



E0.1. Primer Informe científico/técnico

E0.1. Primer Informe científico/técnico	1
1. Introducción	3
1.1 Objetivo	3
1.2 Alcance.....	3
2 Introducción	3
2.1 Cronograma	4
3 Resultados.....	4
3.1 Normativa aplicable	7
3.2 Metodología para el estudio de las aves y murciélagos:	7
3.3 Planificación estratégica,	8
3.4 Protección de la biodiversidad.....	8
4 Diseño de la arquitectura	8
5 Diseño de la Solución Hardware:	10
6 Conclusión	12
7 Recomendaciones Futuras:	12

1. Introducción

Este documento corresponde al entregable:

E0.1 – Primer Informe científico-técnico

Refleja los trabajos realizados y los resultados alcanzados durante la ejecución de las actividades:

A1.1 Estudio de la normativa existente en los procesos de evaluación estratégica medioambiental (EEM) y evaluación de impacto ambiental (EIA), Actividad A1.2: Estado del arte de IA Explicable y algoritmos para la Planificación Estratégica en el contexto general de la energía eólica, A1.3: Especificación de requisitos funcionales y técnicos y diseño de la arquitectura del sistema, A2.1: Diseño e implementación de una herramienta de IoT para la monitorización acústica y visual de aves en tiempo real

Esta tarea se encuadra dentro de LA ACTIVIDAD A1 y la línea de investigación:

A1. Estado del arte de IA Explicable y requisitos para la gestión de la biodiversidad en parques eólicos del proyecto IA4BIRDS: Plataforma de IA Explicable para la predicción y protección de aves en espacios destinados a ser parques eólicos,

1.1 Objetivo

El objetivo de esta actividad es estudiar y analizar los documentos de orientación nacionales relacionados con las aves y los proyectos de energía eólica que detallan los métodos adecuados para recopilar datos de referencia y los procesos de evaluación estratégica medioambiental (EEM) y evaluación de impacto ambiental (EIA), para ello se ha estudiado la legislación actual, centrándonos mayormente en la comunidad de Castilla y León para determinar las exigencias mínimas en los EIA a realizar para la promoción de plantas de energía eólica.

1.2 Alcance

Este documento se encuentra en la versión 1.0, y aunque está sujeta a nuevas evoluciones si en las siguientes fases del proyecto se hacen necesarios ajustes, la investigación aquí plasmada trata de presentar el trabajo realizado para la consecución de los objetivos de la tarea de diseñar una plataforma de IA explicable para optimizar la evaluación de espacios destinados a ser parques eólicos.

2 Introducción

Este informe tiene como objetivo proporcionar un resumen de los puntos clave de la investigación realizada en la actividad A1 sobre la integración de tecnologías de IA explicable en la gestión de parques eólicos y la protección de la biodiversidad aviar, así como revisar las orientaciones nacionales relacionadas con la evaluación de impacto ambiental (EIA) de estos proyectos con vistas a desarrollar una plataforma web para el tratamiento de datos y gestión de la cámara. Este documento refleja las actividades realizadas en la primera anualidad del proyecto IA4Birds indicando las actividades realizadas hasta la fecha y los objetivos alcanzados.

- Investigación sobre tecnologías de detección y monitoreo de aves, como radares y cámaras térmicas.

Resultados principales:

- Compilación de directrices detalladas para evaluaciones ambientales.
- Identificación de metodologías efectivas y tecnologías avanzadas para monitoreo de aves.

Actividad A1.2: Estado del arte de IA Explicable y algoritmos para la Planificación Estratégica en el contexto general de la energía eólica

Objetivo: Estudiar y aplicar algoritmos de IA Explicable en la planificación y evaluación de proyectos eólicos.

Acciones realizadas:

- Revisión del estado del arte de algoritmos como CRNN y BNN explicables.
- Evaluación de modelos de IA para detección y predicción de aves.

Resultados principales:

- Adaptación de algoritmos de IA Explicable para optimizar evaluaciones de impacto ambiental.
- Desarrollo de criterios basados en IA para la protección de especies específicas.

A1.3: Especificación de requisitos funcionales y técnicos y diseño de la arquitectura del sistema.

Objetivo: Definir los requisitos y diseñar la arquitectura de una plataforma inteligente para la gestión y protección de aves.

