



30 de junio al 4 de julio 2019
Porto, Portugal

Sistema de monitorización remota en trenes de los años 90

Para realizar un mantenimiento basado
en condición (CBM)

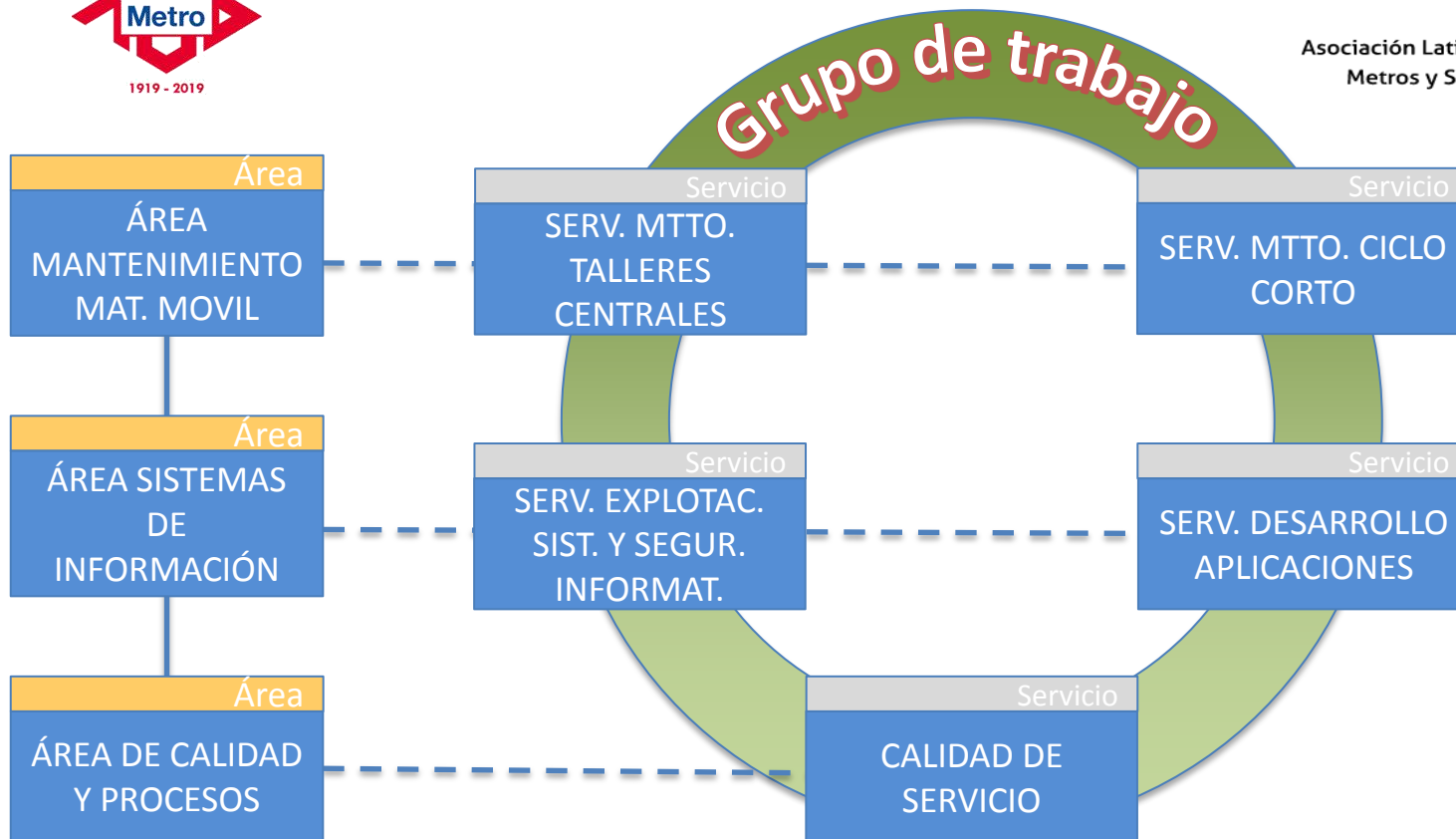












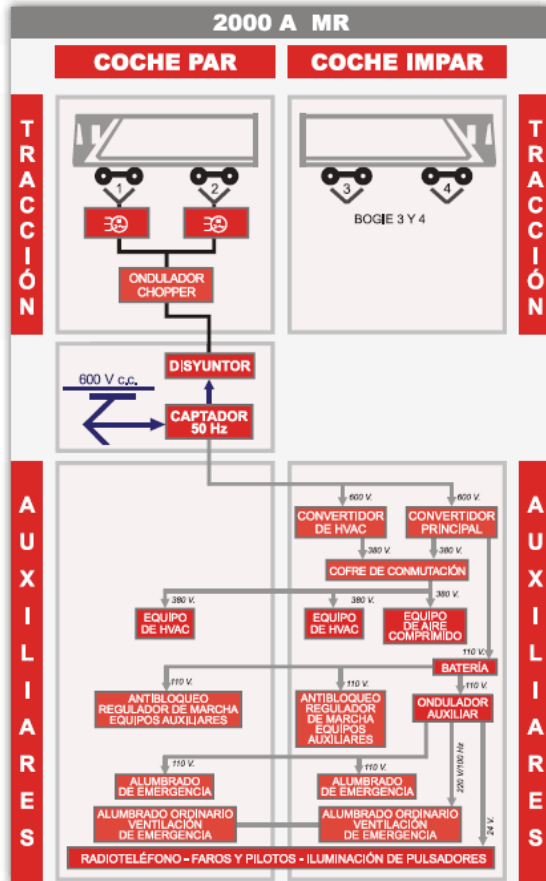


Serie 2000A diseñada por CAF en los años 80

Serie 2000A



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



EQUIPOS:

- SIBAS 16 Equipo regulador de marcha
- ANTIBLOQUEO Equipo de control de freno
- DCU Control de puertas
- CONV Convertidor principal
- INV Inversor auxiliar
- HVAC Equipo de Aire acondicionado
- IHM Terminal de cabina

