



Resilient landscapes to face catastrophic forest fires

Global insights towards a new paradigm

International Conference

14-15 October 2019
Madrid, Spain

Case-study presentations
Emerging Lessons
Open Debate
Networking and refreshments
Technical visit

Organised by **EFI**  **INIA**
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

with the support of

Índice

- ❖ Definiciones
- ❖ Contexto de cambio global
- ❖ Acciones de mitigación
- ❖ Medida de la rentabilidad y resultados
- ❖ Recomendaciones

Dr. Fco. Rodríguez y Silva

ir1rosif@uco.es

www.franciscorodriguezysilva.com

LABIF

Laboratorio de Incendios
Forestales





renta

Del lat. *reddita* 'réditos, renta', infl. por *vendita* 'venta'.

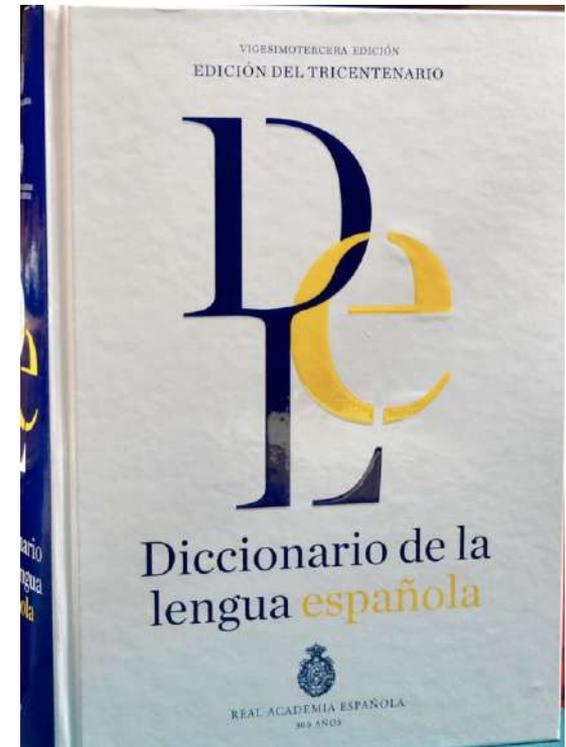
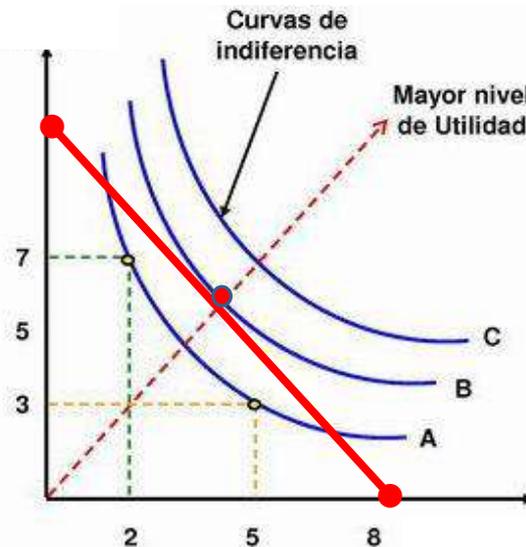
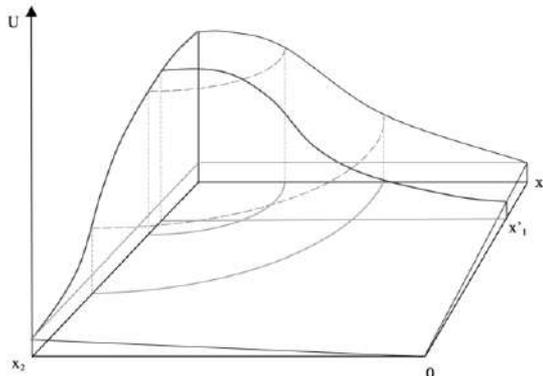
1. f. Utilidad o beneficio que rinde anualmente algo, o lo que de ello se cobra.

rentabilidad

1. f. Cualidad de rentable.
2. f. Capacidad de rentar.

$$U = U(x_1, x_2)$$

Real Academia Española © Todos los derechos reservados



mitigación

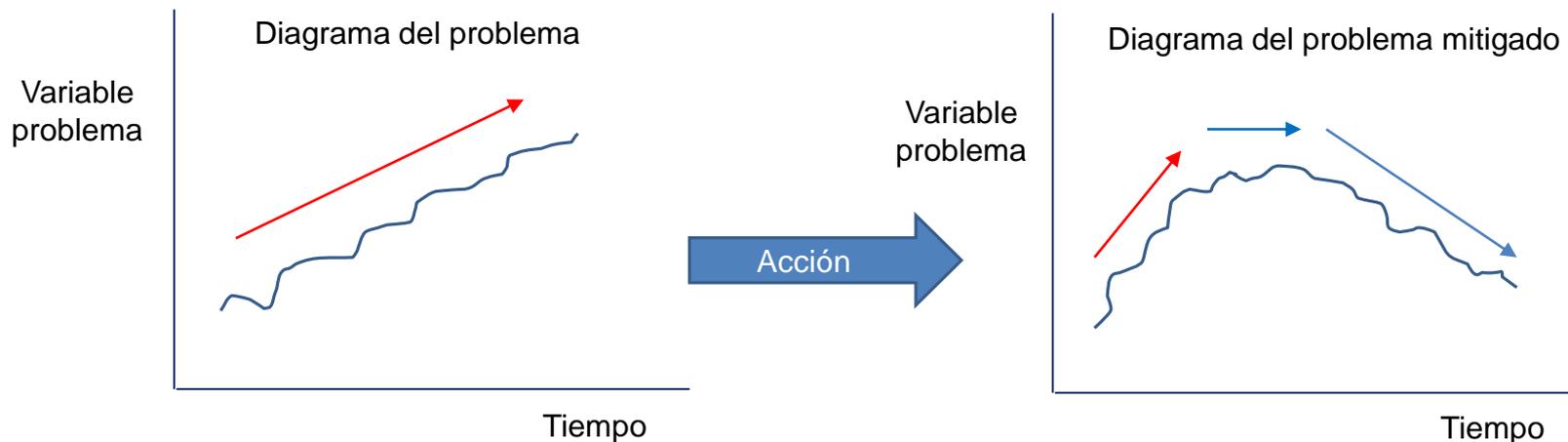
Del lat. *mitigatio*, -ōnis.

1. f. Acción y efecto de mitigar.

Real Academia Española © Todos los derechos reservados

Del lat. *mitigāre*.

1. tr. Moderar, aplacar, disminuir o suavizar algo riguroso o áspero. U. t. c. prnl.



riesgo

Del ant. *riesco* 'risco', por el peligro que suponen.

1. **m.** Contingencia o proximidad de un daño.

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD} \quad (1)$$

Amenaza es un fenómeno natural o antrópico, en este caso actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la

- ✓ salud,
- ✓ daños a la propiedad,
- ✓ pérdida de servicios,
- ✓ trastornos sociales y económicos
- ✓ daños ambientales.

[1] La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.





Vulnerabilidad representa las características de un determinado, sujeto, bien o recurso, que lo hace más o menos susceptible a los efectos de una amenaza. (1)

VULNERABILIDAD = EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA (1)

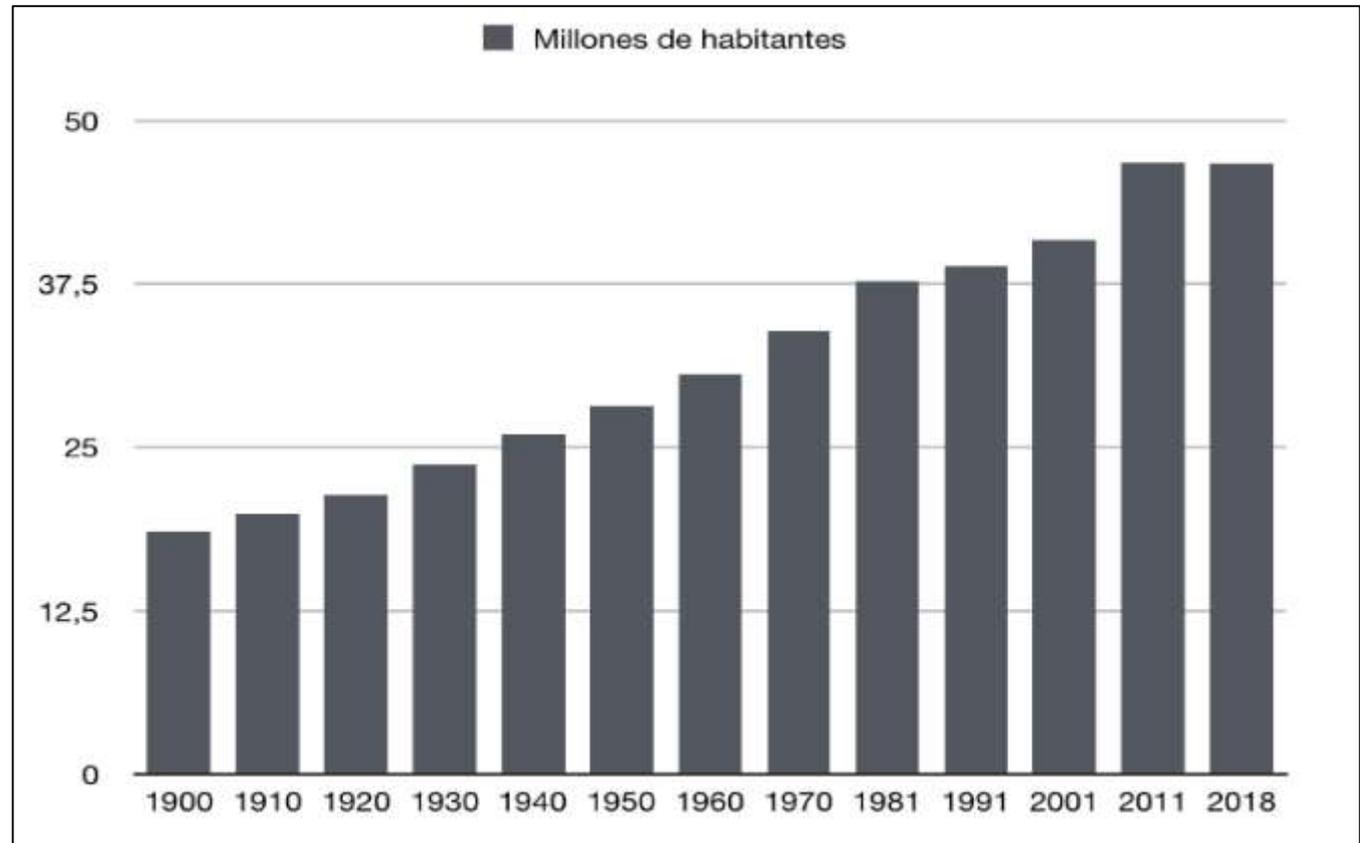
- Exposición es la condición de desventaja debido a la ubicación,
- Susceptibilidad es el grado de fragilidad para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto
- Resiliencia es la capacidad para resistir, adaptarse y recuperarse

RIESGO = AMENAZA x [EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA]

$$R = E(D/P) \int_{\Omega}^N D \cdot Prob(D/P) dP$$

- ❑ Probabilidad
- ❑ CNV (↑ ↓ €)

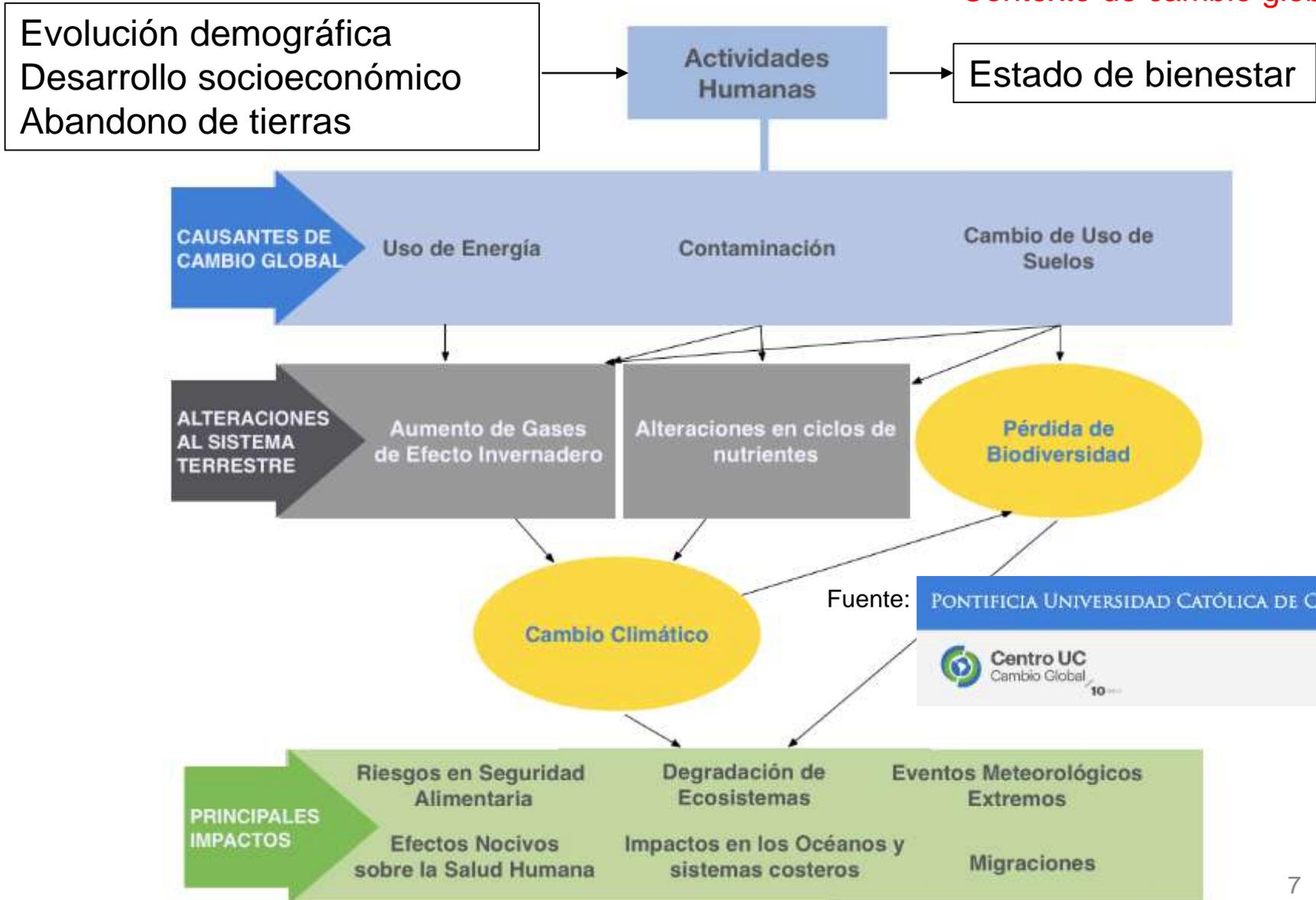
Evolución
población de
España.
Fuente INE



Referencia a las exportaciones e importaciones como porcentaje del producto interior bruto en **1976 con un 30%**, llegando a superar el **62% en el año 2015**.