Acciones realizadas:

- Especificación detallada de funcionalidades y diseño modular de la plataforma.
- Integración de tecnologías IoT para monitoreo y análisis de datos.

Resultados principales:

- Diseño de una arquitectura robusta y escalable con funcionalidades avanzadas para monitoreo ambiental.

ACTIVIDAD A2* Utilizar la misma notación de acciones que aparece en la memoria científico-técnica aprobada	Capa para la ingestión de datos de aves: red IoT, fuentes Big data y datos abiertos
Entidad/es que ha realizado la acción	AIR INSTITUTE
Objetivos específicos que permite alcanzar	Diseñar una plataforma que permita la recogida masiva de datos de aves desde fuentes heterogéneas (fuentes Big data, banco de datos abiertos, sistemas de gestión propios...) e implementar una herramienta de sensores IoT para la monitorización acústica in-situ de aves de cara a fusionar toda la información en una base única de conocimiento aquí para escribir texto.
Lugar y fecha de realización	Edificio IOT e IA M07-M12
RRHH participantes (en el caso de asistencias externas incluir entre paréntesis condición –autónomo, empresa XX-)	Guillermo Redondo, Raúl García, Óscar Caballero Gutiérrez
Resultado principal	Estudio de mercado de los dispositivos IoT (adjunto Excel con estudio de dispositivos)

A2.1: Diseño e implementación de una herramienta de IoT para la monitorización acústica y visual de aves en tiempo real Objetivo: Crear una herramienta IoT para monitorización acústica y visual de aves en tiempo real.

Acciones realizadas:

- Investigación y selección de sensores adecuados para detección acústica y visual de aves.
- Diseño del módulo de comunicaciones y la fuente de alimentación para garantizar conectividad y operatividad continua.
- Programación de firmware y montaje de prototipos funcionales para pruebas unitarias.

Resultados principales:

- Estudio de mercado de componentes para la herramienta de detección de aves en tiempo real.
- Diseños dispositivos IoT que permiten la monitorización en tiempo real de aves.

Estudios Relevantes:

- Predicción de la producción de energía eólica: Comparación de BNN con Perceptrón Multicapa y otros modelos muestra su robustez en condiciones de datos limitados.
- Estimación de riqueza de especies: Uso de redes bayesianas para mapear la biodiversidad y mejorar la planificación ambiental.
- Clasificación de tipos de mapas: Uso de CNN y DCNN para clasificar diversos tipos de mapas con alta precisión.
- Aplicaciones en SIG: Ejemplos de modelos preentrenados para análisis de imágenes satelitales, detección de objetos y mejora de resolución.

3.1 Normativa aplicable

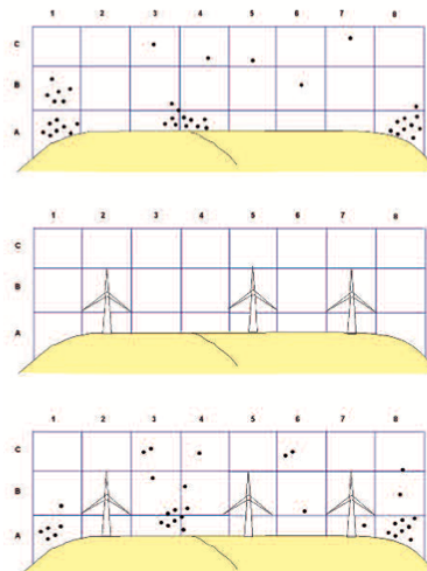
La normativa que rige los estudios de impacto ambiental para parques eólicos incluye:

- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León.
- Acuerdo 15/2015, de 19 de marzo, de la Junta de Castilla y León.
- Decreto 57/2015, de 10 de septiembre, sobre la Red Natura 2000.

3.2 Metodología para el estudio de las aves y murciélagos:

La Instrucción 4/FYM/2020 establece los contenidos mínimos y metodologías para los estudios de impacto ambiental de parques eólicos, incluyendo:

- Inventario de especies: Listado de especies aviares y quirópteros, su abundancia y datos sobre su conservación.
- Fenología: Comportamiento fenológico de las especies (sedentarias, nidificantes, invernantes y migratorias).
- Rutas de vuelo: Identificación de corredores aéreos y altitud de vuelo.
- Usos del hábitat: Análisis de las áreas de alimentación, descanso, dormideros y nidificación.
- Período de estudio: Mínimo de un año, con sesiones de muestreo que abarcan diferentes momentos del día y condiciones climáticas.
- Técnicas de muestreo: Transectos estandarizados, puntos de escucha y observación directa.

