



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

# Sistema de seguimiento de ecosistemas Módulo EIKOS de alertas y cambios anuales

*II Seminario de nuevas tecnologías aplicadas al conocimiento de los ecosistemas*

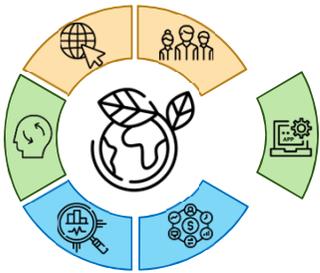
*Centro Nacional de Educación Ambiental (Valsaín, Segovia)*

*19-21 de abril de 2023*

**iepnb**

Inventario Español  
de Patrimonio Natural  
y de la Biodiversidad

# *EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: Índice*



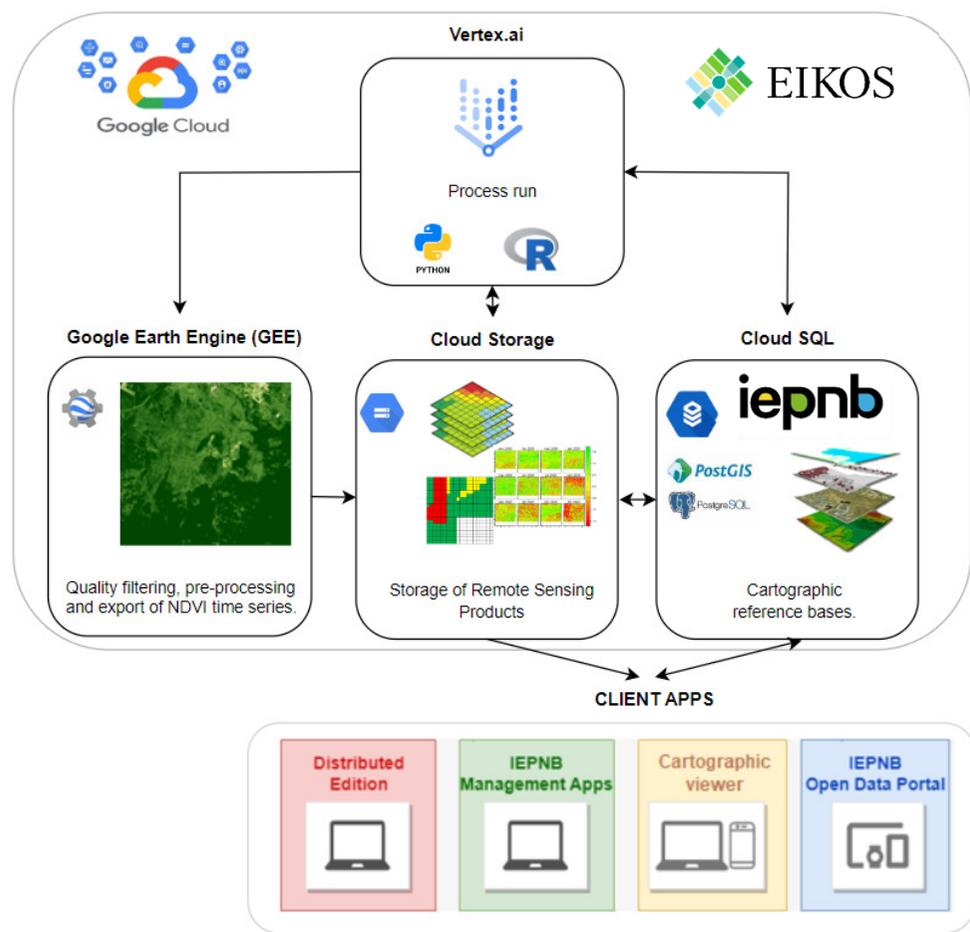
- Objetivos
- Arquitectura
- Datos de partida
- Procesado y automatización del sistema
- Alertas mensuales y anuales
- Cambios anuales
- Conclusiones y próximos pasos



## *EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: **Objetivos***

- Implementar un **sistema de monitorización altamente automatizado y escalable a nivel nacional**, basado en el análisis de datos de observación remota (OR), fundamentalmente COPERNICUS.
- **Proporcionar información objetiva, periódica y sistemática** sobre los cambios significativos producidos en la vegetación.
- Primera fase:
  - Monitorización de la superficie forestal para obtener alertas mensuales y cambios anuales,
  - Accesible a través de la plataforma del IEPNB, a distintos organismos públicos,
  - De utilidad como apoyo a los reportes a la Comisión Europea
  - Generación de cartografías temáticas, como Foto Fija o ecosistemas.

# EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: *Arquitectura*



- Integrada en la plataforma de *Google Cloud* del MITECO
- Procesado de datos en máquinas virtuales
- Acceso y procesado de los datos de OR en *Google Earth Engine*
- Almacenamiento de la información en *Google Cloud Storage* (datos ráster) y *Cloud SQL* (información alfanumérica y vectorial).
- Visualización y distribución de datos de *PostgREST* y *GeoServer*

# EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: *Datos de partida*

- Datos de OR:
  - Colección: “Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A” y “Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A” (>25/01/2022)
  - Bandas de calidad: Sentinel-2: Cloud Probability” y banda SCL (*Scene Classification Map*) para eliminar zonas de nieve, nubes y sombras.
- Otros datos:
  - Incendios: EFFIS (European Forest Fire Information System, para incendios >30 ha sobre superficie forestal) y HS (MODIS y VIIRS)
  - Mapa Forestal de España (MFE) / Foto Fija (FF)
  - SIGPAC

Sentinel 2 (MSI)			
Número de banda	Resolución espacial	Resolución espectral (µm)	
		Ventana	Rango
1	60	Azul	0,433-0,453
2	10	Azul	0,4575-0,5225
3	10	Verde	0,5425-0,5775
4	10	Rojo	0,65-0,68
5	20	Red edge	0,6975-0,7125
6	20	Red edge	0,7325-0,7475
7	20	NIR edge	0,773-0,793
8	10	IRC	0,7845-0,8995
8a	20	IRC	0,855-0,875
9	60	IRC	0,935-0,955
10	60	IRM	1,36-1,39
11	20	IRM	1,565-1,655
12	20	IRM	2,1-2,28

Revisita: 5 días (Se-2 A y B) desde 2018



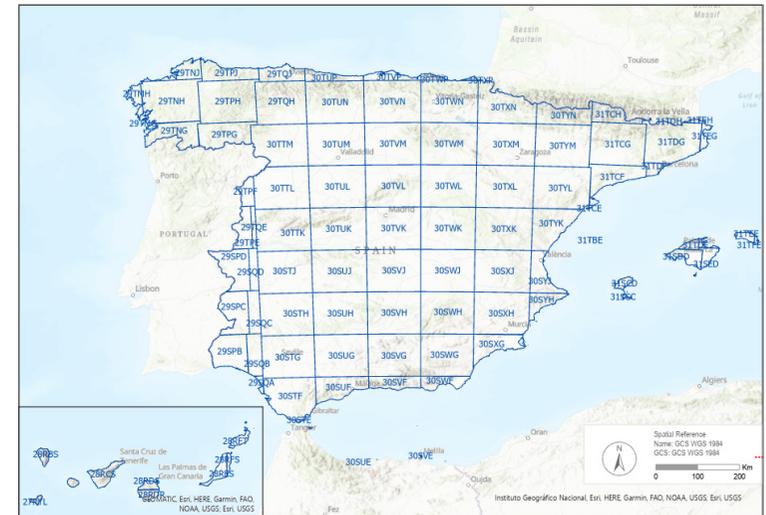
SIGPAC

EFFIS

FIRMS

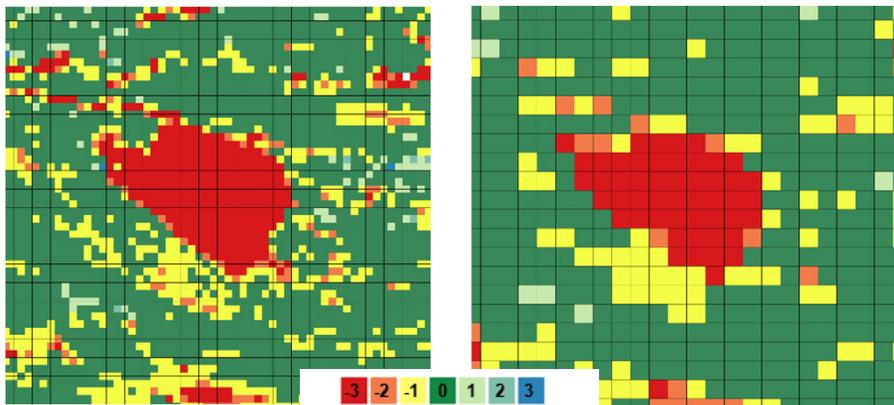
# EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: *Procesado*

- Escala nacional (EPSG: 25830 Península y Baleares y 32628 Canarias)
- Descarga a nivel de tesela Sentinel-2
- Extracción de señales y cálculo de alertas ajustadas a la malla del IEPNB (25x25 m)



10 m de resolución espacial

25 m de resolución espacial



Valor de la anomalía  
(z: nº desviaciones estándar)

Resolución	Tiempo de Procesado (min)		Espacio en disco para un año (GB) (Geotiff COG)	
	10 m	25 m	10 m	25 m
NDVI máximo mensual	120	20	1,5	0,3
Condiciones de referencia	60	20	2,4	0,3
Anomalía	120	40	1,2	0,16
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>80</b>	<b>5,1</b>	<b>0,76</b>



## EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales:

### Automatización del sistema

#### Entradas

Productos	Frecuencia de descarga	Total Meses	Número de escenas Sentinel procesadas	Volumen procesado (GB)	Tiempo de descarga	Volumen Generado (GB)
<b>Datos históricos</b>	anual	p.e 48 (4años)	60720	63242,3	21 h y 50 min	48,76
NDVI máximo mensual interpolado						
Frecuencia del dato historico (QF)						
<b>Datos del año en curso</b>	mensual	máximo 12 meses	15180	15810,59	13 h y 43 min	35,5
NDVI máximo mensual						
BAI máximo mensual						
MNDWI maximo mensual						
<b>Total</b>		60 meses	75900	79,1 TB	35 h y 33 min	0,08 TB

