

JORNADA #4

IA4TES

REDES INTELIGENTES

08/02/24



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

barbara

Infraestructura distribuida para despliegue de IA

Ainara García – Project Manager

Barbara

08/02/24



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PARA LA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Contenidos

Barbara en IA4TES

- Retos en los que nos enfocamos
- Papel dentro del proyecto

Infraestructura Edge: transversal al proyecto

- Arquitectura de la Infraestructura Edge
- Fases de la IA
- Retos de la IA
- Retos de la Orquestación de la IA

Casos de Uso – Retos de nuevos recursos distribuidos

- Flexibilidad frente a congestiones de red en CTs
- Flexibilidad para el usuario



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Barbara en IA4TES



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos en los que nos enfocamos

El 77% de las empresas industriales están buscando nuevas fuentes de ingresos y oportunidades de ahorro de costos a través de la implementación de IA. *Fuente: IBM's 2022 Global AI Adoption Index report

Sin embargo, el 86% no logran desplegar sus modelos de IA de una manera oportuna.

*Fuente: AI Infrastructure Ecosystem report

El cloud no está siendo una solución óptima para empresas industriales por las siguientes razones:

- Necesidades de seguridad y privacidad
- Necesidades de respuesta en tiempo real
- Desafíos de la dependencia de Internet
- Volúmenes masivos de datos

¿Qué hacemos dentro del proyecto IA4TES?

Desarrollamos una plataforma de “software” que permite desplegar y gestionar de manera remota modelos de IA en el Edge, es decir, cerca de donde se obtienen los datos.

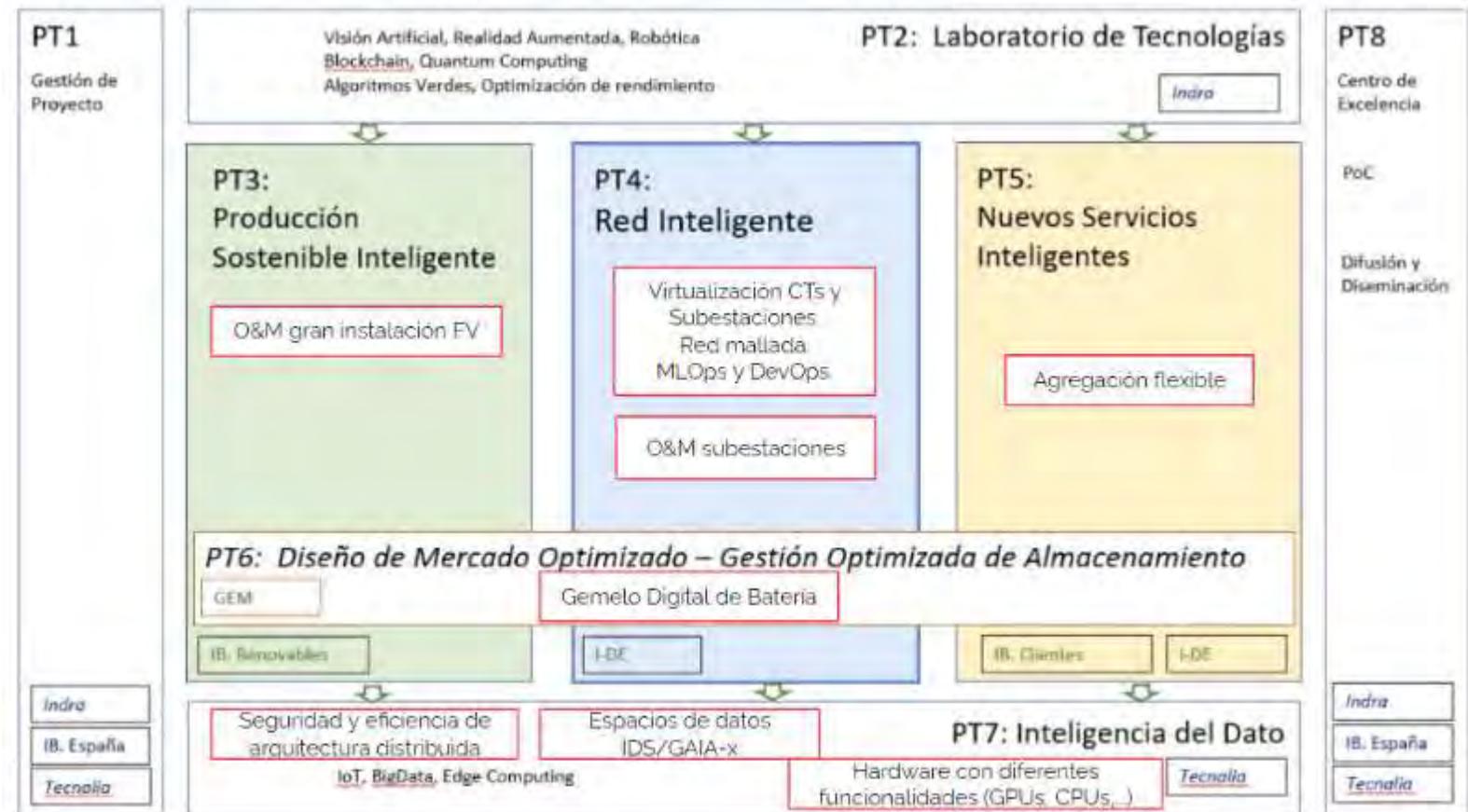
Buscamos soluciones a los retos y necesidades planteadas por todos los agentes de la Smart Grid, referente al despliegue de algoritmos de IA desarrollados.



¿Qué hacemos dentro del proyecto IA4TES?

Especial participación en el “PT7. Inteligencia del Dato” con investigación en Edge Computing, Big Data e IoT.

Búsqueda de aplicación en casos de uso concretos dentro del resto de PTs.



Infraestructura Edge

Transversal al proyecto



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PARA LA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

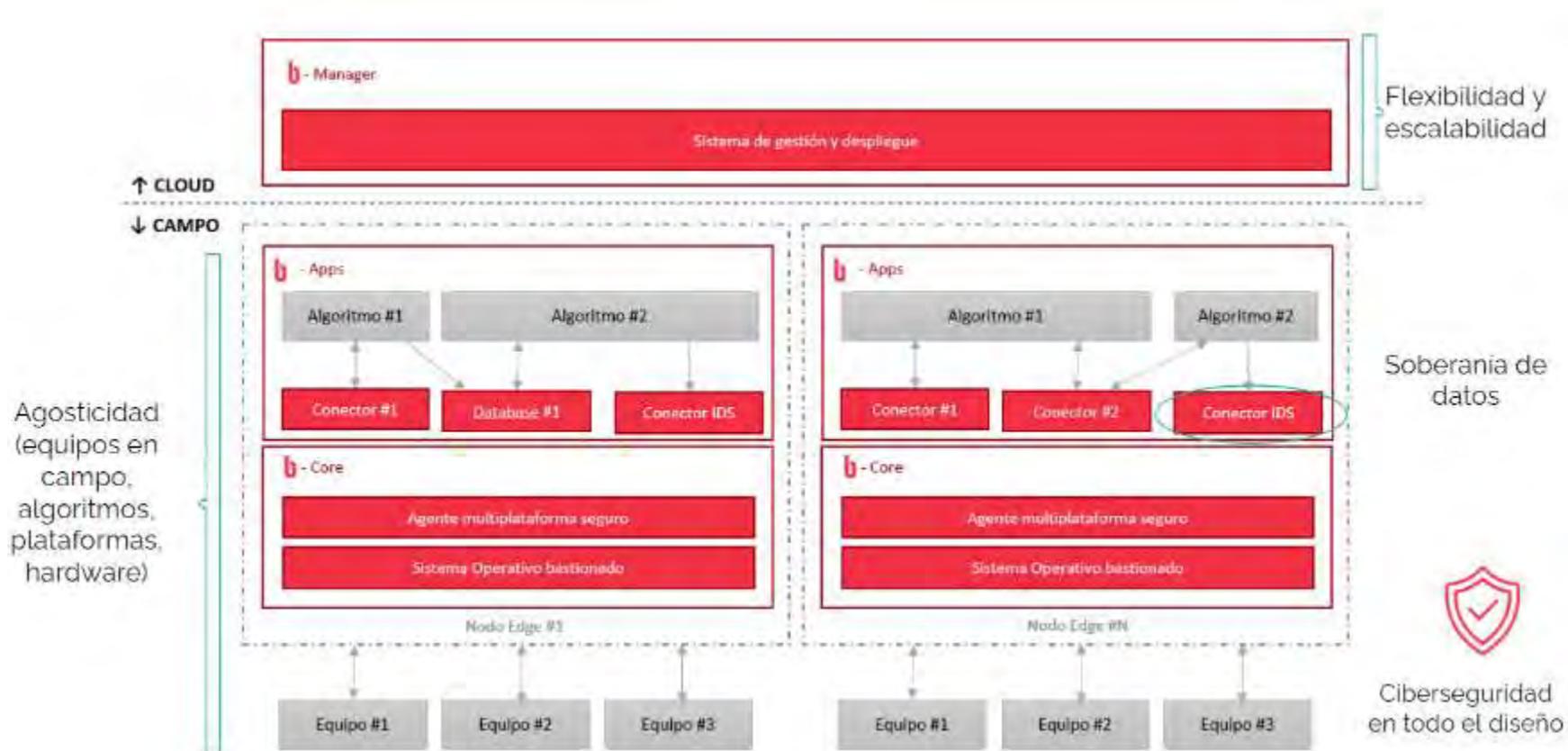
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Infraestructura Edge



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Fases de la IA

Captura de datos



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

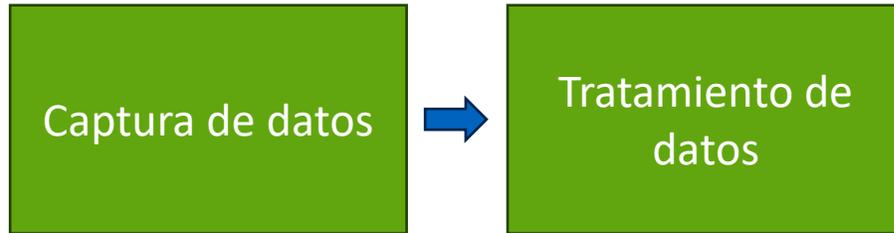
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Fases de la IA



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Fases de la IA



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

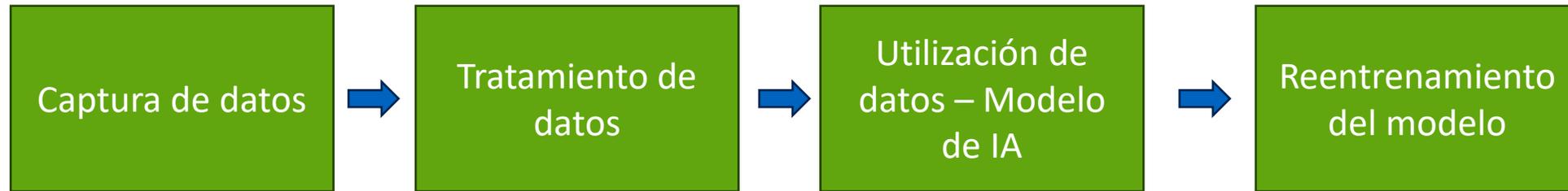
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Fases de la IA



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

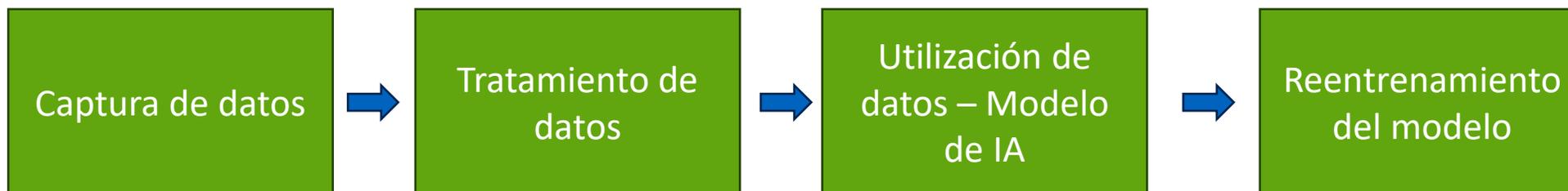
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de la IA



- Equipos heterogéneos.
- Escasez de datos de entrada. No sistematizado.
- Big data: latencias y ancho de banda para conectividad cloud.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

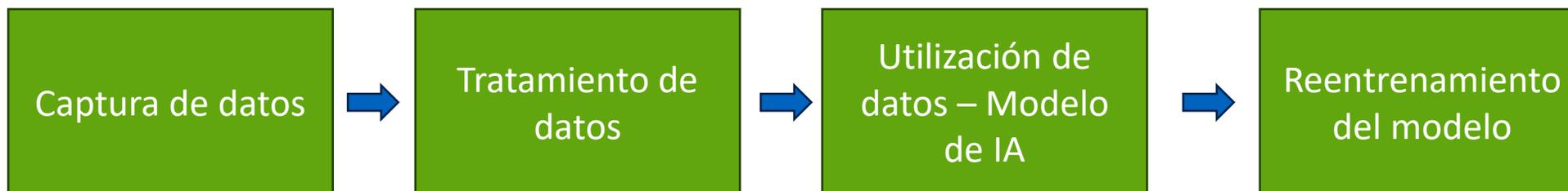
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de la IA



- Equipos heterogéneos.
- Escasez de datos de entrada. No sistematizado.
- Big data: latencias y ancho de banda para conectividad cloud.

