RECIPE

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

REPERCUSSIONS DEL CANVI CLIMÀTIC EN LA GESTIÓ DE RISCOS NATURALS I LA PROTECCIÓ CIVIL D'INCENDIS FORESTALS, INUNDACIONS, TEMPESTES, ALLAUS, DESPRENIMENTS I ESLLAVISSADES

European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid

RECIPE

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

REPERCUSSIONS DEL CANVI CLIMÀTIC EN LA GESTIÓ DE RISCOS NATURALS I LA PROTECCIÓ CIVIL D'INCENDIS FORESTALS, INUNDACIONS, TEMPESTES, ALLAUS, DESPRENIMENTS I ESLLAVISSADES

Aquesta publicació és l'informe final que resumeix els principals resultats del projecte RECIPE (Reinforcing Civil Protection capabilities into multi-hazard risk management), cofinançat per Protecció Civil i Ajuda Humanitària de la Unió Europea (UCPM-2019-PP-AG).

Descripció del projecte: RECIPE pretén desenvolupar recomanacions operatives i eines per a reforçar la protecció civil en la gestió d'emergències i la planificació de riscos per a diferents riscos naturals a tot Europa, alhora que aborda els impactes del canvi climàtic mitjançant un enfocament integrat de gestió de riscos i l'intercanvi de lliçons apreses, així com l'intercanvi de bones pràctiques.

Socis del projecte:
Centre de Ciència i Tecnologia Forestals de Catalunya - CTFC (Coordinador)
Fundació Pau Costa - PCF
Direcció General de Protecció Civil de Catalunya - DGPC CAT
Forest Research Institute Baden-Württemberg - FVA
CIMA Research Foundation - CIMA
Austrian Research Centre for Forest Natural Hazards and Landscape - BFW
Institut de Cartografia i Geologia de Catalunya - ICGC
School of Agriculture, University of Lisbon - ISA

Durada: 2020-2021

Pàgina web i informació de contacte: http://recipe.ctfc.cat/; recipe@ctfc.cat **Twitter:** @NAThaz_recipe

Referència suggerida pel document: 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. Repercusions del canvi climàtic en la gestió de riscos naturals i la protecció civil d'incendis forestals, inundacions, tempestes, allaus, despreniments i esllavissades. Reinforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change. RECIPE project (Grant Agreement nº 874402). 66 pp

Llistat d'autors:
Eduard Plana, Marta Serra i Chiara Sabella - Centre de Ciència i Tecnologia Forestals de Catalunya (CTFC)
Carolin Mayer, Christoph Hartebrodt i Yvonne Hengst-Ehrhart - Forest Research Institute Baden-Württemberg (FVA)
Chiara Franciosi i Marta Giambelli - CIMA Research Foundation (CIMA)
David Pagès i Núria Gasulla - Direcció General de Protecció Civil de Catalunya (DGPC CAT)
Glòria Martí, Carles García and Manuel Bertran - Institut de Cartografia i Geologia de Catalunya (ICGC)
Guillem Canaleta i Jordi Vendrell - Fundació Pau Costa (PCF)
Peter Andrecs, Karl Hagen i Matthias Plörer - Austrian Research Centre for Forest Natural Hazards and Landscape (BFW)
Ana Catarina Sequeira, Iryna Skulska, Vanda Acácio, Madalena Ferreira and Maria Conceição Colaço - School of Agriculture, University of Lisbon (ISA)

Portada i il·lustracions interiors: E. Plana, M. Serra y C. Leutner

"Aquest document cobreix les activitats d'ajuda humanitària realitzades amb l'ajuda financera de la Unió Europea. L'opinió aquí expressada no s'ha de considerar, de cap manera, com a reflex de l'opinió oficial de la Unió Europea, i la Comissió Europea no es fa responsable de l'ús que es pugui fer de la informació que conté."

European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid

CONTINGUTS

INTRODUCCIÓ 7

SECCIÓ I. COM AFECTA EL CANVI CLIMÀTIC ELS RISCOS NATURALS? EL CAS DELS INCENDIS, LES INUNDACIONS, LES TEMPESTES, LES ALLAUS, LES ESLLAVISSADES, ELS DESPRENIMENTS I LES INTERACCIONS MULTIRISC 9

I.1 INCENDIS FORESTALS 10

I.2 INUNDACIONS (INUNDACIONS SOBTADES) 13

I.3. TEMPESTES 17

I.4. ALLAUS 20

I.5. DESPRENIMENTS I ESLLAVISSADES 23

I.6. EXEMPLES D'INTERACCIONS MULTIRISC 26

SECCIÓ II. COM REFORÇAR LES CAPACITATS DE LA PROTECCIÓ CIVIL I LA GESTIÓ D'EMERGÈNCIES PER FER FRONT A RISCOS NATURALS MÉS PROLONGATS, MÉS GREUS, SENSE PRECEDENTS O EXTREMS EN UN CONTEXT CANVIANT 29

II.1 ELS REQUERIMENTS DE PROTECCIÓ CIVIL I DE GESTIÓ D'EMERGÈNCIES PER FER FRONT ALS RISCOS NATURALS 30

II.2 COM REFORÇAR ELS SISTEMES DE SUPORT A LA PRESA DE DECISIONS (DSS) 33

II.3 EINES DE SUPORT RECIPE 35

II.3.1 DIRECTRIUS PER A LA PLANIFICACIÓ DE LA PROTECCIÓ CIVIL EN CAS D'INUNDACIÓ AMB UN ENFOCAMENT PARTICIPATIU I UN PROTOTIP D'EINA PER MONITORITZAR EL PROCÉS PARTICIPATIU 35

II.3.2 PROTOTIP PER MILLORAR LA PRESA DE DECISIONS EN LA GESTIÓ DEL RISC D'ESLLAVISSADES I DESPRENIMENTS 39

II.3.3 DIRECTIUS PER A UN PLA PARTICIPATIU DE GESTIÓ DE CRISI PER GESTIONAR LES VENTADES A LES CARRETERES 42

II.3.4 EINA DE SUPORT I DIRECTRIUS PER A UNA AVALUACIÓ, PLANIFICACIÓ I CONSCIENCIACIÓ INTEGRADA DEL RISC D'INCENDI FORESTAL 46

II.3.4.1 MÈTODE INTEGRAT D'AVALUACIÓ I PLANIFICACIÓ DEL RISC D'INCENDI FORESTAL INCLOENT LA PARTICIPACIÓ D'ACTORS PER A COMUNITATS RESILIENTS A NIVELL LOCAL 46

II.3.4.2 EINES PER MILLORAR LA CULTURA DEL RISC D'INCENDI FORESTAL I LA SENSIBILITZACIÓ DELS INFANTS I LES COMUNITATS EN INTERFÍCIES URBANO-FORESTALS 51

II.3.4.3 MÒDUL DSS PER PRIORITZAR LA GESTIÓ DEL COMBUSTIBLE A LES INTERFÍCIES URBANO-FORESTALS 52

II.3.5 PROTOCOL PER A LA GESTIÓ DEL RISC D'INCENDIS I ALLAUS EN ZONES DE MUNTANYA 54

II.3.6 EINA DE VISUALITZACIÓ PER GESTIONAR SITUACIONS D'EMERGÈNCIA EN CAS D'ALT RISC D'ALLAU 57

OBSERVACIONS FINALS 59

REFERÈNCIES 63

LLISTA DE REQUADRES

Requadre 1. Interacció multirisc Tempesta - Incendi forestal. 26

Requadre 2. Interacció multirisc Incendi forestal - Inundació sobtada. 27

Requadre 3. Interacció multirisc Incendi forestal – Allaus. 28

Requadre 4. Exemple de resultats d'anàlisi i planificació del risc (A&PR) pel que fa a la coherència de polítiques. 48

Requadre 5. Entendre la seqüència PEV i CGR de la gestió del risc d'incendi forestal. 50

LLISTA D'IMATGES

Imatge 1. (Esquerra) Inundacions a Itàlia (regió de Ligúria, octubre de 2021. ©CIMA) i (dreta) a Espanya (tempesta Glòria, gener de 2020 ©Bombers Generalitat de Catalunya). 13

Imatge 2. Gran allau que arriba al fons de la vall i bloqueja un riu (©ICGC). 20

Imatge 3. Perfil del mantell de neu per a mesurar les propietats de les diferents capes de neu, cercant condicions d'inestabilitat (©ICGC). 20

Imatge 4. Les allaus humides es produeixen també en la part més freda de l'hivern, afectant les activitats socioeconòmiques (©ICGC). 20

Imatge 5. L'increment de la temperatura accelera els processos d'escalfament i humidificació del terreny que desencadenen les allaus de lliscament (©ICGC). 21

Imatge 6. El registre de dades meteorològiques i de neu en les zones d'alta muntanya és essencial per a comprendre les conseqüències del canvi climàtic en aquest ecosistema tan sensible (©ICGC). 21

Imatge 7. Despreniment de roques (esquerra, © Liebl) i esllavissada (dreta, © Plörer). 23

Imatge 8. (A dalt) Reunió amb l'alcaldessa del Bruc, analitzant els factors de risc i la visió general del sector del Peudemont de Montserrat (a baix). Es van realitzar visites de camp amb diferents actors amb l'objectiu d'entendre la perspectiva de cadascun i, en el cas dels cossos d'emergència, conèixer els requeriments operatius de cadascun (©Plana). 46

Imatge 9. (Esquerra) Visita a una zona de pasturatge promoguda pel LIFE+Montserrat, que ofereix prevenció de grans incendis a la zona i simultàniament promou l'economia local, i (dreta) tractaments de combustible executats pel Parc Natural en els camins d'entrada utilitzats per excursionistes i escaladors reduint la vulnerabilitat però també el risc d'ignició per part dels visitants (©Plana). 48

LLISTA DE FIGURES

Figura 1. Exemple de mesures per a mitigar el perill, l'exposició i la vulnerabilitat en cas de risc d'incendi forestal. 10

Figura 2. Factors impulsors del risc d'inundació sobtada. 14

Figura 3. Factors clau de la caiguda de roques i els despreniments. 23

Figura 4. Exemple: Escenari d'impacte previ al canvi climàtic, paisatge actual i situació de risc en un terreny alpí. 24

Figura 5 . Exemple: Escenari d'impacte post-canvi climàtic, paisatge futur i situació de risc en un terreny alpí. 24

Figura 6. Estats, riscos, nivells i perfils coberts per les entrevistes. 30

Figura 7. Exemple d'una necessitat de gestió de riscos amb efecte dominó per a altres perills. 31

Figura 8. Components del DSS. 33

Figura 9. Esquema dels passos per al desenvolupament del procés. 35

Figura 10. Superposició del mapa de l'índex de permafrost alpí amb les infraestructures alpines actuals. 39

Figura 11. Dades existents gratuïtes i disponibles en línia. 39

Figura 12. Programari existent, per exemple, per a simulacions de despreniments de roques (descarregable en línia) © D'Amboise. 40

Figura 13. Principals zones de despreniment de roques en un escenari sense degradació del permafrost (píxels blaus) i possibles zones de despreniment de roques en un escenari amb una degradació futura del permafrost (píxels blaus i vermells). Model del terreny: Land Tirol / Tiris. 40

Figura 14. Esquerra: propagació de despreniments de roques utilitzant només les zones d'alliberament per sota del límit actual del permafrost; Dreta: propagació de despreniments de roques utilitzant també les zones d'alliberament per sobre del límit actual del permafrost. Ortofoto i model del terreny: Land Tirol / Tiris. 40

Figura 15. Esquema del DSS per a condicions canviants (per exemple, degradació del permafrost, desforestació). 41

Figura 16. Plantilla per a un mapa de processos; les columnes indiquen les fases del cicle de gestió de crisi, les línies representen els diferents nivells. 44

Figura 17. Plantilla per a un brífing del procés. Per a cada procés que es mostra al mapa de processos, el pla de gestió de crisi inclou un brífing. 45

Figura 18. Seqüència d'anàlisi i planificació de riscos dirigida a estratègies de gestió del risc integrades, rendibles i sinèrgiques. 47

Figura 19. Exemple de figura que representa les mesures de mitigació de riscos en el sector de Montserrat Parc. 48

Figura 20. Passos del Dia de la Preparació (Preparedness Day, en el terme original en anglès) per als incendis forestals. 51

Figura 21. Passos de l'activitat de MEFITU. 52

Figura 22. Mòdul de RECIPE DSS per a prioritzar la gestió del combustible en WUI (en blau), inserit al PREVAIL DSS per a la gestió del combustible. 53

Figura 23. Avaluació del risc d'incendis forestals i allaus en zones de muntanya: Procediment del cas d'estudi RECIPE. 54

Figura 24. Esquema d'exercici multirisc 'incendi forestal-allau. 55

Figura 25. Escenaris definits i exemple de mapa que mostra les zones afectades pels incendis de capçades segons la simulació. 55

Figura 26. Esquema de les prescripcions de gestió forestal cap a un enfocament comú de mitigació del risc d'incendis forestals i allaus a nivell de rodal forestal. *Corrent d'arrossegalls: en anglès "debris flow". 56

Figura 27. Mapa d'allaus que mostra els esdeveniments observats recentment en color blau i les observacions històriques en color magenta. 57

Figura 28. Nombre de cicles d'allaus importants observades des de 1970 fins a 2021 (abril) que han estat datats a escala diària. 58

Figura 29. En l'eina de visualització es poden observar les principals allaus susceptibles de caure en un dia determinat, classificats en una categoria en funció del patró atmosfèric desencadenant (patró Nord-oest). També es mostren les allaus més petites però que afecten zones vulnerables (allaus de risc). 58

LLISTA DE TAULES

Taula 1. Classificació binària general. 53

INTRODUCCIÓ

El sisè informe de l'IPCC (2021) sosté que a la majoria de regions del planeta els fenòmens meteorològics extrems són més freqüents i intensos que l'any 1950. Aquesta tendència està afectant Europa, i especialment la conca mediterrània, on s'espera que l'augment de les temperatures sigui superior al d'altres regions. En els darrers anys, Europa ha viscut diferents fenòmens extrems, com ara inundacions sobtades a Alemanya i Itàlia (2021), o incendis forestals a Portugal (2017), Escandinàvia (2018), Grècia (2020) i Turquia (2021).

El canvi climàtic està canviant les situacions provocades per riscos naturals tal com les coneixem, ja que n'està augmentant la intensitat, freqüència i distribució (IPCC, 2021). En paral·lel, hi ha una gran incertesa sobre els efectes específics del canvi climàtic en cadascun d'aquests riscos naturals. En conseqüència, la gestió del risc de desastres (GRD) ha d'afrontar situacions de risc noves i sovint sense precedents, cosa que fa més complexes les estratègies de reducció del risc de desastres (RRD) i els processos de presa de decisions i, en definitiva, tensa el sistema de gestió de riscos.

El sistema de Protecció Civil juga un paper important en donar resposta al riscos naturals a través de diverses accions i mesures en les diferents etapes del cicle del risc. Això aborda des de la prevenció (per exemple, pre-dissenyar i desenvolupar infraestructures d'evacuació i confinament i promovent la consciència del risc), fins la preparació (per exemple, actualitzant els protocols i posant en pràctica simulacres per a nous escenaris de risc) i la resposta/recuperació (per exemple, duent a terme una comunicació eficient amb la població exposada, i restaurant infraestructures i serveis crítics en les àrees afectades).

D'aquesta manera, una correcta connexió entre les mesures de mitigació dins el cicle del risc sota una visió integrada ajuda a gestionar l'emergència d'una manera més eficient. La correcta inclusió dels requeriments d'emergència/resposta en l'avaluació i planificació de riscos contribueix a reforçar les estratègies de l'RRD, disminuint els impactes dels riscos naturals en béns, persones i infraestructures.

Basant-se en tot l'anterior, el projecte "Reforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change" (RECIPE) ofereix algunes eines i reflexions per enfortir la protecció civil en la gestió d'emergències i planificació de diferents riscos naturals (incendis forestals, inundacions, tempestes, allaus, esllavissades i despreniments) arreu d'Europa en un context de canvi climàtic. Aquesta publicació resumeix els principal resultats aconseguits durant el projecte, els quals van adreçats a actors involucrats en la gestió de riscos forestals i Protecció Civil.

Els continguts estan organitzats en dues Seccions. En la primera, s'ha dut a terme un esquema metodològic d'anàlisi comú per cada risc natural, identificant els atributs del territori en termes de Perill, Exposició i Vulnerabilitat (PEV – IPCC, 2012) que influencien en risc. Entendre aquests factors PEV i com estan relacionats entre ells, és un pas fonamental cap a la comprensió de la gestió del risc.

La Secció II explora els potencials impactes dels escenaris de canvi climàtic projectats en la gestió de riscos naturals. Respectivament, s'han identificat els requeriments operatius de la Protecció Civil per a fer front als efectes del canvi climàtic, incloent recursos de dades i aspectes procedimentals relacionats amb els Sistemes de Suport a les Decisions (DSS, en el terme en anglès). Aquesta Secció descriu les eines operatives desenvolupades a diferents llocs pilot per a diferents riscos naturals.

Durant el projecte s'ha promogut una activa participació de professionals i usuaris finals, a través d'entrevistes, tallers i al llarg del desenvolupament de les eines operatives, les quals han facilitat l'intercanvi de lliçons apresses i bones pràctiques.

Tots els resultats del projecte estan disponibles a la pàgina web del projecte.

SECCIÓ I

COM AFECTA EL CANVI CLIMÀTIC ELS RISCOS NATURALS? EL CAS DELS INCENDIS, LES INUNDACIONS, LES TEMPESTES, LES ALLAUS, LES ESLLAVISSADES, ELS DESPRENIMENTS I LES INTERACCIONS MULTIRISC

I.1 INCENDIS FORESTALS

Factors clau

Els incendis forestals són un risc socionatural, ja que s'associen a una combinació de factors naturals i antropogènics[1].

En general, aquest risc està molt influenciat per l'ésser humà a causa de la gestió de la vegetació, la distribució en el paisatge i les ignicions d'incendis que són provocades principalment per accions antropogèniques. La meteorologia també hi juga un paper important, ja que afecta la disposició de la vegetació a cremar (humitat baixa i temperatures altes) i la velocitat de propagació del foc, influenciada per la velocitat del vent o per la topografia.

De fet, el foc en si mateix no és necessàriament un perill si està planificat i controlat en el temps i l'espai. Per contra, els incendis forestals són un gran perill a tot el món, ja que es descriuen com "qualsevol incendi de vegetació no planificat i no controlat que, independentment de la font d'ignició, pot requerir una resposta d'extinció o altres accions, sempre d'acord amb la política de les organitzacions" (Rego i Colaço, 2013). Els incendis forestals només esdevenen un risc quan hi ha elements exposats que tenen valor per a la societat.

Aquests elements exposats poden ser éssers humans, edificis, infraestructures crítiques, medi natural (per exemple, pèrdua de cobertura forestal relacionada amb el proveïment de serveis ambientals), així com les activitats econòmiques i el patrimoni cultural associats. En funció de la seva vulnerabilitat, que és una condició intrínseca de l'element, el dany pot ser alt o baix.

Hi ha dos tipus de danys: (1) els danys directes, que són els efectes immediats durant, o poc després del fenomen de perill, com ara víctimes mortals, efectes sobre la salut, infraestructures o activitats econòmiques, i (2) els danys secundaris, derivats de danys indirectes per interrupció de la vida quotidiana de la societat o la pèrdua d'alguns serveis ecosistèmics, com la minva de la funció protectora del bosc per prevenir altres tipus de riscos naturals com ara allaus o esllavissades.

Atès que alguns dels elements exposats no es poden treure del "recorregut" de l'incendi forestal, s'han de tenir en compte els principals factors que determinen la vulnerabilitat dels elements exposats. Es relacionen, d'una banda, amb els danys potencials totals per l'efecte que hi tingui la primera línia del foc, i, d'altra banda, i a una escala més gran, amb l'impacte de la zona cremada sobre el territori. Els diversos efectes sobre la població, les infraestructures i els serveis ambientals forestals estaran molt relacionats amb la intensitat de l'incendi forestal, la resiliència i l'activitat econòmica present al territori. En aquest cas, la capacitat de resposta serà determinant per augmentar o disminuir la vulnerabilitat dels elements exposats.

Es poden aplicar diferents mesures per reduir cadascun dels components del risc:

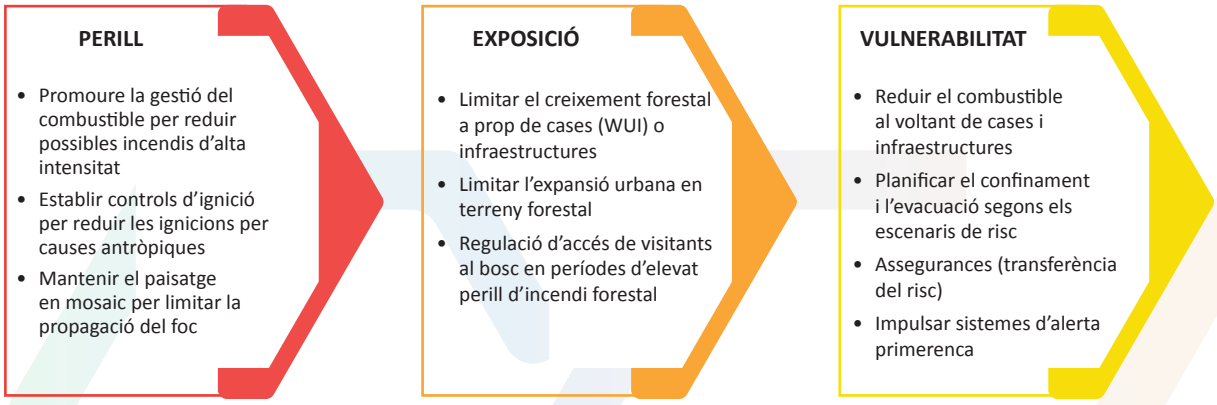


Figura 1. Exemple de mesures per a mitigar el perill, l'exposició i la vulnerabilitat en cas de risc d'incendi forestal.

[1]https://www.undrr.org/terminology/hazard

Com poden influir les prediccions del canvi climàtic en el règim d'incendis forestals

Hi ha moltes incerteses relacionades amb els efectes del canvi climàtic, i per tant, és difícil enumerar els efectes concrets que tindrà en el règim d'incendis forestals en diferents àmbits (global, nacional o regional).

