

**INFORME DE RESULTADOS
DE ESTADO, TENDENCIAS
Y ANOMALIAS DE LA
PRODUCTIVIDAD
PRIMARIA EN LA RED DE
PARQUES NACIONALES.**

2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
1.1. REMOTE: Aplicación para el seguimiento en la Red de Parques Nacionales.	4
2. AREA DE ESTUDIO	6
2.1. PARQUE NACIONAL DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI.	10
2.2. PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS	11
2.3. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA	12
2.4. PARQUE NACIONAL DE LA CALDERA DE TABURIENTE	13
2.5. PARQUE NACIONAL DE DOÑANA.....	14
2.6. PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY	15
2.7. PARQUE NACIONAL DE GUADARRAMA	16
2.8. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA	17
2.9. PARQUE NACIONAL DE MONFRAGÜE.....	18
2.10. PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO.....	19
2.11. PARQUE NACIONAL DE PICOS DE EUROPA.....	20
2.12. PARQUE NACIONAL DE SIERRA DE LAS NIEVES	21
2.13. PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA	22
2.14. PARQUE NACIONAL DE TABLAS DE DAIMIEL	23
2.15. PARQUE NACIONAL DEL TEIDE	25
2.16. PARQUE NACIONAL DE TIMANFAYA	25
3. METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	27
3.1. PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA REMOTE.	27
3.2. ÍNDICES DE TELEDETECCIÓN UTILIZADOS.....	28
3.3. PREPROCESADO DE LAS IMÁGENES SATÉLITALES DEL SISTEMA REMOTE	29
3.4. INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS	32
3.5. PAUTAS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	34
4. RESULTADOS	36
4.1. PARQUE NACIONAL DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI.	36
4.2. PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS	42
4.3. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA	49
4.4. PARQUE NACIONAL DE LA CALDERA DE TABURIENTE.....	58
4.5. PARQUE NACIONAL DE DOÑANA.....	64
4.6. PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY	70

4.7. PARQUE NACIONAL DE GUADARRAMA.....	76
4.8. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS	82
4.9. PARQUE NACIONAL DE MONFRAGÜE	91
4.10. PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	96
4.11. PARQUE NACIONAL DE PICOS DE EUROPA	103
4.12. PARQUE NACIONAL DE SIERRA DE LAS NIEVES.....	108
4.13. PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA	114
4.14. PARQUE NACIONAL DE TABLAS DE DAIMIEL	120
4.15. PARQUE NACIONAL DE TEIDE	125
4.16. PARQUE NACIONAL DE TIMANFAYA	130
5. CONCLUSIONES	136

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. REMOTE: APLICACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO EN LA RED DE PARQUES NACIONALES.

La Red de Parques Nacionales de España tiene como objetivo primordial asegurar la conservación de sus valores naturales. Alcanzar dicho objetivo requiere poner en marcha programas de seguimiento que permitan la obtención de información continua y sistemática sobre el estado y los cambios en la salud e integridad de los ecosistemas que lo conforman. Estos dos conceptos resultan muy útiles e intuitivos para informar a los ciudadanos del estado de conservación de los ecosistemas.

La tecnología de observación terrestre se encuentra en constante desarrollo y, en las últimas décadas, ha resultado ser una herramienta clave en el estudio y gestión medioambiental, ya que permiten obtener información continua y espacialmente explícita, homogénea, a “tiempo real” y comparable a diferentes escalas. Además, es un importante apoyo para la gestión eficiente de los ecosistemas, al presentar una base de datos a lo largo del tiempo que permita evaluar la evolución de los mismos, y es útil para las instituciones encargadas de su gestión, al generar metodologías, procedimientos y formatos para la recolección y análisis de la información necesaria para una mejor toma de decisiones a nivel mundial.

Por ello, a las iniciativas que constituyen el Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales de España se suma desde el año 2017 un sistema de seguimiento del funcionamiento de los ecosistemas mediante técnicas de teledetección que permita evaluar las tendencias a largo plazo y detectar anomalías espaciales y temporales en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres a través de índices de verdor generando indicadores de la productividad, de la estacionalidad y de la fenología. Y a partir de 2019 añade la evaluación de ecosistemas marítimos con valores de temperatura e indicadores de productividad.

Así, el Organismo Autónomo Parques Nacionales, en colaboración con el grupo TRAGSA y la Universidad de Almería, ha desarrollado un sistema semi-automático de seguimiento, denominado REMOTE, que, mediante el análisis de información sistemática y actualizada, contribuye al conocimiento necesario para obtener información sobre la producción primaria de los sistemas naturales en la Red de Parques Nacionales, así como sus tendencias y anomalías. Estos datos provienen de datos de imágenes de satélite de observación de la Tierra de la constelación LANDSAT y de los sensores MODIS (Moderate-Resolution Imaging-Spectroradiometer) de la NASA y de la constelación Sentinel 2 y el Servicio de Vigilancia Ambiental Marítimo (CMEMS) del programa COPERNICUS de la Unión Europea.

El sistema produce un conjunto de mapas y gráficos de tendencias y anomalías, en el periodo comprendido entre desde el año de inicio de cada serie de imágenes hasta la actualidad. Cada grupo de imágenes se actualiza en base a su periodo de revisita y los indicadores ecológicos se generan trimestralmente. La colección de datos y productos se encuentran publicados en el visor web de la Red de Parques Nacionales de España, siendo ésta una herramienta útil para la navegación y visualización de la cartografía generada. Actualmente, la información en el visor está disponible anualmente, aunque se está trabajando para actualizar la información mensualmente.

Su desarrollo está basado en 3 principios básicos (Tabla 1):

- Está orientado hacia la gestión.
- Permite la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas a partir de la definición de sus condiciones de referencia, y de los cambios que se observan en el tiempo y en el espacio en relación con ellas.
- Informa de tres niveles de estudio: la Red, los parques individuales, y los sistemas naturales -ecosistemas- que integran cada parque.

Tabla 1. Preguntas de gestión. Ejemplos a los que puede responder el sistema de seguimiento.
Elaboración propia.

Nivel	Aplicaciones de gestión
Red	<p>Variación de los controles del funcionamiento de los ecosistemas en función de la región biogeográfica</p> <p>Reconocimiento de patrones regionales de cambio</p> <p>Modulación de la respuesta de la dinámica de los parques a los patrones climáticos regionales para las acciones de gestión</p> <p>Conocimiento de los cambios en los Parques en términos de la provisión del servicio ecosistémico ganancias de carbono</p>
Parque	<p>Conocimiento de las condiciones de referencia de los parques en términos de productividad primaria, fenología y estacionalidad</p> <p>Estudio de tendencias de cambio direccional en los parques en términos de productividad primaria, fenología y estacionalidad</p> <p>Comportamiento de cada parque en el último año con respecto a la serie histórica, tanto interanual como estacionalmente.</p> <p>Conocimiento de áreas o ecosistemas en su dependencia de la magnitud, variabilidad y tendencias en el servicio ganancias de carbono de un parque determinado</p> <p>Seguimiento del cambio de los ecosistemas en términos de ganancias de carbono</p>

2. AREA DE ESTUDIO

La Red de Parques Nacionales está formada por 16 espacios naturales situados en 12 comunidades autónomas y en 20 provincias españolas. Su superficie total es de 405.016,26 hectáreas (389.028,06 terrestres y 15.988,20 marinas) (Figura 1).

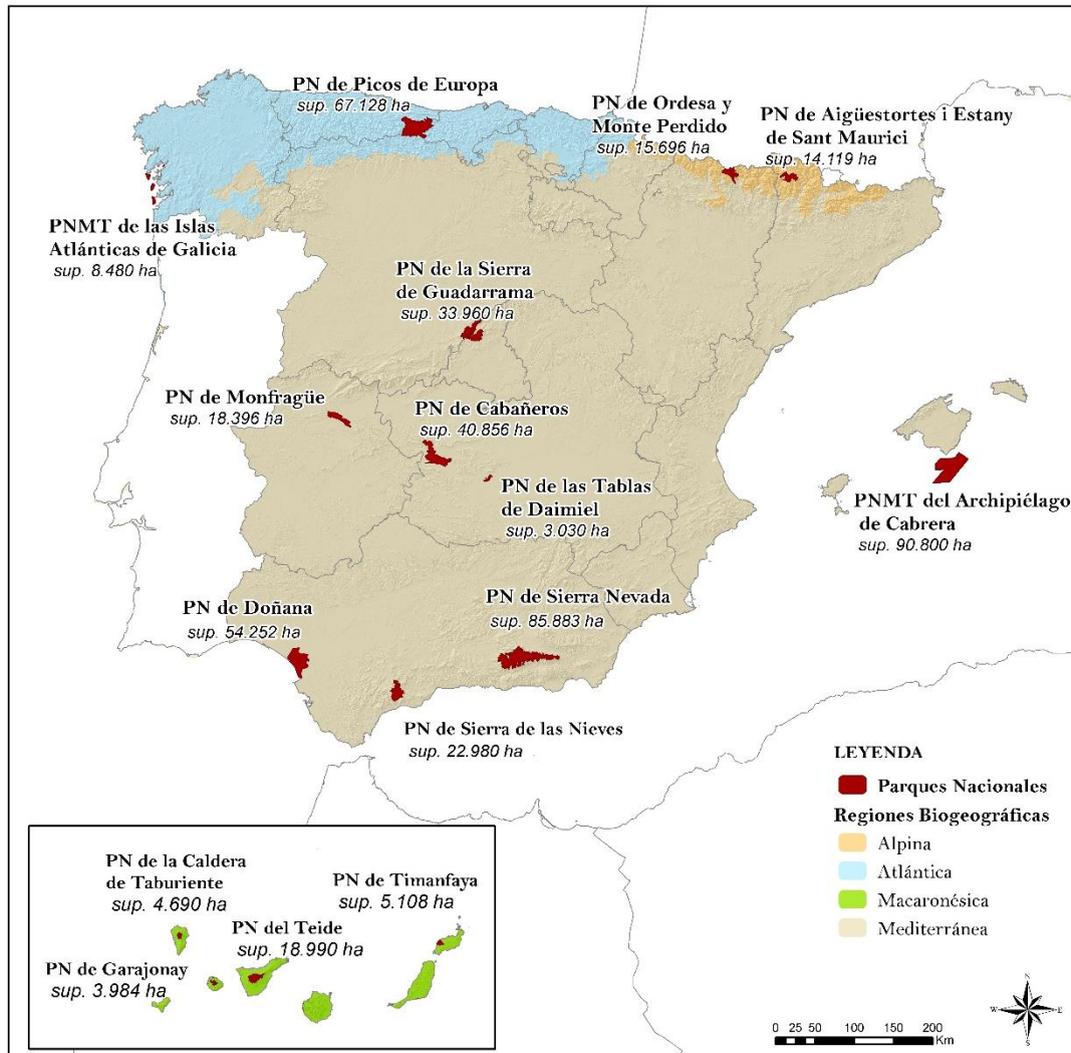


Figura 1. Parques Nacionales y Regiones Biogeográficas. Localización de los Parques Nacionales y las Regiones Biogeográficas en España. Elaboración propia.

Cada parque nacional tiene asociada un área de influencia socioeconómica, y la mayoría de ellos cuentan con una zona periférica de protección, para amortiguar los impactos ecológicos o paisajísticos procedentes del exterior.

En cuanto a las regiones biogeográficas, el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici y Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido pertenecen a Región alpina, la cual se caracteriza por estar determinada por la temperatura, de tal forma que la estación de crecimiento está claramente centrada en el verano, y se alarga desde finales de abril hasta finales de octubre (Figura 2).

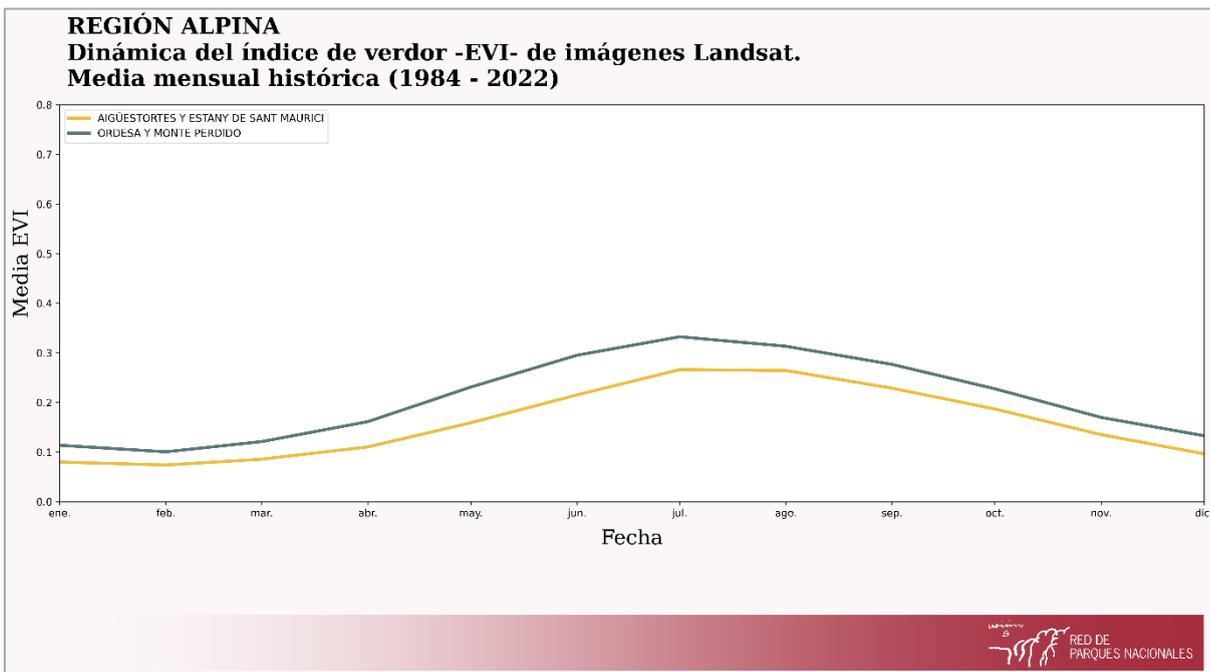


Figura 2. Evolución del índice EVI en la Región biogeográfica Alpina.

Al igual que en la región anterior, la región Atlántica, en la que se encuentra el Parque Nacional de Picos de Europa e Islas Atlánticas, 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 (Figura 3).

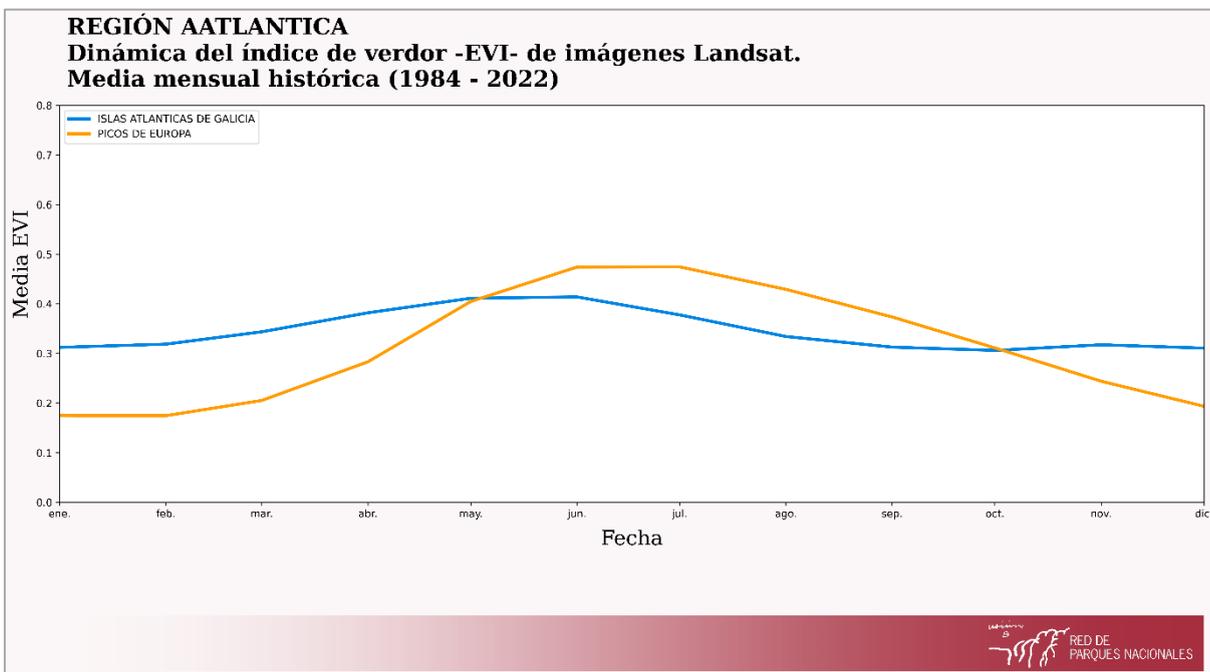


Figura 3. Evolución del índice EVI en la Región biogeográfica Atlántica.

La mayoría de los Parques Nacionales se encuentran en la Región mediterránea, siendo ésta la que presenta mayor variabilidad en relación a la dinámica estacional del verdor de la vegetación. Tal variabilidad entre parques viene determinada por el gradiente altitudinal y latitudinal que ocupan, y la presencia de humedales en algunos

de ellos. En función de la latitud y la altitud se produce un cambio en la importancia de los controles ambientales que determinan el funcionamiento ecosistémico, y particularmente la estacionalidad del dosel vegetal. Así, mientras que a bajas altitudes el control principal de la estacionalidad 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 los parques nacionales de la Sierra de 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 Sierra de Guadarrama y Sierra Nevada este fenómeno ocurre principalmente en las zonas más bajas.

Por su parte, los humedales (parques nacionales de las Tablas de Daimiel y Doñana) muestran una dinámica estacional con dos picos de actividad, uno al principio de la primavera (finales de marzo-abril), y otro a comienzos de septiembre, aunque este último es menor.

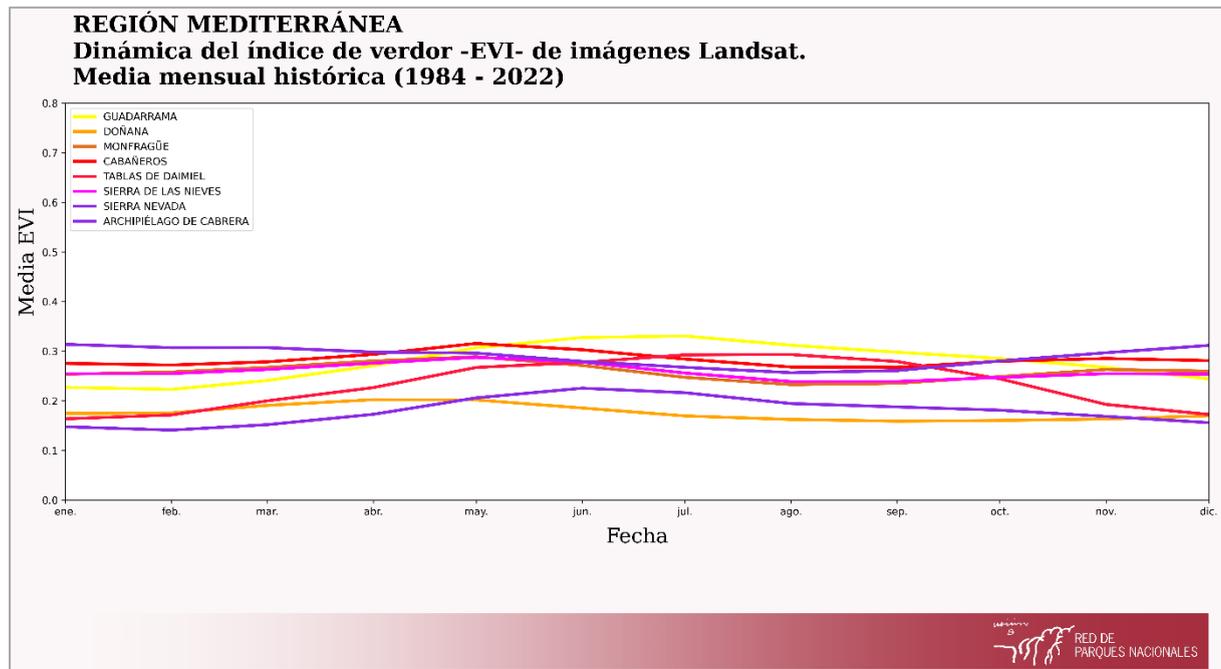
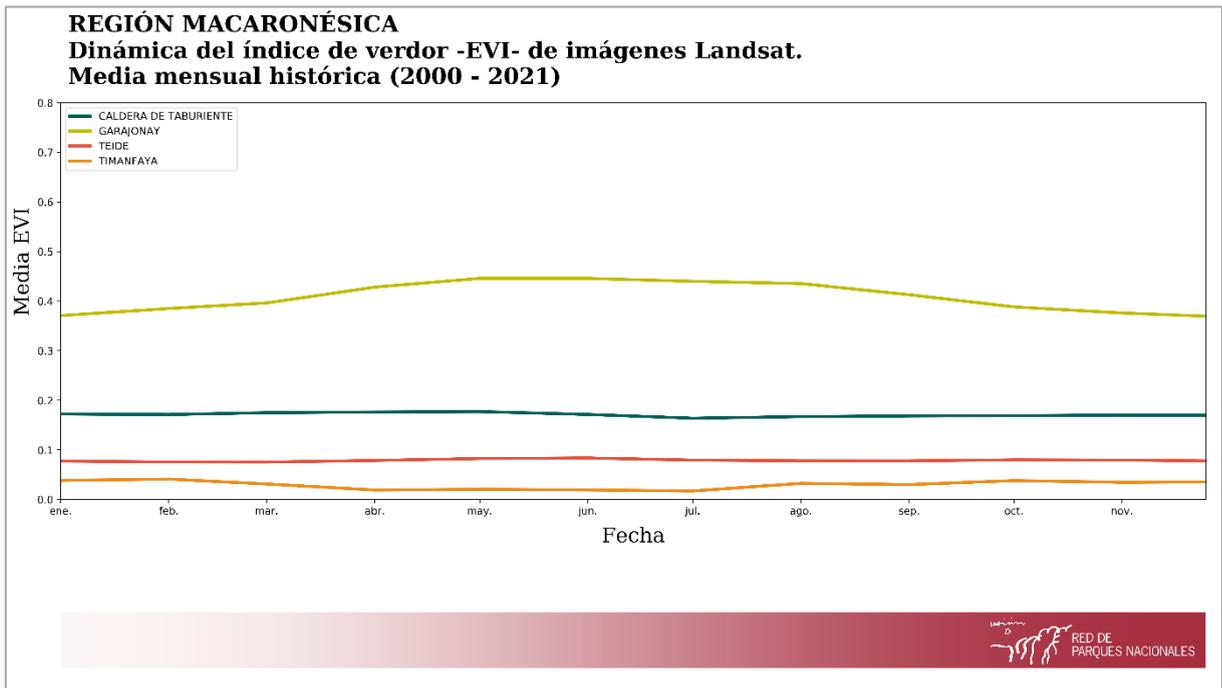


Figura 4. Evolución del índice EVI en la Región biogeográfica Mediterránea.

Finalmente, se encuentran los parques que pertenecen a la Región macaronésica, los cuales no muestran estacionalidad. Aunque el verano en esta región no es lluvioso, los vientos alisios aportan humedad por debajo del mar de nubes o sequedad por encima, lo que parece contribuir a que los ecosistemas mantengan una actividad constante a lo largo del año. Las diferencias en la productividad de estos parques están determinadas fundamentalmente por los vientos alisios, ya que los que reciben la influencia de la humedad del océano (Garajonay) son los más productivos. Dentro de cada parque la altitud y la orientación de las laderas son los controles principales de la disponibilidad hídrica, y, en consecuencia, de la productividad (Figura 5).



A continuación, se exponen las principales características de cada parque nacional.

2.1. PARQUE NACIONAL DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI

Situado en el Pirineo catalán, este parque se caracteriza por los circos glaciares, los valles con forma de "U", algunos de ellos colgados y otros escalonados, y por los más de doscientos estanys (Figura 6).

Su clima se encuentra muy condicionado por diversos factores, como la altitud, que oscila entre los 1.350 y los 3.033 m, y la diferente orientación de sus valles, que facilitan la existencia de un gran número de microclimas diferentes, con una mayor influencia oceánica en los valles abiertos al norte y al oeste, y mediterránea en los que miran al este o al sur. En las zonas altas el clima se uniformiza y las precipitaciones de agua o de nieve pueden llegar a ser del orden de los 1.500 mm anuales.

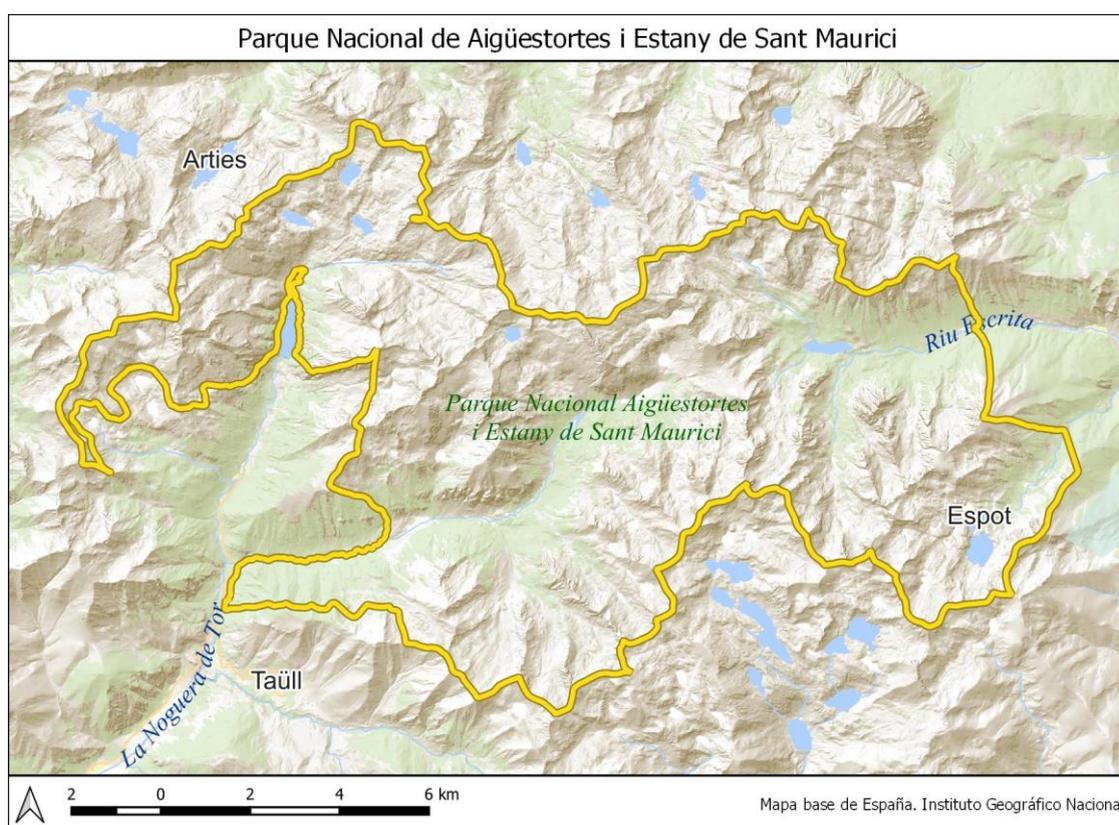


Figura 6. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia

La vegetación más representativa de este parque está caracterizada por formaciones boscosas de pino negro (*Pinus uncinata*), abeto (*Abies alba*), pino silvestre (*P. sylvestris*), abedul (*Betula pendula*) y haya (*Fagus sylvatica*).

2.2. PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

Este parque nacional se encuentra entre las provincias de Ciudad Real y Toledo y es una de las mejores representaciones europeas los bosques y matorrales mediterráneos, tanto por su diversidad como por su buen estado de conservación (Figura 7).

La altitud se encuentra entre los 620m hasta los 750 m y, en cuanto a la pluviosidad, oscila entre los 450 y 750 mm.



Figura 7. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

Los tipos de vegetación más representativos del parque son el bosque mediterráneo (robleales de *Quercus pyrenaica*, *Q. robur*, y *Q. faginea*, alcornocales de *Q. suber*, encinares de *Q. ilex* y *Q. rotundifolia*, y dehesas perennifolias de *Quercus* spp.), los bosques de ribera (Fresnedas de *Fraxinus angustifolia* y *F. arnus*, alisedas de *Alnus glutinosa*, bosques de galería, tarayales), y las turberas y brezales higroturbosos (Brezales atlánticos de *Erica ciliaris*, turberas elevadas activas, depresiones en sustratos turbosos del *Rhynchosporium*).

2.3. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA

El Parque Nacional, que se encuentra al sur de Mallorca (Figura 8), está conformado por un conjunto de islotes pertenecientes al archipiélago balear y cuenta con 90.794 hectáreas (89.478 hectáreas marinas y 1.316 hectáreas terrestres). Constituye el mejor exponente de ecosistemas insulares no alterados del Mediterráneo español.

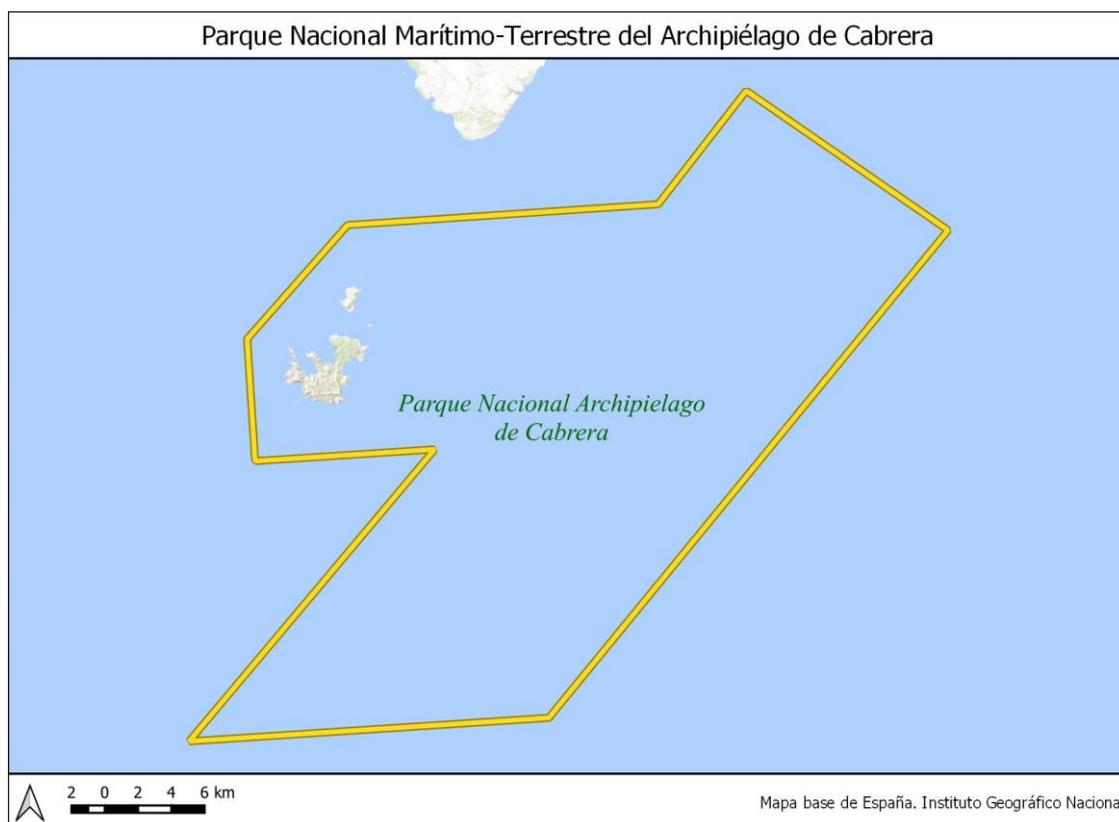


Figura 8. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

El paisaje de este parque nacional es el mejor exponente de ecosistemas insulares no alterados del Mediterráneo español. Está dominado por plantas adaptadas a largos períodos de escasez de agua; bosques y matorrales de hoja perenne sobre suelos, generalmente, pobres. Se contabilizan más de 500 especies de flora vascular.

La vegetación terrestre del parque está muy influenciada por su situación geográfica. Predomina el matorral mediterráneo con arbustos leñosos de hoja coriácea y pequeña, formadores de la “garriga”, matorral perfectamente adaptado a los rigores del clima mediterráneo, plantas como acebuche, lentisco, sabina, romero y euforbia que en algunas partes se mezclan con pino carrasco. Interesantes comunidades de vegetación litoral y plantas de acantilados con presencia de varios endemismos baleares o del propio parque.

2.4. PARQUE NACIONAL DE LA CALDERA DE TABURIENTE

Este parque nacional se encuentra en la isla de La Palma, y se caracteriza por ser un enorme circo de 8 km de diámetro con aspecto de caldera, donde múltiples erupciones volcánicas, grandes deslizamientos, la fuerza erosiva del agua y el tiempo han ido modelando su geomorfología, convirtiéndola en un escarpado paisaje con casi 2.000 m de desnivel (Figura 9).

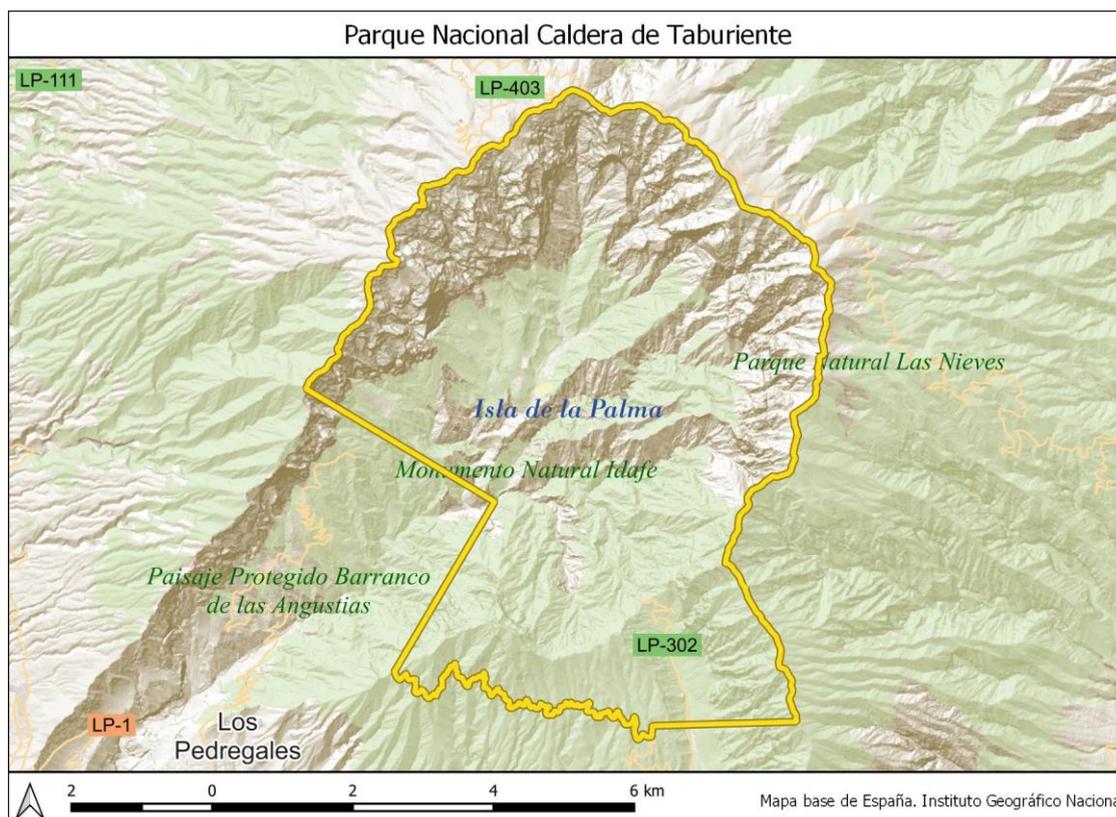


Figura 9. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

La inmensa red de arroyos y torrentes con los que cuenta han permitido el desarrollo de un gran número de endemismos, en los que destaca el pino canario, el retamón (*Genista benehoavensis*) y la violeta (*Viola palmensis*), así como aves endémicas de la Macaronesia, como es el caso de la paloma rabiche (*Columba junoniae*) o el bisbita caminero (*Anthus berthelotii*).

2.5. PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

El Parque Nacional de Doñana (Figura 10) es un mosaico de ecosistemas que albergan una biodiversidad única en Europa. Situado entre las provincias de Huelva y Sevilla, en este parque destaca sobre todo la marisma, de extraordinaria importancia como lugar de paso, cría e invernada para aproximadamente 300 especies de aves europeas y africanas al año.

Doñana supone la confluencia de un conjunto de ecosistemas (playa, dunas, cotos, marisma...) que dotan a este Parque de una personalidad única.

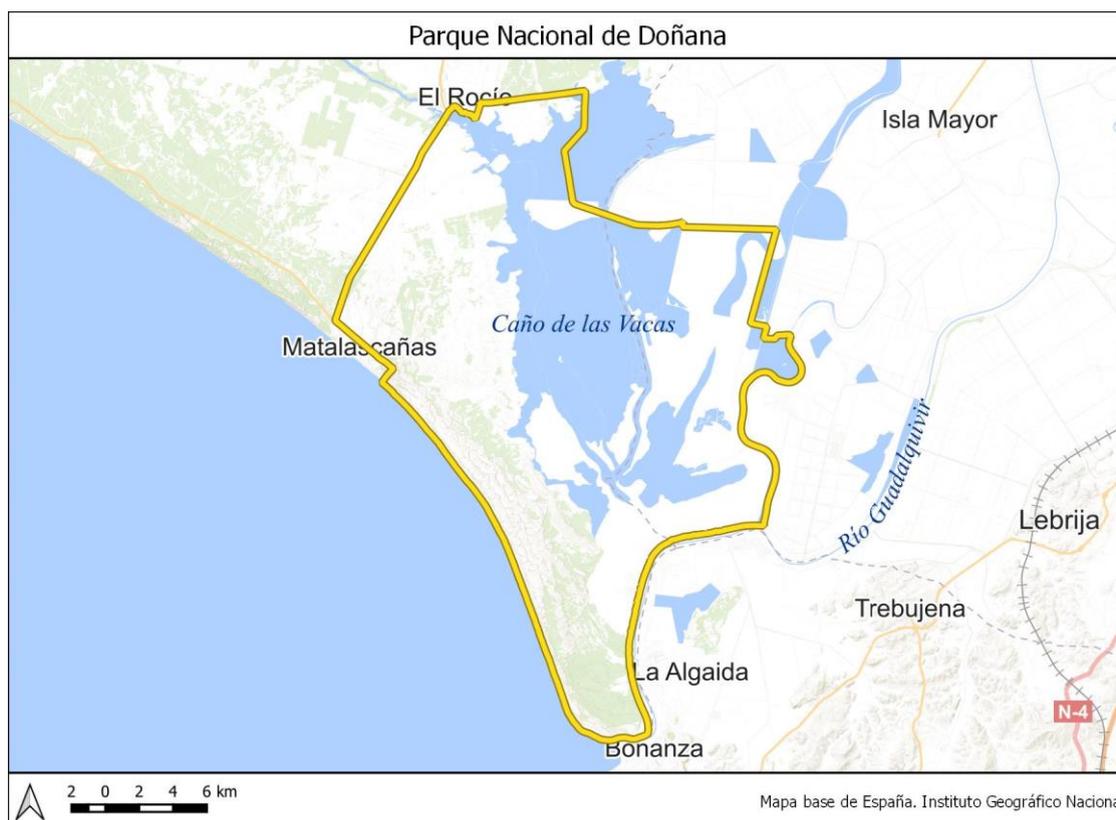


Figura 10. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

Las zonas de dunas móviles habitan especies vegetales muy adaptadas a la arena y al viento como la *Ammophila arenaria*, así como las zonas de vegetación en las que destacan alcornocales y encinas.

2.6. PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY

Situado en isla de La Gomera, El parque (Figura 11) destaca sobre todo por ser el principal exponente de la laurisilva canaria en buen estado de conservación, siendo éste un ecosistema proveniente de la Era Terciaria, que desapareció del continente como consecuencia de los cambios climáticos ocurridos en el Cuaternario.

Los factores que condicionan el clima del Parque son las lluvias orográficas y la frecuencia de nieblas producidas por condensación de las masas ascendentes de aire oceánico y húmedo transportadas por los vientos alisios. Las precipitaciones de lluvia son relativamente escasas, oscilando entre 600 y 800 mm anuales, concentrándose en los meses de otoño e invierno. Sin embargo, las frecuentes nieblas, especialmente durante la primavera y en menor medida en verano, proporcionan una elevada humedad casi constante, reduciendo la evapotranspiración y proporcionando aportes suplementarios de lluvia horizontal.

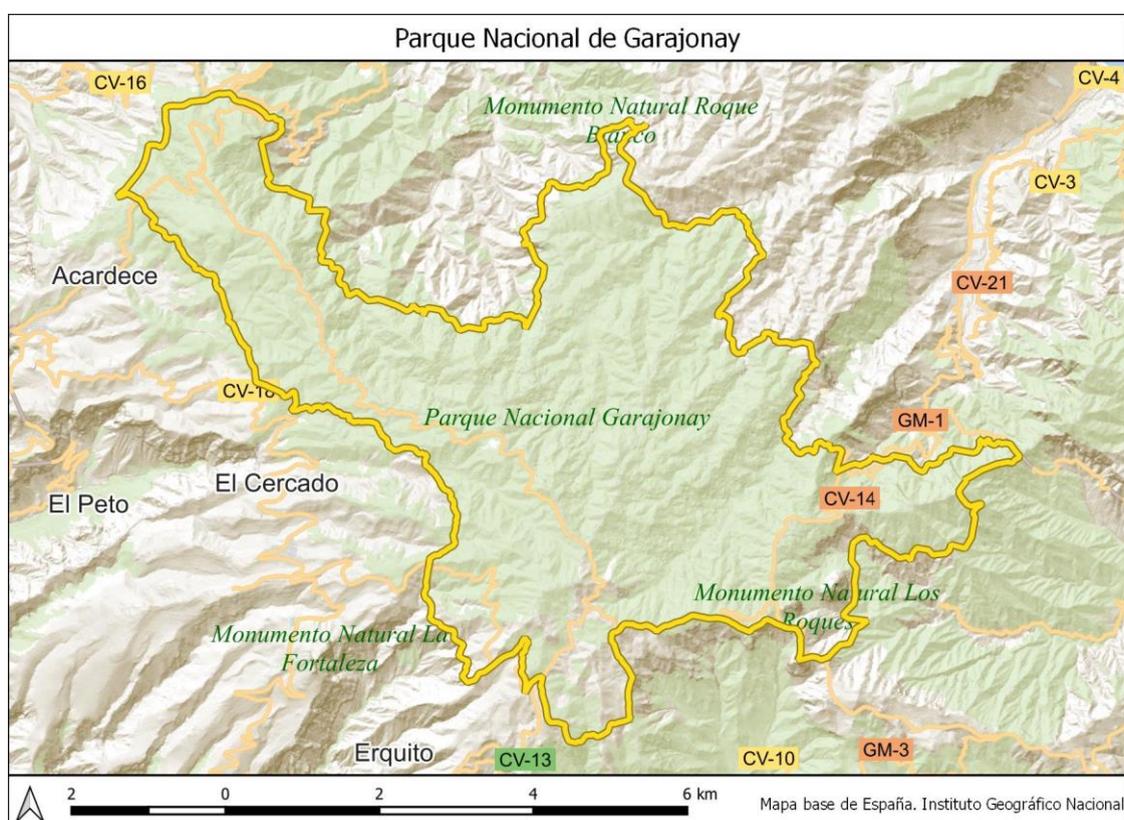


Figura 11. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

La flora del Parque, aunque no es excepcionalmente diversa debido a su pertenencia a un ecosistema insular y a la inclusión en el mismo de un solo piso bioclimático, sí presenta una singularidad extraordinaria por la gran riqueza de especies endémicas, probablemente la mayor de la Red Estatal de Parques en el caso de la flora vascular, que suman entre endemismos gomeros, canarios y macaronésicos un total de 250 especies endémicas.

Destaca la tabaiba dulce (*Euphorbia balsamifera*) cerca de la costa, la tabaiba amarga (*Euphorbia bertheloti*) y el cardón (*Euphorbia canariensis*), acompañados en ocasiones por matorrales de balos (*Plocama pendula*) en la zona baja (200 – 300 m

altitud), el sabinar (*Juniperus phoenicea*), jarales (*Cistus monspeliensis*) y retamares (*Spartocytisus filipes* y *Retama monosperma*) y palmerales (*Phoenix canariensis*) en la zona media y selvas, bosques y matorrales arborescentes, conocidas comúnmente como Monteverde, denominación que engloba la laurisilva caracterizada por bosques desarrollados, localizados en las zonas húmedas orientadas al norte y por el fayal brezal en la zona alta.

2.7. PARQUE NACIONAL DE GUADARRAMA

La Sierra de Guadarrama forma parte del Sistema Central, una larga cadena montañosa, de 500 kilómetros de longitud, que cruza de este a oeste el centro de la Península Ibérica (Figura 12).

Las condiciones de la Sierra, más fresca y húmeda que las mesetas, con una precipitación media anual es de 1223 mm, y su menor transformación por la actividad humana, han convertido a estas montañas en un privilegiado refugio de biodiversidad. En su medio físico destacan sus circos y lagunas glaciares y sus roquedos graníticos; entre sus paisajes vegetales, los ecosistemas de alta montaña y los extensos pinares de pino albar.

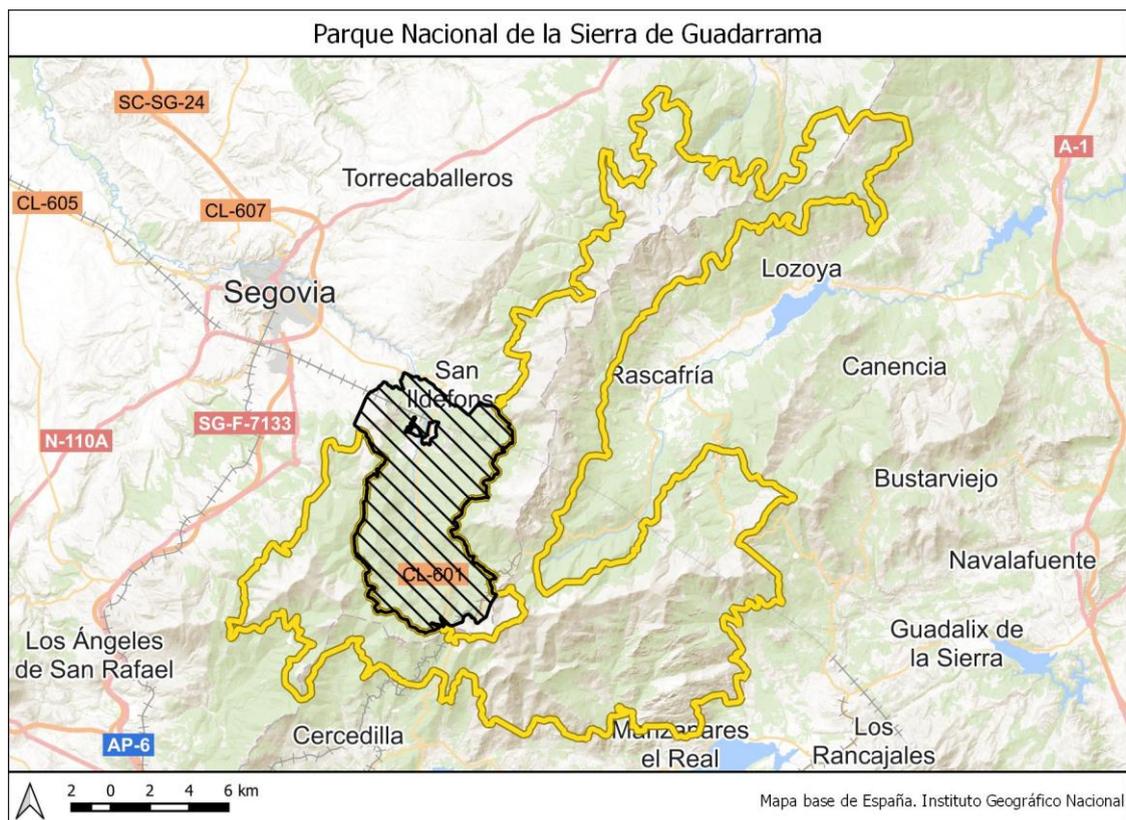


Figura 12. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

Las formaciones vegetales más representativas del Parque Nacional de Guadarrama se componen fundamentalmente de pinares de *Pinus sylvestris* y *halepensis*, encinares (*Quercus ilex*), enebrales (*Juniperus* spp.) y melojares (*Quercus pyrenaica*).

2.8. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS DE GALICIA

El Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia está compuesto por los Archipiélagos de Cíes, Ons, Sálvora y Cortegada y las aguas de su entorno (Figura 13). Las islas forman parte de una cadena montañosa que se hundió en el mar hace varios millones de años.



Figura 13. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

La **flora de los ecosistemas litorales** debe protegerse de la aridez, la sal y el viento. Las playas y dunas, ambientes de gran aridez, obligan a las plantas a presentar especiales adaptaciones: colores claros que reflejen la luz, raíces muy profundas, bulbos de reserva de agua, etc. Son plantas de distribución muy restringida y, por tanto, de protección obligada. El barrón, la azucena de mar y el alhelí de mar son algunas de las especies representativas de estos medios.

Los **acantilados**, zonas de escaso sustrato y enfrentadas a fuertes vientos cargados de salitre, sólo permiten la supervivencia de plantas muy adaptadas. Destaca *Angelica pachycarpa* como planta exclusiva del noroeste peninsular, asociada a los acantilados frecuentados por colonias de gaviotas. Los **matorrales costeros** atlánticos y submediterráneos, dominados por el tojo, presentan algunas especies de carácter submediterráneo como el torvisco y el jaguarzo negro. Como especie propia de este matorral podemos destacar *Cytisus insularis*, una retama exclusiva del parque. Las manchas arbóreas de eucaliptos, pinos y acacias son producto de la repoblación, pero en zonas abrigadas quedan núcleos aislados de especies arbóreas autóctonas como el roble melojo o el endrino. En Cortegada encontramos también espectaculares bosques de laurel.

Ecosistemas submarinos: En el mar, distintos fondos rocosos, bancos de arena, fondos de maërl, fondos de cascajo y bosques de algas crean un gran mosaico de ecosistemas en estas islas y las aguas que los rodean. La extraordinaria riqueza marina de las islas se explica por el afloramiento o ascenso de aguas profundas ricas en nutrientes, que sirven de sustento a pequeños microorganismos, base de la cadena alimentaria.

La circulación de las corrientes marinas y estuáricas, la diversidad de sustratos y el relieve de los fondos dotan al medio marino de distintos escenarios ecológicos que determinan la gran diversidad de flora y fauna marinas. Este es el gran tesoro escondido del parque. La luz y el oleaje, junto con la profundidad y las características del sustrato, condicionan la distribución de la flora marina. En la cara oeste de las islas resaltan las grandes algas pardas de los géneros *Laminaria* y *Saccorhiza*, que forman auténticos bosques submarinos. También destacan los fondos de maërl, que están formados por la agregación de miles de algas coralígenas de pequeño tamaño y de varias especies.

2.9. PARQUE NACIONAL DE MONFRAGÜE

Situado en la provincia de Cáceres, esta área natural puede considerarse como un valle surcado por los ríos Tajo y Tiétar (Figura 14).

Las sierras que delimitan este valle, acogen una importante variedad de biotopos: encinares, bosque y matorral mediterráneo, roquedos, embalses y arroyos, permitiendo la existencia de una rica y variada vida vegetal y animal.

Entre la fauna, representada por más de 280 especies de vertebrados, se encuentran algunas de las especies más significativas de la naturaleza española.

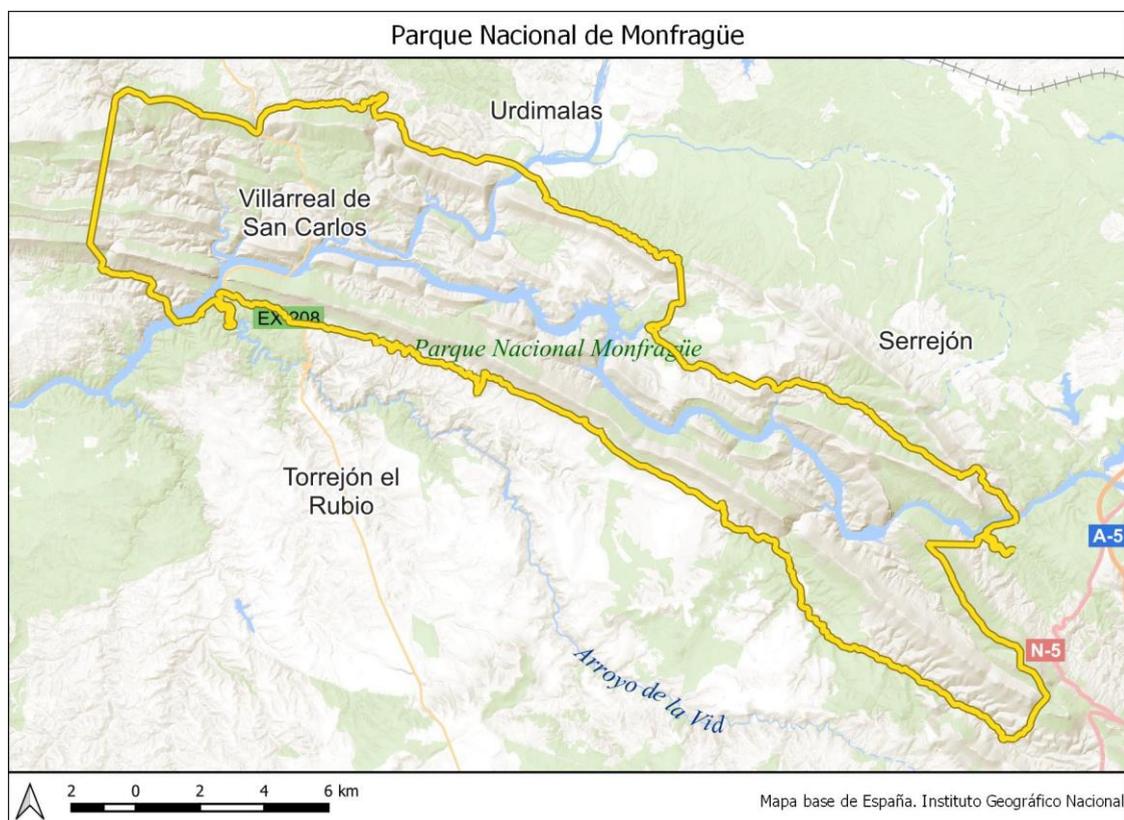


Figura 14. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

2.10. PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido forma parte de la unidad fisiográfica del macizo de Monte Perdido, la montaña calcárea más alta de Europa, con 3.355 metros (Figura 15). Se encuentra enclavado en el Pirineo Aragonés, donde limita con Francia al norte de la provincia de Huesca.

La característica principal de su paisaje es la sucesión de crestas, agujas, profundos valles y cañones que muestran el vigor y energía de las fuerzas que intervinieron en su formación y la juventud aparente de su relieve. Sin embargo, existe un constatado equilibrio entre las formas abruptas debidas a la acción glaciaria y las aplanadas, que se deben a los fenómenos erosivos periglaciares.

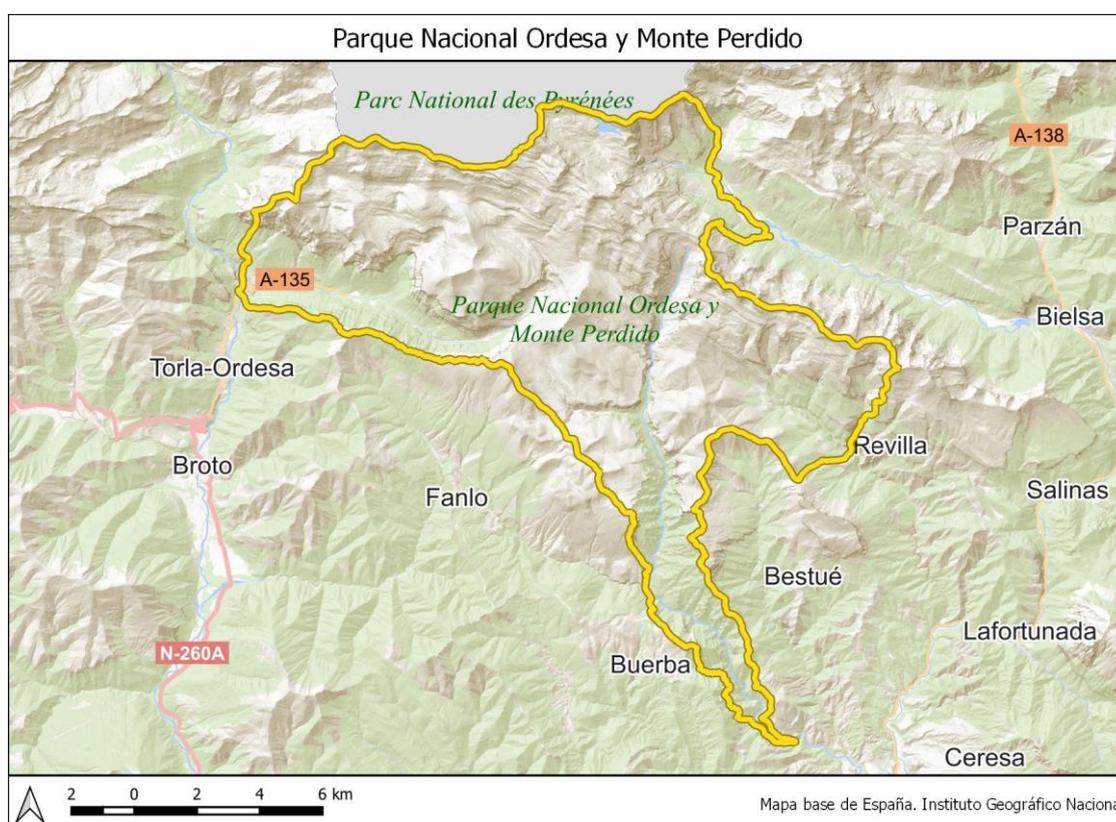


Figura 15. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

Una variedad tan extensa de suelos, diferencias altitudinales, climas, orientaciones y sustratos explica, sin duda, la riqueza biológica que guarda el Parque Nacional.

El catálogo de plantas vasculares del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido incluye más de 1.300 especies diferentes. Esto significa que dentro del territorio del Parque más su Zona Periférica de Protección -unos 350 kilómetros cuadrados- se encuentra representada la mitad de toda la flora presente en el Pirineo aragonés -unas 2.450 especies.

A la diversidad paisajística y de comunidades vegetales existente habría que añadir, por lo tanto, una elevada concentración de especies vegetales que, además,

presentan afinidades muy diversas: atlánticas, boreoalpinas, oromediterráneas, mediterráneas, etc.

Sus grandes superficies de acantilados y paredes albergan una gran cantidad de especies endémicas del Pirineo, como lo son *Borderea pyrenaica* o *Silene borderei*. Asimismo, también da cobijo a fauna tan característica como el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) o el rebeco (*Rupicapra pyrenaica*).

2.11. PARQUE NACIONAL DE PICOS DE EUROPA

Este parque es un macizo montañoso localizado en el norte de España que pertenece a la parte central de la cordillera Cantábrica (Figura 16). Presentan la mayor formación caliza de la Europa Atlántica, con importantes procesos cársticos, simas que llegan a más de 1.000 m, erosión glacial muy patente y presencia de lagos.

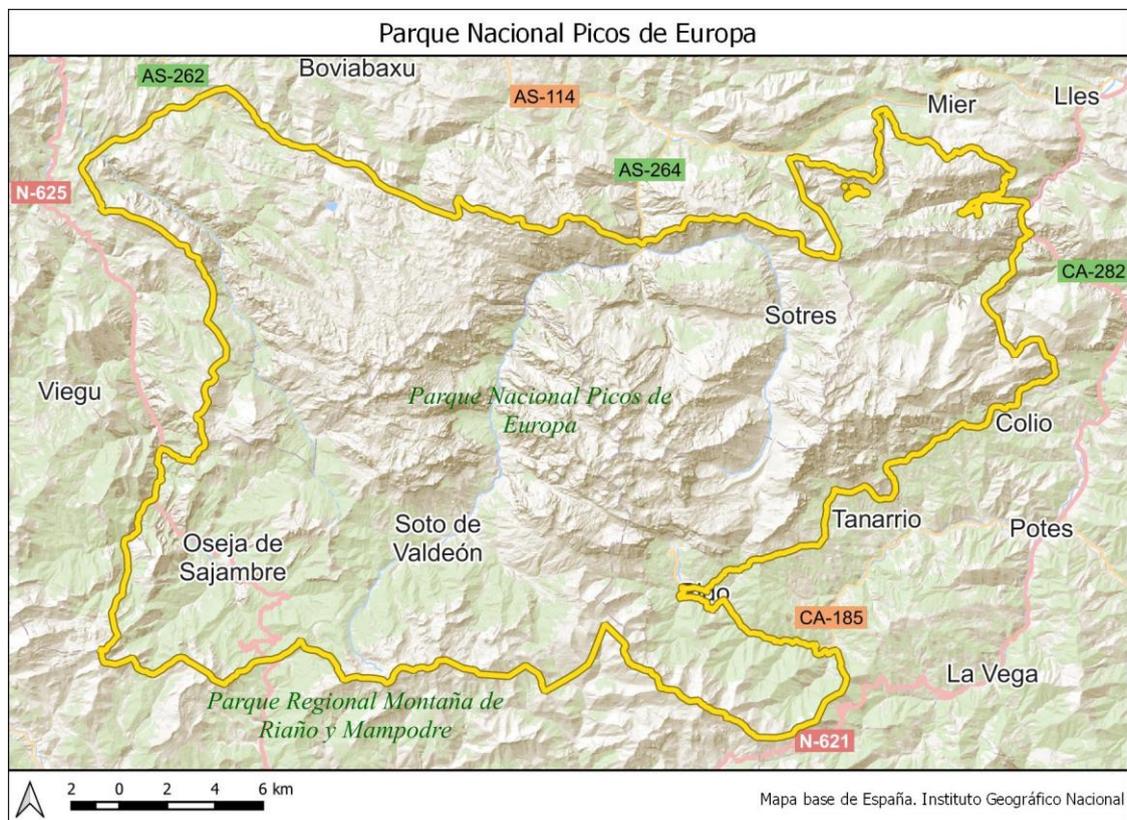


Figura 16. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

Alcanza los 2.648 m de altitud, y se registran más de 1.500 mm de precipitaciones medias anuales. Las formaciones vegetales más representativas son los robledales de *Quercus robur*, los melojares de *Quercus pyrenaica*, los carrascales de *Quercus rotundifolia*, y los hayedos (*Fagus sylvatica*). Por encima de los 1.600 msnm, las condiciones ambientales extremas sólo permiten la presencia de prados subalpinos.

2.12. PARQUE NACIONAL DE SIERRA DE LAS NIEVES

Con una superficie de 22.979,76 hectáreas, este Parque Nacional se incluye íntegramente en la Comunidad Autónoma de Andalucía, en la provincia de Málaga, en el extremo occidental de la Cordillera Bética.

Su estratégica ubicación geográfica, unida a la particular conformación geológica y orográfica y a la complejidad del sustrato, dan lugar a una elevada diversidad ecológica que se manifiesta en una multiplicidad de hábitats, especies y elementos geológicos en un territorio relativamente pequeño (Figura 17).

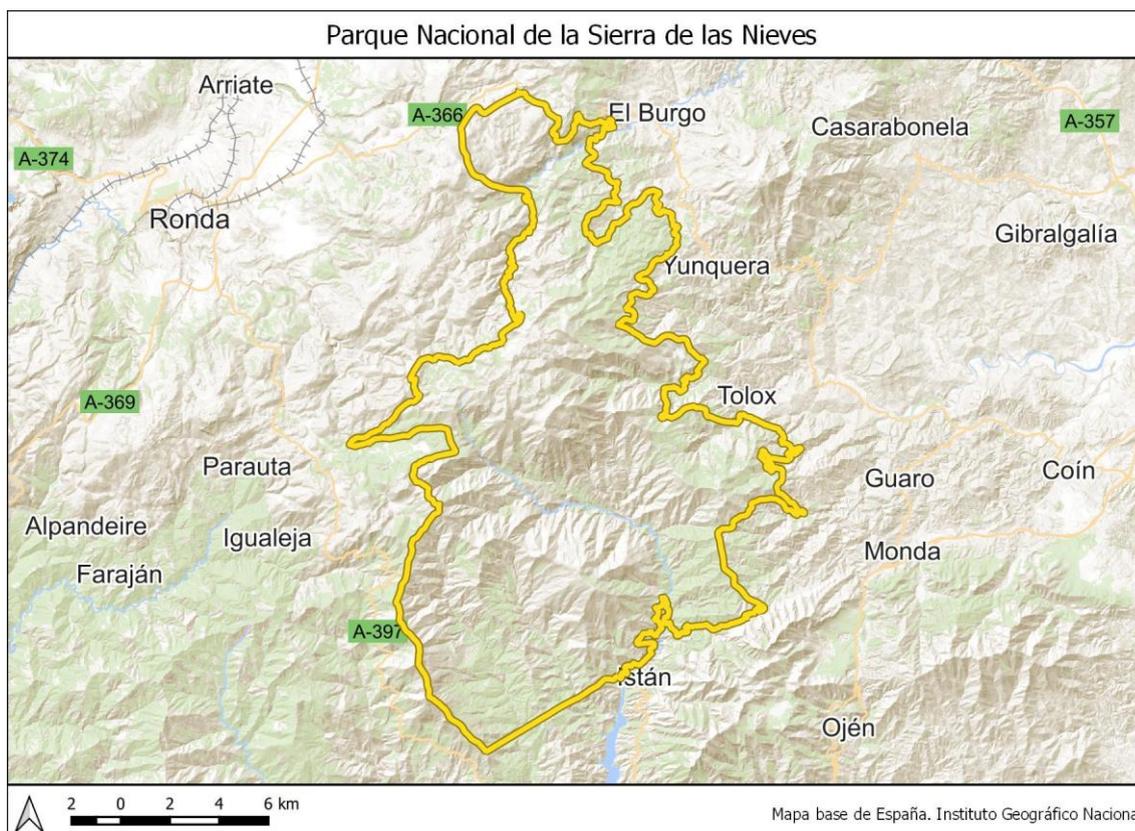


Figura 17. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - **Elaboración propia.**

En el contexto geológico se incrementa la representación del sistema natural «Formas del relieve y elementos geológicos singulares del macizo Ibérico y las cordilleras alpinas», que incorpora las únicas rocas del manto superior que afloran en las cordilleras alpinas ibéricas, las peridotitas. Asimismo, se ve incrementada la representación de los «Sistemas naturales singulares de origen kárstico», con uno de los mejores ejemplos españoles de karst mediterráneo en transición con la alta montaña.

