



Nuevas tecnologías para una  
gestión forestal sostenible

## Visión artificial y otras tecnologías para los inventarios de madera del siglo XXI

Rodrigo Gómez Conejo

*Jefe de Área y CTO (Director de Tecnología) en Fundación CESEFOR*



 Cofinanciado por  
la Unión Europea



**FORESTALES**  
Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales  
y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

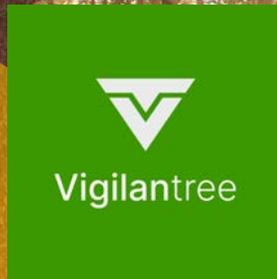




La **visión artificial** es una disciplina científica y tecnológica que busca dotar a las máquinas de la capacidad de "ver" y comprender imágenes, de forma similar a como lo hace el ojo y el cerebro humano.

Su objetivo es que los ordenadores puedan percibir, procesar y analizar información visual para luego tomar decisiones o realizar acciones determinadas.





## Visión artificial en el medio natural

¿Cómo propietario tienes la capacidad de monitorizar el volumen de madera aprovechada?

¿En tiempo real? ¿Y su transporte?

¿Tienes posibilidad de sanción?

¿Cómo mejoramos el control de extracción respecto a la información de la subasta?



¿Es sencillo automatizar la  
vigilancia por imagen en el  
medio natural?



¿Es sencillo automatizar la  
vigilancia por imagen en el  
medio natural?



- Sistemas entrenados para la identificación automática de camiones de madera.
- Clasificación automática de imágenes mediante técnicas de Inteligencia Artificial
- Sistema de alertas a AAMM para vigilancia y sanción.



## ¿Qué es Vigilantree?

Una Aplicación cloud para la gestión de alertas basadas en la clasificación automática de imágenes tomadas en el medio natural.