De tota manera, hi ha alguns estudis o informes rellevants que apunten a un augment de la intensitat, la freqüència i la distribució dels incendis forestals, relacionat amb un augment general dels fenòmens meteorològics extrems (per exemple, sequeres o onades de calor) dels paisatges europeus. Alguns dels punts destacats són:

- Malgrat l'heterogeneïtat de mètodes i resultats de la revisió bibliogràfica, totes les prediccions que es basen en l'Índex Meteorològic d'Incendi Forestal van coincidir en un augment futur generalitzat del perill i la durada de la temporada d'incendis al sud d'Europa. L'augment relatiu del risc d'incendi estacional mitjà oscil·la entre el 2% i el 4% per dècada a les regions mediterrànies d'Europa (Dupuy *et al.*, 2020).
- Sense tenir en compte les dinàmiques de càrrega/continuïtat del combustible, es preveu que la superfície cremada augmenti a tot el sud d'Europa, tal com passa amb el risc potencial d'incendi, però amb un percentatge considerablement més elevat (del 15% al 25% per dècada a la majoria de zones, i molt més a Espanya). Pel que fa a la dinàmica del combustible, hi ha moltes incerteses. La zona de risc hauria d'ampliar-se a noves regions propenses a patir incendis, com ara l'oest i el centre de França, les muntanyes que envolten la conca mediterrània o l'Europa central i oriental, on no s'espera que la càrrega de combustible sigui un factor limitant. A les regions més càlides i seques propenses a patir incendis (per exemple, el centre i el sud de la península Ibèrica), la disponibilitat de combustible és, o serà, el factor limitant principal de l'activitat del foc (Dupuy *et al.*, 2020).
- El canvi climàtic està ocasionant fenòmens meteorològics més extrems, el que significa que els incendis forestals es comportin de manera més extrema. La gestió dels incendis s'haurà d'adaptar a aquestes noves condicions, ja que els incendis forestals d'alta intensitat també tindran lloc fora de la temporada d'incendis tradicional/històrica, de manera que la resposta que produeixin suposarà un desafiament. Les prediccions globals també apunten sequeres més extremes i un augment general de l'aridesa global (Robinne *et al.*, 2018).
- Pel que fa als efectes de retroalimentació, en boscos humits es produeix una retroalimentació positiva de l'increment de la freqüència dels incendis forestals, la dessecació i un augment de la gravetat dels incendis que continua provocant una greu desforestació. A les zones de muntanya, els incendis forestals a petita escala sovint penetren les capes de fullaraca i humus, cosa que deixa al descobert el sòl i provoca despreniments, i esllavissades de terra i fang en pendents pronunciats. De manera més general, el buit en la coberta forestal causat pels incendis pot conduir a un paisatge àrid, a causa de la pèrdua d'emmagatzematge d'humitat del sòl. Això podria comportar la pèrdua futura de la producció d'evapotranspiració a llocs a favor del vent i reduir les precipitacions (Dupuy *et al.*, 2020).
- Als boscos hi ha una retroalimentació entre els incendis forestals i les plagues. Els arbres malmesos pel foc tenen més probabilitats que aquestes els afectin. Els insectes es poden propagar i atacar arbres sans, cosa que pot provocar que morin i s'assequin, de manera que el paisatge acabaria sent més propens al risc d'incendi forestal. Altres retroalimentacions positives són l'oportunitat de què gaudeixen les plantes invasores per propagar-se, cosa que pot canviar la disponibilitat de combustible, i el comportament i el règim del foc a favor d'aquestes (Dupuy *et al.*, 2020).

Implicacions del canvi climàtic en la gestió del risc d'incendis forestals

Els efectes del canvi climàtic en els incendis forestals n'afectaran directament la planificació de la prevenció, preparació, resposta i recuperació, de manera que serà necessari modificar i adaptar les mesures i accions dissenyades per disminuir-ne l'impacte. Alguns dels punts clau sobre aquests efectes en cada fase del cicle de gestió del risc són:

- Alguns dels desafiaments futurs en la gestió del risc d'incendis forestals a Europa serien: les noves i actuals zones propenses a patir incendis requeriran una millor implementació dels plans d'assegurances, millors polítiques públiques, i més consciència i implicació de la comunitat. En general, serà necessari que s'incrementi la quantitat i qualitat de la cooperació i els intercanvis entre les autoritats, les empreses i els serveis (per exemple, els bombers, el servei meteorològic, etc.); que augmenti la competència legislativa de les administracions regionals (pel que fa a la planificació, qüestions d'edificació i l'execució de mesures en cas de catàstrofe) i els municipis (pel que fa a la planificació territorial o la gestió local de catàstrofes); que s'implementin programes de formació per millorar la resiliència de la comunitat, i que hi hagi una comprensió clara dels incendis en aquest escenari de canvi, així com la sensibilització i la preparació de la població (EEA, 2017).
- La gestió forestal requerirà més esforços per planificar i implementar eficaçment les mesures de prevenció d'incendis forestals al territori. En ecosistemes on els incendis són una alteració natural, l'extinció d'incendis pot provocar una acumulació de combustible que en el futur pot causar un comportament extrem del foc. En aquest sentit, per tal de recuperar els boscos adaptats al règim local d'incendis, calen més cremes controlades i menys extinció d'incendis en condicions de seguretat. També s'haurien de fomentar les pràctiques forestals, cobrar taxes o quotes als propietaris d'habitatges en zones de risc d'incendi, aportar dotacions pressupostàries a les empreses amb instal·lacions en zones de risc d'incendis, identificar les àrees clau per a la prevenció i protecció contra incendis per ser més eficients amb el pressupost de prevenció, i construir comunitats resilients (tallafocs a les interfícies urbano-forestals, simulacres d'incendi, plans d'emergència, jardineria intel·ligent, planificació urbanística) (Bailey *et al*., 2019).
- Des del punt de vista econòmic, el Pacte Verd Europeu defensa incorporar el risc climàtic i ambiental al sistema financer. Això significa integrar millor aquests riscos en el marc cautelar de la UE i avaluar la idoneïtat dels requeriments de capital existents per als recursos ecològics. Serà important garantir que, a tota la UE, els inversors, les asseguradores, les empreses, els ajuntaments i els ciutadans puguin accedir a les dades i desenvolupar eines per integrar el canvi climàtic en les seves pràctiques de gestió de riscos. La Comissió treballarà en l'augment de capacitats per facilitar iniciatives de base contra el canvi climàtic i que afavoreixin la protecció del medi ambient.
- Les noves condicions d'incendis forestals dins del canvi climàtic necessitaran més recerca en la ciència del foc: el comportament del foc extrem i el canvi climàtic requereixen una gestió dels incendis forestals més eficaç i fonamentada en la ciència, i una presa de decisions informada tenint en compte els riscos. Això també significa canviar l'estratègia de l'extinció a la prevenció, i augmentar la sensibilització i la previsió de les poblacions en risc. A més, en cada fase del risc destaquen algunes mesures o desafiaments concrets, com els sistemes de detecció precoç d'última generació, la selecció d'espècies i tallades regeneratives com a part de la gestió adaptativa, l'adaptació a llarg termini dels boscos al canvi climàtic, i l'adopció de mesures preventives tant a curt com a llarg termini. La previsió de les agències i les comunitats per fer front a fenòmens d'incendis forestals extrems requereix una avaluació adequada i una comunicació precisa mitjançant el desenvolupament de sistemes de detecció precoç, així com la formació de personal que porti a terme operacions d'emergència eficients, inclosos plans d'evacuació o confinament. Això també implica fomentar la sensibilització i l'educació pública, i abordar la idea errònia que protegir-se contra els incendis només és responsabilitat del cos de bombers (Faivre *et al*., 2018).

I.2 INUNDACIONS (INUNDACIONS SOBTADES)

Factors clau

D'acord amb la directiva d'inundacions de la UE, les inundacions són la cobertura temporal d'aigua de terres que normalment no estan cobertes d'aigua.

A RECIPE, el focus se centra en les inundacions sobtades (o rovinades), que es poden definir com aquelles inundacions en què l'augment del cabal de l'aigua es produeix durant o poques hores després de la pluja que el provoca. Suposa una amenaça per a humans, edificis, infraestructures crítiques i activitats econòmiques, ja que poden inundar-se i malmetre's en poc temps. Tots els components de perill, exposició i vulnerabilitat del risc resultant s'han d'avaluar, analitzar, valorar i gestionar.

Imatge 1. (Esquerra) Inundacions a Itàlia (regió de Ligúria, octubre de 2021. ©CIMA) i (dreta) a Espanya (tempesta Glòria, gener de 2020 ©Bombers Generalitat de Catalunya).

Les inundacions sobtades estan provocades per diferents factors, tant de caràcter "natural" com "humà".

Normalment el **perill** de les inundacions sobtades es desencadena a causa de tempestes breus i d'una intensitat elevada que activen petites zones de captació, on la conca de drenatge té poc temps de resposta.

A més, hi ha molts factors hidrològics que són rellevants quan es produeix aquest fenomen: la topografia (gradients del terreny i mida de la zona de captació); el tipus de sòl, que influeix en els valors d'infiltració d'aigua; la coberta vegetal (tipus i densitat de creixement), la qual pot proporcionar, o no, protecció al sòl forestal contra l'erosió; les precipitacions antecedents, etc. En general, l'ús del sòl influeix en l'aparició d'inundacions sobtades i, en particular, en la velocitat del cabal hidràulic: per exemple, una gran urbanització escurça els temps d'expansió de les inundacions i la velocitat d'infiltració i, en conseqüència, augmenta la proporció d'escorrentiu màxim.

Finalment, és probable que les inundacions pluvials i les inundacions sobtades, que tenen lloc a causa d'intenses precipitacions locals, es tornin més freqüents a tot Europa a conseqüència del canvi climàtic (EEA, 2019).

Pel que fa al risc d'inundació sobtada, està molt influenciat per la presència d'elements en risc a les zones de perill. Els factors causants que influeixen en la dimensió de l'**exposició** a les inundacions sobtades, reflecteixen bé els elements en risc (així com els elements en risc identificats per la directiva d'inundacions de la UE (2007/60/CE)), que apareixen en les categories següents: població, instal·lacions crítiques, edificis, activitats econòmiques, infraestructures, medi ambient i serveis ambientals. La presència de persones i turistes, poblacions, activitats econòmiques, patrimoni cultural, equipaments crítics, infraestructures, etc., en zones inundables i la seva quantitat, valor i importància influeixen en el nivell de risc. En general, es poden distingir dos tipus de danys: els danys directes, que tenen un impacte immediat durant, o poc després del fenomen de risc, com ara la inundació d'edificis o la pèrdua de vides; o els danys secundaris, derivats de

danys indirectes per interrupció de la vida quotidiana de la societat, com ara la interrupció de les activitats econòmiques a causa de carreteres malmeses com a conseqüència d'un fenomen de risc o la interrupció de l'activitat escolar. A més, també s'ha de tenir en compte el possible efecte cascada de contaminació accidental en el cas d'indústries crítiques.

A més, el risc d'inundació sobtada també es defineix per la vulnerabilitat dels elements exposats esmentats més amunt. La **vulnerabilitat** (i la capacitat) podria estar relacionada amb diferents factors, alguns comprenen la dimensió física, d'altres, la capacitat del sistema de Protecció Civil i tots els altres actors. Els factors de vulnerabilitat de la població es relacionen amb la seva consciència i cultura del risc també pel que fa a la detecció precoç (fins i tot tenint en compte turistes i visitants) i les capacitats de prevenció, preparació, resposta i recuperació (inclosa la capacitat de "reconstruir millor") del sistema de Protecció Civil a tots els nivells, incloent les capacitats de planificació de Protecció Civil i de detecció precoç. Els factors de les altres categories descriuen les propietats dels elements i les seves capacitats per suportar danys directes (estructura física dels edificis), també tenint en compte l'existència de mesures de protecció per mantenir l'operativitat i suportar danys secundaris (fons de reserva de les empreses).

Figura 2. Factors impulsors del risc d'inundació sobtada.

Com poden influir les prediccions del canvi climàtic en el règim d'inundacions sobtades

Segons l'Agència Europea del Medi Ambient (AEMA, 2017), a causa de l'augment previst dels fenòmens meteorològics extrems i relacionats amb el clima, és probable que les inundacions pluvials i sobtades, que són provocades per fenòmens locals de precipitació intensa, siguin més freqüents a tot Europa, mentre que a aquelles regions on es preveu menys acumulació de neu durant l'hivern, el risc d'inundacions a principis de primavera podria disminuir.

Per a finals del segle XXI (Alfieri *et al*., 2015) l'augment més destacat de les inundacions amb un període de retorn de 100 anys es preveu a les illes Britàniques, al nord-oest i sud-est de França, el nord d'Itàlia i algunes regions del sud-est d'Espanya, els Balcans i els Carpats. Es preveuen augments suaus a l'Europa central, la part alta del Danubi i els seus afluents principals. En canvi, es preveu una disminució de les inundacions amb un període de retorn de 100 anys a gran part del nord-est d'Europa a causa d'una reducció de l'acumulació de neu i, per tant, de les inundacions associades al desglaç, a causa d'unes temperatures hivernals més càlides (Madsen, 2014). Aquests resultats són coherents amb estudis anteriors (Dankers i Feyen, 2008; Ciscar *et al*., 2011; Rojas *et al*., 2012).

A més, al nord d'Europa, les inundacions provocades per la pluja als rius de menys cabal poden incrementar-se a causa de l'augment previst de la quantitat de precipitació, fins i tot quan es preveu que les inundacions causades pel desglaç als rius cabalosos disminueixin (Vormoor *et al*., 2016).

Hi ha algunes evidències que és probable que el canvi en la freqüència dels cabals hidràulics extrems impacti més en el perill global d'inundació en comparació amb el canvi de la seva magnitud. De mitjana, a Europa, es preveu que els punts màxims d'inundació amb períodes de retorn superiors als 100 anys seran el doble de freqüents en tres dècades.

En un estudi (Sassi *et al*., 2019) relacionat amb els efectes del canvi de les precipitacions en les pèrdues econòmiques mitjanes europees a l'hivern i l'estiu a causa de les inundacions, es mostra que tant en el cas de les estadístiques brutes, com les corregides, en l'escenari futur les pèrdues mitjanes a Europa causades per inundacions en general tendeixen a augmentar a l'hivern i a disminuir a l'estiu, i d'acord amb aquest canvi, les pèrdues mitjanes per inundacions han augmentat a l'hivern (o disminuït a l'estiu) des de l'època preindustrial fins a l'actualitat.

Finalment, segons una revisió de l'anàlisi de tendències i les prediccions del canvi climàtic de precipitacions extremes i inundacions a Europa (Madsen *et al*., 2014), s'espera que els cabals màxims es produeixin abans. Aquestes prediccions són coherents amb la tendència observada de pics de desglaç més primerencs, i disminucions dels cabals màxims a la primavera.

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

Per afrontar millor el canvi climàtic, la gestió del risc d'inundacions hauria d'incloure principalment les fases de preparació i prevenció.

En particular, per a la fase de preparació podria ser útil:

- Difondre una estratègia participativa, o de baix a dalt, per integrar els diferents coneixements i competències en la gestió de riscos i així implementar accions més coordinades i àmplies,
- dur a terme el Sistema d'Alerta Precoç (SAP) i el sistema de comunicació de riscos de manera local i més entenedora, desenvolupant un bon funcionament de la comunicació horitzontal i vertical interinstitucional,
- millorar la capacitat de gestió i desenvolupar una divisió de responsabilitats clara i transparent, i
- reforçar el monitoratge afavorint el pas d'una resposta reactiva a plantejaments anticipats, especialment pel que respecta dur a terme accions anticipades o específiques.

Per a la fase de prevenció podria ser útil:

- Augmentar l'intercanvi de dades i incrementar la sensibilització,
- desenvolupar una estratègia de baix cap a dalt per a l'avaluació dels riscos,
- integrar escenaris nous i potencials en l'avaluació de riscos i abordar les incerteses,

- reforçar la difusió de solucions basades en la natura, maximitzant els beneficis conjunts,
- canviar l'escala de les accions, optimitzar-les al nivell de les conques fluvials, més que mitjançant accions independents en trams fluvials seleccionats,
- desenvolupar plans d'assegurances,
- proporcionar prou flexibilitat per permetre estratègies personalitzades i vies adaptatives que permetin un canvi de rumb si la dinàmica ho requereix (per exemple, a causa dels patrons d'urbanització o del canvi climàtic), i també combinant la gestió del risc d'inundacions amb la planificació estratègica a llarg termini i les polítiques d'adaptació al canvi climàtic,
- afavorir una cartera diversificada d'estratègies i accions de gestió del risc d'inundacions en funció de les característiques físiques i institucionals,
- superar la divisió desenvolupant sinergies i coordinant les diferents accions i actors, i millorar la connexió entre els sectors polítics i els àmbits administratius, i
- desenvolupar plataformes de coordinació i coneixement coherents i complementàries en l'àmbit regional, nacional i de la UE.

Segons l'Estratègia Nacional d'Adaptació Italiana (2017), és possible identificar alguns desafiaments pel que fa a la capacitat d'afrontar el canvi climàtic. Els més importants són:

- Reforçar els sistemes de detecció,
- reforçar el monitoratge,
- reforçar la cobertura territorial durant les inundacions,
- millorar la capacitat predictiva dels efectes del canvi climàtic en el clima i la meteorologia,
- millorar els sistemes de detecció (homogeneïtzació dels missatges al territori nacional, comunicació més eficaç i precisa, preparació dels administradors) i dels plans de Protecció Civil relacionats (elaboració, difusió a la població, exercicis en l'àmbit local amb la participació de la població),
- formar la població en "preparació en cas d'inundació", i
- assegurar accions contínues i eficaces de comunicació de riscos dirigides a la població i als administradors per reduir l'impacte dels fenòmens hidro-meteorològics i fomentar la sensibilització sobre el "risc residual".

I.3. TEMPESTES

Factors clau

Les tempestes poden tenir greus conseqüències ecològiques, econòmiques i socials. A RECIPE, ens centrem en les tempestes hivernals i les ventades que es poden produir a les carreteres, i que suposen una amenaça per a la vida humana i les infraestructures.

Les tempestes poden evolucionar com a conseqüència de diverses condicions meteorològiques. Aquí, l'atenció se centra principalment en les tempestes d'hivern resultants de sistemes extratropicals de baixes pressions a latituds mitjanes. Aquest tipus de tempesta es produeix gairebé exclusivament durant els mesos d'hivern (octubre-març) a causa dels elevats gradients de temperatura entre les zones subtropicals i les regions polars. A la zona on xoquen les masses d'aire càlid amb les d'aire fred sorgeix l'anomenat *front polar*, i es formen sistemes de baixes pressions més o menys extrems que són traslladats pels corrents cap a l'oest, sobre l'Atlàntic Nord i cap a l'Europa central. En determinades circumstàncies (per exemple, grans diferències horitzontals de temperatura de l'aire i contingut de vapor d'aigua) es poden formar ciclons intensos que donen lloc a una velocitat huracanada del vent. És característic de les tempestes d'hivern que tinguin una gran dispersió geogràfica (amb un diàmetre de 1.000 km o més), cosa que les distingeix d'altres tempestes més petites.

El risc relacionat amb les tempestes ve determinat per les condicions naturals d'un bosc en particular, inclosa la topografia, l'estructura del sòl, el grau d'exposició habitual al vent, la composició forestal i la salut dels arbres, així com les característiques del fenomen meteorològic (és a dir, la velocitat crítica del vent i les precipitacions anteriors al fenomen).

En combinació amb altres fenòmens meteorològics, les tempestes hivernals poden provocar efectes de cascada o fenòmens de retroalimentació. Un fenomen observat en els darrers anys són els canvis de temperatura relativament sobtats durant l'hivern, juntament amb les altes velocitats del vent, cosa que provoca inundacions i esllavissades. Sovint, un front de tempesta que s'acosta provoca un augment ràpid de la temperatura i comporta elevades precipitacions. El ràpid desglaç que en resulta omple rierols que poden estar bloquejats amb arbres caiguts (i que han caigut perquè les arrels tenen menys capacitat per sostenir-se) i provocar esllavissades en pendents pronunciats. A prop d'habitatges humans, això pot provocar situacions que superin la capacitat dels cossos d'emergència locals i causar danys greus.

Els boscos malmesos per les tempestes, en combinació amb uns mesos d'estiu més secs i calorosos, pateixen un augment de les amenaces biòtiques per als arbres i els boscos (per exemple, infestacions d'escolitins, propagació de patògens). D'aquesta manera, fins i tot els danys als boscos provocats per tempestes petites i no greus en si mateixes proporcionen les condicions ideals perquè les poblacions de plagues i patògens s'acumulin i s'estenguin a altres parts del bosc no infectades. Durant els anys 2018 i 2019, aquesta combinació de riscos ha donat lloc a situacions sense precedents en el sector forestal alemany: els propietaris privats i els agents rurals han de deixar els arbres morts al bosc, ja que no tenen capacitat per transportar-los o no resulta viable econòmicament. Això comporta una amenaça addicional per a les persones, ja que els troncs morts poden desplomar-se.

Alhora, la proliferació de plagues i malalties té efectes en l'exposició al vent (per exemple, la presència dels insectes augmenta la rugositat de la coberta forestal), l'ancoratge al sòl (per exemple, els patògens provoquen que les arrels perdin estabilitat) i la resistència a la ruptura de la tija (per exemple, els patògens en disminueixen l'estabilitat).

Mentrestant, hi ha un augment del nombre de fenòmens meteorològics extrems locals amb menys extensió geogràfica, com ara precipitacions intenses, calamarsa i tornados. Tanmateix, en comparació amb l'impacte de les tempestes hivernals, l'amenaça potencial d'aquests esdeveniments als boscos és força menor. No obstant, la destrucció local que comporta aquest tipus de nous fenòmens meteorològics fa que valgui la pena tenir-los en compte.

Com poden influir les prediccions del canvi climàtic en el règim de tempestes

Les variables climàtiques que més influeixen en la determinació de l'alteració del vent segueixen sent la freqüència i la intensitat dels vents forts. Les tendències actuals i futures d'aquestes variables no són concloents (Seidl *et al*., 2017). Hi ha indicis que el canvi climàtic influeix en la durada i la gravetat (és a dir, la velocitat màxima del vent) de les tempestes hivernals a tot Europa (Donat *et al*., 2011; Temperli *et al*., 2013 a Seidl *et al*., 2017). Els canvis previstos indiquen que les velocitats extremes del vent augmentaran a l'Europa central i del nord, mentre que disminuiran lleugerament a la regió mediterrània. És probable que hi hagi un desplaçament cap als pols en el recorregut de les tempestes de latitud mitjana. En conseqüència, les zones que abans no estaven afectades pels forts vents hauran d'enfrontar-se a una nova situació de risc.

A més d'un augment de la intensitat, es preveu que una sèrie d'efectes indirectes relacionats amb el canvi climàtic afectin l'impacte global futur del vent sobre els ecosistemes forestals d'Europa. Aquests efectes inclouen canvis en l'ancoratge dels arbres (per exemple, menys gelades del sòl) (Usbeck *et al*., 2010 a Seidl *et al*., 2017), l'exposició al vent (per exemple creixement dels arbres) (Moore i Watt, 2015 a Seidl *et al*., 2017) i la resistència general al vent per part dels rodals (per exemple, composició d'espècies arbòries) (Panferov *et al*., 2009 a Seidl *et al.,* 2017).

Les decisions en la gestió forestal per abordar els desafiaments provocats pel canvi climàtic també poden afectar els efectes futurs de l'alteració del vent sobre els boscos. Per exemple, la mesura de passar de rodals d'edat uniforme dominats per una sola espècie a boscos amb espècies, edats i estructures diverses (Gardiner *et al*., 2019), tot i que l'efecte exacte pot variar segons el context, ja que investigacions recents suggereixen que els boscos naturals mixtos són més resistents a l'efecte del vent en comparació amb els boscos de monocultiu (Jactel *et al*., 2017; Morimoto *et al*., 2019).

Finalment, hi ha proves d'una forta interacció entre les diferents alteracions: la sequera estival redueix la resistència global de l'arbre i facilita l'activitat d'altres agents pertorbadors, com els insectes i el foc. Alhora, els danys provocats per les tempestes als boscos, combinats amb uns mesos d'estiu més secs i calorosos, poden provocar un augment de les amenaces biòtiques per als arbres i els boscos (per exemple, infestacions d'escolitins, propagació de patògens). D'aquesta manera, fins i tot els danys als boscos provocats per tempestes petites i no greus per si mateixes proporcionen les condicions ideals perquè les poblacions de plagues i patògens s'acumulin i s'estenguin a altres parts del bosc no infectades. Al seu torn, la proliferació de plagues i malalties té efectes en l'exposició al vent (per exemple, la presència dels insectes augmenta la rugositat de la coberta forestal), pot afectar l'ancoratge al sòl (per exemple, els patògens disminueixen l'estabilitat de les arrels) i redueix la resistència a la ruptura de la tija (per exemple, els patògens provoquen que les arrels perdin estabilitat). D'altra banda, els canvis provocats pel clima en la composició i l'estructura de la vegetació poden reduir la sensibilitat del bosc a diferents pertorbacions, especialment al vent (Seidl *et al*., 2017; Temperli *et al*., 2013 a Seidl *et al*., 2017).

Implicacions del canvi climàtic en la gestió del risc de tempestes

La gestió del risc de tempesta implica principalment mesures tècniques relacionades amb mesures preventives de silvicultura i de gestió forestal, així com també reduint l'exposició (per exemple, tancant els camins forestals i limitant l'accés de les persones al bosc) o aïllant el perill (per exemple, creant franges de separació sense arbres al llarg de carreteres molt freqüentades).

