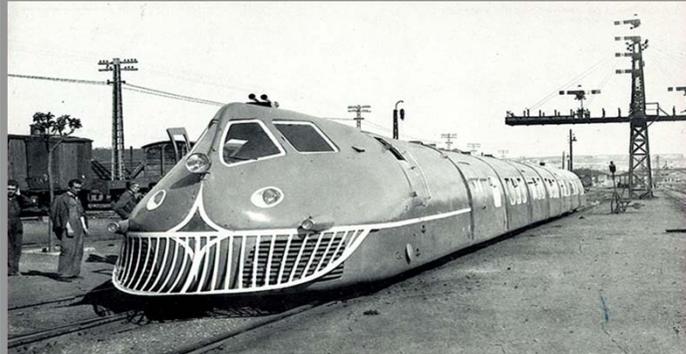


# Digital Train and Smart Maintenance

JOSÉ ANTONIO MARCOS

Jefe de Ingeniería de  
Sistemas inteligentes de  
mantenimiento

El Ferrocarril Conectado  
ICAI Madrid 12/6/2019



*Talgo*



*Talgo*

*Talgo*

© Talgo 2018



# Qué es Smart Maintenance



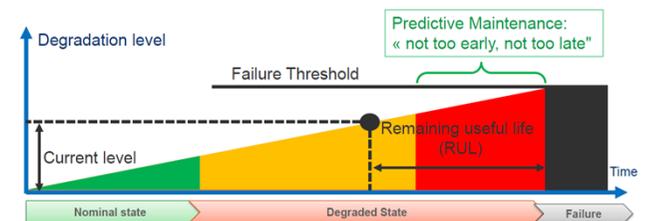
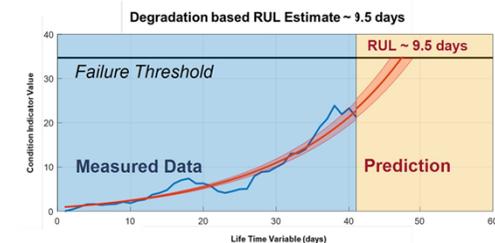
» Aplicación de técnicas de **Inteligencia Artificial** y **Machine Learning** a los procesos de Ingeniería de Mantenimiento, para la realización de mantenimiento predictivo y prognóstico.

» **Principales Técnicas** empleadas:

- Predicción de Comportamiento.
- Estimación de Vida de Componentes.
- Detección de Anomalías.
- Reconocimiento de Patrones de Fallo.

» **Objetivos:**

- Optimización de la gestión y costes del mantenimiento.
- Incremento de los KPIs, Seguridad, Fiabilidad, Disponibilidad.



## Retos del mantenimiento futuro

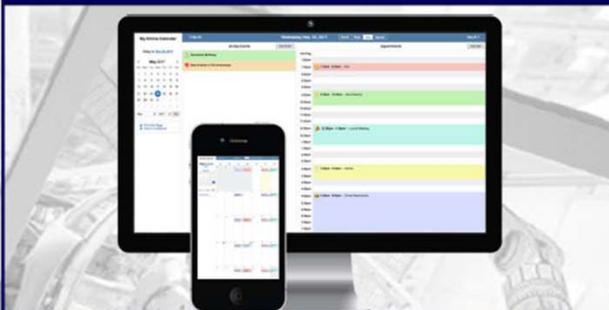


<b>Muy alta velocidad</b>	<b>400 km/h</b>
<b>Fiabilidad</b>	<b>2.000.000 km</b>
<b>Disponibilidad</b>	<b>100%</b>
<b>Incremento intervalos de mantenimiento</b>	<b>50.000 km</b>
<b>Vida útil del material</b>	<b>40 años</b>
<b>Ciberseguridad</b>	

# Mantenimiento futuro

¿Cómo TRABAJAR DIARIAMENTE en el taller?