#### Salidas

Productos	Frecuencia de procesado	Total Imágenes/Capas	Tiempo de procesado	Volumen Generado (GB)
<b>Generación de Alertas mensuales</b>	mensual	97 teselas con un máximo de 12 bandas	3 días	34 GB
Codiciones de referencia				
Anomalías estandarizadas				
Anomalías absolutas				
Alertas				1,2 GB
<b>Generacion de Alertas anuales</b>	anual	1 capa vectorial	2 días	aprox 600 MB

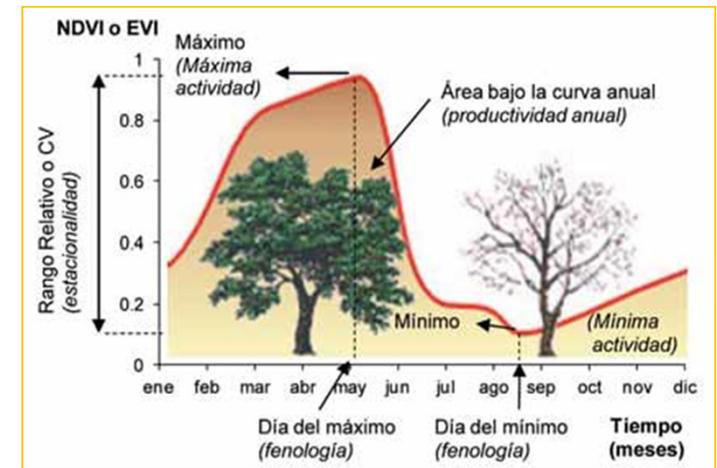
 *EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales*



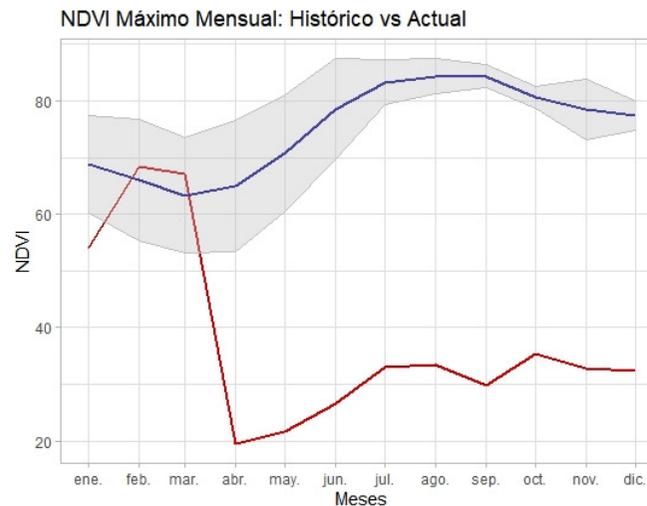
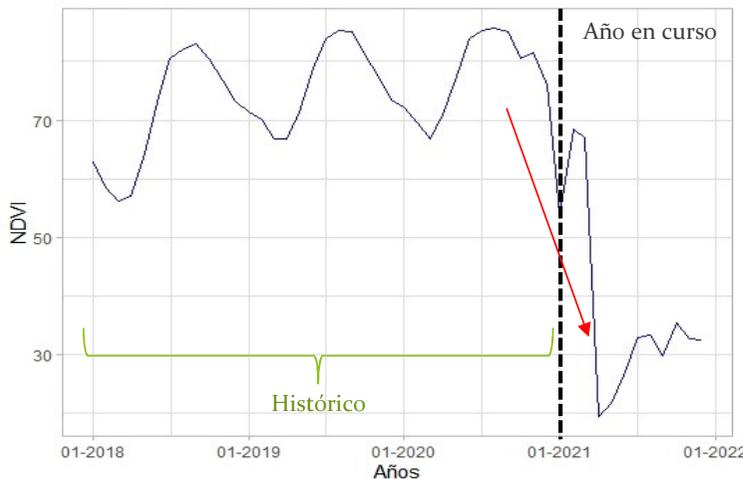
*Alertas mensuales y anuales*

# EIKOS – Sistema de Alertas: Cálculo de Alertas

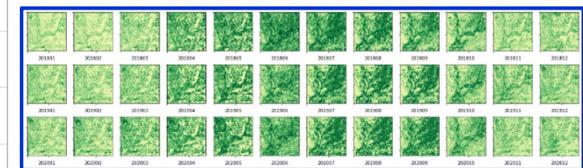
- Basado en la evolución anual del índice de vegetación, NDVI (relacionado con la productividad primaria en los ecosistemas terrestres)
- A partir de la serie temporal de NDVI se definen las condiciones de referencias (histórico) contra las que se compara el valor del mes y año en curso.



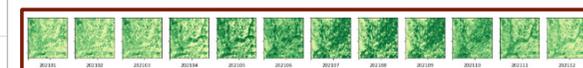
Evolución del índice de vegetación, NDVI, (Cabello et al, 2021).