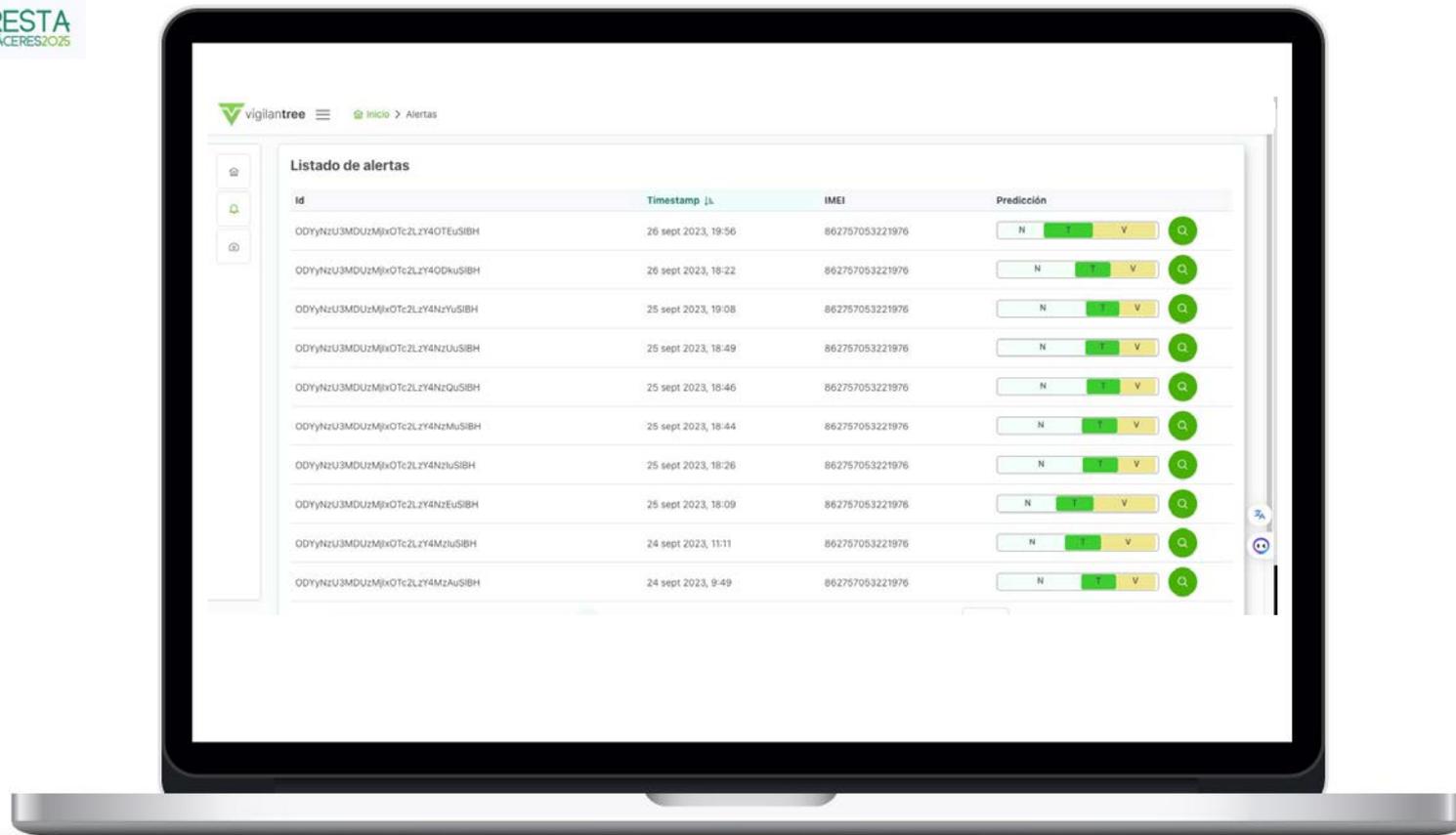
<https://dashboard.vigilantree.app>



Potencia necesaria: 4 x pilas AA. Capacidad de 8 baterías AA  
Autonomía reposo: 3 a 6 meses  
(400 videos de 10s, o 500 envíos de fotos)  
Consumo: stand by <0,250mA  
Resistencia intemperie: sí, IP66



Imágenes a partir de cámaras comerciales de fototrampeo



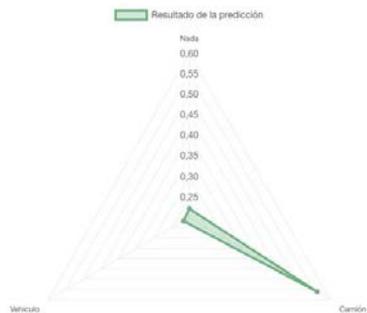
Listado de alertas

Id	Timestamp	IMEI	Predicción
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4OTEuSIBH	26 sept 2023, 19:56	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4ODkuSIBH	26 sept 2023, 18:22	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4NzYuSIBH	25 sept 2023, 19:08	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4NzUuSIBH	25 sept 2023, 18:49	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4NzQuSIBH	25 sept 2023, 18:46	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4NzMuSIBH	25 sept 2023, 18:44	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4NzluSIBH	25 sept 2023, 18:26	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4NzEuSIBH	25 sept 2023, 18:09	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4MzluSIBH	24 sept 2023, 11:11	862757053221976	N T V Q
ODYyNzU3MDUzMjMhOTc2LzY4MzAuSIBH	24 sept 2023, 9:49	862757053221976	N T V Q

