

Metodologia per a establir les pressions i amenaces d'incendi forestal a Catalunya.

APROXIMACIÓ GENERAL

Els incendis forestals produeixen un efecte directe sobre els ecosistemes terrestres, ja que destrueixen teixits de la vegetació. No obstant, sovint la vegetació mediterrània és capaç de regenerar o establir-se amb èxit després d'un incendi. Així doncs, les plantes vasculares poden ser àmpliament classificades en tres grups en funció de la seva estratègia regenerativa (si en tenen): germinadores obligades, rebrotadoras obligades i rebrotadoras facultatives.

A causa dels mecanismes de regeneració, la composició de les espècies acostuma a no modificar-se després del foc, i les mateixes espècies tornen a aparèixer amb més o menys rapidesa (autosuccessió, Hanes 1971). Amb l'autosuccessió, els canvis de composició són poc importants, sobretot passats 5 anys des de la darrera pertorbació. En canvi, es poden produir canvis relacionats amb altres propietats com la quantitat de biomassa, nutrients, etc. En el cas dels incendis recurrents, aquests efectes poden intensificar-se fins a fer-se pràcticament irreversibles, al menys a mig termini. Una freqüència d'incendis massa alta pot disminuir la capacitat de supervivència de les espècies rebrotadores, pot impedir una acumulació suficient de llavors al sòl o a les copes, i també pot afectar a la recuperació de les propietats físiques i químiques del sòl. Per tant, els efectes dels incendis sobre la **superfície** dels hàbitats poden ser diversos en funció de:

- 1) La capacitat de la vegetació de persistir i/o re-establir-se després de l'incendi

Quan hi ha mecanismes de regeneració en la vegetació la composició d'espècies no acostuma a modificar-se després dels incendis i, per tant, la superfície de l'hàbitat es manté.

- 2) La intensitat i recurrència dels incendis sobre l'hàbitat

Una freqüència i/o intensitat massa elevades dels incendis poden disminuir la capacitat de regeneració de la vegetació i alterar les propietats físiques i químiques del sòl.

Per aquest motiu, es proposa només considerar impactes negatius dels incendis sobre la superfície dels hàbitats quan la vegetació no tingui estratègies post-incendi o quan els incendis siguin de molt alta intensitat o molt alta recurrència.

MATERIAL

Mapa de canvis forestals del projecte Foto Fija. El projecte Foto Fija del MAPAMA recull els principals canvis en la superfície forestal com a conseqüència principalment d'incendis, repoblacions, tales i altres canvis d'usos. És un projecte triennal, tot i que la primera actualització del Mapa forestal del 1999 es va fer al 2009.

Font: MAPAMA (http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/mapa-forestal-espana/foto_fija_mfe.aspx)

Mapa de combustibilitat. A partir del Model de combustibilitat (Model Rothermel) del Mapa Forestal de España (MFE25)

Font: http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/mapa-forestal-espana/situacion_actual_historica.aspx y http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe25_informacion_disp.aspx

Matriu de sensibilitat de les espècies enfront els incendis. S'ha construït una matriu de sensibilitat de les espècies de vegetació presents a la directiva d'hàbitats als diferents tipus d'incendis (intensitat i recurrència). La matriu s'ha construït tenint en compte les estratègies post-incendi de les espècies principals de cada hàbitat i aquesta informació s'ha obtingut de la següent base de dades publicada:

Paula, S., Arianoutsou, M., Kazanis, D., Tavsanoğlu, Ç., Lloret, F., Buhk, C., Ojeda, F., Luna, B., Moreno, J. M., Rodrigo, A., Espelta, J. M., Palacio, S., Fernández-Santos, B., Fernandes, P. M. and Pausas, J. G. (2009), *Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin*. *Ecology*, 90: 1420. doi:10.1890/08-1309.1

A continuació es descriuen les estratègies de tres espècies forestals que exemplifiquen bé les diferents situacions que poden ocórrer en funció de trets funcionals:

- El *Pinus uncinata* no té cap tret funcional que li permeti regenerar després dels incendis. Per tant, sempre que sigui afectat per un incendi veurà disminuïda la seva superfície.
- El *Fagus sylvatica* rebrota en un 70% dels incendis i té gemmes de germinació a les copes. Per tant, aquesta espècie no veurà afectada la seva superfície en incendis de baixa recurrència o baixa intensitat (gemmes no afectades i bona capacitat de regeneració), però sí en incendis d'alta intensitat o alta recurrència (desapareixen les gemmes de les copes i molts individus no rebroten).
- El *Quercus pyrenaica* rebrota a partir del lignotuberacle. Per tant, mai perdrà superfície a no ser que estigui afectat per una alta recurrència d'incendis, quan l'individu no ha tingut el temps suficient per acumular nutrients al lignotuberacle i no és capaç de tornar a brotar.

El format de la matriu és el següent i està adjunta en un fitxer apart:

Afecta l'incendi a la superfície de l'hàbitat?

Característiques dels hàbitats			Característiques dels incendis			
Codi de l'hàbitat	Espècie característica de l'hàbitat	Trets funcional en referència als incendis	Alta intensitat	Baixa Intensitat	Alta recurrència	Baixa recurrència
1111	<i>Pinus uncinata</i>	Sensible al foc	Sí	Sí	Sí	Sí
1123	<i>Fagus sylvatica</i>	Rebrotadora 70% gemmes epicórmicas	Sí	No	Sí	No
1132	<i>Quercus pyrenaica</i>	Rebrotadora de lignotuberacle	No	No	Sí	No

MAPA DE PRESSIONS D'INCENDIS

S'identifiquen directament les àrees afectades per incendis.

Es fan servir els incendis identificats a la Foto Fija 2009-2012 (FF2012) i la Foto Fija 2012-2015 (FF2015).

En aquest període no hi ha cap zona que es cremi més d'una vegada, i per tant s'exclouen tots els anàlisis de recurrència.

En quant a la intensitat, es fan servir dues metodologies en funció de si els incendis són identificats a la FF2012 o la FF2015:

- Incendis ocorreguts entre 2009 i 2012:
 - o Es seleccionen tots els canvis identificats com a incendi (codi 21 i 151 a les bases de dades de canvis) a la FF2012
 - o S'observa la Fracció Coberta Arbòria present 3 anys després de l'incendi, a la FF2015.
 - o Si la FCC és menor que 70, es considera que l'incendi va ser d'alta intensitat. Si la FCC és major que 70, es considera que l'incendi va ser de baixa intensitat (i part de la cobertura arbòria correspon a arbres que no es van cremar).
- Incendis ocorreguts entre 2012 i 2015:
 - o En FF2015 els canvis distingeixen entre incendis en els quals queda vegetació viva i en els que no (fet que a la FF2012 no passava).
 - o Es consideren incendis d'alta intensitat aquells en què no queda vegetació viva (codi 21 de la base de dades de canvis) i de baixa intensitat aquells en què queda vegetació viva (codi 213 en la base de dades de canvis).