Contexto de cambio global



Urbanización Trassierra,
Córdoba, 1957

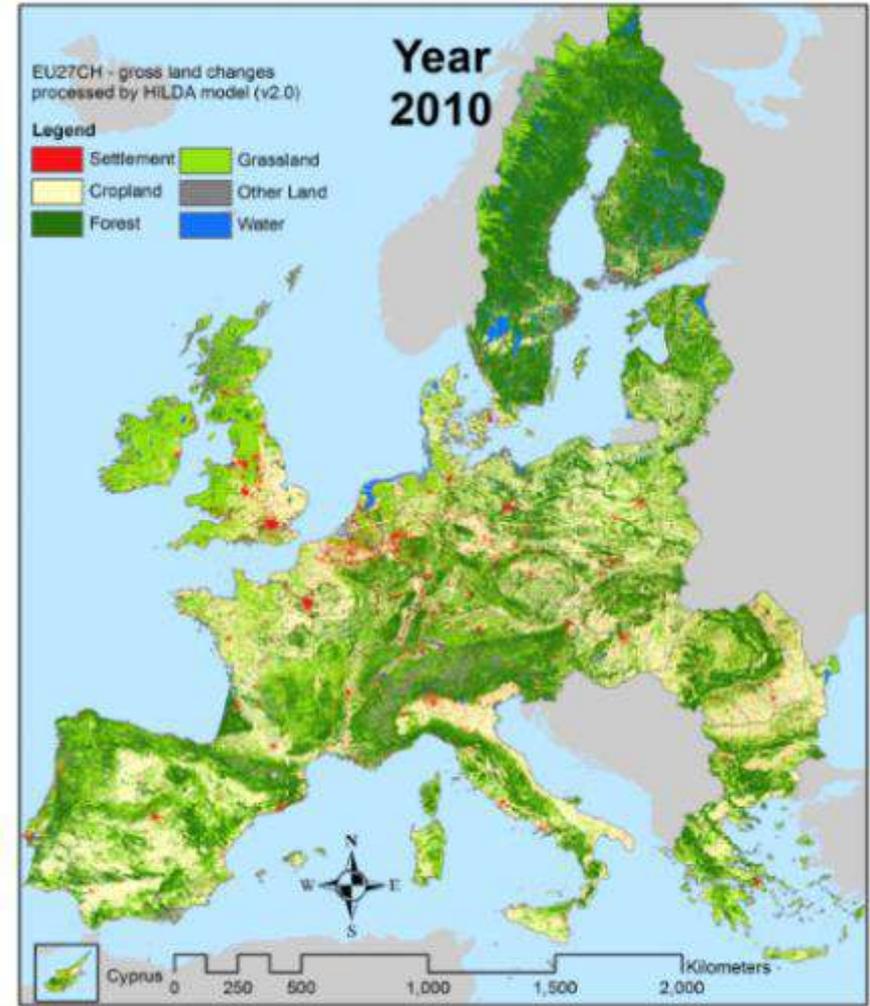
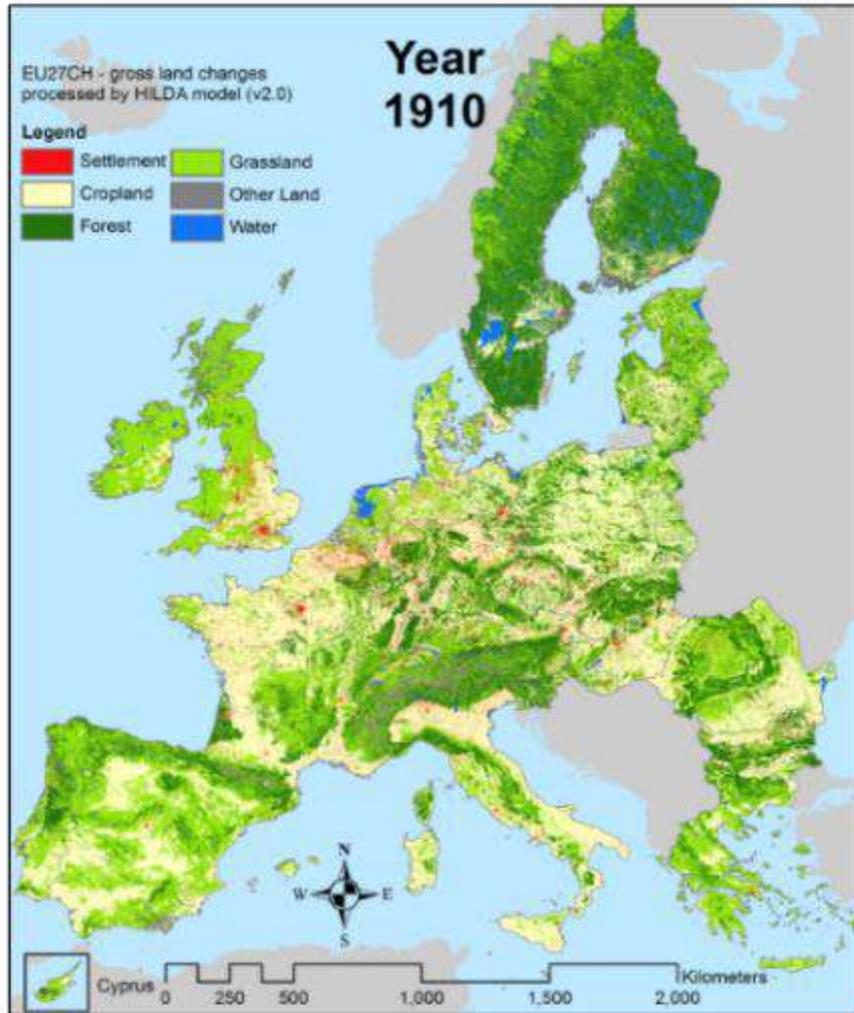


Urbanización Trassierra,
Córdoba, 2019

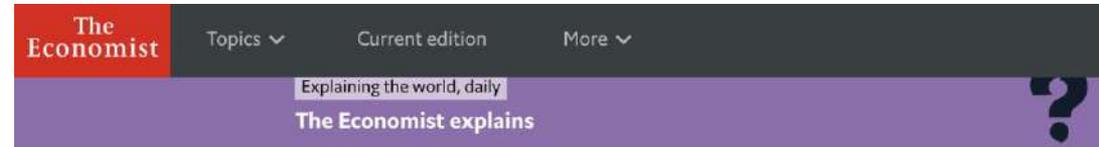




Contexto de cambio global



Watch: How Europe is greener now than 100 years ago



The Economist explains

Why forests are spreading in the rich world

South America and sub-Saharan Africa are experiencing deforestation, but in Europe it is a very different story



Getty Images

The Economist

España, ha pasado de tener en 1990 un 28 % de territorio ocupado por bosques a un 37 % en la actualidad.



FARO DE VIGO

Contexto de cambio global

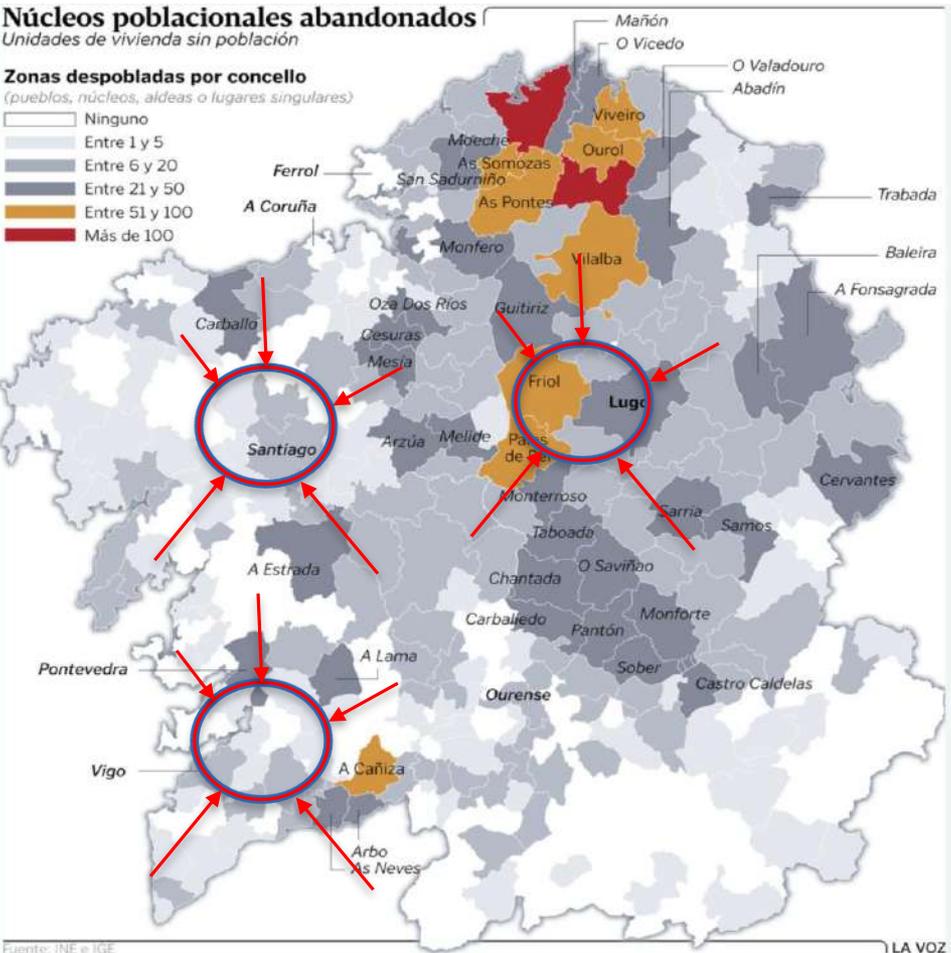
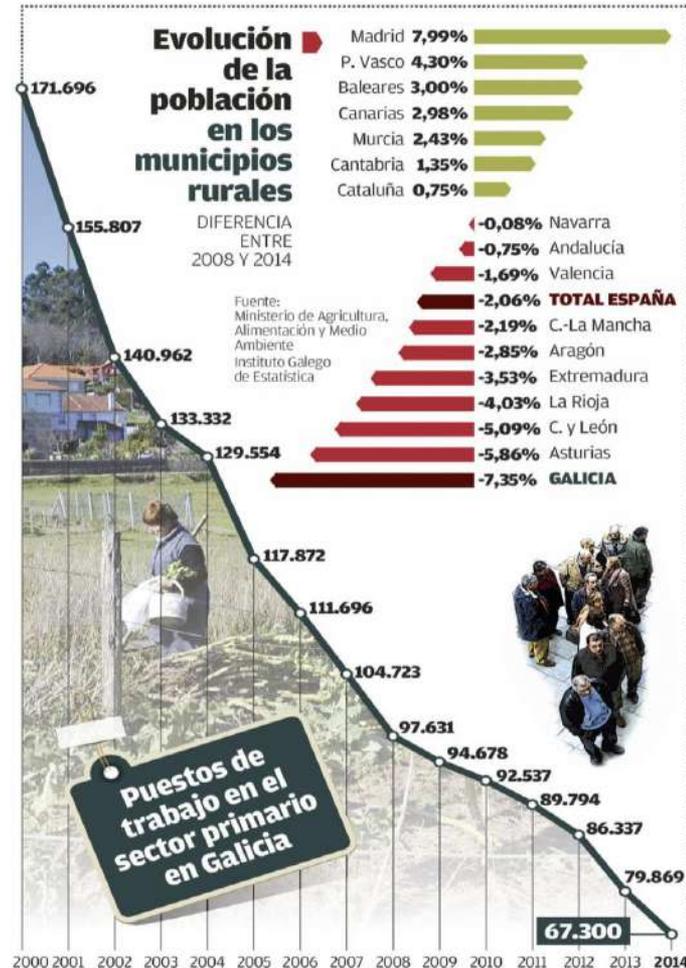
Faro de Vigo > Gráficas > Galicia lidera la caída de la población rural en España con un descenso del 7 por ciento desde 2008

Buscador de gráficos: Todas las categorías: Buscar:

Galicia lidera la caída de la población rural en España con un descenso del 7 por ciento desde 2008

