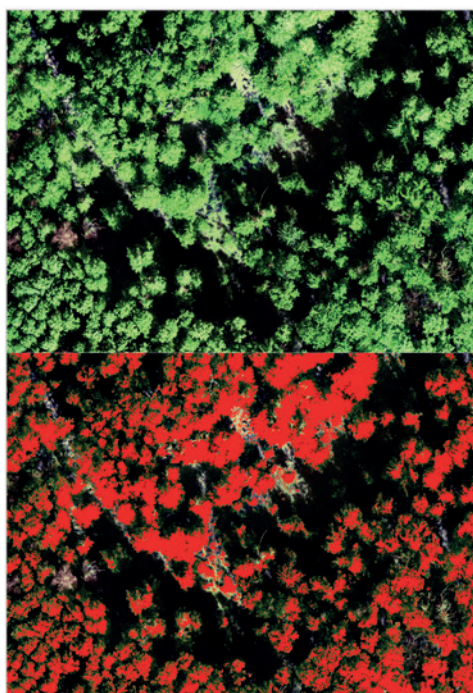


La captación de datos masiva en monte mediante drones, una herramienta para la gestión forestal del siglo XXI

El uso de los drones, RPA o VANT (Vehículos Aéreos no Tripulados) cada vez se hace más presente en nuestra sociedad. Aunque su uso es fundamentalmente recreativo, cada vez se están desarrollando más plataformas y sensores enfocados al uso profesional. En el entorno forestal, el uso de sensores multispectrales y ópticos de gran resolución, así como de plataformas con receptores RTK, permiten recopilar una gran cantidad de información relevante para la gestión de nuestros montes. La correcta captura de los datos, su posterior tratamiento radiométrico y geométrico y un adecuado procesamiento, es lo que permite proporcionar a los gestores un conjunto de datos precisos para mejorar la gestión de los montes, sobre todo en aquellos con una nueva perturbación o afección.

No se debe perder la perspectiva de que estos equipos son una herramienta más, como una fórcipula o como un Vertex, siendo necesaria la implicación de profesionales del sector forestal, desde la fase inicial de identificación del problema a resolver, la selección de los mejores equipos que permitan capturar la información realmente necesaria para dicha problemática y, sobre todo, para la comprensión e interpretación de los resultados. En caso contrario, sería como requerir a un ingeniero industrial que decida dónde hacer una radiografía, la interprete y dé un diagnóstico, algo imposible, aunque conozca al detalle la ingeniería de la máquina de rayos X. Además, los profesionales forestales podemos, debemos y sabemos incorporar a los datos obtenidos mediante dron información adicional obtenida de otras fuentes (satélites, inventarios de campo, etc.) y, sobre todo, interpretar los resultados conociendo la influencia de los tratamientos culturales realizados en las masas objeto de estudio.

En Zumain ingenieros, con 20 años de trayectoria como empresa de ingeniería forestal y más de 12 años de experiencia en el uso de drones, seguimos



Álvaro García Mateos,
María Duarte Navalón,
Santiago Fernández Movilla,
Juan del Barrio Markaida
Zumain Ingenieros

Figura 1: Ilustración 1. Clasificación de la vegetación objetivo mediante clasificación no supervisada

en constante desarrollo de metodologías y productos, siempre adaptándonos a un entorno tan particular como el forestal, siendo un buen ejemplo de las prácticas mencionadas.

Uno de los últimos ejemplos en los que se ha podido poner de relevancia la utilidad de los drones en este campo es el trabajo del Castañar de El Tiemblo, dentro del M.U.P. N°89, en la provincia de Ávila. Es un castañar con una composición casi monoespecífica, aunque rodeada por masas de pinares y robledales. El lugar presenta una gran afluencia de visitantes y cuenta con varias sendas que lo recorren, teniendo un gran valor no solo ambiental sino también cultural.

