



Nuevas tecnologías para una
gestión forestal sostenible

El bosque en el contexto del territorio: herramientas de planificación de paisajes en mosaico

Álvaro Gómez Núñez

In+Dehesa - Universidad de Extremadura



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



DIPUTACIÓN DE CÁCERES
ÁREA DE CULTURA Y DEPORTES



FORESTALES

Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales
y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

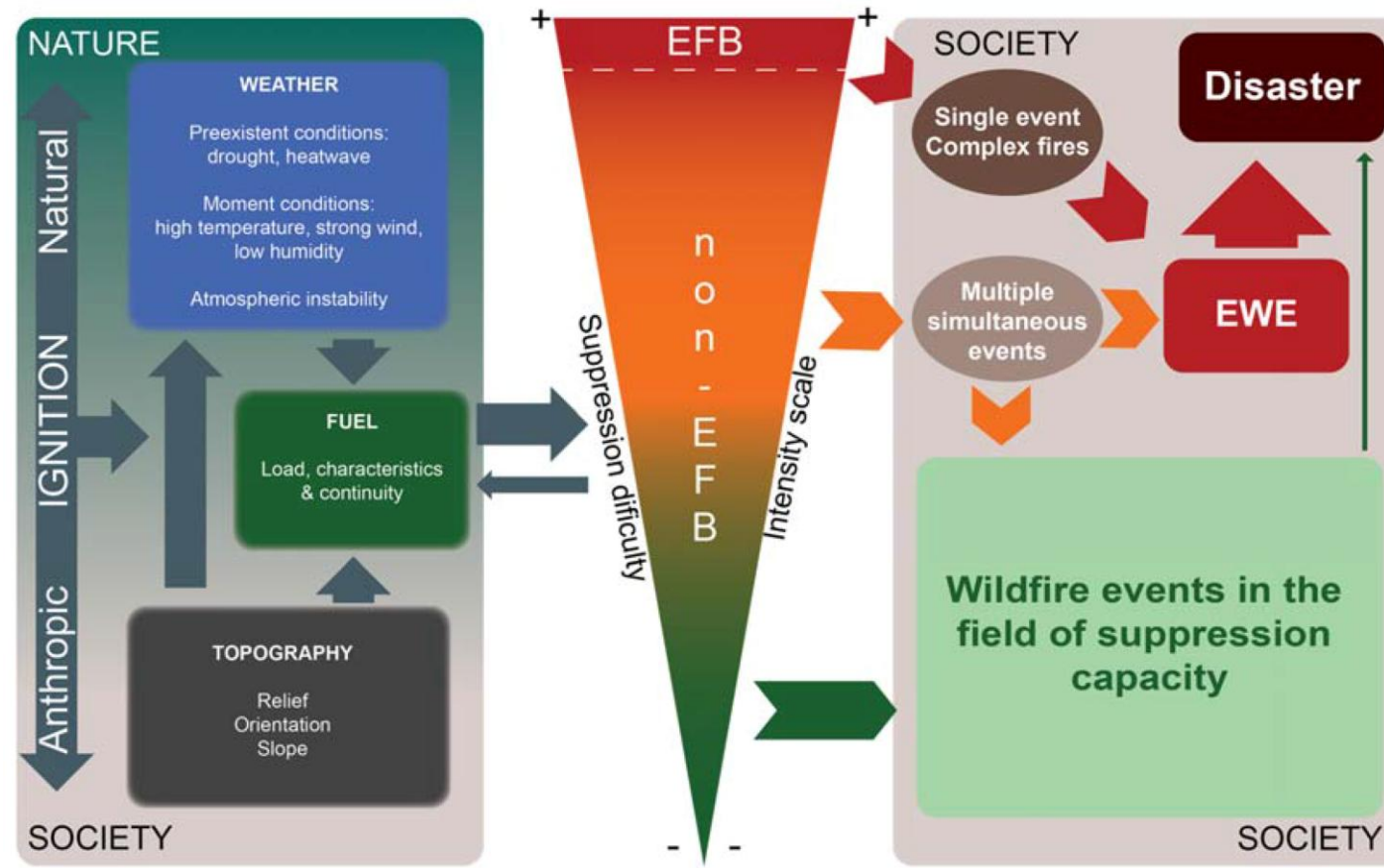


Tabla de contenidos

1. Contexto global: una nueva era de incendios extremos
2. España: vulnerabilidad del paisaje y desafíos de gestión
3. Cambio de paradigma: hacia paisajes resilientes al fuego
4. Fire Smart Landscapes
5. Extremadura: MOSAICO como Nature-based Solution (NbS)
6. Caso Práctico: el Valle del Árrago (Cáceres)
7. Conclusiones



Contexto global: una nueva era de incendios extremos



Tedim, F., Leone, V., Xanthopoulos, G., et al. (2020).

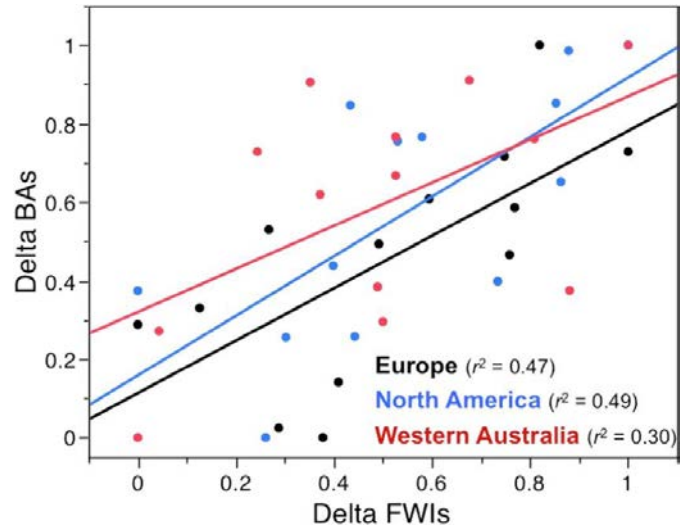
Table 3. Wildfire events classification based on fire behavior and capacity of control.

Fire Category		Real Time Measurable Behavior Parameters			Real Time Observable Manifestations of EFB				Type of Fire and Capacity of Control *
		FLI ^a (kWm ⁻¹)	ROS (m/min)	FL (m)	PyroCb	Downdrafts	Spotting Activity	Spotting Distance (m)	
Normal Fires	1	<500	<5 <15 ^b	<1.5	Absent	Absent	Absent	0	Surface fire Fairly easy
	2	500–2000	<15 <30 ^b	<2.5	Absent	Absent	Low	<100	Surface fire Moderately difficult
	3	2000–4000	<20 ^c <50 ^d	2.5–3.5	Absent	Absent	High	≥100	Surface fire, torching possible Very difficult
	4	4000–10,000	<50 ^c <100 ^d	3.5–10	Unlikely	In some localized cases	Prolific	500–1000	Surface fire, crowning likely depending on vegetation type and stand structure Extremely difficult
Extreme Wildfire Events	5	10,000–30,000	<150 ^c <250 ^d	10–50	Possible	Present	Prolific	>1000	Crown fire, either wind- or plume-driven Spotting plays a relevant role in fire growth Possible fire breaching across an extended obstacle to local spread Chaotic and unpredictable fire spread Virtually impossible
	6	30,000–100,000	<300	50–100	Probable	Present	Massive Spotting	>2000	Plume-driven, highly turbulent fire Chaotic and unpredictable fire spread Spotting, including long distance, plays a relevant role in fire growth Possible fire breaching across an extended obstacle to local spread Impossible
	7	>100,000 (possible)	>300 (possible)	>100 (possible)	Present	Present	Massive Spotting	>5000	Plume-driven, highly turbulent fire Area-wide ignition and firestorm development non-organized flame fronts because of extreme turbulence/vorticity and massive spotting Impossible

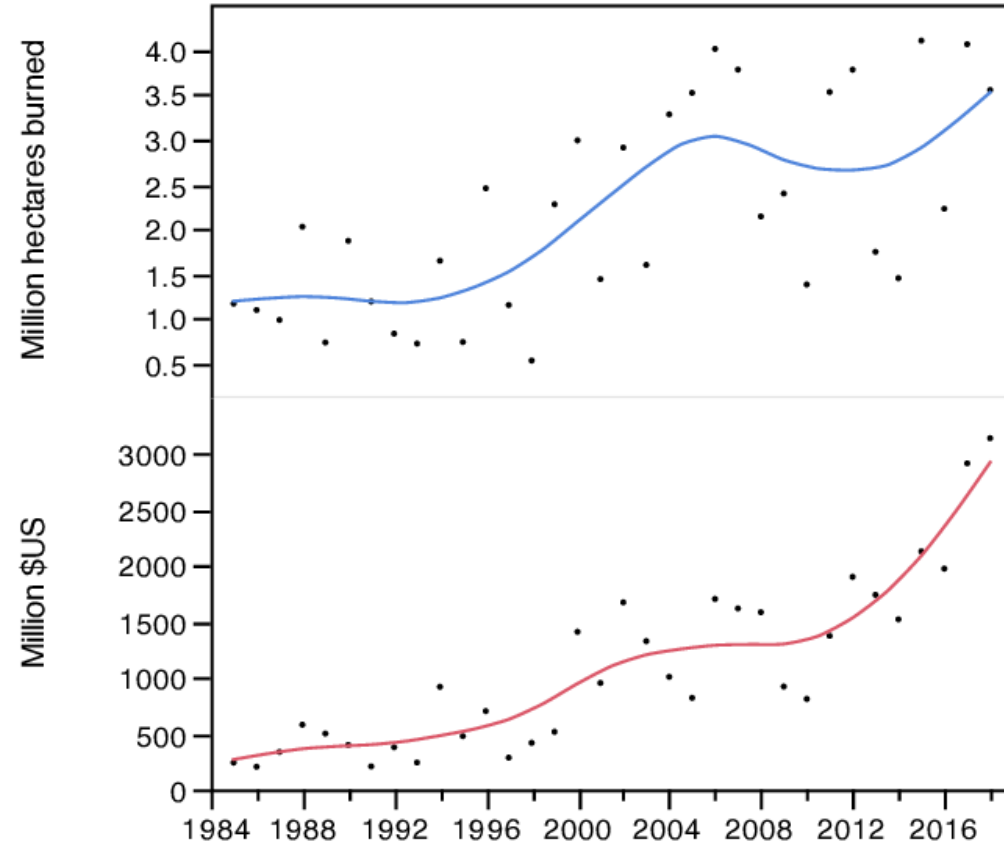
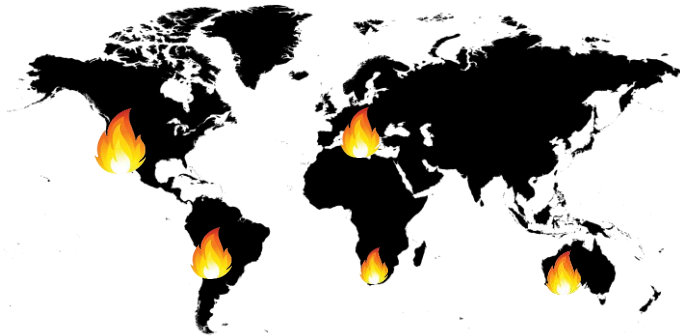
Note: ^a Forest and shrubland; ^b grassland; ^c forest; ^d shrubland and grassland; *FLI classes 1–4 follow the classification by Alexander and Lanoville [125].

Tedim, F., Leone, V., Xanthopoulos, G., et al. (2020).





Moreira et al. (2020)



Fernandes et al. (2019)



GIF – Desastre AMBIENTAL

Los devastadores incendios forestales de Canadá de 2023 emitieron tanto CO2 como toda la India

El país norteamericano se sitúa entre los cuatro principales emisores de dióxido de carbono, solo por detrás de China, Estados Unidos y la India

Fuente: Periódico El Debate, 2024

ZAMORA

Ascienden a 25.000 las hectáreas quemadas en el incendio de la sierra de la Culebra

Fuente: Agencia Atlas, 2022

Fuente: WWF, 2020

Un nuevo informe de WWF Australia revela que más de 3.000 millones de animales pudieron ser víctimas de los incendios forestales que azotaron al país en el que ha sido su verano más negro

RESEARCH

WILDFIRES

The fastest-growing and most destructive fires in the US (2001 to 2020)

Jennifer K. Balch^{1,2*}, Virginia Iglesias^{1,3†}, Adam L. Mahood^{4†}, Maxwell C. Cook^{2,3}, Cibele Amaral^{1,3}, Amy DeCastro⁵, Stefan Leyk², Tyler L. McIntosh³, R. Chelsea Nagy^{1,3}, Lise St. Denis³, Ty Tuff^{1,3}, Erick Verleye^{1,3}, A. Park Williams⁶, Crystal A. Kolden⁷

GIF - Desastre SOCIAL

EL PAÍS

Fuente: El País, 2025

Una devastadora
"tormenta de llamas"
causa la muerte de al
menos 62 personas en
Portugal



Fuente: El Mundo, 2017

ELECCIONES ESTADOS UNIDOS · USA · MUNDO · OPINIÓN · NEGOCIOS · INMIGRACIÓN · CIENCIA · SALUD · ENTRETENIMIENTO

EN VIVO

Incendios en California, en vivo | El número de muertos sube a 25

Hay alerta roja por los vientos que se prevé aumenten en la noche del martes | Las órdenes de evacuación abarcan 88.000 residentes del condado de Los Ángeles



05 Mar 2024

Los incendios forestales del invierno de 2024 en Chile fueron los más mortíferos jamás registrados

Fuente: CTIF, 2024

GIF - Desastre ECONÓMICO

20minutos

LA INFORMACIÓN
ECONÓMICA

La factura de los incendios que arrasaron el país: 2.000 millones para sofocarlos

IÑAKI ETXARRI | NOTICIA | 24.07.2022 - 04:30H

Fuente: La Información - Económica, 2022

Los incendios de Los Ángeles han arrasado tantas mansiones que ya se ha convertido en catastrófico para las aseguradoras

- El mercado de seguros de California se enfrenta a una crisis sin precedentes
- Amenaza con dejar a miles de propietarios sin cobertura en un contexto de desastres

Fuente: Miguel Jorge, 2025

Q

HOY

Fuente: Periódico HOY, 2024

Los hidroaviones, cada vez más caros: 732.000 euros por cuatro meses en Extremadura

La demanda de países que antes gastaban menos en la lucha contra los incendios forestales eleva el coste hasta los 1.200 euros por hora de vuelo