*** ** (Galicia) - Sindrín Espinosa

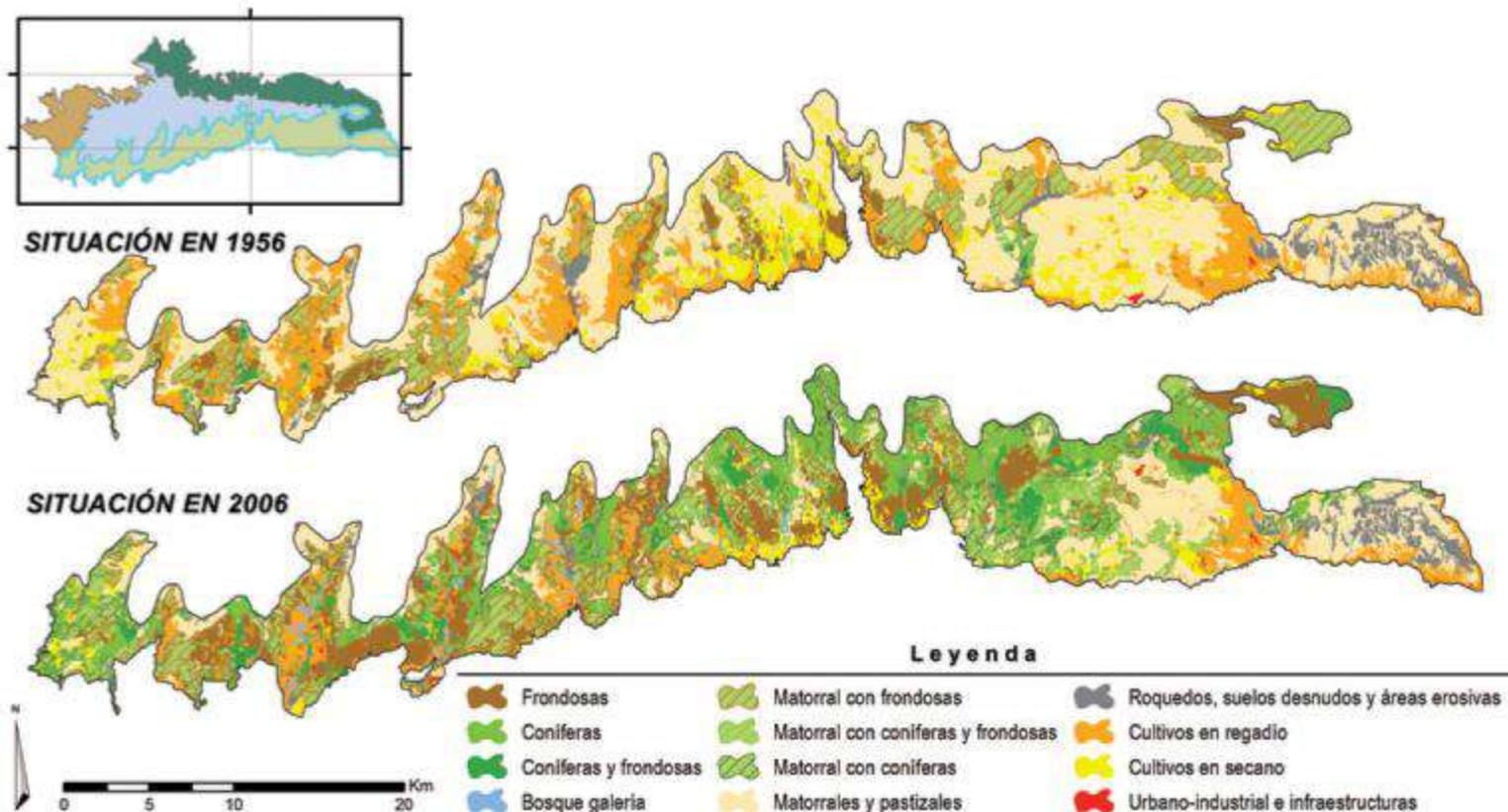
04/03/2016, Los pequeños concellos pierden 25 habitantes por día - El 70% de los gallegos se concentra en solo 96 municipios - Dos tercios de los empleos del sector primario desaparecieron desde 2009



MEDIO SIGLO EN LA EVOLUCIÓN DE LOS PAISAJES
NATURALES Y AGRARIOS DE SIERRA NEVADA
(ESPAÑA)

Fuente: Autores: Yolanda Jiménez Olivencia, Laura Porcel Rodríguez, Andrés Caballero Calvo
Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º. 68, 2015, págs. 205-232

COBERTURAS DEL SUELO EN LOS PAISAJES AGRO-FORESTALES DE LA SOLANA EN 1956 Y 2006

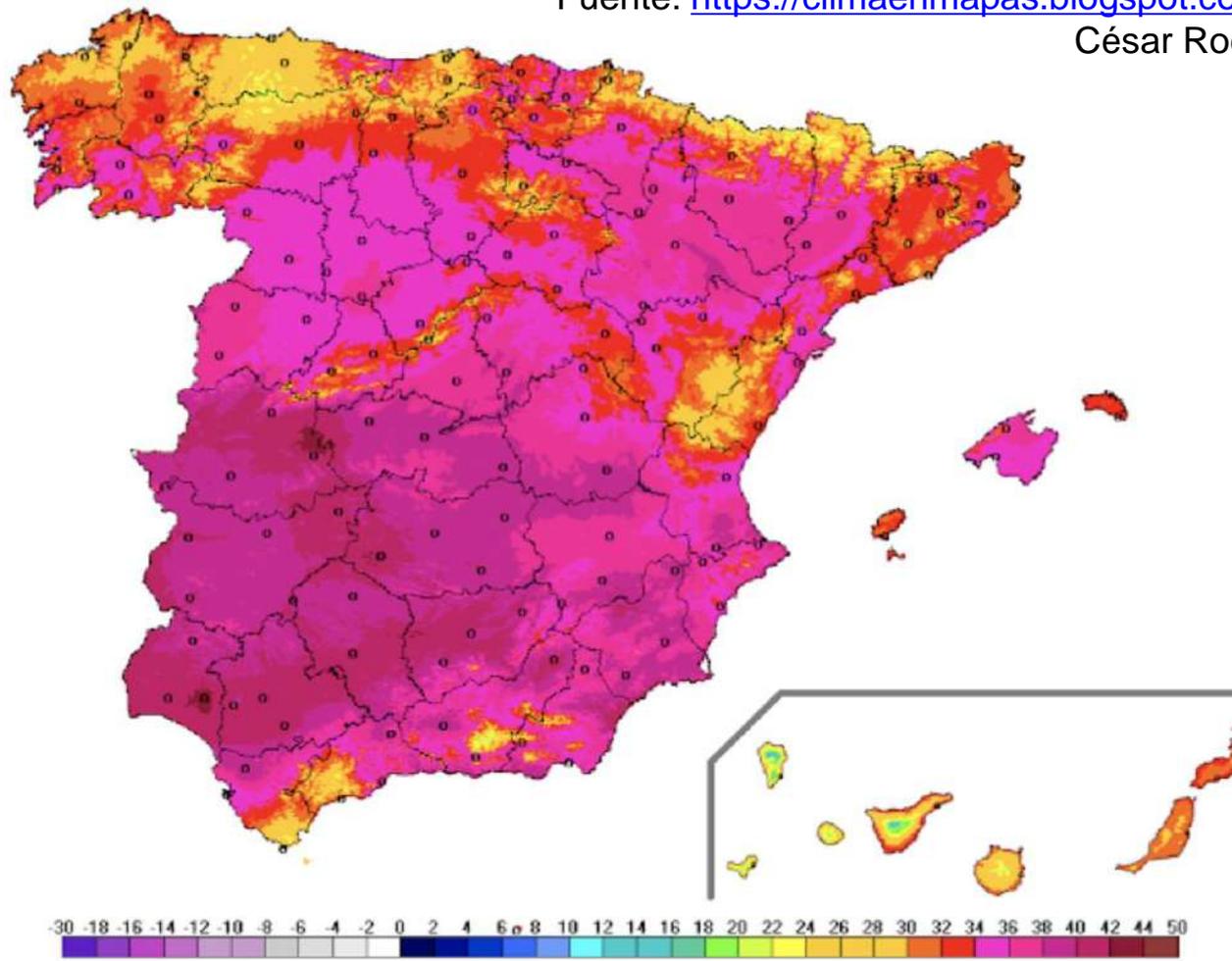


Se considera 'Ola de calor' un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000.

Contexto de cambio global

Fuente: <https://climaenmapas.blogspot.com/p/olas-calor.html>

César Rodríguez Ballesteros



MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

http://www.adaptecca.es/sites/default/files/editor_documentos/infoadapt_memoria_final_proyecto.pdf

LOS INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO: INFORMACIÓN Y HERRAMIENTAS PARA LA ADAPTACIÓN (INFOADAPT)



¿Qué es AdapteCCa? | Recursos | Administración Autonómica y Local | Sectores y Áreas | Buscador

Inicio/Recursos/Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: Información y herramientas para la adaptación (INFOADAPT)

Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: Información y herramientas para la adaptación (INFOADAPT)

Descripción:
La presente memoria contiene las actuaciones y resultados del proyecto "Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: información y herramientas para la adaptación (INFOADAPT)", financiado por la Fundación Biodiversidad. Las actuaciones eran llevadas a cabo por cinco equipos de investigación y están detalladas según el plan que acordó el consorcio del proyecto en su reunión celebrada el día 16 de junio de 2015, para acomodar los objetivos inicialmente planteados a la financiación concedida. Las actuaciones realizadas durante el proyecto se resumen en la parte II de esta memoria.

Idioma de Publicación: Castellano
Año de publicación: 2016
Descriptores / Palabras Clave: incendios forestales en España
Entidad / Organismo de publicación: Universidad de Castilla-La Mancha
Autor / Autores:

JOSE MANUEL MORENO RODRIGUEZ
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

LOS INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO: INFORMACIÓN Y HERRAMIENTAS PARA LA ADAPTACIÓN (INFOADAPT)

Financiado por la Fundación Biodiversidad, convocatoria de 2014

Realizado por

- Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) (entidad coordinadora)
- Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)
- Instituto de Física de Cantabria del C.S.I.C. (IFCA)
- Tecnologías y Servicios Agrarios S.A. (TRAGSATEC)
- Universidad de Córdoba (UCO)



Presentado por

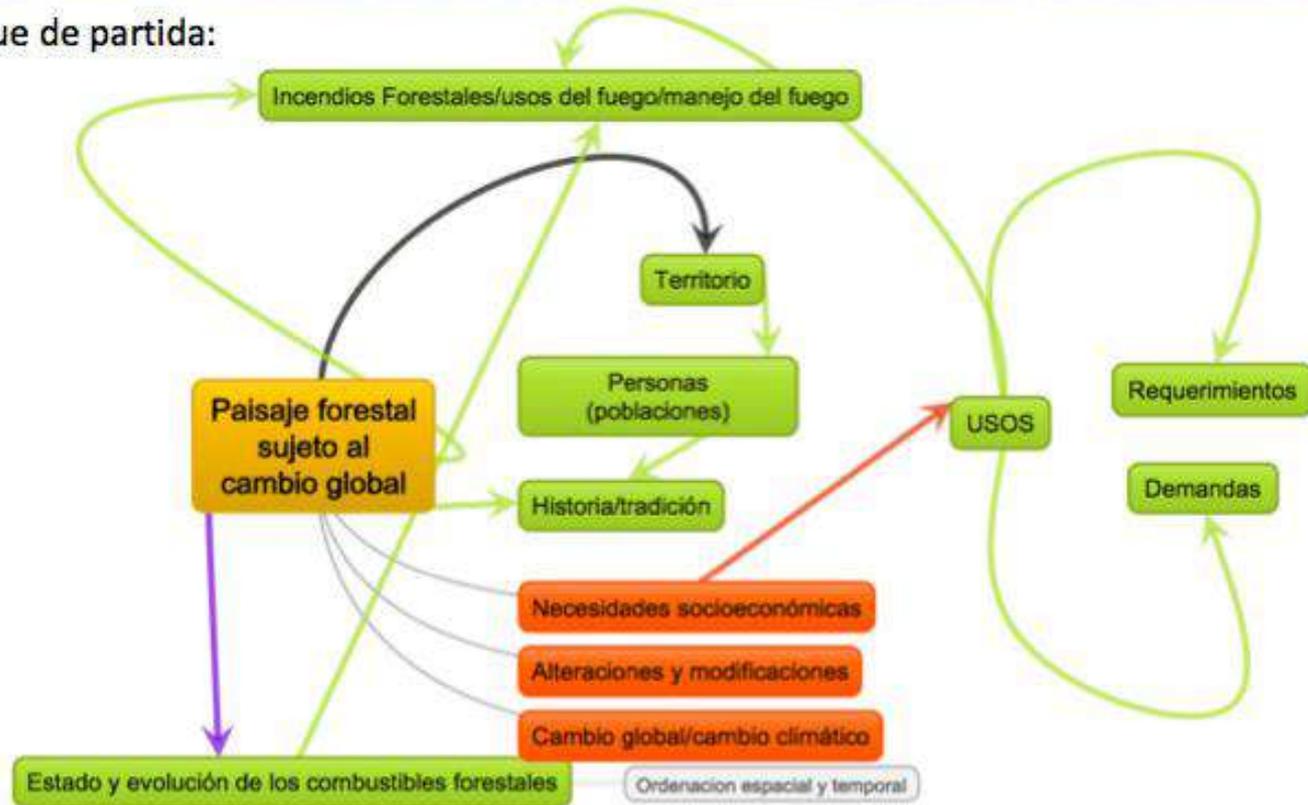
José Manuel Moreno Rodríguez (investigador principal)
Departamento de Ciencias Ambientales
Universidad de Castilla-La Mancha

Toledo, 30 de diciembre de 2016



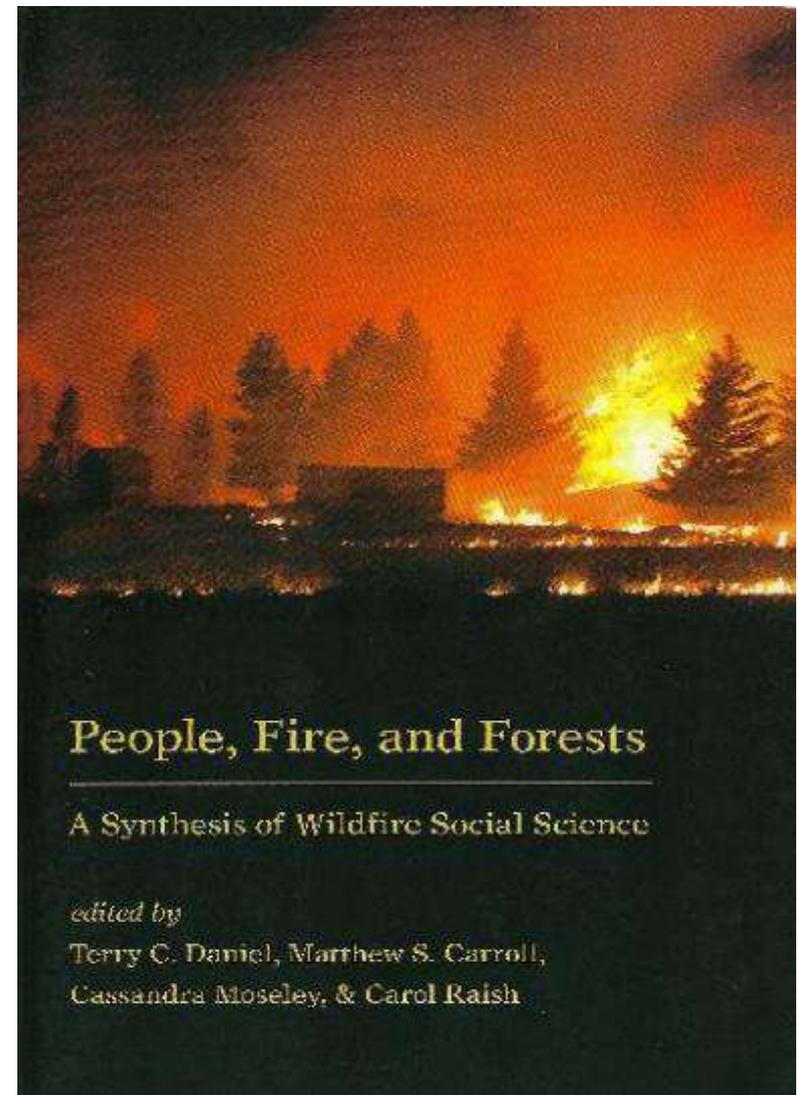
Avances econométricos y herramientas de ayuda para la optimización de la gestión preventiva de los combustibles

