



RECIPE REINFORCING CIVIL PROTECTION
CAPABILITIES INTO MULTI-HAZARD
RISK ASSESSMENT UNDER
CLIMATE CHANGE



**REPERCUSIONES DEL CAMBIO
CLIMÁTICO EN LA GESTIÓN DE LOS
RIESGOS NATURALES Y PROTECCIÓN
CIVIL EN INCENDIOS FORESTALES,
INUNDACIONES, TORMENTAS,
AVALANCHAS, DESPRENDIMIENTOS DE
ROCAS Y DE TIERRA**



European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid



RECIPE

REINFORCING CIVIL PROTECTION
CAPABILITIES INTO MULTI-HAZARD
RISK ASSESSMENT UNDER
CLIMATE CHANGE

**REPERCUSIONES DEL CAMBIO
CLIMÁTICO EN LA GESTIÓN DE
LOS RIESGOS NATURALES Y
PROTECCIÓN CIVIL EN INCENDIOS
FORESTALES, INUNDACIONES,
TORMENTAS, AVALANCHAS,
DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS
Y DE TIERRA**

Esta publicación constituye el informe final que resume los principales resultados del proyecto RECIPE (Reinforcing Civil Protection capabilities into multi-hazard risk management), cofinanciado por Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Unión Europea (UCPM-2019-PP-AG).

Descripción del proyecto: RECIPE pretende desarrollar recomendaciones y herramientas operativas para reforzar la protección civil en la gestión de emergencias y la planificación de riesgos para diferentes desastres naturales en toda Europa, abordando al mismo tiempo los impactos del cambio climático a través de un enfoque de gestión integrada de riesgos y el intercambio de lecciones aprendidas y mejores prácticas.

Socios:

Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña - CTFC (Coordinador)
Fundación Pau Costa - PCF
Dirección General de Protección Civil de Cataluña - DGPC CAT
Instituto de Investigación Forestal de Baden-Württemberg - FVA
Fundación de Investigación CIMA - CIMA
Centro Austriaco de Investigación de Riesgos Naturales Forestales y Paisaje - BFW
Instituto de Cartografía y Geología de Cataluña - ICGC
Escuela de Agricultura, Universidad de Lisboa - ISA

Duración: 2020-2021

Sitio web e información de contacto: <http://recipe.ctfc.cat/>; recipe@ctfc.cat **Twitter:** @NATHaz_recipe

Referencia del documento sugerida: Plana, E., Serra, M., Sabella, C., Mayer, C., Hengst-Ehrhart, Y., Hartebrodt, C., Franciosi, C., Giambelli, M., Pagès, D., Gasulla, N., Martí, G., Garcia, C., Bertran, M., Canaleta, G., Vendrell, J., Andrecs, P., Hagen, K., Plörer, M., Sequeira, A.C., Skulska, I., Acácio, V., Ferreira, M., Colaço, M.C. 2021. Repercusiones del cambio climático en la gestión de los riesgos naturales y protección civil en incendios forestales, inundaciones, tormentas, avalanchas, desprendimientos de rocas y de tierra. Reinforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change. RECIPE project (Grant Agreement nº 874402). 66pp

Lista de autores:

Eduard Plana, Marta Serra y Chiara Sabella - Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC)
Carolín Mayer, Christoph Hartebrodt e Yvonne Hengst-Ehrhart - Instituto de Investigación Forestal de Baden-Württemberg (FVA)
Chiara Franciosi y Marta Giambelli - Fundación de Investigación CIMA (CIMA)
David Pagès y Núria Gasulla - Dirección General de Protección Civil de Cataluña (DGPC CAT)
Glòria Martí, Carles García y Manuel Bertran - Instituto de Cartografía y Geología de Cataluña (ICGC)
Guillem Canaleta y Jordi Vendrell - Fundación Pau Costa (PCF)
Peter Andrecs, Karl Hagen y Matthias Plörer - Centro Austriaco de Investigación sobre Riesgos Naturales Forestales y Paisaje (BFW)
Ana Catarina Sequeira, Iryna Skulska, Vanda Acácio, Madalena Ferreira y Maria Conceição Colaço- Escuela de Agricultura, Universidad de Lisboa (ISA)

Ilustraciones de la portada y el interior: E. Plana, M. Serra y C. Leutner

“El presente documento hace referencia a actividades de ayuda humanitaria realizadas con la ayuda financiera de la Unión Europea. La opinión expresada en este documento no debe considerarse, en modo alguno, como la opinión oficial de la Unión Europea. La Comisión Europea no es responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.”



European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid



protecció civil



FVA
Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg



ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya



INSTITUTO
SUPERIOR D
AGRONOMIA
Universitat de Lisboa

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
SECCIÓN I. ¿CÓMO AFECTA EL CAMBIO CLIMÁTICO A LOS RIESGOS NATURALES? EL CASO DE LOS INCENDIOS FORESTALES, LAS INUNDACIONES, LAS TORMENTAS, LAS AVALANCHAS, LOS DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS Y DE TIERRA Y LAS INTERACCIONES MULTIRRIESGO	9
I.1 INCENDIOS FORESTALES	10
I.2 INUNDACIONES (INUNDACIONES REPENTINAS)	13
I.3 TORMENTAS	17
I.4 AVALANCHAS	20
I.5 DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS Y DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	23
I.6 EJEMPLOS DE INTERACCIONES MULTIRRIESGO	26
SECCIÓN II. CÓMO REFORZAR LAS CAPACIDADES DE PROTECCIÓN CIVIL Y LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS PARA HACER FRENTE A FENÓMENOS NATURALES PROLONGADOS, MÁS GRAVES, INÉDITOS O EXTREMOS EN UN CONTEXTO CAMBIANTE	29
II.1 PROTECCIÓN CIVIL Y NECESIDADES EN LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS PARA HACER FRENTE A LOS RIESGOS NATURALES	30
II.2 CÓMO REFORZAR LOS SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN (DSS)	33
II.3 HERRAMIENTAS DE APOYO RECIPRO	35
II.3.1 DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA PROTECCIÓN CIVIL CONTRA LAS INUNDACIONES CON UN ENFOQUE PARTICIPATIVO MEDIANTE UN PROTOTIPO DE HERRAMIENTA	35
II.3.2 PROTOTIPO PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESPRENDIMIENTO DE ROCAS Y DE TIERRA	39
II.3.3 DIRECTRICES PARA UN PLAN PARTICIPATIVO DE GESTIÓN DE TORMENTAS DE VIENTO EN LAS CARRETERAS	42
II.3.4 HERRAMIENTA DE APOYO Y DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN, PLANIFICACIÓN Y CONCIENCIACIÓN INTEGRADA DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES	46
II.3.4.1 MÉTODO DE EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN INTEGRADA DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES, INCLUYENDO LA PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS PARA LOGRAR COMUNIDADES RESISTENTES A NIVEL LOCAL	46
II.3.4.2 HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA CULTURA DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES Y LA CONCIENCIACIÓN DE LOS NIÑOS Y DE LAS COMUNIDADES DE LA INTERFAZ URBANO-FORESTAL	51
II.3.4.3 MÓDULO DSS PARA PRIORIZAR LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE EN LAS INTERFASES URBANO-FORESTALES	52
II.3.5 PROTOCOLO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES Y AVALANCHAS EN ZONAS DE MONTAÑA	54
II.3.6 HERRAMIENTA DE VISUALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIA EN CASO DE ALTO RIESGO DE ALUDES	57
OBSERVACIONES FINALES	59
REFERENCIAS	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Interacción multirriesgo tormenta-incendio forestal.	26
Cuadro 2. Interacción multirriesgo incendio forestal-inundación repentina.	27
Cuadro 3. Interacción multirriesgo incendio forestal-avalancha.	28
Cuadro 4. Ejemplo de resultados de E&PR en términos de coherencia política.	48
Cuadro 5. Comprensión de la secuencia de PEV y CGR en la gestión del riesgo de incendios forestales.	50

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. (Izquierda) Inundaciones en Italia (región de Liguria, octubre de 2021. ©CIMA) y (derecha) en España (tormenta Gloria, enero de 2020 ©Bombers Generalitat de Catalunya).	13
Imagen 2. Gran alud que llega al fondo del valle y bloquea un río (©ICGC).	20
Imagen 3. Perfil del manto nivoso para medir las propiedades de las diferentes capas de nieve, en busca de condiciones de inestabilidad (©ICGC).	20
Imagen 4. Los aludes húmedos se producen también en la parte más fría del invierno, afectando a las actividades socioeconómicas (©ICGC).	20
Imagen 5. El aumento de la temperatura acelera los procesos de calentamiento y humidificación del terreno que desencadenan las avalanchas de placa (©ICGC).	21
Imagen 6. El registro de los datos meteorológicos y de la nieve en las zonas de alta montaña es esencial para comprender las consecuencias del cambio climático en este sensible ecosistema (©ICGC).	21
Imagen 7. Desprendimiento de rocas (izquierda, © Liebl) y deslizamiento de tierra (derecha, © Plörer).	23
Imagen 8. (Arriba) Reunión con la alcaldesa de El Bruc, en la que se analizan los factores de riesgo y la visión general del Piedemonte de Montserrat (abajo). Se realizaron visitas sobre el terreno con los diferentes interesados, con el fin de comprender la perspectiva de cada uno y, en el caso de los organismos de emergencia, satisfacer los requisitos operativos de cada uno (©Plana).	46
Imagen 9. (Izquierda) Visita a una zona de pastoreo promovida por LIFE+Montserrat que ofrece prevención de grandes incendios a la zona y al mismo tiempo promueve la economía local, y (derecha) tratamientos de combustible ejecutados por el Parque Natural en los caminos de entrada utilizados por excursionistas y escaladores, reduciendo la vulnerabilidad pero también el riesgo de ignición por parte de los visitantes (©Plana).	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de medidas para mitigar el peligro, la exposición y la vulnerabilidad en caso de riesgo de incendio forestal.	10
Figura 2. Factores que impulsan el riesgo de inundación repentina.	14
Figura 3. Principales causas de los desprendimientos de rocas y movimientos de tierra.	23
Figura 4. Ejemplo: Escenario de impacto previo al cambio climático, paisaje actual y situación de riesgo en un terreno alpino.	24
Figura 5. Ejemplo: Escenario de impacto posterior al cambio climático, paisaje futuro y situación de riesgo en un terreno alpino.	24
Figura 6. Nacionalidades, riesgos, niveles y perfiles cubiertos por las entrevistas de emergencias/respuesta.	30
Figura 7. Ejemplo de una necesidad de gestión de riesgos con efecto dominó para otros peligros.	31
Figura 8. Componentes del DSS.	33
Figura 9. Esquema de los pasos para el desarrollo del proceso.	35
Figura 10. Superposición del mapa del índice de permafrost alpino con las infraestructuras alpinas actuales.	39
Figura 11. Datos existentes gratuitos y disponibles en línea.	39
Figura 12. Software existente para, por ejemplo, simulaciones de desprendimientos de rocas, descargable en línea © D'Amboise.	40
Figura 13. Principales zonas de desprendimiento de rocas sin mayor degradación del permafrost (píxeles azules) y posibles zonas de desprendimiento de rocas con mayor degradación del permafrost (píxeles azules y rojos). Modelo de terreno: Tirol / Tiris.	40
Figura 14. Izquierda: propagación de desprendimientos de rocas utilizando solo las zonas de liberación por debajo del límite actual del permafrost. Derecha: propagación de desprendimientos de rocas utilizando también las zonas de liberación por encima del límite actual del permafrost. Ortofotografía y modelo del terreno: Tirol / Tiris.	40
Figura 15. Esbozo del DSS para condiciones cambiantes (por ejemplo, degradación del permafrost, deforestación).	41
Figura 16. Plantilla de mapa de procesos. Las columnas indican las fases del ciclo de gestión de crisis, las líneas representan los diferentes niveles.	44
Figura 17. Plantilla de resumen de procesos. El plan de gestión de crisis incluye un resumen para cada proceso que aparece en el mapa de procesos.	45
Figura 18. Secuencia de evaluación y planificación del riesgo hacia estrategias de gestión del riesgo integrada, eficiente y sinérgica.	47
Figura 19. Ejemplo de figura que representa las medidas de mitigación del riesgo en el sector de Montserrat Parc.	48
Figura 20. Pasos del Preparedness Day para los incendios forestales.	51
Figura 21. Pasos de la actividad de MEFITU.	52
Figura 22. Módulo DSS de RECIPE para priorizar la gestión del combustible en la IUF (en azul), insertado en el DSS de PREVAIL para la gestión del combustible.	53
Figura 23. Evaluación del riesgo de incendios forestales y avalanchas en zonas de montaña: procedimiento de estudio del caso RECIPE.	54
Figura 24. Esquema de ejercicio de riesgo múltiple incendio forestal-avalancha.	55
Figura 25. Escenarios definidos y ejemplo de mapa que muestra las zonas afectadas por los incendios de copas según la simulación.	55
Figura 26. Esquema de prescripciones de gestión forestal hacia un enfoque común de mitigación del riesgo de incendios forestales y avalanchas a nivel de rodal forestal.	56
Figura 27. Mapa de avalanchas que muestra los eventos observados recientemente en color azul y las observaciones históricas en color magenta.	57
Figura 28. Número de ciclos de aludes importantes observados desde 1970 hasta 2021 (abril) que han sido datados a diario.	58
Figura 29. En la herramienta de visualización se pueden observar las principales avalanchas propensas a caer en un día determinado, clasificadas en una categoría de patrón atmosférico que guía a las avalanchas (patrón NO). También se muestran las avalanchas más pequeñas pero que afectan a zonas vulnerables (avalanchas de riesgo).	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación binaria general.	53
-----------------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

El sexto informe del IPCC (2021) afirma que los fenómenos meteorológicos extremos son más frecuentes e intensos que en 1950 en la mayoría de las regiones terrestres. Esta tendencia está afectando a Europa, donde, en algunas zonas, se prevé un aumento de las temperaturas superior al de otras regiones. En los últimos años, Europa ha vivido diferentes eventos extremos como las inundaciones repentinas en Alemania e Italia (2021), o los incendios forestales en Portugal (2017), Escandinavia (2018), Grecia (2020) y Turquía (2021).

El cambio climático está modificando las situaciones de riesgo natural, aumentando su intensidad, frecuencia y distribución (IPCC, 2021). Paralelamente, existe un alto nivel de incertidumbre sobre los impactos específicos del cambio climático en cada uno de los riesgos naturales. En consecuencia, la gestión de riesgos debe hacer frente a situaciones nuevas y, a menudo, sin precedentes o muy infrecuentes, lo que hace que las estrategias de reducción del riesgo de desastres (RRD) y los procesos de toma de decisiones sean más complejos y, en consecuencia, que el sistema de gestión de riesgos se vea sometido a una gran presión.

El sistema de Protección Civil desempeña un papel crucial a la hora de hacer frente a los riesgos naturales a través de diferentes acciones y medidas a lo largo de las diferentes etapas del ciclo del riesgo, desde la prevención (por ejemplo, prediseñando y desarrollando infraestructuras de confinamiento y evacuación, y promoviendo la concienciación del riesgo), pasando por la preparación (por ejemplo, actualizando los protocolos y poniendo en práctica simulacros ante nuevos escenarios de riesgo) y la respuesta/recuperación (por ejemplo, con una comunicación eficiente a la población expuesta y restableciendo las infraestructuras y servicios críticos en las zonas afectadas).

De este modo, una correcta conexión entre las medidas de mitigación dentro del ciclo del riesgo bajo una visión integrada ayuda a gestionar la emergencia de una manera más eficiente. La correcta inclusión de los requerimientos de emergencia/respuesta en la evaluación y planificación de riesgos contribuye a reforzar las estrategias de la RRD, disminuyendo los impactos de los riesgos naturales en bienes, personas e infraestructuras.

Basándose en todo el anterior, el proyecto “Reinforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change” (RECIPE) ofrece algunas herramientas y reflexiones para fortalecer la protección civil en la gestión de emergencias y planificación de diferentes riesgos naturales (incendios forestales, inundaciones, tormentas, avalanchas, desprendimientos de rocas y de tierra) en todo Europa en un contexto de cambio climático. Esta publicación resume los principales resultados conseguidos durante el proyecto, los cuales van dirigidos a actores involucrados en la gestión de riesgos forestales y Protección Civil.

Los contenidos están organizados en dos Secciones. En la primera, se ha llevado a cabo un esquema metodológico de análisis común por cada riesgo natural, identificando los atributos del territorio en términos de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad (PEV – IPCC, 2012) que influyen en el riesgo. Entender estos factores PEV y como están relacionados entre ellos, es un paso fundamental hacia la comprensión de la gestión del riesgo.

La Sección II explora los potenciales impactos de los escenarios de cambio climático proyectados en la gestión de riesgos naturales. Respectivamente, se han identificado los requerimientos operativos de la Protección Civil para hacer frente a los efectos del cambio climático, incluyendo recursos de datos y aspectos de procedimiento relacionados con los Sistemas de Apoyo a las Decisiones (DSS, en inglés). Esta Sección describe las herramientas operativas desarrolladas en diferentes sitios piloto para diferentes riesgos.

Durante el proyecto se ha promovido una activa participación de profesionales y usuarios finales, a través de entrevistas, talleres y a lo largo del desarrollo de las herramientas operativas, las cuales han facilitado el intercambio de lecciones aprendidas y buenas prácticas.

Todos los resultados del proyecto están disponibles en el [sitio web del proyecto](#).



SECCIÓN I



¿CÓMO AFECTA EL CAMBIO CLIMÁTICO A LOS RIESGOS NATURALES? EL CASO DE LOS INCENDIOS FORESTALES, LAS INUNDACIONES, LAS TORMENTAS, LAS AVALANCHAS, LOS DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS Y DE TIERRA Y LAS INTERACCIONES MULTIRRIESGO

I.1 INCENDIOS FORESTALES

Principales factores

Los incendios forestales son un riesgo socio-natural, ya que están asociados a una combinación de factores naturales y antropogénicos¹.

En general, este peligro está fuertemente influenciado por el hombre debido a la gestión de la vegetación, a su distribución en el paisaje y a los incendios provocados principalmente por acciones antropogénicas. La meteorología también tiene un papel importante que afecta a la predisposición de la vegetación al incendio (baja humedad y altas temperaturas), y a la velocidad de propagación del fuego influida por la velocidad del viento o por la topografía.

De hecho, el fuego por sí mismo no es necesariamente un peligro, ya que puede estar planificado y controlado en el tiempo y el espacio. Por el contrario, los incendios forestales son un gran peligro en todo el mundo, ya que se describen como «cualquier incendio de vegetación no planificado y no controlado que, independientemente de la fuente de ignición, puede requerir una respuesta de extinción u otras acciones de acuerdo con la política institucional» (Rego y Colaço, 2013). Los incendios forestales solo se convierten en un riesgo cuando hay elementos expuestos que tienen valor para la sociedad.

Estos elementos expuestos pueden ser seres humanos, edificios, infraestructuras críticas, el entorno natural (por ejemplo, la pérdida de la cubierta forestal relacionada con la prestación de servicios ambientales), así como las actividades económicas y

el patrimonio cultural asociados. Dependiendo de su vulnerabilidad, que es una condición intrínseca del elemento, el daño puede ser alto o bajo.

Hay dos tipos de daños: (1) los daños directos, que son los impactos inmediatos durante o poco después del evento, como las víctimas mortales, los impactos sanitarios o los impactos en las infraestructuras y las actividades económicas; (2) los daños secundarios, resultantes de los daños indirectos debidos a la interrupción de la vida cotidiana de la sociedad, la disminución de algunos servicios ecosistémicos como la pérdida de la función protectora de los bosques para prevenir otro tipo de riesgos naturales, como las avalanchas o los desprendimientos.

Puesto que algunos de los elementos expuestos no pueden ser retirados de la «trayectoria» de los incendios forestales, deben considerarse los principales factores que determinan la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Están relacionados, por un lado, con el daño potencial total debido al impacto del incendio activo sobre ellos, y, por otro lado, y en una escala más amplia, con el impacto de la zona quemada sobre el territorio. Los diversos impactos sobre la población, las infraestructuras y los servicios ambientales forestales estarán fuertemente relacionados con la intensidad de los incendios, la resiliencia del paisaje y la actividad económica presente en el territorio. En este caso, la capacidad de respuesta será crucial para aumentar o disminuir la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Se pueden aplicar diferentes medidas para reducir cada uno de los componentes del riesgo:



Figura 1. Ejemplo de medidas para mitigar el peligro, la exposición y la vulnerabilidad en caso de riesgo de incendio forestal.

¹<https://www.undrr.org/terminology/hazard>

Cómo pueden influir las proyecciones del cambio climático en el régimen de incendios forestales

Es difícil determinar los futuros impactos específicos del cambio climático en los regímenes de incendios forestales a diferentes escalas (global, nacional o regional), ya que existe mucha incertidumbre relacionada con los efectos del cambio climático.

En cualquier caso, hay estudios o informes relevantes que apuntan a un aumento de la intensidad, la frecuencia y las zonas de ocurrencia de los incendios forestales, lo que implica un aumento general de los paisajes europeos relacionados con fenómenos meteorológicos extremos (por ejemplo, sequías, olas de calor). Algunos de los puntos destacados son:

- A pesar de la heterogeneidad de los métodos y de los resultados de la revisión bibliográfica, todas las proyecciones que se basan en el sistema FWI (Índice Meteorológico de Incendio Forestal) coinciden en que en el futuro habrá un aumento generalizado del peligro de incendios y de la duración de la temporada de incendios en el sur de Europa. El aumento relativo del peligro de incendio estacional medio oscila entre el 2% y el 4% por década en las regiones mediterráneas de Europa (Dupuy et al., 2020).
- Si no se tiene en cuenta la dinámica de la carga/continuidad de combustible, se prevé que las zonas quemadas aumenten en todo el sur de Europa, al igual que el peligro potencial de incendio, pero con tasas de aumento sustancialmente más altas (del 15% al 25% por década para la mayoría de las zonas, y mucho más para España). Sigue habiendo mucha incertidumbre cuando se considera la dinámica del combustible. La zona de riesgo se ampliaría a nuevas regiones propensas a los incendios, como el oeste y el centro de Francia, las montañas que rodean la cuenca mediterránea o el centro-este de Europa, donde no se espera que la carga de combustible sea un factor limitante. En las regiones más cálidas y secas propensas a los incendios (por ejemplo, el centro y el sur de la Península Ibérica), la disponibilidad de combustible es, o se convertirá, en el principal factor limitante de la actividad de los incendios (Dupuy et al., 2020).
- El cambio climático está provocando fenómenos meteorológicos más extremos, que derivan en incendios con un comportamiento también más extremo. La gestión de los incendios

deberá adaptarse a las nuevas condiciones, ya que se producirán incendios forestales de gran intensidad también fuera de la temporada tradicional o histórica de incendios, lo que supondrá un reto a la hora de dar respuesta. Las proyecciones globales describen también más sequías extremas y un aumento general de la aridez global (Robinne et al., 2018).

- En cuanto a los efectos de retroalimentación, en bosques húmedos existe una retroalimentación positiva de incremento de la frecuencia de los incendios forestales, la desecación de los bosques y el aumento de la gravedad de los incendios sigue conduciendo a una fuerte deforestación. En las zonas de montaña, los incendios forestales a pequeña escala suelen penetrar en las capas de hojarasca y humus, dejando al descubierto el suelo y provocando desprendimientos de rocas, corrimientos de rocas y tierra en las laderas empinadas. En términos más generales, la gran apertura del dosel arbóreo causada por los incendios forestales puede derivar en la sequía del paisaje, a través de la pérdida de almacenamiento de humedad del suelo. En ese caso, podría afectar a la futura pérdida de salidas de evapotranspiración hacia lugares situados a sotavento y reducir las precipitaciones (Dupuy et al., 2020).
- En los bosques existe un círculo vicioso entre los incendios forestales y las plagas. Los árboles dañados por el fuego tienen más probabilidades de verse afectados por las plagas. Estos insectos pueden propagarse y atacar a los árboles sanos, llegando a matar y secar a los árboles y creando, así, un paisaje más propenso al riesgo de incendios forestales. Otras retroalimentaciones positivas son la oportunidad de que las plantas invasoras se extiendan, lo que puede variar la disponibilidad de combustible, modificando el comportamiento del fuego y el régimen de incendios a favor de la planta invasora (Dupuy et al., 2020).