En cuanto a su vegetación, destaca el sistema natural Abetales y pinsapares, que mejora cuantitativa y cualitativamente su representación en el contexto de la Red al incorporar los pinsapares. Integra más de la mitad del total de la superficie ocupada por esta especie. Estas masas constituyen las formaciones más extensas de bosques de pinsapo conservadas en el ámbito peninsular, así como los Pinares de pino negral peridotíticos del sector occidental malacitano, los Sabinas negrales interiores, los Alcornocales húmedos gaditanos y los matorrales almohadillados espinosos y tomillares de pradera.

2.13. PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA

Este parque, situado entre Granada y Almería, representa uno de los sistemas naturales ligados a la media y alta montaña mediterránea (Figura 18). En él se localizan los mayores picos de la Península Ibérica, el Mulhacén (3.482 m) y el Veleta (3.392 m). Su relieve tiene además un extraordinario interés geomorfológico debido a las formas de modelado glacial y periglacial existentes y a la, aún activa, dinámica periglacial que sigue actuando a partir de los 2.500-2.600 m.

En las cumbres, precipitaciones próximas a los 2.000 mm proporcionan una considerable capa de nieve y, por tanto, buena reserva de recursos hídricos.

En Sierra Nevada, los veranos son suaves y los inviernos fríos con heladas frecuentes, especialmente en los pisos oro- y crioromediterráneo. Desde enero hasta agosto las temperaturas experimentan un alza gradual para declinar a partir de septiembre.

Por encima de los 1.800 m de altitud, la precipitación es en forma de nieve al menos en un 30%, y por encima de los 2.500 m en un 95%. De esta forma, se provoca una escorrentía en los esquistos, que es drenada por barrancos y arroyos.

La red hidrográfica es amplia, y está formada por numerosos arroyos, ríos y barrancos, que, alimentados por las nieves, cuentan con poca agua en invierno y un caudal elevado en primavera y principios de verano.

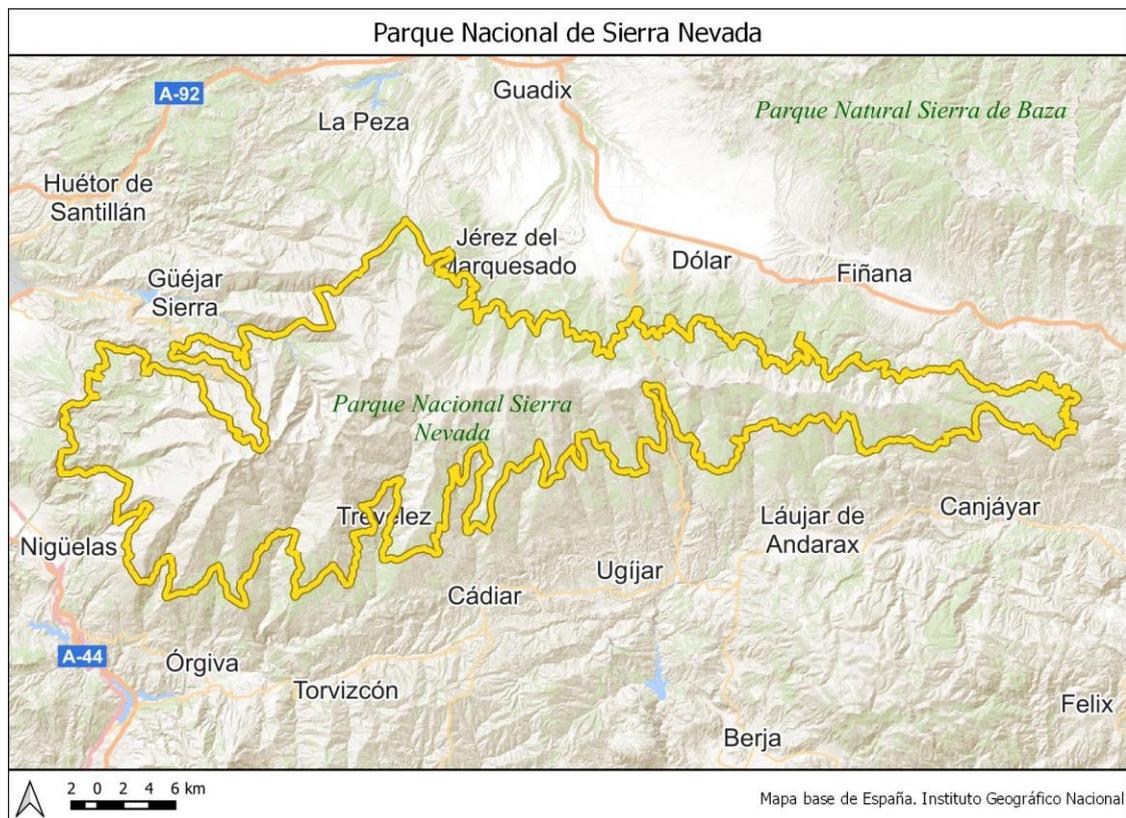


Figura 18. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

La diversidad biológica es el principal valor ecológico de Sierra Nevada, especialmente en lo que se refiere a la flora vascular, con más de 2.100 especies catalogadas de las cerca de 8.000 existentes en la Península Ibérica. Sierra Nevada presenta el 7% de la flora vascular existente en la Región Mediterránea; teniendo en cuenta que este macizo apenas representa una centésima parte de la superficie total de esta región biogeográfica, da una idea de la calidad de esta singular muestra del patrimonio natural.

Destacan especies como los acerales (*Acer granatense*, *A. monspessulanum*), quejigares (*Quercus faginea*), melojares (*Quercus pyrenaica*), encinas (*Quercus rotundifolia*), enebros (*Juniperus oxycedrus*), torvisco (*Daphne gnidium*), rusco (*Ruscus aculeatus*), agracejo (*Berberis hispanica*) y majuelo (*Crataegus monogyna*) en media montaña y pastizales de bajo porte y escasa cobertura (pastizales psicroxerófilos), especies de porte arbóreo y arbustivo (*Pinus sylvestris*, *Juniperus sabina*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica*, *Prunus ramburii*) y un matorral pulvinular en alta montaña.

2.14. PARQUE NACIONAL DE TABLAS DE DAIMIEL

Las Tablas de Daimiel son un humedal prácticamente único en Europa y último representante del ecosistema denominado tablas fluviales, antaño característico de la llanura central de nuestra Península (Figura 19). Es un ecosistema complejo que mezcla las características de una llanura de inundación, producida por los desbordamientos de los ríos Guadiana y Gigüela en su confluencia, con la de un área de descarga de aguas subterráneas procedentes de un acuífero de gran tamaño.

Estos desbordamientos, favorecidos por la escasez de pendiente en el terreno, llevan emparejados el desarrollo de una potente y característica cubierta vegetal que constituye un excepcional hábitat para toda la fauna ligada al medio acuático.

Las Tablas de Daimiel están consideradas como Zona Húmeda de Importancia Internacional en la lista que, al amparo del Convenio de Ramsar, acoge cerca de 200 humedales de Europa y Norte de África. Están estratégicamente situadas en las rutas migratorias de miles de aves y desde hace muchos años han sido utilizadas como zona de reposo. Incluso muchas de estas aves escogen estas zonas para pasar el invierno.

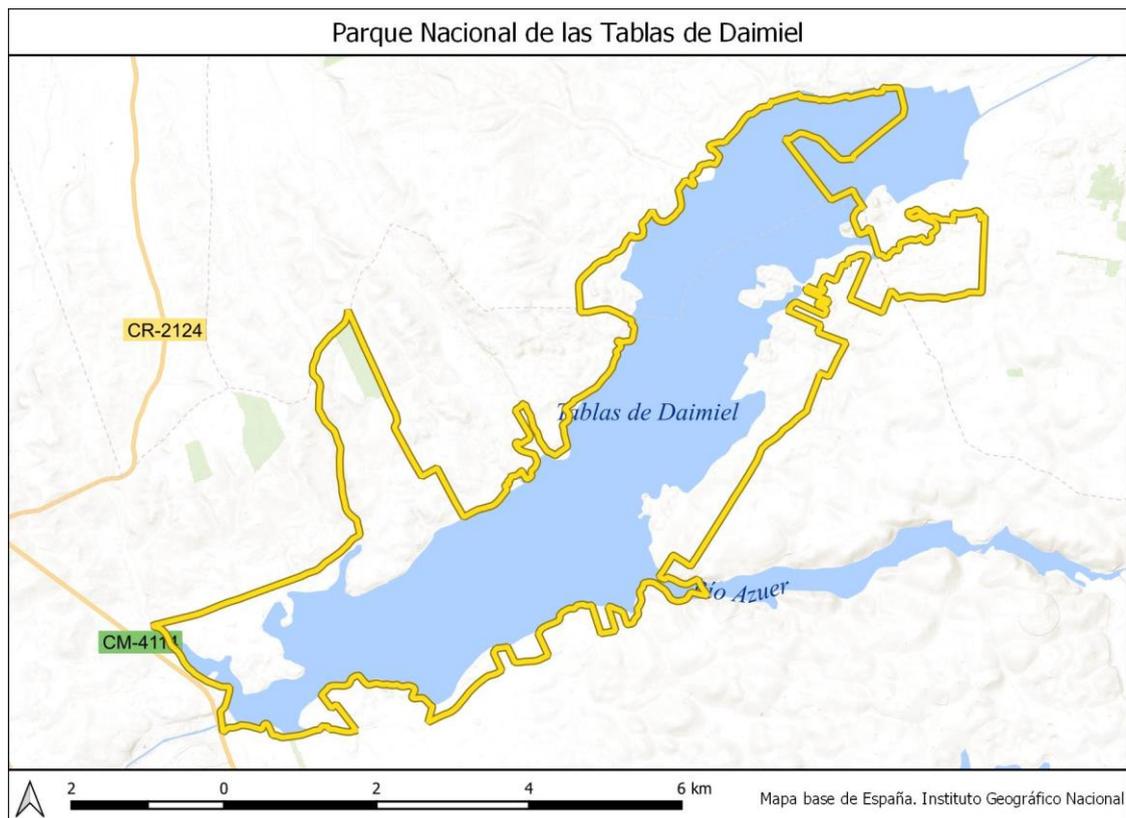


Figura 19. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

La vegetación emergente del parque constituye un elemento clave en el funcionamiento del humedal, ya que juega un papel fundamental en la distribución y el balance de agua, en la sedimentación y en el ciclo de nutrientes (Aguilera et al. 2009, Aguilera et al. 2016). La vegetación se presenta como un mosaico de parches alternantes, cuya composición está determinada fundamentalmente por la estacionalidad de las aguas, la salinidad, la materia orgánica, la microtopografía y la humedad edáfica.

El agua dulce del Guadiana favorece el crecimiento de marjales de carrizo (*Phragmites australis*, *Phragmites communis*), mientras que el agua salobre del Cigüela favorece el crecimiento de la vegetación palustre de masiega (*Cladium mariscus*)- En áreas menos profundas y formando un cinturón discontinuo en la periferia, aparecen grupos de eneas (*Typha domingensis*), bayuncos (*Scirpus lacustris*), castañuelas (*Scirpus maritimus*) y juncos (*Juncus* sp.). Otras de las formaciones características son las praderas de carófitos (*Chara* sp.), conocidas localmente como ovas, que pueden

formar un tapiz casi continuo en los fondos inundados. También son frecuentes los tarayales (*Tamarix sp.*)- En las áreas terrestres del parque aparecen sistemas forestales y dehesas.

2.15. PARQUE NACIONAL DEL TEIDE

Este parque se sitúa en la isla de Tenerife, siendo éste un monumento geológico de los más espectaculares del mundo, en el que los conos volcánicos y las coladas de lava forman un extraordinario conjunto de colores y formas (Figura 20). Presenta un alto porcentaje de especies vegetales endémicas y la importancia en cuanto a número y exclusividad de su fauna invertebrada.

El Parque Nacional tiene en el Pico del Teide (3.718 m) su máxima cota que es, además, el techo de España. El Teide es una formación volcánica que se encuentra situada sobre una antigua y gigantesca depresión calderiforme configurada por dos semicalderas, separadas entre sí por los Roques de García.



Figura 20. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

La vegetación predominante en el parque es el matorral de alta montaña (predominando la retama del Teide, *Spartocytisus supranubius*), cohabitando junto otras especies como la violeta del Teide (*Viola cheiranthifolia*), o la borraza de las cumbres (*Laphangium teydeum*).

2.16. PARQUE NACIONAL DE TIMANFAYA

Situado en la isla de Lanzarote, de origen volcánico, cuenta con una superficie de 5107 hectáreas (Figura 21). En un entorno hostil como es este parque nacional cabría

esperar la ausencia de vegetación, sin embargo, las plantas se han adaptado a unas condiciones desfavorables desarrollando estructuras especiales para soportar la elevada insolación y la escasez de agua.

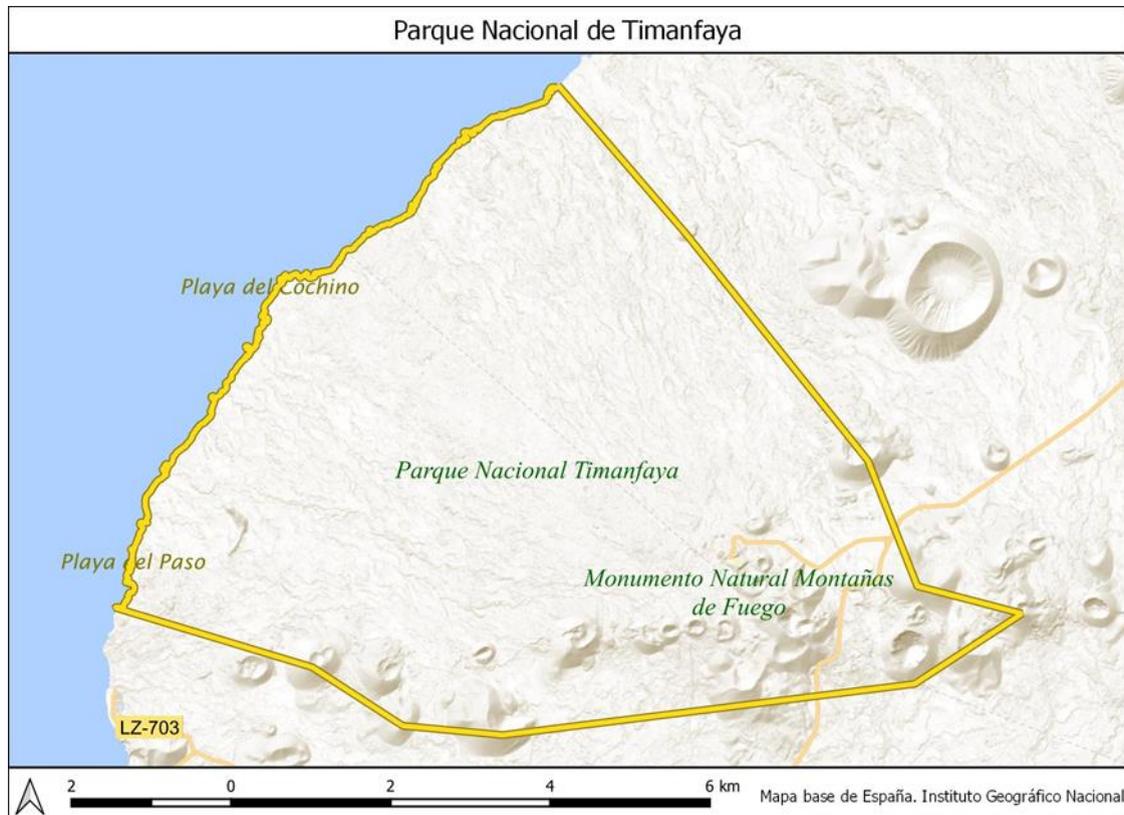


Figura 21. Parque Nacional. Mapa base de España. IGN - Elaboración propia.

Las especies vegetales dominantes en Timanfaya no son arbóreas ni llamativas. La reciente historia geológica sólo ha permitido a los líquenes reinar en la inmensidad volcánica del territorio. Son el primer eslabón de la colonización vegetal de la lava. Los líquenes van desmenuzando la roca, creando tierra fértil, preparando el asentamiento de organismos más exigentes en suelo y agua, pues degradan el mineral para crear suelo donde puedan prosperar otras especies vegetales. Este fenómeno se desarrolla muy lentamente y es el punto de partida para que pueda instalarse una compleja comunidad de plantas.

En el Parque Nacional, podemos encontrar unas 150 especies de líquenes. Presentan una gran variedad de formas y colores y aportan al paisaje sus propios matices a la riqueza cromática de las lavas.

En Timanfaya podemos observar como una planta propia de lugares muy húmedos crece entre las cenizas volcánicas de una isla de características climáticas desérticas. Es el caso de ciertos juncales, que aparecen en formaciones en línea o arco en lugares proclives a la existencia de agua bajo la superficie.

3. METODOLOGÍA Y MATERIALES

3.1. PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA REMOTE.

En la siguiente tabla se presenta las características de los productos utilizados (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los productos utilizados.

Productos	Resolución temporal (días)	Resolución espacial (m)	Archivo histórico (año)	Número de bandas (número)
Landsat (L5 TM, L7 ETM+, L8 OLI)	16	30	1984 - actualidad	7 (L5), 8 (L7), 11 (L8)
MODIS (MOD13Q1)	16	231	2001 - actualidad	2
Sentinel 2 (2A y 2B)	5	10/20/60	2017 - actualidad	13
CMEMS (CHL)	1	1000	1997 - actualidad	1
CMEMS (Temperatura)	1	1000	1982 - actualidad	1

Datos Landsat

El programa *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) es fruto de la cooperación entre la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) y el *United States Geological Survey's* (USGS).

Las imágenes Landsat utilizadas presentan resolución espacial de 30 x 30 metros y un periodo de revisita de 16 días, con un histórico desde 1984 hasta la actualidad. Incluye datos de Landsat 5 TM (sensor *Thematic Mapper*), Landsat 7 ETM+ (sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus*) y Landsat 8 OLI (sensor *Operational Land Imager*).

Con estas imágenes, se genera un compuesto mensual sintético de los índices de verdor Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, en adelante NDVI) y Índice de Vegetación Mejorado (*Enhanced vegetation index*, en adelante EVI).

En este informe se presentan únicamente los resultados obtenidos con el índice EVI, aunque en el proyecto se calculan ambos índices.

Datos MODIS

El espectrorradiómetro de imágenes de media resolución (MODIS) es un sensor multiespectral a bordo de los satélites TERRA y AQUA, lanzados en 1999 y 2002 respectivamente. Pertenecen al grupo de los proyectos Earth Observing System (EOS) de la NASA.

Se utiliza el producto sintético de la NASA MOD13Q1, generado cada 16 días con una resolución espacial de 250 metros. El producto MOD13Q1 v061 proporciona dos capas de vegetación primaria (EVI y NDVI). El algoritmo mantiene como válido el máximo valor registrado dentro de un intervalo de tiempo concreto con el objetivo de minimizar el efecto de las nubes y conseguir la máxima calidad y representatividad del período de 16 días.

En este proyecto se utiliza se analiza los índices de vegetación EVI y NDVI.

Datos Sentinel 2

Los Sentinel son un conjunto de satélites diseñada para proporcionar abundantes datos e imágenes al programa Copernicus, de la Comisión Europea.

Estas imágenes presentan una resolución espacial de 10 x 10 metros, un periodo de revisita de 5 días y con un histórico desde 2017 hasta la actualidad. Está formado por dos satélites: Sentinel 2A y 2B, los cuales incorporan el sensor *Multispectral Instrument* (en adelante MSI). Se analizan los índices de vegetación EVI, NDVI, así como el índice de masa de agua (MNDWI).

Servicio de Vigilancia Ambiental Marítimo (en adelante CMEMS).

El Servicio de Vigilancia Medioambiental Marina de Copernicus proporciona información de referencia regular y sistemática sobre el estado físico y biogeoquímico, la variabilidad y la dinámica de los ecosistemas oceánicos y marinos, relativa tanto al océano mundial como a los mares regionales europeos.

Se descargan imágenes diarias de productos de temperatura superficial (en adelante SST) y clorofila (en adelante CHL) generados con una resolución espacial de 1x1km o 4x4 km y con un histórico desde 1982 hasta la actualidad en el caso de la temperatura superficial del mar y desde 1997 hasta la actualidad de clorofila. Con estas imágenes, se generan un compuesto semanal de las dos variables analizadas en los parques marítimos – terrestres (Parque Nacional Marítimo – Terrestre de las Islas Atlánticas y Cabrera)

3.2. ÍNDICES DE TELEDETECCIÓN UTILIZADOS

3.2.1. Enhanced vegetation index (EVI)

El Índice de Vegetación Mejorado es empleado en el análisis de superficies con grandes cantidades de clorofila, dado que mayor sensibilidad en las regiones de alta biomasa:

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(MIR + C \times RED - C2 \times BLUE + L)}$$

Los valores oscilan entre - 1 y 1, siendo vegetación los que se encuentran entre 0 y 1.

3.2.2. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

El índice de Vegetación de Diferencia Normalizada es un índice ampliamente utilizado en teledetección y estudios ambientales para evaluar la salud y la densidad de la vegetación en un área específica:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Los valores oscilan entre - 1 y 1, siendo vegetación los que se encuentran entre 0 y 1.

3.3. PREPROCESADO DE LAS IMÁGENES SATÉLITALES DEL SISTEMA REMOTE

A continuación, se presentan la metodología empleada en el preprocesado de las imágenes satelitales. Desde el punto de vista técnico, las herramientas utilizadas están desarrolladas en Google Earth Engine (GEE) y en los lenguajes Python y R.

3.3.1. PREPROCESADO DE LAS IMÁGENES SATÉLITALES DEL SISTEMA REMOTE EN EL AMBITO TERRESTRE

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se expone el flujo de trabajo llevado a cabo en el preprocesado de las imágenes de los diferentes satélites.

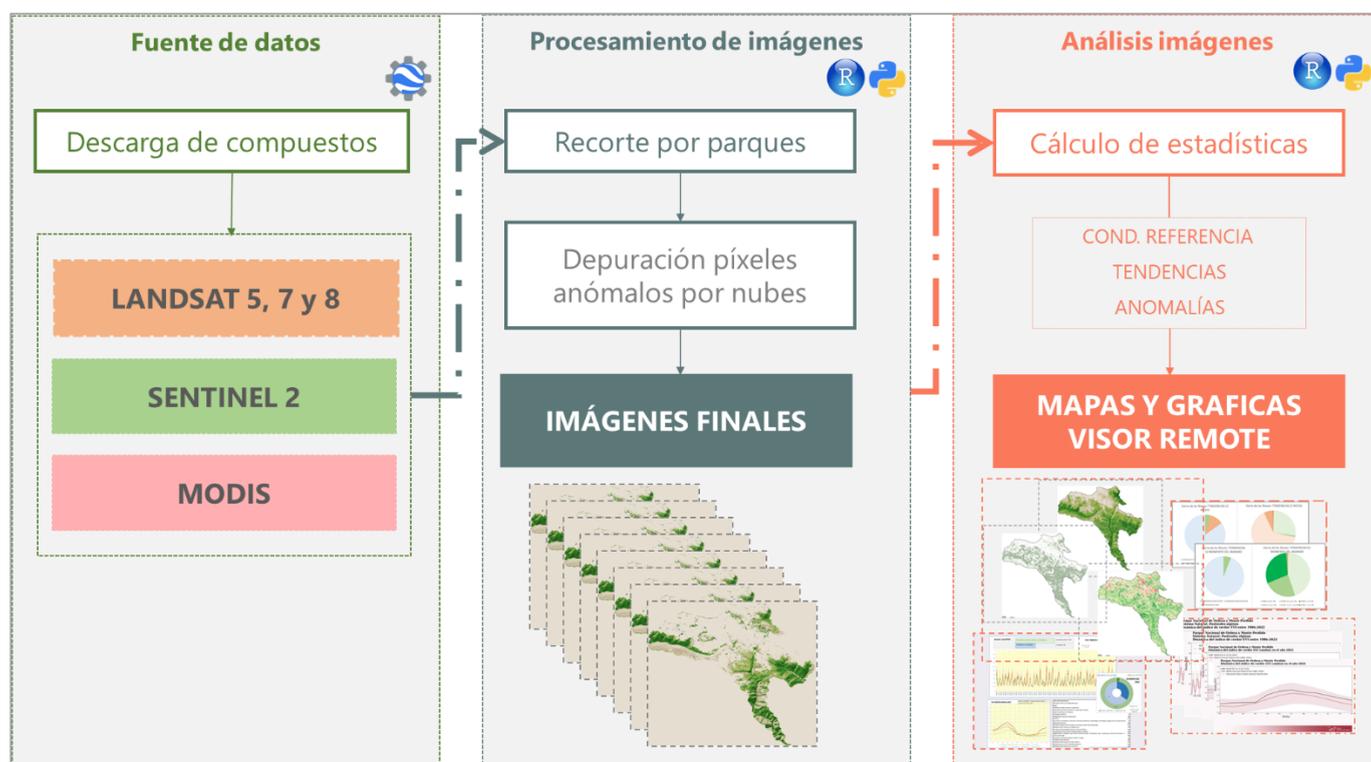


Figura 22. Metodología de trabajo en el sistema REMOTE – Terrestre.

En las imágenes descargadas en Google Earth Engine, se ha llevado a cabo en primer lugar, la eliminación de píxeles correspondientes a aerosoles, nubes y sombras de nubes. En segundo lugar, se realizará el rellenado de los píxeles que no tienen dato.

La ausencia de dato en un píxel puede deberse a la presencia de nubes, nieve, o por no cumplir las condiciones de calidad requeridas. Este proceso se lleva a cabo píxel a píxel y se aplicará en aquellos compuestos sintéticos donde el píxel no tenga dato con motivo, por ejemplo, de presencia de nubes.

Este rellenado consiste en realizar una interpolación lineal entre los valores del píxel en los compuestos sintéticos anteriores y posteriores al compuesto sin dato, y se ejecutará siempre y cuando el periodo sin dato no supere 2 meses consecutivos, en cuyo caso, el píxel quedará sin rellenar en esas imágenes.

Seguido de esto se calculan los índices de vegetación EVI y NDVI, incluyendo el índice de masa de aguas en el caso de Sentinel 2. Posteriormente, se generan compuestos mensuales en el caso de las imágenes de Landsat, y compuestos quincenales para las imágenes de MODIS y Sentinel-2. Este compuesto se conforma mediante la selección de los valores máximos de los píxeles correspondientes a la fecha en cuestión.

Una vez descargadas las imágenes, se realiza una preparación de las imágenes, en el cual se modifican valores nulos, se recortan las imágenes al margen del área de influencia socioeconómica, se realiza una depuración de valores anómalos producto de nubes y sus sombras principalmente; y finalmente, se eliminan los valores que se encuentren por encima de 1 o por debajo de 0.

En cuanto a las imágenes Landsat, se obtendrán las imágenes a partir de las imágenes Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8, con nivel de procesamiento L2 (Surface Reflectance).

Debido a que existen pequeñas diferencias entre las características espectrales del sensor TM y ETM con respecto al sensor OLI, se ha realizado la armonización de la reflectancia superficial de los sensores TM y ETM+ con la reflectancia superficial del sensor OLI, mediante la transformación lineal del espacio espectral ETM + al espacio espectral OLI de acuerdo con los coeficientes de la pendiente (slopes) y el intercepto (itcps) presentados en Roy et al. (2016).

En el caso de MODIS, se descargan el producto MOD13Q1 v061, el cual selecciona píxeles con más de un 70% de homogeneidad en su cobertura vegetal.

En cuanto a las imágenes Sentinel 2, se obtendrán los compuestos quincenales a partir de las imágenes Sentinel 2A y 2B, con niveles de reflectancia por debajo de la atmósfera (BOA).

3.3.2. Preprocesado de los productos de CMEMS (CHL y SST)

En la Figura 23 se expone la metodología empleada en el preprocesado de los productos del medio Marino.

En cuanto a la descarga de los datos se lleva a cabo a través de peticiones al servidor *motu-client* de cada producto, en función de los argumentos que se deseen.

Para ello, se ha diseñado una sencilla interfaz de usuario (GUI), que permita al usuario seleccionar los productos que desea con las ventanas espaciales y temporales que más le interesen. De este modo, se descargan imágenes diarias de clorofila y temperatura superficial del mar Atlántico y el Mar Mediterráneo.

Seguido de esto, se generan los compuestos semanales de ambas variables, seleccionando el valor medio del píxel en esa semana y se recortan las imágenes por el área de estudio.

Finalmente, se calculan las medias de las áreas de estudio y sus desviaciones típicas y se generan gráficas con los resultados.

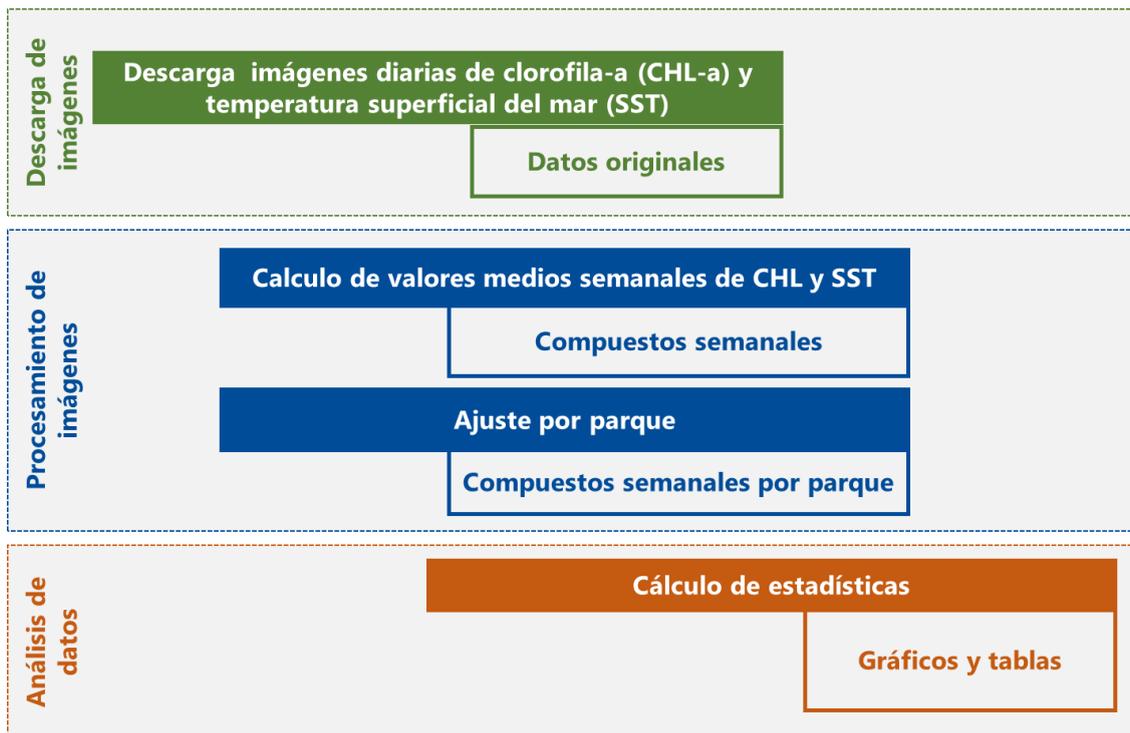


Figura 23. Metodología de trabajo en el sistema REMOTE - Marino.

3.4. INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS

Los ecosistemas están cambiando continuamente, y tal cambio puede ser dividido en tres categorías: (1) cambio estacional, generalmente determinado por la interacción entre el clima y los fenómenos biológicos de ritmo periódico (fenología); (2) cambio gradual, debido a la variabilidad interanual en las condiciones climáticas o a cambios en el uso y la condición de la superficie terrestre, y (3) cambios abruptos, causados por perturbaciones tales como la deforestación, urbanización, inundaciones o fuegos.

La detección de estos cambios puede proporcionar una información muy útil no sólo sobre la dinámica de los ecosistemas, sino también sobre los factores naturales o antrópicos que subyacen a tales cambios, y en consecuencia poner en marcha estrategias de gestión orientadas a la causa que los origina.

La principal ventaja de la teledetección es que tiene la capacidad de proporcionar mediciones consistentes del estado de la cubierta vegetal en áreas extensas, y de una forma repetida a lo largo del tiempo. Así, a través del análisis de las series temporales de imágenes de satélite, es posible el seguimiento de la dinámica de los ecosistemas a largo plazo, con un mínimo coste, y en grandes porciones de territorio.

La frecuencia temporal con la que se proveen las imágenes con las que se trabaja, permite la construcción de una curva anual que describe el comportamiento de los píxeles (porciones de territorio correspondientes a un ecosistema) de una manera dinámica a lo largo del año (Figura 24).

A partir de la parametrización de esta curva se obtienen **atributos que describen el funcionamiento del ecosistema** (Figura 24, Tabla 3), que pueden ser usados como indicadores ambientales debido a su significado ecológico (Pettorelli et al., 2005, Alcaraz-Segura et al. 2009).

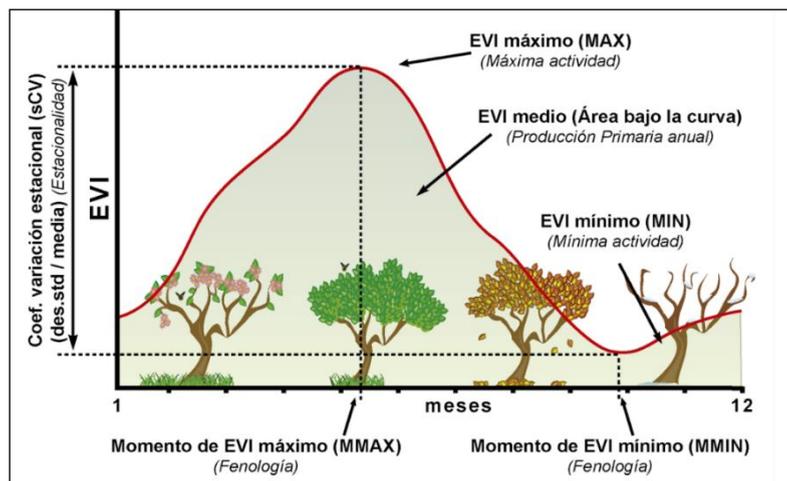


Figura 24. Curva anual índice de verdor. Dinámica del índice de verdor (EVI o NDVI) e indicadores del funcionamiento derivados de su parametrización. Cabello, J., Reyes, A.

Tabla 3. Indicadores sistema REMOTE. Indicadores utilizados en el sistema REMOTE para el seguimiento del funcionamiento de los ecosistemas: definición y significado biológico.
Elaboración propia sistema REMOTE.

Indicador	Tipo de métrica	Definición	Cálculo	Significado biológico
EVI	Puntual (un valor para cada compuesto mensual). Se obtienen 12 valores de EVI para cada año.	Índice de vegetación mejorado (EVI por sus siglas en inglés Enhanced Vegetation Index)	A partir de la actividad de la vegetación en las bandas electromagnéticas del infrarrojo cercano y el rojo. A diferencia del NDVI también tiene en cuenta la banda del azul para corregir las influencias de los aerosoles.	Es un indicador del vigor de la vegetación en un momento dado. REMOTE puede usar tanto el NDVI (índice de Vegetación Normalizado) como el EVI. Mientras que el NDVI es sensible a la clorofila, el EVI es más sensible a las variaciones estructurales del dosel vegetal. Ambos se complementan entre sí en estudios globales de vegetación y mejoran la detección de los cambios en la vegetación y la extracción de parámetros biofísicos del dosel vegetal.
EVI medio	Anual	Subrogado de la producción primaria	Se estima a partir del promedio a lo largo de una serie temporal de los valores anuales (compuestos a partir de los observados en las 12 fechas) de EVI observados	Representa un atributo funcional a nivel de ecosistema, ya que considerando el modelo de Monteith, puede ser usado como un subrogado de la producción primaria neta (PPN) en áreas extensas. La PPN es considerada por GEOBON como una variable esencial para el seguimiento de la biodiversidad a escala global. Por otra parte, la PPN corresponde a las ganancias de carbono que realiza la vegetación, por lo que puede ser empleada para evaluar el papel de los ecosistemas en el secuestro de carbono, y, por tanto, en la mitigación del cambio climático.
Coefficiente de variación estacional del EVI	Anual	Subrogado de la estacionalidad en el verdor de la vegetación	Relación entre el valor medio de EVI y su desvío estándar intra-anual	Representa un atributo funcional a nivel de ecosistema, ya que proporciona una idea de la variabilidad intra-anual de la actividad de la vegetación y, por tanto, de la estacionalidad de las ganancias de carbono en el ecosistema. En general, cuando esta variabilidad se debe a cambios estacionales en la temperatura (ecosistemas limitados por energía), los valores altos de este índice están relacionados con la presencia de tipos de vegetación caducifolia, mientras valores bajos indican la presencia de vegetación perenne. En ecosistemas áridos (limitados por agua) la estacionalidad suele estar relacionada con la dinámica estacional de la precipitación.
Fecha del máximo valor de EVI	Anual	Subrogado de la fenología en el verdor de la vegetación	Identificación de la fecha en la que el EVI alcanza el mayor valor en el año.	Representa un atributo funcional del ecosistema ya que proporciona información de cómo afectan las variables meteorológicas al ciclo periódico o estacional de la capacidad fotosintética del dosel de la vegetación y, por tanto, a la fenología de las ganancias de carbono en el ecosistema. Los ciclos de vida de numerosos organismos heterótrofos están acoplados a la disponibilidad de biomasa vegetal, por este motivo el estudio de los cambios en este atributo puede ser útil para evaluar el efecto de los cambios climáticos estacionales sobre especies de preocupación para la conservación.

De este modo se obtiene información referida a los siguientes aspectos de la dinámica del funcionamiento ecosistémico: 1) el rango de variabilidad natural o rango histórico de variabilidad de atributos funcionales relacionados con la capacidad fotosintética de los ecosistemas (condiciones de referencia); 2) la identificación de patrones graduales de cambio en dicha capacidad (tendencias); y 3) la detección de eventos u observaciones que no siguen un patrón esperado a lo largo de la serie temporal (anomalías) o en el año en curso (alertas).

La caracterización de estos tres componentes para evaluar el cambio se hace, en general, a partir de estadísticos sencillos. Así, las condiciones de referencia son derivadas a partir del promedio de los valores de verdor de la vegetación observados a lo largo de la serie temporal. Estos valores promedio son generados anualmente (métricas anuales de productividad, estacionalidad y fenología) o por compuestos (valores medios del índice de verdor para cada compuesto mensual).

Dado que no es posible asumir linealidad en los datos de las series temporales, para el caso de las tendencias, su existencia es testada a través de métodos no paramétricos. Es por esto que se emplea el test de tendencias de Mann-Kendall, con un nivel de significación (alfa) para el test establecido en 0.10.

De esta forma asumimos que existe sólo un riesgo del 10% al afirmar que existen tendencias de cambio cuando en realidad no las hay. En cuanto a las anomalías observadas en los parques nacionales, se ha analizado la diferencia entre el EVI de un momento de un año determinado y su promedio histórico para el mismo momento en toda la serie histórica.

Finalmente, las anomalías identifican aquellas observaciones que se desvían de la media estimada para el periodo de estudio.

La información que proporciona el sistema REMOTE a través de mapas y gráficos sobre estos aspectos es masiva, es decir, no enfatiza en el seguimiento de fenómenos o procesos concretos, por lo que en el informe que se presenta proporciona sólo una visión general de los cambios que están aconteciendo en el funcionamiento de los ecosistemas incluidos en los Parques Nacionales de España. Para aumentar la aplicabilidad de los resultados que proporciona el sistema REMOTE es conveniente plantear cuestiones e identificar entidades paisajísticas concretas para las que se requiera el seguimiento a largo plazo de atributos funcionales de los ecosistemas. En este sentido en cada parque se ha incluido el análisis de un sistema natural representativo, pero los cambios observados tendrán mayor potencia si son interpretados a la luz de preocupaciones concretas de gestión, tales como la evaluación de los efectos del cambio climático, de tratamientos silvícolas, o de la afección por plagas.

Paralelamente a este trabajo, se están identificando problemas de gestión de acuerdo con los gestores y científicos de los parques, que puedan tratarse específicamente a partir del análisis de las imágenes satelitales.

3.5. PAUTAS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.5.1. Condiciones de referencia

Ofrecen una visión sobre la dinámica estacional media del verdor de la vegetación durante el periodo 1984/2021. Como información complementaria, se incluyen los mapas y gráficas sobre los momentos de los mínimos y máximos del verdor calculados sobre el año medio obtenido para esta serie temporal (Figura 25).

Para la elaboración de estos mapas se ha escogido una gama de colores que va desde los marrones para las zonas con índices cercanos al cero, hasta los verdes intensos para los valores más elevados.

Esta gradación cromática facilita la interpretación de los mapas, ya que aporta una sensación de vegetación para los índices elevados, mientras que para los más bajos recuerda a zonas sin vegetación.



Figura 25. CONDICIONES DE REFERENCIA. Leyenda unificada para toda la Red de Parques Nacionales.

Este rango se inicia en el 0 para las zonas en las que el EVI es nulo, y llega a 1.0 como valor máximo representado.

3.5.2. Tendencias

Tendencia en el EVI medio (Productividad): Muestra la distribución espacial del cambio (tendencias) en la producción primaria (EVI medio anual). Marrones: descenso en el verdor durante la serie temporal. Verdes: incremento del verdor.

Tendencia en el coeficiente de variación del EVI (Estacionalidad): Muestra la distribución espacial del cambio (tendencias) en la estacionalidad del verdor (Coef. Variación EVI). Valores bajos (marrones) muestran zonas que son menos estacionales, mientras que los altos (verdes) muestran zonas cada vez más estacionales.

Tendencia en la fecha del momento máximo del EVI (Fenología): Muestra la distribución espacial del cambio (tendencias) en la fecha del máximo verdor. Los valores bajos (marrones) muestran que la fecha del máximo verdor se está adelantado, mientras que los valores altos (verdes) implican que el máximo verdor se atrasa.

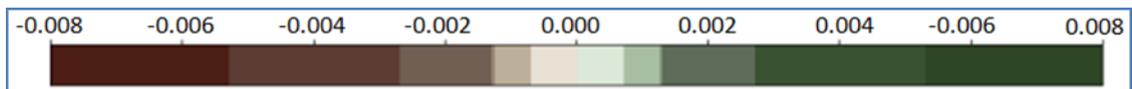


Figura 26. Leyenda utilizada para las tendencias.

3.5.3. Anomalías

Anomalías en el EVI 2021 con respecto a la media EVI histórica (Productividad): Muestra la distribución espacial de los valores anómalos. Valores altos indican que los valores en el año 2021 son superiores a la media, mientras que los valores bajos muestran valores inferiores a la media (Figura 27).

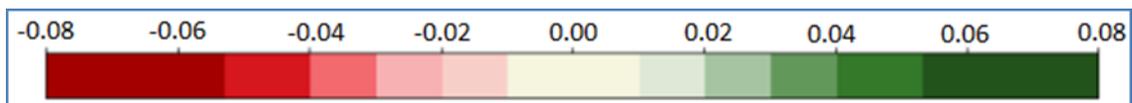


Figura 27. Leyenda de las anomalías.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, de los cuales se han generado mapas e imágenes ráster para interpretar el estado, tendencia y aparición de anomalías en el comportamiento del índice de verdor. Esta información puede consultarse y descargarse en el visor web del sistema REMOTE.

Este informe se centra principalmente en los resultados Landsat con el índice EVI, ya que cuenta con una serie temporal desde 1984 y una resolución espacial de 30 x 30 metros.

En el caso de MODIS, es ideal para supervisar los cambios a gran escala en la biosfera que están aportando nuevos conocimientos sobre el funcionamiento del ciclo global del carbono, tienen la ventaja de que cuentan con una serie temporal muy completa que se inició en 2001,

Sin embargo, su resolución espacial es de 250x250 metros., lo que provoca que en parques pequeños o que muestran muy escasa cobertura vegetal (Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia, Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera, y Parque Nacional de Timanfaya) no es satisfactorio para un estudio detallado, debido a su reducida superficie, la presencia de áreas marinas, o la escasez de la cobertura vegetal.

Además, en este informe se pretenden ofrecer los primeros resultados obtenidos con el satélite Sentinel 2, debido a que éste ofrece una mejora considerable en cuanto a la resolución espacial (10x10 metros) y ofrecen una revisita de 5 días, lo que permite un monitoreo más frecuente de cambios en la superficie terrestre, como el crecimiento de cultivos o cambios en la cobertura terrestre.

4.1. PARQUE NACIONAL DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI

En la siguiente figura se expone el valor medio mensual del índice de verdor EVI entre 1984 y 2023. La vegetación muestra su punto más bajo de verdor durante el invierno y alcanza su apogeo en las primeras semanas del verano.

La productividad experimenta un rápido aumento hacia mediados de la primavera, probablemente debido al deshielo, alcanzando su punto máximo en las primeras fechas del verano. Posteriormente, la productividad disminuye gradualmente hasta llegar a niveles mínimos a finales del otoño.

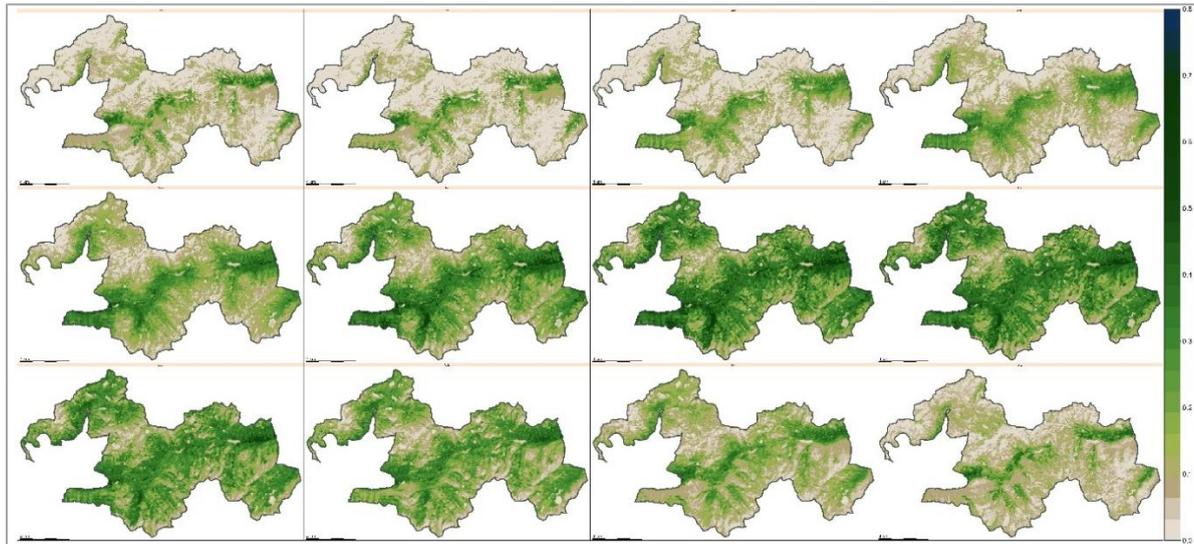


Figura 28. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

La variación en el verdor durante 2022 siguió un patrón similar al promedio histórico, con veranos ligeramente por encima de la norma, pero aún dentro del rango de variación típico para este período.

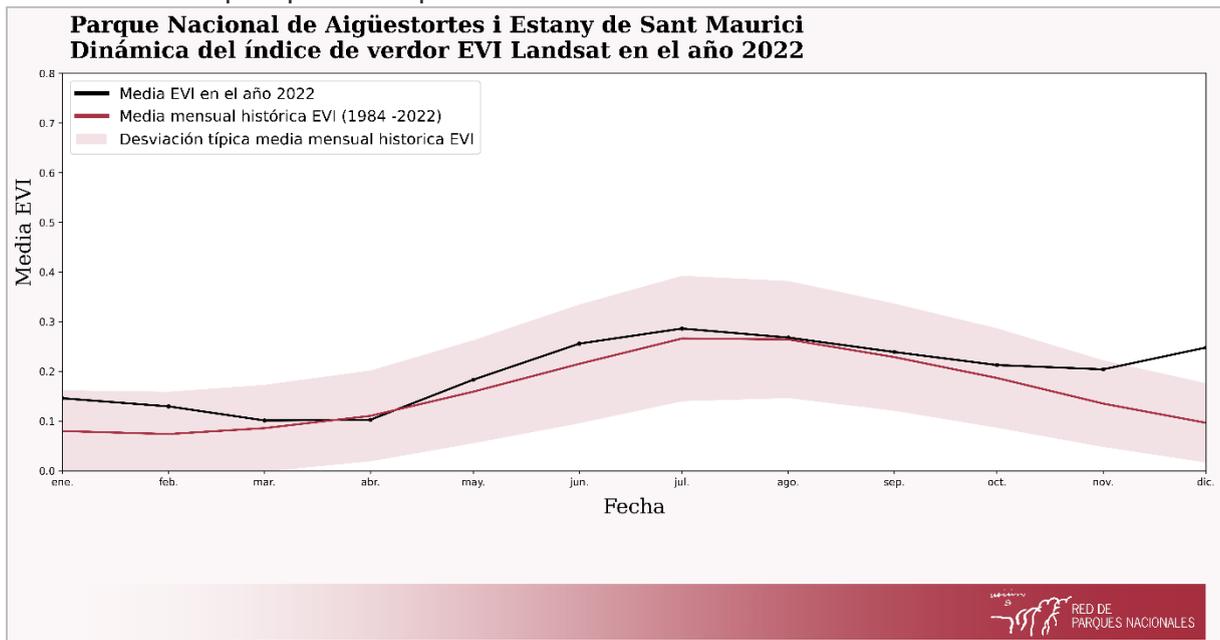


Figura 29. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

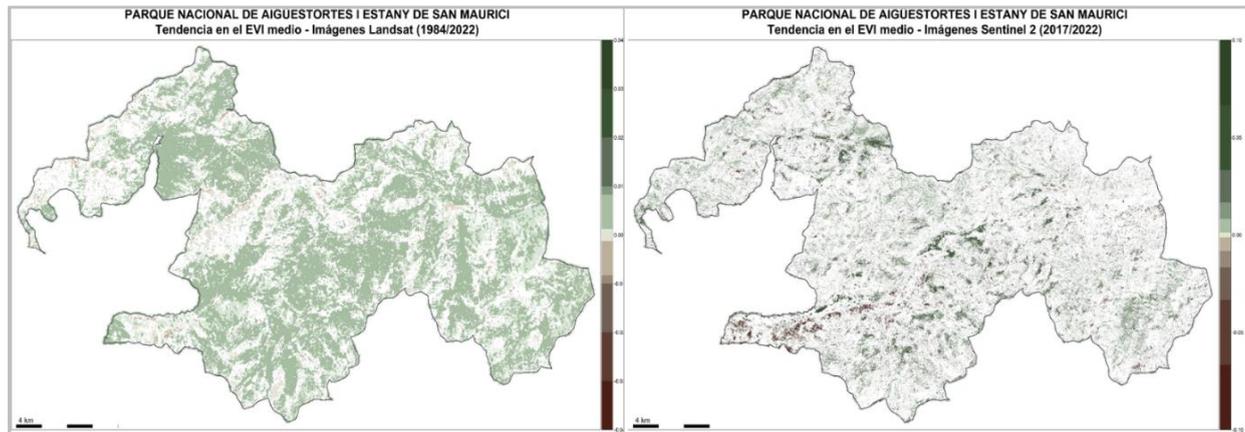


Figura 30. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

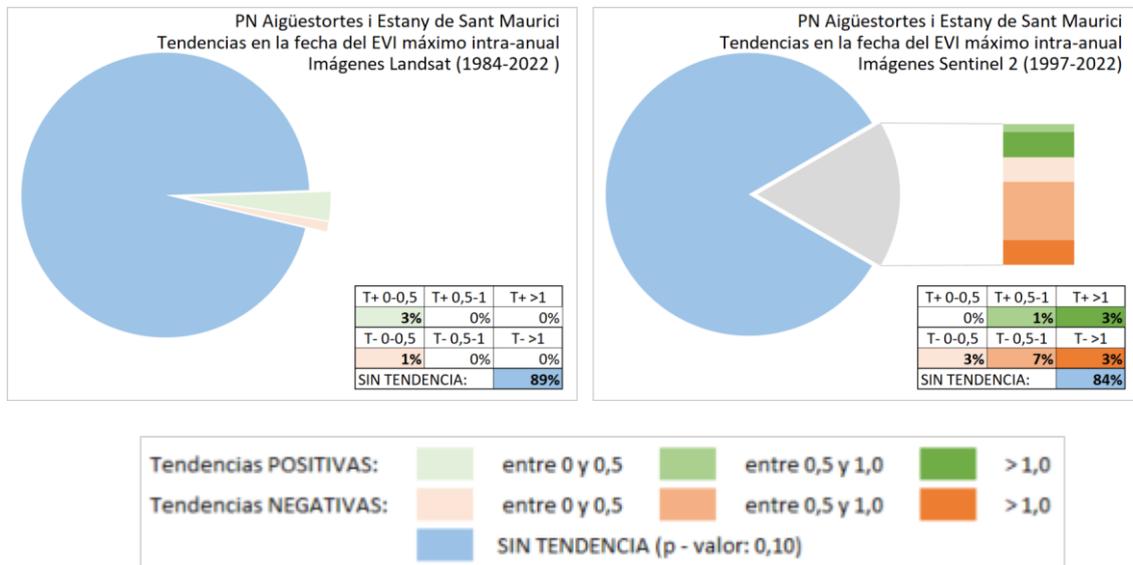


Figura 31. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.10

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

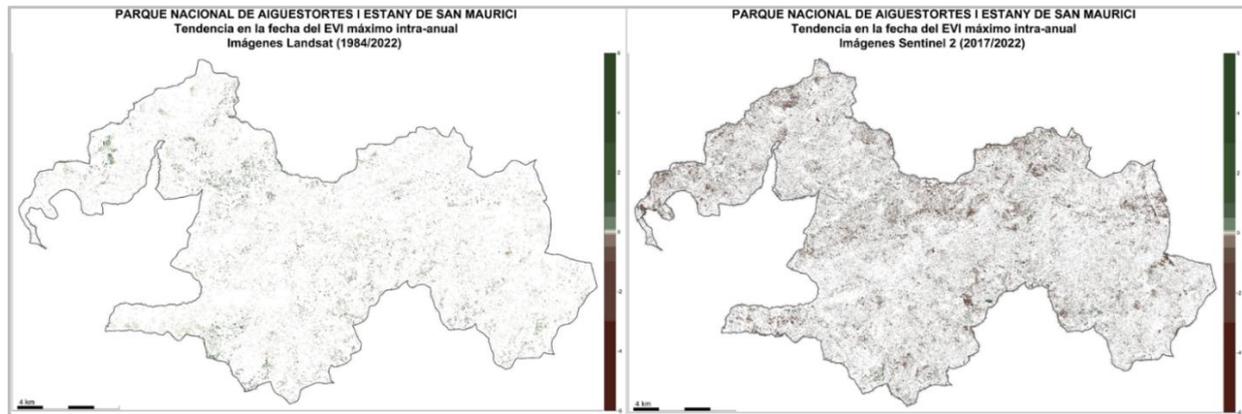


Figura 32. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

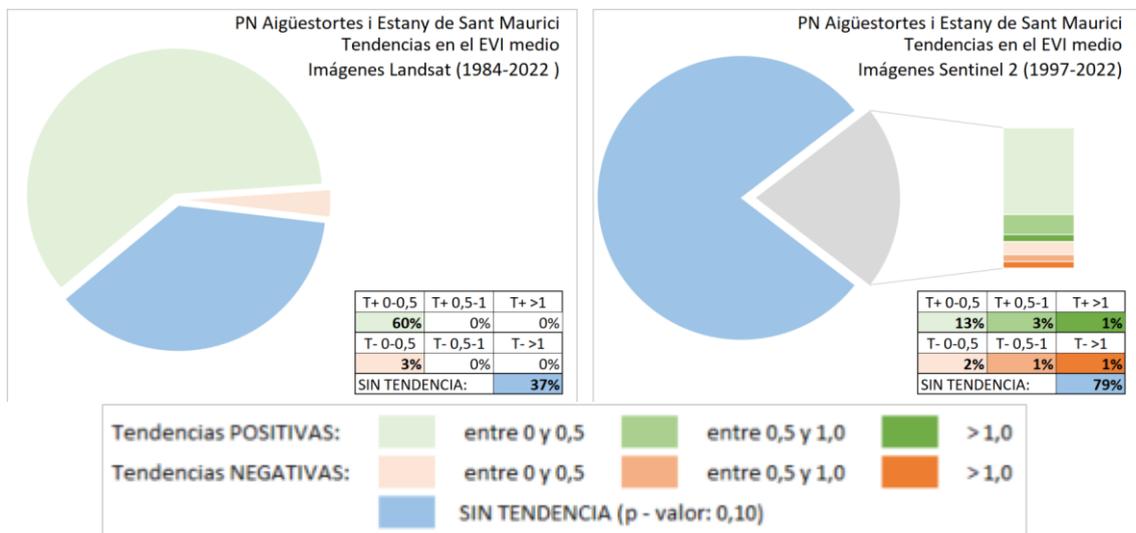


Figura 33. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.10.

En la Figura 30, se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

En las áreas de los valles, donde las tasas de productividad vegetal son más altas, especialmente en las laderas orientadas al sur, se observa que la productividad tiende a mantenerse en valores constantes o incluso mostrar descensos.

A medida que se asciende en altitud, la productividad disminuye debido a la transición de ecosistemas forestales en los valles a ecosistemas de pastizales. Sin

embargo, en las regiones de alta montaña, donde la productividad es baja debido a los largos períodos en los que sus ecosistemas permanecen cubiertos de nieve, se registran en general valores altos, con áreas de disminución en los meses invernales debido a la reducida actividad vegetal durante las nevadas.

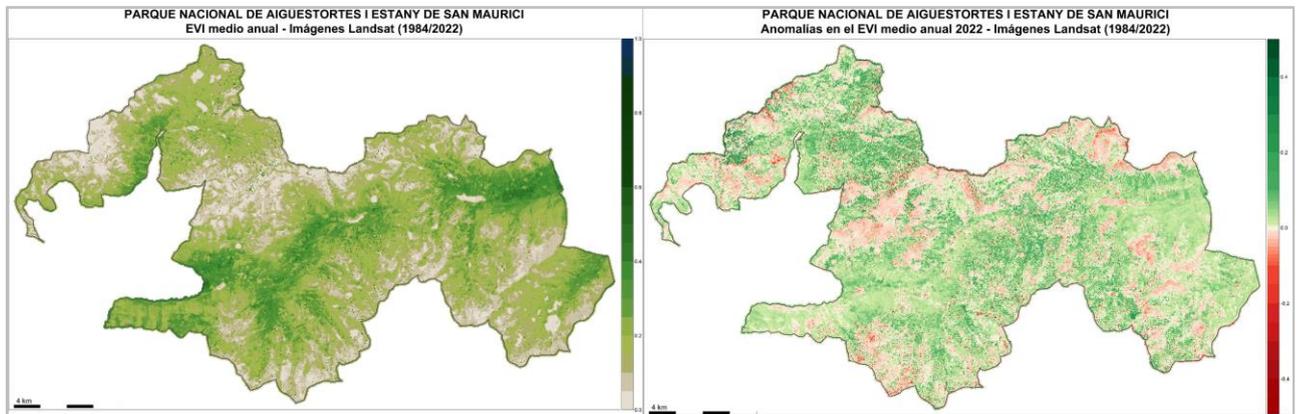
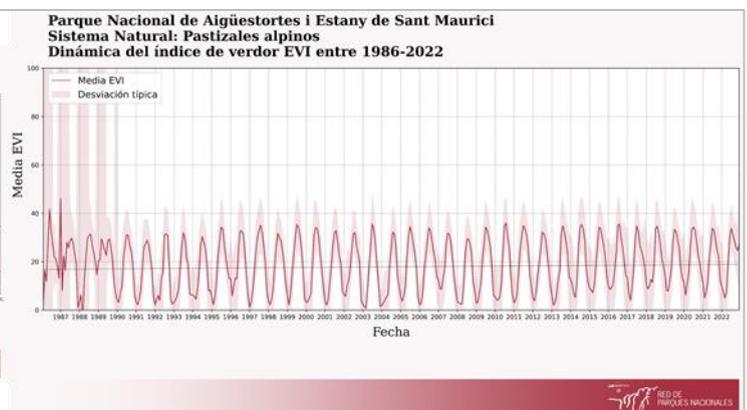
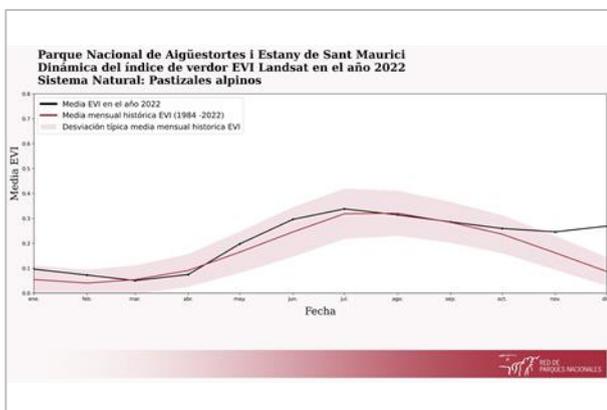
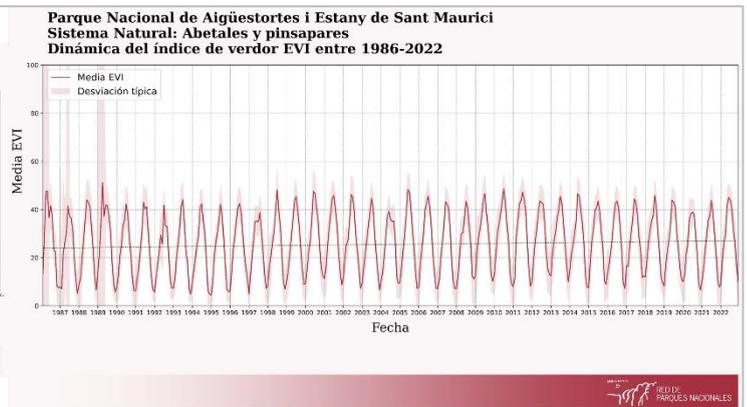
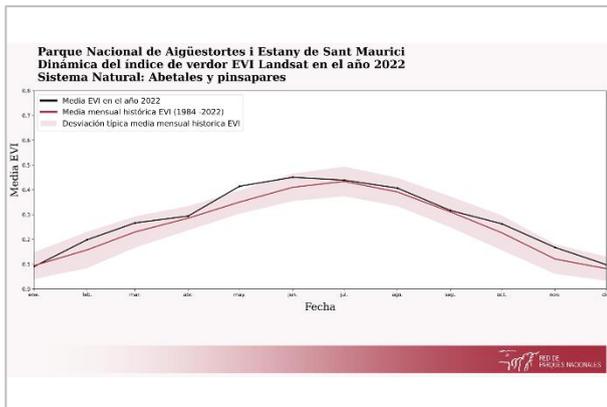


Figura 34. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).

A continuación, se expone la dinámica del EVI medio en el año actual con respecto al histórico, así como una gráfica de la evolución de este mismo índice y su tendencia en los principales sistemas naturales vegetales.