INCENDIOS FORESTALES

Incendio de Doñana en 2017 costó casi 300.000 euros sólo en biodiversidad

Publicado por: efeverde

9 de julio, 2019

MADRID



Science of The Total Environment

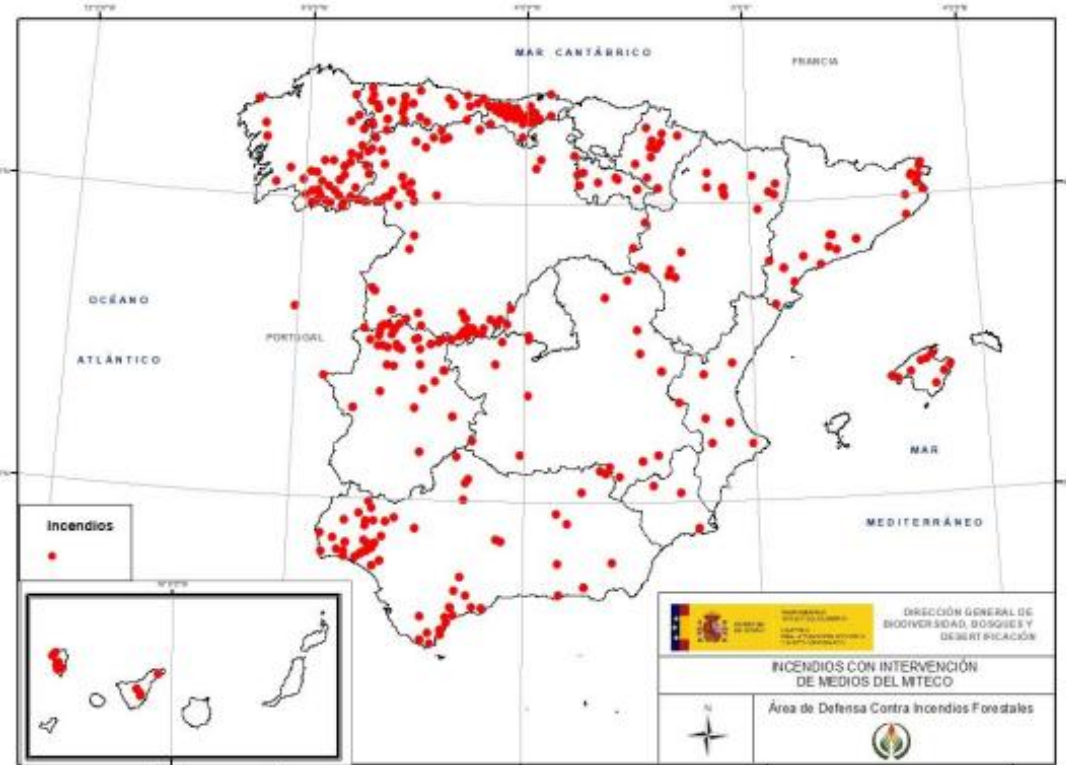
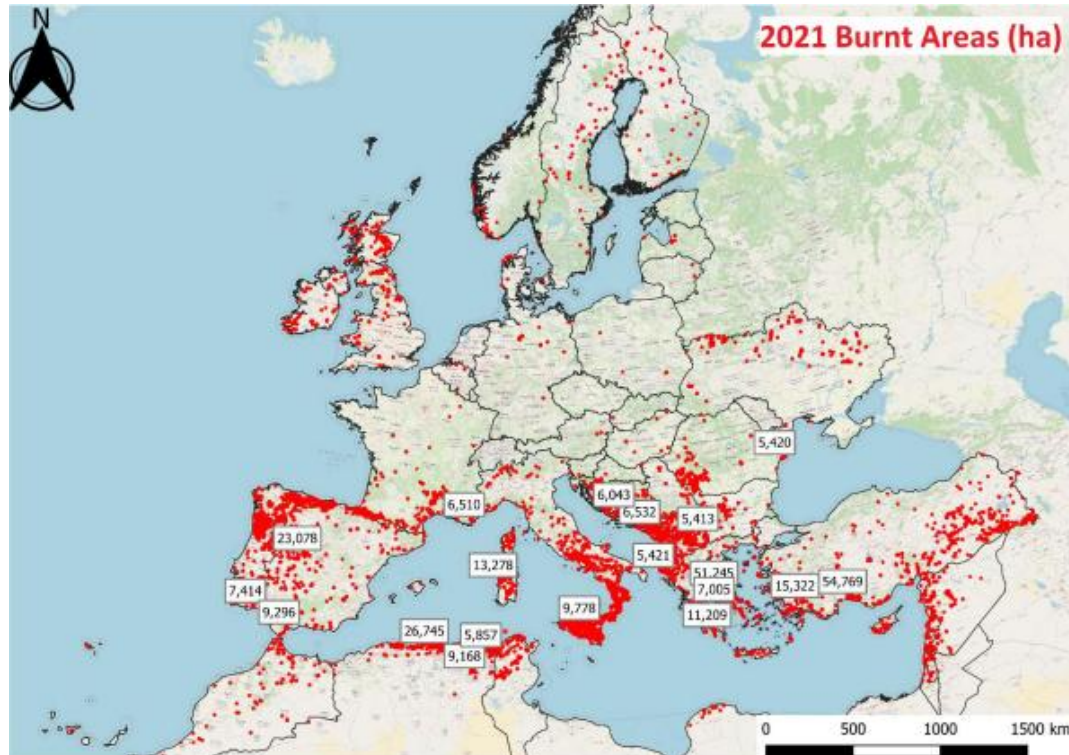
Volume 675, 20 July 2019, Pages 520-530



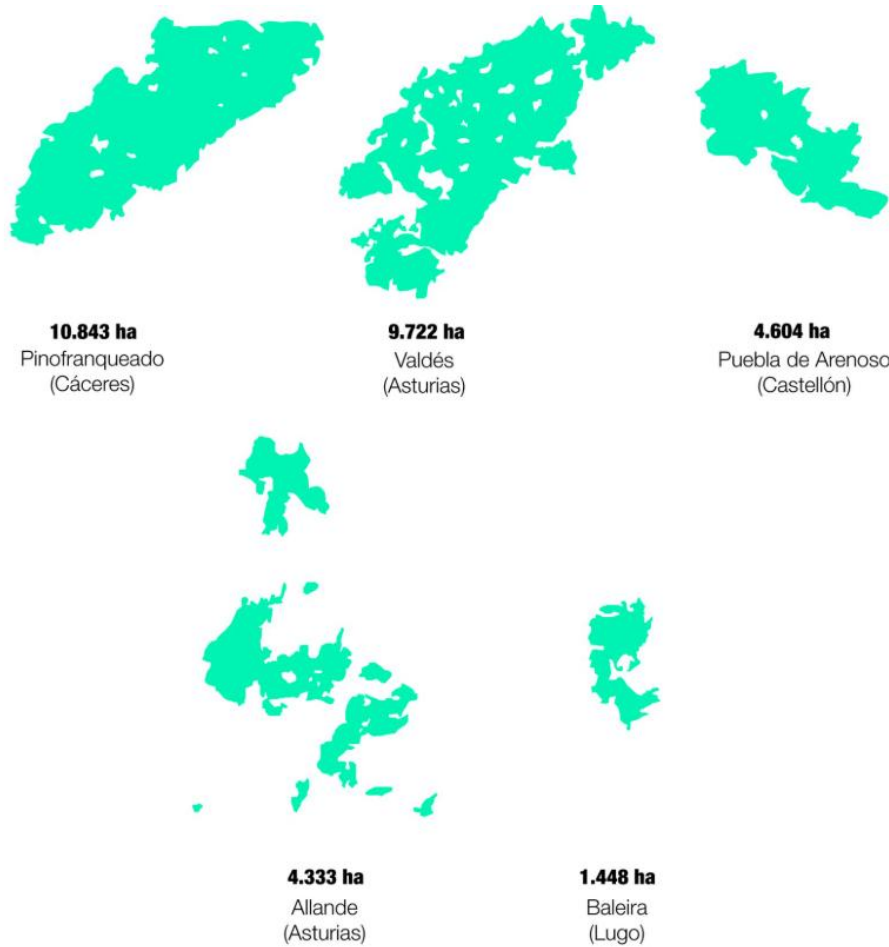
The role of flagship species in the economic valuation of wildfire impacts: An application to two Mediterranean protected areas

J.R. Molina, R. Zamora, F. Rodríguez y Silva

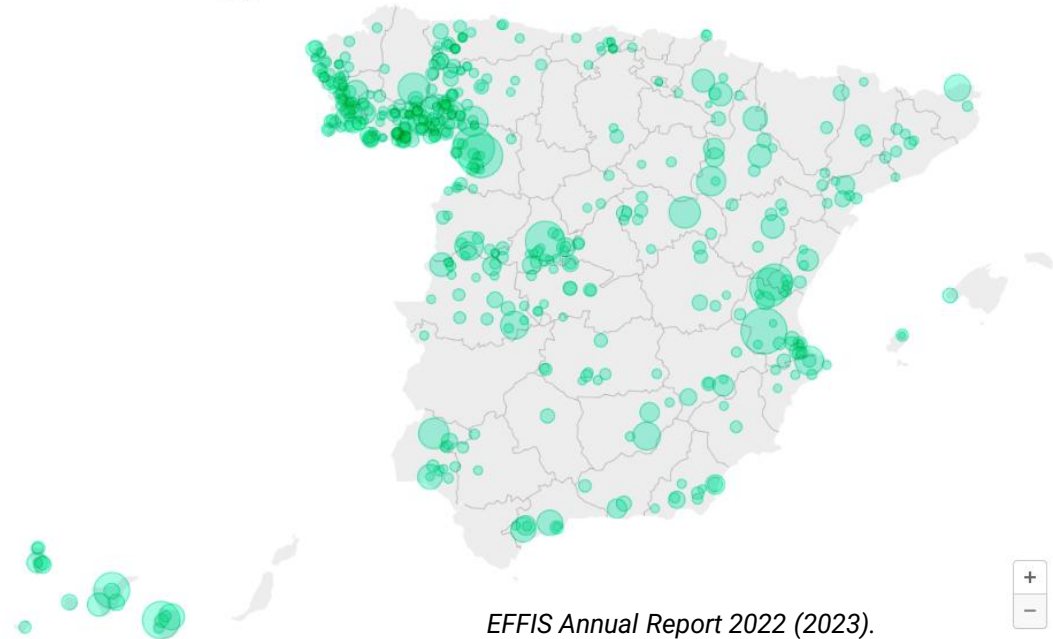
España: vulnerabilidad del paisaje y desafíos de gestión

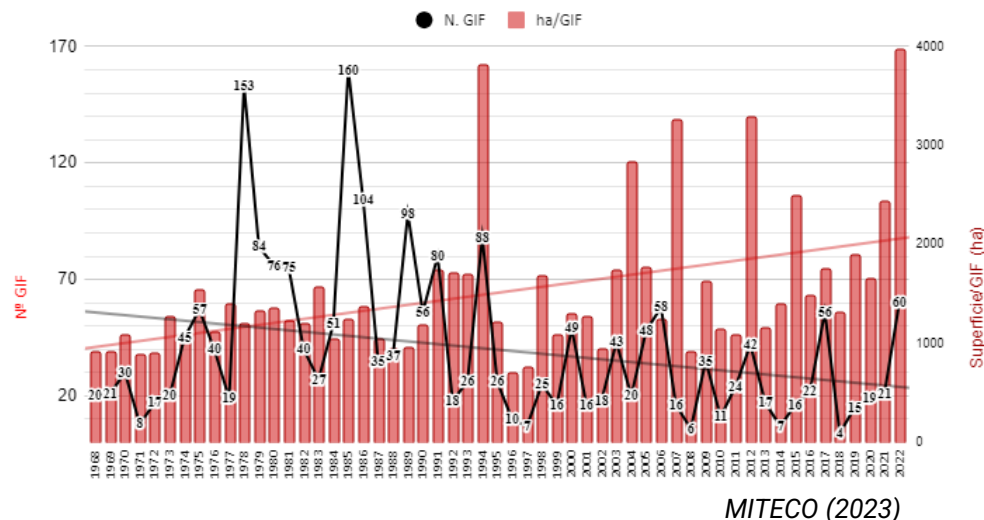


EFFIS Annual Report (2023).

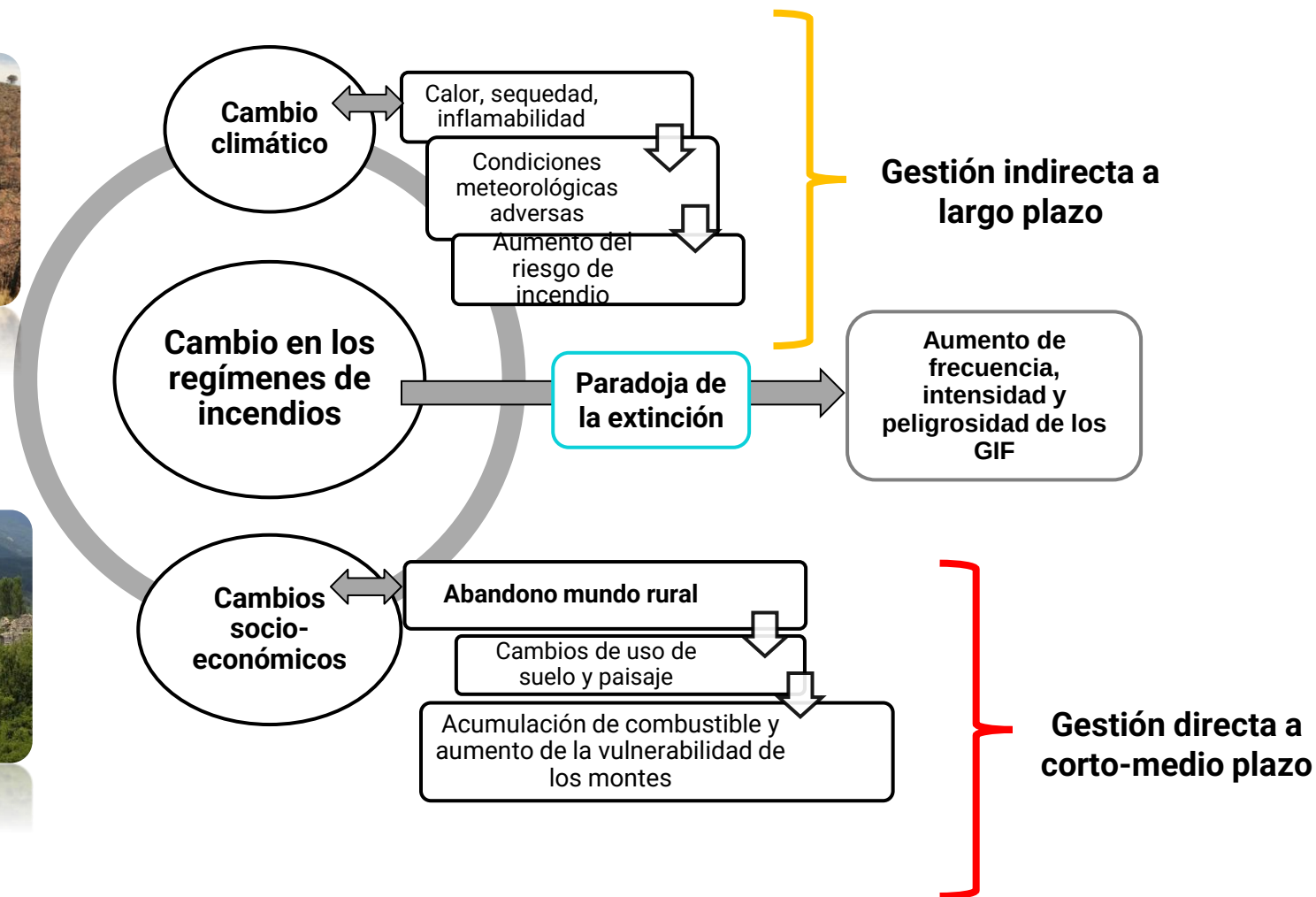


Superficie forestal (hectáreas)



En 2022, en España los GIF (57/10.507) quemaron el **83 %** de la superficie total afectada por IF (**222.396 ha /267.947 ha**)