Les mesures no relacionades amb la gestió forestal són més diverses i tenen lloc durant totes les fases del cicle de gestió de la crisi, excepte la fase de recuperació. Inclouen des de la difusió als mitjans i la declaració oficial de detecció precoç (cultura del risc, comunicació, gestió d'emergències, així com capacitat de resposta), les assegurances de danys per tempesta (mesures tècniques), la identificació i qualificació d'infraestructures crítiques (eines d'avaluació de riscos, de mapatge i de planificació), a normatives i codis d'edificació (governança i polítiques de risc).

S'espera que el canvi climàtic desemboqui en interaccions multirisc i, per tant, en nous escenaris de risc que van més enllà dels més habituals. La diversitat de les situacions de risc potencials fa impossible la preparació específica per a diferents

escenaris. En canvi, s'aconsella que els cossos d'emergència s'adaptin a aquestes noves situacions i tinguin una preparació general per a les crisis.

El desafiament principal de les autoritats d'emergència és, doncs, augmentar l'adaptabilitat total a un nombre creixent d'escenaris nous i potencials. Cal abordar la incertesa i incorporar-la a la planificació d'emergències. El bon funcionament de la comunicació interinstitucional horitzontal i vertical és crucial per garantir la capacitat de resposta durant una crisi. Aquesta es pot entrenar i ha de formar part de la fase de preparació prèvia a un desastre natural.

I.4. ALLAUS

Factors clau

Les allaus són un fenomen natural que pot afectar persones, poblacions, equipaments, estacions de muntanya, propietats, el medi ambient, serveis econòmics i infraestructures. Per tant, aquest risc natural s'ha d'avaluar i analitzar per comprendre millor el fenomen de manera espacial i temporal, així com de manera que permeti una gestió eficaç del risc.

Imatge 2. Gran allau que arriba al fons de la vall i bloqueja un riu (©ICGC).

Imatge 3. Perfil del mantell de neu per a mesurar les propietats de les diferents capes de neu, cercant condicions d'inestabilitat (©ICGC).

Els tipus de factors que influeixen en el perill d'allaus són els descrits en l'ordre d'importància següent: l'estructura del mantell nival (resistència de la neu, capes febles, inestabilitat interna, enllaços cristal·lins i fricció entre capes, entre d'altres), el terreny (topografia, pendent, altitud, aspecte, geomorfologia, rugositat i vegetació), sobrecàrregues (persones, animals, vent, nevades, pluja, etc.), condicions meteorològiques (tipus i intensitat de precipitació, temperatura de l'aire, direcció i velocitat del vent, humitat, nuvolositat i radiació solar) i els efectes del canvi climàtic.

Com poden influir les prediccions del canvi climàtic en el règim d'allaus

El canvi climàtic pot afectar els tres àmbits que condicionen l'activitat de les allaus: el mantell nival, el terreny i la meteorologia.

- **Mantell nival:** es preveu que el canvi climàtic afecti la durada (dies) i el gruix (cm) del mantell nival durant les futures temporades d'hivern. En tots dos casos, s'espera una disminució dels dies i del gruix de la neu. A més, les condicions internes típiques estan canviant a causa de l'augment de la variabilitat del clima hivernal.

Imatge 4. Les allaus humides es produeixen també en la part més freda de l'hivern, afectant les activitats socioeconòmiques (©ICGC).

- **Terreny:** en un context d'escalfament global, es preveu que en el futur apareguin algunes variacions en els terrenys propensos a les allaus. La vegetació ajuda a fixar el mantell nival i a distribuir-lo de manera més homogènia, així com a augmentar la rugositat. En aquest sentit, un nombre més elevat d'incendis forestals augmentaria l'erosió del terreny i, per tant, la probabilitat que es produissin allaus també s'incrementaria.

Imatge 5. L'increment de la temperatura accelera els processos d'escalfament i humidificació del terreny que desencadenen les allaus de lliscament (©ICGC).

A més, el creixement natural del bosc podria afectar la zonació altitudinal de la vegetació i el tipus de bosc. Algunes espècies es comporten de manera diferent quan es produeix una allau: algunes es recuperen més ràpidament que d'altres, algunes són més flexibles quan es veuen afectades, mentre que altres es trenquen i "moren", i és difícil que creixin de nou.

- **Clima:** en el context del canvi climàtic tant la intensitat de les precipitacions com l'augment de les temperatures incideixen en la probabilitat de fenòmens extrems (període de retorn diferent) i en el tipus de problemes relacionats amb les allaus (neu humida i lliscaments d'allaus). També cal tenir en compte altres factors meteorològics i el seu paper en el context del canvi climàtic, com ara la circulació atmosfèrica; en aquest sentit, recentment s'han observat canvis en la freqüència dels patrons atmosfèrics que condueixen a grans cicles d'allaus als Pirineus.

Imatge 6. El registre de dades meteorològiques i de neu en les zones d'alta muntanya és essencial per a comprendre les conseqüències del canvi climàtic en aquest ecosistema tan sensible (©ICGC).

Implicacions del canvi climàtic en la gestió del risc d'allaus

La gestió del risc d'allaus podria adaptar-se al canvi climàtic reforçant la fase de preparació. Els principals aspectes per aconseguir són:

- Incertesa: s'estan produint nous escenaris en la neu i es té poca experiència a l'hora de predir-los. Cal potenciar la flexibilitat dels processos habituals per prendre decisions.
- Monitoratge: cal implantar sistemes de detecció precoç per detectar l'increment de condicions inestables i preparar-se per a una resposta.
- Eines operatives: calen nous desenvolupaments per centrar-se no només en la predictibilitat dels fenòmens de perill, sinó en la probabilitat que afectin elements vulnerables.

I.5. DESPRENIMENTS I ESLLAVISSADES

Factors clau

Dins del projecte RECIPE, l'atenció se centra en les esllavissades espontànies i ràpides de material solt (terra, detritus) i despreniments de roques amb un volum inferior als 100 m³ i amb una interacció insignificant entre roques.

Els despreniments es produeixen preferentment en terrenys per sobre dels 45° i posen en perill els béns a causa de la força de l'impacte de les roques en moviment (vegeu la imatge 7, a l'esquerra). Poques vegades són predictibles, ja que el fet que es produeixin depèn d'una interacció complexa de molts paràmetres (crioclàstia, contracció, desglaç del permafrost, microsismes, pressió de l'aigua a les esquerdes, tempestes, creixement de la vegetació, etc.)

Les esllavissades poden afectar persones, edificis i infraestructures mitjançant l'erosió a l'àrea font (vegeu la imatge 7, a la dreta), la pressió de l'impacte durant el moviment ràpid de la massa i els solcs a l'àrea de desplaçament i de deposició.

Imatge 7. Despreniment de roques (esquerra, © Liebl) i esllavissada (dreta, © Plörer).

Els causants principals de les esllavissades (a Àustria) són les precipitacions intenses, que donen lloc a un alt contingut d'humitat del sòl, baixos angles de fregament intern i altes pressions de porus. Les esllavissades solen produir-se en pendents amb una inclinació d'entre 20° i 45°. Les condicions geològiques, les propietats del sòl i la vegetació també influeixen en la probabilitat que es produeixi una esllavissada.

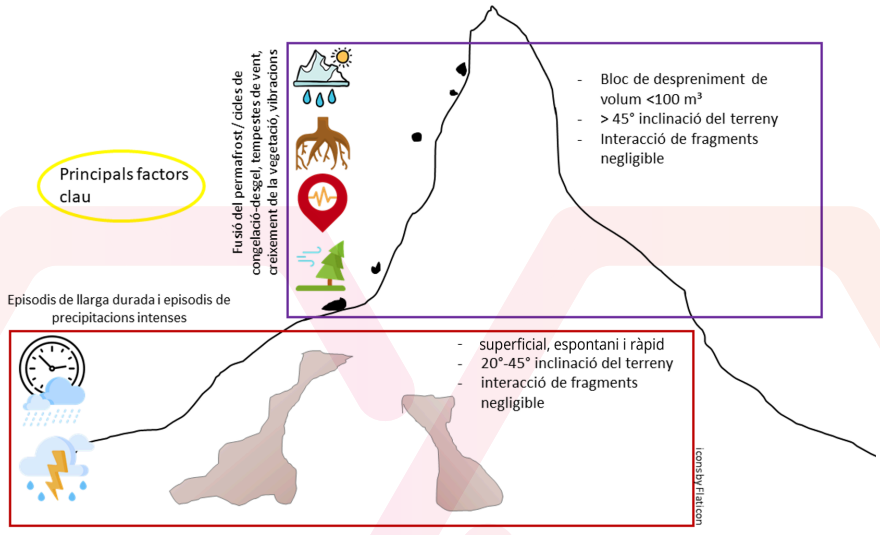


Figura 3. Factors clau de la caiguda de roques i els despreniments.

Com poden influir les prediccions del canvi climàtic en el règim de despreniments i esllavissades

Despreniments: l'abast del canvi de diversos paràmetres climàtics i els efectes relacionats amb els despreniments no està clar. De tota manera, l'augment de la temperatura i, de retruc, el desplaçament de la línia del límit del permafrost són un fet i provoquen un increment de la freqüència de despreniments a gran altitud. D'altra banda, els despreniments tindran lloc abans. A més dels terrenys d'alta muntanya, els efectes cascada provocats pel canvi climàtic (incendis forestals, ventades, infestacions d'escolitins) també poden augmentar la freqüència dels despreniments.

Esllavissades: la freqüència de les esllavissades també pot augmentar a gran altitud a causa del desgel de les zones de permafrost. A les altituds més baixes del centre i nord d'Europa s'espera un augment de la freqüència de les esllavissades causat per l'increment de la intensitat de les precipitacions, així com un desplaçament d'aquests fenòmens als sis mesos d'hivern.

Les desforestacions sobtades més freqüents (incendis forestals, ventades, allaus) o els danys graduals dels boscos causats per sequeres i/o infestacions d'escolitins provoquen la pèrdua de suport de les arrels i la falta de troncs que actuïn com a obstacles, cosa que pot augmentar la probabilitat d'esllavissades i disminuir els efectes de la protecció del bosc contra els despreniments.

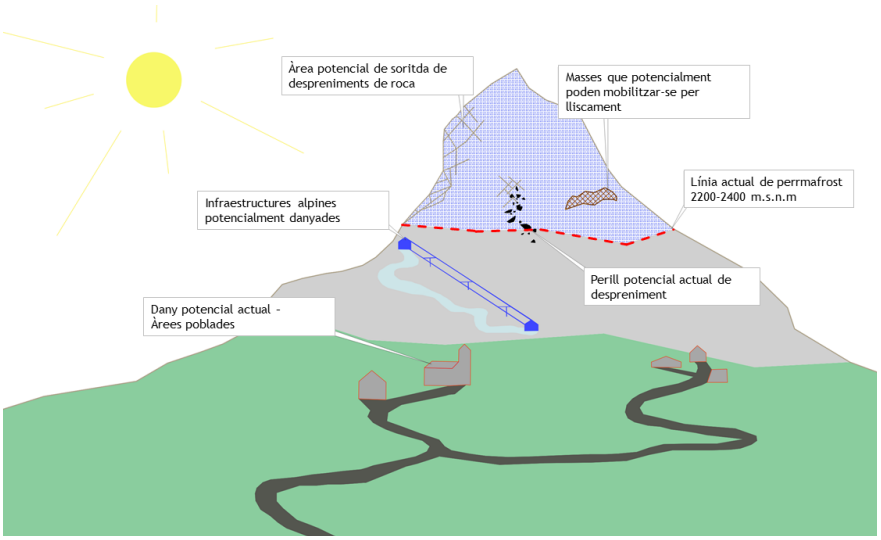


Figura 4. Exemple: Escenari d'impacte previ al canvi climàtic, paisatge actual i situació de risc en un terreny alpí.

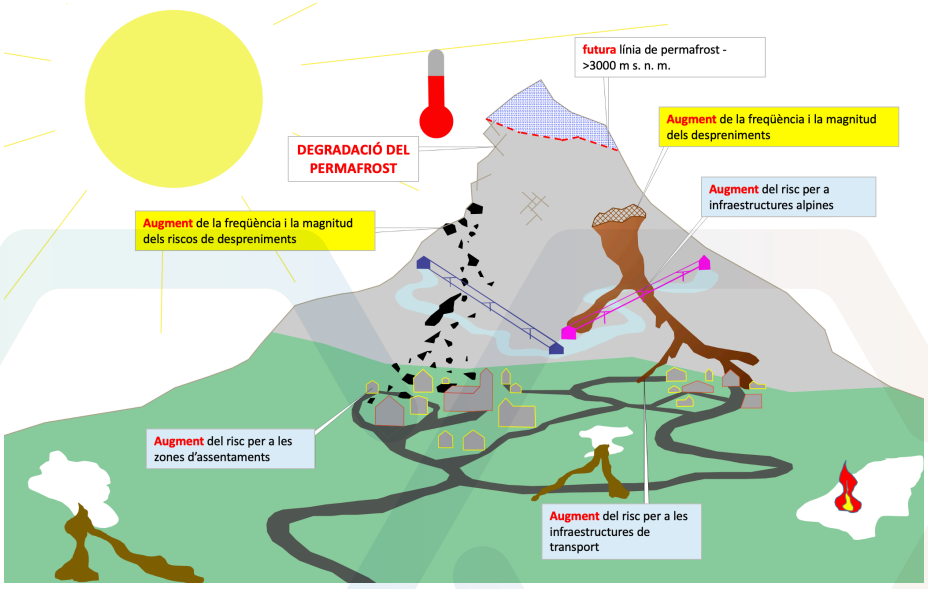


Figura 5 . Exemple: Escenari d'impacte post-canvi climàtic, paisatge futur i situació de risc en un terreny alpí.

Implicacions del canvi climàtic en la gestió del risc de despreniments i esllavissades

En les properes dècades, la intensitat (magnitud) i la freqüència dels despreniments i les esllavissades canviaran a causa del canvi climàtic. Així, els fenòmens que s'han experimentat fins ara i que provoquen danys, poden augmentar significativament. Alhora, l'explotació (regional) actual de les zones d'alta muntanya provoca un augment dels possibles danys. Per tant, cal millorar la interacció de la planificació estructural, organitzativa i territorial, especialment en la fase de preparació del cicle del risc. També pot ser necessària una estratègia de governança del risc que impliqui la participació de tots els actors en el procés d'interacció i presa de decisions. S'han de tenir en compte els escenaris en què es considerin els possibles efectes del canvi climàtic per a qualsevol mesura.

Pel que fa a la prevenció, la planificació territorial és important, ja que les restriccions i els requeriments específics de l'ús del sòl que mantenen protegides les zones amenaçades, poden reduir els riscos de manera significativa. Tanmateix, això requereix objectius de protecció estandarditzats i basats en els riscos, esdeveniments de disseny harmonitzats i nivells de seguretat uniformes com a base per a qualsevol mesura de protecció. A més de les eines de planificació territorial estàtica establertes, calen mòduls dinàmics per ampliar els mapes segons l'anàlisi de riscos i els escenaris de canvi climàtic.

A Àustria, els mapes d'índex de perill i els mapes de perill per esllavissades i despreniments només estan disponibles per regions, són incomplets i inconsistents, i de moment no s'han considerat els aspectes de risc. Es recomana compilar documents de planificació uniformes a àmbit nacional que considerin els components del risc, com l'exposició i la vulnerabilitat, per superar els desafiaments futurs. La informació sobre infraestructures està disponible a tota la zona, però actualment només permet fer una avaluació limitada de l'exposició i la vulnerabilitat.

Diverses institucions participen en la gestió de l'impacte dels despreniments i les esllavissades (cossos de bombers, departaments de manteniment de carreteres, serveis geològics dels estats federats, control de torrents i allaus, etc.). Tanmateix, amb l'augment de la magnitud dels fenòmens, la comunicació i la clara divisió de competències són decisives. Es requereix una documentació estandarditzada dels fenòmens i que cobreixi tota la zona, així com l'intercanvi de dades entre les diferents institucions.

Una planificació territorial adequada i orientada al risc redueix els recursos necessaris per a les proteccions tècniques i les mesures de recuperació. També caldria centrar-se en mesures no estructurals (per exemple, elecció d'espècies d'arbres adaptades al canvi climàtic, boscos mixtos). Per millorar la preparació, els sistemes de detecció precoç (per a esllavissades) de vegades poden ser més rendibles que altres mesures alternatives de protecció estructural, ja que són fàcilment adaptables als canvis.

La pobre regulació sobre el marc de gestió (per exemple, on s'ha de dipositar o s'hauria de dipositar el material de les esllavissades?) i una cobertura d'assegurança insuficient per als propietari,s són altres punts febles del procés de recuperació.

I.6. EXEMPLES D'INTERACCIONS MULTIRISC

Requadre 1. Interacció multirisc Tempesta - Incendi forestal.

Tempesta - Incendi forestal

S'espera que amb el canvi climàtic augmenti la freqüència de les tempestes i els incendis forestals fins i tot en zones que fins ara han estat poc exposades a aquesta mena d'incendis. A més dels reptes específics de la gestió dels boscos per a cadascun d'aquests dos riscos naturals, un bosc que s'enfronta tant a tempestes com a incendis en un període curt de temps (per exemple, tempesta d'hivern, incendi d'estiu o viceversa) s'enfronta a desafiaments concrets:

Aspectes clau a tenir en compte a causa d'una situació multirisc: tempesta (hivern) seguida d'incendi (estiu):

- Fusta morta: augmenta la quantitat de combustible, incrementa la continuïtat horitzontal i vertical del combustible després de la tempesta (perill natural).
- Els problemes de seguretat limiten el treball actiu a rodals amb fusta morta encara amb dempeus, com ara la creació de tallafocs, etc., (perill natural).
- Interfícies urbano-forestals: el foc pot afectar propietats no afectades pel fenomen inicial (tempesta) (risc d'exposició, i de vulnerabilitat).

Aspectes clau a tenir en compte a causa d'una situació multirisc: incendi (estiu) seguit de tempesta (hivern):

- Els boscos cremats són més vulnerables al vent i poden caure en cas de tempesta.
- Els nous límits forestals creats pel foc també són més susceptibles al vent, ja que els arbres no s'han adaptat a les forces mecàniques d'aquest.
- Perill de treballar en zones cremades a causa de la caiguda de branques o arbres.

La interacció del vent i del foc fa que s'incrementin totes les dimensions del risc associades als incendis forestals; el **perill de risc natural** augmenta a mesura que grans quantitats de fusta morta, intercalades en el rodal, proporcionen prou combustible per ocasionar possibles incendis forestals. Aquest efecte s'agreuja amb possibles brots de patògens o plagues d'insectes, que es poden estendre als rodals veïns, proporcionant així més combustible en el futur. En alguns casos, les opcions per reduir de manera proactiva el risc d'incendi són limitades, ja que els boscos malmesos no permeten condicions de treball segures, per exemple, per reduir les càrregues de combustible, fer caure arbres penjants (combustible d'escala) o instal·lar tallafocs.

L'exposició augmenta a mesura que el foc s'estén a zones no afectades anteriorment pel vent i els danys associats. El foc es pot estendre més enllà de la zona malmesa pel vent, incloses les propietats a la interfície urbano-forestal o zones que posteriorment pateixin un brot de plaga d'insectes.

La vulnerabilitat també augmenta, en part perquè la infraestructura de la interfície urbano-forestal es pot veure afectada pel foc. Atès que els boscos són un punt calent per a les activitats recreatives, i que els incendis són un fenomen força nou en algunes zones d'Europa, hi ha risc de lesions o danys per a les persones. A més, un incendi després d'una ventada pot afectar negativament els serveis ecosistèmics forestals importants.

Abordar aquest escenari multirisc requereix la col·laboració estreta de múltiples entitats al llarg de totes les fases del procés de gestió del risc. Els actors clau inclouen els propietaris i agents rurals/agències de gestió forestal, el departament de bombers, les autoritats locals i les organitzacions de protecció civil.

Requadre 2. Interacció multirisc Incendi forestal - Inundació sobtada.

Incendi forestal - Inundació sobtada

Es preveu que el canvi climàtic augmenti la freqüència dels incendis forestals i les inundacions sobtades, fins i tot a les zones que fins ara han tingut poca exposició a aquesta mena d'incendis. A més, els incendis forestals poden canviar considerablement els processos hidrològics i la vulnerabilitat del paisatge davant grans inundacions i fenòmens d'erosió (Shakesby i Doerr, 2006; Stoof *et al*., 2012).

Aspectes clau a tenir en compte a causa d'una situació multirisc:

- La coberta vegetal és un factor important per determinar l'escorriment i l'erosió (Nunes, 2011). Si el foc la consumeix augmenta l'impacte de les gotes de pluja sobre el sòl nu, i es redueix l'emmagatzematge de la pluja a la copa i les arrels, de manera que s'incrementa la quantitat de pluja efectiva.
- Tal com informen Lourenço *et al*. (2012) les zones de captació cremades pateixen un risc hidrològic més elevat i responen més ràpidament a la pluja que les zones de captació sense cremar (Meyer *et al*., 1995; Cannon *et al*., 1998; Wilson, 1999; Stoof *et al*., 2012). Els incendis forestals també afecten la resposta hidrogeològica de zones de captació en alterar determinades característiques físiques i químiques del sòl, com ara la seva condició de repel·lent a l'aigua (Conedera *et al*., 1998; DeBano *et al*., 1998; Letey 2001; Martin i Moody, 2001; Shakesby i Doerr, 2006).
- L'augment de l'escorriment pot reduir el llindar de la intensitat i la quantitat de precipitació necessària per provocar una inundació i també pot agreujar els efectes de la precipitació. Combinat amb pendents pronunciats, això augmenta la possibilitat que es produeixi una inundació sobtada.

  Mesures/Actuacions per fer front a una situació multirisc:

  - Fer una gestió forestal estratègica.
  - Elaborar planificació (estratègica) a llarg termini i planificació integrada.
  - Elaborar nous mapes de riscos.
  - Utilitzar eines i mètodes per recopilar dades de fenòmens passats.
  - Millorar els sistemes de detecció precoç: capacitats i sistemes de previsió i monitoratge capaços de tenir en compte el canvi climàtic.
  - Millorar els sistemes de detecció precoç: difusió de les deteccions.
  - Millorar el pla de protecció civil i l'actualització dels coneixements tenint en compte la incertesa.
  - Millorar el nivell de preparació de les parts i les autoritats per a aquests fenòmens intensos i concentrats, també en matèria de protecció civil.
  - Definir protocols intel·ligents de recuperació entre fenòmens.
  - Utilitzar eines operatives capaces de recollir informació en temps real del territori i, combinant informació estàtica i dinàmica, de proporcionar l'evolució dels escenaris.
  - Incloure interaccions multirisc en la planificació de protecció civil, l'anàlisi de riscos i els sistemes de previsió.
  - Comunicar-se amb la població i sensibilitzar-la.
  - Augmentar la resiliència de la societat.

Requadre 3. Interacció multirisc Incendi forestal – Allaus.

Incendi forestal - Allaus

Aquest esquema es basa en el supòsit pràctic (basat en les tendències del canvi climàtic del Pirineu català i els canvis d'usos del sòl al territori) que a finals d'estiu es produeix un gran incendi forestal al Pirineu, que afecta diverses valls (gran superfície) i, a més, es preveu una forta nevada a l'inici de la temporada d'hivern (octubre-novembre) en aquelles zones afectades per l'incendi, on hi ha la possibilitat que s'hagi perdut la coberta forestal.

Què hem de fer en aquest cas? Com cal procedir respecte a l'avaluació i planificació del risc?

Aquest exercici es basa en un debat de simulació.

- PAS 1: Anàlisi de riscos. Grup d'experts

Avaluar el temps necessari perquè es desencadeni una allau després de l'incendi forestal per així dimensionar la possible capacitat de resposta en cas que l'allau es produeixi.