Desde la Junta de Castilla y León se ha observado que la masa presenta zonas con un fuerte decaimiento, por motivos desconocidos, por lo que

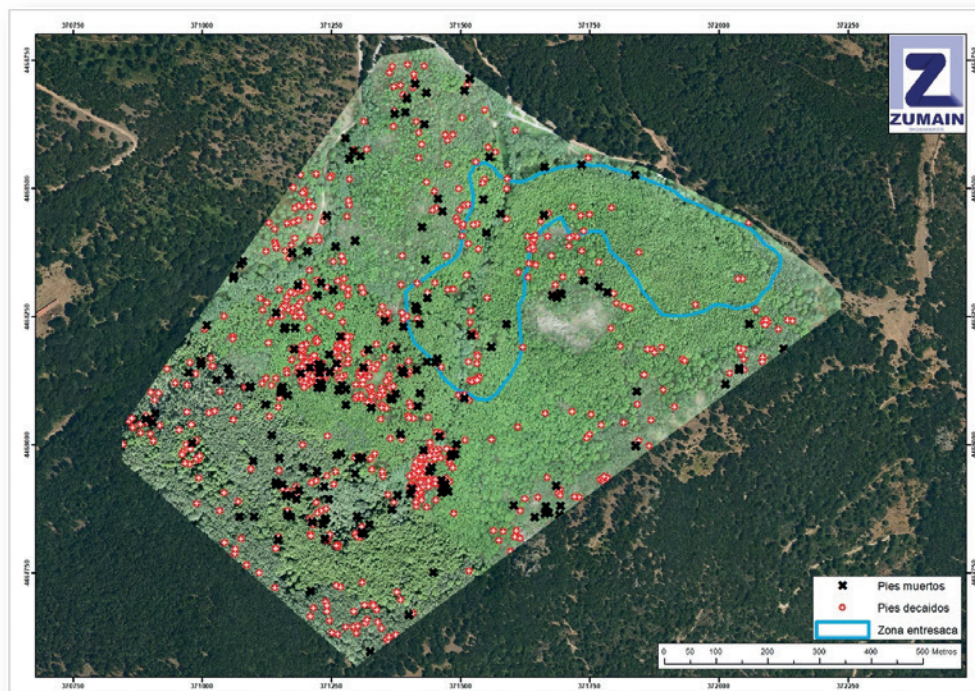


Ilustración 2. Mapa de pies muertos y decaídos en el entorno del Castañar de El Tiemblo. Año 2021: Zumain Ingenieros

se decidió contratar un vuelo con sensores óptico y multiespectral con el fin de caracterizar la masa y poder señalar o descartar las posibles causas de su decaimiento.

Sobre aproximadamente 110 hectáreas de superficie se realizó un vuelo con sensor óptico y resolución final de 4 cm/píxel, georreferenciado con precisión RTK. Posteriormente, sobre la misma superficie se realizó un vuelo multiespectral capturando las bandas azul, verde, rojo, infrarrojo borde e infrarrojo cercano con resolución de 6 cm/píxel.

Tras los trabajos de corrección radiométrica usando paneles de calibración específicos para entorno forestal y no para agronómico, se procesaron el conjunto de imágenes obteniendo los siguientes productos intermedios.

- Ortofotografía óptica.
- Modelo Digital de Superficie, Modelo Digital de Terreno.
- Modelo de pendientes, Modelo de orientaciones, Mapa de exposiciones y Red de drenaje.
- Modelo Digital de Altura de la vegetación.
- Ortomosaico de multiespectral.
- Mapa de vigor de la vegetación, analizando los índices NDVI, NDRE, WDRDI y GARI.

Como último paso previo al análisis de datos, se realizó una clasificación no supervisada de las imágenes para seleccionar los píxeles de interés, esto es, los que componen las copas de los pies del estudio, descartando el resto de clases tales como suelo, roca o tronco.

