

Implementación del *Fire Potential Index* en Navarra con imágenes Terra-MODIS

Jornada Técnica “Teledetección e Incendios”
Zaragoza, 17 de Marzo 2010



María Sánchez Azcona
Master Universitario en TIG para la ordenación
del territorio: SIG y teledetección
Universidad de Zaragoza



1. Introducción



Introducción

Objetivos

FPI

Área de estudio

Información de partida

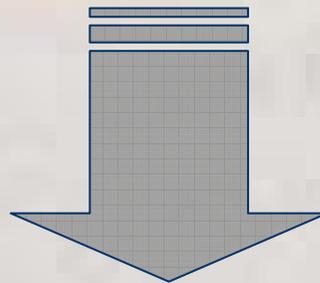
Metodología

Resultados

Conclusiones

Líneas de futuro

- ❑ Prevención de incendios: situación pre-fuego
- ❑ Imágenes satélite sensor MODIS
- ❑ Búsqueda de Índice de Riesgo de Incendio:
 - Sencillo
 - Datos accesibles
 - Buenos resultados en zonas cercanas o de condiciones similares



FIRE POTENTIAL INDEX (FPI)

(Burgan et al, 1998; Sebastián et al, 2001; Huesca et al, 2007)

1. Introducción



Imágenes MODIS:

- Satélites: Terra y Aqua
- Cobertura diaria de la península (ambos) → 2 imágenes diarias
- Contempladas en el *PNT (Plan Nacional de Teledetección)*

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN TEMPORAL
MYD/MOD09GA	reflectividad en superficie (1-7)	500/1000 m	diaria
MYD/MOD09A1	reflectividad en superficie (1-7)	500 m	8 días
MYD/MOD13Q1	Índices de vegetación (NDVI, EVI)	250 m	16 días
MYD/MOD14A1	anomalías térmicas e incendios	1000 m	diaria

Suscripción de alertas de hot-spots MODIS (e-mail)

MODERATE RESOLUTION IMAGING SPECTRO-RADIOMETER
An imaging radiometer employing a cross-track scan mirror and collecting optics, and a set of individual detector elements to provide imagery of the Earth's surface and cloud cover in 36 discrete spectral bands.

2. Objetivos



Introducción **Objetivos** *FPI* Área de estudio Información de partida Metodología Resultados Conclusiones Líneas de futuro

- **Objetivo marco:**
 - Informar sobre el riesgo de incendio

- **Objetivo estudio:**
 - Implantar el procedimiento para estimar el *FPI* en Navarra utilizando distintos Índices de Vegetación
 - Aplicable a las imágenes MODIS a recepcionar en el marco del PNT

3. Fire Potential Index



- Basado en la relación entre el contenido de humedad de la vegetación y su susceptibilidad para arder
- No tiene en cuenta la probabilidad de ignición

$$FPI = 100 \times (1 - FMC10HR_{FRAC}) \times (1 - VC)$$

Humedad del
combustible fino
muerto

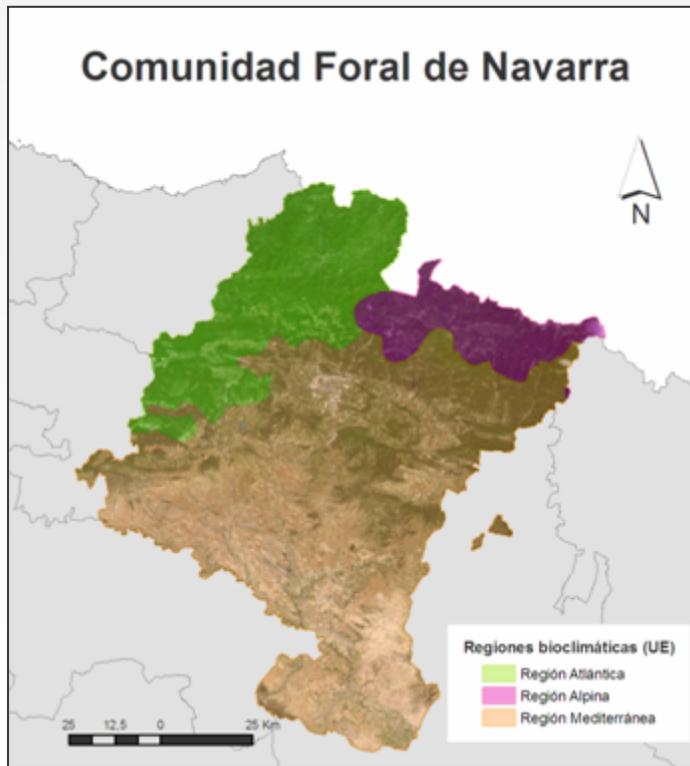
Proporción de
vegetación viva

Combustible sin tejido vivo cuya humedad depende exclusivamente de las condiciones meteorológicas.

4. Área de estudio



Introducción Objetivos FPI **Área de estudio** Información de partida Metodología Resultados Conclusiones Líneas de futuro



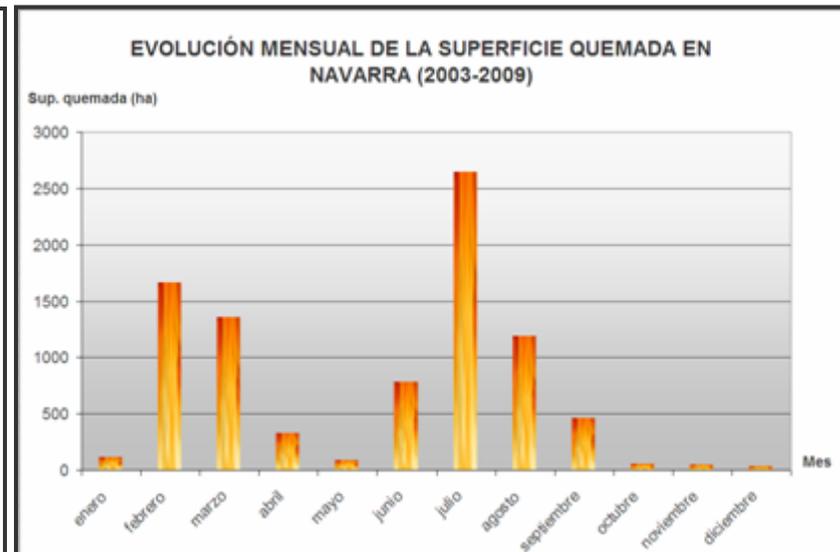
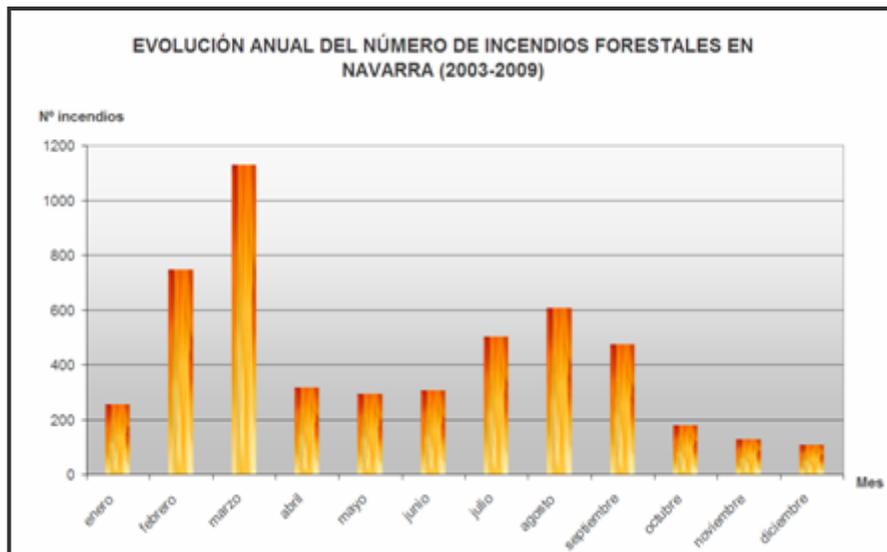
4. Área de estudio