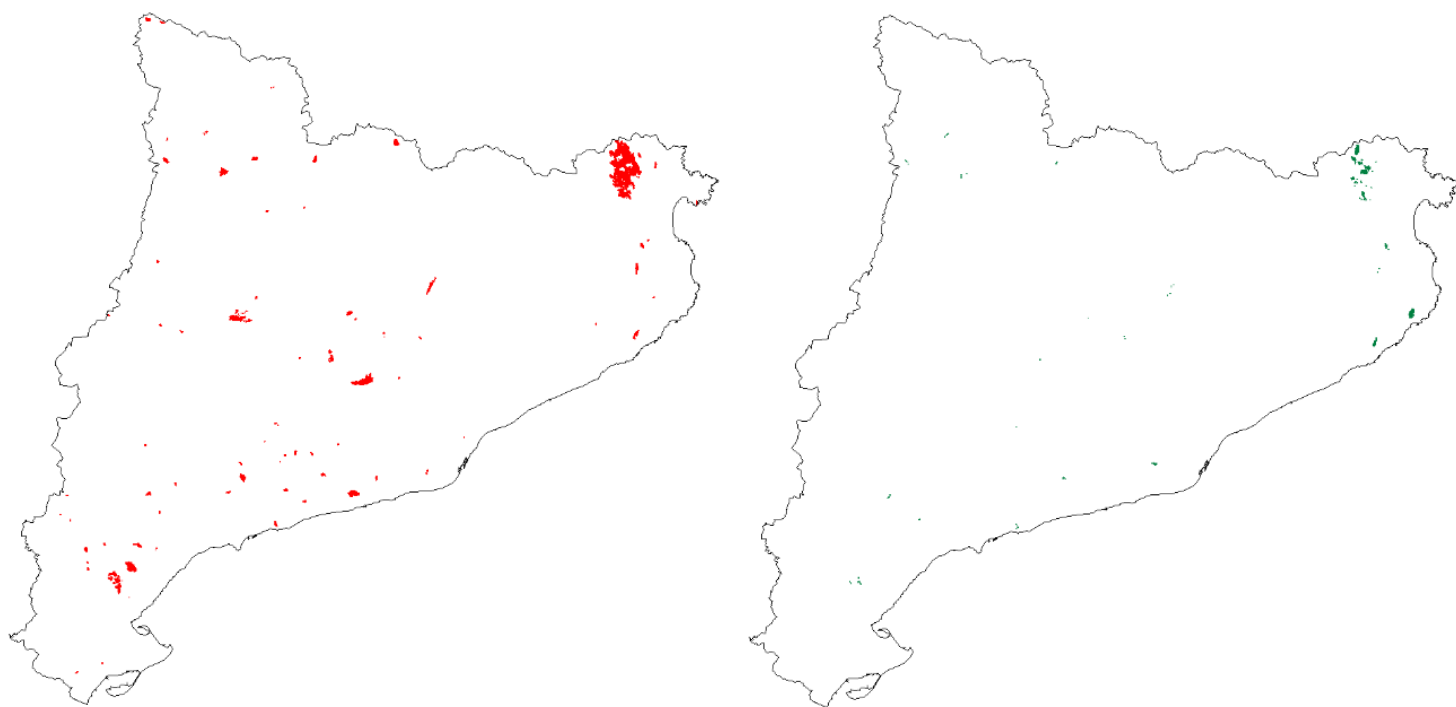


Figura 1. Mapa de zones cremades en alta intensitat (esquerra en vermell) i en baixa intensitat (dreta en verd) per a tot Catalunya entre el període 2009-2015.

MAPA D'AMENACES D'INCENDIS

A continuació es detalla el tractament de les dades per a aconseguir el mapa d'amenaques d'incendis a Catalunya per als propers 12 anys. La metodologia es basa en representar un règim d'incendis a nivell de paisatge (àrea cremada en polígons de 20x20 km) que reculli la variabilitat regional, i modificar aquest règim dins de cada unitat de 20x20 km a partir de la combustibilitat dels diferents hàbitats, obtenint una variabilitat a escala local.

1. Preparar la capa de combustibilitat

A partir de la capa de combustibilitat del CREAM, any 2000, s'assigna un valor a cada model de combustible en funció de la velocitat de propagació del foc i la longitud de flama, conforme els valors establerts a la Figura 7.2, de la pàgina 7.14, del llibre 'La Defensa Contra Incendios Forestales', del Ricardo Vélez, any 2009. Els valors s'assignen de manera que el model de combustible amb valor mitjà (el model 2) tingui valor 1, i que els altres models disminueixin o augmentin el risc d'incendi.