SENSIBILIZACIÓN



Conatos



Incendios

**SENSIBILIZACIÓN
EXTINCIÓN**

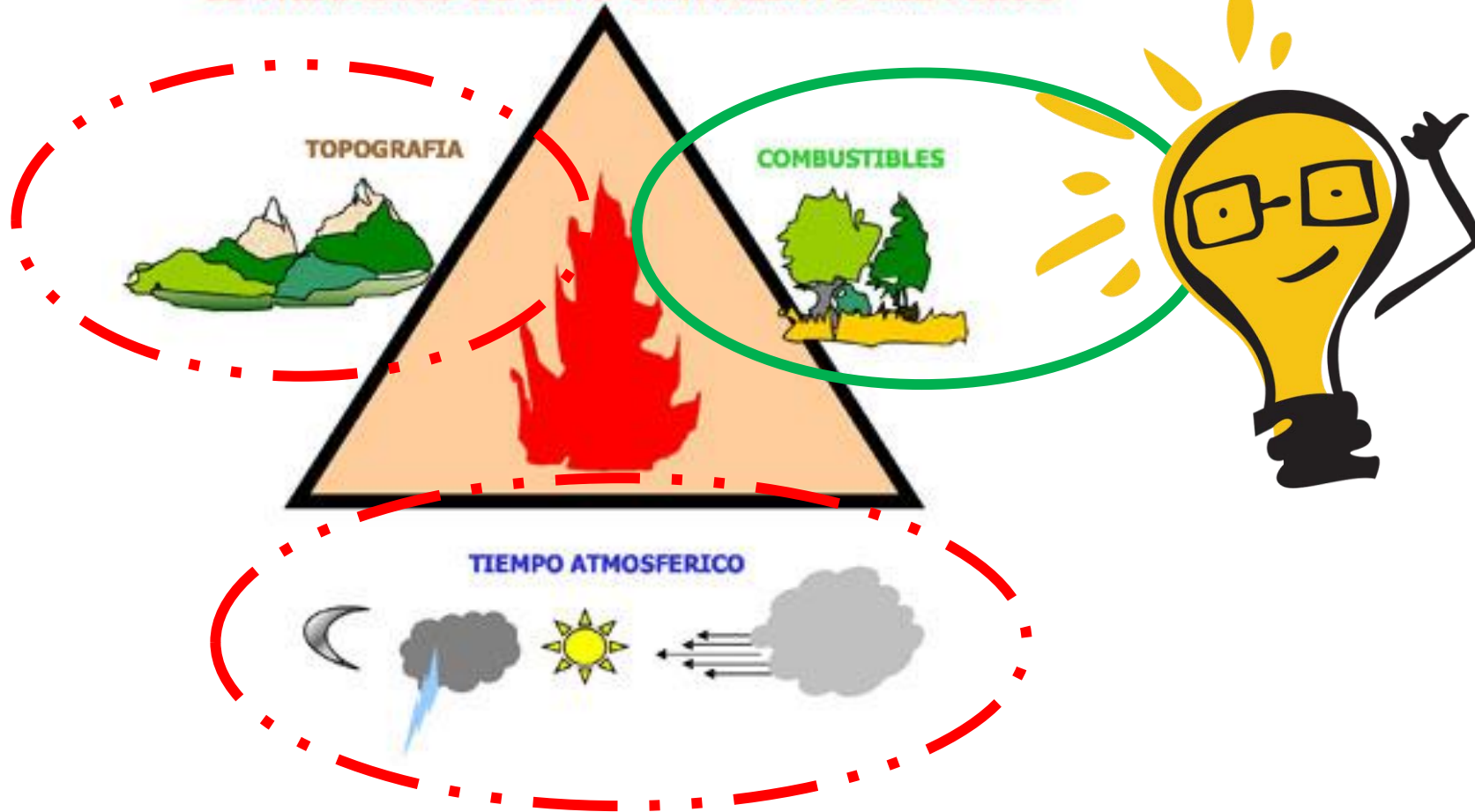


**SENSIBILIZACIÓN
EXTINCIÓN
PREVENCIÓN**

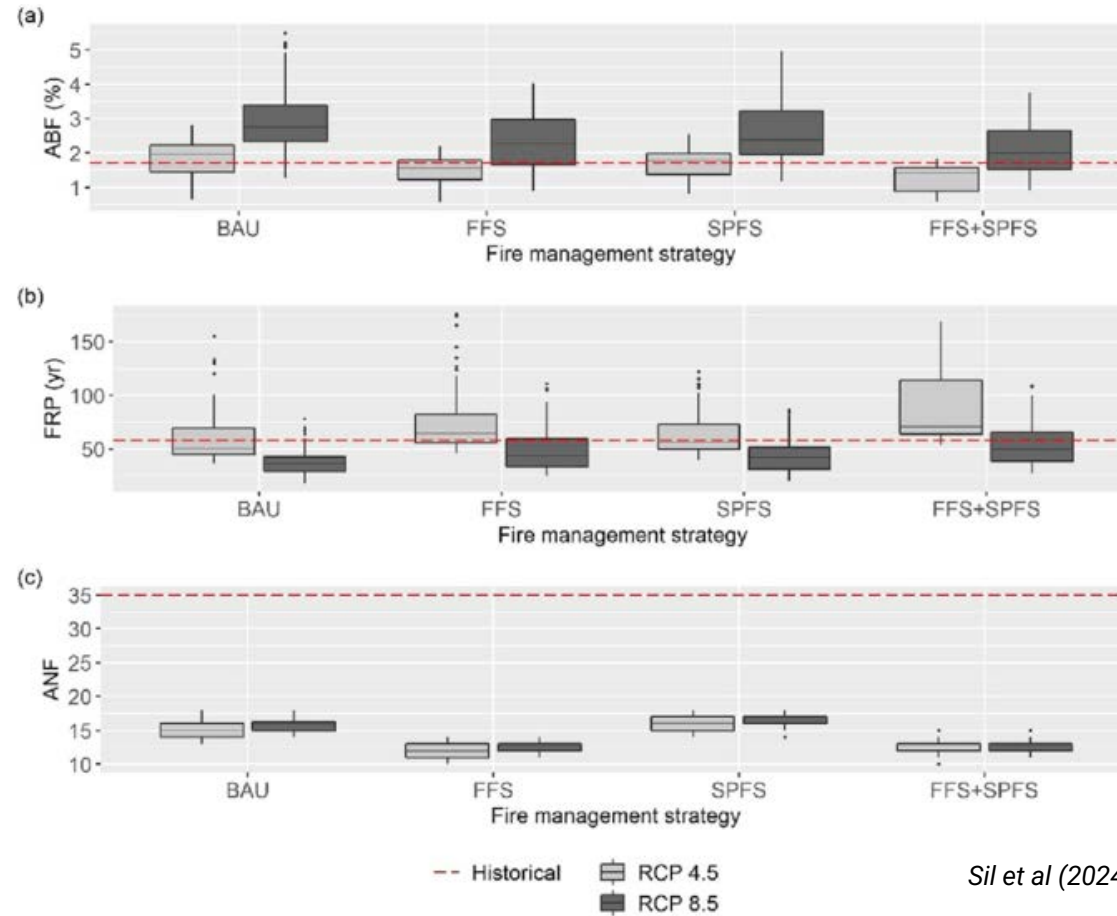


Grandes Incendios Forestales

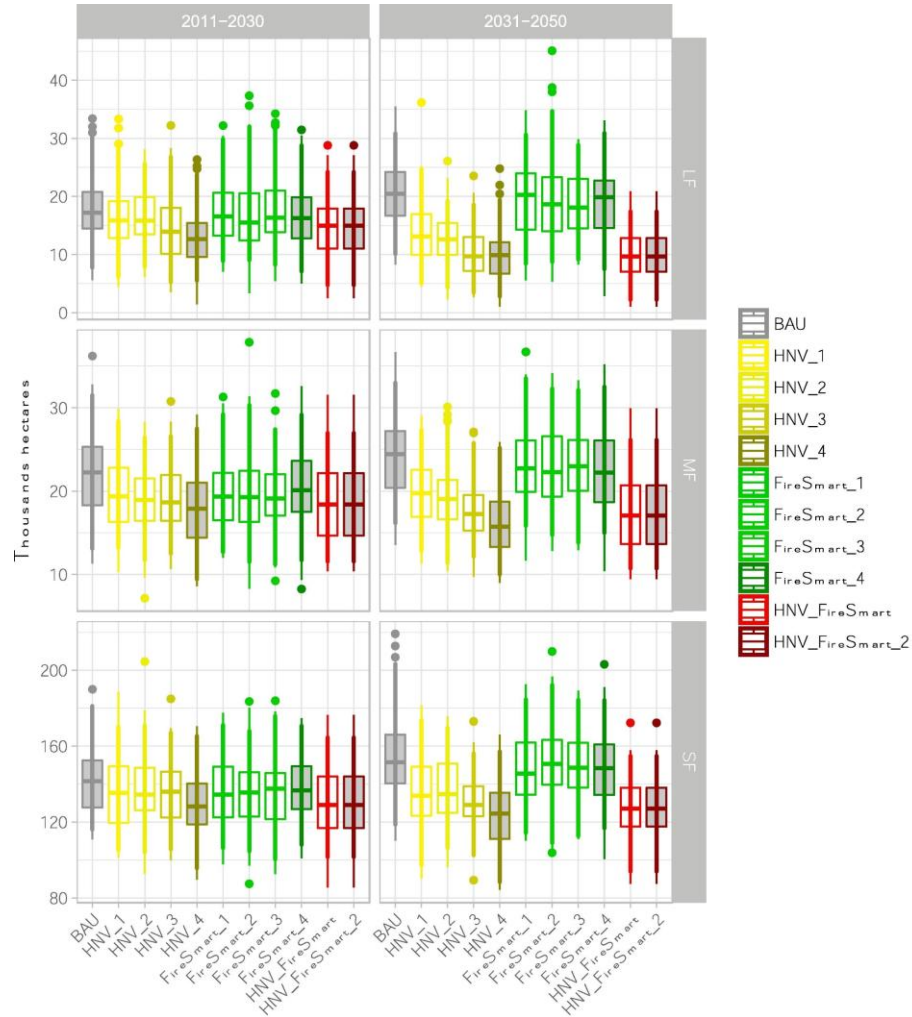
EL TRIANGULO DE COMPORTAMIENTO DEL FUEGO



Cambio de paradigma: hacia paisajes resilientes al fuego



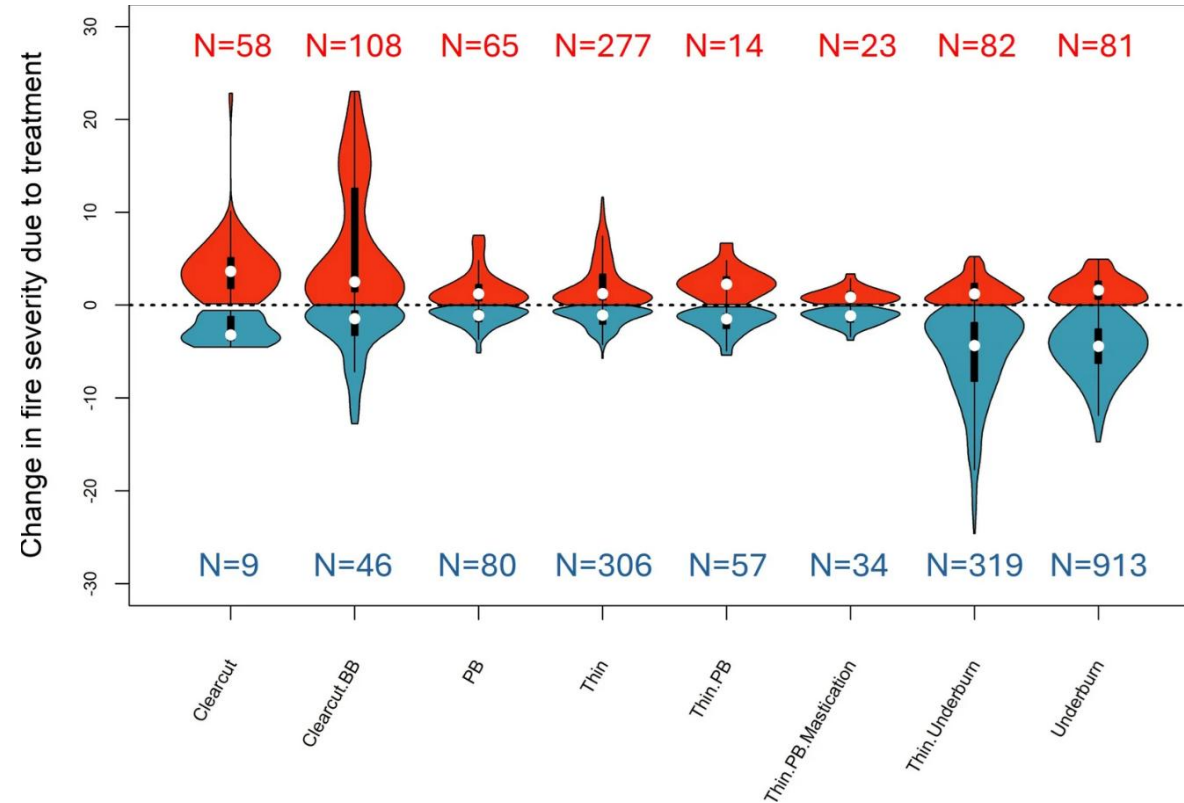
Sil et al (2024)

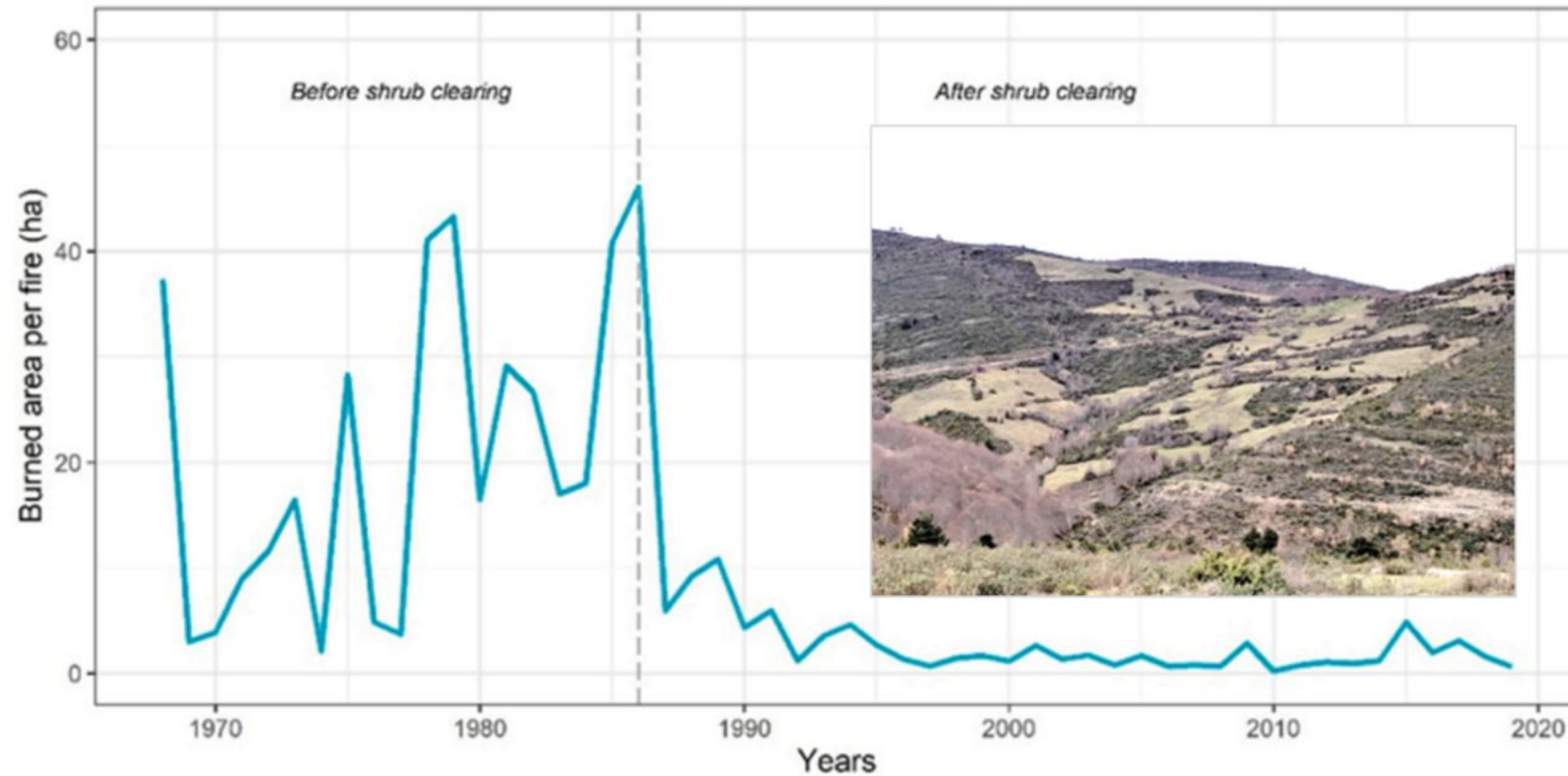


Regos et al (2019)