Enfoque de partida:



Taller sobre gestión preventiva de los combustibles forestales en Galicia.
(Experiencias, resultados de la investigación y nuevas herramientas)







Acciones de mitigación



Documento de Trabajo para el Manejo del Fuego FM17S



Manejo del Fuego:
Directrices de carácter voluntario
para el manejo del fuego
Principios y acciones estratégicas



<https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/incendios-forestales/>

Coordinación institucional	Seguridad
 <p>Mecanismos de coordinación entre administraciones; normativa del Estado y las CCAA +info</p>	 <p>Acciones para reducir el riesgo y el peligro del personal que trabaja en la extinción de incendios forestales +info</p>
Prevención	Extinción
 <p>Recomendaciones, campañas de sensibilización y actuaciones +info</p>	 <p>Información, estadística y medios de extinción del Ministerio a diario +info</p>





1.- Análisis de tipo cualitativo.

a) **Ventajas:**

- De fácil elaboración
- Orientativo sobre las tendencias, en función de los antecedentes
- La difusión de los resultados no es compleja
- La información generada es de fácil comprensión
- Alta polivalencia de transmisión (informes, redes sociales, etc.)

b) **Inconvenientes:**

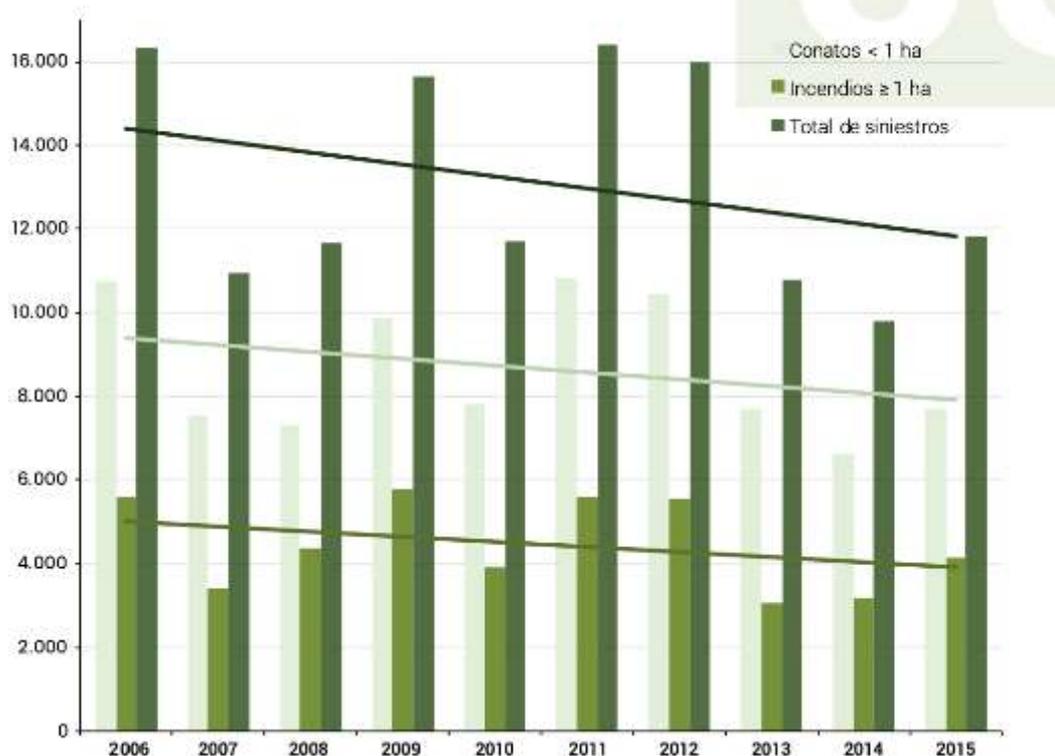
- Escasa precisión
- Deficiente instrumento para la planificación presupuestaria
- Presenta carga de subjetividad, derivada de la percepción del evaluador
- Imposibilidad de realizar evaluación de la eficiencia
- No cuantifica desviaciones de los objetivos del programa de defensa

c) **Requerimientos:**

- Se requiere de información estadística de calidad y continuada en el tiempo
- Evaluador especializado en defensa contra incendios forestales



Gráfico 3.1: Evolución del número de siniestros





1.- Análisis de tipo cuantitativo.

a) **Ventajas:**

- Elevada precisión
- Permiten evaluar la eficacia y la eficiencia
- Se configuran como herramientas de ayuda a la toma de decisión
- Los resultados son objetivos, confiables y permiten la predicción
- Respaldados por la solvencia científica
- Se configuran como instrumentos de planificación presupuestaria

b) **Inconvenientes:**

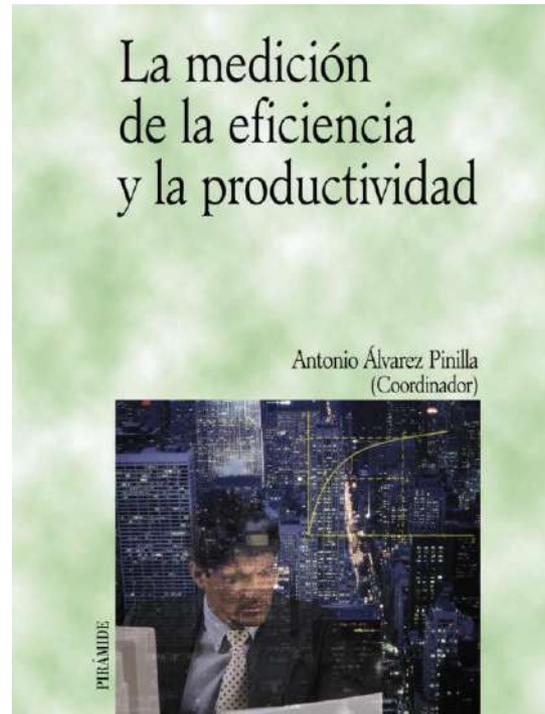
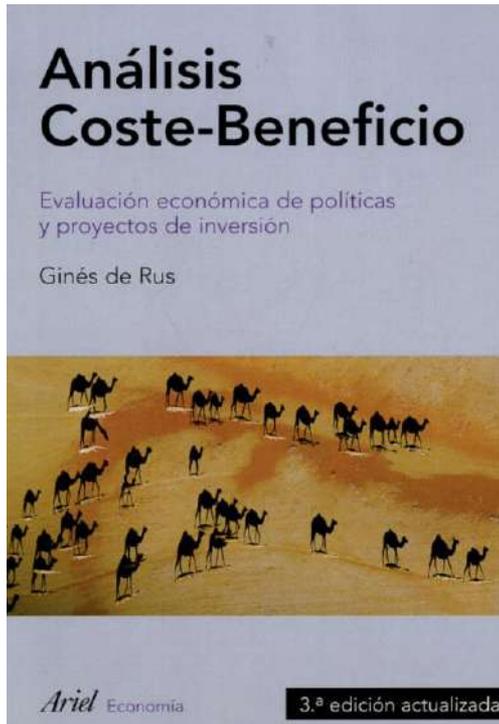
- Requieren de importantes y variadas bases de datos
- Son complejos en su elaboración e interpretación
- La elaboración no es inmediata

c) **Requerimientos:**

- Se requiere de información estadística de calidad y continuada en el tiempo
- Evaluador altamente especializado en herramientas de investigación cuantitativa

1.- Análisis de tipo cuantitativo.

- BENEFICIO/COSTES
- CRITERIO ÓPTIMO DE PROTECCIÓN (Análisis marginal)
- EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL
- EVALUACIÓN POR RETORNO DE LA INVERSIÓN
- ANÁLISIS COSTES Y PRODUCTIVIDAD
- MODELOS ECONOMETRICOS



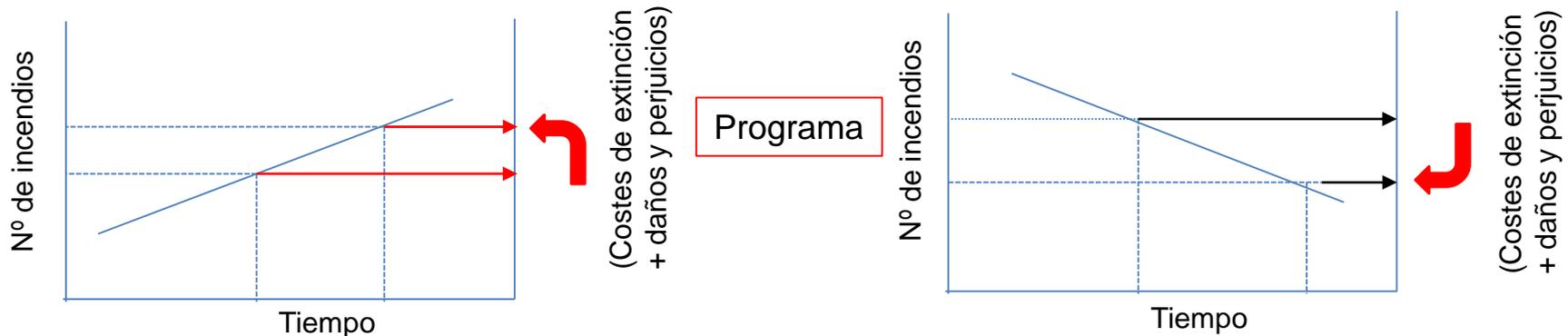
❑ BENEFICIO/COSTES

Una actividad económica será rentable, en la medida que los costes de los inputs utilizados en la producción de los bienes, se mantengan por debajo de los outputs generados.

$$R = \frac{BENEFICIOS}{COSTES} \geq 1$$

En el caso de la defensa contra los incendios forestales y desde una primera aproximación conceptual:

$$R = \frac{N_x(COSTES DE EXTINCIÓN + DAÑOS Y PERJUICIOS) EVITADOS}{COSTES DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN} \geq 1$$



❑ BENEFICIO/COSTES

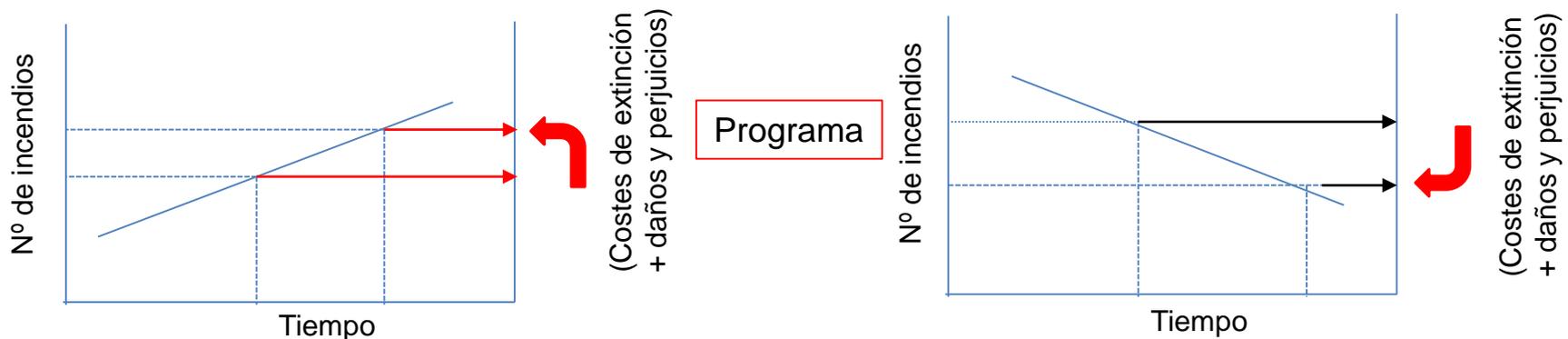
$$N = \frac{\text{COSTES DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN}}{(\text{COSTES DE EXTINCIÓN} + \text{DAÑOS Y PERJUICIOS})\text{EVITADOS}}$$

(N): Reducción del número de incendios en el período (T) que justifica la inversión en el programa de prevención

$$N = n \cdot (1 - t)^T$$

(n): promedio anual de incendios en el período (T)

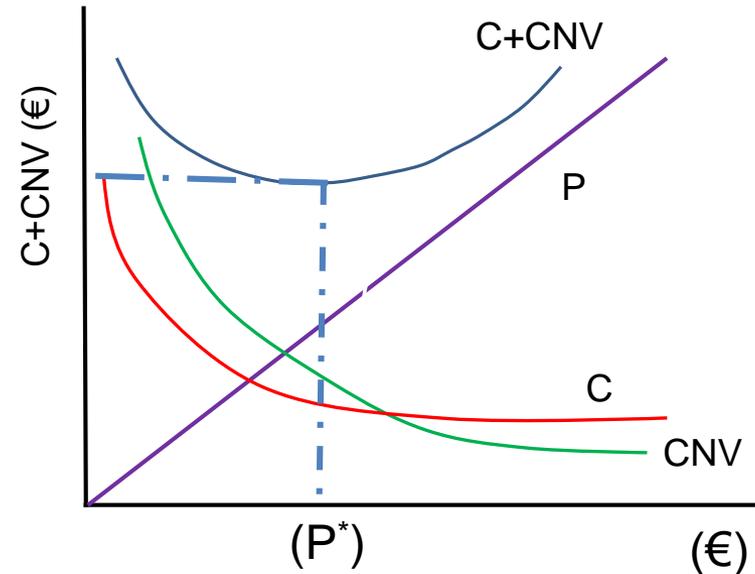
(t): tasa anual de reducción del número de incendios