Aplicación Cloud para gestión de alertas

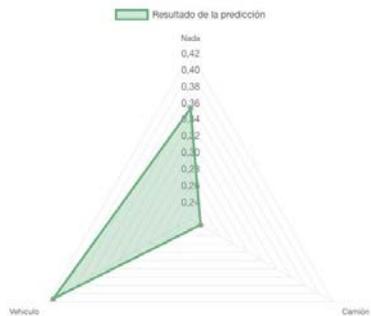
Alert: ODYyNzU3MDUzMjlxOTc2LzY3NzkuSIBH

Marca de tiempo: 20 sept 2023, 13:30



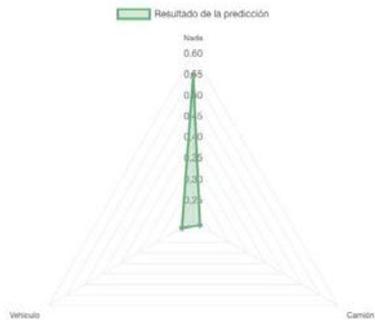
Alert: ODYyNzU3MDUzMjlxOTc2LzY3ODluSIBH

Marca de tiempo: 20 sept 2023, 14:57



Alert: ODYyNzU3MDUzMjlxOTc2LzY4NzUuSIBH

Marca de tiempo: 25 sept 2023, 18:49



## Detalle dispositivo

Cliente: ssi8LLugVleTbXuFS5jC

### Configurador de umbrales de confianza

Estos valores serán necesarios para lanzar las notificaciones

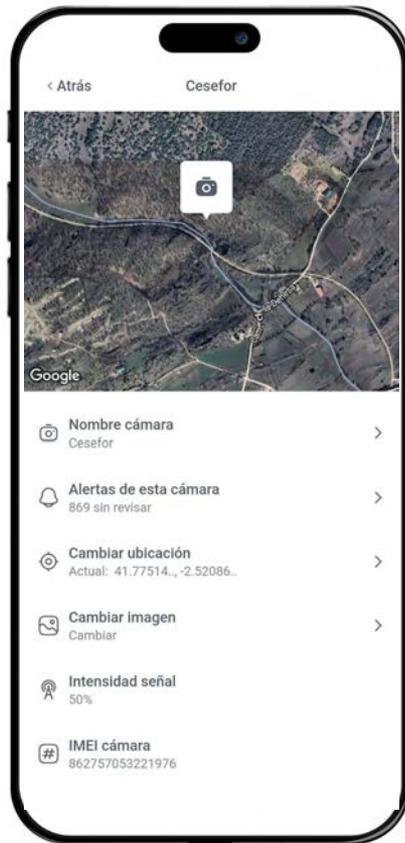
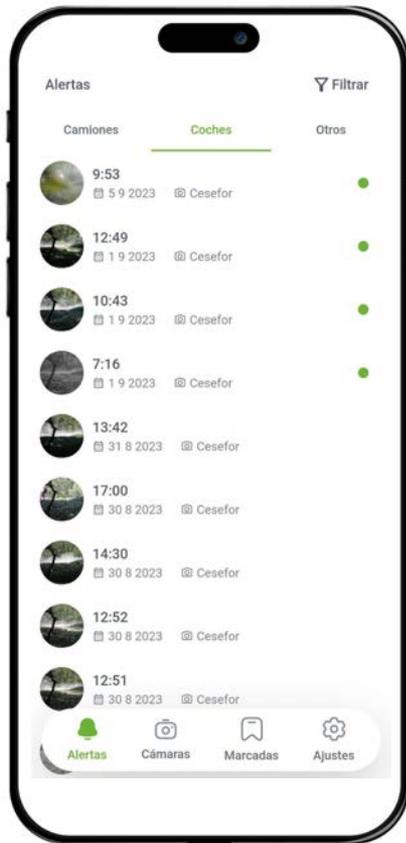
Parámetro de confianza: Camión



¿Deseas corregir la predicción con otros  
parámetros?

Guardar configuración





App móvil para AAMM y guardas de campo

# Infinidad de casos de uso en el medio natural



# ¿Qué os aporta como Administración? LOPD y Ley de videovigilancia

- Trabajar en un equipo de trabajo cerrado, con flujos controlados, roles de usuario y sobre todo, **cumpliendo con la LOPD**
- **VigilanTree cumple con la LOPD: no almacena datos de primer nivel (caras, matrículas), guarda las imágenes solo por el tiempo máximo legal y solo utiliza las imágenes para generar alertas.**

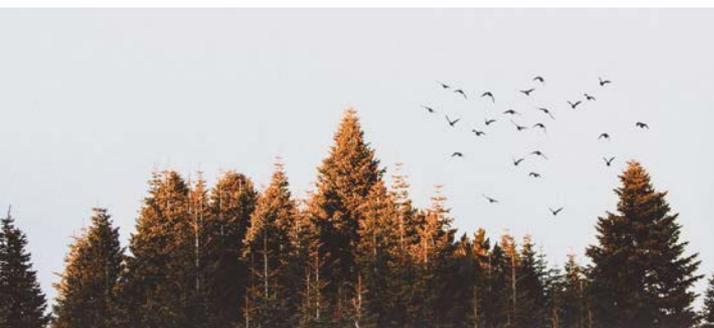
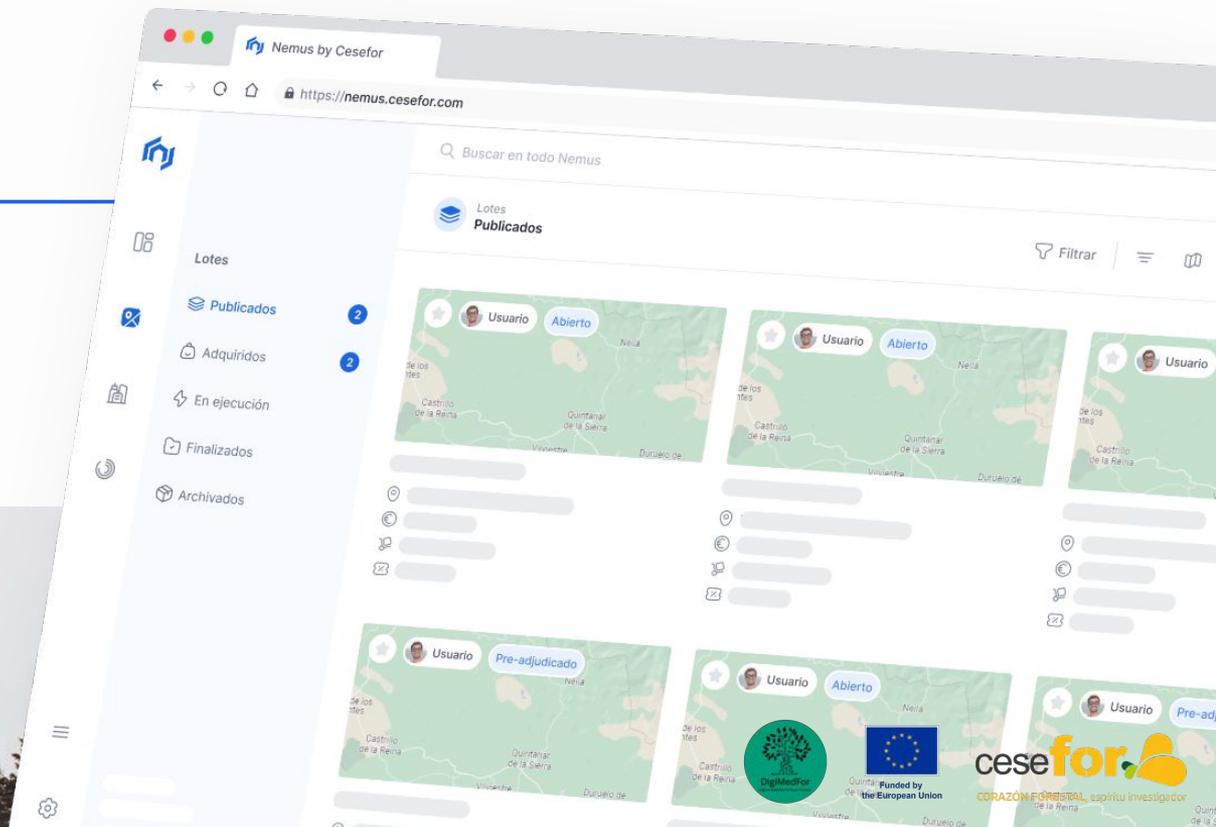