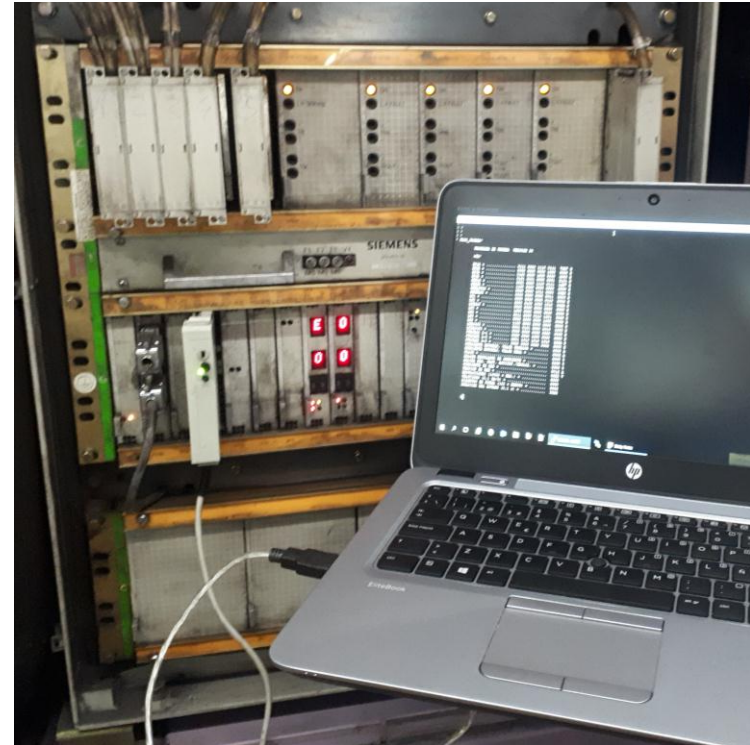
Puertos de mantenimiento



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



Tarjeta de control del Aire Acondicionado



Regulador de marcha SIBAS 16

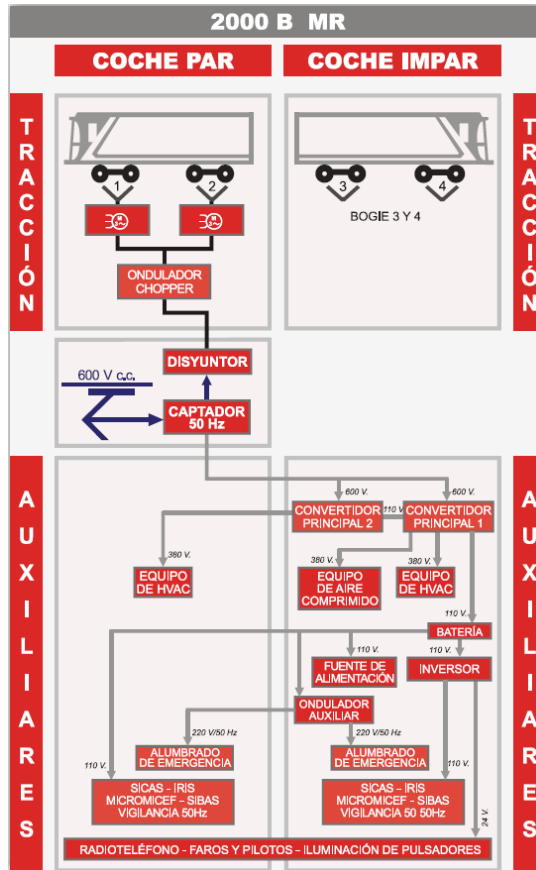
Serie 2000B diseñada por CAF en los años 90



Serie 2000B



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



EQUIPOS:

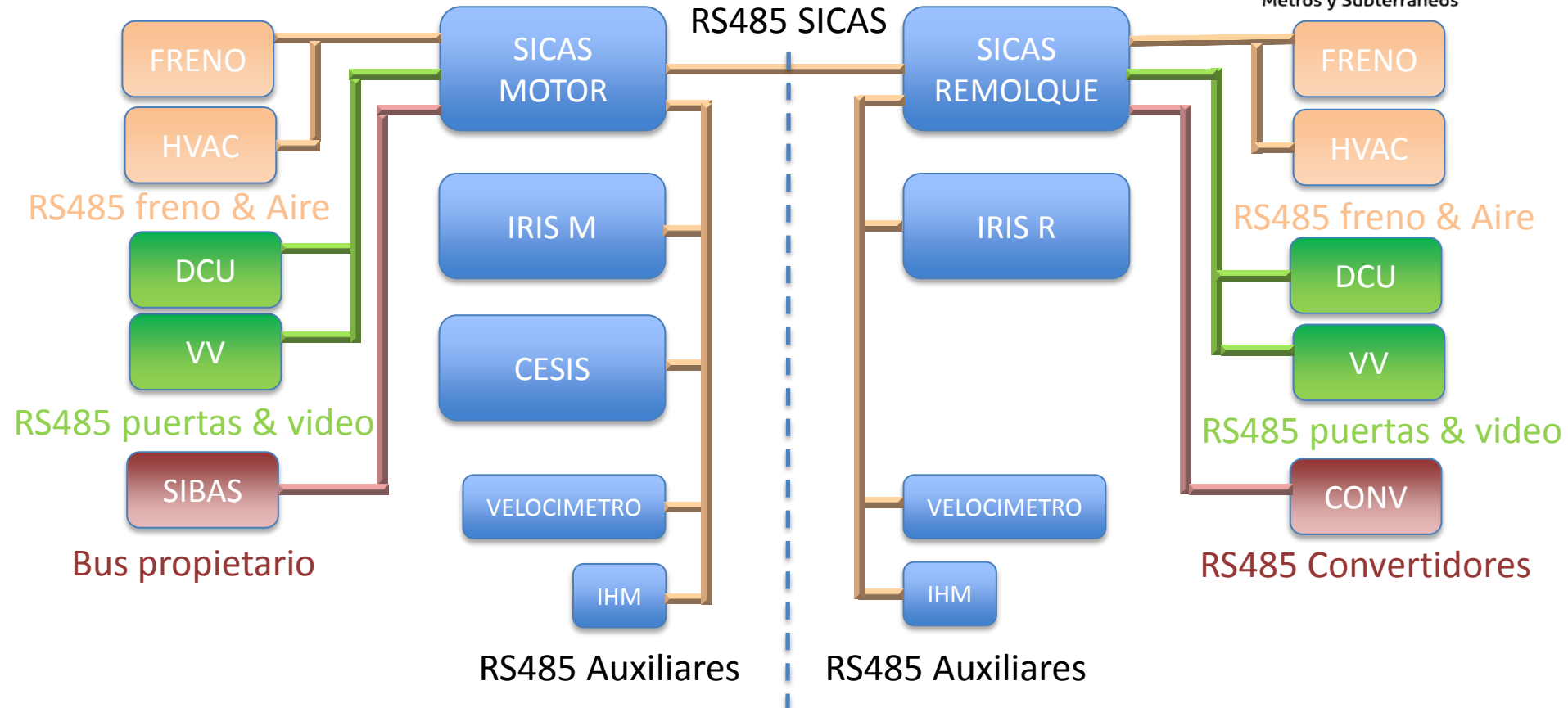
- SIBAS 16 Equipo regulador de marcha
- Micromicef Equipo de control de freno
- DCU Control de puertas
- CONV Convertidor principal
- INV Inversor auxiliar
- SICAS Equipo de control de auxiliares
- IRIS Sistema de información al viajero
- CESIS Equipo registrador de incidencias
- IHM Terminal de cabina
- HVAC Equipo de Aire acondicionado
- VV Video Vigilancia

Serie 2000B



Alamys

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



SDT (Smart Digital Train)



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

- Conexión WIFI
- 4 Puertos RS 485
- 2 Puertos RS 232



Puertos de solo lectura.

