



Ansaldo STS A Hitachi Group Company

Características del Sistema Automático sin conductor para la Operación de la Línea 2 del Metro de Lima

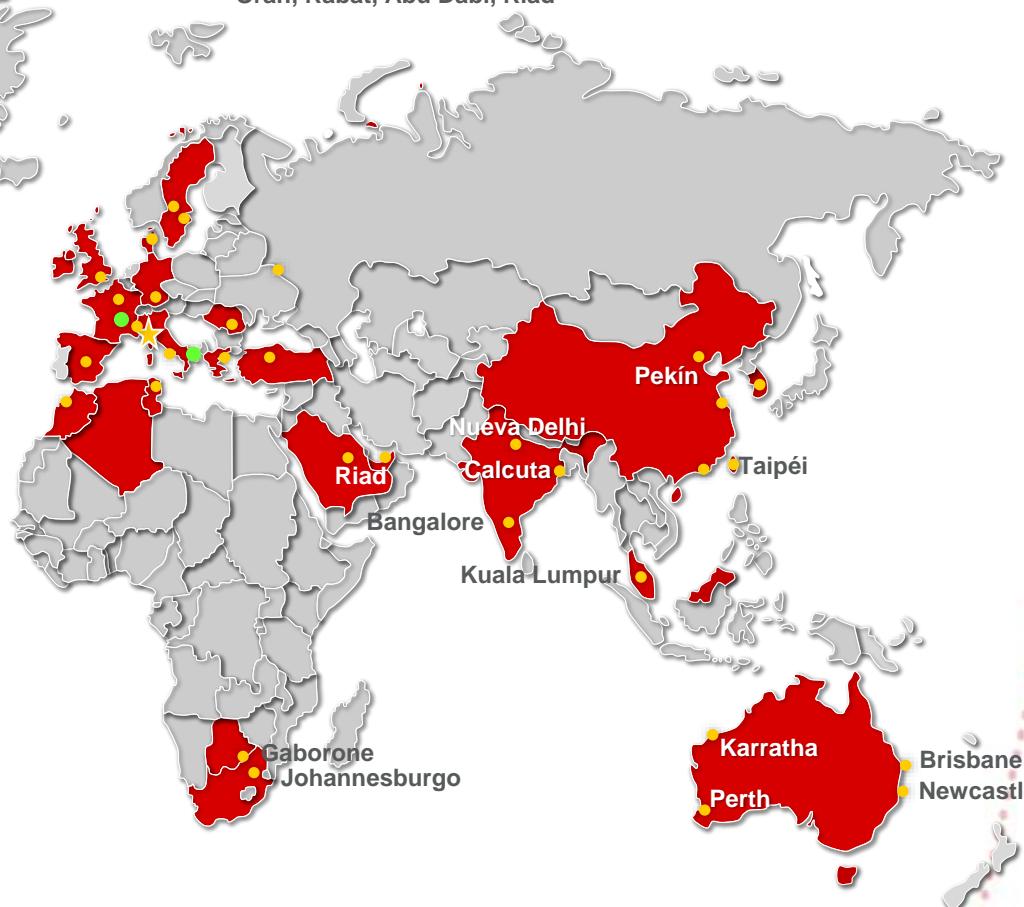
Lima, 13 de Noviembre 2015

Presencia Internacional (*número de trabajadores total en 2014: 3.799 p*)

Europa, Norte de África y Oriente Medio :
Génova, Nápoles, Turín, Potenza, París, Riom, Copenhague,
Londres, Madrid, Múnich, Estocolmo, Tesalónica, Ankara, Túnez,
Oran, Rabat, Abu Dabi, Riad



América:
Pittsburgh, Batesburg,
Honolulu, Kansas City,
Los Ángeles, Rockville,
Toronto, Kingston, Lima,
Fortaleza