<i>Model de combustible</i>	<i>Velocitat de propagació (m/min)</i>	<i>Longitud de flama (m)</i>	<i>Combustibilitat quantitativa prenent el model 4 com a 10 i el 3 com a 9.5</i>	<i>La mateixa escala que la columna anterior però prenent el model del mig amb valor 1</i>
8	1	0.4	0.6	0.14
9	2	0.7	1.0	0.26
10	2	1.1	1.4	0.36
5	7	1.5	2.6	0.67
7	8	1.8	3.0	0.78
2	12	2	3.9	1
6	21	2	5.3	1.37
1	27	1.3	5.6	1.44
3	35	4	9.5	2.45
4	26	6	10.0	2.59

- Dividir la zona d'estudi en subregions de 20x20 km i calcular dins de cada polígon la superfície forestal segons el mapa de combustibilitat.
- Calcular la zona cremada dins de cada polígon amb els perímetres disponibles per la Generalitat de 1986 a 2015. Com que hi ha zones que cremen més d'un cop, s'ha calculat la zona cremada anualment i després s'ha sumat per al conjunt dels 35 anys. Dividir el total cremat per la superfície forestal dins de cada polígon, aconseguint així un percentatge d'àrea cremada per als 35 anys.
- Calcular l'equivalent per a 12 anys amb una regressió lineal simple.
- Dividir el percentatge a cremar en 12 anys pel nombre de píxels forestals dins de cada polígon. Multiplicar per 10000 per a gestionar millor les dades. El valor llavors correspon a la probabilitat de cremar un píxel en 12 anys en tant per 10000. Per a evitar artefactes en relació a polígons amb molt poc bosc, etc. i en les quals s'obtenen

valors extrems (*outliers*), truncar aquesta probabilitat a la observada al cap de Creus, la més elevada a Catalunya.

6. Aplicar un anàlisi d'estadística zonal per a suavitzar les transicions entre polígons de 20x20 km. Per a cada píxel es calcula la mitjana de 20 km a la rodona.
7. Multiplicar els valors obtinguts amb l'estadística zonal pels valors del mapa de combustibilitat. La combustibilitat baixarà o pujarà la probabilitat de cremar-se a nivell local segons el model de combustible.

El mapa resultat a Catalunya és el següent (*ProbFireComb*):