Introducción Objetivos FPI **Área de estudio** Información de partida Metodología Resultados Conclusiones Líneas de futuro

- Comunidad Foral de Navarra
 - Conjunto
 - Regiones bioclimáticas

- Período de estudio:
 - 2003-2009
 - Febrero a octubre, ambos incluidos *



* Excepto en 2009 (febrero-agosto)

5. Información de partida

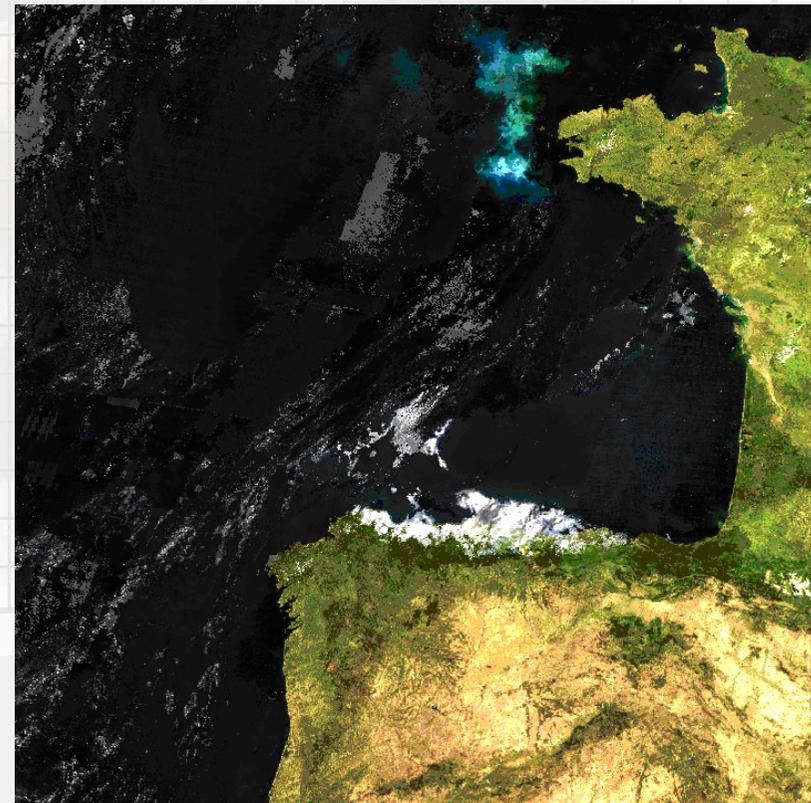


Introducción Objetivos FPI Área de estudio **Información de partida** Metodología Resultados Conclusiones Líneas de futuro

5.1. Imágenes de satélite Terra-MODIS

Producto MOD09A1

- Reflectividad en superficie (bandas 1-7) a 500 m (8 días)
- Banda de calidad del dato de reflectividad (banda 8)
- Banda de clasificación temática (banda 12)
- Bandedo banda 5
- Descarga fácil y gratuita (<ftp://mapsftp.geog.umd.edu/>)
- Formato HDF-EOS
- Herramientas asociadas (LDOPE y MRT)



5. Información de partida



5.1. Imágenes de satélite Terra-MODIS

Comparativa de productos MODIS / PNT

Producto	Resolución espacial		Frecuencia temporal		Acceso a los datos	
	MODIS	PNT	MODIS	PNT	MODIS	PNT
Reflectividad Superficie Terrestre (RST)	Bandas 1-2: 250 m Bandas 3-7: 500 m		Diaria		> 4 días	Quasi tiempo real
Reflectividad Superficie Terrestre (8 días)	500 m	-	8 días	-	< 10 días	-
Reflectividad Superficie Terrestre Normalizada (RST-NORM)	500 m	Bandas 1-2: 250 m Bandas 3-7: 500 m	16 días	10 días	> 15 días	Quasi tiempo real

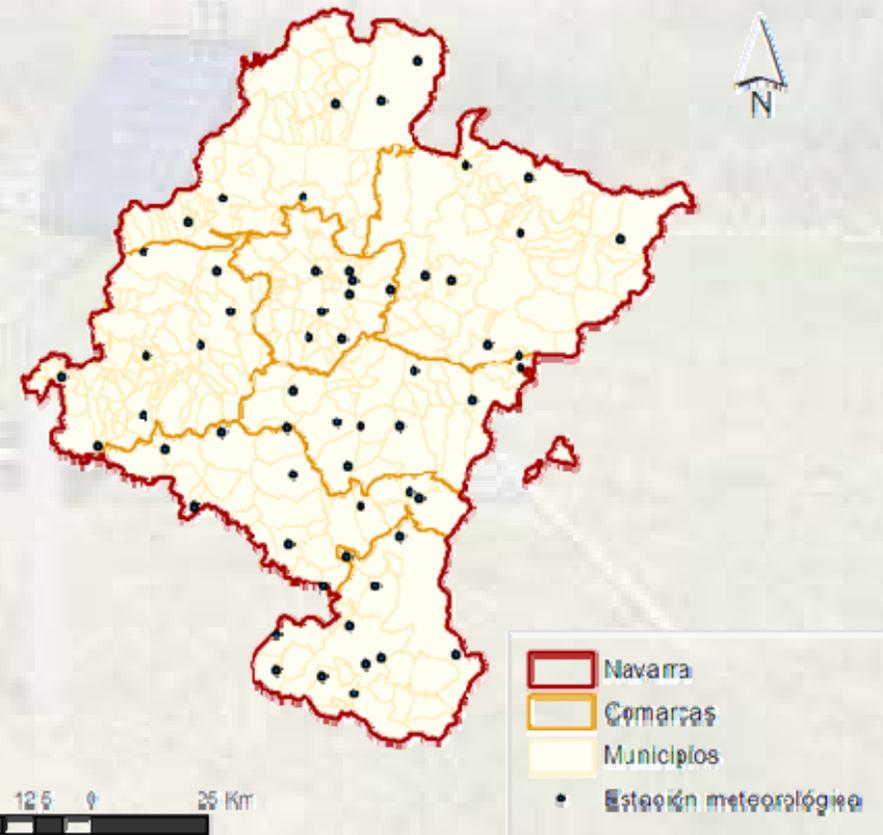
5. Información de partida



Introducción Objetivos FPI Área de estudio Información de partida Metodología Resultados Conclusiones Líneas de futuro

