8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La Ciencia forestal y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

8CFE - 865

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022
ISBN 978-84-941695-6-4
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza

Monitorización de cambio en masas forestales mediante el uso de información satelital abierta

LIZARRALDE, I.[1,4], CERVERA, T.[2], FLETAS, M.[2], RODRÍGUEZ-PUERTA. F.[3,4], ALONSO PONCE, R.[1,4], y PÉREZ-RODRIGUEZ, F.[1]

[1] Fora forest technologies, SLL.
[2] Centre de la Propietat Forestal de Catalunya.
[3] EiFAB (Universidad de Valladolid, Campus de Soria) - iuFOR
[4] Instituto Universitario de Investigación Gestión Forestal Sostenible iuFOR

Resumen

El análisis dinámico-temporal de la vegetación constituye un aspecto clave en la gestión forestal. De este análisis, la faceta más relevante es la detección de perturbaciones, de origen antrópico o no, tanto en tiempo real como *a posteriori*. En este trabajo, se presenta el servicio de monitorización de cambios integrado en *förecast*, que emplea imágenes Sentinel-2 de la constelación Copernicus para la detección de perturbaciones en masas forestales. Las imágenes satelitales, disponibles desde el 2015 y actualmente con una resolución temporal de 5 días, son post-procesadas automáticamente para la eliminación de nubes, nieblas y sombras y, de esta manera, generar una línea base para comparar los valores espectrales de las nuevas imágenes.

El servicio se ha evaluado en montes de *Pinus nigra y de Quercus faginea* de la zona de la Conca de Segre-Rialb (Noguera – Alt Urgell, Lleida) en los que se conoce con precisión la evolución de los aprovechamientos madereros de los últimos tres años. Los resultados muestran que el sistema es capaz de detectar las cortas pasadas, mientras que necesita al menos tres imágenes nuevas para detectar con seguridad perturbaciones en curso. Además, se analiza la dificultad de detectar cambios en actuaciones de poco peso. Estos resultados confirman que el servicio de monitorización es una herramienta fiable y operativa de gran utilidad en la gestión diaria de los montes.

Palabras clave

Perturbaciones, Sentinel-2, datos abiertos, *Pinus nigra*, *Quercus faginea.*

1. Introducción

La monitorización de la cubierta vegetal es un aspecto clave en la gestión forestal, ya que ofrece una información valiosa al gestor y/o propietario sobre el estado en que se encuentran sus masas forestales y, con ello, poder tomar decisiones más rápidas y eficientes. En este sentido, la teledetección ofrece un amplio abanico de metodologías y tipologías de datos que pueden ser utilizadas (Huete 2012; Lechner et al. 2020). Su coevolución con la informática y la ciencia de la computación han propiciado nuevas tecnologías de *bigdata* que facilitan su aplicación cada vez más cotidiana (Zhang et al 2019), así como una reducción de costes en el hardware (Tang & Shao 2015).

La teledetección también ha sido una línea respaldada por la Agencia Espacial Europea (ESA) que ha promovido iniciativas como el programa Copernicus y su constelación Sentinel que se compone de diversos satélites con diferentes tipologías de sensores activos y pasivos, entre los que destaca la familia Sentinel-2, que son los más utilizados en observación de la Tierra. Sentinel-2 se compone de dos satélites gemelos, el primero de los cuales se lanzó en 2015, mientras que a mediados de 2017 se lanzó el segundo (Transon et al. 2018). Este par de satélites poseen sensores pasivos multiespectrales, esto es, que capturan la radiación de diferentes regiones del espectro electromagnético, incluyendo un total de 13 bandas que van desde el ultravioleta hasta el infrarrojo

térmico y con una resolución espacial de entre 10 y 60 metros. La conjunción de estos dos satélites hace que se obtengan datos de una misma zona con una frecuencia de paso de 5-6 días.

En el caso concreto de la detección de perturbaciones en masas forestales, el uso de índices de vegetación basados en la información espectral de Sentinel-2 nos permite explorar cambios en la vegetación con una combinación de resoluciones acertada para este uso. A pesar de que la resolución espacial no es la mejor posible, tanto la resolución espectral como la temporal nos permiten detectar diversos cambios en la vegetación. Como se verá en los resultados, la detección de cambios varía mucho en función de si estos cambios producen una respuesta espectral clara (como, por ejemplo, las cortas a hecho o los incendios) o no tan definida (clareos, claras por lo bajo, etc.).

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es evaluar si sólo con la información de Sentinel 2 es posible detectar perturbaciones en una región dada y comprobar el comportamiento de los sistemas de monitorización de cambios para distintas intensidades de cambio.