- Modelos de datos diferentes.
- Necesidad de minimización de datos.
- Ontologías comunes al sector.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

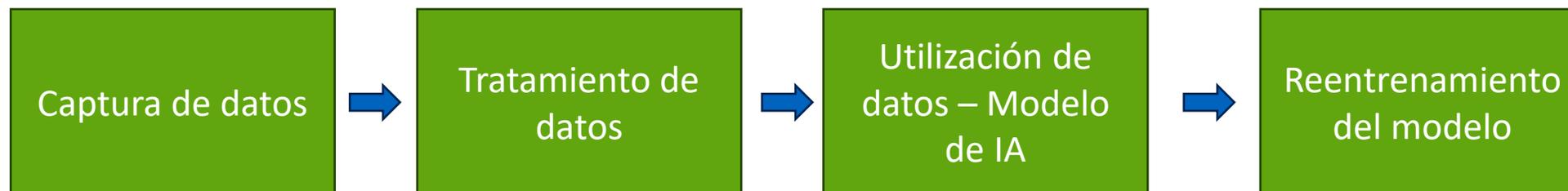
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de la IA



- Equipos heterogéneos.
- Escasez de datos de entrada. No sistematizado.
- Big data: latencias y ancho de banda para conectividad cloud.

- Modelos de datos diferentes.
- Necesidad de minimización de datos.
- Ontologías comunes al sector.

- Obtención de los datos limpios.
- Lectura sobre bases de datos: históricos.
- Persistencia ante fallos de conectividad.
- Necesidades de tiempo real.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

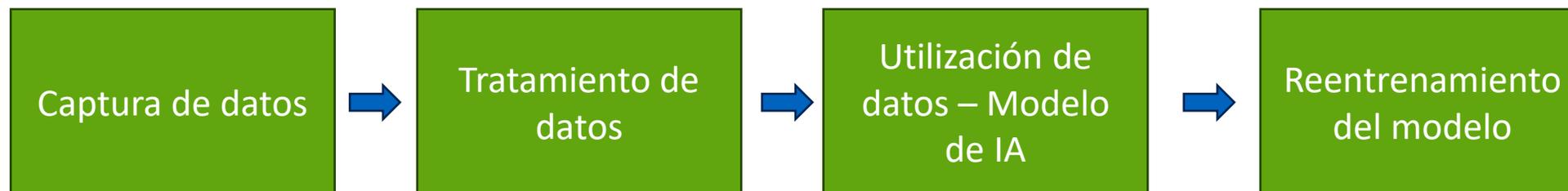
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de la IA



- Equipos heterogéneos.
- Escasez de datos de entrada. No sistematizado.
- Big data: latencias y ancho de banda para conectividad cloud.

- Modelos de datos diferentes.
- Necesidad de minimización de datos.
- Ontologías comunes al sector.

- Obtención de los datos limpios.
- Lectura sobre bases de datos: históricos.
- Persistencia ante fallos de conectividad.
- Necesidades de tiempo real.

- Efectividad del modelo respecto a la realidad.
- Despliegue de modelos reentrenados: AIOps, MLOps.
- Reentrenamientos en el Edge.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de orquestación de la IA

Tengo un algoritmo con buenos resultados probado en laboratorio, pero ahora se tiene que desplegar en **150 localizaciones...**



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de orquestación de la IA

Necesidad de
modelos de IA
diferenciados



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de orquestación de la IA

Necesidad de
modelos de IA
diferenciados

- Configurar y servir modelos diferentes para cada SE, CT, DER...
- Entrenar modelos distintos para cada SE, CT, DER...



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de orquestación de la IA

Necesidad de modelos de IA diferenciados

- Configurar y servir modelos diferentes para cada SE, CT, DER...
- Entrenar modelos distintos para cada SE, CT, DER...

Orquestación remota de la IA.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Retos de orquestación de la IA

Necesidad de modelos de IA diferenciados

- Configurar y servir modelos diferentes para cada SE, CT, DER...
- Entrenar modelos distintos para cada SE, CT, DER...

Orquestación remota de la IA.

- Gestión remota de todas las plantas.
- Autonomía de las plantas y continuidad de negocio sin conexión.
- Monitorizar y reentrenar a demanda.



Retos de orquestación de la IA

Necesidad de modelos de IA diferenciados

- Configurar y servir modelos diferentes para cada SE, CT, DER...
- Entrenar modelos distintos para cada SE, CT, DER...

Orquestación remota de la IA.

- Gestión remota de todas las plantas.
- Autonomía de las plantas y continuidad de negocio sin conexión.
- Monitorizar y reentrenar a demanda.

Mantener la ciberseguridad.



Retos de orquestación de la IA

Necesidad de modelos de IA diferenciados

- Configurar y servir modelos diferentes para cada SE, CT, DER...
- Entrenar modelos distintos para cada SE, CT, DER...

Orquestación remota de la IA.

- Gestión remota de todas las plantas.
- Autonomía de las plantas y continuidad de negocio sin conexión.
- Monitorizar y reentrenar a demanda.

Mantener la ciberseguridad.

- Ciberseguridad de infraestructuras críticas.
- Mantener privacidad de clientes.



Casos de Uso

Retos de nuevos recursos distribuidos



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PARA LA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE

Flexibilidad en congestión de red en CTs: operación DSOs

El creciente número de recursos distribuidos a través de la red de BT (la parte menos digitalizada de la red) está produciendo un incremento en el sobrevoltaje y los eventos de congestión.

El propósito de este caso de uso ha sido el de dar una perspectiva en como la red se va a comportar en el futuro para abordar técnicas que solventen los problemas detectados.

La infraestructura estudiada permite abordar los retos para:

1. Ofrecer un streaming de datos continuo, aunque estos difieran tanto en granularidad como en el tiempo para acceder a los datos.
2. Conectar diferentes CTs a través de un Red Mallada de Nodos Edge que permita ofrecer el estado de congestión de los CTs y sus adyacentes.
3. Habilitar técnicas de MLOps para la ejecución de algoritmos y su reentrenamiento.
4. Ofrecer un “gemelo digital” de la red para conocer y monitorizar el estado real de la misma.



Financiado por
la Unión Europea



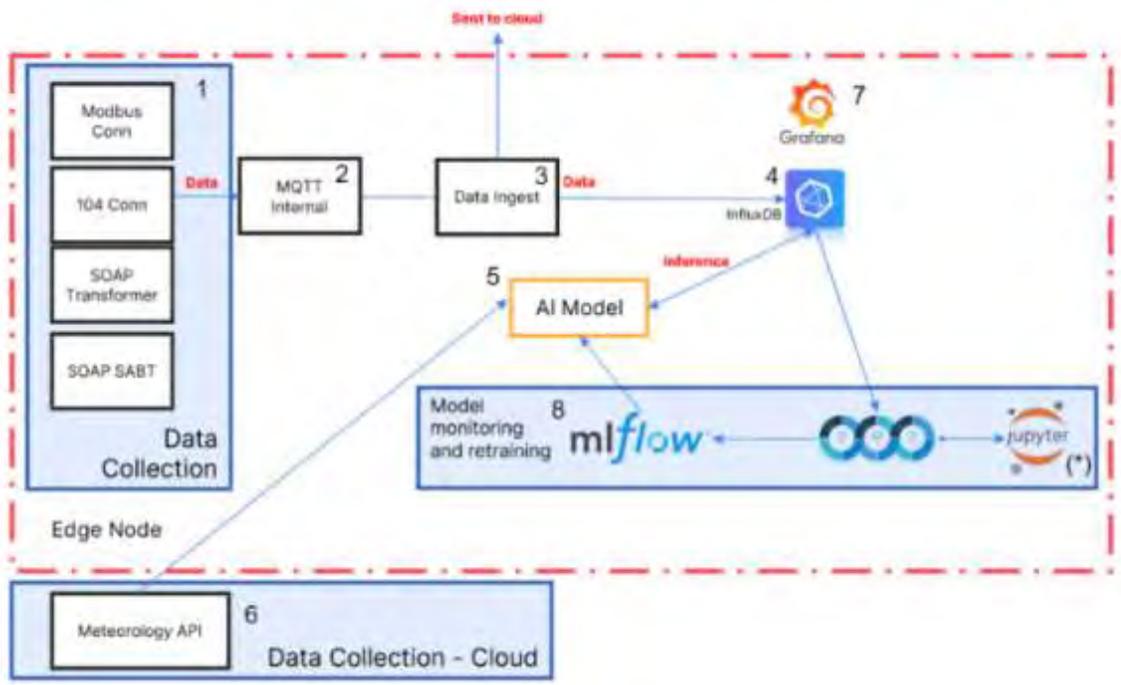
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

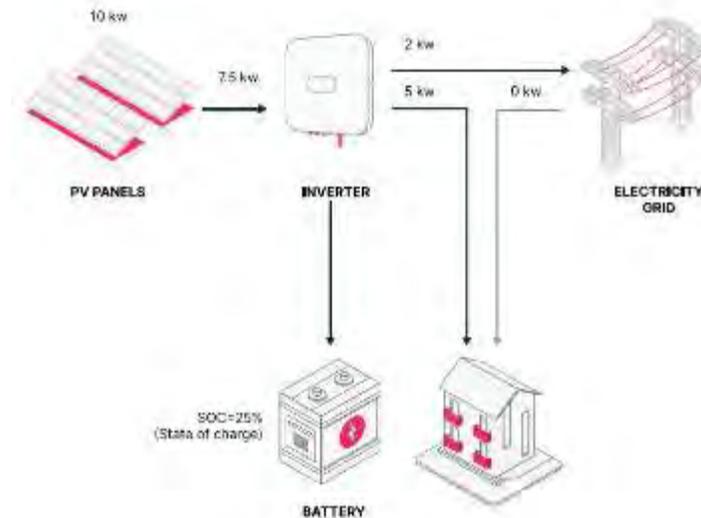


Flexibilidad en congestión de red en CTs: operación DSOs

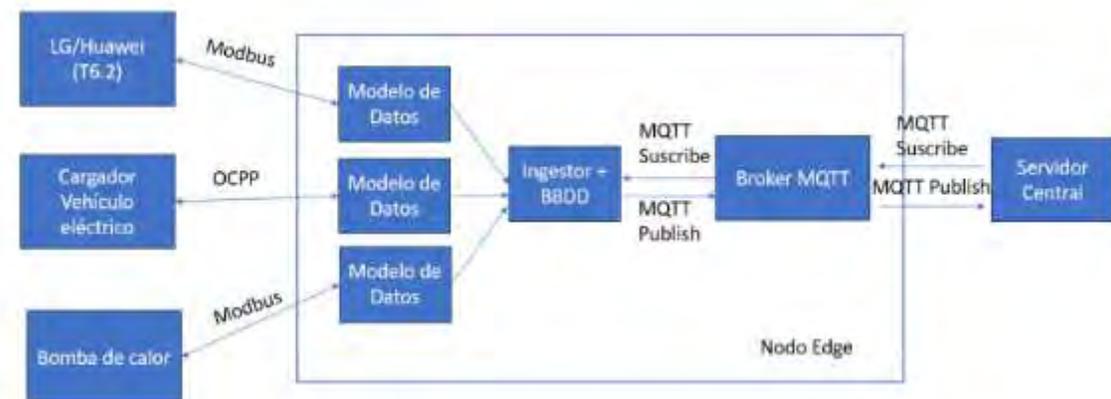


Flexibilidad para el usuario: prosumidores

Posibilitar a los prosumidores mejorar la eficiencia de su instalación solar con decisiones autónomas en tiempo real, basadas en su disponibilidad de almacenamiento, precio de la energía o previsiones de producción y consumo, entre otros.