# NEMUS

Plataforma web de gestión integral del aprovisionamiento de madera, trazabilidad y cumplimiento regulatorio.

#ERPNUMUS



# NEMUS da respuesta a las necesidades de las empresas implicadas en el suministro de madera.

Ayudamos a industrias y rematantes a mejorar su aprovisionamiento forestal de monte y de otras industrias.

Facilitamos el cumplimiento de los estándares de gestión forestal sostenible (PEFC, FSC y SURE) y el cumplimiento del reglamento EUDR.

Garantizamos el cumplimiento de la legalidad, verificando la trazabilidad de la madera mediante la inspección digital de cada transporte

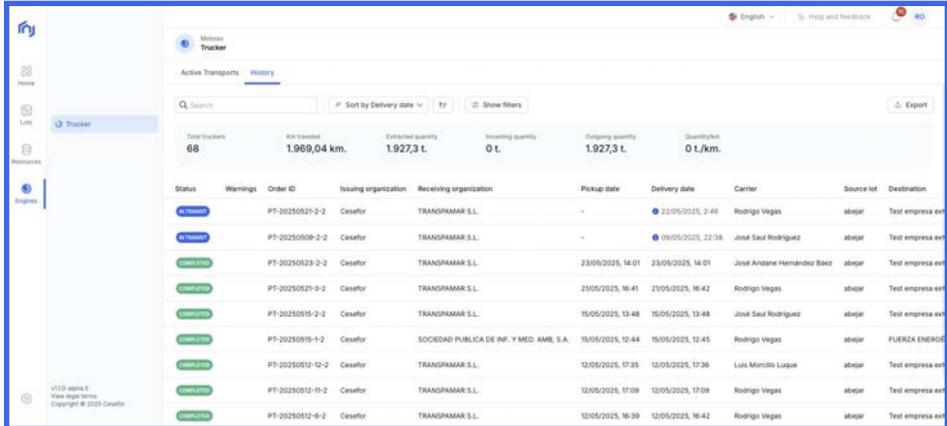
Y sobre todo, ahorramos trabajo administrativo y papeleo poco útil



# NEMUS es un ERP formato de servicio SAAS accesible para rematantes e industrias de madera de cualquier tamaño

NEMUS incorpora la identificación, planificación ejecución y evaluación de todo el flujo de suministro de madera, de tus lotes o de los de tus proveedores

NEMUS te da acceso a la última tecnología y/o también te permite integrar la cadena de suministro de tus proveedores para mejorar tus procesos



Total tractors	Km covered	Integrator quantity	Issuing quantity	Shipping quantity	Quantity/km
68	1.969,04 km.	1.927,3 t.	0 t.	1.927,3 t.	0 t./km.

Status	Warnings	Order ID	Issuing organization	Receiving organization	Pickup date	Delivery date	Carrier	Source lot	Destination
OK		PF-20250527-2-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	-	23/05/2025, 2:46	Rodrigo Vegas	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250508-2-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	-	08/05/2025, 22:38	José Saúl Rodríguez	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250523-2-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	23/05/2025, 14:01	23/05/2025, 14:01	José Andara Hernández Bardi	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250529-3-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	21/05/2025, 16:41	21/05/2025, 16:42	Rodrigo Vegas	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250515-2-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	15/05/2025, 13:48	15/05/2025, 13:48	José Saúl Rodríguez	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250515-1-2	Cesfor	SOCIEDAD PUBLICA DE INF. Y MED. AMB. S.A.	15/05/2025, 12:44	15/05/2025, 12:45	Rodrigo Vegas	abajar	FUERZA ENERGIA
OK		PF-20250512-12-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	12/05/2025, 17:35	12/05/2025, 17:36	Luis Morcillo Luque	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250510-11-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	12/05/2025, 17:09	12/05/2025, 17:09	Rodrigo Vegas	abajar	Test empresa ext
OK		PF-20250512-0-2	Cesfor	TRANSPAMAR S.L.	12/05/2025, 16:30	12/05/2025, 16:42	Rodrigo Vegas	abajar	Test empresa ext