CRITERIO ÓPTIMO DE PROTECCIÓN (Análisis marginal)

Medida de la rentabilidad



Concepto	Programa 1 (€)	Programa 2 (€)	Programa 3 (€)	Programa 4 (€)
Presupuesto del programa (P)	8.456.568	12.125.344	14.123.095	9.789.456
Costes de Extinción (C)	3.335.698	3.678.455	2.478.112	1.567.998
Cambio neto en el valor de los recursos (CNV)	8.456.112	6.456.023	2.456.025	2.123.769
C+CNV	11.791810	10.134.478	4.934.137	3.691.767
Total	14.248.378	13.259.822	9.057.232	8.481.223



En **ECONOSINAMI**, se prueban dos situaciones del análisis de los programas de defensa:

- La de mayor eficiencia
- La de mayor efectividad

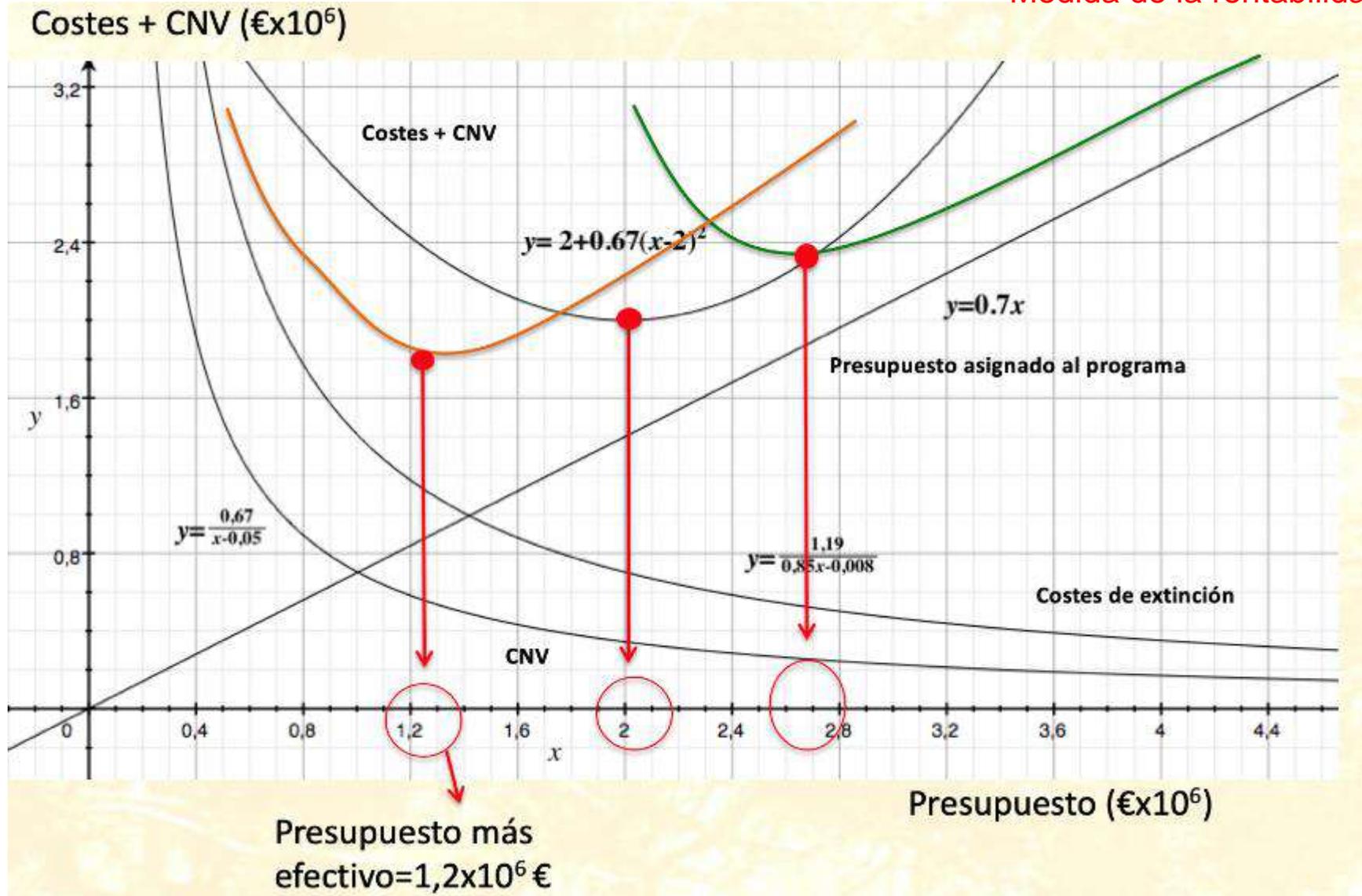
La solución más **efectiva** es aquella que resulta en el menor C+CNV dado un determinado nivel de presupuesto.

La solución más **eficiente** es aquella que produce el C+CNV más bajo para todos los diferentes opciones de presupuestos analizados.

La pendiente de la curva (C+CNV), permite evaluar el efecto relativo de incrementos o reducciones presupuestarias entre las unidades consideradas:

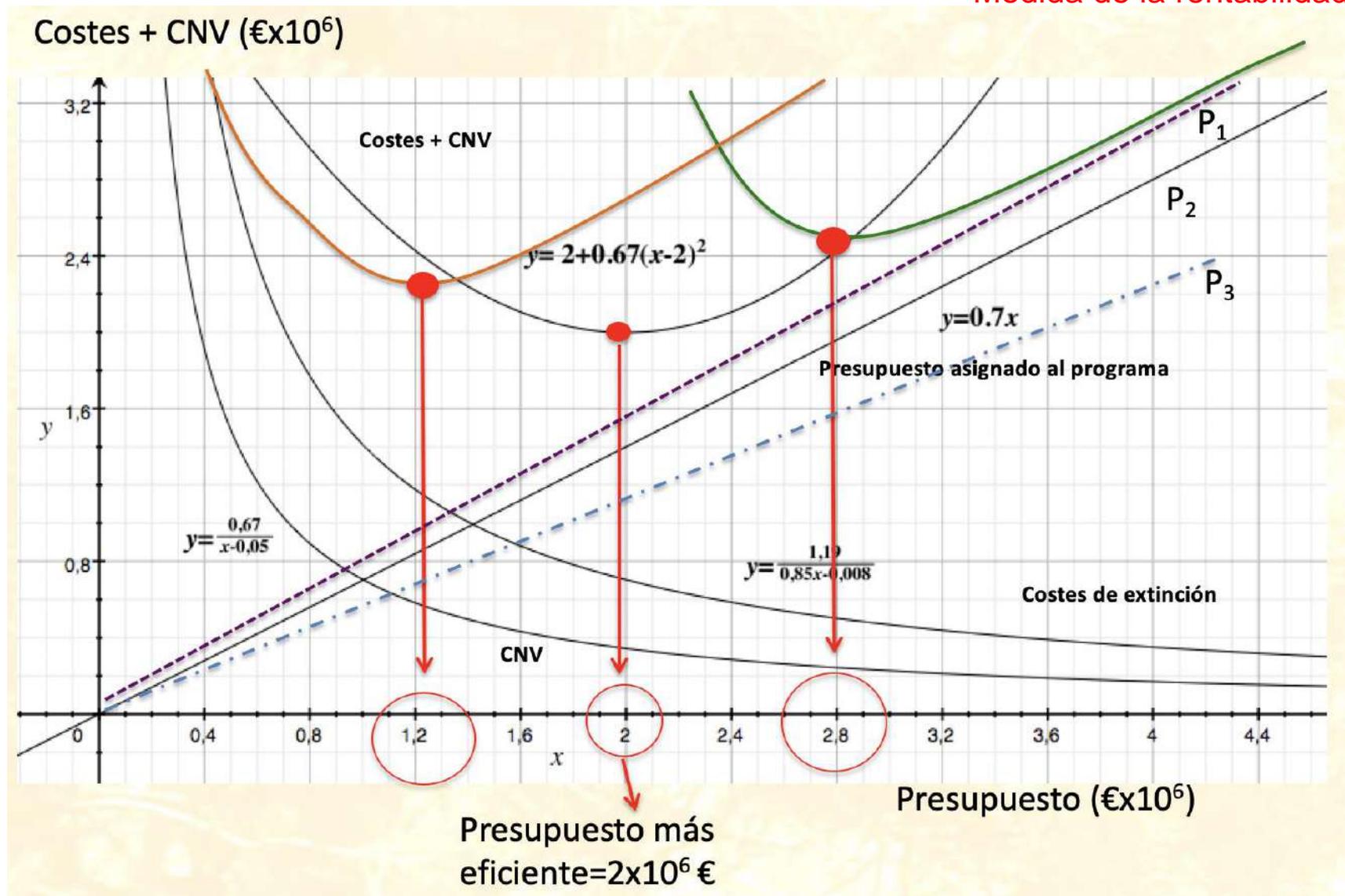
- ✓ Variaciones en la ordenación del combustible (transformaciones y reducciones de la carga
- ✓ Variaciones en la composición y combinaciones de los medios de extinción

El análisis econométrico que realiza ECONOSINAMI es de tipo **marginal**. Mientras más pronunciada sea la pendiente de la curva en la dirección del movimiento, mayor será el cambio marginal.



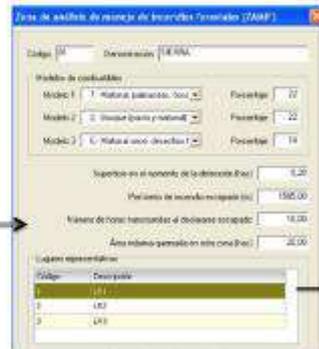
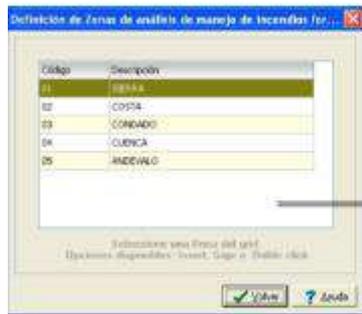


Medida de la rentabilidad



Medida de la rentabilidad

- ZONA DE ANÁLISIS
- RECURSOS NATURALES
- MEDIOS DE COMBATE
- EJECUCIÓN
- INFORMES



Medios de combate



Coste de extinción promedio por hectáreas



ECONOSINAMI, una herramienta informática para la evaluación económica de los programas de defensa contra incendios forestales

RÓDRIGUEZ Y SILVA, F.¹

¹ Departamento de Ingeniería Forestal Universidad de Córdoba

2/13

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF: 50FE01466

2019-2021 Actualización





❑ EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL

http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6_210

Chapter 7 - Social and Economic Issues

The efficiency analysis of the fire control operations using the VISUAL-SEVEIF tool.

Francisco Rodríguez y Silva^a, Juan Ramón Molina^a, Jesus Rodriguez Leal^b

^a Forest Fire Laboratory. Forest Engineering Department. University of Cordoba Leonardo da Vinci Building. Campus de Rabanales. 14071 Córdoba (Spain, ir1rosif@uco.es)

^b Architecture of Computer Department. Computer Engineering School. University of Seville

Advances in Forest Fire Research – Page 1883



Journal of Forest Economics 25 (2016) 149–159

Contents lists available at ScienceDirect



Journal of Forest Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfe



Contribution of suppression difficulty and lessons learned in forecasting fire suppression operations productivity: A methodological approach <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfe.2016.10.002>

Francisco Rodríguez y Silva^a, Armando González-Cabán^{b,*}

^a Department of forest Engineering, University of Córdoba, Edificio Leonardo da Vinci, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba, Spain

^b U.S Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, 4955 Canyon Crest Drive, Riverside, CA 92507, USA



$$ET = 1 - \sum_{j=1}^{j=m} \beta_j (Ce_j) / \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i Vr_i (1 - Fd_i)$$

(Rodríguez y Silva, & González-Cabán, 2013. PSW GTR-245)

Table 1

Qualitative classification to establish an efficiency ranking.

Efficiency value interval (ET)	Qualitative classification
ET < 0.25	LOW
0.26 ≤ ET < 0.5	MODERATE
0.6 ≤ ET < 0.7	HIGH
0.8 ≤ ET < 1	VERY HIGH



Medida de la rentabilidad

Nº de unidades	Tipo de recurso de extinción	Coste de extinción C_{ej}	Tiempo de intervención en minutos	Ponderación (β_j)
2	Avión CL215T	62.940,09 €	826	0,043
3	Helicóptero Bell412	38.430,40 €	1.261	0,066
1	Helicóptero KAMOV K32	25.423,18 €	726	0,038
2	Avión Air Tractor 802	15.247,33 €	1.401	0,074
10	Brigada (15 componentes)	73.990,37 €	8.057	0,42
1	Bulldozer	1.155,56€	946	0,05
8	Camión autobomba	8.781,86 €	5.605	0,29

RECURSO VALOR ECONÓMICO (€)	VALOR DE EXISTENCIA V_{ri} euros	VALOR DE PERDIDAS $V_{ri}F_{di}$ euros	VALOR SALVADO $V_{ri}(1-F_{di})$ euros	PONDERACIÓN (α_i)
MADERA	246.658,20	145.321,64	101.336,56	0,448506327
LEÑA	65.426,34	31.734,26	33.692,08	0,149118058
FRUTOS	38.195,25	12.726,71	25.468,54	0,112721424
BIODIVERSIDAD	75.436,24	45.386,75	30.049,49	0,132996289
RECREACIÓN	35.124,62	25.761,24	9.363,38	0,041441462
CAZA	87.356,42	61.324,15	26.032,27	0,115216441
TOTAL	548.197,07	322.254,75	225.942,32	

$$ET = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m \beta_j C_{ej}}{\sum_{i=1}^n \alpha_i V_{ri} (1 - F_{di})} = 1 - \frac{41017}{60728} = 0,33$$

Combinación de recursos de extinción

protección del **41,21% del valor económico de los recursos naturales** con un **ratio de eficiencia económica** de 0,33, es decir del **33%**,



❑ EVALUACIÓN POR RETORNO DE LA INVERSIÓN

Determinar y **evaluar los logros** que la acción representará



- La representación del desarrollo de la acción
- Las áreas de proceso a mejorar o implementar
- El nivel de realismo de la acción
- Las secciones o divisiones involucradas

Determinar el **costo** de la implementación de la acción



- Capacitación y especialización
- Esfuerzo para la definición y desarrollo de la acción
- Implementación de las herramientas necesarias
- Asesoramiento especializada llegado el caso
- Evaluaciones parciales de los ítems necesarios

Estimar los **beneficios** que la acción representará



- Mejoras que serán logradas
- Repercusiones sociales
- Ahorro de costes futuros
- Aprendizaje derivado

Determinar el **ROI** de la acción



$$ROI = \frac{BENEFICIOS}{COSTES}$$

Resultados de la acción



Medida de la rentabilidad

From mid-2002 to mid-2007, the State of Florida spent an average of \$500,000 annually on fire prevention education to reduce four main types of fires ignited by humans:

1. debris-burning escapes,
2. campfire escapes,
3. children playing with fire, and
4. wildfires associated with smoking materials.