★ Sede Central

○ Oficinas Principales y Representantes de Ventas
● Fábricas

Referencias y Proyectos Principales a nivel mundial

Reino Unido
High Speed One
Cambrian Line

Alemania
LAV Saarbrücken - Mannheim
LAV Berlin-Rostock

EE.UU.
SEPTA PTC, línea regional,
línea regional ferroviaria de Long
Island, acceso al lado Este de
Speonk a Montauk
Metros: Metro de Los Ángeles
(Línea Verde), tránsito rápido de
Honolulu, Metro de Nueva York
WMATA Silver Springs
WMATA Dulles Fase 2
PAAC, Conector de la Costa
Norte
NYCT, Chambers Street

Venezuela
Metro: Los Teques

Perú
Metro: Líneas 2 y 4 de Lima

Brasil
Metro:
Sao Paulo CPTM ATP, líneas 7 y
12
Sao Paulo CPTM ATO, líneas 7,
9 y 12

Turquía
Línea Gebze - Köseköy
Metro: Líneas de Ankara
1,2,3,4

Algeria
Línea Oued Tlelat-Tlemcen

Marruecos
LAV Tánger-Kenitra

Suecia
Línea Boden-Haparanda
Metro: Línea roja de Estocolmo

Dinamarca
Metros: M1 y M2 de Copenhague,
nuevo City-Ring, LAV de Aarhus

Italia
Red de Alta Velocidad:
Milán-Bolonia, Roma-Milán, Milán-
Nápoles, Florencia-Bolonia, Turín-
Milán, Brescia-Treviglio
Metros: L1 y LC de Roma, L1 y L6
de Nápoles, L5 de Milán, Brescia,
Génova

Francia
Toda la Red de Alta Velocidad
incluyendo:
Tours-Burdeos (SEA), Le Mans-
Rennes (BPL), París-Estrasburgo
(Este de Europa),
Metro Línea 3 de París

Grecia
Metro: Tesalónica

España
AVE Madrid-Lérida
línea Figueras-Perpiñan –
baipás Madrid Atocha, AVE La
Robla-Pola de Lena

China
Shijiazhuang-Taiyuan DPL (Shi-
Tai)
Zhengzhou-Xian DPL,
Metros: líneas 1 y 2 de
Shenyang, líneas 1 y 2 de
Chengdu, línea 1 de Hangzhou,
línea 2 de Xian, línea 1 de
Zhengzhou,
Tranvia: Tramwave® fase 1
Zhuhai

Corea del Sur
LAV Seúl-Busan, LAV Osong-
Gwangju (Honam), programa de
a bordo de Rotem, LAV de
Sudokwon
Metro: ML Ui Shinseol

Taiwán
Metro: Línea Circular de Taipéi

Australia
Rio Tinto
Roy Hill Iron Ore
ARTC
Extensión llave en mano de
señalización ferroviaria de Butler,
PTA