5.2. Estaciones meteorológicas

- 60 estaciones meteorológicas automáticas: humedad y temperatura
- Propiedad de:
 - Gobierno de Navarra
 - Riegos de Navarra
 - AEMET
 - MARM
 - UPNA
- Frecuencia: 10-30 min.
- Formato .txt



5. Información de partida



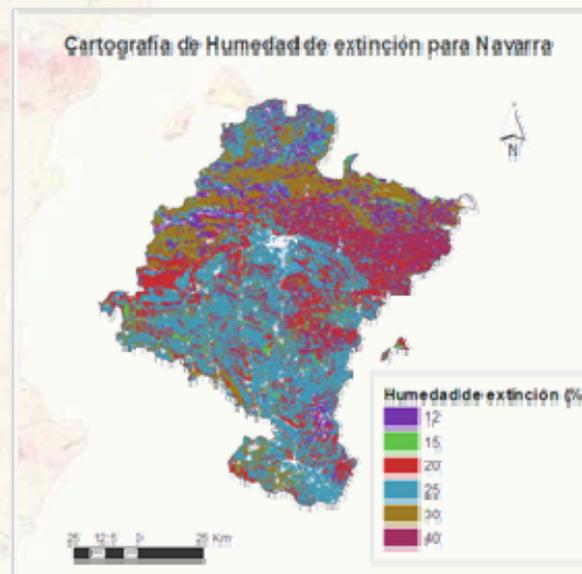
5.3. Mapa de modelos de combustible (Tracasa 2005)

- Intento de clasificar los combustibles que intervendrían en un hipotético incendio
 - MCA, Series de vegetación, III Inventario Forestal Nacional y Trabajo de Campo (2005)

- 12 modelos (*Clasificación de Rothermel, 1972*):
 - pastizales (3)
 - matorrales (4)
 - hojarasca (3)
 - restos de poda y silvicultura (2)

- Humedad de extinción (%): grado de humedad a partir del cual un incendio no puede propagarse *“Aids to Determining Fuel Models for estimating Fire Behavior” Hal E. Anderson*

Modelo combustible	Humedad extinción (%)
1	12
2	15
3	25
4	20
5	20
6	25
7	40
8	30
9	25
10	25
11	15
12	20