Any additional dollar spent on fire prevention education in Florida would have a benefit-to-cost ratio of 35 to 1.



$$ROI = \frac{BENEFICIOS}{COSTES} = 35$$

ECONOMIC BENEFITS OF WILDFIRE PREVENTION EDUCATION *



Medida de la rentabilidad

USDA United States Department of Agriculture

Happy 75th Birthday Smokey Bear!

As a wildfire prevention specialist for 75 years, I raise public awareness about how human behavior can accidentally cause a wildfire. My goal is for humans to be aware of their actions and take personal responsibility to prevent wildfires.

Smokey Bear
Wildfire Prevention Specialist
Washington, DC 20252

(psst... Did you know only the President of the United States and I have our own ZIP codes? Pretty cool! Send me a letter any[yme]!

www.smokeybear.com www.naturalinquirer.org

Forest Service Program Aid 2227a February 2019



Balance de ejecución de la medida 226 durante el periodo 2007-2013



Amparada en el Reglamento 1698/2005 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), el Marco Nacional de Desarrollo Rural recogía la Medida 226, Mitigación de la desertificación, prevención de incendios forestales:

- Selvicultura preventiva
- Infraestructura de prevención



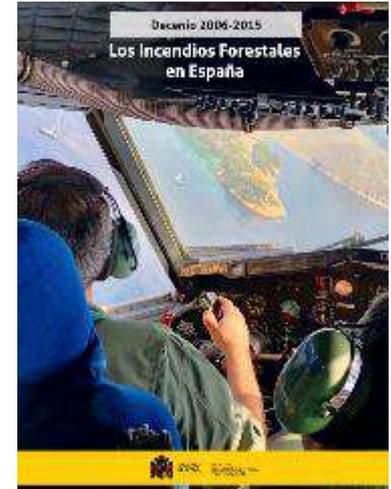
Medida de la rentabilidad

Año	Núm. de siniestros
2001	19.547
2002	19.929
2003	18.616
2004	21.396
2005	25.492
2006	16.334
2007	10.936
2008	11.655
2009	15.643
2010	11.721
2011	16.414
2012	15.997
2013	10.797

- ❑ N° incendios período 2001-2007: 132.250
- ❑ N° incendios período 2007-2013: 93.163
- ❑ N° de incendios evitados segundo período frente al primero: 39.087

- Coste promedio de extinción: 35.480€
- Pérdidas económicas promedio: 129.193€

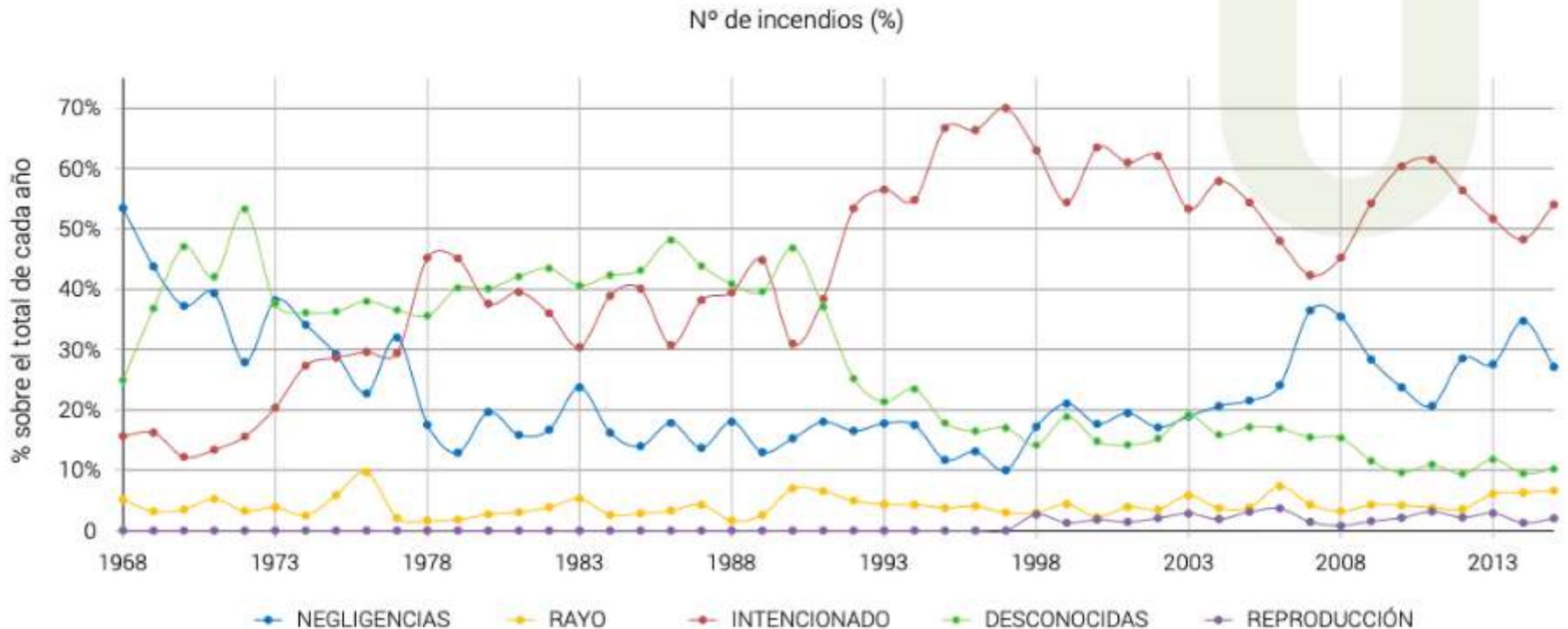
- ❖ (A) Inversión FEADER + Estado + CCAA: 917.961.175 €
- ❖ (B) Costes de extinción + pérdidas económicas evitadas = 39.087x(35.480 + 129.193) = 6.436.573.551 €



$$ROI = \frac{BENEFICIOS}{COSTES} = \frac{B}{A} = 7$$



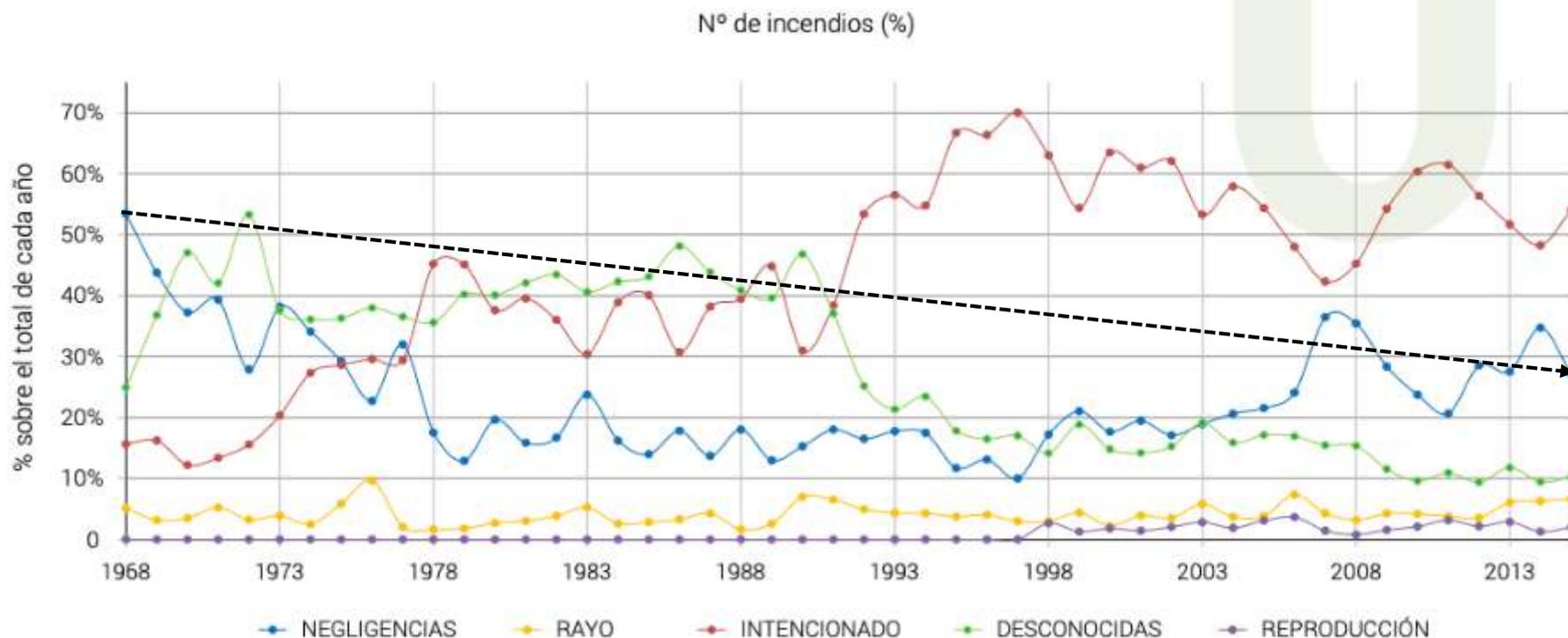
Gráfico 7.2: Evolución porcentual de la causalidad en España en número de incendios, 1968-2015



Medida de la rentabilidad



Gráfico 7.2: Evolución porcentual de la causalidad en España en número de incendios, 1968-2015





Medida de la rentabilidad

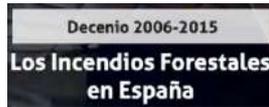
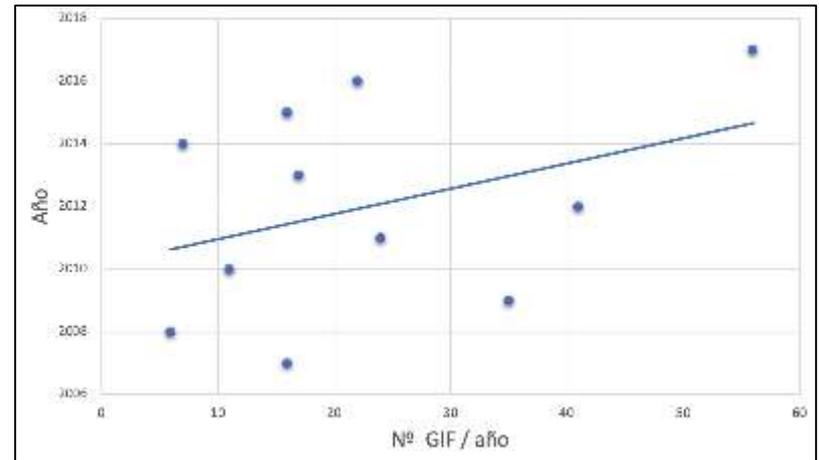
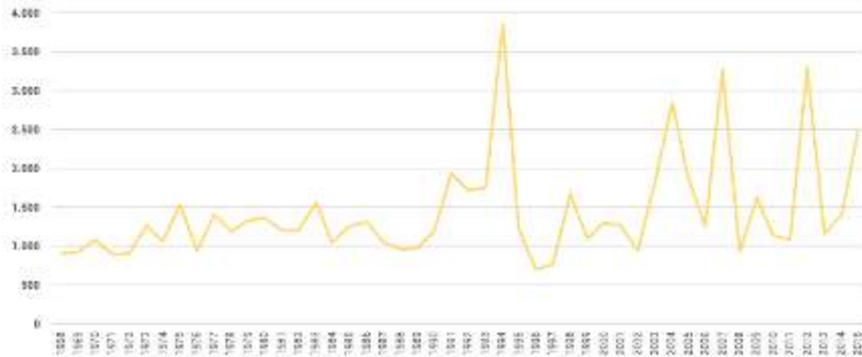


Gráfico 4.4: Evolución de la superficie media anual afectada por los grandes incendios, 1968-2015



Fuente: Elaboración propia. 2019



Forests 2019, 10, 679

11 of 16

Forests 2019, 10, 679; doi:10.3390/f10080679

Potential Effects of Climate Change on Fire Behavior, Economic Susceptibility and Suppression Costs in Mediterranean Ecosystems: Córdoba Province, Spain

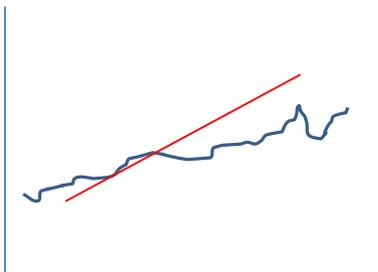
Juan Ramón Molina ^{1,*}, Armando González-Cabán ² and Francisco Rodríguez y Silva ³

Table 8. Average suppression costs from large fire experiences in Andalusia Region.

Forest Fire	Large Fires (1990–2005)	Large Fires (2005–2015)
Burned area (ha)	2984.24 (±2186.86) ^a	6167.52 (±3581.29) ^a
Control time (h)	49.25 (±9.18) ^{a,*}	95.75 (±92.84) ^{b,*}
Burned area/hour (ha/h)	59.60 (±36.39) ^a	88.56 (±72.49) ^a
Terrestrial resources (€)	182,956.46 (±127,172.40) ^a	169,481.72 (±61,888.04) ^a
Aerial resources (€)	110,706.01 (±48,121.87) ^{a,*}	818,348.72 (±759,316.08) ^{b,*}
Total suppression costs (€)	293,662.47 (±122,096.69) ^{a,**}	987,830.44 (±816,475.88) ^{b,**}
Cost per unit area (€/ha)	139.25 (±80.00) ^a	168.44 (±72.05) ^a
Cost per unit time (€/h)	6555.45 (±4314.59) ^{a,**}	11,013.5 (±967.75) ^{b,**}

* Mean values in a row followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$). ** Mean values in a row followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.1$).