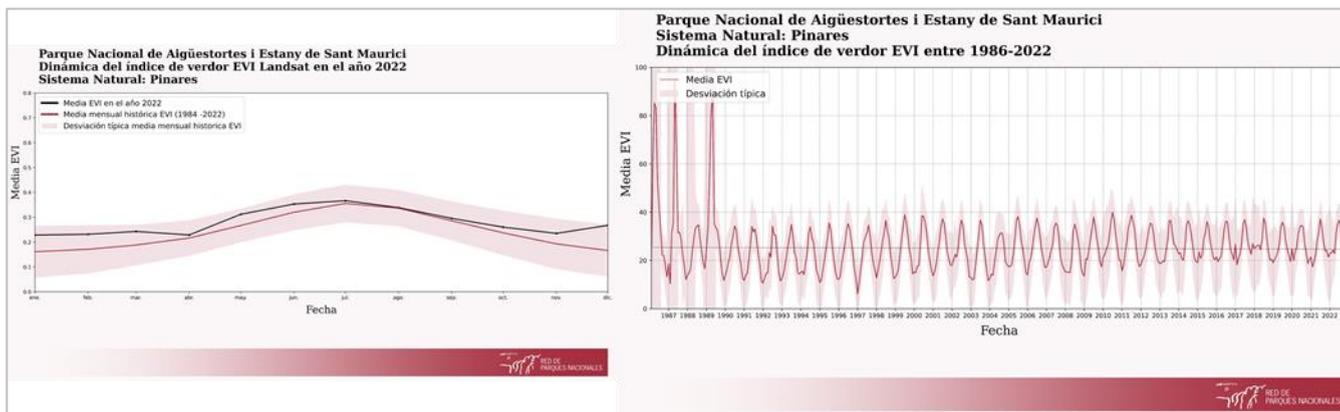


Figura 35. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI/NDVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

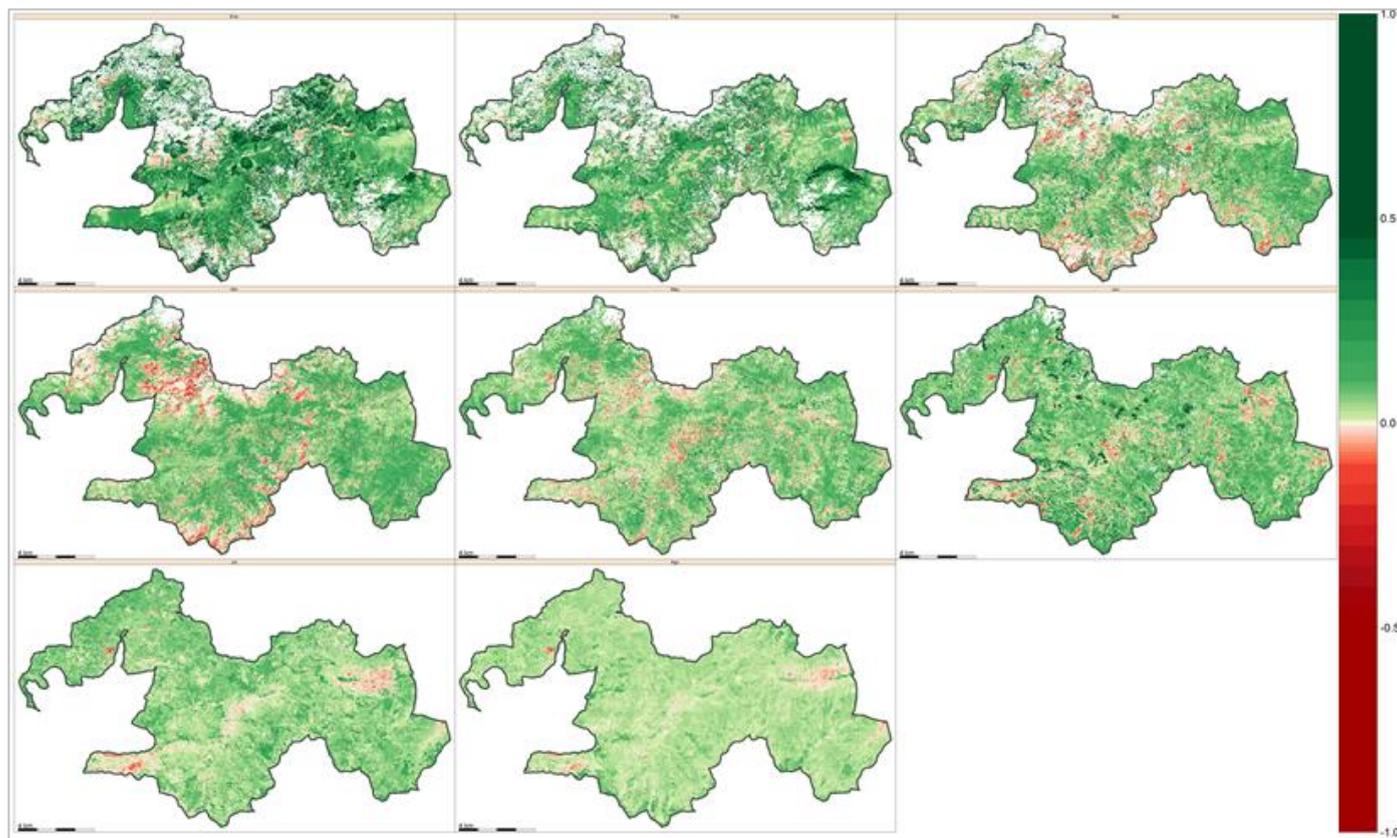


Figura 36. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.2. PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

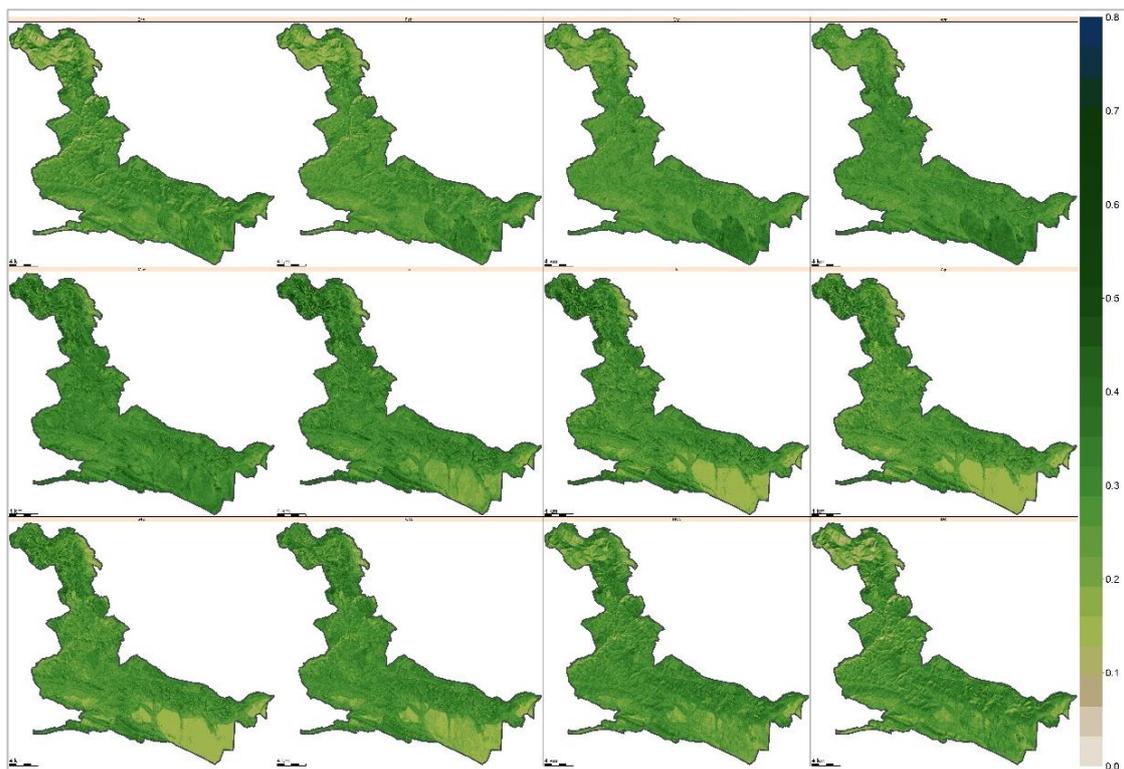


Figura 37. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

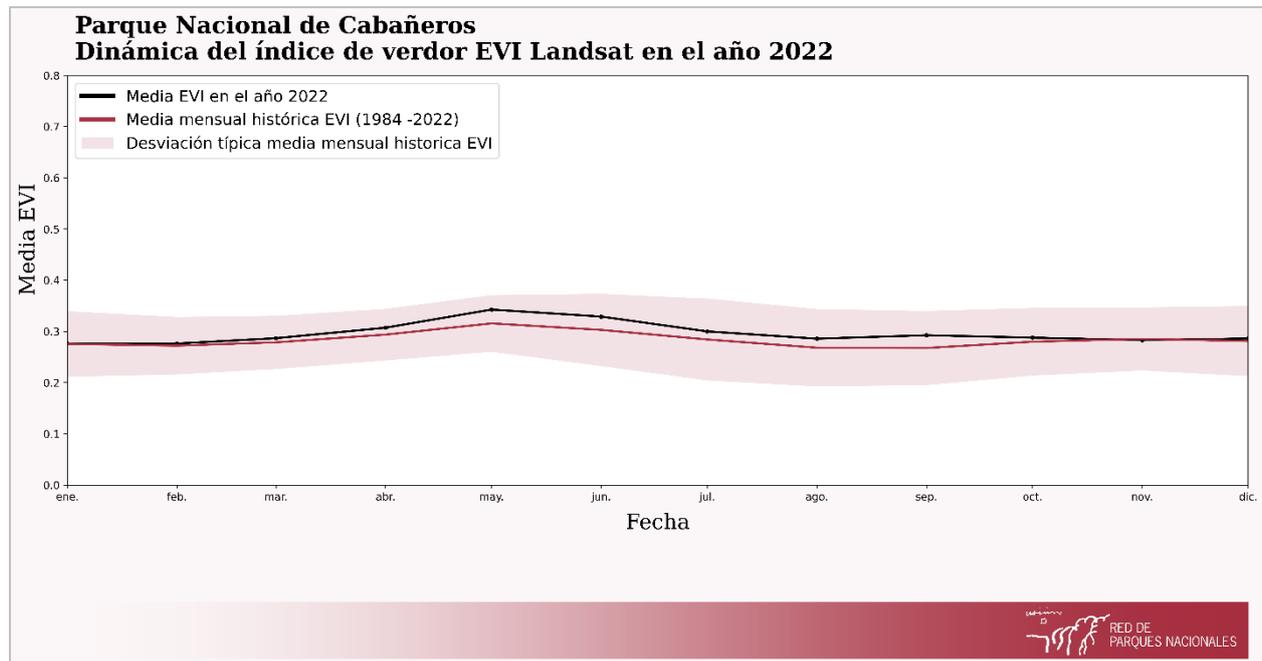


Figura 38. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

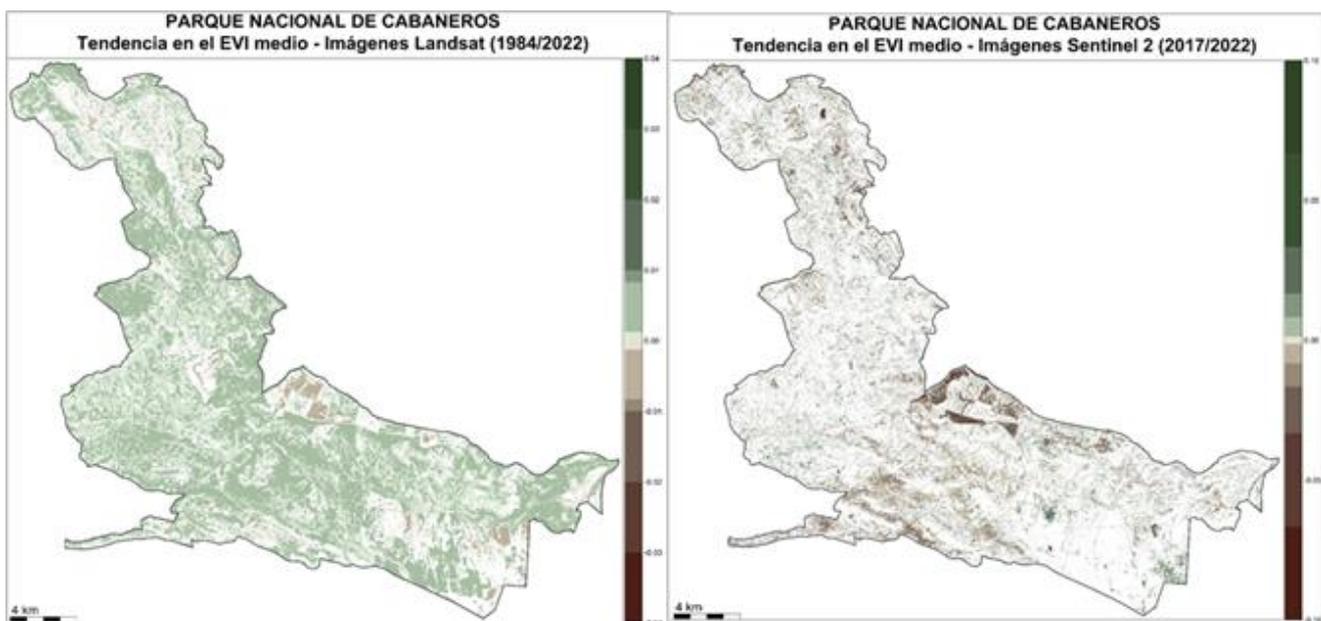


Figura 39. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

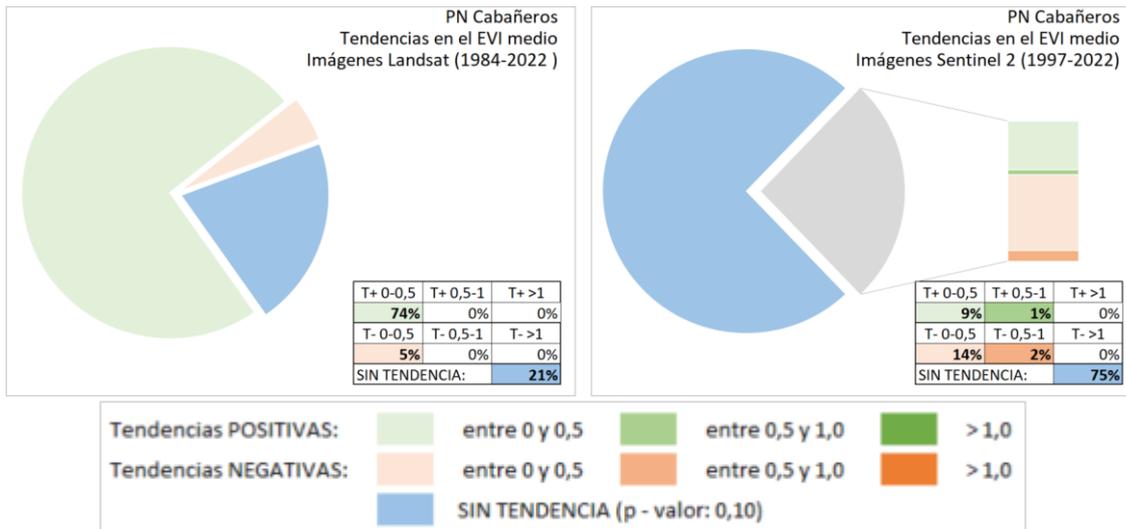


Figura 40. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

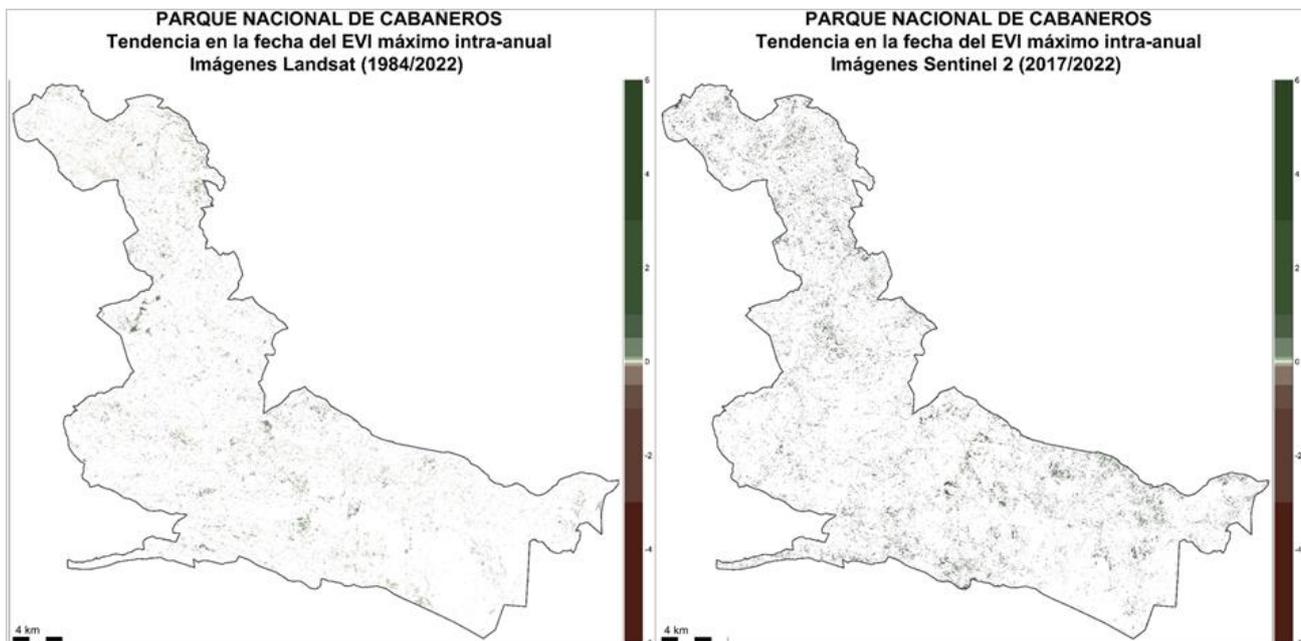


Figura 41. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

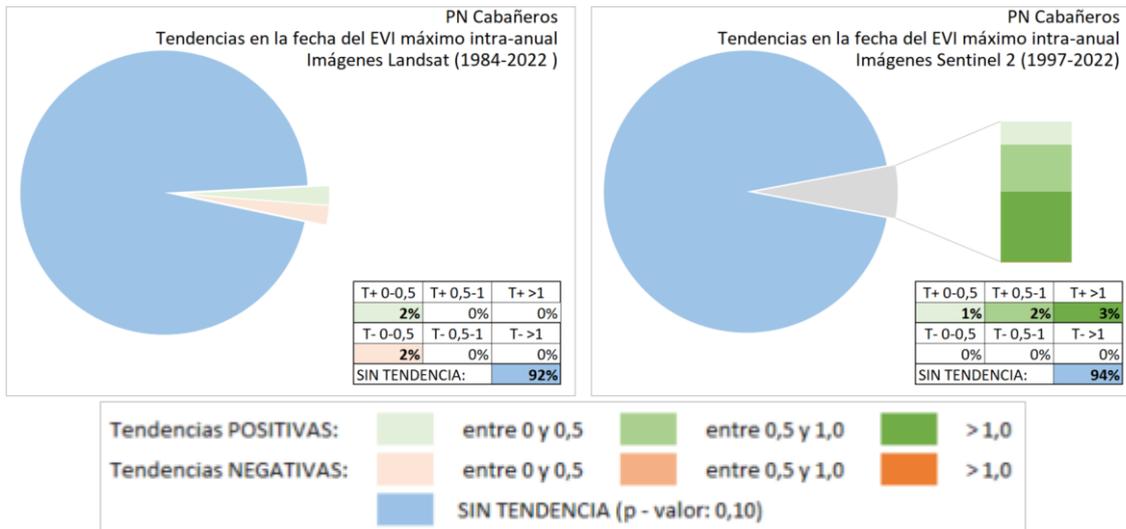


Figura 42. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la Figura 30, se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

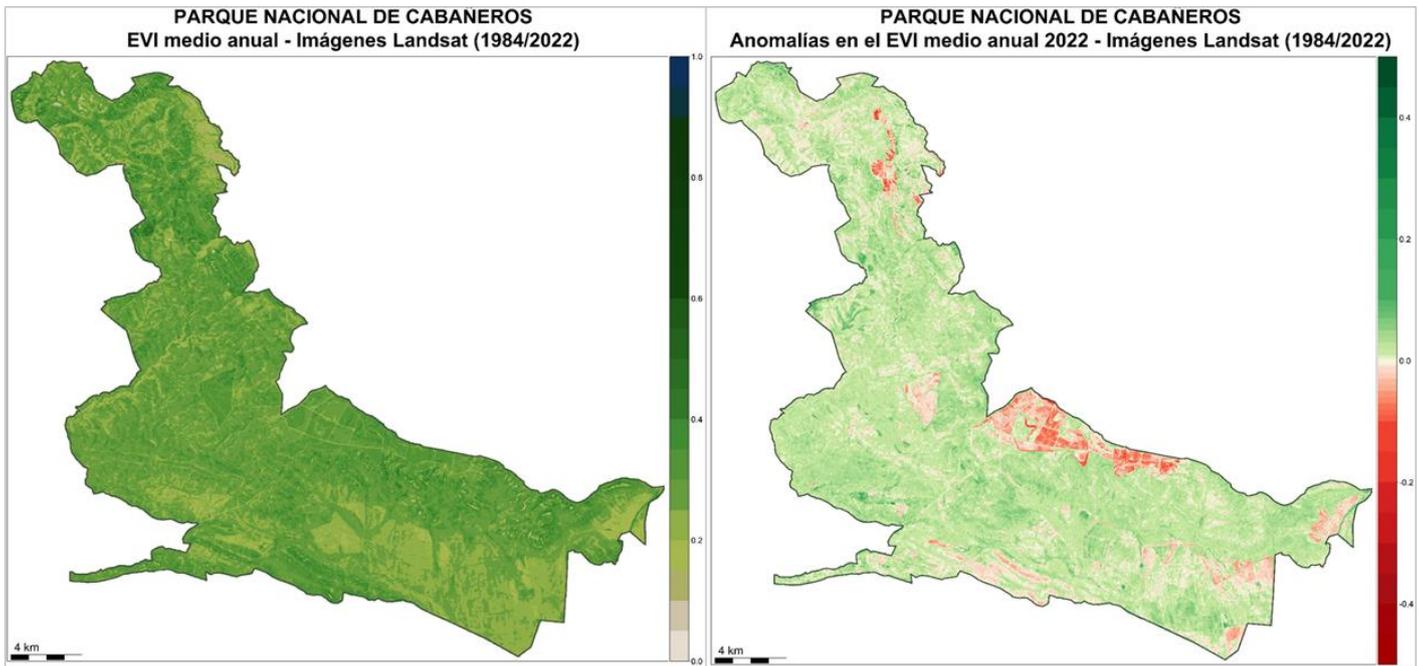
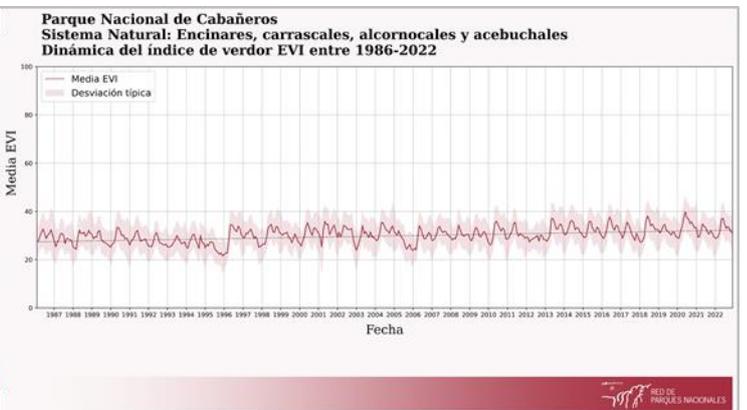
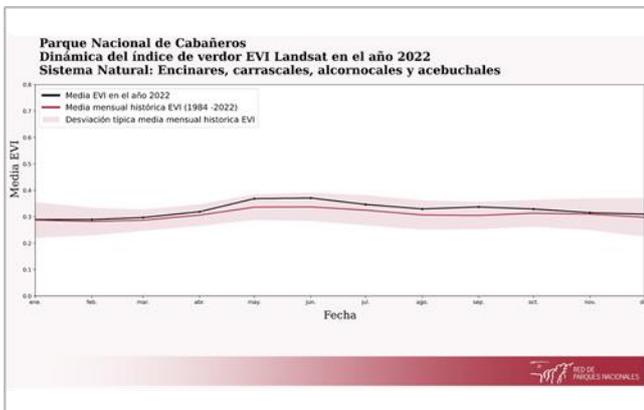
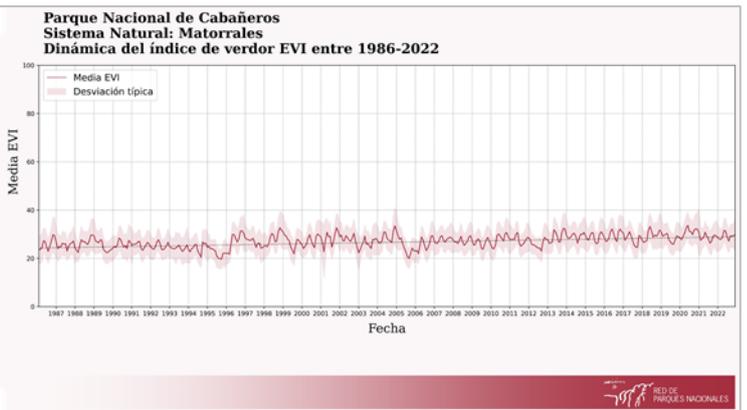
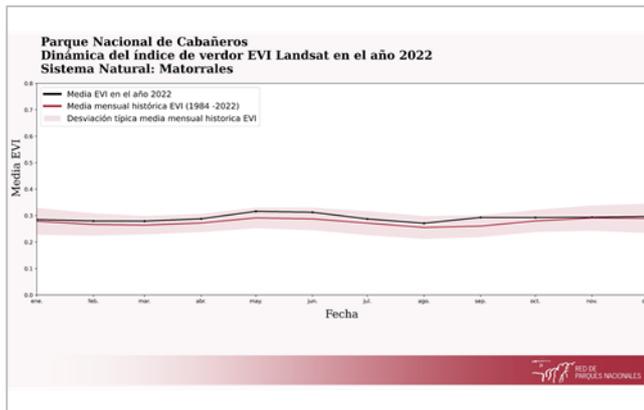


Figura 43. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



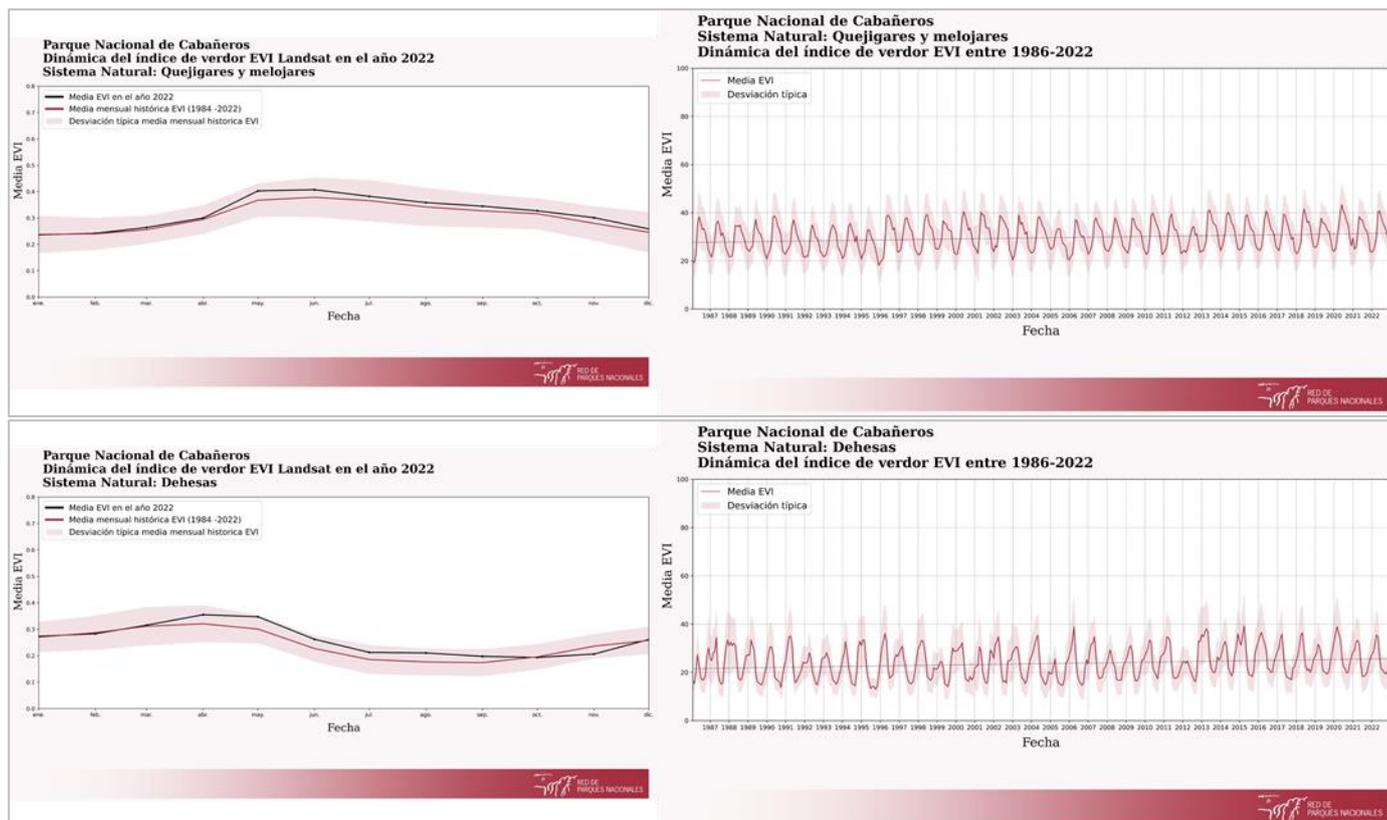


Figura 44. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

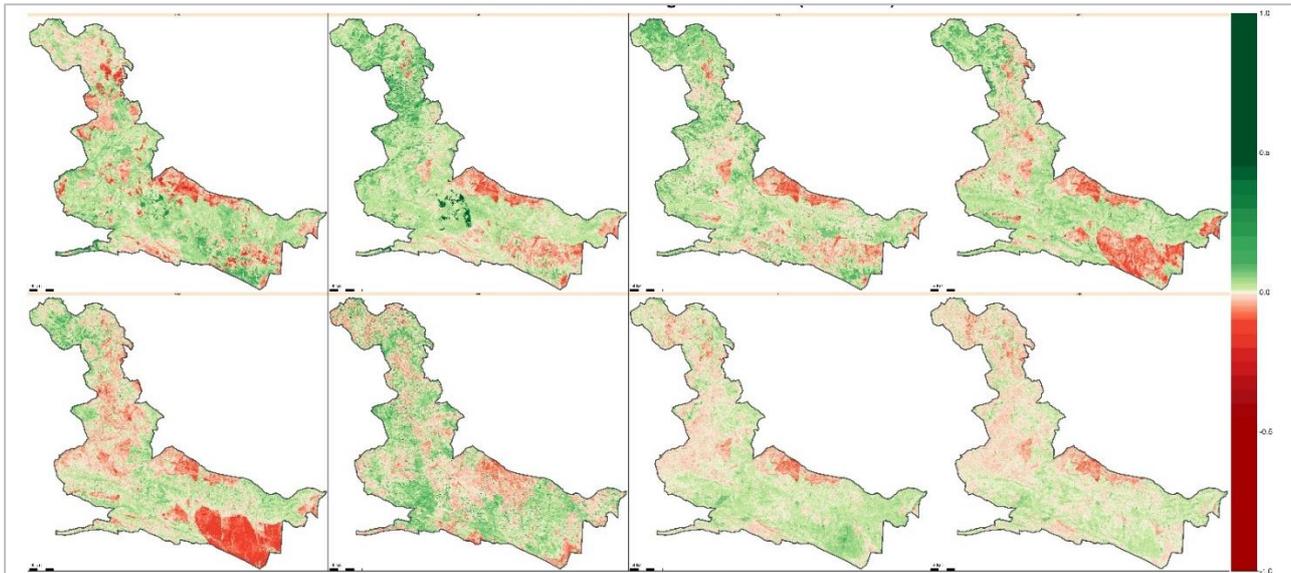


Figura 45. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.3. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DEL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

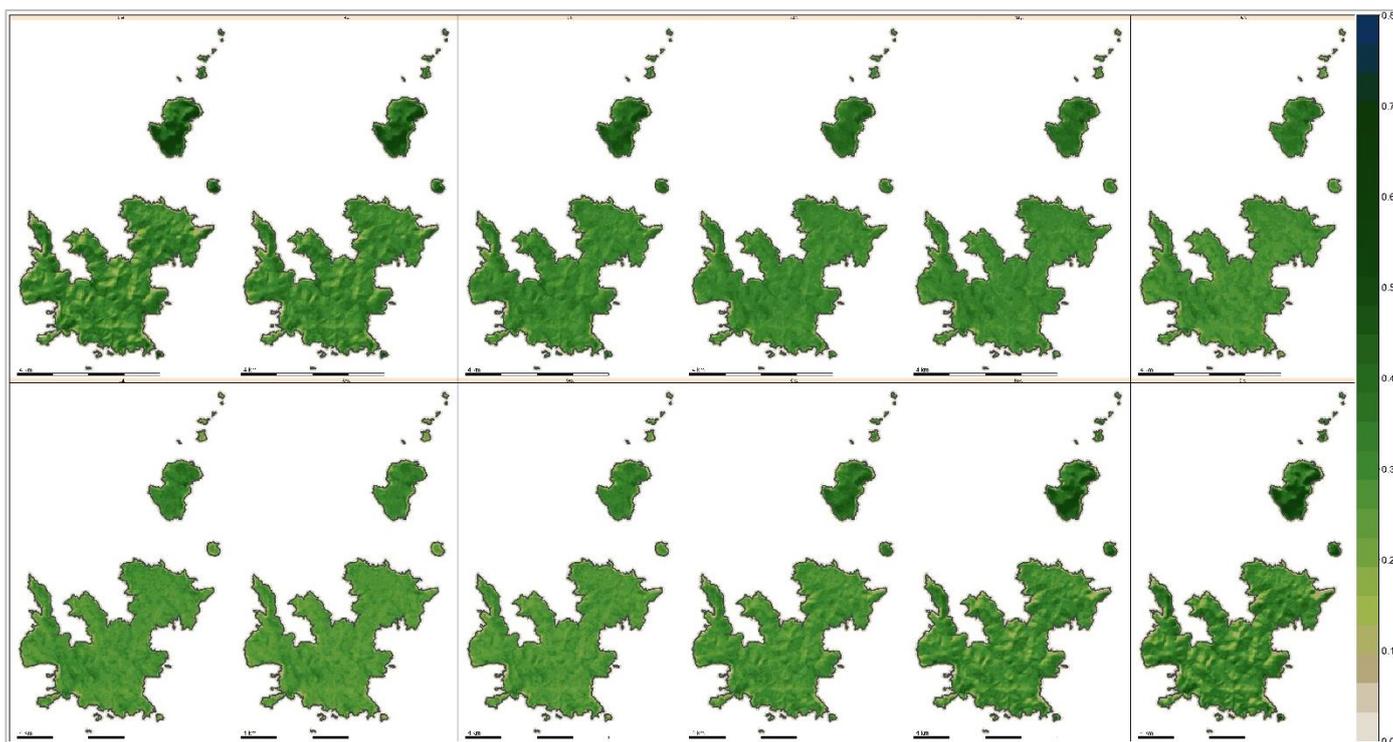


Figura 46. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

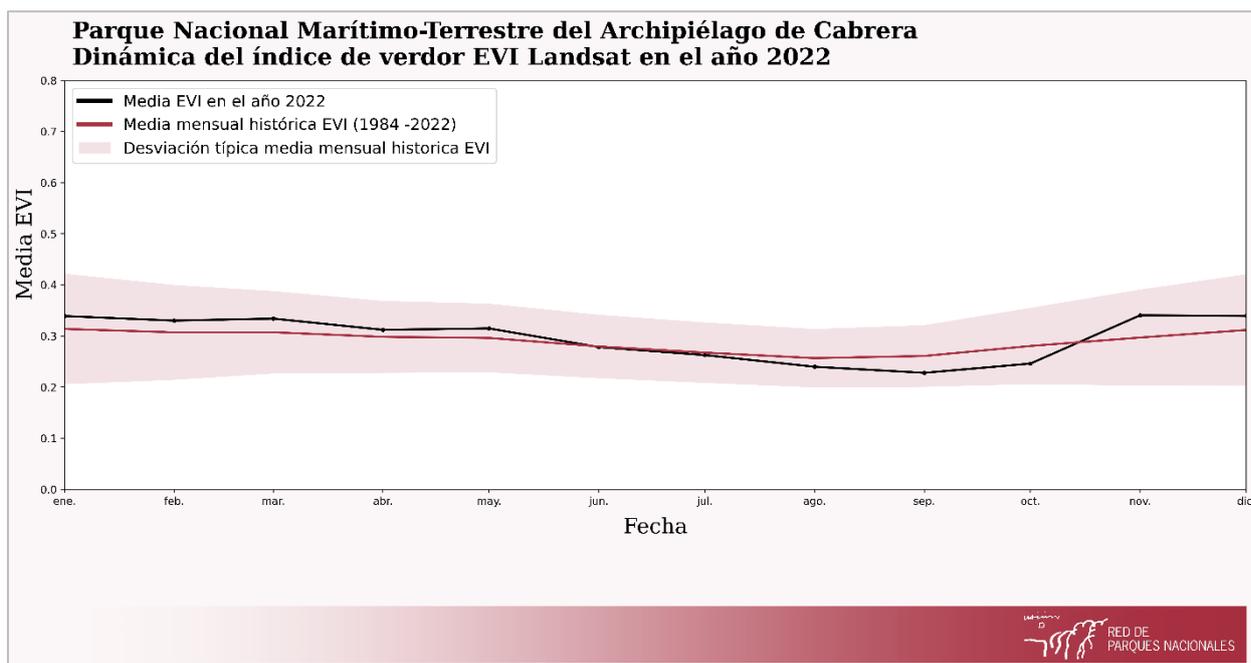


Figura 47. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

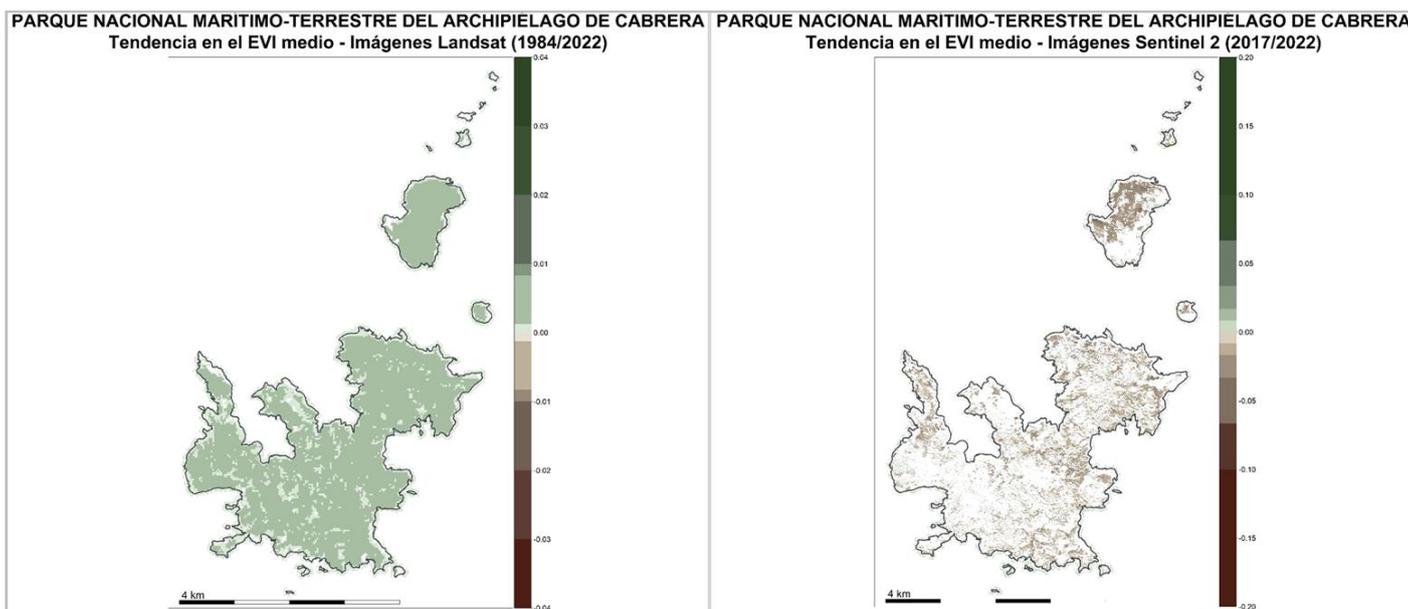


Figura 48. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

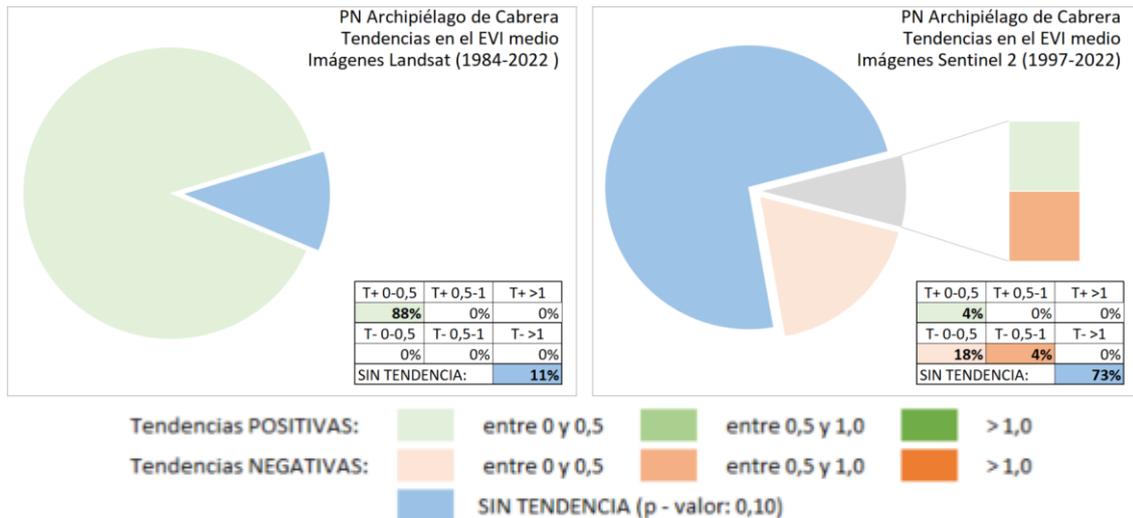


Figura 49. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

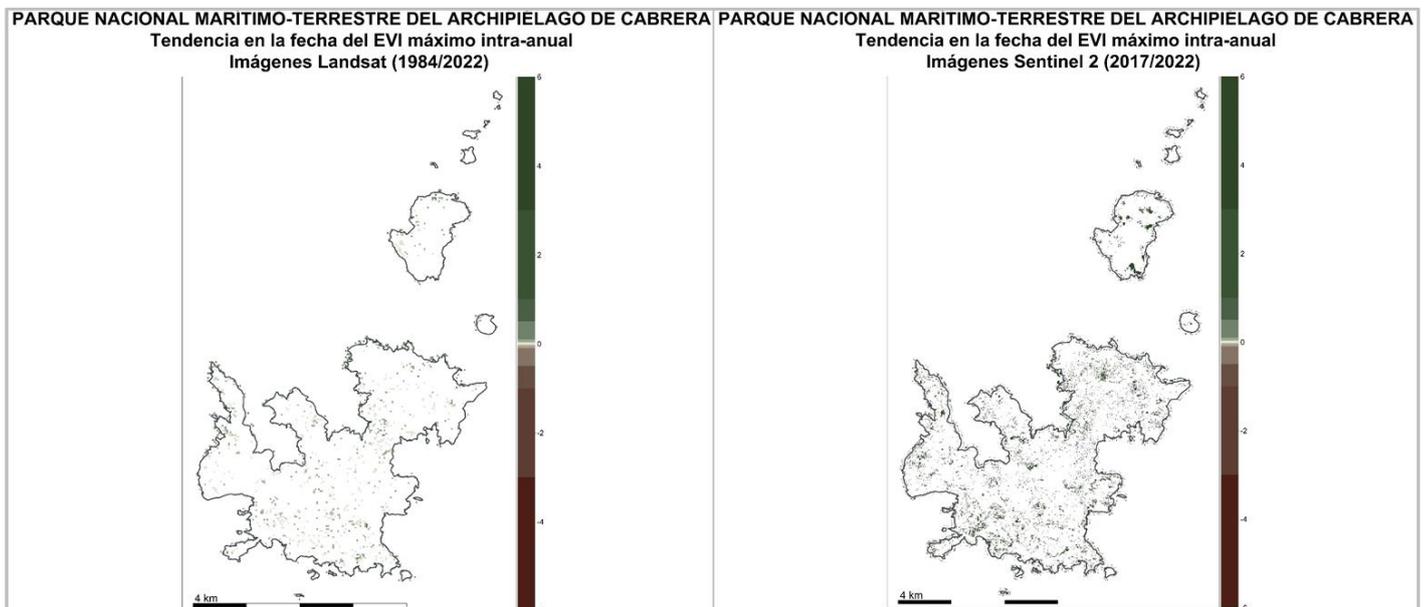


Figura 50. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

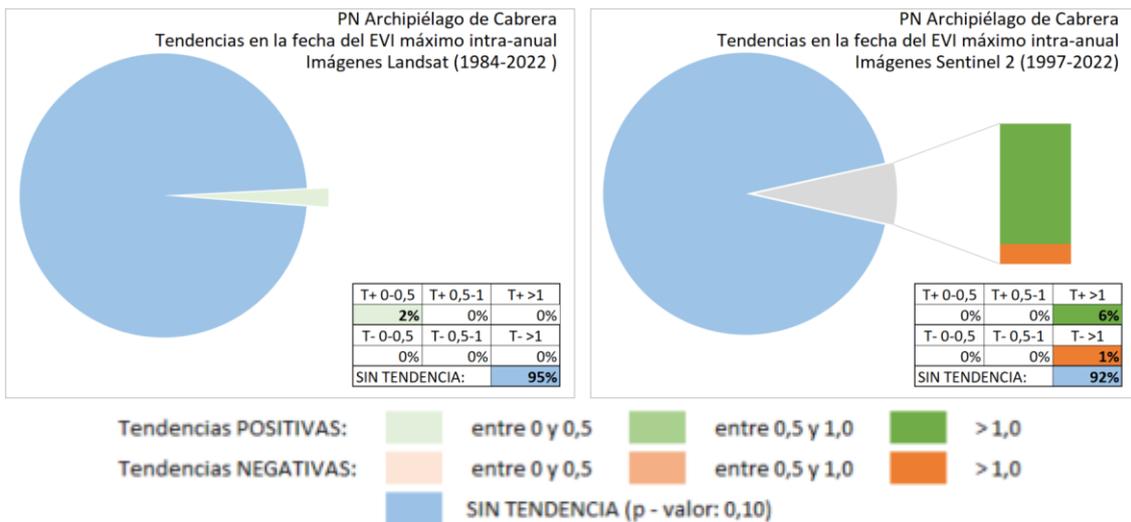


Figura 51. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

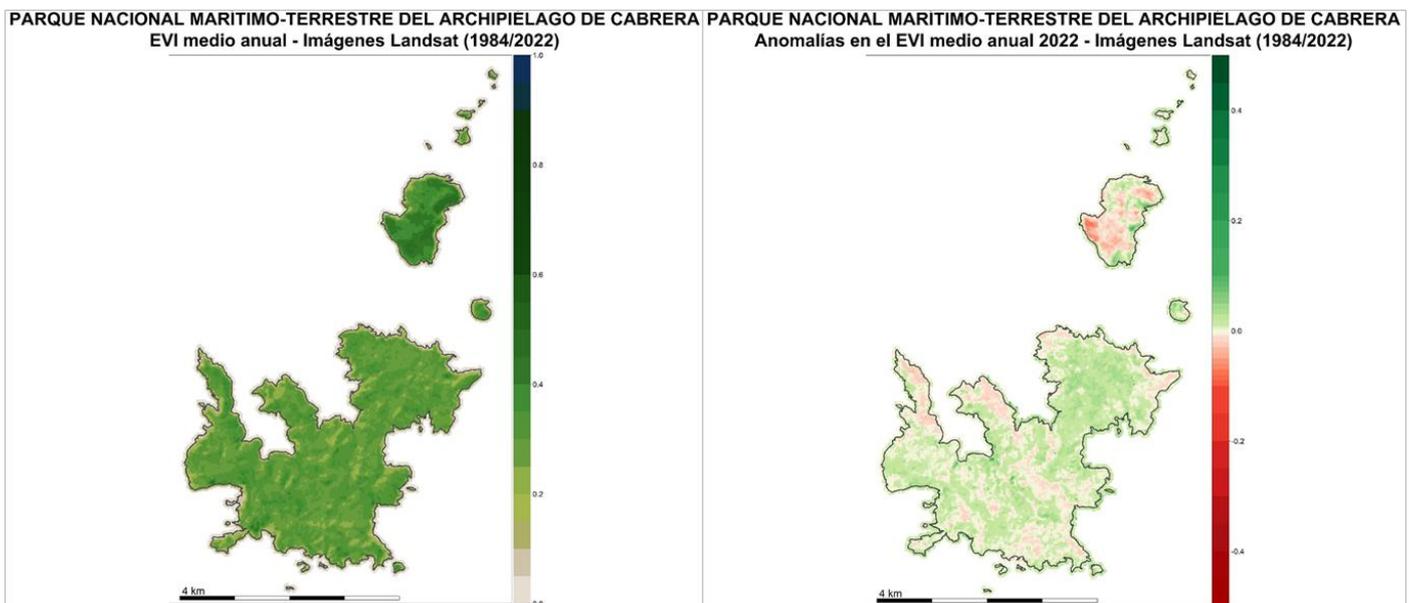


Figura 52. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).

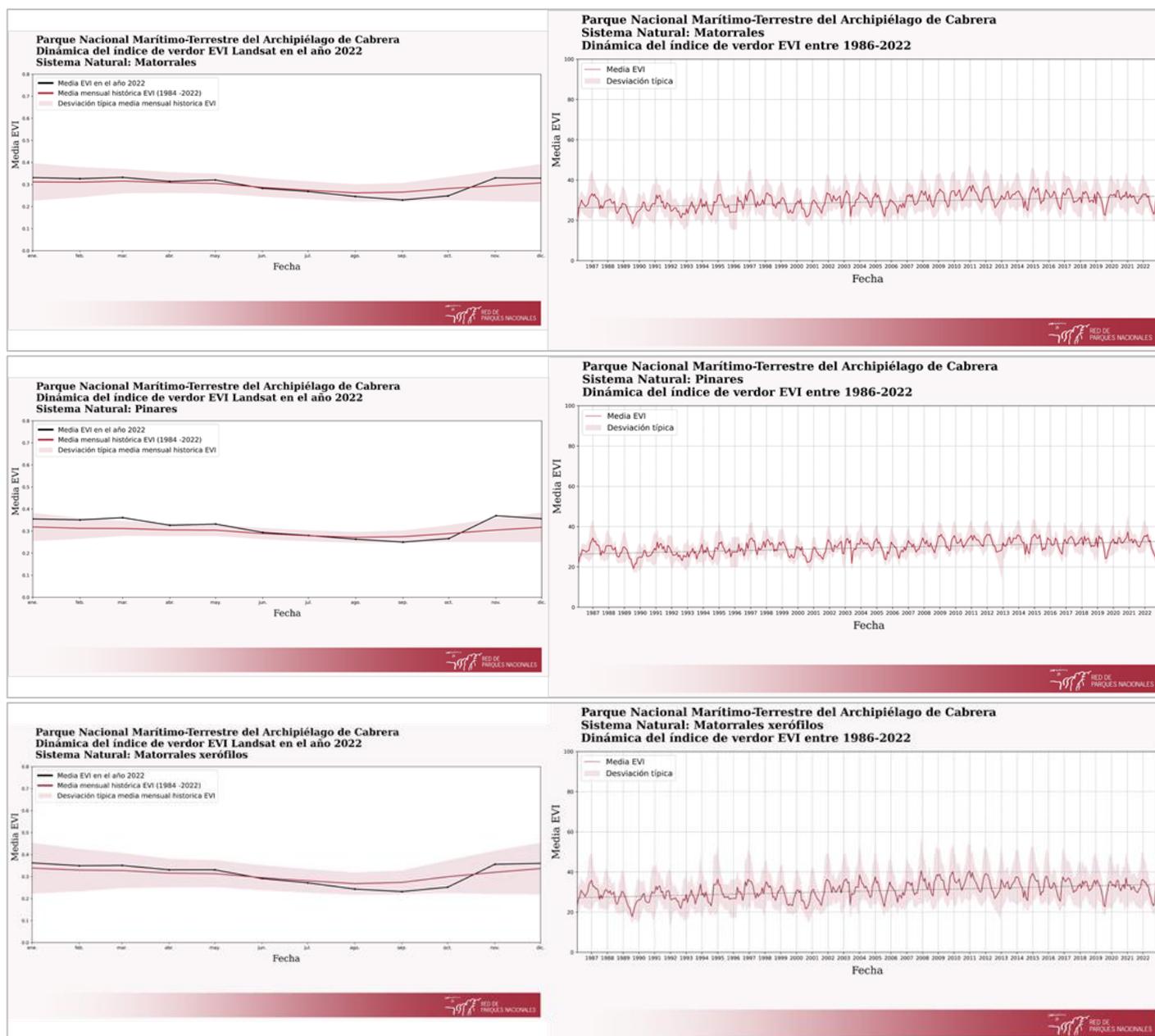


Figura 53. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

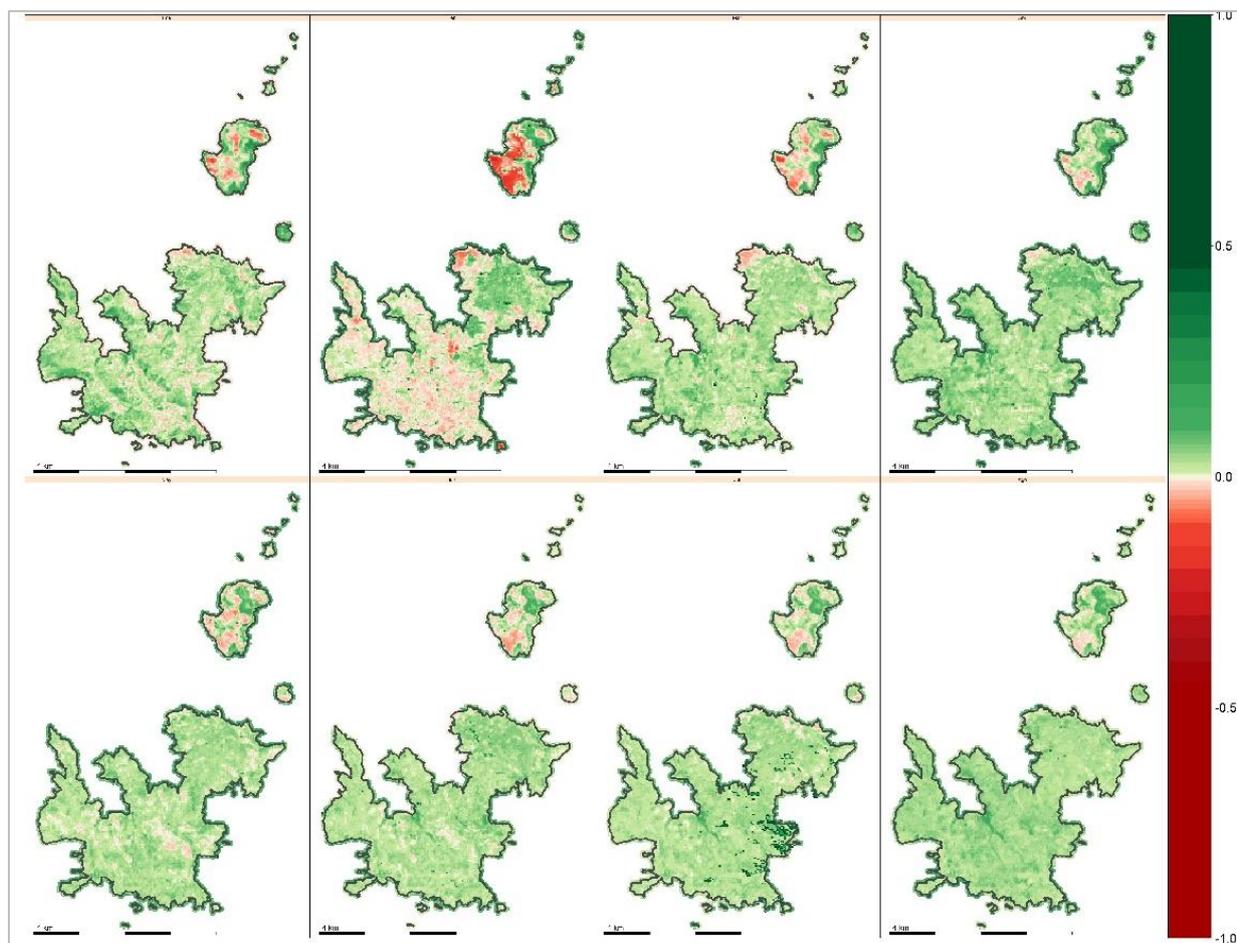


Figura 54. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.3.1. Desarrollo del sistema REMOTE en el ámbito marino

A continuación, se muestra la superficie marítima protegida en este Parque Nacional (Figura 55)

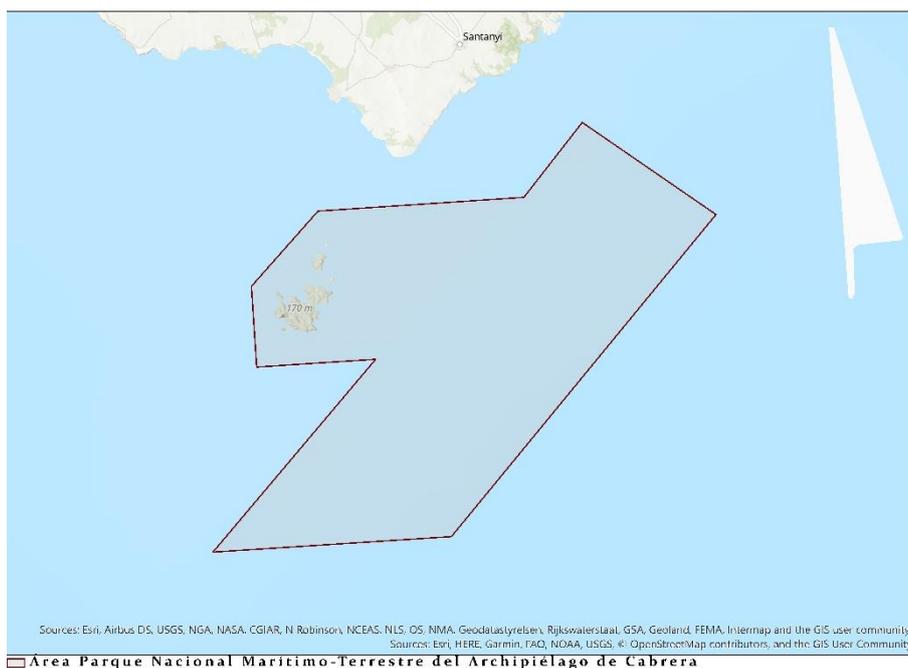


Figura 55. Área del Parque Nacional Marítimo-Terrestre.

4.3.1.1. Temperatura superficial del mar

En la siguiente figura se muestra la temperatura superficial del mar en la superficie correspondiente al parque (Figura 56). En ella se puede observar la tendencia ligeramente ascendente de esta variable a lo largo del tiempo.

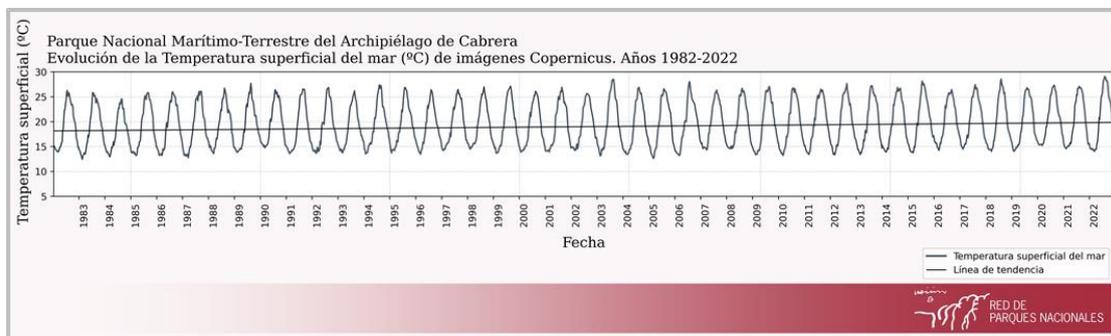


Figura 56. Evolución de la temperatura superficial del mar en el Parque Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.

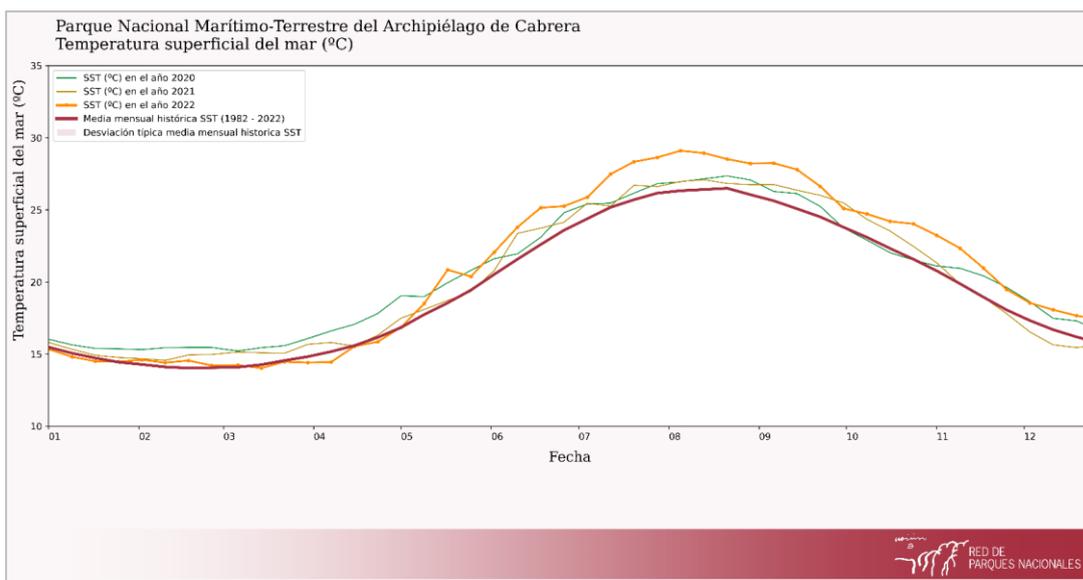


Figura 57. Dinámica de la temperatura superficial del mar en los años 2020, 2021 y 2022 con respecto al histórico del parque.

4.3.1.2. Clorofila

En la Figura 58 se muestra la evolución de la concentración de clorofila-a en el parque. Las concentraciones de clorofila muestran valores relativamente bajos, siendo mayores durante la época de invierno que en verano.

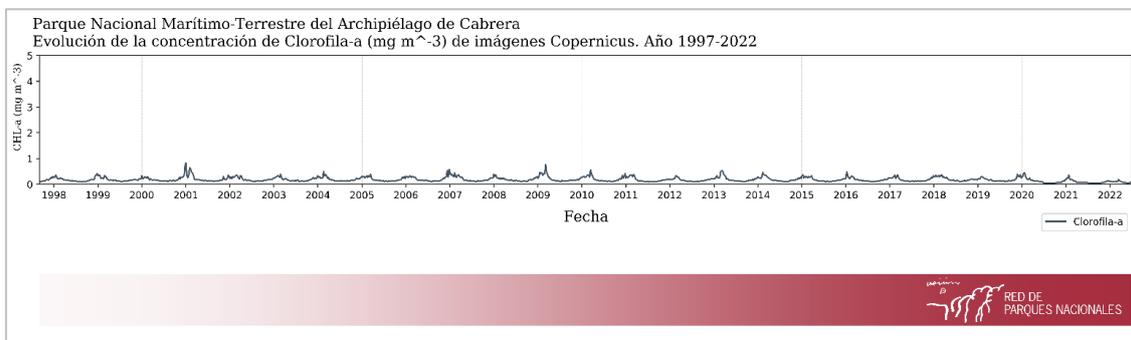


Figura 58. Evolución de la clorofila-a en el Parque Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.

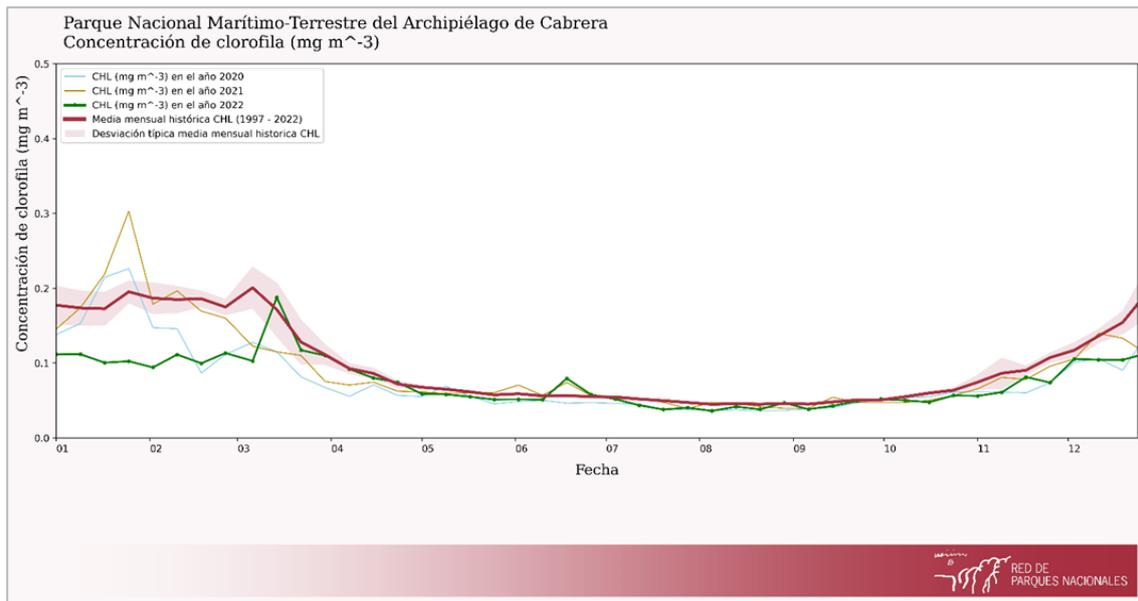


Figura 59. Dinámica de la concentración de clorofila en los años 2020, 2021 y 2022 con respecto al histórico del parque.