Imposibilidad de escritura HW/SW



SDT (Smart Digital Train)



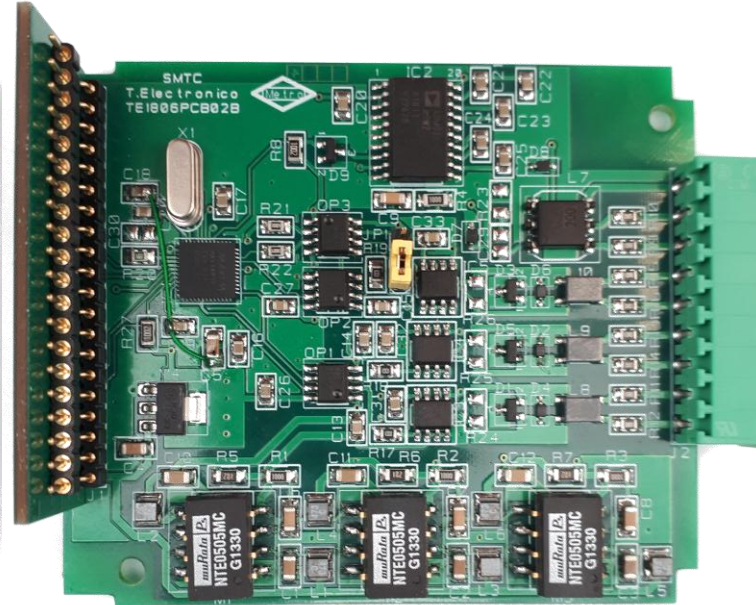
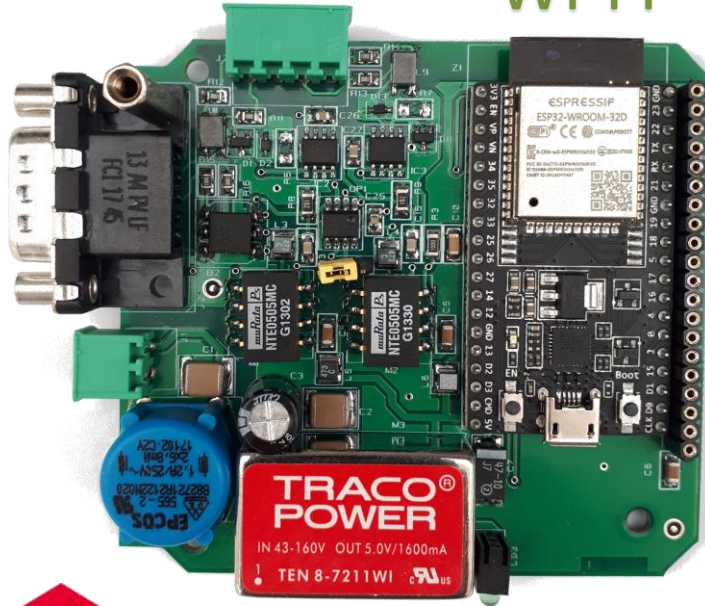
Alamy

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

RS 485 SICAS
RS 485 Freno

WI-FI

RS 232 HVAC



RS 232 SIBAS
RS 485 Conv.
RS 485 DCU & VV



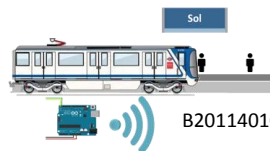
1919 - 2019

Arquitectura General



Alamys

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



B201140100000300000000EA2C370D010

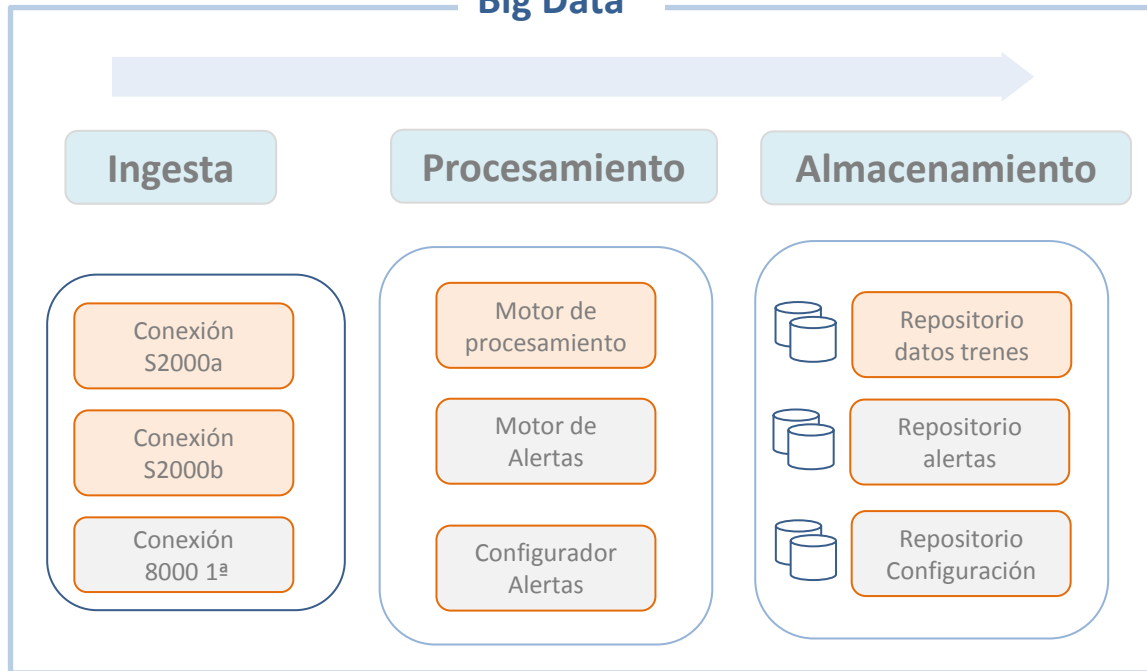
Datos



Captura

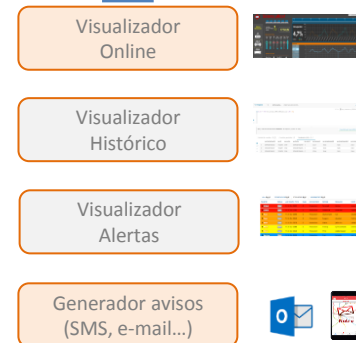


Big Data



Mejora Procesos
Información
Conocimiento...