Avaluar l'espai afectat (zona cremada) al mapa de risc d'allaus per analitzar els efectes en la funció de protecció forestal.

Avaluar l'exposició i la vulnerabilitat (a partir de les relacions entre la zona cremada i les zones amb possibilitat d'allaus) per prioritzar les zones/elements on actuar.

Proposar accions per reduir el risc a les zones prioritzades.

Avaluar el desencadenament simultani o a molt curt termini relacionat amb altres riscos (per exemple, esllavissades o despreniments).

- PAS 2: Identificació de les mesures preventives per eliminar o disminuir la reacció en cadena. Crear un comitè executiu

Mesura 1.- Elaborar un protocol d'actuació en cas d'incendi forestal de gran magnitud en zones d'allaus.

Mesura 2.- Avaluar el terreny d'allaus.

Mesura 3.- Valorar l'estat (després de l'incendi) de la vegetació i la coberta forestal.

Mesura 4.- Restaurar la coberta forestal de la zona cremada.

Mesura 5.- Comprovar i restaurar les estructures de protecció contra les allaus.

Mesura 6.- Actualitzar els plans d'intervenció de desencadenament d'allaus (PIDA) segons la nova situació multirisc.

- PAS 3: Planificació d'emergències

Mesura 7.- Tancar l'accés a les zones amb possibilitat d'allaus on no s'hagi pogut recuperar la funció de protecció forestal.

Mesura 8.- Estendre el desencadenament preventiu d'allaus a noves zones de risc.

- PAS 4: Implementació de nous procediments - informació operativa (als treballadors)

Mesura 9.- Actualitzar els plans de protecció civil i d'autoprotecció municipals d'acord amb la nova situació de multirisc.

Mesura 10.- Actualitzar el pla ALLAUCAT (el pla especial d'emergències per allaus a Catalunya) a la zona cremada d'acord amb la nova situació multirisc.

- PAS 5: Valoració de les mesures de col·laboració i informació ciutadanes

Mesura 11.- Augmentar la sensibilització de la població davant de noves situacions de risc.

Per saber més sobre totes les interaccions multirisc analitzades en el projecte RECIPE, així com els impactes del canvi climàtic previstos en els riscos naturals, vegeu *Report on impacts of climate change projections on wildfires, floods, storms, avalanches, rockfalls, landslides and multi-hazard risk management*, disponible en línia.

SECCIÓ II

COM REFORÇAR LES CAPACITATS DE LA PROTECCIÓ CIVIL I LA GESTIÓ D'EMERGÈNCIES PER FER FRONT A RISCOS NATURALS MÉS PROLONGATS, MÉS GREUS, SENSE PRECEDENTS O EXTREMS EN UN CONTEXT CANVIANT

II.1 ELS REQUERIMENTS DE PROTECCIÓ CIVIL I DE GESTIÓ D'EMERGÈNCIES PER FER FRONT ALS RISCOS NATURALS

Per tal d'identificar les necessitats i llacunes dels sistemes de protecció civil i de gestió d'emergències que puguin millorar les capacitats per afrontar riscos naturals extrems, es van portar a terme una sèrie d'entrevistes a diferents actors. Aquestes entrevistes inclouen una visió integrada de totes les parts del cicle de gestió del risc, des de la prevenció fins a la recuperació.

Amb les 50 entrevistes realitzades es cobreix un ampli ventall d'organitzacions de cinc països (Alemanya, Àustria, Itàlia, Espanya i Portugal) des de l'àmbit estatal fins al local, tenint en compte el personal de protecció civil i els bombers, però també els responsables de la presa de decisions i les agències de gestió i prevenció de riscos. Es tenen en compte diferents riscos: tempestes, incendis forestals, inundacions, esllavissades, despreniments i allaus. Per tant, es considera que és representatiu d'una visió àmplia de tot el sistema.

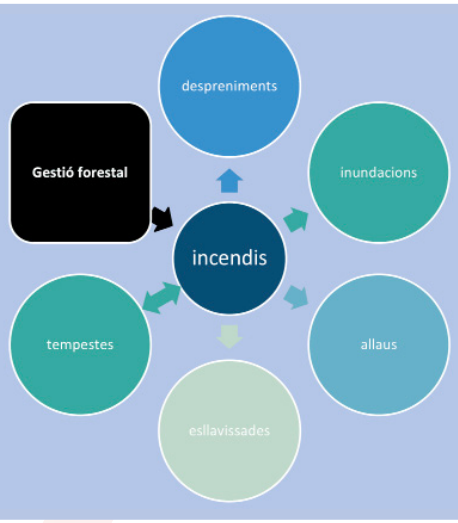
Figura 6. Estats, riscos, nivells i perfils coberts per les entrevistes.

Les entrevistes es van dividir en dues parts: per identificar les necessitats actuals (1) i per identificar les possibles necessitats futures en un context de canvi climàtic (2). Aquesta informació es va combinar i agrupar per obtenir-ne diferents perspectives. Els resultats es mostren a continuació.

Necessitats actuals

Per satisfer totes les necessitats i requeriments identificats es necessita, òbviament, un suport polític i econòmic important, així com una planificació i un compromís a llarg termini. A més, aquest suport és important per fer front a la sobrecàrrega del sistema i la necessitat de més recursos i personal.

Protecció Civil en la planificació urbanística	La inclusió i el reforç dels **requeriments de protecció civil en la planificació urbanística** pot evitar l'exposició d'elements vulnerables, especialment els que ho són més, com els hospitals i les escoles.
Donar suport a l'àmbit local	Atès que molts dels fenòmens extrems són principalment locals, un **suport sòlid a la gestió local** és essencial per millorar. Això implica diferents qüestions, des de l'avaluació fins a la planificació, però sobretot, **augmentar la resolució de les eines**. **Considerar els turistes i els visitants**, ja que presenten característiques diferents a la resta de població.
Sistemes de detecció precoç	**Els sistemes de detecció precoç, l'avaluació, una predicció millor** i el **monitoratge** (tots aquests elements estan relacionats) seran una solució per incrementar el temps de reacció.
Entrenament pràctic i simulacres	L'**entrenament** pràctic i els **simulacres** es consideren importants, ja que redueixen el temps de reacció, garanteixen efectivitat i ajuden a millorar els plans.
Coordinació i cooperació	Com que interactuen diferents àmbits administratius i organitzacions, és molt important millorar la **coordinació** i la **cooperació** (entre institucions de diferents àmbits però també entre oficines d'una mateixa agència durant totes les fases), juntament amb la garantia d'uns **processos de comunicació eficients** i unes **responsabilitats clares**.
Plataformes integrades	Les **plataformes integrades són una mesura tècnica que ajudarà a tenir una visió global** de tot el fenomen, sobretot si és molt extens o es tracta d'una emergència multirisc. Aquestes plataformes haurien de ser capaces de **gestionar grans quantitats de dades** i **incloure eines visuals, eines de seguiment i Sistemes de Suport a la presa de Decisions (DSS).**
Fiabilitat dels sistemes de comunicació i del subministrament elèctric	Les eines tècniques poden resultar inútils si no es garanteix la **fiabilitat dels sistemes de comunicació i el subministrament elèctric** (per exemple, amb sistemes redundants).
Millorar la participació i la comunicació	**La participació de la població** millora la seva implicació i sensibilització sobre els riscos. Cal **millorar la comunicació amb els ciutadans** per incrementar el seu coneixement sobre l'**exposició** i les mesures d'**autoprotecció** en cas d'emergència, però també per alertar-los amb eines eficients. Això està íntimament relacionat amb la consciència de l'**auto-responsabilitat** i el foment de la **resiliència**.
Protocols de lliçons apreses en la fase posterior al fenòmen	Encara que molts actors tenen algun tipus de sistema de **lliçons apreses**, és molt recomanable donar-li forma de protocol escrit i estàndard.



Incendis forestals: En algunes regions, l'abandonament dels cultius obre el camí a boscos joves i a la continuïtat de l'extensió de la biomassa, la qual cosa incrementa el perill d'incendi forestal. La quantitat de biomassa boscosa, el tipus de vegetació i altres factors tenen un impacte directe en aquest perill. Per tant, una de les millores més importants en la prevenció hauria de ser promoure un sistema sostenible de **gestió forestal** per tal de mantenir uns boscos saludables. A més, això ajudaria a reduir altres riscos per efecte dominó, com ara les inundacions i les allaus.

Figura 7. Exemple d'una necessitat de gestió de riscos amb efecte dominó per a altres perills.

Necessitats futures en un context de canvi climàtic

Aquestes necessitats es refereixen a totes les fases del cicle de gestió del risc (CGR), però especialment a la prevenció i la preparació. És cert que això no vol dir que no sigui necessari esforçar-se per millorar la fase de resposta, però, d'acord amb les entrevistes, l'èmfasi en un context de canvi climàtic es desplaça més cap a aquestes dues fases.

A més, val la pena recordar que el canvi climàtic i els seus efectes sobre els riscos es veuen afectats per un alt nivell d'incertesa.

Això podria tenir algunes implicacions importants per a les accions i polítiques de la gestió del risc de desastres (GRD) en un context de canvi climàtic, i s'hauria d'abordar, entre d'altres, mantenint la flexibilitat i desenvolupant millores fins i tot en absència de canvi climàtic o dins d'una sèrie d'impactes climàtics.

Així, les polítiques i pràctiques actuals de gestió de riscos han estat desafiades per nous escenaris de risc relacionats amb el canvi climàtic, així com per processos de desenvolupament i reivindicació d'una nova estratègia que té com a objectiu:

Coneixement dels nous escenaris de risc del canvi climàtic i de les seves incerteses	Un coneixement més profund dels nous escenaris de risc del canvi climàtic i de les seves incerteses és fonamental per orientar de manera més eficaç la gestió del risc de desastres.
De "protegir tothom" a "conviure amb el risc"	És important innovar en l'enfocament de la gestió del risc de desastres, passant del paradigma de protegir tothom, a aprendre a conviure amb aquest risc, definint així polítiques capaces d'adaptar-se de manera més eficient al canvi climàtic.
Integrar els efectes del canvi climàtic en l'anàlisi i la cartografia de riscos	Incloure els efectes del canvi climàtic en l'anàlisi i la cartografia de riscos pot portar a tenir en compte el canvi d'exposició i vulnerabilitat originat pel canvi en l'extensió, la freqüència i la gravetat del risc i, per tant, pot millorar les accions de preparació i resposta, així com la prevenció.
Integrar las políticas Integrar la planificació territorial i urbanística i les polítiques agrícoles i forestals en l'RRD	La planificació territorial i urbanística, així com les polítiques agrícoles i forestals, han de tenir en compte la informació sobre el risc territorial derivada de la planificació de la reducció del risc de desastres (RRD) per evitar l'aparició de nous escenaris de risc i afavorir un desenvolupament sostenible.
Gestionar l'exposició i la vulnerabilitat actuals	Gestionar l'exposició i la vulnerabilitat actuals significa reduir el risc actual, i prevenir i disminuir situacions de risc futures que es podrien agreujar si les àrees de risc no es gestionen adequadament.
Integrar els escenaris del canvi climàtic en l'avaluació i la planificació de multiriscos	Les situacions multirisc impliquen una resposta a una situació d'emergència prèvia (per exemple, incendis forestals, tempestes amb vents intensos, etc.) que ha afectat/modificat un territori de risc. Aquest gran impacte implica un increment de la freqüència i la intensitat d'altres riscos naturals.

Per saber més sobre les necessitats de la gestió de protecció civil, d'emergències i riscos, vegeu el *Report on Civil Protection and emergency management requirements to face natural hazards*, disponible en línia.

II.2 COM REFORÇAR ELS SISTEMES DE SUPORT A LA PRESA DE DECISIONS (DSS)

En el marc del projecte RECIPE, el DSS fa referència a qualsevol eina d'informació que millori els processos de presa de decisions que pren un organisme implicat en la gestió d'emergències durant qualsevol de les fases del risc. El DSS pot millorar els nivells de gestió, les operacions i la planificació de la protecció civil proporcionant informació i reduint la incertesa davant els riscos, les quals poden estar en constant canvi. El DSS pot ser:

- Totalment informatitzat o manual.
- Dinàmic o estàtic.
- Comercialitzat o elaborat específicament per a una organització.
- Local, regional, estatal o internacional.
- De risc únic o multirisc.

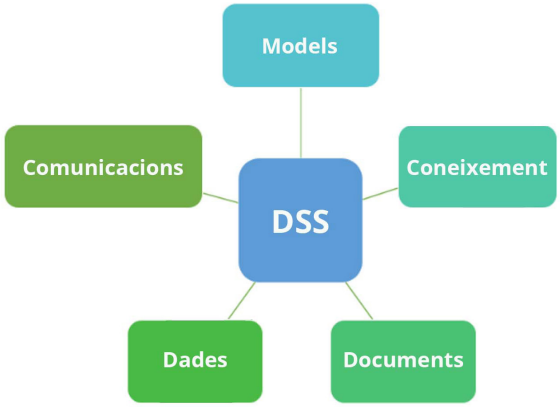


Figura 8. Components del DSS.

Sabent que el canvi climàtic influirà en els mètodes de RRD, és evident que els DSS hauria de fer un pas endavant i oferir noves funcionalitats per afrontar els nous escenaris que planteja el canvi climàtic. A la taula següent es resumeixen els requeriments de els DSS en els quals voldrien treballar els organismes de protecció civil per millorar la gestió de riscos en els propers anys, segons les entrevistes portades a terme durant el projecte (durant aquestes entrevistes s'han avaluat 18 DSS diferents).

DADES

Dades de els DSS organitzades d'acord a les fases de l'emergència: Tractar les dades de manera més precisa i abordar les accions necessàries segons la fase. En el context del canvi climàtic és important reflexionar sobre com evolucionen els perills i quin és l'impacte sobre la gestió. Les futures emergències obligaran les agències de protecció civil a fer front a fenòmens més extrems, cosa que pot suposar més informació per processar.

Freqüència adequada de recollida de dades: La informació estàtica sol estar desactualitzada, ja que els riscos es produeixen en un entorn dinàmic. Per tant, és evident que els DSS estàtics estan en procés de ser substituïts per altres de dinàmics i fàcilment actualitzables. Tanmateix, els DSS han d'incloure informació estàtica i dinàmica. És cert que hi ha informació que té un caràcter estàtic, o almenys, que és estàtic durant alguns anys. El procés d'actualització d'aquesta informació és crucial, ja que s'ha de fer amb una freqüència adequada i a una escala adequada, normalment de baix a dalt, començant pels municipis.

Costos econòmics en totes les fases d'emergència: La idea és gestionar el cost econòmic del risc de manera més eficient. Segons els experts, tot i que alguns DSS inclouen consideracions de tipus econòmic, encara estan lluny de tenir una visió integrada i detallada del cost real de les accions de gestió i els danys. Aquesta qüestió és especialment important durant la fase de prevenció, ja que prevenir és més rendible econòmicament que invertir en altres fases.

Impacte en els ecosistemes: L'impacte en els ecosistemes es pot mesurar a través dels serveis ecosistèmics, per això recopilar-ne informació pot ser útil per prendre una decisió més fonamentada, quan, per exemple, es deixa cremar un tros de terreny per controlar millor un incendi.

Posicionament en temps real i seguiment de la salut dels primers interventors: Els DSS ja ofereixen aquest servei i productes, com ara cinturons sanitaris o petits GPS a les unitats desplegades. El desafiament es basa en dos aspectes: (1) la capacitat d'obtenir posicionament a zones amb poca connectivitat i (2) implementar en gran mesura els serveis disponibles al DSS.

MODELS

Prediccions climàtiques: En primer lloc, el canvi climàtic s'ha d'incorporar en la gestió d'emergències i, més tard, implementar-lo als DSS. Els DSS no només haurien de poder afegir les prediccions del canvi climàtic i els seus efectes sobre els riscos, també haurien d'incloure aquestes prediccions per veure l'impacte provocat en el paisatge i les espècies forestals. La raó és que el paisatge ofereix tant oportunitats com debilitats, i utilitzar com a models els canvis que hi tenen lloc a causa del canvi climàtic farà possible que es puguin identificar futures amenaces i oportunitats.

Escala espacial adequada i gestió de la incertesa: Encara que la informació de resolució a gran escala sembla ser més fiable però més genèrica, la resolució a petita escala sol oferir unes dades més detallades, però amb un nivell d'incertesa més elevat. Cal desenvolupar mètodes i tecnologies fiables d'alta resolució. Algunes agències ja utilitzen una categoria d'incertesa per entendre la fiabilitat de la informació.

Concordança d'escenaris: Observar i estudiar les situacions d'emergència més greus provocades pels riscos naturals en altres regions ajuda a entendre els nous reptes que planteja el canvi climàtic i a observar com influeix la presa de decisions en el resultat de la gestió d'emergències.

CONEIXEMENT

Implicació de la població: Identificar els valors del territori, les mesures preventives, etc. S'ha demostrat que aquest procés de co-creació és una bona manera de garantir l'execució de les mesures de gestió previstes, ja que tots els agents implicats hi estan d'acord des del principi.

Millorar el coneixement en la fase de recuperació: Només uns quants DSS tenen en compte la recuperació. Cal incloure noves funcions per fer el seguiment de la zona afectada per un desastre determinat, quantificar-ne les pèrdues, analitzar l'eficàcia de les actuacions realitzades durant la prevenció i resposta i, finalment, trobar sinergies entre la recuperació i la prevenció.

COMUNICACIONS

Detecció precoç: Els serveis d'emergències són limitats i, en la majoria de casos, arriben més tard que els ciutadans a la zona afectada pel desastre. Cal trobar estratègies per recollir informació de la població mitjançant sistemes ràpids com ara una aplicació per a telèfons intel·ligents.

Comunicacions transfrontereres millorades: Els escenaris transfronterers plantegen un conjunt de reptes que es podrien resoldre mitjançant la implementació de sistemes de comandament i DSS comuns. Només uns quants DSS estan preparats per millorar la coordinació i la comunicació entre les agències de les regions transfrontereres.

DOCUMENTS

Vincular els DSS amb l'urbanisme i el territori: Cal integrar la informació obtinguda pels DSS més avançats en la planificació territorial. Actualment, la majoria de països europeus tenen en compte el risc d'inundació en la planificació territorial i urbanística mitjançant una anàlisi del període de retorn. Tanmateix, sembla que altres riscos, com les allaus o els incendis forestals, no es tenen en compte a l'hora de planificar noves zones urbanes. Els DSS, especialment aquells que porten a terme simulacions fiables, tenen un gran potencial per convertir-se en una eina bàsica per als urbanistes i els planificadors territorials, i haurien d'incloure el risc en el seu procés de presa de decisions.

Per saber més sobre tots els DSS analitzats i les conclusions principals dins del projecte RECIPE, vegeu *Guidelines to incorporate projected climate change impacts into Decision Support Systems and platforms*, disponible en línia.

II.3 EINES DE SUPORT RECIPE

II.3.1 DIRECTRIUS PER A LA PLANIFICACIÓ DE LA PROTECCIÓ CIVIL EN CAS D'INUNDACIÓ AMB UN ENFOCAMENT PARTICIPATIU I UN PROTOTIP D'EINA PER MONITORITZAR EL PROCÉS PARTICIPATIU

Per Chiara Franciosi i Marta Giambelli (CIMA)

A continuació es descriu la metodologia per desenvolupar un procés de planificació (referit específicament al risc d'inundació), capaç d'integrar els efectes del canvi climàtic en les activitats del sistema de protecció civil, i així reforçar-ne la capacitat en un context canviant. La metodologia es basa en un enfocament participatiu i integrat per a la planificació de la protecció civil:

- L'**enfocament participatiu** fomenta un procés de "governança" que afavoreix la participació de les parts i el co-disseny de mesures de protecció civil. Augmenta el coneixement i la sensibilització sobre el risc, promou actuacions de protecció civil més adaptades al territori i, finalment, encoratja al repartiment de la responsabilitat entre els administradors i els tècnics dels diferents àmbits territorials.
- L'**enfocament integrat** es pot considerar un enfocament basat en sistemes. Proporciona una manera d'entendre com interactuen els diferents elements del territori i, sobre aquesta base, com definir la manera en què s'ha de gestionar el risc de desastres sobre el terreny (Máttar i Cuervo, 2017). Fomenta l'intercanvi d'informació en la planificació i dona suport a la coordinació i cooperació horitzontal i vertical. A més, si es combina aquesta metodologia amb un procés participatiu en què participin els ciutadans o les parts interessades, el resultat pot possibilitar la identificació i definició de polítiques més profundes, dirigides a la comunitat i acceptades per aquesta, tant definides com constituïdes per l'administració i la ciutadania.

Aquesta metodologia normalment es gestiona de manera presencial. A causa de la pandèmia, el procés es podia dur a terme a distància. Així doncs, a més dels passos principals del procés, a continuació es descriu una eina informàtica que permet desenvolupar-lo i supervisar-lo de forma remota. Aquesta eina hauria de consistir en un entorn informàtic amb funcions diferenciades (sales) i amb accés restringit, però accesible a tots els usuaris per a la consulta dels resultats. Per tant, hauria de portar a terme les tasques de foment a la co-planificació i les propostes, però també a l'observació i la consulta.

La descripció general d'aquest procés operatiu (eina operativa) deriva principalment de l'estudi d'un cas pilot desenvolupat per la Fundació de Recerca CIMA al territori de Cinque Terre, a la regió de Ligúria. La zona es caracteritza per la presència d'un flux turístic molt elevat per l'excepcionalitat del seu paisatge, declarat patrimoni de la humanitat i parc nacional per la Unesco, per una fragilitat hidrogeològica elevada a causa de conques hidrològiques molt petites propenses a patir inundacions sobtades, i per una gestió territorial poc atenta als riscos hidrogeològics (abandonament de terrasses, presència de canals enterrats, etc.).

El desenvolupament d'un procés participatiu en la planificació de la protecció civil amb un enfocament integrat es caracteritza per dues fases principals: el disseny i la implementació. Cada fase es porta a terme mitjançant diferents passos (vegeu Figura 9).

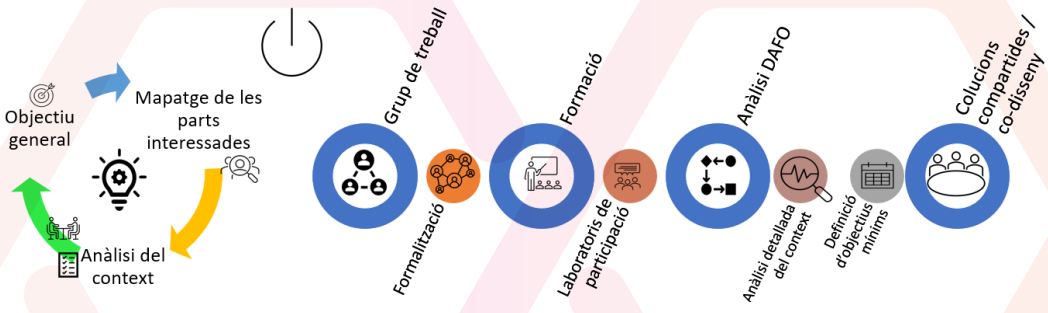


Figura 9. Esquema dels passos per al desenvolupament del procés.

1. FASE DE DISSENY

Identificació de les institucions

A fi de dissenyar un procés participatiu eficaç, és fonamental identificar correctament les institucions implicades en els diferents àmbits territorials, parant atenció a incloure aquelles que tenen competències específiques i aquelles que tenen competències més generals, però que poden afectar les opcions que aniran apareixent pel camí o influir-les.

Per aquest motiu, en el context de la planificació de la protecció civil amb un enfocament integrat, cal identificar les institucions amb una competència específica en protecció civil i d'altres amb competències de planificació territorial.

ELEMENTS QUE ES PODEN CARREGAR A L'EINA INFORMÀTICA: llistat de les institucions participants.

