fuego, área de incendios del Parques Nacionales, Subsecretaría de Bosques e Incendios del Chubut, Bomberos Voluntarios de Esquel, Secretaría de Ambiente del Municipio de Esquel, etc.) y sus técnicos e investigadores, mantienen a su vez excelentes vínculos con investigadores-docentes, técnicos, y personal operativo de combate de incendios de diversas instituciones del país y del mundo.

Sin embargo, resta mucho para que los vínculos entre estas instituciones y todos sus investigadores, profesionales y técnicos converjan en un proyecto común que pueda unirlos para desarrollar un plan integral de manejo del fuego en áreas de interfaz, en el que se incluyan desde las bases teóricas hasta las acciones operativas en terreno. En este caso, es un muy buen augurio que la Universidad Nacional de la Patagonia, a través del Dto. Forestal de su Facultad de Ingeniería, haya creado recientemente el Laboratorio de Ecología, Meteorología, y Gestión de Incendios de vegetación (LEMIV). Este laboratorio tiene como misión fundamental ***“desarrollar, en forma integrada e interdisciplinaria, investigaciones, formación y***



**capacitación de recursos humanos, extensión y difusión de los conocimientos generados, y brindar asesoramiento y servicios tecnológicos a distintas instituciones y/o empresas, sobre aspectos ecológicos, meteorológicos, socio-culturales, y de gestión relacionados con los incendios de vegetación”.** Es con ese espíritu de integración y trabajo conjunto que entre investigadores, técnicos y personal operativo de varias de las instituciones mencionadas precedentemente, elaboramos esta propuesta de trabajo al Municipio de Esquel para que sea elevada a las instituciones nacionales que estime corresponda a fin de obtener los recursos necesarios para su desarrollo.

### **La propuesta**

Esta propuesta se basa entonces en desarrollar un “*Plan integral de gestión del fuego en la interfaz urbano-rural del Municipio de Esquel, mediante la conformación de un polo educativo-demostrativo*”. La misma está diseñada para que sirva luego de base y como modelo para que pueda ser replicada no sólo en otras localidades del ecotono Andino Patagónico, sino también en otras ciudades del país, de Latinoamérica, o del mundo con problemáticas similares. Sería también una forma de encarar el problema desde un punto de vista integral en el que todos los actores sociales e instituciones tanto locales (municipio, juntas vecinales, Bomberos, Universidad, CIEFAP, vecinos, ciudadanos concientizados, etc.), provinciales (Subsecretaría de Bosques e Incendios, Defensa civil, etc.), como nacionales (Servicio Nacional de Manejo del Fuego, Ministerio de Seguridad, de Ambiente, de Agroindustria, etc.) participen activamente en conjunto en este proceso.

### **Actividades propuestas**

Las actividades propuestas se desarrollarán en etapas, que no necesariamente deben ser consecutivas, sino que en algunos casos podrán ir ejecutándose en forma simultánea cuando las circunstancias así lo ameriten y a medida que el proyecto avanza. Para una mejor comprensión, las acciones de este plan responderán a la siguiente estructura orientativa:

1 PLANIFICACIÓN

2 PREVENCIÓN

3 PRESUPRESIÓN

4 DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN

5 SUPRESIÓN

6 RESTAURACIÓN

#### **1 PLANIFICACIÓN**

El objetivo general de esta Planificación es reunir y compilar la información existente tanto en la literatura científico-técnica como empírica (información de base) sobre la/s metodología/s de estudio y el desarrollo de planes de manejo integral de áreas de interfaz urbano-rural tanto a nivel nacional como internacional. Dentro de este objetivo general, se definirán las metodologías que resulten más adecuadas



para abordar los siguientes objetivos específicos, entre los que se encuentran aspectos físicos, demográficos y socio-ecológicos:

Dentro de los aspectos físicos se llevarán a cabo las siguientes acciones:

1.1 Relevar y definir, mediante técnicas de teledetección y su corroboración a campo las áreas actuales que corresponden a la Interfaz Urbano Rural (WUI) (basadas en Radeloff et al. 2005 y complementada con otras metodologías) de la Ciudad de Esquel y su probable tendencia expansiva hacia el futuro.

