

La sanidad forestal gestionada desde la óptica de las nuevas tecnologías

INCORPORACIÓN DE LOS DRONES A LA SANIDAD FORESTAL

La sanidad forestal debe velar por el mantenimiento de un adecuado equilibrio en los sistemas forestales. En la actualidad se cuenta con herramientas que permiten realizar una monitorización sanitaria eficaz, rápida de desarrollar y de bajo coste.

La incorporación de nuevas tecnologías a la sanidad forestal, como los vehículos aéreos no tripulados (RPAS), más conocidos como drones, y la mayor accesibilidad a los datos de teledetección espacial de proyectos europeos y americanos (Sentinel 2 – Landsat 8), abren un abanico de herramientas de bajo coste para diagnosticar el estado sanitario de masas forestales. Cada tecnología ofrece un óptimo de aplicación de acuerdo con la superficie de trabajo, la resolución temporal y la resolución espacial requeridas.

La sanidad forestal puede trabajar a diferentes escalas territoriales, que pueden ir desde un nivel de rodal, con superficie reducida, hasta un nivel de monte, donde habitualmente se pueden gestionar varios miles de hectáreas. Incluso se puede precisar trabajar en ámbitos comarcales, regionales o nacionales. Además de esta escala de trabajo, es preciso tener en cuenta la resolución temporal o frecuencia con la que se necesita disponer de información digital. Deben combinarse los recursos humanos y las diferentes tecnologías disponibles para poder desarrollar labores de sanidad forestal abarcando todas las escalas territoriales con la frecuencia requerida.

TELEDETECCIÓN RPAS. ALA FIJA Y MULTIRROTOR

La teledetección RPAS o mediante dron se realiza de manera similar a la que emplea vuelos fotogramétricos. En este caso el dron deberá equiparse con una cámara multispectral o hiperespectral compatible. Una de las cámaras más utilizadas para estos estudios es la Micasense RedEdge-MX, que puede ser montada en la mayoría de drones comerciales.



Con esta cámara se obtienen mosaicos multispectrales a alta resolución espacial; posee seis bandas espectrales: Azul (B), Verde (G), Rojo (R), Rojo cercano (R_edge) e Infrarrojo cercano (NIR).

TELEDETECCIÓN ESPACIAL. USO DE SENTINEL 2 Y LANDSAT 8

La teledetección espacial es aquella que se realiza basándose en la información obtenida por satélites con equipos hiperespectrales, que permiten recoger datos periódicos de la superficie terrestre (cada cinco días en Sentinel 2 y cada 16 días en Landsat 8). La resolución espacial de los datos es de 20 m en Sentinel 2 y de 30 m en Landsat 8. Ambos satélites capturan bandas VIS y NIR, útiles para discriminar los picos de vegetación y la biomasa, y bandas infrarrojas de onda corta (SWIR), óptimas para mapear la humedad del suelo y la vegetación.

**María Teresa Campo García¹,
Manuel Páez Blázquez²,
Pedro Alcoba Gómez³,
Esteban Jordán González⁴**

¹ Área de Sanidad Forestal del Servicio de Planificación, Áreas Protegidas y Defensa del Medio Natural. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

² Jefe de Servicio de Planificación, Áreas Protegidas y Defensa del Medio Natural. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

³ Especialista en Nuevas Tecnologías de Ingeniería del Entorno Natural SL.

⁴ Responsable técnico de Ingeniería del Entorno Natural SL.

Tabla 1. Ámbitos de territoriales y tecnologías más adecuadas para la obtención de información digital para sanidad forestal

Tecnología disponible	Ámbito de trabajo
Drones de ala rotatoria	Superficies inferiores a 200 ha
Drones de ala fija	Superficies inferiores a 400 ha
Avionetas ligeras	Superficies inferiores a 10.000 ha
Técnicas de teledetección	Grandes superficies regionales o nacionales

Nota: tanto los drones como las avionetas deben incorporar un sensor multispectral

CASO PRÁCTICO 1: USO DE DRONES EN “SIERRA ESPUÑA” PARA DIAGNOSTICAR DAÑOS DE PERFORADORES

Desde el año 2013 al 2016, en el área mediterránea de la península ibérica se registraron precipitaciones anuales que apenas superaban los 65 mm, desencadenando una importante marchitez en la vegetación forestal. Para analizar la idoneidad del uso de drones en sanidad forestal se llevó a cabo un inventario pie a pie sobre una parcela experimental de *Pinus halepensis* ubicada en Sierra Espuña, registrando su estado sanitario. Cada pie fue clasificado como árbol muerto, con síntomas de inicio de muerte, con síntomas de afección por perforadores o en buen estado sanitario.