Implicaciones del cambio climático en la gestión del riesgo de incendios forestales

Los efectos del cambio climático en los incendios forestales afectarán directamente a la planificación de la prevención, la preparación, la respuesta y la recuperación de los incendios forestales, creando la necesidad de modificar y adaptar las medidas y

acciones destinadas a mitigar los impactos de los incendios. Algunos de los puntos clave sobre los principales impactos del cambio climático en cada fase del ciclo de gestión del riesgo son:

- Algunos de los retos futuros de la gestión del riesgo de incendios forestales en Europa serían: las actuales y nuevas zonas propensas a los incendios requerirán una mejor aplicación de los planes de seguros, mejores políticas públicas y una mayor concienciación y participación de las comunidades. En general, se necesitará una mayor y mejor cooperación e intercambios entre autoridades, empresas y servicios (por ejemplo, servicio de bomberos, servicio meteorológico, etc.), un aumento de la competencia legislativa de las administraciones regionales (en materia de planificación, construcción y ejecución de medidas contra catástrofes) y de los municipios (planificación del uso del suelo, gestión local de catástrofes), la puesta en marcha de programas de formación para mejorar la resiliencia de las comunidades, y una clara comprensión de los incendios en su contexto, la concienciación de la población y la preparación (AEMA, 2017).
- La gestión forestal requerirá un mayor esfuerzo para planificar y aplicar eficazmente las medidas de prevención de incendios forestales en el territorio. En los ecosistemas en los que los incendios son una perturbación natural, la supresión de los mismos puede dar lugar a una acumulación de combustible que puede derivar en un futuro comportamiento extremo del fuego. En este sentido, se necesitan más quemas prescritas y menos supresión de incendios en condiciones de seguridad, para así restaurar el bosque original adaptado al régimen de incendios local. También deben promoverse las prácticas forestales, el cobro de tasas a los propietarios de viviendas en zonas de riesgo de incendio, las aportaciones presupuestarias para las empresas con instalaciones en zonas de riesgo, la identificación de áreas clave para la prevención y protección de incendios para una mayor rentabilidad del presupuesto de prevención y la construcción de comunidades resilientes (interrupción de combustible en la IUF, simulacros de incendio, planes de emergencia, jardinería inteligente, planificación urbana) (Bailey et al., 2019).
- El Pacto Verde Europeo, desde el punto de vista económico, pretende incorporar el riesgo climático y medioambiental al sistema financiero. Esto significa integrar mejor esos riesgos en el marco prudencial de la UE y evaluar la idoneidad de los actuales requisitos de capital para los activos verdes. Será importante garantizar que, en toda la UE, los inversores, las aseguradoras, las empresas, los ayuntamientos y los ciudadanos puedan acceder a los datos y desarrollar instrumentos para integrar el cambio climático en sus prácticas de gestión de riesgos. La Comisión trabajará en la creación de capacidades para facilitar las iniciativas de base sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente.
- Las nuevas condiciones de incendios forestales en el marco del cambio climático requerirán más investigación en ciencia del fuego: el comportamiento extremo de los incendios y el cambio climático exigen una gestión de los incendios forestales más eficaz y basada en la ciencia, así como una toma de decisiones basada en el riesgo. Esto implica también cambiar el enfoque de la supresión a la prevención y aumentar la concienciación y la preparación de las poblaciones en riesgo. Además, específicamente en cada fase de riesgo se destacaron algunas medidas o retos como el desarrollo de sistemas de alerta temprana de vanguardia, la selección de especies y las cortas de regeneración como parte de la gestión adaptativa, la adaptación a largo plazo de los bosques al cambio climático, la adopción de medidas preventivas a corto y largo plazo. La preparación de los organismos y las comunidades para hacer frente a los incendios forestales extremos requiere una evaluación adecuada y una comunicación oportuna mediante el desarrollo de sistemas de alerta temprana, así como la formación del personal para realizar operaciones de emergencia eficientes, incluyendo planes de evacuación o confinamiento. Esto también implica desarrollar la concienciación y la educación del público y abordar las ideas erróneas de que la protección contra incendios es responsabilidad exclusiva del cuerpo de bomberos (Faivre et al., 2018).

I.2 INUNDACIONES (INUNDACIONES REPENTINAS)

Principales factores

Según la Directiva de Inundaciones de la UE, las inundaciones son el recubrimiento temporal de agua en terrenos que normalmente no están cubiertos por la misma.

Dentro de RECIPE, la atención se centra en las inundaciones repentinas o avenidas, que pueden definirse como aquellos sucesos de inundación en

los que la subida del agua se produce durante o a las pocas horas de las precipitaciones que producen la subida. Estas inundaciones provocan daños inminentes para las personas, los edificios, las infraestructuras críticas y las actividades económicas. El riesgo resultante debe ser valorado, analizado, evaluado y gestionado en todos sus componentes de peligro, exposición y vulnerabilidad.



Imagen 1. (Izquierda) Inundaciones en Italia (región de Liguria, octubre de 2021. ©CIMA) y (derecha) en España (tormenta Gloria, enero de 2020 ©Bombers Generalitat de Catalunya).

Las inundaciones repentinas se deben a diferentes factores, tanto «naturales» como «humanos».

El **peligro** de las avenidas suele ser provocado por tormentas cortas y de gran intensidad que activan pequeñas cuencas de captación, donde el tiempo de respuesta de la cuenca de drenaje es corto.

Además, en la ocurrencia de este tipo de eventos tienen relevancia muchos factores hidrológicos: la topografía (gradientes del terreno y tamaño de la cuenca); el tipo de suelo, que influye en los valores de infiltración del agua; la cubierta vegetal (tipos y densidad de crecimiento), que puede ofrecer, o no, protección del suelo forestal a la erosión; las precipitaciones precedentes, etc. En general, el uso del suelo influye en la generación de inundaciones repentinas y, en particular, en la tasa de descarga: como ejemplo, la presencia de grandes urbanizaciones reduce los tiempos de propagación de las inundaciones y las tasas de infiltración, aumentando, en consecuencia, las tasas máximas de escorrentía.

Por último, es probable que las inundaciones pluviales y las inundaciones repentinas, provocadas por intensas precipitaciones locales, sean más

frecuentes en toda Europa debido al cambio climático (AEMA, 2019).

En cuanto al riesgo de avenida, este está muy influenciado por la presencia de elementos de riesgo en las zonas afectadas por el proceso de peligro. Los factores impulsores que influyen en la dimensión de la **exposición** a las inundaciones repentinas reflejan bien los elementos en riesgo –así como los elementos en riesgo identificados por la Directiva de Inundaciones de la UE (2007/60/CE)– y aparecen en las siguientes categorías: población, instalaciones críticas, edificios, actividades económicas, infraestructuras, medio ambiente y servicios medioambientales. La presencia de personas y turistas, asentamientos, actividades económicas, patrimonio cultural, instalaciones críticas, infraestructuras, etc., en las zonas propensas a las inundaciones y la cantidad, el valor y la importancia de las mismas influyen en el nivel de riesgo. En general, pueden distinguirse dos tipos de daños: los directos, que tienen un impacto inmediato durante o poco después del evento de peligro, como la inundación de edificios o la pérdida de vidas, y los secundarios, que resultan

de los daños indirectos debidos a la interrupción del funcionamiento cotidiano de la sociedad, como la interrupción de las actividades económicas debido a los daños en las carreteras tras la inundación o como la interrupción de las actividades escolares.

Además, el riesgo de inundación repentina se define también por la vulnerabilidad de los elementos expuestos mencionados. La **vulnerabilidad** (y la capacidad) podría estar relacionada con diferentes factores, algunos de los cuales abarcan la dimensión física, otros la capacidad del sistema de Protección Civil y de todos los demás actores. Los factores de vulnerabilidad de la población están relacionados con su conciencia de riesgo y su cultura de riesgo

también en términos de alerta temprana (incluso considerando a los turistas y visitantes) y las capacidades de prevención/preparación/respuesta y recuperación (incluyendo la capacidad de «reconstrucción-mejora») del sistema de Protección Civil a todos los niveles. Los factores de las demás categorías describen las propiedades de los elementos y sus capacidades para resistir los daños directos (estructura física de los edificios), teniendo en cuenta también la existencia de medidas de protección, para mantener la operatividad y resistir a los daños secundarios (reservas financieras de las empresas).



Figura 2. Factores que impulsan el riesgo de inundación repentina.

Cómo pueden influir las proyecciones del cambio climático en el régimen de inundaciones repentinas

Según la AEMA (2017), debido al aumento previsto de los fenómenos meteorológicos extremos y relacionados con el clima, es probable que las inundaciones pluviales y las avenidas, que se desencadenan por eventos de precipitación local intensa, sean más frecuentes en toda Europa, mientras que en las regiones en las que se prevé una menor acumulación de nieve durante el invierno, el riesgo de inundaciones a principios de la primavera podría disminuir.

Para finales del siglo XXI (Alfieri et al., 2015) el mayor aumento de las inundaciones con período de retorno de 100 años ($T=100$) se prevé para las Islas Británicas, el noroeste y el sureste de Francia, el norte de Italia y algunas regiones del sureste de España, los Balcanes y los Cárpatos. Se prevén aumentos leves para Europa central, la sección superior del Danubio y sus principales afluentes. Por el contrario, se prevé una disminución de las inundaciones $T=100$ en amplias zonas del noreste de Europa debido a la reducción de la acumulación de nieve, y por tanto de las inundaciones asociadas al deshielo, con temperaturas invernales más suaves (Madsen, 2014). Estos resultados son coherentes con estudios anteriores (Dankers y Feyen, 2008; Ciscar et al., 2011; Rojas et al., 2012).

Además, en el norte de Europa, las inundaciones dominadas por la lluvia en los ríos más pequeños pueden aumentar debido al incremento previsto en las precipitaciones, incluso cuando se prevé una disminución de las inundaciones dominadas por el deshielo en los grandes ríos (Vormoor et al., 2016).

Existen evidencias de que es probable que el cambio en la frecuencia de las lluvias extremas tenga un mayor impacto en el peligro general de inundación en comparación con el cambio en su magnitud. De media, en Europa se prevé que los picos de inundación con periodos de retorno superiores a 100 años se dupliquen en frecuencia en las próximas tres décadas.

En un estudio (Sassi et al., 2019) relacionado con el impacto del cambio de las precipitaciones en las pérdidas financieras medias de invierno y verano debidas a las inundaciones, se muestra que, tanto para las estadísticas brutas como para las corregidas

por el sesgo, las pérdidas medias por inundaciones en Europa tienden en general a aumentar en invierno y a disminuir en verano en un escenario futuro, y –en consonancia con ese cambio– que las pérdidas medias por inundaciones han aumentado en invierno (y disminuido en verano) desde las condiciones preindustriales hasta la actualidad.

Por último, según una revisión del análisis de las tendencias y las proyecciones del cambio climático sobre las precipitaciones extremas y las inundaciones en Europa (Madsen et al., 2014) se espera que los caudales máximos se produzcan temprano cada año. Estas proyecciones son coherentes con la tendencia observada de adelantar los picos de deshielo y disminuir los caudales máximos de primavera.

Implicaciones del cambio climático en la gestión del riesgo de inundaciones repentinas

Para afrontar mejor el cambio climático, la gestión de los riesgos de inundación debe incluir principalmente las fases de preparación y prevención.

Concretamente, para la fase de preparación podría resultar útil:

- Difundir un enfoque participativo o de abajo hacia arriba también para integrar los diferentes conocimientos y competencias en la gestión de riesgos y aplicar así unas acciones más coordinadas y completas,
- hacer los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y el sistema de comunicación de riesgos más comprensible y local,
- desarrollar una comunicación horizontal y vertical interinstitucional que funcione adecuadamente,
- mejorar la capacidad de gobierno y desarrollar un reparto de responsabilidades claro, transparente y completo, y
- reforzar la actividad de seguimiento, favoreciendo el paso del modo de respuesta reactivo a los enfoques anticipatorios, con especial referencia a la realización de acciones tempranas o específicas.

Para la fase de prevención podría resultar útil:

- Aumentar el intercambio de datos y la concienciación,

- desarrollar un enfoque de abajo hacia arriba para la evaluación de riesgos,
- integrar escenarios potenciales y nuevos en la evaluación de riesgos y abordar la incertidumbre,
- reforzar la difusión de las soluciones basadas en la naturaleza, maximizando los beneficios compartidos,
- cambiar la escala de las acciones optimizándolas a nivel de cuencas fluviales, en lugar de mediante acciones independientes sobre tramos fluviales seleccionados,
- desarrollar planes de seguros,
- proporcionar suficiente flexibilidad para permitir enfoques adaptados y vías de adaptación que permitan un cambio de rumbo si la dinámica lo requiere (por ejemplo, debido a la urbanización o a los patrones de cambio climático), combinando también la gestión del riesgo de inundación dentro de la planificación y los enfoques estratégicos a largo plazo, así como las políticas de adaptación al cambio climático,
- favorecer una cartera diversificada de enfoques y acciones de gestión del riesgo de inundación, en función de las características físicas e institucionales,
- superar la fragmentación desarrollando una sinergia y coordinación entre las diferentes acciones y actores y mejorando la conectividad entre los sectores políticos y los niveles administrativos, y

- desarrollar plataformas de conocimiento y coordinación coherentes y complementarias a nivel regional, nacional y de la UE.

Según la Estrategia Nacional de Adaptación de Italia (2017), es posible identificar algunos retos para la capacidad de afrontamiento ante el cambio climático. Los más importantes son:

- Refuerzo de los sistemas de alerta,
- refuerzo de la actividad de supervisión,
- refuerzo de la cobertura territorial durante las inundaciones,
- mejora de la capacidad de predicción en el clima i la meteorología,
- mejora de los sistemas de alerta (homogeneización de los mensajes en el territorio nacional, comunicación más eficaz y puntual, preparación de los administradores) y de los correspondientes planes de protección civil (preparación, difusión a la población, ejercicios a nivel local con participación de la población),
- formación en «preparación en inundaciones» para la población, y
- garantizar acciones continuas y eficaces de comunicación de riesgos, dirigidas a la población y a los administradores, para reducir el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos y difundir la conciencia del «riesgo residual».



I.3. TORMENTAS

Principales factores

Las tormentas pueden tener graves consecuencias ecológicas, económicas y sociales. Dentro de RECIPE, nos centramos en tormentas de invierno y en el resultante viento en las carreteras, que acaba suponiendo una amenaza para las vidas humanas y las infraestructuras.

Las tormentas pueden evolucionar como resultado de diversas condiciones meteorológicas. Aquí, la atención se centra predominantemente en las tormentas de invierno resultantes de los sistemas de bajas presiones extra tropicales en latitudes medias. Este tipo de tormenta se produce casi exclusivamente durante los meses de invierno (octubre - marzo) debido a los altos gradientes de temperatura entre las regiones subtropicales y polares. En la zona donde chocan ambas masas de aire, cálido y frío, surge el llamado frente polar y se forman sistemas de bajas presiones, más o menos extremas, que son desplazadas por las corrientes hacia el oeste sobre el Atlántico Norte hasta Europa Central. En determinadas circunstancias (por ejemplo, diferencias horizontales muy grandes de temperatura del aire y de contenido de vapor de agua) pueden formarse ciclones intensos que dan lugar a velocidades de viento similares a las de un huracán. Por lo general, las tormentas de invierno tienen una gran extensión geográfica (diámetro de 1.000 km o más), lo que las distingue de otras tormentas de menor escala.

El riesgo relacionado con las tormentas viene determinado por las condiciones naturales de un lugar forestal determinado, como la topografía, la estructura del suelo, el grado de exposición habitual al viento, la composición del bosque, la salud de los árboles, y las características del evento meteorológico (es decir, la velocidad crítica del viento y la precipitación previa al evento).

En combinación con otros fenómenos meteorológicos, las tormentas de invierno pueden provocar efectos en cascada o dar lugar a eventos de retroalimentación. Un fenómeno observado en los últimos años son los cambios de temperatura relativamente bruscos durante el invierno en conjunción con las altas velocidades del viento, lo cual provoca inundaciones y desprendimientos.

La aproximación de un frente de tormenta suele provocar un aumento repentino de la temperatura y trae consigo altos niveles de precipitación. El rápido deshielo resultante llena los arroyos, que pueden estar bloqueados con árboles caídos (debido a la menor capacidad de anclaje de las raíces) y provocar desprendimientos en las laderas empinadas. En las proximidades de las viviendas, esto puede provocar tensiones para los cuerpos de emergencia locales y graves daños.

Los bosques dañados por las tormentas, combinados con unos meses de verano más secos y calurosos, provocan un aumento de las amenazas bióticas para los árboles y los bosques (por ejemplo, infestación de escolitinos, propagación de patógenos, etc.). De este modo, incluso los pequeños daños causados por las tormentas en los bosques, que no son graves, proporcionan las condiciones ideales para que las poblaciones de plagas y patógenos se acumulen y se extiendan a otras partes no afectadas del bosque. En los años 2018 y 2019 la combinación de peligros descrita llevó a situaciones sin precedentes en el sector forestal alemán: los árboles muertos se dejan en el bosque, ya que los gestores forestales y los propietarios de bosques privados carecen de capacidad de transporte o no es viable económicamente, esto supone una amenaza adicional para las personas, ya que los troncos muertos pueden caer.

Al mismo tiempo, la proliferación de plagas y enfermedades repercute en la exposición al viento (por ejemplo, las alteraciones causadas por los insectos aumentan la rugosidad del dosel), el anclaje al suelo (por ejemplo, los patógenos disminuyen la estabilidad del enraizamiento) y la resistencia a la rotura del tallo (por ejemplo, los patógenos disminuyen la estabilidad).

Mientras tanto, aumenta la aparición de fenómenos meteorológicos extremos locales de menor extensión geográfica, como fuertes precipitaciones, granizadas y tornados. Sin embargo, en comparación con el impacto de las tormentas de invierno, la amenaza potencial de estos eventos en los bosques es sustancialmente menor, aunque la devastación local de este tipo de nuevos fenómenos meteorológicos hace que merezca la pena tenerlos en cuenta.

Cómo pueden influir las proyecciones del cambio climático en el régimen de tormentas

La variable climática más influyente que determina las perturbaciones del viento sigue siendo la frecuencia y la intensidad de los vientos fuertes, cuyas tendencias actuales y futuras siguen sin ser concluyentes (Seidl et al., 2017). Hay indicios de que el cambio climático influye en la duración y la gravedad (es decir, en las velocidades máximas del viento) de las tormentas de invierno en toda Europa (Donat et al., 2011; Temperli et al., 2013 en Seidl et al., 2017). Los cambios previstos en las velocidades extremas de los vientos indican que aumentarán en el centro y norte de Europa, mientras que disminuirán ligeramente en la región mediterránea. Es probable que haya un desplazamiento hacia el polo de las trayectorias de las tormentas de latitudes medias. En consecuencia, las zonas que antes no se veían afectadas por los fuertes temporales de viento tendrán que enfrentarse a una nueva situación de riesgo.

Además de una mayor intensidad, se espera que una serie de impactos indirectos relacionados con el cambio climático afecten al impacto global de las futuras perturbaciones del viento en los ecosistemas forestales de Europa. Entre ellos se encuentran los cambios en el anclaje de los árboles (por ejemplo, menos heladas en el suelo) (Usbeck et al., 2010 en Seidl et al., 2017), la exposición al viento (por ejemplo, el crecimiento de los árboles) (Moore y Watt, 2015 en Seidl et al., 2017) y la resistencia al viento de los rodales (por ejemplo, la composición de las especies de árboles) (Panferov et al., 2009 en Seidl et al., 2017).

Las decisiones de gestión forestal para hacer frente a los retos del cambio climático también pueden influir en los futuros impactos de las perturbaciones del viento en los bosques. Por ejemplo, el deseo de pasar de masas dominadas por una sola especie y de edad uniforme a bosques con diversas especies, edades y estructuras (Gardiner et al., 2019). El efecto exacto puede variar según el contexto. Investigaciones recientes sugieren que los bosques naturales mixtos son más resistentes a las perturbaciones del viento que los bosques de monocultivo (Jactel et al., 2017; Morimoto et al., 2019).

Por último, se ha demostrado que hay una fuerte interacción entre las perturbaciones: la sequía

estival reduce la resistencia general de los árboles y facilita la actividad de otros agentes perturbadores, como los insectos y el fuego. Al mismo tiempo, los daños causados por las tormentas en los bosques, en combinación con unos meses de verano más secos y calurosos, pueden dar lugar a un aumento de las amenazas bióticas para los árboles y los bosques (por ejemplo, infestación de escolitinos, propagación de patógenos, etc.). De este modo, incluso los pequeños daños causados por las tormentas en los bosques, que no son graves, proporcionan las condiciones ideales para que las poblaciones de plagas y patógenos se acumulen y se extiendan a otras partes no afectadas del bosque. A su vez, la proliferación de plagas y enfermedades repercute en la exposición al viento (por ejemplo, las alteraciones causadas por los insectos aumentan la rugosidad del dosel), puede afectar al anclaje en el suelo (por ejemplo, los patógenos disminuyen la estabilidad del enraizamiento) y reducir la resistencia a la rotura del tallo (por ejemplo, los patógenos disminuyen la estabilidad). Por otro lado, los cambios inducidos por el clima en la composición y la estructura de la vegetación pueden reducir la sensibilidad del bosque a las diferentes perturbaciones, especialmente al viento (Seidl et al., 2017; Temperli et al., 2013 en Seidl et al., 2017).

Consecuencias del cambio climático en la gestión del riesgo de tormentas

La gestión del riesgo de tormentas implica principalmente medidas técnicas relacionadas con la silvicultura preventiva y la gestión forestal, ya sea reduciendo la exposición, por ejemplo, cerrando las carreteras forestales y limitando el acceso de la población al bosque, o excluyendo el peligro, por ejemplo, creando franjas de protección sin árboles a lo largo de las carreteras más frecuentadas.

Las medidas no relacionadas con la gestión forestal son más diversas y tienen lugar durante todas las fases del ciclo de gestión del riesgo, salvo en la fase de recuperación. Abarcan desde la difusión en los medios de comunicación y la declaración oficial de alerta temprana (cultura del riesgo, comunicación, gestión de emergencias y capacidad de respuesta), los seguros contra daños por tormentas (medidas técnicas), la identificación y clasificación de infraestructuras críticas (herramientas de evaluación de riesgos, cartografía y planificación), hasta los

reglamentos y códigos de construcción (gobierno y política de riesgos).

Se espera que el cambio climático dé lugar a interacciones de múltiples peligros y, por tanto, a nuevos escenarios de peligro que van más allá de los escenarios conocidos. La variabilidad de los posibles escenarios de peligro hace imposible una preparación específica para distintos escenarios. En cambio, se aconseja a los organismos de emergencia que desarrollen la capacidad de adaptación a nuevas situaciones y una preparación general para las crisis.

El principal reto para las autoridades de emergencia es, por tanto, aumentar la adaptabilidad general a un número creciente de escenarios potenciales y nuevos. Es necesario abordar la incertidumbre e incorporarla a la planificación de emergencias. El buen funcionamiento de la comunicación horizontal y vertical entre instituciones es crucial para garantizar la capacidad de reacción durante una crisis. Se puede entrenar y debería formar parte de la fase de preparación previa a una catástrofe natural.



I.4. AVALANCHAS

Principales factores

Las avalanchas de nieve son un fenómeno natural que puede afectar a las personas, los asentamientos, las instalaciones, las estaciones de montaña, las propiedades, el medio ambiente, los servicios



Imagen 2. Gran alud que llega al fondo del valle y bloquea un río (©ICGC).

económicos y las infraestructuras. Por lo tanto, este riesgo natural debe ser evaluado y analizado para una mejor comprensión del fenómeno a nivel espacial y temporal que permita una gestión eficaz del riesgo.



Imagen 3. Perfil del manto nivoso para medir las propiedades de las diferentes capas de nieve, en busca de condiciones de inestabilidad (©ICGC).