3. Metodología

Área de estudio:

El servicio se ha evaluado en unas 1150 ha ubicadas en las comarcas de Noguera y del Alt Urgell (Lleida) (Figura 1), pobladas principalmente por masas de *Pinus nigra* y, en menor medida, *Quercus faginea* en las que se realizan tratamientos silvícolas de diferente peso (clareos, claras, cortas a hecho, etc.). Las zonas boscosas se encuentran a menudo intercaladas íntimamente con campos de cultivo, sobre todo en el caso de las matas de quejigo. Esta característica es relevante porque puede dificultar la detección de perturbaciones con imágenes satelitales de resolución media.

Datos:

Las imágenes Sentinel-2 son proporcionadas por los “gemelos” Sentinel 2A y Sentinel 2B, con una resolución de 10 metros en el RGB y el Infrarrojo cercano (NIR), mientras que el resto de las bandas multiespectrales tienen entre 20 y 60 metros de resolución. Una característica muy importante es que podemos conseguir una cobertura completa de la zona cada 5 días, 10 días por cada satélite. Además de la información satelital, se cuenta con la documentación sobre las actuaciones realizadas en cada rodal del área de interés desde 2016, sirviendo esta documentación para el control y validación del trabajo.

Métodos:

El método utilizado en este estudio se basa en el cálculo de estadísticas por agregados en unidades de gestión y su evolución en series temporales. Para ello, primero se realiza una selección de datos libres de nubes. La ESA pone a disposición de los usuarios los datos en dos niveles de procesado: 1C y 2A. La diferencia entre ellos es que el nivel 2A posee corrección geométrica y atmosférica, además de incluir una capa SLC de segmentación de nubes, entre otros. Esta capa es necesaria para la eliminación de nubes y sombras en los datos, ya que de otra manera estaríamos introduciendo al análisis artefactos ajenos a la monitorización que se desea llevar a cabo.

Posteriormente, se calcula el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) entre la banda del Rojo y el NIR. En este caso, el NDVI guarda relación con la cubierta vegetal (Huang et al. 2021), ya que la vegetación refleja el infrarrojo cercano, y como en este caso ponemos el NIR en el canal del ROJO, esta composición se caracteriza por destacar a la vegetación en color rojo muy brillante, mientras que los suelos desnudos se ven en color azul y el agua en color negro.

Finalmente, se realiza una media de todos los pixeles que contienen el área del rodal y se analiza la evolución temporal del índice mediante medias móviles para suavizar la variabilidad de los resultados.

4. Resultados

Para la obtención de los resultados se ha procesado un área de interés a través del servicio de monitorización de cambios de förecast (https://förecast.fora.es). Este servicio procesa toda la información multiespectral de Sentinel-2, y realiza agregados para los diferentes rodales. Los resultados obtenidos para el área procesada han sido muy dispares. En la Figura 2 se muestra una pequeña área en la que se ha detectado una corta a hecho. En la misma figura se muestra la gráfica de evolución del NDVI donde se observa una reducción en este índice; valores mayores a 0,6 pasan a ser menores de 0,4. Esta reducción nos alerta sobre un posible cambio en la cobertura vegetal, indicando que ésta puede haberse visto reducida de manera general en la superficie de ese rodal. Por otra parte, en la Figura 3, no se detecta ninguna reducción de manera general en el índice, por lo que en esa zona no se detecta ninguna perturbación que afecte a gran parte de la superficie del rodal. En esta zona sabemos que se ha llevado una cabo una entresaca con bastante poco peso, y detectamos que el sistema no ha sido capaz de detectar esta perturbación sólo con el cambio del NDVI a nivel de todo el rodal.

5. Discusión

La evolución en series temporales del NDVI puede ayudar a detectar perturbaciones. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la naturaleza pasiva del sensor multiespectral lo hace altamente sensible a fenómenos meteorológicos Por eso, el hecho de utilizar todas las series temporales permite evitar en gran medida esos problemas a través del desarrollo de mosaicos libres de nubes o neblinas, lo que supone un importante avance frente al uso de pocas imágenes por razones de estacionalidad o, simplemente, capacidad de computación (Coops et al 2021; Cardill et al 2022)

Sentinel-2 es útil para poder discriminar cortas o detectar perturbaciones, pero hay que tener en cuenta que la mayor resolución de Sentinel es de 10 metros, por lo que la magnitud de la corta o perturbación ha de ser mayor. Este factor de escala complica la detección automática de perturbaciones puntuales y de baja intensidad como son las cortas de pies aislados (entresacas) o claras muy débiles.

Es imprescindible obtener una línea de base para los diferentes ecosistemas forestales que nos permita detectar las perturbaciones por contraste entre el valor actual y el valor de referencia de los diferentes índices de vegetación. Cuando se realizan análisis de series temporales con Sentinel-2, se pueden detectar cambios que no siempre son perturbaciones, como, por ejemplo, la caída de hojas en las caducifolias o la floración (que supone un cambio en la reflectividad). Para poder evaluar si un cambio es una perturbación es necesario contrastar los datos con las tendencias de años anteriores en la misma época del año.

Por último, y a pesar de las ventajas que se obtienen gracias a la metodología expuesta, existen aún importantes retos en los que ya se está trabajando, como la detección de cambios sutiles, como pueden ser claras o clareos, y la mejora de la resolución espacial, que tendrá un efecto claro en contextos de propiedad minifundista.

6. Conclusiones

La monitorización de cambios en masas forestales provee de información muy valiosa a los gestores y propietarios forestales. La tecnología actual y las diferentes fuentes de datos abiertos, como puede ser la de Sentinel-2, hace que la monitorización de cambios sea posible. Es imprescindible tener en cuenta las limitaciones de la utilización de sensores pasivos, que hacen que se vean muy afectados por fenómenos meteorológicos o artefactos que interfieran entre la luz reflejada y el sensor, como podría ser una estela de un avión. Además, la resolución de 10 metros es suficiente para detectar cambios grandes, pero no así para cambios pequeños como pudiera ser una entresaca o caída de árboles en medio de la masa. Finalmente, la metodología aplicada funciona bien para la detección de cambios en áreas pequeñas, ya que se aplica un cálculo de estadísticas por agregados en los pixeles que contienen el rodal. Sin embargo, para poder segmentar cambios dentro de estas áreas, sería necesario la aplicación de metodologías basadas en la escala de píxel.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación recibida a través del proyecto Life CLIMARK (LIFE16 CCM/ES/000065). Agradecemos también a la propiedad de los montes objeto del estudio.

8. Bibliografía

CARDILLE, J.A.; PEREZ, E.; CROWLEY, M.A.; WULDER, M.A.; WHITE, J.C; HERMOSILLA, T.; 2021. Multi-sensor change detection for within-year capture and labelling of forest disturbance. Remote sensing of environment 2022 v.268 pp. 112741

COOPS, N.C.; SHANG, C.; WULDER, M.A.; WHITE, J.C.; HERMOSILLA, T.; 2020. Change in forest condition: characterizing non-stand replacing disturbances using time series satellite imagery. For. Ecol. Manag., 474 (2020), p. 118370

LECHNER, A.M.; FOODY, G.M.; BOYD, D.S.; 2020. Applications in remote sensing to forest ecology and management. One Earth, 2(5), 405-412.

HUETE, A.R.; 2012. Vegetation indices, remote sensing and forest monitoring. Geography Compass, 6(9), 513-532.

TANG, L.; SHAO, G.; 2015. Drone remote sensing for forestry research and practices. Journal of Forestry Research, 26(4), 791-797.

ZHANG, B.; CHEN, Z.; PENG, D.; BENEDIKTSSON, J.A.; LIU, B.; ZOU, L.; Li, J.; PLAZA, A.; 2019. Remotely sensed big data: Evolution in model development for information extraction [point of view]. Proceedings of the IEEE, 107(12), 2294-2301.

TRANSON, J.; D'ANDRIMONT, R.; MAUGNARD, A.; DEFOURNY, P.; 2018. Survey of hyperspectral earth observation applications from space in the sentinel-2 context. Remote Sensing, 10(2), 157.

HUANG, S.; TANG, L.; HUPY, J.P.; WANG, Y.; SHAO, G.; 2021. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. Journal of Forestry Research, 32, 1-6.