Del lado del comercializador: optimizar la agregación de los diferentes DERs, ofreciendo nuevas soluciones de Virtual Power Plants, Comunidades Energéticas, entre otros.



¡GRACIAS!

Ainara García



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Redes inteligentes

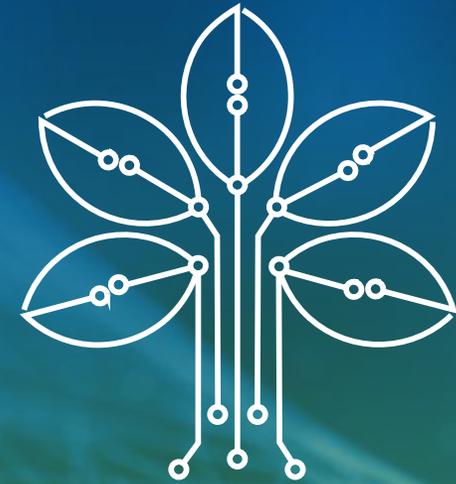
Miguel Molina-Solana

Universidad de Granada



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

08/05/24



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



La Universidad de Granada



- Fundada en 1531 (segunda más antigua de España)
- Entre las 300 mejores del mundo (ranking de Shanghai-ARWU)
- Segunda mejor universidad de España
- Cuarta universidad de España por número de estudiantes (57.000)
- Primera universidad europea en recepción y envío de estudiantes en el programa Erasmus
- 90 grados, 120 másteres oficiales y 28 programas de doctorado
- Organizada en 124 departamentos, 20 institutos y 4 centros de investigación
- Departamento de Ciencias de la Computación e IA...
 - Relevancia en rankings de docencia e investigación
 - >140 miembros

Nuestro grupo : quiénes somos



**JUAN
GÓMEZ ROMERO**
CATEDRÁTICO



**MIGUEL
MOLINA SOLANA**
PROFESOR TITULAR



+12 investigadores

- 2 Postdoctoral [Alfonso, Roberto]
- 7 Phd candidates [Antonio, Alejandro, Julio, Javi, Silvia, Yacine, Ahmed]
- 2 MSc students [María, Francisco]
- 1 Developer [Pablo]
- 1 Project manager [Olga]

+ colaboradores



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Nuestro grupo : qué hacemos

Create IA technologies for automated control of power systems

AI to improve management of...

Generation

- Forecasting of energy production
- System identification

Distribution

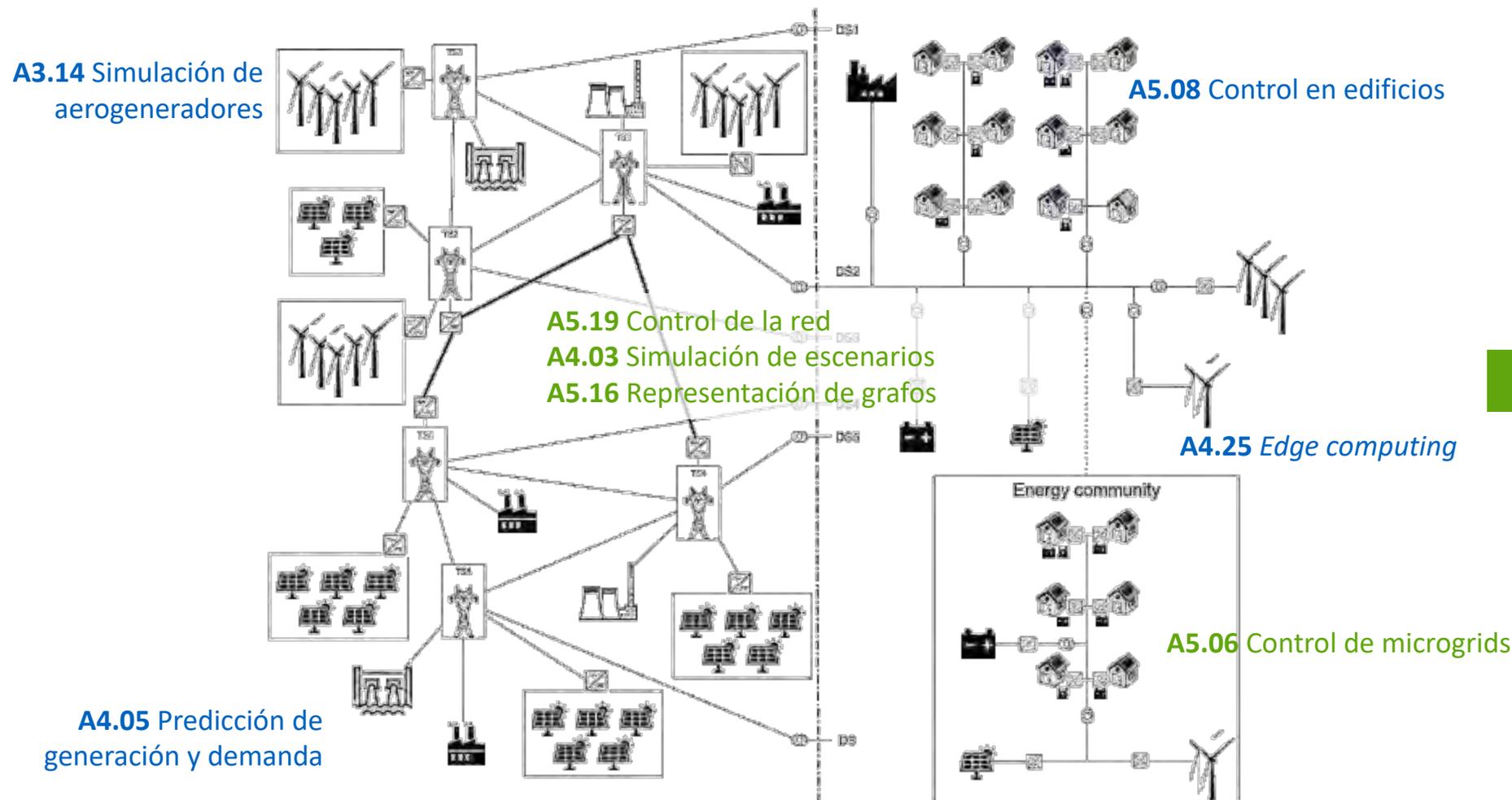
- Smart grid modelling & simulation
- Automated grid control

Demand

- Forecasting of energy demand
- Building & micro-grid control
- Data-driven surrogate models
- Generative design of building elements
- Semantic BIM

Nuestro grupo en IA4TES

8 actividades



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO DE DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Nuestro grupo en IA4TES : Control en redes

A3.14 Simulación de aerogeneradores

A5.08 Control en edificios

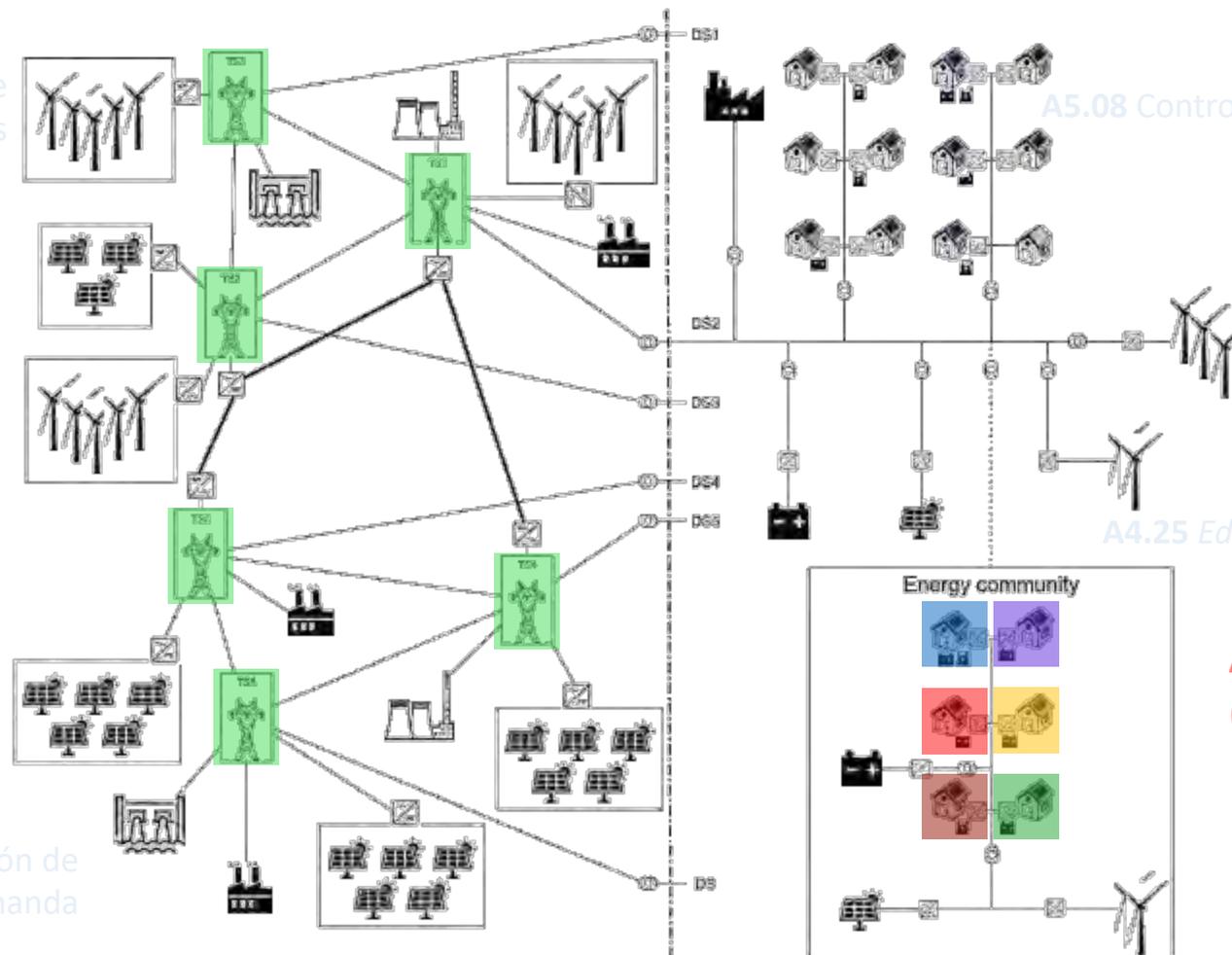
A5.19 Control de la red (centralizado)



A4.05 Predicción de generación y demanda

A4.25 Edge computing

A5.06 Control microgrids (descentralizado)



INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por la Unión Europea



GOBIERNO DE ESPAÑA

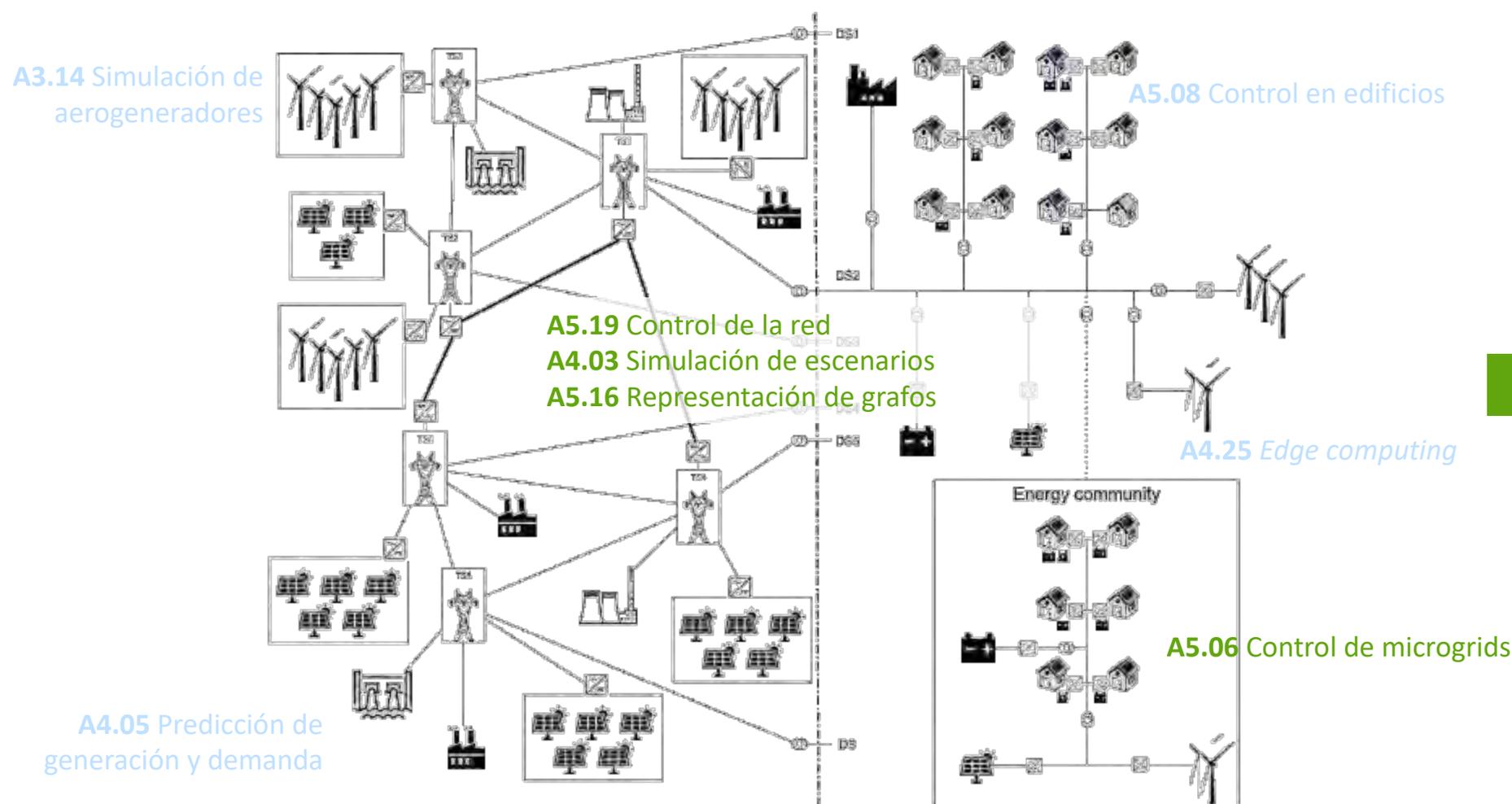
MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO DE DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



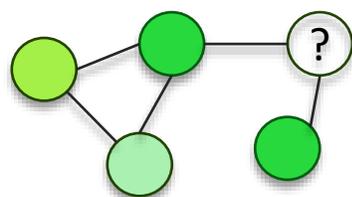
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Nuestro grupo en IA4TES



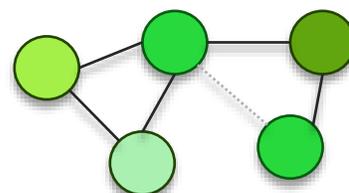
ML / IA y grafos: aplicaciones

Predicción de características / clasificación de un nodo (node-level)



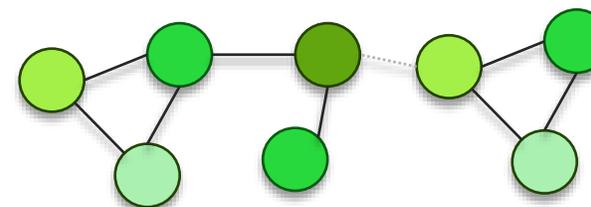
Características de una nueva subestación

Identificación de posibles nuevos enlaces (edge-level)



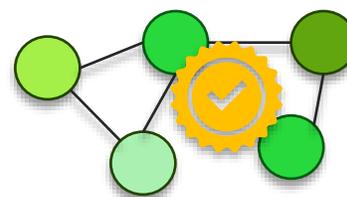
Nuevas conexiones entre subestaciones

... o nuevas ramas



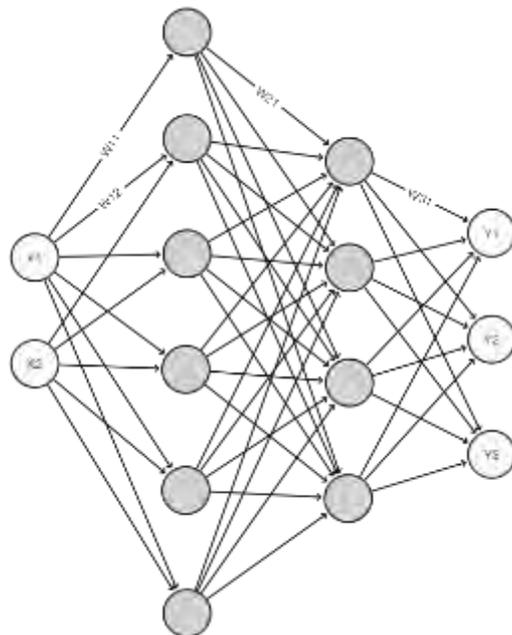
Nuevas conexiones entre (sub)redes existentes

Predicciones de grafo completo (graph-level)



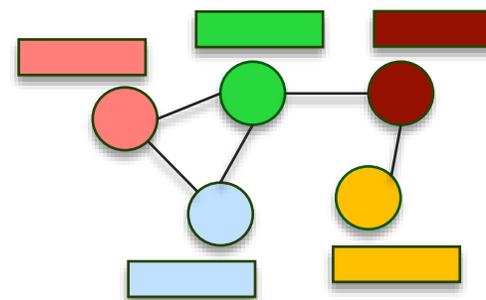
¿Puede esta red tolerar fallos?

¿Redes neuronales y grafos?



Ventajas de las redes neuronales

- Inferencia muy rápida
- Muy buenos resultados
- Hardware optimizado

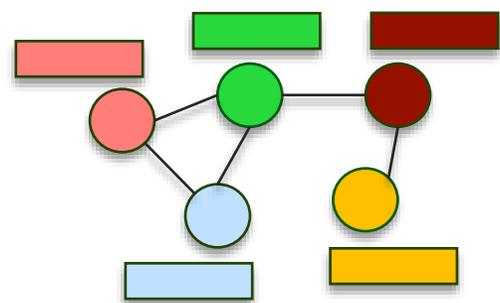


Representación clásica de nodos (con sus propiedades) y enlaces (con sus propiedades)

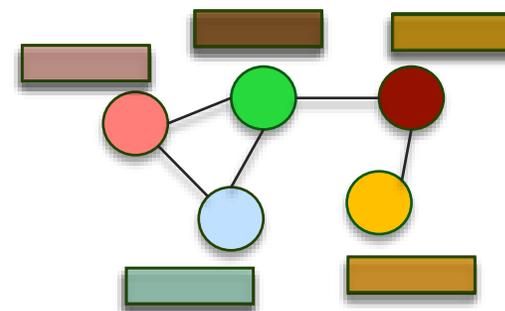
- El número de nodos y enlaces varía de un grafo a otro.
- No importa el orden de los nodos.
- **No vale como entrada para una red neuronal clásica** 😞

GNNs : Graph Neural Networks

Objetivo: Aprender una representación adecuada (para una red neuronal) de los datos de un grafo -> graph embedding



Representación clásica de nodos (con sus propiedades) y enlaces (con sus propiedades)



Representación donde cada nodo tiene información sobre él, sus vecinos, su posición en el grafo, ...

Algunos resultados

“Graph neural network potentials for molecular dynamics simulations of water cluster anions”

Alfonso Gijón, Miguel Molina-Solana, Juan Gómez-Romero
Computational Science Conference (ICCS 2023), pp. 336–343
DOI: [10.1007/978-3-031-36027-5_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-36027-5_25)

“Graph-neural-network potential energy surface to speed up Monte Carlo simulations of water cluster anions”

Alfonso Gijón, Miguel Molina-Solana, Juan Gómez-Romero
En revisión en *Journal of Computational Science*

Actualmente trabajando con datos públicos de redes de energía de EE.UU. y Europa, con resultados prometedores

- PowerGraph: A power grid benchmark dataset for graph neural networks <https://arxiv.org/abs/2402.02827>
- Power graph dataset: <https://github.com/xiongbo010/QGCN/tree/main/data/power>



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

¡GRACIAS!

Universidad de Granada
miguelmolina@ugr.es



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

 **Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia**



IBERDROLA- GSGIH

Itziar Lumbreras

i-DE

08/05/2024



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PARA LA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Contenidos

01 | GSGIIH

02 | Innovation Data Space (i-DS)

03 | Casos de uso del i-DS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Contenidos

01 | GSGIIH

02 | Innovation Data Space (i-DS)

03 | Casos de uso del i-DS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Global Smart Grids Innovation Hub

El Negocio de Redes de Iberdrola, a través del Global Smart Grids Innovation Hub, ha creado un ecosistema para promover la innovación, desarrollando el talento mediante la colaboración con universidades, ofreciendo oportunidades a los estudiantes y preparando a los profesionales del futuro



GLOBAL

Un centro global con partners internacionales en el que se desarrollan nuevas soluciones



BASADO EN ALIANZAS

Una alianza público-privada, con financiación de la Diputación de Bizkaia y otras colaboraciones



ORIENTADO A MERCADO

Productos industriales que se puedan instalar en las redes eléctricas de distribución de todo el mundo



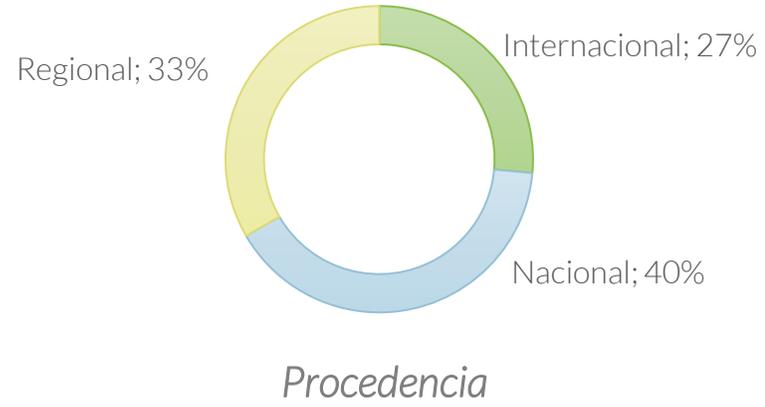
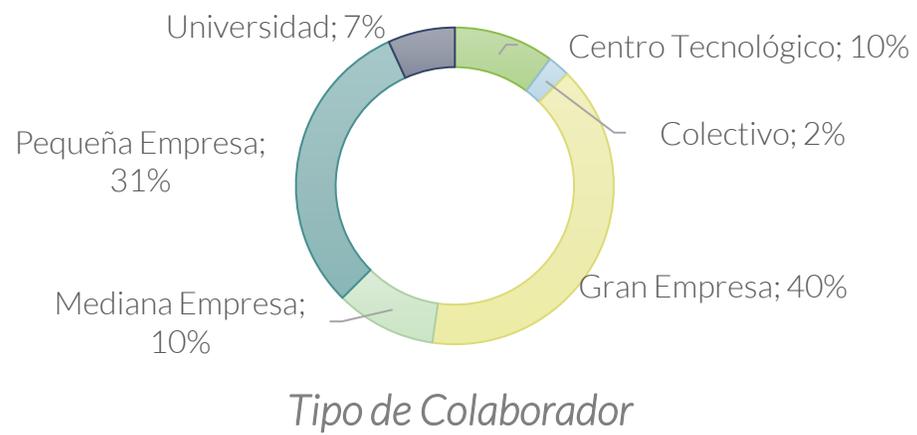
ATRACCIÓN DE TALENTO

Destinado a acelerar la colaboración y la innovación para atraer talento.