Los tipos de factores que influyen en el peligro de avalanchas de nieve son los descritos a continuación de más a menos importante: estructura del manto nivoso (resistencia de la nieve, capas débiles, inestabilidad interna, enlaces cristalinos y fricción entre capas, entre otros), terreno (topografía, pendiente, altitud, aspecto, geomorfología,

rugosidad y vegetación), sobrecargas (personas, animales, dirección del viento, nevadas, lluvia, etc.), condiciones meteorológicas (tipo e intensidad de las precipitaciones, temperatura del aire, dirección y velocidad del viento, humedad, cobertura del cielo y radiación solar.) e impactos del cambio climático.

Cómo pueden influir las proyecciones del cambio climático en el régimen de avalanchas

El cambio climático puede afectar a las tres esferas que condicionan la actividad de los aludes: el manto nivoso, el terreno y el tiempo.



- **Manto nivoso:** se espera que el cambio climático afecte a la duración (días) y al espesor (cm) del manto nivoso durante las futuras temporadas de invierno. En ambos casos, se espera una disminución de los días y de la profundidad de la nieve. Además, las condiciones internas típicas están cambiando debido al aumento de la variabilidad del clima invernal.

Imagen 4. Los aludes húmedos se producen también en la parte más fría del invierno, afectando a las actividades socioeconómicas (©ICGC).

- **Terreno:** en un contexto de calentamiento global, se espera que en el futuro aparezcan algunas variaciones en el terreno propenso a las avalanchas. La vegetación ayuda a la fijación del manto nivoso y a lograr una distribución y

rugosidad más homogéneas. En este sentido, un mayor número de incendios forestales aumentaría la erosión del terreno y, por tanto, la probabilidad de que se desencadenen aludes.



Imagen 5. El aumento de la temperatura acelera los procesos de calentamiento y humidificación del terreno que desencadenan las avalanchas de placa (©ICGC).

Además, el crecimiento natural del bosque podría afectar a la zonificación altitudinal de la vegetación y al tipo de bosque. Algunas especies tienen un comportamiento diferente en lo que respecta al desencadenamiento de aludes: algunas se recuperan

más rápidamente que otras, algunas son más flexibles cuando se ven afectadas por los aludes mientras que otras se rompen y «mueren», siendo difícil que vuelvan a crecer.



- **Meteorología:** en el contexto de cambio climático, tanto la intensidad de las precipitaciones como el aumento de las temperaturas afectan a la probabilidad de que se produzcan fenómenos extremos (periodo de retorno diferente) y al tipo de problemas de aludes (aludes de nieve reciente y de placa). También hay que tener en cuenta otros factores meteorológicos impulsores y su papel en el contexto del cambio climático, como la circulación atmosférica. En este sentido, recientemente se han observado en los Pirineos cambios en la frecuencia de los patrones atmosféricos que conducen a grandes ciclos de aludes.

Imagen 6. El registro de los datos meteorológicos y de la nieve en las zonas de alta montaña es esencial para comprender las consecuencias del cambio climático en este sensible ecosistema (©ICGC).

Implicaciones del cambio climático en la gestión del riesgo de avalanchas

La gestión del riesgo de avalanchas podría adaptarse al cambio climático reforzando la fase de preparación. Los principales aspectos a conseguir son:

- Incertidumbre: se producen nuevos escenarios de nieve y la experiencia en su previsión es escasa. Es necesario mejorar la flexibilidad de los procesos habituales para tomar decisiones.
- Vigilancia: es necesario implantar sistemas de alerta temprana para detectar el aumento de las condiciones de inestabilidad y prepararse para una respuesta.
- Herramientas operativas: se requieren nuevos desarrollos que se centren no solo en la previsibilidad de las amenazas, sino en la probabilidad de que afecten a elementos vulnerables.



I.5. DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS Y DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Principales factores

Dentro del proyecto RECIPE, la atención se centra en los deslizamientos espontáneos y rápidos de material suelto (tierra, escombros) y en los desprendimientos de rocas con un volumen inferior a 100 m³ y una interacción insignificante entre las rocas.

La caída de rocas se produce preferentemente en terrenos de más de 45° y pone en peligro los bienes por la energía del impacto de las rocas en movimiento (ver Imagen 7 izquierda). Rara vez son predecibles, ya

que su desencadenamiento depende de una compleja interacción de muchos parámetros (cambio de hielo-deshielo, contracción, derretimiento del permafrost, micro terremotos, presión del agua en las grietas, tormentas, crecimiento de la vegetación, etc.).

Los deslizamientos de tierra pueden afectar a las personas, los edificios y las infraestructuras a través de la erosión en la zona de liberación (ver Imagen 7 derecha), la presión del impacto durante el movimiento rápido de la masa y la perforación en la zona de transmisión y depósito.



Imagen 7. Desprendimiento de rocas (izquierda, © Liebl) y deslizamiento de tierra (derecha, © Plörrer).

Los principales factores impulsores de los desprendimientos (en Austria) son las fuertes precipitaciones que provocan un alto contenido de humedad en el suelo, la reducción de los ángulos de fricción interna y la alta presión de poros de agua.

Los deslizamientos de tierra suelen producirse entre los 20° y los 45° de inclinación. Las condiciones geológicas, las propiedades del suelo y la vegetación también influyen en la probabilidad de que se produzcan deslizamientos.

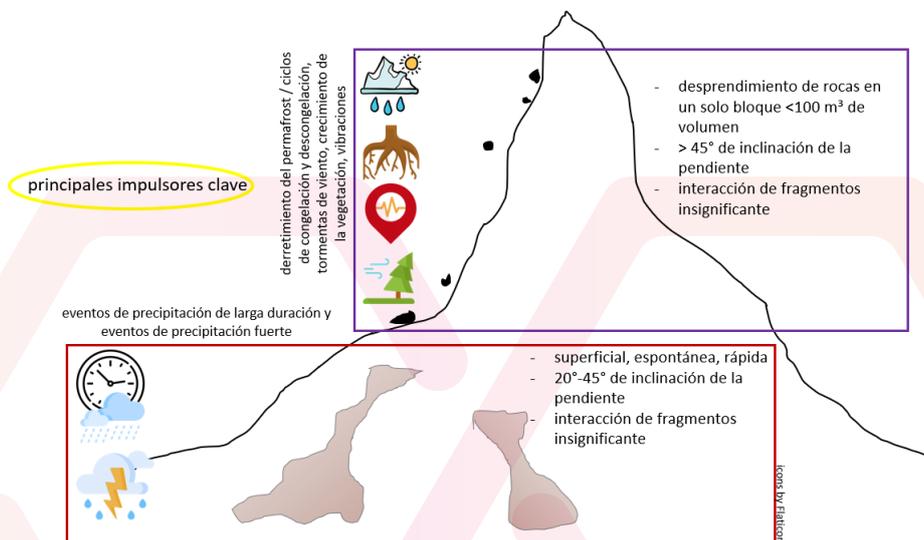


Figura 3. Principales causas de los desprendimientos de rocas y movimientos de tierra.

Cómo pueden influir las proyecciones del cambio climático en los regímenes de desprendimiento de rocas y de tierra

Desprendimientos de rocas: el grado de cambio de varios parámetros climáticos y los efectos relacionados con el desprendimiento de rocas no se conocen con certeza. En cualquier caso, el aumento de la temperatura y el consiguiente desplazamiento de la línea fronteriza del permafrost es un hecho y provoca un aumento de las frecuencias de desprendimiento de rocas. Además, las principales actividades de desprendimiento de rocas se producirán a principios de año. Aparte de los terrenos alpinos, los efectos en cascada provocados por el cambio climático (incendios forestales, vientos, infestación de escolitinos) pueden aumentar también la frecuencia de los desprendimientos de rocas.

Deslizamientos de tierra: en las alturas también puede aumentar la frecuencia de los corrimientos de tierra debido al deshielo de las zonas de permafrost. En las altitudes más bajas de Europa Central y del Norte cabe esperar un aumento de la frecuencia de los desprendimientos, causado por el aumento de la intensidad de las precipitaciones, así como un desplazamiento de los fenómenos al invierno.

Las deforestaciones repentinas más frecuentes (incendios forestales, derribos por el viento, avalanchas) o los daños graduales de los bosques causados por las sequías y/o por las infestaciones de escolitinos conducen a la pérdida del refuerzo de las raíces y a la desaparición de los troncos de los árboles como obstáculos, lo que puede aumentar la probabilidad de desprendimientos y disminuir los efectos de protección de los bosques contra el desprendimiento de rocas.

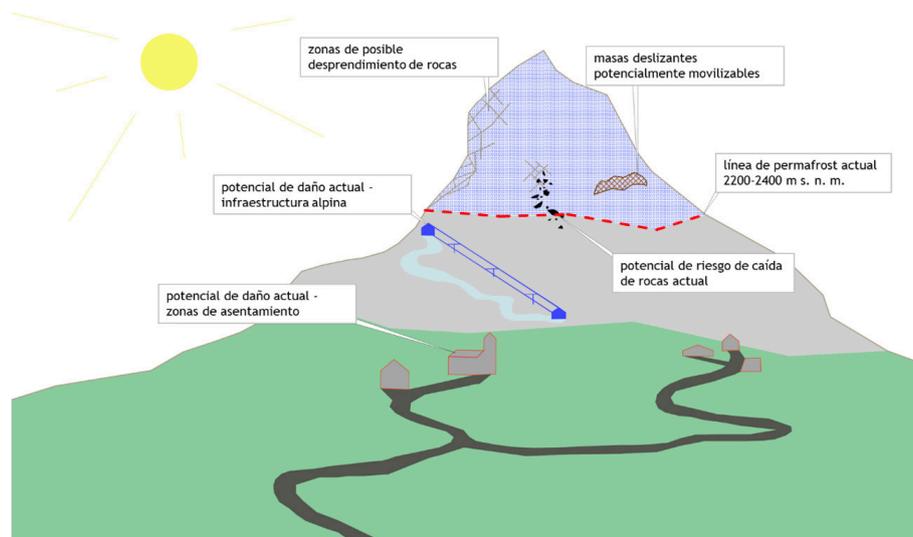


Figura 4. Ejemplo: Escenario de impacto previo al cambio climático, paisaje actual y situación de riesgo en un terreno alpino.

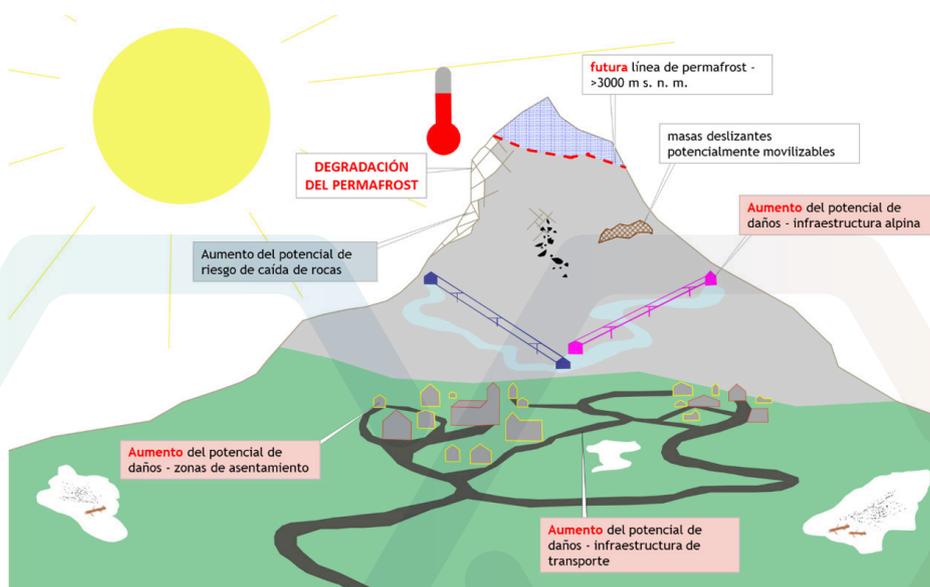


Figura 5. Ejemplo: Escenario de impacto posterior al cambio climático, paisaje futuro y situación de riesgo en un terreno alpino.

Consecuencias del cambio climático en la gestión del riesgo de desprendimientos de rocas y de tierra

La intensidad (magnitud) y la frecuencia de los desprendimientos de rocas y los corrimientos de tierra cambiarán en las próximas décadas debido al cambio climático. Por lo tanto, los daños que se han experimentado hasta ahora podrían superarse considerablemente. Al mismo tiempo, la actual explotación (regional) de las zonas alpinas provoca un aumento del potencial de daños. Por lo tanto, es necesario mejorar la interacción de la planificación estructural, organizativa y espacial, especialmente en la fase de preparación del ciclo de riesgo. También podría ser necesario el enfoque de la gobernanza del riesgo mediante la participación de todos los actores en el proceso de interacción y toma de decisiones. Se deben tener en cuenta los escenarios potenciales del cambio climático para implementar cualquier medida.

En el contexto de la prevención, la ordenación del territorio es crucial, ya que las restricciones en el uso del suelo que mantienen libres las zonas en peligro y los requisitos para el uso específico del suelo pueden reducir los riesgos de forma significativa. Sin embargo, esto requiere objetivos de protección estandarizados y basados en el riesgo, eventos de diseño armonizados y niveles de seguridad uniformes como base para cualquier medida de protección. Además de las herramientas de planificación espacial estática establecidas, se necesitan módulos dinámicos para ampliar los mapas mediante la evaluación de riesgos y los escenarios de cambio climático.

En Austria, los mapas de índices de peligrosidad y los mapas de peligrosidad de desprendimientos de rocas y de tierra solo están disponibles a nivel regional, son

incompletos e inconsistentes, y los factores de riesgo no se han considerado hasta ahora. Se recomienda la elaboración de documentos de planificación uniformes a nivel nacional que consideren los componentes de riesgo como la exposición y la vulnerabilidad para hacer frente a los retos futuros. La información sobre las infraestructuras está disponible en toda la zona, pero en el nivel actual solo permiten una evaluación limitada de la exposición y la vulnerabilidad.

Varias instituciones participan en la gestión de los impactos de los desprendimientos de rocas y deslizamientos de tierra (brigadas de bomberos, servicios de mantenimiento de carreteras, servicios geológicos de los estados federales, control de torrentes y avalanchas, etc.). Sin embargo, con el aumento de la magnitud de los eventos, la comunicación y una división clara de las competencias es crucial. Se requiere una documentación de eventos estandarizada en toda la zona y el intercambio de datos entre las diferentes instituciones.

Una planificación territorial adecuada y orientada al riesgo reduce los recursos necesarios para las protecciones técnicas y las medidas de recuperación. También debería centrarse en las medidas no estructurales (por ejemplo, la elección de especies arbóreas adaptadas al cambio climático, los bosques mixtos, etc.). Para mejorar la preparación, los sistemas de alerta temprana (para los deslizamientos) pueden ser a veces medidas rentables junto con las medidas de protección estructural alternativas.

Las condiciones marco poco reguladas (por ejemplo, ¿dónde debe/puede depositarse el material de los desprendimientos?) y la insuficiente cobertura de los seguros para los propietarios son otros puntos débiles del proceso de recuperación.



I.6. EJEMPLOS DE INTERACCIONES MULTIRRIESGO

Cuadro 1. Interacción multirriesgo tormenta-incendio forestal.

Tormenta - Incendio forestal

Se espera que el cambio climático aumente la frecuencia de las tormentas y los incendios, incluso en zonas que hasta ahora han estado poco expuestas a los incendios forestales. Además de los retos particulares de la gestión de los bosques para cada uno de los dos riesgos naturales, un bosque que se enfrenta a eventos de tormentas e incendios en un corto período de tiempo (por ejemplo, tormenta de invierno - incendio de verano o viceversa) plantea retos particulares:

Cuestiones clave a tener en cuenta debido a la situación multirriesgo: tormenta (invierno) seguida de incendio (verano):

- Madera muerta = la cantidad de combustible aumenta, la continuidad horizontal y vertical del combustible aumenta después de la tormenta (aumento del peligro).
- Las preocupaciones por la seguridad limitan el trabajo activo en rodales con madera muerta en pie, como la creación de cortes de combustible, etc. (aumento del peligro).
- Contexto de la IUF: el fuego puede afectar a propiedades no afectadas por la perturbación inicial (tormenta) (exposición, vulnerabilidad).

Cuestiones clave a tener en cuenta debido a la situación de multirriesgo: incendio (verano) seguido de tormenta (invierno):

- Las masas forestales quemadas son más susceptibles al viento y pueden caer en caso de tormenta.
- Los nuevos bordes del bosque creados por el fuego también son más susceptibles a las perturbaciones del viento, ya que los árboles no se han adaptado a las fuerzas mecánicas del viento.
- Peligro de trabajar en zonas quemadas debido a la caída de ramas o árboles.

La **interacción entre el viento y la perturbación del fuego aumenta todas las dimensiones del riesgo asociado a los incendios forestales**; el **peligro** natural aumenta a medida que las grandes cantidades de madera muerta, intercaladas en la masa, proporcionan gran cantidad de combustible para los posibles incendios forestales. Este efecto se ve agravado por posibles brotes de insectos o patógenos, que pueden extenderse a los rodales vecinos, proporcionando así más combustible en el futuro. En algunos casos, las opciones para reducir proactivamente el riesgo de incendio son limitadas, ya que las masas forestales dañadas no permiten unas condiciones de trabajo seguras para, por ejemplo, reducir la carga de combustible, derribar los árboles colgantes (combustible de escalera) o instalar cortafuegos.

La **exposición** aumenta, ya que el fuego puede extenderse a zonas no afectadas por la perturbación previa del viento y los daños asociados. Los incendios pueden extenderse más allá de la zona dañada por el viento, incluyendo propiedades en la interfaz urbano-forestal, o áreas sujetas a posteriores brotes de insectos.

La **vulnerabilidad** también aumenta, en parte porque las infraestructuras de la IUF pueden verse afectadas por los incendios. Dado que los bosques son un punto caliente para las actividades recreativas, y que los incendios son un fenómeno bastante nuevo en algunas zonas de Europa, existe el riesgo de que se produzcan lesiones o daños a las personas. Además, un incendio tras un evento de viento puede perjudicar a importantes servicios de los ecosistemas forestales.

Abordar un escenario multirriesgo de este tipo requiere la estrecha colaboración de múltiples entidades a lo largo de todas las fases del proceso de gestión de riesgos. Los actores clave son los propietarios y gestores forestales/agencias de gestión forestal, los bomberos, las autoridades locales y las organizaciones de protección civil.

Cuadro 2. Interacción multirriesgo incendio forestal-inundación repentina.

Incendio forestal - Inundación repentina

Se espera que el cambio climático aumente la frecuencia de los incendios forestales y las inundaciones repentinas, incluso en zonas que hasta ahora han estado poco expuestas a los incendios forestales. Además, los incendios forestales pueden modificar considerablemente los procesos hidrológicos y la vulnerabilidad del paisaje a las grandes inundaciones y a la erosión (Shakesby y Doerr, 2006; Stoof et al., 2012).

Cuestiones clave a tener en cuenta debido a la situación de riesgo múltiple:

- La cubierta vegetal es un factor importante para determinar la escorrentía y el riesgo de erosión (Nunes, 2011). Su eliminación mediante el fuego aumenta el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo descubierto y reduce el almacenamiento de las precipitaciones en el dosel y las raíces, aumentando así la cantidad de precipitaciones efectivas.
- Como informan Lourenço et al., (2012), las cuencas quemadas presentan un mayor riesgo hidrológico y responden más rápidamente a las precipitaciones que las cuencas no quemadas (Meyer et al., 1995; Cannon et al., 1998; Wilson, 1999; Stoof et al., 2012). Los incendios forestales también afectan a la respuesta hidrogeológica de las cuencas al alterar ciertas características físicas y químicas de los suelos, incluyendo sus condiciones de repelencia del agua (Conedera et al., 1998; DeBano et al., 1998; Letey, 2001; Martin y Moody, 2001; Shakesby y Doerr, 2006).
- El aumento de la escorrentía puede reducir el umbral de intensidad y la cantidad de precipitación necesaria para causar un evento de inundación y también exacerbar el impacto de la precipitación. En combinación con las pendientes pronunciadas, esto puede provocar inundaciones repentinas.

Medidas/acciones para hacer frente a una situación multirriesgo:

- Gestión forestal estratégica.
- Planificación (estratégica) a largo plazo y planificación integrada.
- Nuevos mapas de riesgo.
- Herramientas y métodos de recogida de eventos pasados.
- Mejora del sistema de alerta temprana - Características y sistemas de previsión y seguimiento capaces de incluir el cambio climático.
- Mejora del sistema de alerta temprana - Difusión de alertas tempranas.
- Mejora de la planificación de la protección civil y conocimientos actualizados teniendo en cuenta la incertidumbre.
- Aumentar el nivel de preparación de las partes interesadas y de las autoridades para estos eventos intensos y concentrados, también en términos de protección civil.
- Definir protocolos inteligentes de recuperación entre eventos.
- Herramientas operativas capaces de recoger información en tiempo real del territorio y, mediante la combinación de información estática y dinámica, proporcionar la evolución de los escenarios.
- Inclusión de las interacciones multirriesgo en la planificación de la protección civil, el análisis de riesgos y los sistemas de previsión.
- Comunicación con la población y sensibilización.
- Aumentar la resiliencia de la sociedad.



Cuadro 3. Interacción multirriesgo incendio forestal-avalancha.

Incendio forestal - Avalancha

Este esquema se basa en el supuesto práctico (basado en las tendencias del cambio climático para el Pirineo catalán y los cambios de usos del suelo en el territorio) de que se produce un gran incendio forestal a finales de verano en el Pirineo, que afecta a varios valles (gran superficie) y, además, se prevé una fuerte nevada a principios de la temporada de invierno (octubre-noviembre) en aquellas zonas afectadas por el gran incendio forestal donde potencialmente se pierde la cubierta forestal.

¿Qué debemos hacer en este caso? ¿Cómo proceder en términos de evaluación y planificación del riesgo?

Este ejercicio se basa en un esquema Table-Top.

- PASO 1: Análisis del riesgo. Grupo experto de trabajo

Evaluación del tiempo tras el incendio para dimensionar la posible capacidad de respuesta en caso de avalancha.

Evaluación del espacio afectado (área quemada) en el mapa de peligro de avalanchas para analizar los efectos en la función protectora del bosque.

Evaluación de la exposición y la vulnerabilidad (a partir de los vínculos cruzados entre la zona quemada y las zonas potenciales de avalancha) para priorizar las zonas/elementos donde actuar.

Acciones propuestas para reducir el riesgo en las zonas prioritarias.

Evaluación de la simultaneidad o del desencadenamiento a muy corto plazo relacionado con otros riesgos (por ejemplo, deslizamientos de tierra o desprendimientos de rocas).

- PASO 2: Identificar medidas preventivas para eliminar o mitigar el efecto en cadena. Creación de un comité ejecutivo

Medida 1.- Elaborar un protocolo de actuación en caso de que se produzca un gran incendio forestal en las zonas de avalancha.

Medida 2.- Evaluación del terreno de las avalanchas.

Medida 3.- Evaluar el estado (tras el incendio) de la vegetación y la cubierta forestal.

Medida 4.- Restauración de la cubierta forestal de la zona quemada.

Medida 5.- Revisar y restaurar las estructuras de protección contra aludes.

Medida 6.- Actualizar los Planes de Intervención de Desencadenamiento de Aludes (PIDA) en función de la nueva situación multirriesgo.

- PASO 3: Planificación de emergencias

Medida 7.- Cerrar el acceso a las zonas de potencial avalancha en las que no se ha podido restaurar la función protectora del bosque.

Medida 8.- Ampliar el desencadenamiento preventivo de aludes en nuevas zonas de riesgo.

- PASO 4: Aplicación de nuevos procedimientos - información operativa (a los operativos)

Medida 9.- Actualizar los Planes Municipales de Protección Civil y Autoprotección en función de la nueva situación multirriesgo.

Medida 10.- Actualizar el plan ALLAUCAT (Plan de Emergencia de Protección Civil por Aludes en Cataluña) en la zona quemada de acuerdo con la nueva situación de riesgo múltiple.

- PASO 5: Evaluación de la colaboración ciudadana y medidas de información

Medida 11.- Aumentar la concienciación de la población ante nuevas situaciones de riesgo.