Consultar agenda personal diaria desde dispositivo



Facilitar la ejecución eficaz y eficiente de OTs



Ver procedimientos y reportar OTs desde dispositivo



Facilitar la gestión visual del estado de los trabajos



# Mantenimiento futuro



Realidad aumentada

# Como afrontar estos retos?



**CBM**  
**Condition based maintenance**



**ML**  
**Machine learning**



**RTM**  
**Real time monitoring**

# Monitorización en tiempo real



1950

Monitorización  
mediante técnico  
de a bordo



2000

Eventos  
Alarmas  
Geolocalización

1000 sensores



2017

Monitorización en  
tiempo Real  
2000 signas/seg

7000 sensores



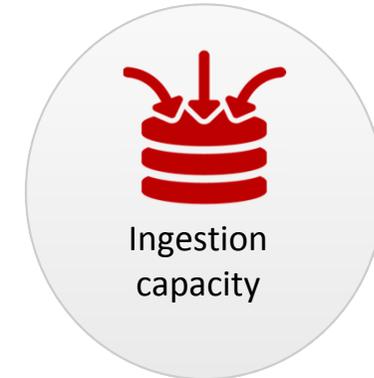
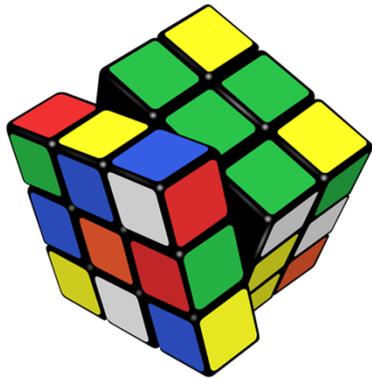
Siguientes pasos ...

Predicción on board

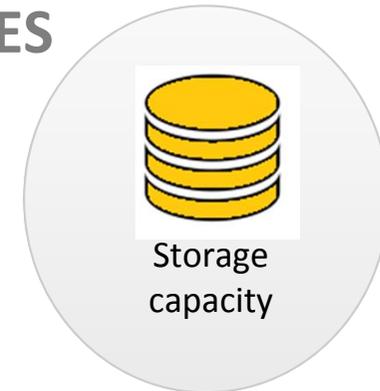
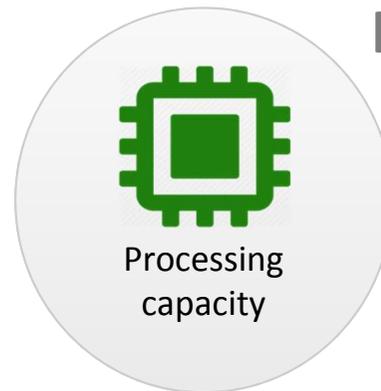
Prognosis

IoT global

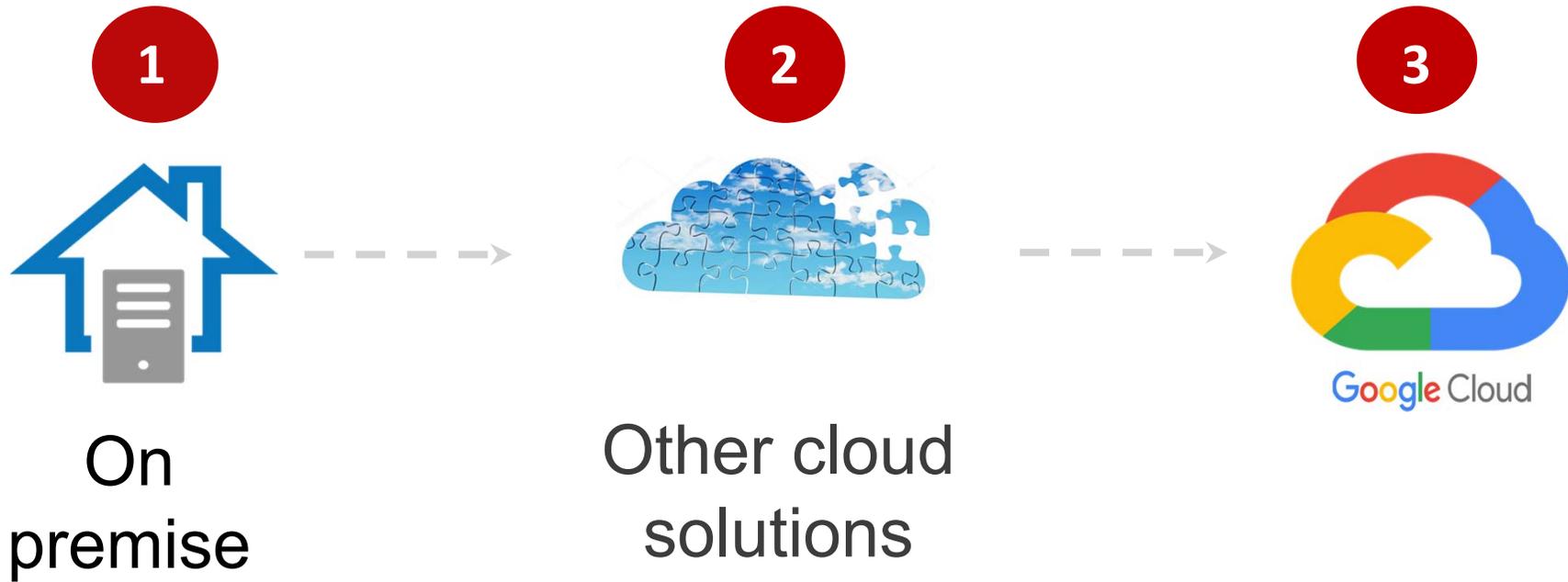
Retos de la monitorización en tiempo real y Big data.



