

Seguimiento de los ecosistemas en la Red de Parques Nacionales mediante técnicas de teledetección: REMOTE

Javier Cabello

*Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global (CAESCG)
Departamento de Biología Vegetal y Ecología*

*Universidad de Almería
La Cañada de San Urbano, 04120 Almería, España
e-mail: jcabello@ual.es*



Grupo de Investigación
Ecología de Zonas Áridas



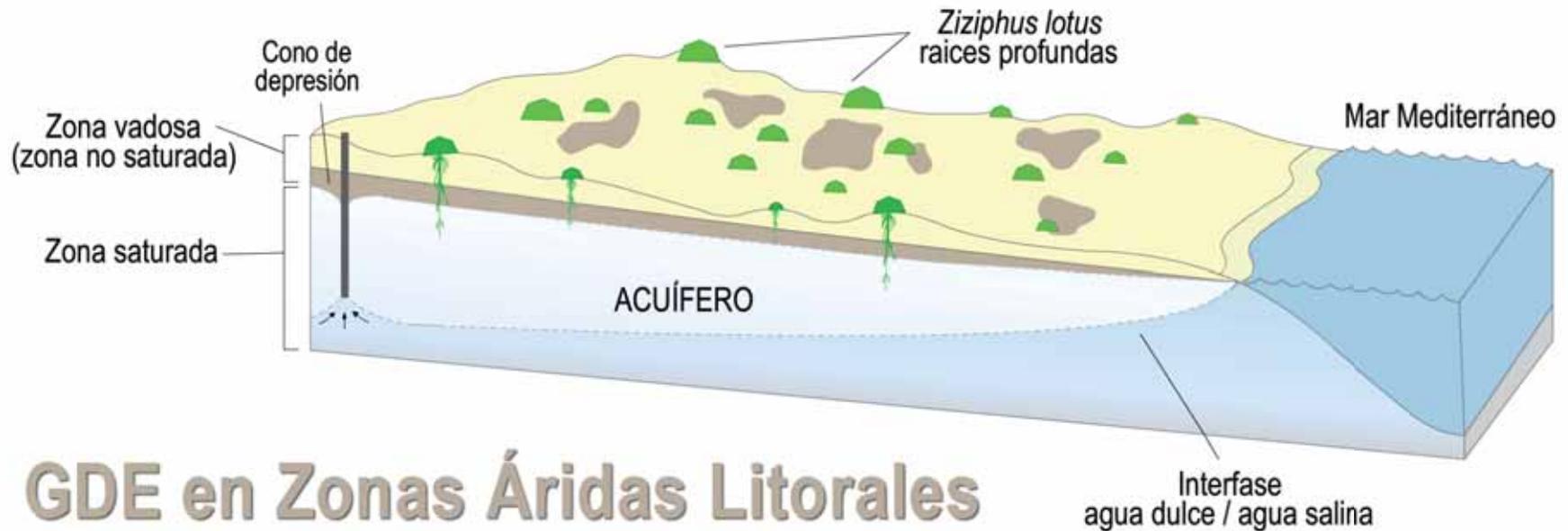
Universidad de Almería

HOJA DE RUTA:

- 1) Marco conceptual y antecedentes.
- 2) Características del sistema de seguimiento (REMOTE).
- 3) Preguntas de gestión y productos de visualización.
- 4) Dimensiones del seguimiento.
- 5) Informe 2015
- 6) ¿Por dónde seguir?

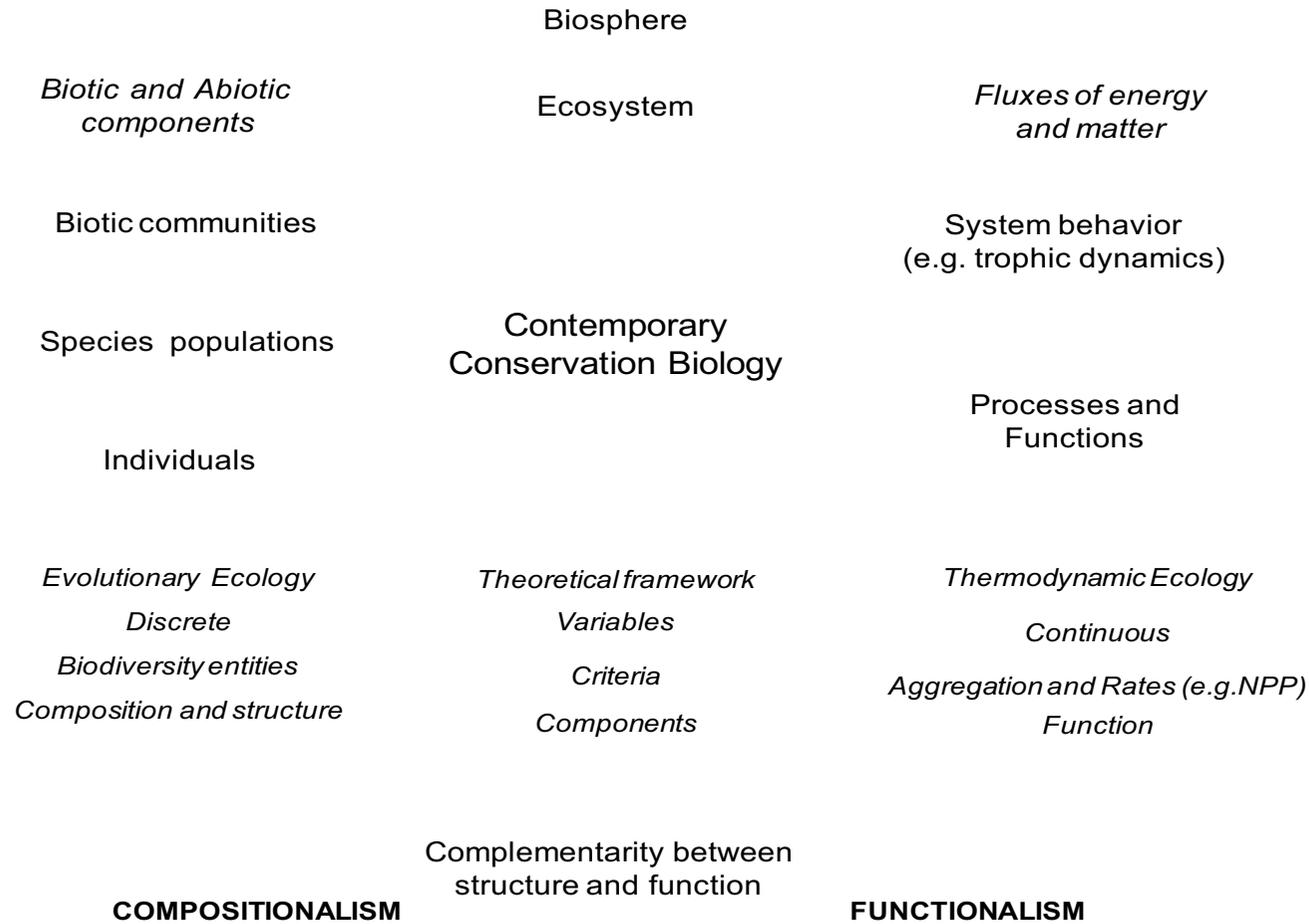
Marco conceptual

Del inventario de la biodiversidad al seguimiento de los procesos ecológicos



GDE en Zonas Áridas Litorales

Del composicionalismo al funcionalismo



CONCEPTOS NORMATIVOS RELACIONADOS

Conservación de la diversidad biológica
Restauración ecológica

Salud e integridad del ecosistema
Servicios de los ecosistemas
Gestión adaptativa
Sostenibilidad

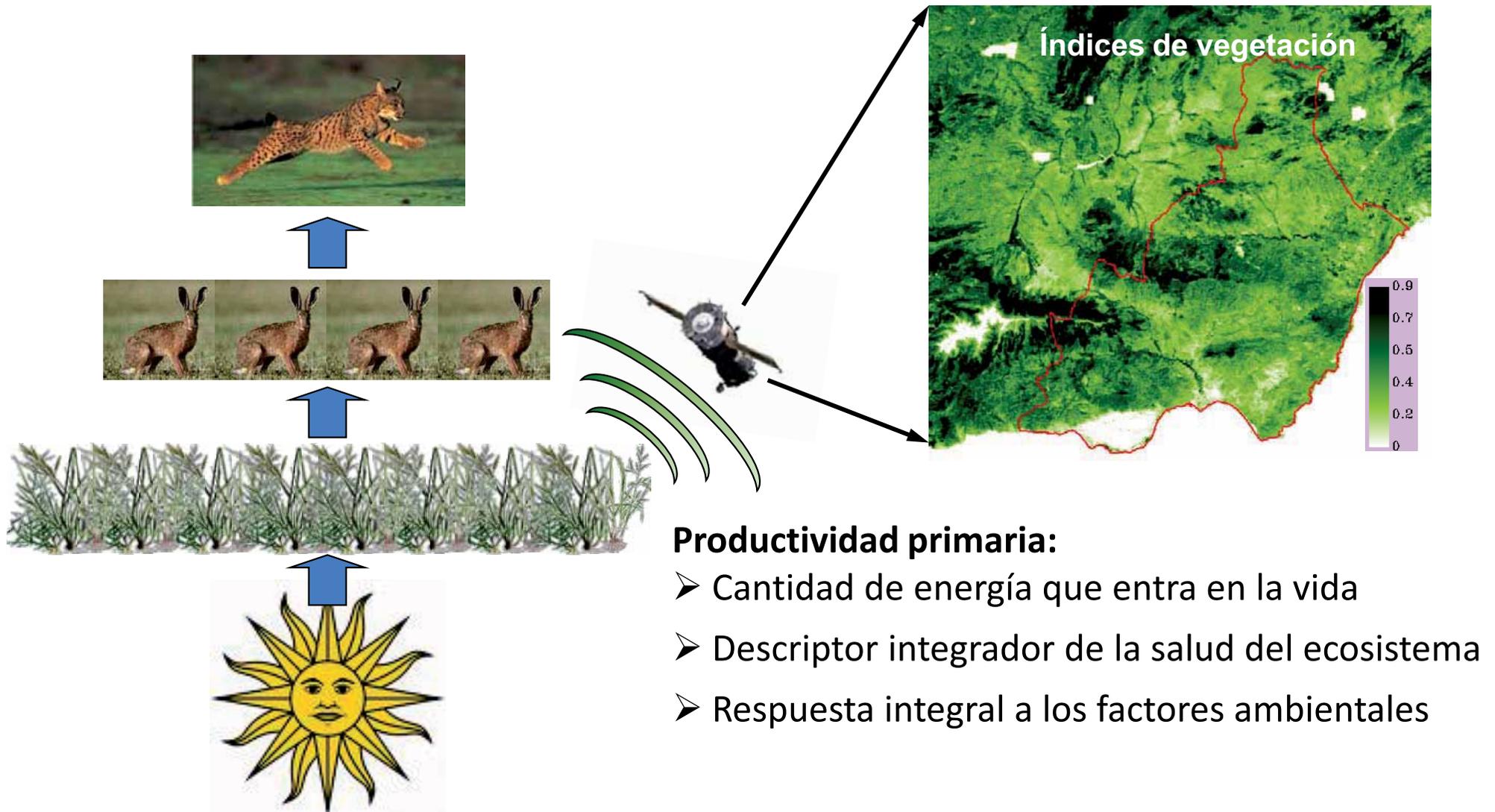
¿Qué características deben tener los indicadores para un programa de seguimiento?

Requisitos indicadores	Ventajas
Informar al nivel de ecosistema	Ofrece una visión holística del estado de los ecosistemas y son más asimilables a los conceptos de salud e integridad ecosistémica
Tiempo de respuesta corto	Permite la gestión adaptativa y la detección temprana de impactos
Permitir el establecimiento de condiciones de referencia y su rango de variabilidad	Los estados de referencia son la alternativa más viable para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas
Permitir una perspectiva regional del seguimiento	Más adecuada para distinguir entre anomalías locales y regionales, detectar tendencias y umbrales de cambio

Los atributos relacionados con el intercambio de materia y energía vegetación-atmósfera satisfacen estos requisitos:

1. Proporcionan una caracterización dinámica de los procesos ecológicos, y permiten caracterizar cualitativa y cuantitativamente servicios ecosistémicos de regulación.
1. Ofrecen una respuesta a más corto plazo que las variables estructurales de la vegetación (fisiognomía y diversidad), lo que impide que la inercia en el mantenimiento de ésta frente a las perturbaciones pueda retrasar la percepción de los efectos sobre los ecosistemas.
1. Se prestan al seguimiento mediante teledetección con mayor facilidad que los atributos estructurales, de esta forma es fácil conseguir largas series temporales y para el rango de distribución completo de los ecosistemas. Los índices espectrales están conectados con variables funcionales (productividad primaria, evapotranspiración, temperatura superficial, albedo).

Los índices de vegetación espectrales (NDVI o EVI) representan una medida aproximada de la PPN, un descriptor integrador del ecosistema



Otras iniciativas de seguimiento basadas en teledetección

ECOCAST
Monitoring, Modeling, and Forecasting Ecosystem Change

Home People Projects Publications News Education Data

NASA Ames Ecological Forecasting Lab

Welcome to the Ecological Forecasting Lab at NASA Ames Research Center. Our mission is to use the Terrestrial Observation and Prediction System (TOPS) to develop nowcasts and forecasts of ecosystem conditions for use in a range of applications.

TOPS is a data and modeling software system designed to seamlessly integrate data from satellite, aircraft, and ground sensors with weather/climate and application models to produce operational nowcasts and forecasts. TOPS operates at a variety of spatial scales, ranging from individual vineyard blocks to global monthly assessments of vegetation net primary production.

The EcoCast framework is comprised of four major technology components which together create a distributed architecture for the production of ecosystem nowcasts and forecasts. Please see the TOPS white paper for a detailed description of TOPS and the EcoCast architecture.

Terrestrial Observation and Prediction System

Observations: Ground-based, Space-based, Air-based

Auxiliary Data

Weather/Climate Forecasts

European Commission
Joint Research Centre
Global Environment Monitoring Unit

European Commission > JRC > IES > GEM > African protected areas

All countries Select a protected area

Near real time environmental anomaly alerts

Introduction

Protected areas

Who is it for?

Key findings

Country reports

Alerts

Methods

Datasets

References

What's New!

Credits

The following information is based on an environmental anomaly detection system. Every 10 days we collect environmental data for **les rainfall, active fires, small water body presence**, a water index (NDWI), and a vegetation index (NDVI). These data are analysed to detect any significant differences in the current 10 day period compared to same 10 days in the historical record. Any significant differences - which we term 'environmental anomalies' - are listed below as an 'alert'. Each row in the table represents an alert, for a given protected area, at a given time and for the environmental variable.

This system is still experimental. We do not claim that each alert represents a critical environmental impact or event (i.e. major forest fire, drought or flood), rather it is a quick way to identify a shortlist of environmental events in protected areas that deserve further investigation and monitoring.

We have colour coded the alerts based on three characteristics of the alert signal; **strength, deviation and duration**, all with values ranging from the lowest coloured in yellow (1), through to orange (2), and the highest in red (3). The **strength** of the alert represents how different it is from the expected value. The bigger the difference, the greater the strength. The **deviation** of the alert tries to determine if the alert may simply be an early or late event such as an early start to the rainy season or a late start to the fire season. We search through the historical data to see if a similar event has ever occurred within a few dekads either side of this date. The larger the time window with no such similar historical event the greater the deviation. The **duration** is simply the number of dekads over which the anomaly has been observed; 1 dekad, 2 dekads, 3 or more dekads.

Map of most recent alerts
the link below will open up a new

El sistema surge de los trabajos realizados en el marco de un proyecto de investigación del OAPN

Nº REFERENCIA DEL PROYECTO:066/2007

ORGANISMO AUTONOMO DE PARQUES NACIONALES
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Ayudas a la investigación en materias relacionadas con la Red de Parques Nacionales

MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Fecha de Resolución de Concesión: 17/12/2007

INFORME FINAL.

Investigador Principal: Javier Cabello Piñar

Título del Proyecto: *Efectos del cambio global sobre el funcionamiento de los ecosistemas de la Red de Parques Nacionales Españoles: impactos recientes y desarrollo de un sistema de seguimiento.*

Palabras clave (máximo cinco):

Parque Nacional en el que se realiza el proyecto: Sierra Nevada. También se aportan resultados para Doñana, Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, Cabañeros, Monfragüe, Ordesa y Monte Perdido y Picos de Europa.

Entidad solicitante: Universidad de Almería

Fecha: 30 de marzo de 2011

PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

INFORME TÉCNICO

GUÍA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA
TELEDETECCIÓN AL SEGUIMIENTO DE LA
RED DE PARQUES NACIONALES DE ESPAÑA

Javier Cabello Piñar⁽¹⁾
Domingo Alcaraz-Segura⁽¹⁾⁽²⁾
Patricia Lourenço⁽¹⁾
Andrés Reyes⁽¹⁾

(1) Centro Andaluz para la Evaluación del Cambio Global
Dpto. Biología Vegetal y Ecología
Universidad de Almería

(2) Dpto. Botánica
Universidad de Granada

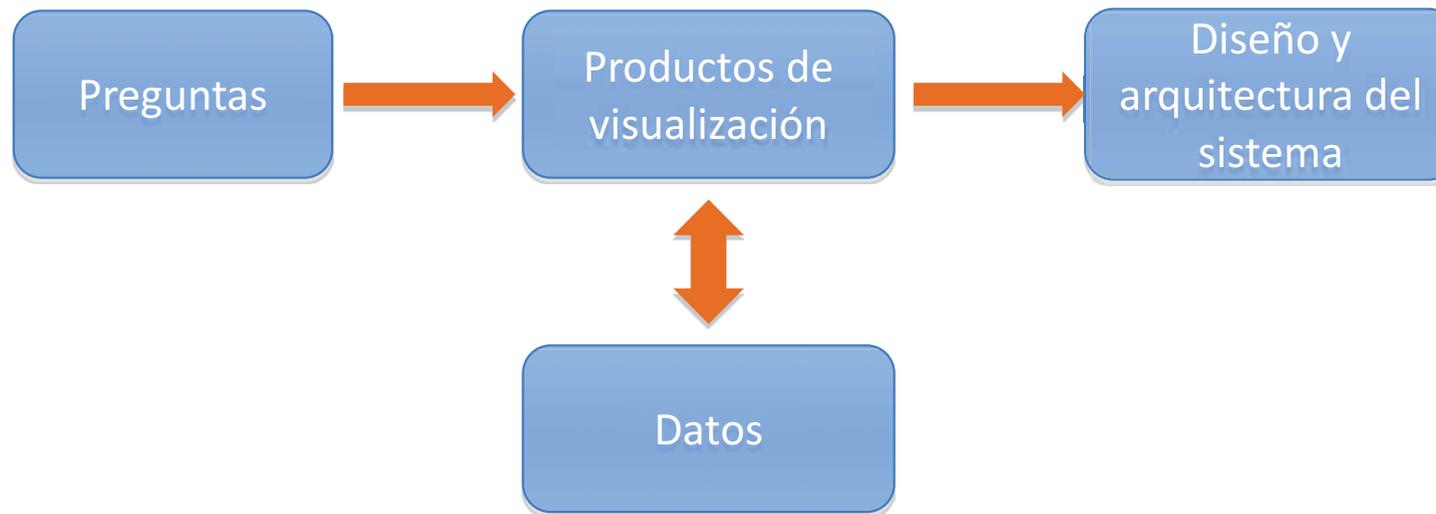
Abril 2012

Características de REMOTE

(MONitoreo de la RED con TEledetección)

Requisitos para el diseño y arquitectura de REMOTE

1. Orientado a la gestión.
2. Concebido como una herramienta “viva”, que permita un seguimiento global (comparación con otras regiones) a través de protocolos de análisis estandarizados.
3. Contar con un flujo de trabajo científico transparente.



Alcance de REMOTE

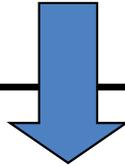
1. Permite trabajar a todas las escalas espaciales en las que se enmarcan los ecosistemas terrestres de España: nacional, Red, ecosistema.
2. Serie temporal suficientemente larga como para caracterizar adecuadamente la variabilidad en el funcionamiento de los ecosistemas.
3. Puede ser usado como sistema de seguimiento y alerta.

Se apoya en 5 pilares básicos

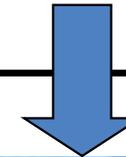
1. Las imágenes de satélite cubren grandes extensiones, lo que permite evaluar regiones completas, ecosistemas o situaciones de gestión concretas.
1. Los índices espectrales son útiles para evaluar (de forma indirecta) la productividad primaria neta.
2. A través de la parametrización de la curva anual de los índices de vegetación espectrales (IV) se derivan atributos o indicadores de 3 factores clave del funcionamiento de los ecosistemas: productividad, estacionalidad y fenología.
3. A través de estos atributos se pueden establecer las condiciones de referencia frente a las que evaluar los cambios que se producen.
4. El análisis de largas series temporales permite identificar anomalías y tendencias de cambio direccionales, lo que resulta muy útil bajo la perspectiva del cambio global.

1. La naturaleza espacial de las imágenes de satélite permite evaluar regiones completas, ecosistemas o situaciones de gestión concretas

Ecología regional	Ecología aplicada y gestión
<p>Un conjunto amplio de píxeles contiguos representa un bioma, una ecorregión, un paisaje o una unidad administrativa.</p>	<p>Píxeles concretos representan parcelas de muestreo para diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none">– <i>Ecosistemas.</i>– <i>Prácticas de gestión.</i>– <i>Usos del suelo.</i>– ...



CARTOGRAFÍAS TEMÁTICAS

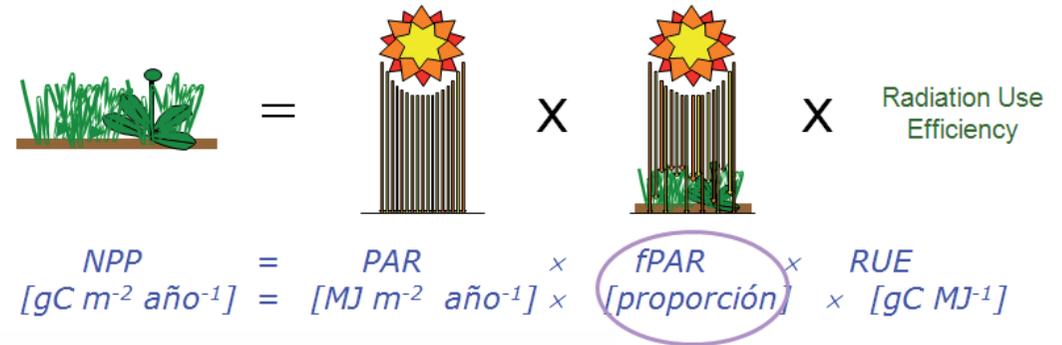


EVALUACIÓN DE ECOSISTEMAS, SITUACIONES E IMPACTOS

2. Los IV muestran una estrecha relación con la fracción de la radiación que es usada por las plantas (fPAR), un parámetro útil para estimar la PPN

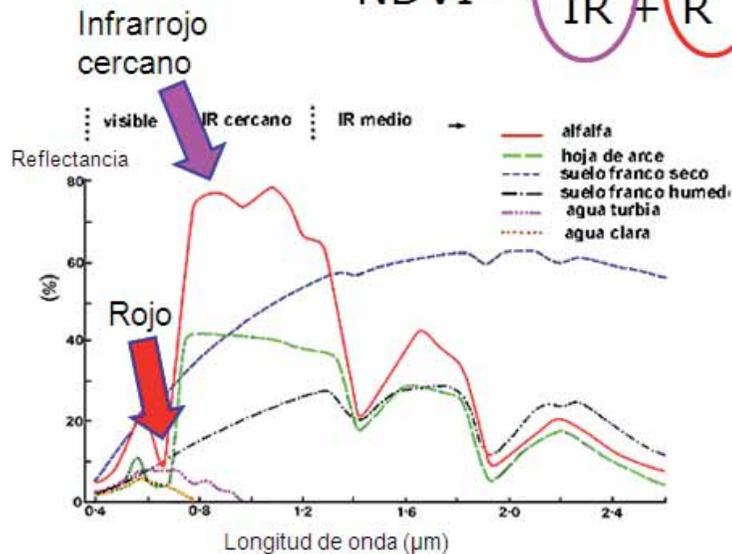
A escala regional los ecólogos emplean para estimar la productividad primaria un modelo sencillo basado en la eficiencia máxima de captación de carbono (CO₂) en plantas por unidad de luz solar que absorben las hojas (MODELO DE MONTEITH, 1972).