Scenarios

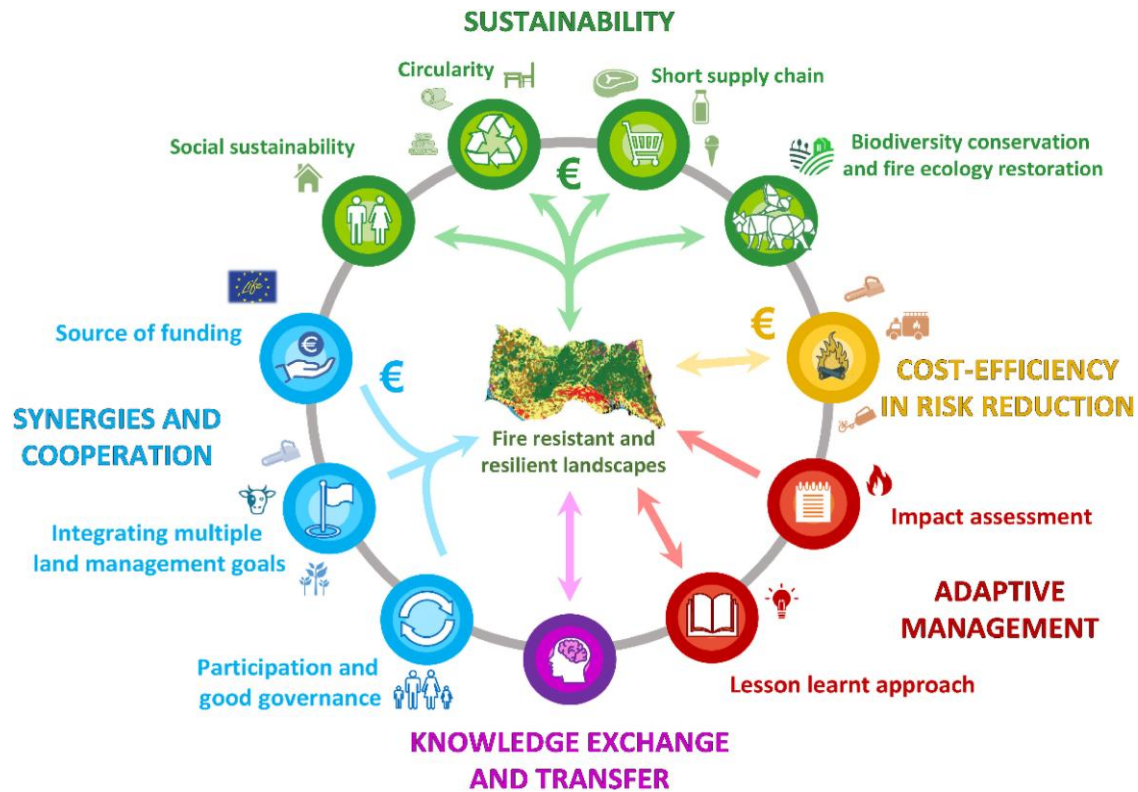
Povak et al (2025)





Lasanta et al (2022)

Fire smart landscapes



El bosque no puede entenderse ni gestionarse de forma aislada

Paisaje



Paisanaje

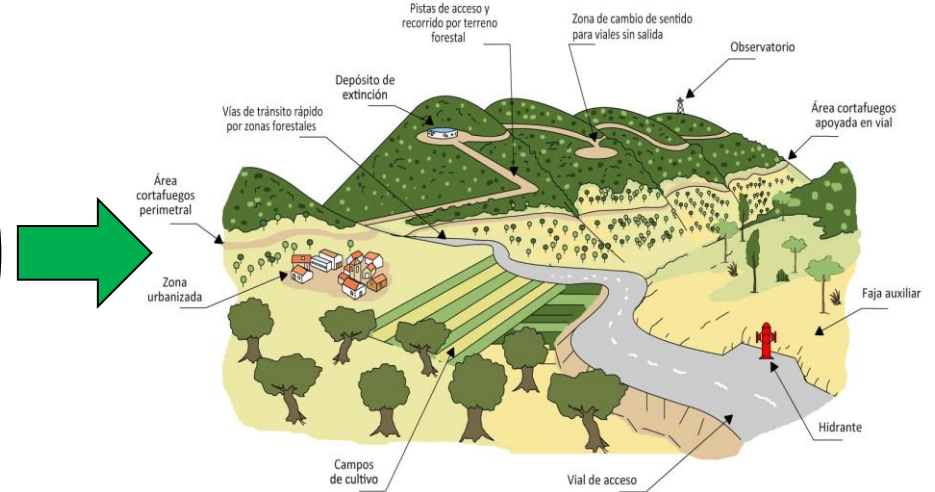
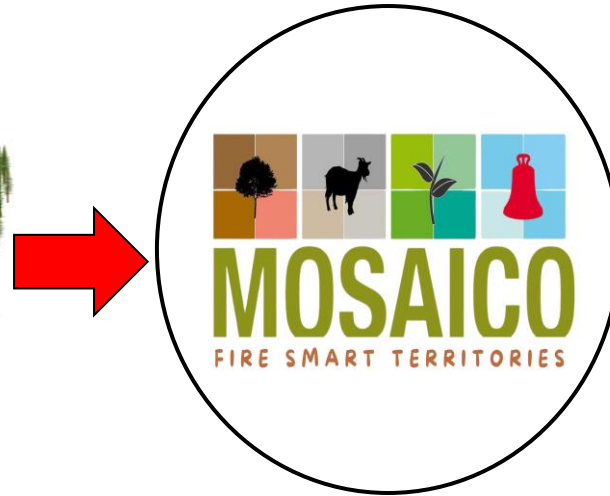
Estrategia

- Líneas estratégicas
- Objetivos
- Tácticas y acciones

Propuesta desde Extremadura: MOSAICO como NbS



Modelo **REACTIVO**



Modelo **PROACTIVO**



Objetivos

- (1) **Prevención de incendios forestales** a través de una planificación diversa e integral de los usos del territorio
- (2) Recuperación del paisaje en mosaico de montaña en zonas de alto riesgo de incendio
- (3) Dinamización del medio rural

Líneas estratégicas

- (1) **Planificación integrada del territorio**
- (2) Movilización de recursos infraexplotados
- (3) Reorientación de los instrumentos financieros



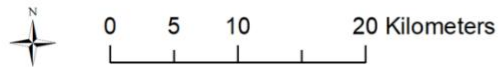
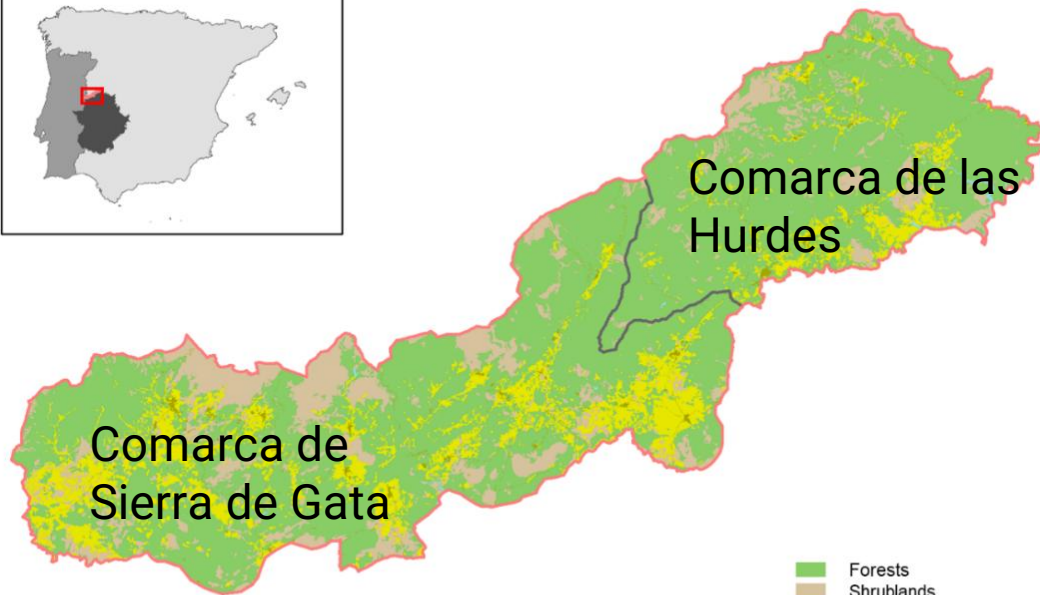
Tácticas

- (1) **Reducción del combustible**
- (2) Asociacionismo y cooperativismo
- (3) Cambio de políticas
- (3) Transformación de los productos agrosilvopastorales