El análisis de datos se centró, dentro de la multitud de características del monte, en comprobar si el tránsito de visitantes por las sendas, la alta densidad de la masa o la competencia entre pies tienen influencia en el vigor vegetal de los árboles. Además,



Ilustración 3. Zonas de influencia en el entorno de pies muertos o decaídos, segmentadas en anillos según distancia al foco

debido a su importancia ecológica, se estudió con mayor detalle el entorno de los árboles monumentales presentes en el monte.

A su vez, con un análisis combinado de las imágenes ópticas y de los índices de vigor vegetativo mediante técnicas de machine learning se consiguió detectar los pies muertos presentes en el monte (185), así como los que presentan un vigor vegetal muy inferior a la media poblacional (656 pies).

Con estos objetivos en mente se dividió el monte en cuadrículas en función de los parámetros físicos calculados y los índices de vigor. También se realizó una subdivisión estableciendo tres zonas de influencia en torno a las sendas, a los pies monumentales y a los pies muertos y con vigor vegetal bajo.

Por último, se realizó una clasificación por especies mediante un modelo clasificador que emplea los índices de vigor vegetativo calculados, lo que permite

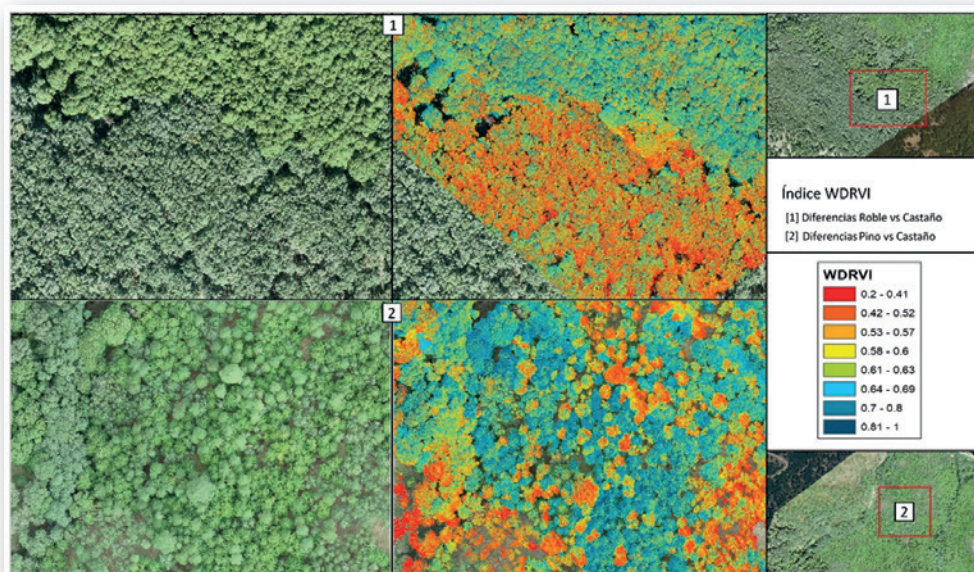


Ilustración 4. Diferencias marcadas en los valores del índice WDRVI para distintas especies forestales

tener una limitación precisa del alcance de la masa de castaño.

Con todo ello, se inició el análisis estadístico de la información obtenida a la que se incluyeron los datos de los tratamientos culturales realizados en el monte en los últimos años y la comparativa de las ortofotografías históricas de los últimos 20 años.