1.2 Identificar y determinar en base al relevamiento, las WUI que resulten prioritarias dentro del Municipio para la ejecución del plan. En esta priorización deberá ser tenido en cuenta el riesgo potencial de incendios que presente cada una de estas áreas, tomando como base el trabajo de Bar-Massada et al., (2009) y Argañaraz et al., (2017).

1.3 En función de la priorización, hacer los estudios de base intensivo en cada una de las áreas priorizadas, a fin de contar con la información previa indispensable sobre el riesgo de incendio en cada una (Chas-Amil et al., 2013). Esto servirá de insumo para avanzar en las propuestas de alternativas de manejo tendientes a minimizar estos riesgos.

1.4 Una vez delimitada claramente el área a intervenir en cada caso, se cuantificará la biomasa combustible, su tipo de acuerdo a sus características o parámetros de ignición, su dinámica estacional y distribución en el terreno (en base a la topografía) y cercanía a las edificaciones. También se determinará si existen actualmente vías de acceso y escape y fundamentalmente áreas de seguridad (indispensables!!!), y toda información adicional que se considere pertinente como información primaria de base física de espacios comunes (Lampin-Maillet et al., 2006 y 2011). La metodología para el desarrollo de este punto consistirá en: 1) censos de vegetación, y el uso de ecuaciones alométricas (no destructivas) para determinar densidad y peso de la biomasa combinado con datos de imágenes satelitales; 2) tipo de combustible y su inflamabilidad por especie, se determinará en base a trabajos realizados con anterioridad en la región (Muñoz 2009; Bianchi et al., 2012; Bianchi y Defossé 2015). Las imágenes satelitales de alta resolución y/o combinadas con mapas (ej. Google Earth), se usarán para determinar vías de acceso, de escape y eventuales áreas de seguridad.

En cuanto a los aspectos demográficos, se deberá:

1.5 Considerar la densidad de casas y su agrupación en el terreno, la cantidad de habitantes que se encuentran en estas edificaciones, el tipo de construcción, su proyección en el tiempo, etc. Esto tomando como base los trabajos de Lampin-Maillet (2009) y de Godoy et al., (2017).

En relación a los aspectos socio-ecológicos, es necesario indagar y contar con información confiable sobre:

1.6 La composición de los grupos sociales que habitan en cada área o sector de interfaz identificado, sus usos y costumbres en relación a su entorno, y las percepciones que como individuos, por grupo familiar, o grupos de vecinos tienen sobre lo que implica el riesgo de incendio (tomando como base el trabajo realizado por Torres Curth et al. 2012).



Estos estudios de base tienen como objetivo principal tener una “radiografía” lo más completa posible, no solo sobre los aspectos físicos del territorio en el que se pretende intervenir, sino (y lo que es más importante) sobre el grado de interés, concienciación, apropiación y participación que los habitantes de esa interfaz quieran tener cuando el Plan de intervención propuesto deje ya de ser un mero documento y comience a ejecutarse en su aspecto operativo.

## 2 PREVENCIÓN

La información de base que se genere con el desarrollo del punto anterior servirá como insumo de los puntos siguientes. Sin embargo, es necesario mencionar que experiencias previas sobre proyectos de prevención en países más avanzados dan cuenta que las medidas a tomar en áreas WUI son **eficientes siempre y cuando los moradores del área en que se realizan acepten y estén convencidos de su eficacia** (Evans et al., 2015).

2.1 Desde sus inicios, cada plan deberá tener en cuenta y ajustarse entonces a las particularidades y características físicas, demográficas y socio-ecológicas del entorno en el cual se llevarán a cabo. Esto es parte de su integralidad, y deberán incluir en la etapa de ejecución, el manejo adecuado de la vegetación pública y privada para disminuir el riesgo, la logística y sus facilidades para eventuales casos de incendios, y toda acción que facilite la comprensión y puesta en práctica del plan por parte de los propietarios de terrenos o edificios (población involucrada) en esas urbanizaciones.