4.4. PARQUE NACIONAL DE LA CALDERA DE TABURIENTE

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

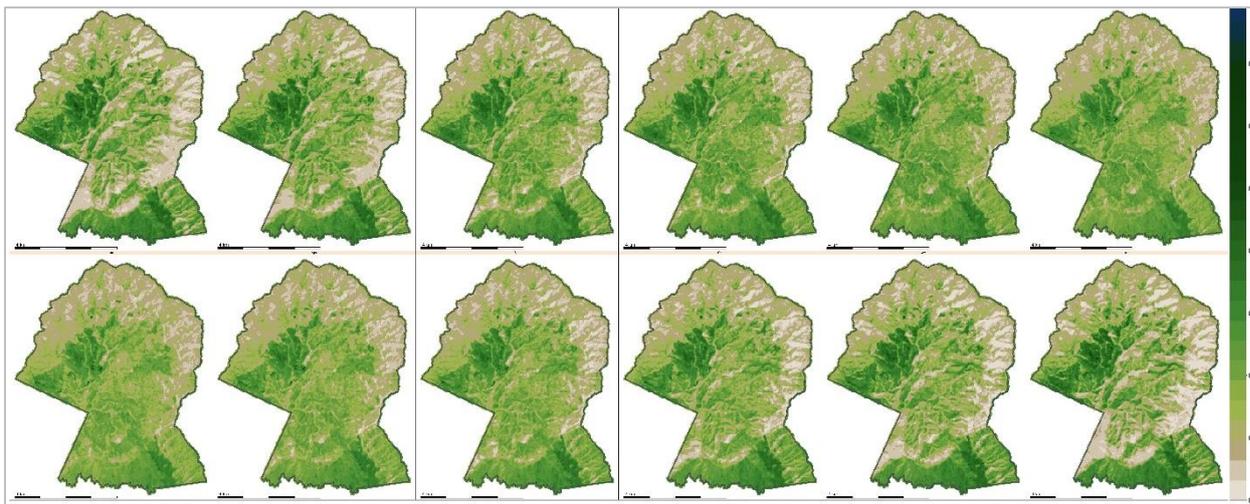


Figura 60. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

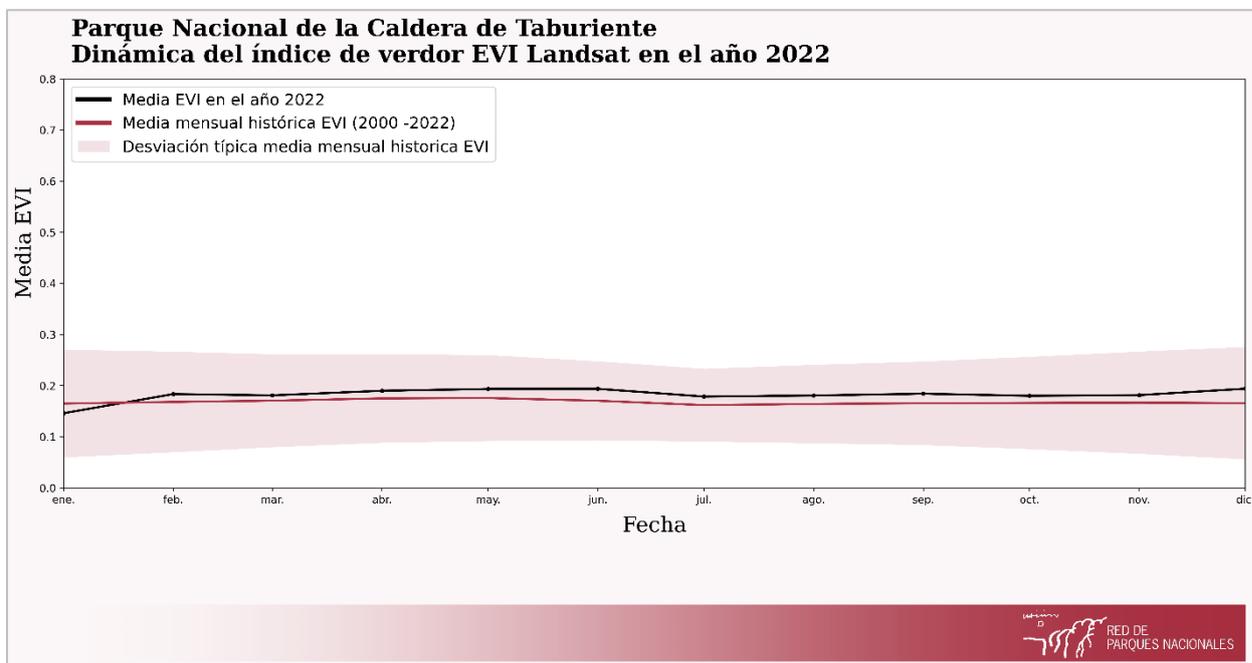


Figura 61. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

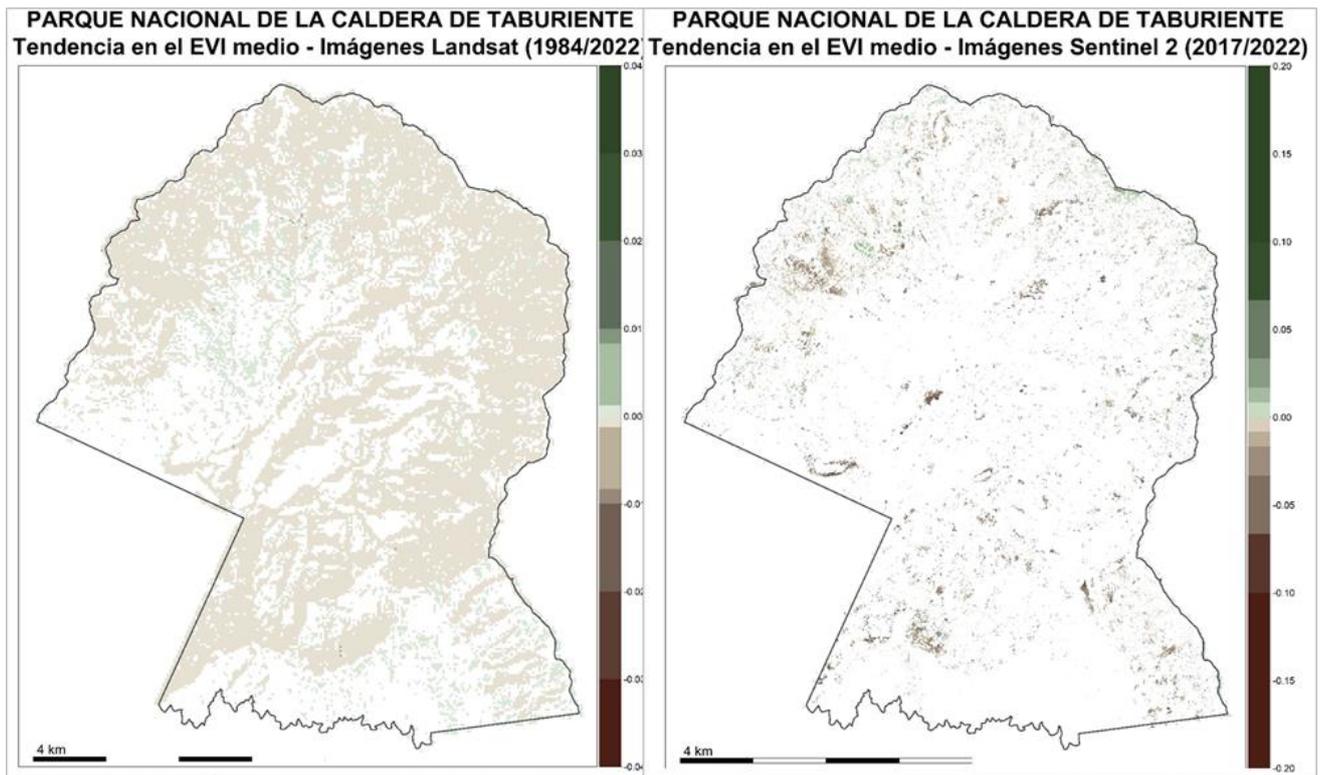


Figura 62. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

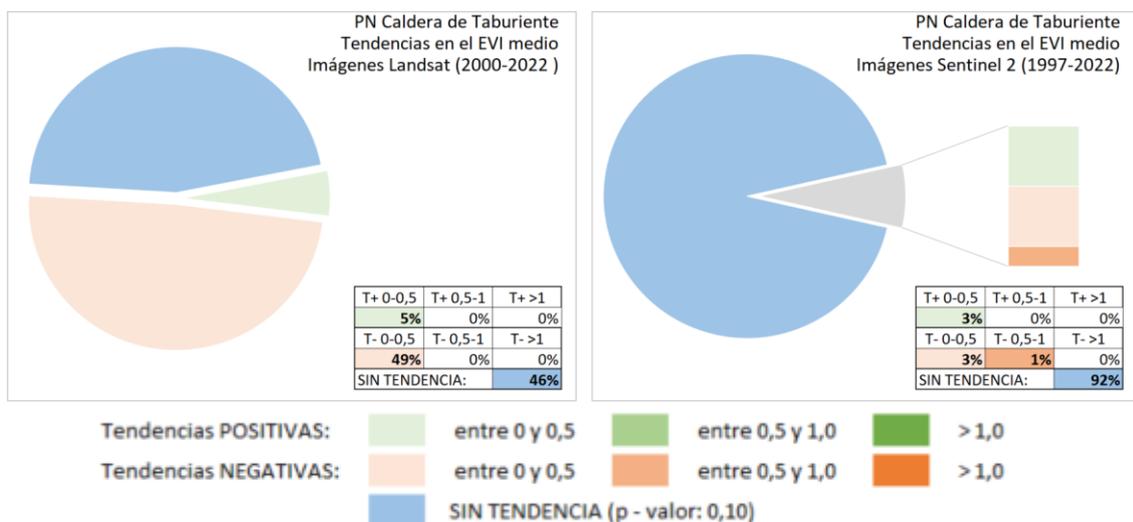


Figura 63. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

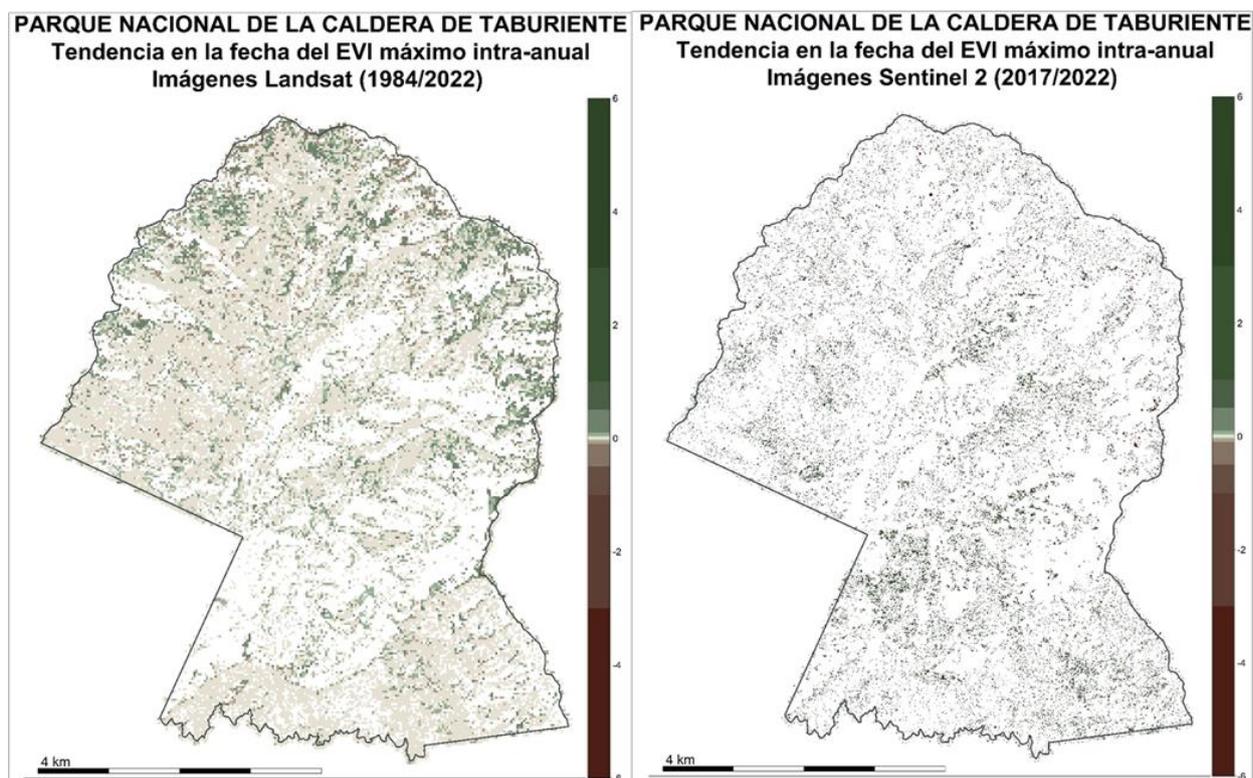


Figura 64. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

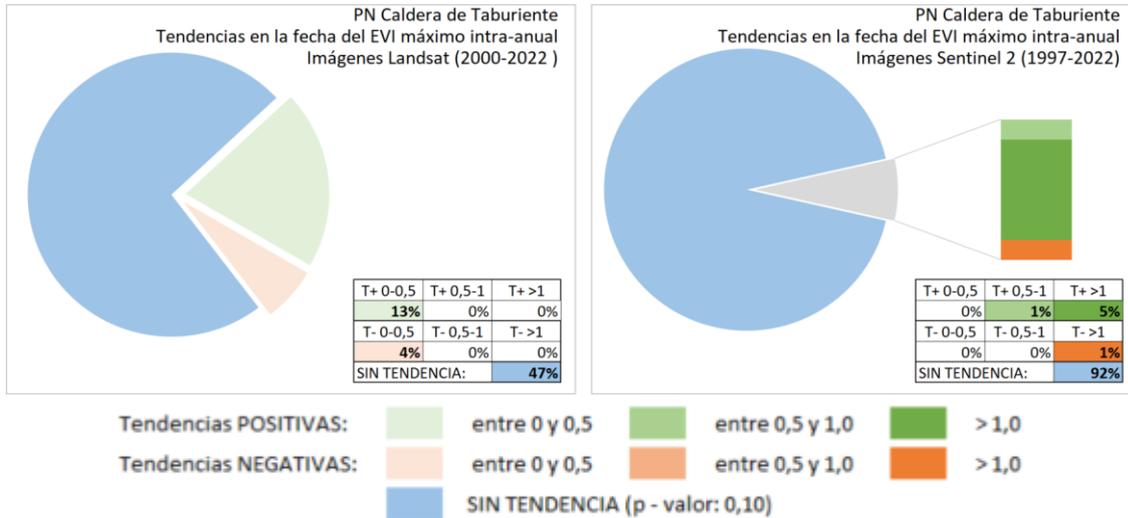


Figura 65. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

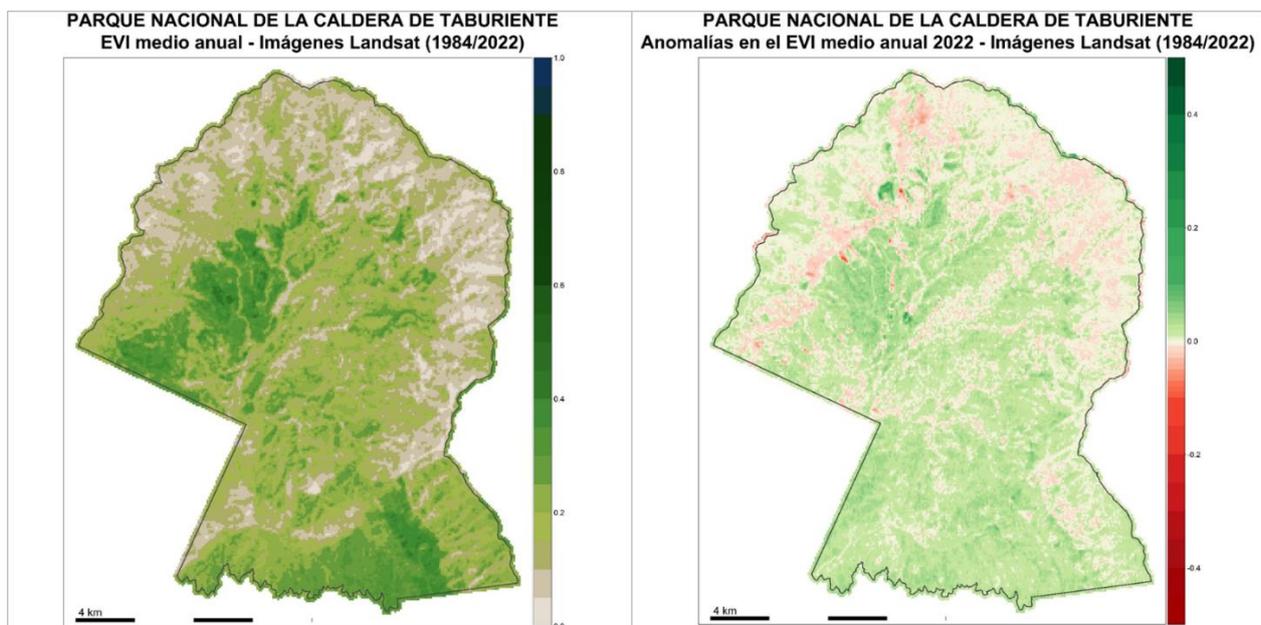


Figura 66. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).

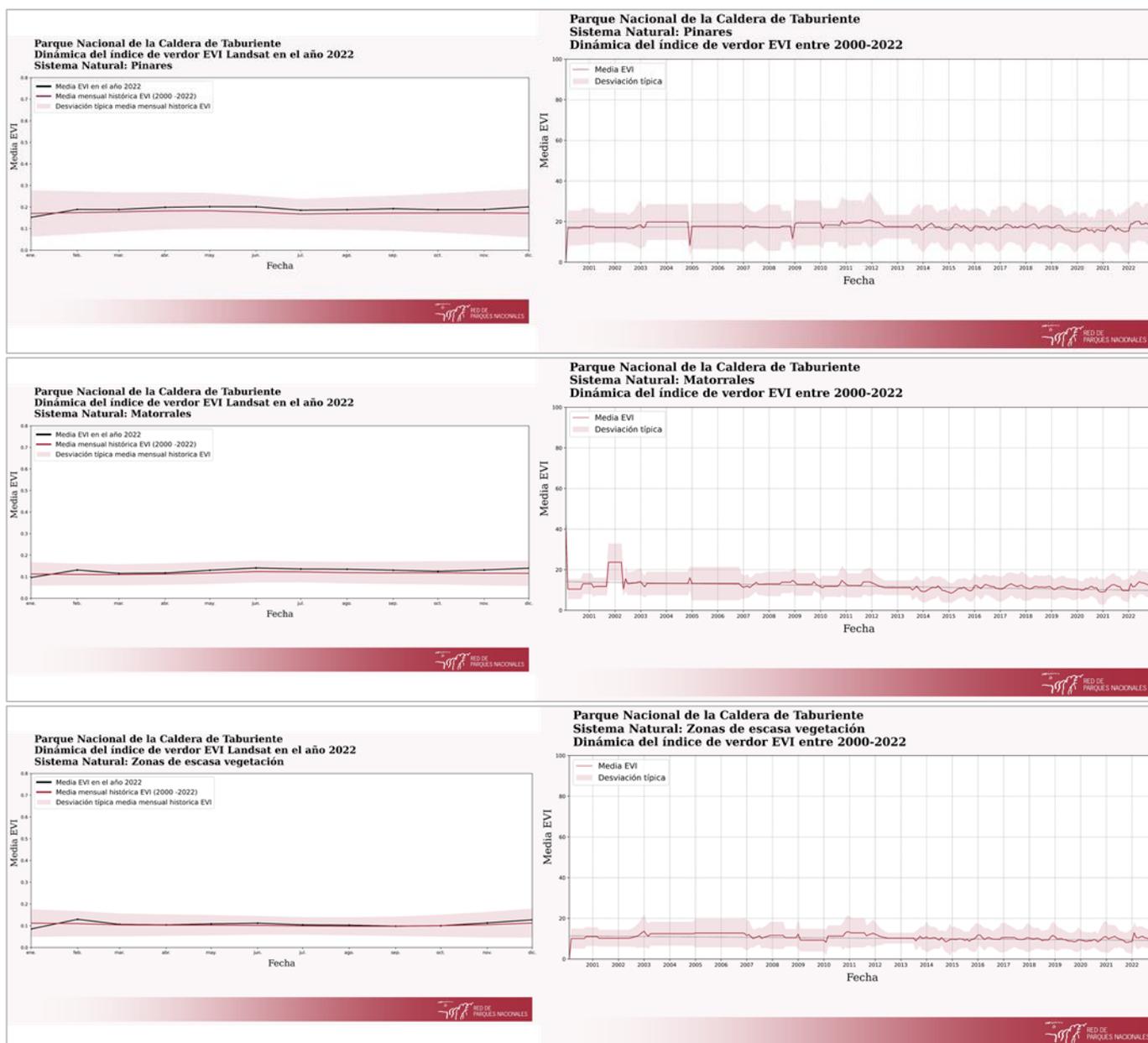


Figura 67. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.



Figura 68. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.5. PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

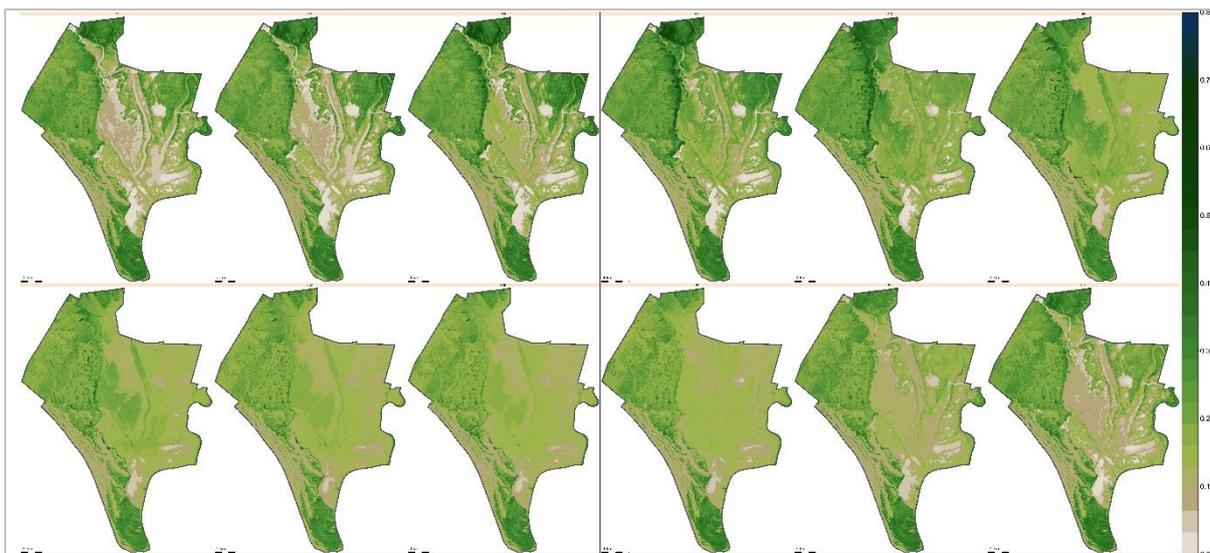


Figura 69. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

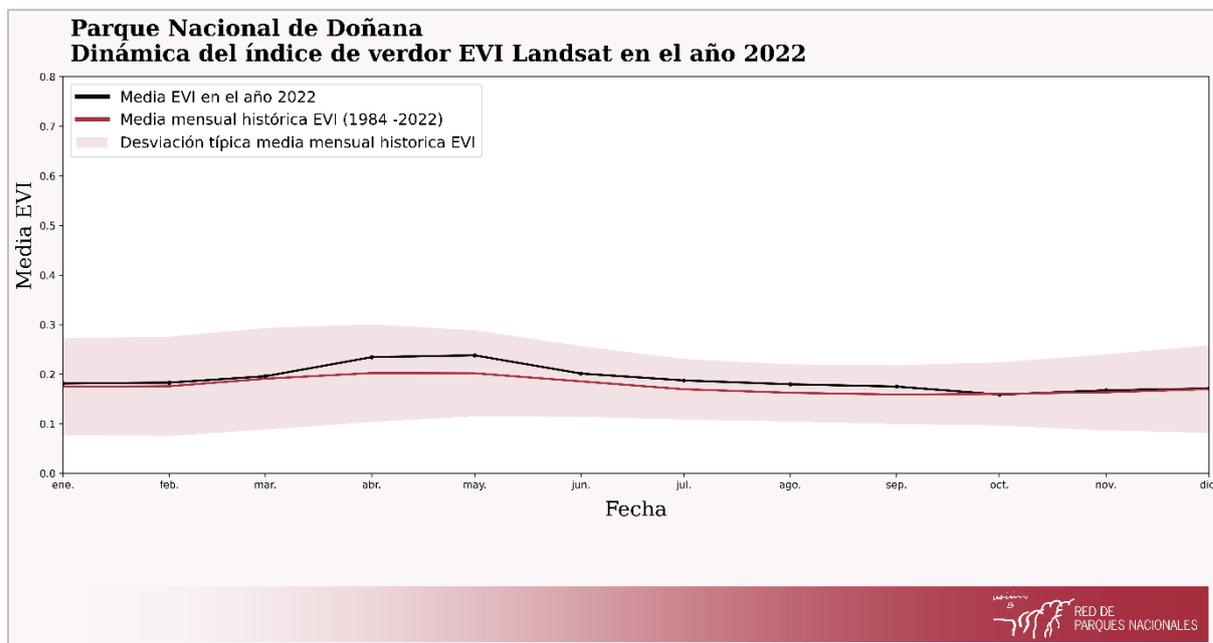


Figura 70. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

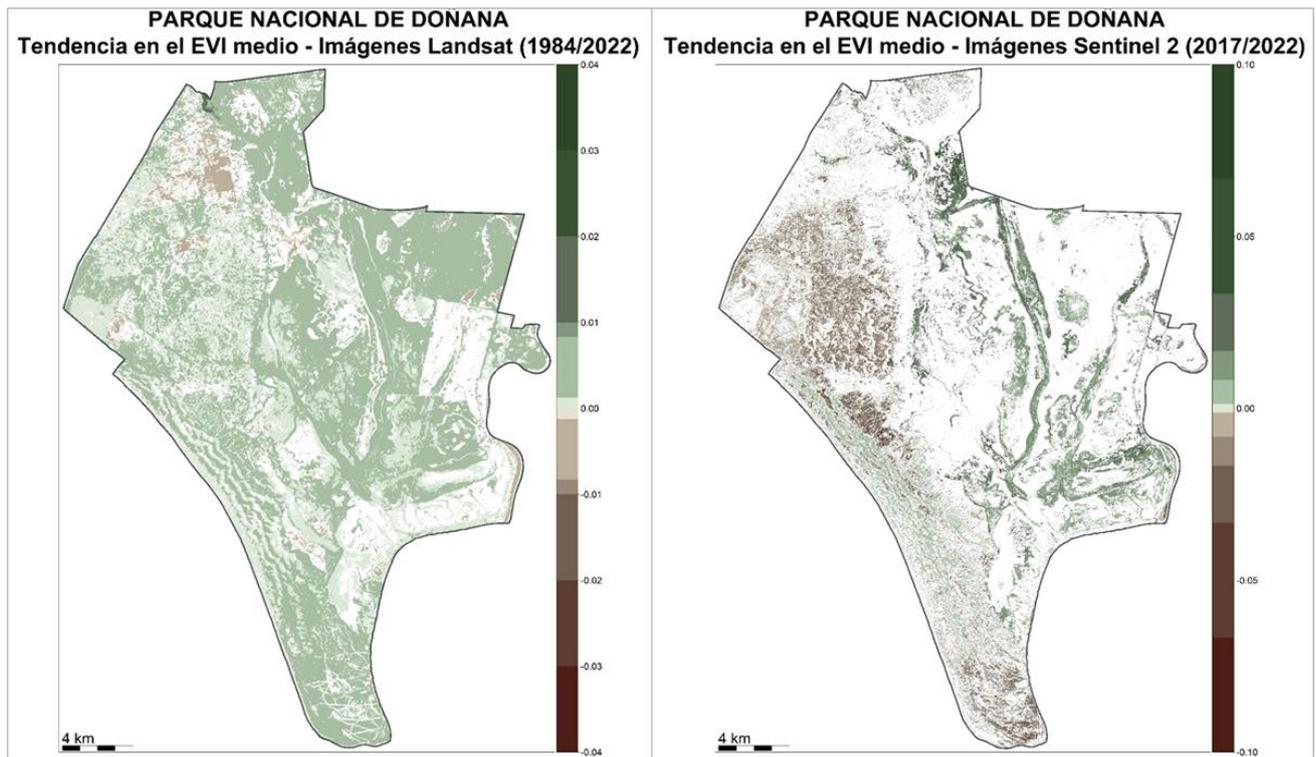


Figura 71. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

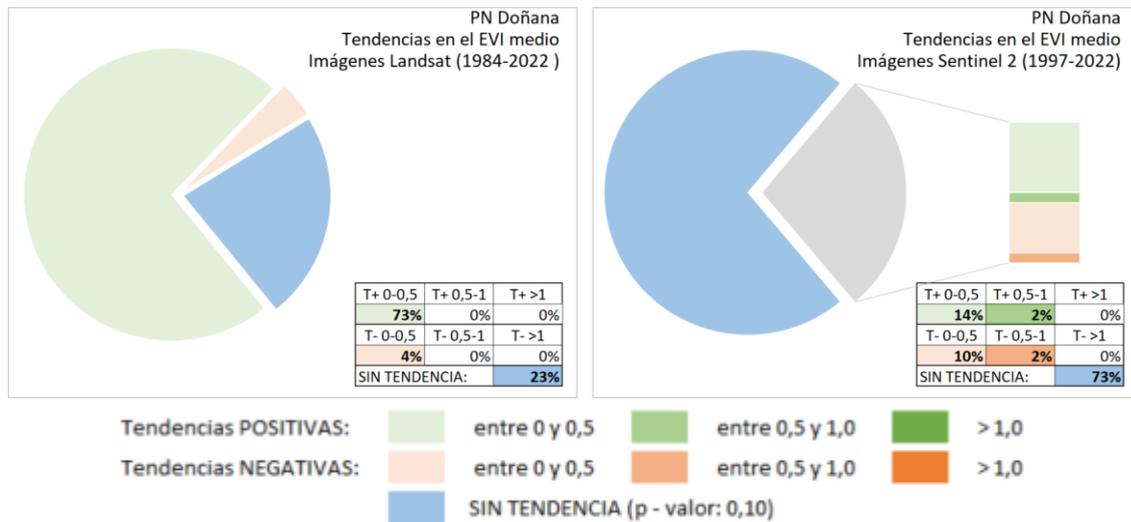


Figura 72. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

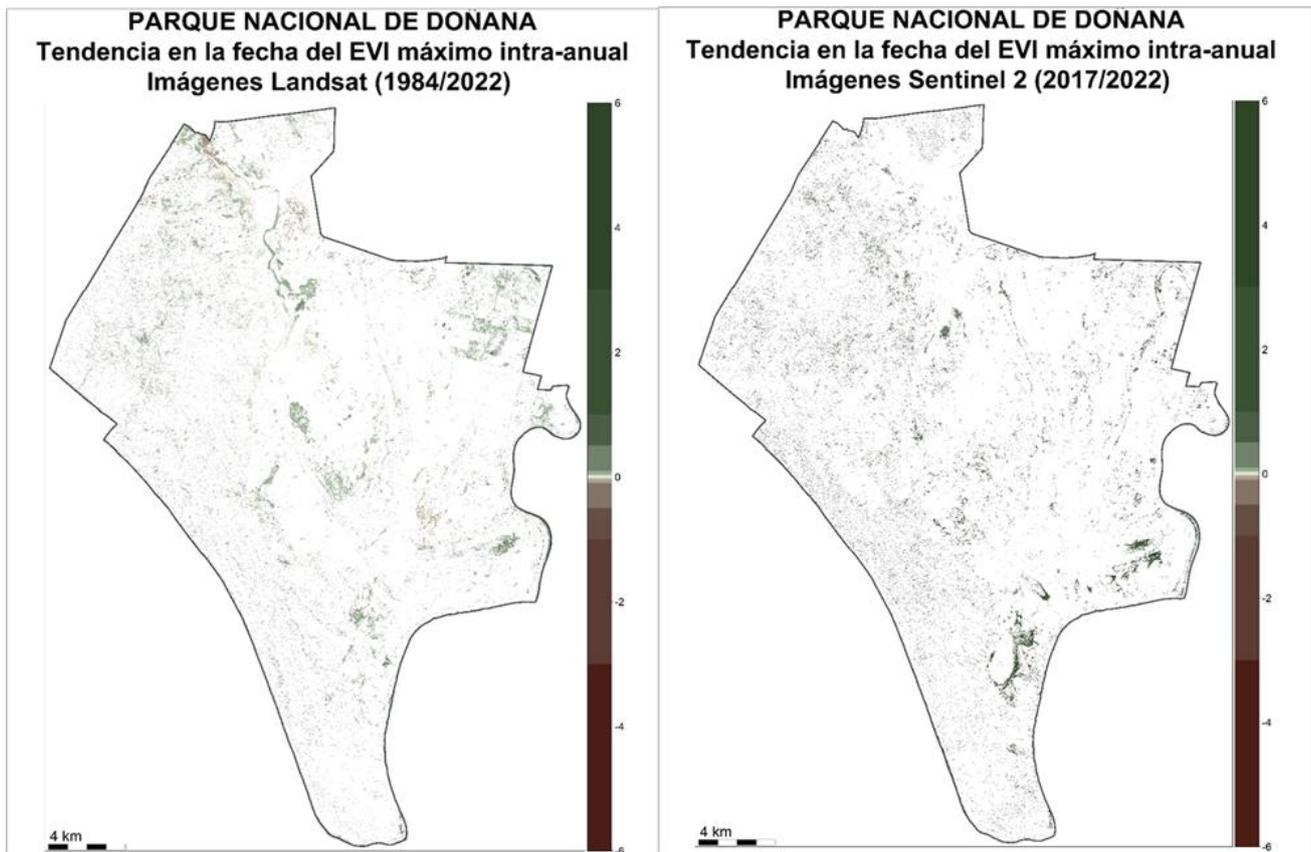


Figura 73. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

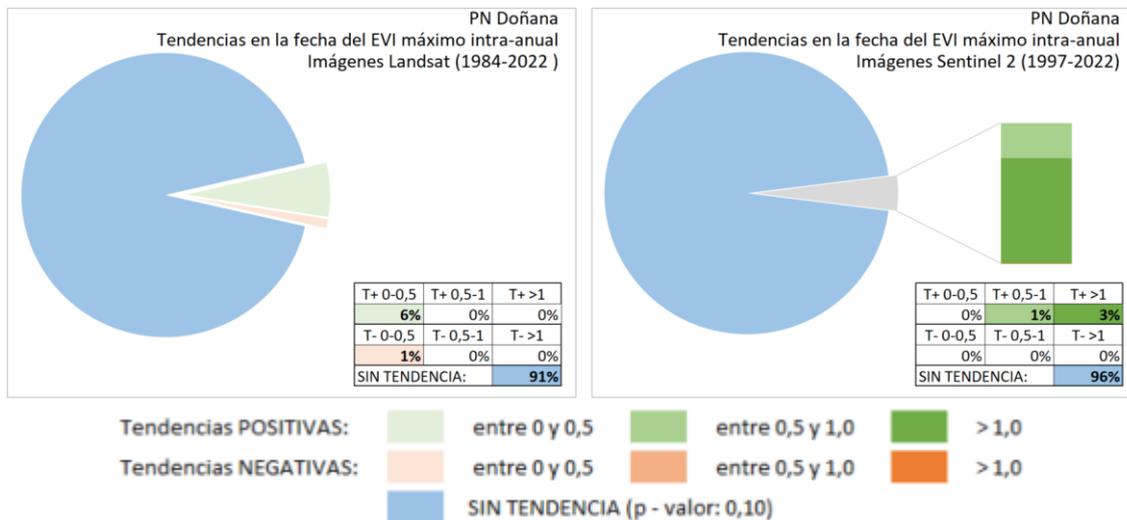


Figura 74. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

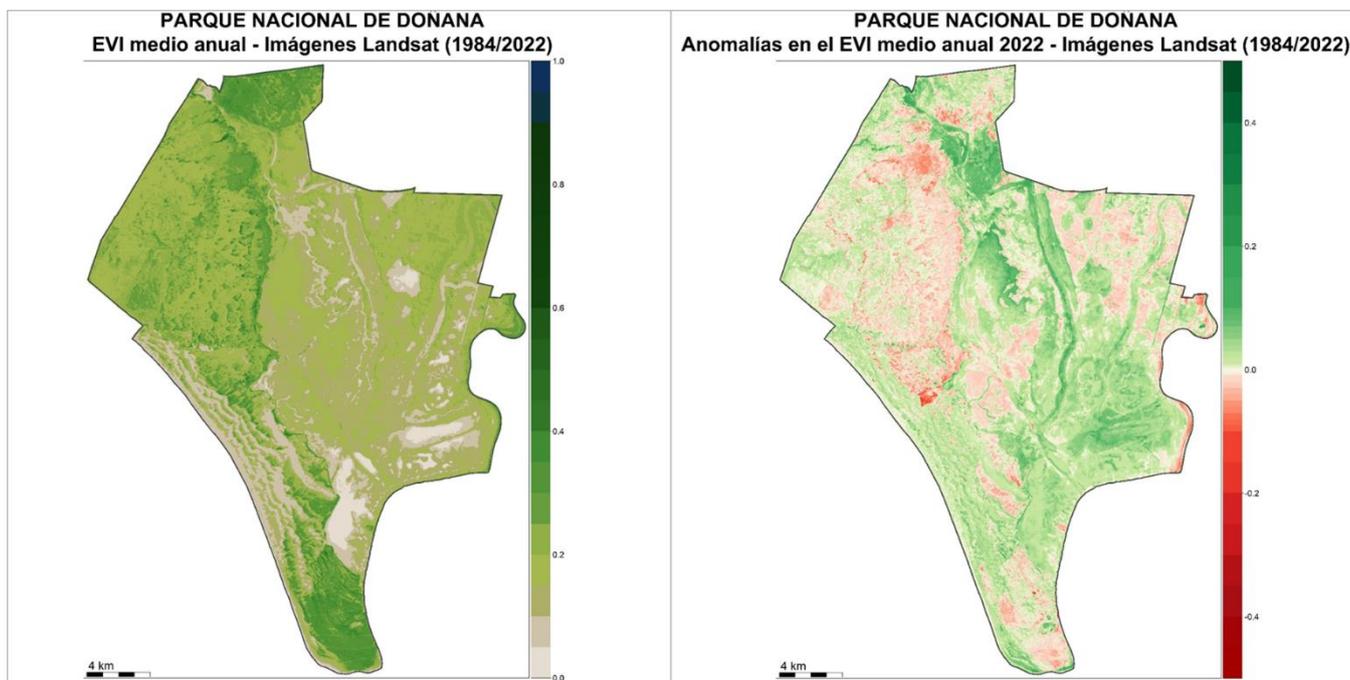
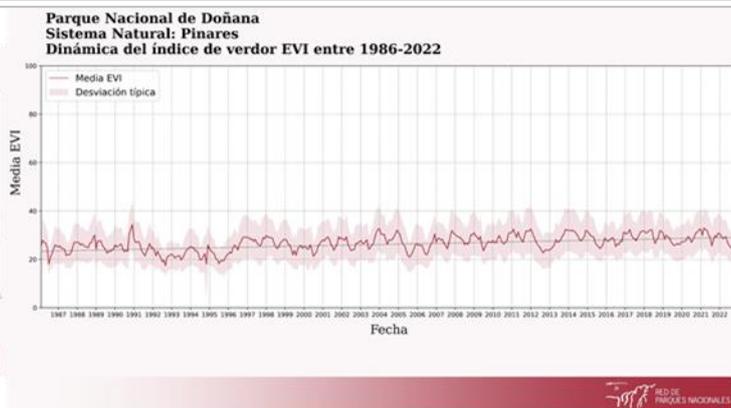
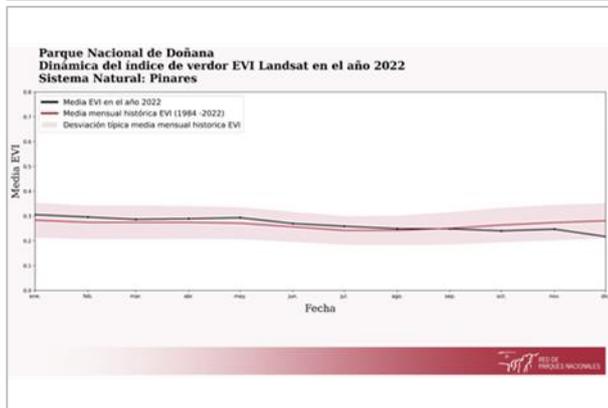
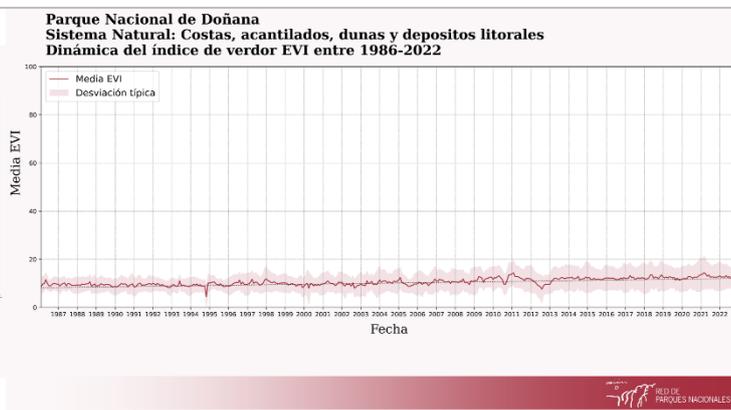
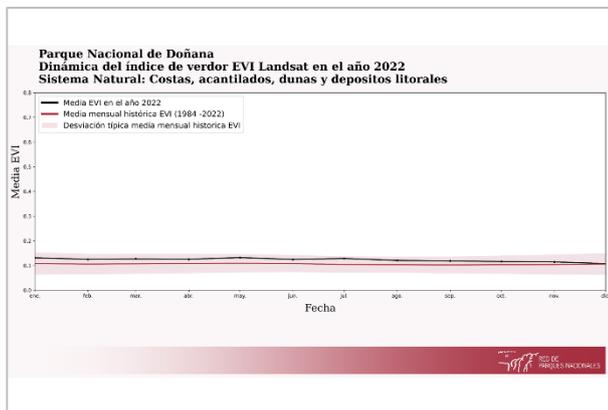


Figura 75. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



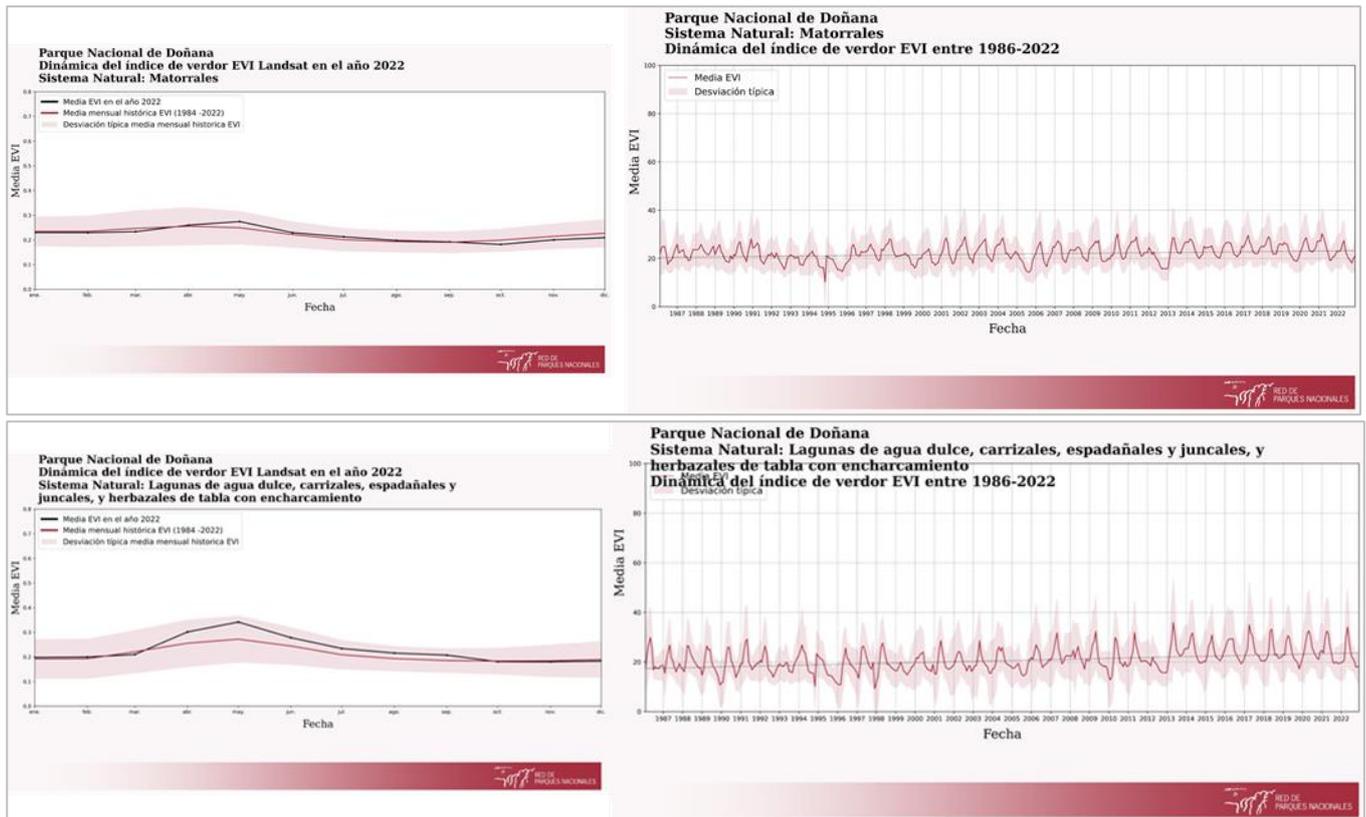


Figura 76. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

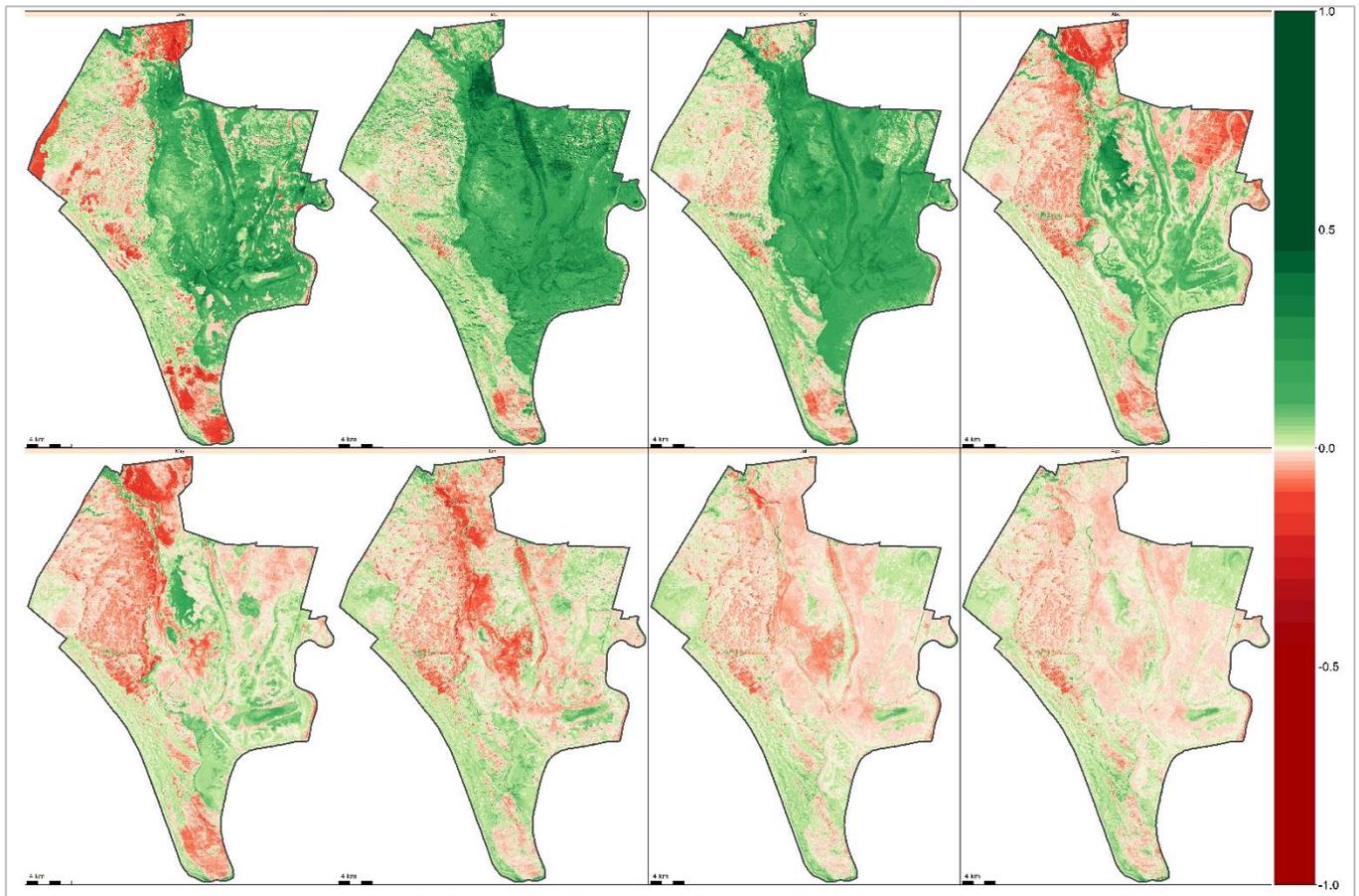


Figura 77. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.6. PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

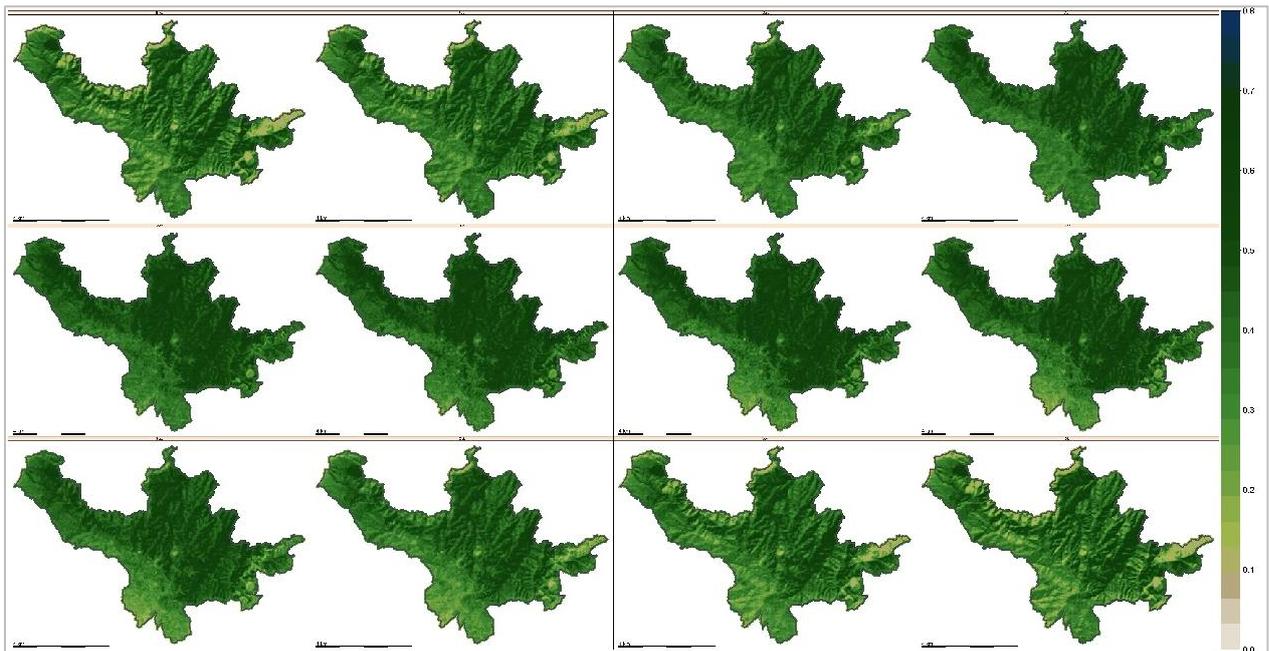


Figura 78. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

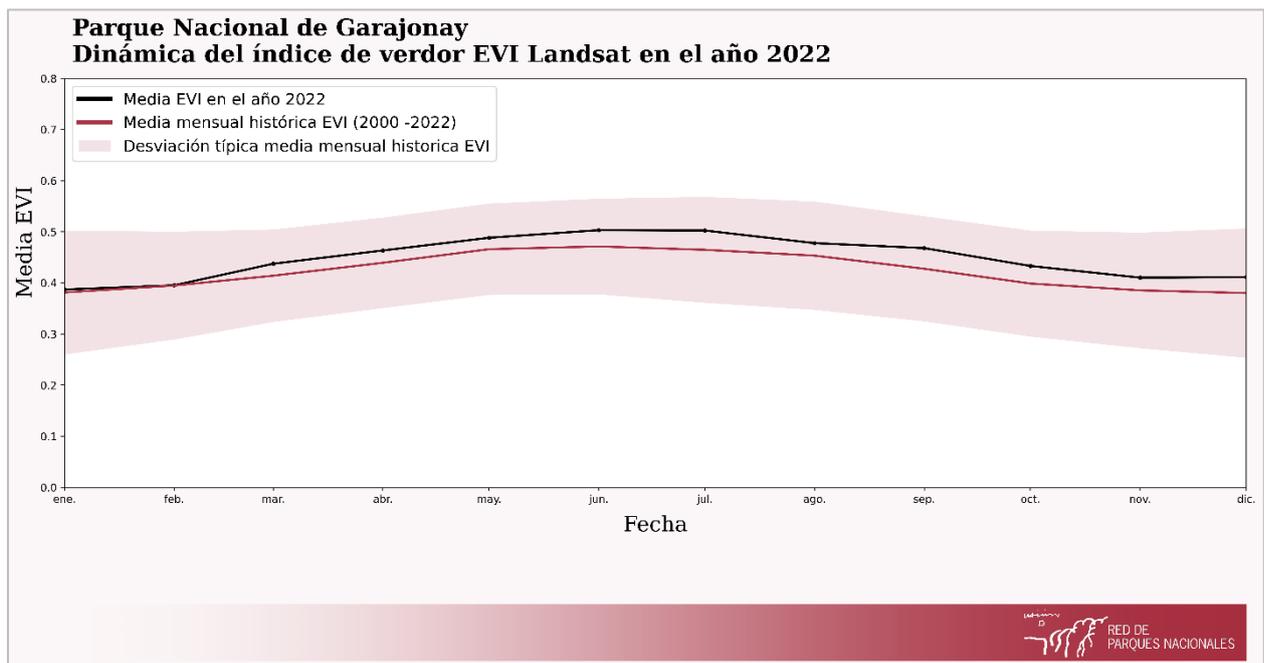


Figura 79. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

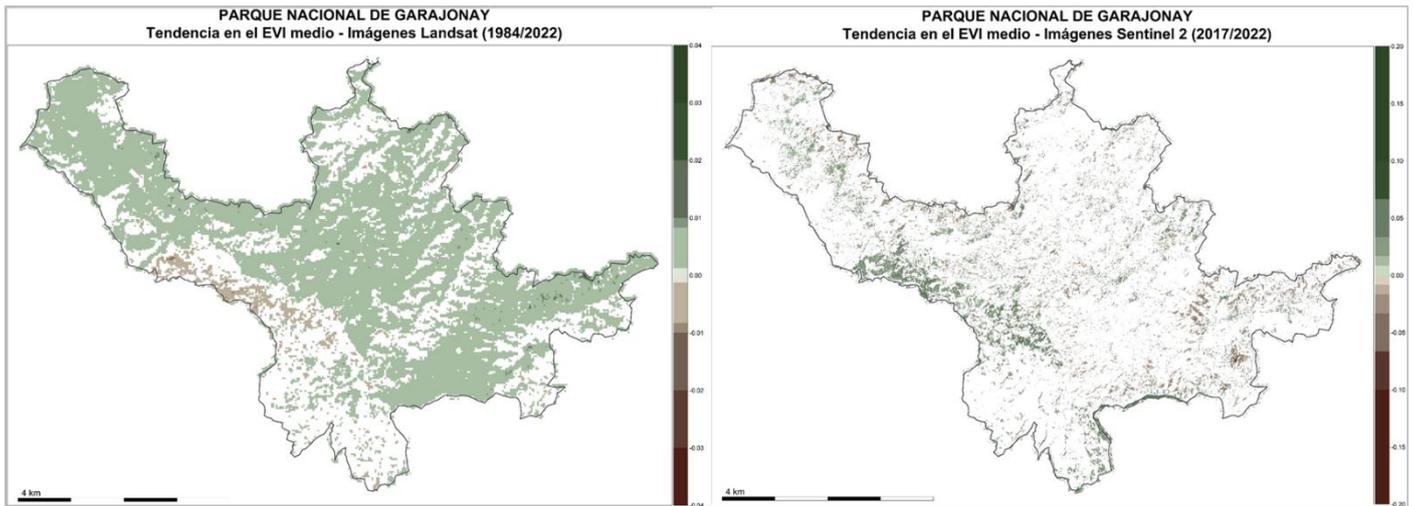


Figura 80. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0,10.

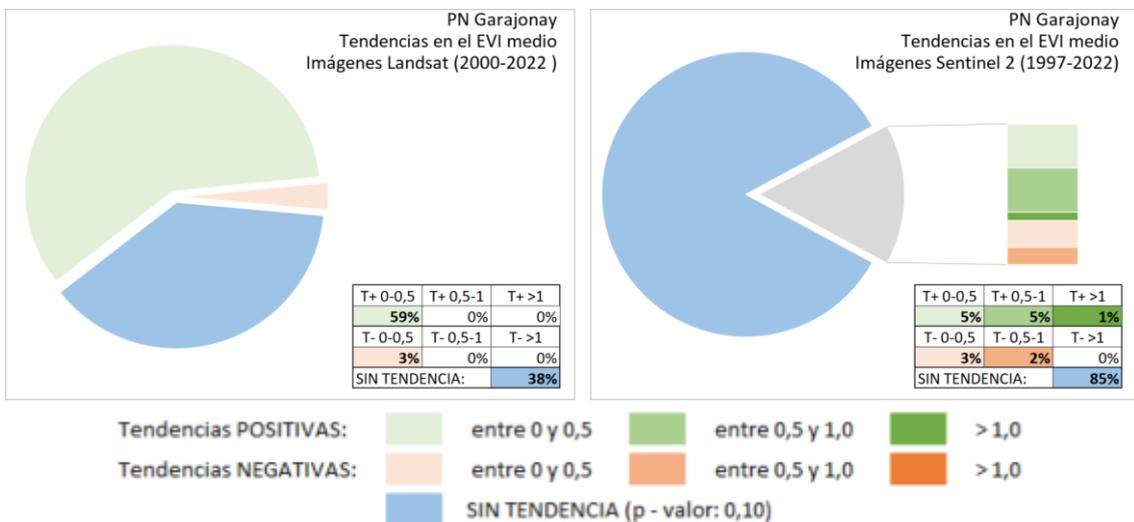


Figura 81. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

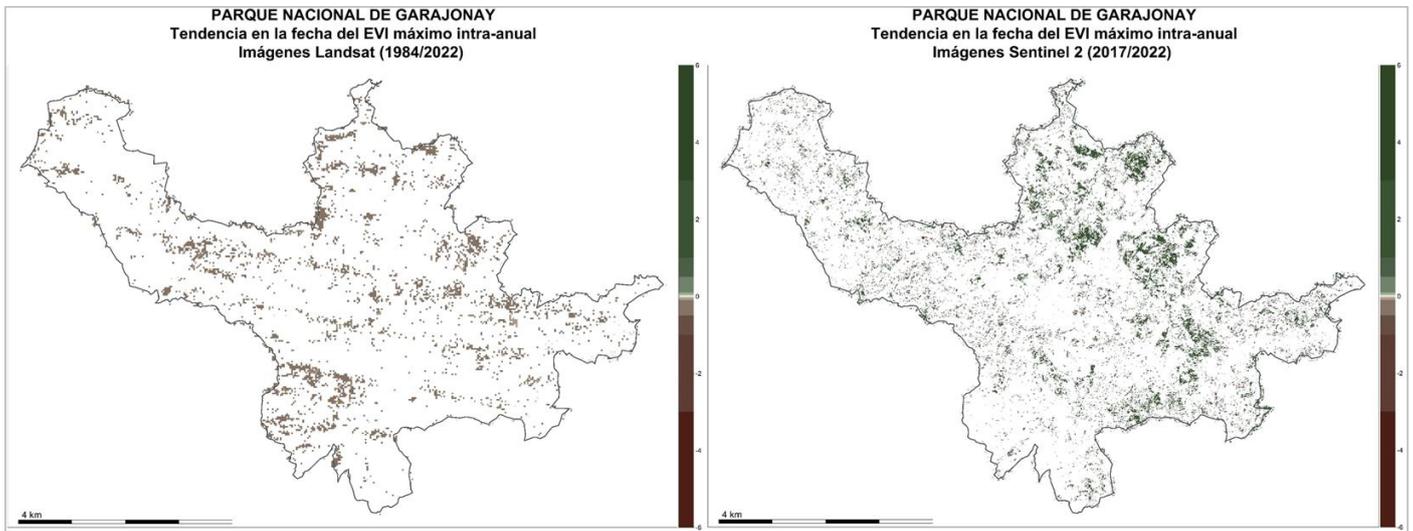


Figura 82. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

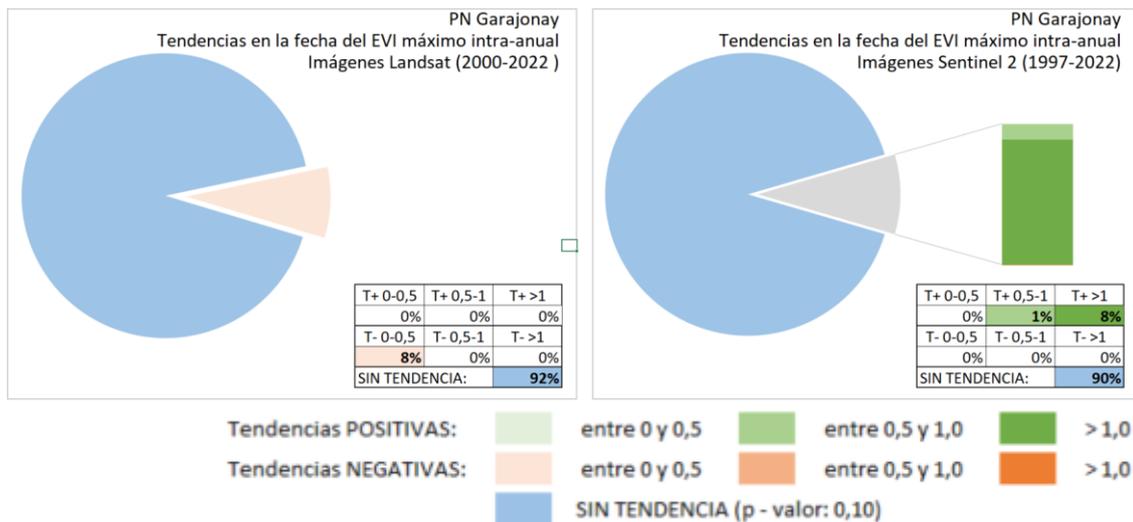


Figura 83. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

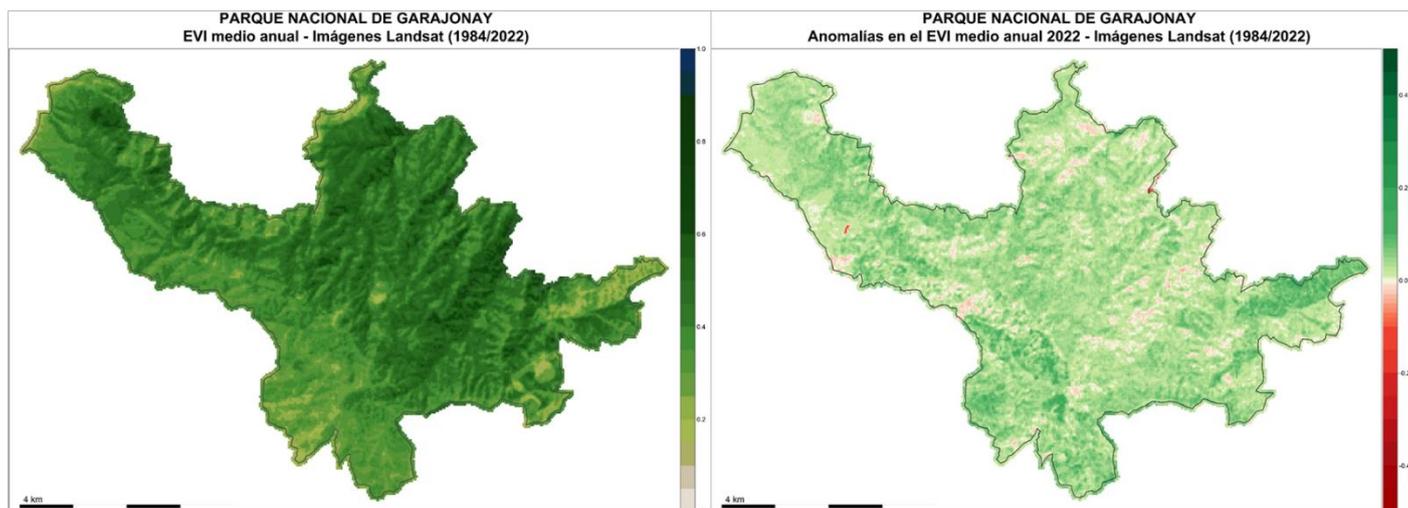


Figura 84. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).