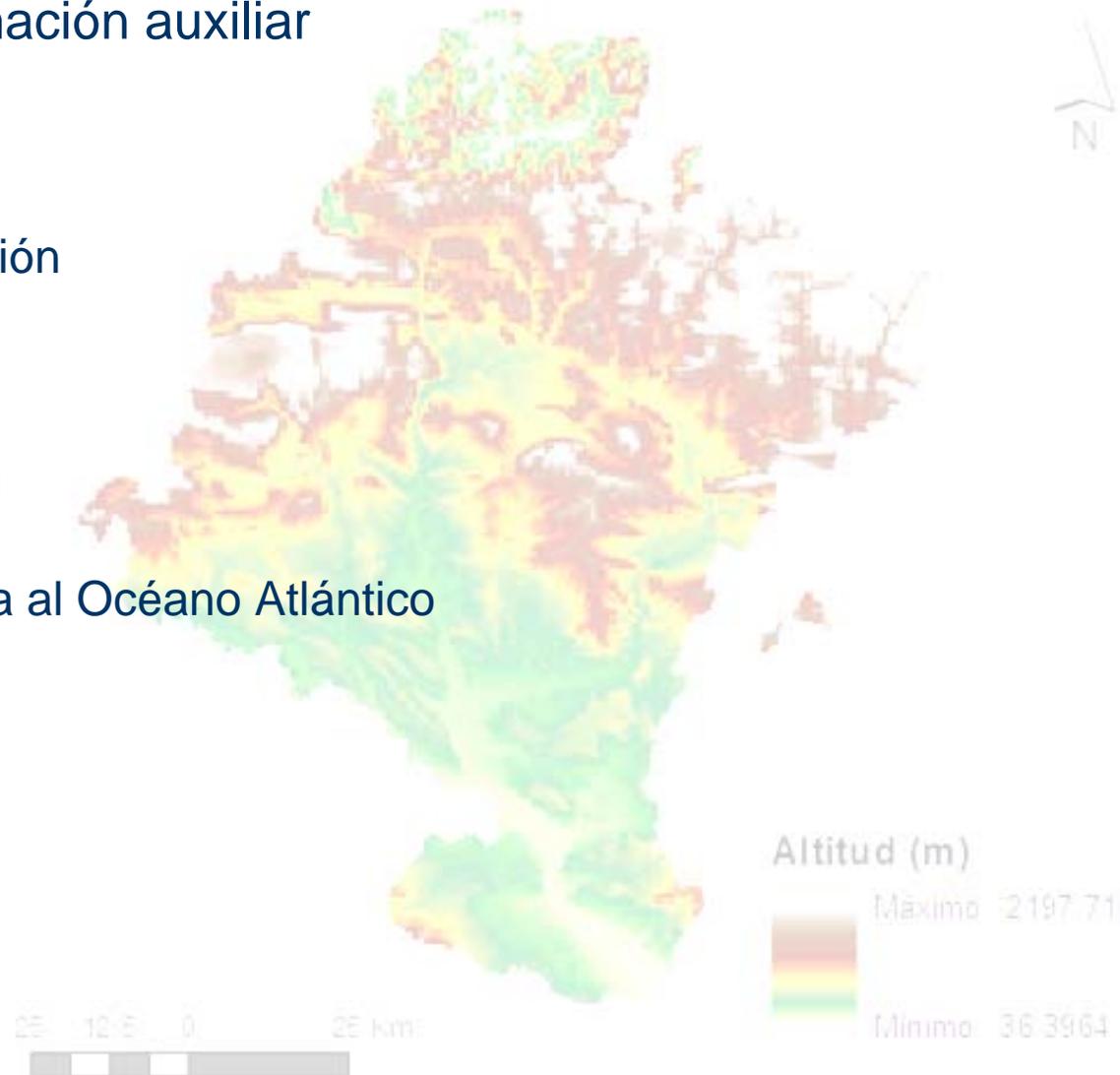


5. Información de partida



5.4. Información auxiliar

- MDE
- Orientación
- Latitud
- Longitud
- Distancia al Océano Atlántico



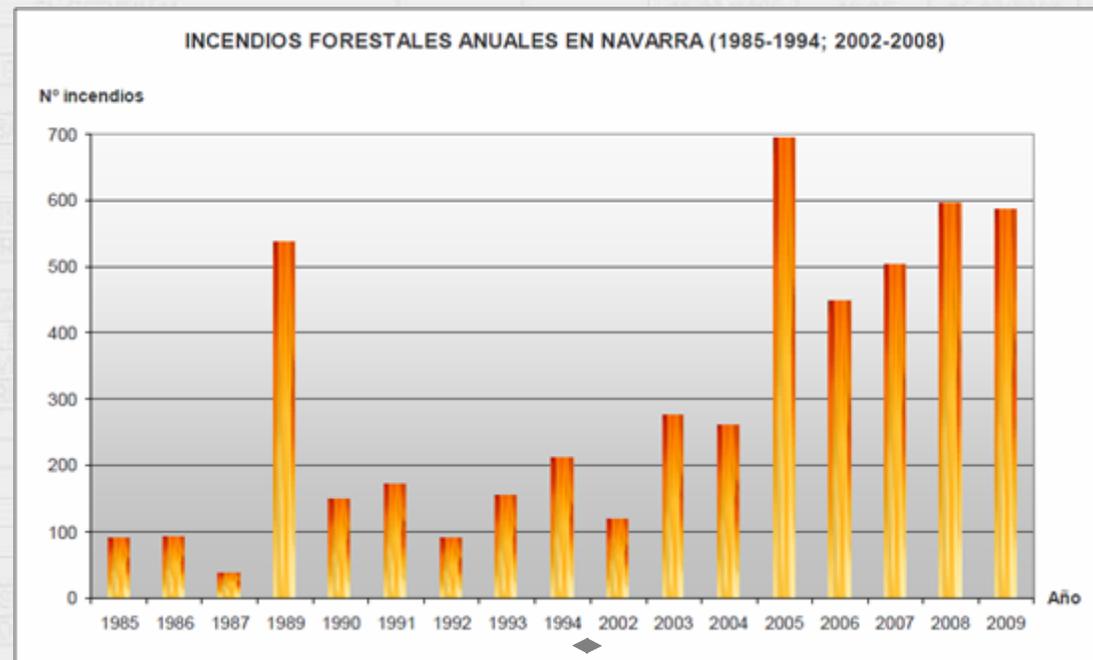
5. Información de partida



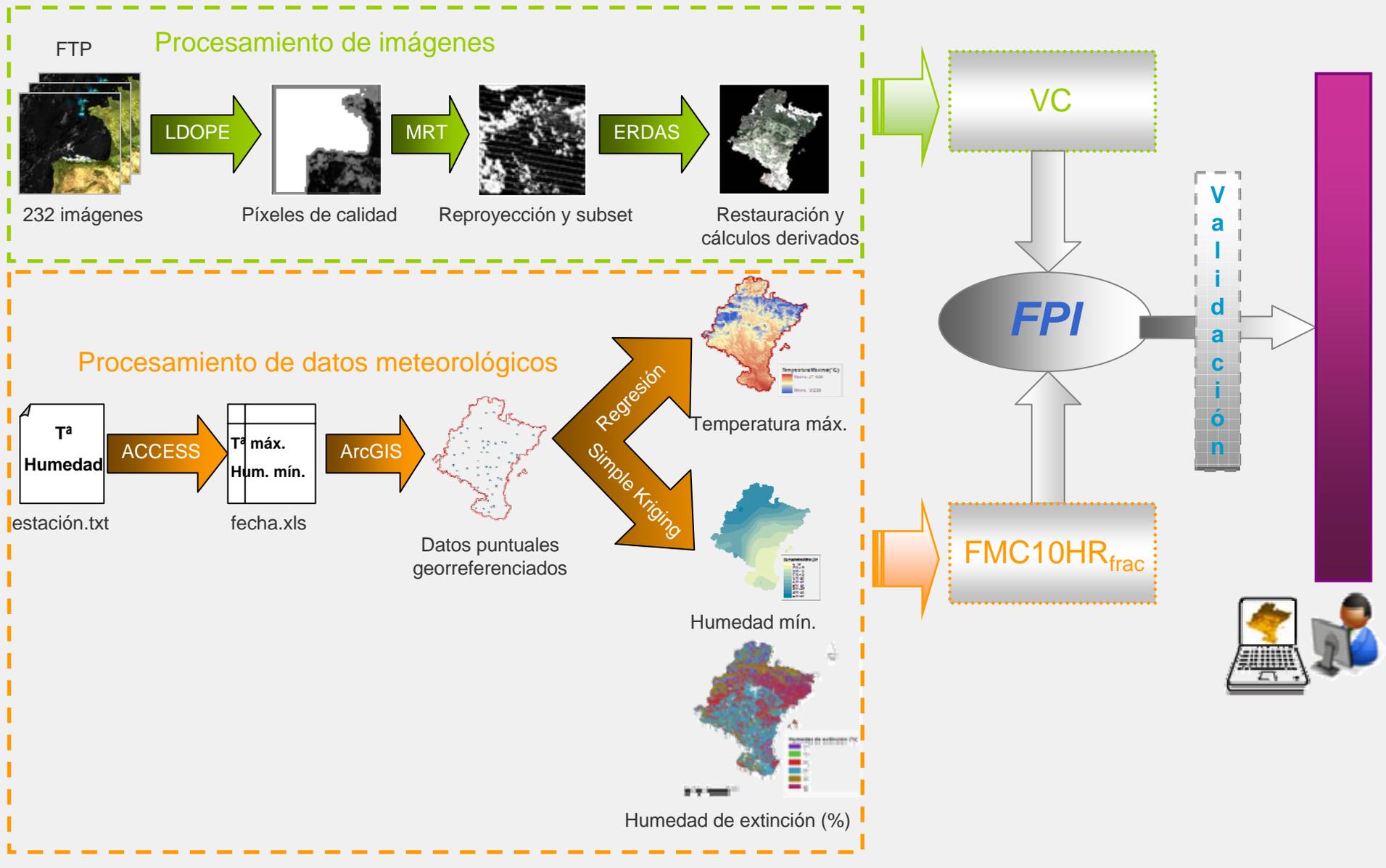
Introducción Objetivos FPI Área de estudio **Información de partida** Metodología Resultados Conclusiones Líneas de futuro