Explotación



cloudera
Ask Bigger Questions





Monitorización Material Móvil

Last Time: 13/05/2019 8:38:03

55sg

Equipos

Sistemas Monitorizados

AA



μMicef



CESIS



T. Cabina



Puertas



Compara



Descarga



Carrusel de circulación

5

Alameda de Osuna
Casa de Campo
LÍNEA 9



Tren	Estado	Nº Avisos	Hora	Ocupación	Tª Media RV	Vía	Estación	AA	μMicef	Cesis	T.Cab	Veloc	Puertas
U2767/2768/2783/2784/2849/2850		5	8:37:57	38%	23 °C	← V-II	Vista Alegre						
U2763/2764/2769/2770/2785/2786		4	8:36:40	24%	24,3 °C	← V-II	Torre Arias						
U2797/2798/2789/2790/2891/2892		3	8:34:05	22%	22,5 °C	V-I →	Suanzes						
U2741/2742/2743/2744/2749/2750		1	8:38:01	16%	23 °C	V-I →	-						
U2751/2752/2771/2772/2799/2800		0	8:37:46	0%	22,2 °C	← V-II	-						
U2733/2734/2823/2824/2711/2712		0	8:38:03	0%	22,4 °C	← V-II	El Capricho						
Tren Pruebas		0	7:40:53	0%	22 °C	← V-II	-						
U2873/2874/2847/2848/2853/2854		0	8:37:45	0%	22,4 °C	← V-II	-						

Flota (ordenada por incidencias)

Datos

PANTALLA PRINCIPAL

Detalle Tren: U2767/2768/2783/2784/2849/2850

Sistemas Monitorizados

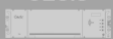
AA



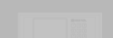
µMicef



CESIS



T. Cabina



Puertas



Compara



Descarga



Tren: U2767/2768/2783/2784/2849/2850

Último mensaje Recibido: 8:49:47

Posición desde Origen:

Línea: Sentido: ← V-II

Nº de Tren:

MTE:

Temp.Ext: 23,205

Estación:

Vista Alegre

← V-II

coche

Datos de Explotación



32% 78%



23°C 24°C

Mensajes de Aviso Tren

CESIS	Lazo Emergencia ATP	●
2849	Corte Tracción	●
µMic	Lazo Abierto	●
2850 µMic	Lazo Abierto	●

Avisos e indicadores de estado

Indicadores de Estado

Estado Coche Remolque	●
Estado Compresor 2	●
Estado Condensadores 1 Compresor 1	●
Estado Condensadores 2 Compresor 2	●
Estado Convertidor OK	●
Estado Evaporadoras: Detección Aire 1	●
Estado Evaporadoras: Detección Aire 2	●
Estado Presos Compresor 2 hp/lp	●
Estado Tensión Auxiliar	●
Estado Tensión Principal	●
CESIS Bypass Tiradores	●

% Ocupación



Temperatura



PANTALLA DETALLE DE TREN



Sistema Climatización

Línea de tiempo

Tren 112767/2768/2783/2784/2049/2050 coche 2049

- Sistemas Monitorizados
- AA
- µMicef
- CESIS
- T. Cabina
- Puertas
- Compara
- Descarga

Línea: 5 Sentido: ← V II Estación: Vista Alegre

Código H0051472
Nº Versión 11.1
8:37:28

Temperaturas

Tº Ret. Sala 1	22,82°C	Tº Ret. Cabina	23,48°C
Tº Ret. Sala 2	22,66°C	Tº Exterior	22,67°C

Variables ANALÓGICAS

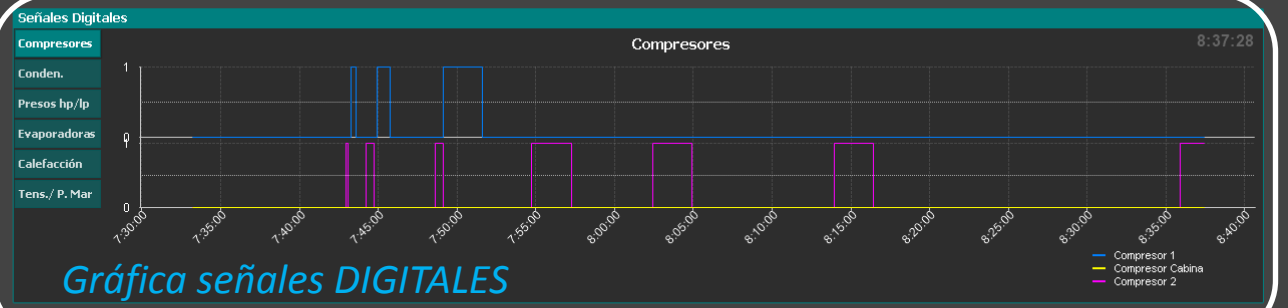
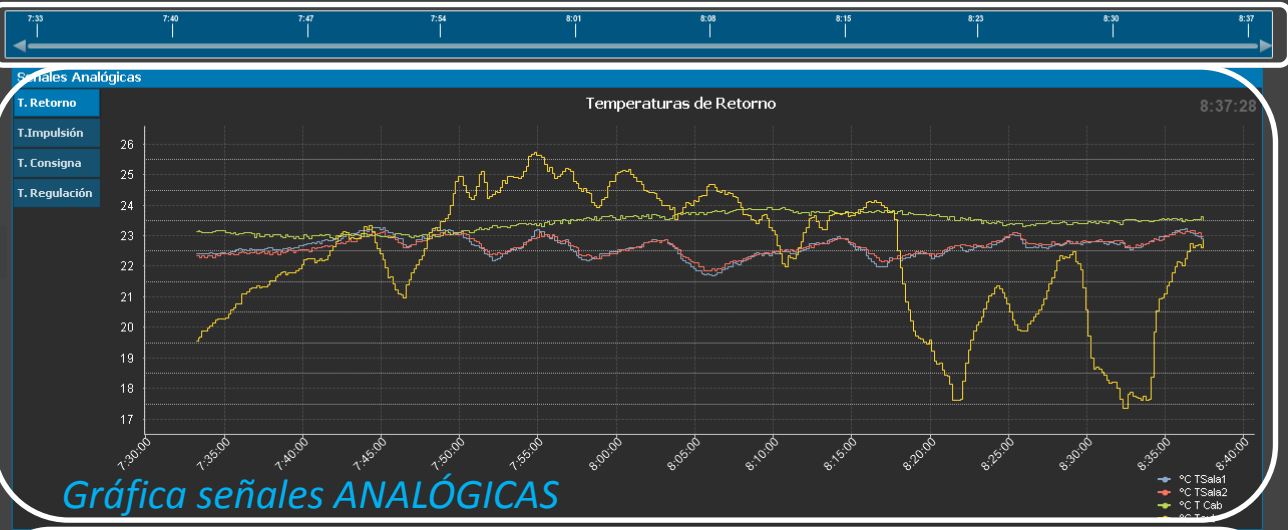
Temperaturas de Control

Tº Consig Sala	23°C	Tº Consig Cab.	20°C
Tº Regul. Sala	22,9°C	Rampa	21,1
Tº Imp. Sala 1	12,66°C	Tº Imp. Sala 2	14,45°C
Tº Media Imp	13,54°C	TCI	21,67

Equipo Sala 1	Equipo Sala 2	Equipo Cabina
Compresor <input type="radio"/>	Compresor <input checked="" type="radio"/>	Compresor <input type="radio"/>
Condensa 1 <input checked="" type="radio"/>	Condensa 2 <input checked="" type="radio"/>	Presos hp/lp <input type="radio"/>
Presos hp/lp <input type="radio"/>	Presos hp/lp <input checked="" type="radio"/>	

Evaporadoras	Calefacción	Otros
Detect. Aire 1 <input checked="" type="radio"/>	Recibo 1 <input type="radio"/>	Tens. Aux. <input checked="" type="radio"/>
Detect. Aire 2 <input checked="" type="radio"/>	Recibo 2 <input type="radio"/>	Tens. Pral. <input checked="" type="radio"/>
Aire Cabina <input type="radio"/>	Recibo Cabina <input type="radio"/>	Puest March <input checked="" type="radio"/>

Variables DIGITALES



PANTALLA EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO



Sistema μ Micef

- Sistemas Monitorizados
- AA
- μ Micef**
- CESIS
- T. Cabina
- Puertas
- Compara
- Descarga

Línea: 5 | Sentido: \leftarrow V-II | Estación: Vista Alegre

Localizado
Dist. desde Origen 4,38 km.