Investigació i anàlisi preliminar del context (i del sistema local de protecció civil) i identificació de debilitats o elements crítics (entrevistes semiestructurades i anàlisi bibliogràfica)

Aquest pas s'aconsegueix mitjançant:

- una anàlisi preliminar feta per experts, i
- entrevistes individuals o grupals (en forma de reunions de grup) amb l'objectiu d'analitzar les debilitats del sistema local de protecció civil i identificar els reptes que el sistema haurà d'afrontar en el context del canvi climàtic.

Les dues activitats són útils per fer un seguiment dels rols dels actors institucionals en les diferents fases de gestió del risc i identificar sinergies que es podrien desenvolupar en una planificació integrada de protecció civil, abordant una visió global dels problemes que han sorgit, així com tractar solucions integrades i compartides.

ACCIONS A LES QUALS POT DONAR SUPORT L'EINA INFORMÀTICA: reunions de grup i entrevistes.

ELEMENTS QUE ES PODEN CARREGAR A L'EINA INFORMÀTICA: esquema de rols i responsabilitats reals i recopilació de plans i procediments existents.

Definició de l'objectiu general (consulta i/o co-disseny amb actors institucionals) i actualització de la identificació de les institucions

Abans de començar a implementar un procés participatiu en general, i relacionat amb la protecció civil en particular, cal definir els objectius i el tipus/nivell de participació.

L'objectiu general del procés s'ha de definir conjuntament amb les institucions, a partir dels elements del context (resultats del procés d'investigació preliminar i anàlisi del context) i de la seva viabilitat, avaluada per les parts. Ha de ser un objectiu clar i compartit, cosa que afavorirà que els actors institucionals es facin càrrec de la implementació del procés. Si no se'n fan càrrec, el procés participatiu podria resultar ineficaç.

ACCIONS A LES QUALS POT DONAR SUPORT L'EINA INFORMÀTICA: debat i co-planificació entre institucions i tècnics/experts.

ELEMENTS QUE ES PODEN CARREGAR A L'EINA INFORMÀTICA: sistematització de reunions de grup, descripció de l'objectiu general del procés i definició d'una metodologia.

2. IMPLEMENTACIÓ

Constitució i formalització del grup de treball interinstitucional

La constitució formal del grup de treball interinstitucional és un pas molt important per a l'eficàcia del procés participatiu. Consisteix a identificar les persones que es comprometen a seguir aquest procés, de manera que n'assegura el desenvolupament. La formalització, de fet, inicia un procés de més empoderament dels individus, els quals, així, oficialment formen part del camí.

ACCIONS A LES QUALS POT DONAR SUPORT L'EINA INFORMÀTICA: presentació del document de compromís i document de compromís.

ELEMENTS QUE ES PODEN CARREGAR A L'EINA INFORMÀTICA: document de compromís.

Formació

Un altre element clau per a l'eficàcia del procés és la construcció d'un llenguatge comú i adequat sobre els riscos i la seva gestió per part del grup de treball interinstitucional. Per aquest motiu, un cop formalitzat el grup de treball, és important impartir sessions formatives sobre les temàtiques de gestió de riscos i protecció civil.

ACCIONS A LES QUALS POT DONAR SUPORT L'EINA INFORMÀTICA: classes en línia, tallers i material detallat.

ELEMENTS QUE ES PODEN CARREGAR A L'EINA INFORMÀTICA: lliçons en línia i material detallat.

Anàlisi DAFO participativa sobre l'objectiu general identificat en la fase anterior

L'anàlisi DAFO s'utilitza habitualment en la planificació estratègica per avaluar les fortaleses, debilitats, oportunitats i amenaces d'un projecte i per dur a terme una avaluació sistemàtica de l'*statu quo* respecte a la possible implementació del projecte.

En el context del procés participatiu per a la planificació de la protecció civil, aquesta anàlisi té entre els seus objectius principals:

- comprendre i contextualitzar quines poden ser les qüestions crítiques per assolir l'objectiu del procés,
- identificar de manera compartida els elements que poden afegir-se al procés, i
- compartir les oportunitats que hi hauria a la zona amb la realització del procés.

Mitjançant aquesta anàlisi, es fa possible planificar amb més detall el procés participatiu i els seus objectius específics.

Co-disseny/Identificació de solucions al problema determinat dins del grup de treball interinstitucional

Aquest és el pas de la implementació del procés participatiu en el qual es sistematitzen les diferents informacions, intercanvis i reflexions per identificar les actuacions de protecció civil útils per aconseguir els objectius específics i, per tant, l'objectiu general.

En particular, aquesta fase es porta a terme mitjançant taules de discussió interinstitucionals al voltant de la consecució dels objectius específics. Aquestes taules han de ser gestionades i motivades per un facilitador.

Atesa la complexitat d'aquest tema, i que les actuacions de protecció civil sempre influeixen en la capacitat local de protecció civil, però que també poden ser efectives per reduir la vulnerabilitat i l'exposició, les possibles solucions identificades es poden agrupar en macrogrups que tenen com a referència el component de risc sobre el qual incideixen principalment.

ACCIONS A LES QUALS POT DONAR SUPORT L'EINA INFORMÀTICA: taules de discussió.

ELEMENTS QUE ES PODEN CARREGAR A L'EINA INFORMÀTICA: taula de discussió final + decisions finals.

Les directrius descrites anteriorment es poden adaptar per preparar-se per a altres escenaris que involucrin actors de múltiples organitzacions o sectors, per exemple, incendis forestals, i contextos regionals. El procés descrit és el més adequat per ser implementat en l'àmbit local.

Per saber més sobre aquesta eina, vegeu *Guidelines for flood civil protection planning with a participatory approach*, disponible en línia.

II.3.2. PROTOTIP PER MILLORAR LA PRESA DE DECISIONS EN LA GESTIÓ DEL RISC D'ESLLAVISSADES I DESPRENIMENTS

Per Peter Andrecs, Karl Hagen i Matthias Plörer (BFW)

A Àustria generalment hi ha disponible molta informació per a la gestió de riscos. Així, la combinació dels mapes d'índex de perill i la informació de les infraestructures permeten una identificació aproximada dels possibles focus de risc. Aquests enfocaments són estàtics, encara que la gestió de riscos i la protecció civil actuals tenen un gran component dinàmic. Cal tenir en compte els efectes previstos del canvi climàtic, com el desglaç del permafrost i la desforestació, basant-se en la informació rellevant disponible. Per exemple, podem trobar el *Mapa d'índex de permafrost alpí*, que mostra la probabilitat de trobar condicions subterrànies de congelació, o mapes que inclouen informació específica sobre la silvicultura.

S'han d'implementar en enfocaments específics juntament amb els efectes previstos del canvi climàtic. En el cas del desglaç del permafrost, els antics talussos estables poden canviar el seu comportament. La intersecció de la capa de permafrost amb una capa de les infraestructures alpines indica futures zones de risc (Figura 10).

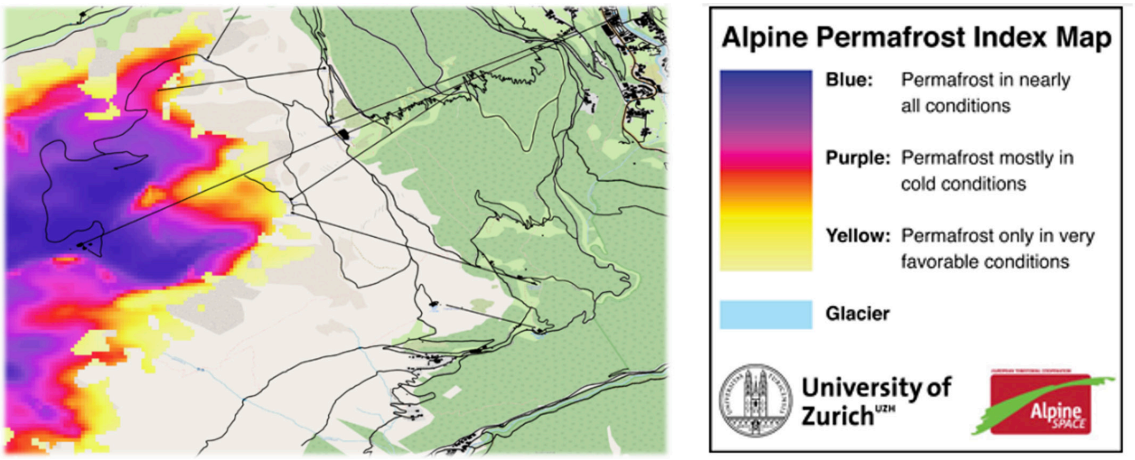


Figura 10. Superposició del mapa de l'índex de permafrost alpí amb les infraestructures alpines actuals.

Per elaborar un escenari futur de risc real, per exemple, sobre el futur increment dels despreniments i esllavissades i la seva intersecció amb els béns, cal combinar el conjunt de dades existents (Mapa Digital d'Elevacions (MDE), capa d'infraestructures, mapa d'índex de permafrost; Figura 11). Ja hi ha disponibles diverses aplicacions (programari comercial i de codi obert; per exemple, Figura 12).

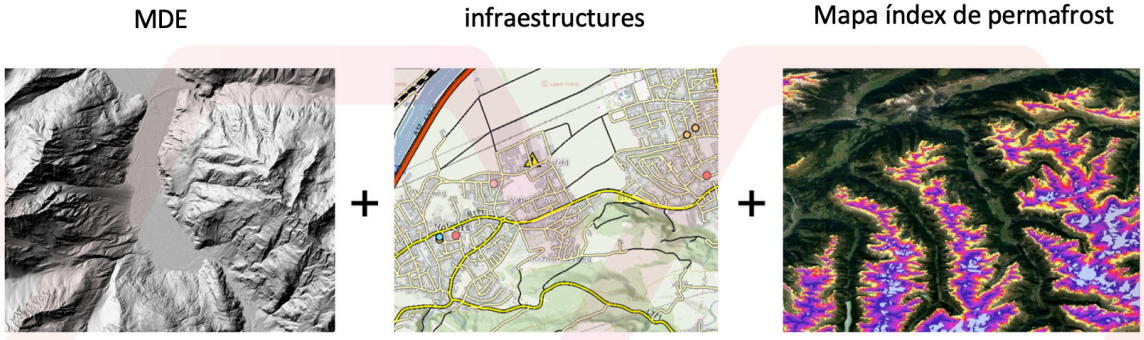


Figura 11. Dades existents gratuïtes i disponibles en línia.

Figura 12. Programari existent, per exemple, per a simulacions de despreniments de roques (descarregable en línia) © D'Amboise.

Tot seguit, es poden determinar les zones on es produiran despreniments en un escenari anterior i posterior al desglaç del permafrost. Les àrees de sortida que majoritàriament es troben per sota de la línia límit actual del permafrost (vegeu els píxels blaus a la Figura 13) representen l'escenari anterior al desglaç del permafrost. Les àrees font que també inclouen escarpaments per sobre de la línia límit actual del permafrost (vegeu els píxels blaus i també vermells a la Figura 13) representen l'escenari posterior al desglaç del permafrost.

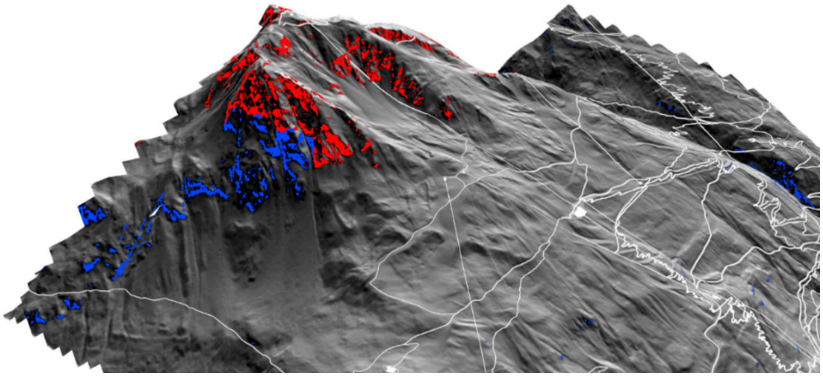


Figura 13. Principals zones de despreniment de roques en un escenari sense degradació del permafrost (píxels blaus) i possibles zones de despreniment de roques en un escenari amb una degradació futura del permafrost (píxels blaus i vermells). Model del terreny: Land Tirol / Tiris.

El càlcul de l'abast dels despreniments o esllavissades proporciona l'esbós d'un escenari de risc previ i posterior al canvi climàtic.

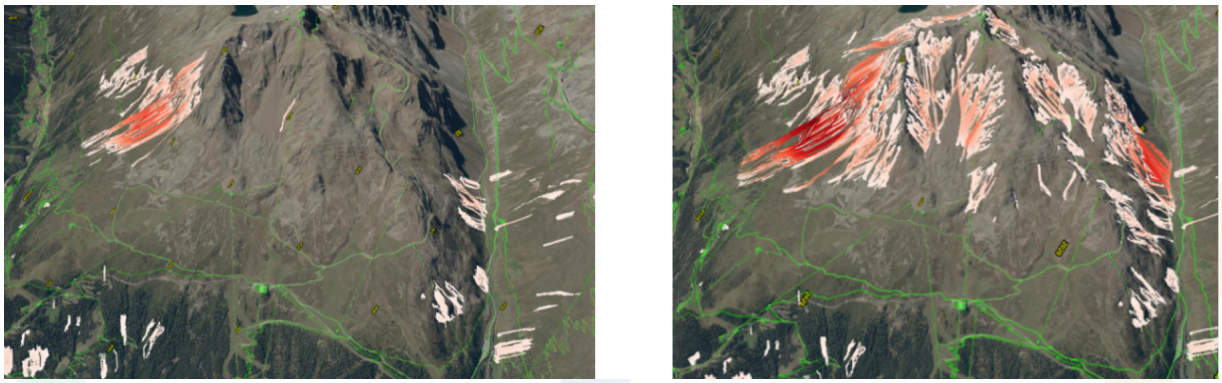


Figura 14. Esquerra: propagació de despreniments de roques utilitzant només les zones d'alliberament per sota del límit actual del permafrost; Dreta: propagació de despreniments de roques utilitzant també les zones d'alliberament per sobre del límit actual del permafrost. Ortofoto i model del terreny: Land Tirol / Tiris.

La comparació dels dos escenaris (per exemple, despreniments, Figura 14) permet fer una estimació aproximada de les condicions canviants del perill futur, i amb la combinació de les infraestructures (marques verdes) es pot deduir la situació de risc a causa de l'escalfament global i el desglaç del permafrost que aquest implica.

A la Figura 15 es mostra una visió general esquemàtica d'un prototip de DSS. Al quadre de l'esquerra s'enumeren els proveïdors d'eines existents així com els receptors potencials del nou DSS. El cercle intern inclou els principals responsables de protecció civil, és a dir, els municipis i els seus organismes oficials. Són el grup objectiu potencial del nou DSS. Al quadre superior dret es mostren els principals canvis ambientals (pel que fa a despreniments i esllavissades) a causa del canvi climàtic (desglaç del permafrost i desforestació). El quadre inferior dret indica l'aplicació del coneixement existent (dades, eines) i el desenvolupament d'eines dinàmiques de gestió de riscos.

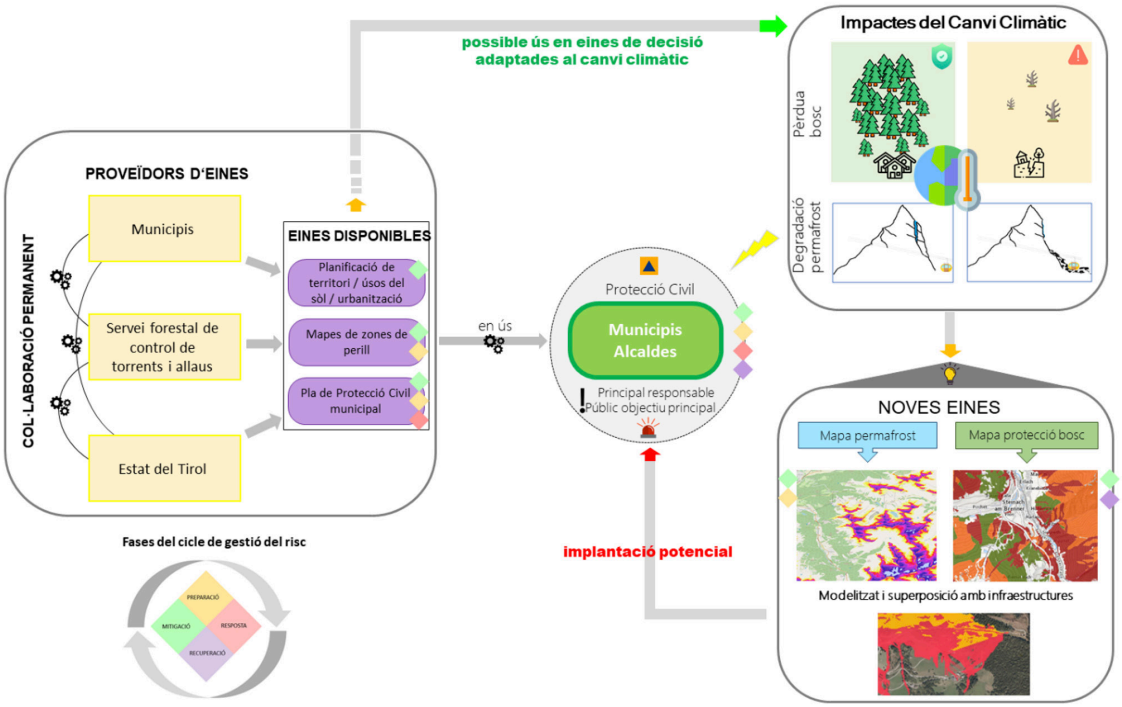


Figura 15. Esquema del DSS per a condicions canviants (per exemple, degradació del permafrost, desforestació).

Per obtenir més informació sobre aquesta eina, vegeu *Prototype for improved decision making in landslide and rockfall risk management*, disponible en línia.

II.3.3. DIRECTIUS PER A UN PLA PARTICIPATIU DE GESTIÓ DE CRISI PER GESTIONAR LES VENTADES A LES CARRETERES

Per Carolin Mayer, Yvonne Hengst-Ehrhart i Christoph Hartebrodt (FVA)

A continuació es descriu un procediment perquè les persones i organitzacions que treballen en protecció civil o en el sector forestal desenvolupin un pla de gestió de crisi de manera participativa. La seva implementació s'il·lustra amb l'exemple d'un procés participatiu que va tenir lloc la primavera del 2021 al districte forestal d'Oberkirch a Baden-Württemberg, al sud-oest d'Alemanya. El districte forestal es troba al límit de la Selva Negra, i el travessen una sèrie de carreteres molt transitades. Amb el canvi climàtic, s'espera que la regió experimenti tempestes hivernals més intenses, per això cal preparar-se per a aquests fenòmens.

El procés que es descriu a continuació ajuda a estructurar la col·laboració mitjançant un desenvolupament participatiu de vies de comunicació i intercanvi d'informació en l'àmbit local abordant totes les fases del cicle de gestió de la crisi: prevenció, preparació, resposta, recuperació. El procés de col·laboració per desenvolupar un pla de gestió de crisi, així com el mateix pla, poden ser el punt de partida per enfortir o construir noves xarxes entre organitzacions. En definitiva, la implementació del pla i el manteniment d'aquestes xarxes depèn dels professionals locals. Aquestes directrius també es poden adaptar per preparar-se per a altres escenaris que involucrin actors de múltiples organitzacions o sectors, per exemple, situacions amb incendis forestals o pluja intensa.

El desenvolupament d'un pla de gestió de crisi consisteix en diversos passos: 1) determinar l'objectiu i l'abast del pla, 2) contactar amb els actors rellevants, 3) entrevistar els actors rellevants individualment, 4) portar a terme un taller per aprofundir en el mapa de processos i discutir els mitjans de col·laboració entre les organitzacions, 5) fer un esborrany del pla de gestió de crisi, 6) obtenir un retorn sobre l'esborrany i 7) acabar el pla de gestió de crisi i difondre'l. Es recomana que una persona moderi tot el procés.

El centre d'aquest procés és l'anomenat "mapa de processos" que va acompanyat de "bríefings de procés" (vegeu la Figura 16 i Figura 17). Un mapa de processos és una eina per visualitzar els elements individuals del procés en cadascuna de les quatre fases de la gestió de crisi: prevenció, preparació, resposta i recuperació. Per a cadascuna d'aquestes fases, es distingeixen tres capes: (en aquest cas) "boscos i carreteres", "organitzacions" implicades en la gestió de crisi (per exemple, l'administració forestal, els bombers) i "medi ambient", que fa referència als actors i organitzacions no implicats directament en la gestió de la crisi, en particular els mitjans de comunicació, el públic en general i, en el nostre cas, els visitants del bosc i les persones que hi són de pas.

Mitjançant el procés participatiu (que es descriu a continuació), els actors de diferents organitzacions treballen per desenvolupar un mapa de processos que concreti aquelles activitats en la gestió de crisi que requereixen algun tipus de col·laboració que excedeix els límits de les organitzacions, com ara l'intercanvi d'informació inicial o la comunicació directa durant una crisi. Com a tal, el mapa visualitza la interconnexió entre les diferents organitzacions i facilita una anàlisi estructurada i participativa dels passos necessaris a seguir per aprofitar al màxim el coneixement, els recursos i l'experiència disponibles. Atès que el mapa serveix principalment com un exemple i una visió de conjunt, s'acompanya de bríefings del procés que descriuen amb més detall què implica cada element, com se supervisa, qui hi està implicat i de quina forma, i què s'ha de fer per assolir els objectius en la realitat. Junts, el mapa i els bríefings formen un pla bàsic per gestionar la crisi.

1) Determinació de l'objectiu i l'abast del pla

El primer pas consisteix a definir l'objectiu i l'abast del pla de gestió de crisi. Cal esbossar clarament l'escenari que s'ha de planificar, el seu abast geogràfic, així com la manera com se centra en aquells processos que impliquen múltiples organitzacions, és clau. Això ajuda que tots els passos posteriors siguin clars i que les expectatives dels participants pel que fa al pla siguin realistes.

En aquest cas d'estudi al districte forestal d'Oberkirch, a Alemanya, l'objectiu consistia a desenvolupar un pla de gestió de crisi per a una tempesta hivernal amb arbres caiguts per ventades a les carreteres

d'un districte forestal específic; el propòsit era estructurar la comunicació i la col·laboració entre els actors de diferents organitzacions en totes les fases del cicle de gestió de crisi (prevenció, preparació, resposta, recuperació). Per tant, no es pretenia mostrar tots els processos que es portaven a terme en cada organització relacionats amb aquest tipus de tempestes, ni tampoc abordar la gestió dels danys causats pel vent al bosc lluny de la carretera.

2) Contactar amb els actors rellevants

En primer lloc, cal identificar els actors rellevants i contactar-hi per a l'escenari previst. Començant pels candidats més evidents, es pregunta a cadascun qui més o quines altres organitzacions cal incloure en el pla. La posició exacta que ocupa l'entrevistat en la seva organització no és gaire important sempre que pugui parlar pels processos i recursos interns de l'organització. Més tard, les persones que participen en el procés de desenvolupament de la gestió de crisi poden utilitzar-se com a punt de contacte per a consultes d'altres participants provinents d'altres organitzacions.

En aquest cas pràctic, vam començar posant-nos en contacte amb l'agència de gestió forestal i les de gestió de carreteres responsables del districte d'Oberkirch. També es va contactar amb el departament de bombers, el centre de control dels serveis d'emergències del comtat, les associacions de propietaris forestals privats i la indústria silvícola, així com les unitats locals de la Technisches Hilfswerk, que proporciona un servei de protecció civil a Alemanya, i el cos de reserva de l'exèrcit. Per representar diferents punts de vista dins de la seva organització, algunes van recórrer a més que empleats. Per exemple, tant un supervisor de districte com un guarda forestal van participar en el procés.