2.2 Asimismo, es tarea del equipo que realice este plan integral, que en cada área identificada se lleve adelante un programa de concienciación de la población meta, a través de diferentes medios y medidas de comunicación, sobre el riesgo que supone construir en áreas potencialmente vulnerables, y también sobre los beneficios tangibles de contar no solo con una buena y necesaria planificación que tenga en cuenta la reducción de ese riesgo, sino también y fundamentalmente, sobre las acciones y medidas que necesariamente deban realizarse para lograr ese objetivo. Algunas de estas acciones (no excluyentes de otras) se enumeran a continuación:

2.3 Actualizar y/o definir vías de evacuación en los barrios. Se pueden plantear como transitorias en caso que en el transcurso del proyecto se abran nuevas calles, por ejemplo.

2.4 Hacer una campaña y/o charlas con grupos de interés explicando los riesgos y costos de vivir en áreas WUI e identificando claramente las responsabilidades de cada uno (vecinos, profesionales, instituciones, etc.).

2.5 Rever los códigos de edificación existentes en los barrios "problema", y evaluar la posibilidad que el Municipio acepte modificar algunos aspectos de éstos que aporten a la reducción del peligro (p. ej. permitir que los predios tengan algunas medianeras de material, para disminuir la continuidad del combustible). Debe involucrarse tanto el Poder Ejecutivo Municipal como los integrantes del Concejo Deliberante.

2.6 Realizar rondas de reuniones sectoriales explicando los beneficios del plan de manejo integral, especialmente a quienes no habitan en estas WUI pero tienen intereses ligados a ellas (aseguradoras, inmobiliarias, empresas de construcción, estudios de arquitecturas, colegio de ingenieros, etc.). El objetivo es informarles de los beneficios económicos (menores primas de seguros, menores riesgos, materiales y



técnicas de construcción que minimicen riesgos de incendio, etc.), que tienen aparejados el llevar a cabo este tipo de plan.

2.7 Realizar reuniones barriales con los involucrados directos (vecinos) para instruirlos sobre aspectos operativos en caso de incendios (planos de bocas de agua, propuestas de limpieza, plan de evacuación, áreas de seguridad, etc.). Esto no es más que involucrar activamente la participación de los vecinos de manera que cada uno sepa cuál es su rol en caso de incendio.

2.8 Realizar reuniones periódicas de estado de avance del plan, dificultades encontradas, y propuestas para su solución entre sectores operativos involucrados (DC, Bosques, Espacios Verdes del Municipio, Vialidad, etc.).

2.9 Promover el debate entre quienes tienen la responsabilidad de legislar, sobre las responsabilidades, derechos y obligaciones de los vecinos en relación a la defensa contra incendios de WUI. Ampliar el debate a otros estamentos de la sociedad sobre la posibilidad de otorgar incentivos económicos disminución de impuestos y/ o subsidios asociados al trabajo en cada predio que disminuya el riesgo, y certificación del mismo para pagar menores primas en caso de seguros.

### 3 PRESUPRESIÓN

En este caso tendrán un rol activo los responsables de la Subsecretaría de Bosques e Incendios de la Provincia y también de Defensa Civil quienes en conjunto con el resto de los involucrados en este plan generarán un ámbito para la revisión de los protocolos de intervención en cada zona. Estos protocolos deberán tener, entre otros:

3.1 Un detalle de las acciones para el mejoramiento de infraestructura de acceso a zonas de riesgo, siguiendo una priorización según lo determinado en los puntos 1 y 2.

3.2 Detalles sobre las necesidades de mantenimiento de la infraestructura existente, tanto vial (camino, sendas, vías de saca) como de fuentes de agua.