Instrumentos

- (1) **Cortafuegos productivos**
- (2) Zonas estratégicas de gestión

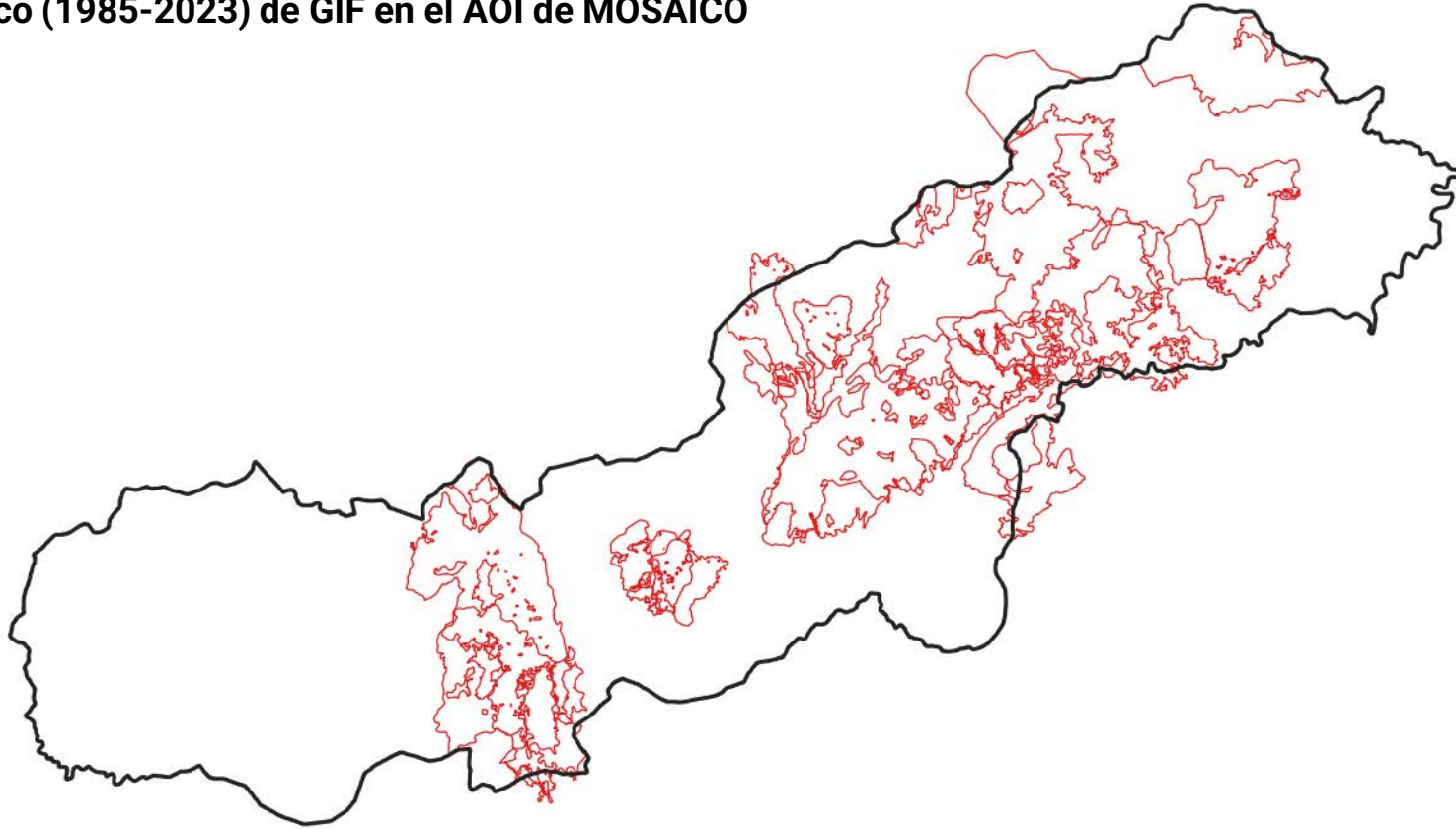
Zona de Estudio de MOSAICO Extremadura



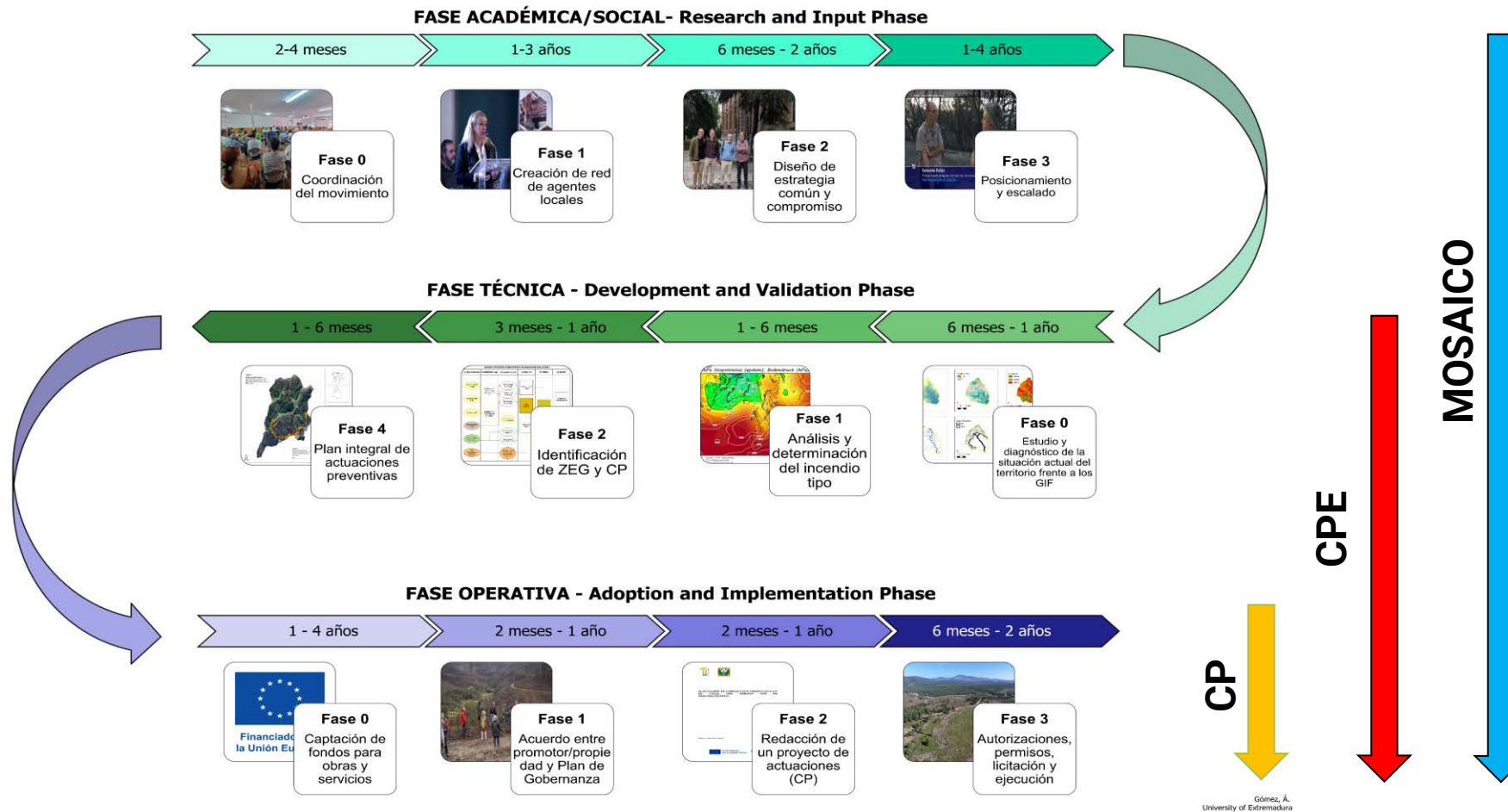
- 157.000 ha total
- 120.000 ha alto riesgo
- Espacios protegidos



Histórico (1985-2023) de GIF en el AOl de MOSAICO



METODOLOGÍA de MOSAICO



Fase académica/social

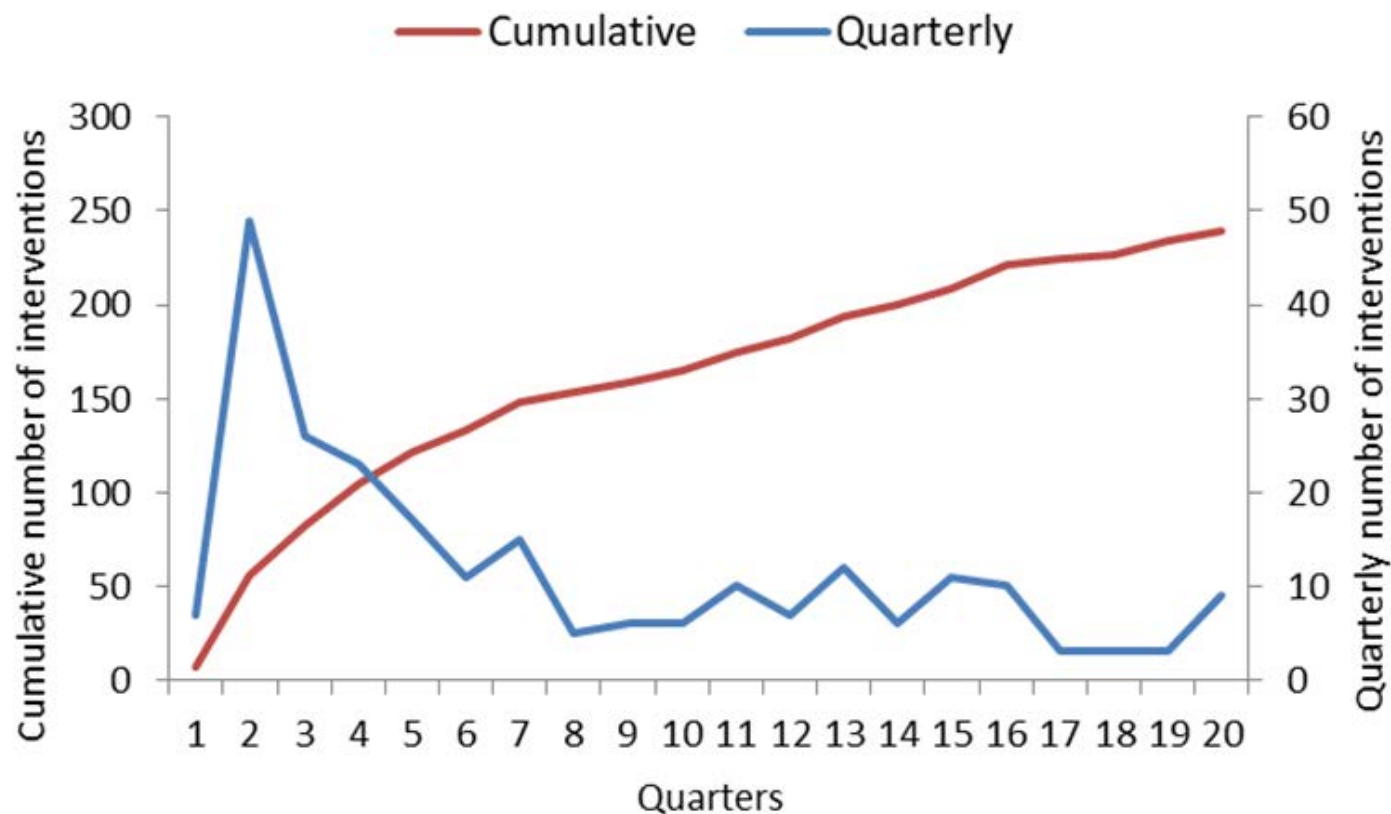
Período 2017-2021

Sesiones informativas y formativas

Portal web

Ayuntamientos

Vídeos con casos de éxito



**1 de cada 3
propuestas han sido
ejecutadas**

33% de
cristalización

Fase técnica y operativa



4-7



0-1



7



9

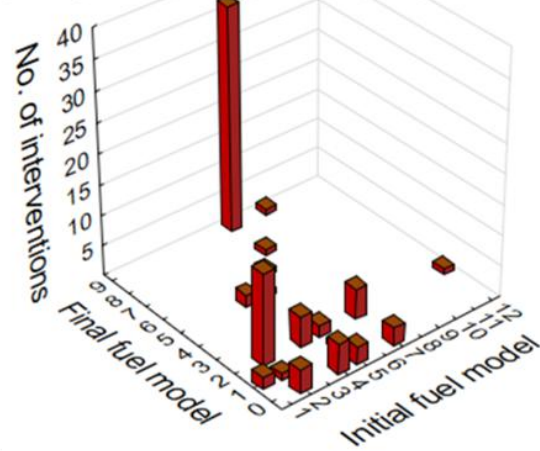


4-5

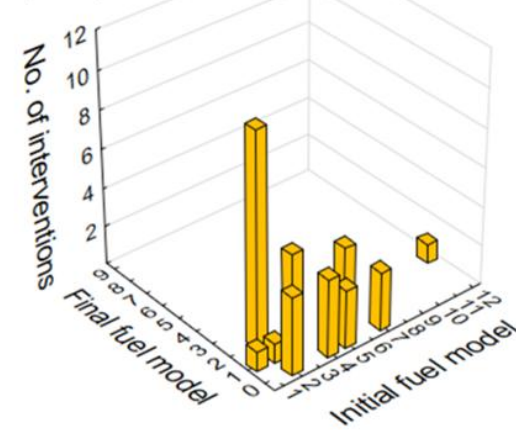


1-2

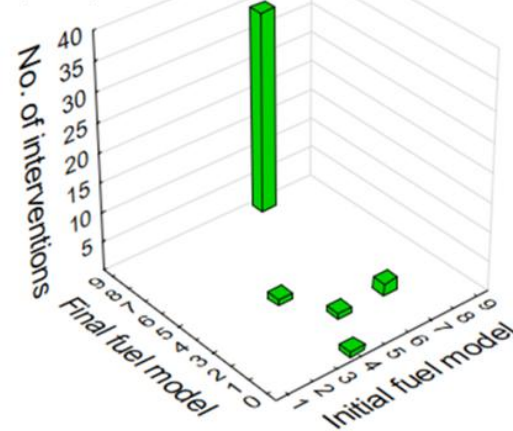
All interventions
(n=94)



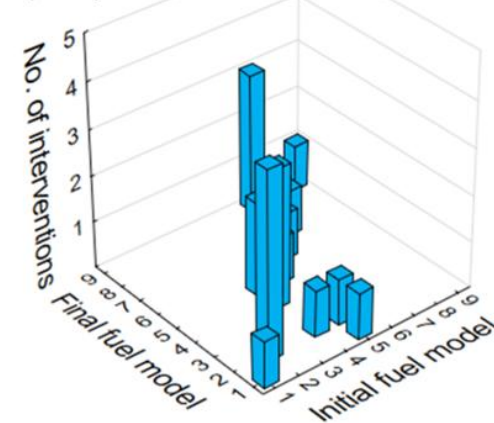
Agricultural
(n=35)



Forestry
(n=39)

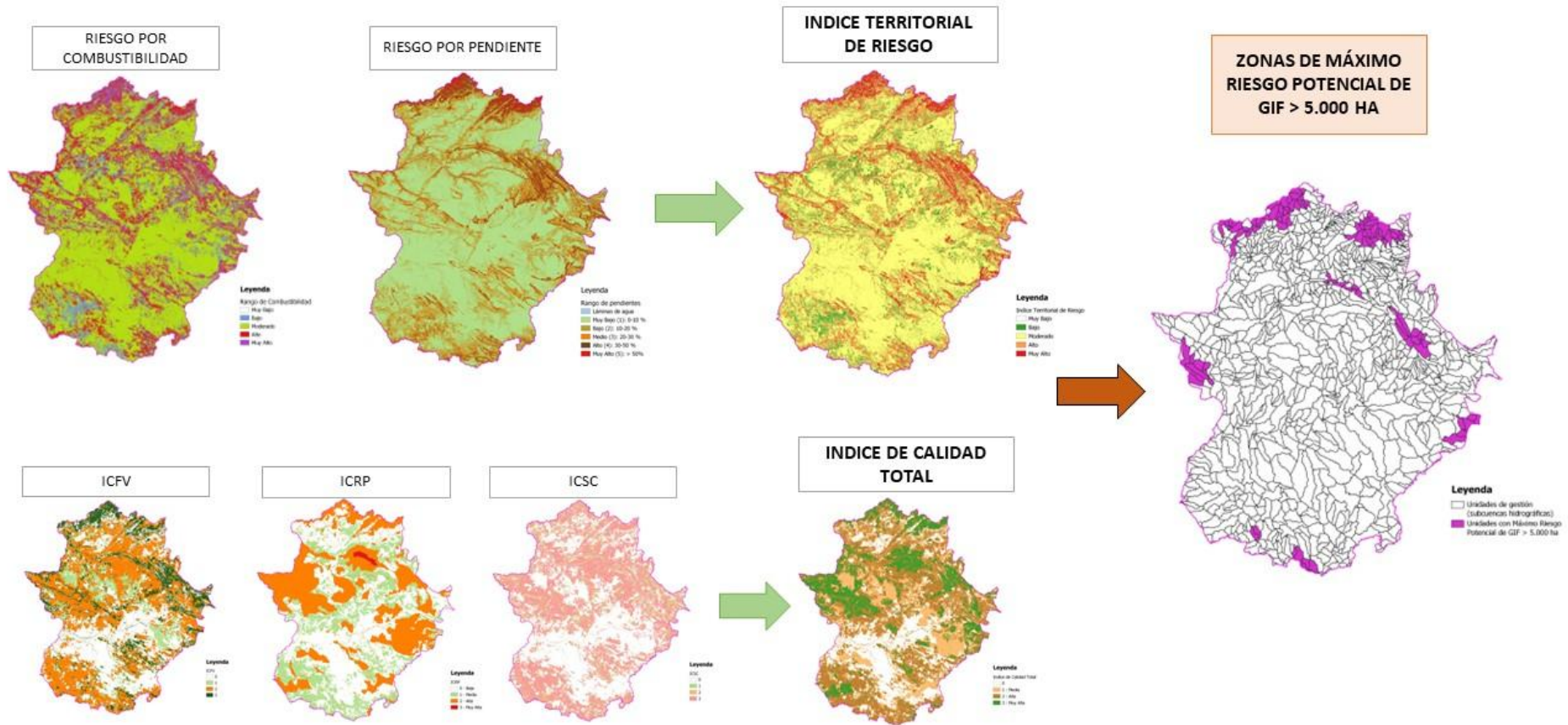


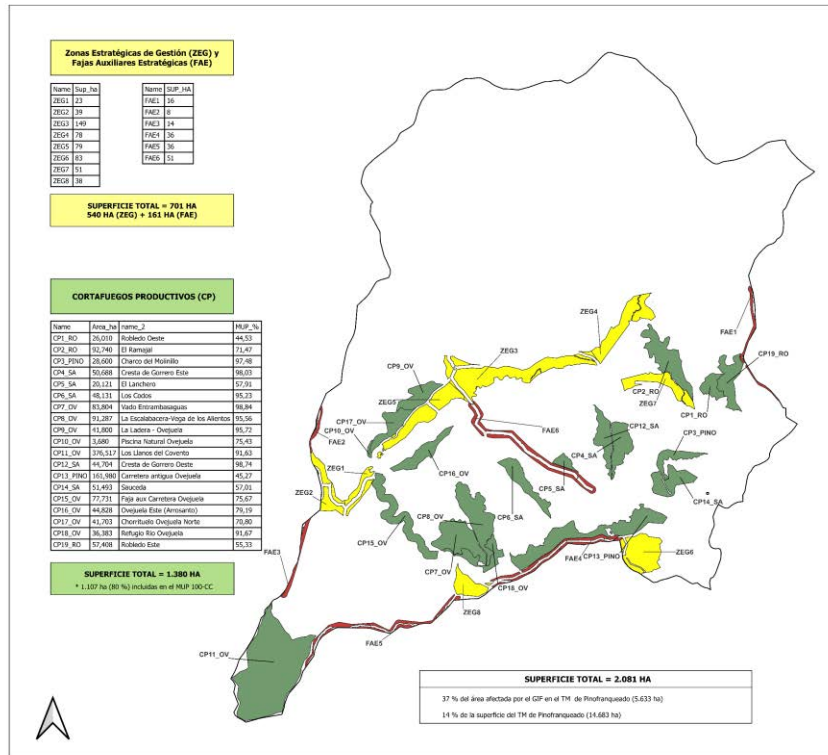
Livestock
(n=20)



Main attributes of direct and indirect approaches for fire prevention in the Mosaico territory. (Fire-Smart Territories: a proof of concept based on Mosaico approach, 2023)

Metodología para la identificación de Zonas de Máximo Riesgo Potencial de GIF > 5.000 ha





Leyenda

ZONIFICACIÓN RESTAURACIÓN POST GIF PINOFRANQUEADO 2023

- ZEG
- Zonas Estratégicas de Gestión (ZEG)
 - Fajas Auxiliares Estratégicas (FAE)
- CP
- Cortafuegos Productivos (CP)
- Auxiliares
- TM Pinofranqueado

ZONIFICACIÓN - RESTAURACIÓN POST INCENDIO, GIF PINOFRANQUEADO 2023

SRT EPSG 25829 - ETRS89 / UTM ZONE 29 N

1 0 1 2 3 km

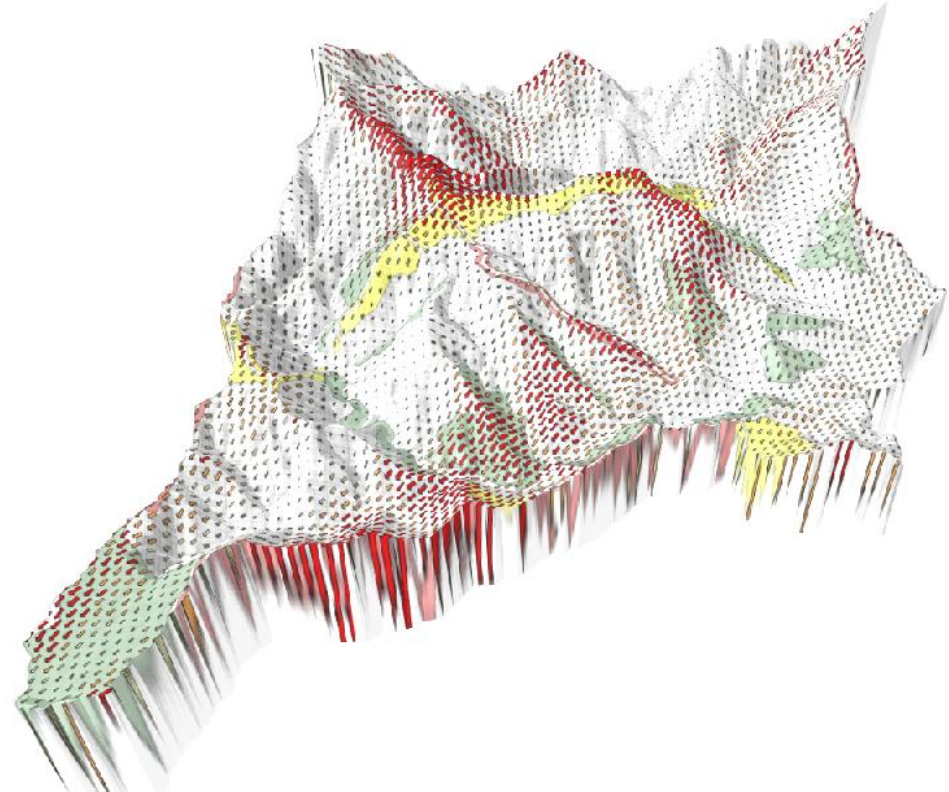
Proyecto: Informe sobre Evaluación de Riesgo de Incendio Forestal en el TM de Pinofranqueado (Cáceres)

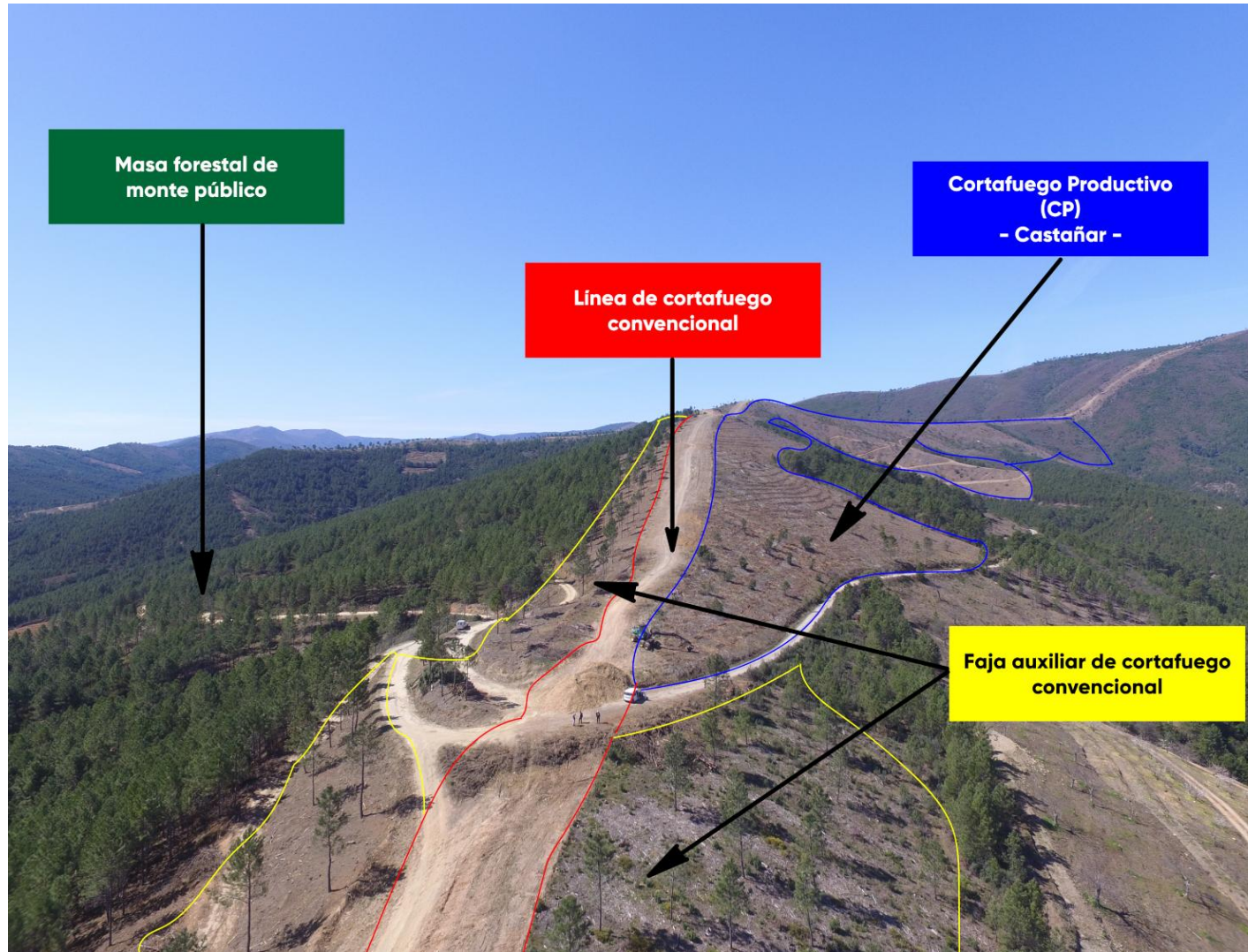
Autor: Gómez Núñez, Á. / Universidad de Extremadura

Fecha: Diciembre, 2024

Escala: 1:50.000

Logos: UEX, Ayuntamiento de Pinofranqueado







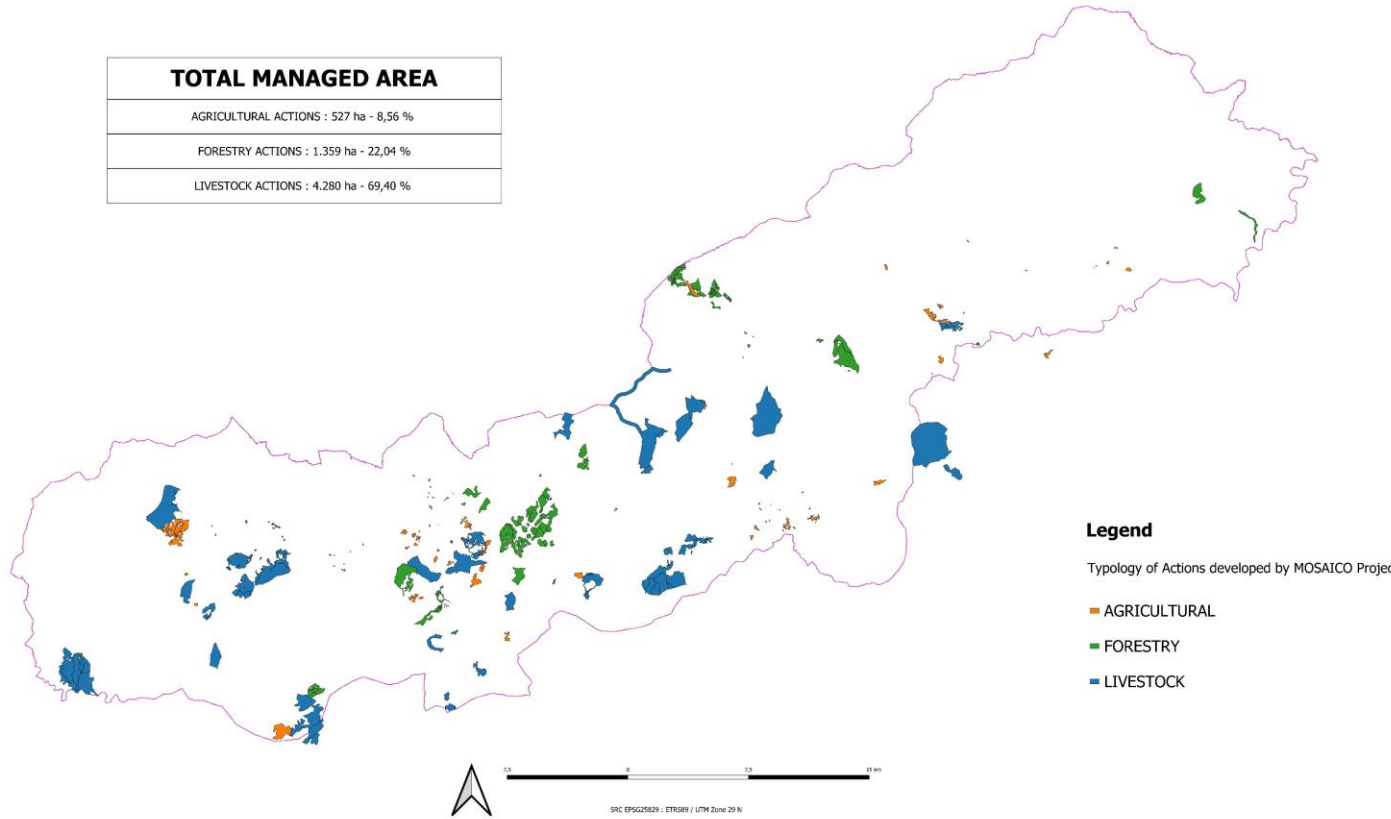
MAP OF PRIVATE ACTIONS IN THE AoI (GATA-HURDES) - MOSAICO

TOTAL MANAGED AREA

AGRICULTURAL ACTIONS : 527 ha - 8,56 %

FORESTRY ACTIONS : 1.359 ha - 22,04 %

LIVESTOCK ACTIONS : 4.280 ha - 69,40 %



TITLE: MAP OF PRIVATE ACTIONS IN THE AoI (GATA-HURDES) - MOSAICO
PROJECT: WILDFIRE PREVENTION
AoI: MOSAICO PROJECT (GATA-HURDES) - CÁCERES, EXTREMADURA

ESCALE: 1 : 100.000
DATE: May, 2024

AUTHOR: Technical Team from the University of Extremadura, Mosaico Project, and IN+DEHESA
in+dehesa
Instituto de Investigación de la Dehesa

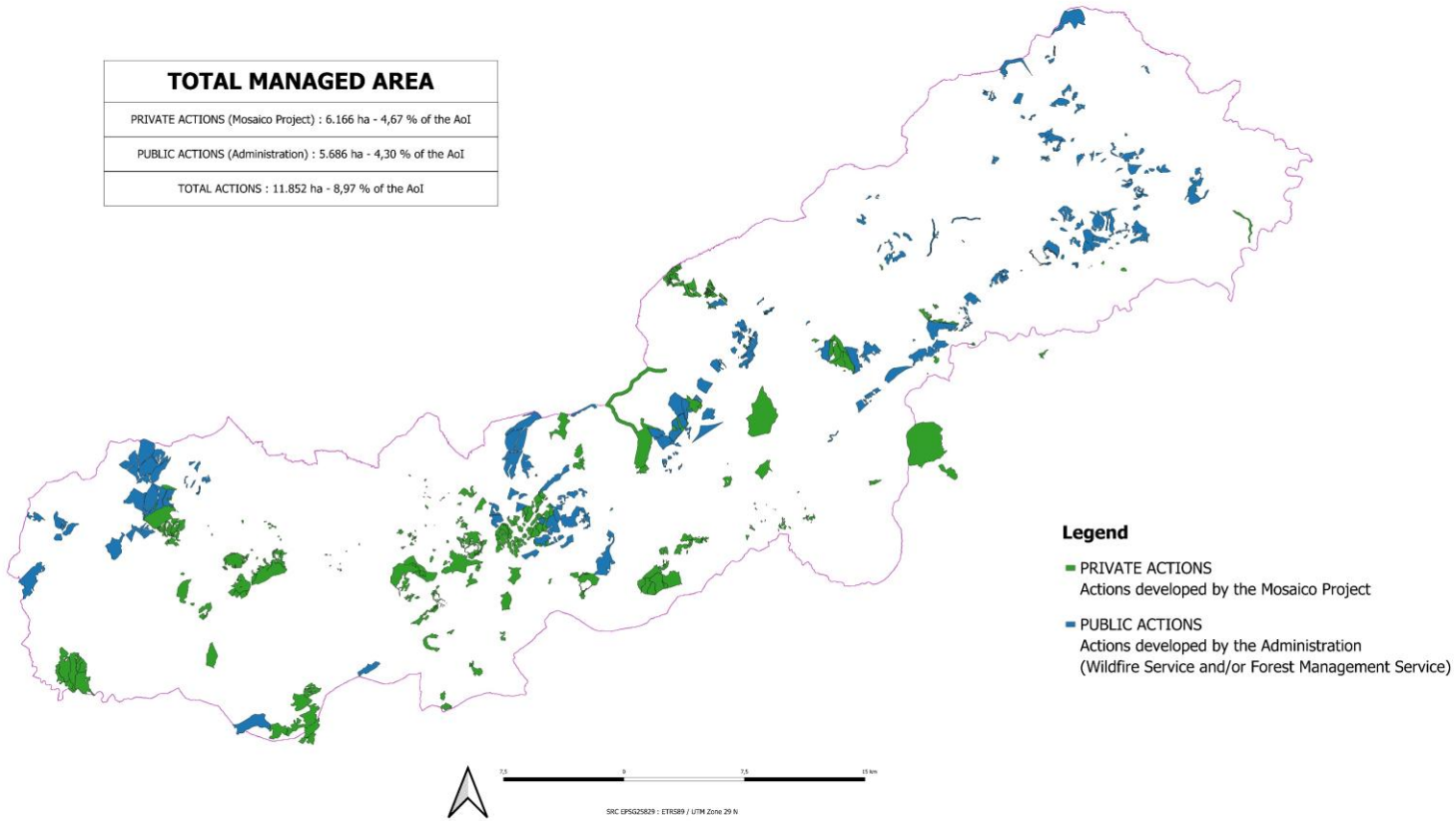
GLOBAL MAP OF ACTIONS IN THE AoI (GATA-HURDES) SINCE 2016

TOTAL MANAGED AREA

PRIVATE ACTIONS (Mosaico Project) : 6.166 ha - 4,67 % of the AoI

PUBLIC ACTIONS (Administration) : 5.686 ha - 4,30 % of the AoI

TOTAL ACTIONS : 11.852 ha - 8,97 % of the AoI

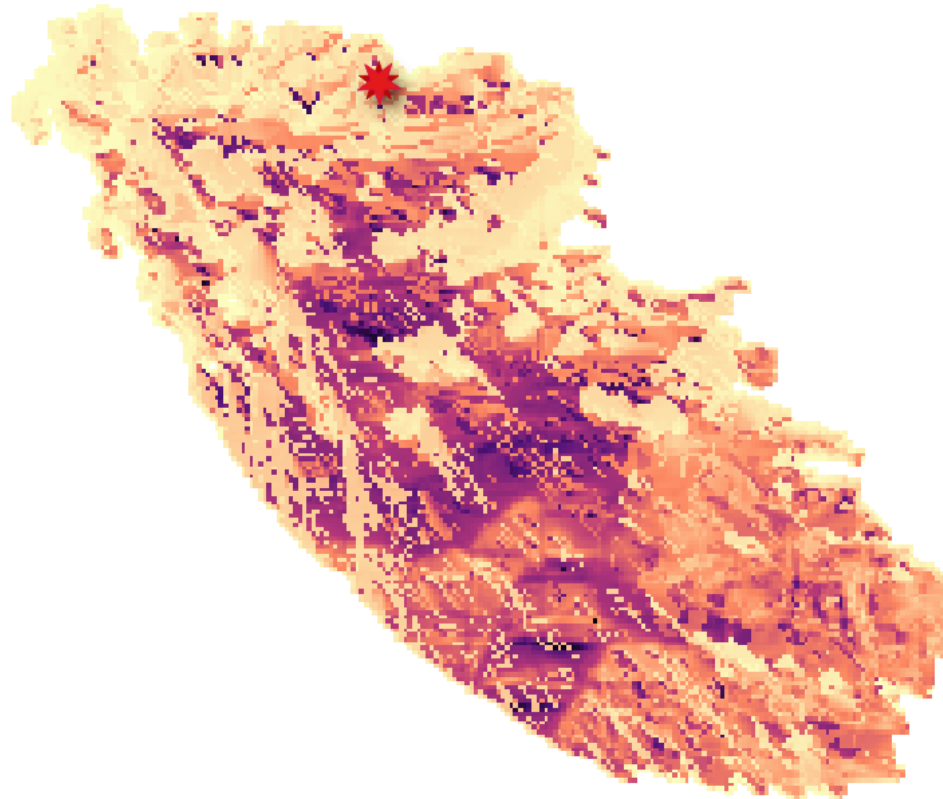


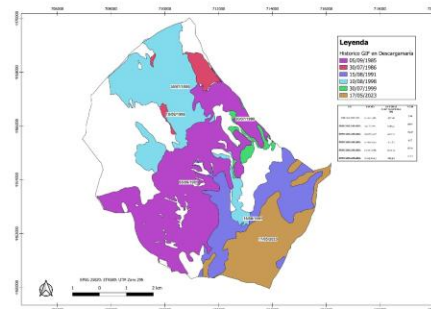
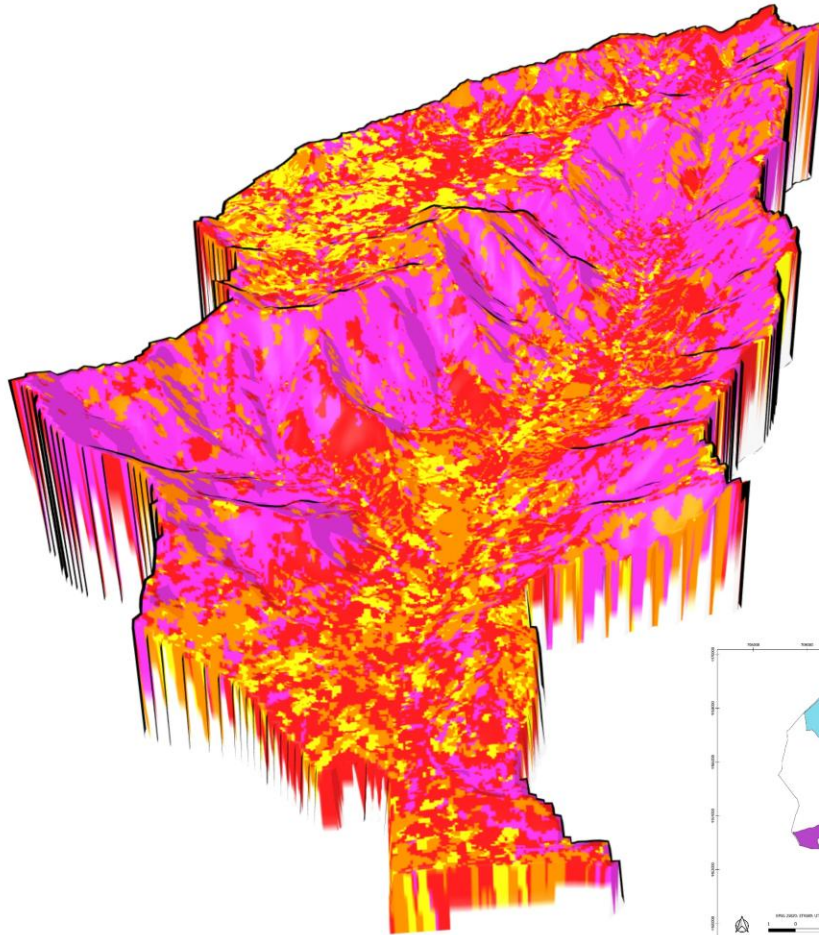
TITLE: GLOBAL MAP OF ACTIONS IN THE AoI (GATA-HURDES) SINCE 2016
PROJECT: WILDFIRE PREVENTION
AOI: MOSAICO PROJECT (GATA-HURDES) - CÁCERES, EXTREMADURA

SCALE: 1 : 80.000
DATE: May, 2024

AUTHOR: Technical Team from the University of Extremadura, Mosaico Project, and IN+DEHESA
in+dehesa
Instituto de Investigación de la Dehesa

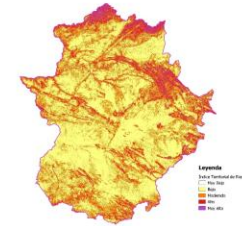
Caso Práctico: el Valle del Árrago (Cáceres)





Leyenda

Moderado Alto Muy Alto Extremo



Riesgo de IF a nivel de Extremadura

MAPA 3D DEL RIESGO DE INCENDIO FORESTAL EN EL VALLE DEL ÁRRAGO - 2023*

* previo al GIF Pinofranqueado (Mayo, 2023)

SRC EPSG 25829 - ETRS89/UTM zone 29N

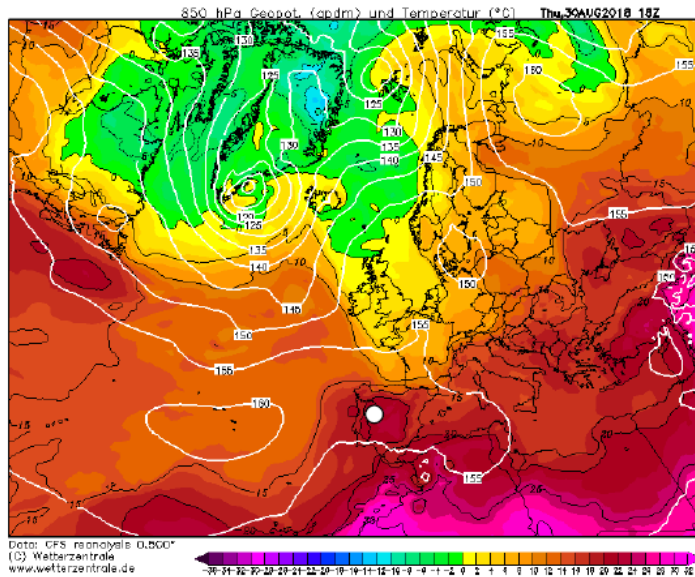
Jornada Participativa "Modelo Integral de Gestión Agroforestal en el Valle del Árrago : Alianzas, Compromisos, Logros y Oportunidades"

Autor: Gómez, Á. (UEX)
Coautores: Echevarría, E. (UEX)
León, A. (EXVER)
Lucas, B. (UEX)
Pineda, J. (UEX)

Fecha: Octubre, 2024

Organiza:





i) Incendios con factor vientos nocturnos intensos, originado por situación sinóptica con advección N-NW

ii) Incendios topográficos de valle

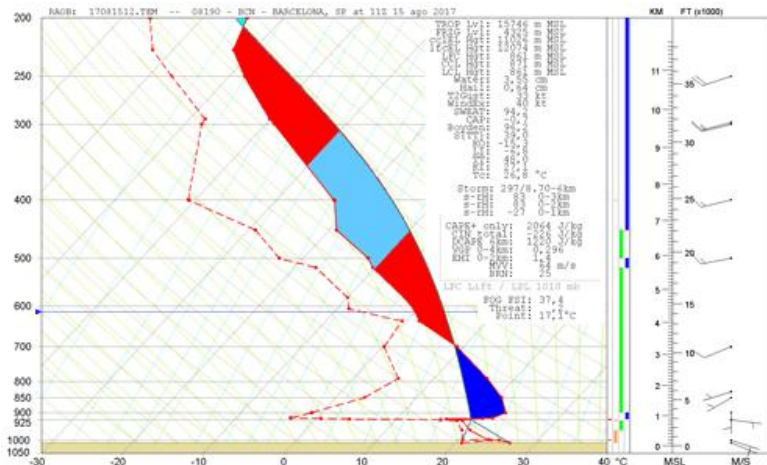
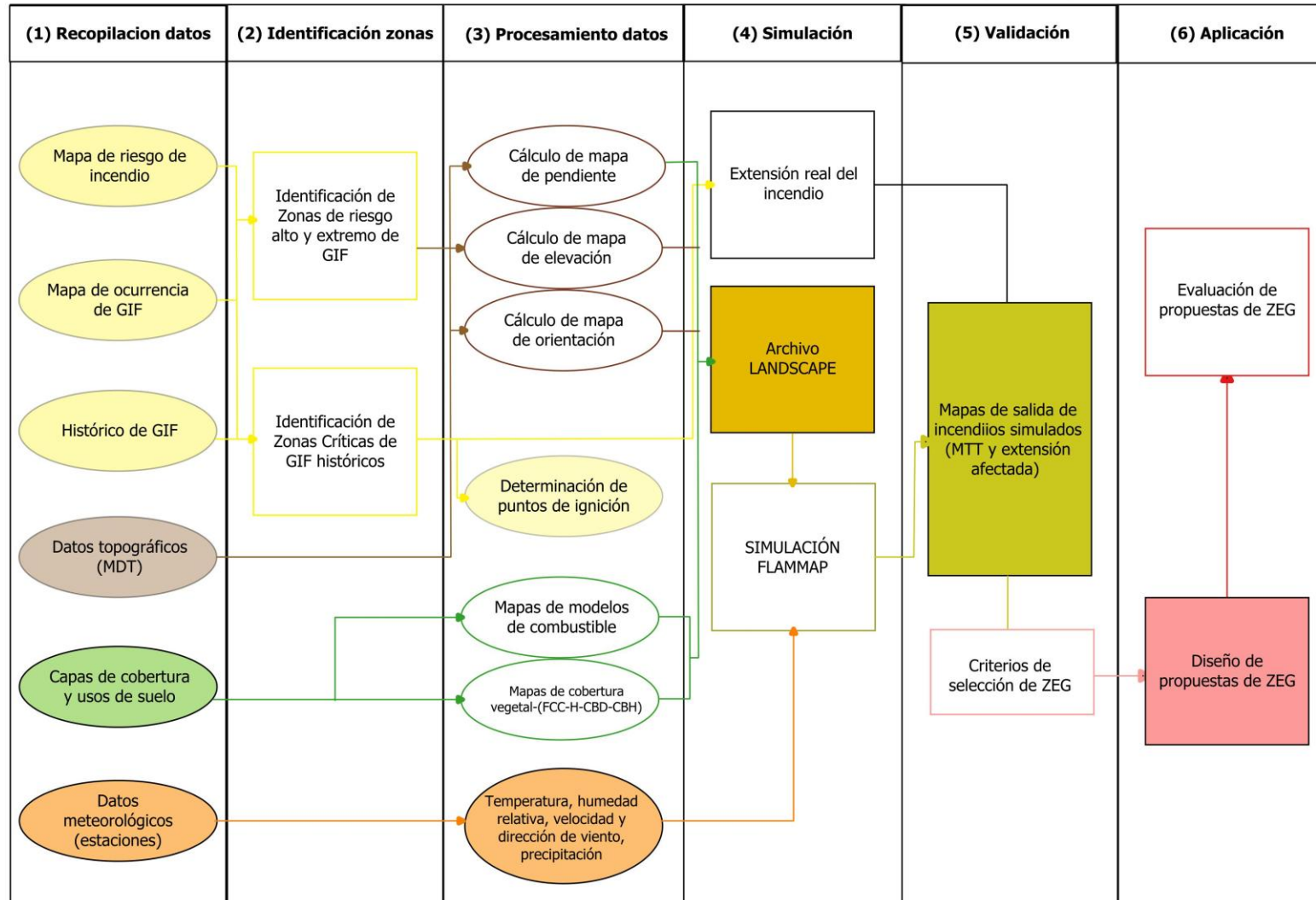
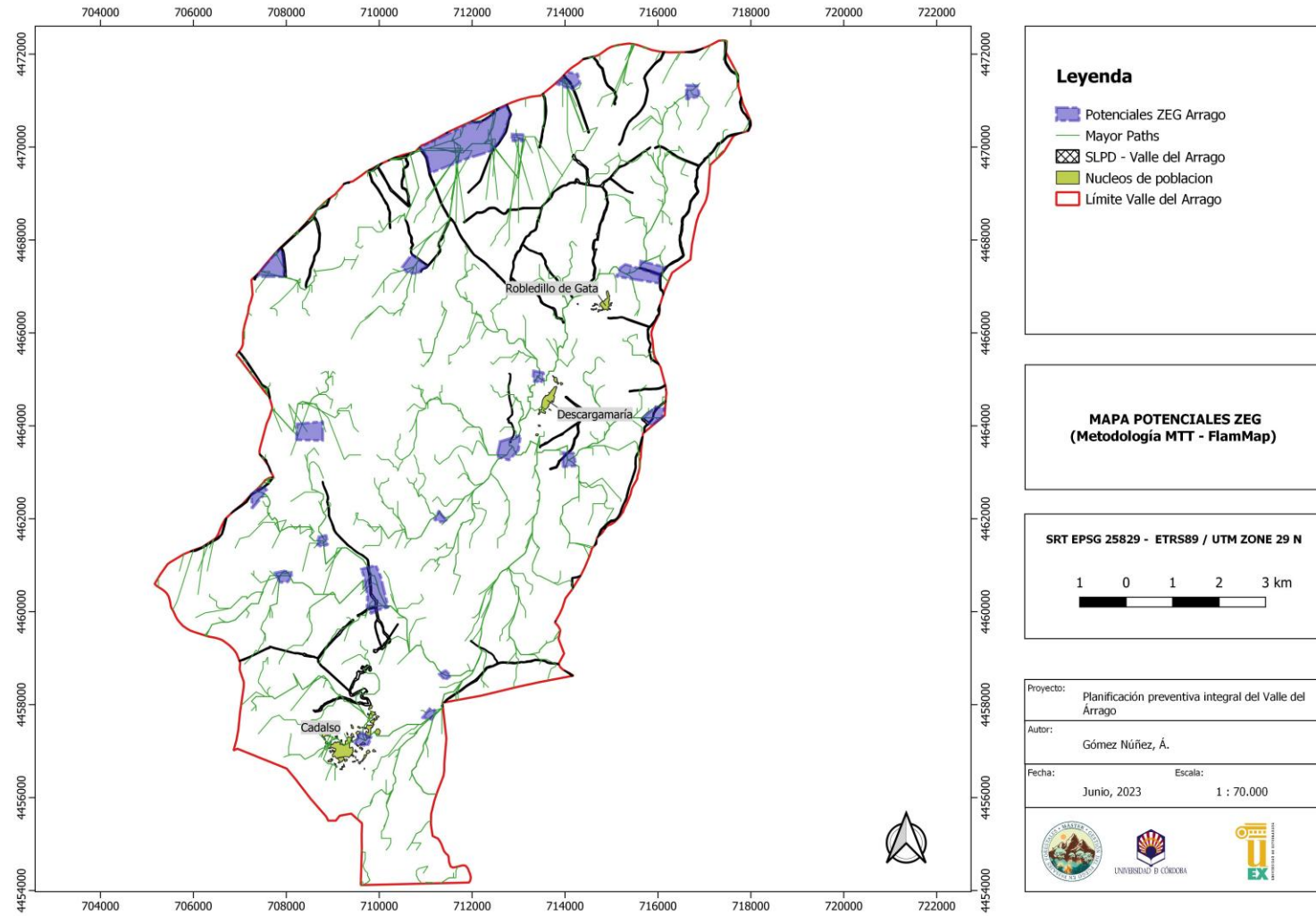
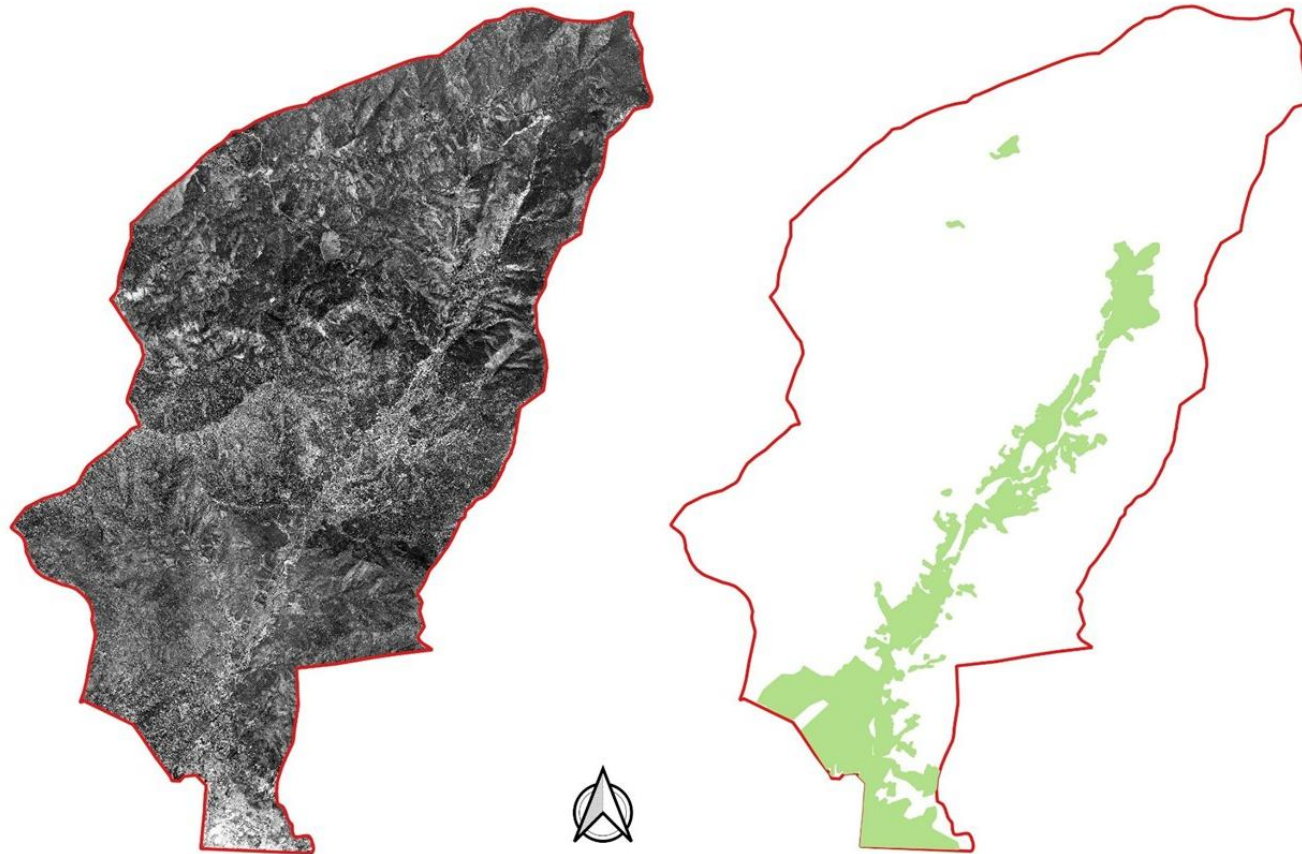
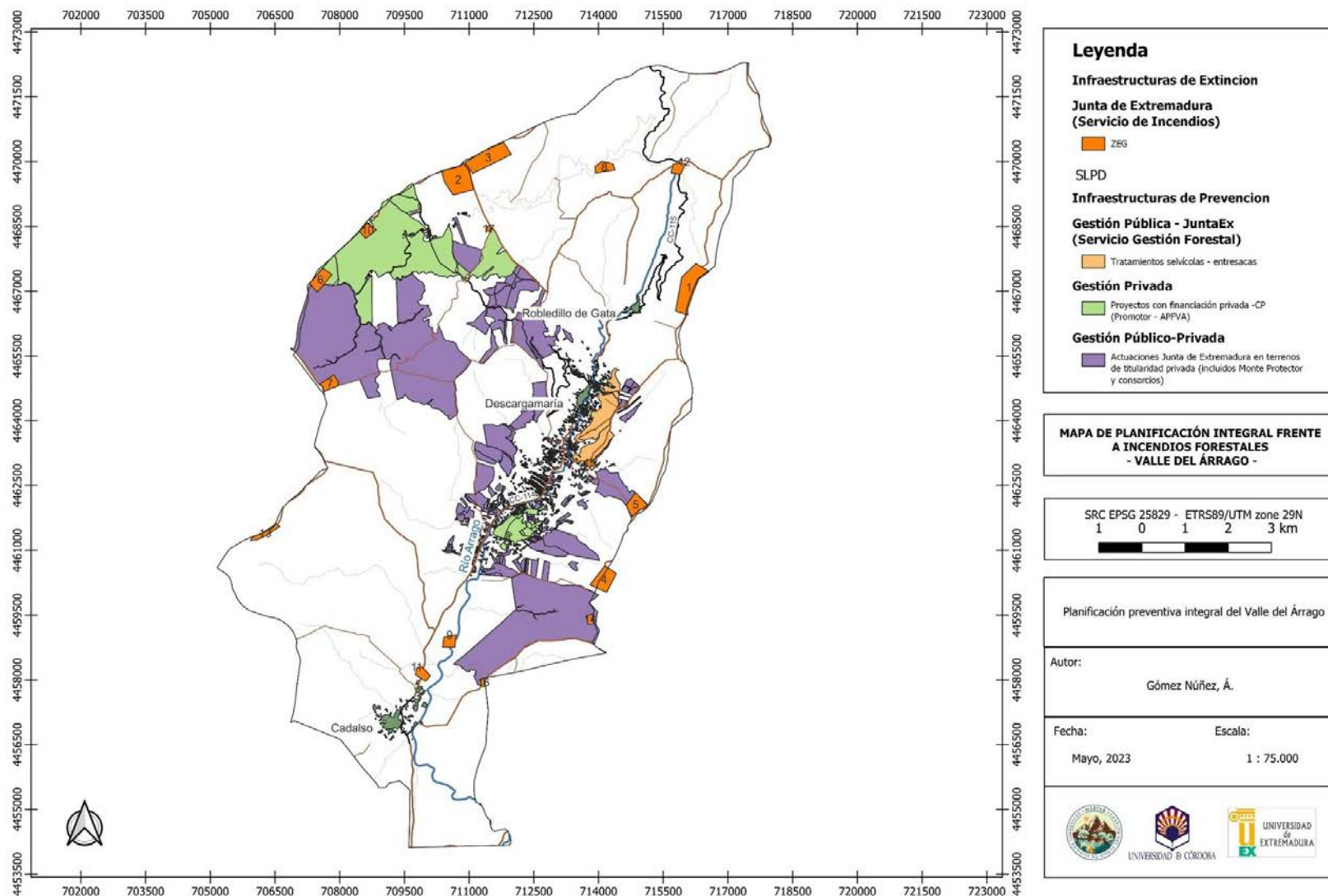


DIAGRAMA DE METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE ZEG BASADA EN SIMULACIÓN (FLAMMAP)











PARAFUEGOS

Proyecto Innovador del Grupo Operativo PARAFUEGOS

Creación de una herramienta estandarizada y adaptable para el diseño de cortafuegos productivos y su reconocimiento oficial como infraestructura estratégica de prevención de incendios.

Cofinanciado por:

- Unión Europea – FEADER (85 %)
- Junta de Extremadura – Consejería de Agricultura (11,28 %)
- Gobierno de España – Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (3,72 %)

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Sostenible



UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural:
Europa invierte en las zonas rurales



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



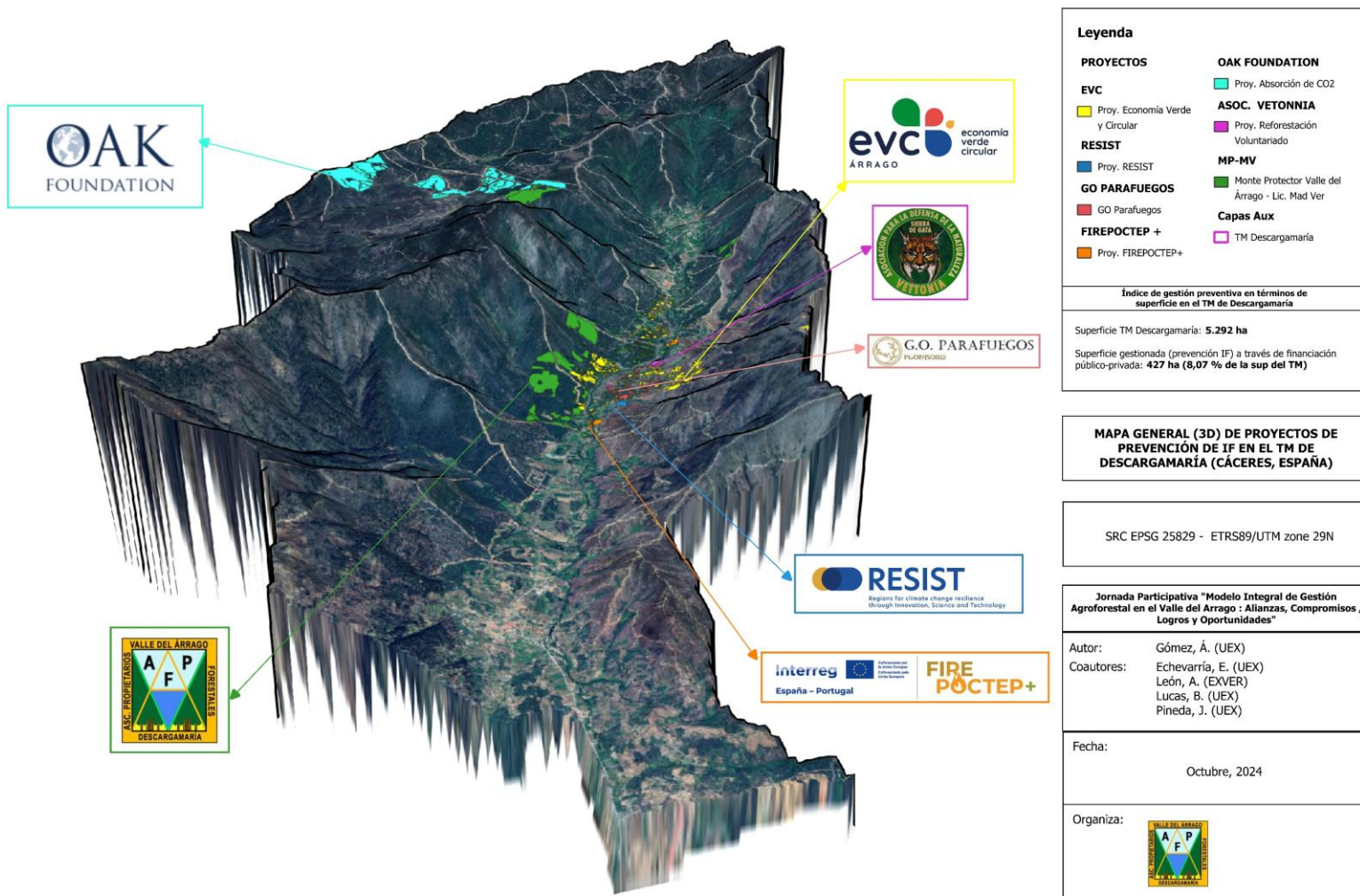
MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



FORESTALES

Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales
y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



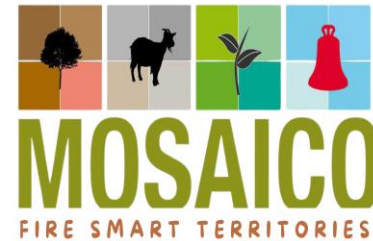


Conclusiones

- I. Es necesario un enfoque territorial, sistémico y productivo, que devuelva al paisaje su diversidad funcional.
- II. El MOSAICO no es una solución mágica, pero sí una estrategia viable, replicable y alineada con los retos actuales: incendios, cambio climático, despoblación, desarrollo rural y gestión sostenible del monte.
- III. Sin paisanaje, no hay paisaje. Los habitantes rurales no son parte del problema: son la parte esencial de la solución.
- IV. Más que planes sectoriales, necesitamos pactos territoriales.



Gracias por su atención



<https://mosaico-land.com>



Cat. Fernando J. Pulido Díaz

- Universidad de Extremadura
- Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal
- nando@unex.es



Téc. Álvaro Gómez Núñez

- Universidad de Extremadura
- Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal
- alvarogn@unex.es