5.5. Registro de incendios (Gobierno de Navarra)

- 1985-1994; 2002-2009
- Escala municipal
- Validación

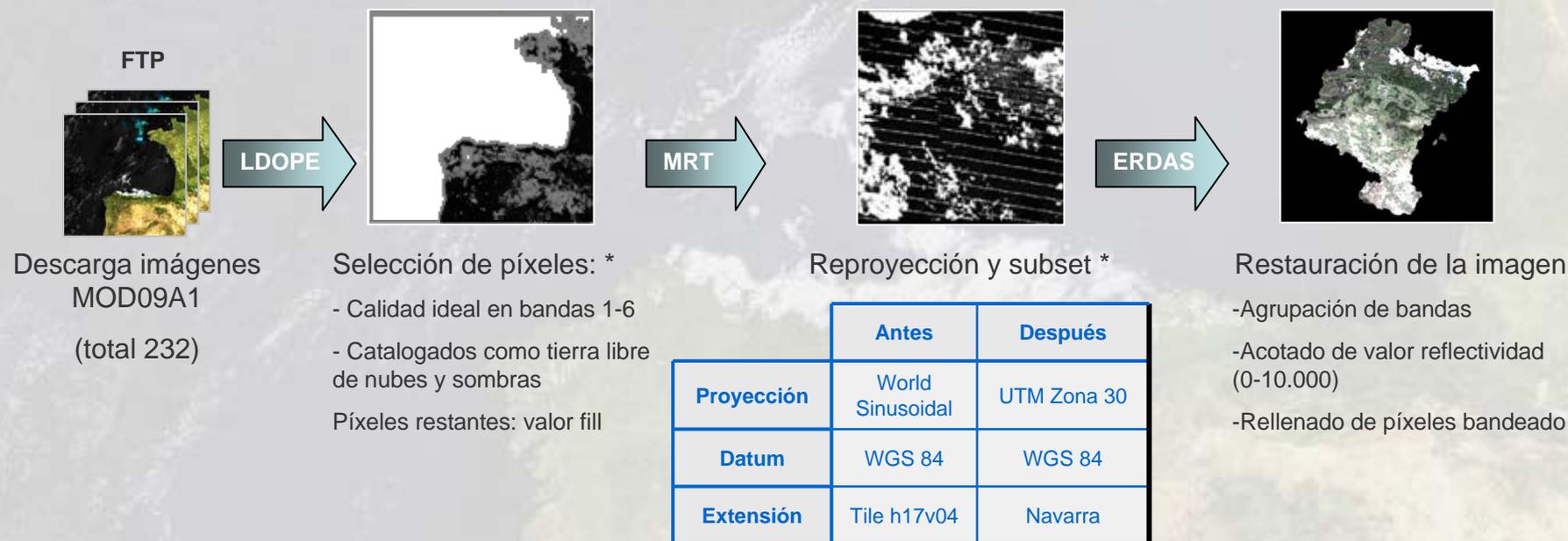


6. Metodología



6. Metodología

6.1. Procesamiento de imágenes MOD09A1



LDOPE: Land Data Operational Product Evaluation
MRT: MODIS Reprojection Tool

* Proceso individualizado para cada banda (1-6)

6. Metodología



Cálculo de la proporción de Vegetación viva

Índices de Vegetación



Imagen restaurada



Normalized Difference Vegetation Index	$NDVI = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$
Normalized Difference Water Index	$NDWI = \frac{\rho_2 - \rho_5}{\rho_2 + \rho_5}$
Normalized Difference Infrared Index	$NDII_6 = \frac{\rho_2 - \rho_6}{\rho_2 + \rho_6}$
Enhanced Vegetation Index	$EVI = \frac{2.5(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_2 + 6\rho_1 - 7.5\rho_3 + 1}$
Global Vegetation Moisture Index	$GVMi = \frac{(\rho_2 + 0.1) - (\rho_6 + 0.02)}{(\rho_2 + 0.1) + (\rho_6 + 0.02)}$

b1	Rojo
b2	IR _c
b3	Azul
b4	Verde
b5	IR _c
b6	SWIR

Verdor relativo

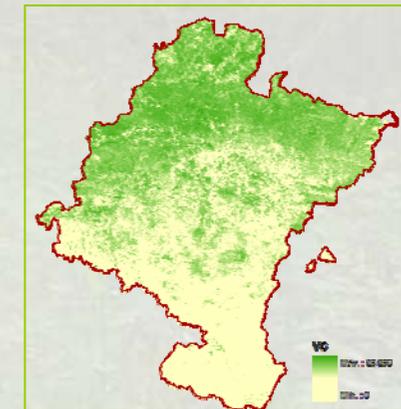
$$RG_{NDVI} = \left(\frac{NDVI - NDVI_{MIN}}{NDVI_{MAX} - NDVI_{MIN}} \right) \times 100$$

Proporción máxima de vegetación viva

$$VC_{MAX} = 0.25 + 0.50 \times \left(\frac{NDVI_{MAX}}{NDVI_{ABSOLUTE-MAX}} \right)$$

Proporción de vegetación viva

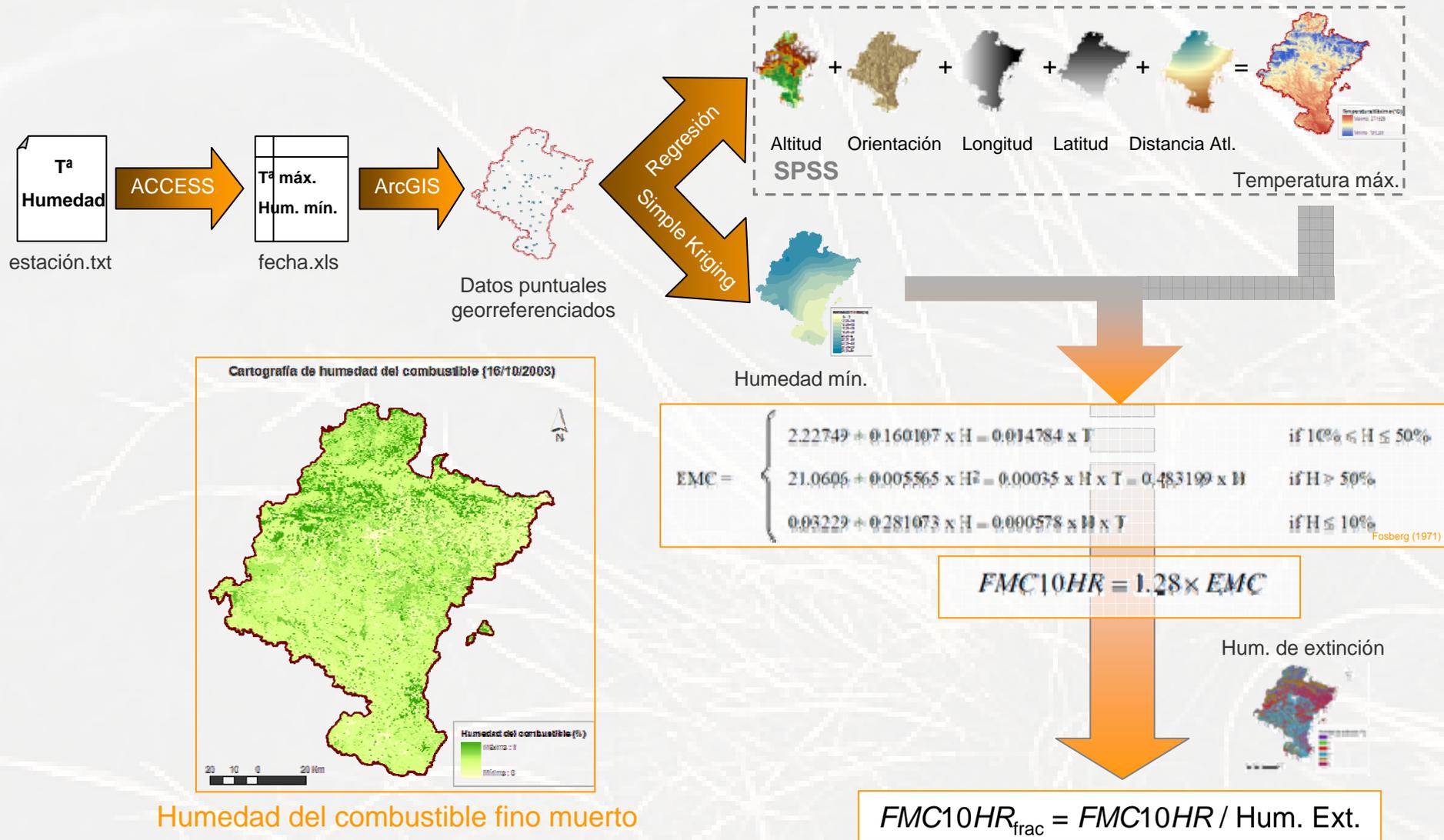
$$VC = VC_{MAX} \times RG$$



6. Metodología



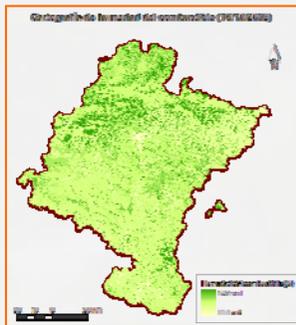
6.2. Procesamiento de datos de humedad y temperatura