Modelo de Monteith (1972):



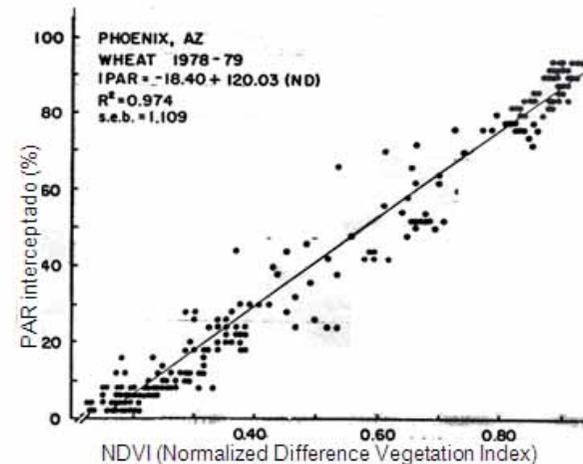
Índice Verde Normalizado
(Normalized Difference Vegetation Index)

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

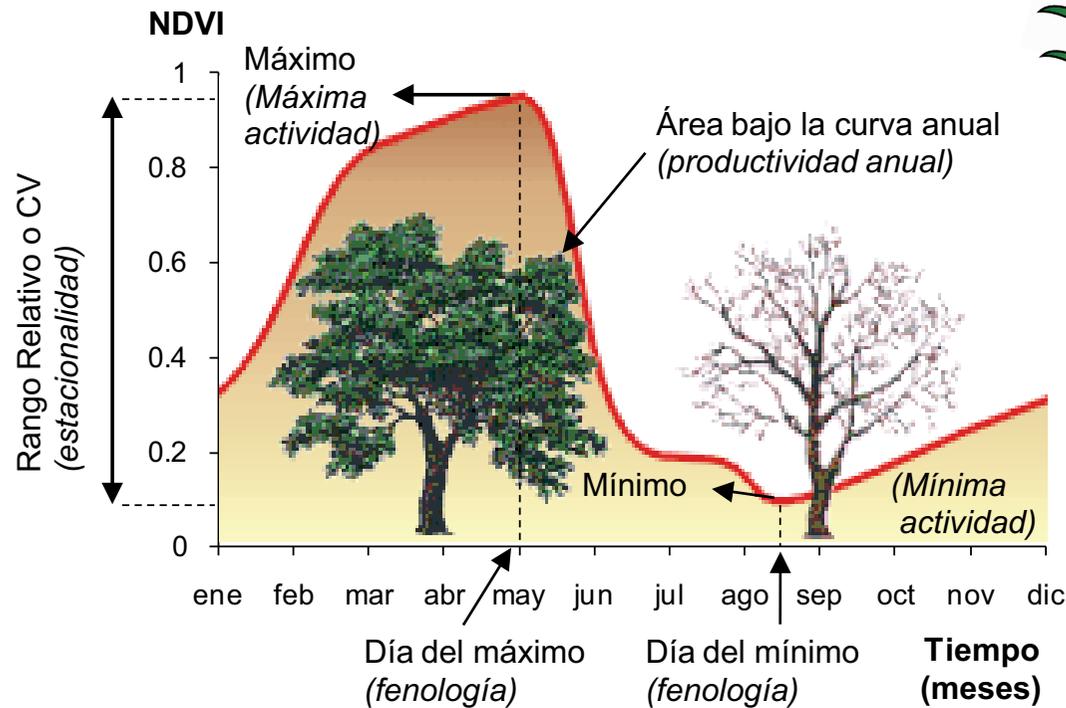


$$fPAR \sim f(NDVI)$$

$$fPAR = a + b \cdot NDVI$$



3. La parametrización de la curva anual de los índices espectrales de vegetación permite derivar atributos que describen el funcionamiento del ecosistema



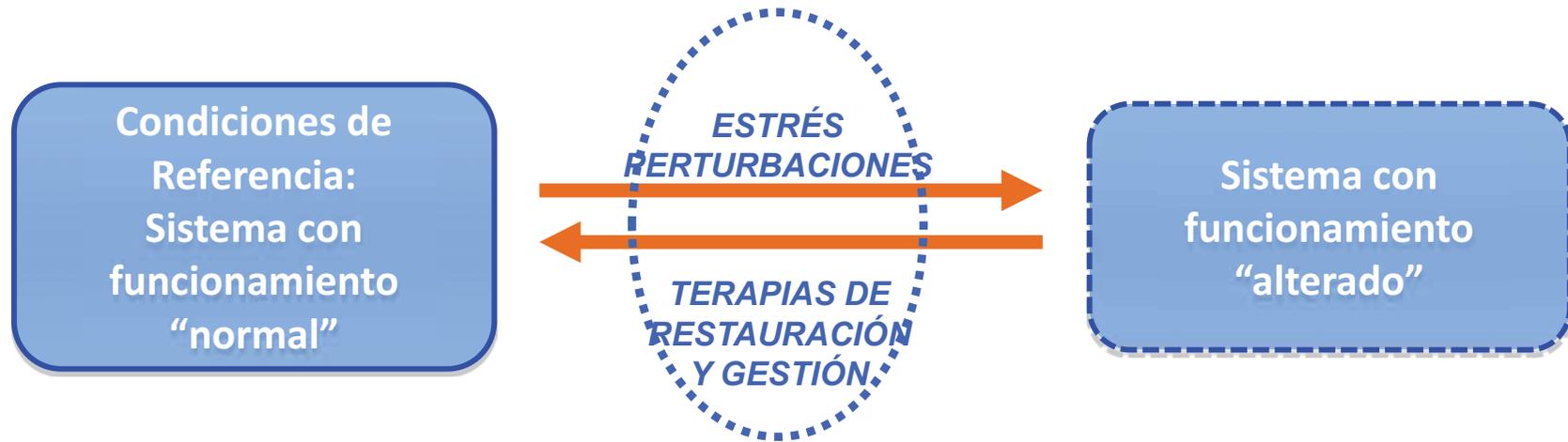
Estos indicadores capturan casi toda la variabilidad en el funcionamiento de los ecosistemas. Alcaraz-Segura et al. (2006). Figura modificada de G. Baldi (<http://lechusa.unsl.edu.ar>)

Los atributos funcionales derivados de índices espectrales tienen significado biológico

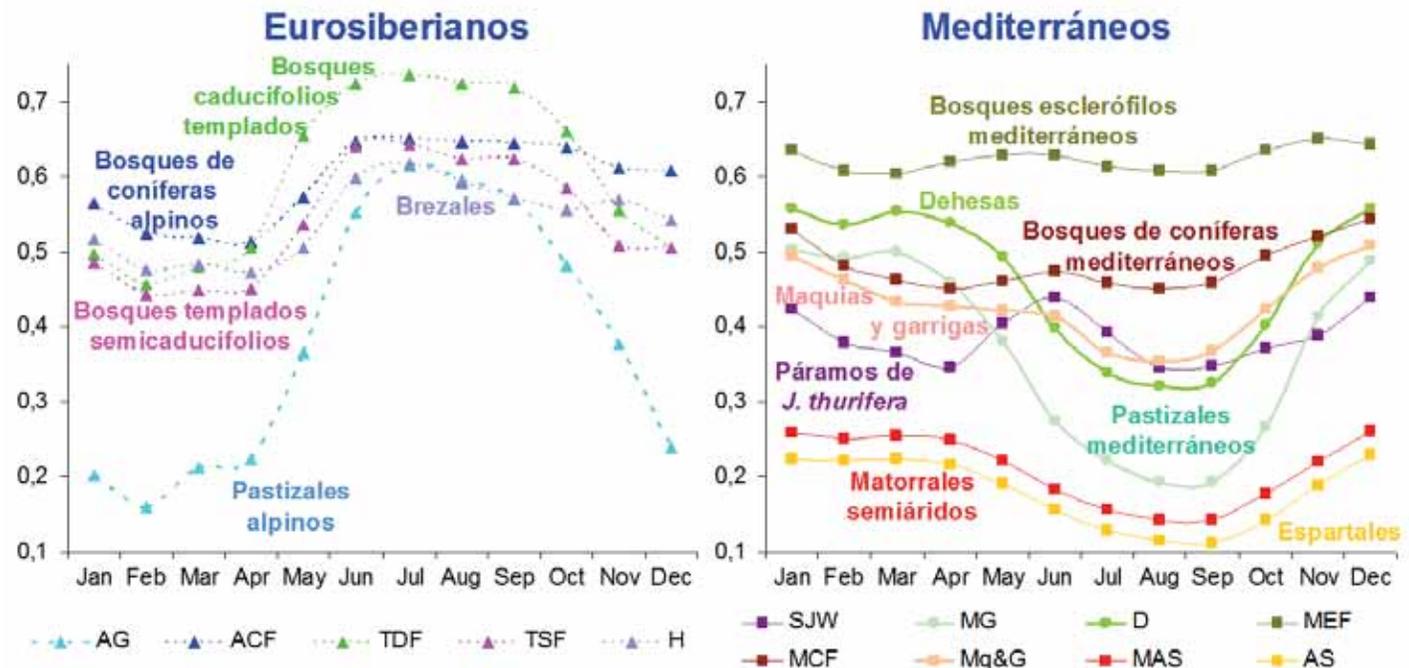
Tabla 1. Atributos derivados de la curva estacional de los índices espectrales de vegetación (NDVI y EV) y sus características. Adaptado de Pettorelli y col. (2005).