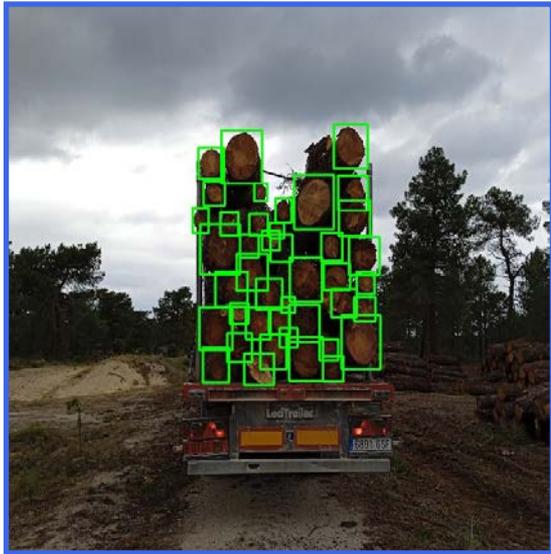
## ¿QUÉ TIENE EL MVP?

Gestiona de forma **integral** el flujo de **madera** desde el monte hasta la llegada de la madera a fábrica o entre fábricas

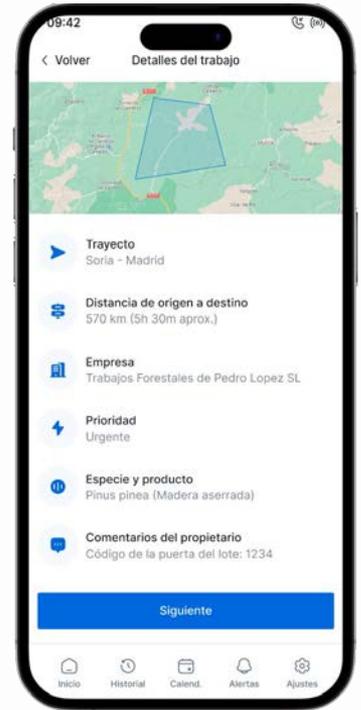
- ✓ Conoce los lotes a subasta (pública) o crea los tuyos propios
- ✓ Analiza los lotes, compara con otros ya licitados
- ✓ Prepara las ofertas. Almacena datos y presupuestos
- ✓ Planifica los trabajos. Organiza plazos y recursos
- ✓ Asigna órdenes a los recursos y sigue la ejecución
- ✓ Gestiona y optimiza el transporte y recepción de madera
- ✓ Gestiona toda la comunicación en la plataforma
- ✓ Dispon de información única, automatizada y en tiempo real
- ✓ Evita el papeleo. Simplifica tu gestión administrativa
- ✓ Facilita el cumplimiento de FSC y PEFC y verifica tus suministros
- ✓ Cumple **con los requerimientos de EUDR y valida lo que te envían tus proveedores**

LA TECNOLOGIA DETRAS DE NEMUS

Controla el flujo de madera gracias a **trucker** y sus modelos de reconocimiento y segmentación de objetos



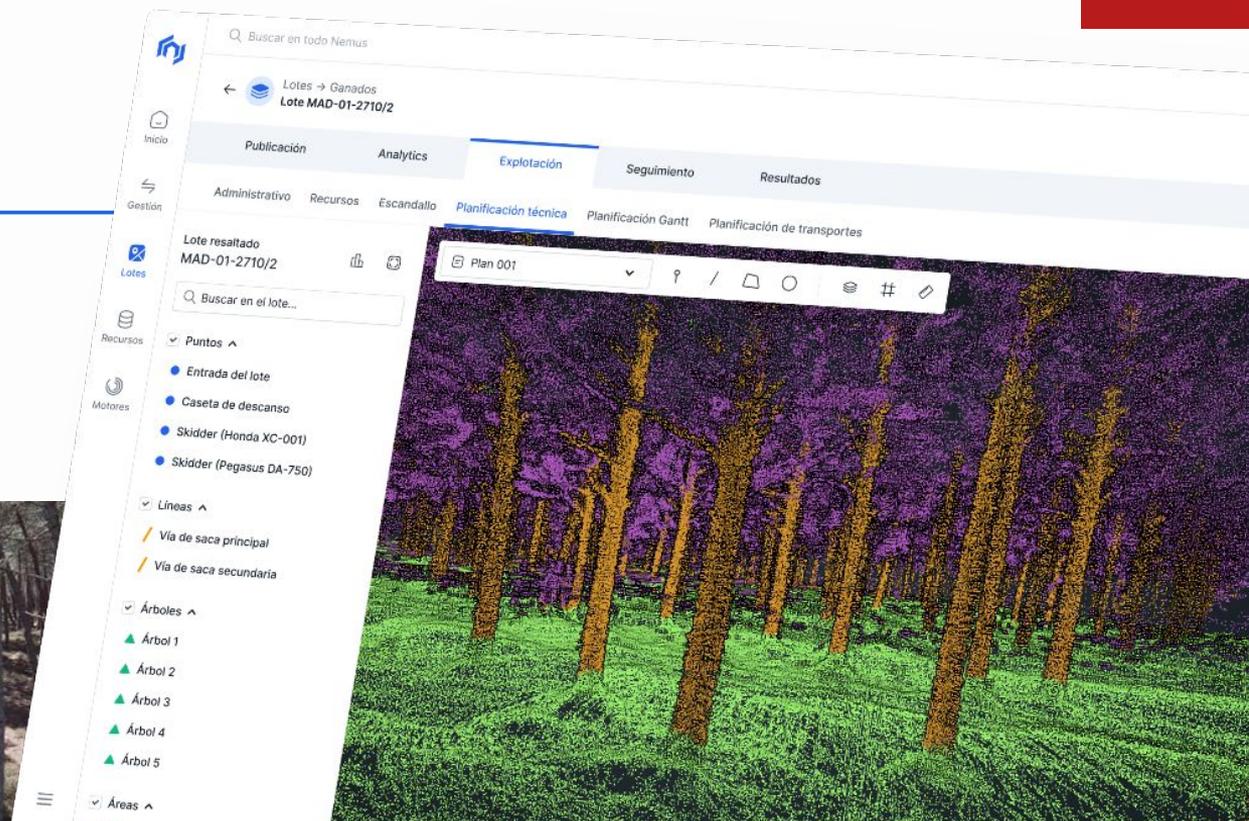
243 troncos detectados -  $\approx 77,12 \text{ m}^3$