Para más información sobre todas las interacciones multirriesgo analizadas en el proyecto RECIPE y los impactos del cambio climático previstos en los riesgos naturales, véase *Report on impacts of climate change projections on wildfires, floods, storms, avalanches, rockfalls, landslides and multi-hazard risk management*, [disponible en línea](#).

SECCIÓN II



CÓMO REFORZAR LAS CAPACIDADES DE PROTECCIÓN CIVIL Y LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS PARA HACER FRENTE A FENÓMENOS NATURALES PROLONGADOS, MÁS GRAVES, INÉDITOS O EXTREMOS EN UN CONTEXTO CAMBIANTE

II.1 PROTECCIÓN CIVIL Y NECESIDADES EN LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS PARA HACER FRENTE A LOS RIESGOS NATURALES

Para identificar las necesidades y las lagunas de los sistemas de protección civil y de gestión de emergencias que puedan mejorar las capacidades para hacer frente a los riesgos naturales extremos, se llevaron a cabo una serie de entrevistas a diferentes actores. Estas incluían una visión integrada de todas las partes del ciclo de gestión del riesgo, desde la prevención hasta la recuperación.

Con unas 50 entrevistas, se abarcó un amplio abanico de organizaciones de 5 países (Alemania, Austria,

Italia, España y Portugal), desde el nivel nacional hasta el local, teniendo en cuenta al personal de protección civil y de bomberos, pero también a los responsables de la toma de decisiones y a los organismos de gestión y prevención de riesgos. Se han tenido en cuenta diferentes riesgos: tormentas, incendios forestales, inundaciones, corrimientos de tierra, desprendimientos de rocas y avalanchas. Por ello, se consideran representativas de una visión amplia de todo el sistema.



Figura 6. Nacionalidades, riesgos, niveles y perfiles cubiertos por las entrevistas de emergencias/respuesta.

Las entrevistas se dividieron en dos partes: para identificar las necesidades actuales (1) y para identificar las posibles necesidades futuras en un

contexto de cambio climático (2). Esta información se cruzó y agrupó para tener diferentes perspectivas. Los resultados se muestran en los siguientes párrafos.

Necesidades actuales

Para resolver todas las necesidades y requisitos identificados es importante, obviamente, el apoyo político y financiero, y también se necesita una planificación y un compromiso a largo plazo. Además, este apoyo es importante para hacer frente a la sobrecarga del sistema y a la necesidad de más recursos y personal.

<p>La protección civil en la planificación urbana</p>	<p>La inclusión y el refuerzo de los requisitos de protección civil en la planificación urbanística pueden evitar la exposición de elementos vulnerables, especialmente elementos como hospitales y escuelas.</p>
<p>Apoyar el ámbito local</p> <p>Sistemas de alerta temprana</p>	<p>Como muchos de los fenómenos extremos son principalmente locales, para mejorar es esencial un fuerte apoyo a la gestión local. Esto implica diferentes cuestiones, desde la evaluación hasta la planificación, pero sobre todo aumentar la resolución de las herramientas. Hay que tener en cuenta que los turistas y los visitantes tienen características diferentes.</p> <p>Los sistemas de alerta temprana, la evaluación, la mejora de las previsiones y el seguimiento (todas estas partes están relacionadas) serán una solución para mejorar el tiempo de reacción.</p>
<p>Formación práctica y simulacros</p> <p>Coordinación y cooperación</p>	<p>La formación práctica y los simulacros se consideran importantes porque reducen el tiempo de reacción, garantizan la eficacia y ayudan a mejorar los planes.</p> <p>Dado que los diferentes niveles administrativos y organizaciones interactúan entre sí, es muy importante mejorar la coordinación y la cooperación (entre las instituciones de diferentes niveles, pero también entre las oficinas de un mismo organismo durante todas las fases), junto con el aseguramiento de procesos de comunicación eficientes y responsabilidades claramente establecidas.</p>
<p>Plataformas integradas</p> <p>Fiabilidad de las comunicaciones y del suministro eléctrico</p>	<p>Las plataformas integradas son una medida técnica que ayudará a tener una visión global de todo el evento, sobre todo si tiene una gran extensión o se trata de una emergencia de multirriesgo. Debe ser capaz de gestionar grandes cantidades de datos e incluir herramientas visuales, de supervisión y sistemas de apoyo a la decisión (DSS).</p> <p>Todas las herramientas técnicas pueden resultar inútiles si no se garantiza la fiabilidad de las comunicaciones y la alimentación eléctrica (quizás con sistemas redundantes).</p>
<p>Mejorar la participación y la comunicación</p> <p>Protocolos de aprendizaje durante la etapa posterior al evento</p>	<p>La participación de la población mejora su compromiso y conciencia de riesgo. Mejorar la comunicación con la población para aumentar sus conocimientos sobre su exposición y las medidas de autoprotección en caso de emergencia, pero también para estar prevenidos con herramientas eficaces. Está profundamente relacionado con la conciencia de la autorresponsabilidad y el fomento de la resiliencia.</p> <p>Aunque muchos actores tienen algún tipo de sistema de aprendizaje, es muy recomendable darles forma de protocolo escrito y estándar.</p>



Figura 7. Ejemplo de una necesidad de gestión de riesgos con efecto dominó para otros peligros.

Nuevas necesidades futuras en un contexto de cambio climático

Estas necesidades recogidas se refieren a todas las fases del Ciclo de Gestión del Riesgo (CGR), y especialmente a la prevención y la preparación. Ciertamente, este resultado no implica que los esfuerzos de respuesta no sean necesarios, pero – según las entrevistas– el énfasis en un contexto de cambio climático se desplaza más hacia estas dos fases.

Además, cabe recordar que el cambio climático y sus impactos en los riesgos conllevan un alto nivel de incertidumbre.

Esto es algo que podría tener algunas implicaciones importantes para las acciones y políticas del CGR en un contexto de cambio climático, y debería abordarse, entre otras cosas, manteniendo la flexibilidad, desarrollando mejoras incluso en ausencia de cambio climático o dentro de un rango de impactos climáticos.

Así, las políticas y prácticas actuales de gestión del riesgo se han visto desafiadas por los nuevos escenarios de riesgo relacionados con el cambio climático y también por los procesos de desarrollo y la reivindicación de un nuevo enfoque que avance hacia:

<p>Conocimiento de los nuevos escenarios de riesgo del cambio climático y sus incertidumbres</p>	<p>Un mayor conocimiento de los nuevos escenarios de riesgo del cambio climático y de sus incertidumbres es esencial para orientar más eficazmente la gestión del riesgo.</p>
<p>De «proteger todo» a «vivir con»</p>	<p>Es importante innovar en el enfoque de la gestión del riesgo, pasando del paradigma de proteger a todos a aprender a vivir con el riesgo, para así definir políticas capaces de adaptarse más eficazmente al cambio climático.</p>
<p>Integrar los impactos del CC en el análisis y la cartografía de los riesgos</p>	<p>La inclusión de los impactos del cambio climático en el análisis y la cartografía de los riesgos puede llevar a tener en cuenta el cambio de la exposición y la vulnerabilidad originado por el cambio en la extensión, la frecuencia y la gravedad del peligro y, por tanto, puede mejorar las acciones de preparación y respuesta, así como la prevención.</p>
<p>Integrar las políticas territoriales, urbanísticas, forestales y agrícolas en la RRD</p>	<p>La planificación territorial y urbana y las políticas agrícolas y forestales deben estar al tanto de la información de riesgo territorial derivada de la planificación de la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), evitando así crear nuevos escenarios de riesgo y favoreciendo un desarrollo sostenible.</p>
<p>Comprender y gestionar la exposición y las vulnerabilidades actuales</p>	<p>Gestionar la exposición y la vulnerabilidad actuales implica reducir el riesgo actual y prevenir y mitigar futuras situaciones de riesgo que podrían agravarse si no se gestionan adecuadamente las áreas de riesgo.</p>
<p>Integrar los escenarios del cambio climático en la evaluación y planificación de riesgos múltiples</p>	<p>Las situaciones multirriesgo implican una respuesta a una situación de emergencia previa (por ejemplo, incendios forestales, tormentas con vientos intensos, etc.) que ha afectado/modificado un territorio de riesgo. Este gran impacto implica un aumento de la frecuencia e intensidad de otros peligros naturales.</p>

Para más información sobre las necesidades de protección civil, emergencias y gestión de riesgos, consulte *Report on Civil Protection and emergency management requirements to face natural hazards*, [disponible en línea](#).

II.2 CÓMO REFORZAR LOS SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN (DSS)

En el marco del proyecto RECIPE, un DSS se refiere a cualquier herramienta de información que mejore el proceso de decisión de un organismo de emergencia durante cualquiera de las fases de riesgo. Un DSS puede mejorar los niveles de gestión, operación y planificación de una protección civil al dar información y reducir la incertidumbre ante riesgos que pueden estar en constante cambio. Los DSS puede ser:

- Totalmente informatizado o basado en el ser humano.
- Dinámico o estático.
- Comercializado o creado específicamente para una organización.
- Local, regional, nacional o internacional.
- De riesgo único o multirriesgo.



Figura 8. Componentes del DSS.

Sabiendo que el cambio climático influirá en los métodos de reducción del riesgo de desastres, está claro que el DSS debe dar un paso adelante y ofrecer nuevas funcionalidades para afrontar los nuevos escenarios que plantea el cambio climático. La siguiente tabla resume los requisitos del DSS en los que los organismos de protección civil desearían trabajar para mejorar la gestión del riesgo en los próximos años, según las entrevistas realizadas durante el proyecto (18 DSS evaluados).



DATOS

Datos del DSS organizados en fases de emergencia: Tratamiento más preciso de los datos y dirección de las acciones necesarias según la fase. En el contexto del cambio climático, es importante repensar la evolución de los riesgos y su impacto en su gestión. Las futuras emergencias obligarán a los organismos de protección civil a hacer frente a más sucesos extremos, lo que puede suponer que haya que procesar más información.

Frecuencia de recogida de datos adecuada: La información estática suele estar desfasada, ya que los riesgos se producen en un entorno dinámico. Por lo tanto, está claro que los DSS estáticos están siendo sustituidos por DSS dinámicos y fácilmente actualizables. Sin embargo, el DSS debe incluir información estática y dinámica. Hay información que es estática por naturaleza, o al menos, estática durante algunos años. El proceso de actualización de esta información es crucial, ya que debe hacerse con una frecuencia y una escala adecuadas, normalmente de abajo a arriba, empezando por el nivel municipal.

Costes económicos en todas las fases de emergencia: La idea es ser más rentable a la hora de gestionar el riesgo. Según los expertos, a pesar de que algunos DSS incluyen elementos económicos, todavía están lejos de tener una imagen integrada y detallada del coste real de las acciones de gestión y las pérdidas. Es especialmente importante en la fase de prevención porque demuestra que la prevención suele ser más rentable que otras acciones.

Impacto en los ecosistemas: El impacto en los ecosistemas puede medirse a través de los servicios ecosistémicos, por lo que la recopilación de información sobre los servicios ecosistémicos podría servir para tomar mejores decisiones a la hora de, por ejemplo, dejar que arda un terreno para encontrar una mejor oportunidad de controlar un incendio.

Posicionamiento en tiempo real y monitorización de la salud de los servicios de emergencias: Los DSS ya ofrecen este servicio y productos, como cinturones sanitarios o pequeños GPS a las unidades desplegadas. El reto se basa en dos aspectos: (1) la capacidad de obtener el posicionamiento en zonas con poca conectividad y (2) implementar ampliamente los servicios disponibles en el DSS.

MODELOS

Proyecciones climáticas: En primer lugar, el cambio climático debe incorporarse a la gestión de las emergencias y, finalmente, implementarse en los DSS. Los DSS no solo deberían poder añadir las proyecciones del cambio climático y sus impactos en el riesgo, sino también incluir estas proyecciones para ver sus impactos en el paisaje y las especies forestales. La razón es que el paisaje ofrece tanto oportunidades como debilidades y la modelización de los cambios del paisaje bajo el cambio climático ofrecerá la capacidad de identificar futuras amenazas y oportunidades.

Escala espacial y gestión de la incertidumbre apropiadas: Mientras que la información de resolución a gran escala parece ser más fiable pero más genérica, la resolución a pequeña escala suele ofrecer una información más detallada, pero con un mayor nivel de incertidumbre. Es necesario desarrollar métodos y tecnologías fiables de alta resolución. Algunas agencias ya utilizan una categoría de incertidumbre para comprender la fiabilidad de la información.

Coincidencia de escenarios: La observación y el estudio de las grandes emergencias generadas por riesgos naturales de otras regiones ayuda a comprender los nuevos retos que plantea el cambio climático y a ver cómo influye la toma de decisiones en el resultado de la gestión de las emergencias.

CONOCIMIENTO

Compromiso de las personas: La identificación de los valores del terreno, las medidas preventivas, etc. Este proceso de co-creación ha demostrado ser una buena manera de asegurarse de que se ejecutan las medidas de gestión previstas, ya que todas las partes implicadas están de acuerdo con ellas desde el principio.

Aumentar los conocimientos en la fase de recuperación: Solo unos pocos DSS tienen en cuenta la recuperación. Es necesario incluir nuevas funciones para supervisar la zona afectada de una determinada catástrofe, cuantificar las pérdidas, analizar la eficacia de las acciones realizadas durante la prevención y la respuesta y, por último, encontrar sinergias entre la recuperación y la prevención.

COMUNICACIONES

Alertas tempranas: Los servicios de emergencia son limitados y, en la mayoría de los casos, llegan más tarde que los ciudadanos a la zona de la catástrofe. Hay que encontrar estrategias para recoger información de las personas a través de sistemas rápidos, como una aplicación para teléfonos inteligentes.

Mejora de las comunicaciones transfronterizas: Los escenarios transfronterizos plantean una serie de retos que podrían resolverse mediante la implantación de DSS y sistemas de mando comunes. Solo unos pocos DSS están preparados para mejorar la coordinación y la comunicación entre las agencias de las regiones transfronterizas.

DOCUMENTOS

Vincular el DSS con la planificación territorial y urbanística: Necesidad de integrar la información obtenida de los DSS avanzados en la planificación territorial. En la actualidad, la mayoría de los países europeos tienen en cuenta el riesgo de inundación en la planificación territorial y urbanística mediante un análisis del periodo de retorno. Sin embargo, otros riesgos, como las avalanchas o los incendios forestales, no parecen tenerse en cuenta a la hora de planificar nuevas zonas urbanas. Los DSS, sobre todo los que realizan simulaciones fiables, tienen un gran potencial para convertirse en una herramienta básica para los planificadores del territorio y el urbanismo, que deben incluir el riesgo en su proceso de toma de decisiones.

Para más información sobre todos los DSS analizados y las principales conclusiones en el marco del proyecto RECIPE, véase *Guidelines to incorporate projected climate change impacts into Decision Support Systems and platforms*, [disponible en línea](#).

II.3 HERRAMIENTAS DE APOYO RECIPRO

II.3.1 DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA PROTECCIÓN CIVIL CONTRA LAS INUNDACIONES CON UN ENFOQUE PARTICIPATIVO MEDIANTE UN PROTOTIPO DE HERRAMIENTA

Por Chiara Franciosi y Marta Giambelli (CIMA)

A continuación, se expone una metodología para desarrollar un proceso de planificación de la protección civil (con referencia específica al riesgo de inundaciones), capaz de integrar los impactos del cambio climático en las actividades del sistema de protección civil, y así reforzar la capacidad de protección civil en el contexto cambiante. La metodología se basa en un enfoque participativo e integrado para la planificación:

- El **enfoque participativo** fomenta un proceso de «autogobierno» que favorece el compromiso de las partes interesadas y la codificación de las medidas de protección civil. Aumenta el conocimiento y la concienciación sobre los riesgos, promueve acciones de protección civil más adaptadas al territorio y, por último, un mayor reparto de responsabilidades entre los administradores y los técnicos de los distintos niveles territoriales.
- El **enfoque integrado** puede considerarse como un enfoque basado en el sistema. Proporciona una forma de entender cómo interactúan los diferentes elementos del territorio y, a partir de ahí, definir la forma en que se debe gestionar el riesgo de desastres sobre el terreno (Máttar y Cuervo, 2017). Fomenta el intercambio de información entre la planificación y apoya la coordinación y cooperación horizontal y vertical. Además, esta metodología, si se cruza con un proceso participativo que involucre a los ciudadanos o a partes interesadas específicas, puede convertirse en un lugar de identificación y

definición en profundidad de políticas, dirigidas y aceptadas por la comunidad, tanto definida como constituida por la administración y la ciudadanía.

Esta metodología se suele gestionar en persona. Debido a la situación de pandemia, el proceso se llevó a cabo a distancia. Así, además de las principales etapas del proceso, a continuación, se describe una herramienta informática que permite desarrollar y supervisar este proceso a distancia. Esta herramienta consiste en un entorno informático con funciones diferenciadas (Salas) y con acceso dirigido, pero abierto, a todos los usuarios para la consulta de los resultados.

La descripción general de este proceso operativo (herramienta operativa) se deriva principalmente de un estudio piloto desarrollado por la Fundación de Investigación CIMA en el territorio de las 5 Terre de la Región de Liguria. La zona se caracteriza por la presencia de una afluencia turística muy elevada debido al carácter excepcional de su paisaje, denominado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO y Parque Nacional, por una alta fragilidad hidrogeológica debido a cuencas hidráulicas muy pequeñas y propensas a inundaciones repentinas, y por una gestión territorial poco atenta a los riesgos hidrogeológicos (abandono de terrazas, presencia de canales enterrados, etc.).

El desarrollo de un proceso de planificación participativa de la protección civil con un enfoque integrado se caracteriza por dos fases principales: su diseño y su aplicación. Cada fase se realiza mediante el desarrollo de diferentes pasos (véase Figura 9).

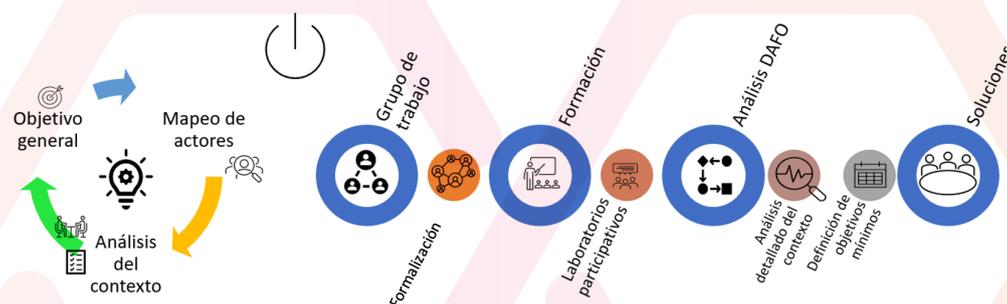


Figura 9. Esquema de los pasos para el desarrollo del proceso.

1. FASE DE DISEÑO

Mapeo de los actores institucionales

Para diseñar un proceso participativo eficaz, es esencial mapear correctamente a las partes interesadas en los diferentes niveles territoriales, prestando atención a incluir a los que tienen una competencia específica y a los que tienen una competencia más general, pero que pueden influir en las opciones abarcadas.

Por esta razón, en el contexto de la planificación de la protección civil con un enfoque integrado, es necesario identificar a los actores institucionales con competencia específica en materia de protección civil y a otros actores institucionales con competencia en materia de planificación territorial.

ELEMENTOS QUE SE PUEDEN CARGAR EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Lista de instituciones participantes.

Investigación y análisis preliminares del contexto (y del sistema local de protección civil) e identificación de los puntos débiles o elementos críticos (entrevistas semiestructuradas y análisis de la bibliografía)

Este paso se realiza a través de:

- un análisis preliminar realizado por expertos, y
- la realización de entrevistas individuales o grupales en forma de grupos de discusión con el objetivo de analizar los puntos débiles del sistema local de protección civil e identificar los retos que el sistema deberá afrontar en el contexto del cambio climático.

Ambas actividades son útiles para rastrear los roles de los actores institucionales en las diferentes fases de la gestión del riesgo e identificar las sinergias que podrían desarrollarse en una planificación integrada de la protección civil, abordando una visión global de los problemas surgidos y acercándose a soluciones integradas y compartidas.

ACCIONES QUE PUEDEN REALIZARSE CON EL APOYO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Grupo de discusión y entrevistas.

ELEMENTOS QUE SE PUEDEN CARGAR EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Mapa de funciones y responsabilidades reales y recopilación de los planes y procedimientos existentes.

Definición del objetivo general del itinerario (consulta y/o co-diseño con los actores institucionales) y actualización del mapeo de los actores institucionales

Antes de empezar a poner en marcha un proceso participativo en general –y relacionado con la protección civil, en particular– es necesario definir los objetivos y el tipo/nivel de participación.

El objetivo general del proceso debe definirse junto con las partes interesadas institucionales, basándose en los elementos del contexto (resultados del proceso de investigación preliminar y del análisis del contexto) y en su viabilidad, evaluada por las partes interesadas. Debe ser un objetivo claro y compartido y esto favorecerá que los actores institucionales se hagan cargo de la implementación del proceso. De lo contrario, el proceso participativo podría resultar ineficaz.

ACCIONES QUE PUEDEN REALIZARSE CON EL APOYO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Debate y planificación conjunta entre instituciones y técnicos/expertos.

ELEMENTOS QUE SE PUEDEN CARGAR EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Sistematización de los grupos de discusión, descripción del objetivo general del proceso y definición de una metodología.

2. IMPLEMENTACIÓN

Creación del grupo de trabajo interinstitucional y su formalización

La constitución formal del grupo de trabajo interinstitucional es un paso muy importante para la eficacia de un proceso participativo y consiste en identificar a las personas que se comprometen a seguir el proceso participativo, asegurando su desarrollo. La formalización, de hecho, inicia un proceso de mayor empoderamiento de las personas, que, de este modo, pasan a formar parte del itinerario de forma oficial.

ACCIONES QUE PUEDEN REALIZARSE CON EL APOYO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Presentación del documento de compromiso.

ELEMENTOS QUE SE PUEDEN CARGAR EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Documento de compromiso.

Formación

Otro elemento clave para la eficacia del proceso es la construcción de un lenguaje común y adecuado sobre el riesgo y su gestión por parte del grupo de trabajo interinstitucional. Por ello, una vez formalizado el grupo de trabajo, es importante impartir sesiones de formación sobre la gestión de riesgos y la protección civil.

ACCIONES QUE PUEDEN REALIZARSE CON EL APOYO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Lecciones en línea, talleres y material de profundización.

ELEMENTOS QUE SE PUEDEN CARGAR EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Lecciones en línea y material de profundización.

Análisis DAFO participativo sobre el objetivo general identificado en la fase anterior

El análisis DAFO suele utilizarse en la planificación estratégica para evaluar los puntos fuertes, los puntos débiles, las oportunidades y las amenazas de un proyecto y para realizar una evaluación sistemática del *statu quo* en relación con la posible ejecución del proyecto.

En el contexto del proceso participativo de planificación de la protección civil, los principales objetivos de este análisis son:

- comprender y contextualizar cuáles pueden ser las cuestiones críticas para lograr el objetivo del proceso,
- mapear de forma compartida los elementos que pueden alimentar el proceso, y
- compartir las oportunidades que existirían en la zona con la realización del proceso.

A partir de este análisis, es posible planificar con más detalle el proceso participativo y sus objetivos específicos.

Co-diseño / Identificación de soluciones al problema identificado en el grupo de trabajo interinstitucional

Esta es la etapa de la implementación del proceso participativo en la que se sistematizan las diferentes informaciones, intercambios y percepciones para identificar las acciones de protección civil útiles para alcanzar los objetivos específicos y, por tanto, el objetivo general.

En particular, esta fase se lleva a cabo mediante mesas de debate interinstitucionales en torno a la realización de los objetivos específicos. Estas mesas estar dirigidas y animadas por un facilitador.

Dado que las acciones de protección civil siempre tienen un impacto, y que también pueden ser efectivas en la reducción de la vulnerabilidad y la exposición, las posibles soluciones identificadas se pueden agrupar en macro grupos que tienen como referencia el componente de riesgo sobre el que impactan principalmente.