3) Entrevistes individuals

Les entrevistes individuals amb tots els actors rellevants (els futurs participants del taller) serveixen per entendre els diferents punts de vista sobre els desafiaments associats als fenòmens de tempestes hivernals, així com els recursos i capacitats que poden aportar diversos actors i organitzacions per gestionar-les.

Les entrevistes també serveixen com a preparació per al taller posterior; són una oportunitat per familiaritzar els entrevistats amb el concepte de dividir la gestió de crisi en quatre fases i distingir els processos que tenen lloc al bosc, a les organitzacions respectives i en relació amb el medi ambient (per exemple, mitjans de comunicació, públic general). Les aportacions rebudes a través de les entrevistes individuals serveixen per elaborar un primer esborrany d'un mapa de processos, cosa que serà fonamental per guiar els debats del taller.

En aquest cas, el moderador va entrevistar 11 persones per telèfon a causa de les restriccions de mobilitat relacionades amb la Covid-19. Cada entrevista va durar entre 30 i 45 minuts, i va tractar els temes següents: experiència prèvia amb tempestes hivernals, ventades a les carreteres i col·laboració associada amb altres organitzacions, desafiaments relacionats amb aquests fenòmens, recursos per contribuir a les fases de prevenció, preparació, resposta i recuperació en cas de tempestes hivernals i suggeriments de millores futures. A partir de les entrevistes, el moderador va elaborar un primer mapa de processos (vegeu Figura 16).

4) Taller

El taller té dos objectius principals: és una oportunitat perquè els participants de diferents organitzacions es trobin (idealment en persona). Per facilitar la creació de xarxes, es recomana prou temps perquè cada participant es presenti, així com per als intercanvis informals, per exemple, durant les pauses. A més, el taller serveix per debatre el primer esborrany del mapa de processos, que mostra els punts d'interacció entre diferents organitzacions. D'aquesta manera, el mapa de processos permet als participants consensuar totes les fases del cicle de gestió de crisi i, a més, facilita el debat sobre com arranjar l'intercanvi entre organitzacions. Els suggeriments són recollits i registrats pel moderador, i posteriorment s'inclouen en el primer esborrany del pla de gestió de crisi.

A causa de la Covid-19, el taller per al districte forestal d'Oberkirch s'ha hagut de fer en línia. El punt central del taller va ser l'esborrany del mapa de processos que reflectia les idees obtingudes a partir de les entrevistes. Els participants van tenir l'oportunitat de fer-hi comentaris i correccions abans de discutir suggeriments per a millores futures. La majoria dels suggeriments van girar al voltant de facilitar més l'intercanvi d'informació en les fases de prevenció i preparació. Per exemple, els participants van acordar que seria beneficiós establir un sistema d'intercanvi d'informació de contacte, així com esquemes que

indiquin les responsabilitats dels guardaboscos, l'agència de gestió de carreteres i els departaments de bombers.

5) Fer un esborrany del pla de gestió crisi

A partir de les aportacions del taller, el moderador redacta la primera versió del pla de gestió de crisi. Consisteix en el mapa de processos i un document de text que conté "bríefings del procés" (Figura 17) que descriuen els processos individuals de manera més detallada, amb una descripció, qui n'és a càrrec i qui hi participa. El bríefing també enumera els passos a fer si un procés requereix una acció inicial o noves rutines per implementar. Aquest és el cas especialment de nous processos o elements modificats del procés, per exemple, la implementació d'un intercanvi regular d'informació de contacte entre diferents organitzacions.

6) Obtenir retorn/*feedback* sobre l'esborrany

Els participants del taller tenen l'oportunitat de llegir i comentar l'esborrany. El seu retorn s'integra en la versió final del pla de gestió de crisi, cosa que garanteix que s'abordin les necessitats i preocupacions d'àmbit local.

7) Pla de gestió de crisi definitiu

Després d'incorporar els comentaris dels participants, el pla de gestió de crisi es pot enllestir i distribuir a tots els participants i tercers interessats. Un resultat menys tangible, encara que igual d'important, són les xarxes construïdes entre les organitzacions.

Les directrius descrites anteriorment es poden adaptar per preparar-se per a altres escenaris que involucrin actors d'altres organitzacions o sectors, per exemple, fenòmens d'incendis forestals o de pluja intensa i contextos regionals. El procés descrit és el més adequat per ser implementat en l'àmbit local o regional.

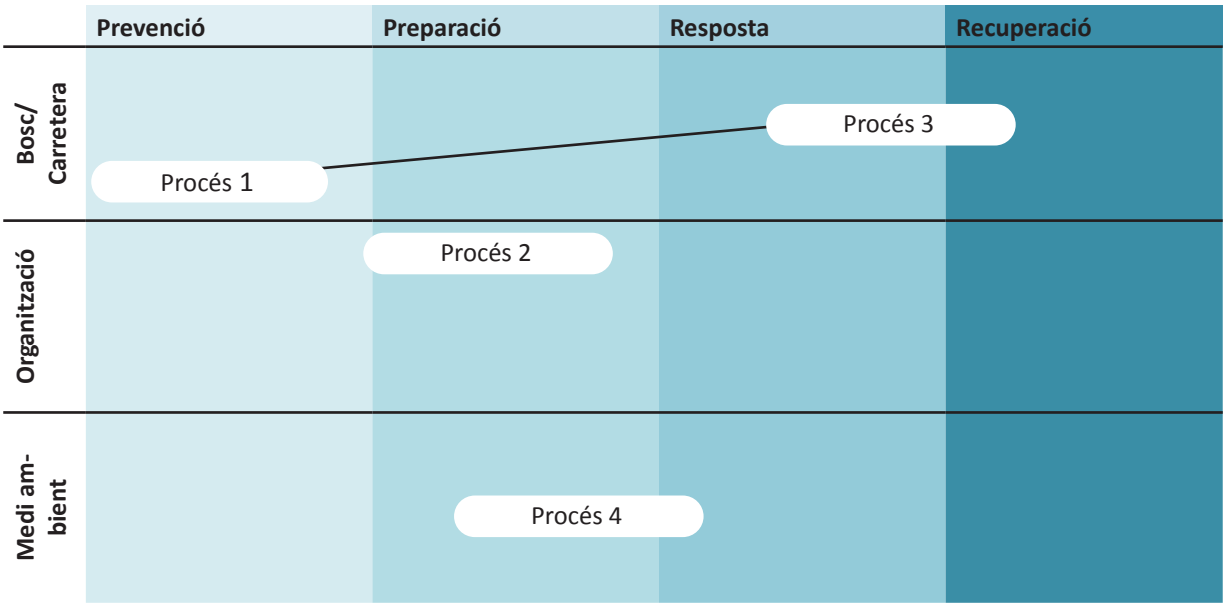


Figura 16. Plantilla per a un mapa de processos; les columnes indiquen les fases del cicle de gestió de crisi, les línies representen els diferents nivells.

Codi de colors: indica les organitzacions implicades en els processos	
Títol del procés	
Descripció breu del procés	
Qui n'és a càrrec	Qui / Quina organització és a càrrec d'implementar aquest procés?
Qui hi participa / Qui n'està informat	Quines organitzacions estan participant en la implementació o n'estan informades?
Passos pendents	Què ha de passar per completar el procés?

Figura 17. Plantilla per a un brífing del procés. Per a cada procés que es mostra al mapa de processos, el pla de gestió de crisi inclou un brífing.

Per saber més sobre aquesta eina, vegeu *Guidelines for a participatory crisis management plan to manage wind throw along roads*, disponible en línia.

II.3.4. EINA DE SUPORT I DIRECTRIUS PER A UNA AVALUACIÓ, PLANIFICACIÓ I CONSCIENCIACIÓ INTEGRADA DEL RISC D'INCENDI FORESTAL

En un context de canvi global, la gestió del risc d'incendi forestal està arribant a alts nivells de complexitat, i és llavors quan els mètodes integrats i participatius poden oferir: avantatges en termes de cooperació entre diverses agències, l'ús intel·ligent dels recursos de mitigació de riscos i la implicació de les parts. En base a l'anterior, dins del projecte RECIPE, s'han dut a terme tres accions en diferents llocs pilot situats a Espanya i Portugal. I s'han desenvolupat de la manera següent:

i) Un nou mètode d'avaluació i planificació integrada del risc d'incendi forestal amb un enfocament específic en els requeriments de Protecció Civil (cas pilot al municipi del Bruc, Espanya, liderat pel CTFC).

ii) Eines per millorar la cultura de risc d'incendi forestal i la sensibilització en la infància i les comunitats en interfície urbano-forestal (el Bruc, liderat per la PCF).

iii) Un sistema de suport a la presa de decisions per prioritzar la gestió del combustible a les interfícies urbano-forestals (al municipi de Mafra, Portugal, liderat per l'ISA).

II.3.4.1 Mètode integrat d'avaluació i planificació del risc d'incendi forestal incloent la participació d'actors per a comunitats resilients a nivell local

Per Eduard Plana i Marta Serra (CTFC)

Aquest capítol descriu una nova metodologia d'avaluació i planificació de riscos (A&PR) per abordar estratègies integrades de prevenció, preparació, resposta i recuperació desenvolupades i implementades en l'àmbit local. El mètode aborda el risc d'incendi forestal d'una manera sistèmica, amb l'objectiu de millorar l'ús intel·ligent dels recursos (limitats) per mitigar els riscos, promoure sinergies entre les agències i amb les comunitats locals, així com fer més coherents les polítiques de reducció de riscos des d'una perspectiva de protecció civil i resiliència del paisatge.

Per a la implementació, es va seleccionar un territori de l'àmbit local per explorar la consonància amb la majoria d'eines de planificació territorial i de riscos que s'implementen als municipis. La població escollida, el Bruc (situada al límit de l'àrea metropolitana de Barcelona), presenta una gran diversitat de situacions de risc (interfície urbano-forestal, espais naturals protegits, infraestructures crítiques com ara gasolineres i autopistes, activitats turístiques o grans boscos). El Bruc també representa la situació de molts municipis petits (2.202 habitants el 2020) amb recursos limitats i una superfície important per gestionar (47,2 km^2).

Imatge 8. (A dalt) Reunió amb l'alcaldessa del Bruc, analitzant els factors de risc i la visió general del sector del Peudemont de Montserrat (a baix). Es van realitzar visites de camp amb diferents actors amb l'objectiu d'entendre la perspectiva de cadascun i, en el cas dels cossos d'emergència, conèixer els requeriments operatius de cadascun (©Plana).

Metodologia des de l'anàlisi PEV fins a la planificació integrada del CGR

El mètode A&PR porta a terme un procés de tres passos (Figura 18) per tal d'abordar la gestió integrada del risc d'incendi forestal (GIRIF), en què la protecció de la població exposada, les infraestructures i els serveis ecosistèmics se centren en l'impacte potencial d'uns escenaris de risc d'incendi forestal

pre-definits.

En un primer pas, s'identifiquen els components principals de perill, exposició i vulnerabilitat (PEV). Dins de l'anàlisi del factor de perill, s'exposen els escenaris de risc d'acord amb els possibles fenòmens d'incendi forestal que puguin succeïr al territori. Després es proposen les mesures de disminució de risc corresponents per a cada factor, i se n'identifiquen les eines i les parts implicades. Finalment, s'organitzen escenaris de risc pre-definits i mesures de mitigació relacionades dins les etapes del cicle de gestió del risc (CGR) i les eines de planificació corresponents de manera coherent i sinèrgica, per poder integrar de manera efectiva els requeriments de gestió d'emergències per millorar les capacitats de la protecció civil en les eines de planificació sectorial corresponents.

Amb aquest mètode, la disminució del risc s'aborda com un servei ecosistèmic. En conseqüència, el mapa de les parts implicades es fa de manera exhaustiva, i s'hi inclou tant allò relacionat amb les activitats generadores de risc com allò que contribueix a disminuir-lo. Per tant, s'identifiquen els "proveïdors" de reducció de riscos i els "beneficiaris" corresponents. Així, en l'última etapa, el procés permet implicar les parts de manera molt operativa (responent preguntes com quines són les mesures, quin és el meu paper i en quina eina de planificació es podrien ajustar les mesures), de manera que s'impliquen en la definició d'escenaris i alternatives de mitigació de riscos i alhora es fomenta la consciència del risc i el sentit de comunitat.

En la definició de les mesures de mitigació de riscos s'implementa la **seqüència dels factors PEV** en termes de gestió del risc (Requadre 5). En conseqüència, les mesures de mitigació s'equilibren segons el nivell de risc, "començant" per mesures capaces de reduir el perill, després, buscant opcions per reduir l'exposició i, finalment, definint accions per reduir la vulnerabilitat. D'aquesta manera, s'estableix un terme mitjà entre les mesures de mitigació del PEV i es dona visibilitat de manera pràctica a les conseqüències d'actuar o no, i es tracen així, vies alternatives per disminuir el risc en cada cas.

Al final del procés, les sinergies entre les mesures per mitigar el risc i les activitats del territori s'identifiquen i potencien millor, de manera que la coherència de les polítiques i la rendibilitat de la GIRIF milloren amb una implicació en la operació de les parts (Requadre 4).

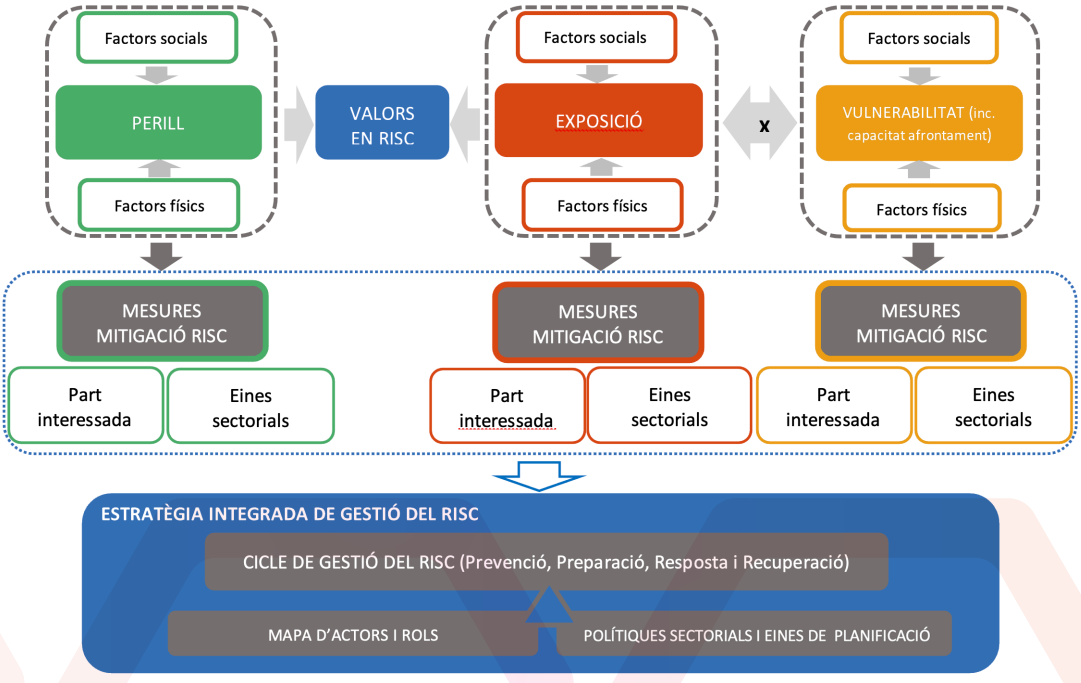


Figura 18. Seqüència d'anàlisi i planificació de riscos dirigida a estratègies de gestió del risc integrades, rendibles i sinèrgiques.

Requadre 4. Exemple de resultats d'anàlisi i planificació del risc (A&PR) pel que fa a la coherència de polítiques.

- **Promoure la idea de cultius estratègics i boscos gestionats per reduir la capacitat de propagació d'incendis forestals** i incloure'ls en la planificació territorial i urbanística i les polítiques sectorials corresponents, definint incentius per donar-los suport com a infraestructures de Protecció Civil.
- Establir **mecanismes de coordinació amb els municipis veïns i iniciatives regionals per augmentar les mesures de mitigació del risc** més enllà dels límits administratius (per exemple, instal·lacions d'evacuació/confinament o àrees de tractaments per a la prevenció d´incendis), incloent-les en la planificació local/regional, i alhora utilitzar el procés per reforçar la comunitat de risc.
- **Incloure els actors relacionats de manera proactiva** al mecanisme de Protecció Civil (com ara els gerents dels centres turístics, que poden proporcionar un primer avís als clients i gestionar protocols d'emergència pre-definits i practicats).
- **Revisar els mecanismes legals per buscar l'ús més eficient dels recursos limitats** a fi de disminuir el risc (per exemple, permetre re-assignar les despeses dels tractaments per a la prevenció d´incendis de la franja perimetral de la interfície urbano-forestal per reduir la vulnerabilitat a través de les pastures o promoure l'enginyeria forestal en zones adjacents on es pugui reduir l'exposició).
- Fer visible **l'equilibri entre els factors PEV** creant mesures operatives, tècniques, legals i financeres (per exemple, pagant el servei ecosistèmic de reducció de riscos) per contrarestar aquelles accions que generen riscos i compensar les que el redueixen entre les parts implicades.

Imatge 9. (Esquerra) Visita a una zona de pasturatge promoguda pel LIFE+Montserrat, que ofereix prevenció de grans incendis a la zona i simultàniament promou l'economia local, i (dreta) tractaments de combustible executats pel Parc Natural en els camins d'entrada utilitzats per excursionistes i escaladors reduint la vulnerabilitat però també el risc d'ignició per part dels visitants (©Plana).

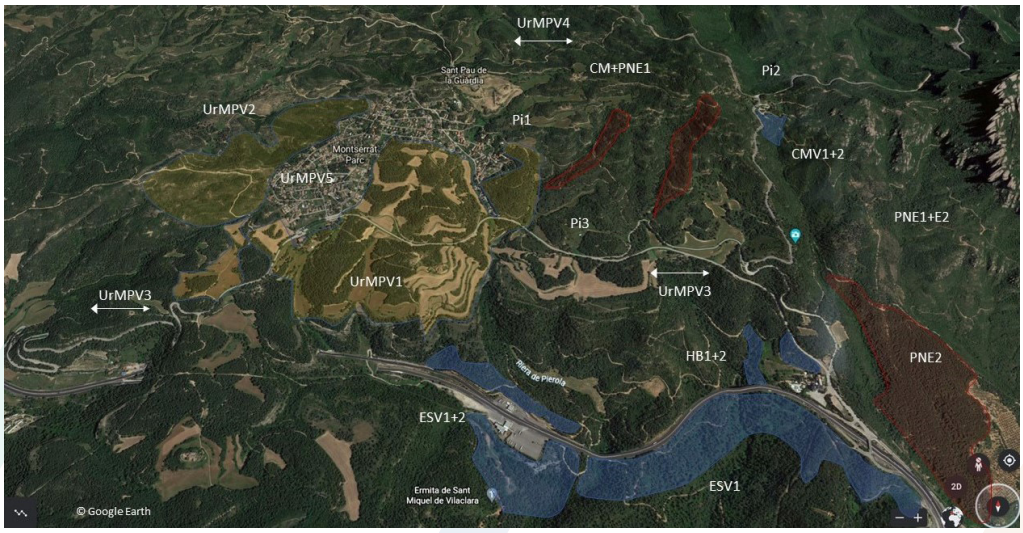


Figura 19. Exemple de figura que representa les mesures de mitigació de riscos en el sector de Montserrat Parc.

Coneixements adquirits, fites principals i propers pasos

El funcionament del mètode està molt influenciat per una comprensió adequada i profunda del procés de risc (expressat a través dels factors PEV i les seves compensacions). En termes de perill, a mesura que es coneixen millor els possibles fenòmens d'incendi forestal a la zona, més precisa serà la definició dels escenaris de risc, i les parts poden participar de manera més coherent en les maneres de disminuir-lo.

Els escenaris d'incendis forestals ofereixen l'avantatge de connectar les necessitats operatives des de l'extinció fins a la prevenció d'incendis, la protecció civil o la planificació urbanística. Compartir aquesta informació es converteix en un punt d'inflexió per avançar cap a la GIRIF. Al contrari, si la informació sobre els patrons dels incendis forestals no és accessible, la gestió de riscos es planificarà des d'una perspectiva de competència del cicle de la gestió del risc dividida (en l'àmbit institucional i espacial), de manera que els recursos s'utilitzaran de manera menys eficient.

Per tant, aquest mètode demostra fins a quin punt els escenaris de risc pre-definits i validats segons una estratègia orientada a l'impacte rebut, poden servir com a referència comuna per a totes les agències de gestió de riscos. Això hauria d'ajudar a implementar les diferents mesures de mitigació de manera coordinada, incorporant-les als plans sectorials corresponents des de la prevenció activa (gestió estratègica del combustible) i passiva (enginyeria forestal, pastures, etc.) fins a la resposta, formulant una estratègia de reducció de riscos compartida per diversos organismes.

A més, l'enfocament integral de la metodologia ajuda a reunir diversos components transversals de la gestió de riscos en un únic procés, des dels referits a l'avaluació, la cartografia i la planificació, fins a la governança i la cultura del risc. A més, dins del procés d'A&PR, els requeriments de gestió d'emergències poden encaixar fàcilment en les etapes de prevenció (incloent, per exemple, la planificació urbanística) per millorar la capacitat de resposta en cas d'incendi forestal.

La implicació de les parts en el procés d'A&PR permet socialitzar l'equilibri entre les situacions de risc i els àmbits d'aplicació de les mesures de mitigació de riscos establint els compromisos, col·laboracions i protocols corresponents, fomentant la consciència del risc i el sentit comunitari. El mètode permet connectar els sectors econòmics i els ciutadans exposats amb aquells actors que disminueixen el risc (per exemple, sensibilitzar la població local sobre com els agricultors locals d'oli d'oliva o el consum de formatge local els "protegeix" dels incendis forestals).

Pel que fa als **passos següents**, l'estratègia desenvolupada té el potencial d'inserir-se en les eines existents per a la planificació territorial i de riscos. També connecta l'economia de mitigació de riscos amb l'economia territorial i crea un sentit comunitari del risc. El cas pilot ha demostrat el paper crucial que tenen les autoritats locals en la implementació de la gestió de riscos i la participació de les parts. Per aquest motiu, les eines i recursos existents i addicionals per reduir riscos haurien de poder articular i posar en marxa estratègies de GIRIF entre i amb les autoritats locals.

Requadre 5. Entendre la seqüència PEV i CGR de la gestió del risc d'incendi forestal.

La gestió del risc d'incendi forestal ha de fer front a un context de risc canviant on es troben les polítiques que aborden el risc d'ignició i propagació del foc, el possible efecte dels incendis d'alta intensitat en la població i les infraestructures exposades, la seguretat i la capacitat de resposta eficient i les estratègies de recuperació per mitigar els efectes cascada del risc d'incendi forestal. Una anàlisi més detallada dels factors de risc mostra com les mesures de mitigació de riscos es distribueixen, d'una banda, en les diferents etapes del cicle de gestió del risc (CGR, de la prevenció a la recuperació) i, de l'altra, aquestes mesures impliquen diferents parts públiques i privades en dos sentits, tant com a "proveïdors" de serveis ecosistèmics de mitigació de riscos (per exemple, boscos privats que evitin els incendis d'alta intensitat) i que alhora en siguin "beneficiaris" (per exemple, desenvolupaments urbans o centres turístics menys vulnerables als incendis forestals).