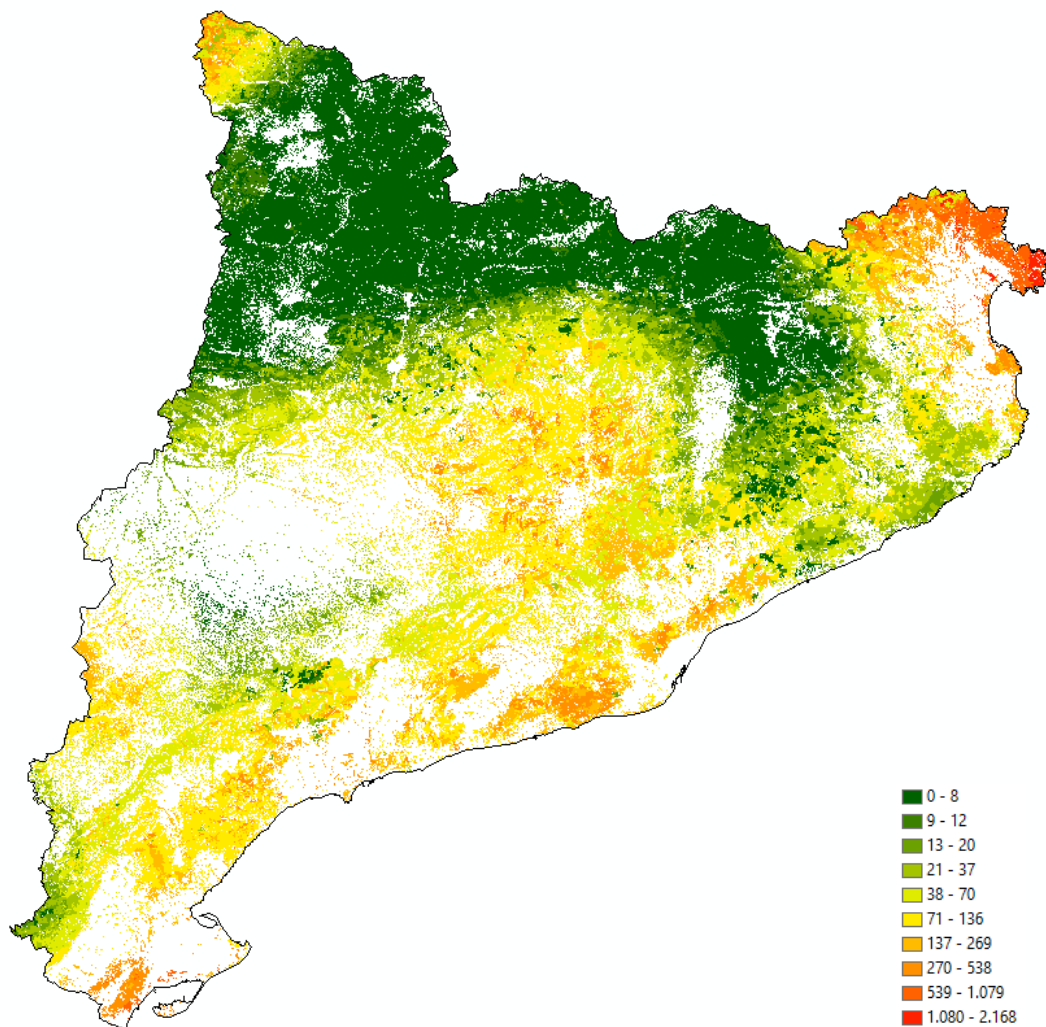


Figura 2. Probabilitat de cremar per a píxels de 50x50 m en els següents 12 anys, expressat en tant per 10000. El mapa base correspon a l'any 2000.

8. Per a calcular la probabilitat de cremar-se en alta o baixa intensitat, o alta o baixa recurrència, es multiplica aquest mapa per la proporció d'incendis que es donen en alta/baixa intensitat o en alta/baixa recurrència.
 1. Intensitat:

Es calcula per a cada polígon de 20x20 km la proporció d'incendis ocorreguts segons la intensitat amb la metodologia descrita a l'apartat de pressions (FCC 3 anys després de l'incendi indica incendis de baixa intensitat ($FCC > 70$) o alta intensitat ($FCC < 70$)). Com que la informació de intensitat només es disposa per a incendis ocorreguts en els períodes de la Foto Fija, aquesta proporció d'incendis es calcula per al període 2006-2015.

Un cop s'obté la proporció alta/baixa intensitat, es calcula, de manera anàloga al risc d'incendi, un procés d'estadística zonal per a suavitzar els marges entre polígons (mitjana 20 km a la rodona). Per últim, es multiplica el risc d'incendi general per la probabilitat que cremi en alta o baixa intensitat.

2. Recurrència:

Es calcula per a cada polígon de 20x20 km la proporció d'incendis ocorreguts en alta/baixa recurrència. Alta recurrència correspon a les zones cremades més d'una vegada en els 35 anys de disponibilitat de dades. Un cop s'obté la proporció alta/baixa recurrència, es calcula, de manera anàloga al risc d'incendi, un procés d'estadística zonal per a suavitzar els marges entre polígons (mitjana 20 km a la rodona). Per últim, es multiplica el risc d'incendi general per la probabilitat que cremi en alta o baixa recurrència.

9. Finalment, l'usuari ha de fer un creuament de capes entre el risc d'incendi i la espècie a avaluar, i calcular quina superfície estarà afectada per incendis (de cada tipologia) en els 12 anys següents.