SDI
Costes



Evolución en el tiempo



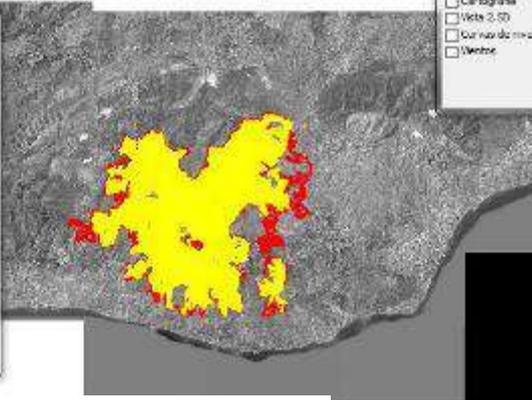
Medida de la rentabilidad

Coín, 2012 (Málaga) 8.579 ha

Pérdidas económicas

Pérdidas totales: 18207902.72 € **En píxel:**

Pérdidas por	Cantidad
Aprovechamiento de la madera	3363297.44 €
Emisión de carbono	11104459.34 €
Aprovechamiento de la leña	362629.36 €
Aprovechamiento del pino	0.00 €
Aprovechamiento de castaños	0.00 €
Aprovechamiento ganadero de la bellota	0.00 €
Aprovechamiento del corcho	5984436.34 €
Aprovechamiento ganadero del pastoreo	227.72 €
Aprovechamiento cinegético	134051.00 €
Biodiversidad	33190.31 €
Protección del suelo contra la erosión	61429.75 €
Ocio y recreo	6732679.36 €
Paisaje	2521720.00 €
Montaña	0.00 €

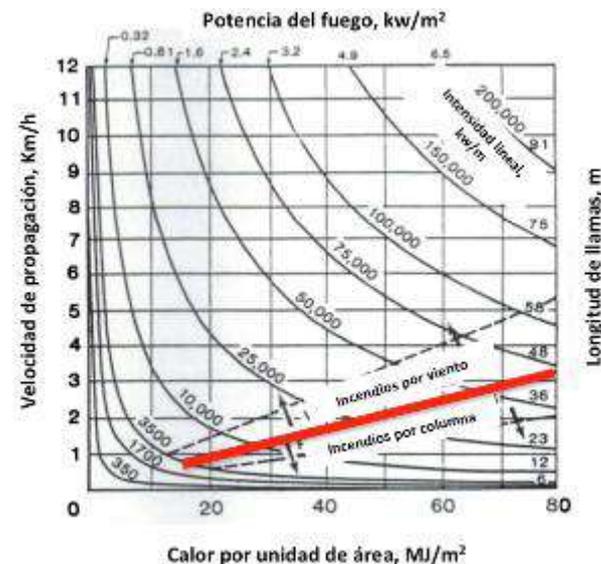
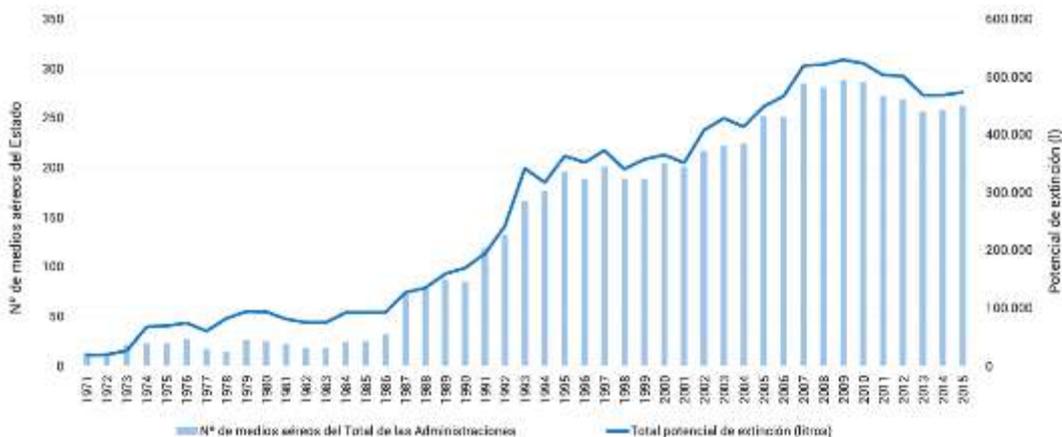


Coste Total Medios Terrestres	108.671,82
Coste Total Medios Aéreos	343.319,80
Coste Total	451.991,62
Ratio Coste MT al total de costes (%)	24,04
Ratio Coste MA al total de costes (%)	75,96





Gráfico 14.3 Evolución de las aeronaves destinadas por el conjunto de las administraciones a la extinción de incendios forestales (Estado y CCAA) 1971-2015



Velocidad de propagación (km/h)	Longitud de llama (m)	Calor por unidad de área (Kcal/m²)
0,5-1	4,5-10	8.001-10.000
1,1-2	11-15	10.001-15.000
2,1-3	16-20	15.001-20.000
3,1-4	21-25	20.001-25.000
4,1-5	26-30	25.001-30.000
5,1-6	31-35	30.001-35.000
6,1-7	36-40	35.001-40.000
7,1-8	41-45	40.001-45.000
8,1-9	46-50	45.001-50.000
>9,1	>51	>50.001

Quesada, 2017 (Jaén)

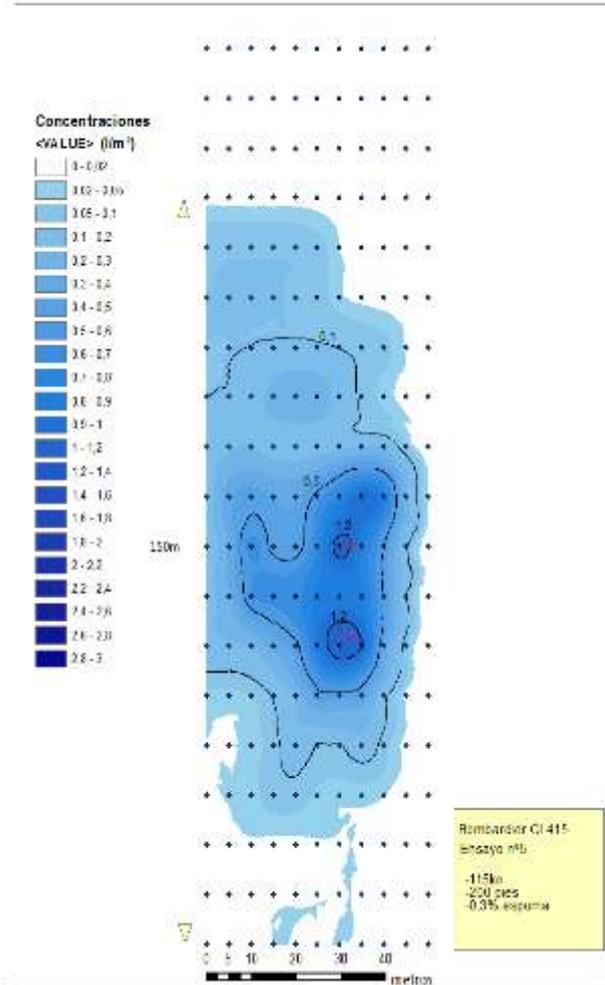


El paisaje y los combustibles forestales frente a respuestas estratégicas de cara a la protección frente a los incendios:

- Dificultad de extinción especializada
- Oportunidades operacionales
- Geometría de las propagaciones
- Resistividad de las líneas preventivas de defensa (Líneas y áreas cortafuego)
- Costes?
- Eficiencia?



Medida de la rentabilidad



19:38

Estimación Huella

Avión: CL215T

Vegetación: Clase C

Capacidad L: 4500

Velocidad Nudos: 125

Altura Pies: 100

Concentración %: 0.3

RESULTADOS

Longitud: 130.83 m

Anchura: 41.95 m

Descargas mínimas recomendadas: 13

LABIF



La efectividad reside en el equilibrio, P/CP

❑ (P) producción de los resultados deseados

❑ (CP) capacidad de producción

(Stephen R. Covey)

Resolución de la incertidumbre, en base al ratio de productividad



$$\rho = \left[\frac{\text{Objetivos alcanzables}}{\text{Medios disponibles con la adecuada capacidad}} \right] \frac{\text{Seguridad poblacional}}{\text{Seguridad combatientes}}$$

CSIRO PUBLISHING
 International Journal of Wildland Fire
<http://dx.doi.org/10.1071/WF13063>

A methodology for determining operational priorities for prevention and suppression of wildland fires

Francisco Rodríguez y Silva^A, Juan Ramón Molina Martínez^A and Armando González-Cabán^{B,C}

^ADepartment of Forest Engineering, University of Córdoba, Edificio Leonardo da Vinci, Campus de Rabanales, E-14071 Córdoba, Spain.
^BUnited States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, 4955 Canyon Crest Drive, Riverside, CA 92507, USA.

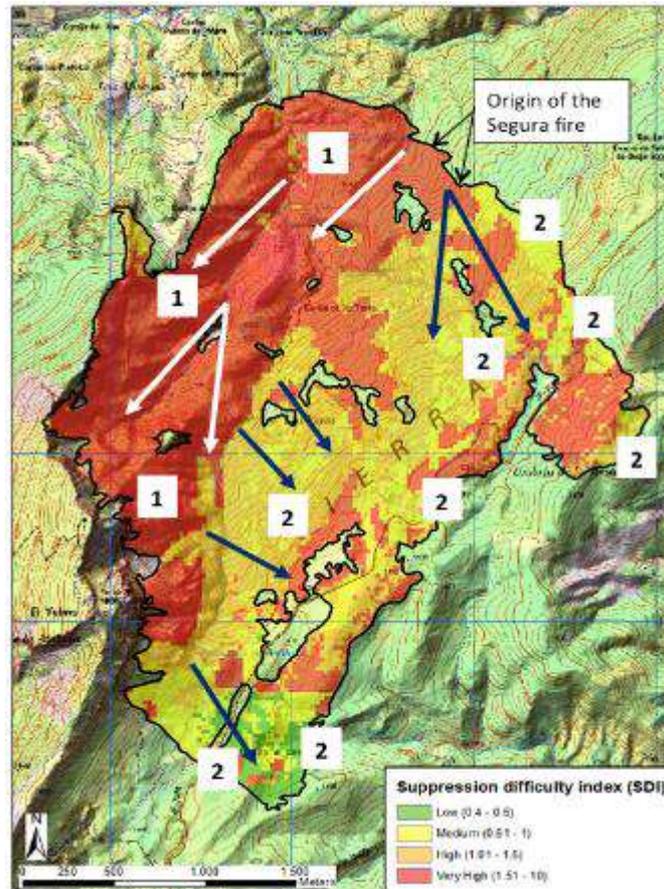
Suppression difficulty index

The SDI combines the penetrability, accessibility and mobility sub-indices, line production capabilities by firefighting resource (including hand and mechanical line corrected for model slope in each fuel model distribution) and a new sub-index measuring aerial resources contribution (Eqn 4). To date, only land firefighting resources had been considered.

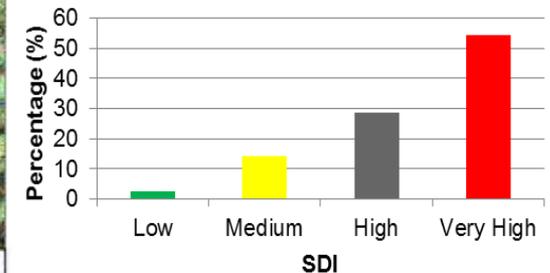
$$SDI = \left[\frac{\sum (I_{ce})}{\sum (I_a + I_m + I_p + I_{ar} + I_c)} \right] \quad (4)$$


$$\text{Dificultad de extinción} = \frac{\text{Propagaciones} + \text{variables aceleradoras}}{\text{Oportunidades de extinción (infreestructuras + medios)}}$$

Medida de la rentabilidad



International Journal of WILDLAND FIRE	
Modeling Suppression Difficulty: Current and Future Applications	
Journal:	<i>International Journal of Wildland Fire</i>
Manuscript ID:	WF19042.R1
Manuscript Type:	Research Paper
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Rodríguez y Silva, Francisco; University of Córdoba (ETSIAI), Forest Engineering Department, Forest Fire Laboratory Thompson, Matt; USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station O'Connor, Christopher; USFS Rocky Mountain Research Station, Human Dimensions Molina Martínez, Juan; University of Córdoba, Department of Forest Engineering, Forest Fire Laboratory Calkin, David; USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station
Keyword:	Risk, Fire suppression, Planning, Fire management



Fuente: **Modeling Suppression Difficulty: Current and Future Applications**
 Francisco Rodríguez y Silva, Matthew P Thompson, Christopher D O'Connor, Juan Ramon Molina Martínez, David E Calkin. 2019 (IJWF en revisión)

❑ ANÁLISIS COSTES Y PRODUCTIVIDAD

U.S. FOREST SERVICE
Caring for the land and serving people

Rocky Mountain Research Station

United States Department of Agriculture

Home
Research
Publications
Products
People
News
About Us
Search RMRS
➔

Home / Suppression Difficulty Index
https://www.fs.fed.us/rmrs/suppression-difficulty-index

Suppression Difficulty Index

Firefighting is an inherently hazardous occupation and responder safety is the primary concern on all incidents. Researchers from the Wildfire Risk Management Science Team are collaborating with fire scientists in Spain and Oregon State University as well as wildfire operations specialists to develop and apply spatial tools that weigh the potential hazards of fire against our ability to position people and resources where they are likely to be effective.

This Suppression Difficulty Index (SDI) provides a spatial summary of “watch out” situations as well as areas with reduced risk to fire responders that can be used to facilitate strategic and tactical fire management decisions. While much of this information is intuitive to firefighters on the ground, the spatial overlay can also be used to help with strategic decision making.

SDI is part of the potential control locations model but can also be used as a stand-alone product. During incident support, SDI can be produced in real-time using spot weather forecasts to identify dynamic changes to fire responder exposure.

Suppression Difficulty Index on the Crescent Mountain Fire. Red and orange areas are highest suppression difficulty (more extreme potential fire behavior and/or difficult access), blue areas depict locations with reduced suppression difficulty.