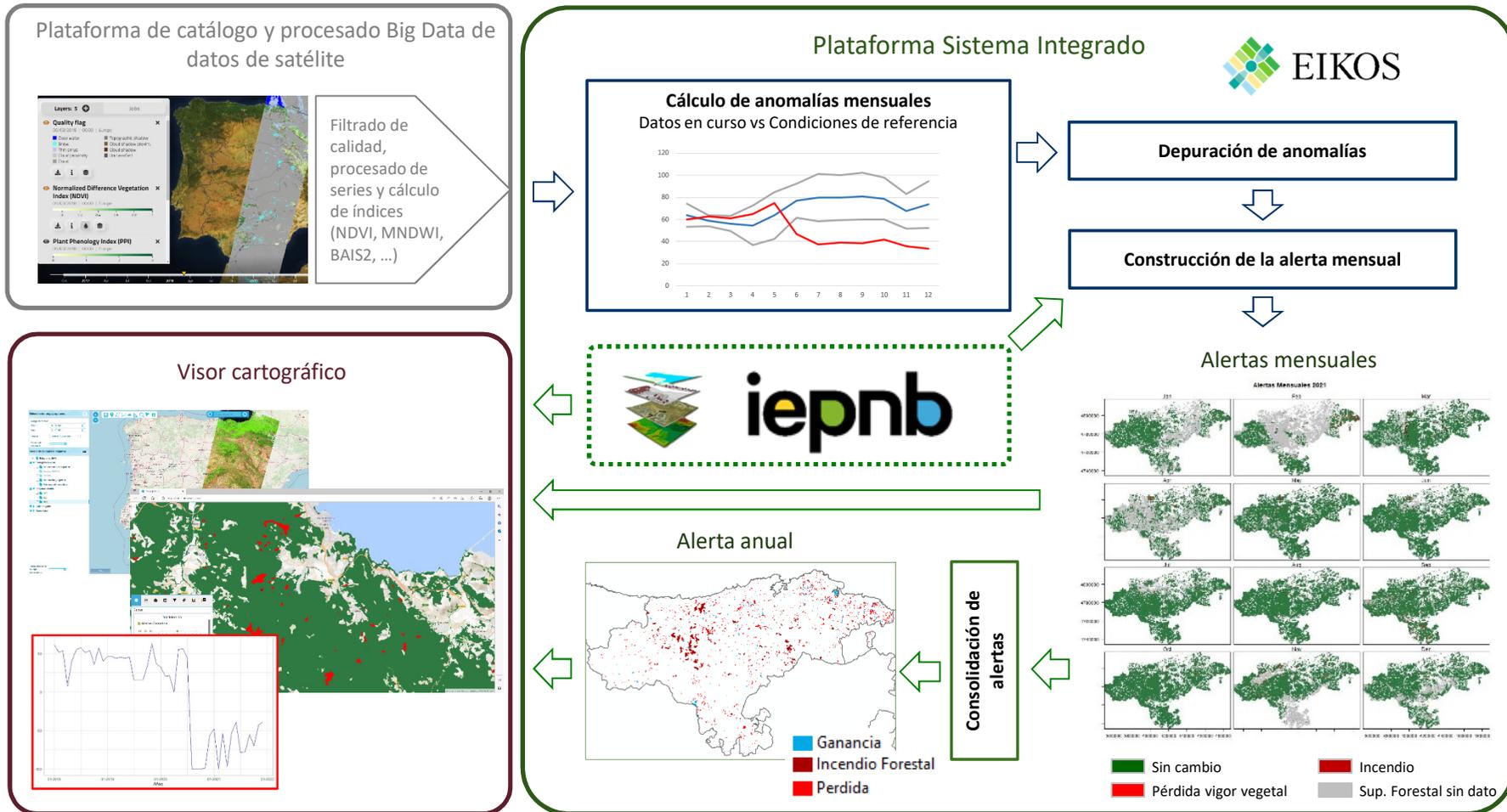
Datos históricos (2018 a 2020)



Datos del año en curso (2021)



# EIKOS – Sistema de Alertas: Flujo de Datos



# EIKOS – Sistema de Alertas: Selección y Preprocesado de Datos

- Selección de imágenes:

- Cobertura nubosa <80%

- Cálculo de índices espectrales:

- NDVI máximo mensual → Biomasa fotosintéticamente activa  
Serie histórica corta (máx. 5 años) y año en curso  
Tendencia de la serie histórica (desde 2018)
- BAIS2 → Superficie afectada por incendios en el año en curso
- MNDWI → Superficie inundada y afectada por bruma en el año en curso

- Máscaras de calidad del dato de OR:

- Disponibilidad de datos históricos, nº de observaciones disponibles en el mes (>50%)

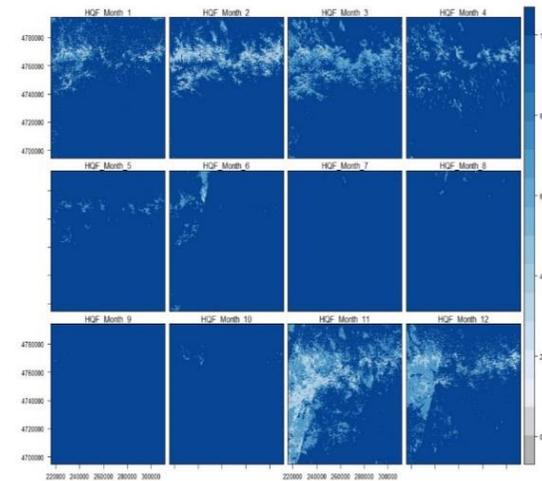
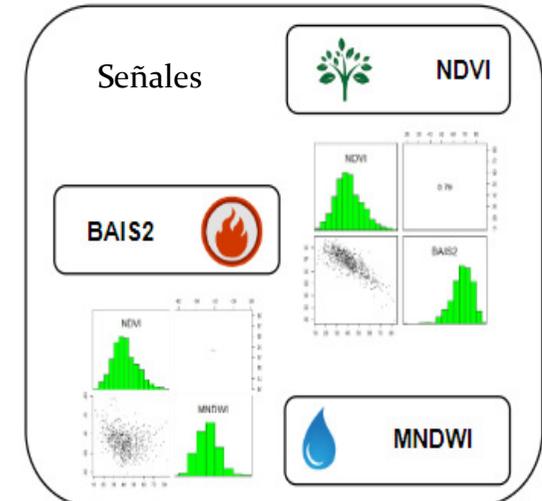
- Interpolación datos históricos:

- Interpolación de NDVI máximo mensual en la serie histórica

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

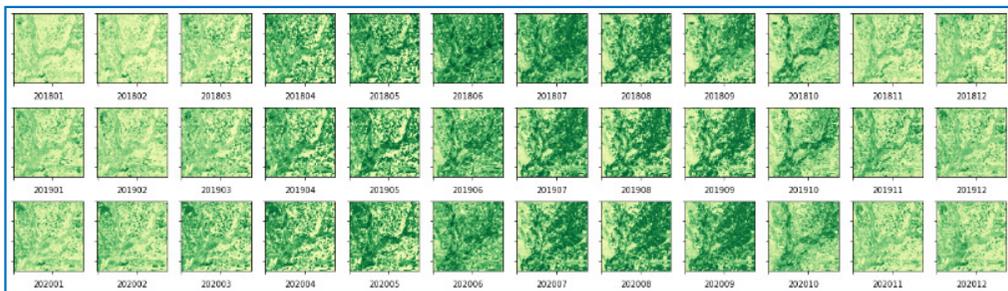
$$BAIS2 = \left(1 - \frac{\sqrt{RE2 * RE3 * NIR}}{RED}\right) * \left(\frac{SWIR2 - NIR}{\sqrt{SWIR2 + NIR}}\right)$$

$$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR}{GREEN + SWIR}$$

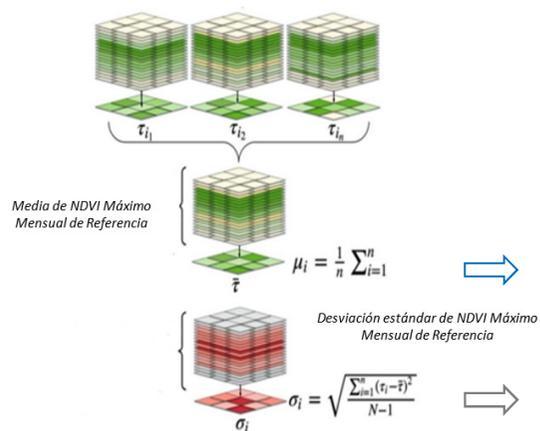


# EIKOS – Sistema de Alertas: *Cálculo de anomalías*

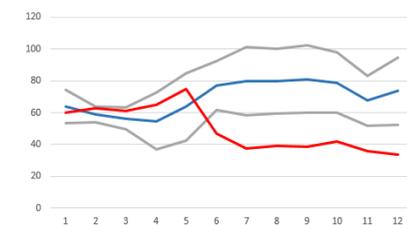
- Descarga de datos históricos (2018 a 2020)



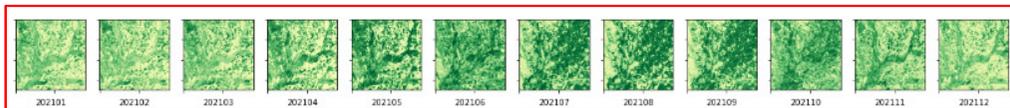
NDVI Máximos Mensuales



Cálculo de anomalías mensuales  
Datos en curso vs Condiciones de referencia



- Descarga de datos del año en curso (2021)



- Condiciones de referencia:

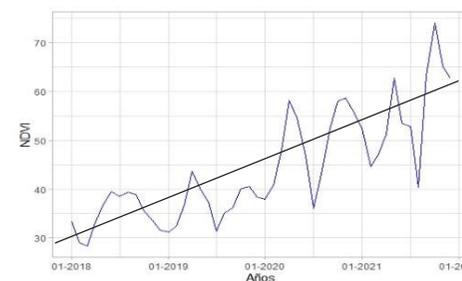
Caracterizado por la media y desviación estándar mensual de los agregados de NDVI máximo mensuales interpolados para la serie histórica.

- Cálculo de anomalías e identificación de cambios significativos (parametrización por región agroclimática) a partir de:

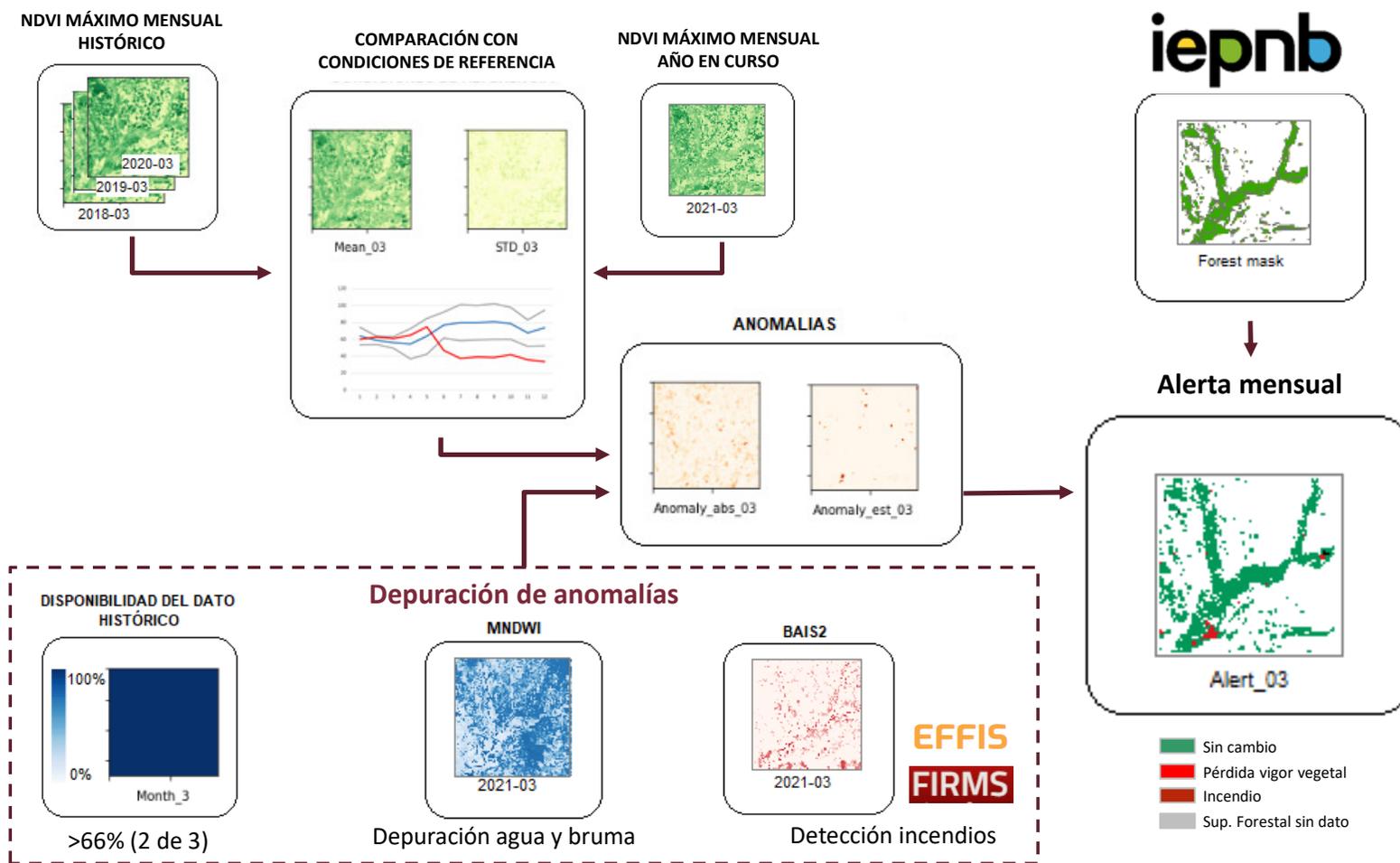
- Anomalía absoluta
- Anomalía estandarizada

- Tendencia:

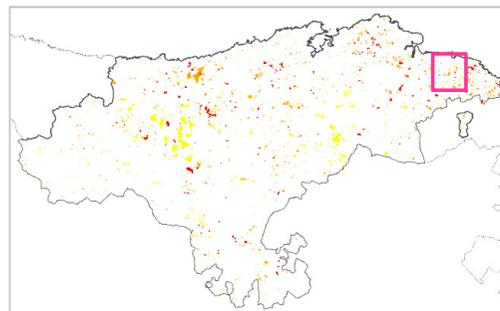
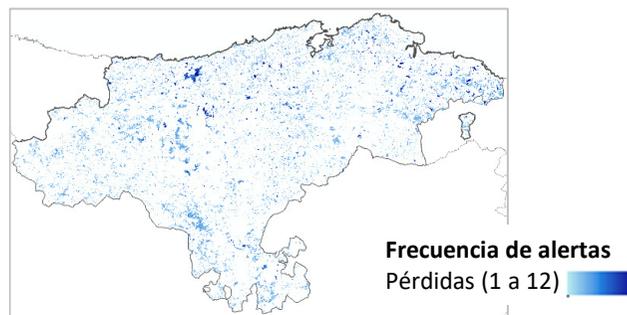
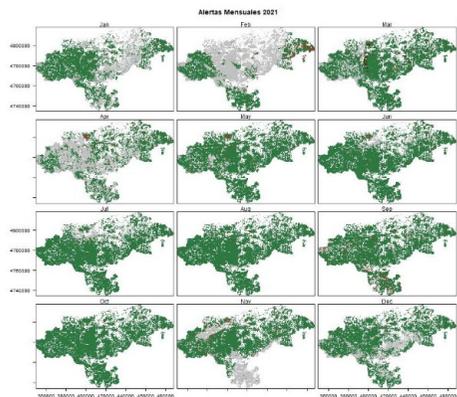
El análisis de las anomalías positivas (ganancias) se complementa con la tendencia del NDVI máx. mensual histórico, tendencias positivas significativas.