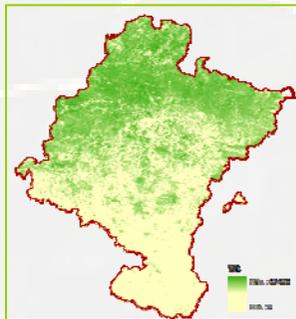
6. Metodología

6.3. Cálculo del *Fire Potential Index*

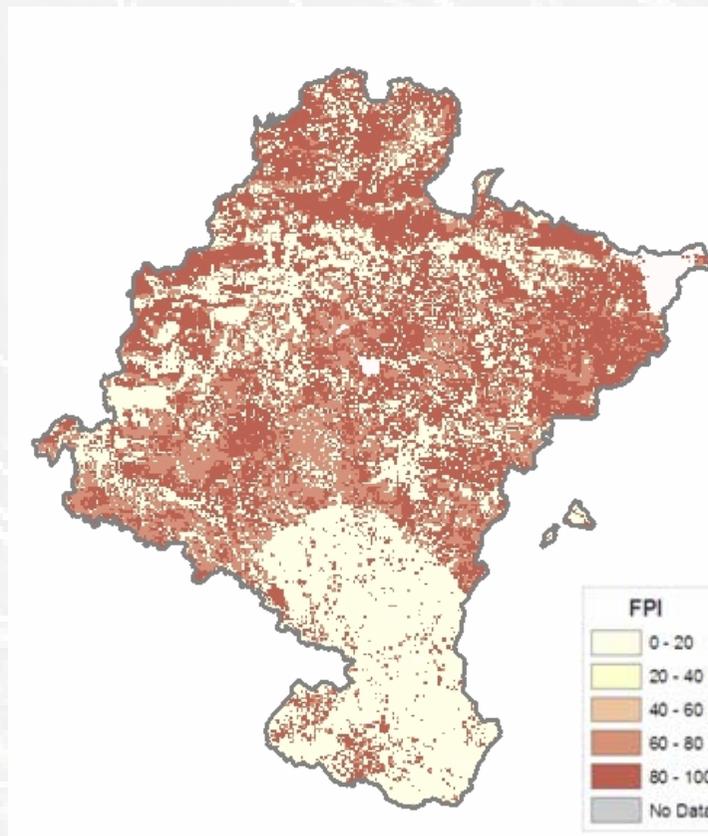
$$FPI = 100 \times (1 - FMC10HR_{FRAC}) \times (1 - VC)$$



Humedad del combustible fino muerto



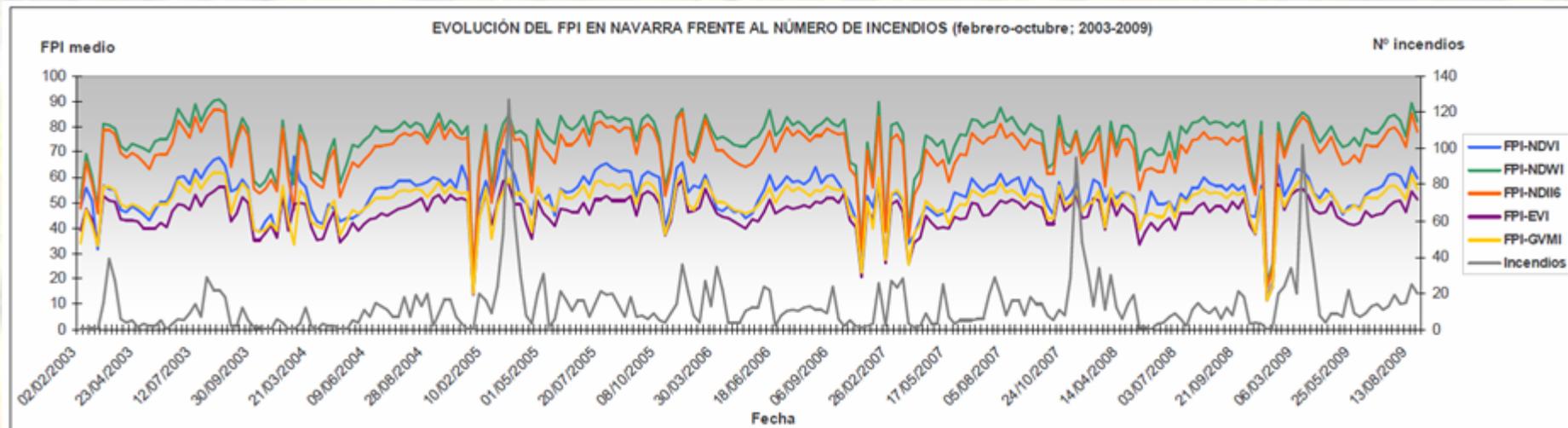
Proporción de vegetación viva



7. Resultados



7.1. Evolución del *FPI* en Navarra frente al número de incendios acumulado

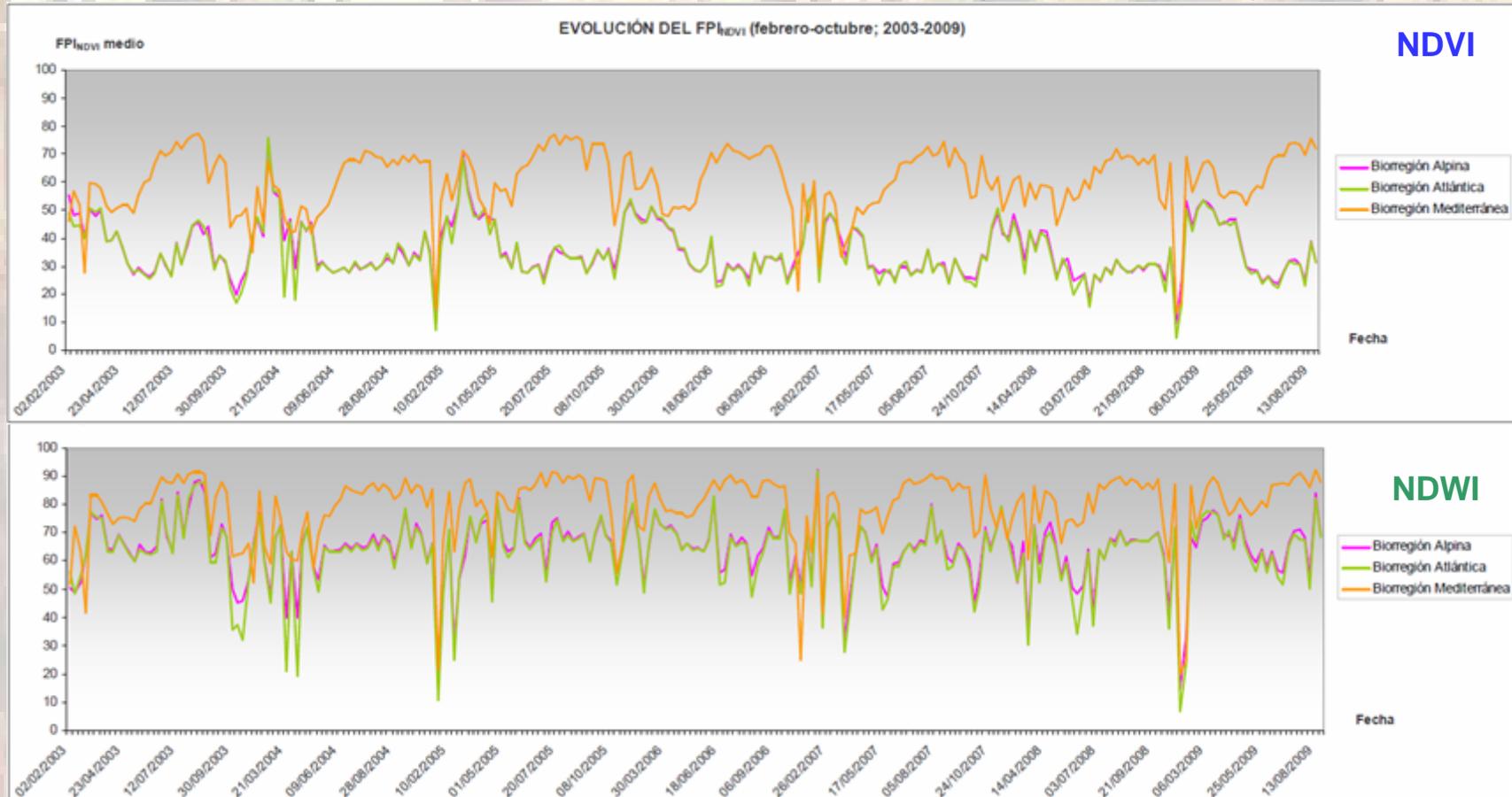


- El FPI derivado de los distintos índices de vegetación siguen un patrón de evolución muy similar
- Existe una correspondencia entre la variación experimentada por el FPI y la del número de incendios

7. Resultados



7.2. Evolución del FPI para cada Índice de Vegetación y región bioclimática



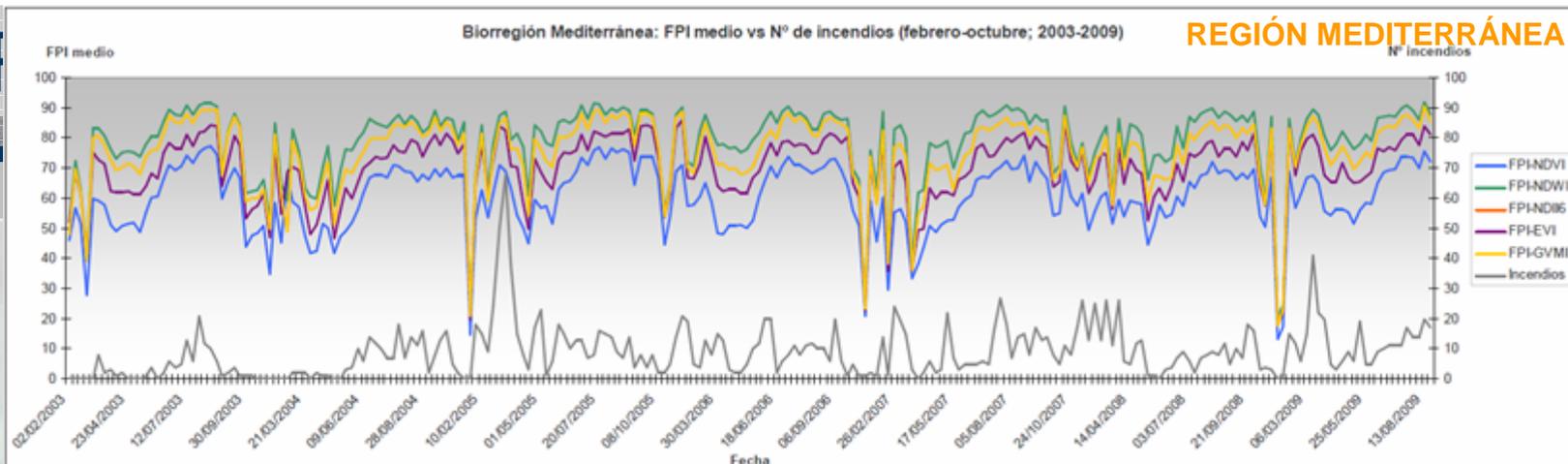
- Diferencia notable entre las regiones alpina y atlántica frente a mediterránea
- FPI máximos en la época de verano, existiendo una correspondencia con la incidencia de los incendios en esta zona (Mediterránea)

7.

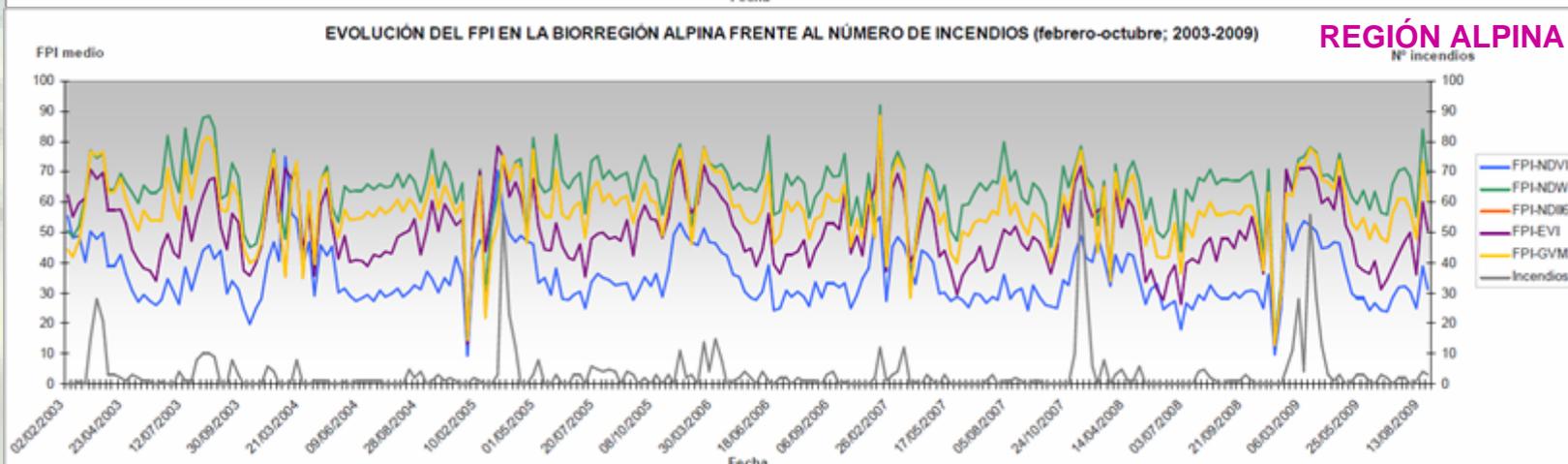
Introducción

7.3.