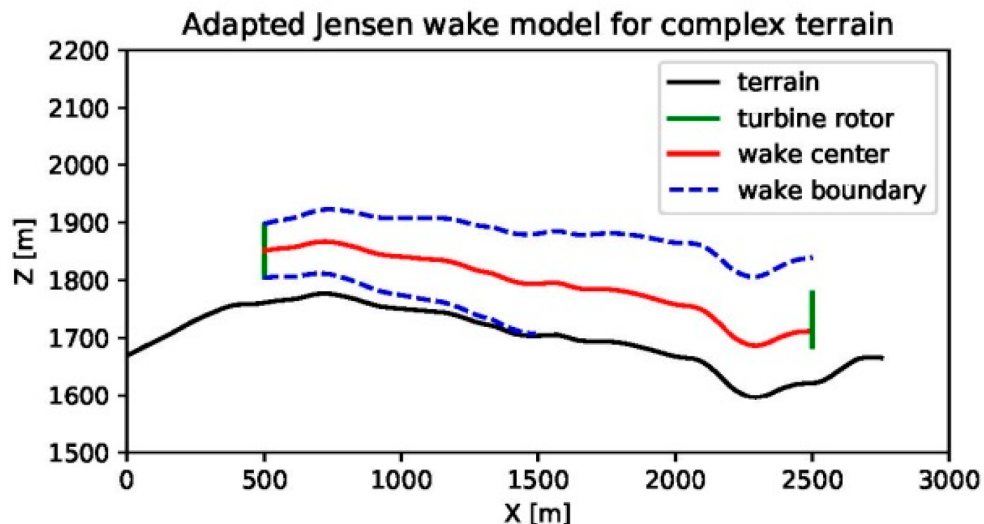


- Datos recogidos: Especie, número de individuos, fecha, hora, clima, trayectoria de vuelo, altura y distancia estimada de vuelo.
- Requisitos adicionales:

- Evaluación de riesgos: Identificación de factores de riesgo que incrementen la probabilidad de accidentes.
- Muestreos nocturnos: Realización de observaciones nocturnas para aves y quirópteros.

3.3 Planificación estratégica,

- Micrositing: Optimización de la ubicación de aerogeneradores utilizando algoritmos de búsqueda de gradientes y evolutivos.
- Modelos de estela de Jensen: Adaptados para terrenos complejos, optimizando la disposición de turbinas.



3.4 Protección de la biodiversidad

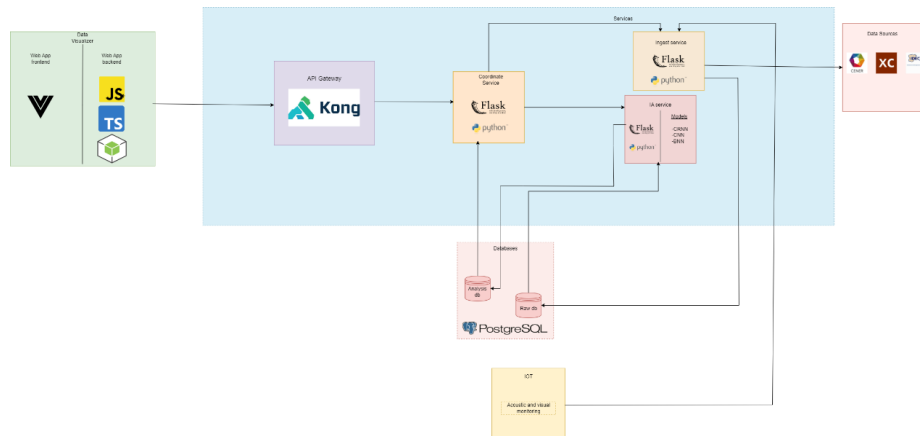
- Evaluación de riesgos: Utilización de CRM para calcular la probabilidad de colisiones basándose en características específicas del parque eólico y las especies involucradas.
- Medidas de mitigación: Propuestas para minimizar impactos, incluyendo la zonificación ambiental y el uso de índices de sensibilidad ambiental.