# EIKOS – Sistema de Alertas: Generación de Alertas Mensuales



# EIKOS – Sistema de Alertas: Generación de Alertas Anuales



## Alertas mensuales

- Sin cambio
- Pérdida vigor vegetal
- Incendio
- Sin dato dentro de la sup. forestal



**iepnb**

Superficie Forestal

**EFFIS FIRMS**



- ## Alertas anuales
- Fiabilidad Baja (frec. 1 y 2)
  - Fiabilidad Media (frec. 3 y 4)
  - Fiabilidad alta (frec.  $\geq 5$ )

FID	Shape	cod	layer_x	class	X	Unnm_0	layer_y	suma	frq	ini fin
0	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]
1	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]
2	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]
3	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]
4	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]
5	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]
6	Polygon	5835	-3	1	583	5835	-3	39	6	[4, 9]

## Ejemplo de detalle

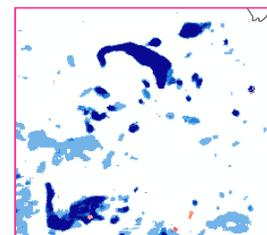
S-2 2020/06



S-2 2021/11



Frecuencia alertas 2021



Alertas anuales 2021

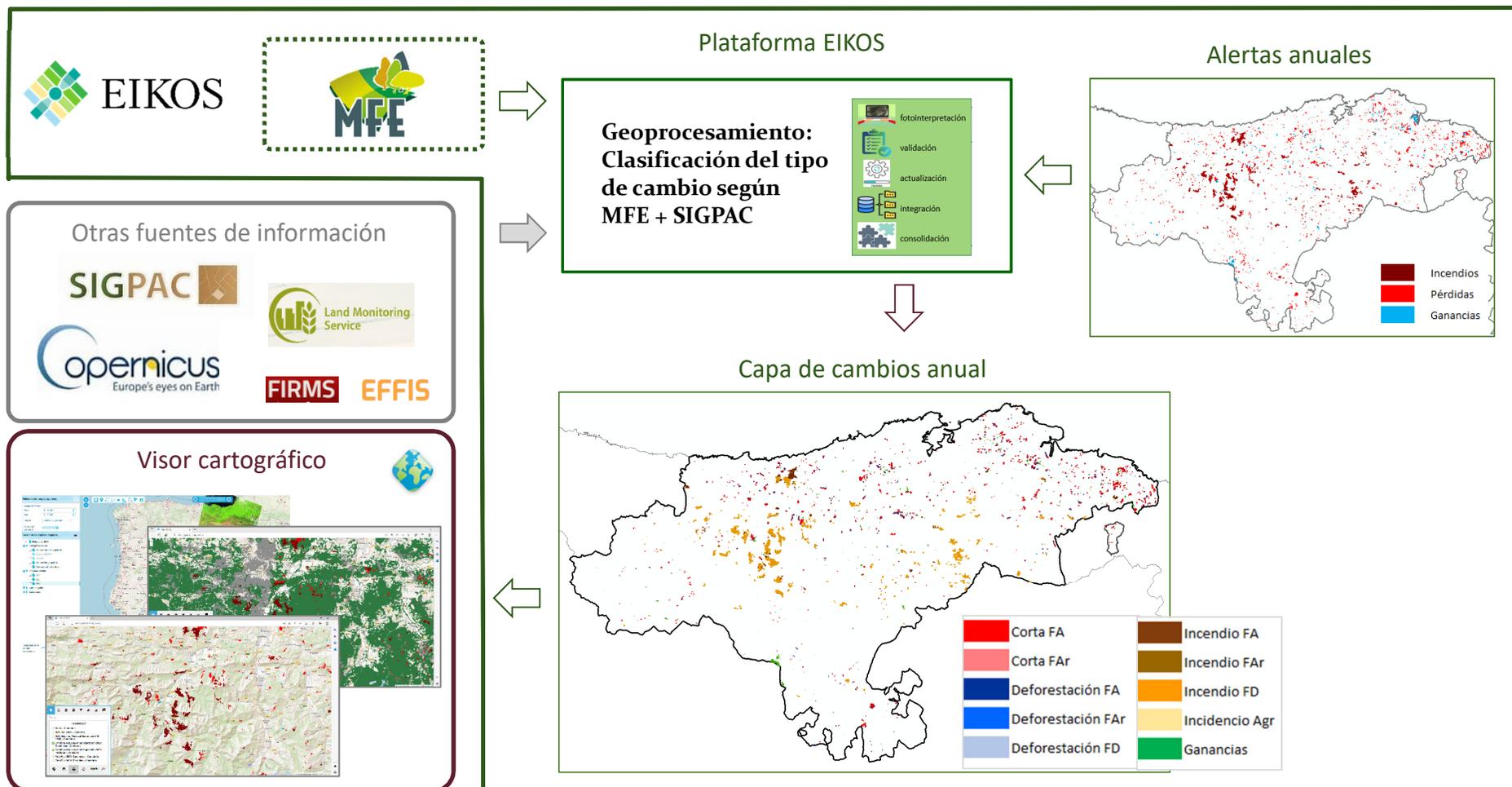


 *EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales*



*Cambios anuales*

# EIKOS – Sistema de cambios anuales: *Capa de Cambios Anual*



<https://pre.iepnb.es/veikos>

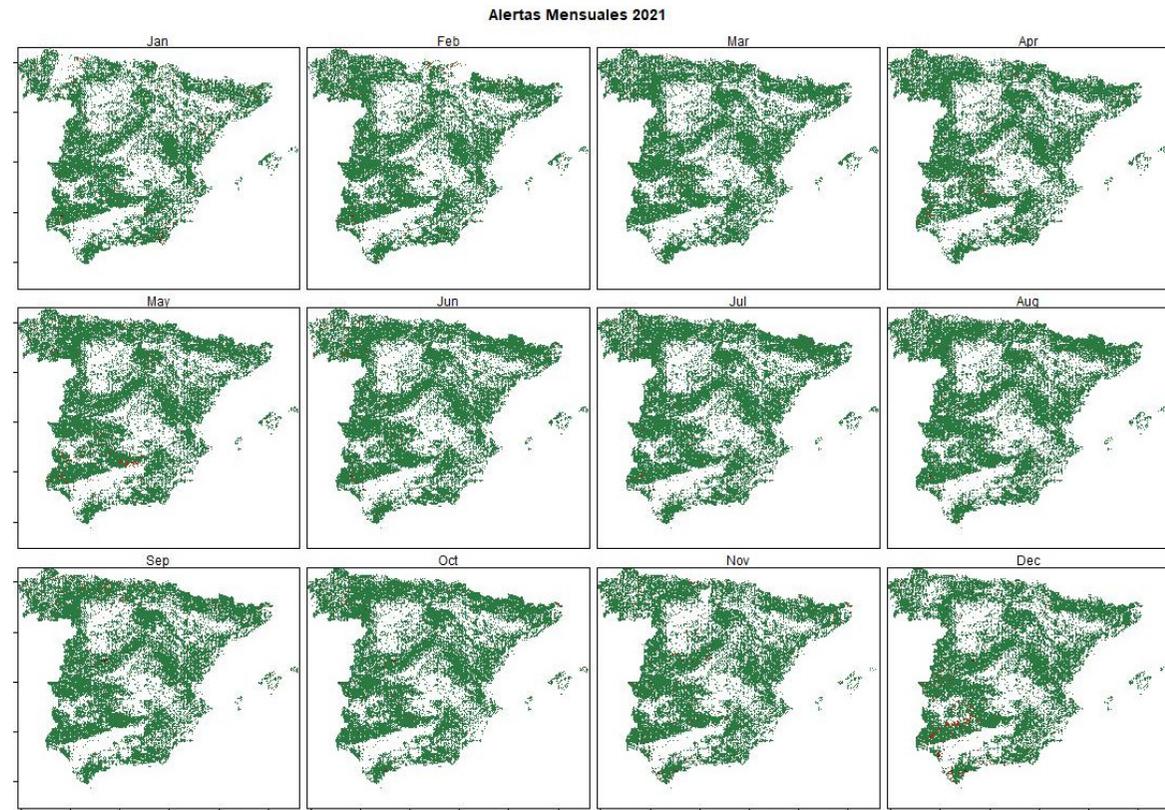


## *EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: Conclusiones*

- Sistema altamente automatizado, integrado en la Plataforma de conocimiento (*Google Cloud* del MITECO).