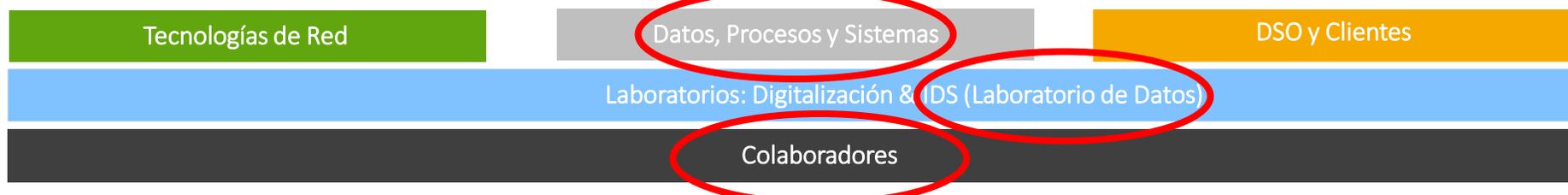
Iberdrola es la utility privada que más invierte en innovación en el mundo, con más de 330 M€ anuales

Global Smart Grids Innovation Hub

La colaboración con ≈ 100 asociados impulsa el lanzamiento de proyectos de interés común



GSGIHub: organización basada en áreas técnicas y sesiones plenarias con colaboradores
 Por transparencia, agilidad, enfoque de mercado y procesos orientados a datos



Logos of partner organizations: IA4TES, minsait by Indra, baobab soluciones, tecnalia, barbara, aiadna Grid, (bcam) centro de aplic. matemáticas, and UNIVERSIDAD DE GRANADA.

Contenidos

01 | GSGIIH

02 | Innovation Data Space (i-DS)

03 | Casos de uso del i-DS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

IA4TES

2 Grandes empresas, 11 PYMES, 3 Universidades, 4 Entidades Investigadoras, +70 Casos de uso ➔ Presupuesto 2022-2024: 17ME



MISIONES IA 2021

DATOS DEL PROYECTO

Convocatoria Misiones IA SEDIA-Mineco	Empresa Iberdrola España
Duración 2021-2024	Responsable Innovación corporativa

CONSORCIO



DIMENSIONES

- ✓ Investigación sobre **tecnologías habilitantes**, nuevos **algoritmos de inteligencia avanzada** y nuevos paradigmas de gobernanza de datos e inteligencia distribuida del dato
- ✓ **Casos de uso** de aplicación de estas tecnologías.

Innovation Data Space (i-DS)



INNOVATION DATA SPACE: Entorno para generar nuevas ideas y retos en torno a los datos de i-DE, para fomentar la innovación de forma colaborativa



OBJETIVOS

- Reducir el tiempo de madurez de productos de IA
- Mejorar la **certificación** de colaboradores en IA
- Entorno para **evaluación** de nuevas tecnologías



FORMATO DE CASO DE USO

- Los juegos de datos se engloban en un **caso de uso** acotado que responde a una **necesidad real del negocio**.
- Cada reto tiene su catálogo de datos, glosario y especificación técnica
- A través de los entregables (métricas) **se validarán** los colaboradores más **capaces** para acceder a una licitación asociada



DATOS SEGUROS

- **Anonimización:** no disponibles datos personales ni comercialmente sensibles
- Big Data “limitado”: solo la **parte representativa** de los datos para el desarrollo de algoritmos de IA



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



i-DS. Procedimiento de acceso



Contenidos

01 | GSGIIH

02 | Innovation Data Space (i-DS)

03 | Casos de uso del i-DS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Paquete 4 IA4TES. Planificación y Nowcasting

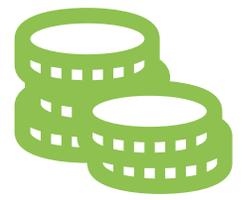
Predecir los **escenarios de demanda eléctrica en la BT**, tanto en CTs como en LBTs tanto a corto plazo como a medio plazo para que las herramientas de planificación de la red de BT puedan realizar análisis de capacidad para detectar saturaciones en la red y priorizar las inversiones.

OBJETIVOS



- ✓ Obtener una previsión de la demanda horaria a corto y medio plazo a nivel de LBT y CT para operación.
- ✓ Previsión y Planificación optima Integración RED (DER).
- ✓ Nowcasting de la red

POTENCIALES BENEFICIOS



- ✓ Mayor conocimiento de la demanda de la red de BT para facilitar la conexión de nuevos suministros y desarrollo de ésta, optimizando la capacidad.
- ✓ Integración de electrificación
- ✓ Integración de DER.

Caso de uso i-DS

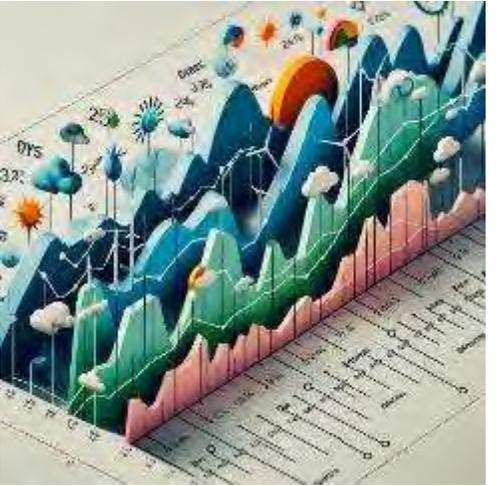


Fase: en validación

- Lanzamiento CdU: 22/12/2023
- Cierre CdU: 01/05/2024
- Validación: 30/06/2024



- 70000 curvas de carga horarias en 300 CTs
- Información de jerarquía de la red de BT
- Pólizas



Paquete 4 IA4TES. Gestión de activos

Detección de características de inventario de apoyos mediante el **procesado de imágenes** obtenidas en los vuelos Lidar.

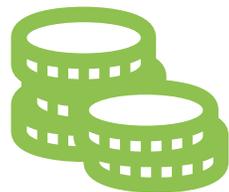


OBJETIVOS



- ✓ Automatizar los diagnósticos por imagen para los componentes de la red

POTENCIALES BENEFICIOS



- ✓ Obtener más valor de las imágenes de i-DE
- ✓ Automatización y optimización del proceso de inventario: verificar resultado de la IA y no partir de cero con la imagen
- ✓ Minimizar riesgo de que sólo personal especialista verifica las características inventario, sobre todo lo relacionado con modelos antiguos

Caso de uso i-DS



- Lanzamiento CdU: 16/06/2023
- Cierre CdU: 28/02/2024
- Validación: 30/04/2024



- Imágenes de las revisiones anuales con helicóptero
- Características de los apoyos

Paquete 4 IA4TES. Descubrimiento de red

Descubrimiento de red: Detección de la secuencia de CGPs, la detección automática de errores de inventario de red y la validación del esquema de red (de BBDD)

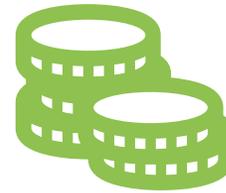
OBJETIVOS



Utilización de las nuevas funcionalidades (foto síncrona) para mejorar la detección de errores de inventario en BT, poniendo el foco en las siguientes casuísticas:

- ✓ Flujos: Validación de cálculos
- ✓ Esquemas de red: Validación de inventario
- ✓ Equilibrado

POTENCIALES BENEFICIOS



- ✓ Cálculos de red más precisos de la red BT con herramientas de planificación BT
- ✓ Mejor operación de la red
- ✓ Mejora en la predicción y atención de incidencias

Caso de uso i-DS

Fase: colaboradores trabajando



- Lanzamiento CdU: 22/12/2023
- Cierre CdU: 31/07/2024
- Validación: 30/09/2024



- **Foto síncrona** (intensidad y tensiones de todos los CN del CT recogida de forma síncrona)
- Perfiles horarios de tensión e intensidad máxima, mínima y media
- Perfil de corriente y tensión 10' a nivel LBT
- Topología inventariada de la red

Paquete 4 IA4TES. Scan to BIM

Convertir **nubes de puntos en modelos BIM automáticamente** identificando los diferentes elementos por medio de IA

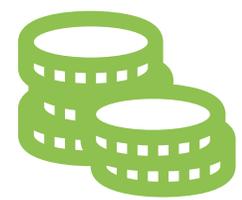
La madurez de esta tecnología fue validada en 2023 en el IA4TES (Universidad de Salamanca)

OBJETIVOS



- ✓ Generación automática del modelo 3D (BIM) a partir de la nube de puntos

POTENCIALES BENEFICIOS



- ✓ Reducción del tiempo (alrededor de 3 semanas) de generación de modelo BIM para subestaciones ya existentes con respecto al proceso manual.
- ✓ Reducción del coste económico de este proceso, ya que viene ligado a la dedicación temporal de la ingeniería contratada.
- ✓ Posibilidad de generar nuevos objetos BIM para el catálogo sin necesidad de pedir al proveedor del equipo

Caso de uso i-DS

Fase: Preparando CdU



- Lanzamiento CdU: sept-oct 2024



- Nubes de punto de STs
- Modelo BIM de esas subestaciones



¡GRACIAS!

Itziar Lumbreras



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

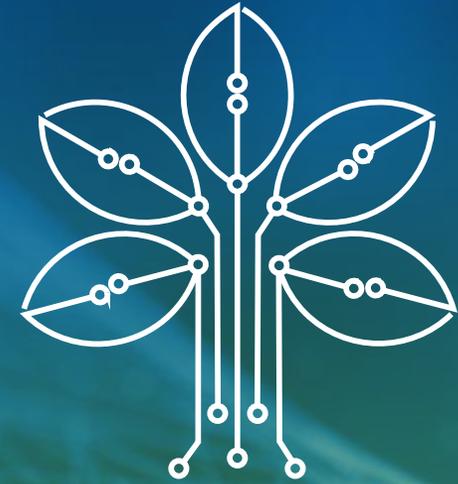
Técnicas metaheurísticas y de inteligencia artificial aplicadas a la operación de red y despacho económico de recursos en baja tensión

Amaia González-Garrido

Doctora investigadora
Redes Eléctricas, TECNALIA



08/05/2024



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

TECNALIA es el **mayor centro de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de España**, un referente en Europa y miembro de *Basque Research and Technology Alliance*.

Con **1.520** personas expertas de **27** nacionalidades, orientadas a transformar la investigación tecnológica en prosperidad, ejerciendo de agentes de transformación de las **empresas** y de la **sociedad** para su adaptación a los retos de un futuro en continua evolución.



Nuestros ámbitos de actuación están alineados con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Con una perspectiva multisectorial y multitecnológica escuchamos y trabajamos junto a las empresas para dar respuesta a los grandes desafíos globales.

De esta manera somos capaces de generar beneficio para las empresas y crear valor en la sociedad.



Transición energética



Contribuimos a la descarbonización profunda de la energía desarrollando soluciones tecnológicas que hacen más competitivas las renovables, impulsan una electrificación inteligente del sistema energético y despliegan el potencial del hidrógeno como vector de alto valor para alcanzar la neutralidad climática en 2050.

¿Qué podemos hacer por ti?



- Energías renovables
- Redes inteligentes y almacenamiento
- Edificios y distritos de energía positiva
- Descarbonización de la industria
- Movilidad descarbonizada
- Digitalización de la energía
- Materiales para la transición energética
- Estrategia climático-energética y sostenibilidad ambiental

Más información



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Transformación digital



Nos apasiona diseñar y desplegar cómo serán los procesos, productos y servicios digitales en un mundo cada vez más interconectado e interactivo. Para ello, desplegamos nuestra estrategia digital sobre tres drivers: inteligencia, seguridad y nuevos modelos de generación de valor. Gracias a ellos desarrollamos una propuesta diferencial en la “cadena de valor” para fabricantes e integradores de productos en base a ciberseguridad, *blockchain* e inteligencia artificial.

¿Qué podemos hacer por ti?