4 Diseño de la arquitectura

La arquitectura está diseñada para manejar datos complejos y múltiples fuentes de información. Utiliza un backend desarrollado en Flask y Python, integrando tecnología IoT para

monitoreo acústico y visual, y PostgreSQL para almacenamiento de datos. El uso de KONG como API Gateway mejora la seguridad y escalabilidad de las conexiones.

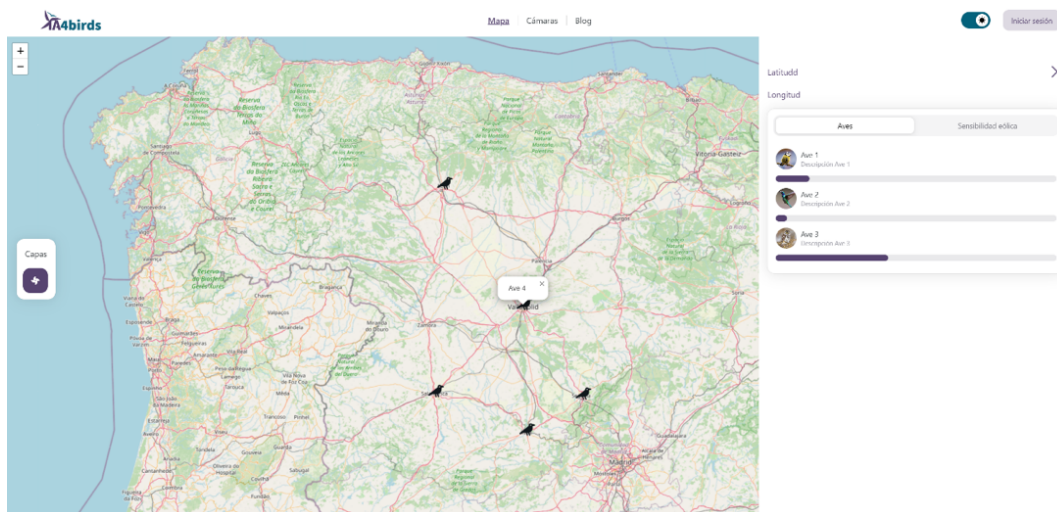


Flujo de datos:

1. Recolección de Datos: Desde bases de datos ornitológicas y geoespaciales.
2. Servicio al Frontend: Representación en un mapa interactivo.
3. Procesamiento de Datos con IA: Modelos de IA recomiendan zonas óptimas para proyectos.
4. Informar al Frontend a través de la IA: Los datos procesados se sirven al frontend para decisiones informadas.

Vistas del dashboard:

- Mapa interactivo: Distribución geográfica de datos.
- Sensibilidad aviar: Zonas críticas para protección de especies.
- Exclusión eólica: Áreas restringidas para desarrollo eólico.
- Cámaras de monitoreo: Ubicaciones estratégicas para observación de vida silvestre y condiciones meteorológicas.



Capacidad de Computación y Almacenamiento:

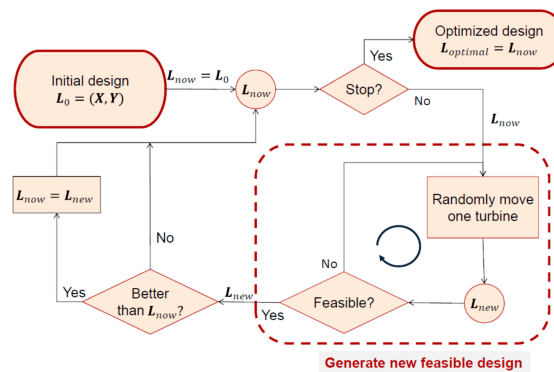
Los nodos Edge y el servidor central deben manejar eficientemente los datos, cumpliendo con las restricciones presupuestarias.

Modelo de datos masivos:

Incluye datos de exclusión eólica, recurso eólico y bases de datos ornitológicas como eBird y Xeno-canto. Estos datos son cruciales para equilibrar la generación de energía renovable con la conservación de la biodiversidad.