Sobre la parcela experimental se realizó un vuelo con dron dotado de cámara multispectral, procediendo a calcular el índice ENDVI (*Enhanced Normalized Difference Vegetation Index*), que estima el estado de la vegetación en base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

Posteriormente se procedió a correlacionar los datos del inventario pie a pie con los valores del ENDVI obtenidos para cada una de las copas. Los resultados obtenidos para cada categoría sanitaria indican que el empleo de cámaras multispectrales acopladas en dron permite discriminar árboles de acuerdo con su estado sanitario.

USO DE IMÁGENES DE SATÉLITE EN “LA MUELA DE ALHAMA” PARA EVALUAR DAÑOS DE PERFORADORES

Para evaluar la idoneidad del empleo de imágenes de teledetección en sanidad forestal se tomó una imagen disponible del 7 de junio de 2015. La parcela experimental se trasladó al monte de UP 162 “Sierra de La Muela” en Alhama de Murcia, límite con Sierra Espuña. En este caso se realizó un trabajo de campo diferenciando: áreas con la totalidad de los árboles muertos debido a la sequía; áreas con resultados irregulares en cuanto a la mortalidad por sequía; áreas con algunos pies muertos dispersos debido a la sequía; y áreas con masa vigorosa, sin mortalidad de pies.

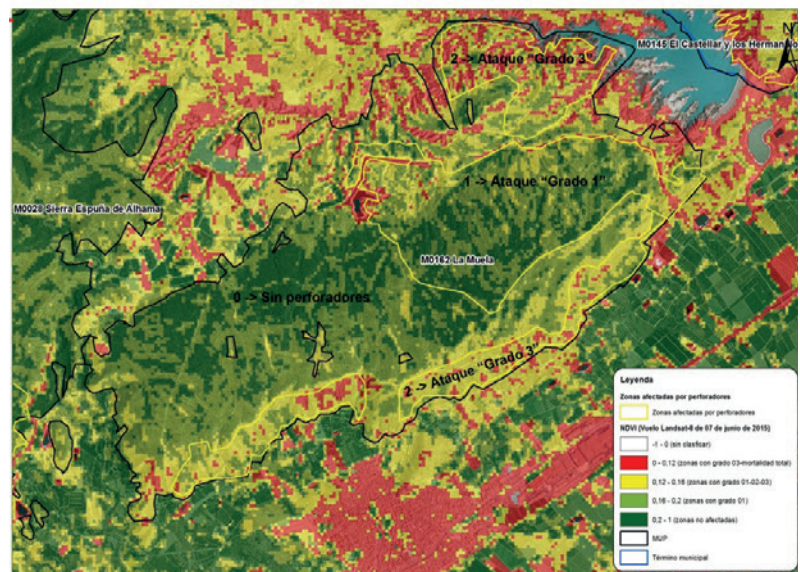
Este trabajo de campo fue completado mediante el análisis de una imagen de Landsat-8 y la obtención del NDVI para el área de estudio. Los resultados obtenidos evidenciaban que valores de NDVI inferiores a 0,12 representaban en campo la mortalidad de prácticamente todos los pies; valores entre 0,12 y 0,16 equivalían a una mezcla de pies sueltos, corros y áreas de gran tamaño con árboles muertos; con valores entre 0,16 y 0,20 tan solo aparecía algún árbol muerto; y cuando el índice superaba 0,20, la masa se presentaba vigorosa, sin pies muertos.

CONCLUSIONES SOBRE EL EMPLEO DE ESTAS TECNOLOGÍAS EN SANIDAD FORESTAL

El empleo de forma combinada de drones y teledetección en sanidad forestal permite realizar un segui-

Tabla 2. Resultados del ENDVI obtenidos por categoría sanitaria del arbolado afectado por perforadores en “Sierra Espuña”

Color predominante	Estado sanitario	N	Media ENDVI
Gris	Pies muertos por perforadores	19	0,032
Marrón	Pies con síntomas de inicio de muerte	36	0,064
Amarillo	Pies con síntomas de afección por perforadores	46	0,068
Verde	Pies con buen estado sanitario	90	0,100



miento del estado sanitario de los montes de alta efectividad y bajo coste.

Los drones pueden realizar labores de seguimiento sanitario sobre superficies de hasta 400 ha. A partir de ahí pueden emplearse cámaras multispectrales acopladas en avionetas ligeras, alcanzando superficies de trabajo de hasta 10.000 ha. Por encima de esa superficie, es preferible acudir a imágenes de satélite.

Paralelamente, los programas y los equipos informáticos disponibles en el mercado permiten realizar análisis de imágenes tanto de dron como de satélite con gran rapidez y facilidad para la obtención de índices.

Arriba: detalle de dron multirrotor DJI Matrice 210, equipado con cámara multispectral Micasense RedEdge-MX. A su lado se observa el panel para calibrar los sensores de la cámara

Abajo: NDVI reclasificado para la zona de estudio de Sierra de La Muela en Alhama de Murcia