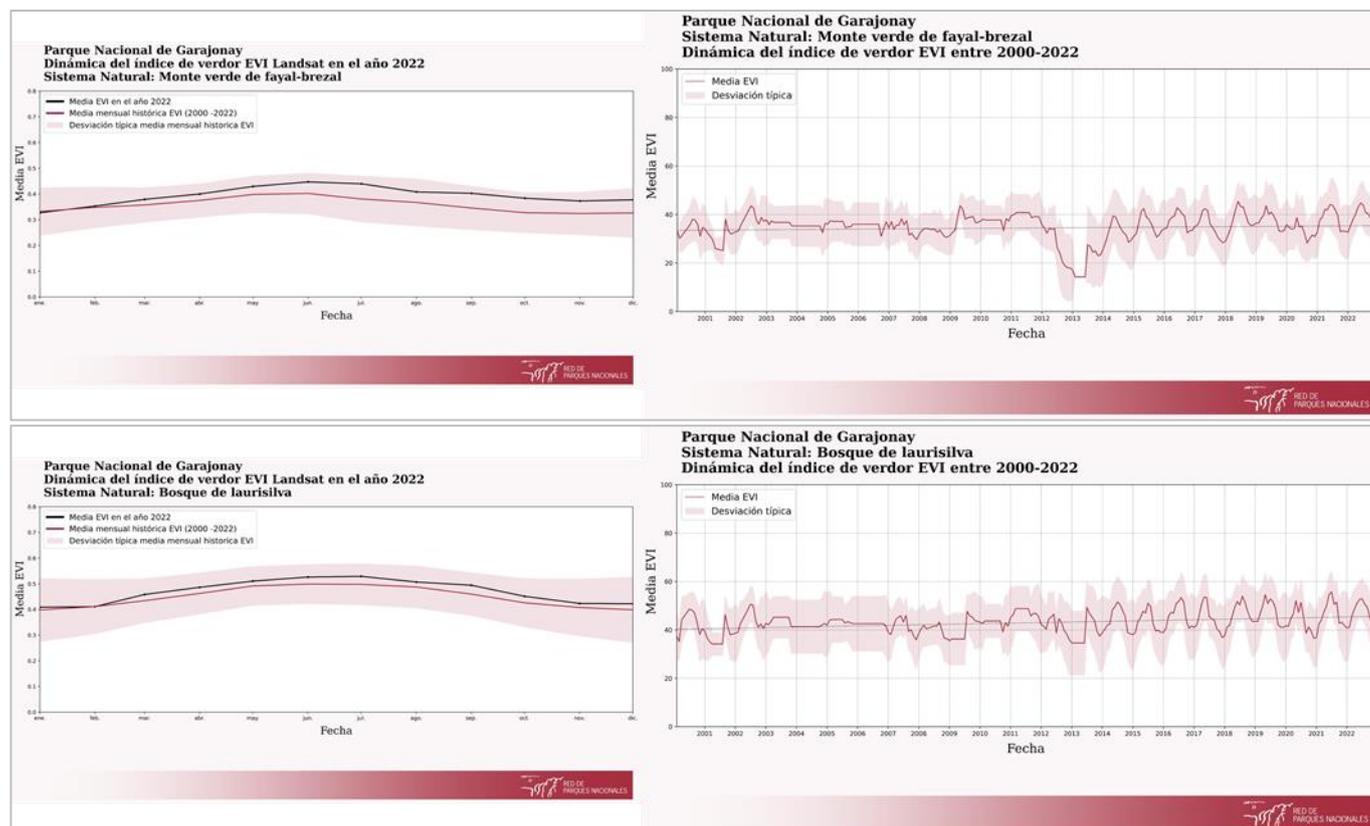


Figura 85. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

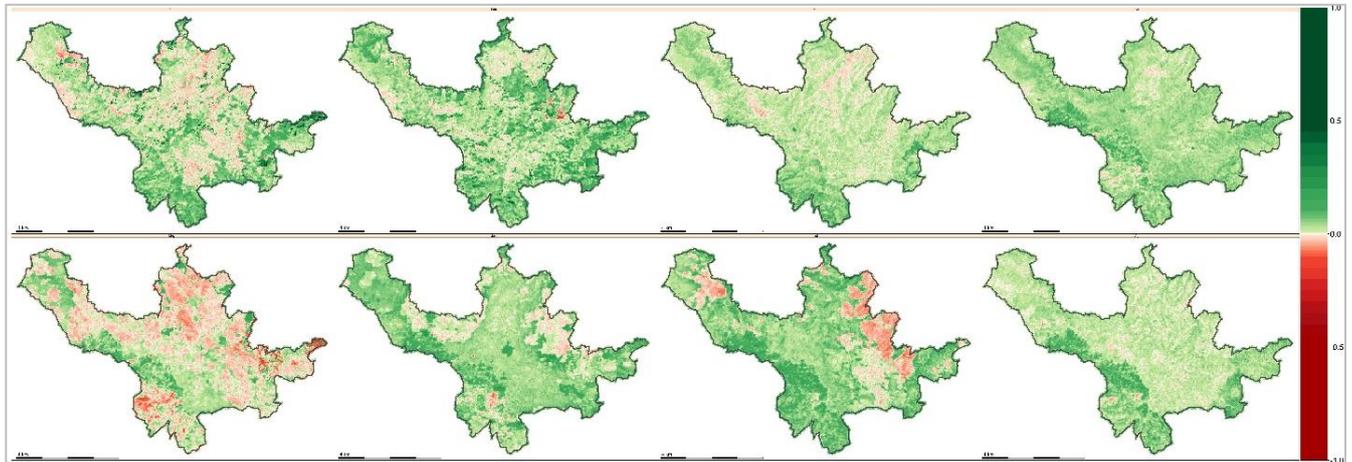


Figura 86. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.7. PARQUE NACIONAL DE GUADARRAMA

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

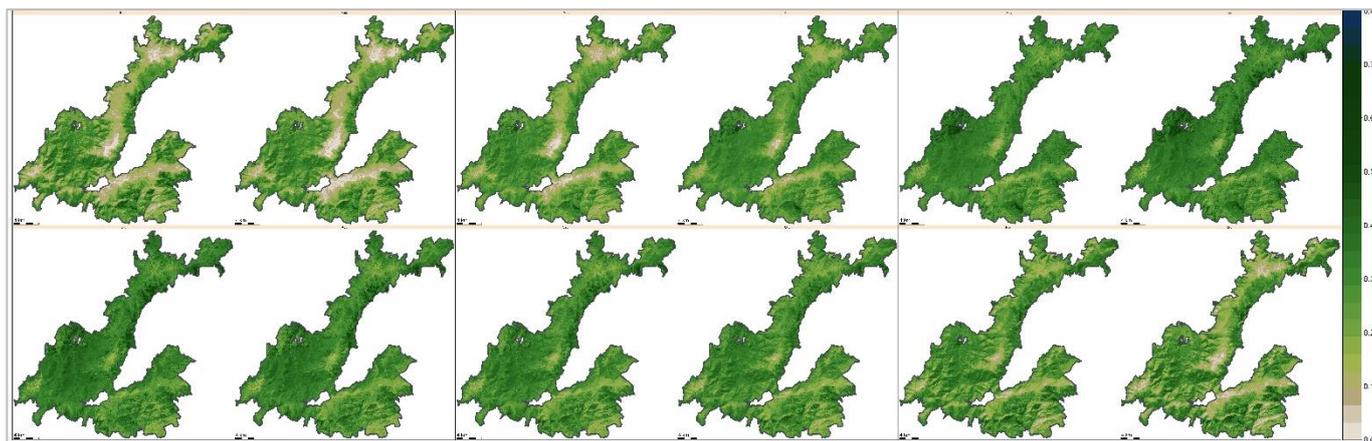


Figura 87. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

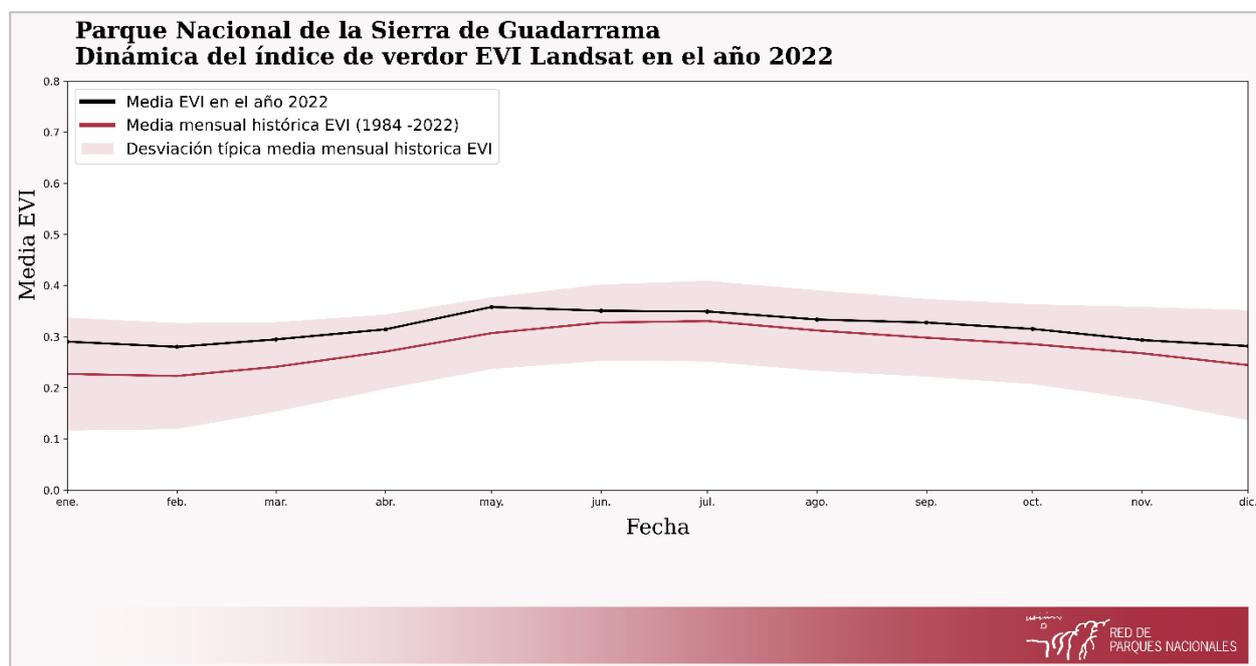


Figura 88. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

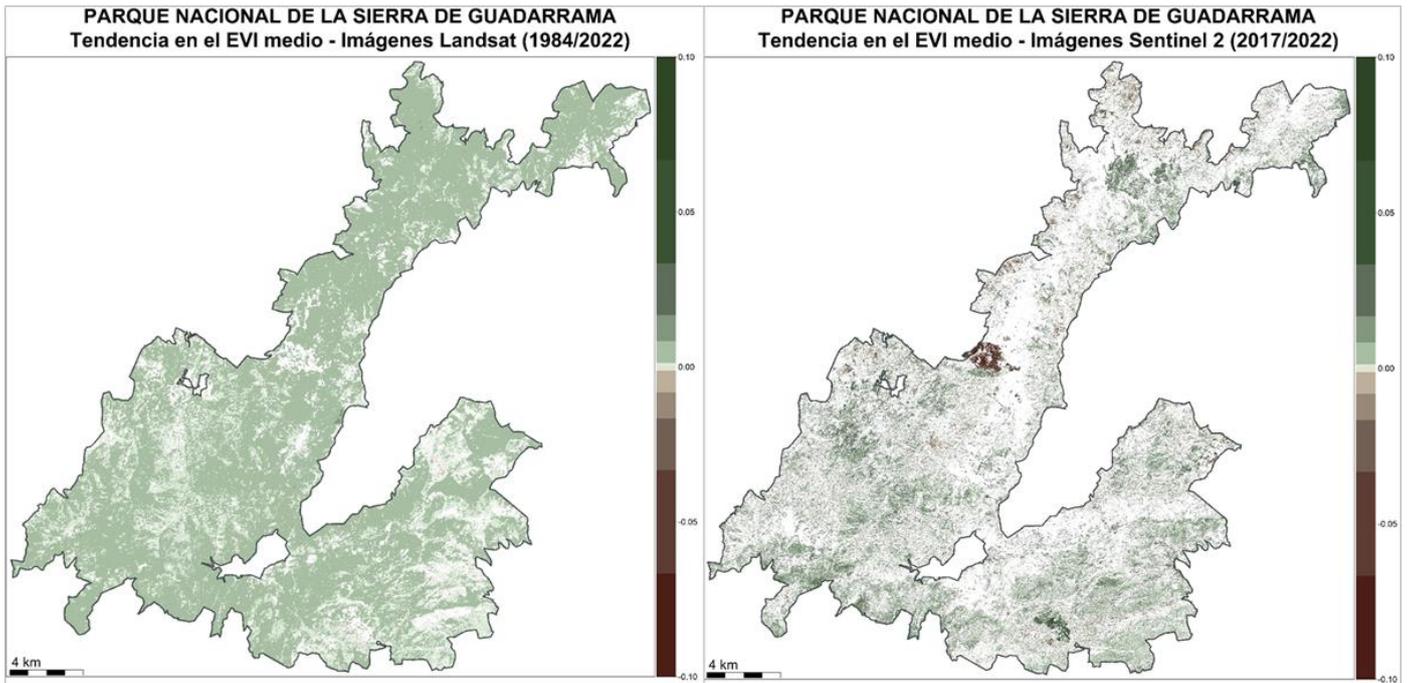


Figura 89. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

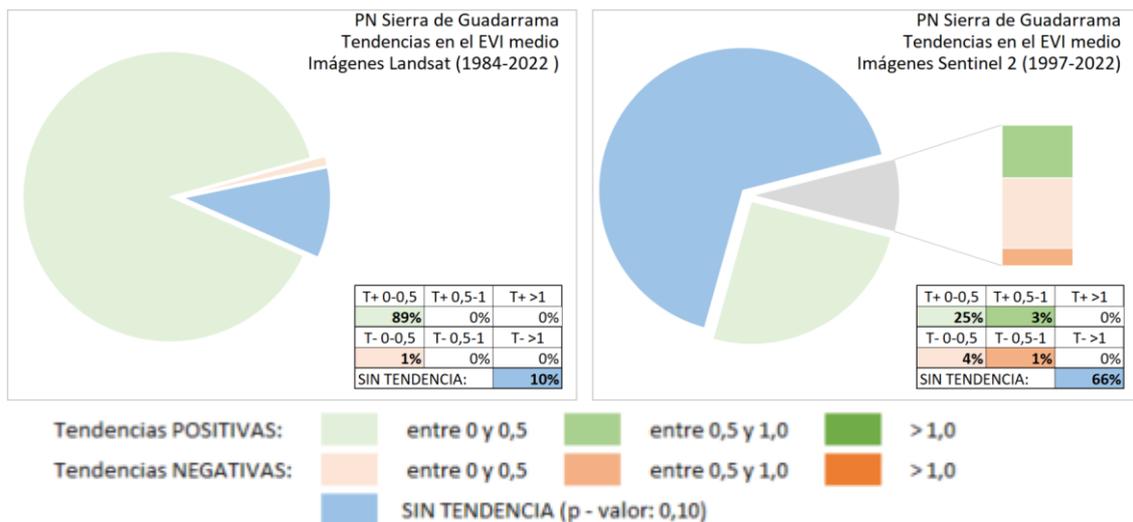


Figura 90. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1.

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

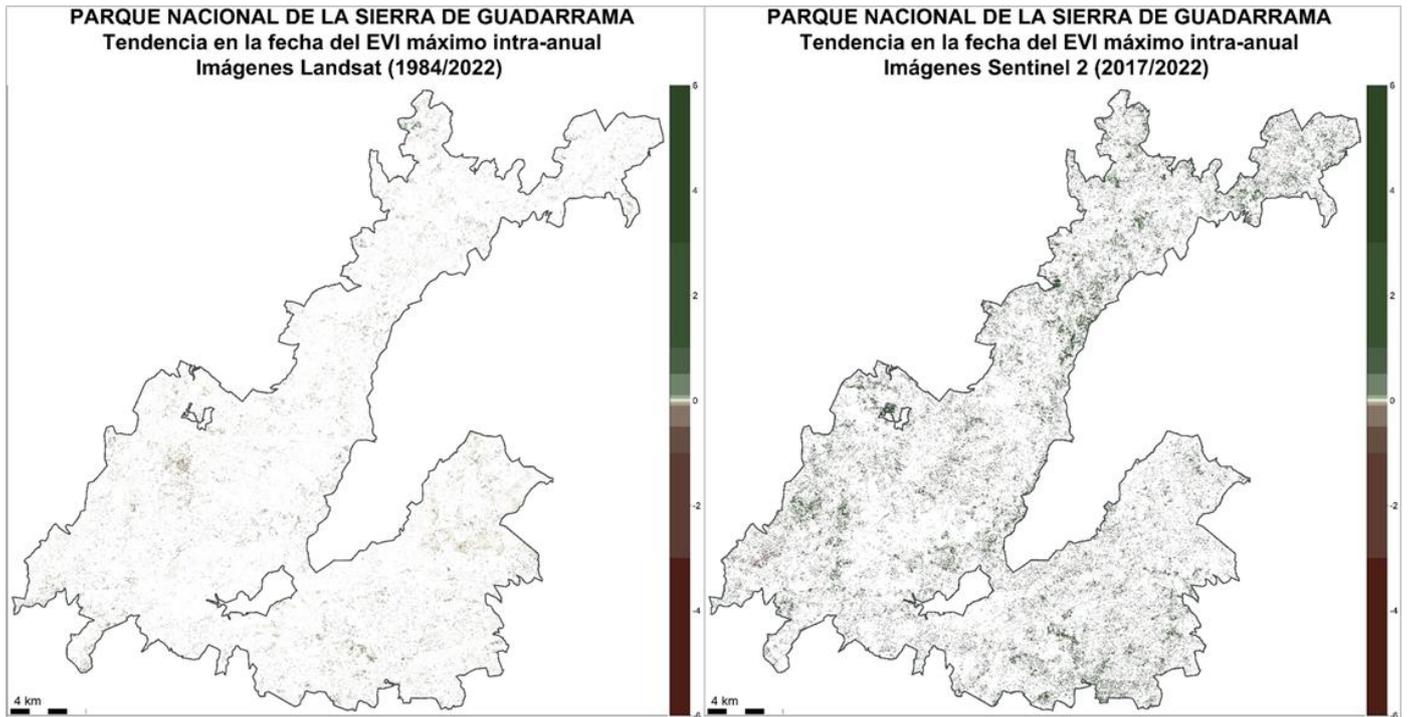


Figura 91. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

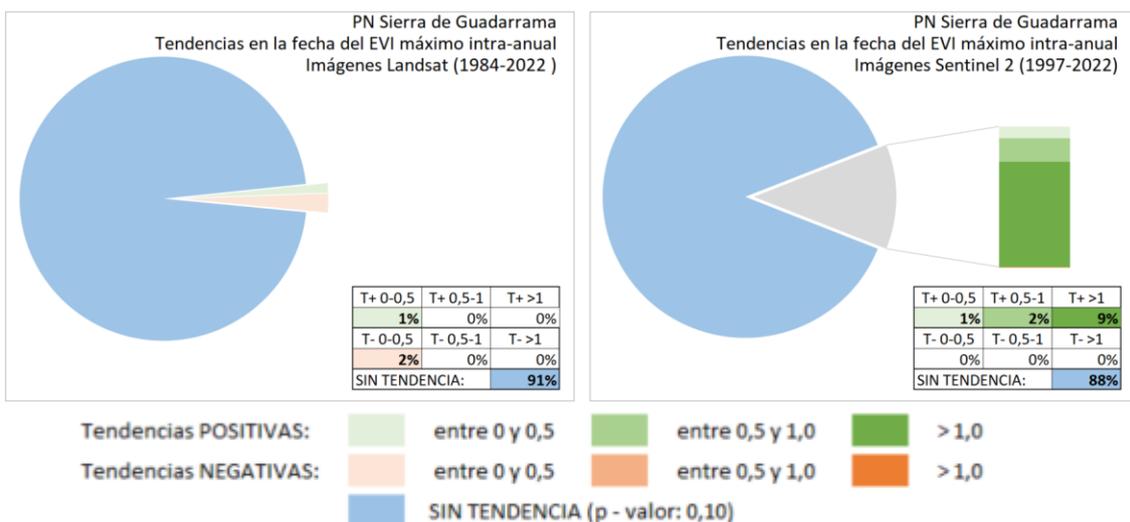


Figura 92. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

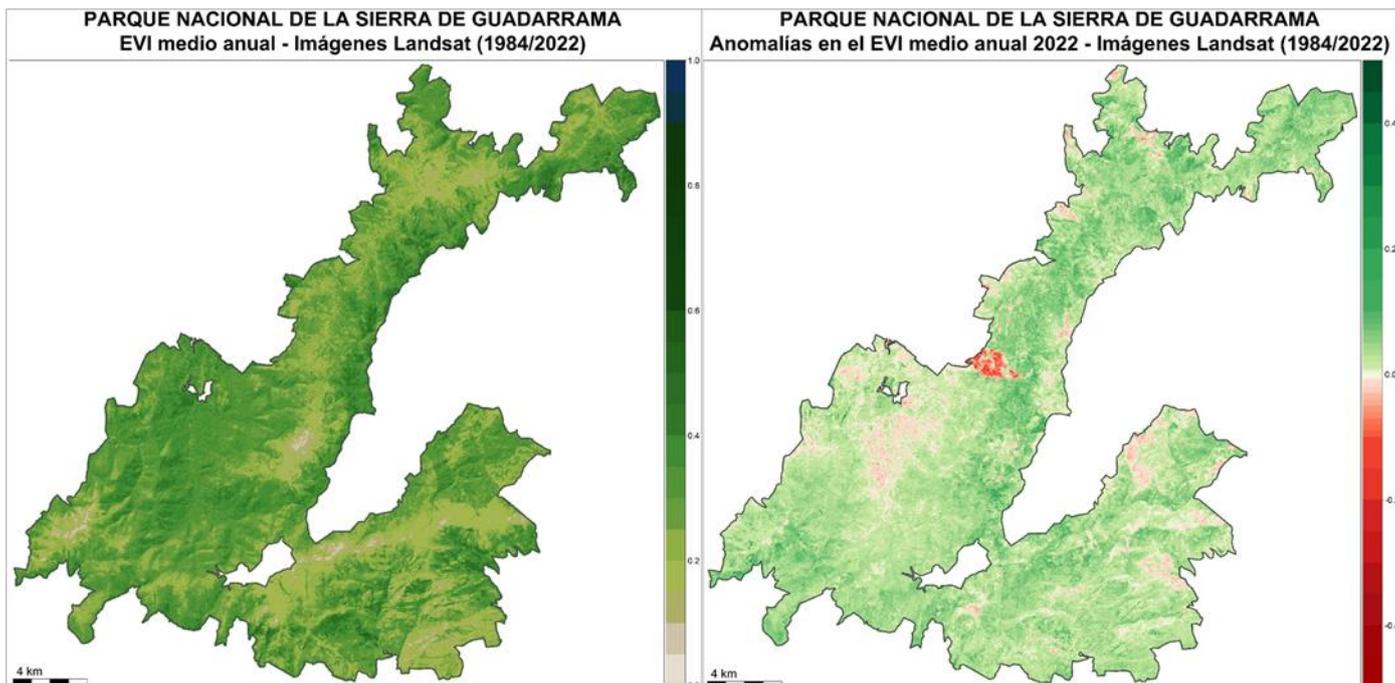
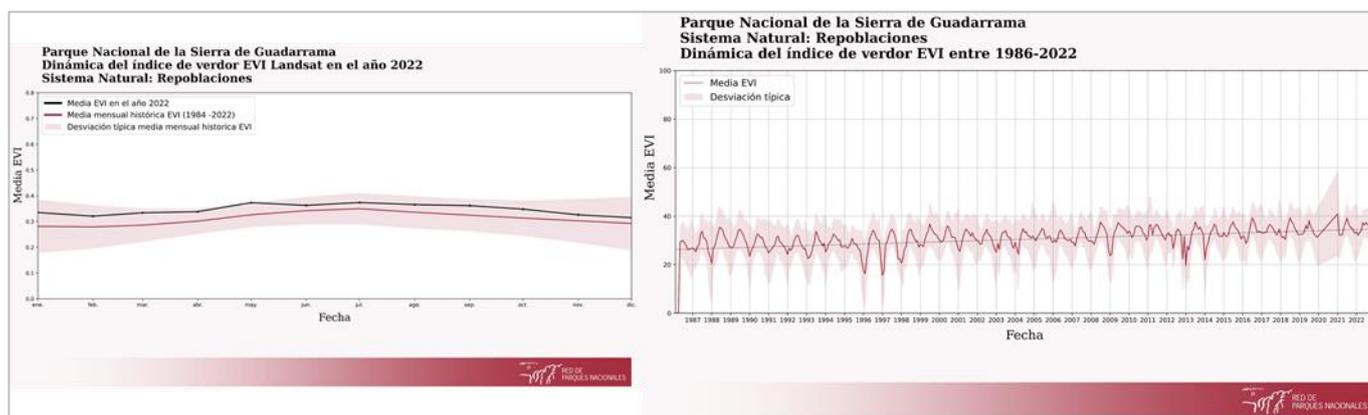


Figura 93. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



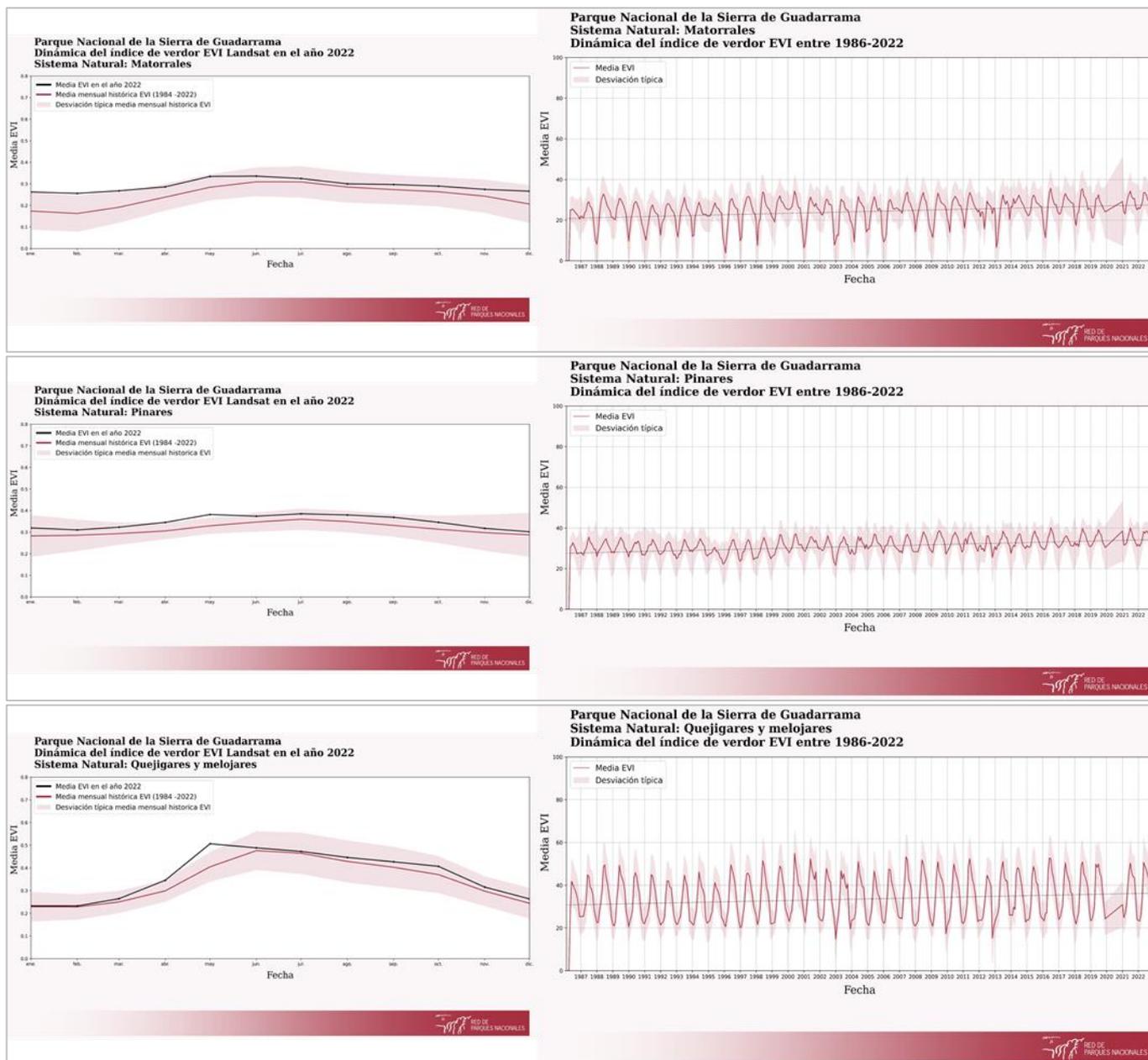


Figura 94. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

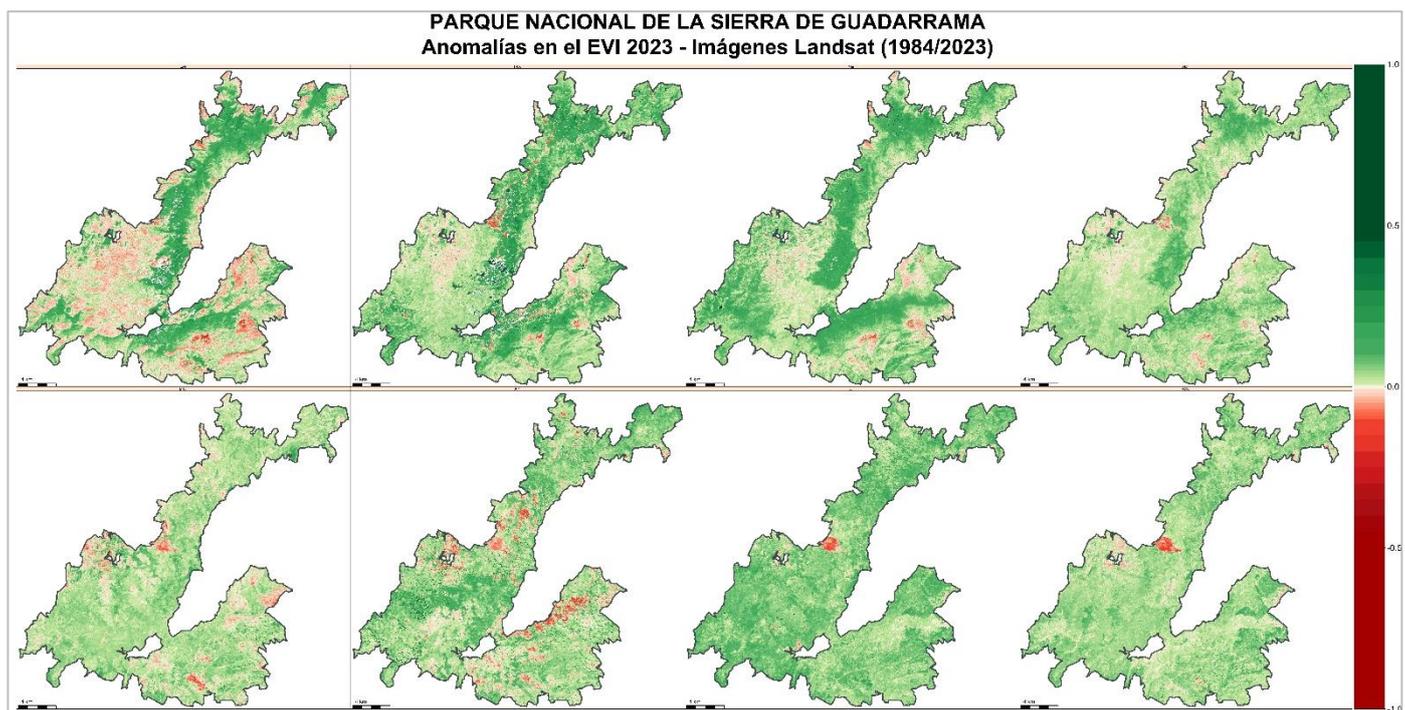


Figura 95. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.8. PARQUE NACIONAL MARÍTIMO-TERRESTRE DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.



Figura 96. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

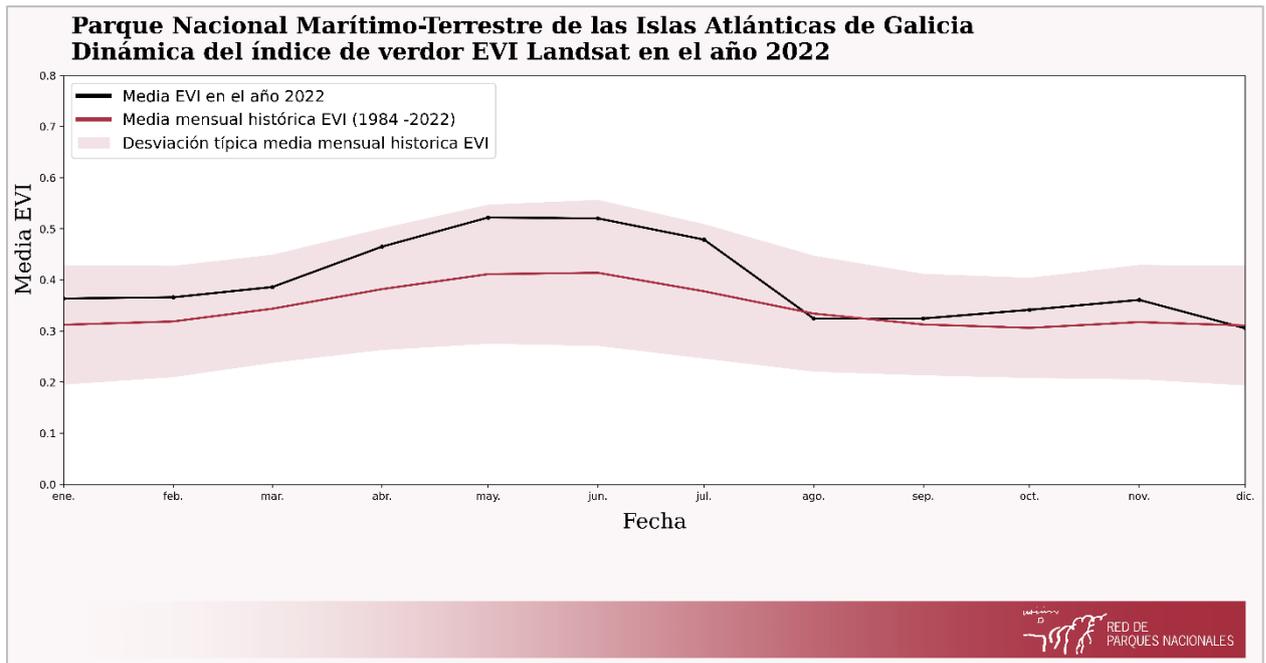


Figura 97. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

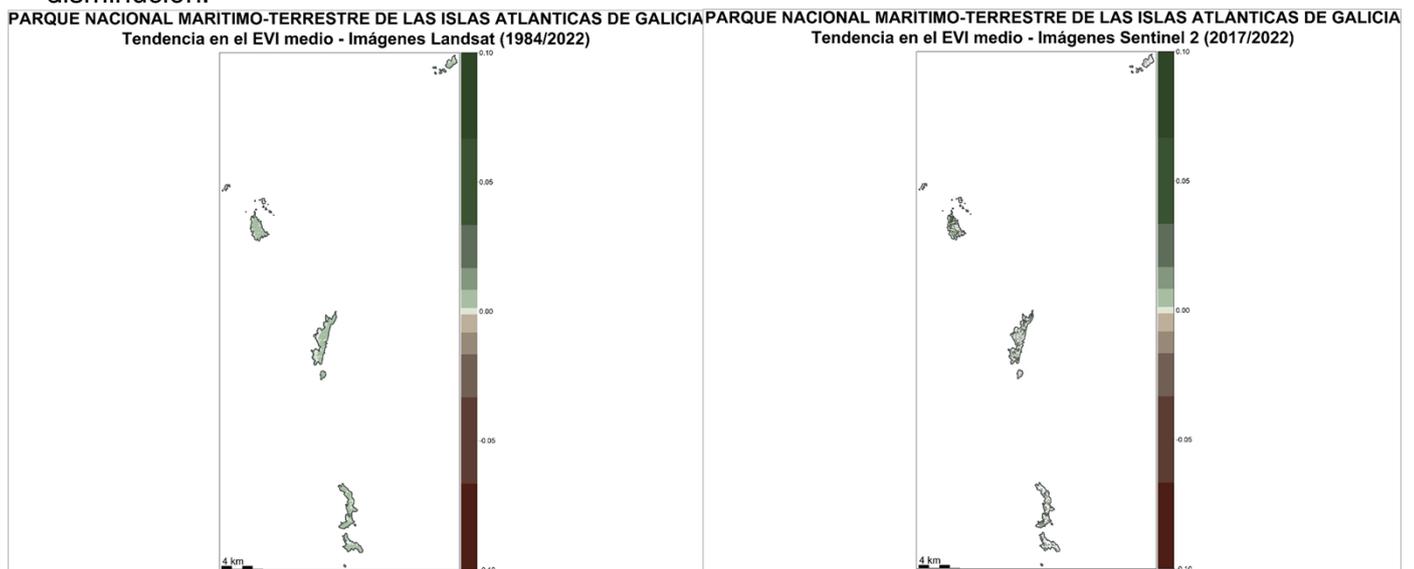


Figura 98. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

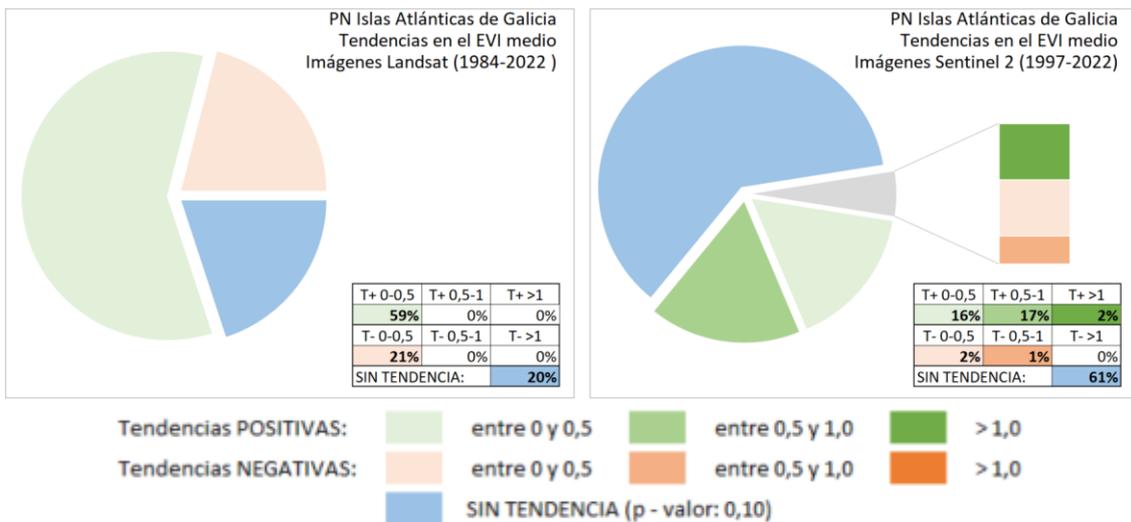


Figura 99. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

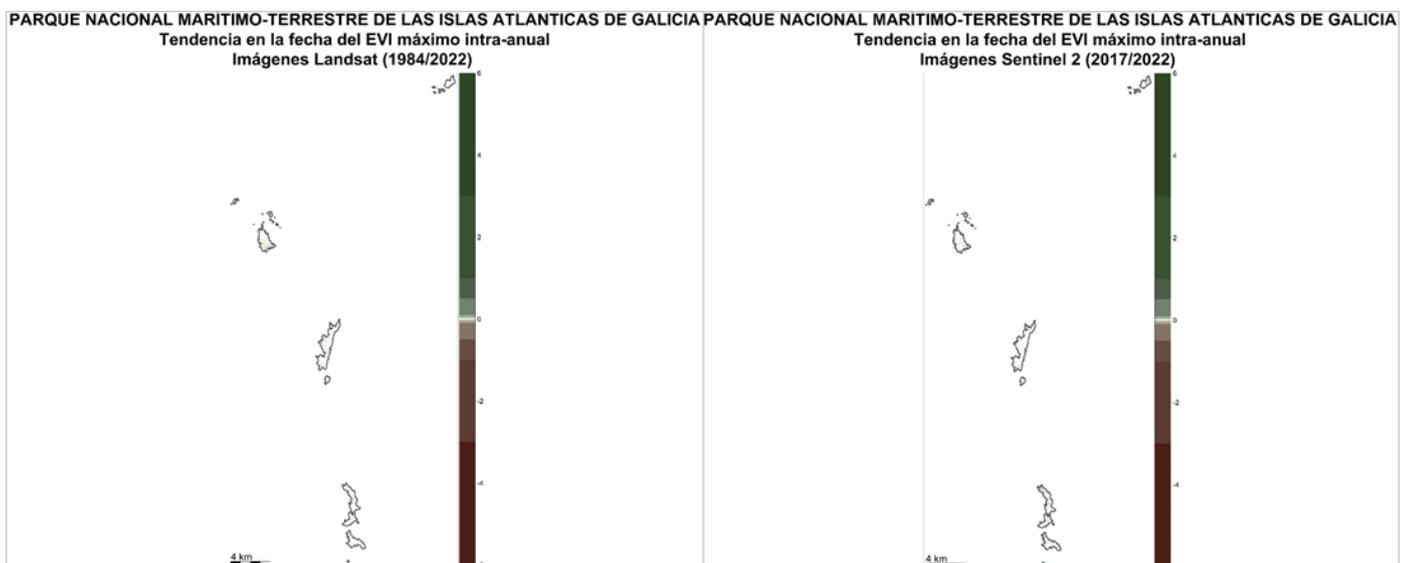


Figura 100. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

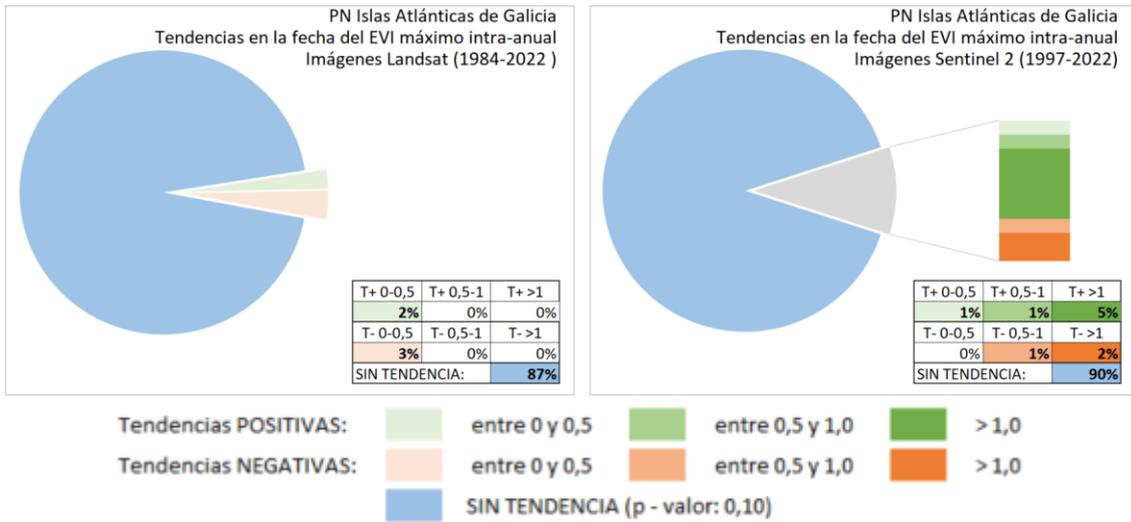
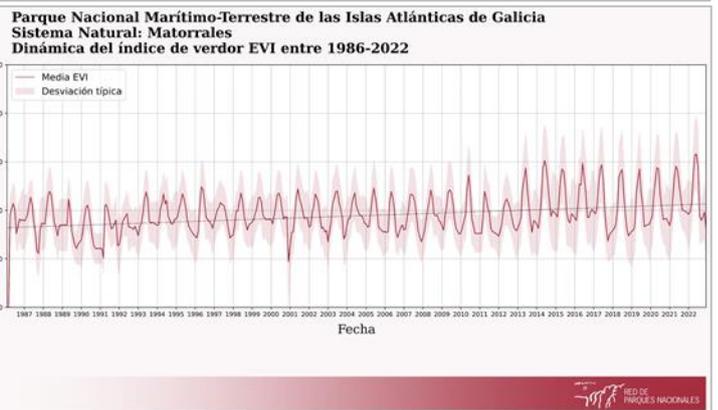
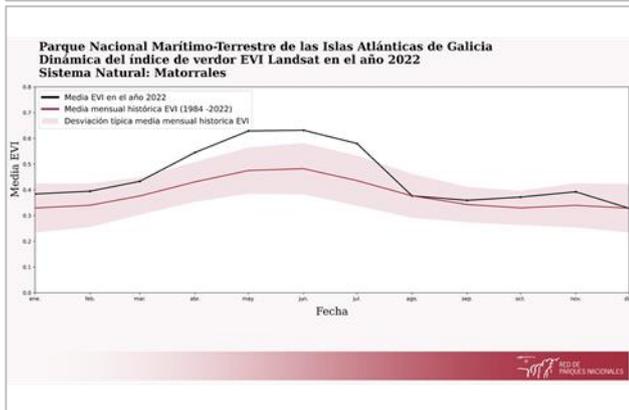
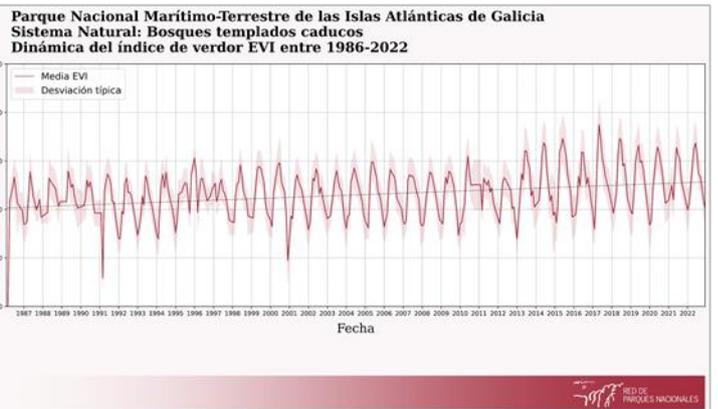
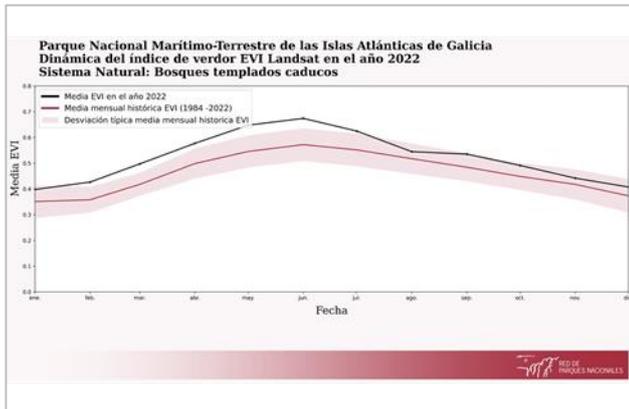


Figura 101. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10



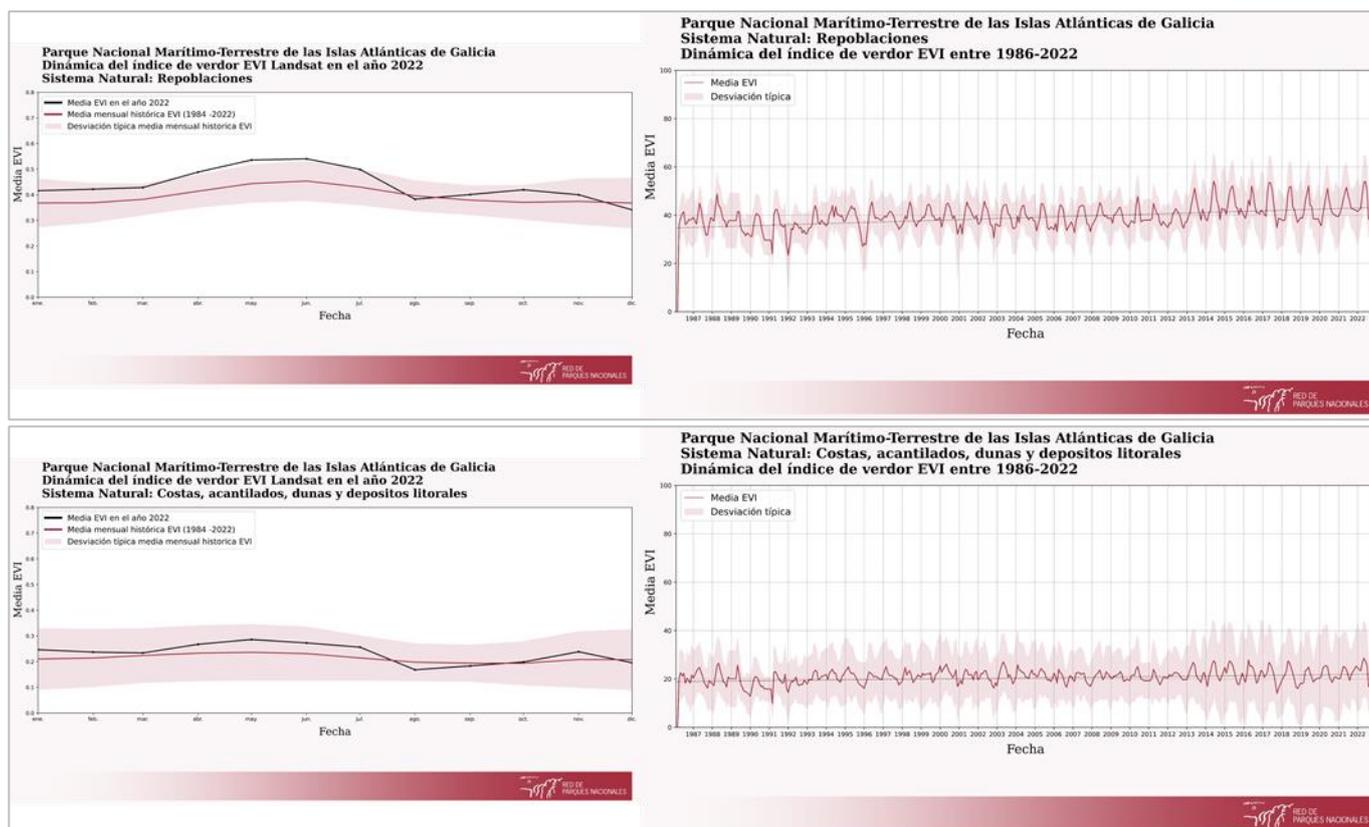


Figura 102. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

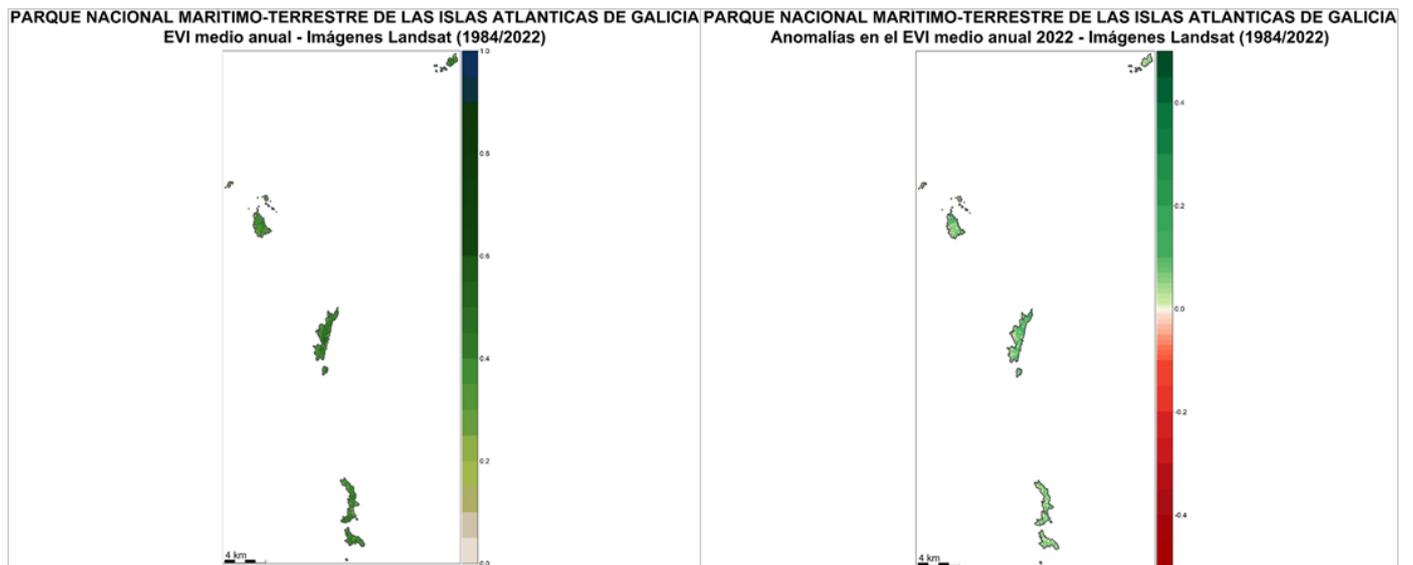


Figura 103. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

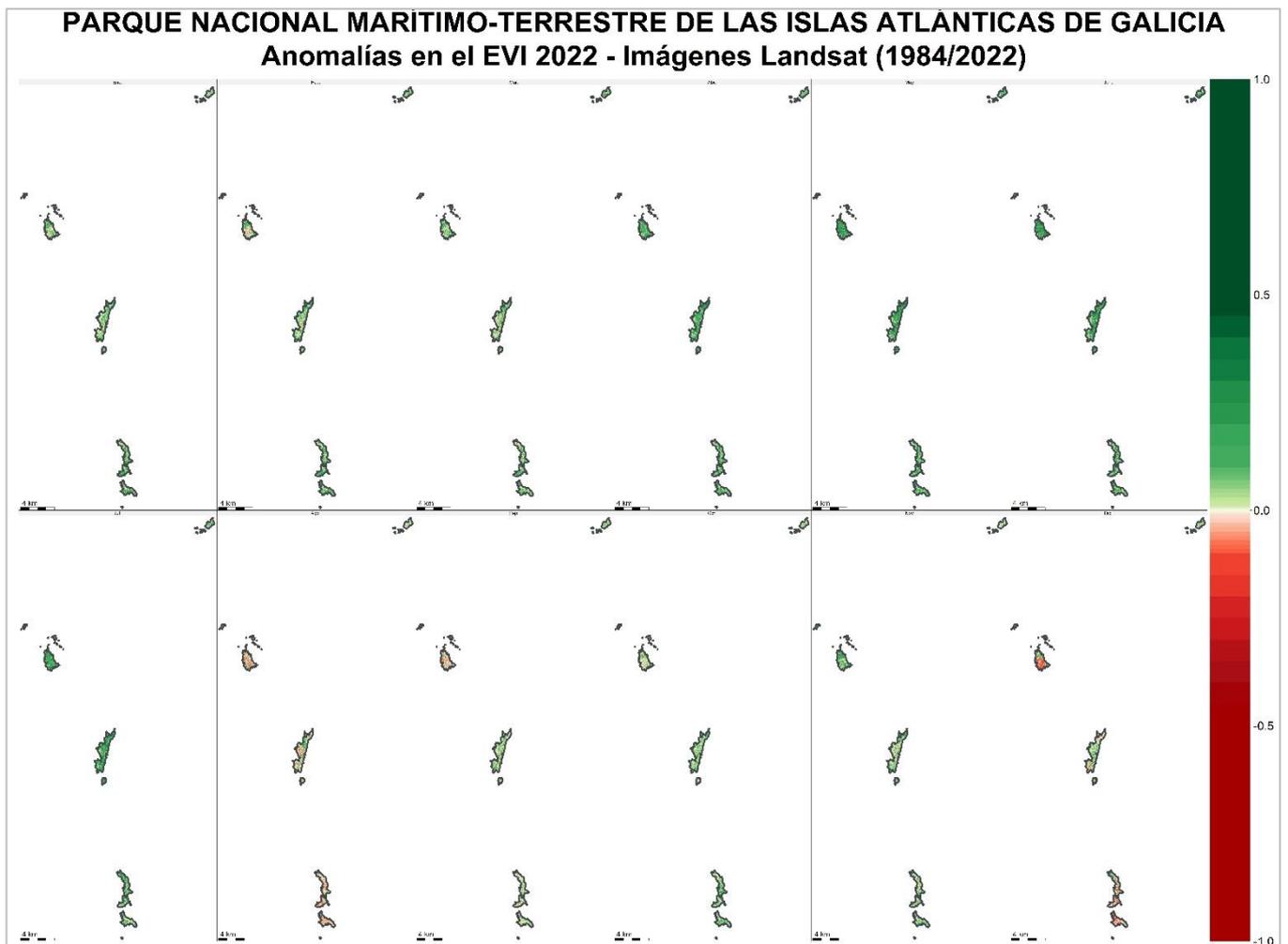


Figura 104. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.8.1. Desarrollo del sistema REMOTE en el ámbito marino

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de temperatura superficial del mar y clorofila en el Parque. En este estudio, el límite está extendido a la Zona de Especial Protección existente en el área de la costa, dado que los límites oficiales del parque son muy pequeños en torno a las islas e impedirían un análisis adecuado del entorno marítimo (Figura 105).

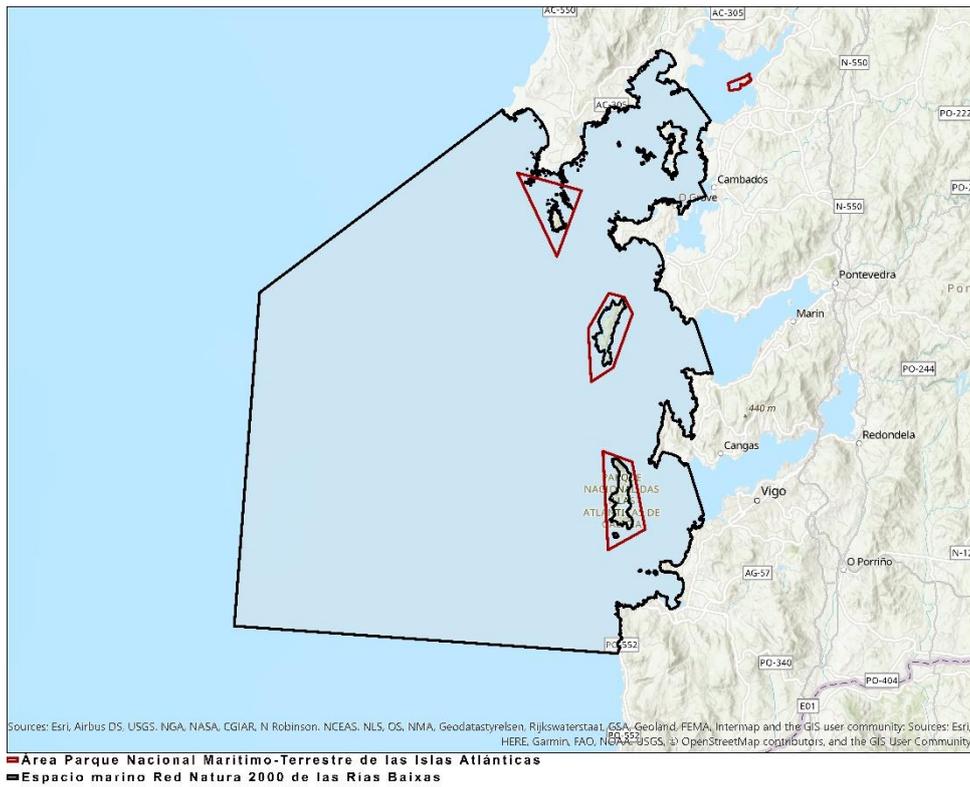


Figura 105. Área de estudio del ámbito marino del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas.

4.8.1.1. Temperatura superficial del mar

Tal y como se muestra en la Figura 106, la tendencia de la temperatura es ligeramente ascendente desde 1982.

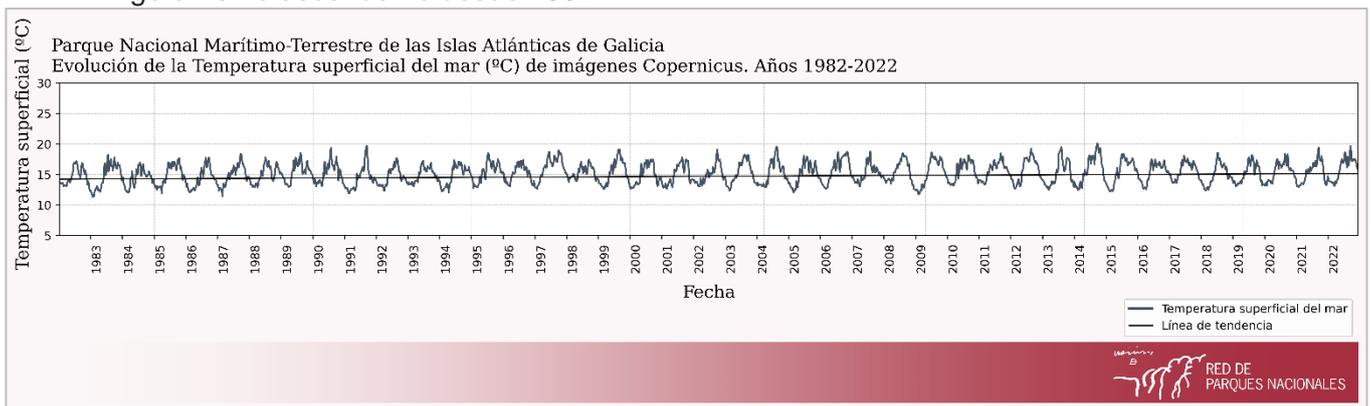


Figura 106. Evolución de la temperatura superficial del mar en el Parque Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (1982 – 2022)

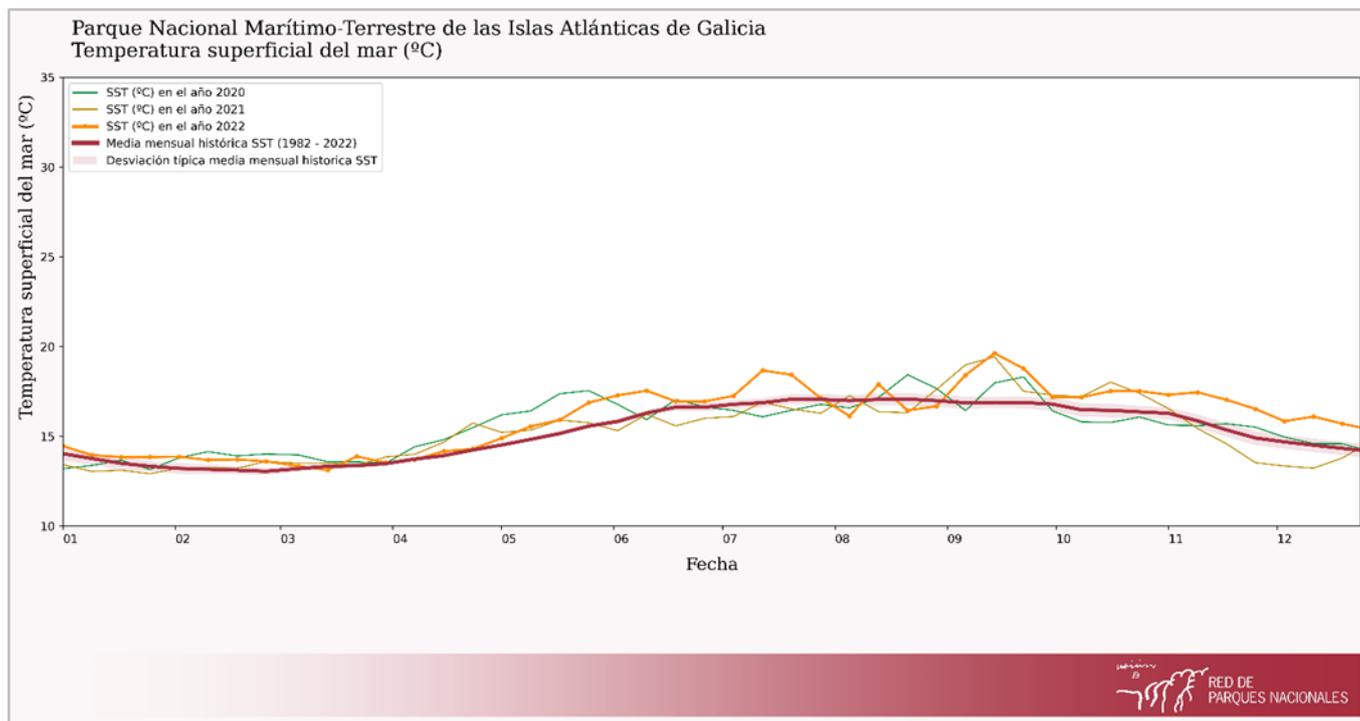


Figura 107. Dinámica de la temperatura superficial del mar en los años 2020, 2021 y 2022 con respecto al histórico del parque.

4.8.1.2. Clorofila-a

La concentración de chl-a es más alta en este parque que en el caso del Archipiélago de Cabrera. Se aprecia que los valores se encuentran entre 1 y 5 mg/m³, alcanzando los máximos a mediados de primavera y verano, mientras que los mínimos se concentran en invierno (Figura 108).

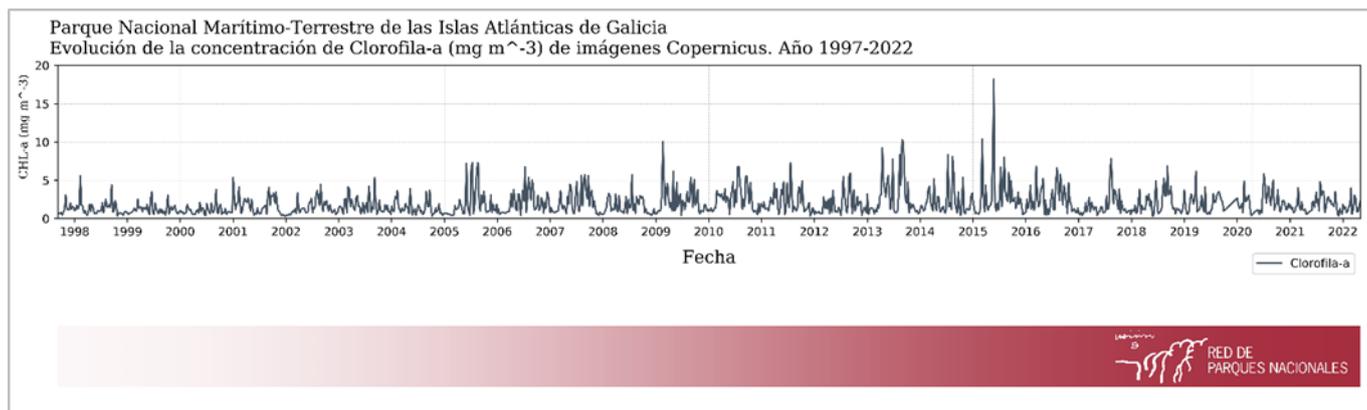


Figura 108. Evolución de la clorofila-a en el Parque Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (1997 – 2022)

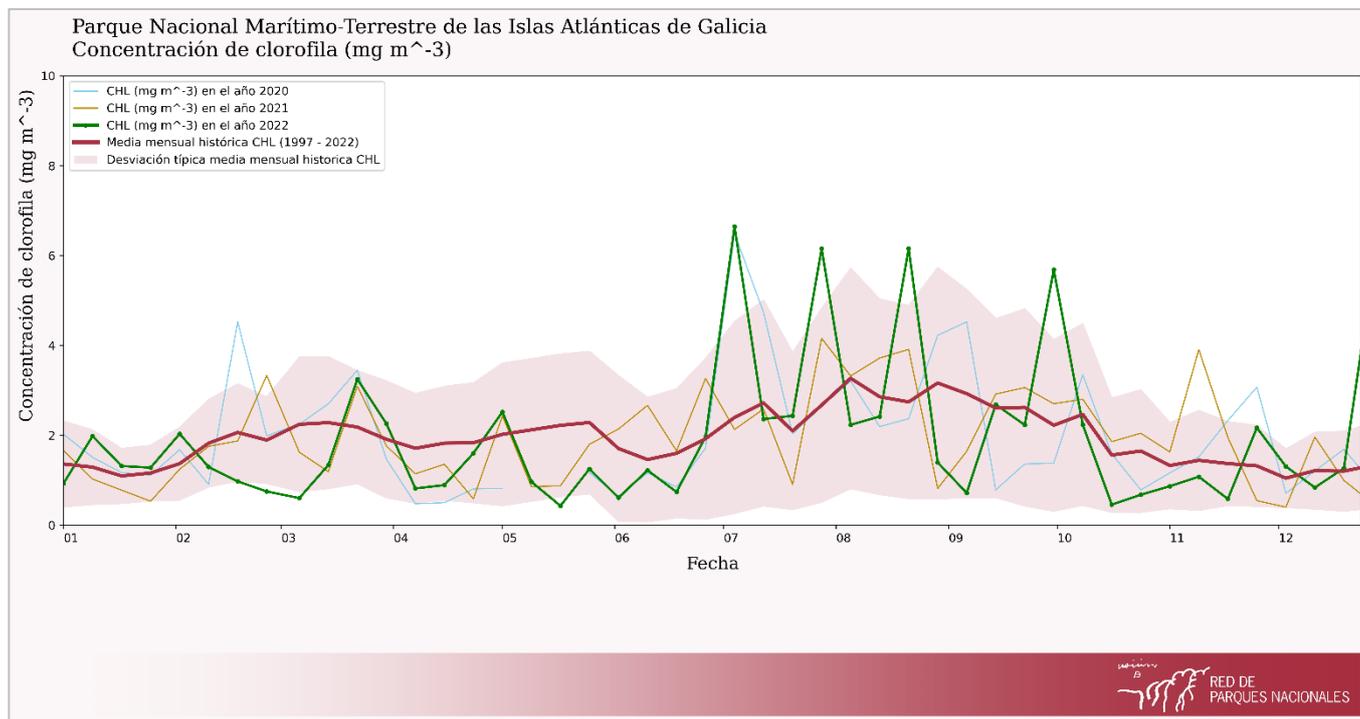


Figura 109. Dinámica de la concentración de la clorofila en los años 2020, 2021 y 2022 con respecto al histórico del parque.