ACCIONES QUE PUEDEN REALIZARSE CON EL APOYO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Mesas de debate.

ELEMENTOS QUE SE PUEDEN CARGAR EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA: Mesa de debate final + Decisiones finales.

Las directrices descritas anteriormente pueden adaptarse para preparar otros escenarios en los que participen actores de múltiples organizaciones o sectores, por ejemplo, incendios forestales, y contextos regionales. El proceso descrito es el más adecuado para la aplicación a nivel local.

Para más información sobre esta herramienta, véase *Guidelines for flood civil protection planning with a participatory approach*, [disponible en línea](#).



II.3.2 PROTOTIPO PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESPRENDIMIENTO DE ROCAS Y DE TIERRA

Por Peter Andrecs, Karl Hagen y Matthias Plörer (BFW)

En Austria cuentan con información completa para la gestión de riesgos. De este modo, la intersección de los mapas de índices de peligrosidad y la información sobre las infraestructuras permite identificar de forma aproximada los posibles focos de riesgo. En cualquier caso, estos enfoques son estáticos. Sin embargo, la gestión de riesgos y la protección civil modernas tienen un fuerte enfoque dinámico. Es necesario tener en cuenta los impactos previstos del cambio climático, como la degradación del permafrost y la deforestación, basándose en la información pertinente disponible. Por ejemplo, ya

está disponible el «Mapa del índice de permafrost alpino», que muestra las condiciones probables de congelación del subsuelo, o mapas que incluyen información silvícola específica.

Junto con los impactos previstos del cambio climático, estos deben aplicarse en enfoques específicos. En el caso de la degradación del permafrost, las laderas habitualmente estables pueden cambiar su comportamiento. La intersección de la capa de permafrost con una capa de infraestructura alpina indica las zonas de riesgo en el futuro (Figura 10).

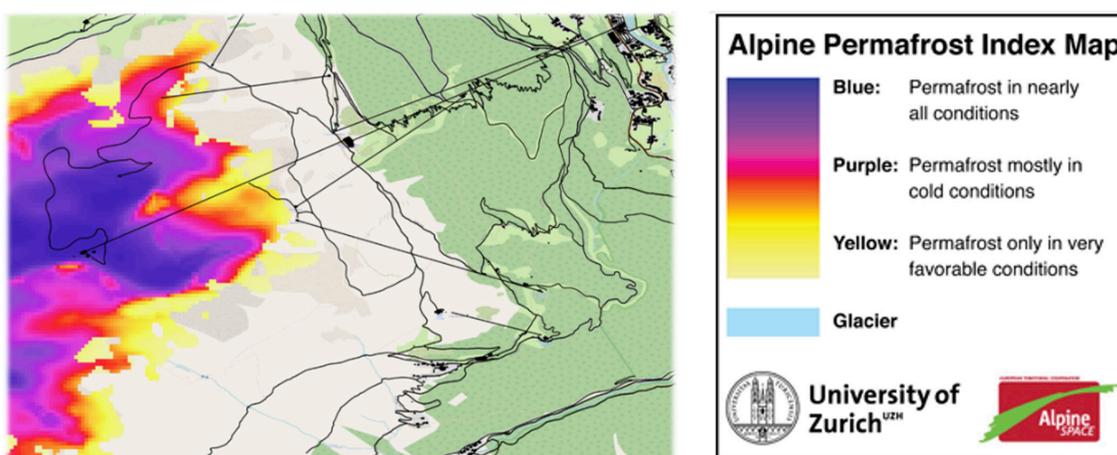


Figura 10. Superposición del mapa del índice de permafrost alpino con las infraestructuras alpinas actuales.

Para elaborar un escenario de riesgo futuro real, por ejemplo, sobre la futura propagación de desprendimientos de rocas o deslizamientos de tierra y su intersección con los activos, es necesario fusionar los conjuntos de datos existentes (MDT, capa

de infraestructura, mapa de índice de permafrost; Figura 11). Por lo tanto, ya hay varias aplicaciones disponibles (software comercial y de código abierto; por ejemplo, Figura 12).



Figura 11. Datos existentes gratuitos y disponibles en línea.

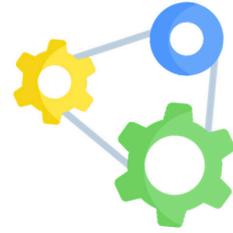
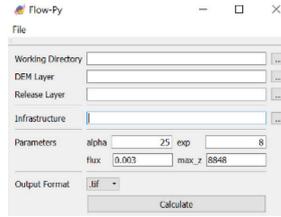
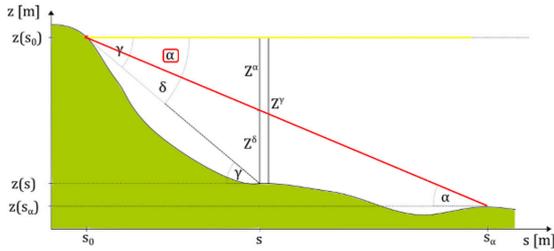


Figura 12. Software existente para, por ejemplo, simulaciones de desprendimientos de rocas, descargable en línea © D'Amboise.

En un paso posterior, se pueden determinar las áreas de desprendimiento de rocas en un escenario anterior y posterior a la degradación del permafrost. Las áreas de liberación predominantemente por debajo de la línea fronteriza actual del permafrost (véanse los píxeles azules en la Figura 13) representan

el escenario de degradación previo al permafrost. Las zonas de liberación, que también incluyen las superficies rocosas por encima de la línea actual del permafrost (véanse los píxeles azules y rojos en la Figura 13) representan el escenario de degradación posterior al permafrost.

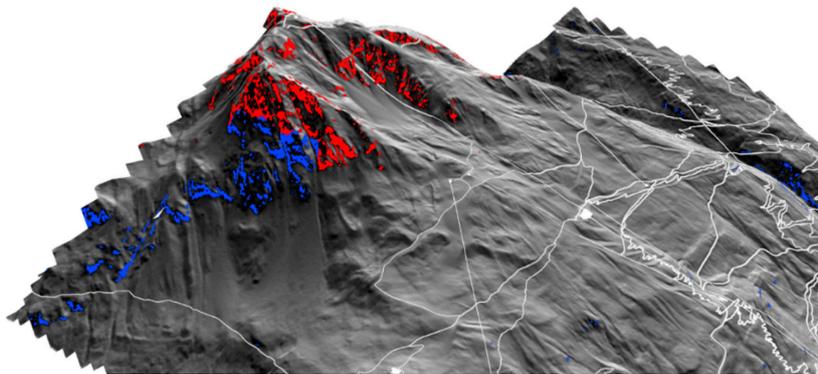


Figura 13. Principales zonas de desprendimiento de rocas sin mayor degradación del permafrost (píxeles azules) y posibles zonas de desprendimiento de rocas con mayor degradación del permafrost (píxeles azules Y rojos). Modelo de terreno: Tirol / Tiris.

El cálculo de la gama de desprendimientos de rocas o deslizamientos de tierra proporciona un escenario de peligro antes y después del cambio climático.

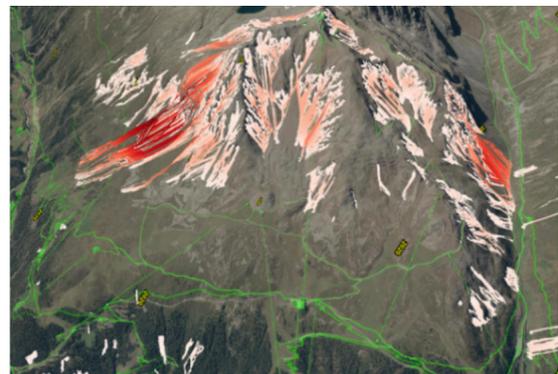
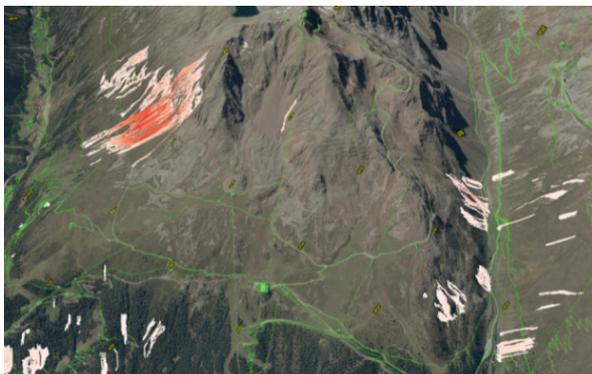


Figura 14. Izquierda: propagación de desprendimientos de rocas utilizando solo las zonas de liberación por debajo del límite actual del permafrost. Derecha: propagación de desprendimientos de rocas utilizando también las zonas de liberación por encima del límite actual del permafrost. Ortofotografía y modelo del terreno: Tirol / Tiris.

La comparación de los dos escenarios (por ejemplo, desprendimiento de rocas, Figura 14) permite una estimación aproximada del cambio de las condiciones de peligro posterior y, por la intersección con la infraestructura (firmas verdes), de la situación de riesgo debida al calentamiento global y a la degradación del permafrost relacionada.

En la Figura 15 se muestra un esquema de DSS. En el recuadro de la izquierda se enumeran los proveedores de las herramientas existentes, así como los posibles receptores de los nuevos DSS. El

círculo interno incluye a los principales responsables de la protección civil, es decir, los municipios y sus organismos oficiales. Son el grupo objetivo potencial de los nuevos DSS. El recuadro superior derecho muestra los principales cambios ambientales (en relación con el desprendimiento de rocas y los corrimientos de tierra) debidos al cambio climático (degradación del permafrost y deforestación). El recuadro inferior derecho indica la aplicación de los conocimientos existentes (datos, herramientas) y el desarrollo de herramientas dinámicas de gestión del riesgo.

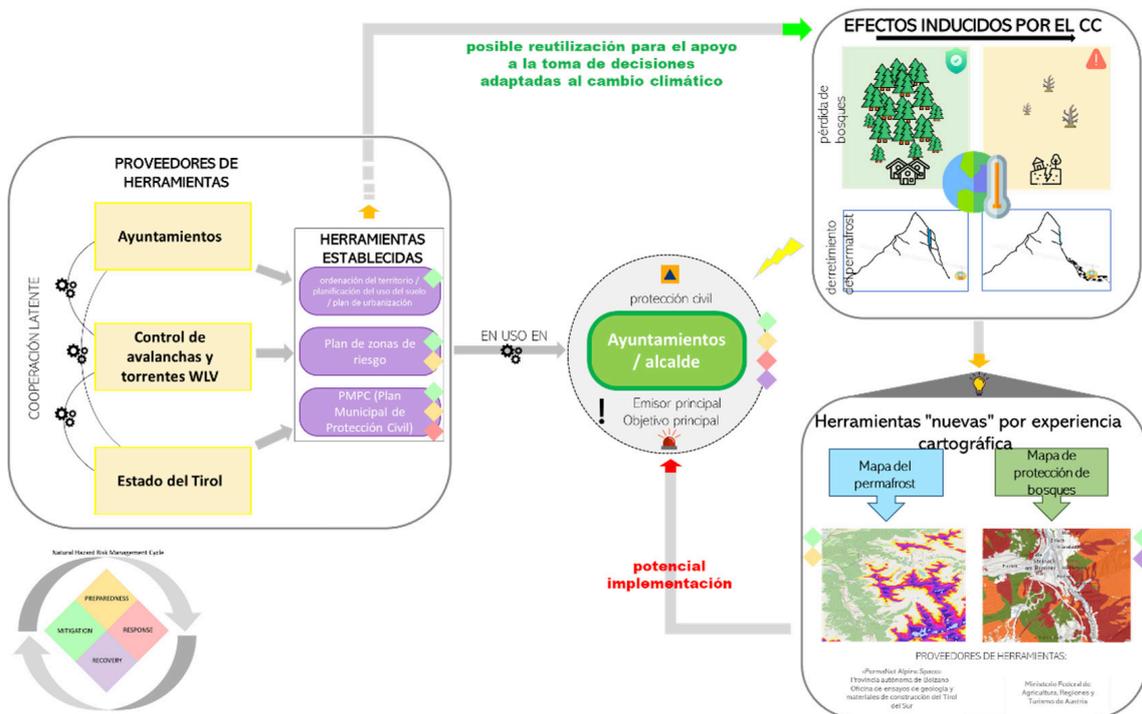


Figura 15. Esbozo del DSS para condiciones cambiantes (por ejemplo, degradación del permafrost, deforestación).

Para más información sobre esta herramienta, véase *Prototype for improved decision making in landslide and rockfall risk management*, [disponible en línea](#).

II.3.3 DIRECTRICES PARA UN PLAN PARTICIPATIVO DE GESTIÓN DE TORMENTAS DE VIENTO EN LAS CARRETERAS

Por Carolin Mayer, Yvonne Hengst-Ehrhart y Christoph Hartebrodt (FVA)

A continuación, se expone una forma en que las personas y organizaciones que trabajan en la protección civil o el sector forestal pueden elaborar un plan de gestión de crisis de forma participativa. Su aplicación se ilustra con el ejemplo de un proceso participativo que tuvo lugar en la primavera de 2021 en el distrito forestal de Oberkirch en Baden-Württemberg, en el suroeste de Alemania. El distrito forestal está situado en el límite de la Selva Negra, atravesado por varias carreteras muy transitadas. Con el cambio climático, se espera que la región experimente tormentas invernales de mayor intensidad, de ahí la necesidad de prepararse para tales eventos.

El proceso que se describe a continuación ayuda a estructurar la colaboración mediante el desarrollo participativo de vías de comunicación e intercambio de información a nivel local, abordando todas las fases del ciclo de gestión de crisis: prevención, preparación, respuesta y recuperación. El proceso de colaboración para desarrollar un plan de gestión de crisis, así como el propio plan, puede ser el punto de partida para fortalecer o crear nuevas redes entre organizaciones. En última instancia, la aplicación del plan y el mantenimiento de estas redes corresponde a los profesionales locales. Estas directrices también pueden adaptarse para preparar otros escenarios en los que participen actores de múltiples organizaciones o sectores, por ejemplo, incendios forestales o lluvias torrenciales.

El desarrollo de un plan de gestión de crisis implica varios pasos: 1) determinar el objetivo y el alcance de los planes, 2) ponerse en contacto con los actores relevantes, 3) entrevistar a los actores relevantes de forma individual, 4) llevar a cabo un taller para desarrollar más el mapa del proceso y tratar los medios de colaboración entre organizaciones, 5) redactar el plan de gestión de crisis, 6) comentar el borrador, y 7) finalizar el plan de gestión de crisis y distribuirlo. Se recomienda que una persona modere todo el proceso.

Un elemento central de este proceso es el llamado «mapa de procesos», que va acompañado de «informes de procesos» (véase Figura 16 y Figura

17). Un mapa de procesos es una herramienta para visualizar los elementos individuales del proceso en cada una de las cuatro fases de la gestión de crisis: prevención, preparación, respuesta y recuperación. Para cada una de estas fases, se distinguen tres capas: (en nuestro caso) «bosques y carreteras», «organizaciones» que participan en la gestión de la crisis (por ejemplo, la administración forestal, los cuerpos de bomberos), y «entorno», que se refiere a los actores y organizaciones que no participan directamente en la gestión de la crisis, en particular los medios de comunicación, el público en general y, en nuestro caso, los visitantes y viajeros de los bosques.

A través del proceso participativo (que se describe a continuación), los actores de las diferentes organizaciones trabajan para desarrollar un mapa de procesos que describe las actividades de gestión de crisis que requieren algún tipo de colaboración a través de los límites de la organización, como el intercambio de información por adelantado, o la comunicación directa durante un evento de crisis. Como tal, el mapa visualiza la interconexión de las diferentes organizaciones y facilita un análisis estructurado y participativo de los pasos necesarios para aprovechar al máximo los conocimientos, recursos y experiencia disponibles. Dado que el mapa sirve principalmente de ilustración y visión general, va acompañado de resúmenes del proceso que describen con más detalle lo que implica cada elemento del proceso, quién participa y de qué forma, y qué hay que hacer para llevar a cabo este proceso en la vida real. Juntos, el mapa y los informes forman un plan básico de gestión de crisis.

1) Determinar el objetivo y el alcance de los planes

El primer paso es definir el objetivo y el alcance del plan de gestión de crisis. Resulta crucial resumir claramente el escenario a planificar, su alcance geográfico y su enfoque en aquellos procesos que implican a múltiples organizaciones. Esto aporta un enfoque a todos los pasos posteriores y ayuda a que las expectativas de los participantes respecto al plan de gestión de crisis sean realistas.

En este caso de estudio en el distrito forestal de Oberkirch (Alemania), el objetivo era desarrollar un plan de gestión de crisis para un evento de tormenta de invierno con desarraigo por viento a lo largo de las carreteras para un distrito forestal específico. La intención era estructurar la comunicación y la colaboración entre los actores de diferentes organizaciones en todas las fases del ciclo de gestión de crisis (prevención, preparación, respuesta, recuperación). Por lo tanto, no pretendía mostrar todos los procesos que se llevan a cabo en cada organización en relación con un evento de tormenta de invierno, ni pretendía abordar la gestión de los daños causados por el viento en las zonas alejadas de la carretera.

2) Contactar con los agentes pertinentes

En primer lugar, se debe identificar y contactar a los agentes pertinentes para el escenario previsto. Empezando por los candidatos más obvios, se pregunta a cada persona contactada qué otras organizaciones o personas deberían incluirse. El puesto exacto que ocupa un entrevistado en su respectiva organización no tiene una importancia fundamental, siempre que pueda hablar de los procesos y recursos internos de la misma. Las personas que participan en el proceso de desarrollo de la gestión de crisis pueden servir posteriormente de punto de contacto para las consultas de otros participantes de otras organizaciones.

En este caso de estudio, empezamos por ponernos en contacto con la administración forestal, así como con los organismos de gestión de carreteras responsables del distrito forestal de Oberkirch. También contactamos con los bomberos, el centro de control integrado de servicios de emergencia del condado, las asociaciones de propietarios forestales privados, las empresas forestales, las unidades locales de la agencia federal de ayuda técnica y la reserva de las fuerzas armadas. Algunas organizaciones estaban representadas por más de un empleado para dar voz a diferentes perspectivas dentro de su organización. Por ejemplo, tanto un supervisor de distrito como un guardabosques participaron en el proceso.

3) Entrevistas individuales

Las entrevistas individuales con todos los actores relevantes –los futuros participantes en el taller– sirven para conocer las diferentes percepciones sobre los retos asociados a las tormentas de invierno, así como los recursos y capacidades que los distintos

actores y organizaciones pueden aportar a la gestión de las tormentas de invierno.

Las entrevistas también sirven como preparación para el taller posterior; es una oportunidad para familiarizar a los entrevistados con el concepto de dividir la gestión de crisis en cuatro fases y distinguir los procesos que tienen lugar en el bosque, en la(s) organización(es) respectiva(s) y en relación con el entorno (por ejemplo, los medios de comunicación y el público en general). La información obtenida a través de las entrevistas individuales sirve para elaborar una primera versión de un mapa del proceso, que será fundamental para orientar los debates del taller.

En este caso, el moderador entrevistó a 11 personas por teléfono (debido a las restricciones de viaje relacionadas con la COVID-19). Cada entrevista tuvo una duración de entre 30 y 45 minutos y en ella se trataron los siguientes temas: experiencia previa con los eventos de tormentas de invierno y el desarraigo por viento en las carreteras, y la colaboración asociada con otras organizaciones, los retos asociados a dichos eventos, los recursos para contribuir a las fases de prevención, preparación, respuesta y recuperación en el contexto de las tormentas de invierno, y las sugerencias para futuras mejoras. A partir de las entrevistas, el moderador elaboró un primer mapa de procesos (véase la Figura 16).

4) Taller

El taller tiene dos objetivos principales: es una oportunidad para que los participantes de diferentes organizaciones se conozcan (idealmente en persona). Para facilitar la creación de redes, se recomienda planificar un tiempo suficiente para que cada participante se presente, así como para los intercambios informales, por ejemplo, durante las pausas para el café. Además, el taller sirve para debatir el primer borrador del mapa de procesos que ilustra los puntos de interacción entre las distintas organizaciones. Así, el mapa del proceso permite a los participantes formarse una idea común de todas las fases del ciclo de gestión de crisis y facilita el debate sobre cómo organizar el intercambio entre organizaciones. El moderador recoge y documenta las sugerencias y las incluye posteriormente en el primer borrador del plan de gestión de crisis.

Debido a la COVID-19, el taller del distrito forestal de Oberkirch tuvo que celebrarse en línea. El elemento principal del taller fue el borrador del

mapa del proceso, que reflejaba las percepciones obtenidas en las entrevistas. Los participantes tuvieron la oportunidad de proponer comentarios y correcciones, antes de debatir las sugerencias para futuras mejoras. La mayoría de las sugerencias formuladas giran en torno a la mejora de la facilitación del intercambio de información en las fases de prevención y preparación. Por ejemplo, los participantes coincidieron en la conveniencia de establecer un sistema de intercambio de información de contacto, así como de mapas que indiquen las responsabilidades de los guardabosques, la agencia de gestión de carreteras y los departamentos de bomberos.

5) Elaboración del plan de gestión de crisis

A partir de las aportaciones realizadas en el taller, el moderador redacta la primera versión del plan de gestión de crisis. Se compone del mapa de procesos y de un documento de texto que contiene «resúmenes de procesos» (Figura 17), en los que se describen con más detalle cada uno de los procesos, así como sus responsables y participantes. El informe también enumera los «pasos a seguir» si un proceso requiere alguna acción inicial o nuevas rutinas a implementar. Este es el caso, en particular, de los nuevos procesos o de los elementos de proceso modificados, por

ejemplo, la aplicación de un intercambio regular de información de contacto entre diferentes organizaciones.

6) Comentarios sobre el borrador

Los participantes en el taller tienen la oportunidad de leer y comentar el borrador del plan. Sus comentarios se integran en la versión final del plan de gestión de crisis y garantizan que este responda a las necesidades y preocupaciones a nivel local.

7) Plan final de gestión de crisis

Una vez incorporados los comentarios de los participantes, se puede completar el plan de gestión de crisis y distribuirse a todos los participantes y a las terceras partes interesadas. Un resultado menos tangible, aunque igual de importante, son las redes creadas entre organizaciones.

Las directrices descritas anteriormente pueden adaptarse para preparar otros escenarios en los que participen actores de múltiples organizaciones o sectores, por ejemplo, incendios forestales o lluvias torrenciales, y contextos regionales. El proceso descrito es el más adecuado para ser aplicado a nivel local o regional.

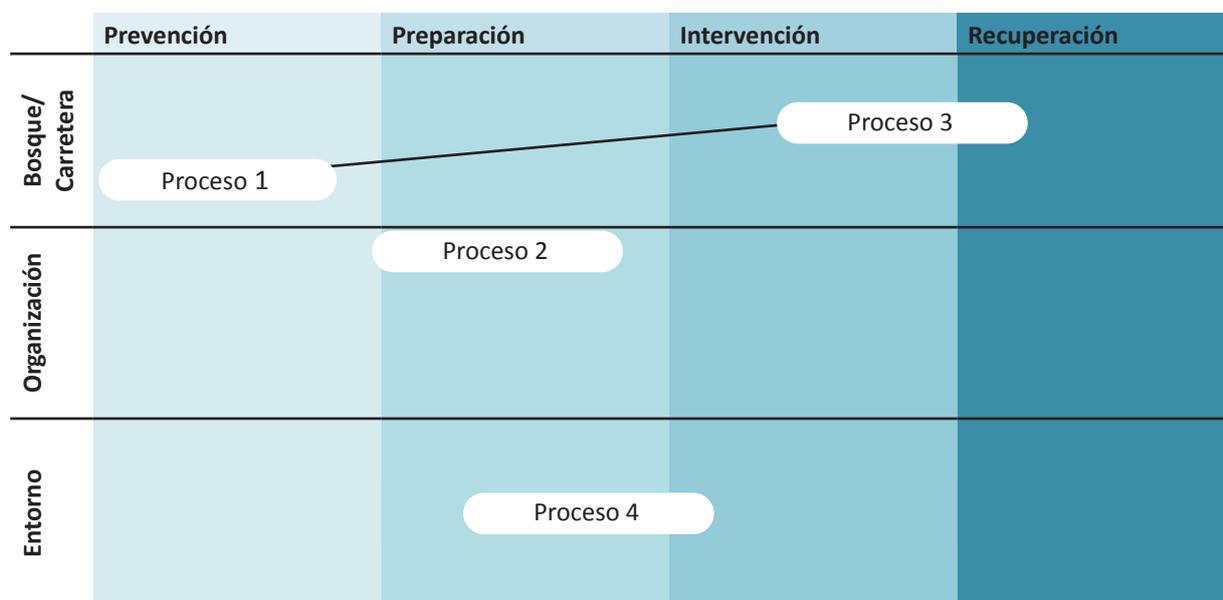


Figura 16. Plantilla de mapa de procesos. Las columnas indican las fases del ciclo de gestión de crisis, las líneas representan los diferentes niveles.