Pel que fa als components del risc, normalment com més gran és el perill (P) més exposició hi ha (E) i es necessiten més esforços per disminuir la vulnerabilitat (V). Si es redueix P, existeix menys E i es necessita menys reducció de V. Aquesta seqüència és especialment rellevant en el cas dels incendis forestals, en què el P està molt influït per l'ésser humà, ja que els paisatges inflamables són un dels principals factors de risc d'incendi forestal: la reducció de la quantitat de combustible i la modificació de la seva distribució en el paisatge permeten que disminueixi l'aparició d'incendis d'alta intensitat que desborden la capacitat d'extinció i que tenen un impacte en els elements exposats. A més, la planificació urbanística intel·ligent davant el foc també pot tenir un paper crucial en la mitigació de riscos, ja que actua en el procés de "construcció" d'E (per exemple, fomentant un model d'habitatges disseminats en aquells indrets propensos als incendis forestals). Fins i tot quan P i E no es poden reduir, els codis i normatives d'edificació poden permetre reduir V sota llindars de risc constants i adaptats a la capacitat de resposta de cada territori. Per tant, el risc resultant és la suma d'accions que augmenten/redueixen P, E i V. En conseqüència, nivells elevats de PEV poden col·lapsar el sistema i el llindar de risc assumit socialment.

Aquesta transversalitat entre els factors PEV també es pot explicar a través de les etapes del CGR. Les accions de prevenció poden ajudar a reduir el P posant límits als comportaments de risc d'incendis forestals d'alta intensitat mitjançant els boscos privats, els paisatges en mosaic o el control d'ignició. En la fase de prevenció, es poden reduir l'E i la V si es té en compte el risc d'incendi forestal en la planificació urbanística i territorial i els codis d'edificació normatius que s'han d'aplicar en cas de risc. Pel que fa a la preparació, la capacitat de resposta (V) es pot reforçar mitjançant la definició de protocols de protecció civil de confinament o evacuació en cas d'incendi forestal, preparant les infraestructures del territori d'acord amb aquests protocols (per exemple, reduir el combustible en unes vies pre-seleccionades per utilitzar-les com a infraestructura d'evacuació o com a camí als llocs seleccionats per al confinament de seguretat) o desenvolupar sistemes d'alerta precoç (SAP). En algunes regions com Catalunya, a causa de l'elevat nivell de P (paisatges inflamables), el control d'accés als espais naturals s'aplica en períodes d'alt índex de risc d'incendi, cercant la reducció de l'E dels visitants en cas d'incendi forestal (que alhora també posa en perill la capacitat d'extinció), la reducció del P de les ignicions i l'augment de la capacitat de resposta (V) reduint la probabilitat de fenòmens simultanis (menys risc d'ignició). Una resposta altament eficient permet disminuir la propagació dels incendis forestals, sobretot quan es fonamenta en el coneixement dels patrons de comportament d'aquesta mena d'incendis (Costa *et al.*, 2011). Aquesta estratègia permet anticipar la trajectòria de l'incendi forestal abans que es produeixi i augmentar la capacitat de control gestionant el combustible en àrees estratègiques que serveixin de suport a les maniobres del cos de bombers en cas d'incendi forestal. Aquestes àrees estratègiques, per tant, es poden entendre com a infraestructures i recursos per donar suport a l'extinció d'incendis, com ara amb fonts d'aigua o equipaments. Al mateix temps, com més eficient és el cos de bombers i més format i equipat està, més capacitat de resposta té. No obstant, els incendis forestals extrems mostren arreu amb quina freqüència la capacitat d'extinció es veu desbordada a molts països, i com, en aquesta situació, s'adopta una estratègia defensiva que protegeix vides i infraestructures, però que limita la capacitat de controlar la propagació del foc al bosc.

Per tant, en un context de PEV elevat, la resposta ofereix una capacitat limitada per reduir el risc. Això ajuda a entendre el profund vincle que existeix entre els factors de risc i les mesures de disminució dins del CGR en una progressió similar a la del cas del PEV: a mesura que s'adopten més accions de prevenció, es necessiten menys esforços en preparació i resposta, i per tant, es poden esperar menys efectes en la recuperació.

En conseqüència, pel que fa a la gestió de riscos, hi ha una correlació entre el nivell dels factors de risc, l'estratègia a seguir en cas d'incendi forestal i els seus possibles efectes en els valors en risc. L'assumpció (o no) de mesures de reducció de riscos influirà en la manera de gestionar l'emergència i en l'impacte final del fenomen en els ciutadans, les infraestructures i els serveis ecosistèmics. De fet, no existeix un únic escenari de risc, i la gestió del risc d'incendi forestal es pot adaptar al nivell de risc, juntament amb la capacitat de resposta de cada territori i els valors en risc a protegir. El que mostren els incendis forestals extrems al Mediterrani és que, en la majoria dels casos, la fase de resposta, complementada amb les accions estàndard de prevenció (tallafocs, controls d'ignició, etc.) i preparació (plans de Protecció Civil) poden fer front a la majoria dels incendis forestals, però una petita proporció d'aquests incendis que cremin amb molta intensitat poden col·lapsar el sistema i afectar centenars o milers d'hectàrees. Això significa que la capacitat de resposta, en aquests escenaris de risc, s'hauria de complementar amb accions addicionals de prevenció i preparació capaces de reduir els factors PEV. En aquest sentit, s'han d'enunciar objectius pre-definits d'acord amb l'estratègia de gestió de riscos adoptada, per exemple: per garantir la seguretat de la població i alhora ser capaços de poder garantir la protecció dels boscos seran necessaris diferents recursos i accions. En aquest sentit, atès que el paisatge inflamable esdevé un factor P, es poden adoptar estratègies mútuament beneficioses mitjançant terrenys resistents al foc d'alta intensitat, fomentant estructures forestals capaces de protegir els valors en risc. El context de risc creixent a causa del canvi climàtic i dels usos del sòl, està posant a prova les estratègies centrades en l'extinció i és per això que cada cop es necessita un equilibri major entre els factors PEV i les mesures del CGR. La participació de les parts en aquests debats sobre les alternatives de gestió de riscos hauria d'ajudar a articular les contribucions necessàries d'individus i organismes públics i privats d'una manera més sinèrgica i eficient econòmicament, a més de coherent amb les polítiques, per tal de protegir les comunitats amb càrrega de combustible de les tempestes de foc.

II.3.4.2 Eines per millorar la cultura del risc d'incendi forestal i la sensibilització dels infants i les comunitats en interfícies urbano-forestals

Per Guillem Canaleta i Jordi Vendrell (PCF)

Sensibilitzar sobre el risc les comunitats exposades i vulnerables als incendis continua sent un desafiament. Per aquest motiu, es va testar específicament una activitat porta a porta al municipi del Bruc. Es va organitzar una jornada de preparació contra els incendis forestals amb l'objectiu d'impulsar la participació de la població exposada, sensibilitzar-los sobre el risc i facilitar que esdevinguin un actor proactiu en les estratègies de reducció del risc de desastres (RRD) al seu municipi. L'activitat ha estat possible gràcies a la implicació de l'ajuntament i els organismes de gestió de riscos (bombers, Consell Comarcal, policia i Protecció Civil).

Figura 20. Passos del Dia de la Preparació (Preparedness Day, en el terme original en anglès) per als incendis forestals.

Les conclusions principals van ser:

- És important que els veïns ja hagin viscut un incendi perquè siguin conscients de la seva exposició al risc i perquè siguin més receptius als missatges.
- Es considera clau la implicació de diferents entitats i es percep l'impacte que té la tasca conjunta de diferents cossos d'emergència al barri.
- La implicació de l'ajuntament és clau per facilitar que l'activitat es porti a terme i emprendre futures accions.
- Cal fer un seguiment de la comunitat després de l'activitat i seguir implementant-hi estratègies de sensibilització.
- S'ha comprovat que un missatge senzill arriba més fàcilment als residents. No cal entrar en temes concrets o conceptes complexos tret que els veïns mostrin curiositat.
- A més de ser senzill, el missatge ha de tenir un to positiu. És important que els participants se sentin còmodes. L'objectiu ha de ser fer reflexionar després de la conversa i aconseguir que siguin els mateixos veïns qui decideixin actuar (perspectiva de baix a dalt).

A més, s'ha portat a terme una activitat adreçada als infants de primària per fer-los comprendre el paper del foc en els ecosistemes mediterranis i presentar la gestió forestal com una eina clau per a la reducció del risc. L'activitat es va dividir en 3 grans parts.

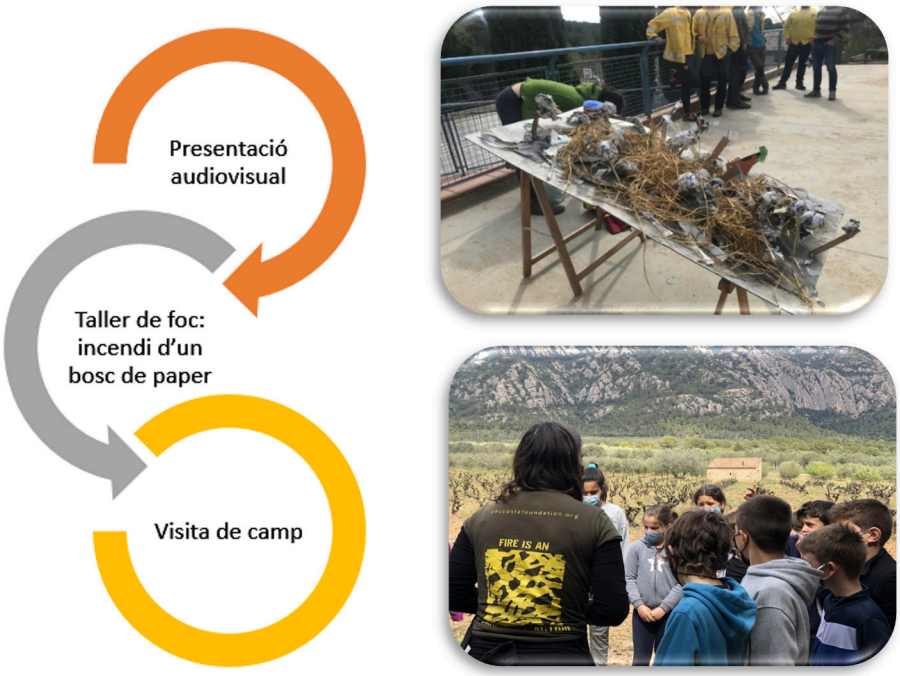


Figura 21. Passos de l'activitat de MEFITU.

Al final de l'activitat, els nens havien entès que (I) el risc zero no existeix, que (II) hem d'aprendre a conviure amb el foc, que (III) el foc sempre ha estat aquí i ha ajudat a donar forma al paisatge, i finalment, que (IV) els models de gestió requereixen invertir en prevenció (gestió forestal sostenible) i autoprotecció.

II.3.4.3 Mòdul DSS per prioritzar la gestió del combustible a les interfícies urbano-forestals

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

A Portugal, cada municipi defineix un pla municipal per protegir els boscos dels incendis (PMDFCI, segons la sigla en portuguès), per a un període de 10 anys, segons una guia tècnica proporcionada per l'Institut de Conservació de la Natura i els Boscos (AFN-ICNF, segons la sigla en portuguès, 2012). Una de les actuacions incloses en el PMDFCI són les franges perimetrals de protecció al voltant d'infraestructures i habitatges a la interfície urbano-forestal (WUI).

El mòdul RECIPE DSS se centra a definir àrees crítiques per a la gestió del combustible, dins de les franges perimetrals de protecció, basant-se en la prioritat de la gestió del combustible per prevenir incendis forestals. El mòdul RECIPE DSS remarca la importància tant pel que fa a les necessitats de protecció civil com les necessitats de les comunitats *in situ* des d'un punt de vista tècnic. La base de dades resultant és un mapa i una llista detallada de parcel·les classificades segons la prioritat per a la gestió del combustible. És útil tant perquè les autoritats planifiquin les inspeccions d'acord amb l'assignació de prioritats per al tractament de combustible com per incrementar la preparació de les comunitats en mostrar-los les vulnerabilitats de la seva propietat i formar-los en aquest tema. Aquest DSS és un mòdul que cal inserir (a les caselles blaves) al full de ruta de PREVAIL (Sequeira *et al*., 2021) tal com es mostra a la Figura 22.

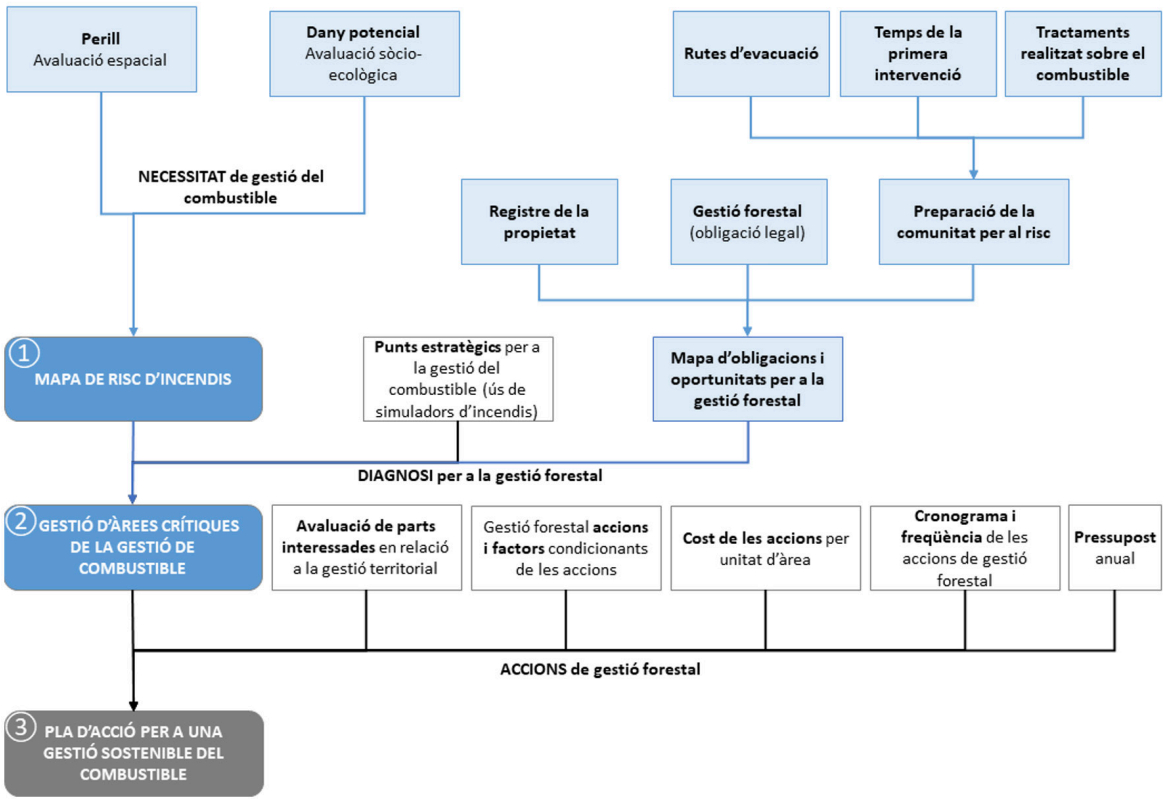


Figura 22. Mòdul de RECIPE DSS per a prioritzar la gestió del combustible en WUI (en blau), inserit al PREVAIL DSS per a la gestió del combustible.

Es donarà prioritat a (1) les zones amb comunitats que mostren estar menys preparades davant el risc (2) les zones que presenten més risc d'incendi, tenint en compte el perill al territori i els danys potencials. Els materials utilitzats estan disponibles a tots els municipis de Portugal, ja que elaborar el PMDFCI és obligatori. El procés es basa en una matriu binària simple, en què el valor 1 significa "cal prioritzar" i el valor 0 "no cal prioritzar". Aquesta classificació binària s'ha d'aplicar a cada casella del mòdul (shapefiles de format raster o polígons), segons la Taula 1, i després combinar-la seguint la Figura 22 mitjançant sumes i/o interseccions.

Objectiu	Tema		Valor = 1	Valor = 0
Mapa d'obligacions i oportunitats per a la gestió del combustible	Obligacions legals per a la gestió del combustible		Si la franja perimetral de protecció és de 1r, 2n o 3r ordre.	Si la franja perimetral de protecció no és de 1r, 2n o 3r ordre.
	Preparació davant el risc de la comunitat	Temps de la primera intervenció	Si la distància des del parc de bombers és de ≥ 20 minuts.	Si la distància des del parc de bombers és de < 20 minuts.
		Tractaments de combustible portats a terme	Si no s'hi han portat a terme tractaments de combustible en els últims quatre anys.	Si s'hi ha portat a terme com a mínim 1 tractament de combustible en els últims quatre anys.
		Vies d'evacuació	Si és una via sense sortida o Si és una via d'un sol sentit o Si la via es troba en males condicions.	Si és, com a mínim, una via de dos sentits o Si hi ha dues vies en direccions oposades
Mapa de risc d'incendi	Perill		En una classificació d'1 a 5: Si el peril és de 4 o 5.	En una classificació d'1 a 5: Si el perill no és de 4 o 5.
	Danys potencials	Ecològics	Si hi ha elements ecològics.	Si no hi ha elements ecològics.
		Socials	Si hi ha elements socials en una àrea d'influència de 100 metres.	Si no hi ha elements socials en una àrea d'influència de 100 metres.

Taula 1. Classificació binària general.

Support tool and guidelines for integrated risk assessment and planning for landscape and wild-land urban interface (disponible en català: Eina de suport i orientacions per a una avaluació i planificació integrada del risc d'incendis a escala de paisatge i interfase urbano-forestal) disponible en línia.

II.3.5. PROTOCOL PER A LA GESTIÓ DEL RISC D'INCENDIS I ALLAUS EN ZONES DE MUNTANYA

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

Com s'ha comentat anteriorment, el canvi climàtic està plantejant nous escenaris, com ara les situacions multirisc. Tenint en compte que es preveu que apareguin noves zones propenses al foc, l'extensió del risc d'incendi forestal a les zones de muntanya esdevé un escenari possible.

La presència d'incendis forestals en algunes zones de muntanya pot generar un efecte cascada, ja que el foc pot destruir la coberta forestal i la funció de protecció es veu en perill. Això hauria de considerar-se una nova preocupació per a les zones de muntanya d'Europa? Existeix o hi ha coneixement disponible sobre incendis forestals i gestió de riscos en aquestes zones? És possible fusionar en un protocol comú d'avaluació i planificació de riscos una situació multirisc d'incendi i allau?

Aquesta eina es basa en un exercici pràctic en què s'analitzen els factors físics del risc d'allaus i incendis forestals, aprofitant la llarga experiència en matèria d'allaus als Pirineus, i sobre incendis forestals a la conca mediterrània.

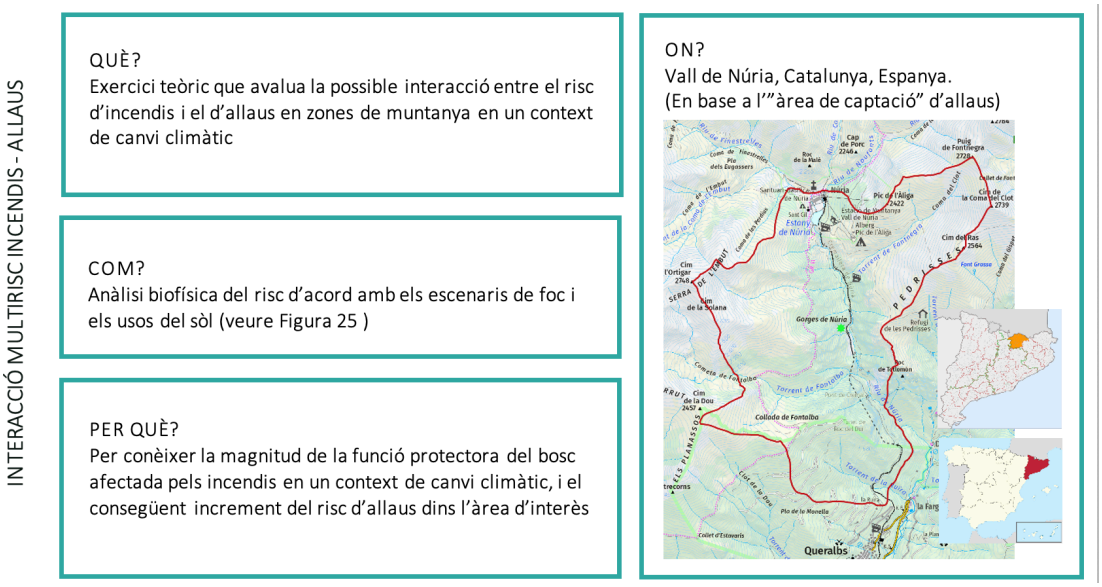


Figura 23. Avaluació del risc d'incendis forestals i allaus en zones de muntanya: Procediment del cas d'estudi RECIPE.

La metodologia aplicada ha seguit la seqüència següent:

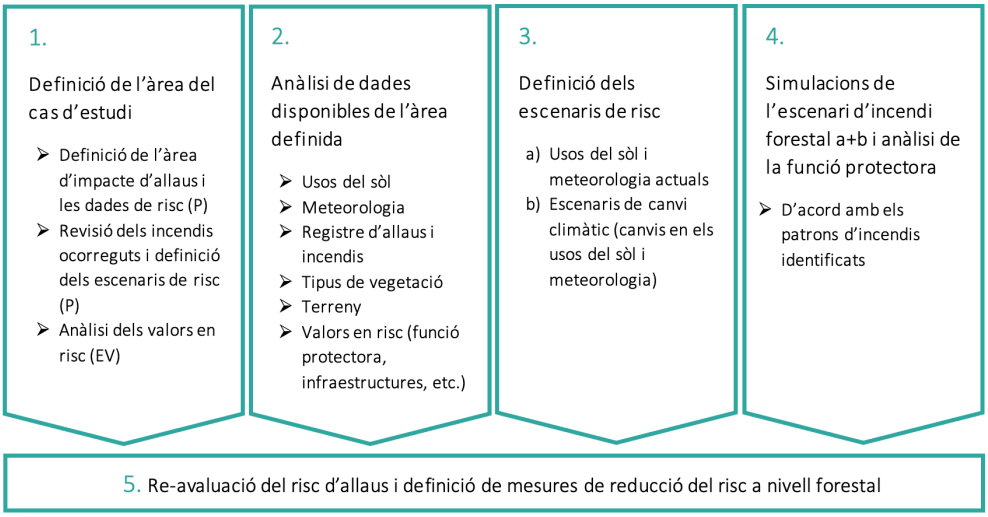


Figura 24. Esquema d'exercici multirisc 'incendi forestal-allau.

La definició de la zona per al cas d'estudi va ser decisiva per centrar l'exercici en un territori amb prou dades i coneixements per tirar endavant l'anàlisi.

A més, la zona de la Vall de Núria té diferents atributs que són especialment rellevants per a aquest cas d'estudi:

- És dins d'un parc natural.
- Hi ha activitat turística, per tant, compta amb molts visitants durant tot l'any.
- Té una altitud d'entre 1.600 m i 2.800 m, important per a la casuística d'allaus.
- Hi ha elements antròpics i altres elements vulnerables que podrien quedar exposats en cas de risc. Per al cas d'estudi es va posar especial èmfasi en el ferrocarril.
- Hi va haver un incendi forestal el desembre del 2007 que va cremar 60 ha dins de la zona d'estudi.
- Hi ha espècies arbòries no especialment adaptades als règims de foc.

Després d'analitzar els diferents elements (físics i socials) del territori seleccionat, es van plantejar dos escenaris diferents per tal de simular incendis forestals d'acord amb els dos patrons principals (conduïts per vent de nord i de sud, seguint la vall):

Escenaris de meteorologia i usos del sòl actuals
- Patró de sud: escenari d'onada de calor (utilitzant les dades meteorològiques de l'onada de calor del 2015 a la Vall de Núria).
- Patró de nord: escenari d'hivern amb humitat baixa i vent intens (situació meteorològica comú a l'àrea).

Escenari de canvi climàtic i usos del sòl
- Per ambdós patrons, les mateixes condicions anteriors, però amb increments de temperatura de 2°C, i una reducció del 5% de la humitat relativa.
- Afegint els canvis en els usos del sòl d'acord a l'abandonament (menys pastures), i una reforestació natural per sobre del límit forestal actual.