8:37:28

Indicadores de Presión

Pres TDP	Carga Bg2	AW 4.1	Dem. Cld.Frenos	Susp. Bg1	Pres Cilind	Freno Est.
9	2,67	1,9	7,92	2,75	1,48	9,91

Ind. presión

Indicadores de Estado

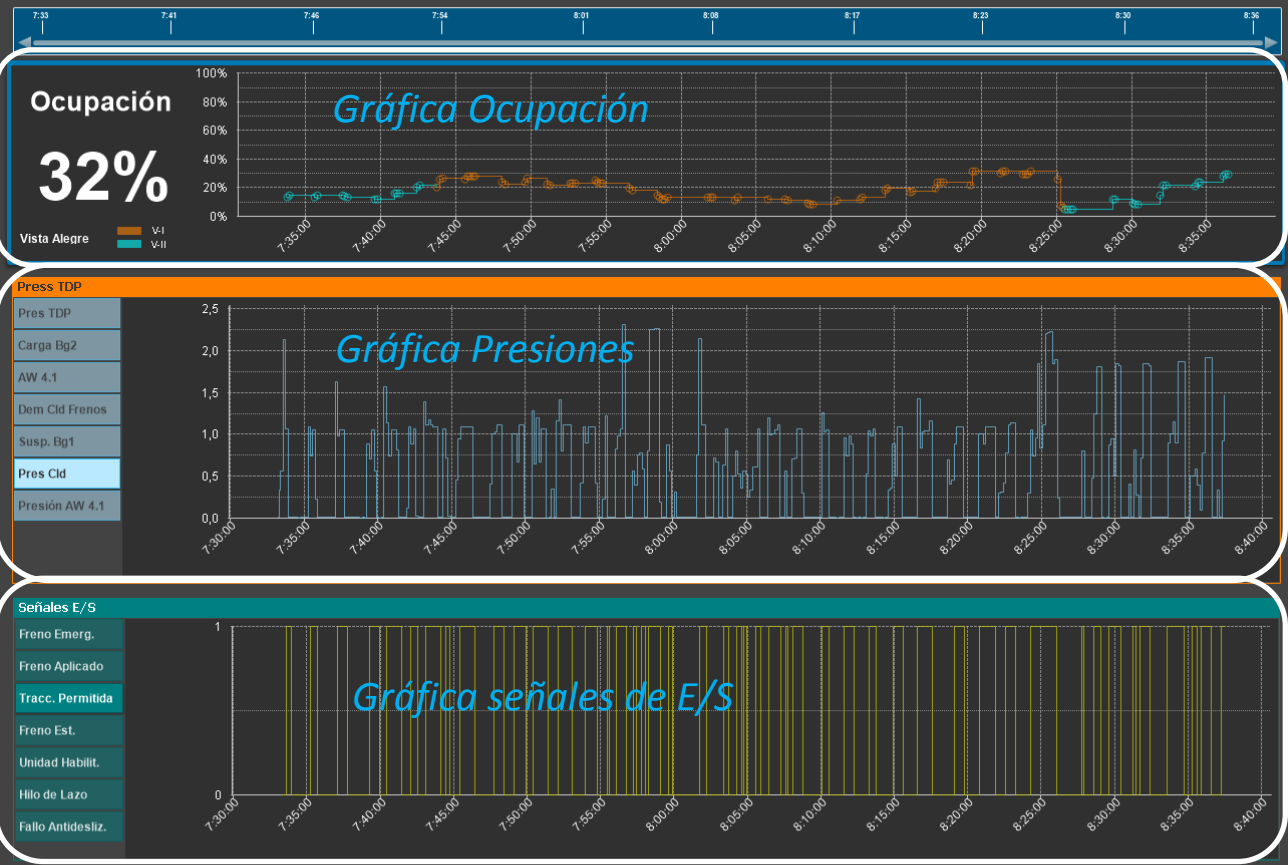
Mando Freno	Fallo AW 4.1.
Fallo Monitoriz.	Dem. Pres
Suspensión Bg1	Transduc. TDP
Suspensión Bg2	Transduc. P. Cilind.

Ind. estado

Señales E/S

Freno Emerg.	Unidad Habilit.
Freno Aplicado	Hilo de Lazo
Tracc. Permitida	Pres Mínima TDP
Freno Est.	Fallo Antidesliz

Señales de E/S





Sistema Cesis

Sistemas Monitorizados



Coche Localizado

Línea 5

Estación Casa de Campo

Sentido V-1 →

9:31:29

Indicadores de Velocidad

Veloc Real Veloc Limite Veloc Objetivo

14 km/h 20 km/h 20 km/h

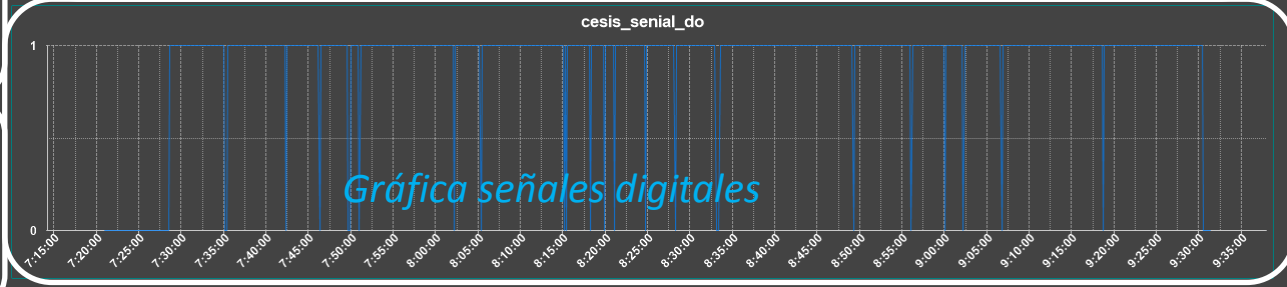
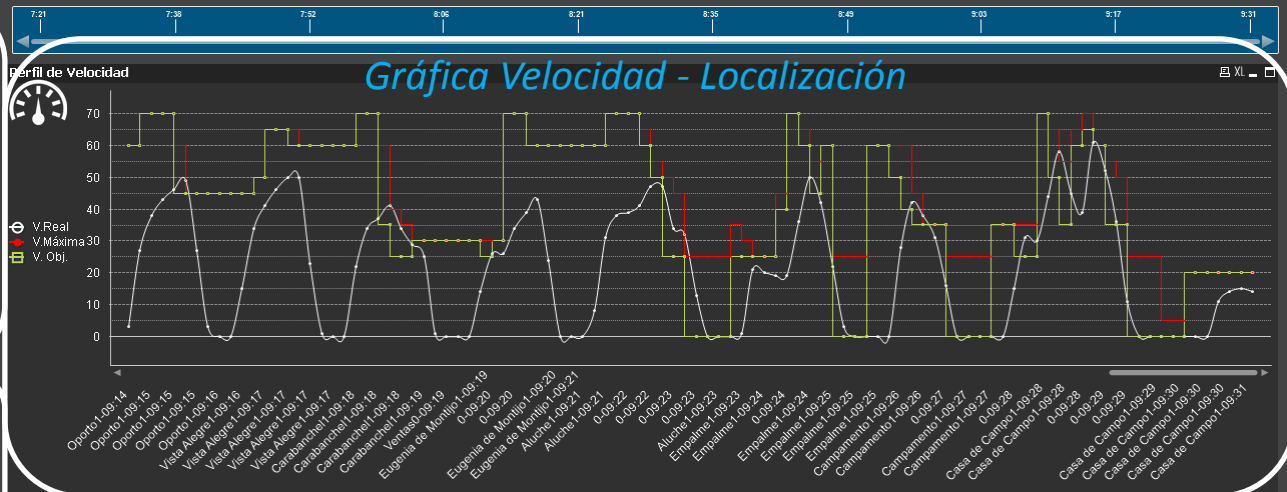
Ind. Velocidad

Alarma Inhibición	<input type="radio"/>	Fallo Grabación Reg.	<input type="radio"/>
Cesís No Conf.	<input type="radio"/>	Fallo Mod.Extraible	<input type="radio"/>
Diferencia Veloc.	<input type="radio"/>	Error Taco Gen. 1	<input type="radio"/>
Lazo Emerg. ATP	<input checked="" type="radio"/>	Error Taco Gen. 2	<input type="radio"/>
Error Totalizador	<input type="radio"/>	Alarma SDPI	<input type="radio"/>
Carga Freno Motor	<input checked="" type="radio"/>	Registro Parado	<input type="radio"/>
Presión TDP	<input type="text" value="9 bar"/>		

Ind. estado

Señales Digitales

Distancia Objetivo	<input type="radio"/>	Pul. Extinc. Fuego	<input type="radio"/>
Veloc. Limite	<input checked="" type="radio"/>	Bypass Tiradores	<input checked="" type="radio"/>
Inhibir Tiradores	<input type="radio"/>	Llave Especial	<input type="radio"/>
Sobre Velocidad	<input type="radio"/>	Inhib. Tiradores	<input type="radio"/>
Orden Marcha	<input type="radio"/>	Velocidad 0	<input type="radio"/>



Señales digitales

PANTALLA SISTEMA CESIS

Metro Compara Variables

Sel. Variables

- Variables
- ☒ aa_tempest
 - ☒ aa_tempsala1
 - ☐ aa_tempsala2
 - ☐ aa_temprecabina
 - ☒ aa_tempsala1
 - ☐ aa_tempsala2
 - ☐ aa_kwh
 - ☐ aa_st_calefrec1_b2
 - ☐ aa_st_calefrec1_b4
 - ☐ aa_st_calefrec2_b4
 - ☐ aa_st_calefrecibcab_b3
 - ☐ aa_st_cocheremol_b3
 - ☐ aa_st_compres1condens1_b4
 - ☐ aa_st_compres2condens2_b4
 - ☐ aa_st_compresor1_b3
 - ☐ aa_st_compresor2_b3
 - ☐ aa_st_compresorcab_b3
 - ☐ aa_st_convertok_b3
 - ☐ aa_st_evapcab_b3
 - ☐ aa_st_evapdet1_b2
 - ☐ aa_st_evapdet2_b2
 - ☐ aa_st_presoscompres1_b4
 - ☐ aa_st_presoscompres2_b4
 - ☐ aa_st_presoscomprescab_b4
 - ☐ aa_st_selectpmarchacabina_b3
 - ☐ aa_st_tensaux_b2
 - ☐ aa_st_tensprin_b2
 - ☐ aa_versw_codigo

- Filtro Valores
- AA μMic Cesis
- Cesis
- ☐ cesis averia gra...
 - ☐ cesis averia lev...
 - ☐ cesis bypass tir...
 - ☐ cesis conductor
 - ☐ cesis diferencia...
 - ☐ cesis dr1
 - ☐ cesis dr2
 - ☐ cesis dr3
 - ☐ cesis dr4
 - ☐ cesis ebt
 - ☐ cesis error grab...
 - ☐ cesis error mod...
 - ☐ cesis error rlc
 - ☐ cesis error tacho...
 - ☐ cesis error tacho...

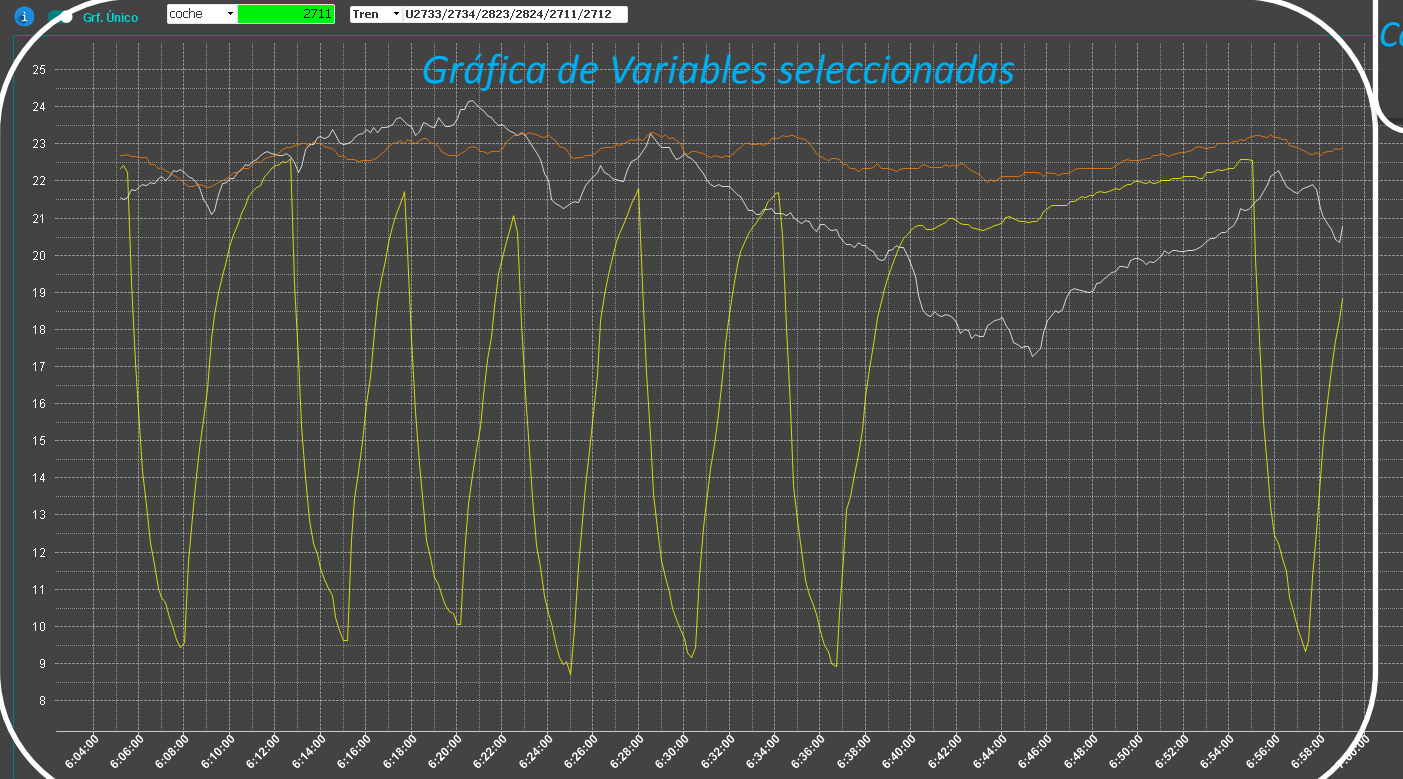
coche
stampFecha
Variables

2711
324 of 8802
aa_tempest, aa_tempsala1,
aa_tempsala2

88sg



Comparación
1 coche



Filtro Valores

PANTALLA REPRESENTACION DE VARIABLES 1 COCHE

Var. C/ 1

- ```
Variables
aa_tempretsala1
aa_tempretsala2
aa_kwh
aa_st_calefrec1_b2
aa_st_calefrec1_b4
aa_st_calefrec2_b4
aa_st_calefrecicab_b3
aa_st_cocheremol_b3
aa_st_compres1condens1_b4
aa_st_compres2condens2_b4
aa_st_compresor1_b3
aa_st_compresor2_b3
aa_st_compresorcab_b3
aa_st_convertok_b3
aa_st_evapcab_b3
aa_st_evapdet1_b2
aa_st_evapdet2_b2
aa_st_presoscompres1_b4
aa_st_presoscompres2_b4
aa_st_presoscomprescab_b4
aa_st_selectmarchacab_b3
aa_st_tensaux_b2
aa_st_tensprin_b2
```



- ```
Variables
aa_temprtsala1
aa_temprtsala2
aa_kwh
aa_st_calefrec1_b2
aa_st_calefrec1_b4
aa_st_calefrec2_b4
aa_st_calefrec2cab_b3
aa_st_cocheremol_b3
aa_st_compresfreccondens1_b4
aa_st_compres2condens2_b4
aa_st_compresor1_b3
aa_st_compresor2_b3
aa_st_compresorcab_b3
aa_st_convertok_b3
aa_st_evapcab_b3
aa_st_evapdet1_b2
aa_st_evapdet2_b2
aa_st_presoscompres1_b4
aa_st_presoscompres2_b4
aa_st_presoscomprescab_b4
aa_st_selectmarchacabina_b3
aa_st_tensaux_b2
aa_st_tenserin_b2
```



Var. C/ 2

PANTALLA REPRESENTACION DE VARIABLES 2 COCHES

Metro Descarga Datos

Selección tren – coche – equipo

Tren coche Siste...



Fecha	coche	=aa_consig...	aa_consigm...	aa_consigr...	aa_consigre...	aa_consigsala	aa_consigtci	aa_temptext	aa_consicg...	aa_tempimp...	aa_tempimp...	aa_tempimp...	aa_temptrec...	aa_temptres...	aa_temptres...	aa_kwh	aa_st_calef...	aa_st_cale
13/05/2019 08:05:01	2848	20	17,28	25,24	23,53	23,00	16,34	25,65	20,00	16,53	17,49	25,79	23,75	23,32	23,32	0	0	0
13/05/2019 08:05:01	2750	20	12,17	21,34	22,30	23,00	22,00	21,22	20,00	12,44	11,90	25,04	22,35	22,24	22,24	0	0	0
13/05/2019 08:05:03	2711	20	21,01	23,54	23,31	23,00	19,75	23,52	20,00	20,94	21,09	23,91	23,25	23,36	23,36	0	0	0
13/05/2019 08:05:06	2797	25	13,59	25,61	24,27	23,00	14,43	25,53	25,00	12,89	14,29	24,88	24,18	24,35	24,35	0	0	0
13/05/2019 08:05:08	2849	20	12,57	24,20	21,98	23,00	22,00	24,12	20,00	12,20	12,95	23,70	21,86	22,11	22,11	0	0	0
13/05/2019 08:05:08	2850	25	21,47	25,16	22,05	23,00	22,00	25,16	25,00	21,38	21,57	23,25	22,17	21,93	21,93	0	0	0
13/05/2019 08:05:09	2769	21	17,50	24,22	24,17	23,00	15,44	24,21	21,00	17,11	17,89	22,98	24,05	24,30	24,30	0	0	0
13/05/2019 08:05:11	2800	23	17,21	25,24	22,93	23,00	20,26	25,93	23,00	18,46	15,95	23,34	23,09	22,78	22,78	0	0	0
13/05/2019 08:05:12	2848	20	15,37	25,47	23,64	23,00	15,84	25,91	20,00	14,80	15,95	25,63	23,82	23,43	23,43	0	0	0
13/05/2019 08:05:12	2750	20	13,24	21,19	22,25	23,00	22,00	20,96	20,00	13,31	13,17	25,09	22,33	22,22	22,22	0	0	0
13/05/2019 08:05:13	2711	20	21,24	23,40	23,33	23,00	19,72	23,30	20,00	21,20	21,29	23,89	23,25	23,41	23,41	0	0	0
13/05/2019 08:05:15	2797	25	13,21	25,64	24,30	23,00	14,18	25,82	25,00	12,46	13,98	24,88	24,23	24,37	24,37	0	0	0
13/05/2019 08:05:17	2849	20	13,53	24,26	21,92	23,00	22,00	24,28	20,00	13,19	13,98	23,77	21,86	21,97	21,97	0	0	0
13/05/2019 08:05:18	2850	25	21,77	25,10	22,09	23,00	22,00	25,09	25,00	21,68	21,88	23,23	22,19	21,99	21,99	0	0	0
13/05/2019 08:05:19	2769	21	17,65	24,13	24,18	23,00	15,33	24,18	21,00	16,99	17,98	23,00	24,07	24,30	24,30	0	0	0
13/05/2019 08:05:21	2800	23	16,20	25,47	22,95	23,00	20,14	26,17	23,00	17,30	15,08	23,45	23,11	22,78	22,78	0	0	0
13/05/2019 08:05:21	2750	20	13,79	21,02	22,21	23,00	22,00	20,67	20,00	13,80	13,78	25,06	22,24	22,17	22,17	0	0	0
13/05/2019 08:05:23	2848	20	14,55	25,63	23,59	23,00	16,07	25,67	20,00	13,80	15,31	25,82	23,82	23,36	23,36	0	0	0
13/05/2019 08:05:23	2711	20	21,39	23,25	23,42	23,00	19,44	22,93	20,00	21,31	21,46	24,00	23,34	23,50	23,50	0	0	0
13/05/2019 08:05:26	2797	25	13,13	25,79	24,28	23,00	14,18	25,82	25,00	13,90	13,90	24,85	24,25	24,30	24,30	0	0	0
13/05/2019 08:05:28	2849	20	14,34	24,28	21,86	23,00	15,33	24,18	21,00	14,55	14,55	23,75	21,75	21,97	21,97	0	0	0
13/05/2019 08:05:28	2850	25	21,99	25,06	22,11	23,00	22,00	25,06	25,00	22,02	22,11	23,20	22,22	21,99	21,99	0	0	0
13/05/2019 08:05:29	2769	21	16,07	24,28	24,22	23,00	15,12	24,37	21,00	15,68	16,47	23,02	24,07	24,37	24,37	0	0	0
13/05/2019 08:05:30	2800	23	15,66	25,62	22,86	23,00	20,45	26,36	23,00	16,74	14,43	23,45	23,02	22,69	22,69	0	0	0
13/05/2019 08:05:31	2750	20	14,24	20,87	22,19	23,00	22,00	20,59	20,00	14,29	14,18	25,02	22,24	22,13	22,13	0	0	0
13/05/2019 08:05:33	2711	20	21,57	23,08	23,39	23,00	19,50	22,71	20,00	21,55	21,60	23,91	23,32	23,45	23,45	0	0	0
13/05/2019 08:05:34	2848	20	14,04	25,52	23,51	23,00	16,47	25,34	20,00	13,25	14,82	25,79	23,68	23,34	23,34	0	0	0
13/05/2019 08:05:35	2797	25	13,03	25,94	24,29	23,00	14,09	26,08	25,00	12,36	13,70	24,85	24,28	24,30	24,30	0	0	0
13/05/2019 08:05:38	2769	21	14,99	24,23	24,27	23,00	14,98	24,16	21,00	14,72	15,27	22,96	24,14	24,37	24,37	0	0	0
13/05/2019 08:05:38	2849	20	15,07	24,30	21,78	23,00	22,00	24,30	20,00	15,21	14,94	23,68	21,71	21,86	21,86	0	0	0
13/05/2019 08:05:38	2850	25	22,17	24,99	22,13	23,00	20,97	25,00	22,13	22,13	22,22	23,18	22,24	22,02	22,02	0	0	0
13/05/2019 08:05:41	2800	23	15,16	25,78	22,81	23,00	20,67	26,24	23,00	16,30	14,02	23,45	22,93	22,69	22,69	0	0	0
13/05/2019 08:05:41	2750	20	15,03	20,70	22,18	23,00	22,00	20,70	20,00	15,23	14,84	25,09	22,22	22,15	22,15	0	0	0
13/05/2019 08:05:43	2711	20	21,39	22,93	23,47	23,00	19,34	22,60	20,00	21,38	21,40	23,93	23,43	23,50	23,50	0	0	0
13/05/2019 08:05:44	2848	20	13,45	25,30	23,44	23,00	16,77	25,18	20,00	12,82	14,08	25,79	23,61	23,30	23,30	0	0	0
13/05/2019 08:05:45	2797	25	12,73	26,08	24,30	23,00	14,01	26,08	25,00	12,04	13,43	24,81	24,41	24,18	24,18	0	0	0
13/05/2019 08:05:47	2849	20	15,89	24,45	21,81	23,00	22,00	24,60	20,00	16,43	15,35	23,77	21,75	21,86	21,86	0	0	0
13/05/2019 08:05:47	2850	25	22,23	24,95	22,14	23,00	22,00	24,95	25,00	22,13	22,33	23,25	22,24	22,04	22,04	0	0	0
13/05/2019 08:05:49	2769	21	14,33	24,12	24,23	23,00	15,16	24,02	21,00	14,12	14,53	22,98	24,12	24,32	24,32	0	0	0
13/05/2019 08:05:50	2800	23	14,71	25,93	22,73	23,00	21,01	26,19	23,00	15,81	13,61	23,39	22,87	22,60	22,60	0	0	0
13/05/2019 08:05:51	2750	20	15,61	20,77	22,17	23,00	22,00	20,74	20,00	15,81	15,41	24,95	22,24	22,12	22,12	0	0	0

Descarga de datos

Variables de la selección

PANTALLA DESCARGA DE VARIABLES



Barreras, retos y próximos pasos



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Barreras

- ❶ Romper la habitual **resistencia al cambio** a través de la confianza, el apoyo y tolerancia al error.
- ❷ Fomentar la **formación** como eje transformador a través de los empleados.
- ❸ Avanzar en la **estandarización** de modelos.
- ❹ Iniciar el proceso de transformación mediante quick wins y modelos escalables para romper la resistencia a realizar **grandes inversiones**.



Retos

- Desarrollar un **plan completo de transformación digital del mantenimiento de material móvil**, empezando por una evaluación inicial que fije el punto de partida y que contemple el despliegue temporal de las diferentes sistemas y tecnologías 4.0 en función de su grado de madurez y retornos.
- Fuertes dosis de **liderazgo** para generar una **nueva visión digital** del mantenimiento de material móvil que fomente la existencia de equipos motivados e integrados.
- Crear un **ecosistema innovador** centrado en el cliente que desarrolle un **mantenimiento estratégico**.



Formar un Centro de Mantenimiento Avanzado donde personal de mantenimiento monitorice el estado de los trenes y realice un mantenimiento bajo condición (CBM).

Desarrollar una APP para mejorar la información al viajero facilitando datos de la ocupación y temperatura del próximo tren.



Próximos pasos

Mantenimiento CBM

IA, Árboles de decisión

Tren digital

Flujo digital de equipos embarcados

RFID y trazabilidad avanzada en la cadena de suministro

Integración supply chain

Compras de repuestos



Conectividad

Tablets

Integración digital

Centro de control de operaciones de red.

Integración digital con red y sistemas de gestión de flotas

Centro de control de operaciones de mantenimiento de material móvil. Integración digital operaciones de mantenimiento

Comunicación con cliente: app

Tecnología

Robots.

AGV's

Reconocimiento voz

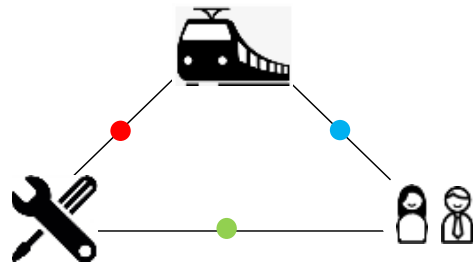
Impresión 3D

Lean 4.0 (kanban sensorizado)



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Monitorización en tiempo
real de variables del tren
Estado de salud del tren



Mantenimiento
CBM/predictivo

Asistencia
al viajero

- Los trenes del siglo pasado no disponen de buses de datos centralizados.
- Mediante el acceso a los puertos de mantenimiento y a los buses propietarios de los equipos se puede extraer la información del tren.
- El volcado de los datos del tren a tierra, mediante la red Wifi de las estaciones, permite realizar un mantenimiento basado en condición (CBM) y mejorar la información al viajero.



1919 - 2019

La mejor manera de predecir el futuro es construirlo. Peter Drucker