## Inventarios UAV bajo copa

Servicio de vuelos de dron bajo copa para inventarios forestales de alta precisión.

#UAVUNDERCANOPYEARLYACCESS



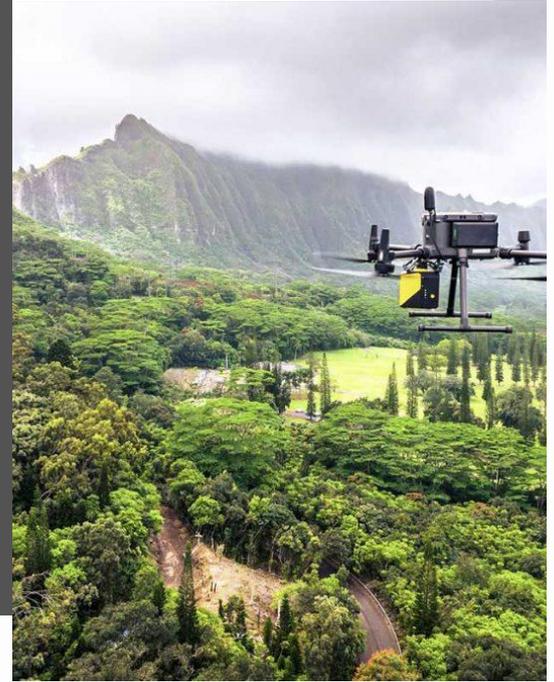
## EL CONTEXTO

# Existen varias soluciones que intentan inventariar las **existencias de madera** en nuestros montes

La tecnología LiDAR incorporada en drones de vuelo sobre copa **permiten obtener una precisión centimétrica de las alturas en un inventario forestal**

Esta misma tecnología está limitada debido a la **oclusión de copas** entre los árboles por lo que no se obtiene información precisa de los perfiles a nivel de árbol individual

Otras soluciones como los escáneres móviles requieren que el usuario recorra varios kilómetros al día para inventariar las existencias, son incómodos para zonas de difícil orografía y accesibilidad, y además requieren de un procesado complejo



## EL OBJETIVO

# Conocer las **existencias reales** de madera en nuestros montes

Mejorar la calidad y precisión de las **mediciones de las existencias reales** de nuestros montes

Ofrecer información a nivel de **árbol individual** para que la gestión se realice de la forma más exhaustiva posible

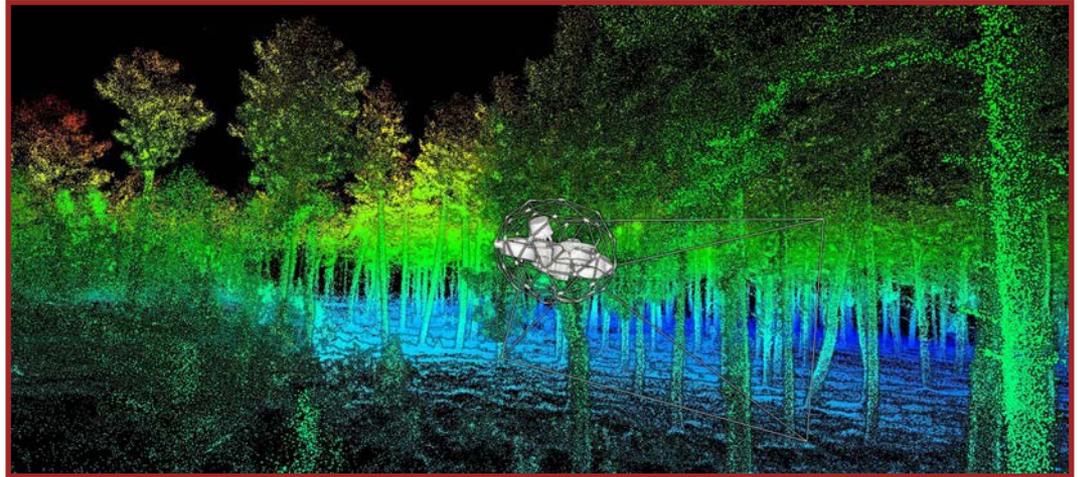
Sustituir la metodología de modelización y aproximación de existencias introduciendo una técnica de **medición directa**