Código de colores: indica las organizaciones que participan en estos procesos

Título del proceso

Breve descripción del proceso

Quién está a cargo

¿Quién o qué organización se encarga de aplicar este proceso?

¿Quién participa o recibe la información?

¿Qué organizaciones participan en la aplicación o están informadas de ella?

Por hacer

¿Qué tiene que ocurrir para que el proceso se lleve a cabo?

Figura 17. Plantilla de resumen de procesos. El plan de gestión de crisis incluye un resumen para cada proceso que aparece en el mapa de procesos.

Para más información sobre esta herramienta, véase *Guidelines for a participatory crisis management plan to manage wind throw along roads*, [disponible en línea](#).



II.3.4 HERRAMIENTA DE APOYO Y DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN, PLANIFICACIÓN Y CONCIENCIACIÓN INTEGRADA DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES

En un contexto de cambio global, la gestión del riesgo de incendios forestales está alcanzando altos niveles de complejidad y es ahí donde los enfoques integrados y participativos pueden ofrecer ventajas en términos de cooperación entre múltiples organismos, el uso inteligente de los recursos para la mitigación del riesgo y el compromiso de las partes interesadas. Basándonos en lo anterior, en el marco del proyecto RECIPE se desarrollaron tres acciones a nivel piloto en España y Portugal:

- i) Un método novedoso para la evaluación y planificación integradas del riesgo de incendios forestales con un enfoque específico en los requisitos de Protección Civil (caso piloto en el municipio de El Bruc, España, dirigido por el CTFC).
- ii) Herramientas para mejorar la cultura del riesgo de incendios forestales y la concienciación de los niños y de las comunidades de la interfaz urbano-forestal (El Bruc, dirigido por el PCF).
- iii) Un sistema de apoyo a la decisión para priorizar la gestión del combustible en las interfaces urbano-forestales (municipio de Mafra, Portugal, dirigido por el ISA).

II.3.4.1 Método de evaluación y planificación integrada del riesgo de incendios forestales, incluyendo la participación de las partes interesadas para lograr comunidades resistentes a nivel local

Por Eduard Plana y Marta Serra (CTFC)

Este capítulo describe una novedosa metodología de evaluación y planificación de riesgos (E&PR) para abordar enfoques integrados de prevención-preparación-respuesta-recuperación desarrollados y aplicados a escala local. El método aborda el riesgo de incendios forestales de forma sistémica, con el objetivo de mejorar el uso inteligente de los recursos (limitados) para la mitigación del riesgo, promoviendo sinergias entre las agencias y con las comunidades locales, y para mejorar la coherencia política de

la reducción del riesgo desde una perspectiva de protección civil y de resiliencia del paisaje.

Para la implementación, se seleccionó un caso piloto a nivel local para explorar la concordancia con la mayoría de las herramientas de riesgo y planificación territorial, que se despliegan a través de los municipios. El municipio elegido, El Bruc (situado en el límite del área metropolitana de Barcelona, Cataluña), presenta una gran diversidad de situaciones de riesgo (interfaz urbano-forestal (IUF), áreas naturales protegidas, infraestructuras críticas como estaciones petrolíferas y autopistas, actividades turísticas o grandes bosques). El Bruc también representa la situación de muchos municipios pequeños (2.202 habitantes en 2020) con recursos limitados y una importante superficie a gestionar (47,2 km²).



Imagen 8. (Arriba) Reunión con la alcaldesa de El Bruc, en la que se analizan los factores de riesgo y la visión general del Piedemonte de Montserrat (abajo). Se realizaron visitas sobre el terreno con los diferentes interesados, con el fin de comprender la perspectiva de cada uno y, en el caso de los organismos de emergencia, satisfacer los requisitos operativos de cada uno (@Plana).

Un flujo metodológico desde el análisis de PEV hasta la planificación integrada del CGR

El método E&PR desarrollado lleva a cabo un proceso de tres pasos (Figura 18) para abordar la gestión integrada del riesgo de incendios forestales (GIRIF) en el que la protección de la población expuesta, las infraestructuras y los servicios ecosistémicos se centran en función del impacto potencial de los escenarios de riesgo de incendios forestales predefinidos.

En un primer paso, se identifican los principales componentes de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad (PEV). Dentro del análisis de los factores P, se exponen los escenarios de riesgo según los posibles eventos de incendios forestales en el territorio. Posteriormente, se proponen las correspondientes medidas de mitigación de riesgos para cada factor y se identifican las partes interesadas y las herramientas correspondientes. Por último, los escenarios de riesgo predefinidos y las medidas de mitigación relacionadas se organizan dentro de las etapas del ciclo de gestión de riesgos (CGR) y las herramientas de planificación correspondientes de forma coherente y sinérgica, pudiendo integrar eficazmente los requisitos de gestión de emergencias para mejorar las capacidades de Protección Civil en las herramientas de planificación sectoriales correspondientes.

Dentro del método, la mitigación del riesgo se aborda como un servicio del ecosistema. En consecuencia, el mapa de las partes interesadas se realiza de forma exhaustiva, incluyendo las relacionadas con las

actividades generadoras de riesgo, así como las que contribuyen a reducirlo. Por lo tanto, se identifican los «proveedores» de reducción del riesgo y los correspondientes «beneficiarios». De esta manera, dentro de la última etapa, el proceso permite involucrar a las partes interesadas a un nivel muy operativo (respondiendo a preguntas como cuáles son las medidas, cuál es mi papel y a qué herramienta de planificación deben ajustarse las medidas), involucrándolas a través de la definición de los escenarios de riesgo y las alternativas de mitigación y promoviendo, simultáneamente, la conciencia de riesgo y el sentido comunitario.

En la definición de las medidas de mitigación del riesgo, se aplica la **secuencia entre los factores de PEV** en términos de gestión del riesgo (Cuadro 5). En consecuencia, las medidas de mitigación se equilibran en función del nivel de riesgo, «empezando» por las medidas capaces de reducir la P, luego, buscando opciones para reducir la E y, finalmente, definiendo las acciones para la reducción de la V. De este modo, se establecen compensaciones entre las medidas de mitigación del PEV, dando visibilidad de forma práctica a las consecuencias de actuar o no, y trazando vías alternativas de reducción del riesgo en cada caso.

Al final del proceso, se identifican y refuerzan mejor las sinergias entre las medidas de mitigación de riesgos y las actividades en el territorio, mejorando la coherencia política y la rentabilidad de la GIRIF con una participación operativa de las partes interesadas.

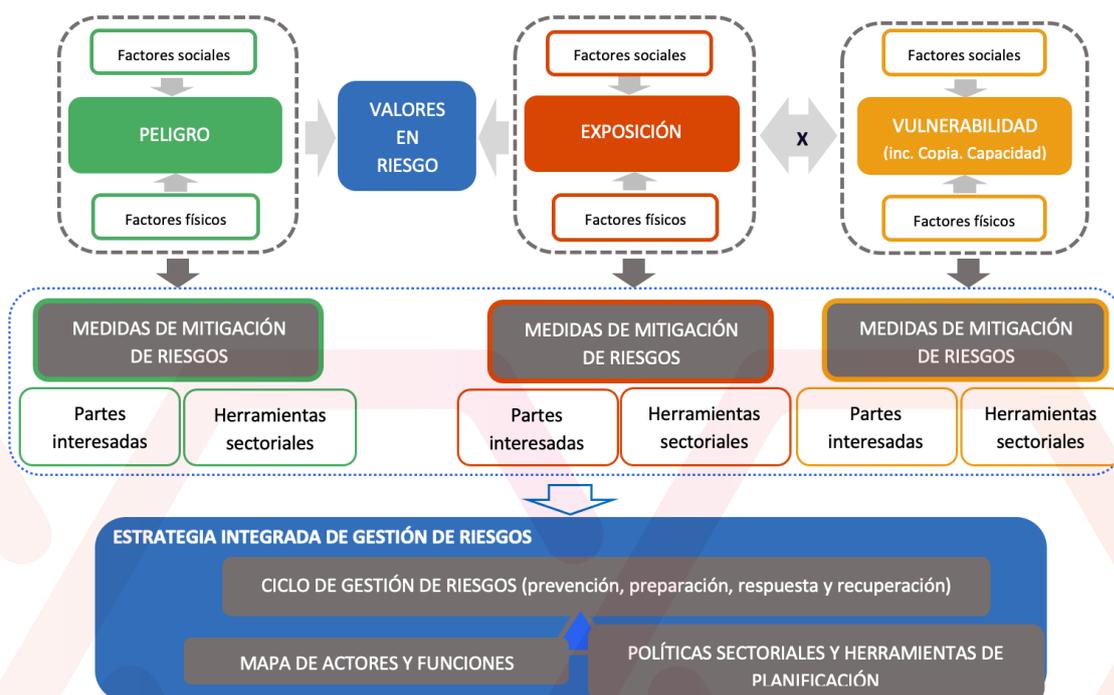


Figura 18. Secuencia de evaluación y planificación del riesgo hacia estrategias de gestión del riesgo integrada, eficiente y sinérgica.

Cuadro 4. Ejemplo de resultados de E&PR en términos de coherencia política.

- Integrar los cultivos estratégicos y los terrenos forestales gestionados para la reducción de la capacidad de propagación de los incendios forestales en la planificación territorial y urbana y en las políticas sectoriales correspondientes, definiendo incentivos para apoyarlos como **infraestructura de Protección Civil**.
- Establecer **mecanismos de coordinación con los municipios vecinos y la iniciativa regional para ampliar las medidas de mitigación de riesgos** más allá de los límites administrativos (por ejemplo, instalaciones de evacuación/confinamiento o zonas de tratamiento de combustibles), incluyéndolas en la planificación local/regional, utilizando simultáneamente el proceso para reforzar la comunidad de riesgo.
- **Incluir de forma proactiva a las partes interesadas** en el mecanismo de protección civil (como los gestores de los centros turísticos, que pueden desempeñar un papel de alerta temprana con los clientes y gestionar protocolos de emergencia predefinidos y enseñados).
- **Revisar los mecanismos legales para buscar el uso más eficiente de los recursos limitados** para la reducción del riesgo (por ejemplo, permitir reasignar los gastos de los tratamientos de combustible de la franja perimetral de la IUF para reducir la V al pastoreo o a la promoción forestal en áreas adyacentes capaces de reducir la E).
- Hacer visible la **compensación entre los factores de PEV**, creando medidas operativas, técnicas, legales y financieras entre las partes interesadas (por ejemplo, mediante el pago por el servicio ecosistémico de reducción del riesgo) para contrarrestar aquellas acciones que generan riesgo y compensar las que lo reducen.



Imagen 9. (Izquierda) Visita a una zona de pastoreo promovida por LIFE+Montserrat que ofrece prevención de grandes incendios a la zona y al mismo tiempo promueve la economía local, y (derecha) tratamientos de combustible ejecutados por el Parque Natural en los caminos de entrada utilizados por excursionistas y escaladores, reduciendo la vulnerabilidad pero también el riesgo de ignición por parte de los visitantes (©Plana).

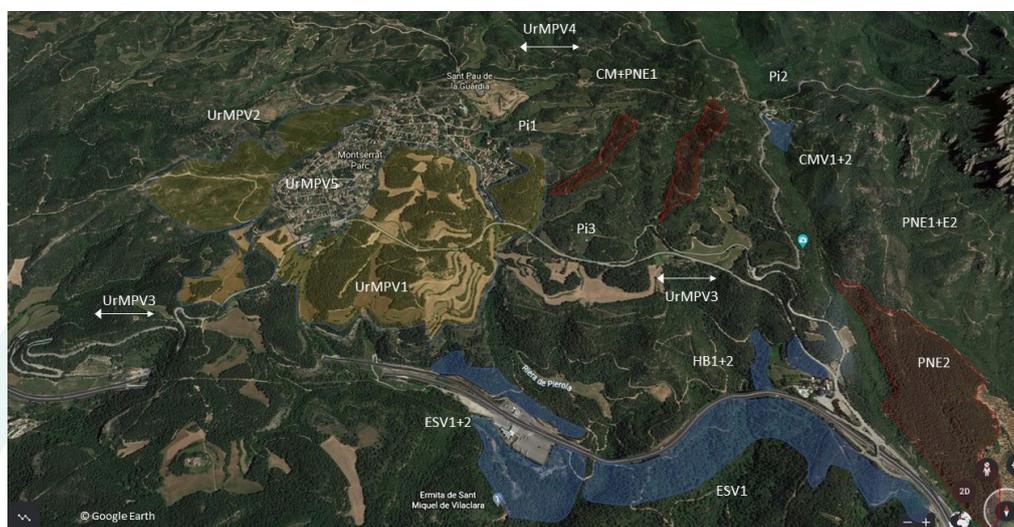


Figura 19. Ejemplo de figura que representa las medidas de mitigación del riesgo en el sector de Montserrat Parc.

Lecciones aprendidas, principales logros y avances

El funcionamiento del método está altamente influenciado por una adecuada y profunda comprensión del proceso de riesgo (expresado a través de los factores de PEV y sus compensaciones). En términos de P, a medida que se conozcan mejor los posibles eventos de incendios forestales en la zona, más precisa será la definición de los escenarios de riesgo, y más coherente será la participación de las partes interesadas en las vías de mitigación del riesgo.

Los escenarios de eventos de incendios forestales ofrecen la ventaja de relacionar las necesidades operativas de la supresión con la prevención de incendios, la protección civil o la planificación urbana. Compartir esta información se convierte en un punto de inflexión para avanzar hacia la GIRIF. Por el contrario, si no se puede acceder a la información sobre los patrones de los incendios forestales, la gestión del riesgo se planifica desde una perspectiva de competencia segmentada (a nivel institucional y espacial) y los recursos se utilizan de forma menos eficiente.

Por lo tanto, el método muestra hasta qué punto los escenarios de riesgo predefinidos y validados bajo un enfoque orientado al impacto pueden servir como base común para todos los organismos de gestión del riesgo. Esto debería ayudar a desplegar las diferentes medidas de mitigación de forma coordinada, integrándolas en los planes sectoriales correspondientes, desde la prevención activa (gestión estratégica del combustible) y pasiva (silvicultura, pastoreo, etc.) hasta la respuesta, enmarcando una estrategia compartida de reducción del riesgo multiinstitucional.

Además, el enfoque integral de la metodología ayuda a cumplir con varios componentes intersectoriales de

la gestión de riesgos en un proceso único, desde los referidos a la evaluación, el mapeo y la planificación de riesgos hasta la gobernanza y la cultura del riesgo. Además, dentro del proceso de E&PR, los requisitos de gestión de emergencias pueden encajar fácilmente dentro de las etapas de prevención (incluyendo, por ejemplo, la planificación urbana) mejorando la capacidad de respuesta en caso de incendio forestal.

La participación de los actores en el proceso de E&PR permite socializar el balance de las situaciones de riesgo y los niveles de implementación de las medidas de mitigación del riesgo, estableciendo los compromisos, colaboraciones y protocolos correspondientes, promoviendo la conciencia de riesgo y el sentido comunitario. El método permite poner en contacto a los sectores económicos expuestos y a los ciudadanos con aquellos actores que proporcionan una mitigación del riesgo (por ejemplo, concienciar a la población local sobre cómo los productores locales de aceite de oliva o el consumo de queso local les «protegen» de los incendios forestales).

En cuanto a **los pasos posteriores**, el enfoque desarrollado tiene el potencial de insertarse en las herramientas existentes para la planificación del riesgo y del territorio. Y también está conectando la economía de la mitigación del riesgo con la economía del territorio, creando un sentido de comunidad de riesgo. El caso piloto ha demostrado el papel crucial de las autoridades locales en la aplicación de la gestión del riesgo y la participación de las partes interesadas. Por esta razón, las herramientas y recursos existentes y adicionales para la reducción de riesgos deben ser capaces de articular y poner en marcha estrategias de GIRIF en todas las autoridades locales y con participación de las mismas.



Cuadro 5. Comprensión de la secuencia de PEV y CGR en la gestión del riesgo de incendios forestales.

La gestión del riesgo de incendios forestales debe hacer frente a un contexto de riesgo cambiante en el que confluyen las políticas que abordan el riesgo de ignición y propagación del fuego, el impacto potencial de los incendios de alta intensidad sobre la población y las infraestructuras expuestas, la seguridad y la capacidad de respuesta eficiente y las estrategias de recuperación para mitigar los efectos del riesgo de incendios forestales en cascada. Un análisis más detallado de los factores de riesgo muestra cómo las medidas de mitigación del riesgo están, por una parte, distribuidas en diferentes etapas del Ciclo de Gestión del Riesgo (CGR, desde la prevención hasta la recuperación) y, por otra parte, estas medidas implican a diferentes actores públicos y privados en ambos sentidos, como «proveedores» del servicio ecosistémico de mitigación del riesgo (por ejemplo, bosques gestionados que evitan comportamientos de incendios de alta intensidad) y «beneficiarios» del mismo (por ejemplo, urbanizaciones o centros turísticos menos vulnerables al impacto de los incendios forestales).

En cuanto a los componentes del riesgo, normalmente cuanto mayor es el peligro (P) más exposición (E) existe, y se necesitan mayores esfuerzos para disminuir la vulnerabilidad (V). Al reducir P, existe menos E y se necesita menos reducción de V. Esta secuencia es especialmente relevante en el caso de los incendios forestales, en los que P está muy influenciado por el ser humano, ya que los paisajes con combustible son uno de los principales factores de riesgo de incendios forestales: la reducción de la cantidad de combustible y la modificación de su distribución en el paisaje permiten mitigar la presencia de incendios de alta intensidad que desbordan la capacidad de supresión y el impacto sobre los elementos expuestos. Además, la planificación urbana inteligente en materia de incendios también puede desempeñar un papel crucial en la reducción del riesgo, actuando en el proceso de «construcción» de E (por ejemplo, promoviendo la difusión del modelo de vivienda de asentamiento en los paisajes propensos a los incendios forestales). Incluso cuando P y E no pueden reducirse, los códigos y normas de construcción pueden permitir reducir V bajo umbrales de riesgo consistentes y adaptados a la capacidad de respuesta de cada territorio. Por lo tanto, el riesgo resultante es la suma de las acciones que aumentan/reducen P, E y V. En consecuencia, los niveles elevados de PEV pueden colapsar el sistema y el umbral de riesgo socialmente asumido.

Esta relación cruzada entre los factores de PEV también puede explicarse a través de las etapas del CGR. Las acciones de prevención pueden ayudar a reducir los comportamientos de riesgo de incendios forestales de alta intensidad que limitan el P mediante la gestión de los bosques, el paisaje en mosaico o el control de la ignición. Dentro de la prevención, mediante la integración del riesgo de incendios forestales en la planificación urbana y territorial y la aplicación de códigos de construcción estandarizados y obligatorios en caso de riesgo de incendios forestales, pueden reducir E y V. En términos de preparación, la capacidad de respuesta (V) puede reforzarse mediante la definición de protocolos de protección civil de confinamiento o evacuación en caso de incendio forestal, la preparación de las infraestructuras del territorio de acuerdo con esos protocolos (por ejemplo, la reducción de los combustibles a lo largo de carreteras preseleccionadas que se utilizarán como infraestructura de evacuación o a los lugares seleccionados para el confinamiento de seguridad) o el desarrollo de sistemas de alerta temprana (SAT). En algunas regiones como en Cataluña, debido al alto nivel de P (paisajes inflamables) se aplica el control de acceso a los espacios naturales en periodos de alto índice de riesgo de incendio, buscando la reducción de la E de visitantes en caso de incendio forestal (lo que pondrá en peligro la capacidad de supresión también), la reducción del P de igniciones y el aumento de la capacidad de respuesta (V) al reducir la probabilidad de eventos simultáneos (menor riesgo de ignición). Una respuesta altamente eficaz permite reducir la expansión de los incendios forestales, especialmente cuando se basa en el conocimiento de los patrones de comportamiento de los incendios forestales (Costa et al., 2011). Este enfoque permite anticipar la trayectoria del incendio forestal antes de que se produzca y aumentar la capacidad de control mediante la aplicación de la gestión del combustible en zonas estratégicas que sirvan de apoyo a las maniobras del Servicio de Bomberos en caso de incendio. Estas áreas estratégicas, por tanto, pueden entenderse como infraestructuras y recursos de apoyo a la extinción de incendios, como los puntos de agua o equipos. Al mismo tiempo, cuanto más formado, eficiente y equipado esté el Servicio de Bomberos, más capacidad de reacción tendrá. Sin embargo, los eventos de incendios forestales extremos en todas partes muestran cómo, en muchos países, a menudo la capacidad de extinción se ve desbordada, y cómo en esa situación se adopta básicamente una estrategia defensiva que protege vidas e infraestructuras limitando la capacidad de controlar la propagación del fuego en el bosque.

Por lo tanto, en un contexto de alta PEV, la Respuesta está ofreciendo una capacidad limitada para reducir el riesgo. Esto ayuda a comprender la profunda relación que existe entre los factores de riesgo y las medidas de mitigación dentro del CGR en una secuencia similar a la del caso del PEV: a medida que se adoptan más acciones de prevención, se necesitan menos esfuerzos de preparación y respuesta, y se pueden esperar menores impactos de recuperación.

Por consiguiente, en términos de gestión de riesgos, existe una correlación entre el nivel de los factores de riesgo, la estrategia a seguir en caso de incendio forestal y su impacto potencial en los valores en riesgo. La asunción (o no) de medidas de mitigación del riesgo influirá en la forma de gestionar la emergencia y en el impacto final del evento para los ciudadanos, las infraestructuras y los servicios ecosistémicos de los paisajes. De hecho, no existe un único escenario de riesgo, y la forma de gestionar el riesgo de incendios forestales puede equilibrarse en función del nivel de riesgo, junto con la capacidad de respuesta de cada territorio y los valores en riesgo que deben protegerse. Lo que muestran los eventos extremos de incendios forestales en el Mediterráneo es que, en la mayoría de los casos, la respuesta complementada por las acciones estándar de prevención (cortafuegos, controles de ignición, etc.) y preparación (planes de protección civil) pueden hacer frente a la mayoría de los incendios forestales, pero una pequeña proporción de incendios forestales que arden con gran intensidad colapsan el sistema y afectan a cientos o miles de hectáreas. Esto significa que la capacidad de respuesta, en esos escenarios de riesgo, debe complementarse con acciones adicionales de prevención y preparación capaces de reducir los factores de PEV. En ese sentido, se deben plantear objetivos predefinidos en función de la estrategia de gestión de riesgos adoptada, por ejemplo: garantizar la seguridad de la población, pero no poder garantizar la protección de los bosques, frente a intentar alcanzar ambos objetivos. Para ello, se necesitarán diferentes recursos y acciones de mitigación. En este sentido, dado que el paisaje con combustible se convierte en un factor de P, se pueden adoptar estrategias mutuamente beneficiosas a través de paisajes resistentes al fuego de alta intensidad, promoviendo estructuras forestales capaces de proteger los valores en riesgo. El creciente contexto de riesgo debido al cambio del uso del suelo y al cambio climático está llevando al límite las estrategias centradas en la supresión y es por eso que cada vez es más necesario un mejor equilibrio entre los factores de PEV y las medidas del CGR. La participación de las partes interesadas en los debates sobre las alternativas de gestión de riesgos debería ayudar a articular las contribuciones necesarias de los individuos y de los organismos privados y públicos de una manera más sinérgica y eficiente, y de forma coherente con las políticas para proteger de los incendios a las comunidades con grandes cargas de combustible.