Atributo	Tipo de medida	Definición	Significado biológico	Comentarios
NDVI-I	Productividad total y biomasa	Suma de valores positivos de NDVI en un período de tiempo	Productividad anual de la vegetación	No es relevante cuando la calidad es tan importante como la cantidad (e.g. herbívoros muy selectivos)
Máximo NDVI	Productividad total y biomasa	Máximo NDVI en el año	Productividad anual de la vegetación	Sensible a falsos picos y 'ruido'
Rango relativo de NDVI	Variabilidad <i>intra</i> -anual en productividad	(Máximo NDVI - Mínimo NDVI) / NDVI-I	Permite comparaciones de estacionalidad	Sensible a falsos rangos debidos a "outliers"
Tasa de incremento o detrimento de NDVI	Fenología	Pendiente entre valores de NDVI en diferentes fechas. Pendiente de la curva logística de una serie temporal de valores de NDVI	Tasa de brotado y senescencia	Sensible a falsos picos y 'ruido'
Fecha de comienzo o final de estación de crecimiento	Fenología	Fechas estimadas a partir de valores umbral o con el método de medias móviles	Comienzo de brotado	La precisión esta ligada a la escala temporal de los datos (mayor frecuencia supone peor calidad de datos)
Duración de la estación de crecimiento	Fenología	Tiempo con valores de NDVI > 0 o periodo entre inicio y final de estación de crecimiento	En sistemas con marcada estacionalidad, número de días con producción de biomasa	Sensible a falsos picos y 'ruido'
Momento de máximo NDVI	Fenología	Fecha en la que se registra el valor máximo de NDVI	Momento de máxima producción de materia seca	Sensible a falsos picos y 'ruido'

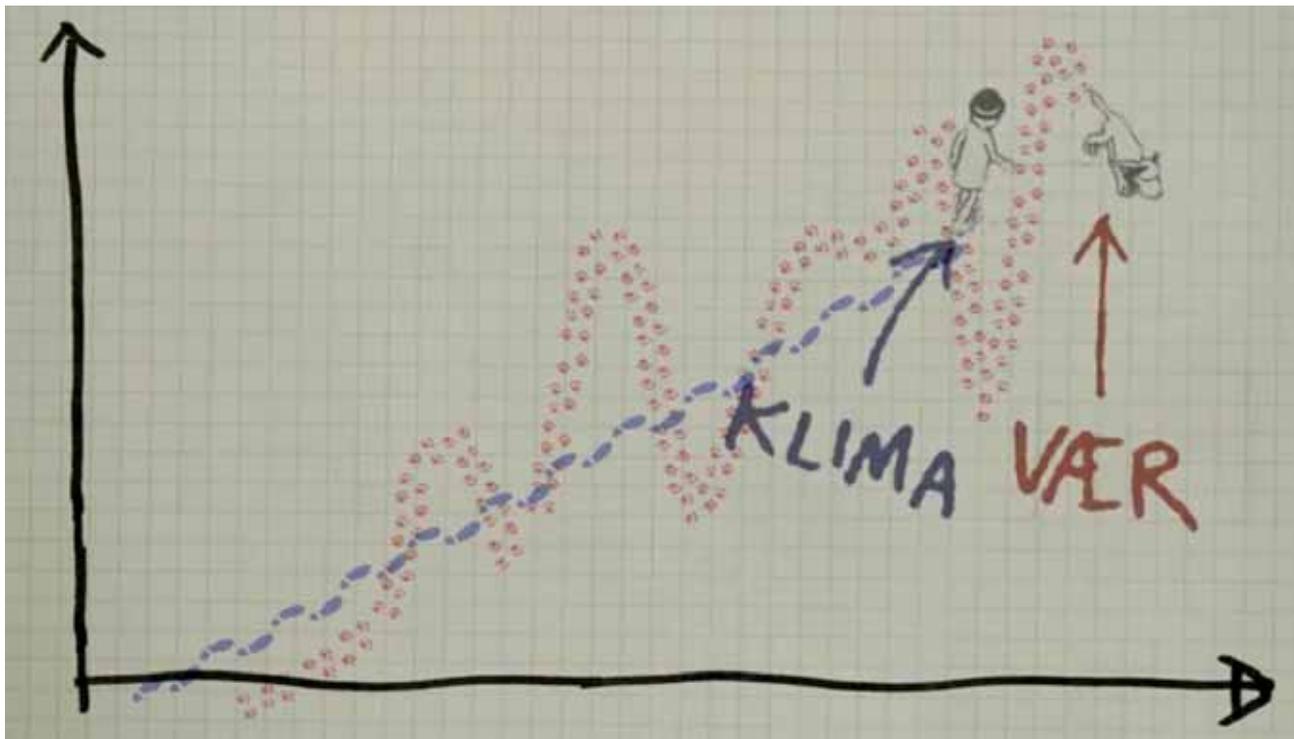
4. A través del empleo de estos atributos se pueden caracterizar de las condiciones de referencia frente a las que evaluar los cambios en los ecosistemas



Las curvas anuales de NDVI y su variabilidad: una forma de caracterizar las condiciones de referencia



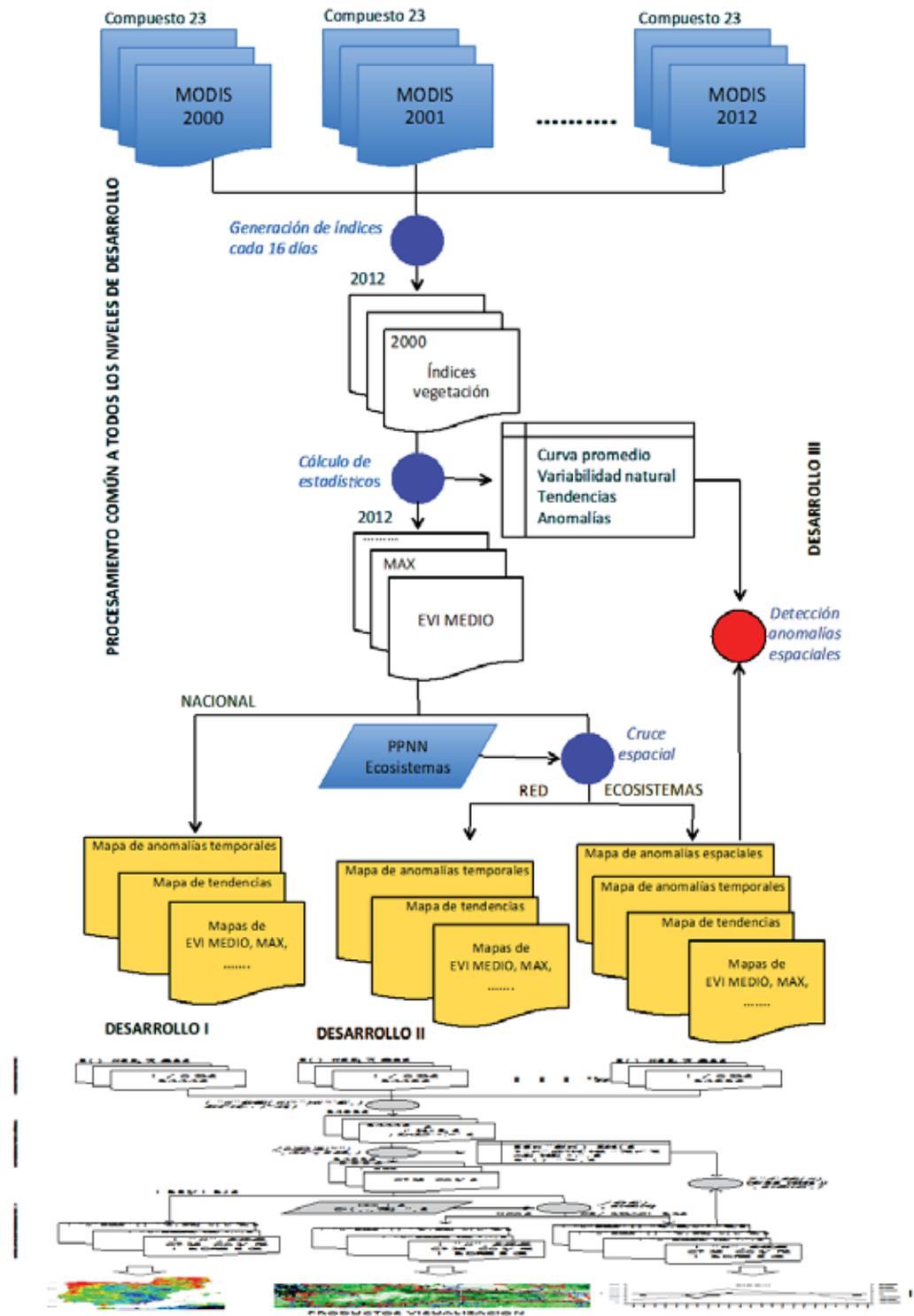
5. El análisis de largas series temporales permite identificar anomalías y tendencias de cambio direccionales, lo que resulta muy útil bajo la perspectiva del cambio global.



http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=e0vj-0imOLw

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SEGUIMIENTO (REMOTE)

Configuración general y niveles de desarrollo del sistema



MOD13Q1 es un Producto de Observación de la Tierra muy útil para el seguimiento de los ecosistemas

1. MODIS: ampliamente usados para la evaluación del impacto del cambio global y en diferentes disciplinas (oceanografía, biología, ciencias de la atmósfera, agricultura, ganadería, etc).
2. Producto MOD13Q1 para el seguimiento de la vegetación: imágenes TERRA-MODIS de NDVI y EVI cada 8 y 16 días (EVI tiene una sensibilidad mejorada en regiones con gran cantidad de biomasa).
3. Estos compuestos minimizan problemas como los derivados de la presencia de nubes.
4. Resolución espacial: 230 x 230 m.
5. La serie temporal comienza en el 2000.
6. Permiten comparaciones espaciales y temporales del estado de la vegetación mundial.
7. Se proveen mediante un sistema de celdas o “tiles” bajo proyección sinusoidal.
8. Es gratis.



3 Indicadores, 6 parámetros, 3 escalas espaciales, 3 análisis temporales y 2 tipos de variabilidad

Indicadores seguimiento	Parámetros seguimiento	Escalas espaciales	Análisis temporales	Tipos de Variabilidad
Productividad →	NDVI-I, MAX, MIN	País	<u>Intra</u> -anual	Espacial
Estacionalidad →	<u>CVestacional</u>	Red	Interanual (Saltos bruscos)	Temporal
Fenología →	DMAX, DMIN	Ecosistema	Interanual (Tendencias)	

Preguntas de gestión y productos visualización

El diseño del sistema de seguimiento parte de preguntas de gestión y ecología

Tipo de análisis	Niveles de estudio*	Preguntas de gestión
Estimación de valores medios de los atributos funcionales	Nacional	¿Cómo varían en el espacio los principales descriptores del funcionamiento de los ecosistemas en España?
	Red Ecosistemas	¿Cuáles son las condiciones de referencia de los parques/ecosistemas?
Estimación de las tendencias de los atributos funcionales y su nivel de significación	Nacional	¿Cómo están cambiando los ecosistemas españoles?
	Red Ecosistemas	¿Existe alguna tendencia de cambio direccional en los parques/ecosistemas? ¿Qué parques están cambiando más?
Estimación de las anomalías temporales y eventos extremos	Red Ecosistemas	¿Cómo se ha comportado el parque/ecosistema en el último período analizado (quincena, mes, estación, año) con respecto a la serie histórica? ¿Cómo se viene comportando el parque/ecosistema en el año en curso con respecto al mismo período en años anteriores?
	Ecosistemas	¿Qué áreas/localidades por las que se distribuye un ecosistema muestran un comportamiento anómalo o extremo?