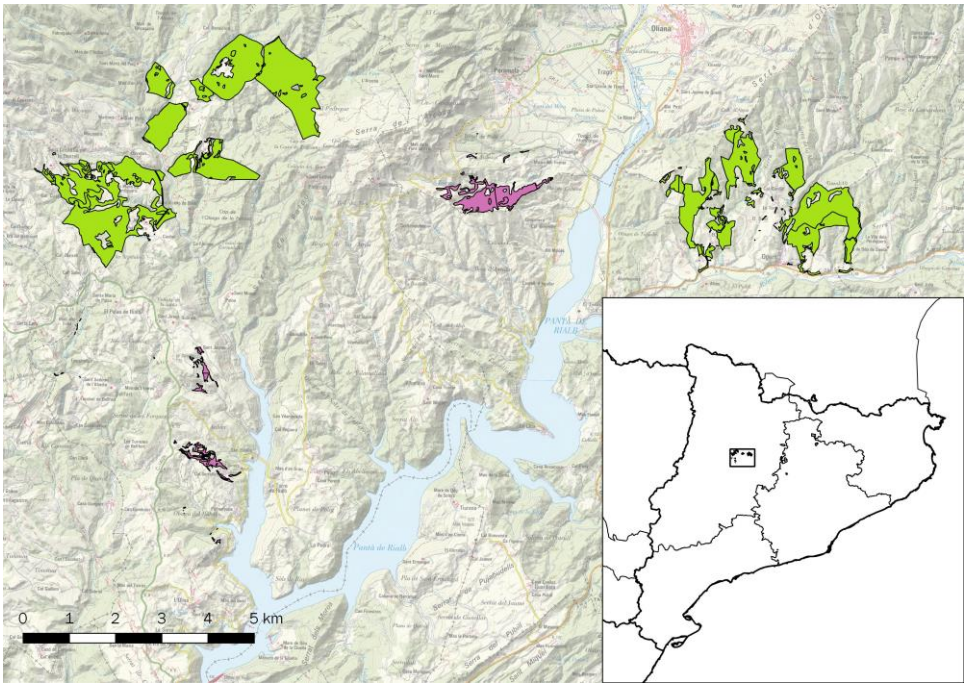

Figura 1. Área de estudio donde se ha evaluado el desempeño del servicio de monitorización de cambios. Verde: Pinus nigra*; rosa:* Quercus faginea.

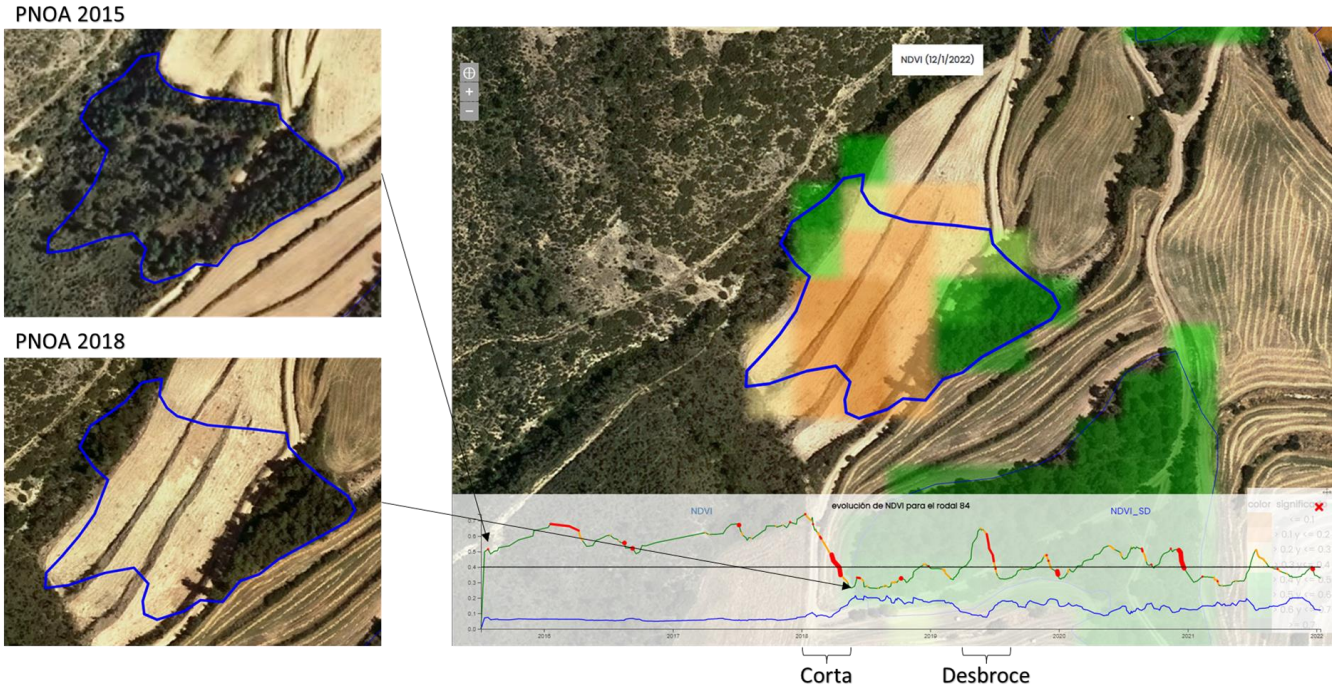

Figura 2. Monitorización de un rodal en el que se ha detectado una corta a principios de 2018. En la gráfica se ve una reducción en el NDVI de valores de respuesta de alta cobertura de vegetación (>0.6) valores de respuesta espectral relativa a suelo desnudo (<0.4). Se muestran además las ortofotos relativas a un periodo anterior a la corta (PNOA 2015) y posterior (PNOA 2018).

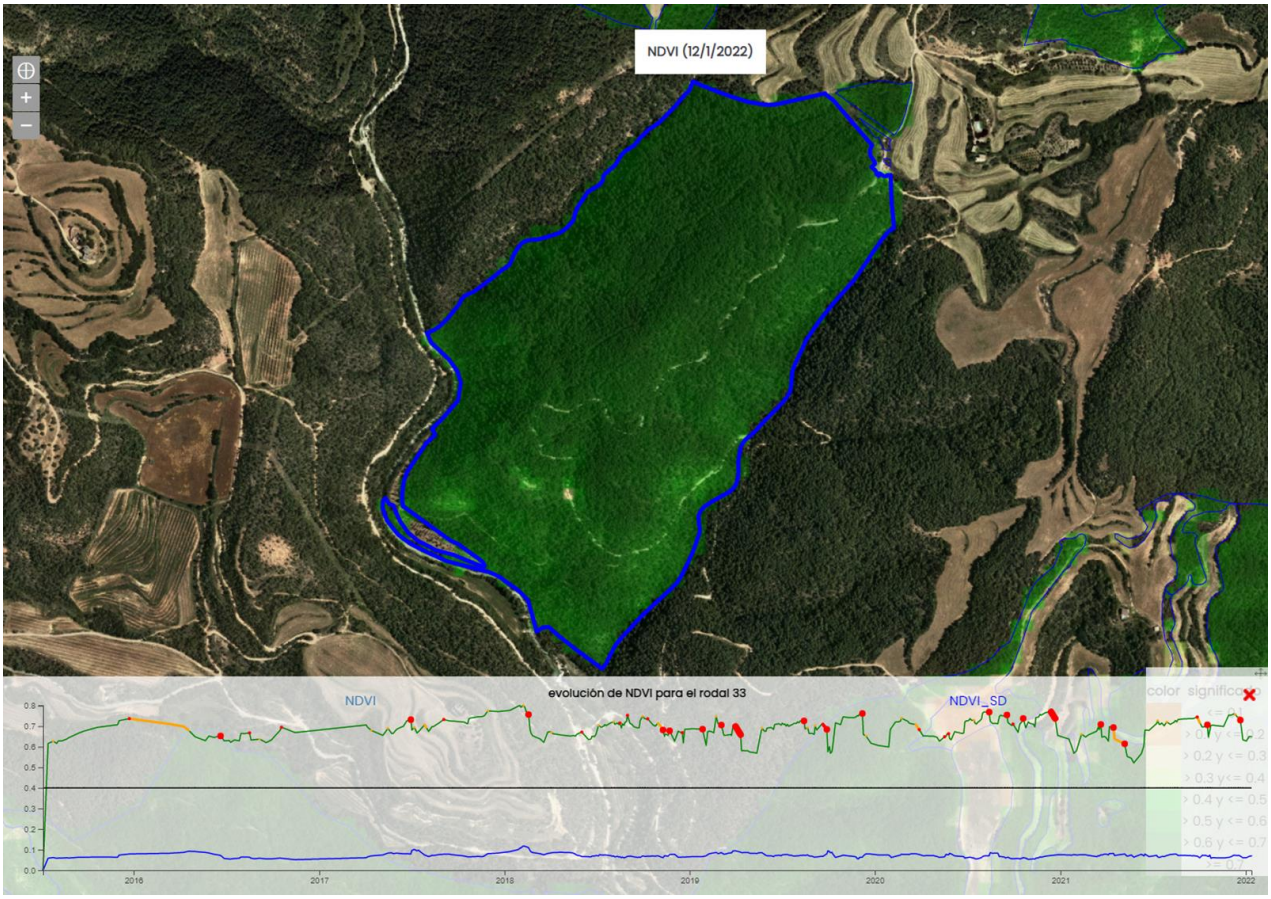

Figura 3. Monitorización de un rodal en el que no se ha detectado una corta, pero en el que se han realizado entresacas. En este caso la resolución de Sentinel utilizada (10m) no es suficiente para detectar estas cortas parciales.