- Tecnologías cuánticas
- Inteligencia artificial
- Robótica y sistemas cognitivos
- Sistemas avanzados de interacción y trabajador 4.0
- Computación de alto rendimiento para datos masivos
- Ciclo de vida de sistemas y *DevOps*
- Ciberseguridad y confianza
- Internet de las cosas
- Sensórica y actuación
- Visión artificial
- Mantenimiento inteligente

Más información



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Índice

- 01 Contexto, principales retos y objetivos de investigación
- 02 Caso de uso: Redes urbanas/rurales de baja tensión
- 03 Redes neuronales para la estimación del estado de red
- 04 Optimización metaheurística de recursos controlables
- 05 Confianza de las predicciones a muy corto plazo
- 06 Conclusiones y líneas de investigación futuras



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

01 | Contexto, principales retos y objetivos de investigación

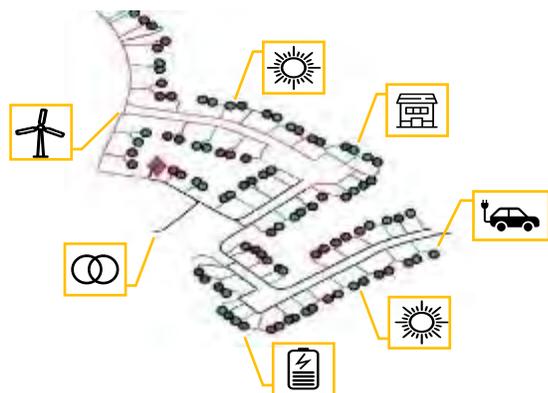
Contexto y problemática

- Los algoritmos de flujo óptimo de potencia (OPF) son ampliamente utilizados en las **redes de media y alta tensión**, las cuales disponen de un alto nivel de monitorización y control de los activos de red.
- Ante un escenario con alta penetración de recursos distribuidos en baja tensión, el OPF es cada vez más necesario para garantizar una **operación segura y costo-eficiente** las redes de distribución en tiempo real.
- Se plantean nuevos retos debido a la **complejidad técnica operativa** de redes de distribución MT/BT, ante una baja observabilidad y digitalización de la red, inventario de red impreciso o incompleto, desconocimiento de la conectividad de los puntos suministro, así como mayores variaciones de tensión y desequilibrios entre fases.
- En la literatura, se ha optado por una **linealización de la formulación OPF en Baja Tensión** (debido a su gran complejidad matemática), y en limitadas ocasiones se ha abordado el control de los activos de la red junto con el despacho económico y gestión de la demanda, permitiendo activar la flexibilidad de manera eficiente.

01 | Contexto, principales retos y objetivos de investigación

Objetivos de investigación

- Desarrollo de un algoritmo metaheurístico multiobjetivo que permita una **operación eficiente para el DSO** (pérdidas, tensión, estabilidad, etc.), atendiendo también al coste económico derivado de la **activación de la flexibilidad**.
- Permite identificar **incidencias de red** (sobrecargas, sobretensiones, etc.) con antelación y establecer las **consignas de operación** óptimas de los generadores controlables y cargas flexibles, atendiendo a su **predicción a muy corto plazo**.
- Aplicación de **inteligencia artificial**: algoritmos metaheurísticos y redes neuronales en la resolución del problema.
- Enmarcado en el desarrollo de las actividades A3.3 y A4.4 del proyecto IA4TES.

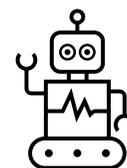


Predicción a muy corto plazo

Estimación del estado de la red

Control optimizado de recursos

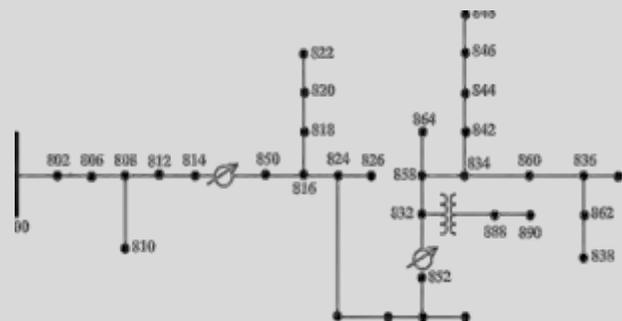
Modelos auto-regresivos
Redes neuronales
Optimización multiobjetivo
Técnicas metaheurísticas



02 | Caso de uso: Redes urbanas/rurales de baja tensión

- **Caracterización y modelado de redes de distribución de baja tensión reales (urbanas/rurales)**
 - Es necesario avanzar en la validación de la algoritmia desarrollada en redes de distribución no sintéticas.
 - Replicar el comportamiento y casuísticas de las redes de distribución de baja tensión, tanto urbanas como rurales.

Redes sintéticas



Redes de baja tensión reales: rurales y urbanas



Fig. 5. Rural European network based on real topology.



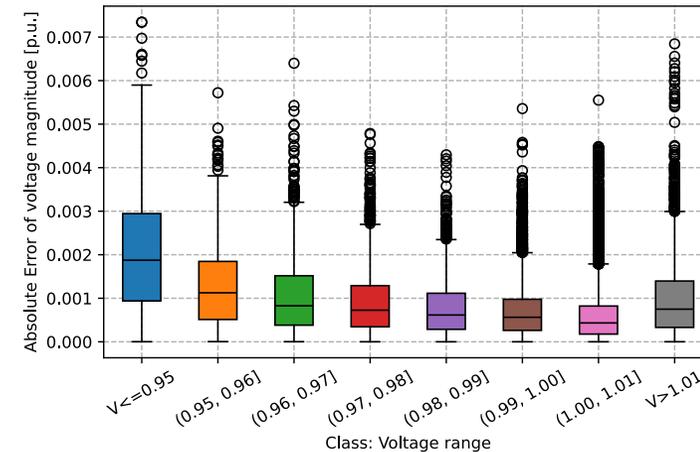
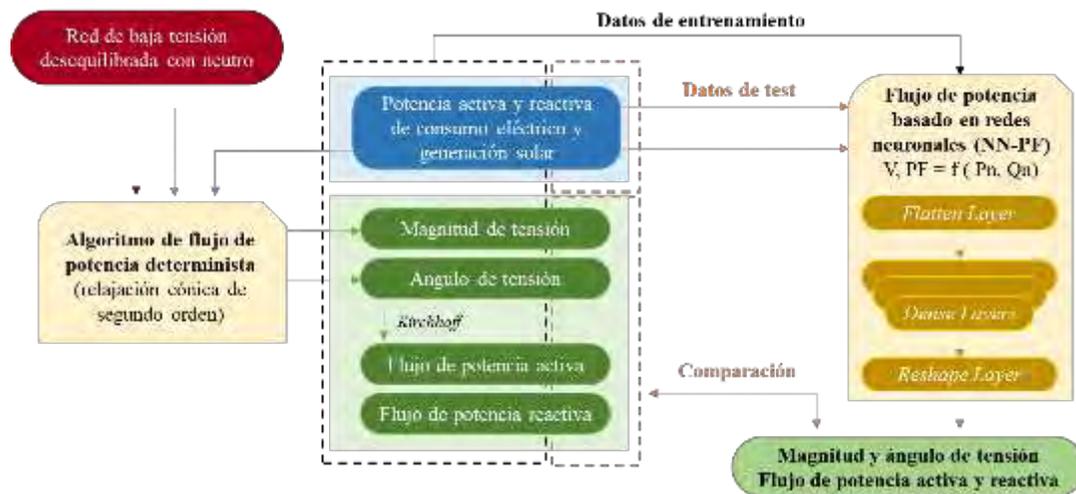
Fig. 6. Urban European network based on real topology.

Repositorio open access: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.109941>

03 | Redes neuronales para la estimación del estado de red

• Estimación de estado de la red de distribución basado en redes neuronales

- Uso de un algoritmo *Power Flow* determinista para la generación de datos sintéticos correlacionados potencia – tensión.
- Con datos históricos de monitorización de la red, este **algoritmo redes neuronales es agnóstico al modelo de red**.
- Modelo basado en datos “*data-driven*” para estimar el estado de red (tensión, flujos) e identificar eventos no deseados.
- Modelo entrenado y validado en una red de distribución de baja tensión rural (modelo de red tetrafilar desequilibrado).



Error medio absoluto (MAE) de 0.12 V (condiciones normales de red) y 0.48 V (condiciones extremas de red)

A. González-Garrido et al, “Neural Network Power Flow Approach to Detect Overload and Voltage Anomalies in Low-Voltage Unbalanced Networks, Agnostic of Network Topology” EEM24, *accepted*

04 | Optimización metaheurística de recursos controlables

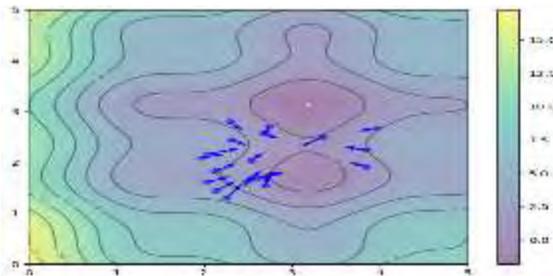
- **Desarrollo de un algoritmo metaheurístico para resolver el OPF multiobjetivo (objetivos de operación y despacho de recursos) al mismo tiempo.**

- Estos algoritmos metaheurísticos (p. ej., NSGA-II) son excelentes para obtener una solución cuasi-óptima equilibrando la precisión y el tiempo computacional.

- **Se hace uso del NN-PF para evaluar las poblaciones del algoritmo metaheurístico de manera instantánea.**

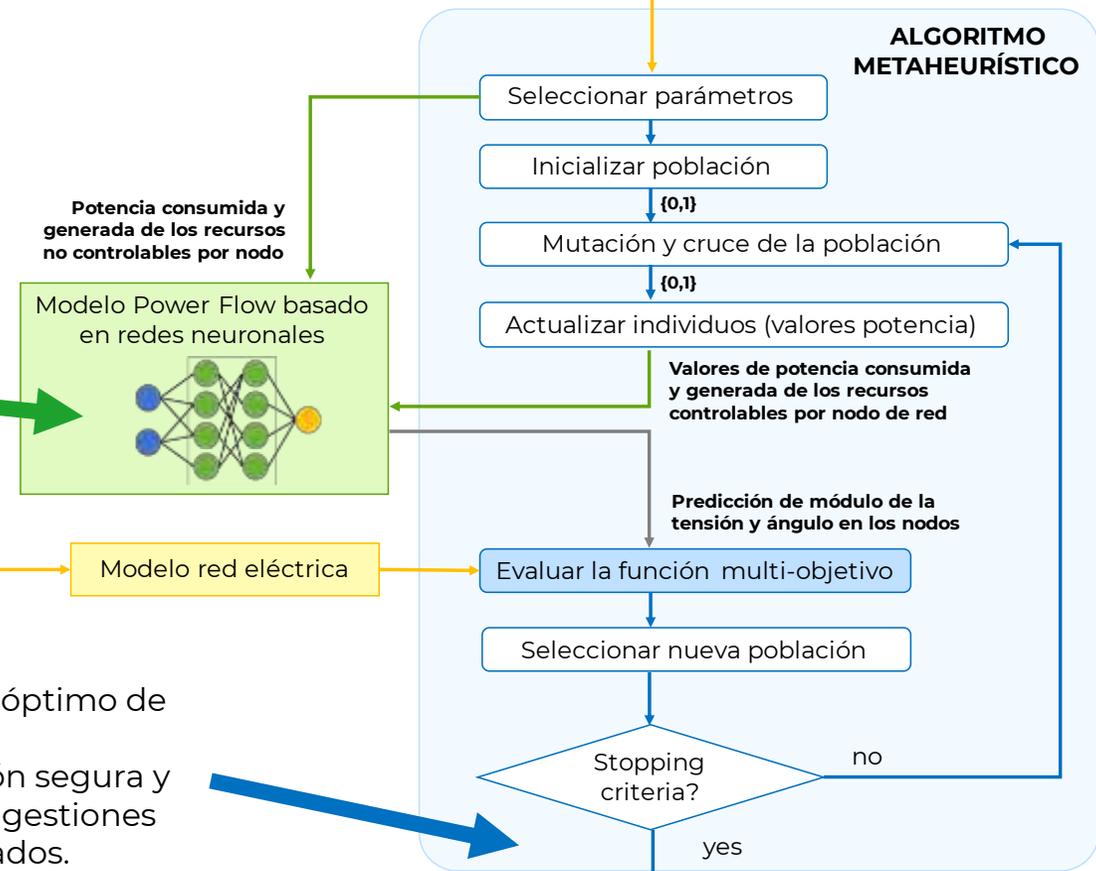
- Se busca el consenso entre múltiples objetivos del DSO:

- ✓ **Minimización de las pérdidas de potencia activa**
- ✓ **Control y mejora de la estabilidad de la tensión**
- ✓ **Minimizar el coste de activación de la flexibilidad**



- Como resultado, se obtiene el despacho óptimo de la generación y consumo de los recursos controlables, que aseguran una operación segura y costo-eficiente para el DSO (tensión, congestiones y coste) y evitan eventos de red no deseados.