**CHALLENGES  
ISSUES**



## Como lo solucionamos?



# REAL TIME MONITORING



**GSM  
UDP  
Streaming data**

2000 sig/seg

**WIFI  
VPN  
BBDD**

2 GB / tren/ día

**GSM  
VPN  
Batch Alarms**



Tracking



Real time  
monitoring



Machine  
learning

Predictive  
maintenance



# Smart Maintenance

>> TALGO Help Desk

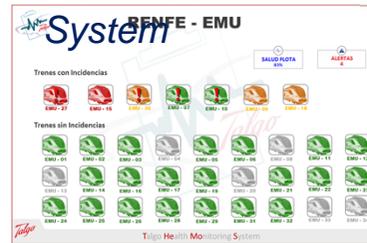
Real



Geotracking



Train Health System



Control



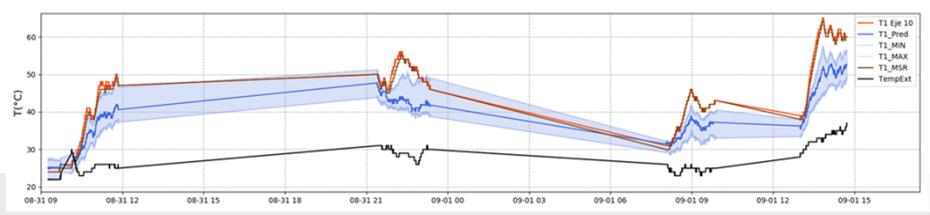
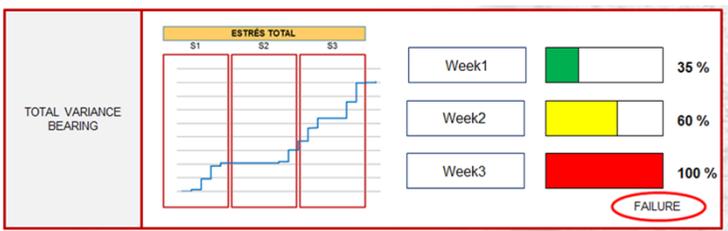
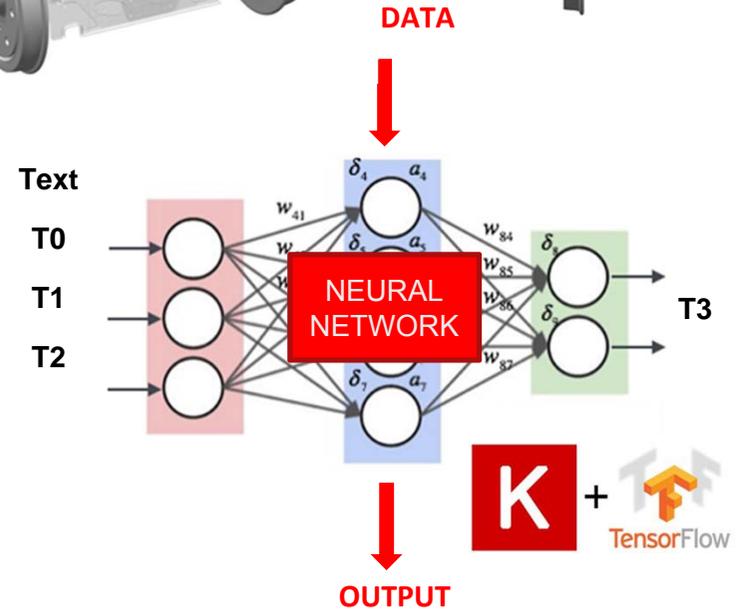
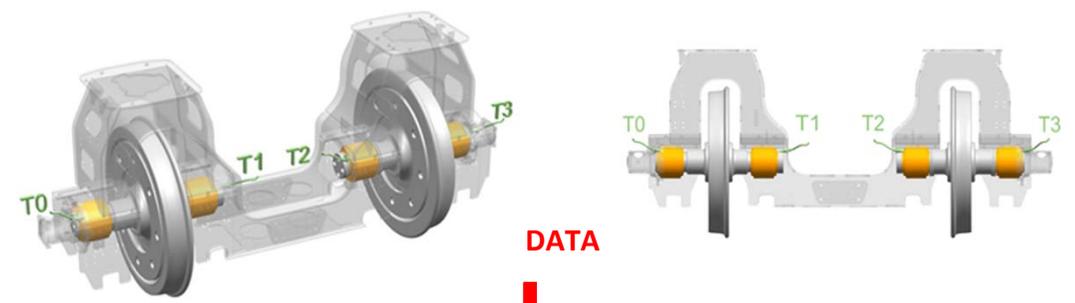
# Predictive maintenance

## Bearing use case



## Machine Learning

- Anomaly detection of the bearing behaviour through **predicted bearing temperature**.
- Machine Learning based on **neural network** through **Keras** library, using **Tensorflow** backend.





## Interface

- In the upper part, the schema of the train, showing the **health status** of each bearing.
- In the lower part, the whole information of an specific bearing:
  - Temperature Graph.
  - Health Indicator Graph.
  - Table of Main Parameters.