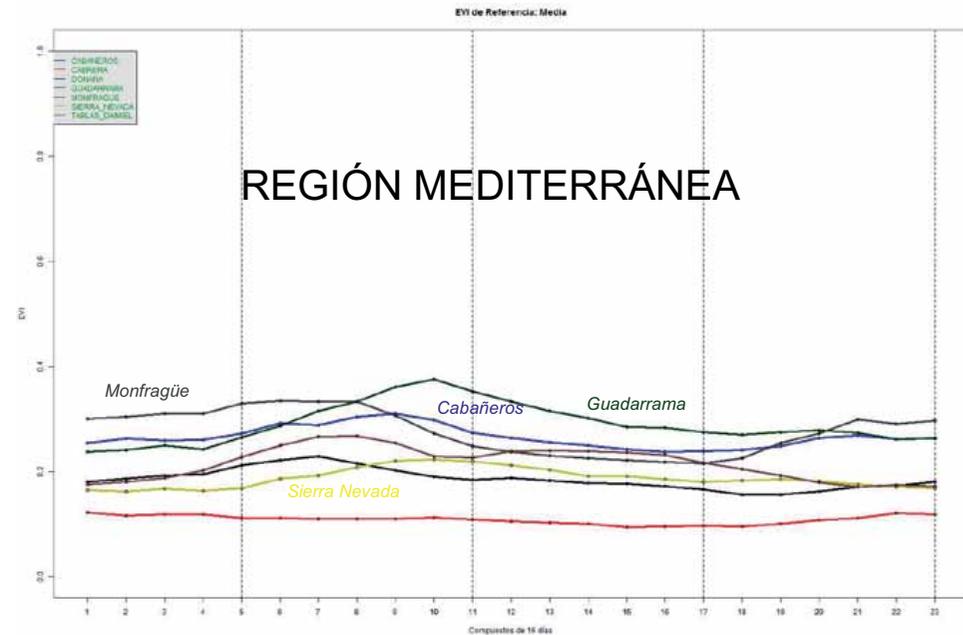
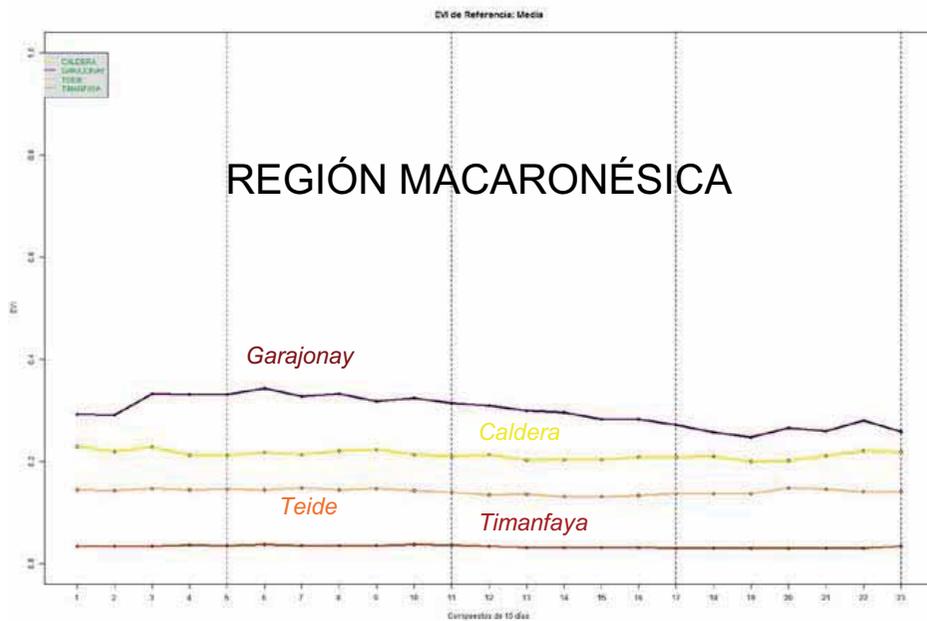
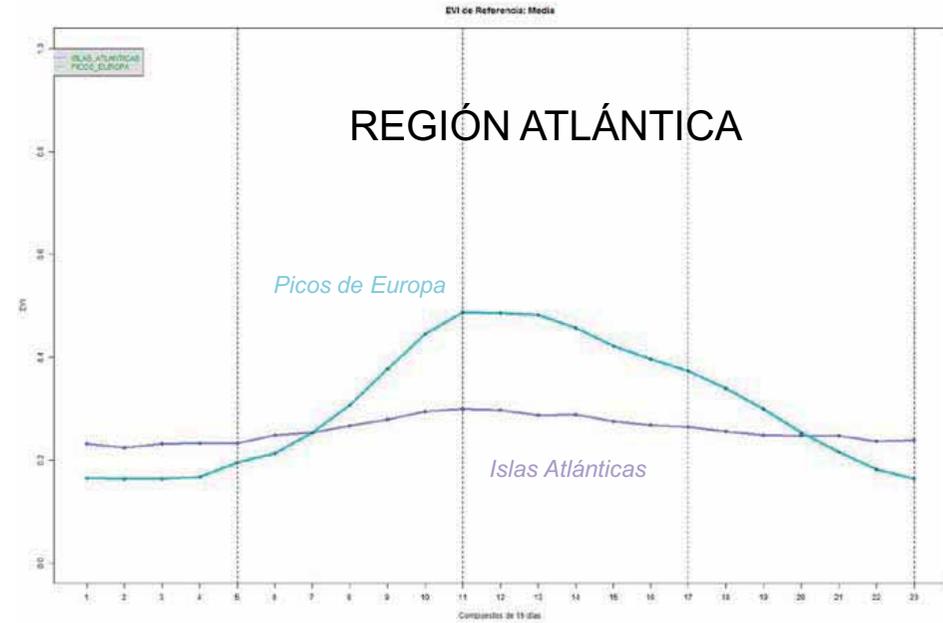
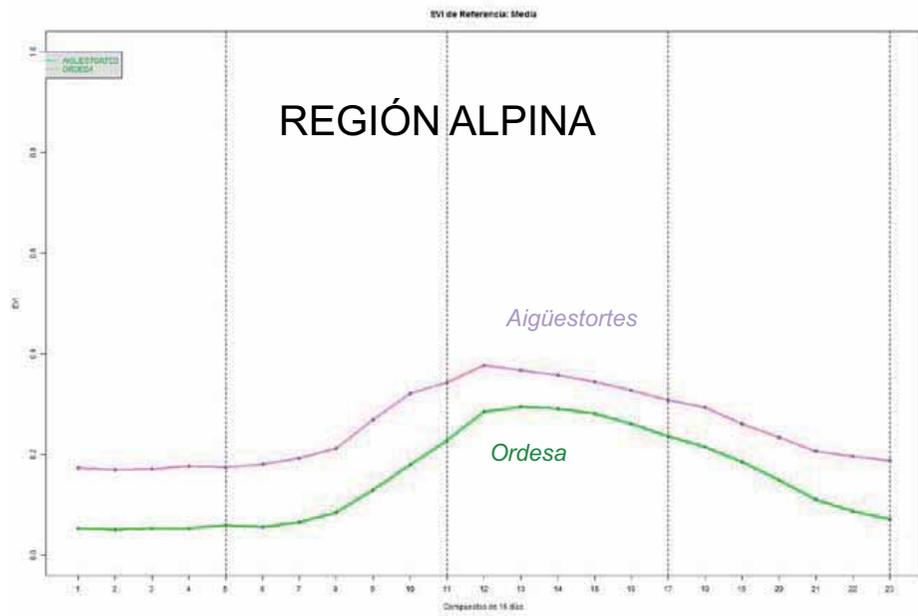
Dos tipos de productos de visualización: mapas y gráficos

1. **Mapas:** Para mostrar los patrones espaciales de la variable elegida en cada caso. Varios tipos dependiendo del nivel de estudio:
 - mapas de todo el territorio nacional,
 - mapas de la red de parques,
 - mapas de parque,
 - mapas de ecosistemas concretos dentro de un parque.
2. **Gráficos:** Para mostrar la dinámica anual de los atributos funcionales (curvas anuales) o las diferencias entre parques/ecosistemas en relación al atributo seleccionado (gráficos de barras, boxplots, ..).

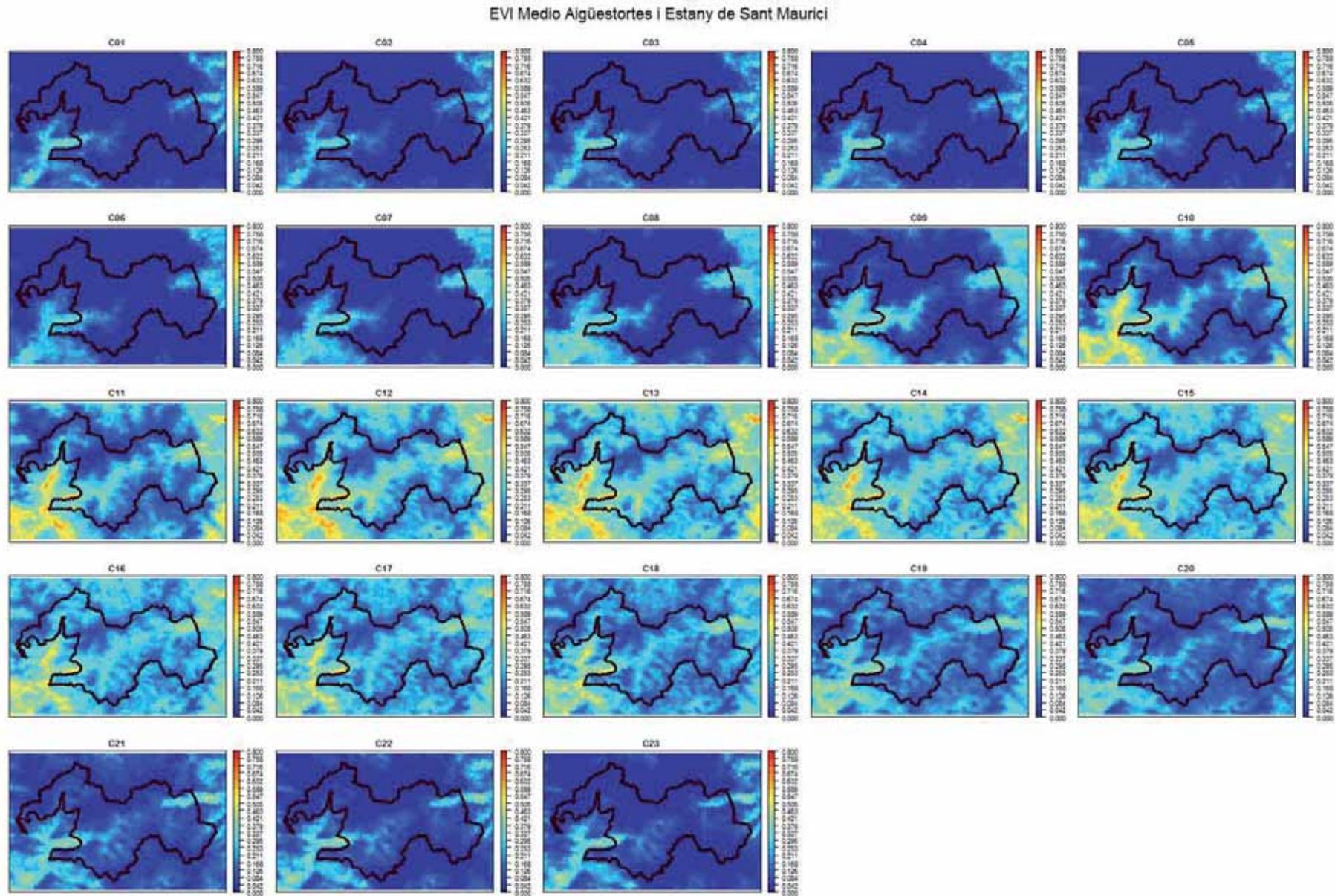
Dimensiones del seguimiento:

- *Condiciones de referencia*
- *Tendencias*
- *Anomalías: sistema de alerta*

¿Cuál es la dinámica anual del verdor de la vegetación (\approx PPN) en los diferentes parques?