4.9. PARQUE NACIONAL DE MONFRAGÜE

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.



Figura 110. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

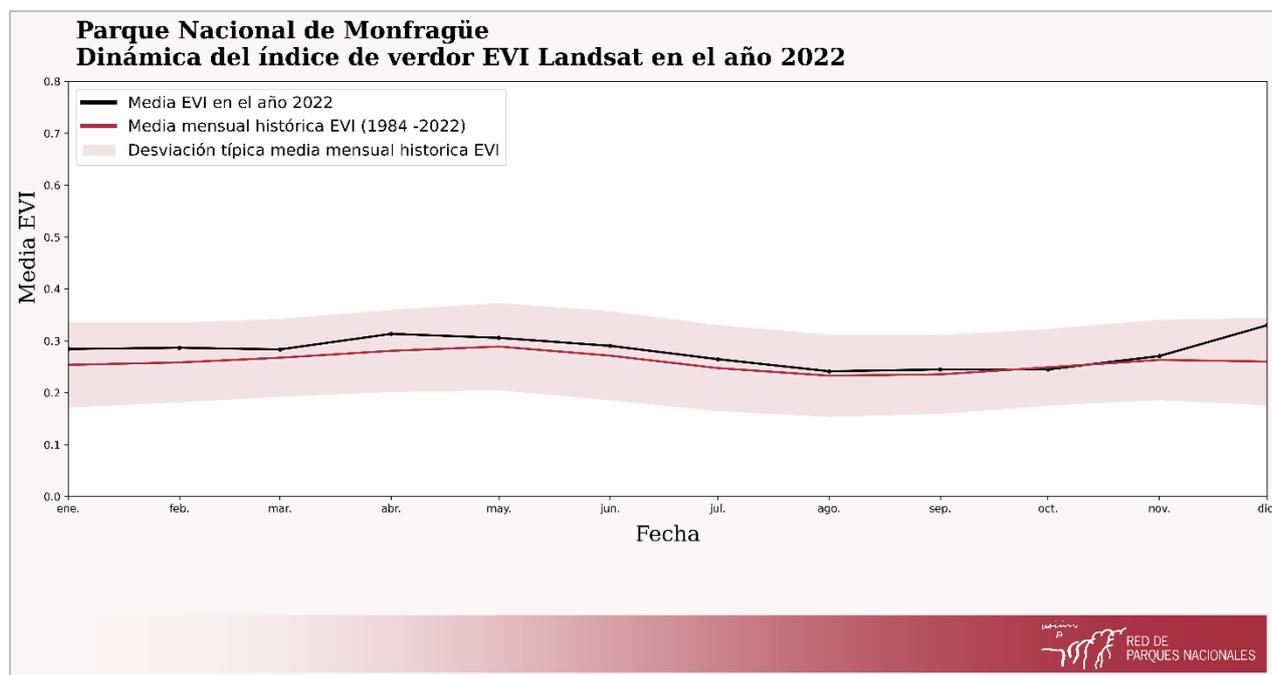


Figura 111. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

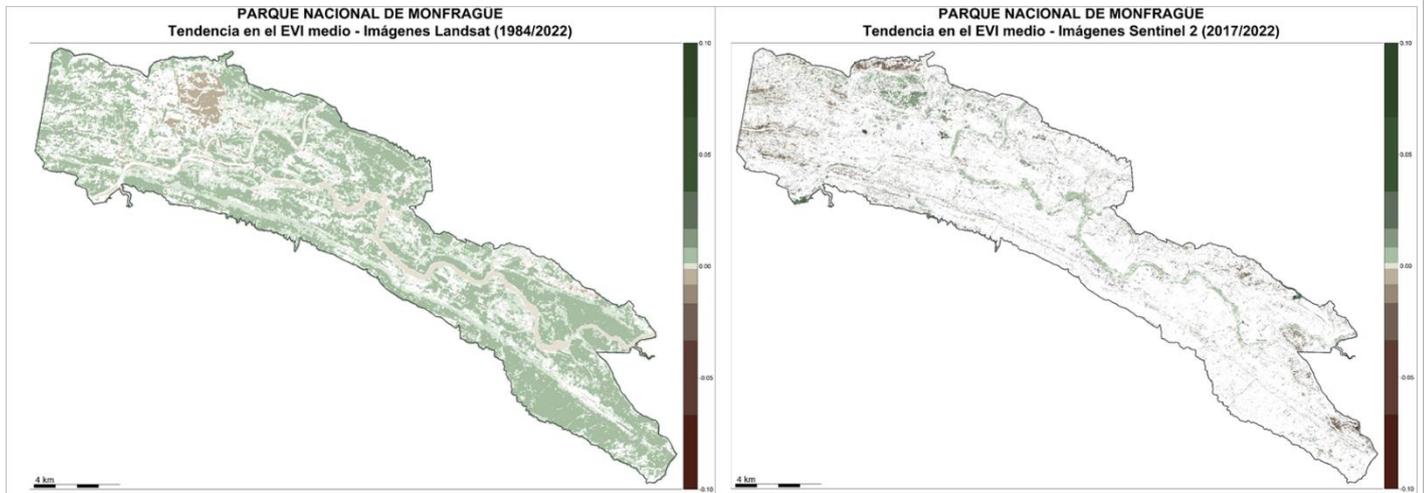


Figura 112. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

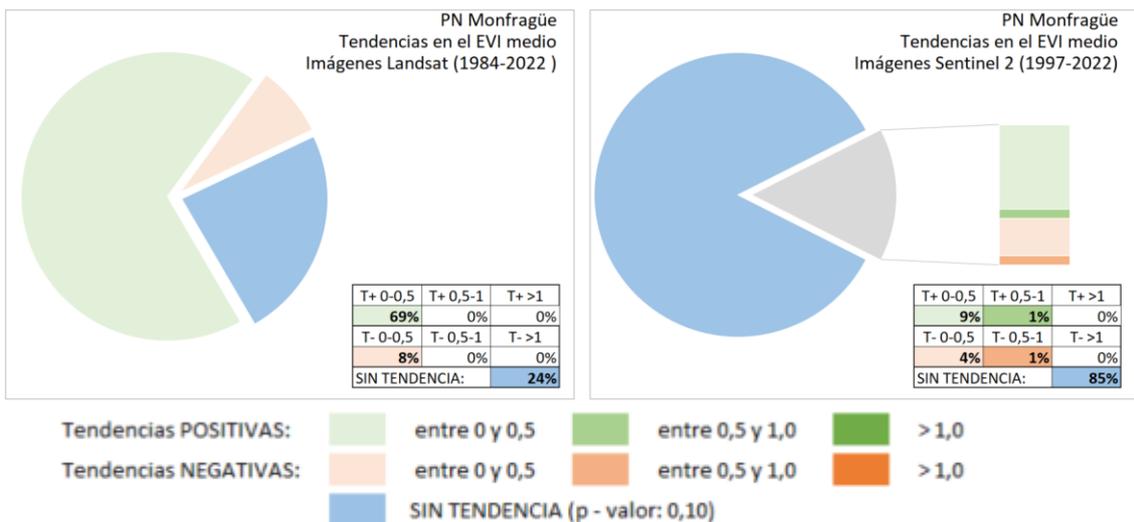


Figura 113. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

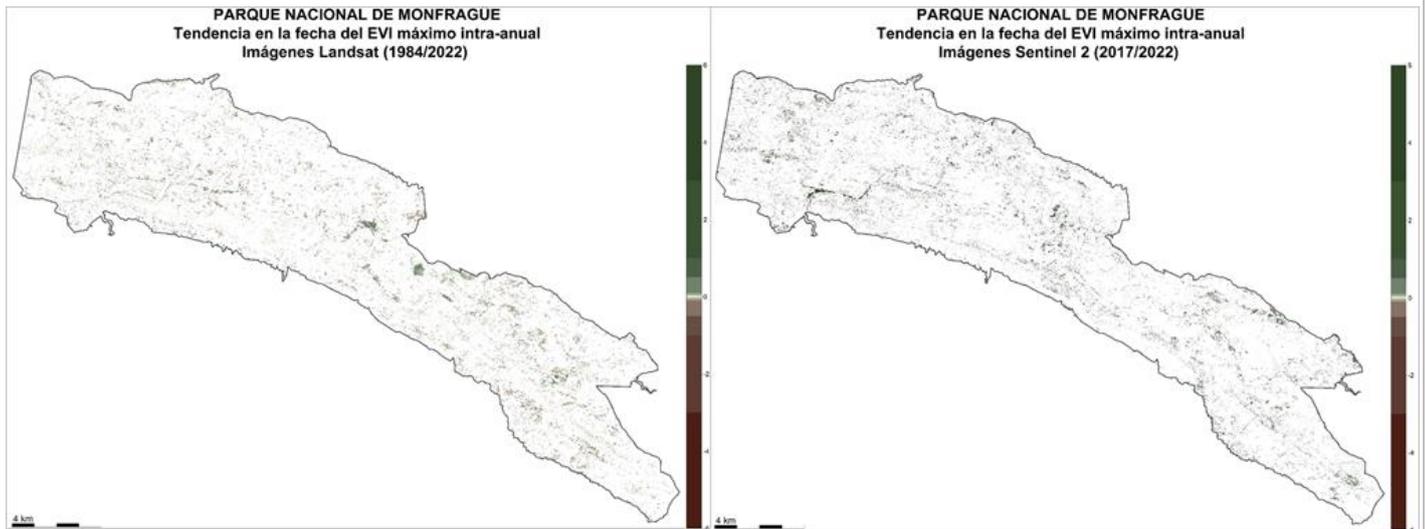


Figura 114. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

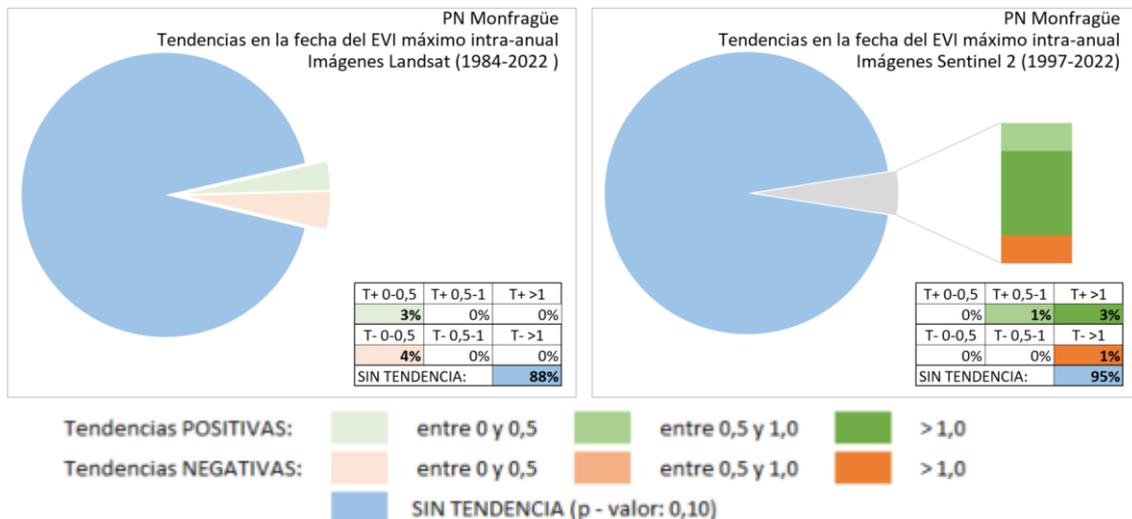


Figura 115. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

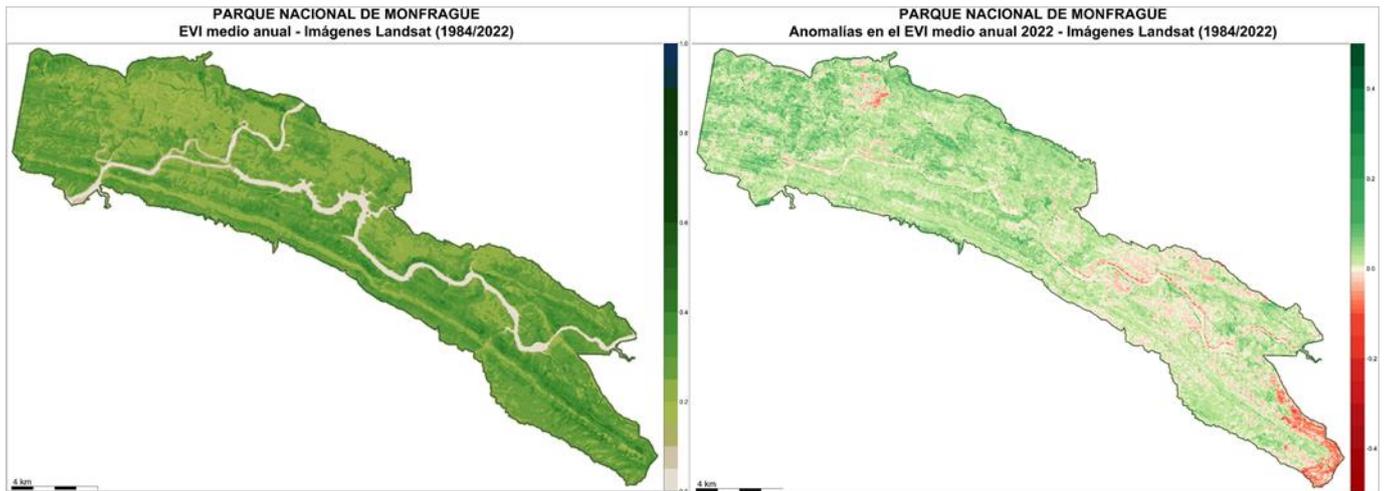
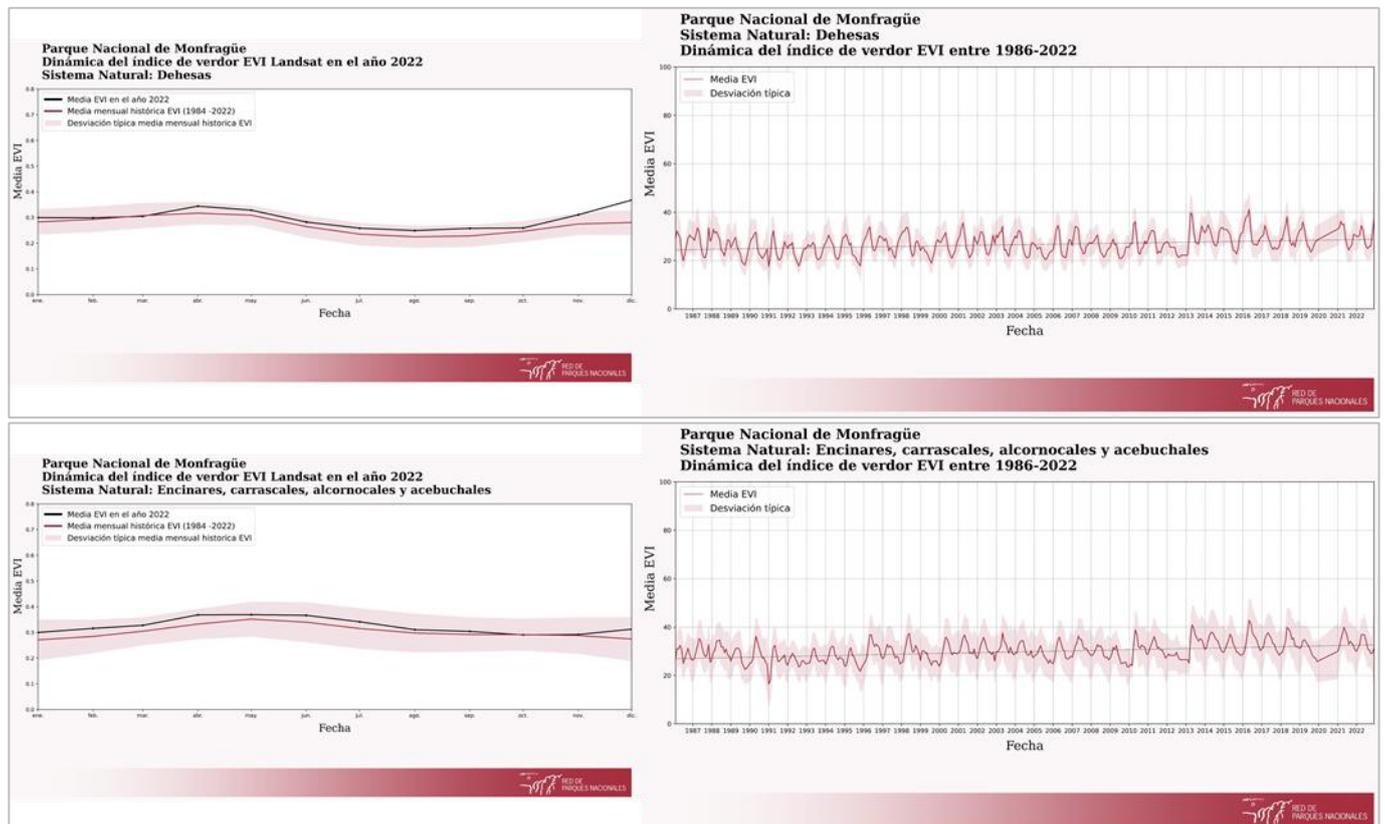


Figura 116. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



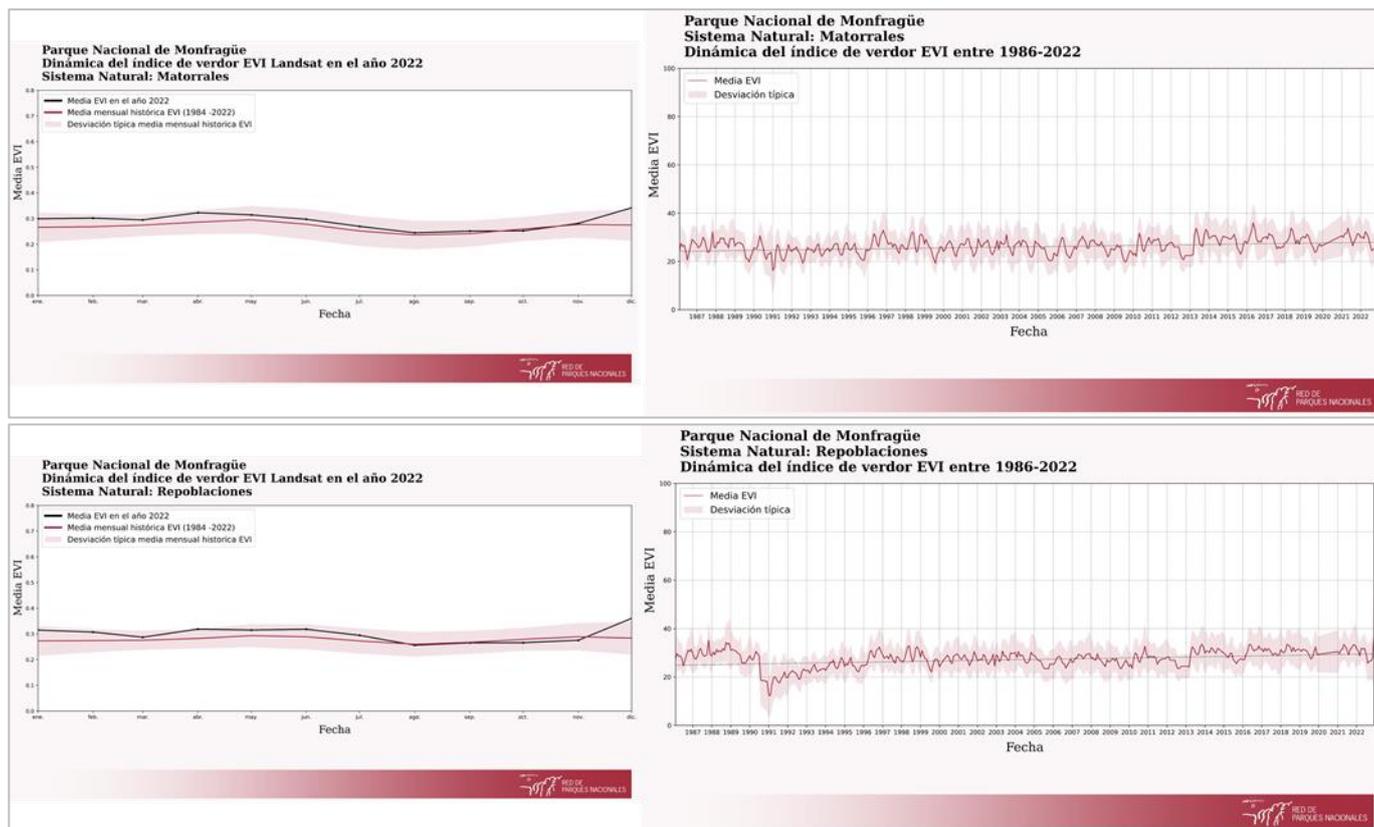


Figura 117. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

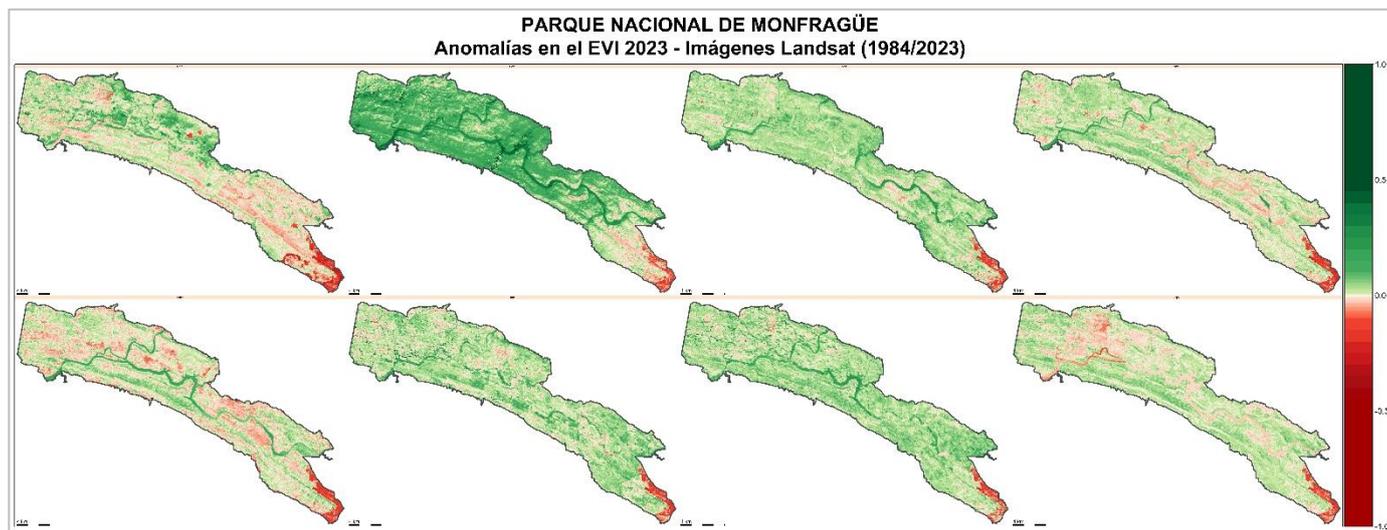


Figura 118. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.10. PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

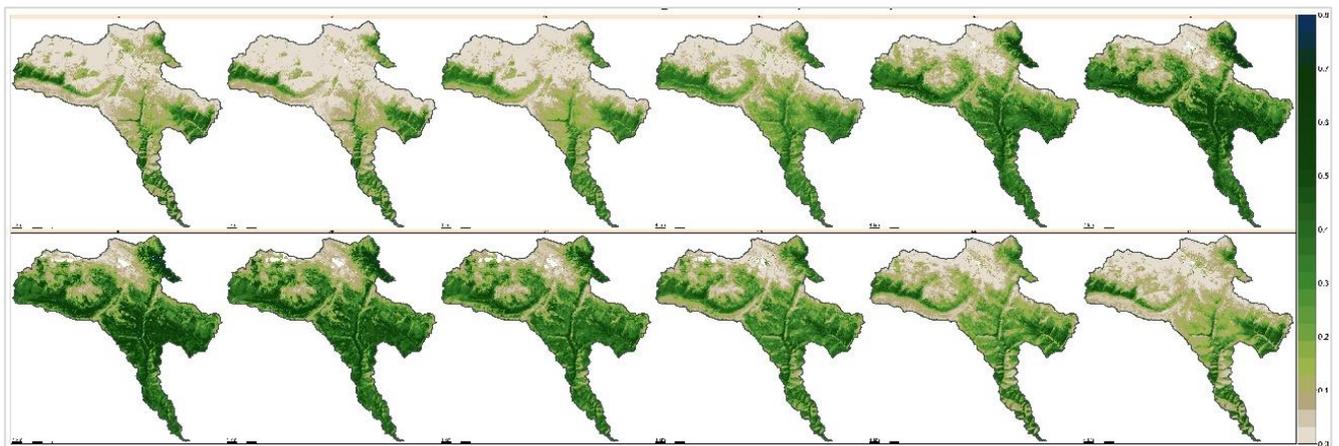


Figura 119. Valor medio mensual del índice de vegetación EVI de la serie temporal 1984 – 2022.

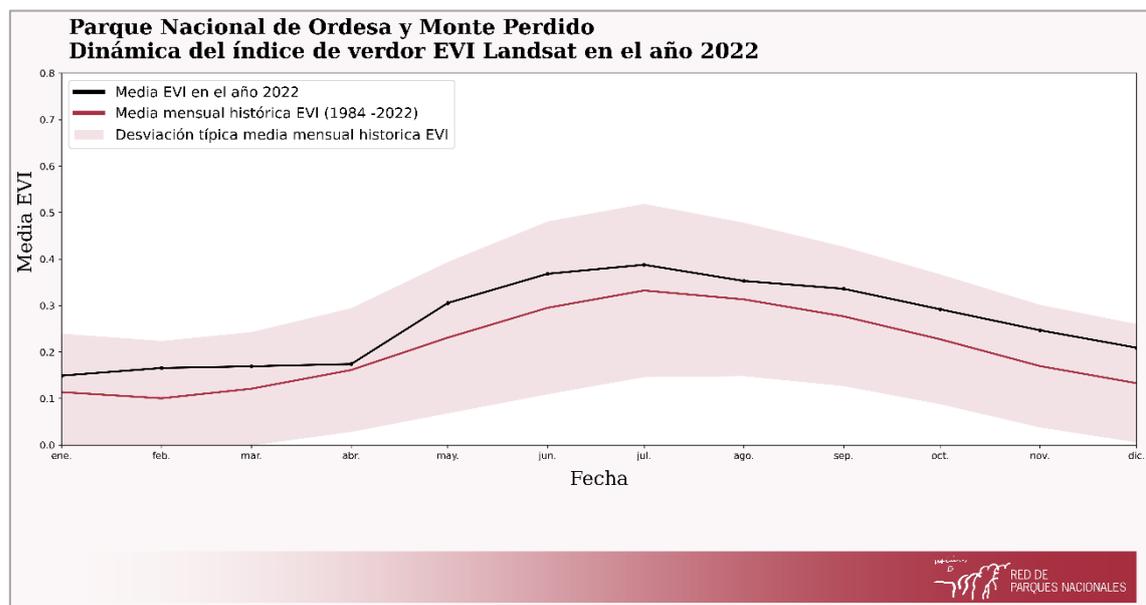


Figura 120. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en el parque.

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

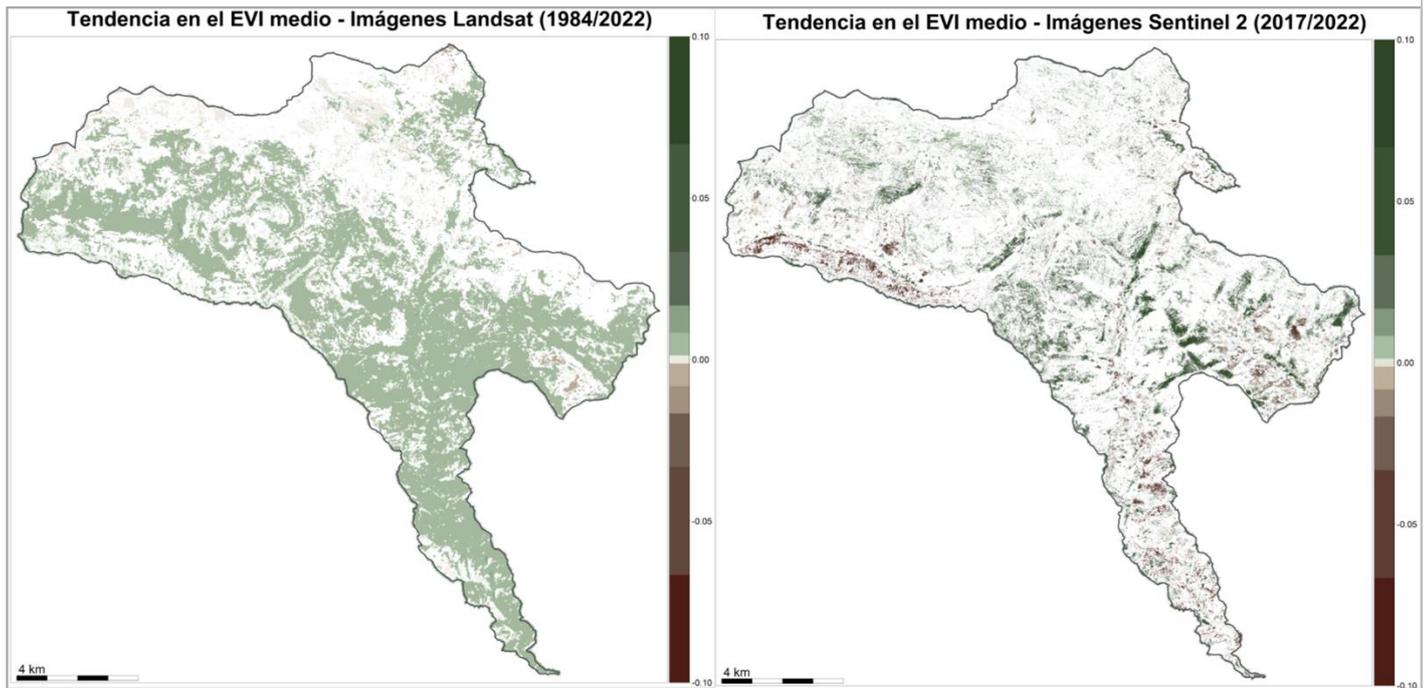
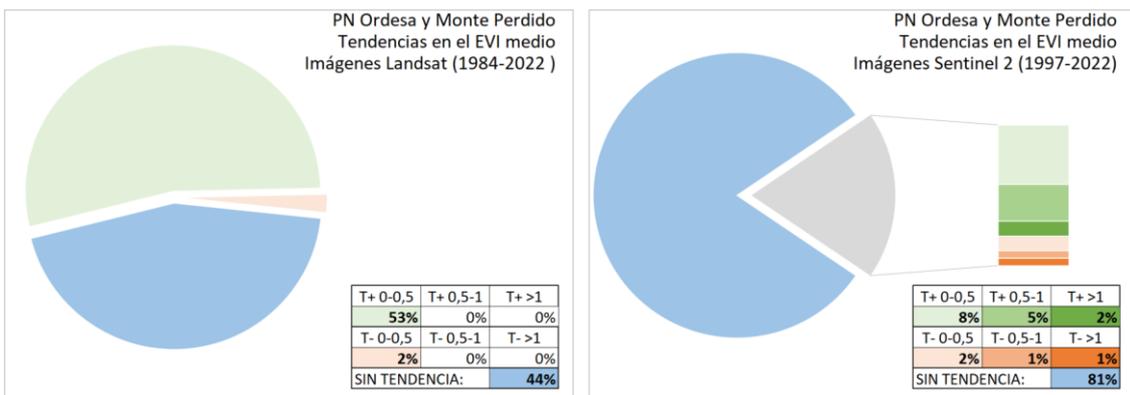


Figura 121. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10



Tendencias POSITIVAS: entre 0 y 0,5 entre 0,5 y 1,0 > 1,0
Tendencias NEGATIVAS: entre 0 y 0,5 entre 0,5 y 1,0 > 1,0
■ SIN TENDENCIA (p - valor: 0,10)

Figura 122. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

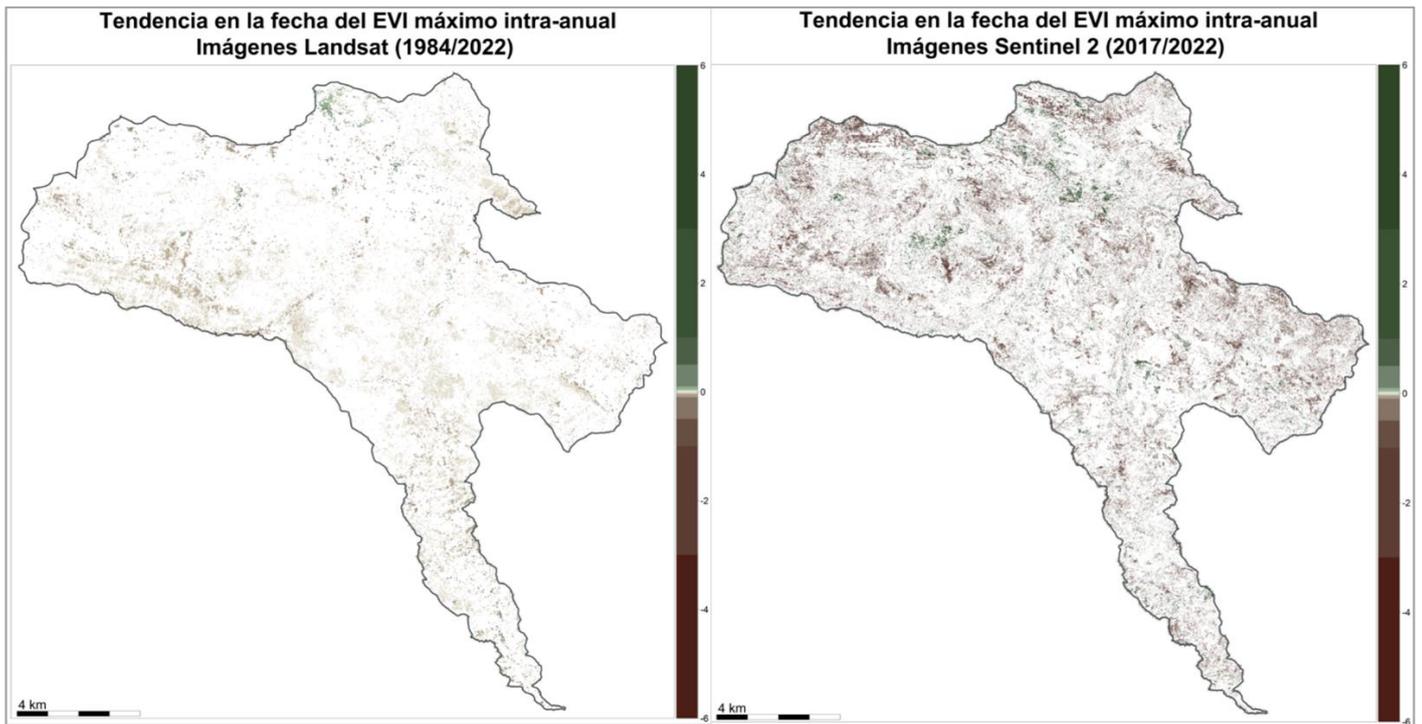
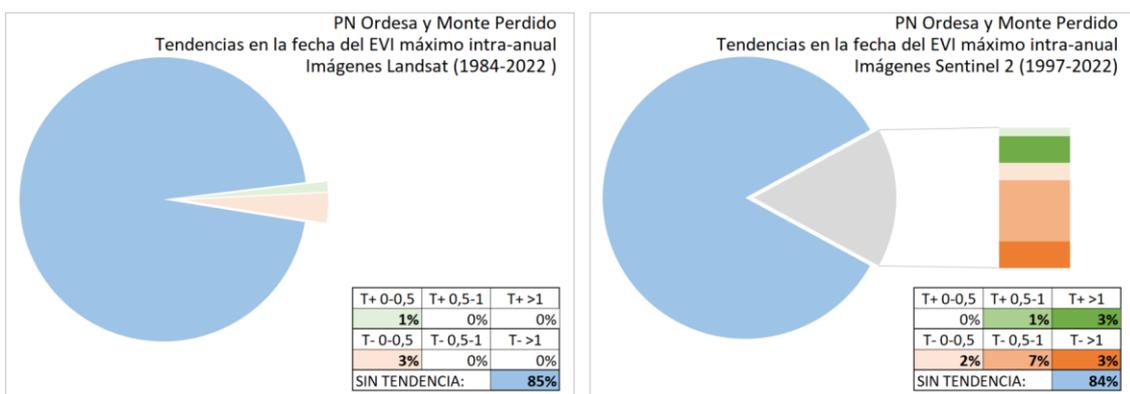


Figura 123. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.



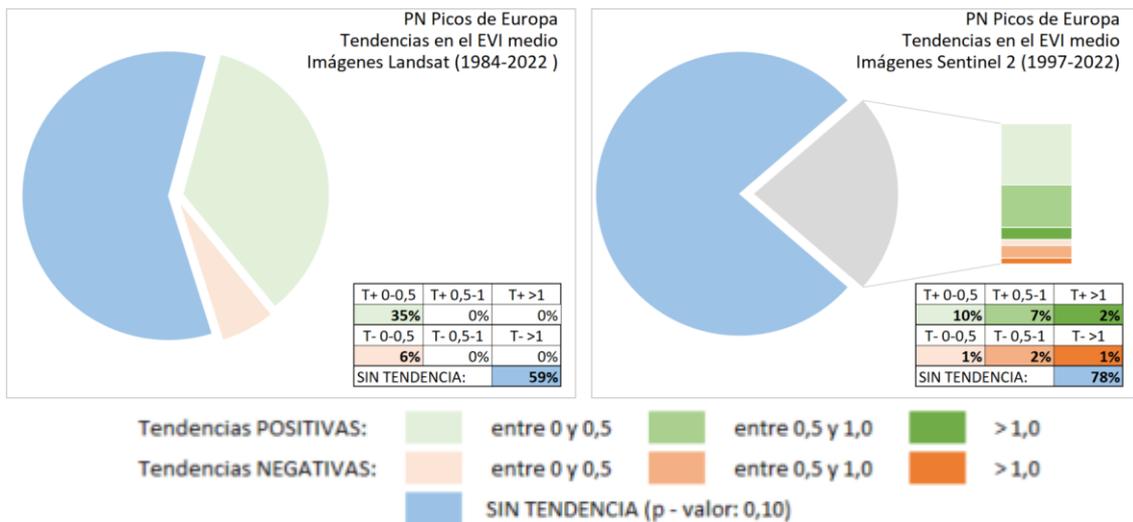


Figura 124. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

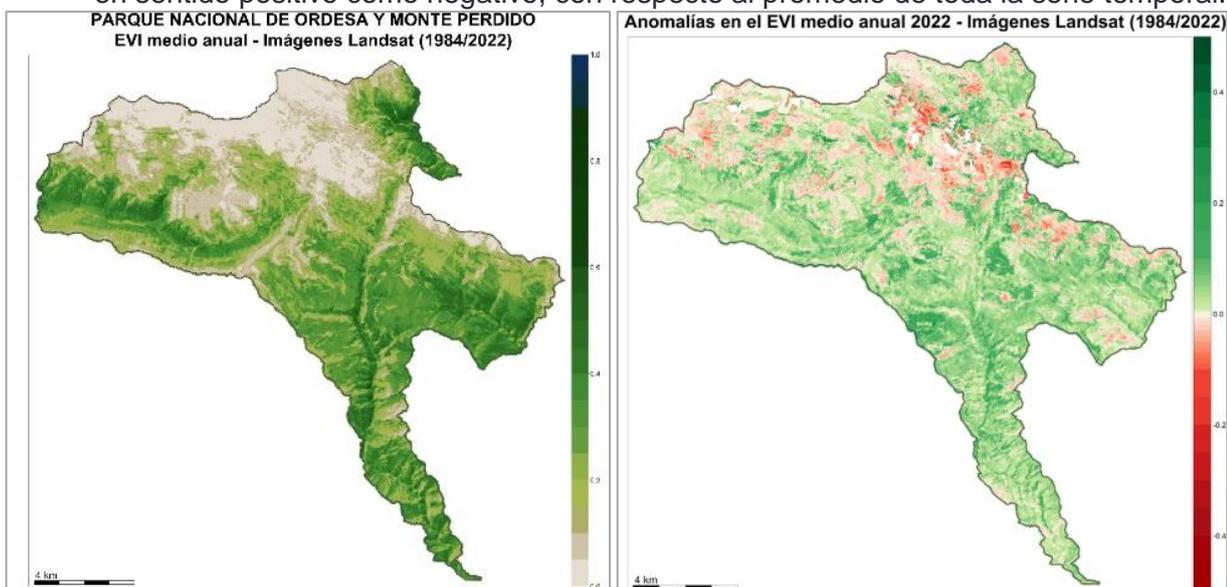


Figura 125. Anomalías observadas en la producción primaria, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal del EVI medio (1984-2022)

La Figura 120 muestra que, en invierno y la mitad de la primavera, el parque presenta una productividad similar a la media del periodo, mientras que en el verano y otoño se sitúa levemente por encima, aunque dentro del rango de desviación histórica de la media.

Este comportamiento se repite en los principales sistemas naturales que conforman al parque.

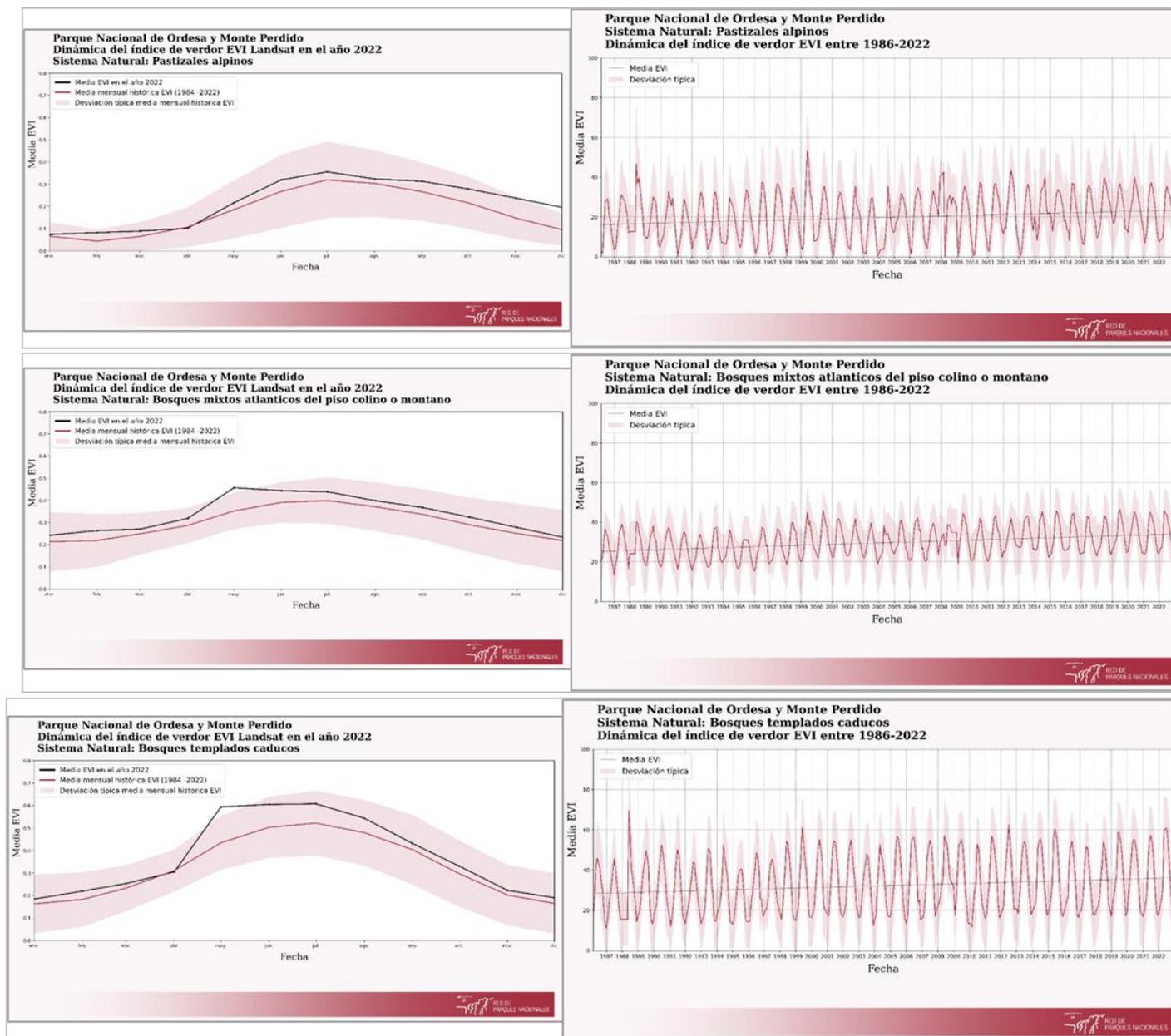


Figura 126. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

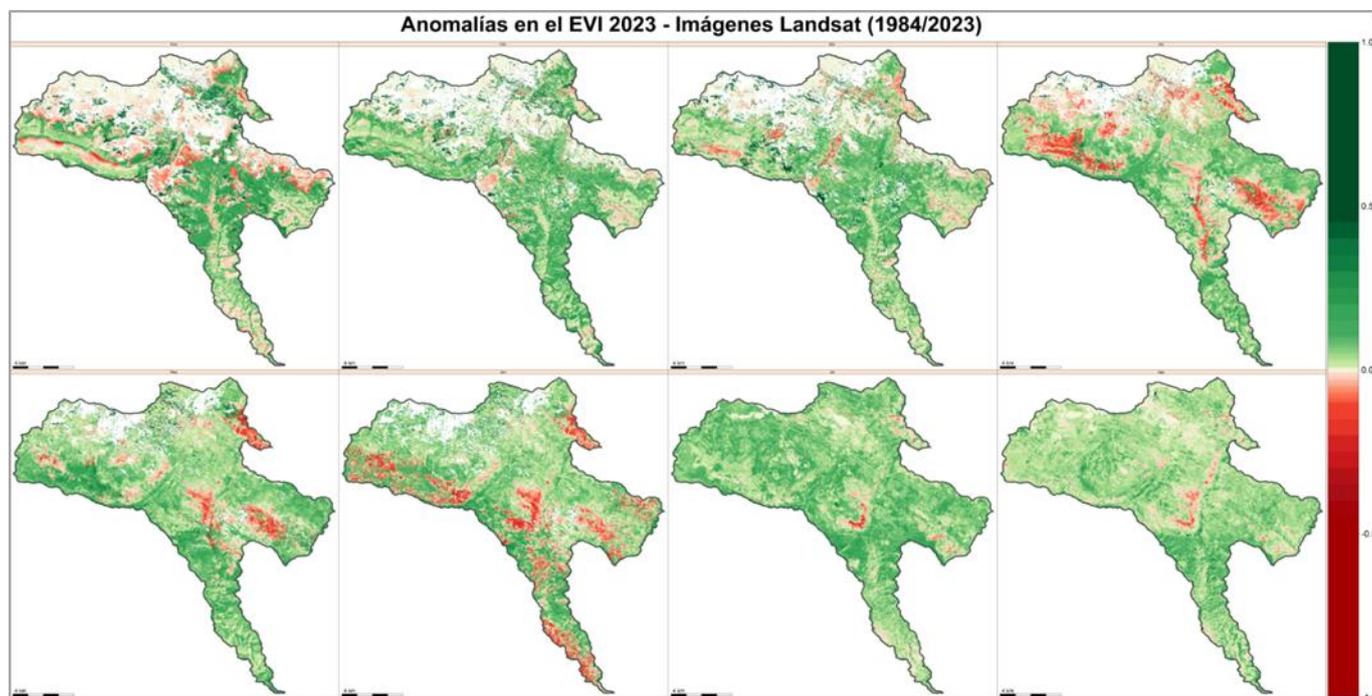


Figura 127. Anomalías observadas en el índice de verdor EVI hasta agosto de 2023, expresada como la desviación, tanto en el sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha. (1984/agosto 2023)

4.11. PARQUE NACIONAL DE PICOS DE EUROPA

En la siguiente figura se analiza el valor medio del verdor de la vegetación como Valor medio del índice de vegetación EVI A lo largo de toda la serie temporal (las 12 Medias de las fechas desde el año 1984 a la actualidad).

Nos da una idea del vigor promedio de la vegetación en las fechas seleccionadas, de la serie temporal. A mayor valor, más actividad de la vegetación, y a menor valor, menos actividad.

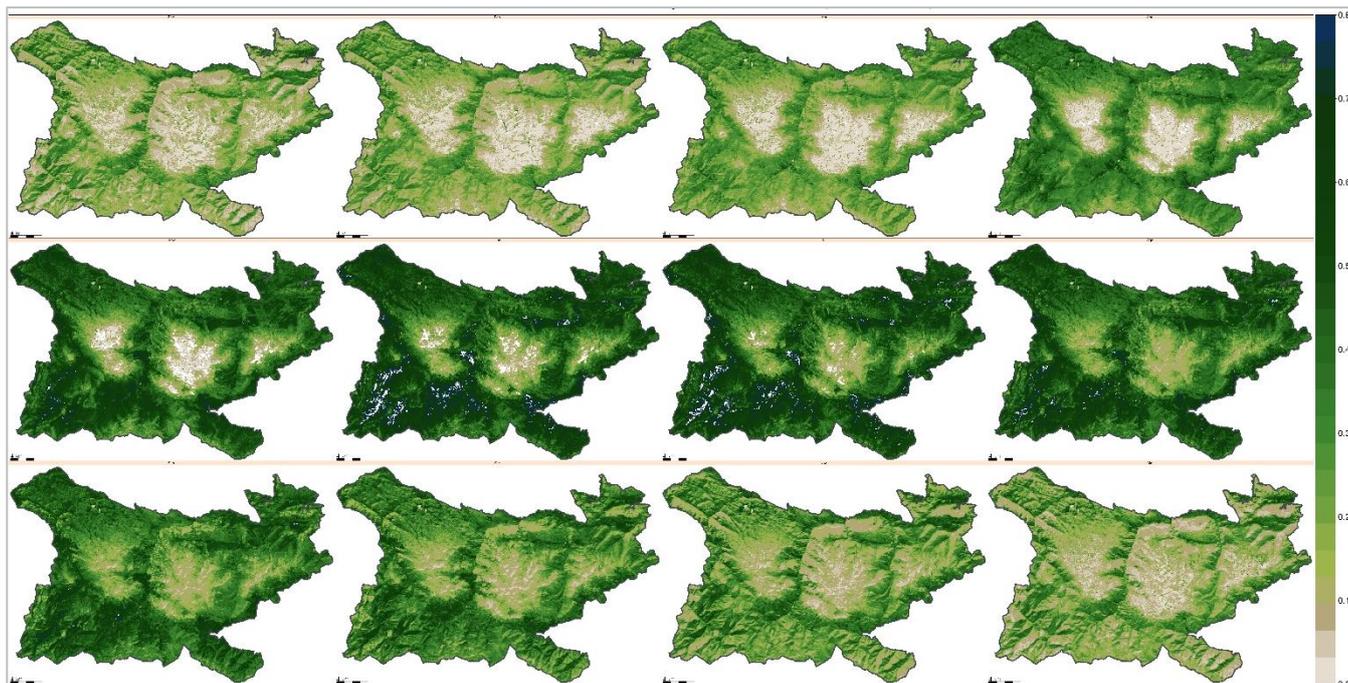


Figura 128. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

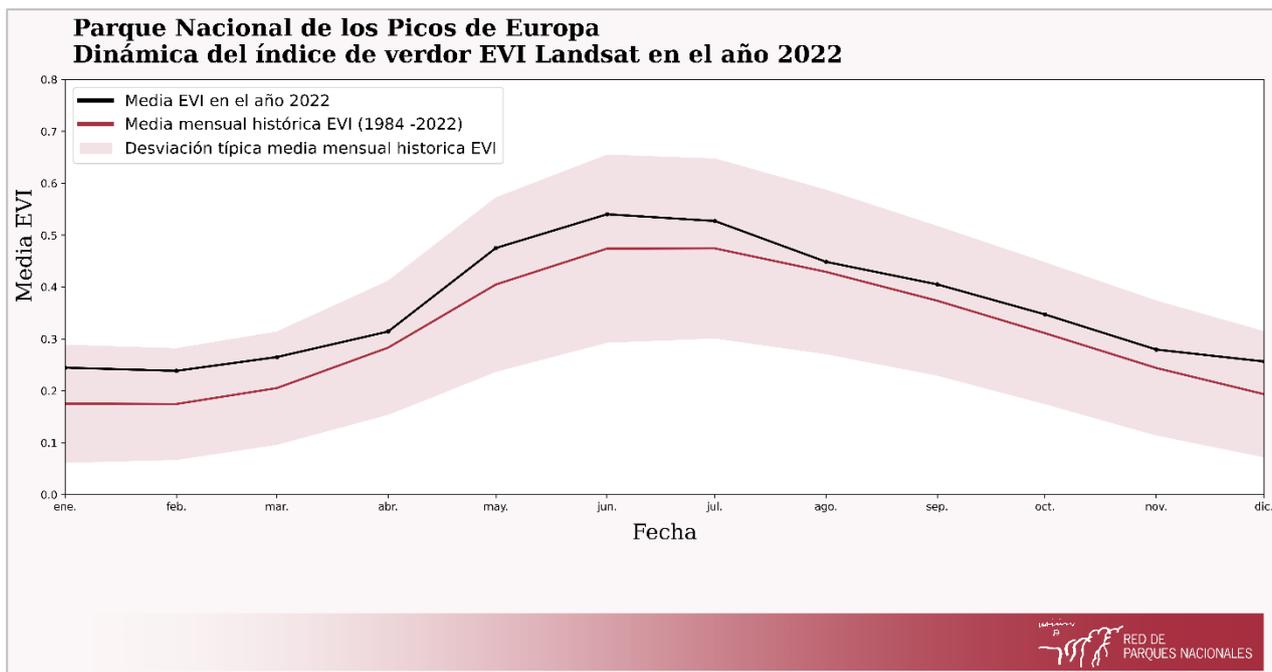


Figura 129. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

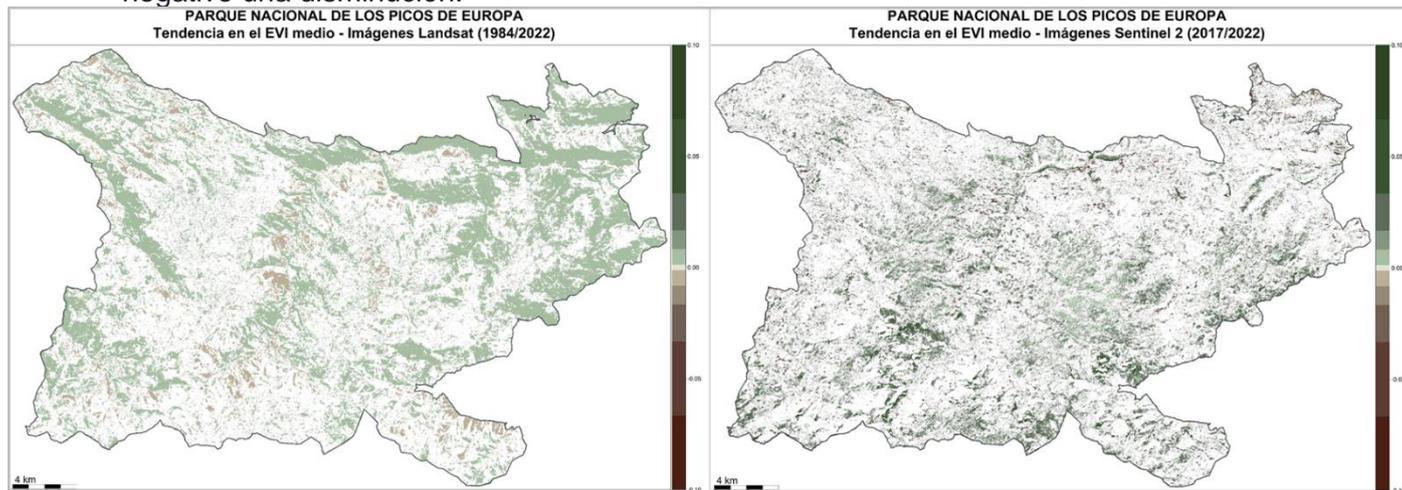


Figura 130. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

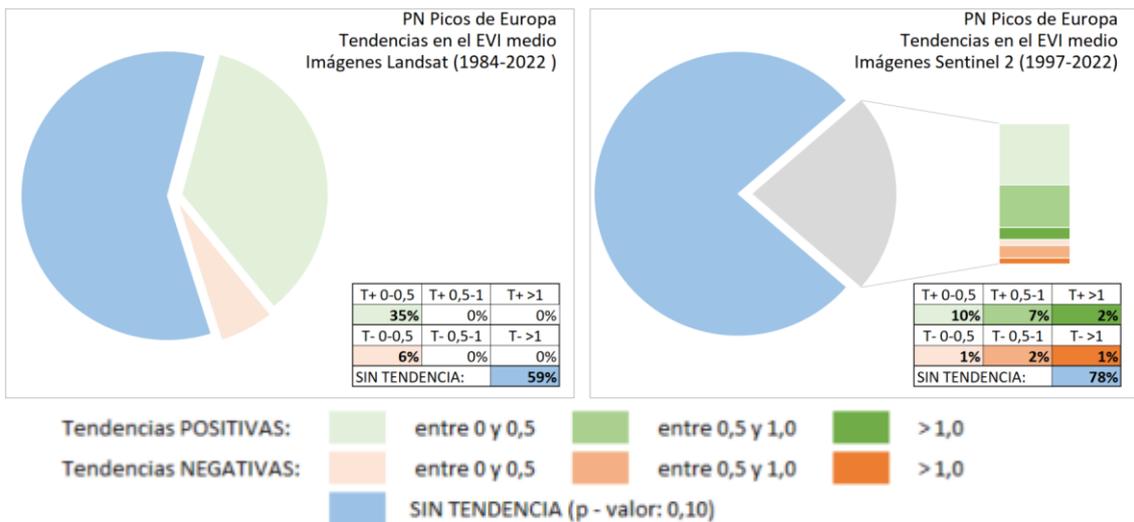


Figura 131. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

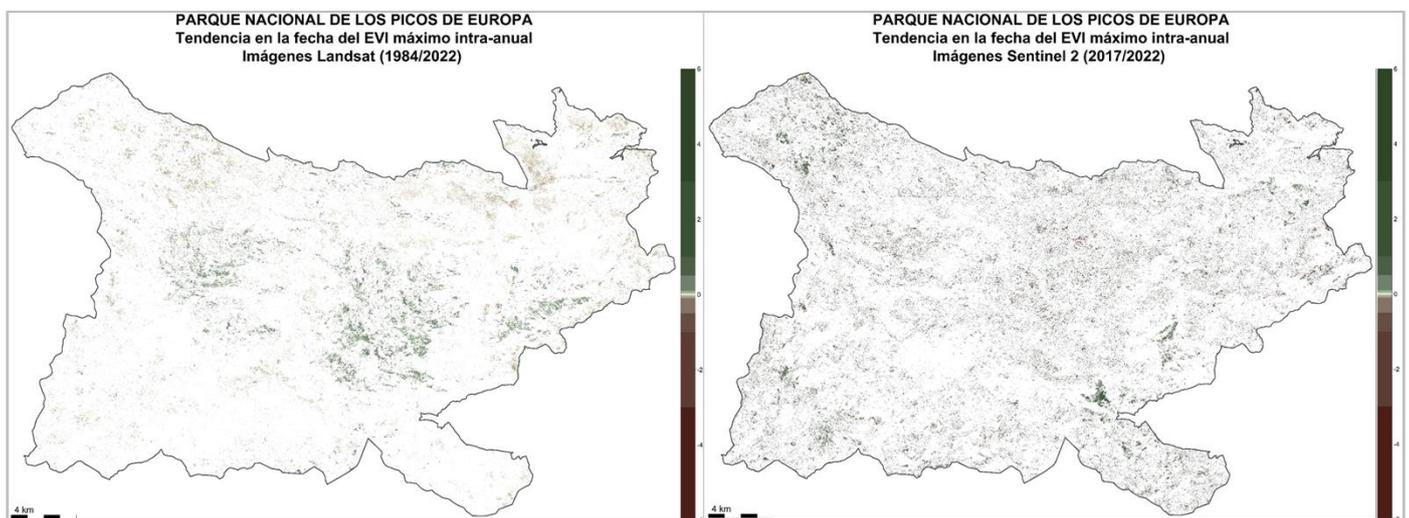


Figura 132. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

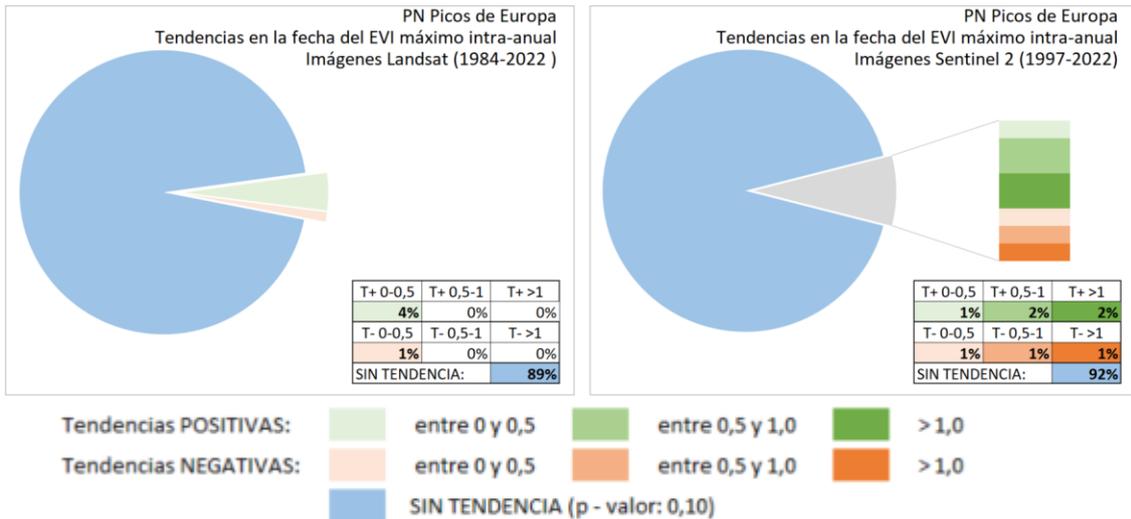


Figura 133. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

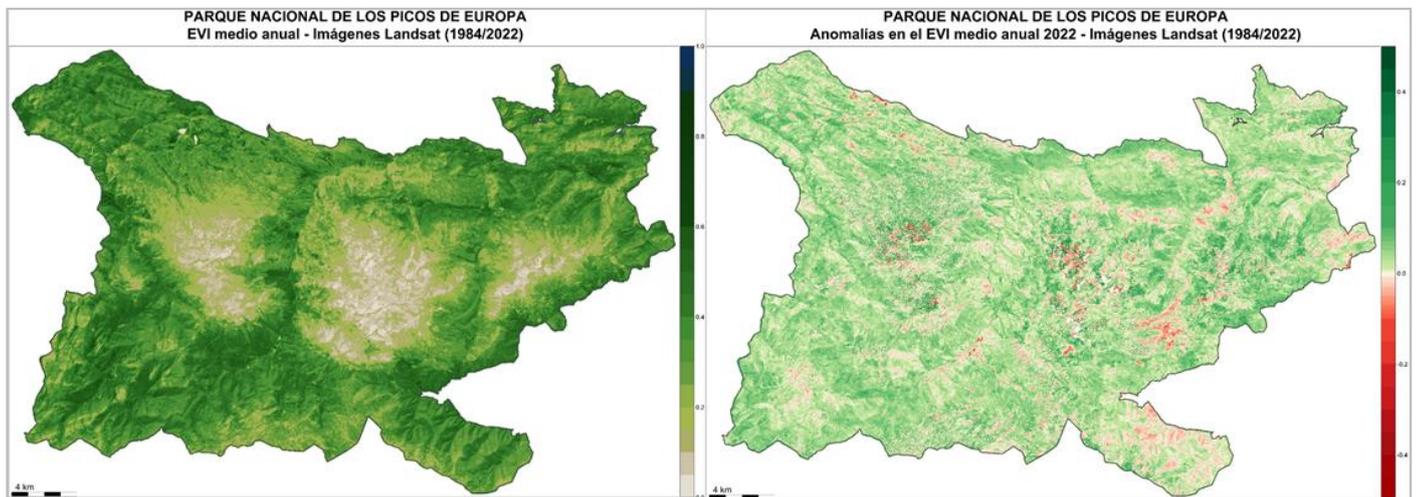
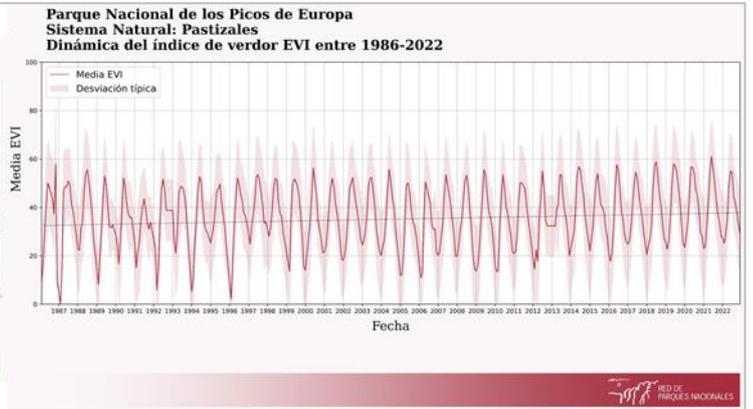
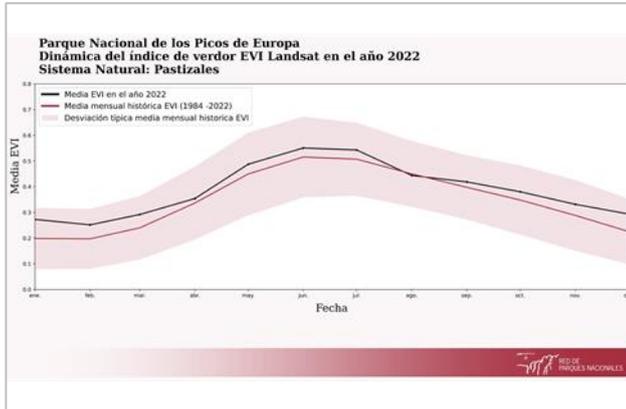
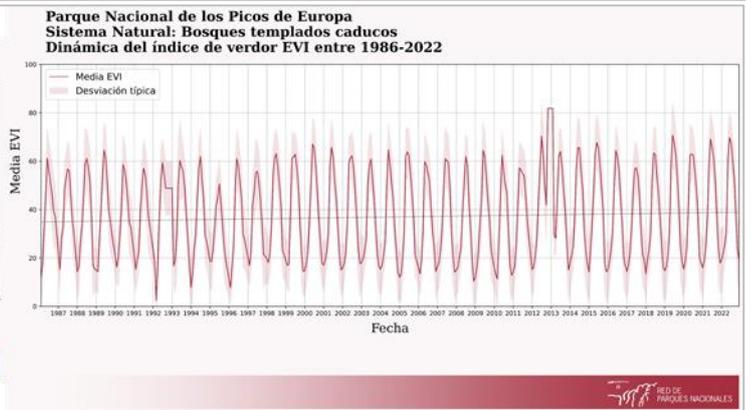
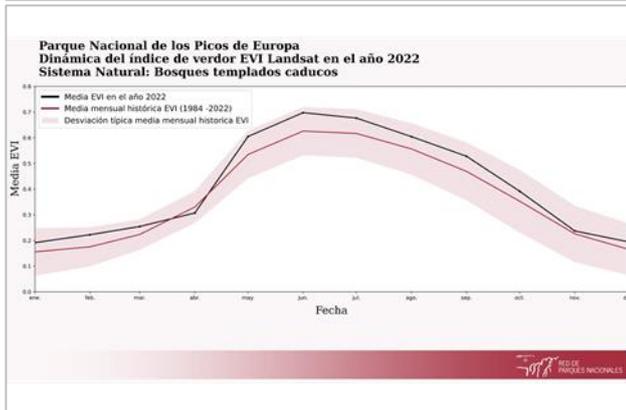
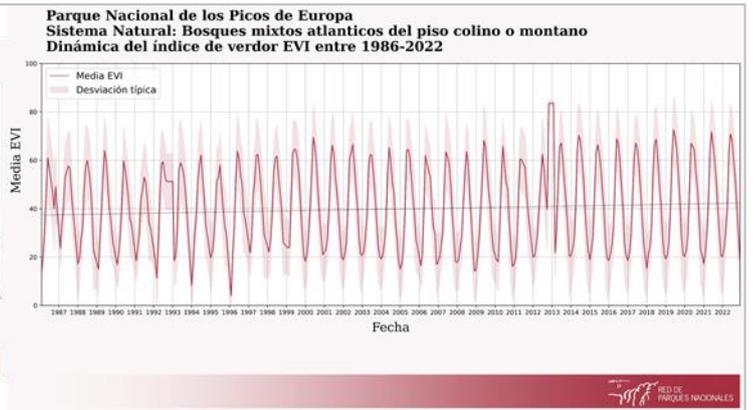
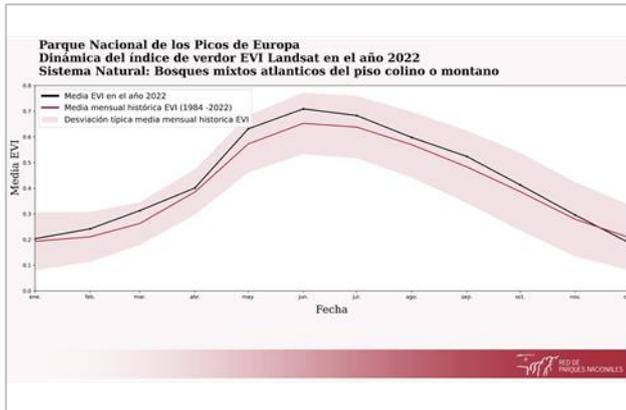


