

La inteligencia artificial ya es una realidad en el sector forestal

Un gemelo digital es una réplica computacional de activos físicos en medios digitales. Con el avance en tecnología de sensores se puede conocer y, en gran medida, anticipar el efecto de distintas variables en procesos, dispositivos, sistemas o personas. De entre la infinidad de gemelos digitales imaginables, según *Gartner Inc.* —empresa líder mundial en consultoría de innovación e investigación de tecnologías emergentes— el Gemelo Digital de la Tierra será una de las siete disrupciones digitales más impactantes en los próximos cinco años. Este gemelo proporcionaría una perspectiva integral de todo el planeta, ofreciéndonos información altamente compleja sobre, por ejemplo, cómo está cambiando el clima, cómo se desplaza la contaminación o, incluso, cómo hacer un seguimiento de objetos y personas. Este nuevo paradigma cambiaría nuestra forma de crear mapas, de monitorizar la Tierra y hasta de gestionar, con la optimización y eficiencia de los servicios de emergencias, entre otros.

Por otra parte, los ejes estratégicos de la Agenda España Digital 2025 incluyen la transición hacia una economía del dato, garantizando la seguridad y la privacidad, con el objetivo de que al menos el 25% de las empresas usen Inteligencia Artificial (IA) y *big data* en los próximos cinco años aprovechando las oportunidades que ofrecen estas herramientas. Además, la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) establece como uno de sus objetivos la transformación del tejido productivo, incorporando la IA como factor tanto de mejora de la productividad de las empresas españolas, así como de la eficacia en la administración pública, siendo motor del crecimiento económico sostenible e inclusivo. Esta estrategia asume como desafíos *favorecer la transición ecológica y la reducción de la huella de carbono y favorecer la vertebración territorial del país*, desafíos altamente

alineados con el sector forestal. Por tanto, la IA se presenta como una tecnología habilitadora digital para ayudar a afrontar los retos globales, a respaldar la aplicación del Acuerdo de París sobre cambio climático, a hacer realidad los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y el Pacto Verde Europeo y a impulsar la transición hacia la economía circular a través de la cuantificación de los servicios ecosistémicos del territorio.

Dentro de la IA, los procesos de *aprendizaje automático (machine learning)* agrupan a los sistemas computacionales que aprenden de forma autónoma a tomar una decisión a partir de un conjunto de datos. De forma práctica, el aprendizaje se traduce en un proceso en el que se busca una función matemática que, a partir de una entrada dada, genere una salida deseada. En este sentido, el problema fundamental radica en encontrar esta función de manera automática. El *aprendizaje profundo (deep learning)* es un subconjunto del aprendizaje automático que, gracias a la utilización de redes neuronales de múltiples capas, en particular capas de convolución, es capaz de extraer características jerárquicas o representaciones a partir de los datos observados. De este modo, el contenido abstracto de características de alto nivel (p.e., conceptos) se define a partir de características de bajo nivel (p.e. píxel). Esto favorece obtener resultados con una precisión comparable a la que obtendría un ser humano, pero de manera automática, ya que el objetivo final no deja de ser la automatización de los procesos, normalmente laboriosos y mecánicos, con el propósito de crear gemelos digitales.

La IA, junto con otras tecnologías, está revolucionando el sector forestal. El *UIC/GIR cambium*, vinculado a la Escuela de Ingeniería Agronómica, Forestal y de la Bioenergía del Campus de Soria de la Universidad de Valladolid (cambiumresearch.eu) y la empresa

Francisco Rodríguez-Puerta^{1,2}

Fernando Pérez-Rodríguez³

Beatriz Águeda^{1,2,3}

Rafael Alonso Ponce^{2,3}

Ángel M. García-Pedrero⁴

José Miguel Olano^{1,2}

Miguel García-Hidalgo^{1,2}

¹ EIFAB - Escuela de Ingeniería Agronómica, Forestal y de la Bioenergía, Campus Universitario Duques de Soria, Universidad de Valladolid

² IUFOR - Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible

³ föra forest technologies sll, Campus Universitario Duques de Soria

⁴ Universidad Politécnica de Madrid

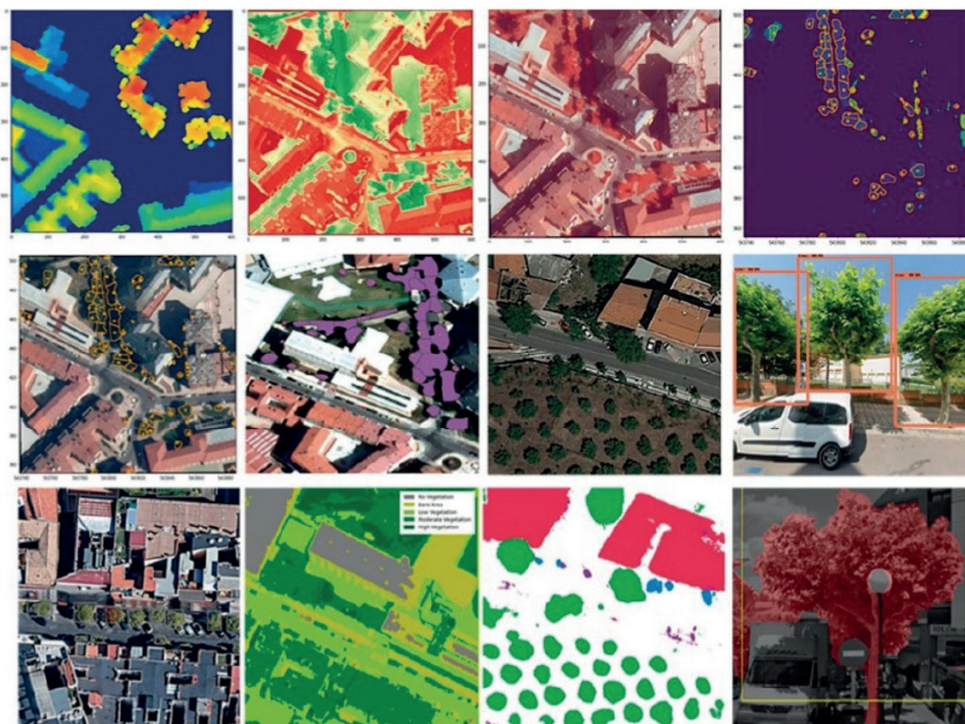


Figura 1: Distintas fases en la identificación de árboles con *arborea*

Encontramos desarrollos de IA desde escalas de territorio hasta niveles celulares, tanto ligados a la gestión forestal como en desarrollos industriales. A nivel nacional, algunas herramientas permiten identificar daños forestales por factores abióticos, como heladas tardías, o bióticos, como la procesionaria.

Föra Forest Rechnologies SLL (fora.es), gracias a su alto nivel de digitalización, a la alta disponibilidad de datos abiertos y a la versatilidad que las técnicas de IA ofrecen para crear gemelos digitales, lleva varios años generando conocimiento básico y aplicado al sector. Este desarrollo ha permitido ofrecer servicios de naturaleza técnico-científica a administraciones y empresas y contribuir al conocimiento aportando soluciones técnicas innovadoras a diferentes escalas de trabajo y para afrontar el cambio global.

Poco a poco, el uso de la IA va abriéndose camino en el sector forestal. Encontramos desarrollos desde escalas de territorio hasta niveles celulares, tanto ligados a la gestión forestal como en desarrollos industriales. A nivel nacional, algunas herramientas permiten identificar daños forestales por factores abióticos, como heladas tardías (Olano et al. 2021), o bióticos, como explora el grupo cambium con la procesionaria. A escala ecosistema destaca *ARIES for SEEA Explorer* (<https://aries.integratedmodelling.org/>), que permite a los usuarios valorar servicios ecosistémicos de manera rápida, estandarizada, escalable y personalizable. A nivel de monte encontramos a *aiTree* (<http://aitree.ltd/>), para resolver problemas de oferta y demanda con la aplicación Forest

Simulation Optimization System (FSOS); a *20tree.ai* (<https://www.overstory.com/>), para elaborar inventario de líneas eléctricas, o a *förecast* (infoforecast.fora.es), que es capaz de realizar inventario forestal en tiempo real y detectar cambios en los usos del suelo (cortas, incendios, plagas, etc.). Para abordar riesgos de incendios en la interfaz urbano-forestal (Rodríguez et al., 2020) destaca *föco* (foco.fora.es), mientras que para la cubicación de madera, tanto en pie como en cargadero, encontramos *fovea* (<https://www.fovea.eu/>), que permite evaluar pilas de madera usando visión artificial, o *arboreal* (<https://www.arboreal.se/en/>), que sirve para tomar datos en un inventario forestal. Las aplicaciones también sirven para el contexto urbano, donde la visión artificial permite identificar, geolocalizar y etiquetar arbolado urbano con *arborea* (arborea.fora.es). Finalmente, a nivel individual, herramientas como *p-MtreeRing* (García-Hidalgo et al., 2021) o aplicaciones de IA en segmentación de anillos y elementos conductores del tallo (García-Pedrero et al., 2020) permiten mejorar el conocimiento de la respuesta de los árboles a las condiciones ambientales. La Inteligencia Artificial ya es una realidad en el sector forestal y nos ayuda en distintas escalas de trabajo.

REFERENCIAS

- García-Hidalgo M, García-Pedrero ÁM, Caetano-Sánchez C et al. 2021. *p-MtreeRing*: a graphical user interface for X-ray microdensity analysis. *Forests* 12: 1405.
- García-Pedrero A, García-Cervigón AI, Olano JM et al. 2020. Convolutional neural networks for segmenting xylem vessels in stained cross-sectional images. *Neural Comput. Applic.* 32: 17927–17939.
- Olano JM, García-Cervigón AI, Sangüesa-Barreda G et al. 2021. Satellite data and machine learning reveal the incidence of late frost defoliations on Iberian beech forests. *Ecol. Appl.* 31(3): e02288.
- Rodríguez-Puerta F, Alonso R, Pérez-Rodríguez F et al. 2020. Comparison of machine learning algorithms for wildland-urban interface fuelbreak planning integrating ALS and UAV-Borne LiDAR data and multispectral images. *Drones* 4: 21.