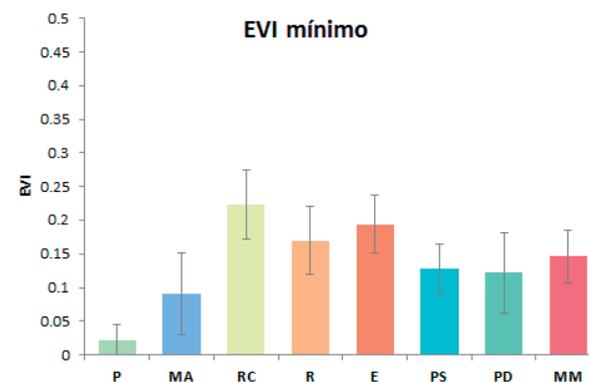
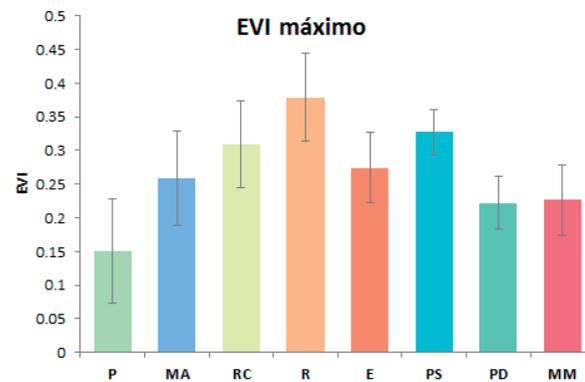
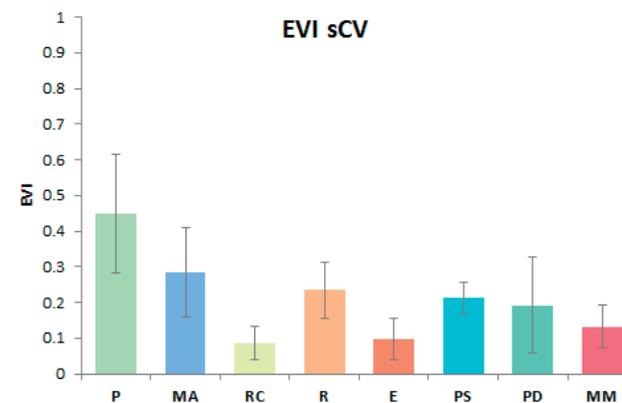
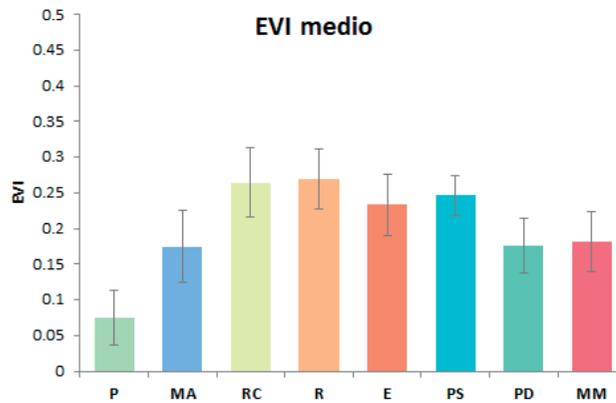
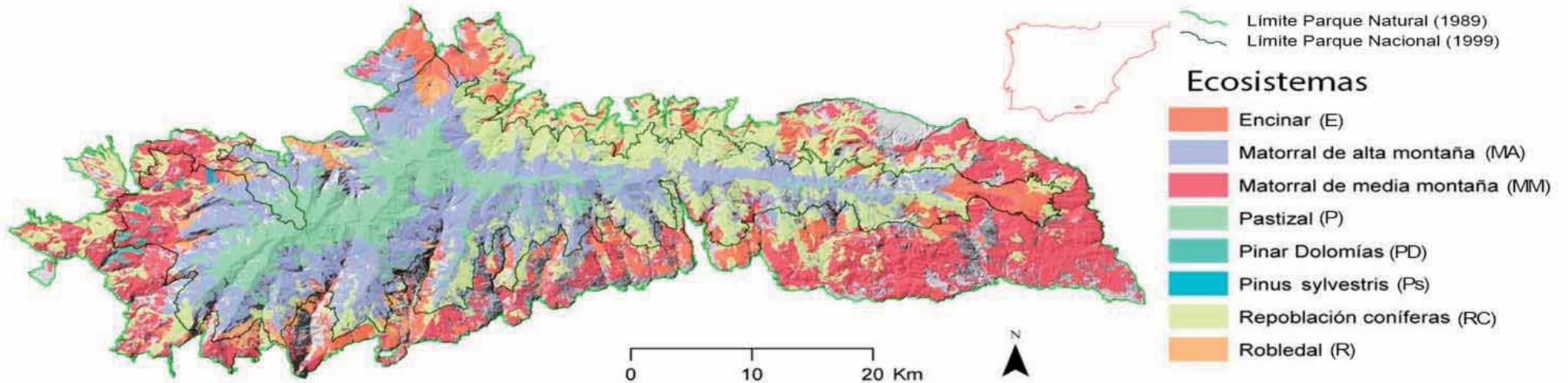


¿Cuáles son las condiciones de referencia de un parque?



Mapas tipo 1. Caracterización funcional a escala de parque. Ejemplo: mapa del EVI_medio_anual para Aigüestortes i Estany de Sant Maurici en 23 fechas del año.

¿Cuáles son las condiciones de referencia de los ecosistemas de Sierra Nevada?





Mapas tipo 1. Caracterización funcional a escala de ecosistema. Píxeles con un 70% o más de la superficie ocupada por robledales de roble melojo de Sierra Nevada. Tomado de Dionisio et al. (2012).

DIMENSIONES DEL SEGUIMIENTO: TENDENCIAS

¿Cómo está cambiando Aigüestortes a lo largo del tiempo? ¿Cuál es el patrón estacional y estacional de estos cambios?



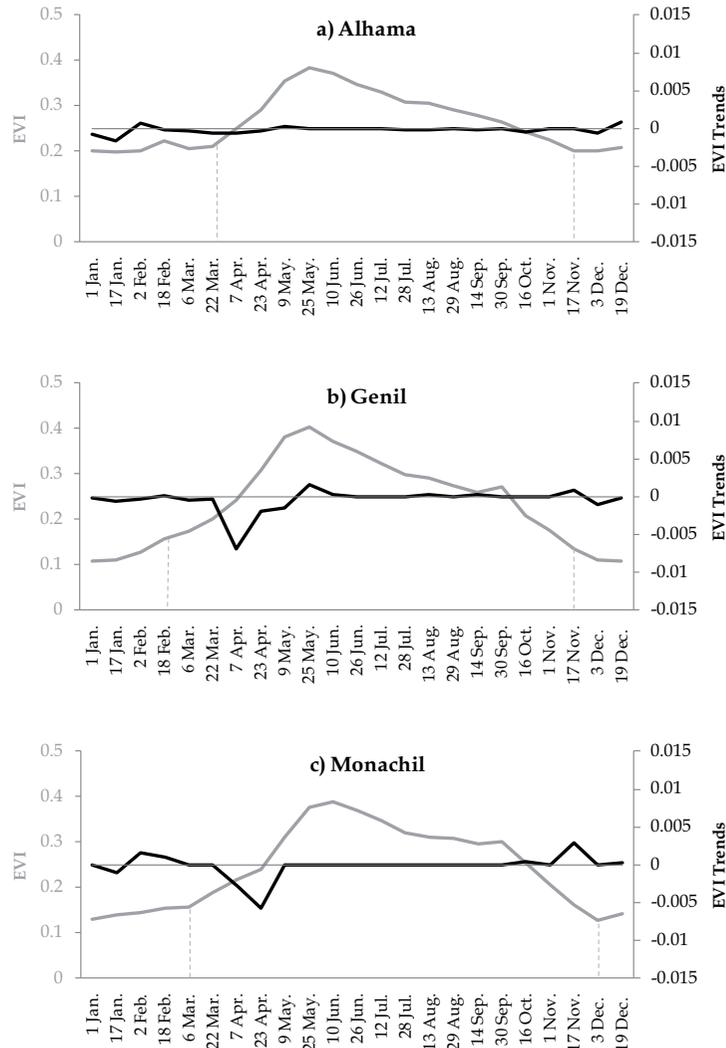
Mapas de tendencias por compuestos de 16 días a escala de parque (Aigüestortes, 23 fechas en el año).



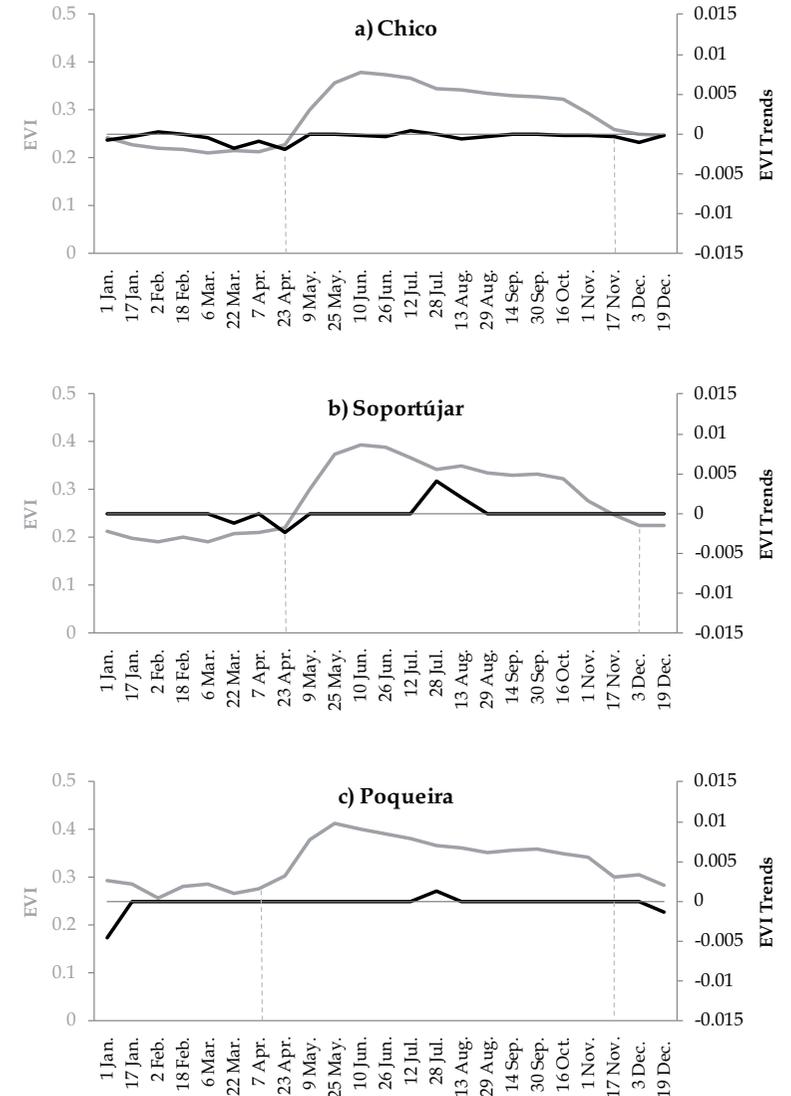
Mapas de tendencias del verdor de la vegetación a escala de ecosistema. Robledales de Sierra Nevada. A) Pendiente de Sen: magnitud de la tendencia, y B) el p-valor de la tendencia: significación estadística. Tomado de Dionisio et al. (2012) InTech.

¿Cómo están cambiando los robledales de Sierra Nevada a lo largo del tiempo? ¿Tiene algún patrón estacional ese cambio?

A

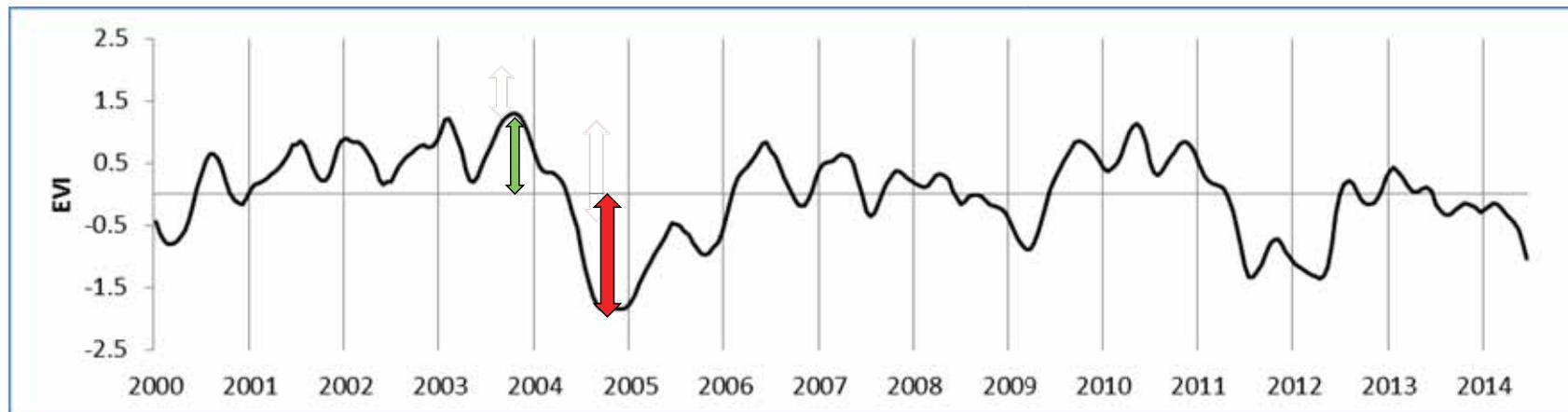


B



Gráficos de tendencias del EVI a lo largo del año para los parches de un ecosistema concreto en un parque. Tomado de Dionisio et al. 2012.

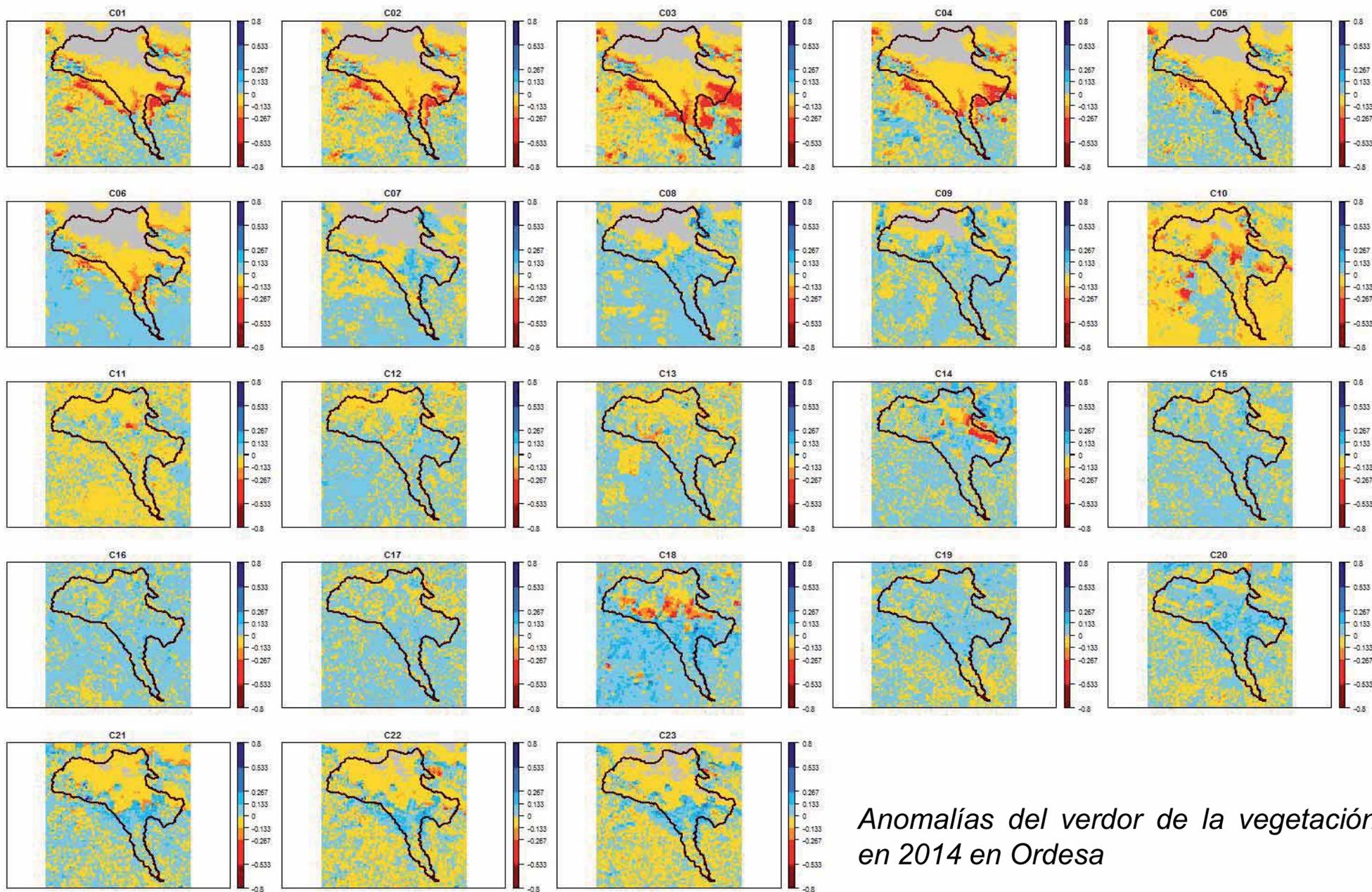
¿Presentaron los parques un comportamiento anómalo en el período seleccionado en relación a su período histórico?



Las anomalías miden cuanto se aparta el comportamiento del verdor de la vegetación en un periodo dado, con respecto a la media de ese periodo.

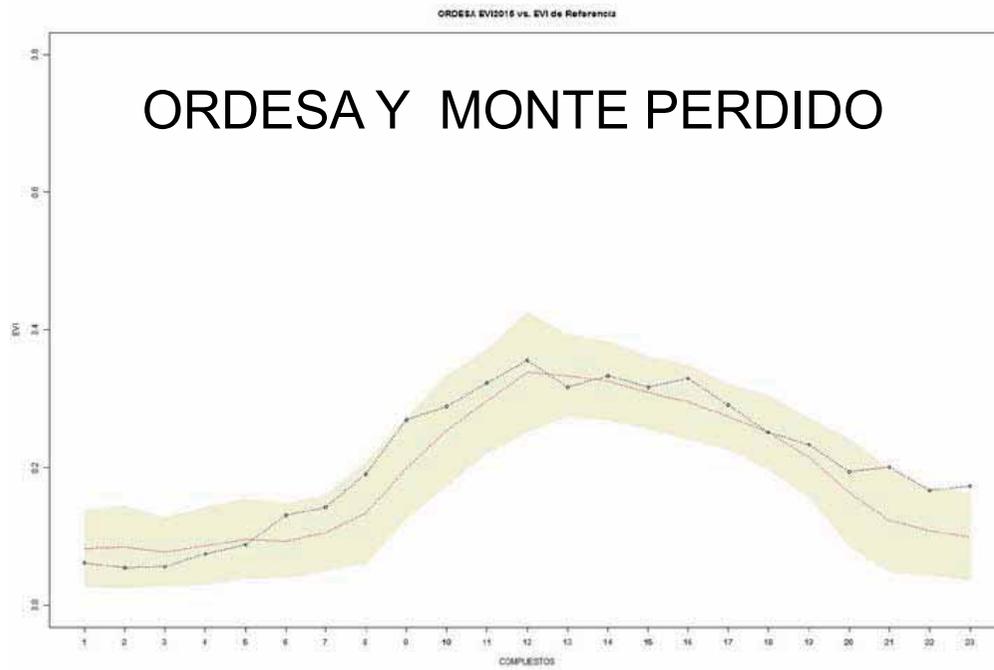
¿Presentaron los parques un comportamiento anómalo en el período seleccionado en relación a su período histórico?

Anomalías de los compuestos del EVI. Año 2014

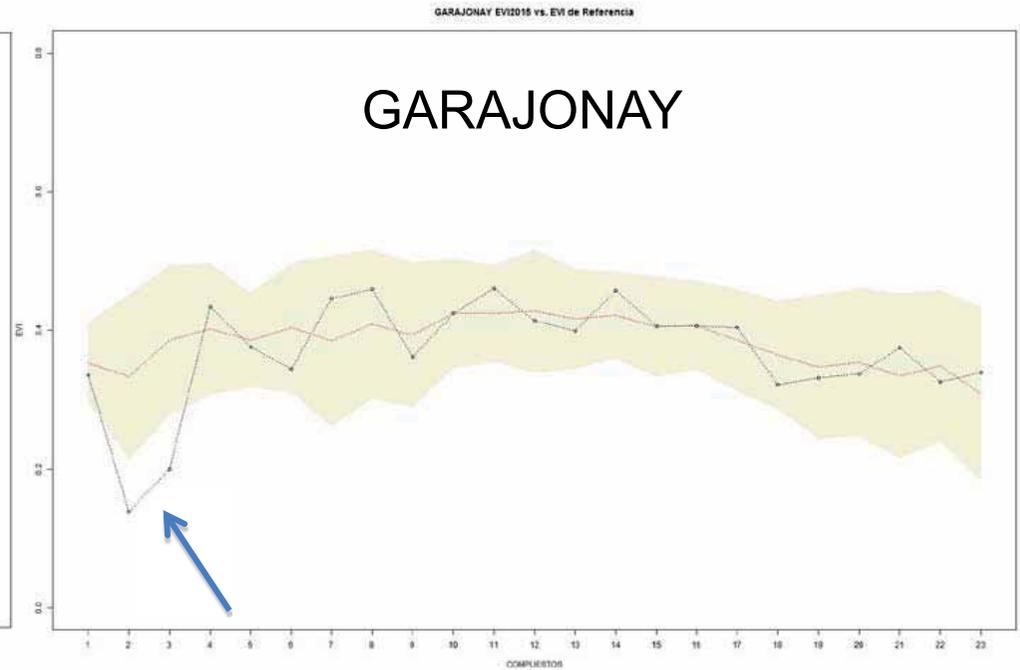


Anomalías del verdor de la vegetación en 2014 en Ordesa

DIMENSIONES DEL SEGUIMIENTO: ANOMALÍAS



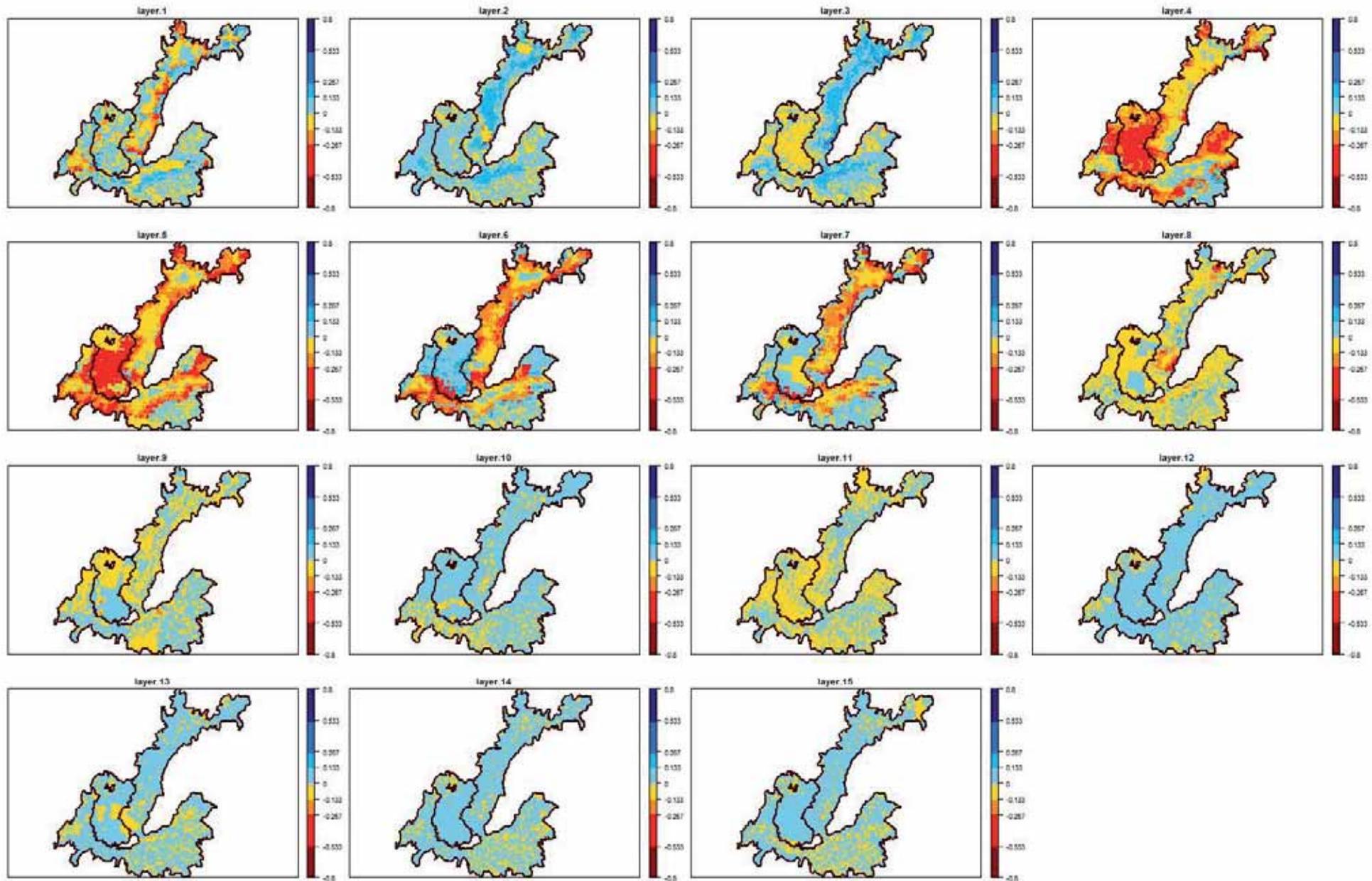
Anomalías no relevantes



Anomalías relevantes

DIMENSIONES DEL SEGUIMIENTO: ALERTAS

ALERTAS 2016



Anomalías del verdor de la vegetación en Guadarrama en el primer semestre de 2016

Aplicaciones a la gestión

Proyecto: Gestión Adaptativa de las masas de *Quercus pyrenaica* de Sierra Nevada a los procesos de Cambio Global

Objetivo: mejora y recuperación de las masas de *Quercus pyrenaica* en S. N. como medida de adaptación y potenciación de estas formaciones frente a posibles acontecimientos relacionados con cambio global.

NOMBRE MONTE	TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE ACTUACIÓN (ha)
Comunal de Pampaneira	Pampaneira	8,45
Comunal de Trevélez	Trevélez	21,04
Cuenca del Río Chico	Cañar	16,48
	Soportujar	30,69
Cuenca del Río Chico (II)	Cañar	66,97
	Soportujar	17,77
Dehesa de San Jerónimo	Monachil	304,99
Dehesa del Calvario	Guejar-Sierra	118,84
Hoya de Pedraza	Monachil	1,86
Monte del Pueblo de Trevélez	Trevélez	37,91

Justificación del sitio:

- Se ha seleccionado el **robleal de Cañar** por:
Ser uno de los de mayor entidad y representatividad.
Interés de estudiar la transición *Pinus sylvestris* – *Quercus pyrenaica*, sobre la que se van a realizar actuaciones específicas.
Se han detectado problemas de regeneración que es importante estudiar.
- **Dehesa de San Jerónimo:** Se ha seleccionado una segunda zona de seguimiento en uno de los robledales de la vertiente NO, para los que se han obtenido curvas de EVI del año medio (serie temporal 2001-2009) de un patrón significativamente diferente a los robledales de la vertiente sur.
Fuente: Cabello, J. 2011. Informe técnico. Resultados preliminares de la aplicación de la plataforma “MonParq” a la caracterización y seguimiento de los robledales (*Quercus pyrenaica* Willd.) del Espacio Natural de Sierra Nevada

Informe 2015

APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN AL SEGUIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

SEGUIMIENTO DEL VERDOR DE LA VEGETACIÓN MEDIANTE TELEDETECCIÓN EN LOS ECOSISTEMAS DE LA RED DE PARQUES NACIONALES DE ESPAÑA

2. PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SISTEMA DE SEGUIMIENTO EN LA RED DE PARQUES NACIONALES

En este informe se presenta una evaluación de las condiciones de referencia a nivel de Red de Parques Nacionales, así como las anomalías encontradas en el año 2014.

2.1 Condiciones de referencia: patrones regionales en la dinámica estacional media del verdor de la vegetación

Región Alpina:

La dinámica estacional de los parques pertenecientes a esta región (Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, así como el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido) está determinada por la temperatura, de tal forma que la estación de crecimiento claramente centrada en el verano, y se alarga desde finales de abril hasta finales de octubre.

Región Atlántica:

En este caso la dinámica estacional de los parques (Parque Nacional de Picos de Europa) también está determinada por la temperatura, pero la estación de crecimiento alcanza el máximo al final de la primavera, casi un mes antes que en la región Alpina (10 de junio).

Región Mediterránea:

Los parques mediterráneos presentan la mayor variabilidad en relación a la dinámica estacional, lo que viene determinado por el gradiente altitudinal y latitudinal, y la presencia de humedales. En función de la latitud y la altitud se produce un cambio en la importancia de los controles ambientales que determinan el funcionamiento, y particularmente la estacionalidad de los ecosistemas. Así, mientras que a bajas altitudes el control principal es la sequía de verano, en la alta montaña es la temperatura. Esto hace que la estación de crecimiento, y el comportamiento estacional cambie de unos parques a otros, e incluso dentro del mismo parque. En Guadarrama, Cabañeros y Sierra Nevada la estación de crecimiento alcanza su máximo entre los meses de mayo y junio, mientras que en Monfragüe se alcanza al principio de la primavera. En todos los casos se produce un decaimiento de la actividad durante el verano, aunque en los casos de Guadarrama y Sierra Nevada este fenómeno ocurre principalmente en las zonas más bajas.

2.2 Patrones regionales en las anomalías del verdor de la vegetación en 2014

Todos los parques, excepto Monfragüe, Cabañeros y Garañonay presentaron anomalías en la dinámica estacional del EVI dentro del margen de variabilidad interanual que les caracteriza. Los parques mencionados en cambio, presentaron en 2014 anomalías superiores a dicha variabilidad en su serie temporal. En Monfragüe y Cabañeros dichas anomalías fueron positivas, mientras que en Garañonay fueron negativas.

Se pueden reconocer algunos patrones regionales en las anomalías de 2014:

- En los parques alpinos la estación de crecimiento se retrasó, y 2014 tuvo un comportamiento más estacional que la serie temporal (mayores diferencias entre los valores máximos y mínimos del EVI).
- En los parques Atlánticos (Picos de Europa) la estación de crecimiento se alargó en 2014, ya que se adelantó en primavera, y se retrasó en otoño. Además, el año 2014 fue más estacional, porque el invierno fue más duro.
- Los parques mediterráneos difirieron en cuanto a la anomalía del EVI de 2014, en algunos casos fue superior a la mediana, en otros inferior, y en otros coincidió con la mediana.
- En los parques macaronésicos más áridos (Caldera de Taburiente y Teide) el EVI de 2014 fue bastante más bajo que la EVI, situándose en ambos casos en el tercer cuartil.

A continuación se muestran las gráficas que permiten comparar la dinámica estacional media del EVI (línea roja) con la dinámica del año 2014 (línea negra) de los parques de cada región biogeográfica. La distancia entre ambas curvas puede interpretarse como una anomalía en el comportamiento del verdor de la vegetación. La franja de color amarillo muestra la desviación típica espacial media, de esta forma el límite superior de la franja puede ser interpretado con el valor máximo alcanzado por el conjunto del parque a lo largo de la serie temporal, mientras que el límite inferior de la franja puede ser interpretado como el valor mínimo alcanzado a lo largo de dicha serie.

¿Por dónde seguir?

¿POR DÓNDE SEGUIR?

Mayor resolución espacial

Evaluación de servicios ecosistémicos



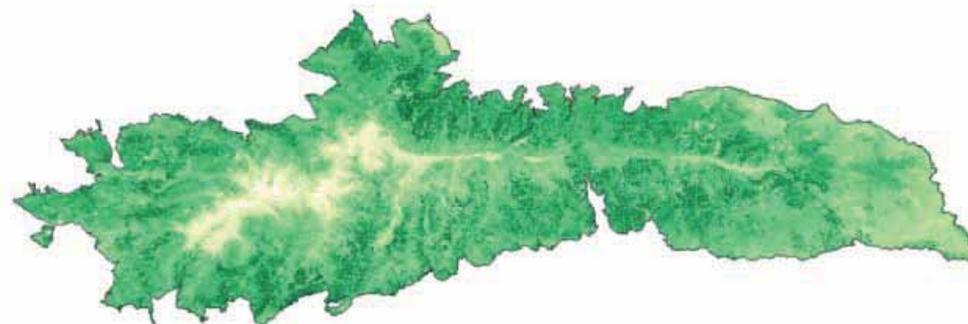
- Inicio: Abril 2013
- Px: 30 m
- ≈16 días



- Inicio: Junio 2015
- Px: 10 m
- 10 días

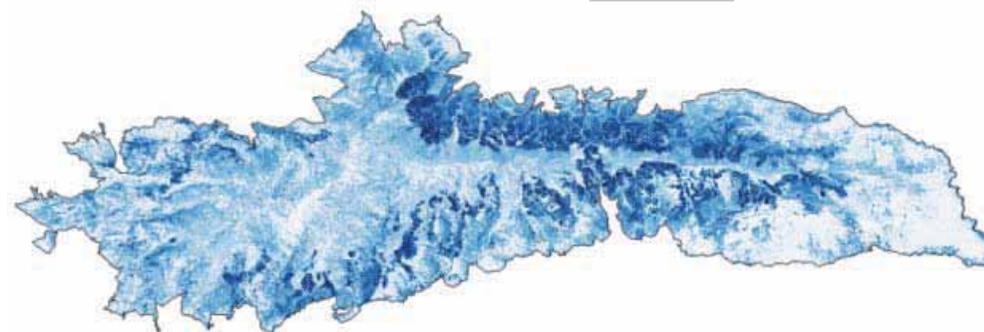
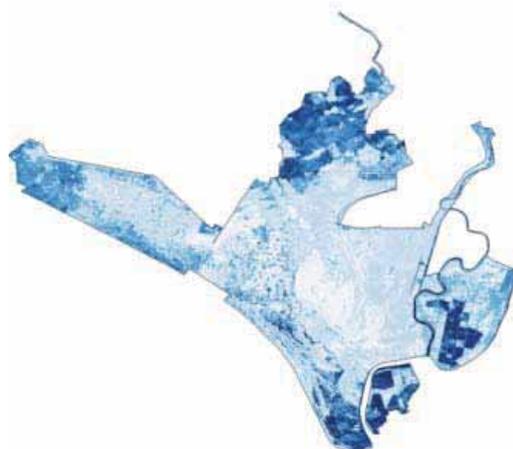
Balance de carbono

Índices de vegetación
NDVI/EVI



Ciclo del agua

Contenido de agua
LSWI / NDWI





Gracias por vuestra atención!!