3.3 Construcción y mantenimiento de helipuertos en lugares de difícil acceso terrestre. (como ejemplo, hace unos años en un incendio en el cañadón de Borquez en el norte de la ciudad de Esquel, el helicóptero que traía combatientes desde Trevelin tuvo que bajar en una plazoleta en el Barrio Roca, perdiendo un valioso tiempo para el ataque ¡!)

### 4 DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN

En este punto se desarrollarán las acciones que deberían tomarse para mejorar las tareas de detección, y cómo preparar a la población y los moradores de un sector particular ante la ocurrencia de un evento de incendio en una WUI de la ciudad. En este punto se deberá discutir y consensuar las tareas a llevar a cabo en cada área de interfaz identificada previamente, respondiendo a las siguientes preguntas.

4.1 ¿Cuáles son las medidas que permiten mejorar sensiblemente la eficiencia en las tareas de detección temprana de un incendio de interfaz en un barrio determinado de la ciudad? ¿Es necesario la construcción de torres con su correspondiente torrero, o simplemente la instalación de cámaras de



seguridad estratégicamente ubicadas? ¿existen otras medidas que permitan una rápida detección y activación de los sistemas de notificación a la población involucrada?

4.2 En el caso posterior a la detección y luego del ataque inicial y ante el riesgo de que el incendio se transforme en incontrolable: ¿cómo se activará la evacuación? ¿cómo se comunicará? ¿quién la activará? ¿qué organismos participarán de la evacuación? ¿Cuáles serán los centros de evacuación donde los moradores deberían concurrir? ¿existe un protocolo de evacuación **entendido e internalizado** por los moradores de la interfaz afectada?.

Algunas recomendaciones no exhaustivas ni completas, pero que deberían seguirse son: tener separado la documentación importante (documentos personales, pasaportes, títulos de propiedad, etc), valores (dinero, joyas, fotografías, etc), tener preparado la evacuación de mascotas (caniles, correas, jaulas, alimentos, agua, etc), medicamentos, muda de ropa y elementos de aseo personal, teléfonos celulares con sus respectivos cargadores (se recomiendan poseer cargadores batería), computadoras, billetera, llaves, anteojos, linternas, etc. No olvidar cerrar ventanas, las puertas cerradas pero sin llave, luces de la vivienda encendidas, etc.

Para que estas acciones sean exitosas, es necesario realizar previamente en aquellos barrios con riesgo simulacros de evacuación y otras acciones que las involucren la preparación de sus moradores para que sepan qué hacer en caso de ocurrencia de un evento de incendios. En el mundo está demostrado que la mayoría de las fatalidades en este tipo de eventos de interfaz ocurren por la desorientación y falta de preparación previa sobre cómo actuar en estos casos.

## 5 SUPRESIÓN

Para una correcta y eficiente utilización de los recursos en las operaciones de supresión, es necesario que en la coordinación operativa del combate (competencias y funciones de bomberos y brigadistas) se tengan en cuenta además al resto de los actores que conforman el sistema de supresión. Esta coordinación se hará teniendo en cuenta el esquema del Sistema de Comando de Incidentes desarrollado en los EEUU y usado también en nuestro país.

Adicionalmente y para operaciones de combate particulares para esta ciudad, se perfeccionará un protocolo de intervención coordinando servicios municipales con Bomberos Voluntarios de Esquel y la brigada de combatientes de incendios dependiente de la Secretaría de Bosques e Incendios de la Provincia de Chubut establecida en la ciudad.

## 6 RESTAURACIÓN

La restauración comprende las acciones necesarias para reponer o recomponer a su estado previo del siniestro, a la vegetación afectada, especialmente cuando se trata de relictos de vegetación nativa o comunidades vegetales espontáneas o implantadas que cumplen funciones protectoras hídricas en las laderas colinas arriba de barrios o viviendas. Cabe recordar que las forestaciones de las laderas del valle que rodean a Esquel fueron realizadas con la finalidad funcional de prevenir los aluviones que bajaban al núcleo urbano durante las lluvias estacionales, provocando numerosos daños e inconvenientes. En el caso de



vegetación de jardines y otros espacios particulares, esta restauración deberá tener en cuenta el riesgo que representa el volver a ubicar en los lugares afectados a la misma vegetación que ayudó a propagar el siniestro. En estos casos, debería proponerse una nueva legislación que contemple el diseño seguro en la futura estructuración de parques y jardines, como la interrupción de la continuidad de la vegetación mediante cercos no vivos y resistentes o que no propaguen el fuego.

### Productos esperados

A - Elaborar un plan maestro de manejo de la vegetación a nivel comunal y de servicios de asesoramiento en caso de obras particulares, así como de infraestructura de control de siniestros.

B – Confección de cartografía en distintos soportes con identificación de áreas consideradas vulnerables y con distintos grados de riesgos.

C - Estudiar, evaluar, revisar y proponer cambios en los códigos de planeamiento urbano de cada barrio localizado en áreas de interfaz, tendiente a minimizar el riesgo de incendios, teniendo en cuenta las características urbanísticas y las necesidades de infraestructura y servicios necesarios en caso de eventos de incendio. Esto supone minimizar los posibles riesgos. Estos cambios deben ser consensuados con las poblaciones meta, ya que son poco viables si ésta no se involucra de manera adecuada.

D -Poner en marcha las actividades piloto participativas, en base a propuestas y cursos de acción definidos previamente.

E – Ejecutar el plan de silvicultura preventiva avanzando desde las áreas catalogadas como de mayor riesgo hacia las de menor vulnerabilidad.

F – Ejecutar el proyecto de infraestructura de soporte para las intervenciones silvícolas y de control de siniestros.

G – Lograr mediante reuniones participativas, la aprobación y el compromiso de los moradores en los barrios vulnerables, de seguir las indicaciones consensuadas en cuanto a la disminución de los riesgos mediante el manejo apropiado de la vegetación en cada lote. Es importante remarcar que de acuerdo a las experiencias previas sobre proyectos de prevención en países más avanzados, las medidas a tomar en áreas WUI son **eficientes siempre y cuando los moradores del área en que se realizan acepten y estén convencidos de su eficacia** (Evans et al., 2015).

### Recursos involucrados

#### Módulo de investigación

El proyecto se centralizará en sus aspectos de investigación y desarrollo tecnológico en el recientemente creado Laboratorio de Ecología, Meteorología y Gestión de incendios de Vegetación (LEMIV), de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB. Para sus inicios va a contar con la estructura e involucramiento del personal de las instituciones participantes, (UNPSJB, CEIFAP, y Municipio de



Esquel), esperándose contar en el futuro con instalaciones propias que se están gestionando en conjunto, tendientes a reutilizar parte de edificios públicos nacionales desafectados de su uso original. También se espera contar con el asesoramiento de otras instituciones nacionales involucradas en el tema e internacionales de parte de expertos de Estados Unidos y España.

### **Módulo operativo**

Estará basado en la Secretaría de Ambiente del Municipio de Esquel, órgano responsable del patrimonio forestal municipal. Actualmente cuenta con infraestructura básica que se utiliza para todas sus funciones (monitoreo ambiental, cuidado de espacios verdes y arbolado urbano, además de las forestaciones comunales).

Para operaciones de combate se perfeccionará protocolo de intervención coordinado con Bomberos Voluntarios de Esquel y Secretaría de Bosques e Incendios de la Provincia de Chubut y todas las instituciones de orden Nacional (Ministerio de Ambiente, de Seguridad), y provinciales (Defensa Civil, SSB, Min de Ambiente, etc.) con incumbencia en la problemática de incendios de interfaz.

### **Presupuesto**

Este presupuesto es orientativo e incluye un listado de elementos y equipamiento necesario para desarrollar cada una de las etapas. No se le ha determinado un valor pecuniario de cada equipamiento en esta etapa.