- Proporciona información periódica y sistemática de los principales cambios de la vegetación en la superficie forestal a escala nacional. Lo que supone una mejora en la actualización de la cartografía de cambios y su disponibilidad para distintos organismos.
- Ampliable a otros ecosistemas: humedales, ....
- Mejora en la accesibilidad y usabilidad de los datos a través de los distintos componentes de la plataforma: portal de datos, visor cartográfico, servicios web (WFS/WCS).

# EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: *Próximos pasos*

- Identificación de incendios en el mes en curso
- Parametrización del modelo de cálculo de alertas por regiones bioclimáticas
- Publicación de alertas a nivel nacional. Planificado para finales de 2023
- Publicación de la capa de cambios anual 2023 a nivel nacional en 2024
- Integración de otras fuentes de información: 3<sup>ra</sup> cobertura LiDAR, datos Sentinel-1, etc.
- ...





## *EIKOS – Sistema de alertas y cambios anuales: Difusión*

- Metadatos por producto (NDVI, alertas, cambios anuales, ...)
- Acceso por perfiles
- Capas disponibles:
  - Alertas mensuales y anuales
  - Cambios anuales
  - NDVI año en curso e histórico “corto” (5 últimos años que se irán actualizando en cada campaña)
  - Otros índices y capas auxiliares:
    - BAIS2 y MNDWI del año en curso, ráster de anomalías absolutas y estandarizadas,
    - Ráster de calidad de datos históricos (número de imágenes libres de nubes, nieve y sombras),
    - Ráster de tendencia del NDVI histórico (5 últimos años),
    - Ráster de frecuencia de las alertas mensuales.

 Muchas gracias ...