## LA TECNOLOGÍA

# Dron especializado en el inventario de recursos forestales gracias a su diseño para acceder a espacios confinados

- ✓ 0,5ha digitalizadas cada 30 minutos
- ✓ Equipado con un LiDAR de 1.310.720 pts/sec
- ✓ Segmentación de árboles en pie automatizada
- ✓ 1 hectárea / 700-1000 pies / 8 horas de procesado
- ✓ Errores de medición en DBH menores a 1%
- ✓ Cálculo del volumen siguiendo el perfil del tronco



## LAS VENTAJAS

# Mejora la **toma de decisiones** incorporando datos con un nivel de detalle hasta ahora nunca visto



### Reduce la incertidumbre

Conoce con precisión a nivel de árbol individual la posición y las variables productivas del mismo



### Visualiza los gemelos digitales

Desde gabinete podrás acceder al levantamiento digital de las diferentes parcelas que hemos volado



### Cartografía de fácil uso

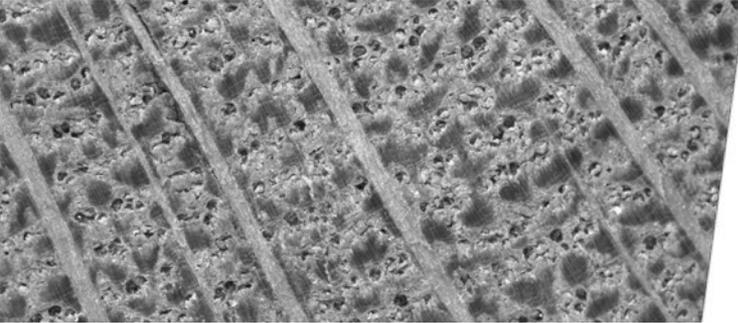
Nuestra entrega final será una cartografía en la que tendrás la información de miles de árboles, todo listo para mejorar la toma de decisiones



# Tecnobarricas

Análisis de duelas en tonelerías de alta y baja productividad

#TECNOBARRICASPLATFORM



**Partida 220225-001**  
Partida en curso (1.659 ítems)

**Ítem 220225-001-001659**

Configuración de cajones  
Configuración 1 (3 cajones)

Producto: **Duelas**

Operario: **Antonio**

Nº de lote: **A-785/JB**

Suministrador: **Cesefor**

País de origen: **Valladolid**

Provincia de origen: **Valladolid**

Especie: **Petraea**

Largo: **84 cm.**

Humedad madera: **17 %**

Extremo A | Extremo B

Medición media analizada		Mediciones extremo A		Mediciones extremo B	
Ancho	95,5 mm	Espesor	27,6 mm	Densidad	785,6 kg/m <sup>3</sup>
Nº anillos/cm	8,6	Nº radios medulares	12	Madera verano	47%

Homogeneidad:

Perfil aromático

## EL CONTEXTO

# Existen distintas soluciones para clasificar la **calidad de las duelas** en la producción de barricas

La determinación del OTR (Tasa de Transferencia de Oxígeno) es un parámetro esencial para definir el uso en tonelerías de alta o baja productividad en envejecimiento de vinos.

Actualmente, los métodos tradicionales se basan en **técnicas destructivas**, lentas y poco accesibles para tonelerías de baja productividad.

Las soluciones industriales actuales requieren equipamiento sofisticado y costoso, inadecuado para integrarse en líneas de producción más simples.

Se observa una necesidad clara de aplicar **tecnologías accesibles, automatizadas** y no destructivas para facilitar la clasificación objetiva y precisa de las preduelas según su OTR.



## EL OBJETIVO

# Conocer el OTR de las duelas de **forma no destructiva y accesible** para todo tipo de tonelerías

Mejorar la calidad del proceso de **clasificación de las duelas** mediante un análisis visual automatizado.

Ofrecer una tecnología basada en visión artificial que permita a **todo tipo de tonelerías** disponer de sistemas avanzados de predicción del OTR en sus líneas de producción.

Reducir la dependencia de sistemas destructivos y lentos, facilitando una **herramienta de decisión rápida, precisa** y basada en datos objetivos.



## LA TECNOLOGÍA

# Sistema de visión artificial para la **predicción del OTR en duelas** a partir de imágenes de testas de madera

- ✓ Clasificación automática del OTR a partir de fotografías
- ✓ Integración del sistema en líneas de fabricación
- ✓ Tecnología accesible y escalable a todo tipo de tonelerías
- ✓ Entrenamiento de modelos de predicción basados en IA
- ✓ Predicciones en tiempo real sin interferir en el ritmo de producción
- ✓ Sustitución de procesos destructivos por inspección óptica



# Spectralapse

Monitorización vegetativa  
continua de parcelas productivas  
con sistema multispectral y  
sensórica de proximidad

#SPECTRALAPSEARLYACCESS

**Capas**

Atmósfera    Administr.    Forestales

Selecciona las especies que deseas ver y su opacidad:

- Antennaria absinthium* [Slider]
- Juniperus communis* [Slider]
- Larrea tridentata*
- Larrea tridentata*
- Malva sylvestris* [Slider]
- Centaurea vulgaris* [Slider]
- Rononciscus officinalis*
- Salix purpurea* [Slider]
- Thymus stanschii*
- Thymus vulgaris*

**Rangos de clasificación:**

- No adecuado (1,00)
- Moderadamente adecuado (2,75 - 3,50)
- Adecuado (3,50 - 4,25)
- Muy adecuado (4,25 - 5,00)

**Exportar datos**

**Cámara seleccionada**

Última actualización:  
27 mayo 2025 a las 18:00

**63,4 %**  
Humedad

**12**  
Temperatura

**Coordenadas de la cámara**  
42.55822, 0.57234



## EL CONTEXTO

# El seguimiento del **estado vegetativo** de las parcelas requiere soluciones continuas, precisas y eficientes

Actualmente, el monitoreo del estado vegetativo de cultivos requiere visitas frecuentes a campo, lo que supone un consumo elevado de recursos humanos y logísticos.

Las imágenes de satélite presentan limitaciones por su **baja frecuencia**, cobertura nubosa y **resolución espacial insuficiente** para parcelas pequeñas.

Instalar sensores distribuidos en toda la parcela **puede incrementar significativamente los costes**, especialmente en explotaciones de pequeño o mediano tamaño.

Es necesario un sistema que ofrezca información precisa, **continua y correlacionada con variables microclimáticas**, pero que a su vez sea robusto, autónomo y de fácil implementación.



## EL OBJETIVO

# Monitorizar el estado vegetativo de parcela **de forma continua, remota y eficiente**

Obtener información visual diaria de la evolución vegetativa mediante una cámara multispectral fija y en altura.

Transformar las imágenes en índices **NVDI** para conocer el vigor y comportamiento fisiológico de las especies vegetales.

Complementar esta información con una estación de sensórica de proximidad para conocer variables clave como humedad y temperatura del suelo y del ambiente.

Reducir la necesidad de desplazamientos y visitas de inspección, promoviendo una **gestión más sostenible y basada en datos**.

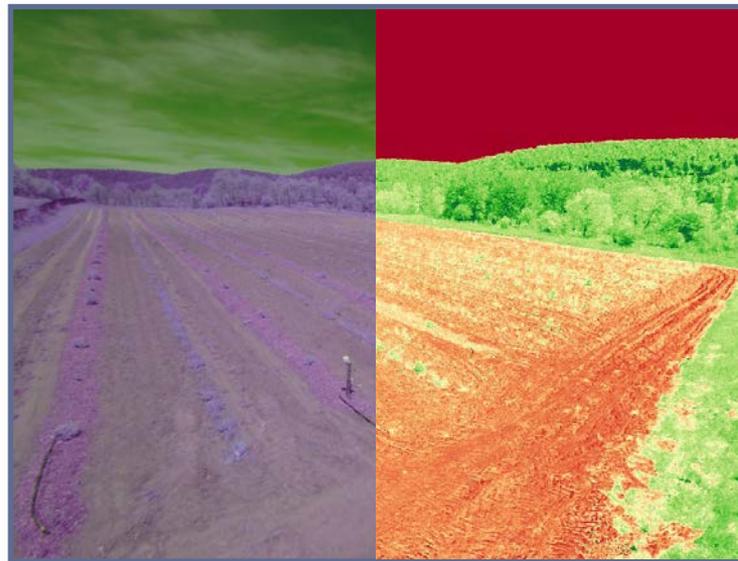
Extrapolar de forma eficiente la información ambiental a toda la parcela, sin necesidad de instalar sensores adicionales.



## LA TECNOLOGÍA

# Sistema dual autónomo de **visión multispectral y sensorica de proximidad** para la monitorización remota de cultivos

- ✓ Cámara multispectral elevada con cobertura de hasta 1 hectárea por dispositivo
- ✓ Captura de múltiples imágenes diarias durante las horas de máxima radiación solar
- ✓ Conversión automática a índice NDVI para análisis de vigor
- ✓ Estación de sensorica integrada con medidas de temperatura y humedad del suelo y ambiente
- ✓ Transmisión de datos en tiempo real vía red móvil
- ✓ Alimentación mediante paneles solares y tolerancia a condiciones meteorológicas adversas





  
 cese for

Gracias