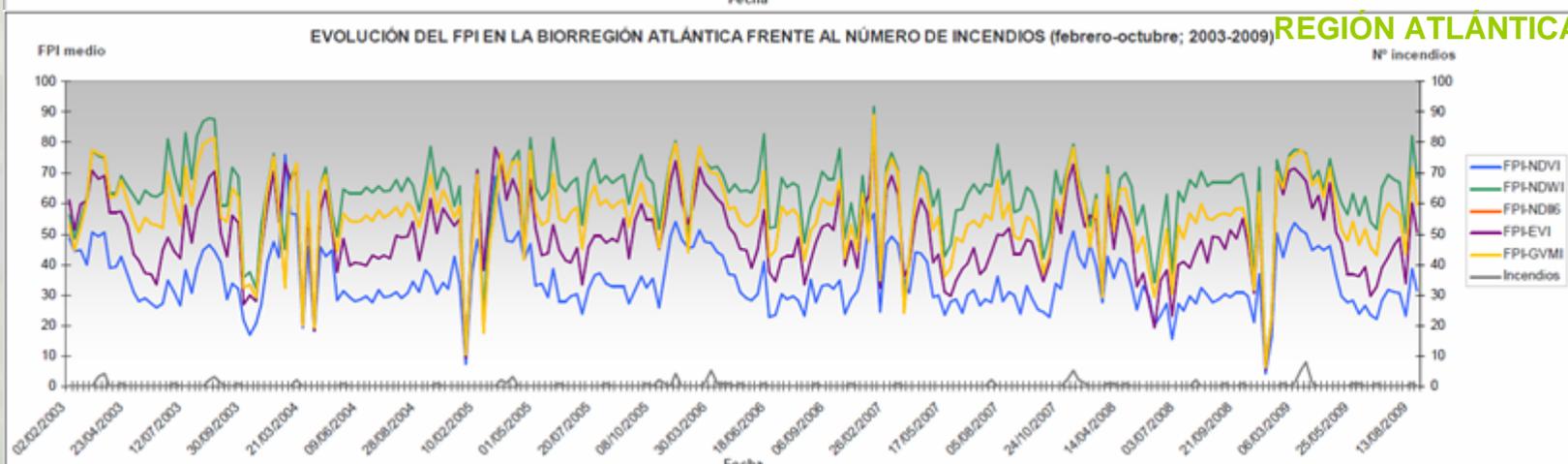
REGIÓN MEDITERRÁNEA



REGIÓN ALPINA



REGIÓN ATLÁNTICA



tura

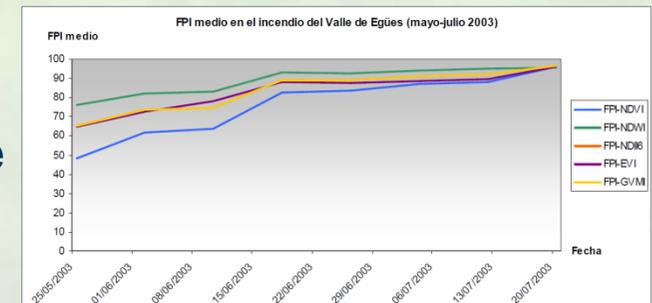
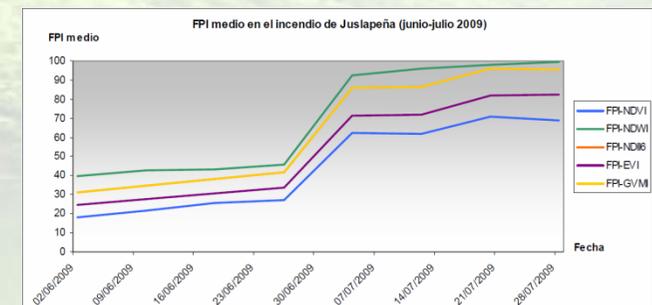
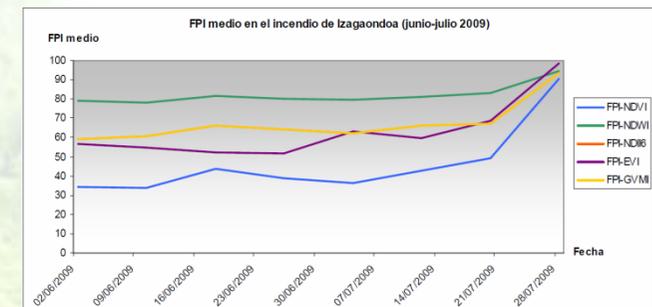
7. Resultados



7.4. Evolución del *FPI* para cada Índice de Vegetación en 3 incendios

▣ Selección de los 3 incendios con mayor superficie quemada (2003-2009)

- Izagaondoa (22/07/2009)
- Juslapeña (22/07/2009)
- Egües (14/07/2003)



- ▣ Análisis de la evolución del *FPI* (medio) en la semana posterior al incendio y las 7 semanas anteriores sobre un AOI con píxeles afectados

8. Conclusiones



Introducción Objetivos *FPI* Área de estudio Información de partida Metodología Resultados **Conclusiones** Líneas de futuro

- Calidad datos de Partida
- Los 3 índices directamente relacionados con la humedad (NDWI, NDII6 y GVMi) obtienen valores *FPI* con mayor desviación estándar, lo cual puede interpretarse como una mayor sensibilidad al índice de riesgo de incendio
- GVMi y NDII6 muestran resultados muy similares
- NDVI muestra un comportamiento más diferenciado entre regiones, mejor respuesta en la región mediterránea
- NDWI aporta mejor respuesta en las regiones Atlántica y Alpina
- Objetivo cumplido: Implantar el procedimiento para obtención de un mapa de riesgo de incendio
- *FPI* proporciona información sobre la vulnerabilidad de la vegetación, útil en otras aplicaciones.

9. Líneas de futuro



9.1. Líneas de futuro del estudio del FPI

- Objetivo final ofrecer un producto hacer llegar la información del mapa de riesgo incendio al usuario final
- Integrar Mejoras:
 - Imágenes derivadas del *PNT*: mayor calidad y resolución temporal
 - Aplicación de corrección mediante residuales a la información de temperatura máxima obtenida por regresión múltiple
 - Profundización en el análisis de los resultados para establecer umbrales de riesgo, análisis de incrementos diferenciales
 - Influencia en el riesgo de la persistencia de valores altos del FPI
 - Mayor zonificación geográfica (Ampliar estudio de la base histórica de incendios)
- Profundizar en modelos existentes
 - Trabajar con modelos de predicción meteorológica
 - Incorporación de variables meteorológicas a partir de los modelos de Predicción numérica de HIRLAM elaborada por AEMET
 - Incorporar Precipitación
 - Integración de información descargas eléctricas



Gracias por su atención