Seleccionar y definir caso estudio

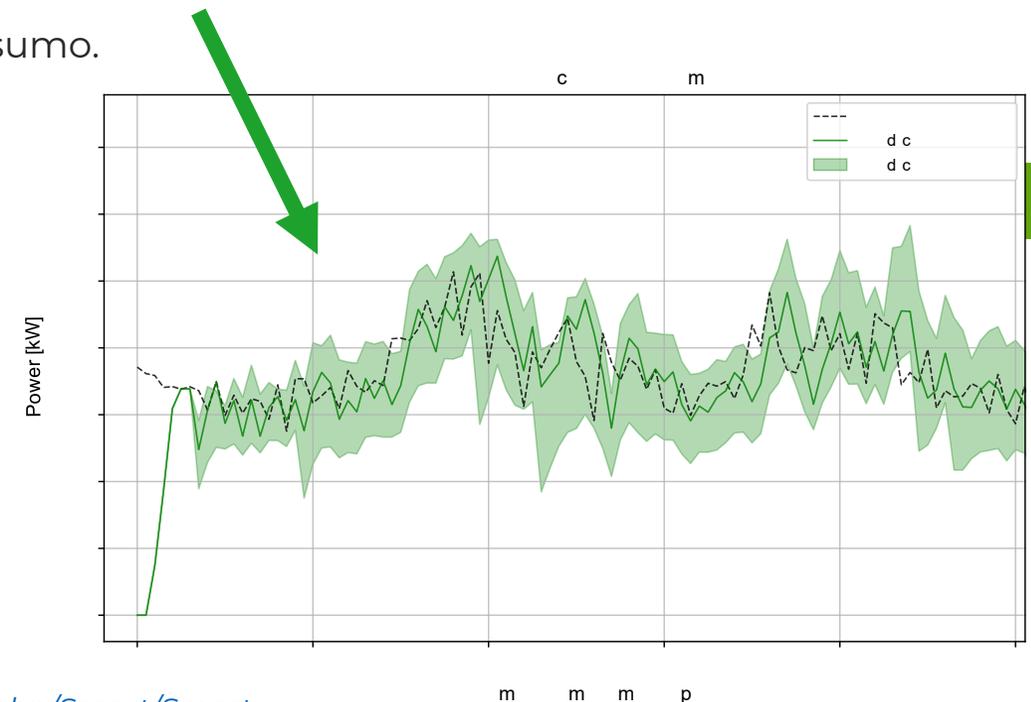
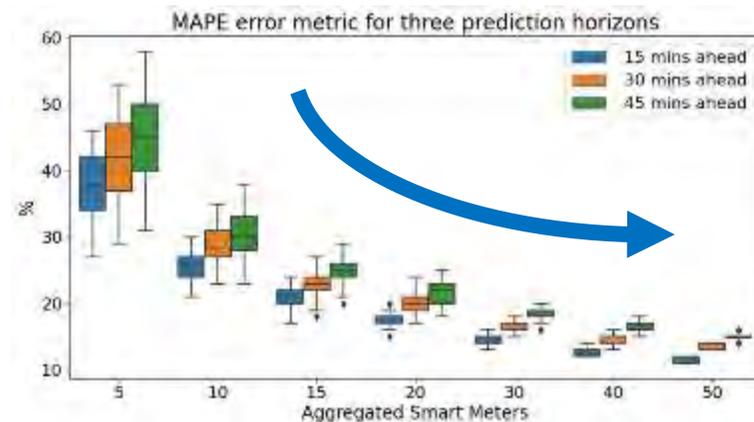


Despacho óptimo de la generación y del consumo de los recursos controlables

05 | Confianza de las predicciones a muy corto plazo

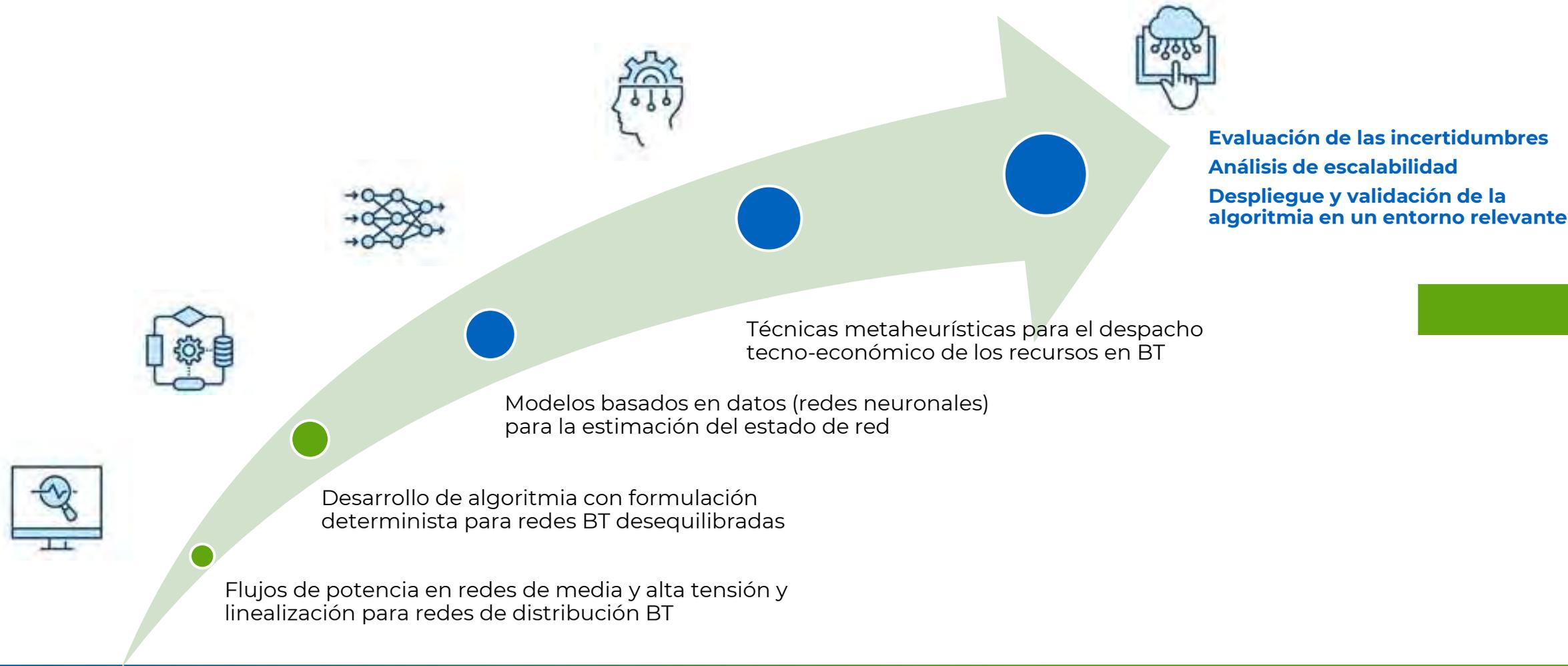
- **Predicción del consumo y generación a muy corto plazo (con discretización temporal igual o menor de 15 minutos)**
 - Dificultad de medidas en tiempo real de contadores, siendo necesarias para realizar predicciones a muy corto plazo.
 - Los **intervalos de confianza** permiten evaluar la fiabilidad del modelo e indicar la incertidumbre del perfil de predicción.
 - Identificación **'concept drift'** ante cambios en los patrones de consumo.
 - Afección/impacto de los errores de predicción en la solución OPF.

Afección del nivel de **agrupación de contadores** de las viviendas (CGP de edificio por fase) en la predicción de las predicciones



Repositorio open access: UMass Smart* Dataset – 2017 release. <https://traces.cs.umass.edu/index.php/Smart/Smart>

06 | Conclusiones y líneas de investigación futuras



06 | Conclusiones y líneas de investigación futuras

- Los algoritmos metaheurísticos están demostrando una resolución computacional muy eficiente, apoyado en las **predicciones nowcasting**, siendo soluciones muy idóneas en aplicaciones cercanas al tiempo real (de 15-min o varias vistas).
- Se pretende desarrollar y validar un algoritmo OPF que **alcance un consenso entre múltiples objetivos técnicos y económicos**, permitiendo activar la flexibilidad de los recursos energéticos de manera eficiente en la red de baja tensión.
- **Líneas de investigación futuras:**
 - Validación de los modelos ante falta de datos o condiciones extremas
 - Afección de la incertidumbre en la toma de las decisiones OPF
 - Escalabilidad en un caso de estudio más extenso/real
- Validación preliminar de los **algoritmos virtualizados en el Edge**, en una prueba de concepto en el Lab de Redes Eléctricas – TECNALIA.
 - Presentado en **Enlit Europe 2023**.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

¡GRACIAS!

TECNALIA

amaia.gonzalez@tecnalia.com



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

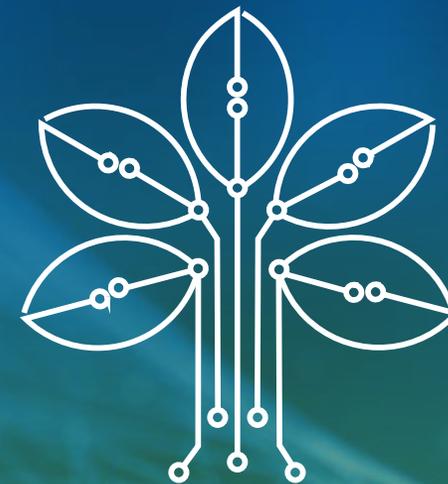
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

R Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

IV Jornadas IA4TES Redes inteligentes

Minsait

minsait



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PARA LA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
Next Generation EU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Retos

Gestión de una red mucho más compleja y dinámica en coordinación con cientos de miles de recursos distribuidos (RED).

x 1.000 número de activos que necesitan ser controlados, comenzando con el centro de transformación

x 100.000 señales de la Red que deben ser gestionadas y controladas de forma remota

x Millones REDs detrás del Contador a coordinar con producción/consumos **no controlables directamente**. En horizontes de planificación y operación



Para hacer frente a estos retos es necesario transformar los procesos de gestión de la red.

Operación :

- Centralizada en TR de activos (AT/MT) .
- Dificultades para extender TR a BT o hasta el contador.
- **ó - ' d f m c ó d p d m .**
- Inteligencia de red centralizada + automatismos básicos en el borde de la red.
- Operación sobre eventos y medidas en TR.

78

Planificación:

- **Determinista** con margen de diseño para puntas de consumo.
- Dificultades para prever el impacto de RED.

Mantenimiento:

- **Correctivo y programado.**



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

4.PLAN Planificación óptima de integración DER

Herramientas de IA para predicción de requerimientos para la red, derivados de integración masiva de generación renovable. Transformación hacia **una planificación probabilista basada en IA** capaz de prever el impacto dinámico de los DER sobre la explotación de la red y balancear entre acciones de red y servicios de flexibilidad desde LP hasta el TR.

	Actividad	IA	Miembro
4,2	Planificación óptima integración DER.	DRL.A.Prob, A. Eléc	Minsait
4.3	Generación mediante IA de escenario escenarios "what-if" de comportamiento de RED/DER.		UGR
4.4	Nowcasting de la red. Investigación y desarrollo de herramientas de predicción de consumo y generación eléctrica en los diferentes nodos de una red : 1, 5, 10, 15 minutos	SVM, ELM, HM	Tecnalia
4.5	Nowcasting de la red (escenarios alternativos). Predicción multivariable de la demanda y extracción de patrones, resumen y descripción lingüística de series temporales	DL, NLP	UGR



04 Planificación óptima integración DER: Cálculo de Hosting Capacity mediante IA.

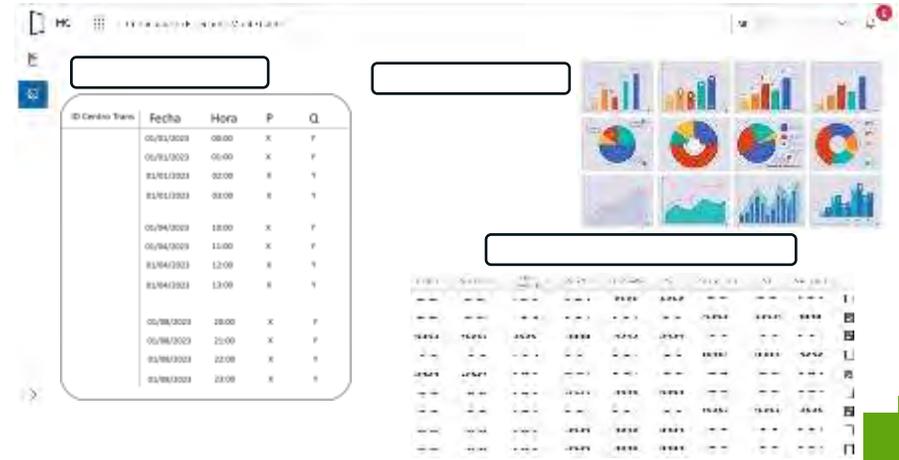
Funcionalidades



Definición de escenarios de demanda y generación para el análisis

Análisis probabilístico de la capacidad de la red.