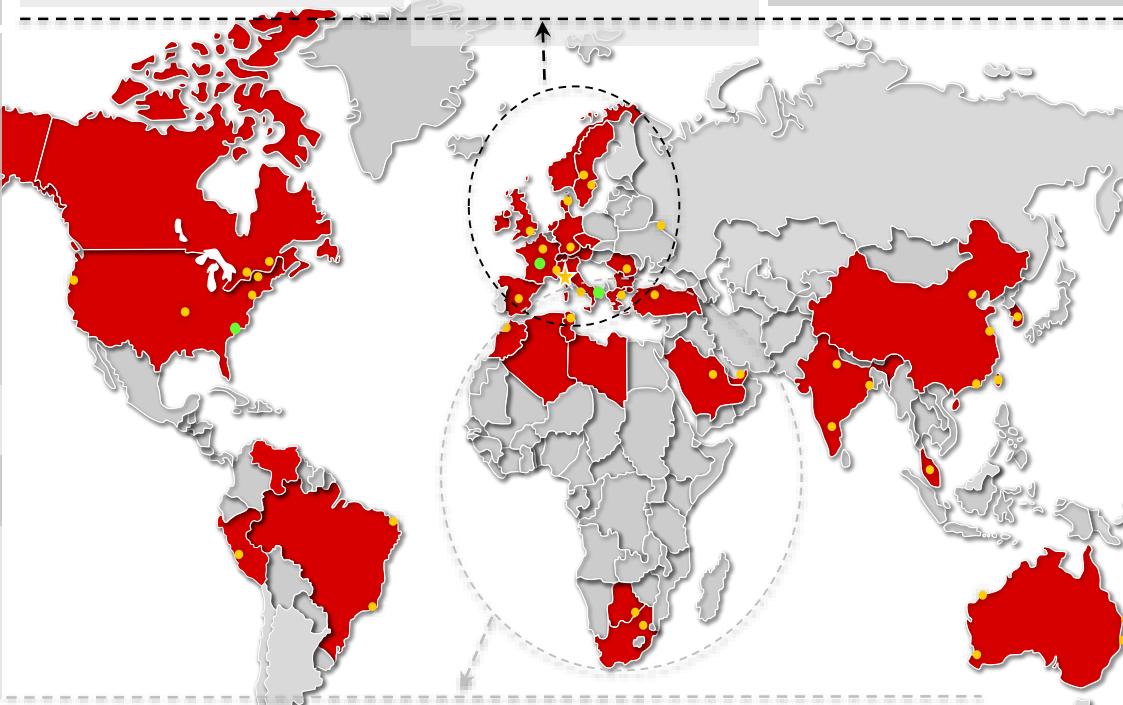
Malasia
Vía doble norte

Arabia Saudí
Metros: Metro de la universidad
para mujeres Riyadh Princess
Noura Bint Abdulrahman, Línea 3
del metro de Riyadh

EAU.
Fase uno del ferrocarril Etihad
(línea Shah-Habshan-Ruwais)

Libia
Línea costera Ras Ajdir -
Sirth e Al-Hisha-Sabha

India
Ferrocarril del norte TPWS,
Ferrocarril del sur TPWS
Metros: metro de Calcuta,
monorail de Bombay, metro
de Navi Bombai



Competencias

Ansaldo STS

A Hitachi Group Company



Expertos en señalización ferroviaria y proyectos llave en mano, Ansaldo STS
gestiona todas las fases de un proyecto de línea ferroviaria, incluyendo el diseño,
fabricación e instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento,
independientemente del tamaño de la red y su complejidad

Soluciones de Transporte Público Llave en Mano

- El transporte público se centra en la movilidad urbana, con intervalo mínimo entre trenes (de hasta tan sólo 75 s) y altos volúmenes de pasajeros por hora en rutas relativamente cortas.

Metro Convencional



Metro Sin Conductor



LAV, Ferrocarriles sub-urbanos y regionales



1. Metro de Génova (Italia)
2. Línea 1 de Metro de Nápoles (Italia)
3. Línea 6 de Metro de Nápoles (Italia)
4. Líneas A y B de Metro de Roma (Italia)
5. Líneas 1 y 3 de Metro de Milán (Italia)
6. Línea Azul de Chicago (EE.UU.)
7. Tránsito de la Ciudad de Nueva York (EE.UU.)
8. Línea Verde de Los Ángeles (EE.UU.)
9. Metro de Navi Bombay (India)

1. M1/M2 de Copenhague (Dinamarca)
2. Brescia (Italia)
3. Línea 5 de Milán (Italia)
4. Línea C de Roma (Italia)
5. Tesalónica (Grecia)
6. Línea Circular de Taipéi (Taiwán)
7. Riad University PNU (Arabia Saudí)
8. City Ring de Copenhague (Dinamarca)
9. Honolulu (EE.UU.)
10. Línea 4 de Milán (Italia)
11. Línea 3 de Riad (Arabia Saudí)
12. Línea 2 de Lima (Perú)