1) Para el módulo de investigación es necesario:

Reunir y compilar la información existente en la literatura científica sobre la metodología de estudio y el desarrollo de planes manejo integral de áreas de interfaz urbano-rural tanto a nivel internacional como local. El presupuesto de esta fase es para desarrollar los puntos 1.1 a 1.7. Comprende esencialmente compra de imágenes satelitales adecuadas a la escala del proyecto, actualización de equipo de procesamiento y mejoras en equipamiento de Laboratorio y de campo del LEMIV (p. ej. Kit meteorológico portátil, estación meteorológica fija, equipo de computación, equipo de proyección, entre otros. .

2) Para la implementación de la propuesta a nivel operativo, es necesario:

Acá necesitaríamos tener datos actualizados del costo de las tareas a realizar (reducción de biomasa, quemas, podas y raleos, etc. etc.) y con quienes se harían. Se debería reforzar lo disponible actualmente a nivel Municipio con:

A - Equipamiento pesado para operaciones forestales de manejo de combustibles.

A1 - Tractor mediano (150 Hp) con equipamiento forestal (retro excavadora y uñas cargadoras, malacate de arrastre).

A2 - Camión liviano con plataforma y brazo cargador.

A3 - Chipeadora mediana.

A4 - Equipo de ataque rápido



B - Equipo liviano

B1 - Motosierras

B2 - Desbrozadoras

B3 - Motobombas forestales (Wajak o Wick 375) con 200 m de mangueras c/u.

B4 - Herramientas manuales específicas.

B5 - Antorchas de goteo.

C – Financiamiento operativo

Para el financiamiento operativo se deberán tener en cuenta no solo las intervenciones silvícolas y manejo de combustible en áreas prioritarias, o el mejoramiento de infraestructura, sino también los planes piloto de intervención participativa vecinal. En este último punto es muy importante la realización de talleres comunitarios con la máxima participación y compromiso de los vecinos involucrados.

**Todos los puntos de este documento son factibles de enmiendas, modificaciones y aportes que los involucrados consideren oportuno agregar, ya que se trata de una idea-proyecto de carácter preliminar y que es factible de correcciones posteriores.**

### Bibliografía consultada

- Andela, N., D. C. Morton, L. Giglio, Y. Chen, G. R. van der Werf, P. S. Kasibhatla, R. S. DeFries, G. J. Collatz, S. Hantson, S. Kloster, D. Bachelet, M. Forrest, G. Lasslop, F. Li, S. Mangeon, J. R. Melton, C. Yue, J. T. Randerson. (2017). **A human-driven decline in global burned area**. Science 356, 1356-1362.
- Bar-Massada A, Radeloff VC, Stewart SI, Hawbacker TJ (2009). **Wildfire risk in the wildland-urban interface: A simulation study in northwestern Wisconsin**. Forest Ecology and Management 258:1990-1999
- Bianchi L.O., Dentoni M.C., Muñoz M.M., Defossé G.E. 2012. **Modelos de Combustibles en el ecotono bosque-estepa de la Patagonia andina: caracterización de las asociaciones arbustivas de acuerdo a su respuesta al fuego**. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Publicación Técnica No 37 (Esquel, Chubut. Argentina). 45 pp.
- Bianchi, L. A. and Defossé, GE. (2015). **Live fuel moisture content and leaf ignition of forest species in Andean Patagonia, Argentina**. International Journal of Wildland Fire. 24(3): 340-348 (<http://dx.doi.org/10.1071/WF13099>).