## ESTADO DE SALUD DEL TREN



### FLOTAS



**S106**



**ARABIA**



**S102/112**



**S130/730**



**UZB**



**RUSIA**



**KZJ**



**USA**

# ESTADO DE SALUD DEL TREN



## ARABIA - Visión General

SALUD FLOTA  
83%

ALERTAS  
4

### Trenes con Incidencias



F064 - 27



F064 - 15



F064 - 30



F064 - 07



F064 - 10



F064 - 09



F064 - 18

### Trenes sin Incidencias



F064 - 01



F064 - 02



F064 - 03



F064 - 04



F064 - 05



F064 - 06



F064 - 08



F064 - 11



F064 - 12



F064 - 13



F064 - 14



F064 - 16



F064 - 17



F064 - 19



F064 - 20



F064 - 21



F064 - 22



F064 - 23



F064 - 24



F064 - 25



F064 - 26



F064 - 28



F064 - 29



F064 - 31



F064 - 32



F064 - 33



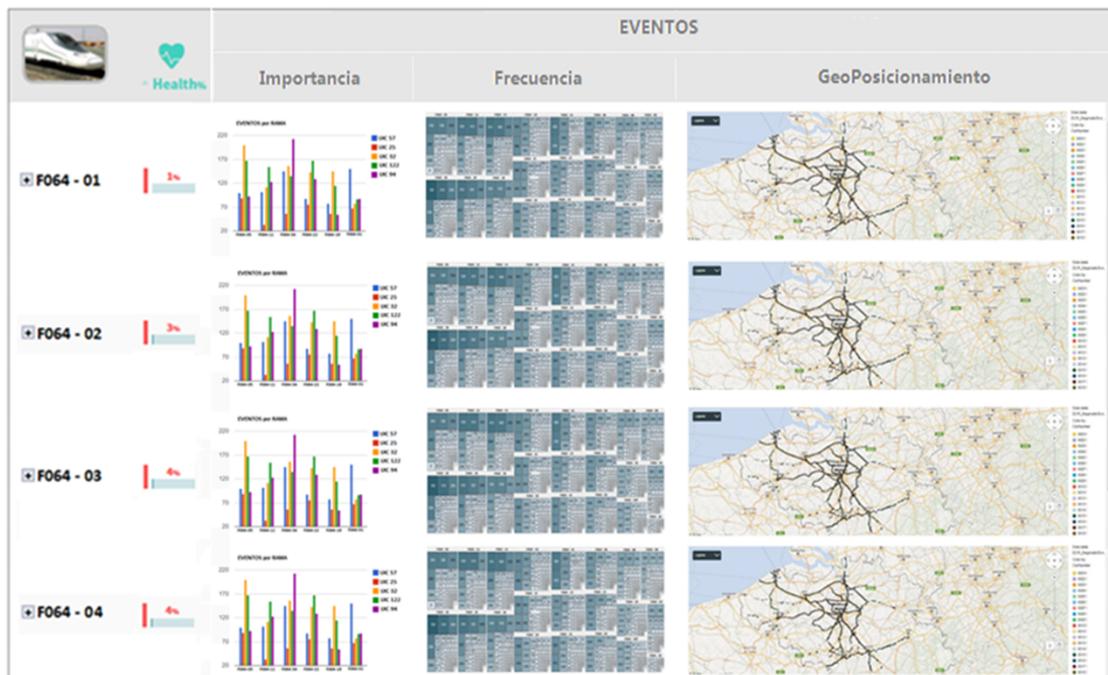
F064 - 34

Información

# ESTADO DE SALUD DEL TREN



## ARABIA - Visión Detalle



# ESTADO DE SALUD DEL TREN

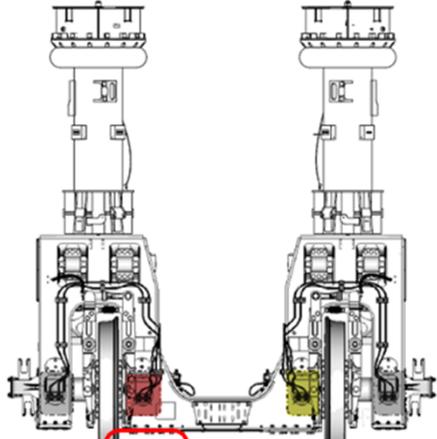




F064-27  
Rodal 8

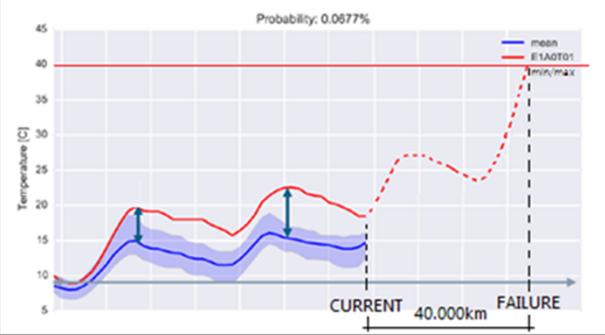
## Rodamientos



<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
37%	90%	55%	18%

### B2 – Temperatura & Predicción de Vida



Probability: 0.0677%

Temperature (C)

45  
40  
35  
30  
25  
20  
15  
10  
5

— mean  
— E1/A0701  
- - - min/max

CURRENT 40.000km FAILURE

Entidad

Fabricación

Plan Mantenim.

Acciones Mantenim.

Similares

Eventos

Variables Entorno

Conexión

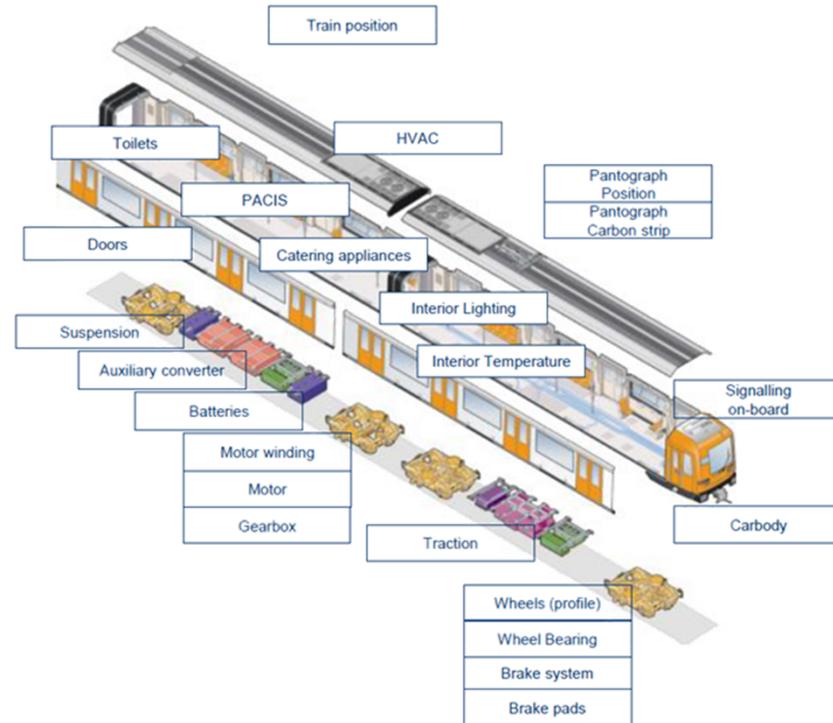
ACR

Operador

# ESTADO DE SALUD DEL TREN



## CBM - Componentes





### SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE ACTIVOS

Plataforma capaz de conectar todos nuestros activos

Aplicaciones para un análisis eficiente de los datos

Machine learning para mantenimiento predictivo y prognosis

Evolución tecnológica continua de la mano de Google

Helpdesk



Data Scientist



Talvi



Talgo IoT Platform





## TALVI DENTRO DEL ENTORNO TESLA



Control y gestión inmediato de incidencia.



On Board Monitoring System



## VENTAJAS DE IMPLANTACION

- ✓ Aumento disponibilidad de flota.
- ✓ Control de incidencias correctivas inmediata.
- ✓ Reducción tiempo Intervención Preventiva Básica en taller. (50%)
- ✓ Control diario de desgaste de elementos.
- ✓ Planificación “por condición” de entradas a taller.
- ✓ Planificación “por correctivo” de entradas a taller.





## INFORMACION DE DATOS POR EQUIPO

✓ PREVISION DE SUSTITUCION

✓ HISTÓRICO

Fleet maintenance overview [SIMULATED DATA]

Vehicle ID	Predicted replacement	Days left	Pantograph type	Replaced	Observations	Last observed	Thickness	Alarms	Status
1623	2019/01/28	-4	Bx21	2018/08/08	45	2019/01/23	2.6 mm	1	Alarm
1684	2019/02/23	22	Bx21	2018/09/18	72	2019/01/31	5.6 mm	1	Warning
0242	2019/03/06	33	Bx21	2018/09/17	92	2019/01/25	6.7 mm	0	Ok
5164	2019/04/29	87	Bx21	2018/10/12	5	2019/02/01	11.3 mm	0	Ok
5128	2019/04/29	87	Bx50	2018/11/20	76	2019/01/25	13.3 mm	0	Ok
0030	2019/05/03	91	Bx21	2018/10/31	65	2019/01/27	12.4 mm	9	Alarm
5867	2019/05/06	94	Bx50	2018/10/31	2	2019/01/25	12.6 mm	0	Ok
3202	2019/05/08	96	Bx21	2018/10/17	26	2019/01/31	12.0 mm	0	Ok
0901	2019/05/10	98	Bx50	2018/10/16	81	2019/02/01	12.0 mm	0	Ok
1283	2019/05/18	106	Bx21	2018/11/17	1	2019/01/23	14.1 mm	0	Ok
1352	2019/06/03	122	Bx50	2018/12/19	19	2019/02/01	17.0 mm	0	Ok
3914	2019/06/03	122	Bx50	2018/11/27	45	2019/01/27	15.3 mm	1	Warning
7483	2019/06/20	139	Bx21	2018/11/25	15	2019/01/27	15.8 mm	6	Alarm
0420	2019/06/23	142	Bx50	2019/01/02	89	2019/01/29	18.7 mm	1	Alarm

