

Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente a la inteligencia artificial

ETSICCP. Madrid, 26 de mayo de 2026



Primero los datos, después la IA: construyendo un Espacio de Datos para la resiliencia ferroviaria

Carlos Romero

Profesor Ayudante Doctor

ETSI Caminos, Canales y Puertos (UPM)

IA y digitalización en el FC: medio, no fin

La inteligencia artificial y la digitalización no son un objetivo en sí mismas. Son herramientas al servicio de problemas concretos que afectan a la operación y resiliencia de las infraestructuras de transporte.



Problemas físicos

Los riesgos reales que afectan a la infraestructura ferroviaria y su operación diaria



Problemas tecnológicos

Barreras que impiden aprovechar los datos disponibles para anticipar esos riesgos

Necesario resolver primero el problema de los datos para poder dar respuesta al problema físico

El desafío climático

Los eventos climáticos adversos afectan cada vez con mayor frecuencia e intensidad a la operación de las infraestructuras de transporte

no es solo un problema en el ferrocarril

no solo a largo plazo (cambio climático) sino también en la operación diaria.

El temporal de viento extremo en Catalunya provoca el cierre de estaciones, limitación de velocidad y líneas cortadas en Rodalies



El aeropuerto de Málaga esta mañana. Controladores aéreos

MÁLAGA

Las intensas lluvias y las fuertes rachas de viento obligan a desviar cinco vuelos del aeropuerto de Málaga

El problema: datos en silos

Los datos necesarios para anticipar y gestionar estos fenómenos existen, pero están dispersos en silos institucionales que no se comunican entre sí.

Fuentes abiertas disponibles

- ✓ Series climáticas históricas y proyecciones
- ✓ Datos meteorológicos en tiempo real
- ✓ Modelos digitales de elevación
- ✓ Imágenes satelitales (Copernicus)

Datos operativos restringidos

- ⚠ Sensórica instalada en vía
- ⚠ Incidencias y restricciones de servicio
- ⚠ Umbrales operativos de seguridad
- ⚠ Compartición entre distintas áreas

Necesario multiplicar el valor del dato público al ponerlo en contexto con la realidad operativa del transporte

El **Espacio de Datos de Cambio Climático en Infraestructuras de Transporte** integra fuentes abiertas con la realidad operativa del transporte para anticipar el impacto de eventos climáticos adversos sobre infraestructuras críticas



Integrar

Fuentes geoespaciales abiertas hoy dispersas: datos climáticos, imágenes satelitales, Infraestructuras de transporte



Proteger

Datos operativos bajo control exclusivo de cada administrador de infraestructura, con **políticas de acceso soberanas**



Anticipar

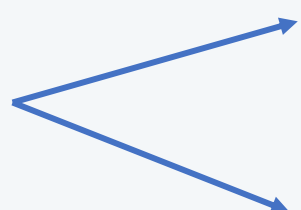
Riesgos climáticos **cruzando datos que hoy no dialogan**, generando conocimiento accionable para cada modo de transporte

EDACCIT: ecosistema

Desarrollo



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Casos de uso



Solución
tecnológica



Proveedor tecnológico



Proveedores de datos y Usuarios



Ports de Balears

Autoritat Portuària de Balears



EDACCIT: Casos de uso

Tres casos centrados en eventos climáticos adversos que afectan a la operación de cada modo de transporte



Ferrocarriles

Evento: Viento cruzado en temporales

Impacto: Reducción de velocidad y potencial suspensión de servicios en tramos expuestos

Datos necesarios

Datos de predicción de viento (velocidad y dirección), topografía, características del trazado, *umbrales operativos*



Puertos

Evento: Temporales marítimos y nivel del mar

Impacto: Riesgo de rotura de amarras debido a las condiciones de viento y oleaje

Datos necesarios

Oleaje, nivel del mar, batimetría, *registros de actividad portuaria*



Aeropuertos

Evento: Viento y lluvia en la aproximación al aeropuerto

Impacto: Riesgo de retrasos por condiciones meteorológicas adversas en el aterrizaje

Datos necesarios

Datos meteorológicos, registros operativos, caracterización de las pistas, *retrasos admisibles*

EDACCIT: Casos de uso



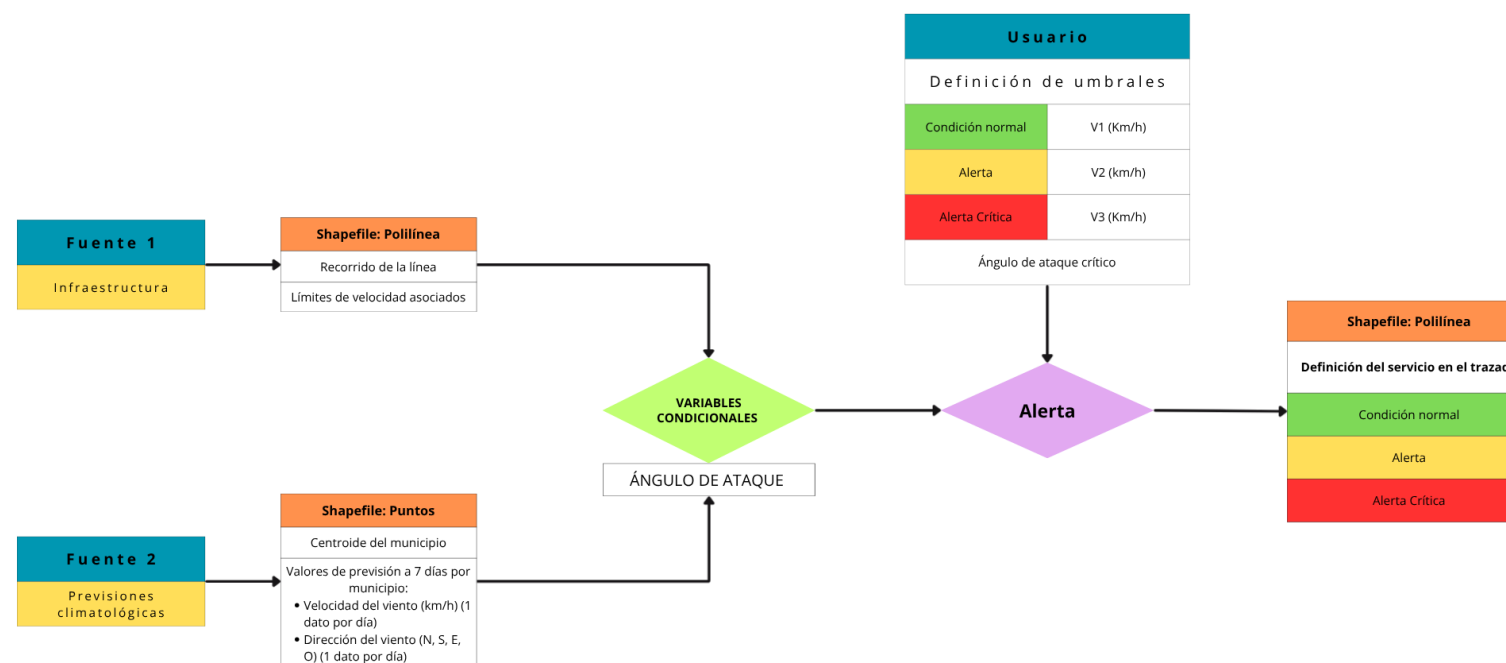
Ferrocarriles

Evento: Viento cruzado en temporales

Impacto: Reducción de velocidad y potencial suspensión de servicios en tramos expuestos

Datos necesarios

Datos de predicción de viento (velocidad y dirección), topografía, características del trazado, *umbrales operativos*





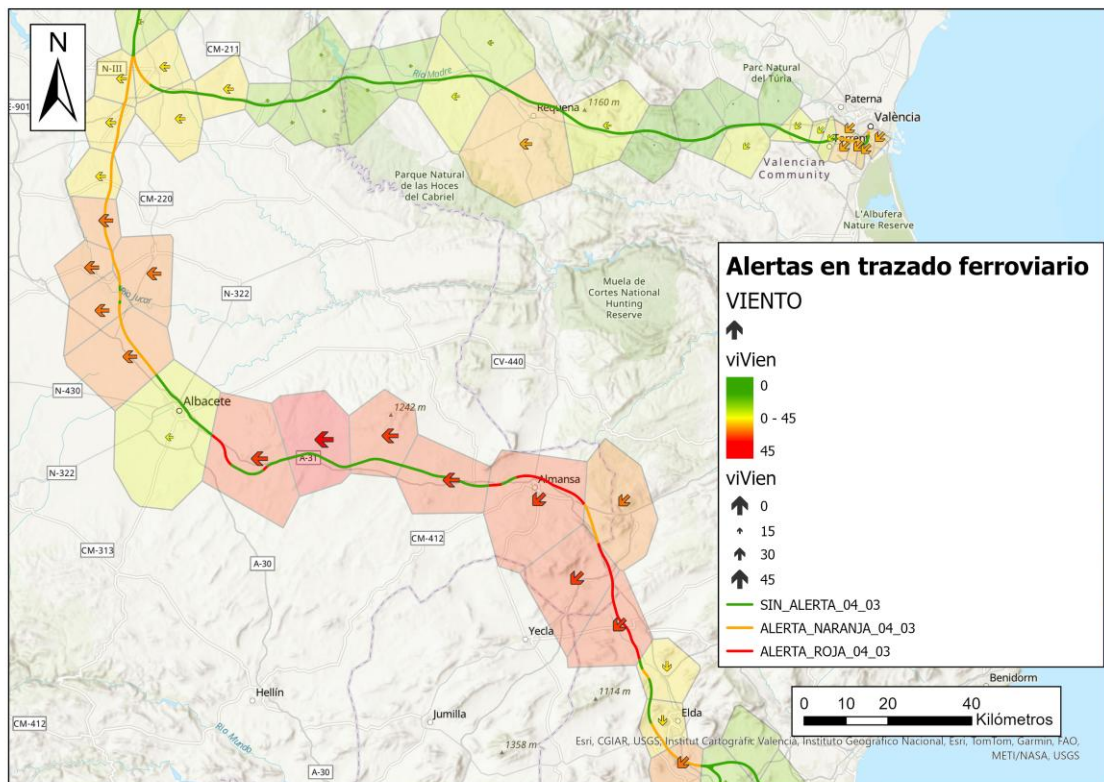
Ferrocarriles

Evento: Viento cruzado en temporales

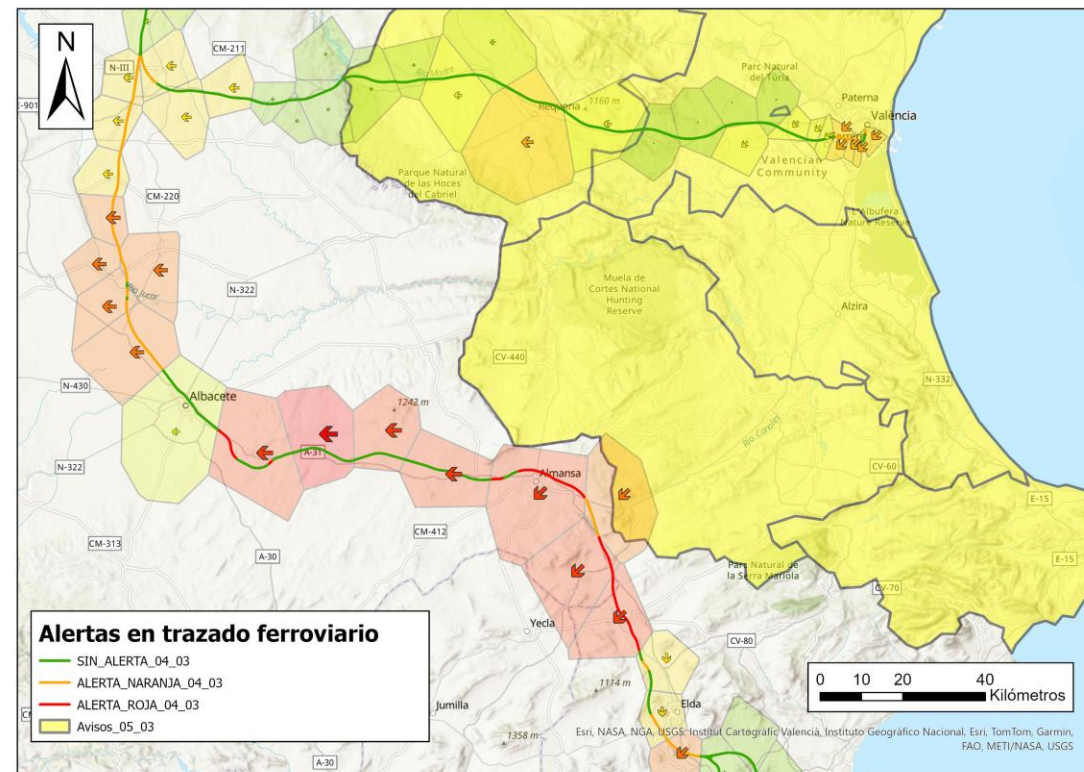
Cátedra Adif - UPM



Efecto del ángulo de ataque



Comparación con avisos AEMET

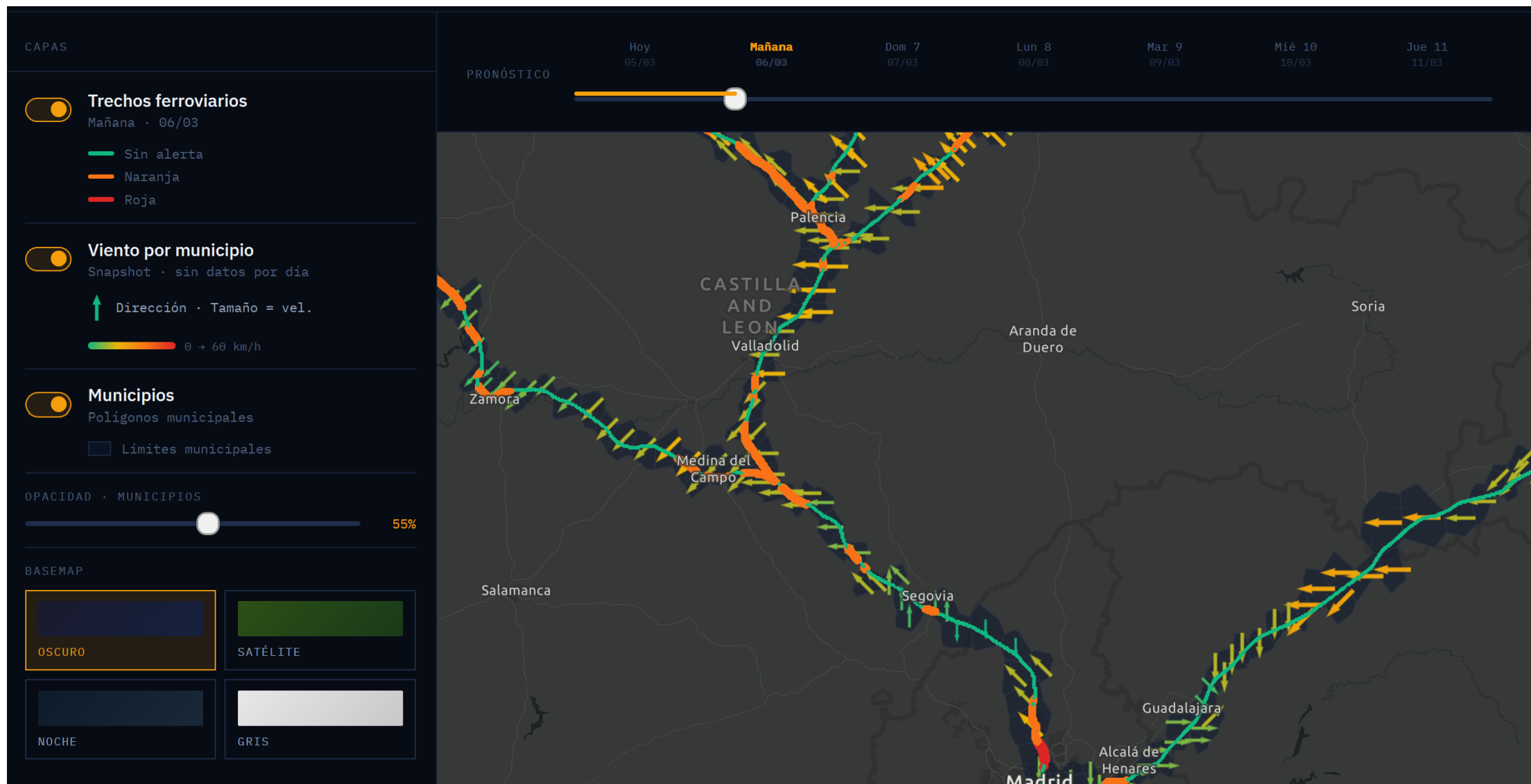




Ferrocarriles

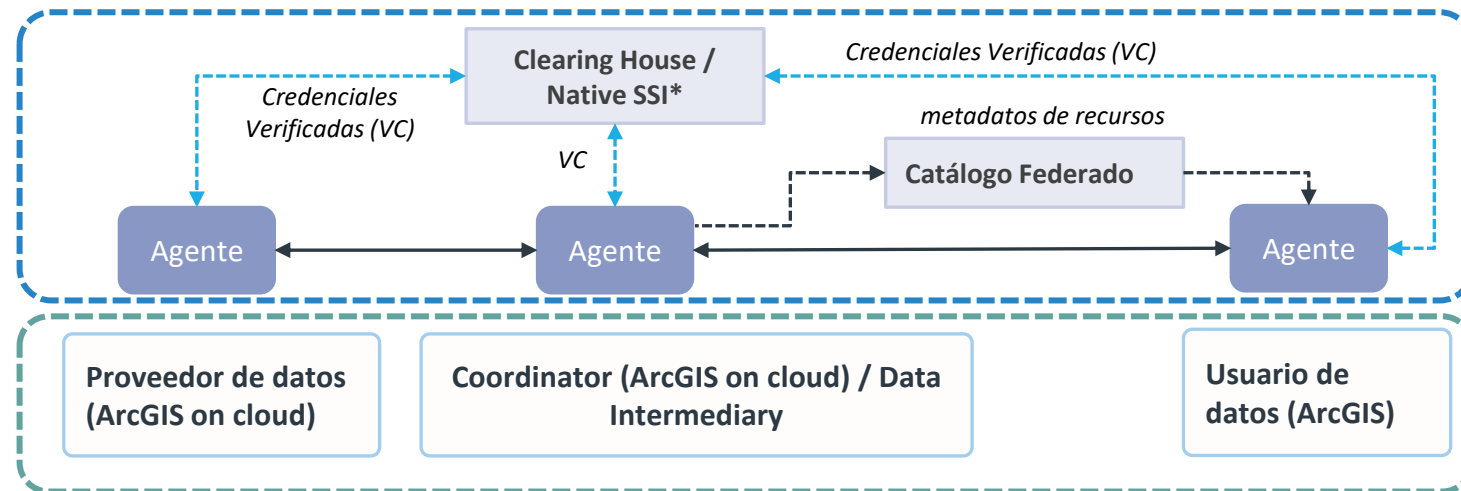
Evento: Viento cruzado en temporales

Cátedra Adif - UPM



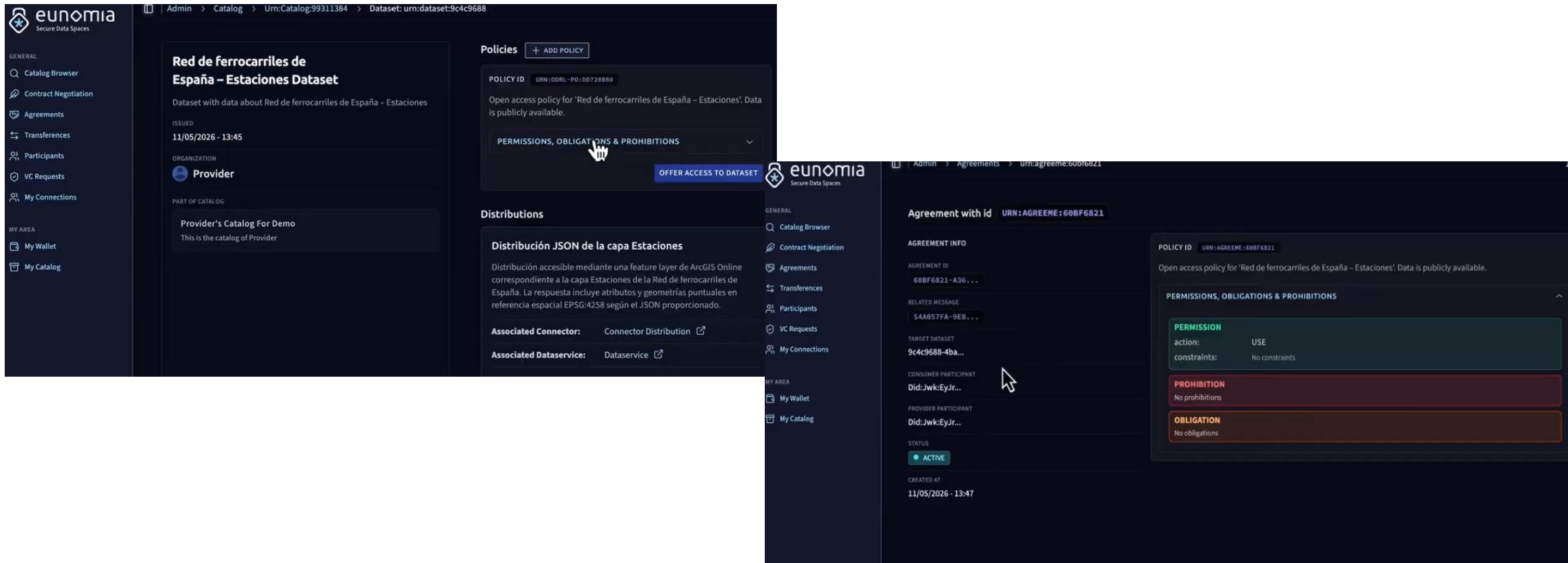
EDACCIT: Aproximación técnica

Solución basada en ArcGIS Enterprise + desarrollos UPM de Conectores de Datos y Gestor de Identidades para cumplir con estándares internacionales de ED.



EDACCIT: Aproximación técnica

- Plataforma de Espacio de Datos (**EUNOMIA**, GING-UPM) - *demo*



The image displays two overlapping screenshots of the EUNOMIA platform interface, which is a Secure Data Spaces environment.

Left Screenshot: Dataset Details

- Header:** eunomia Secure Data Spaces
- Breadcrumbs:** Admin > Catalog > Urn:Catalog:99311384 > Dataset: urn:dataset:9c4c9688
- Left Sidebar:** GENERAL, Catalog Browser, Contract Negotiation, Agreements, Transferences, Participants, VC Requests, My Connections, MY AREA, My Wallet, My Catalog.
- Main Content:**
 - Red de ferrocarriles de España – Estaciones Dataset:** Dataset with data about Red de ferrocarriles de España – Estaciones.
 - ISSUED:** 11/05/2026 - 13:45
 - ORGANIZATION:** Provider
 - PART OF CATALOG:** Provider's Catalog For Demo. This is the catalog of Provider.
 - Policies:** + ADD POLICY. POLICY ID: URN:ODRL-PO:00728888. Open access policy for 'Red de ferrocarriles de España – Estaciones'. Data is publicly available.
 - Distributions:**
 - Distribución JSON de la capa Estaciones:** Distribución accesible mediante una feature layer de ArcGIS Online correspondiente a la capa Estaciones de la Red de ferrocarriles de España. La respuesta incluye atributos y geometrías puntuales en referencia espacial EPSG:4258 según el JSON proporcionado.
 - Associated Connector:** Connector Distribution
 - Associated Dataservice:** Dataservice

Right Screenshot: Agreement Details

- Breadcrumbs:** Admin > Agreements > urn:agreement:608f6821
- Left Sidebar:** Same as the left screenshot.
- Main Content:**
 - Agreement with id:** URN:AGREEMENT:608F6821
 - AGREEMENT INFO:**
 - AGREEMENT ID:** 608F6821-A36...
 - RELATED MESSAGE:** 54A857FA-9E8...
 - TARGET DATASET:** 9c4c9688-4ba...
 - CONSUMER PARTICIPANT:** Did:Jwk:EyJr...
 - PROVIDER PARTICIPANT:** Did:Jwk:EyJr...
 - STATUS:** ACTIVE
 - CREATED AT:** 11/05/2026 - 13:47
 - POLICY ID:** URN:AGREEMENT:608F6821. Open access policy for 'Red de ferrocarriles de España – Estaciones'. Data is publicly available.
 - PERMISSIONS, OBLIGATIONS & PROHIBITIONS:**
 - PERMISSION:** action: USE, constraints: No constraints
 - PROHIBITION:** No prohibitions
 - OBLIGATION:** No obligations

EDACCIT y la IA: visión de futuro

EDACCIT: base para incorporar modelos de IA aplicados al ferrocarril una vez que el dato es robusto y soberano

Posibles direcciones futuras de investigación, con mayor precisión y alcance:



Detección de arbolado con riesgo de caída mediante análisis de imágenes satelitales y LiDAR



Predicción de restricciones por viento cruzado integrando sensórica en tiempo real con modelos de exposición



Monitorización de temperatura de carril para anticipar deformaciones y activar protocolos de pandeo

Objetivo final: de datos de calidad a decisiones apoyadas en la IA

Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente a la inteligencia artificial

ETSICCP. Madrid, 26 de mayo de 2026



GRACIAS

Por su atención

CONTACTO



Carlos Romero

ETSICCP. Universidad Politécnica de Madrid

carlos.romeromorales@upm.es