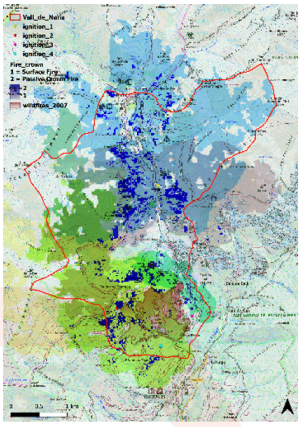


Figura 25. Escenaris definits i exemple de mapa que mostra les zones afectades pels incendis de capçades segons la simulació.

La identificació i delimitació de les zones afectades per incendis de capçades permet analitzar si aquestes zones coincideixen amb les zones de risc d'allaus, o si la pèrdua de la funció de protecció forestal provocada per aquests tipus d'incendis fa que aparegui una nova zona de risc d'allaus.

Pot això respondre la pregunta sobre com afecta la pèrdua de la funció de protecció forestal el risc d'allau? Augmenta? Després d'un incendi, hi ha nous elements exposats/vulnerables a les allaus?

En aquest cas d'estudi, algunes de les conclusions apunten al fet que la influència dels incendis forestals en el risc d'allau a les zones forestals d'alta muntanya amb pendents <28° és indiscutible. Així, aquelles zones sense risc d'allau podrien convertir-se en zones propenses a aquest fenomen a causa del canvi en la rugositat del terreny.

En aquest sentit, des de la gestió del risc d'allaus, seria útil identificar les "zones susceptibles a patir allaus a causa d'un incendi forestal" en zones amb elements vulnerables o exposats.

Tanmateix, la influència dels incendis forestals en el risc d'allau no és només l'aparició de "noves allaus", sinó que també pot augmentar la gravetat d'aquestes i les conseqüències que tinguin sobre els elements vulnerables identificats. Això depèn d'on es trobi la pèrdua de la funció protectora del bosc (per exemple, zona de trajecte o d'arribada de l'allau), la massa forestal en pot agreujar els efectes destructius (per exemple, massa forestal arrossegada per l'allau). Un exemple catastròfic recent va ser el cas de Rigopiano l'any 2017, als Apenins.

En relació amb això, els tractaments de gestió forestal adreçats a disminuir el risc d'incendi forestal haurien de ser compatibles amb la funció de protecció forestal en cas d'allau.

El cas d'estudi també indica que els tractaments aplicats per l'estratègia de gestió forestal són diferents en funció de les zones d'allau (Figura 26) i recorre el pendent de baix a dalt, d'aquesta manera alguns tractaments forestals (bosc obert) es poden localitzar a la part inferior, coincidint amb el zona d'arribada de l'allau, on el bosc n'aturarà l'impacte, tot i que el bosc obert també és important per controlar la propagació del foc. D'altra banda, un altre punt rellevant és la zona de sortida de l'allau, on el bosc hauria de tenir un equilibri entre la funció protectora d'allaus i la capacitat d'evitar l'activitat d'incendis de capçades.

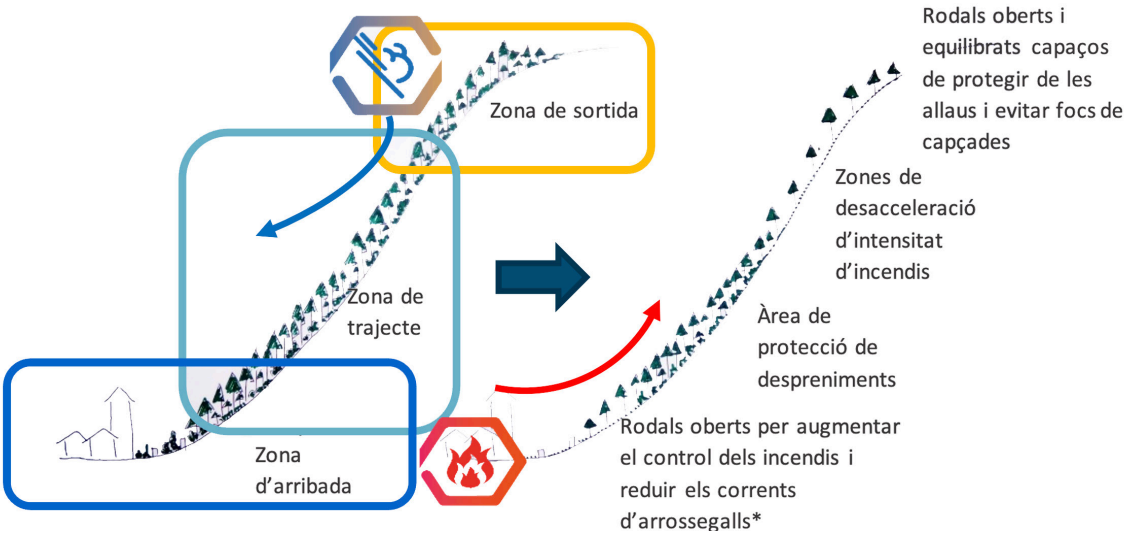


Figura 26. Esquema de les prescripcions de gestió forestal cap a un enfocament comú de mitigació del risc d'incendis forestals i allaus a nivell de rodal forestal. *Corrent d'arrossegalls: en anglès "debris flow".

Aquest cas d'estudi es complementa amb el protocol indicat al requadre 3.

Protocol for wildfire and avalanche risk management in mountain areas (disponible en català: Protocol per a la gestió del risc d'allaus i incendis en àrees de muntanya), disponible en línia.

II.3.6. EINA DE VISUALITZACIÓ PER GESTIONAR SITUACIONS D'EMERGÈNCIA EN CAS D'ALT RISC D'ALLAU

Per Glòria Martí, Manuel Bertran i Carles García (ICGC)

S'ha desenvolupat una eina de visualització que permet a la Protecció Civil preparar-se amb antelació per fer front a les emergències d'allaus de neu. L'avís típic emès per l'ICGC quan el perill d'allau és alt o molt alt (nivells 4 i 5, segons l'escala europea unificada de perill d'allaus) ara es veu reforçat amb informació probabilística sobre quines zones vulnerables són més propenses a patir grans allaus.

Així, es millora la previsió regional amb informació detallada a escala local i es poden definir prioritats quan s'hagin d'executar plans de mesures defensives com evacuacions, confinaments o tancaments.

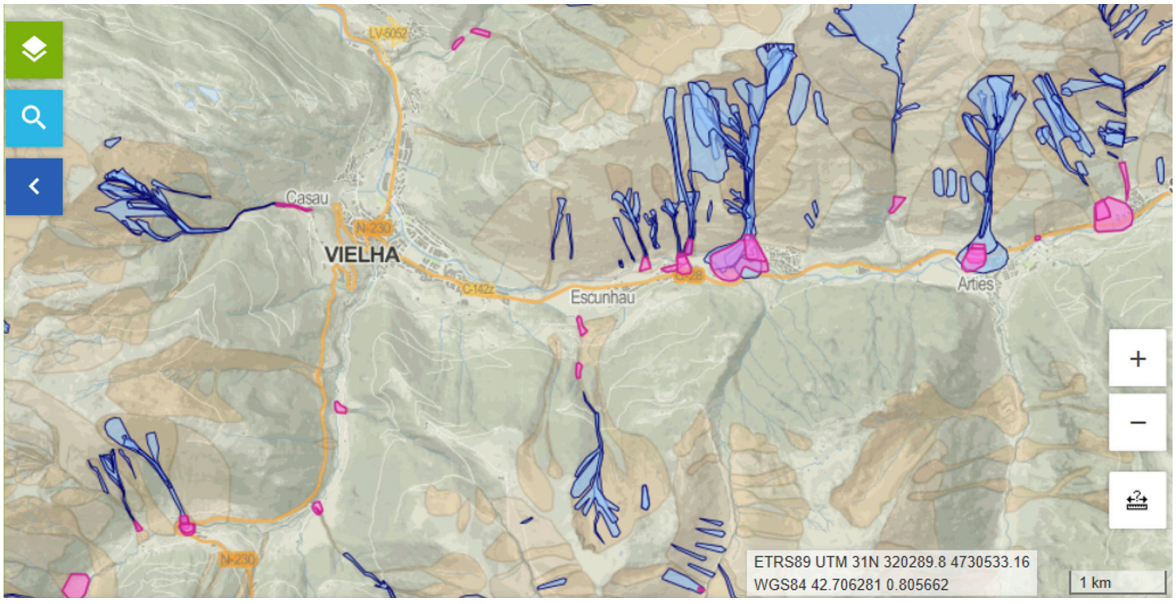


Figura 27. Mapa d'allaus que mostra els esdeveniments observats recentment en color blau i les observacions històriques en color magenta.

En aquest cas, els resultats de la recerca científica sobre les allaus i les condicions meteorològiques per part de l'ICGC s'han aplicat a la praxi de gestió d'emergències per part de Protecció Civil. S'ha observat que l'activitat de les grans allaus està relacionada amb les condicions atmosfèriques a la troposfera de nivell mitjà, com ara la topografia geopotencial de 500 hPa. Aquest nivell controla el temps en superfície, principalment el tipus de tempesta (evolució de la temperatura, precipitació i vent), cosa que defineix el tipus d'allaus (neu nova, neu arrossegada pel vent, neu humida, capes febles persistents, allaus de lliscament).

Un cop obtinguts, mitjançant tècniques estadístiques, els patrons atmosfèrics que provoquen els grans allaus, és possible pronosticar a mitjà termini (de 48 h a 72 h) tant, quines són les regions amb més perill, com quins són les zones d'allau més propenses a caure. També s'identifiquen edificis, infraestructures i corredors de transport en terreny exposat. S'avaluen les zones d'allaus i especialment les zones d'arribada en funció de la seva vulnerabilitat.

Un dia determinat que segueixi un patró atmosfèric que pugui provocar grans allaus, Protecció Civil pot observar sobre un mapa els terrenys exposats a les allaus que siguin més vulnerables. Aquests terrenys es classifiquen segons sigui molt probable o possible que es vegin afectats tenint en compte la informació documental i històrica.

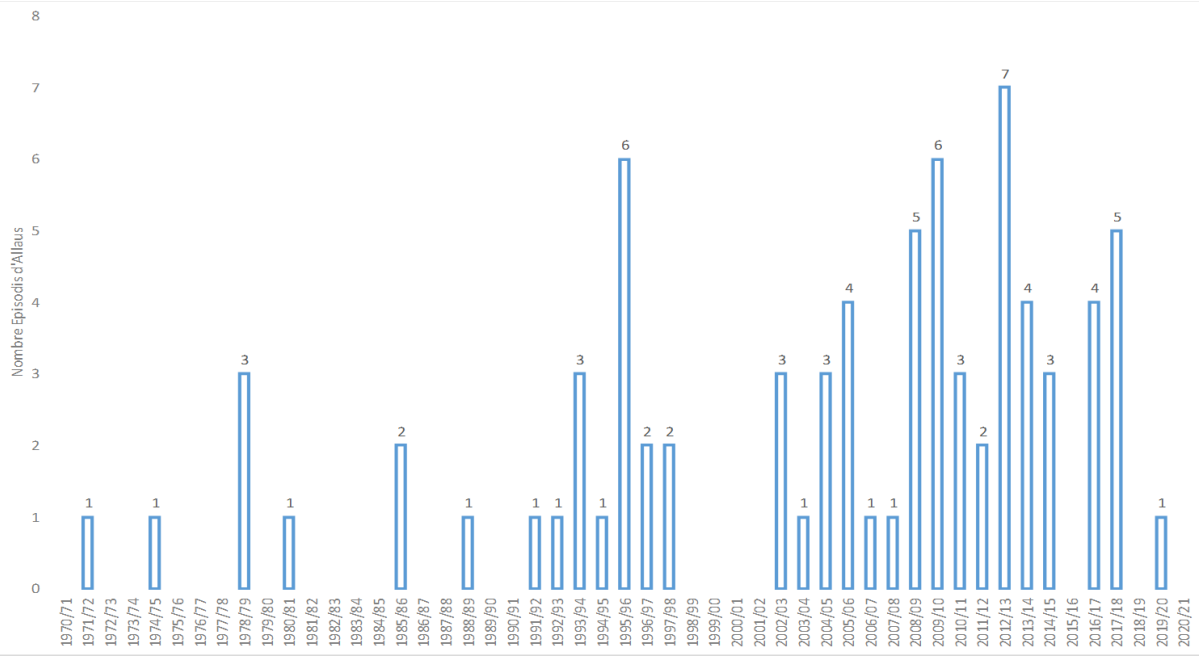


Figura 28. Nombre de cicles d'allaus importants observades des de 1970 fins a 2021 (abril) que han estat datats a escala diària.

En el desenvolupament d'aquesta eina, una de les reflexions principals que ha sorgit ha estat la importància de recollir informació provinent de bases de dades sobre riscos naturals seguint els mateixos criteris de manera homogènia al llarg del temps. Aquest no és un fet tan evident quan les tasques d'enregistrament i cartografia de l'activitat de les allaus està a càrrec d'institucions, administracions territorials, formats digitals i escales espacials diferents al llarg de dècades.

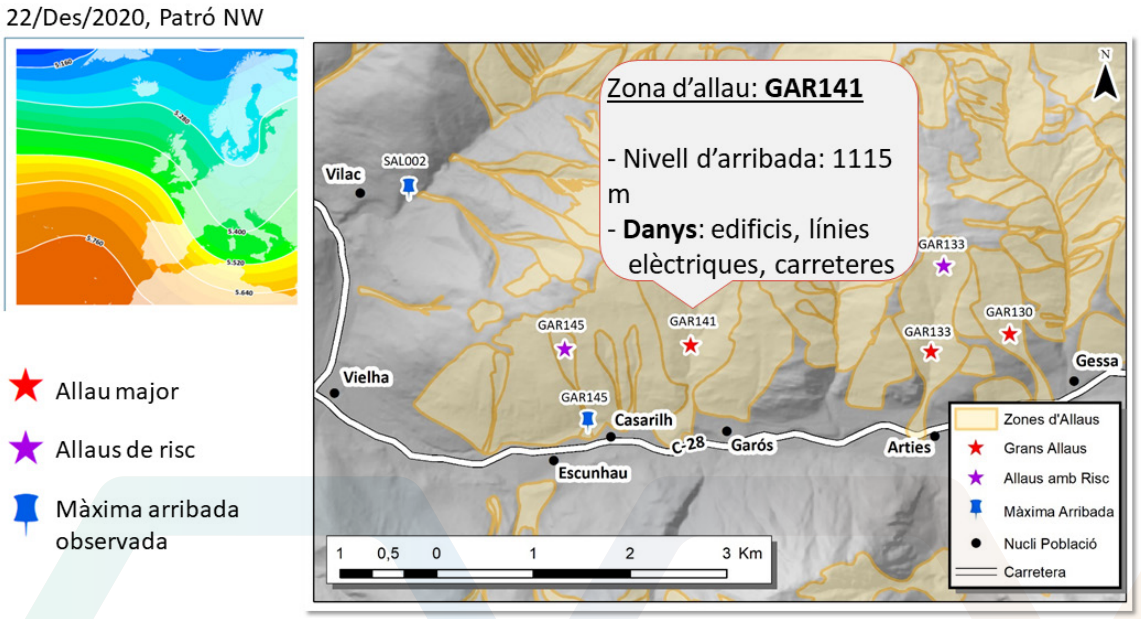


Figura 29. En l'eina de visualització es poden observar les principals allaus susceptibles de caure en un dia determinat, classificats en una categoria en funció del patró atmosfèric desencadenant (patró Nord-oest). També es mostren les allaus més petites però que afecten zones vulnerables (allaus de risc).

Per saber més sobre aquesta eina, vegeu *Visualizer tool for managing emergency situations in case of high avalanche risk*, (disponible en català: Eina visual de gestió de situacions d'emergència en cas d'alt risc d'allaus), disponible online.

OBSERVACIONS FINALS

OBSERVACIONS FINALS

√ L'**entorn** cada vegada **més perillós i incert** que suposa el **canvi climàtic** està afegint noves complexitats a la gestió del risc. En aquest context, es fan necessaris recursos tècnics, procedimentals, d'intercanvi de coneixements i financers addicionals, ja que la **gravetat dels esdeveniments augmenta** i les **situacions de risc sense precedents** (o molt rares) s'estenen a nous territoris.

√ Pel que fa als comportaments de riscos naturals, la condició ambiental que suposa el canvi climàtic tindrà una influència important. Pel que fa als **incendis forestals**, l'augment mitjà global de les temperatures i les sequeres facilitaran incendis forestals més intensos i freqüents, augmentant el potencial d'esdeveniments extrems agreujats per l'expansió dels combustibles de biomassa a causa dels canvis d'ús del sòl. A més, el nombre de dies anuals de risc d'incendi dilatarà la temporada d'incendis. També s'espera que les riuades sobtades i les **inundacions** pluvials augmentin en l'ocurrència i la intensitat a tot Europa. Els escenaris de **tempesta de vent** mostren que els esdeveniments esdevenen més freqüents, intensos i amb una major durada. Sobre les **allaus**, s'espera un augment de la freqüència i la magnitud de les situacions d'allau de neu humida, així com possibles canvis en els patrons de nevades al llarg de la temporada. La degradació del permafrost a causa de l'escalfament global afavorirà un augment de la freqüència de **despreniments** per sobre del límit del permafrost. Addicionalment, l'augment esperat de pluges torrencials pot comportar una major freqüència d'**esllavissades**.

√ A més, atès que alguns riscos naturals s'amplien (per exemple, incendis forestals en zones de muntanya que afecten la funció protectora del bosc en zones propenses al risc d'allaus), les **situacions multi-risc** seran més freqüents, generant **nous escenaris de gestió del risc**. En conseqüència, la fusió de l'expertesa sobre riscos naturals diferents serà fonamental. Els protocols, la cartografia i la planificació de riscos s'han d'adaptar a aquests possibles esdeveniments de múltiples riscos en cascada o d'episodis acumulatius.

√ En aquest context de risc canviant, les **capacitats de Protecció Civil i de gestió d'emergències** es poden reforçar dins un **enfocament integrat de la gestió dels riscos** mitjançant:

- Una integració i operativa eficaç dels requisits de Protecció Civil en les etapes inicials d'avaluació i planificació de riscos, reforçant el vincle entre la protecció i la prevenció dins del cicle de gestió de riscos (CGR). Per exemple, afegint necessitats operatives de resposta (per exemple, instal·lacions i requisits de confinament i evacuació pre-definits) a la planificació urbanística i territorial.

- Potenciar l'intercanvi d'informació entre diferents sectors i agències, afavorint la cooperació interinstitucional cap a una planificació territorial més conscient i capaç de considerar els riscos naturals actuals i futurs. S'ha d'aconseguir una integració eficaç de les polítiques territorials, urbanístiques, forestals, de conservació de la natura i agrícoles en la mitigació del risc, millorant la coherència de les polítiques i destacant les activitats de reducció de riscos i els seus beneficiaris (per exemple, integrant els boscos de protecció com a infraestructura de Protecció Civil).

- Reforçar les sinergies entre les diferents responsabilitats i rols dins del CGR, afavorint criteris de cost-benefici entre les accions per reduir el perill, l'exposició i la vulnerabilitat (inclosa la capacitat de resposta) al llarg de les etapes de prevenció-preparació-resposta i recuperació. Per exemple, en cas d'incendis forestals, la bioeconomia i la gestió forestal com a solució basada en la natura poden promoure un paisatge menys vulnerable a la propagació d'incendis d'alta intensitat, quan l'esforç de gestió del risc per reduir l'exposició i la vulnerabilitat serà menys costós.

- Promoure una major col·laboració entre les parts interessades, però també un compromís més profund dels diferents actors en la gestió del risc de desastres (GRD) i els sistemes d'alerta primerenca (o sistemes d'alerta precoç, SAP), incloent la població exposada, els sectors privats i els actors polítics. Per exemple, abordar

la gestió del risc del sector turístic com una oportunitat per millorar la resiliència territorial (tenint en compte les particularitats dels visitants ocasionals).

- Desenvolupar i implementar eines millorades per a l'avaluació i planificació del risc (desastre) capaces d'abordar la gestió del risc de manera integral i sistèmica, davant les vulnerabilitats tant físiques com socials. La planificació del risc hauria d'integrar la coordinació esmentada entre les agències, les autoritats locals i les parts interessades, així com les compensacions eficients entre les mesures de CGR, promovent simultàniament una millor governança del risc. En aquest sentit, les autoritats locals són clau per a la promoció de sinèrgies amb els grups d'interès, així com en la planificació prèvia i la resposta, i rebran un suport específic per dur a terme aquests enfocaments de gestió integrada del risc, en coherència amb les estratègies regionals.

- Aconseguir un suport financer coherent, reforçant el vincle entre la transferència del risc, les assegurances i la reducció del risc, invertint en la resiliència actual per evitar costos futurs en la fase de resposta i GRD. Aconseguir el suport polític per assolir polítiques de mitigació del risc amb èxit a mitjà i llarg termini és fonamental. A més, s'han de destinar recursos addicionals als organismes corresponents per fer front a esdeveniments extrems i les situacions d'emergència corresponents.

√ Per garantir una **resposta més ràpida i eficaç**, s'ha d'aconseguir una cooperació i coordinació reforçades entre i dins les agències mitjançant l'intercanvi de dades, coneixements, procediments de presa de decisions comuns i eficients, habilitant plataformes integrades, fomentant simulacres conjunts i exercicis pràctics, i assegurant una comunicació eficient i fiable, així com subministraments bàsics. En cas d'emergència, la capacitat de recopilar informació dels ciutadans, així com d'enviar i rebre alertes, pot donar suport a la resposta. En aquest context de risc creixent, es fa més necessària la difícil necessitat d'avançar en l'intercanvi de dades i protocols transfronterers sota estratègies comunes de gestió d'emergències.

√ A nivell de **Sistemes de suport a la presa de decisions**, aquest haurien d'incloure un seguiment actualitzat dels elements exposats i vulnerables segons els escenaris de risc, incloses les projeccions de canvi climàtic (i les relacions creuades amb les tendències existents sobre els canvis d'usos del sòl) i els seus impactes esperats (com els nivells d'inundació segons el període de retorn, que pot liderar la planificació urbanística). Això s'hauria de reforçar amb la integració dels costos econòmics i els impactes ambientals (per exemple, pèrdua de la funció protectora del bosc i els possibles efectes en cascada). A més, la implicació de la població exposada i els sectors econòmics en la recollida i l'intercanvi de dades pot oferir un marc per promoure la consciència sobre el risc.

√ En termes d'una millor **cultura del risc**, la millora de la participació i el compromís dels ciutadans en la planificació del risc pot promoure processos de conscienciació i co-creació de gestió del risc. L'auto-exposició s'ha d'abordar adequadament, oferint els recursos i eines necessàries per millorar la capacitat de resposta realitzant aquelles mesures de mitigació del risc i d'autoprotecció d'acord amb la responsabilitat pre-definida per tothom, mitjançant directrius, acords i compromisos coherents amb les persones i el sector privat.

√ En l'**etapa de recuperació**, la quantificació de les pèrdues, l'avaluació de les mesures de prevenció i resposta i les sinèrgies entre la restauració i l'adaptació poden donar suport a enfocaments més resilients. En aquest sentit, es proposa establir un protocol de lliçons apreses després de l'esdeveniment, implicant agències relacionades, autoritats locals, actors privats i particulars. En aquest sentit, fins i tot àrees que no han resultat afectades poden aprendre d'aquests esdeveniments passats.

REFERÈNCIES

REFERÈNCIES

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., Castagneyrol, 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

Máttar, 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 LatinAmerica 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-Vilardell 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). *Wilfire Risk Analysis*, in Abdel H. El-Shaarawi & Walter P. Piegorsch (edts) 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., Yebragh, 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., Reyer, 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., Chiriacò 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

CTFC

PAU COSTA FOUNDATION

cima RESEARCH FOUNDATION

BFW. Austrian Research Centre for Forests

protecció civil

FVA Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA Universidade de Lisboa