✓ ESTADO ACTUAL

✓ ALARMAS



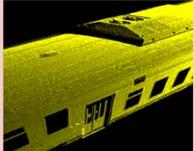
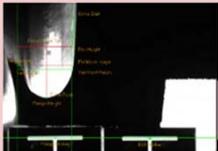
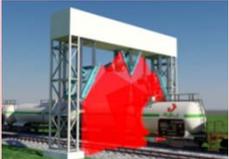
Equipo instalado en **VIA COMERCIAL.**

Análisis de Pantografo	Estudio termográfico líneas de techo	Control Perfil de rodadura	Control forros y discos de freno	Estado lateral de bogie y rodal	Estado superficial de coche/motriz	Estado rodamientos





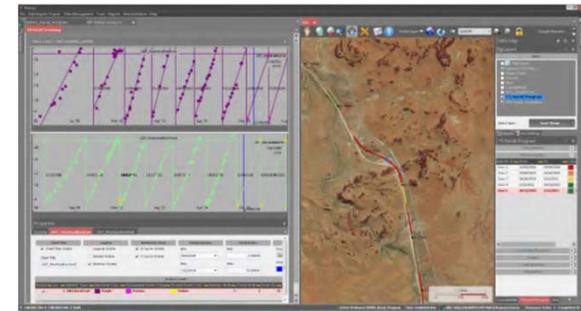
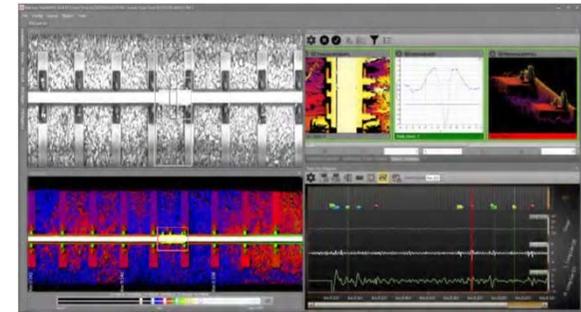
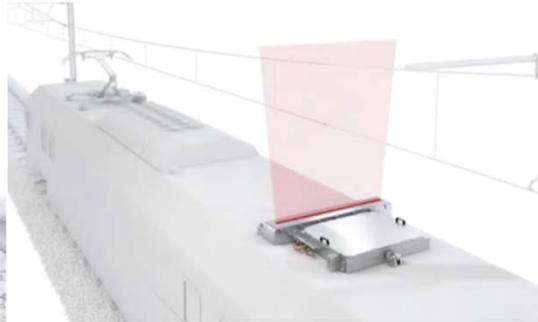
Equipo instalado en **Taller de Mantenimiento.**

Análisis de Pantografo	Estudio termográfico líneas de techo	Control Perfil de rodadura	Control forros y discos de freno	Estado lateral de bogie y rodal	Estado superficial de coche/motriz
					



## On Board Monitoring System

- ✓ Gestión de datos y análisis con operador de infraestructura
- ✓ Control y acción inmediata de incidencias.
- ✓ Planificación “por correctivo” de incidencias en infraestructura.
- ✓ Repercusión directa en estado de la flota.





*GRACIAS POR SU ATENCIÓN*



Contact us!

Paseo del tren Talgo, 2  
28290 Las Matas - Madrid  
T (+34) 91 631 38 00  
F (+34) 91 631 38 93

[talgo.com](http://talgo.com)