Figura 134. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



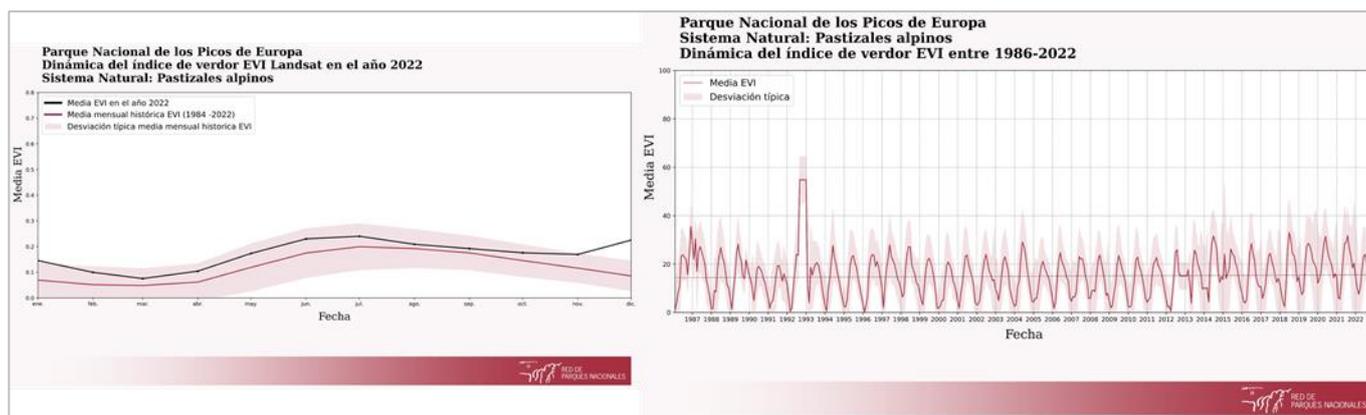


Figura 135. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

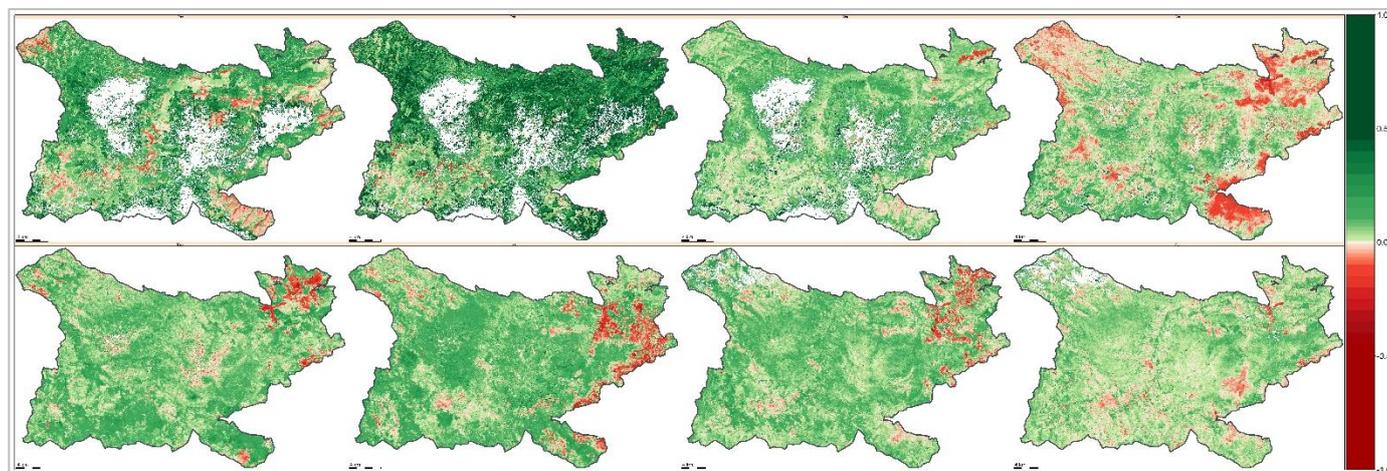


Figura 136. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.12. PARQUE NACIONAL DE SIERRA DE LAS NIEVES

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo

largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

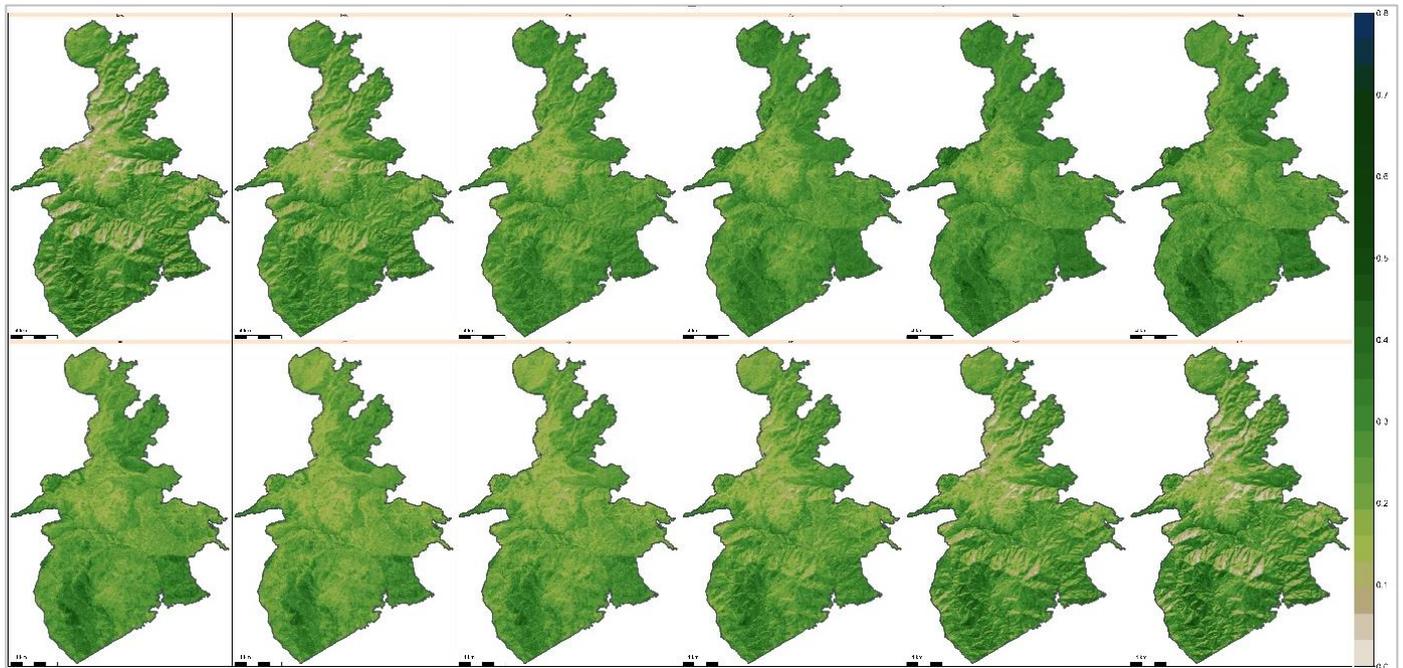


Figura 137. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

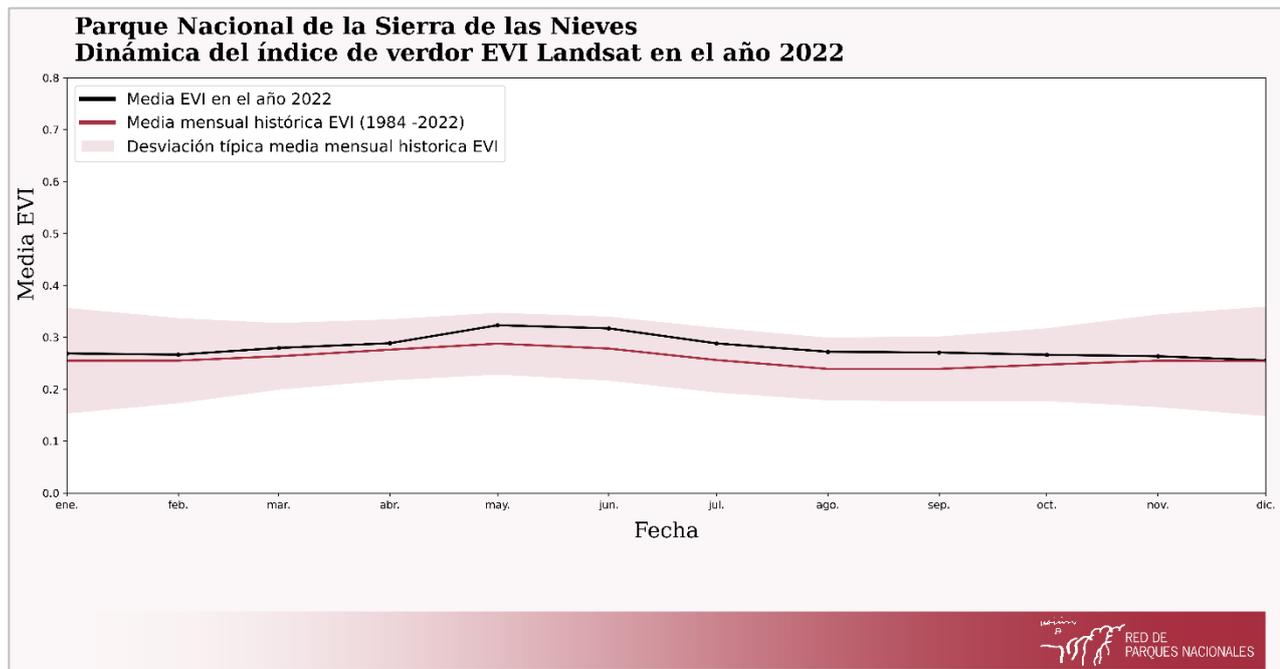


Figura 138. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

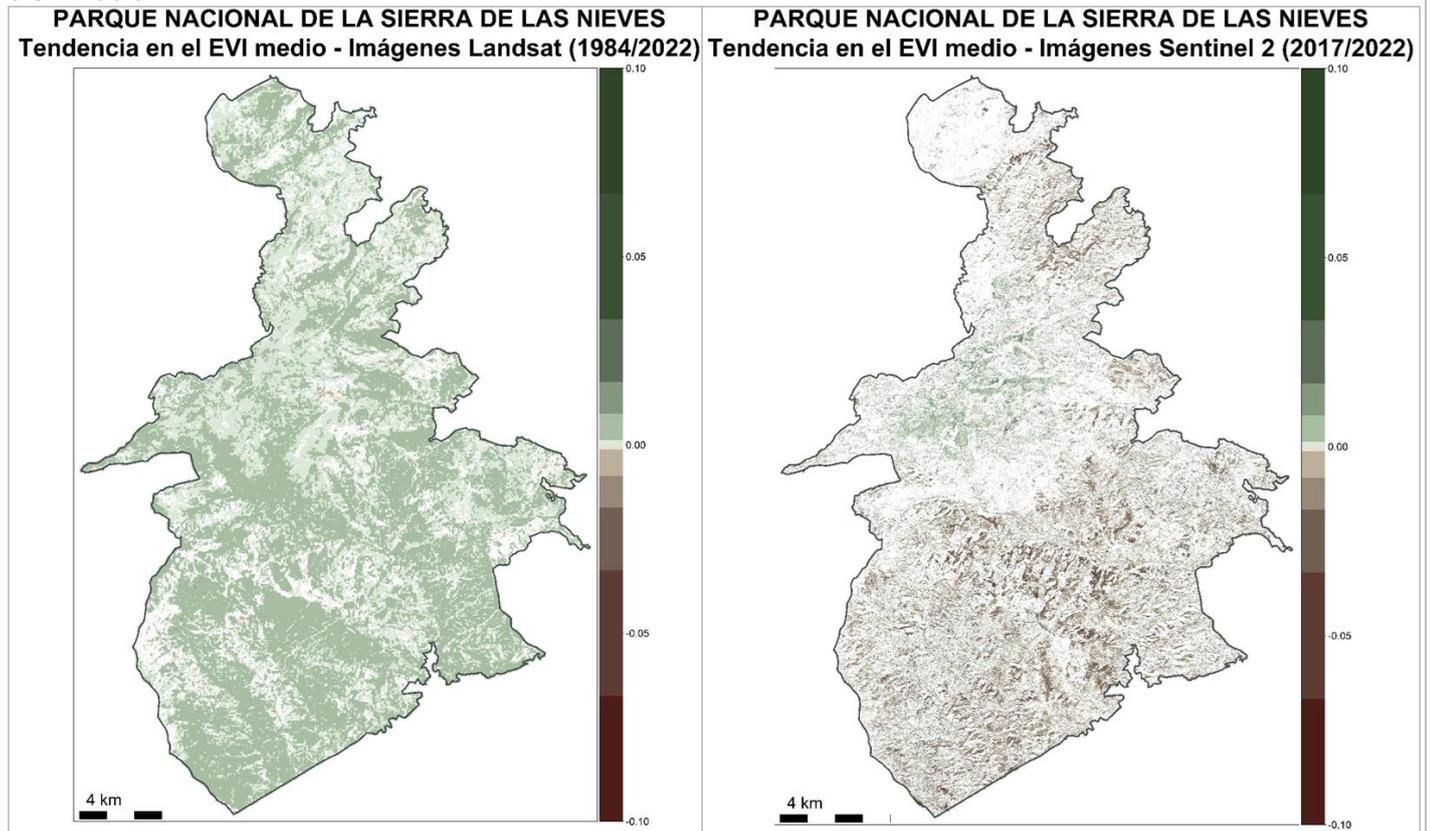


Figura 139. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

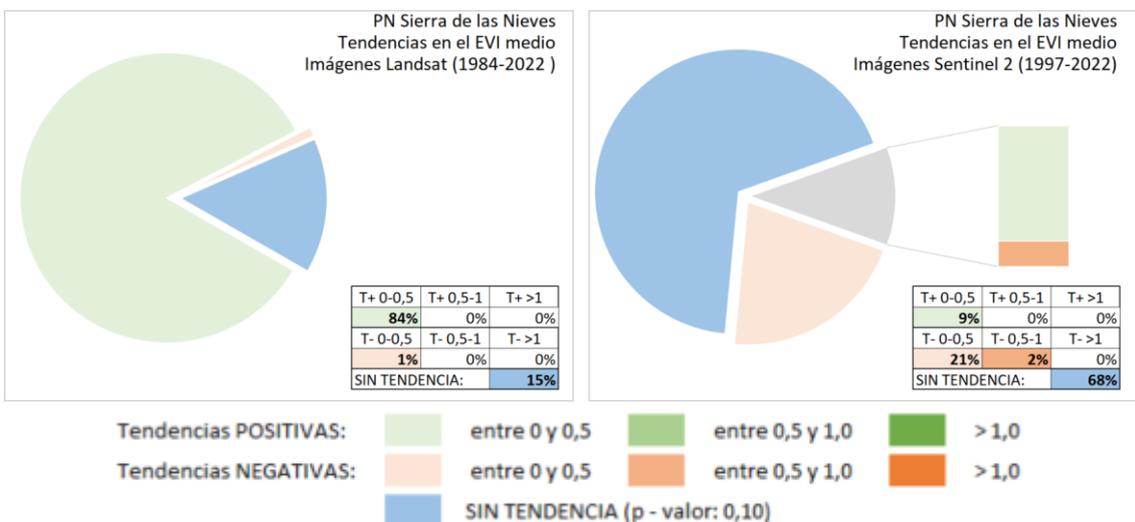


Figura 140. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se muestra tendencia observada en la fenología del verdor de la vegetación, estimada a partir de la pendiente que describen las fechas en las que el índice de vegetación EVI alcanza el máximo valor anual en la serie temporal. La probabilidad para la significación de las tendencias viene igualmente dada por el p-valor seleccionado (0,10).

Muestra la tendencia a variar, sobre la serie temporal, es decir adelantarse o atrasarse el máximo más frecuente del máximo verdor.

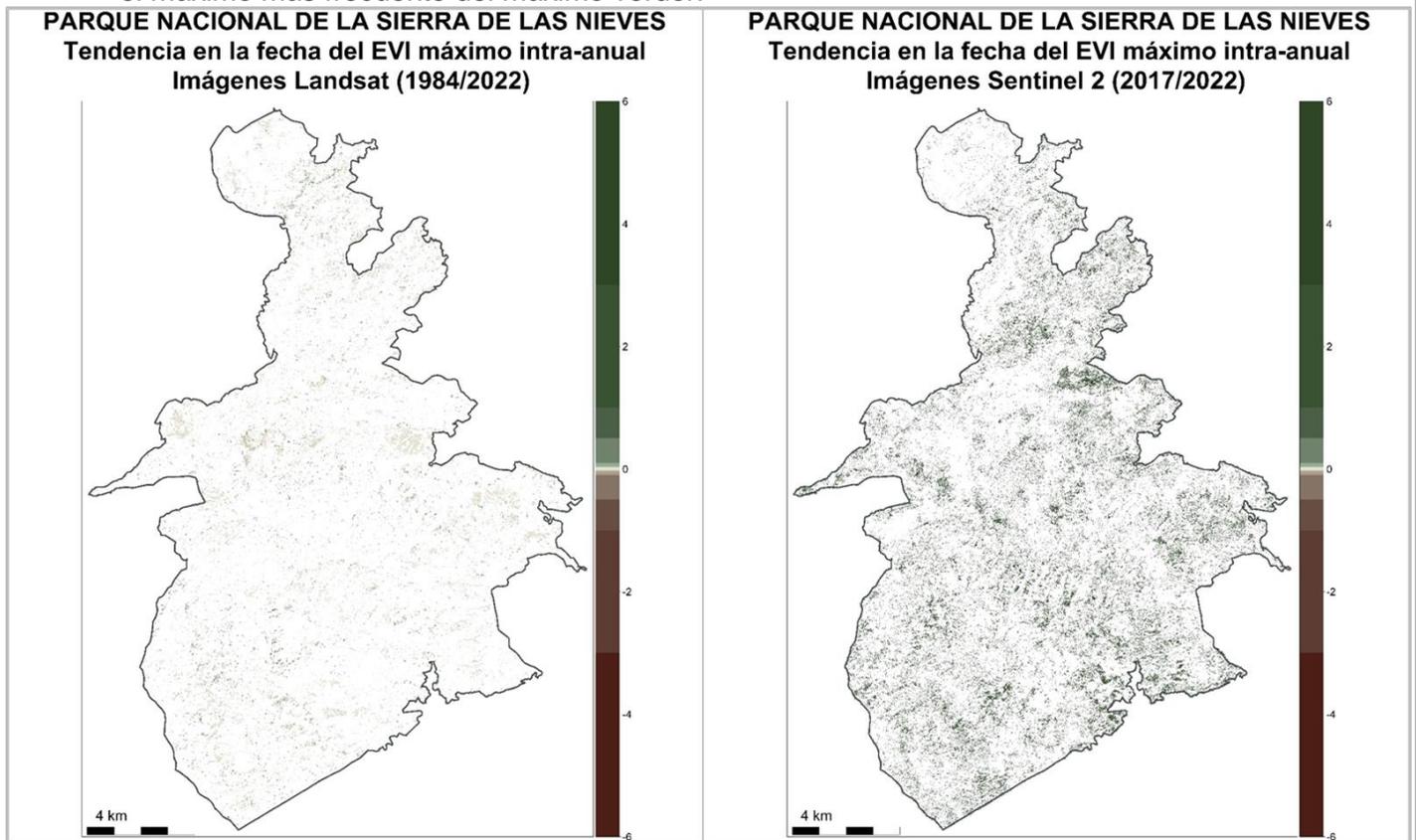


Figura 141. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

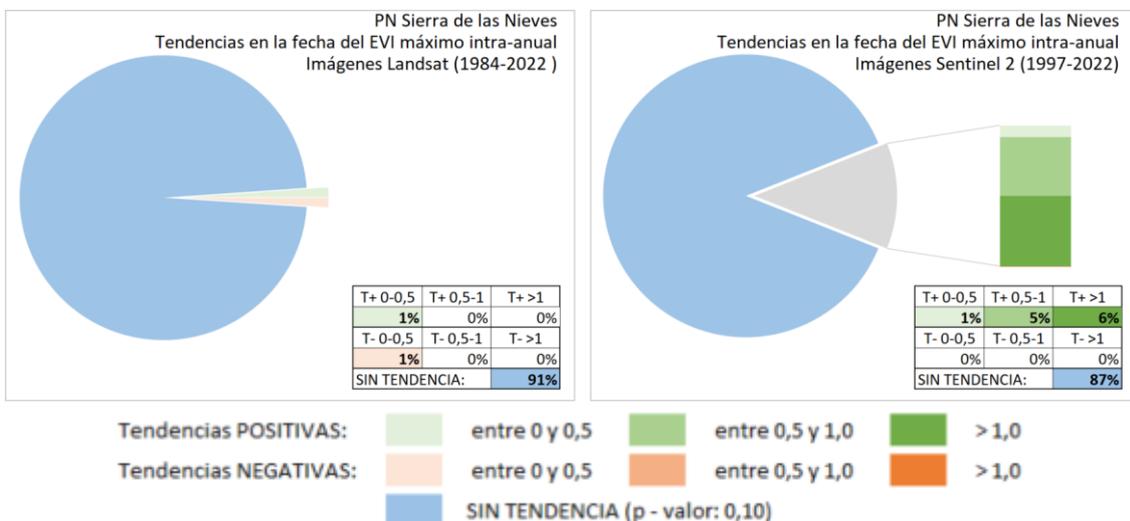


Figura 142. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

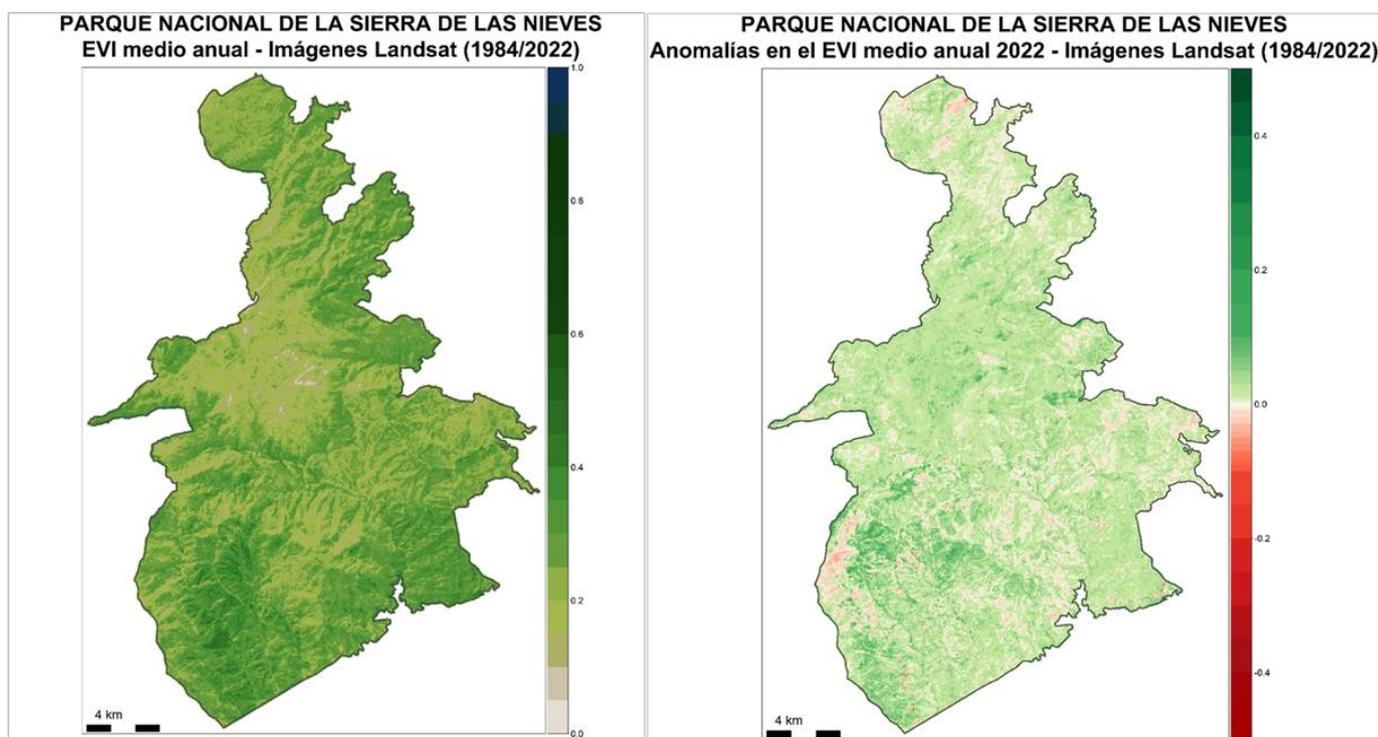
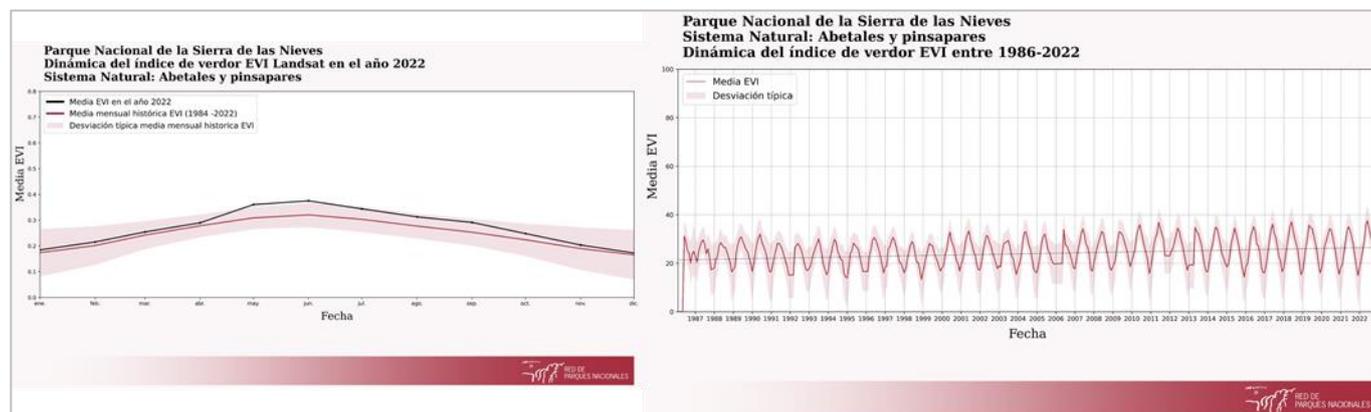


Figura 143. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



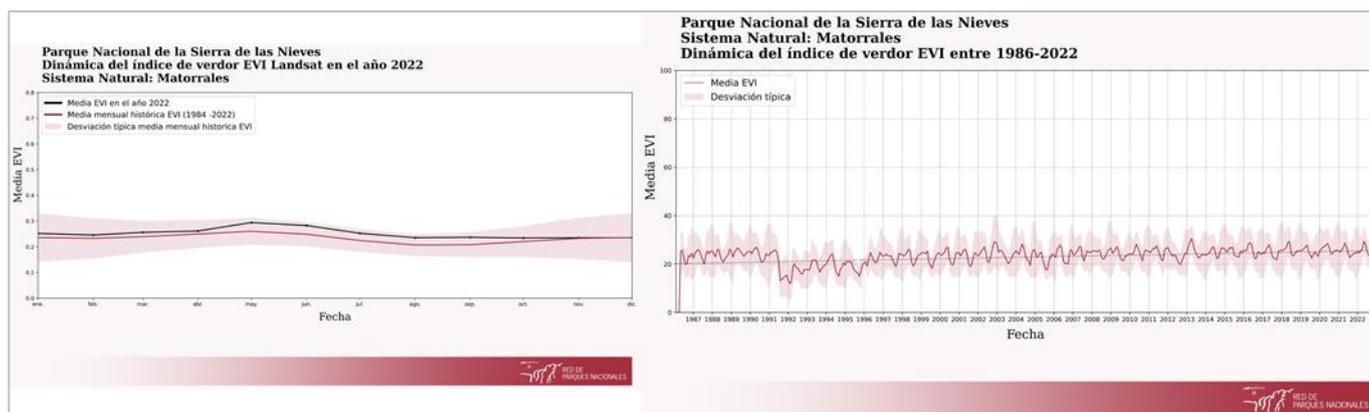


Figura 144. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.



Figura 145. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.13. PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

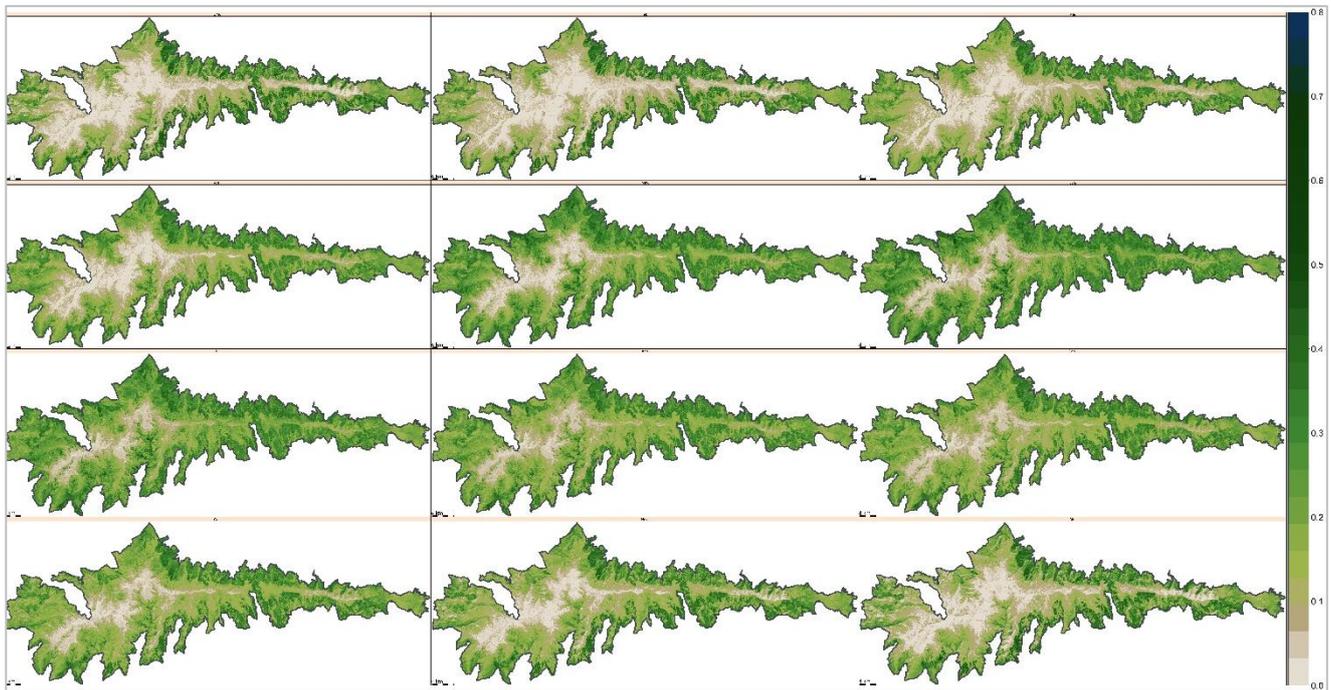


Figura 146. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

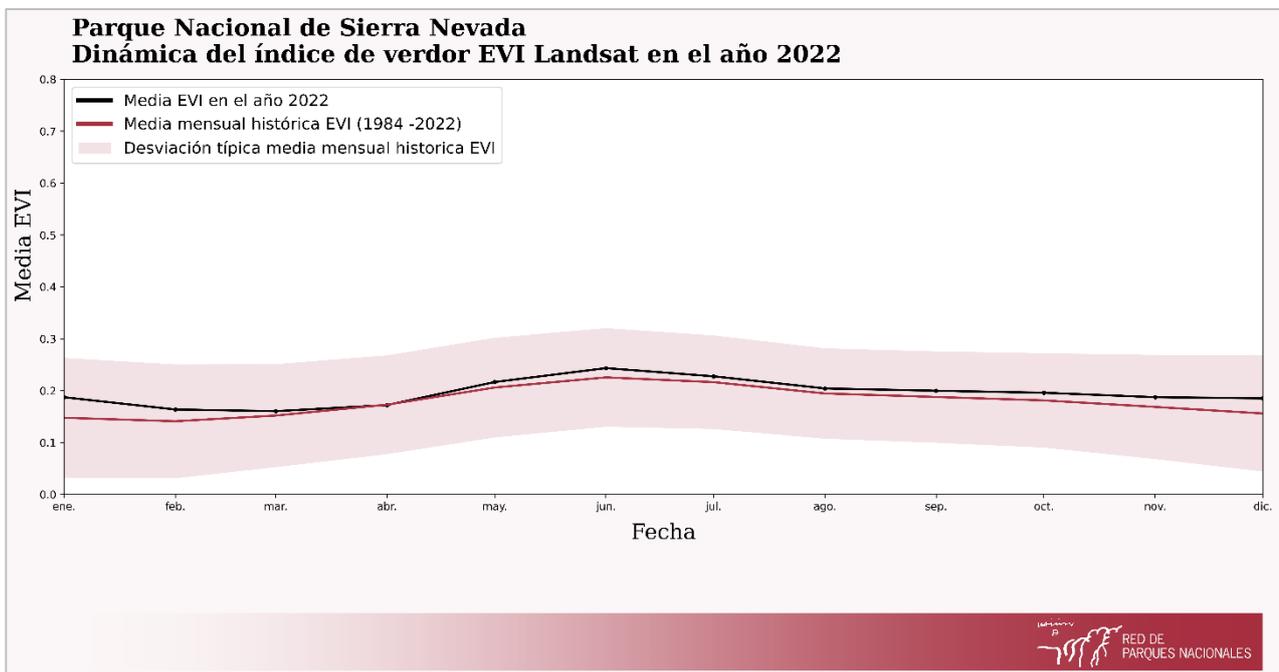


Figura 147. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

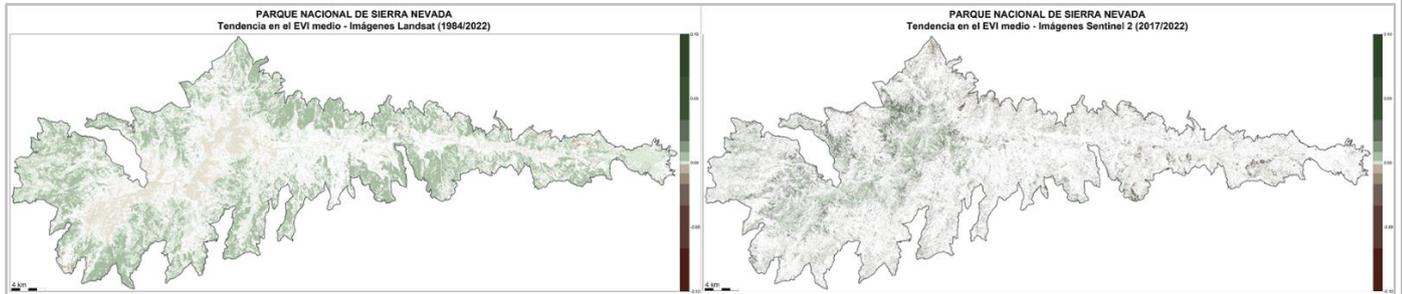


Figura 148. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

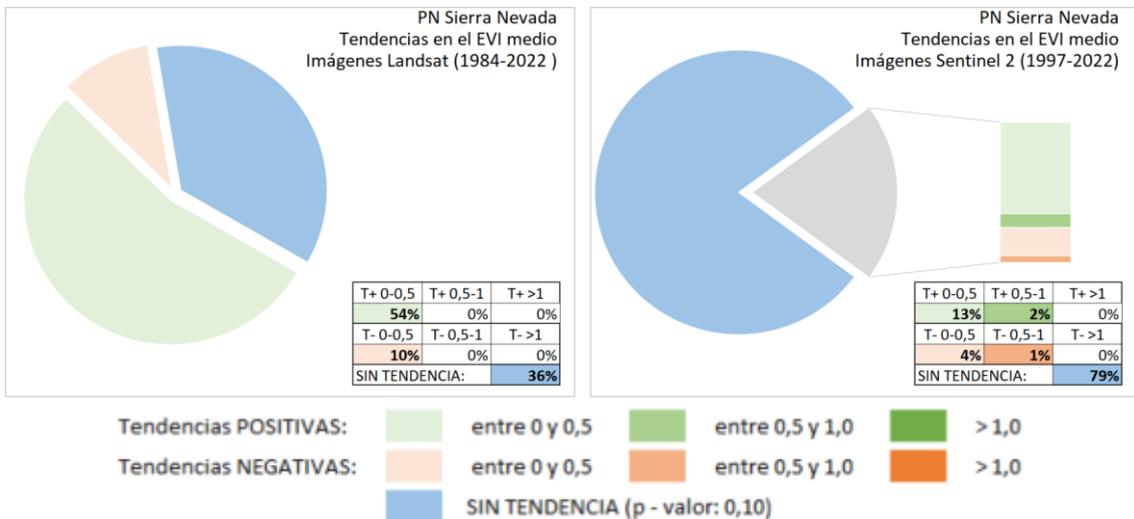


Figura 149. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

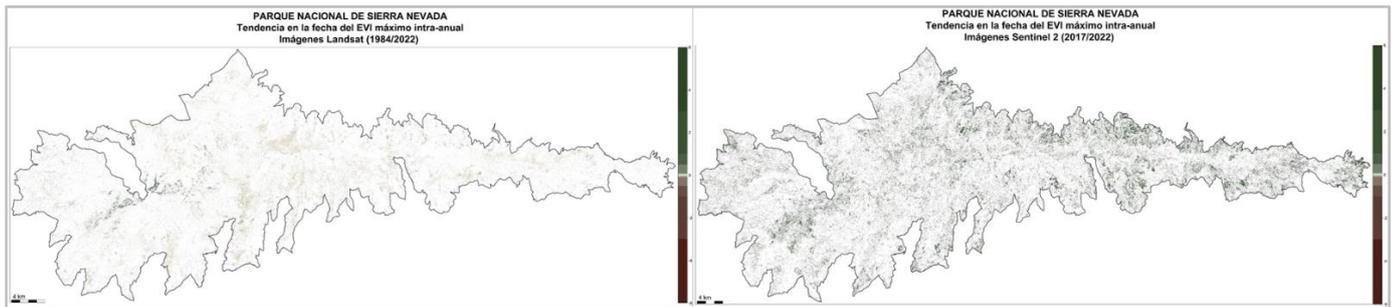


Figura 150. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

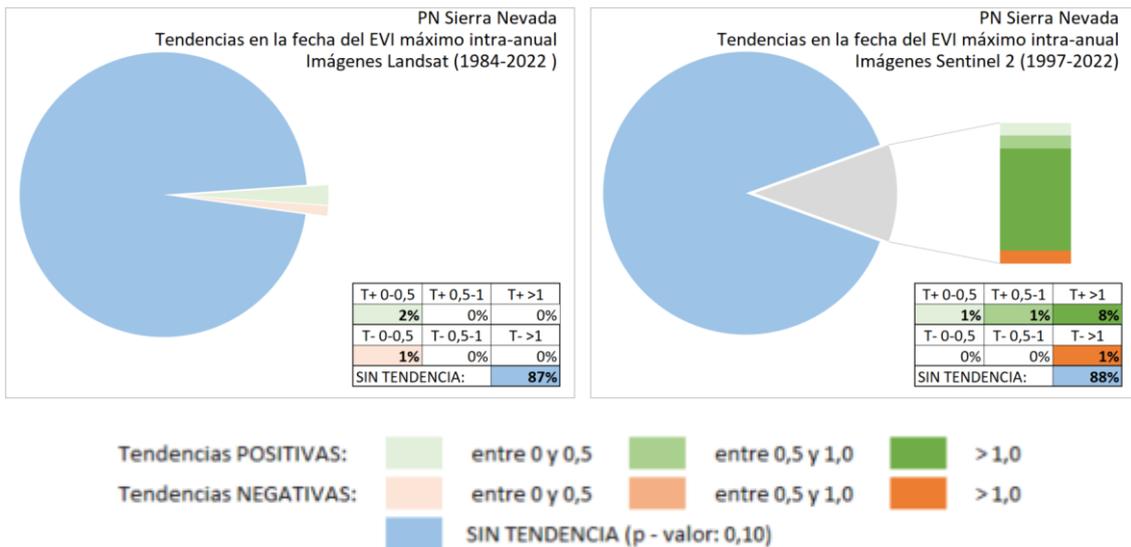


Figura 151. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

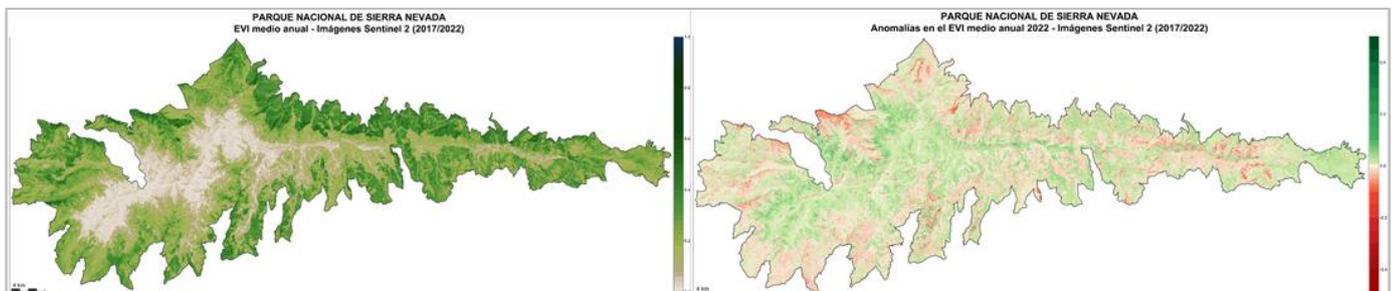
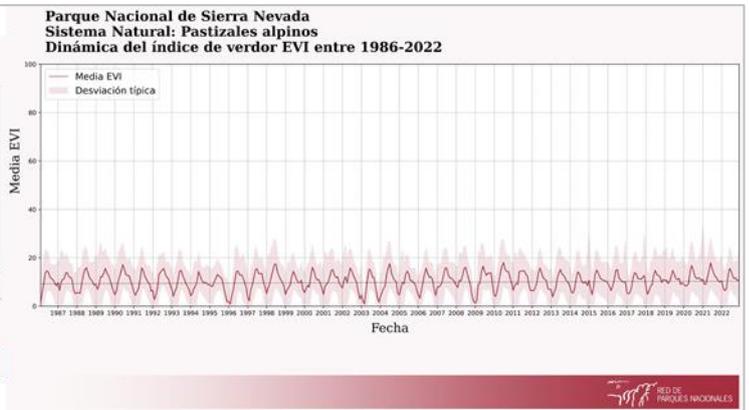
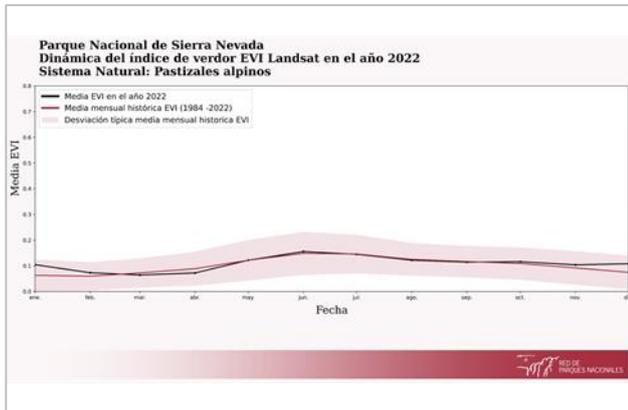
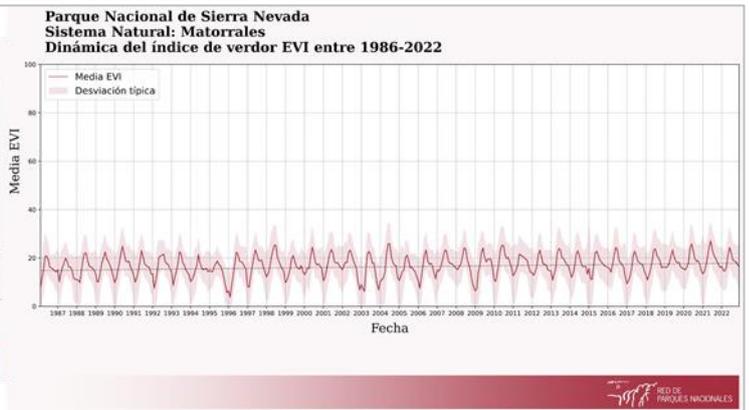
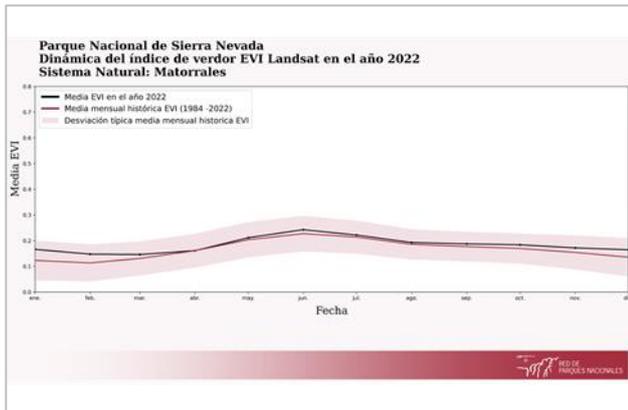
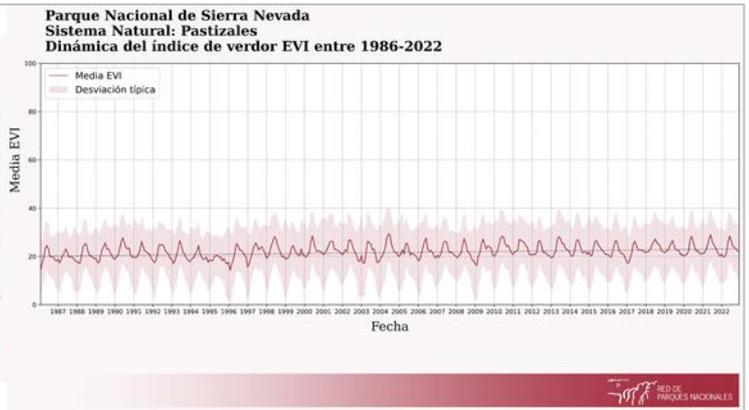
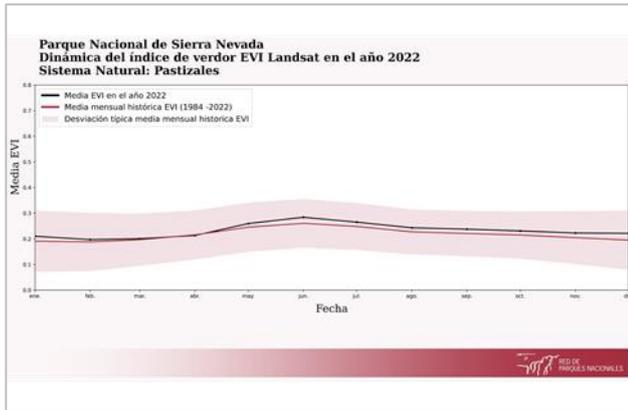


Figura 152. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



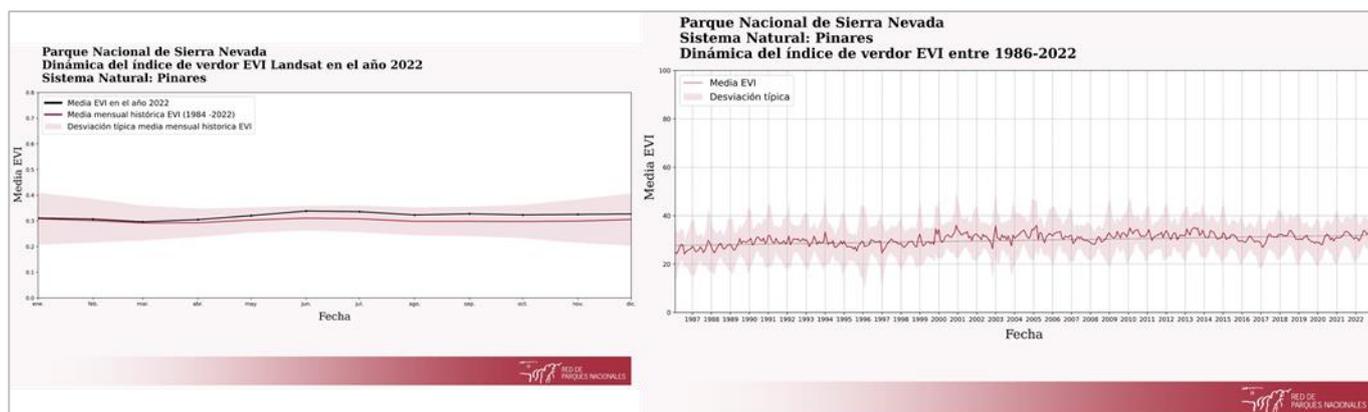


Figura 153. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022 (dcha.).

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

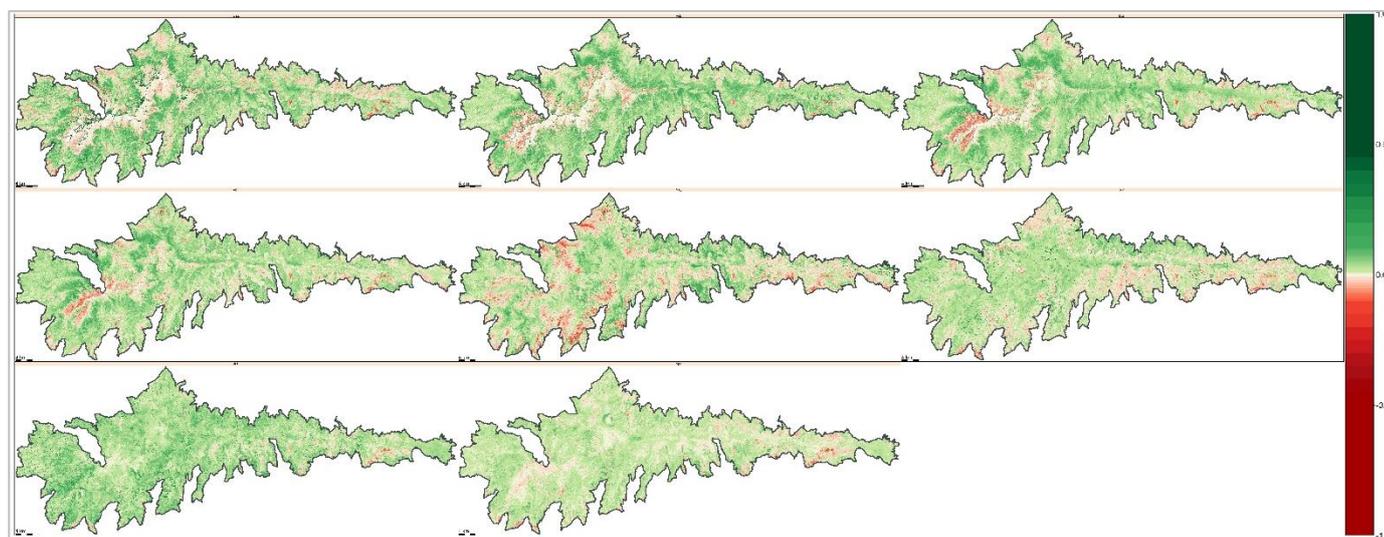


Figura 154. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.14. PARQUE NACIONAL DE TABLAS DE DAIMIEL