- Ciámpoli Halaman, M. C. 2004. **Caracterización del peligro de incendio en la interfase urbano forestal.** Seminario. presentado al Departamento de Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco sede Esquel, como requisito parcial para el otorgamiento del título de Ingeniero Forestal. 43 pp.
- Ciámpoli Halaman, M. C. 2011. **Hacia una comunidad prevenida ante el peligro de incendios urbano-forestal.** Tesis de Maestría presentada al curso de posgrado Universitario en Medio Natural, Cambio Global y Sostenibilidad Socio Ecológica. Universidad Internacional de Andalucía. España. 66 pp.
- Chas-Amil ML, Touza J, García-Martínez E (2013). **Forest fires in the wildland–urban interface: A spatial analysis of forest fragmentation and human impacts.** Applied Geography 43, 127–137.
- Defossé, G.E., M.M. Godoy, L.O. Bianchi, N.S. Lederer, and C. Kunst. (2015). **Fire history, fire ecology and management in Argentine Patagonia: from ancient times to nowadays.** Pags. 177-210, Chapter 7, in: B. Leblon and M. E. Alexander (Eds.). Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment. Nova Science Publishers. New York.
- de Torres Curth MI, Biscayart C, Ghermandi L, Pfister G (2012). **Wildland urban interface fires and socioeconomic conditions: a case study of a northwestern Patagonia city.** Environ. Manag. 49: 876:891
- Dimitri, M. J. 1972. **La Región de los Bosques Andino-Patagónicos: Sinopsis General.** Colección Científica de INTA. Ediciones del INTA, Buenos Aires.
- Evans, A. et al. 2015. **Evaluating the effectiveness of wildfire mitigation activities in the Wildland –Urban Interface.** Forest Stewards Guild. Madison WI. USA.
- Godoy, M. M., G. E. Defossé, S. Martinuzzi, H. A. Kramer, J. Argañaraz, and V. C. Radeloff. 2017. **Wildfires and wildland urban interface in Andean Patagonia, Argentina: first assessment in a rapid growing community.** Presentación de Poster. 7th. International Fire Ecology and Management Congress. Orlando, Florida, 28 de noviembre al 2 de diciembre.
- Lampin C, Jappiot M, Long M, Mansuy N y Borgniet L (2006). **WUI and road networks/vegetation interfaces characterizing and mapping for forest fire risk assessment.** Forest Ecology and Management 234: 137-140.
- Lampin-Maillet C, Jappiot M, Long M, Bouillon C, Morge D, Ferrier JP (2009). **Mapping wildland-urban interfaces at large scales, integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France.** Journal of Environmental Management, 91(3), 732–741. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.10.001>
- Lampin-Maillet C, Long-Fournel M, Ganteaume A, Jappiot M, Ferrier JP (2011). **Land cover analysis in wildland urban-interfaces according to wildfire risk: a case study in the South of France.** Forest Ecology and Management 261 (15): 2200-2213.
- Liu, J., T. Dietz, S. R. Carpenter, C. Folke, M. Alberti, C. L. Redman, S. H. Schneider, E. Ostrom, A. N. Pell, J. Lubchenco, W. W. Taylor, Z. Ouyang, P. Deadman, T. Kratz, and W. Provencher. 2007. **Coupled Human and Natural Systems.** Ambio 36 (8): 639-649.



- Martinuzzi, S., S. Stewart, D. P. Helmers, M. H. Mockrin, R. B. Hammer, and V. C. Radeloff. 2015. **The 2010 wildland-urban interface of the conterminous United States**. Research Map NRS-8. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 124 p. [includes pull-out map].
- Morgan, P., G. E. Defossé, and N. F. Rodríguez. 2003. **Management implications of fire and climate changes in the western Americas**. Capítulo 15, páginas 413-440 en: T. T Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro, and T. W. Swetnam, eds. Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas. Springer Verlag. Jena. 444 pp. ISBN: 0-387- 95455-4.
- Muñoz MM. 2009. **Fuel typology for three fire environments from northwestern Patagonia, Argentina**. Master thesis. University of Lleida, Spain.
- Radeloff V.C., Hammer R.B., Stewart S.I., Fried J.S., Holcomb S.S., McKeefry J.F. 2005. **The wildland-urban interface in the United States**. Ecological Applications, 15(3), 799–805. <https://doi.org/10.1890/04-1413>