Maximización de la Producción:

Utilización de algoritmos de Búsqueda Aleatoria (RS) y Relleno Heurístico para mejorar el diseño de parques eólicos en terrenos complejos. Comparaciones con otros algoritmos (GA, NSGA-II, PSO) muestran la superioridad de RS en ciertos casos.



5 Diseño de la Solución Hardware:

Revisión de Soluciones Existentes: Se realiza un estudio comparativo de diferentes dispositivos y tecnologías disponibles en el mercado para la detección de aves, incluyendo cámaras de diferentes tipos y micrófonos especializados, con el fin de seleccionar los más adecuados para la integración en el proyecto.

Method	DT Bird	SafeWind	Identyflight	BirdVision	Airelectronics
Detection method	Monoscopic	Monoscopic	Stereoscopic	Monoscopic	Monoscopic
Distance estimation	No	No	Yes	No	Yes
Localization	No	No	Stereo-vision-based	No	No
Maximum detection range	650 m	-	1500 m	300 m	600 m
Target classification	No	No	Golden & Bald Eagles, Red Kite	No	No
Installation	Wind turbine	Wind turbine	Separate tower	Wind turbine	Wind turbine
Collision prevention	Audio, Turbine stop	Audio, Turbine Stop	Turbine stop	Turbine stop	Audio, Turbine stop

- Detección de Vídeo: Se seleccionaron cámaras PTZ, cámaras 360º y cámaras direccionales, valorando su eficacia en la monitorización de grandes áreas y su compatibilidad con condiciones ambientales adversas.



- Detección de Audio: Se revisaron varios tipos de micrófonos, incluyendo modelos parabólicos y dispositivos como AudioMoth para la captura de sonidos de aves.



- Procesadores y Almacenamiento: Se exploraron diferentes procesadores capaces de manejar algoritmos de inteligencia artificial y almacenamiento de datos, enfocándose en soluciones que ofrecen potencia y eficiencia energética adecuadas para el procesamiento en el borde de la red (edge computing)



Cuadro eléctrico

- Jetson AGX ORIN 32GB: Módulo de computación AI de NVIDIA que proporciona capacidades de procesamiento de IA en el borde.
- SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida): Este dispositivo es crucial para garantizar que el sistema siga funcionando en caso de cortes de energía. El SAI se aloja de tal manera que proporcionara una conexión de respaldo a todos los componentes críticos, con baterías que se mantendrían cargadas y listas para tomar el control en caso de interrupción del suministro de energía principal.
- Sistema de climatización: Para mejorar el funcionamiento en exteriores, el sistema de climatización mantendrá a una temperatura y humedad interna óptimas dentro del armario. Esto se logra mediante ventiladores, intercambiadores de calor y resistencias calefactoras. La organización interna del cuadro eléctrico permite un flujo de aire adecuado para la climatización y suficiente espacio para el cableado y la conectividad necesaria para todos los dispositivos.
- Caja apta para trabajar en exteriores: El armario en sí está diseñado para ser resistente a las condiciones externas. Esto implica una construcción robusta con materiales resistentes a la corrosión, sellados para la proteger al equipo del agua y el polvo (con una clasificación IP adecuada para uso en exteriores), y un diseño que permita una fácil instalación y acceso para mantenimiento.



6 Conclusión

La integración de IA explicable en la gestión de parques eólicos y la protección de la biodiversidad aviar ofrece un marco robusto y avanzado para equilibrar la producción de energía renovable con la conservación ambiental. La plataforma diseñada permite una planificación estratégica informada, maximiza la eficiencia energética y minimiza el impacto ambiental, promoviendo un desarrollo sostenible y responsable.

7 Recomendaciones Futuras:

- Desarrollo continuo de IA: Mejorar los modelos predictivos con datos en tiempo real.
- Ampliación geográfica: Extender el alcance de la plataforma a toda la península Ibérica.
- Colaboración interdisciplinaria: Fomentar asociaciones para enriquecer la plataforma.
- Interoperabilidad: Asegurar la compatibilidad con otros sistemas de gestión de energía y datos ambientales.
- Educación y concienciación pública: Incorporar módulos educativos para sensibilizar sobre la biodiversidad y las energías renovables.