Proyecto UE:
CILIFO

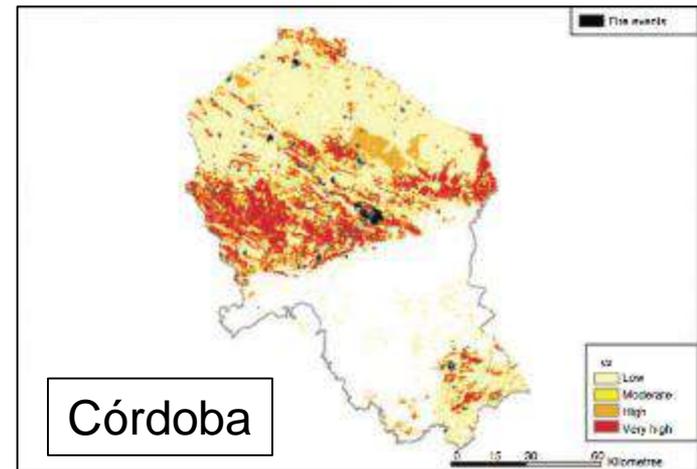
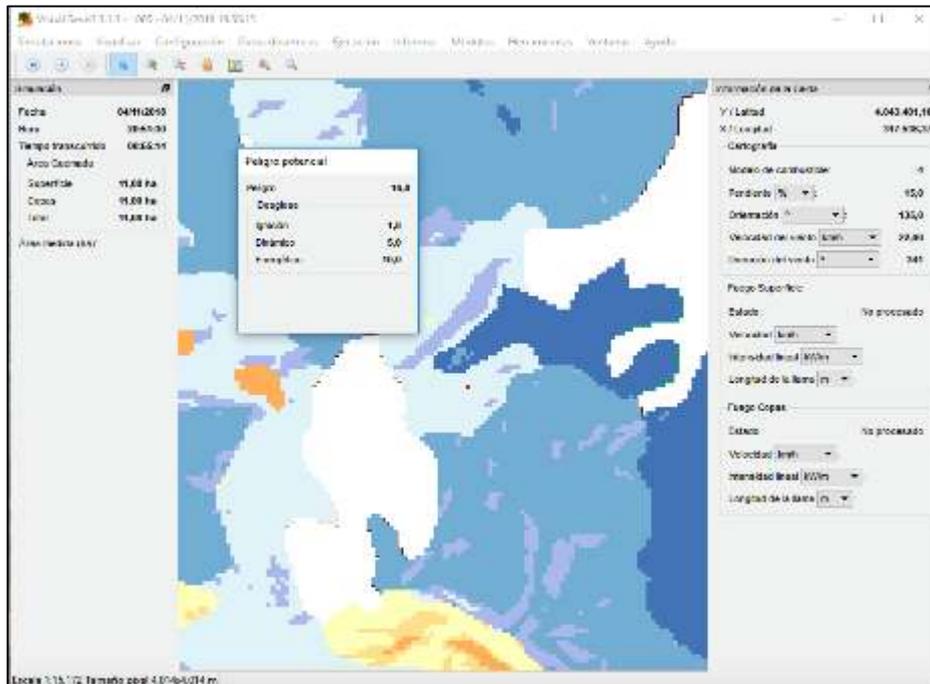


UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Determinación espacializada del índice de dificultad de extinción de segunda generación, en los paisajes forestales de Sierra Morena Occidental



El diagnóstico del peligro potencial y la evaluación económica del impacto de los incendios forestales, una integración a través del programa Visual-Seveif.

Informe económico

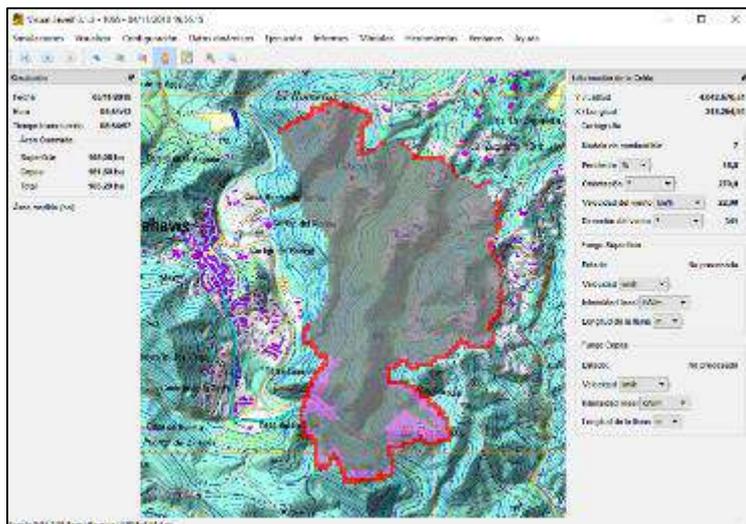
Concepto	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	08:54
Aprovechamiento de la madera	2382.22	6682.24	10870.73	15333.61	21997.21	29242.63	35736.17	39912.94	45720.32
Fijación de carbono	302.89	887.37	1456.34	2074.42	2973.18	3936.95	4790.01	5323.24	6010.13
Aprovechamiento de leñas	38.61	120.19	200.23	288.46	411.58	543.21	658.61	731.09	812.25
Aprovechamiento del piñón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento de castañas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento ganadero de la bellota	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento del corcho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento ganadero del pastizal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento cinegético	72.27	179.60	284.74	391.94	545.75	713.19	862.99	956.16	1588.80
Biodiversidad	1120.12	2720.32	4298.10	5893.66	8163.01	10619.23	12848.38	14309.27	17939.87
Protección del suelo contra la erosión	307.72	814.61	1332.42	1861.13	2676.06	3516.92	4271.31	4800.32	6413.73
Ocio y recreo	1901.60	4930.54	7890.15	10987.72	15535.11	20386.87	24776.17	27637.07	34462.44
Paisaje	1325.16	3387.79	5414.23	7616.63	10797.89	14070.45	16790.18	18955.83	23194.12
Pérdidas debido al no uso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	7450.59	19722.74	31747.05	44447.53	63099.75	83029.46	100734.23	112626.70	136143.12

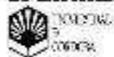
Medida de la rentabilidad

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
 Plasencia, Cáceres, Extremadura, 26-30 junio 2017
 ISBN 978-84-941695-2-6
 © Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evaluación del CNV:

- Perímetros estratégicos
- Incendios
- Potencial
- Real





MODELOS ECONOMETRICOS

Medida de la rentabilidad

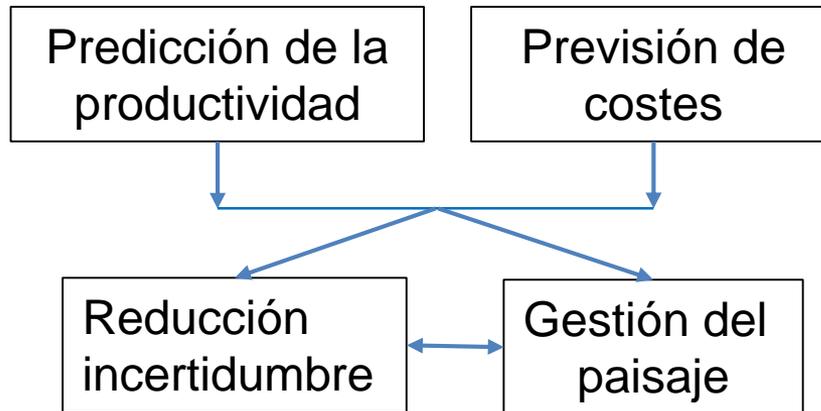
Advances in Forest Fire Research 2018 - D. X. Viegas (Ed.)
 Chapter 6 – Socio Economic Issues
https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_128

Modeling the productivity of forest fire suppression operations using production functions. A methodological approach

Francisco Rodriguez y Silva^{*1}; Michael Hand²

¹Forest Fire Laboratory, University of Córdoba (Spain), Edificio Leonardo da Vinci, Campus de Rabanales, 14071, Córdoba, Spain. {fr1rosif@uco.es*}

²USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 201 14th St., SW, Washington, DC 20024, USA. {mshand@fs.fed.us}



$$\ln y = 13.3 + 10.8 \cdot \ln x_1 - 9.99 \cdot \ln x_2 - 5.17 \cdot \ln x_3 - 9.95 \cdot \ln x_4 + 1.42 \cdot x_5$$

(3.30) (2.18) (2.00) (2.33) (2.28) (0.293)

Table 5. Model 2 (CES): MCO, using observations 1-20

	Coefficients	Dev. Stan.	t	p-value	
const	13.3182	3.29606	4.0407	0.0012	***
ln(Rp MAR)	10.7661	2.18035	4.9378	0.0002	***
ln(Rp MT)	-9.98696	2.00213	-4.9882	0.0002	***
ln(Idx)	-5.16911	2.32676	-2.2216	0.0433	**
ln(IPMIF)	-9.95401	2.27882	-4.3681	0.0006	***
(ln(RpMAR)- (lnRpMT+ln(Idx)+ ln(IPMIF))) ²	1.41696	0.293173	4.8332	0.0003	***

The variable x_5 is $=(\ln x_1 - (\ln x_2 + \ln x_3 + \ln x_4))^2$

Mean of vble. dep.	0.832020	D.T. of vable. dep.	0.377385
Sum squard w.	0.505963	D.T. of regresion	0.190106
R ²	0.813019	R ² adjusted	0.746241
F(5, 14)	10.12371	p value (F)	0.000291
Log-likelihood	8.391472	Akaike criteria	-4.782945
Schwarz criteria	1.191449	Hannan-Quinn criteria	-3.616681

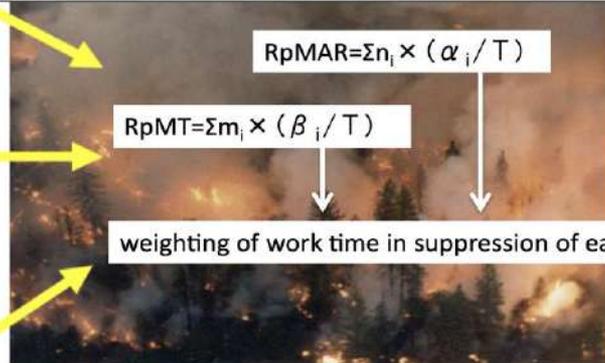
Table 2. Variables considered to develop the deterministic models

Aerial resources suppression effect Rp MAR	Ground resources suppression effect Rp MT	Suppression Difficulty Index (Idx)	Fire weather index IPMIF
---	--	------------------------------------	-----------------------------

$$RpMAR = \sum \alpha_i \times (\alpha_i / T)$$

$$RpMT = \sum \beta_i \times (\beta_i / T)$$

weighting of work time in suppression of each resource



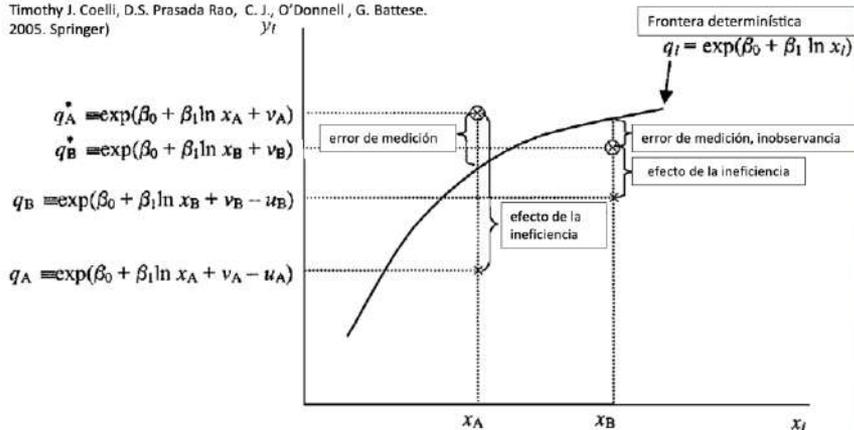


MODELOS ECONOMETRICOS

Medida de la rentabilidad



(Fuente: An introduction to efficiency and productivity analysis. Timothy J. Coelli, D.S. Prasada Rao, C. J. O'Donnell, G. Battese. 2005. Springer)



Visual Control del Fuego 1.1

Opciones

Medios de extinción empleados

Medios	Nº de unidades	Total de horas empleadas
Brigadas de extinción	4	3.0
Grupos de extinción	6	6.0
Vehículos de extinción autobombas	3	6.0
Helicópteros de transporte y extinción	4	5.0
Helicópteros bombarderos	1	3.0
Aviones de carga en tierra	0	0.0
Aviones anfibios	1	5.0
Maquinaria pesada	1	3.0
Aviones de coordinación	1	6.0

Factores ambientales y del escenario de extinción

Velocidad del viento: 15.6 km/h | Humedad relativa: 28 %

Temperatura del aire: 36.5 °C | Pendiente del terreno: 17.3 %

Índice de dificultad de extinción: 8.00 | Nivel de Intensidad del Fuego (NIF): 3

Apoyo de las acciones de extinción en infraestructuras presentes: 29 %

Modelo de combustibles predominante: FM 7. Matorral, palmaceas, bosque bajo

Presencia de olas de calor | Presencia de poblaciones

Hay simultaneidad de incendios en el mismo día | Posibilidad de propagación por copas

Perímetro por hora controlado: 217.14 m/h



RECOMENDACIONES FINALES:

1. Lecciones aprendidas
2. Corrección de errores
3. Diagnóstico a escala paisaje y escala local
4. Aceptación y adaptación al cambio global
5. Gestión de combustibles en áreas críticas
6. Determinación, establecimiento y mantenimiento de los puntos estratégicos de gestión (PEG's)
7. Planificación operacional de supresión (reducción de la incertidumbre)
8. Adecuada información a la población
9. Desarrollo y aplicación de modelos predictivos
10. Investigación dirigida a la gestión adaptativa del paisaje
11. Dispositivos profesionalizados.
12. Evaluación y retroalimentación en la toma de decisión de la rentabilidad de las acciones de mitigación



Resilient landscapes to face catastrophic forest fires

Global insights towards a new paradigm 

International Conference

14-15 October 2019
Madrid, Spain

Case-study presentations
Emerging Lessons
Open Debate
Networking and refreshments
Technical visit.

Organised by  **EFI** 
with the support of  

Dr. Fco. Rodríguez y Silva
ir1rosif@uco.es
www.franciscorodriguezysilva.com

Gracias por la atención prestada.