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

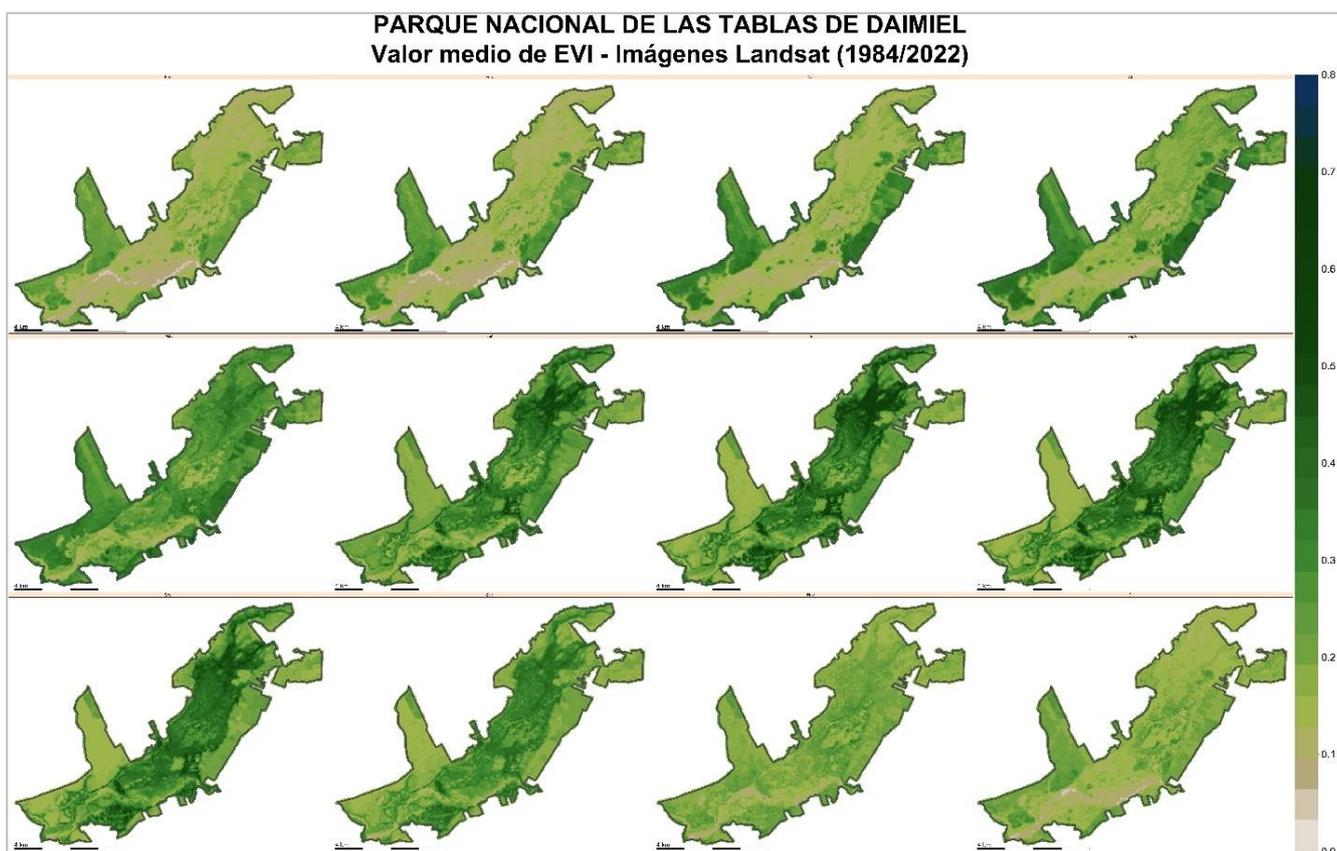


Figura 155. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

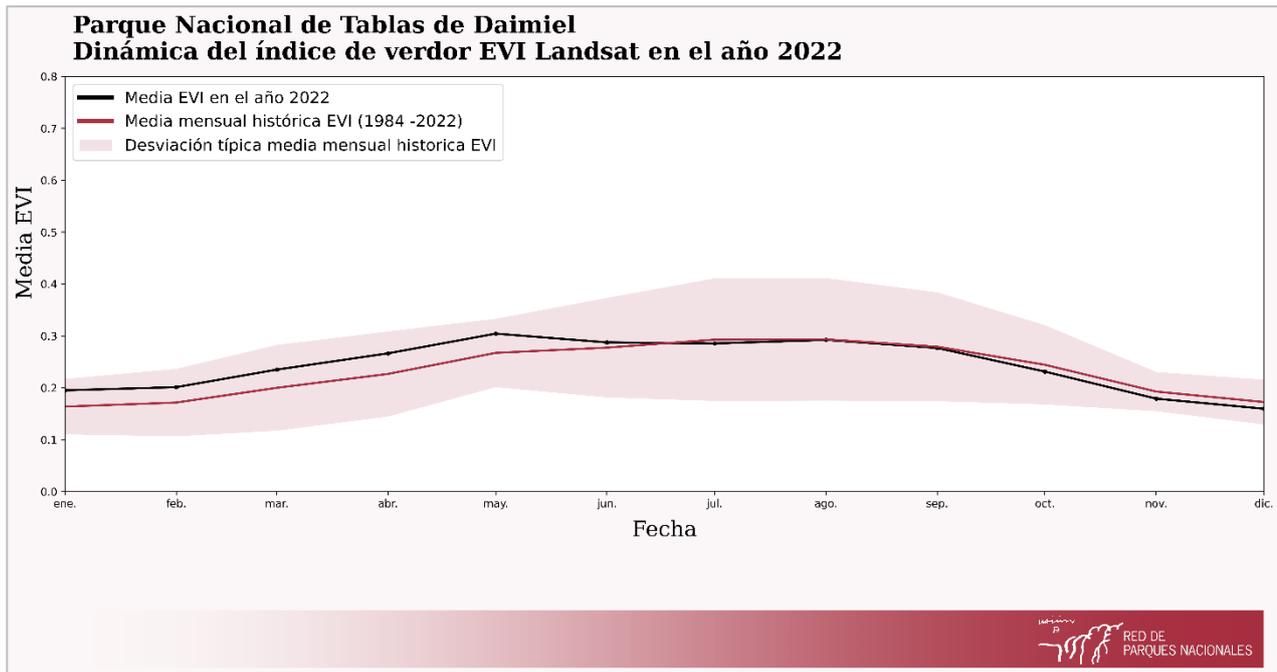


Figura 156. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

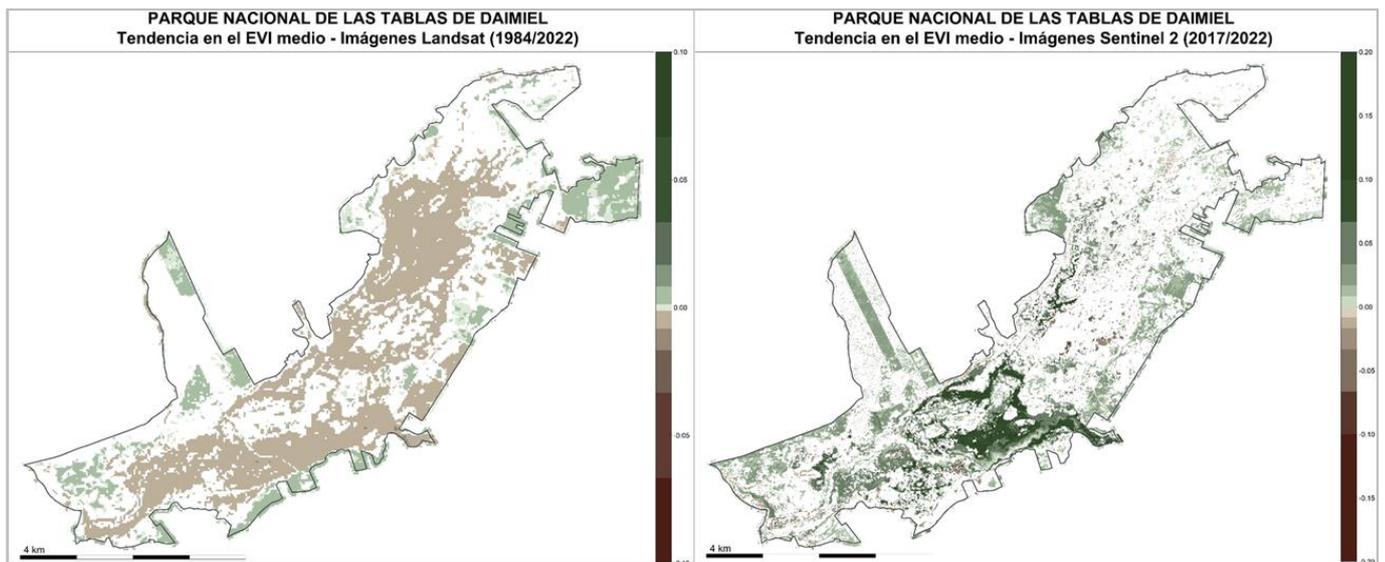


Figura 157. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

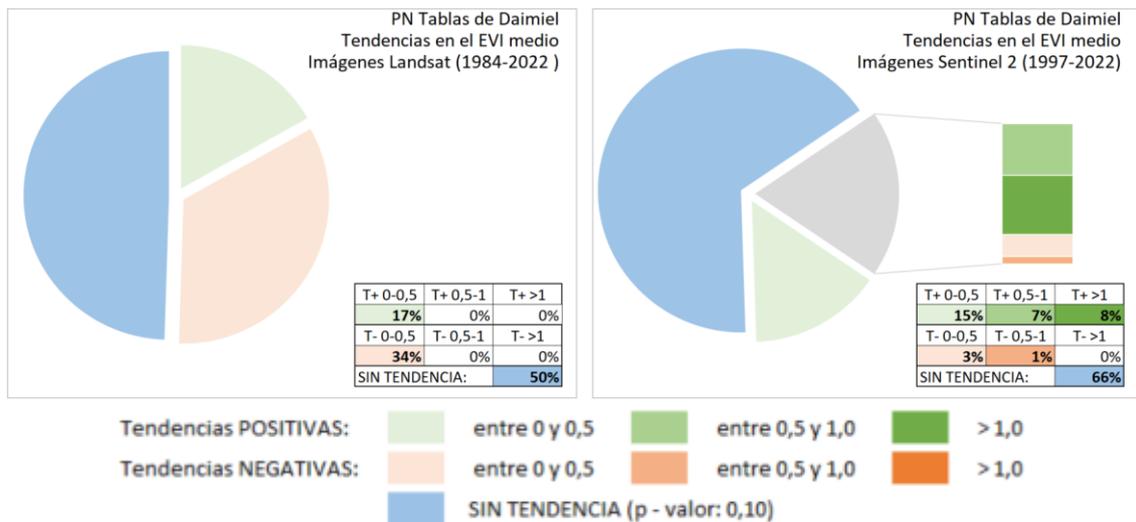


Figura 158. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

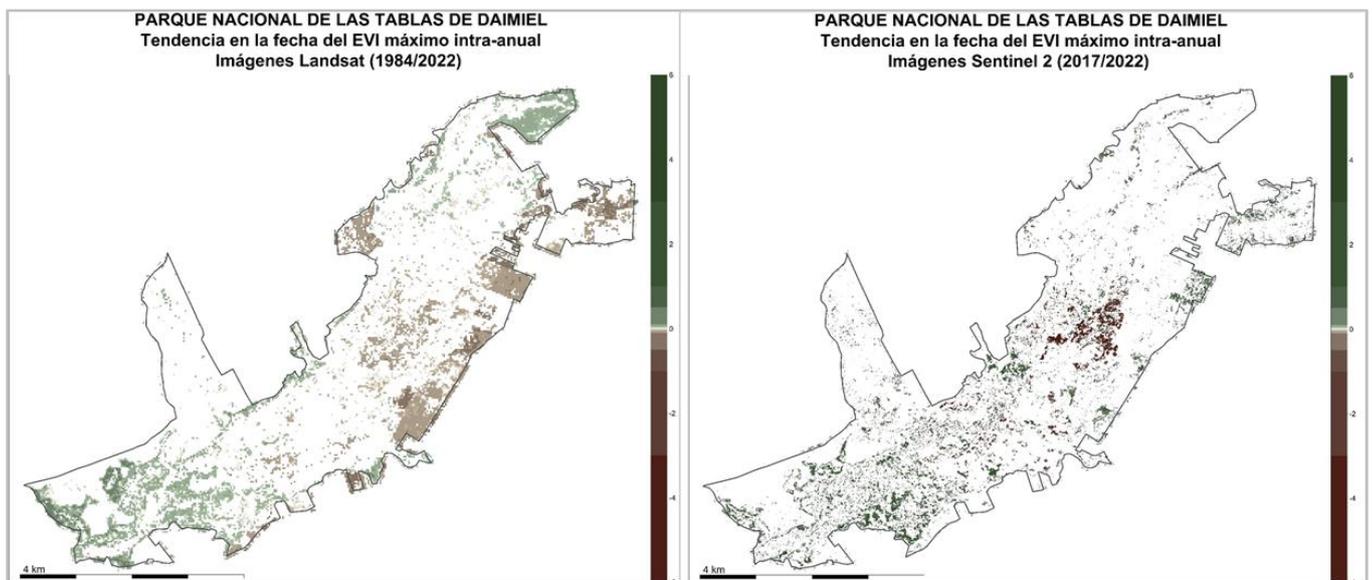


Figura 159. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

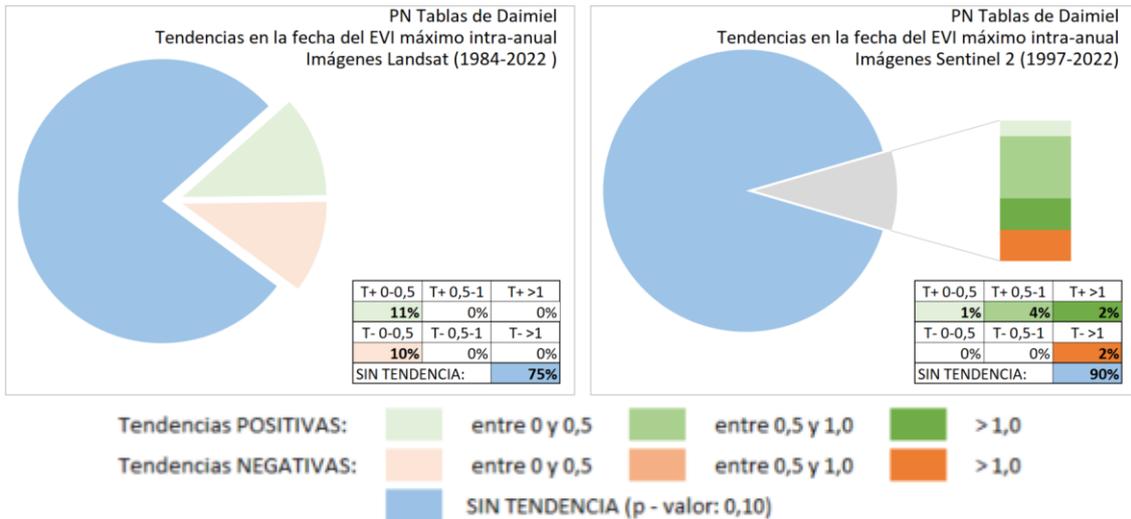


Figura 160. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

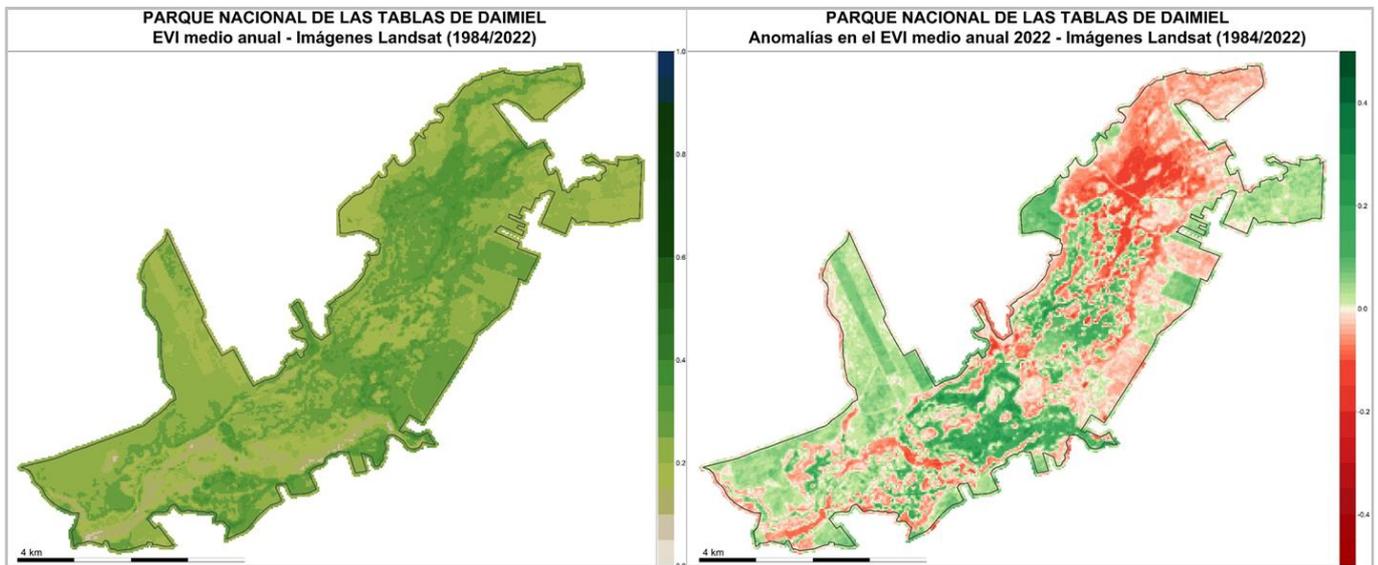
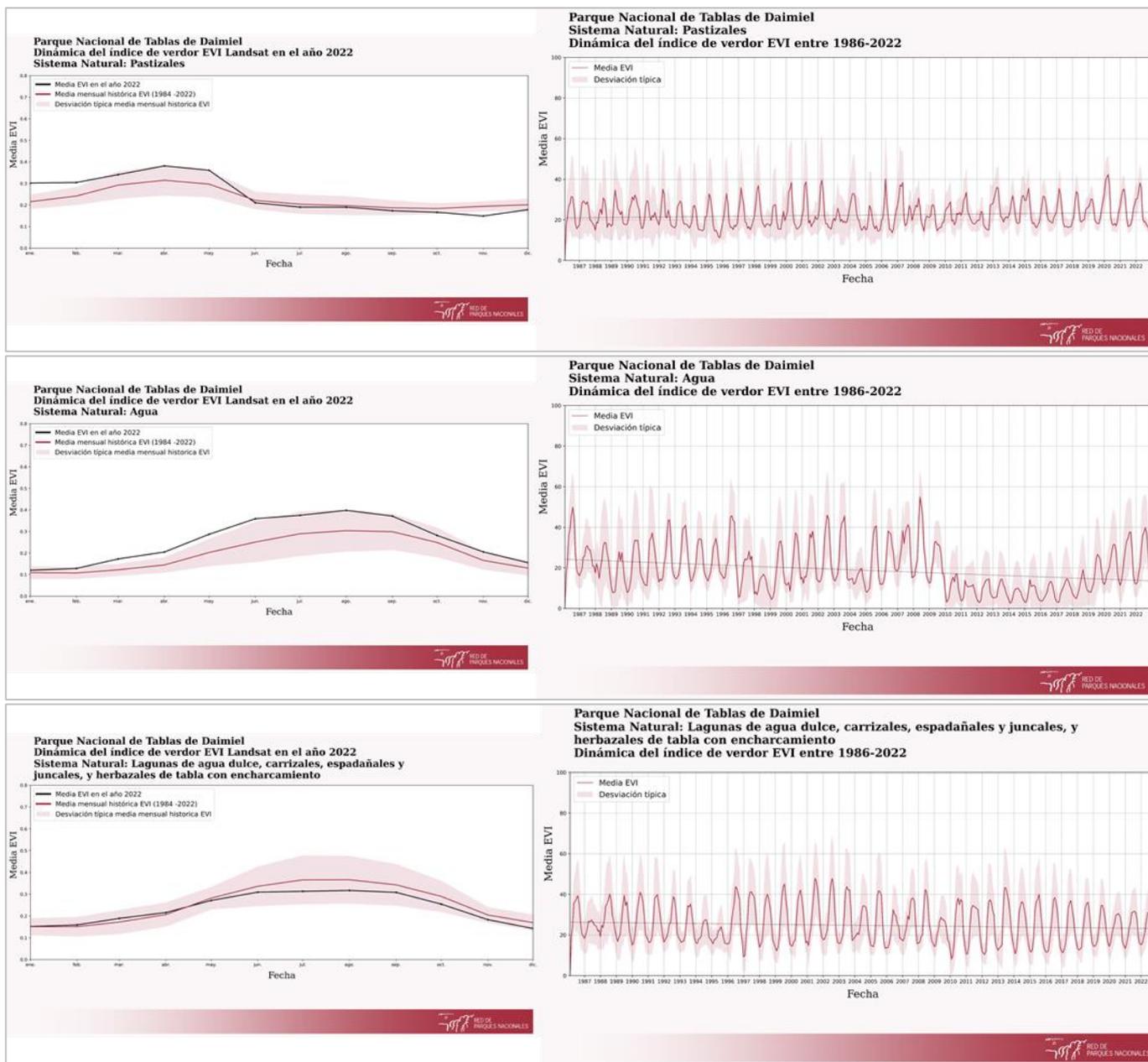


Figura 161. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



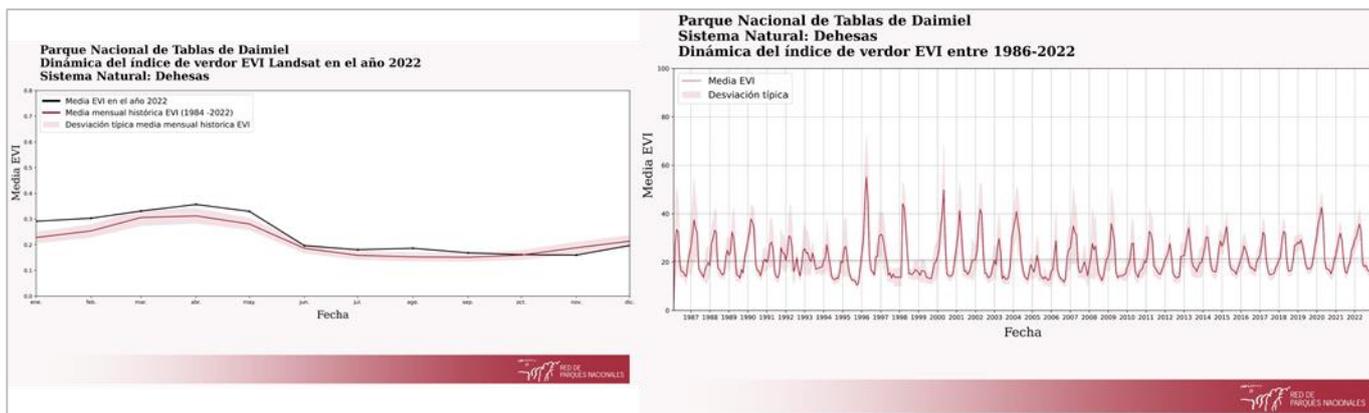


Figura 162. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022.

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

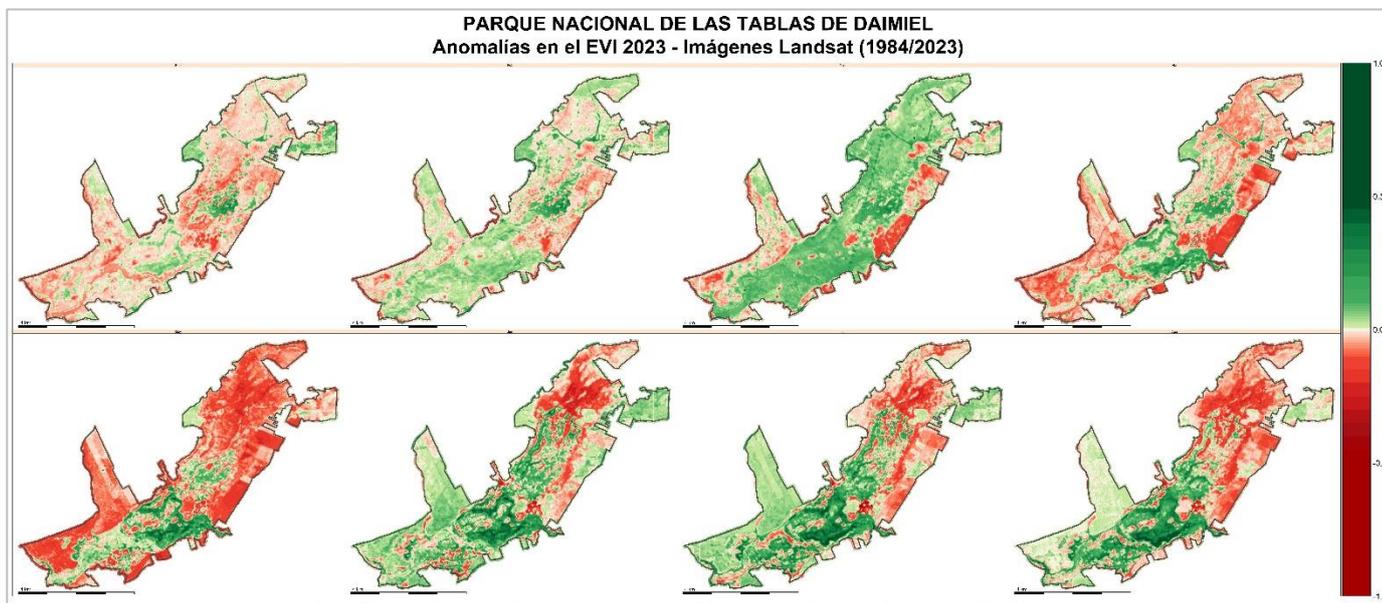


Figura 163. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.15. PARQUE NACIONAL DE TEIDE

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

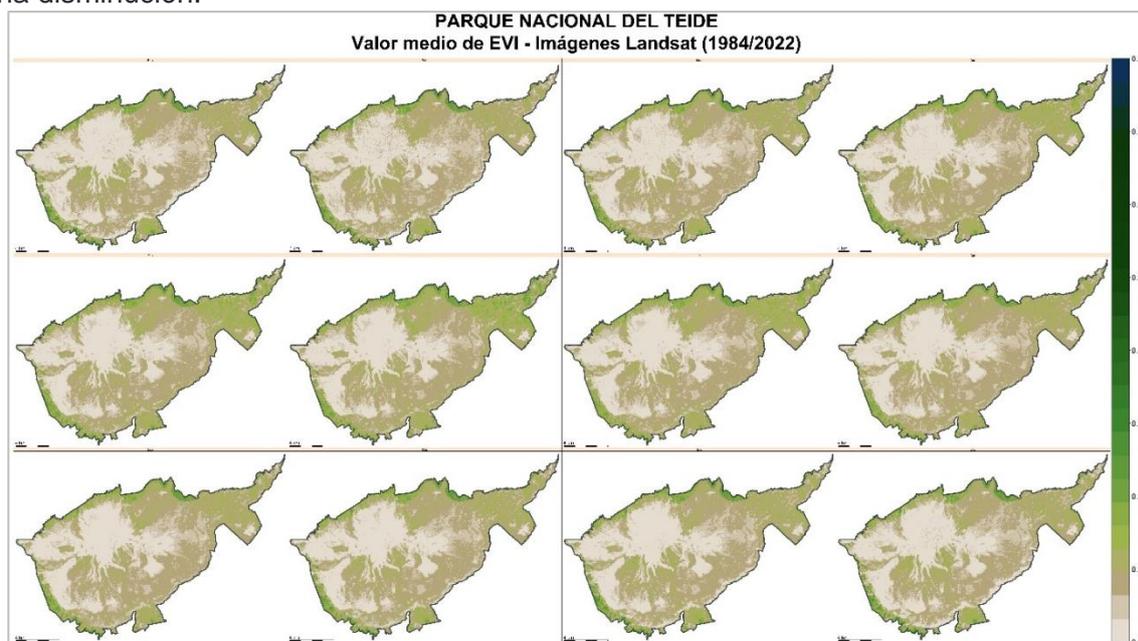


Figura 164. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

Parque Nacional de Teide
Dinámica del índice de verdor EVI Landsat en el año 2022
Sistema Natural: Bosques templados caducos

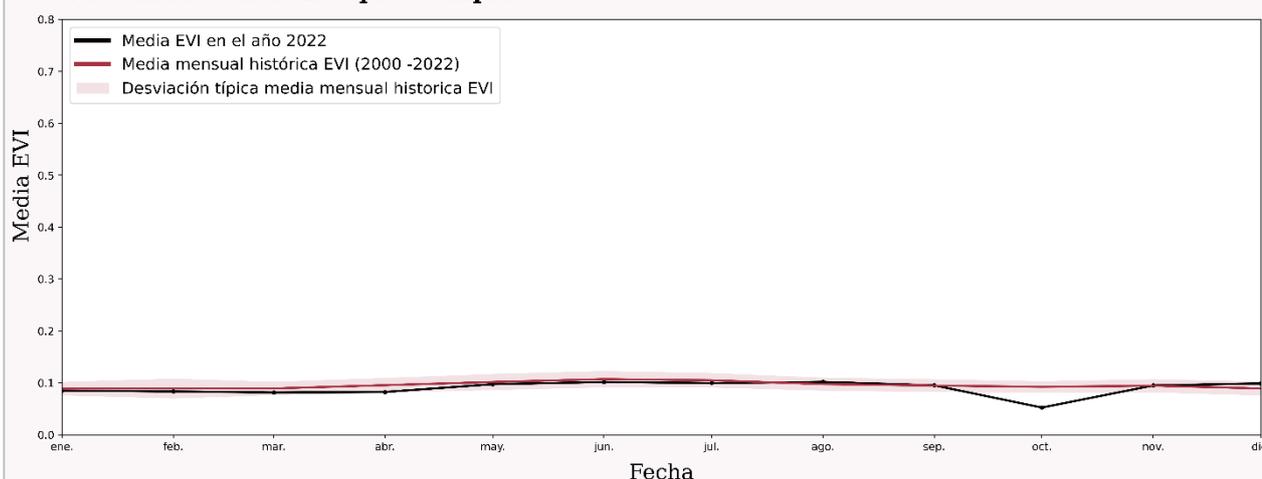


Figura 165. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

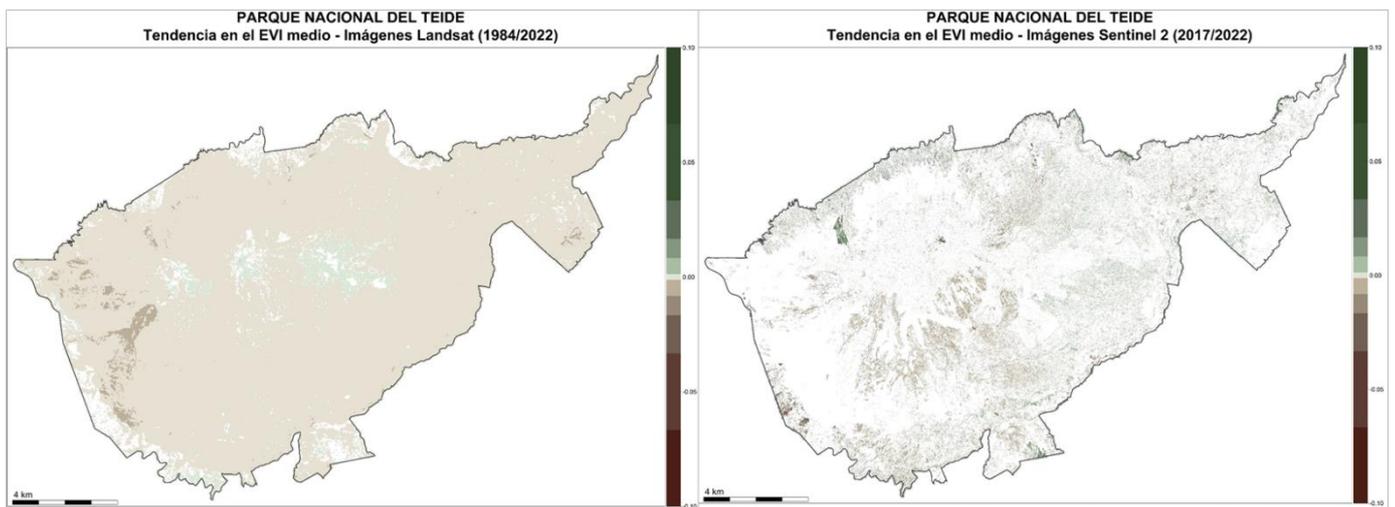


Figura 166. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

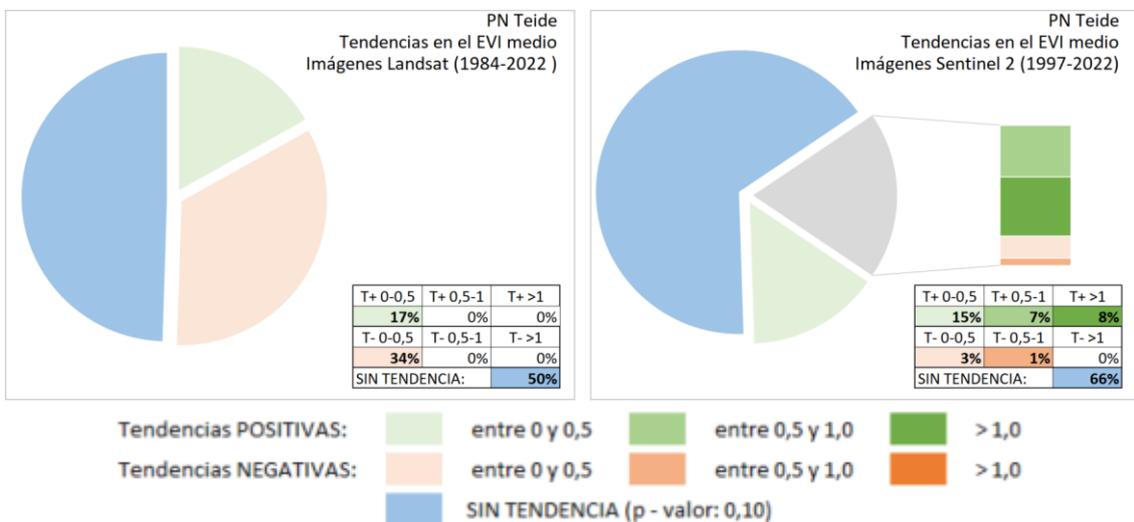


Figura 167. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

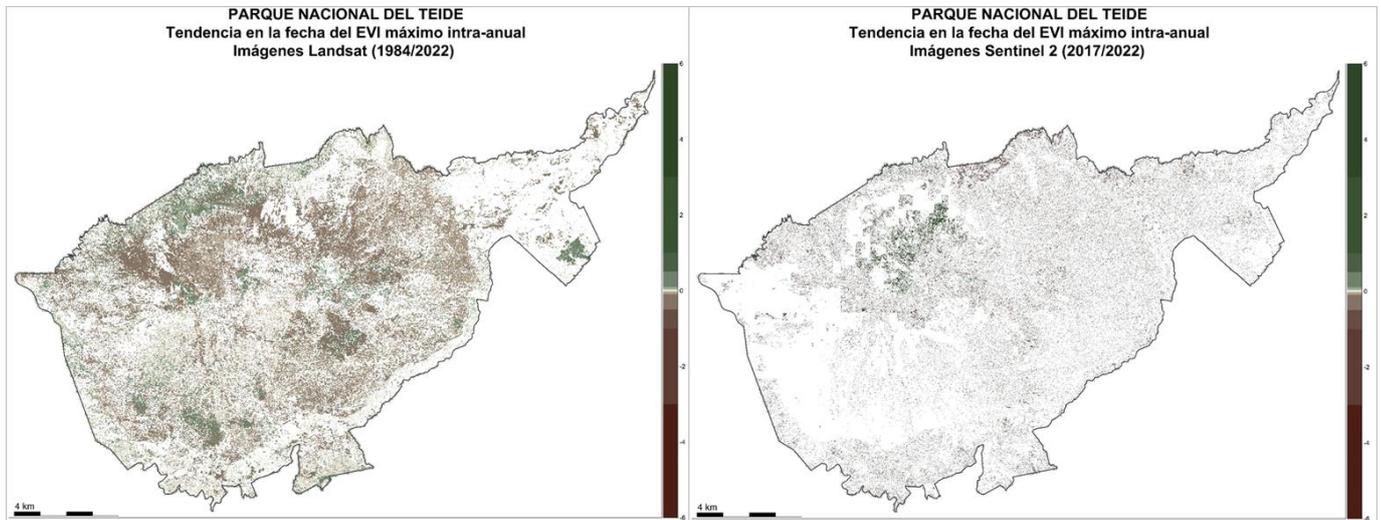


Figura 168. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

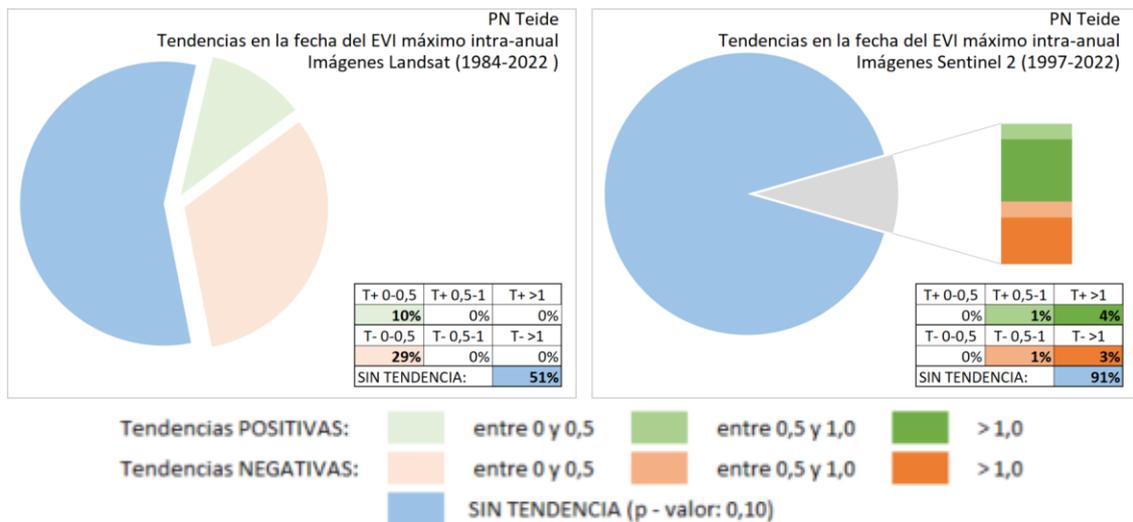


Figura 169. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

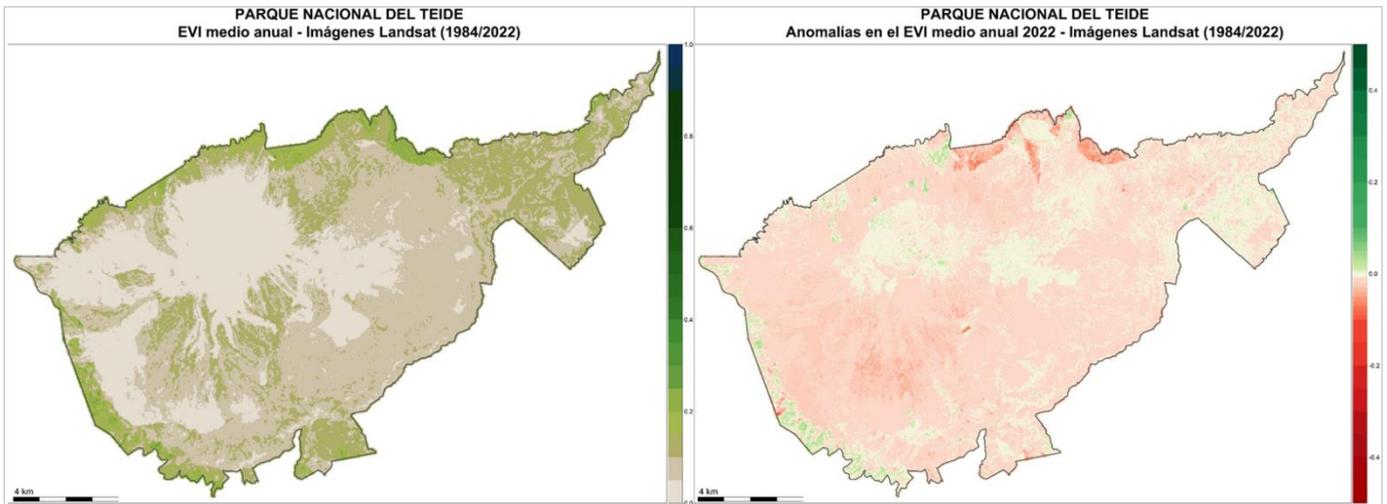
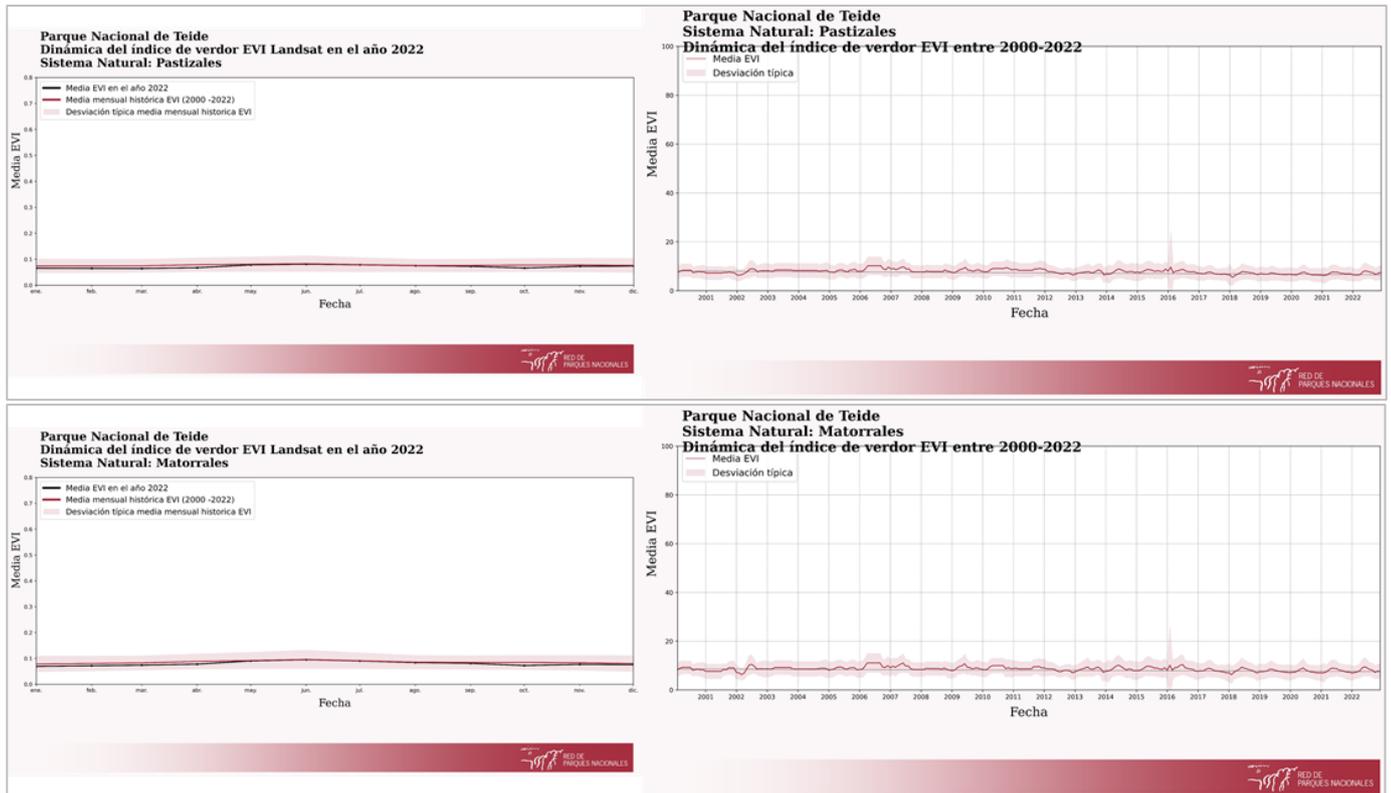


Figura 170. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).



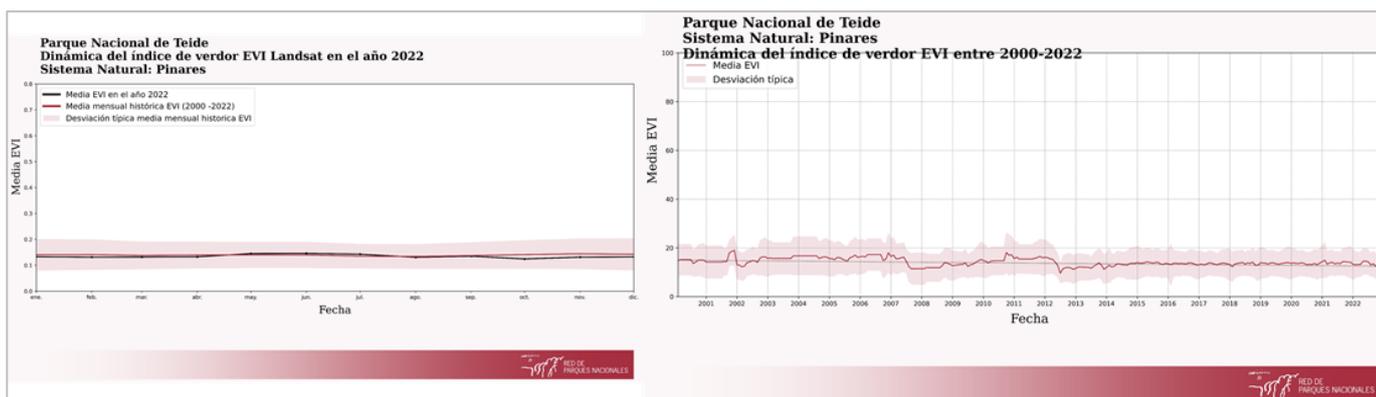


Figura 171. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

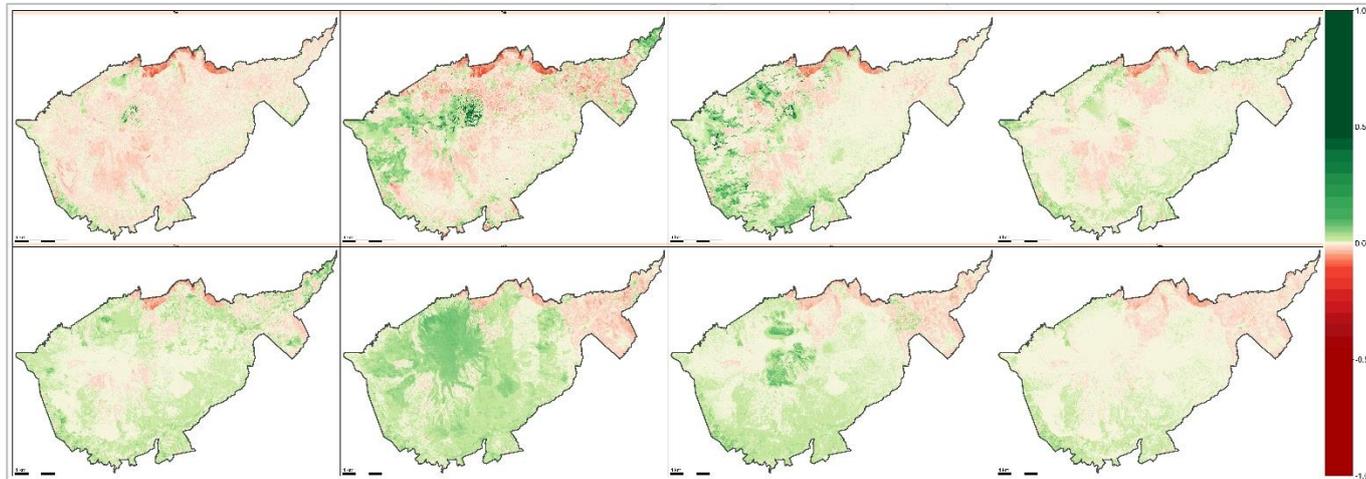


Figura 172. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

4.16. PARQUE NACIONAL DE TIMANFAYA

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo

largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

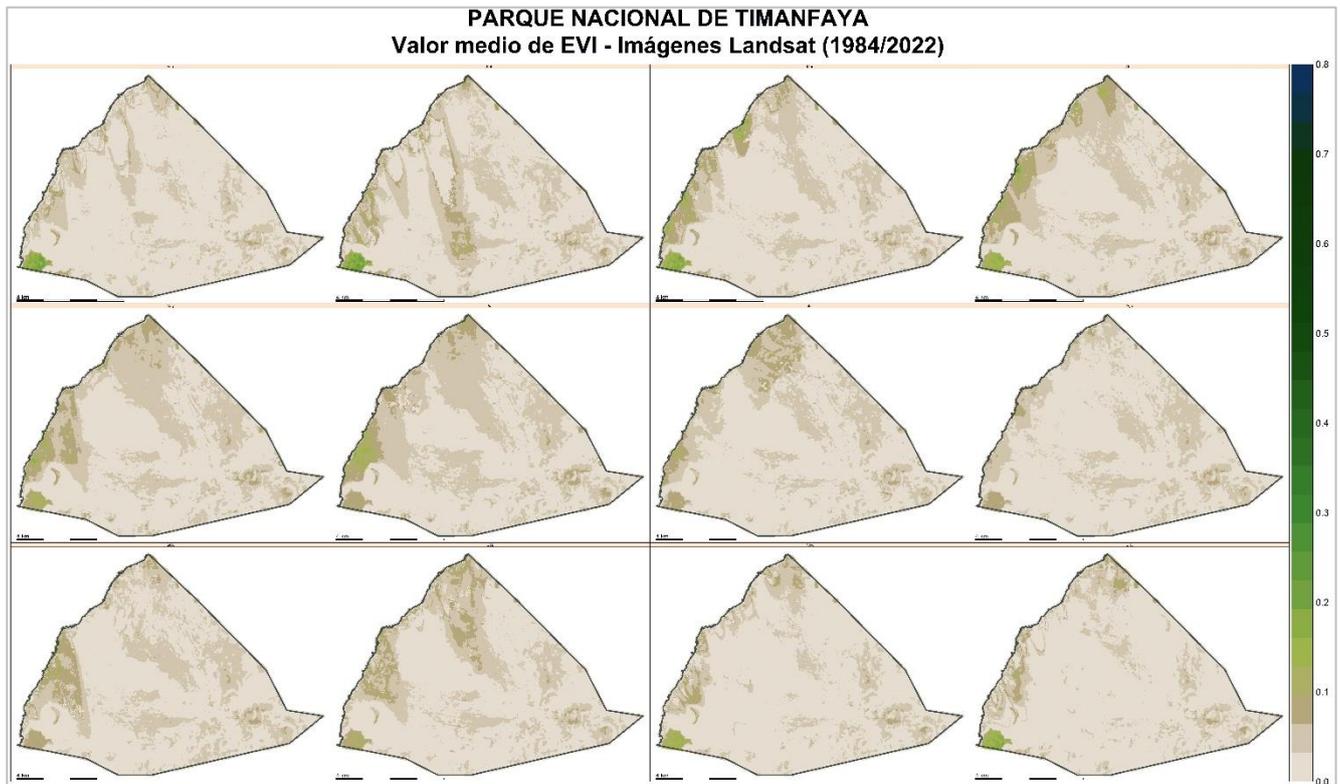


Figura 173. Valor medio mensual del índice de verdor EVI a lo largo de la serie temporal. (1984/2022)

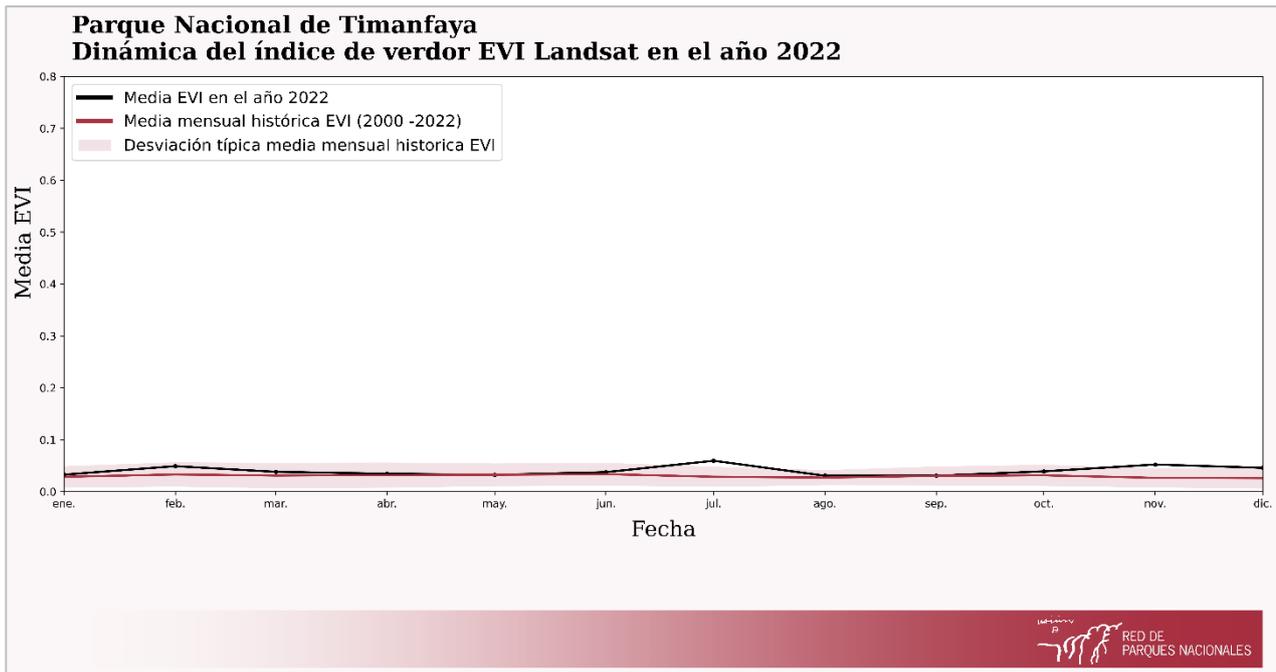


Figura 174. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido en el parque (1984 - 2022).

En la siguiente figura se observa la tendencia observada en la producción primaria, estimada a partir de la pendiente que describen los valores del índice EVI medio anual a lo largo de toda la serie temporal en Landsat (izquierda) y Sentinel 2 (dcha.). El p-valor seleccionado es de 0,10.

Esta información muestra la tendencia del verdor en la serie temporal, valores cercanos a cero indican estabilidad, valores positivos detectan un incremento de actividad, y negativo una disminución.

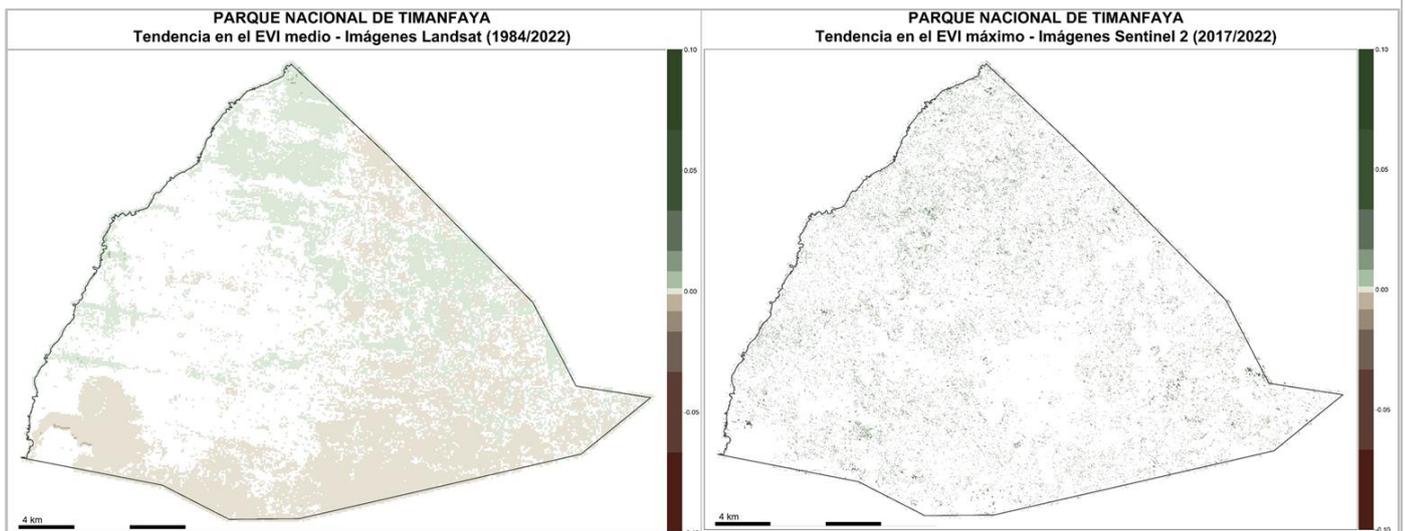


Figura 175. Tendencia en el EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

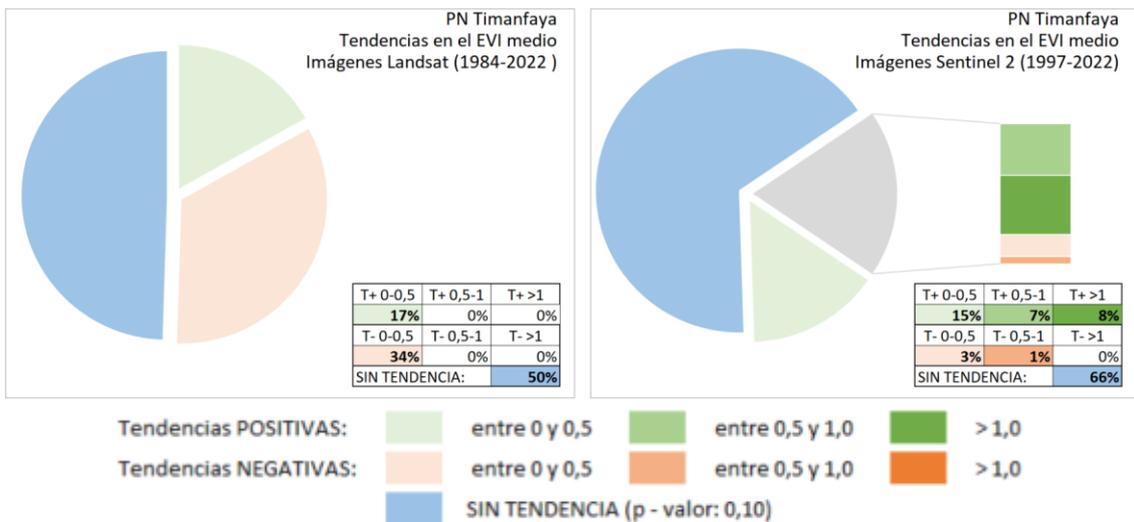


Figura 176. Gráficas resumen de la categorización del número de píxeles de las imágenes de la figura anterior, en base a la tendencia del EVI medio (producción primaria) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2, con el p-valor seleccionado de 0.1

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

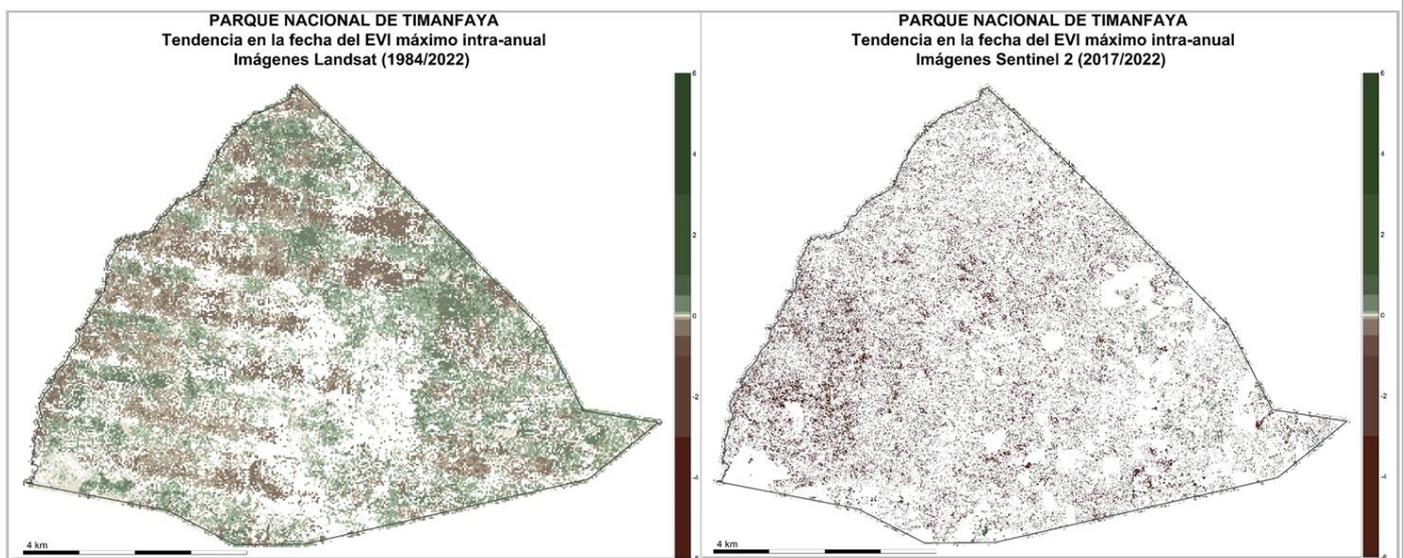


Figura 177. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10.

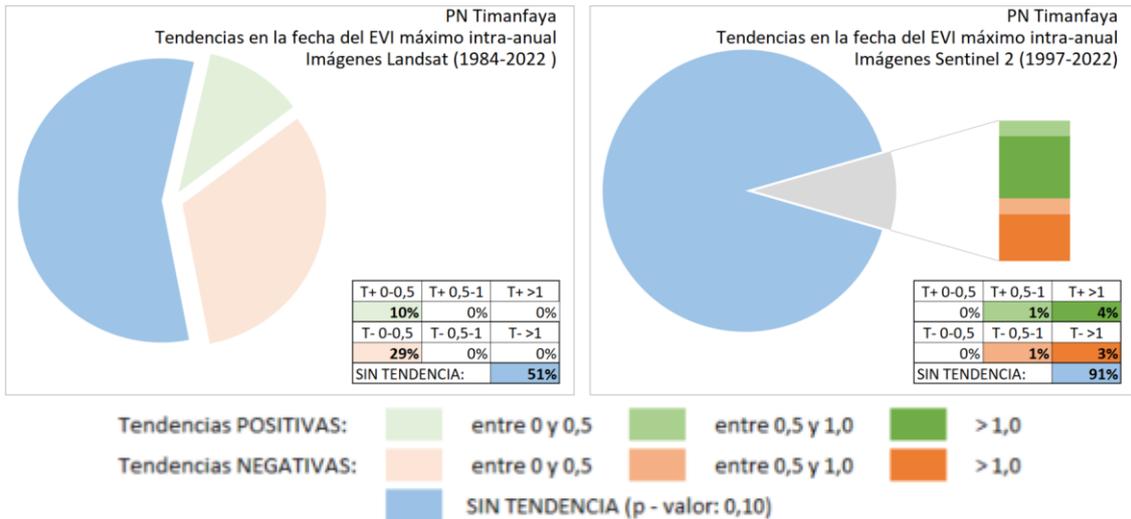


Figura 178. Tendencia en la fecha del EVI máximo intra-anual (fenología) entre 1984 y 2022 con Landsat y 2017 a 2022 con Sentinel 2. El p-valor seleccionado es 0.10

En la siguiente figura se presenta a la izquierda la media del índice EVI (índice de verdor) en el parque desde 1984 hasta 2022, y a la derecha se muestra la anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación con la media de la serie temporal de 1984 a 2022.

La media del EVI nos da una idea del vigor de la vegetación en el año promedio de la serie temporal. Valores altos implican la existencia de vegetación con actividad durante más meses.

Las anomalías del EVI medio refleja la variación del promedio de verdor en un año, tanto en sentido positivo como negativo, con respecto al promedio de toda la serie temporal.

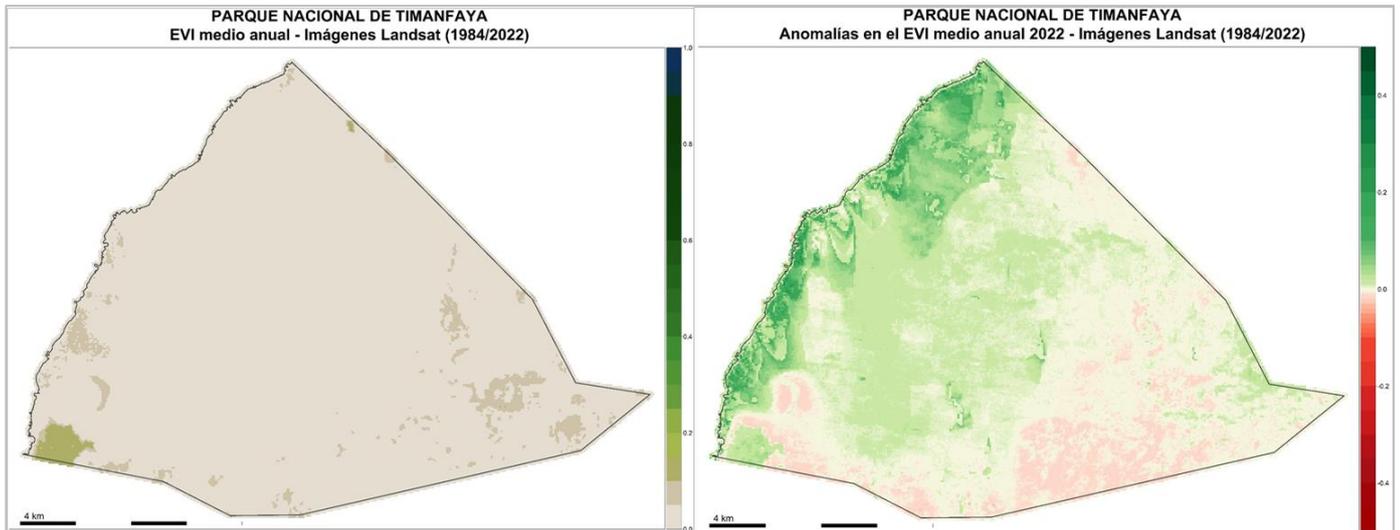


Figura 179. Media del índice EVI en el parque entre 1984 y 2022 (izq.) y Anomalía media de la productividad del parque en el año 2022 en relación a la serie temporal (1984 - 2022, dcha.).

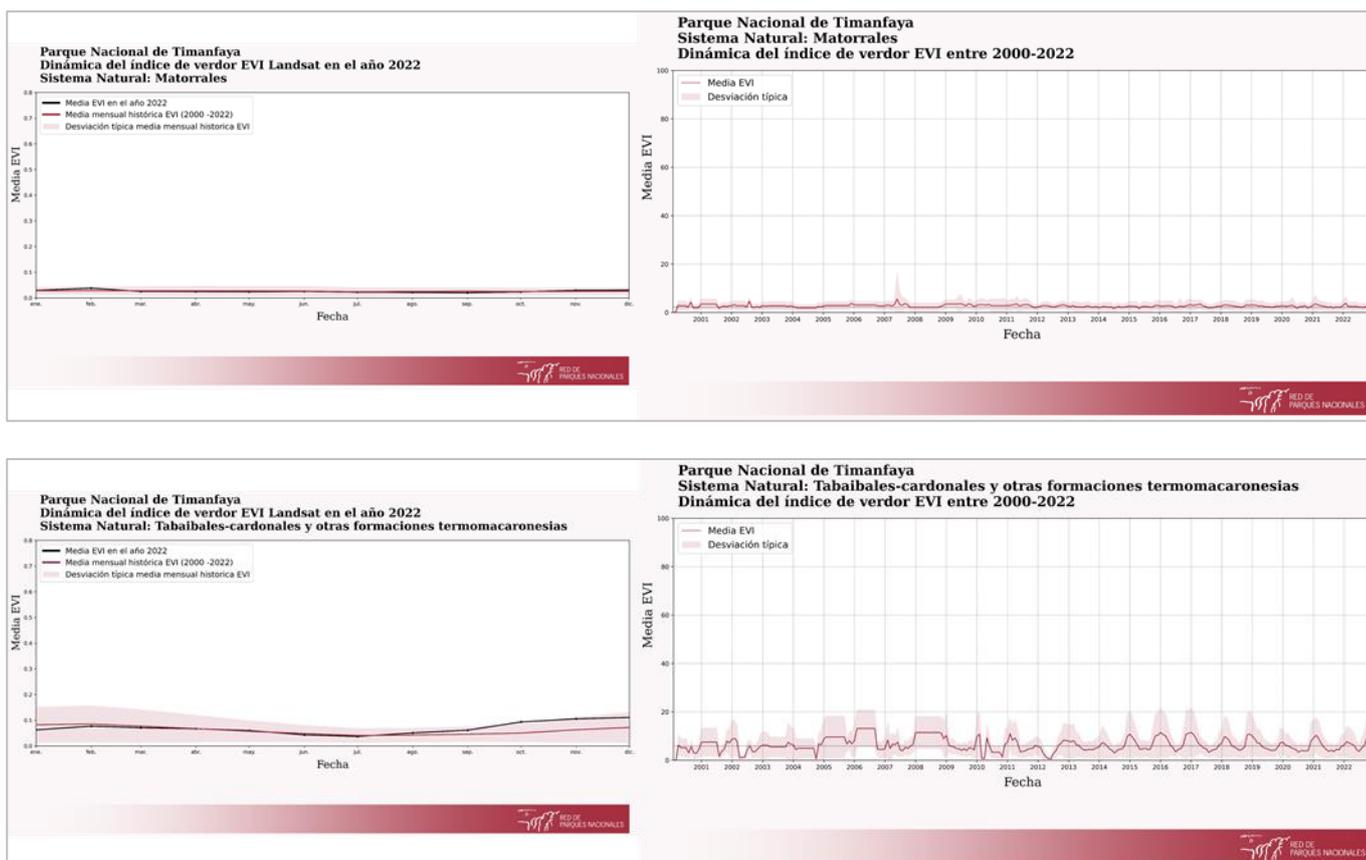


Figura 180. Dinámica del verdor en el año 2022 con respecto al periodo establecido (1984 -2022) en los principales sistemas naturales vegetales que conforman al parque (izq.) y Dinámica del verdor del índice EVI de los principales sistemas naturales vegetales entre 1986 y 2022.

En la siguiente figura se muestran las anomalías mensuales observadas en el índice de vegetación EVI del año en curso y expresada como la desviación, tanto en sentido positivo como negativo, de los valores del EVI con respecto al promedio de toda la serie temporal en dicha fecha.

Valores negativos (rojos) indican un índice de verdor menor en el año y fecha seleccionados con respecto al promedio para ese mismo momento calculado para toda la serie temporal. Valores positivos (verdes) señalan mayor verdor con respecto a la serie temporal.

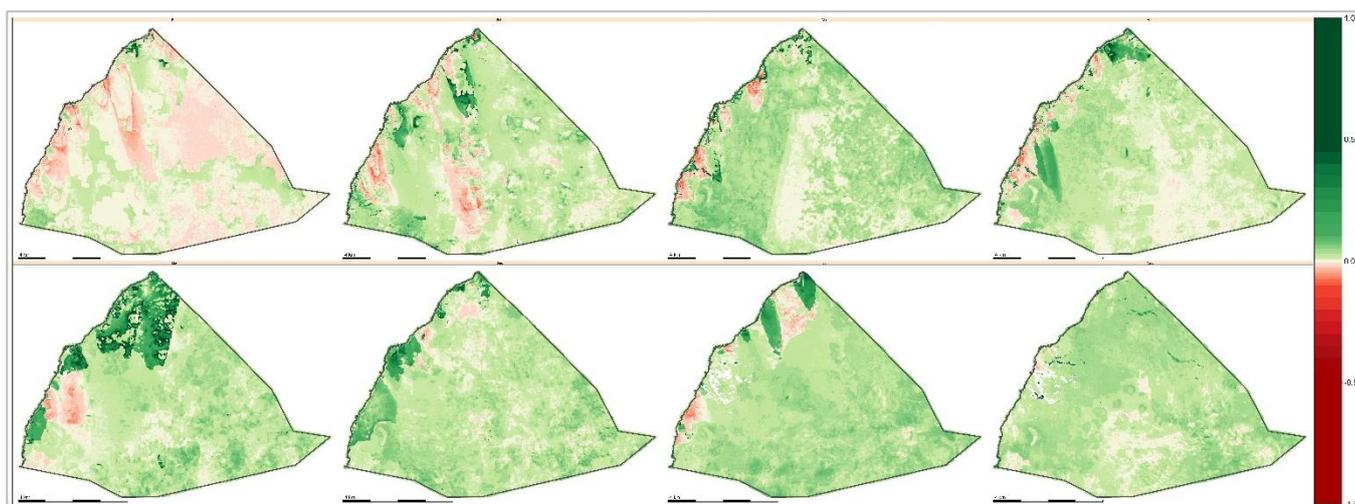


Figura 181. Anomalías observadas en el verdor de la vegetación en el año 2023, con respecto al promedio del EVI de toda la serie temporal (1984 - 2023)

5. CONCLUSIONES

El sistema REMOTE (monitoreo de la Red de Parques Nacionales mediante teledetección) permite obtener información de manera semiautomática sobre el funcionamiento de los sistemas naturales de la Red de Parques Nacionales. En la actualidad, en el medio terrestre analiza la variación de la productividad primaria (indicador importante del estado de los ecosistemas), mediante los datos de los índices de verdor de la vegetación procedentes de los satélites MODIS y LANDSAT, y también se está comenzando a utilizar los satélites SENTINEL, con mayor resolución espacial. En el medio marino se obtiene información de clorofila a y temperatura superficial del agua. Finalmente, se realiza un estudio de índices de masas de agua en los parques nacionales que representan principalmente sistemas naturales asociados a humedales.

De este modo, se obtiene información sobre las condiciones de referencia, las tendencias y las anomalías de la productividad primaria, la estacionalidad y la fenología de los sistemas naturales en la Red de Parques Nacionales, tomando de referencia una serie histórica continuada de datos resumidos cada 7 días en la parte marina, 15 días en MODIS y Sentinel 2 y 30 días en el caso de Landsat. Las resoluciones espaciales actuales varían desde 1 km en la parte marina, y 250, 10 y 30 metros respectivamente, según el tipo de satélite, en la parte terrestre. La diferencia entre los máximos y mínimos de productividad primaria proporciona información sobre la estacionalidad y los momentos de esos máximos y mínimos aportan datos relacionados con la fenología de la vegetación.

El sistema ha sido desarrollado en el OAPN en colaboración con del Grupo TRAGSA y apoyo de la Universidad de Almería, en el marco del Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales, y en coherencia con lo acordado en los principales órganos colegiados de la Red, en los que está representados tanto la AGE como las CCAA.

La información obtenida por este medio puede contrastarse con trabajo de campo en aquellas zonas donde se detecten cambios o anomalías, tanto temporales (momento del año en que se manifiestan) como espaciales (lugar donde ocurren), así como donde se detectan tendencias marcadas de aumento o disminución de la productividad primaria. También puede relacionarse la información de los cambios en la



ORGANISMO
ALTERNATIVO
PARQUES
NACIONALES

Informe de resultados de estado, tendencias y anomalías de la productividad primaria en la Red de Parques Nacionales. - 2022

productividad primaria con datos surgidos de otras iniciativas de seguimiento, como los meteorológicos.