Impacto que las nuevas solicitudes causan en la red y desglose de elementos y equipos de red con mayor probabilidad de contingencia.



80





4.OPE Mantenimiento óptimo de Red

IA para la operación dinámica e inteligente de la red con recursos RED

	Actividad	IA	Miembro
4.17	Robotización/automatización de la operación de la red. Optimización mediante Deep Reinforce Learning sobre Gemelo Digital RTE	DRL	IIC
4.22	Desarrollo de un sistema IA de control de congestión para redes de distribución basado en tarificación dinámica, reconfiguración y re-perfilado de producto.	ML OI	UPM

4.PLAN Planificación óptima de integración DER

IA capaz de prever el impacto dinámico de los DER sobre la explotación de la red y balancear entre acciones de red y servicios de flexibilidad..

04 IA4TES transforma mediante IA la gestión de la red.



4.PLAN Planificación óptima de integración DER

IA capaz de prever el impacto dinámico de los DER sobre la explotación de la red y balancear entre acciones de red y servicios de flexibilidad..

4.OPE Operación óptima de la Red

IA para la operación dinámica e inteligente de la red con recursos RED

4.MAN Mantenimiento óptimo de Red

Mantenimiento óptimo de activos hasta BT en redes de distribución. Más preciso, integral y minimizando riesgos y coste

	Actividad	IA	Miembro
4.7	Mantenimiento óptimo de activos de red (trafo) como Gemelo Digital.	Soft sens	Tecnalia
4.8	Mantenimiento óptimo de activos a nivel de sistema en redes de distribución.	BDT	Minsait
4.9	Análisis de impacto de propagación de averías para optimizar inversión de activos . Priorización de inversiones de mantenimiento de red.		baobab
4.10	Visión Artificial para el mtto de la red de distribución.	VA	baobab
4.11	Detección y cuantificación visual de patologías en centrales, estaciones y S/E eléctricas :	VA, DL	USAL
4.18	Optimización de los trabajos de O&M en la red		IIC
4.19	Análisis automatizado de imágenes para diagnóstico de dispositivos de red.		IIC
4.23	Framework de multimodal learning para monitorizar mediante imágenes sensores y predecir eventos anómalos en líneas distribución y transporte	VA, ML	UPM
4.24	Optimización de rutas de inspección y mtto. Maximizar el beneficio como resultado de planificaciones de operaciones optimizadas.		baobab



04 Optimización del programa de mantenimiento de activos de en base a su estado de salud e impacto en la operación.

Funcionalidades



Calculo, continuo de estado previsto de activos (health index) y proyección futura.

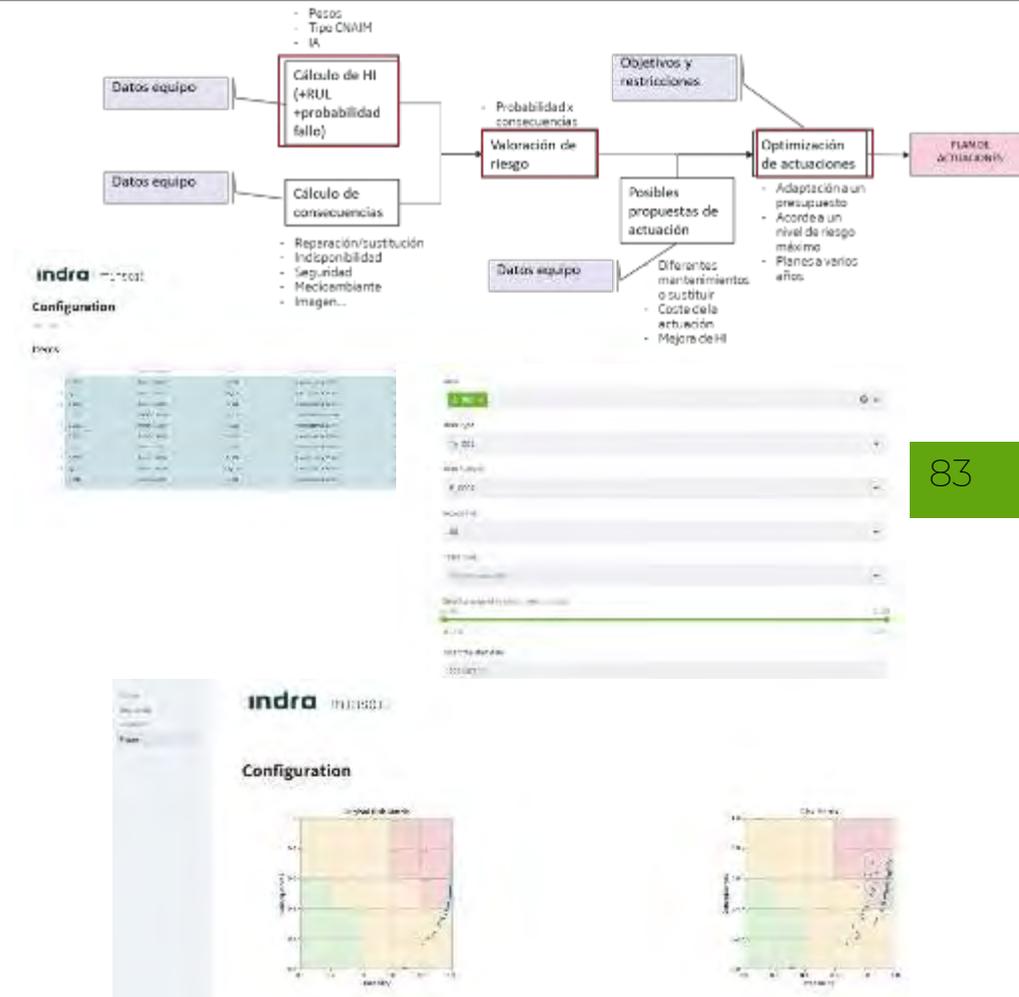
Gestión de catalogo de actuaciones de mantenimiento e impacto medio sobre activos : Trafos, interruptores y líneas.



Optimización personalizada y dinámica: horizonte temporal , simulación bajo distintos criterios y presupuestos mensuales y anuales



Visualización de resultados, **plan optimo de actuación de preventivo** y **cuantificación de la mejora en el riesgo/impacto agregado** sobre el parque de activos de distribución



04 IA4TES transforma mediante IA la gestión de la red.



4.PLAN Planificación óptima de integración DER

IA capaz de prever el impacto dinámico de los DER sobre la explotación de la red y balancear entre acciones de red y servicios de flexibilidad..

4.OPE Operación óptima de la Red

IA para la operación dinámica e inteligente de la red con recursos RED

4.MAN Mantenimiento óptimo de Red

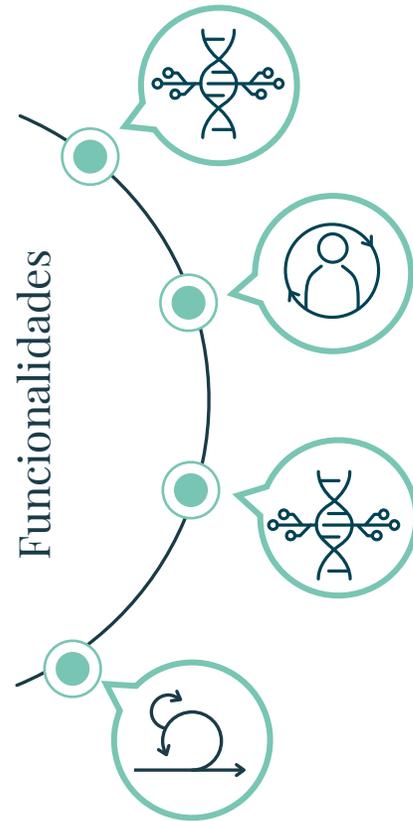
Mantenimiento óptimo de activos hasta BT en redes de distribución. Más preciso, integral y minimizando riesgos y coste

4.DIS Infraestructura inteligente

Desarrollos y herramientas para dotar de inteligencia distribuida a los nodos de la Red. Optimizando la operación, calidad y resiliencia de la red.

	Actividad	IA	Miembro
4.12	Infraestructura inteligente. Distribución de la inteligencia al borde de la red/DER. Pipeline de distribución de IA a la red Desarrollo de las distribuidas:.	VA AR	Minsait
4.13	Infraestructura inteligente..Now Casting y OPF desplegados y securizados en Edge		Tecnalia
4.14	Subestación Inteligente. Edge Computing aplicada a las infraestructuras distribuidas inteligentes • PoC de microservicios para la interconexión entre nodos dentro del mismo anillo de media o baja tensión con IA distribuida.		Barbara
4.25	Infraestructura inteligente. Estudio funcionamiento de los dispositivos de Edge Intelligence , implementación del pipeline para ejecutar las en dispositivos TPU		UGR

4.12	Infraestructura inteligente. Distribución de la inteligencia al borde de la red/DER	
100%	Framework de despliegue y gestión continua de IA en el edge y entrenamiento sintético.	Aplicación a detección de incendios.
100%	Detección mediante IA de ciberataques Edge. Dotando al Edge de capacidad de detección de ciberataques y coordinación entre modelos locales.	MVP completo basado en aprendizaje federado. Pdte validación.
10%	Control de vegetación en líneas	



Detección temprana de incendios.
Control de vegetación.

Generación de imágenes mediante motores de generación sintética

Sistema federado de detección en el edge de riesgos de ciberseguridad.

Consulta de alarmas, avisos en herramienta de cuadro de mando



04 IA4TES transforma mediante IA la gestión de la red.



4.PLAN Planificación óptima de integración DER

IA capaz de prever el impacto dinámico de los DER sobre la explotación de la red y balancear entre acciones de red y servicios de flexibilidad..

4.OPE Operación óptima de la Red

IA para la operación dinámica e inteligente de la red con recursos RED

4.MAN Mantenimiento óptimo de Red

Mantenimiento óptimo de activos hasta BT en redes de distribución. Más preciso, integral y minimizando riesgos y coste

4.DIS Infraestructura inteligente

Desarrollos y herramientas para dotar de inteligencia distribuida los nodos de la Red.

4.EXP Explotación óptima de la Red

Otros elementos que pueden incidir en las prestaciones de los servicios de la Red en las condiciones óptimas

	Actividad	IA	Miembro
4.15	Detección de anomalías. Detectar y caracterizar patrones de consumo tanto fraudulentos, como en ausencia de fraude		eProgram
6.6	Detección de pérdidas no técnicas		IIC
4.16	Descubrimiento de la red eléctrica de BT: Validación automática de inventario de red y gemelo digital para simulaciones.		Ariadna
4.21	IA para detección y respuesta a ciberataques sobre Smart meters.	ML, ABM	UPM



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

04 IA4TES transforma mediante IA la gestión de la red.



ML, DL, RL, Digital Twin
O.Prob, RNIF, IA distribuida, A.Federado, VA

4.PLAN Planificación óptima de integración DER

IA capaz de prever el impacto dinámico de los DER sobre la explotación de la red y balancear entre acciones de red y servicios de flexibilidad..

4.OPE Operación óptima de la Red

IA para la operación dinámica e inteligente de la red con recursos RED

4.MAN Mantenimiento óptimo de Red

Mantenimiento óptimo de activos hasta BT en redes de distribución. Más preciso, integral y minimizando riesgos y coste

4.DIS Infraestructura inteligente

Desarrollos y herramientas para dotar de inteligencia distribuida a los nodos de la Red.

4.EXP Explotación óptima de la Red

Otros elementos que pueden incidir en las prestaciones de los servicios de la Red en las condiciones óptimas



MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO DE DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



¡GRACIAS!



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia