



Capital  
Digital

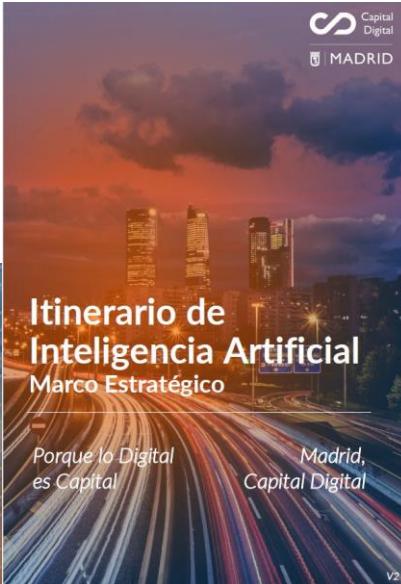


MADRID

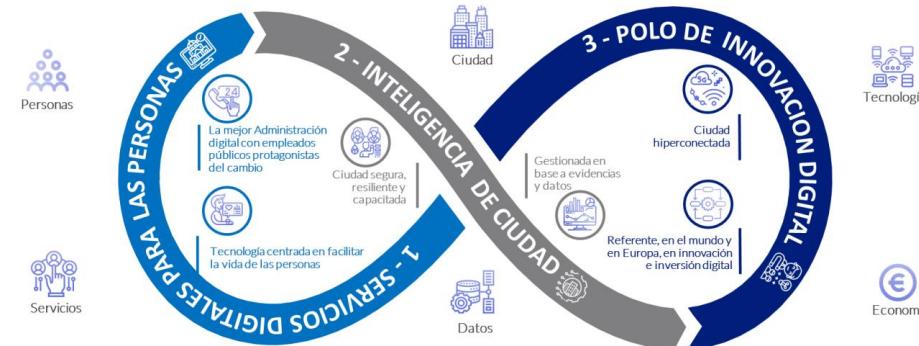
# La IA en los túneles urbanos de Madrid

UTE Explotación Túneles  
SICE S.A. – API MOVILIDAD S.A.

SMARTCITY  
EXPO WORLD CONGRESS



# MADRID, CAPITAL DIGITAL – INTELIGENCIA DE CIUDAD



## Objetivo estratégico 2: *Inteligencia de Ciudad*

Para impulsar este objetivo estratégico, la Ciudad de Madrid cuenta con distintos proyectos habilitadores e impulsores de la transformación, estructurados en los dos ejes estratégicos:

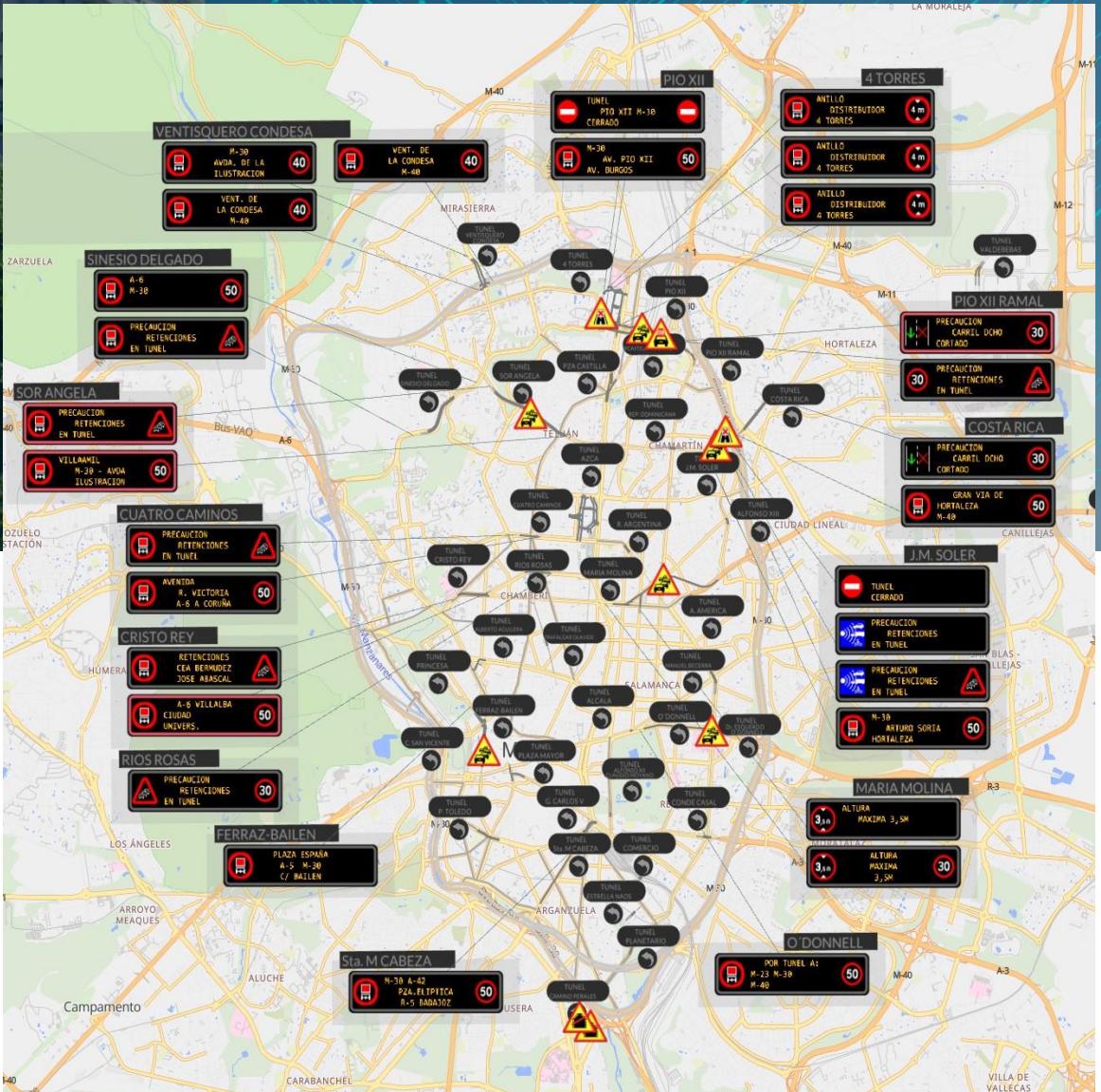
### Eje estratégico 3:



Ciudad segura, resiliente y capacitada



### Programa 5. INTELIGENCIA DIGITAL Y SOSTENIBLE EN LA GESTIÓN



# 40 TÚNELES DISTRIBUIDOS POR TODA LA CIUDAD.

## MAS DE UN MILLÓN DE CIRCULACIONES DIARIAS

### LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL UNA NUEVA PERSPECTIVA DE TRABAJO. ¡¡¡ IA !!!

Instalaciones tecnológicas modernizadas e integradas en un único sistema.

- Equipamiento más relevante:
  - 726 ventiladores
  - 465 paneles de información variable
  - 818 cámaras (DAI, IA, PTZ, ...)
  - 862 detectores medioambientales
  - 337 switches de comunicaciones
- Más de 38.000 señales de control en tiempo real.



## LOS TÚNELES CON MAYOR SEGURIDAD POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- **TRATAMIENTO GLOBAL E INTEGRADA DE LA INFORMACIÓN.**
- **EVALUACIÓN DE LOS DATOS EN TIEMPO REAL.**
- **MAYOR CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN.**
- **APRENDIZAJE Y OPERATIVIDAD EN SITUACIONES SIMILARES.**
- **INTEGRACIÓN DE OTROS SISTEMAS.**
- **ALGORITMOS DE VENTILACIÓN AJUSTADOS A LA REALIDAD**

00.

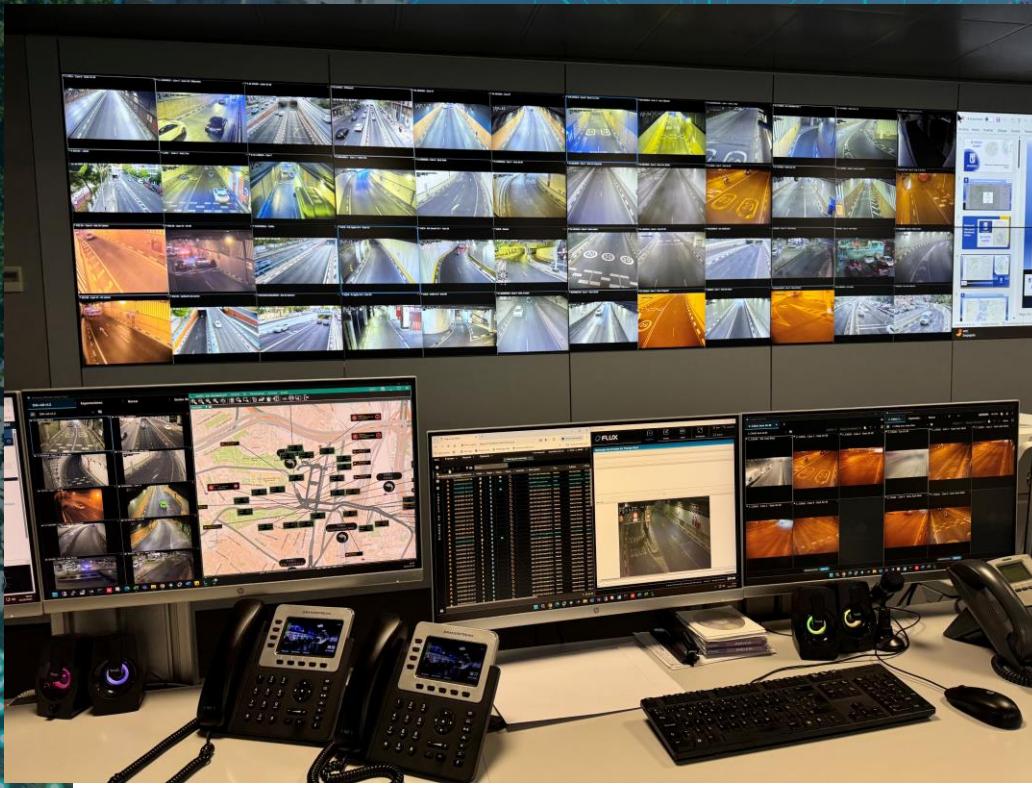
**SISTEMA DE  
GESTIÓN  
INTEGRAL DE  
TÚNELES E ITS**





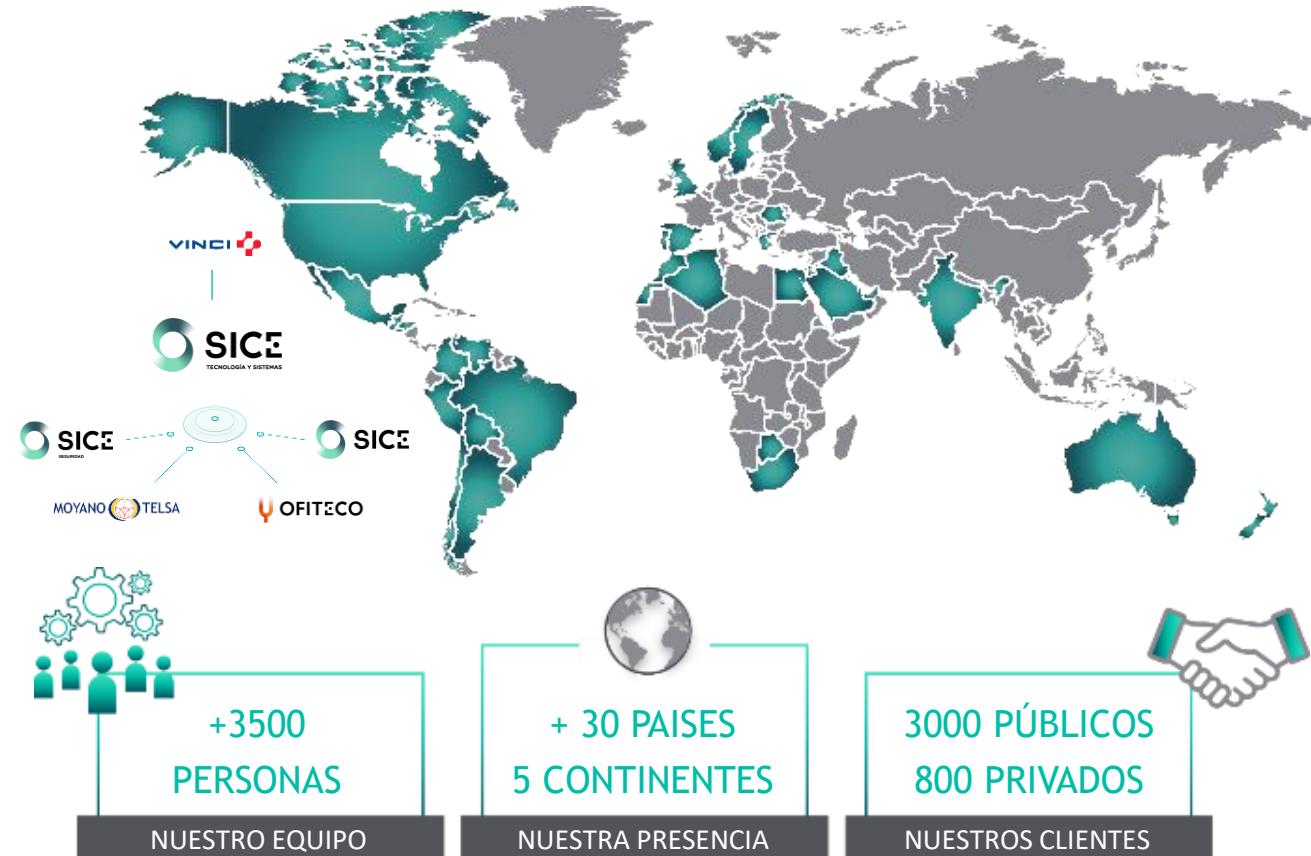
# LOS TÚNELES URBANOS DEL AYTO. DE MADRID FORMAN UN CONJUNTO DE INFRAESTRUCTURAS QUE AFECTAN A LA MOVILIDAD EN EL ENTORNO URBANO DE LA CIUDAD.

- 40 túneles urbanos de distintas longitudes y tipologías.
- 5 túneles con una longitud superior a 1 km. (entre ellos, el túnel de María de Molina, con una longitud de casi 2 km.).
- 2 túneles singulares que actúan como anillos distribuidores subterráneos de áreas comerciales o empresariales (Azca y Cuatro Torres).
- 41 km de viales.



# SICE COMO COMPAÑÍA

SICE es una empresa multinacional **integradora de tecnologías** cuya actividad se centra principalmente en la prestación de servicios de **valor añadido** mediante la integración de diferentes tecnologías y sistemas, propios y de terceros, orientados a ofrecer la mejor solución, personalizada para cada cliente.



# SICE, LÍDER MUNDIAL EN GESTIÓN DE TÚNELES



**+40**

Años de experiencia en  
el sector de ITS y  
TÚNELES

**+200**

Túneles integrados con  
la plataforma SIDERA.

**+400 km**

de túneles en los cinco  
continentes. Presente  
en 20 países.

**+4 M**

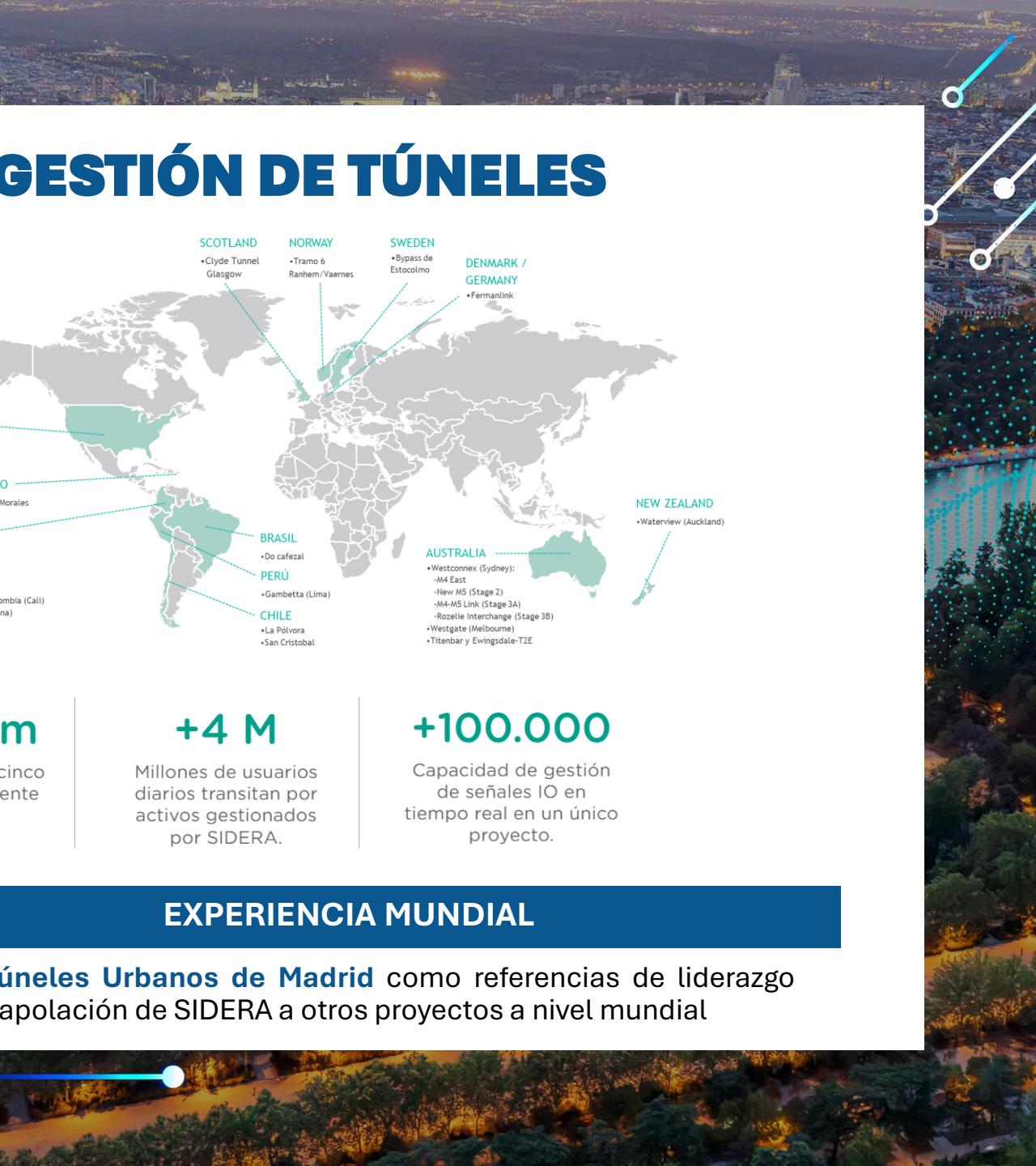
Millones de usuarios  
diarios transitan por  
activos gestionados  
por SIDERA.

**+100.000**

Capacidad de gestión  
de señales IO en  
tiempo real en un único  
proyecto.

## EXPERIENCIA EN ESPAÑA Y PORTUGAL

La experiencia recogida en los proyectos de **Madrid Calle 30** y **Túneles Urbanos de Madrid** como referencias de liderazgo internacional en la **gestión inteligente de túneles**, ha permitido la extrapolación de SIDERA a otros proyectos a nivel mundial



## EXPERIENCIA MUNDIAL

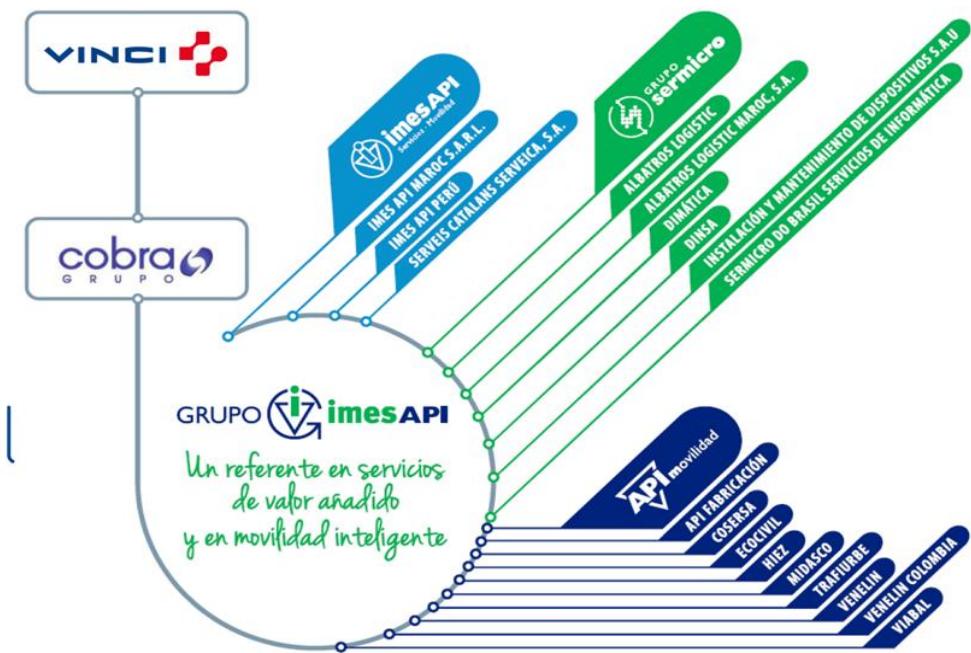


## COMO COMPAÑÍA



**imesAPI** es una gran empresa instaladora eléctrica del grupo VINCI desde diciembre de 2021 (antes de ACS Dragados), con más de 6.000 empleados y 500 millones de euros de facturación anual, con gran presencia geográfica en España y con un departamento de Sistemas de Control especializado en soluciones tecnológicas de adquisición de datos y de software para clientes públicos.

## Estructura empresarial



# IMESAPI, DELEGACIÓN DE CONTROL

Desde el año 2011 la Delegación de Sistemas de Control de **imesAPI** proporciona soluciones tecnológicas de alto valor añadido, adaptadas a las necesidades y expectativas de sus clientes.

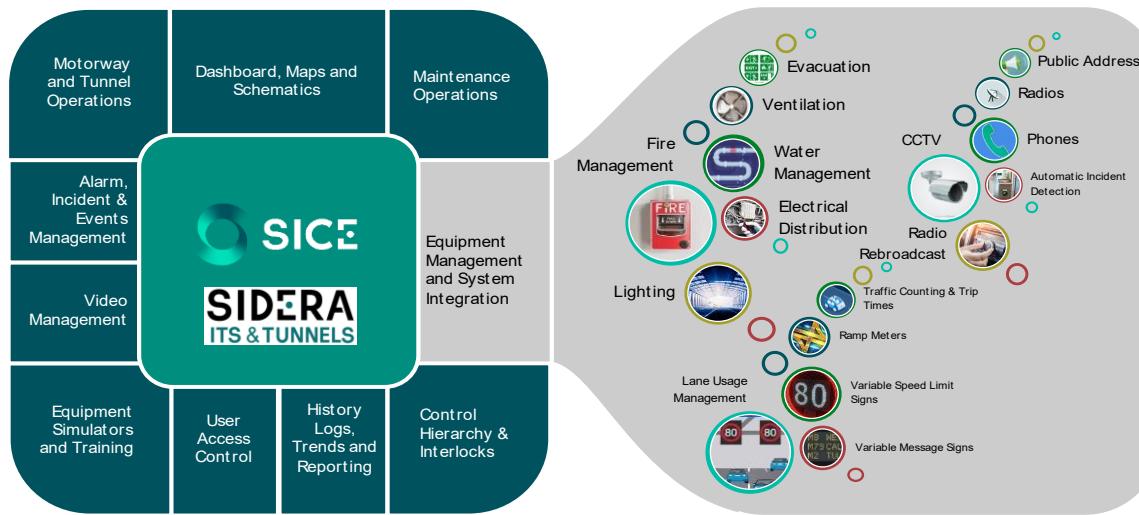
- **La tecnología como pilar básico para la prestación de un servicio eficiente.**
- Soluciones completas e integrales: ingeniería, suministro, instalación, configuración, puesta en marcha, integración, mantenimiento...
- **Investigación avanzada, desarrollo tecnológico e innovación.**
- Apuesta global por proyectos de movilidad sostenible y eficiente.

Proyectos destacados dentro del ámbito de la movilidad

- **Suministro, instalación, configuración y puesta en servicio del sistema de gestión de una zona de bajas emisiones en la ciudad de Getafe.**
- **Suministro, instalación, integración, gestión y mantenimiento de un sistema de cámaras para el acceso al interior de la M-30 en función del distintivo ambiental del Ayuntamiento de Madrid.**
- **Alicante se mueve: "Being Smart" del Ayuntamiento de Alicante, enmarcado dentro de la 2ª convocatoria de Ciudades Inteligentes de Red.es.**
- **Suministro, instalación y mantenimiento de un sistema de videovigilancia para el Ayuntamiento de Cubas de la Sagra (Madrid).**
- **Suministro e instalación de pantallas TFT informativas en flota de autobuses, soportes MUPI en paradas y comunicaciones integradas y accesibles en Granada.**
- **Suministro, instalación, configuración y puesta en servicio del sistema de gestión de una zona de bajas emisiones en la ciudad de Segovia.**
- **Sistema de lectura de matrículas y red de comunicaciones en el municipio de Arroyomolinos.**



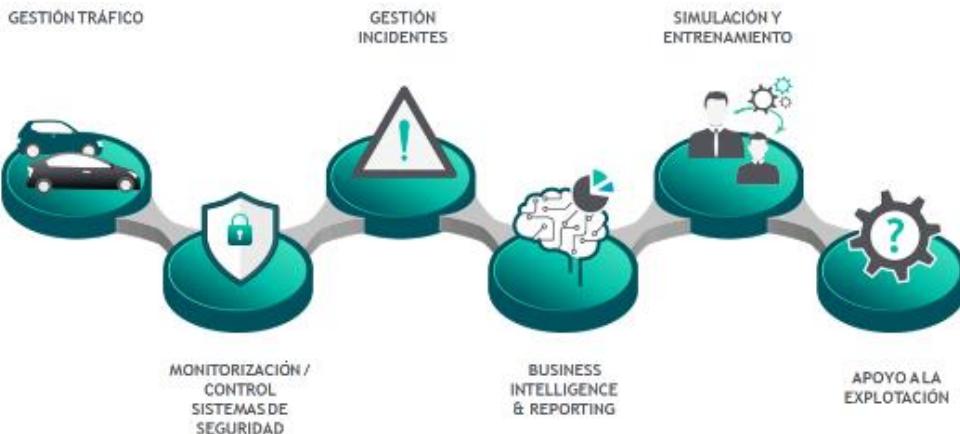
Proyecto zona ZBE  
municipio de Segovia



# **SIDERIA ITS - PLATAFORMA AVANZADA DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS EN TÚNELES DE MADRID**

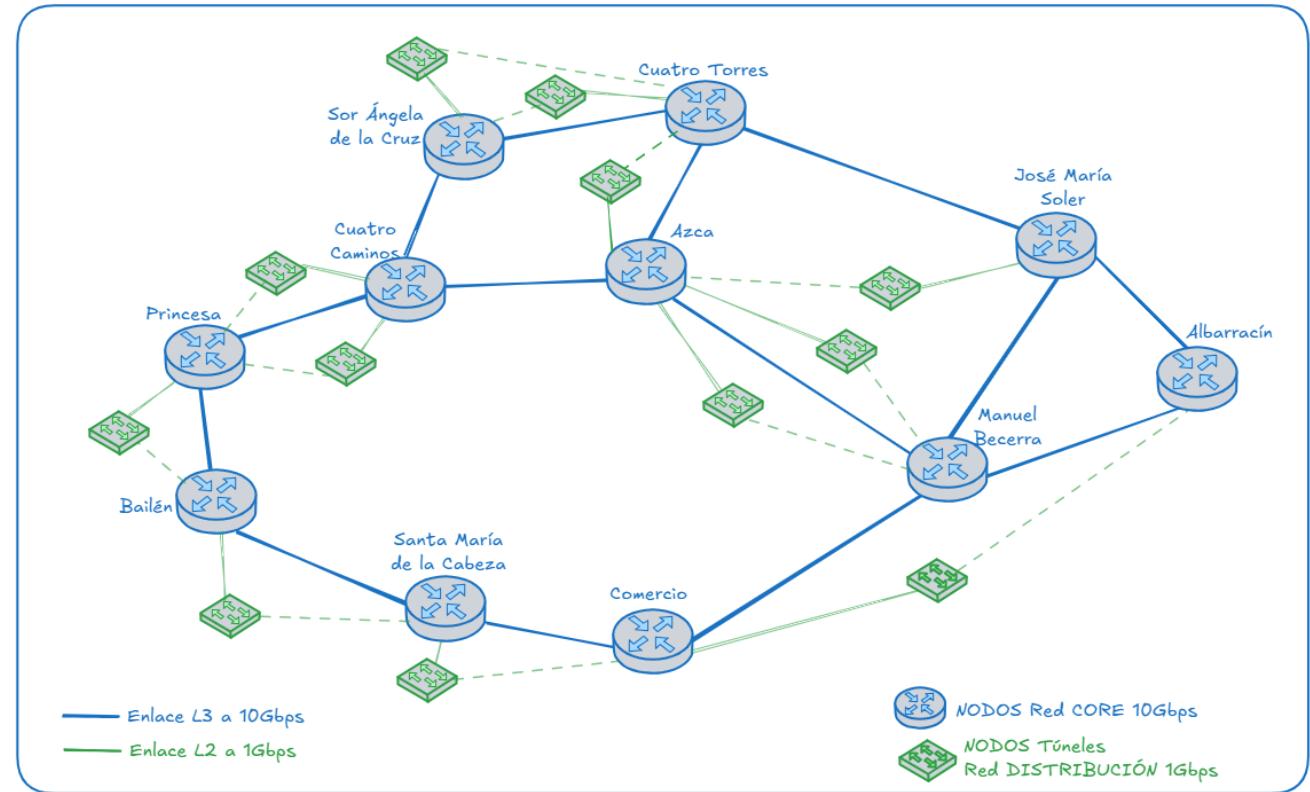
## Principales características

- **Plataforma única** de gestión de todos los túneles desde **un único centro de control** (Azca).
  - **Integra diferentes topologías de túneles**, con diferentes niveles de equipamiento y arquitecturas locales de control.
  - **Tiempos cortos** para la integración de nuevos túneles.
  - Procedimientos del **plan de explotación integrados** en la plataforma.
  - **Gestión coordinada con el resto de la movilidad urbana** del Ayto. de Madrid.
  - Herramientas de BI en la **gestión del dato**.



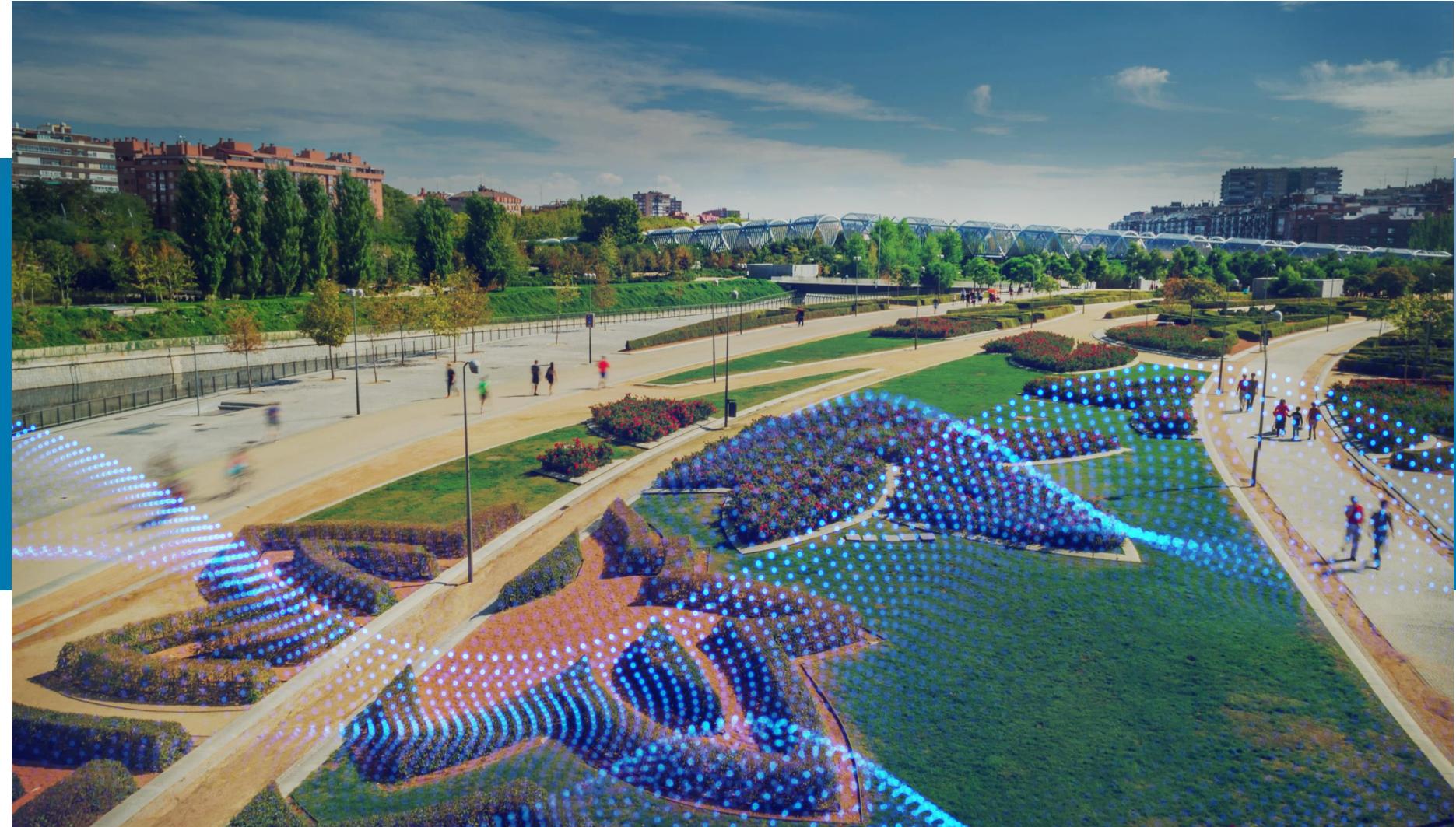


# CON UNA RED DE COMUNICACIONES PROPIA, ORGANIZADA POR NIVELES



# 01.

## LA IA APLICADA EN TÚNELES DE MADRID



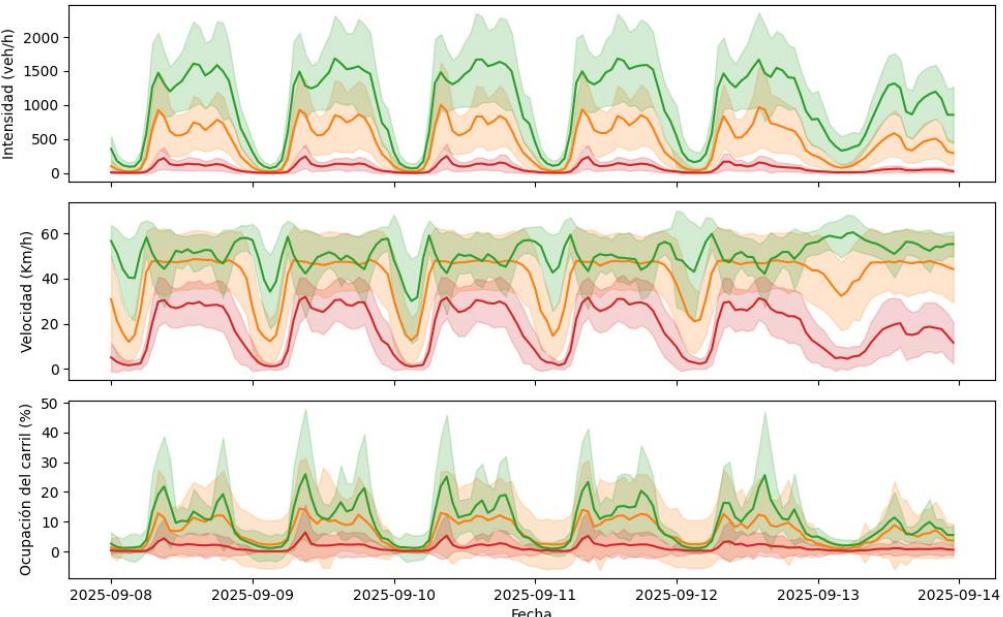


## PATRONES DE FUNCIONAMIENTO (I)

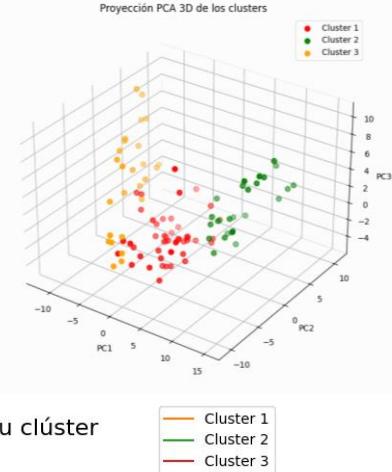
### Estudio de viabilidad de uso de clustering de series temporales multivariadas

- +100 puntos de medida
- 3 variables temporales (intensidad, velocidad y ocupación)
- 1 semana de datos minutales

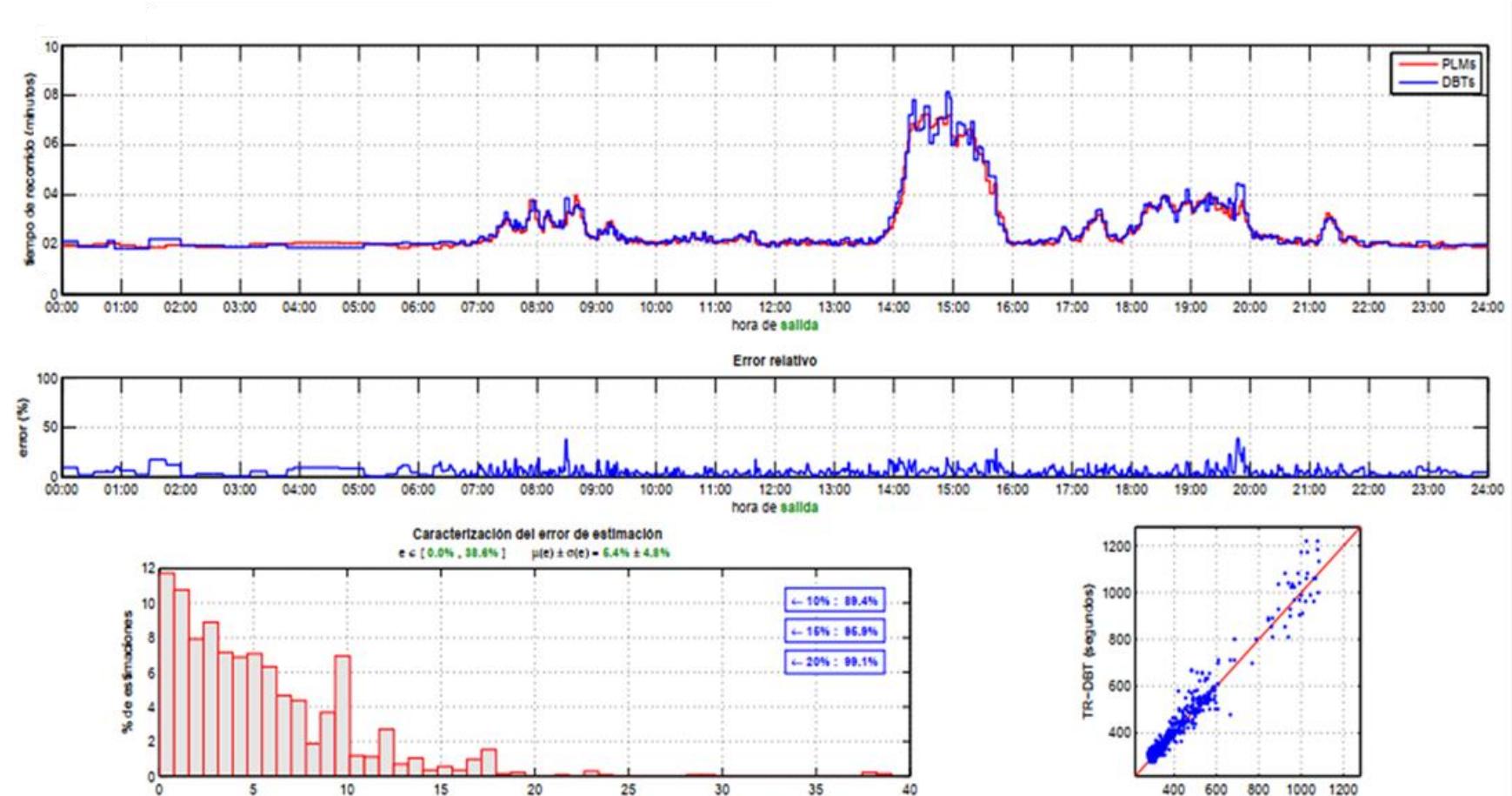
Serie temporal promedio de las variables según su clúster



Proyección PCA 3D de los clusters



# PATRONES DE FUNCIONAMIENTO (II)





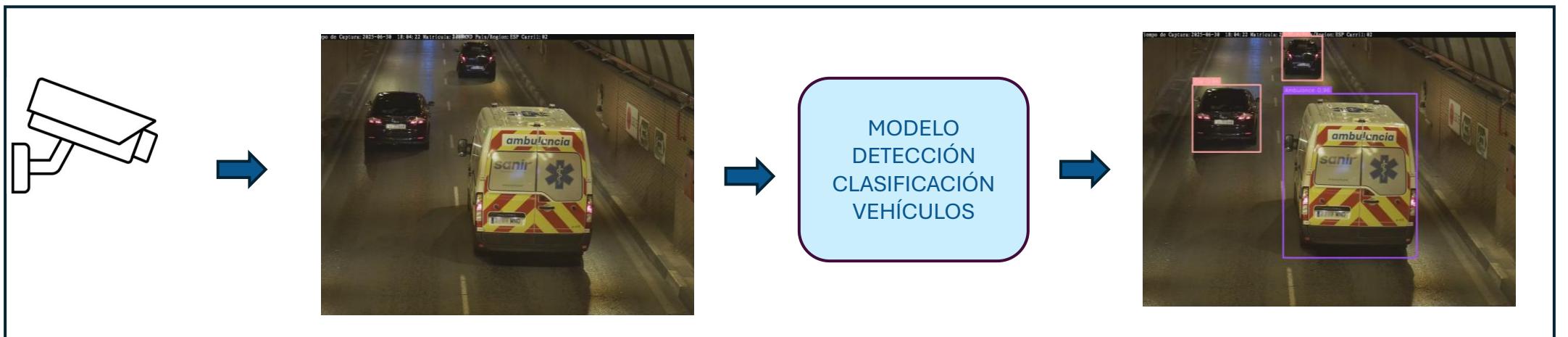
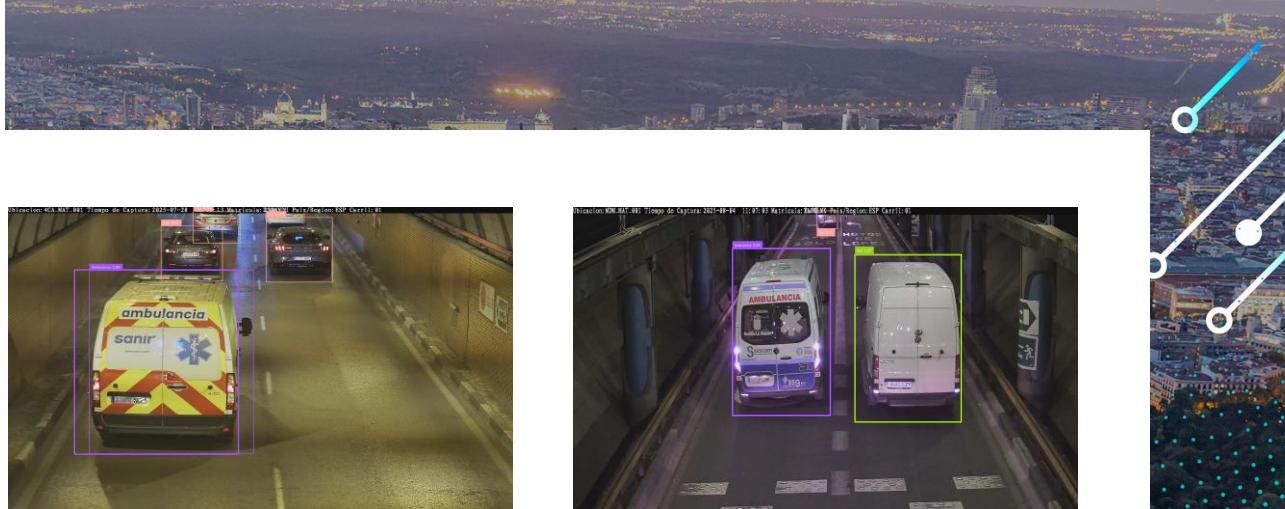
## VISIÓN ARTIFICIAL. MARCO LEGAL

- **Protección de datos relativa a AEPD**
- **DPD del Ayuntamiento**
- **Fichero de cámaras declarados**
- **UTE Explotación Túneles como encargada del tratamiento**
- **Ayuntamiento de Madrid como responsable del tratamiento**
- **Gestión exclusiva para la seguridad del túnel**
- **Carteles de grabación**



# VISIÓN ARTIFICIAL. BASE DE APLICACIÓN

- **Modelo 100 % funcional** en entornos de túneles.
- Desarrollo de un algoritmo de inteligencia artificial capaz de detectar y clasificar **vehículos singulares** dentro del túnel
- Imágenes de entrada capturadas cámaras existentes con **condiciones de iluminación homogéneas**.
- Entrenamiento de un **modelo generalista** de detección de objetos (YOLO) para el aprendizaje del concepto **"AMBULANCIA"**
- **8 categorías** de clasificación del modelo (Coche, Autobús, Furgoneta, Moto, Camión, Pickup, Persona y Ambulancia)



# VISIÓN ARTIFICIAL. MODELOS



**Visión artificial. Modelo  
OCR. Clasificación de  
vehículo por  
reconocimiento de  
caracteres**



**Visión artificial. Modelo  
de detección de logos.  
Clasificación alternativa  
de vehículos**

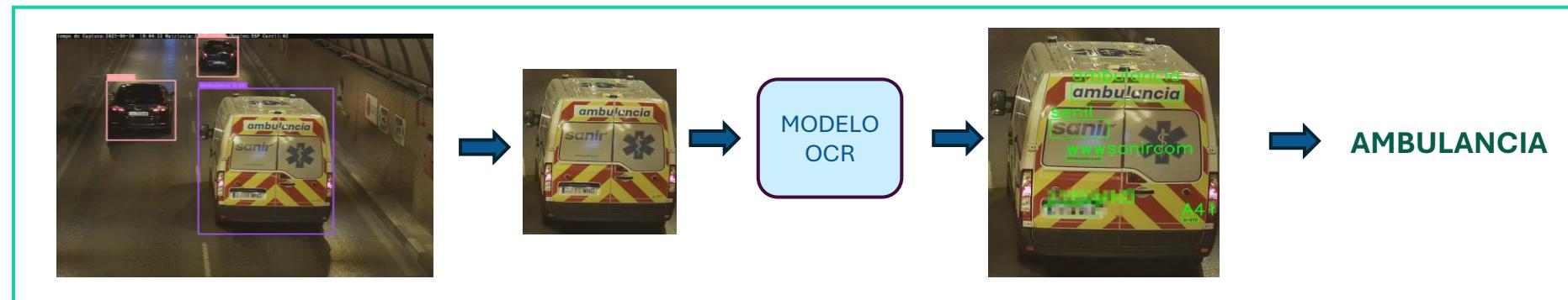


**Visión artificial. Modelo  
de detección de  
vehículos singulares.  
Detección de elementos  
singulares**

# VISIÓN ARTIFICIAL. MODELO OCR

## CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS POR RECONOCIMIENTO DE CARACTERES

- Primer modelo YOLO
- Identificar el **vehículo** objetivo correspondiente a la **matrícula** capturada por la cámara existente
- Clasificar el **vehículo** por **subcategorías** acorde a los **textos** capturados en el **vehículo** objetivo)



SAMUR



SUMMA



COMUNIDAD DE MADRID



CASTILLA LA MANCHA



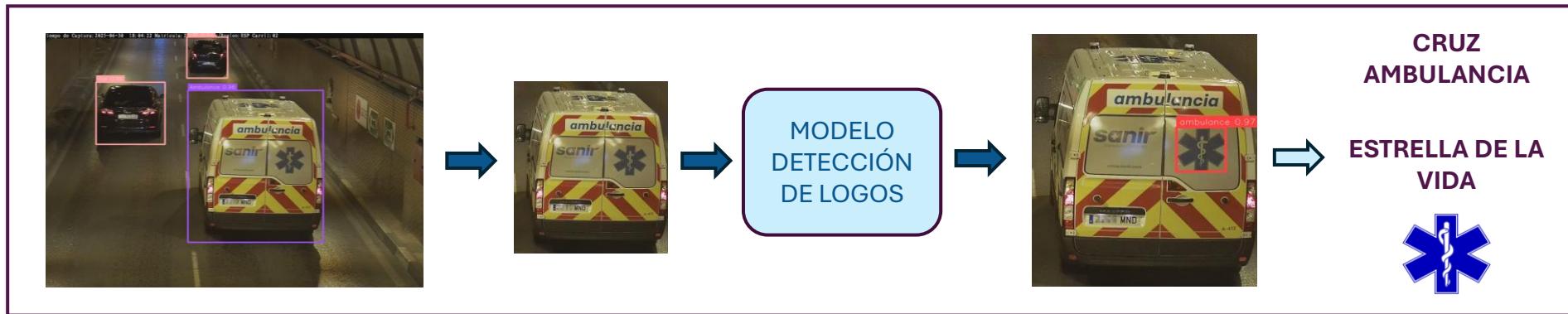
CASTILLA Y LEÓN



# VISIÓN ARTIFICIAL. MODELO DE DETECCIÓN DE LOGOS

## CLASIFICACIÓN ALTERNATIVA DE VEHÍCULOS

- Entrenamiento de un **segundo modelo YOLO** para la detección de logos e insignias

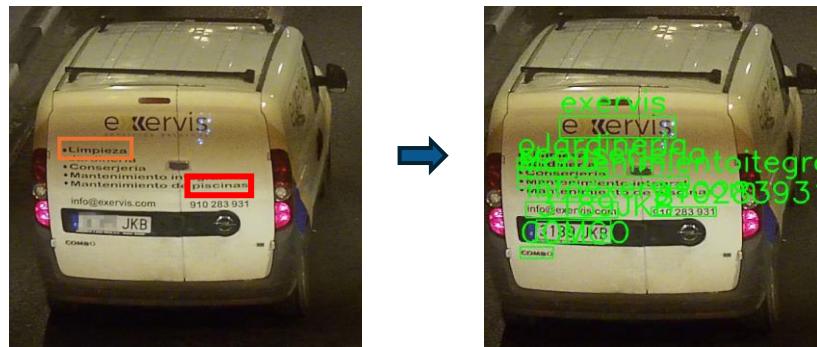


# VISIÓN ARTIFICIAL.

## MODELO DE DETECCIÓN DE VEHÍCULOS SINGULARES

### DETECCIÓN DE ELEMENTOS SINGULARES

**CASOS DE USO:** Detección de vehículos ligeros que pueden transportar sustancias peligrosas



**Limpieza**  
Jardinería  
Mantenimiento integral  
Mantenimiento de piscinas  
Combo

**CASOS DE USO:** Detección de vehículos ligeros que pueden transportar sustancias peligrosas

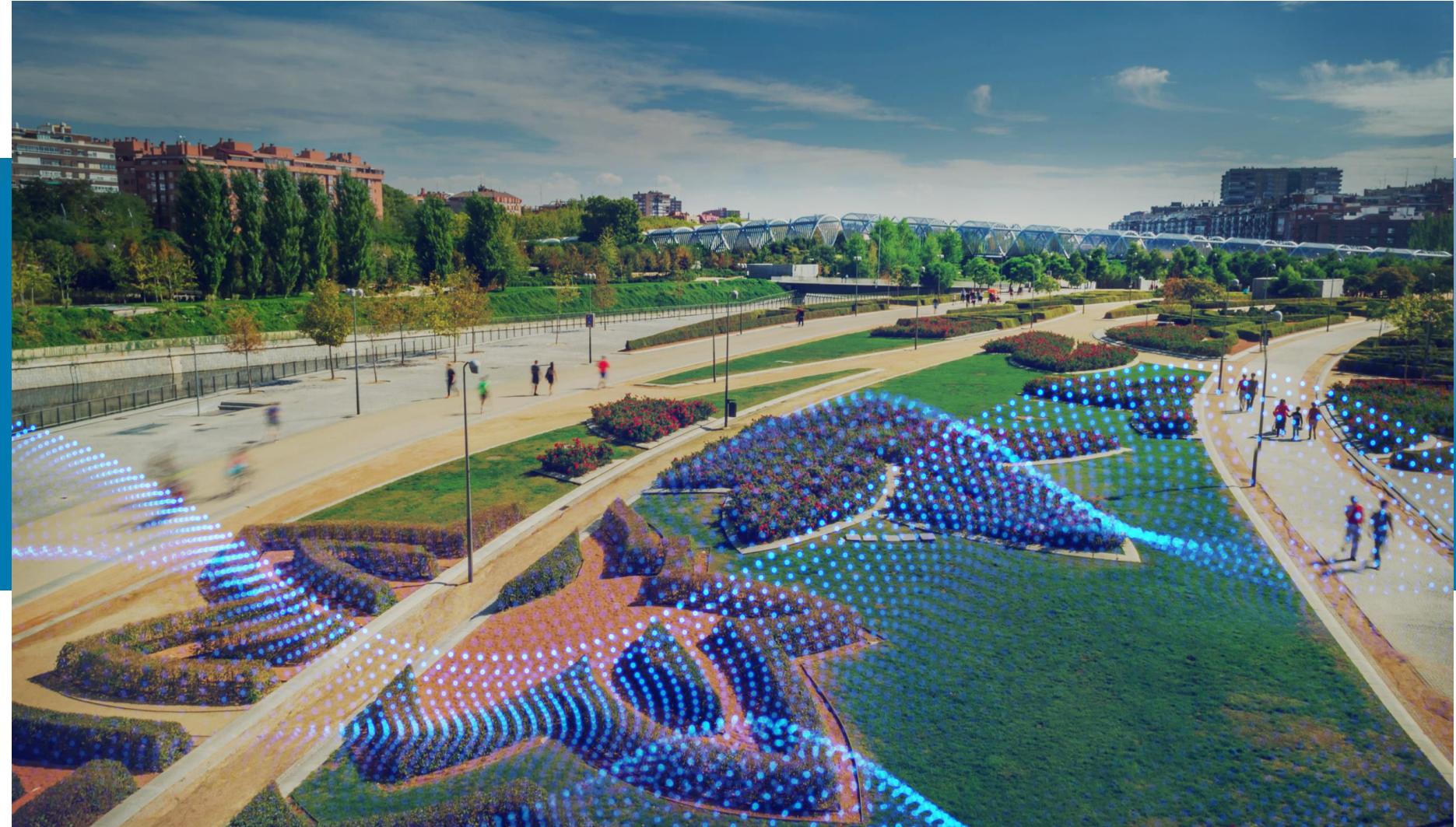


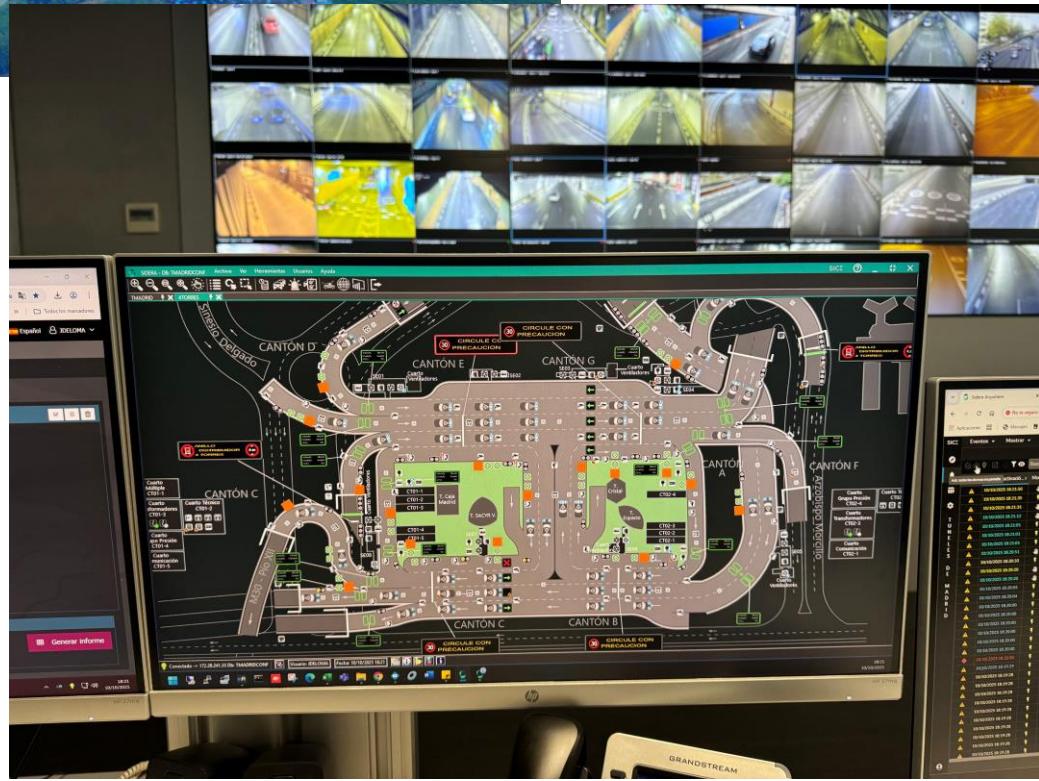
**ETIQUETA ADR**  
GAS INFLAMABLE

**SEÑAL V-11**  
NUMERO DE PELIGRO – 23 –  
GAS INFLAMABLE  
TIPO DE SUSTANCIA 1965 -  
BUTANO

02.

LA IA EN SIDERA  
ITS





# VEHÍCULOS SINGULARES EN EL TÚNEL (I)

- Combinando técnicas de data mining y visión artificial se enriquece SIDERA ITS con funcionalidades adicionales

Vehículos singulares en túnel, durante un incidente

Fecha	Tipo vehículo
16-09-2025 12:13:04	Taxi
16-09-2025 12:12:47	Taxi
16-09-2025 12:12:40	Ambulancia (highlighted)
16-09-2025 12:09:48	Taxi
16-09-2025 12:09:43	Taxi
16-09-2025 12:09:39	Taxi
16-09-2025 12:09:38	Taxi

## TIPOS DE VEHÍCULOS

1. Ambulancias
2. Taxi
3. Diésel
4. Diésel – Híbrido
5. Eléctrico
6. Etanol
7. Gas-Diésel
8. GNC
9. GNC - Híbrido
10. GNC - Híbrido E
11. Hidrógeno

# VEHÍCULOS SINGULARES EN EL TÚNEL (II)

Vehículos singulares en túnel, durante un incidente

Incidente: 13-08-2025 15:32:37 | Nivel máximo de contaminación excedida (Santa María de la Cabeza)

Período: 4 minutos | Actualizar datos

Túnel: Santa María de la Cabeza (SMC\_ETD\_V101)

Fecha: Tipo vehículo

13-08-2025 15:32:36 Taxi

13-08-2025 15:32:35 Taxi

13-08-2025 15:32:32 Taxi

13-08-2025 15:32:12 Taxi

13-08-2025 15:31:45 Taxi

13-08-2025 15:31:43 **Eléctrico**

13-08-2025 15:30:46 Taxi

13-08-2025 15:30:33 Taxi

13-08-2025 15:30:32 Taxi

13-08-2025 15:30:25 Taxi

13-08-2025 15:30:22 Taxi

13-08-2025 15:30:03 Taxi

13-08-2025 15:28:40 Taxi

**Alertas** | **Incidentes**

Fecha | Reconocidas | Descripción | Tipo | Subtipo | ID equipo | Descripción tipo de equipo | Código de incidente | Estado incidente | ID evento | Propietario

D4-TVF-008 Objeto caído/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | D4-TVF-008 | Cámara de Televisión

D4-TVF-008 Vehículo parado/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | D4-TVF-008 | Cámara de Televisión

CRE-PM-001 Nivel de Servicio Filtrado/Retenciones | Alarma | Alarma Estado | CRE-PM-001 | Punto de Medida

CRE-PM-005 Nivel de Servicio Filtrado/Congestión | Alarma | Alarma Estado | CRE-PM-005 | Punto de Medida

CRE-PM-003 Nivel de Servicio Filtrado/Retenciones | Alarma | Alarma Estado | CRE-PM-003 | Punto de Medida

DES-PM-02 Nivel de Servicio Filtrado/Congestión | Alarma | Alarma Estado | DES-PM-02 | Punto de Medida

CPMV019 Alarmas Activas/Exceso de temperatura | Alarma | Alarma Técnica | CPMV019 | Panel de Mensaje Variable

CRE-PM-001 Nivel de Servicio/Retenciones | Alarma | Alarma Estado | CRE-PM-001 | Punto de Medida

CRE-PM-003 Nivel de Servicio/Retenciones | Alarma | Alarma Estado | CRE-PM-003 | Punto de Medida

CRE-TVF-13 Congestión/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | CRE-TVF-13 | Cámara de Televisión

PES-TVF-024 Congestión/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | PES-TVF-024 | Cámara de Televisión

PM054 Nivel de Servicio/Retenciones | Alarma | Alarma Estado | PM054 | Punto de Medida

D4-TVF-009 Vehículo parado/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | D4-TVF-009 | Cámara de Televisión

D4-TVF-015 Objeto caído/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | D4-TVF-015 | Cámara de Televisión

MED-TVF-004 Peatón/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | MED-TVF-004 | Cámara de Televisión

D4-TVF-009 Objeto caído/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | D4-TVF-009 | Cámara de Televisión

D4-TVF-010 Objeto caído/Alarma On | Alarma | Alarma Estado | D4-TVF-010 | Cámara de Televisión

1 .. 16 de 754

**Vehículos singulares en Túnel**

TOMAR | TRANSFERIR | Vehículos singulares en túnel

Localización | Solo lectura

Vía: SMC\_02T (SMCABEZA)

Pk: 140

Sentido: CRECIENTE

Zona: S.M.Cabeza

Lat: 40.404147 | Long: -3.696508

incidente: 13-08-2025 15:32:37

Activación: 13-08-2025 15:32:37

Equipo: SMC-CO-001

Respuesta a evento

Planes Manuales

T01\_SMC\_T Cerrado



## CONCLUSIONES (I)

- ❖ La plataforma **SIDER** está diseñada específicamente para la gestión de infraestructuras y túneles, por lo que es el mejor software para adaptarse a las necesidades de operación.
- ❖ Mejora la seguridad de los usuarios, a partir de la recopilación de información de muchas fuentes diferentes y la aplicación de las reglas de negocio específicas de la gestión de infraestructuras.
- ❖ La utilización de **herramientas IA** de nueva generación permiten el procesamiento optimizado de grandes cantidades de datos, tanto alfanuméricos como imágenes o video.



## CONCLUSIONES (II)

- ❖ La **detección de patrones basada en IA** sirve de base para el **mantenimiento predictivo** y la **optimización de recursos**.
- ❖ Los **algoritmos de visión artificial on-edge** optimizan la **detección prematura** de eventos que se utilizan en **algoritmos avanzados de gestión**.
- ❖ La **detección temprana** de **vehículos singulares** a través de **IA** ante **incidencias** supone un gran avance para la **gestión de incidentes**.
- ❖ **SIDERAS** combina tanto un amplio **know-how** acumulado como de **herramientas de nueva generación** basadas en **IA**, resultando una **ventaja significativa** frente a los **SCADAS** de propósito general.