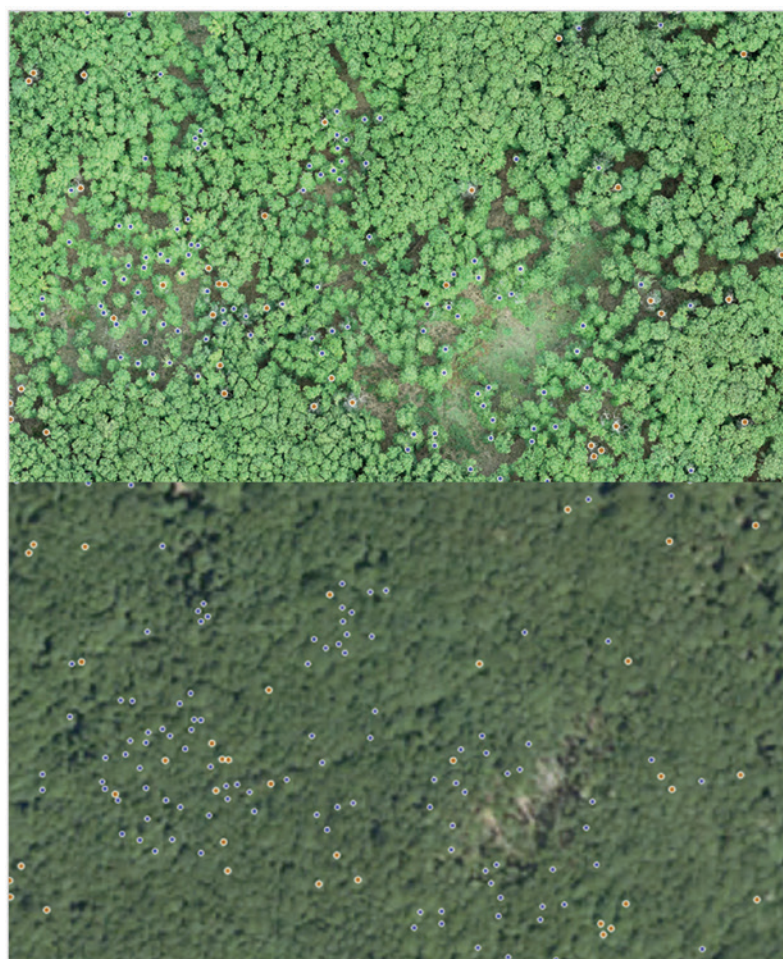
RESULTADOS

No se observa que los caminos y la alta densidad estén condicionando el vigor vegetativo o la distribución espacial de los pies muertos y/o muy decaídos. Se pudo constatar que en torno a los pies enfermos y muertos el vigor vegetativo es menor que en el resto de la masa, y que en la zona donde estos pies se concentran en mayor densidad se han abierto claros que hace 20 años no existían.

La zona con menor densidad de muertos y enfermos está en la zona donde hace 20 años se hizo un tratamiento selvícola intenso mediante la corta de pies muertos y puntisecos. Este patrón parece indicar que nos encontramos con afección por una enfermedad, lo que será en su caso confirmado por la toma de muestras en 2022.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha permitido descartar posibles causas del decaimiento y ayudado a tomar perspectiva de la extensión de la afección, no solo de pies muertos, sino de pies muy debilitados. También ayudará a centrar los esfuerzos de distribución de las tomas de muestras, pero, sobre todo, de los trabajos de control y seguimiento. Así mismo, esta información permitirá diseñar, en su momento, las futuras actuaciones de gestión del monte para controlar la afección. Los resultados sobre las 110 hectáreas se han obtenido en un plazo no superior a un mes desde la realización del vuelo, acelerando la entrega de datos fiables con respecto a otros trabajos.



AGRADECIMIENTOS

A Francisco Javier Ezquerra Boticario, Jefe del Servicio de Restauración y Gestión Forestal, así como a Pedro Pérez López, Nicolás González Sánchez y Claudia Suarez del Palacio, del Servicio Territorial Medio Ambiente de Ávila, de la Junta de Castilla y León. A David Muñoz Morón, piloto y técnico de Zumain Ingenieros.

Ilustración 5. Comparación de ortofotografía RGB de Zumain Ingenieros (2021) y ortofotografía histórica PNOA (2004).

Se aprecia claramente el aumento de superficie del claro y corresponde con los pies clasificados como decaídos y muertos mediante el sensor multispectral