II.3.4.2 Herramientas para mejorar la cultura del riesgo de incendios forestales y la concienciación de los niños y de las comunidades de la interfaz urbano-forestal

Por Guillem Canaleta y Jordi Vendrell (PCF)

Sensibilizar a las comunidades expuestas y vulnerables al riesgo de incendios sigue siendo un reto. Por ello, se experimentó una actividad

específica de puerta a puerta en el municipio de El Bruc. Se organizó un *Preparedness Day* para los incendios forestales con el objetivo de impulsar el compromiso de la población expuesta, haciéndola comprender el riesgo y facilitar que se convierta en una parte proactiva en las estrategias de Reducción del Riesgo de Desastres de su municipio. La actividad fue posible gracias a la implicación del ayuntamiento local, así como de los organismos de gestión de riesgos (Servicio de Bomberos, Diputación, Policía y Protección Civil).



Figura 20. Pasos del Preparedness Day para los incendios forestales.

Las principales conclusiones fueron:

- Es importante que los vecinos hayan sufrido un incendio anterior para que sean conscientes de su exposición al riesgo y más receptivos a los mensajes.
- La implicación de las diferentes organizaciones se considera clave y se percibe el impacto que el trabajo conjunto de los diferentes cuerpos de emergencia provoca en el barrio.
- La implicación del ayuntamiento es clave para facilitar que la actividad se lleve a cabo y para emprender futuras acciones.
- Es necesario hacer un seguimiento de la comunidad después de la actividad y seguir aplicando estrategias de sensibilización.

- Se ha visto cómo un mensaje sencillo puede llegar más fácilmente a los residentes. No es necesario entrar en temas específicos o conceptos complejos a menos que el vecino muestre interés.
- El mensaje debe ser sencillo y en un tono positivo. Es importante que la gente se sienta cómoda. El objetivo debe hacer reflexionar a la gente después de la conversación y conseguir que sea el propio vecino quien decida actuar (perspectiva ascendente).

Además, se llevó a cabo una actividad dirigida a niños de primaria para hacerles comprender el papel del fuego en los ecosistemas mediterráneos y presentar la gestión forestal como una herramienta clave para la reducción del riesgo. La actividad se dividió principalmente en 3 partes.

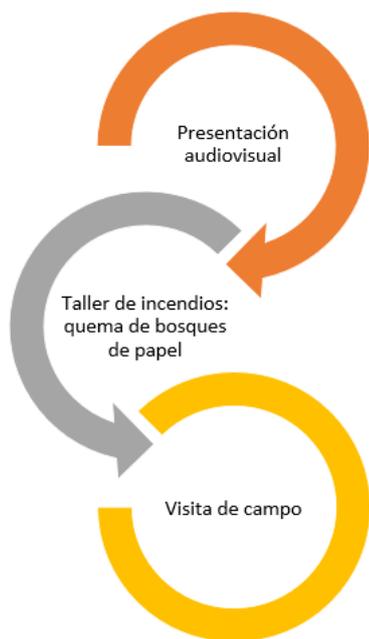


Figura 21. Pasos de la actividad de MEFITU.

Al final, los niños entendieron que (I) el riesgo cero no existe, que (II) tenemos que aprender a convivir con el fuego, que (III) el fuego siempre ha estado aquí y ha contribuido a modelar el paisaje y, por último, que (IV) los modelos de gestión requieren invertir en prevención (gestión forestal sostenible) y autoprotección.

II.3.4.3 Módulo DSS para priorizar la gestión del combustible en las interfases urbano-forestales

Por Ana Catarina Sequeira, Iryna Skulska, Vanda Acácio, Madalena Ferreira y Maria Conceição Colaço (ISA)

En Portugal, cada municipio define un plan municipal de protección de los bosques contra los incendios (PMDFCI, en sus iniciales en portugués), para un período de 10 años, según una guía técnica proporcionada por el Instituto de Conservación de la Naturaleza y los Bosques (AFN-ICNF, 2012). Una de las acciones incluidas en el PMDFCI es la gestión de las franjas de combustible alrededor de las infraestructuras y los hogares en la interfaz urbano-forestal.

El módulo DSS de RECIPE se centra en la definición de las áreas críticas para la gestión en función de la prioridad de la gestión del combustible para

prevenir los incendios forestales. El módulo DSS de RECIPE hace hincapié tanto en las necesidades de protección civil como en las de las comunidades, desde un punto de vista técnico. La base de datos resultante es un mapa y una lista detallada de parcelas clasificadas por prioridad para la gestión del combustible. Es útil tanto para que las autoridades planifiquen las inspecciones de acuerdo con la asignación de prioridades para el tratamiento del combustible como para aumentar la preparación de las comunidades, mostrándoles y educándolas sobre las vulnerabilidades de sus propiedades. Este DSS es un módulo que se inserta (en recuadros azules) en la hoja de ruta de PREVAIL (Sequeira et al., 2021) como se muestra en la Figura 22.

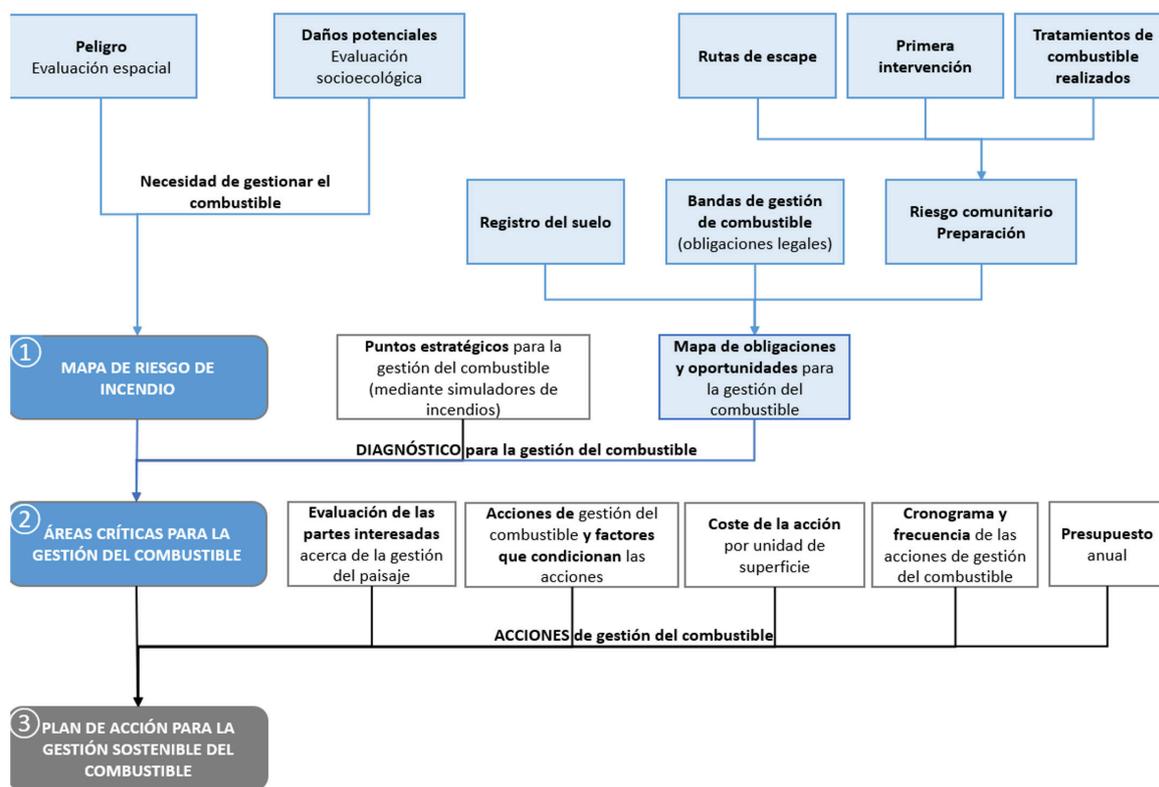


Figura 22. Módulo DSS de RECIPE para priorizar la gestión del combustible en la IUF (en azul), insertado en el DSS de PREVAIL para la gestión del combustible.

Se dará prioridad a (1) las zonas que muestren una menor preparación ante el riesgo comunitario y (2) las zonas que presenten un mayor riesgo de incendio, teniendo en cuenta la peligrosidad territorial y los daños potenciales. Los materiales utilizados están disponibles en todos los municipios de Portugal, ya que es obligatorio elaborar el PMDFCI. El proceso

se basa en una matriz binaria simple, en la que el valor 1 significa «necesidad de priorizar», y el valor 0 «sin necesidad de priorizar». Esta clasificación binaria debe aplicarse a cada casilla del módulo (formato shapefile ráster o polígono), según la Tabla 1 y luego se combinará según la Figura 22, mediante operaciones de suma y/o intersección.

Objetivo	Tema	Valor = 1	Valor = 0	
Mapa de obligaciones y oportunidades para la gestión del combustible	Obligaciones legales para la gestión del combustible	Si la banda de gestión del combustible es de primer, segundo o tercer orden	Si la banda de gestión del combustible no es de primer, segundo o tercer orden	
	Preparación de la comunidad ante los riesgos	Hora de la primera intervención	Si la distancia a la estación de bomberos es ≥ 20 minutos	Si la distancia a la estación de bomberos es < 20 minutos
		Tratamientos de combustible realizados	Si no se ha realizado ningún tratamiento de combustible en los últimos 4 años	Si se ha realizado al menos un tratamiento de combustible en los últimos 4 años
	Rutas de escape	Si se trata de una carretera sin salida o Si se trata de una carretera de un solo sentido o Si la carretera está en malas condiciones	Si se trata, al menos, de una carretera de dos sentidos Si hay 2 carreteras en direcciones opuestas	
Mapa de riesgo de incendios	Peligro	En una clasificación del 1 al 5: Si el peligro es 4 o 5	En una clasificación del 1 al 5: Si el peligro no es 4 o 5	
	Daños potenciales	Ecológicos	Si hay elementos ecológicos	Si no hay elementos ecológicos
		Sociales	Si hay elementos sociales en una franja de 100 metros	Si no hay elementos sociales en una franja de 100 metros

Tabla 1. Clasificación binaria general.

Para más información sobre esta herramienta, véase *Support tool and guidelines for integrated risk assessment and planning for landscape and wild-land urban interface*, [disponible en línea](#).

II.3.5 PROTOCOLO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES Y AVALANCHAS EN ZONAS DE MONTAÑA

Por Eduard Plana, Marta Serra, Chiara Sabella (CTFC), Guillem Canaleta (PCF), Manuel Bertran, Glòria Martí y Carles García (ICGC)

Como se ha mencionado anteriormente, el cambio climático está planteando nuevos escenarios, como podrían ser las situaciones multirriesgo. Teniendo en cuenta que se prevén nuevas zonas propensas a los incendios, la ampliación del riesgo de incendios forestales en las zonas de montaña se convierte en un escenario posible.

La presencia de incendios forestales en algunas zonas de montaña puede generar un efecto cascada, ya que el fuego puede destruir la cubierta forestal y la función protectora del bosque se ve comprometida. ¿Debería ser esta una nueva

preocupación para las zonas de montaña en Europa? ¿Existen o están disponibles los conocimientos sobre incendios forestales y gestión de riesgos en esas zonas? ¿Es posible fusionar en un protocolo común de evaluación y planificación del riesgo la situación muylirriesgo de incendios y avalanchas?

Esta herramienta se basa en un ejercicio práctico de análisis de los factores físicos del riesgo de avalanchas e incendios forestales, aprovechando la larga experiencia en la materia de avalanchas en los Pirineos, y sobre incendios forestales en la cuenca mediterránea.

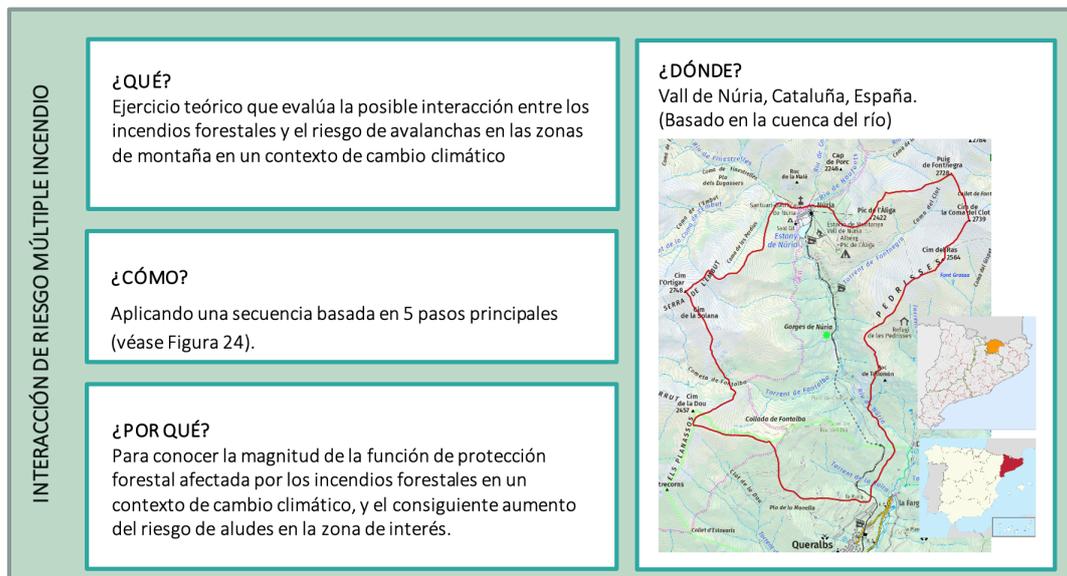


Figura 23. Evaluación del riesgo de incendios forestales y avalanchas en zonas de montaña: procedimiento de estudio del caso RECIPE.

La metodología aplicada ha seguido la siguiente secuencia:

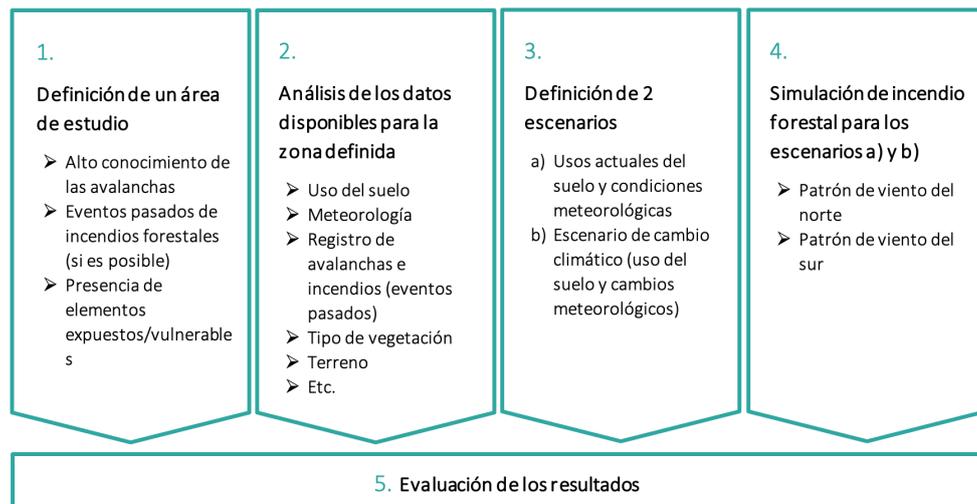


Figura 24. Esquema de ejercicio de riesgo múltiple incendio forestal-avalancha.

La definición de un área de estudio fue crucial para centrar el ejercicio en un territorio con suficientes datos y conocimientos disponibles para avanzar en la hipótesis planteada.

Además, la zona de Vall de Núria cuenta con diferentes atributos que tienen una relevancia específica para este caso de estudio:

- Dentro de un Parque Natural.
- Actividad turística, por lo que tiene muchos visitantes durante todo el año.
- Alturas entre 1.600 m y 2.800 m, importantes para la casuística de avalanchas.
- Elementos antrópicos que podrían estar

expuestos y elementos vulnerables en caso de peligro natural. Para el caso de estudio se prestó especial atención a la vía ferroviaria.

- Incendio forestal en diciembre de 2007 que quemó 60 ha dentro de la zona de estudio.
- Especies arbóreas de zonas de montaña, no especialmente adaptadas a los regímenes de incendios.

Tras analizar los diferentes elementos (físicos y sociales) del territorio seleccionado, se plantearon dos escenarios diferentes para simular los incendios forestales según los dos patrones principales (con viento de norte y de sur, siguiendo el valle del río):

Escenario actual de clima y uso del suelo

- Patrón sur: escenario de ola de calor (datos meteorológicos de la ola de calor de 2015 en Vall de Núria).
- Patrón norte: escenario invernal con baja humedad (datos meteorológicos del incendio de 2007).

Escenario de cambio climático y uso del suelo

- Para ambos patrones, mismas condiciones que las anteriores, pero aumentando las temperaturas en 2 °C, y reduciendo un 5 % la humedad relativa.
- Añadiendo el cambio de uso del suelo según el abandono de las tierras (menos pastos), y la mayor altura de la vegetación.

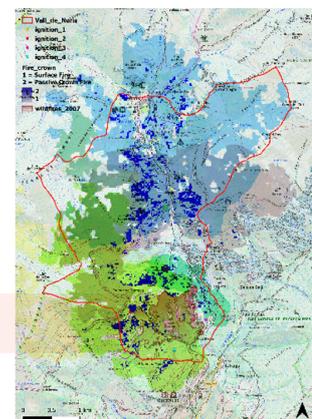


Figura 25. Escenarios definidos y ejemplo de mapa que muestra las zonas afectadas por los incendios de copa según la simulación.

La identificación y delimitación de las áreas afectadas por los incendios de copa permite analizar si esas áreas coinciden con las zonas de riesgo de avalanchas, o si la pérdida de la función protectora del bosque causada por los incendios de copa hace que aparezcan nuevas zonas de riesgo de avalanchas.

Esto puede darnos la respuesta a: ¿cómo afecta la pérdida de la función protectora de los bosques al riesgo de avalanchas? ¿Está aumentando? O, después de un incendio, ¿los nuevos elementos están expuestos/son vulnerables a la avalancha?

En este caso, algunas de las conclusiones apuntan a que la influencia de los incendios forestales en el riesgo de avalanchas es indiscutible en las zonas forestales de alta montaña con pendientes $<28^\circ$. De este modo, las zonas sin riesgo de avalancha podrían convertirse en zonas de avalancha debido a la modificación de la rugosidad del terreno.

En este sentido, desde la gestión del riesgo de avalanchas, sería útil identificar las «zonas susceptibles de inicio de avalanchas por incendio forestal» en las áreas con elementos vulnerables o expuestos.

Sin embargo, la influencia de los incendios forestales en el riesgo de avalanchas no consiste solo en la aparición de «nuevas avalanchas», sino que también puede aumentar la gravedad de las avalanchas y las consecuencias sobre los elementos vulnerables identificados. Dependiendo de la parte en la que se localice la pérdida de la función protectora (por ejemplo,

la zona de recorrido o de depósito de la avalancha), la masa forestal puede exacerbar los efectos destructivos de la avalancha (por ejemplo, la masa forestal arrastrada por la avalancha). Un ejemplo catastrófico reciente fue el caso de Rigopiano en 2017 en los Apeninos.

En este sentido, los tratamientos de gestión forestal para disminuir el riesgo de incendio forestal deben ser compatibles con la función de protección forestal en caso de avalancha.

La herramienta también establece el enfoque de gestión forestal en el que los tratamientos son diferentes según las zonas de avalancha (Figura 26) y recorrerán la ladera de abajo a arriba. Algunos tratamientos forestales (masas abiertas) pueden situarse en la parte inferior, coincidiendo con la zona de depósito de la avalancha, donde el bosque extrañamente frenará el impacto de la avalancha, pero las masas forestales abiertas serían importantes para controlar la propagación del fuego. Por otro lado, otro punto relevante es la zona de inicio de avalanchas, donde la masa forestal debe estar equilibrada entre la función protectora frente a avalanchas, y la capacidad de evitar la actividad de los incendios de copa.

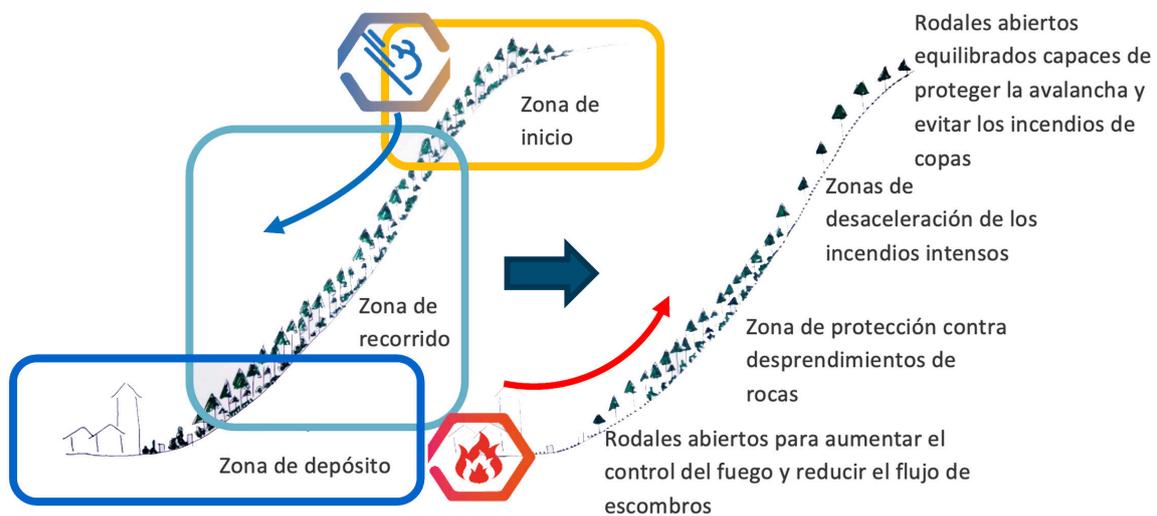


Figura 26. Esquema de prescripciones de gestión forestal hacia un enfoque común de mitigación del riesgo de incendios forestales y avalanchas a nivel de rodal forestal.

En este caso de estudio se complementa con el protocolo indicado en el Cuadro 3.

Para más información sobre esta herramienta, véase *Protocol for wildfire and avalanche risk management in mountain areas*, [disponible en línea](#).

II.3.6 HERRAMIENTA DE VISUALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIA EN CASO DE ALTO RIESGO DE ALUDES

Por Glòria Martí, Manuel Bertran y Carles García (ICGC)

Se ha desarrollado una herramienta de visualización que permite a Protección Civil prepararse con antelación para hacer frente a las emergencias por avalanchas. El típico aviso que emite el ICGC cuando el peligro de aludes es alto o muy alto (niveles 4 y 5, según la Escala Europea Unificada de Peligro de Avalanchas) se ve ahora reforzado por la información probabilística sobre las zonas vulnerables que tienen más posibilidades de sufrir

avalanchas importantes.

De este modo se mejora la previsión regional con información detallada a escala local y se pueden definir las prioridades cuando haya que ejecutar planes de medidas defensivas como la evacuación, el confinamiento o los cierres.

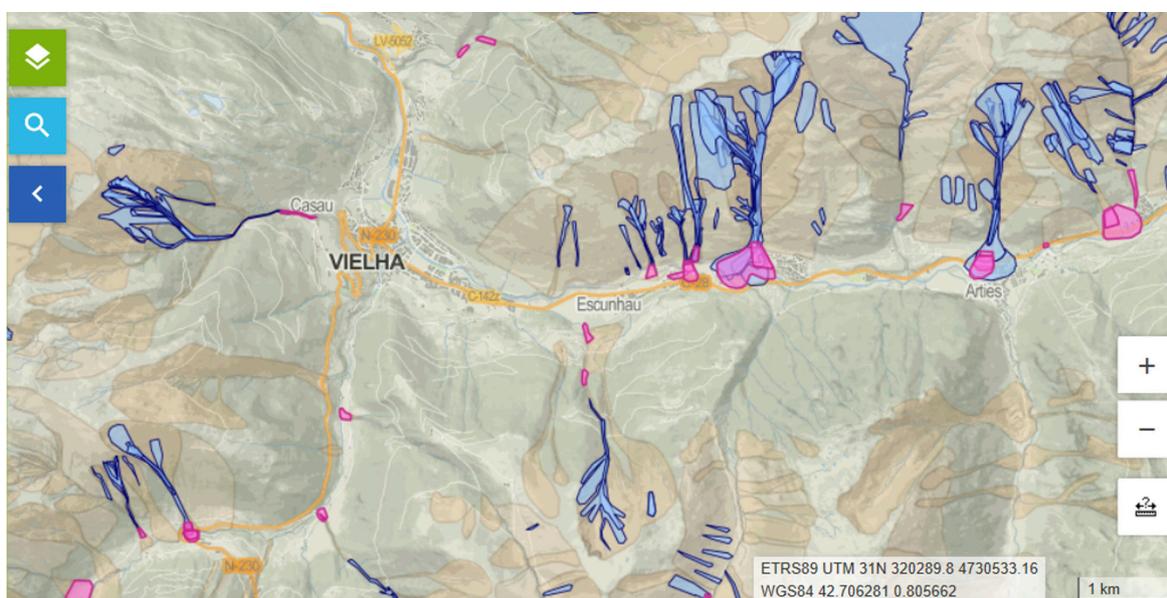


Figura 27. Mapa de avalanchas que muestra los eventos observados recientemente en color azul y las observaciones históricas en color magenta.

En este caso, los resultados de la investigación científica sobre avalanchas y condiciones meteorológicas del ICGC se han aplicado en la práctica de la gestión de emergencias por parte de Protección Civil. Se ha observado que la actividad de las avalanchas está vinculada a las condiciones atmosféricas en la troposfera de nivel medio, como la topografía geopotencial de 500 hPa. Este nivel controla la meteorología en superficie, principalmente el perfil de la tormenta (evolución de la temperatura, la precipitación y el viento), que define el problema de los aludes (nieve nueva, nieve derivada por el viento, nieve húmeda, capas débiles persistentes, aludes de placa).

Una vez obtenidos los patrones atmosféricos que conducen a las grandes avalanchas mediante técnicas

estadísticas, es posible prever a medio plazo (48 h a 72 h) tanto cuáles son las regiones más amenazadas como cuáles son las trayectorias de avalanchas más propensas a caer. Se identifican los edificios, las infraestructuras y los corredores de transporte en terrenos expuestos. Las trayectorias de avalancha y las zonas de depósito se evalúan en función de su vulnerabilidad.

Para un día determinado clasificado en un patrón atmosférico que conduce a avalanchas importantes, Protección Civil puede observar sobre una cartografía, dónde están los terrenos expuestos más vulnerables a las avalanchas. Este terreno expuesto se clasifica como muy probable de ser afectado, o solo posible de serlo, según la información documentada e histórica de los eventos pasados.

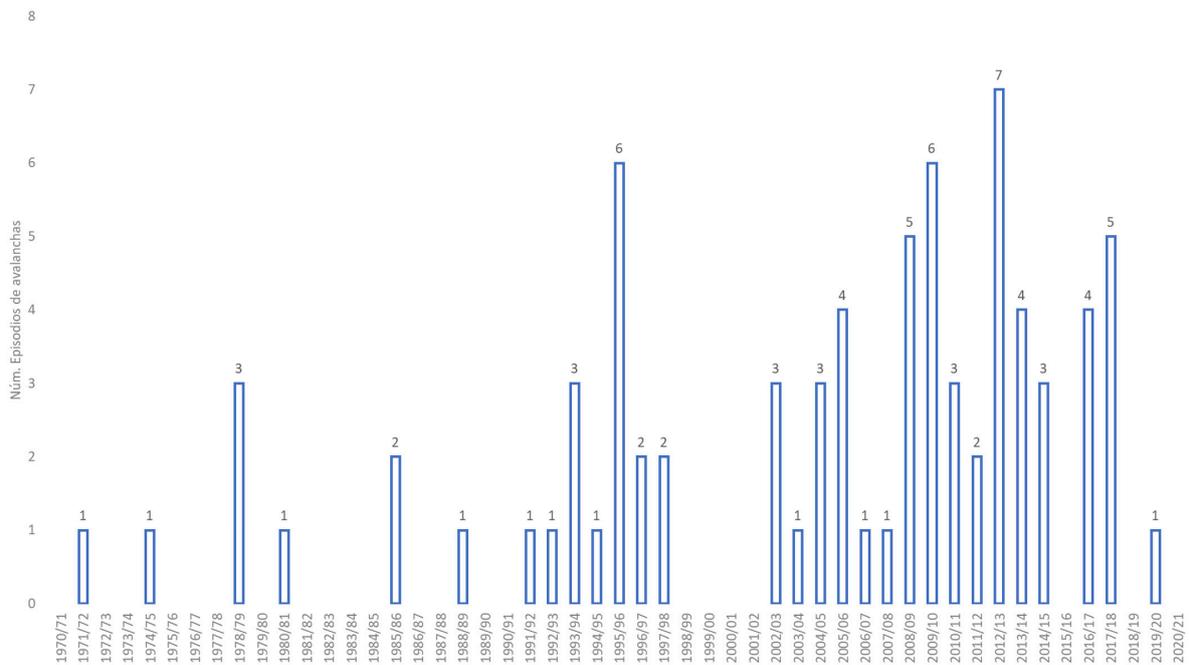


Figura 28. Número de ciclos de aludes importantes observados desde 1970 hasta 2021 (abril) que han sido datados a diario.

En el desarrollo de esta herramienta, una de las principales reflexiones que ha surgido es la importancia de recopilar la información de la base de datos sobre riesgos naturales bajo los mismos criterios de homogeneidad a lo largo del

tiempo. Esto no es tan evidente cuando las tareas de registro y cartografía de la actividad de los aludes están a cargo de diferentes instituciones, administraciones territoriales, formatos digitales y escalas espaciales a lo largo de las décadas.

22/12/2020, Patrón NW

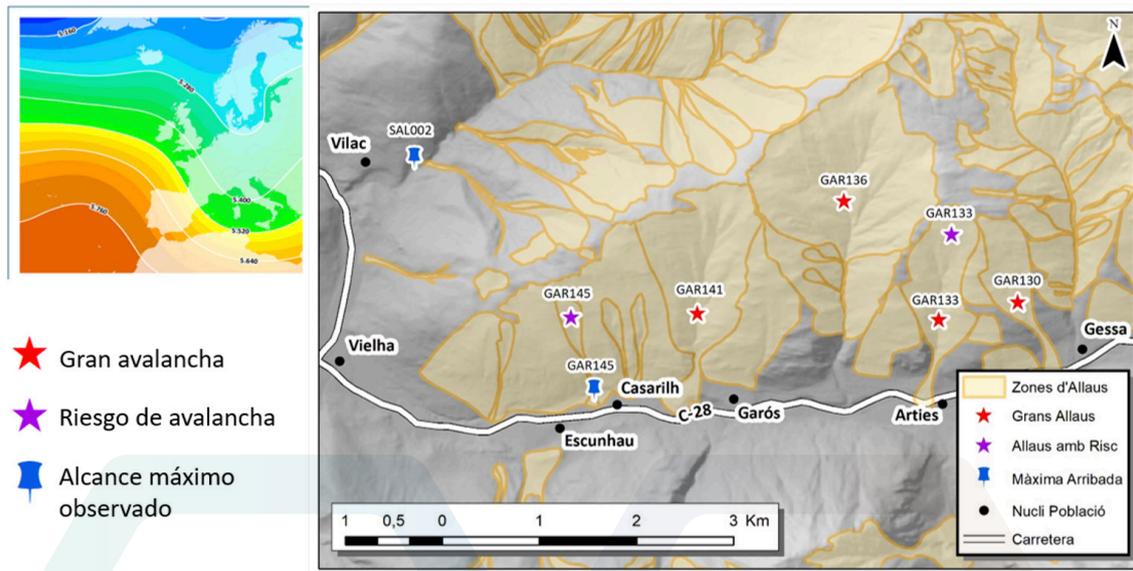


Figura 29. En la herramienta de visualización se pueden observar las principales avalanchas propensas a caer en un día determinado, clasificadas en una categoría de patrón atmosférico que guía a las avalanchas (patrón NO). También se muestran las avalanchas más pequeñas pero que afectan a zonas vulnerables (avalanchas de riesgo).

Para más información sobre esta herramienta, véase *Visualizer tool for managing emergency situations in case of high avalanche risk*, [disponible en línea](#).



OBSERVACIONES FINALES

OBSERVACIONES FINALES

✓ El **entorno cada vez más peligroso e incierto** que plantea el **cambio climático** está añadiendo nuevas complejidades a la gestión de riesgos. En este contexto, se hacen necesarios más recursos técnicos, de procedimiento, de intercambio de conocimientos y económicos, ya que la **gravedad de los eventos aumenta y las situaciones de riesgo sin precedentes** (o muy raras) se extienden en nuevos territorios.

✓ En cuanto a los comportamientos de los riesgos naturales, la condición ambiental que supone el cambio climático tendrá una influencia significativa. Respecto a **los incendios forestales**, el aumento de la temperatura media global y las sequías facilitará incendios forestales más intensos y frecuentes, aumentando el potencial de eventos extremos exacerbados por la expansión de los combustibles de biomasa debido a los cambios en el uso del suelo. Además, el número de días anuales de riesgo de incendio ampliará la temporada de incendios. También se espera que las **inundaciones** repentinas y las pluviales aumenten en frecuencia e intensidad en toda Europa. Los escenarios de **tormentas de viento** muestran que los eventos son cada vez más frecuentes, intensos y de mayor duración. En cuanto a **las avalanchas**, se espera un aumento de la frecuencia y la magnitud de las situaciones de avalanchas de fusión, así como posibles cambios en los patrones de las nevadas a lo largo de la temporada. La degradación del permafrost debida al calentamiento global favorecerá el aumento de la frecuencia de **desprendimiento de rocas** por encima del límite del permafrost. Además, el aumento previsto de las lluvias torrenciales puede provocar una mayor frecuencia de **deslizamientos de tierra**.

✓ Asimismo, al extenderse algunos riesgos naturales (por ejemplo, los incendios forestales en zonas de montaña que afectan a la función protectora de los bosques en zonas propensas al riesgo de avalanchas) **las situaciones de riesgo múltiple** serán más frecuentes, generando **nuevos escenarios de gestión del riesgo**. En consecuencia, será fundamental aunar los diferentes conocimientos sobre riesgos naturales. Los protocolos, la cartografía de riesgos y la planificación de los mismos deben adaptarse a esta posible cascada multirriesgo o eventos acumulativos.

✓ En este contexto de riesgo cambiante, las **capacidades de protección civil y de gestión de emergencias** pueden reforzarse dentro de los **enfoques de gestión integrada de riesgos** mediante:

- Una integración y operatividad efectivas de los requisitos de protección civil en las fases iniciales de la evaluación y planificación de riesgos, reforzando el vínculo entre la protección y la prevención dentro del ciclo de gestión de riesgos (CGR). Por ejemplo, incluyendo las necesidades operativas de respuesta (instalaciones y requisitos de confinamiento y evacuación predefinidos) en la planificación territorial i urbanística.
- La potenciación del intercambio de información entre los distintos sectores y organismos, favoreciendo la cooperación interinstitucional hacia una planificación territorial más consciente y capaz de considerar los riesgos actuales y futuros. Debe lograrse una integración efectiva de las políticas territoriales, de planificación urbana, forestales, de conservación de la naturaleza y agrícolas en la reducción del riesgo de desastres, mejorando la coherencia de las políticas y destacando las actividades de reducción del riesgo y sus beneficiarios (por ejemplo, integrando los bosques protectores como una infraestructura de Protección Civil).
- El refuerzo de las sinergias entre las diferentes responsabilidades y funciones dentro del CGR, favoreciendo los criterios coste-beneficio entre las acciones que abordan la reducción de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad (incluida la capacidad de respuesta) a lo largo de las etapas de prevención-preparación-respuesta y recuperación. Por ejemplo, en el caso de los incendios forestales, la bioeconomía y la gestión forestal como solución basada en la naturaleza pueden promover un paisaje menos vulnerable a la propagación de incendios de gran intensidad, y el esfuerzo de gestión del riesgo para reducir la exposición y la vulnerabilidad será menos costoso.
- La promoción de una mayor colaboración entre las partes interesadas, pero también un

compromiso más profundo de los diferentes actores en la gestión del riesgo de desastres (GRD) y los sistemas de alerta temprana (SAT), incluyendo la población expuesta, los sectores privados y los actores políticos. Por ejemplo, abordar la gestión del riesgo del sector turístico como una oportunidad para mejorar la resiliencia del territorio (considerando las particularidades de los visitantes ocasionales).

- El desarrollo y la aplicación de herramientas mejoradas para la evaluación y planificación del riesgo (de desastres) capaces de abordar la gestión de riesgos de forma integral y sistémica, haciendo frente a las vulnerabilidades tanto físicas como sociales. La planificación de los riesgos debería integrar la mencionada coordinación entre organismos, autoridades locales y partes interesadas, así como compensaciones eficientes entre las medidas de CGR, promoviendo simultáneamente una mejor gobernanza de los riesgos. En este sentido, las autoridades locales son clave para promover las sinergias con las partes interesadas, así como en la planificación previa y la respuesta, y recibirán apoyo específico para llevar a cabo estos enfoques de gestión integrada del riesgo, en coherencia con las estrategias regionales.
- Un apoyo financiero coherente, reforzando el vínculo entre la transferencia de riesgos, los seguros y la reducción de riesgos, invirtiendo en la resiliencia actual para evitar el coste futuro de la respuesta y la GRD. Es fundamental conseguir el apoyo político para lograr políticas exitosas de reducción del riesgo a medio y largo plazo. Además, se deben asignar recursos adicionales a los organismos correspondientes para hacer frente a los eventos extremos y a las situaciones de emergencia relacionadas.

✓ Para garantizar una **respuesta más rápida y eficaz**, se debe reforzar la cooperación y la coordinación entre los organismos, compartiendo datos, conocimientos técnicos y procedimientos de toma de decisiones comunes y eficaces, habilitando plataformas integradas, promoviendo simulacros y ejercicios prácticos conjuntos, y garantizando una comunicación eficaz y fiable, así como suministros básicos. En caso de emergencia, la capacidad de recopilar información de los ciudadanos, así como de enviar y recibir alertas, puede ser útil para la

respuesta. En este contexto de riesgo creciente, se hace más necesaria la difícil necesidad de avanzar en el intercambio de datos y protocolos transfronterizos en el marco de estrategias comunes de gestión de emergencias.

✓ A nivel de **sistemas de apoyo a la toma de decisiones**, debería incluirse un seguimiento actualizado de los elementos expuestos y vulnerables en función de los escenarios de riesgo, incluyendo las proyecciones del cambio climático (y las relaciones cruzadas con las tendencias existentes de los cambios en el uso del suelo) y sus impactos previstos (como los niveles de inundación según el período de retorno que puede dirigir la planificación urbana). Esto debería reforzarse con la integración de los costes económicos y los impactos ambientales (por ejemplo, la pérdida de la función protectora de los bosques y los posibles efectos en cascada). Además, la participación de la población expuesta y de los sectores económicos en la recopilación e intercambio de datos puede ofrecer un marco para promover la concienciación del riesgo.

✓ Para mejorar **la cultura del riesgo**, la mejora de la participación y el compromiso de los ciudadanos en la planificación del riesgo puede promover la concienciación sobre el mismo y los procesos de gestión del riesgo de co-creación. La auto-exposición se debe abordar de forma adecuada, ofreciendo los recursos y las herramientas necesarias para mejorar la capacidad de actuación, llevando a cabo aquellas medidas de mitigación del riesgo y autoprotección según la responsabilidad propia predefinida, mediante directrices coherentes, acuerdos y compromisos con las personas y el sector privado.

✓ Dentro de la **etapa de recuperación**, la cuantificación de las pérdidas, la evaluación de las medidas de prevención y respuesta y las sinergias entre la restauración y la adaptación pueden servir de apoyo para otros enfoques resilientes. En este sentido, se sugiere establecer un protocolo de lecciones aprendidas después del evento, involucrando a las agencias relacionadas, las autoridades locales, los actores privados y las personas –incluso las áreas no afectadas– que puedan aprender de los eventos pasados.





REFERENCIAS

REFERENCIAS

- AFN-ICNF. (2012). *Guia Técnico para a elaboração do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI)*. http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/Guia-Tecnico-PMDFCI-AFN-Abril2012-v1.pdf/at_download/file
- Alfieri, L., Burek, P., Feyen, L., Forzieri, G. (2015). *Global warming increases the frequency of river floods in Europe*, *Hydrology and Earth System Sciences* 19(5), 2247–2260. <https://doi.org/10.5194/hess-19-2247-2015>
- Bailey, R. and Yeo, J. (2019). *The burning issue: managing wildfire risk*. © 2019 Copyright Marsh & McLennan Companies. https://www.marshmclennan.com/content/dam/mmc-web/insights/publications/2019/oct/THE%20BURNING%20ISSUE%20-%20MANAGING%20WILDFIRE%20RISK__screen_final.pdf
- Ciscar, J.C., Iglesias, A., Feyen, L., László, S., Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J., Soria, A. (2011). *Physical and economic consequences of climate change in Europe*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 108. 2678-83. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011612108>
- Costa, P., Castellnou, M., Larrañaga, A., Miralles, M., Kraus, P.D. (2011). *Prevention of Large Wildfires using the Fire Types Concept*. Generalitat de Catalunya, Departament d'Interior, Unitat Tècnica GRAF. Handbook prepared for the project Fire Paradox under the EU Sixth Framework Programme
- Dankers, R. and Feyen, L. (2008). *Climate Change Impact on Flood Hazard in Europe: An Assessment Based on High-Resolution Climate Simulations*. *Journal of Geophysical Research*. 113. <https://doi.org/10.1029/2007JD009719>
- Donat, M. G., Leckebusch, G. C., Wild, S., Ulbrich, U. (2011). *Future changes in European winter storm losses and extreme wind speeds inferred from GCM and RCM multi-model simulations*, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, 1351–1370. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-1351-2011>
- Dupuy, J., Fargeon, H., Martin-StPaul, N., Pimont, F., Ruffault, J., Guijarro, M., Hernando, C., Madrigal, J., Fernandes, P. (2020). *Climate change impact on future wildfire danger and activity in southern Europe: a review*. *Annals of Forest Science* 77, 35 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00933-5>
- European Environmental Agency. (2019). *Time to act for climate, nature and people*. CLIM 017 Published 16 Dec 2019 Last modified 11 May 2021. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/river-floods-3/assessment>
- European Environmental Agency (2017). *Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and practices*. EEA Report No 15/2017. ISBN: 978-92-9213-893-6 <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>
- European Union: European Commission. *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions The European Green Deal*. 11 December 2019, COM/2019/640 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- Faivre, N., Cardoso Castro Rego, F.M., Vallejo, V.C., Moreno, J.M., Xanthopoulos, G. (2018). *Forest fires. Sparking firesmart policies in the EU*. Directorate-General for Research and Innovation. European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0b74e77d-f389-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-139752726>
- Gardiner, B., Achim, A., Nicoll, B., Ruel, J.C. (2019). *Understanding the interactions between wind and trees: An introduction to the IUFRO 8th Wind and Trees Conference* (2017). *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 92(4), 375–380. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz044>
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 582pp. <https://doi.org/10.13140/2.1.3117.9529>
- Jactel, H., Bauhus, J., Boberg, J., Bonal, D., Castagnyrol, B., Gardiner, B., Gonzalez-Olabarria, J. R., Koricheva, J., Meurisse, N., & Brockerhoff, E. G. (2017). *Tree Diversity Drives Forest Stand Resistance to Natural Disturbances*. *Current Forestry Reports*, 3(3), 223–243. <https://doi.org/10.1007/s40725-017-0064-1>
- Lourenço, L., Nunes, A.N., Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., (2012). *Soil Erosion After Wildfires in Portugal: What Happens When Heavy Rainfall Events Occur?*, *Research on Soil Erosion*, Danilo Godone, Silvia Stanchi, IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/37578>

Madsen, H., Lawrence, D., Lang, M., Martinkova, M., Kjeldsen, T.R. (2014). *Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe*. Journal of Hydrology. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46639/1/S2000452_en.pdf

Mátar, J. and Cuervo, L. (eds.) (2017). *Planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe: enfoques, experiencias y perspectivas*, ECLAC Books, No. 148 (LC/PUB.2017/16-P), Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) in O. Bello, A. Bustamante and P. Pizarro, "Planning for disaster risk reduction within the framework of the 2030 Agenda for Sustainable Development", Project Documents (LC/TS.2020/108), Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), 2021. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46639/1/S2000452_en.pdf

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. (2017). *Piano nazionale di adattamento al cambiamento climatico* (National climate change adaptation plan of Italy)

Morimoto, J., Nakagawa, K., Takano, K., Aiba, M., Oguro, M., Furukawa, Y., Mishima, Y., Ogawa, K., Ito, R., Takemi, T., Nakamura, F., Peterson, C. (2019). *Comparison of vulnerability to catastrophic wind between Abies plantation forests and natural mixed forests in northern Japan*. <https://doi.org/10.1093/FORESTRY/CPY045>

Müller M.M., Vilà-Villardell L., Vacik H. (2020). *Forest fires in the Alps – State of knowledge, future challenges and options for an integrated fire management*. EUSALP Action Group 8. https://www.prevailforestfires.eu/wp-content/uploads/2021/04/PREVAIL_-D5.1.pdf

Rego, F.C. and Colaço, M.C. (2013). *Wildfire Risk Analysis*, in Abdel H. El-Shaarawi & Walter P. Piegorsch (eds) *Encyclopedia of Environmetrics Second Edition*. John Wiley & Sons, Ltd., United Kingdom. <https://doi.org/10.1002/9780470057339.vnn023>

Resco de Dios, V., Hedob, J., Cunill Camprubí, A., Thapad, P., Martínez del Castillo, E., Martínez de Aragón, J., Bonet, J.A., Balaguer-Romano, R., Díaz-Sierra, R., Yebra, M., M.Boer, M. (2021). *Climate change induced declines in fuel moisture may turn currently fire-free Pyrenean mountain forests into fire-prone ecosystems*. *Science of The Total Environment*: 797. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149104>

Robinne, F.N., Burns, J., Kant, P., de Groot, B., Flannigan, M.D., Kleine, M., Wotton, D.M. (2018). *Global fire challenges in a warming world. Summary Note of a Global Expert Workshop on Fire and Climate Change*. International Union of Forest Research Organizations. <https://www.iufro.org/uploads/media/op32.pdf>

Rojas R., Feyen L., Bianchi A., Dosio A. (2012). *Assessment of future flood hazard in Europe using a largeensemble of bias-corrected regional climate simulations*, *J. Geophys. Res.*,117, D17109, <https://doi.org/10.1029/2012JD017461>

Sassi, M., Nicotina, L., Pall, P., Stone, D., Hilberts, A., Wehner, M., Jewson, S. (2019). *Impact of climate change on European winter and summer flood losses*. *Advances in Water Resources* 129 (2019) 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.05.014>

Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M. J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T. A., Reyser, C. P. O. (2017). *Forest disturbances under climate change*. *Nature Climate Change*, 7(6), 395–402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>

Sequeira, A. C., Colaço, M. C., Acácio, V., Rego, F., Xanthopoulos, G. (2021). *PREVAIL (Prevention Action Increases Large Fire Response Preparedness) project | Deliverable 5.1 – Decision support system for effective fuel management: application to Cascais Case Study (Portugal)* (DG ECHO 2018 Call 826400-PREVAIL-UCPM-2018-PP-AG). https://www.prevailforestfires.eu/wp-content/uploads/2021/04/PREVAIL_-D5.1.pdf

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M. (2020). *Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia*. https://doi.org/10.25424/cmcc/analisi_del_rischio

Vormoor, K., Lawrence, D., Schlichting, L., Wilson, D., Wong, W.K. (2016). *Evidence for changes in the magnitude and frequency of observed rainfall vs. snowmelt driven floods in Norway*. *Journal of Hydrology*, Volume 538, Pages 33-48. ISSN 0022-1694. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.03.066>



RECIPE



European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid