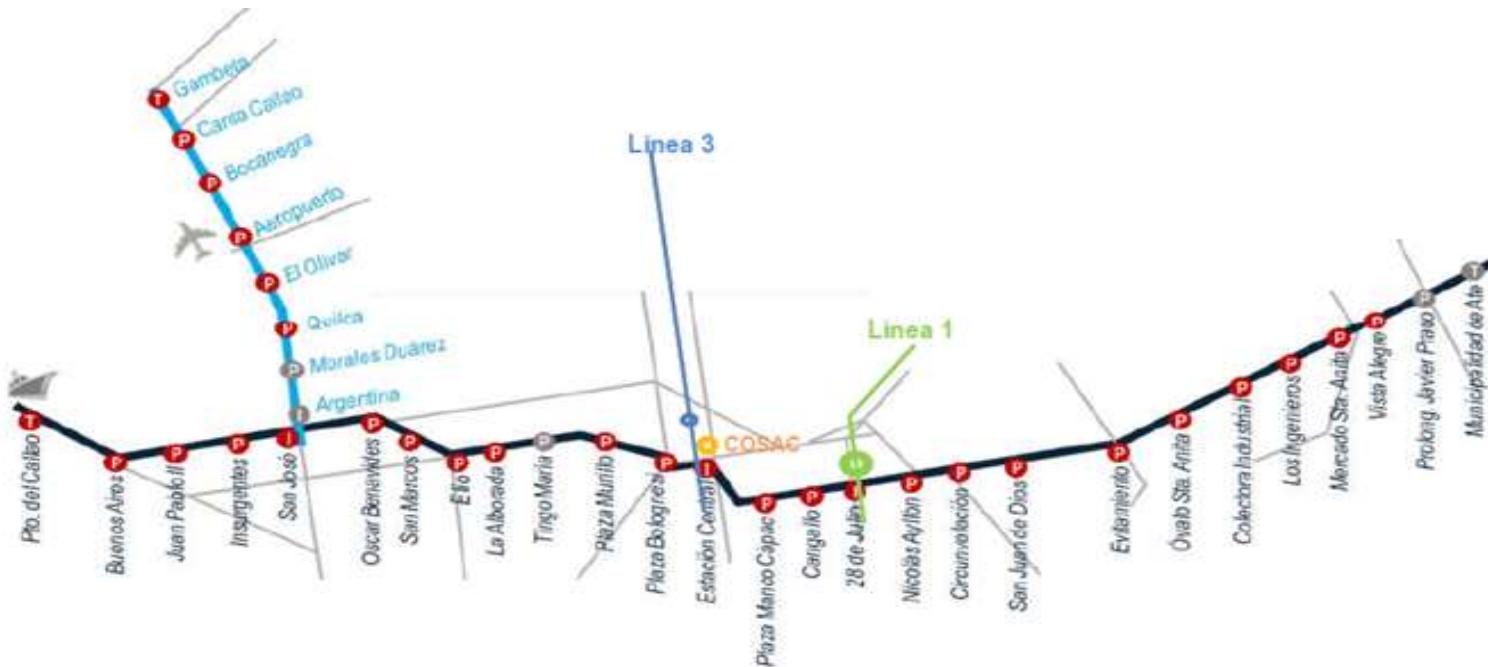
1. Línea 1 de Midland LR - Birmingham (R.U.)
2. Extensión del Metrolink de Manchester (R.U.)
3. ML de Sassari (Italia)
4. Líneas A, B, C de Dublín (Irlanda)
5. Líneas 1, 2, 3 de Florencia (Italia)
6. Ferrocarriles Regionales (Italia)
7. ML de DART de Dallas (EE.UU.)
8. ML del Corredor de la Costa Norte y el Sudeste de Pittsburgh (EE.UU.)
9. ML de Aarhus (Dinamarca)



Línea 2 del Metro de Lima y Ramal Faucett - Gambetta

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Ruta Esquemática del Proyecto – Línea 2 y ramal de Línea 4



DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

LONGITUD DE LA LÍNEA

- Longitud de la vía de túnel de línea de la Línea 2 ~ 27 km
- Longitud de la vía de túnel de línea del ramal de Línea 4 ~ 8 km

35 km

ESTACIONES

Intercambiadoras)

- Estaciones subterráneas en la Línea 2 27
- Estaciones subterráneas en ramal de Línea 4 8

35 (3 Estaciones Terminales, 2 Estaciones

DEPÓSITO

- Número 2
- Depósito de **Línea 2**: Depósito de S. Anita - Ubicado cerca de la Estación de S.Anita
- Depósito de **Línea 4**: Depósito de Bocanegra - Ubicado cerca de la Estación de Bocanegra

TRENES

- Flota (hasta 2019) 42 (35 para la Línea 2 y 7 para la línea 4)
- Número de coches por tren, Línea 2 6 (hasta 2038); 7 (desde 2039)
- Número de coches por tren, Línea 4 6 (hasta 2038)
- Longitud del tren 107 m (6 coches); 125 (7 coches)
- Número máx. de pasajeros por tren (6 pasajeros/m²) 1264 pasajeros (6 coches), 1477 pasajeros (7 coches)
- Número máx. de pasajeros por tren(8 pasajeros/m²) 1638 pasajeros (6 coches), 1913 pasajeros (7 coches)



Sistema ATC

Descripción General del Sistema ATC

El Sistema de Control Automático del Tren (**ATC**) sin Conductor, Basado en Comunicaciones Radio (**CBTC**), de Ansaldo STS, es un sistema integrado que garantiza la gestión de manera “segura” y “eficaz” del movimiento de vehículos de transporte público. A continuación se enumeran los cinco beneficios funcionales principales:

- Transportar pasajeros de manera segura y cómoda
- Realizar el intercambio de pasajeros de manera segura y eficaz
- Soportar y automatizar operaciones nominales
- Soportar y automatizar la gestión de operaciones en modo degradado
- Soportar objetivos de disponibilidad de servicio

Descomposición Funcional

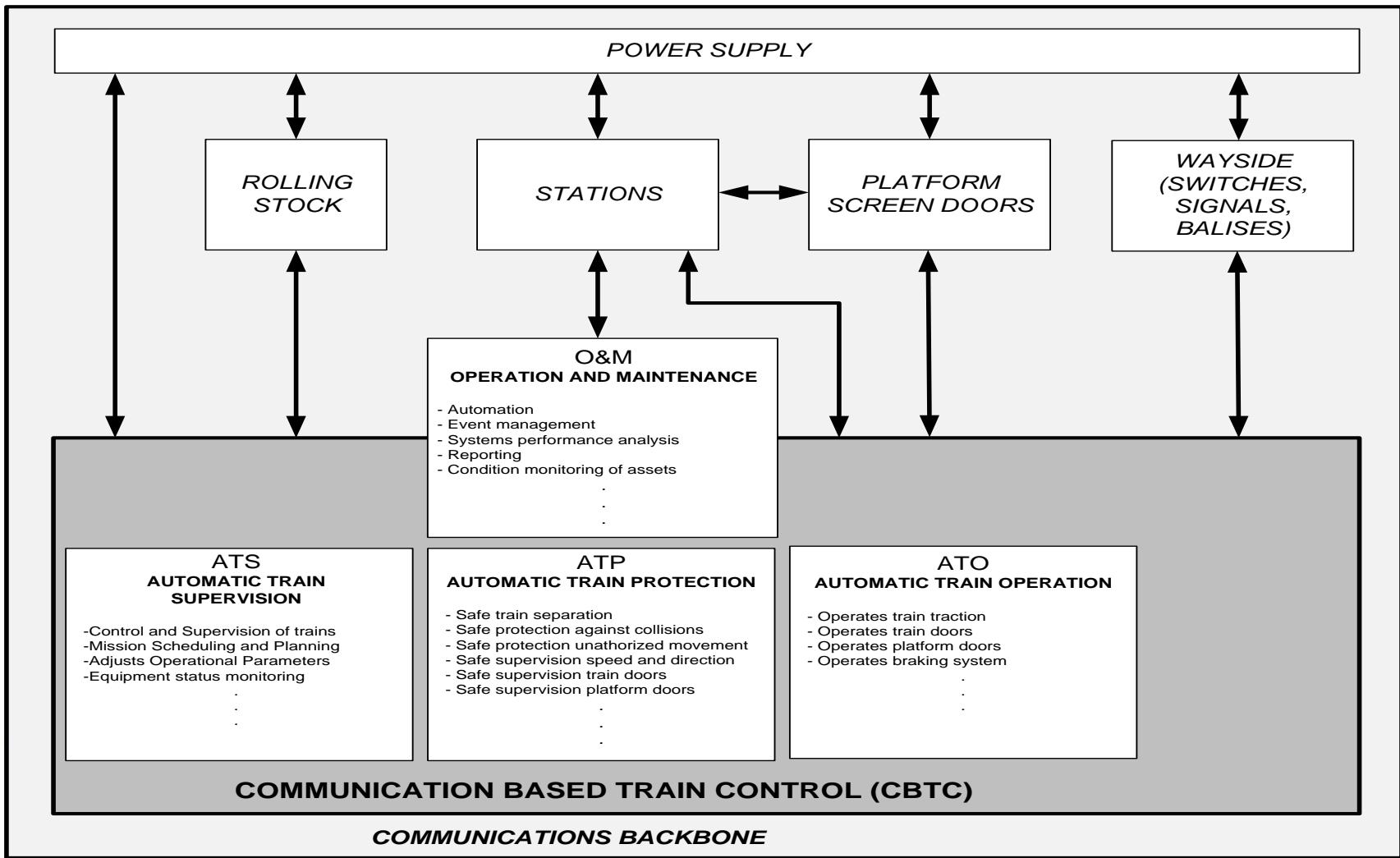
Las principales funciones de CBTC pueden descomponerse en tres grupos principales:

- **ATP** – Protección Automática de Trenes;
- **ATO** – Operación Automática de Trenes;
- **ATS** – Supervisión Automática de Trenes

Además de estos tres grupos, CBTC también participa en el siguiente grupo funcional :

- **O&M** – Soporte de Operación y Mantenimiento

Descomposición Funcional

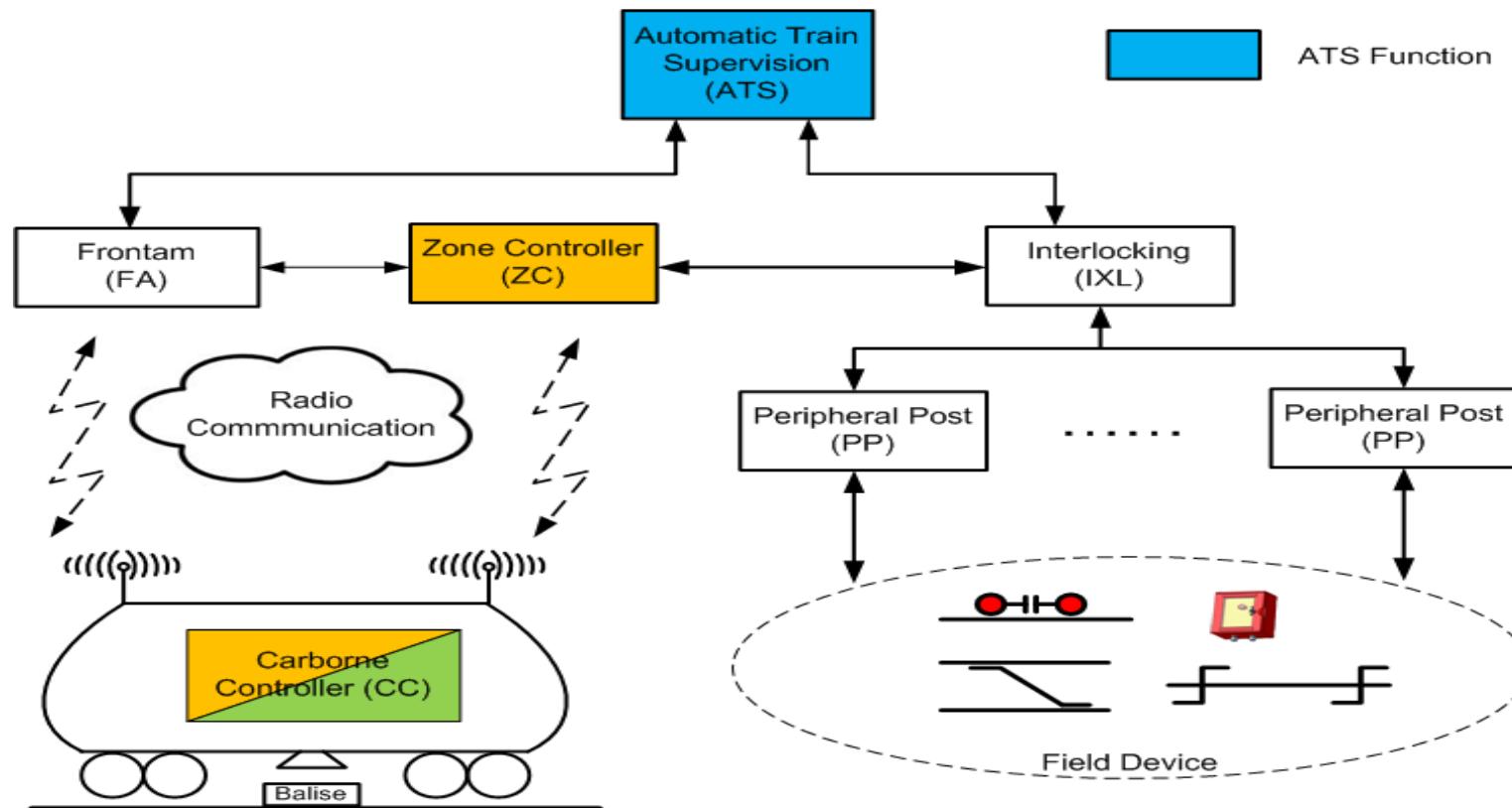




Arquitectura del CBTC

Arquitectura simplificada de CBTC

Legend :



Arquitectura Simplificada de CBTC: Principios Generales

El Sistema ATC de CBTC de Ansaldo STS es un sistema distribuido. Para llevar a cabo sus funciones, CBTC las asigna a **equipos** de CBTC y / o exporta requerimientos funcionales a un sistema externo a través de **interfaces** específicas.

Los principales equipos de CBTC son:

- *CC – Controlador en Coche.*
- *ZC – Controlador de Zona.*
- *WSP – Sistema de enclavamiento basado en el uso de computadoras estándar de Ansaldo STS.*
- *FTM – FRONTAM.*
- *ATS – Supervisión Automática de Trenes.*

Estos dispositivos están interconectados a través de DCS, un intercambio bidireccional, fiable y seguro de datos vitales y no vitales entre dispositivos a lo largo de la vía y de dispositivos a lo largo de la vía a equipos del tren.

Componentes Principales de CBTC: Controlador de Zona (ZC)

Controlador de zona (ZC): ZC está encargado de calcular las posibles autoridades de movimiento de trenes, gestionar la comunicación con WSP, actuar como interfaz el CC de trenes, enviar al CC las autoridades de movimiento calculadas;

Un equipo de Controlador de Zona está compuesto por:

- *Plataforma de ATP:* tres módulos físicamente separados denominados “PCSG1/2/3” realizan un sistema 2oo3 SIL4 encargado de soportar la aplicación de ATP de CBTC de vía y se comunica con los CC, otros ZC, Frontam y WSP.
- *Servidores Silam1/2 :* encargados de recopilar datos de mantenimiento y enviarlos al Frontam.

Para la Línea 2, hay 5 ZC (2 en el Depósito y 3 en el Colector Industrial para la Línea Principal); Para la Línea 4, hay 2 ZC (ubicados en el depósito para gestionar el depósito y la línea principal)

Componentes Principales de CBTC: Controlador en Coche (CC)

Controlador en Coche (CC): instalado en cada tren que va a supervisarse por el Sistema CBTC. Determina la ubicación del tren y la proporciona al ZC; usando el MAL recibido de los ZC e información dinámica del tren recibida de los ZC proporciona el modo de control del tren de una manera segura;

Cada CC está compuesto por 2 bloques principales y equipos periféricos:

- *Bloque de computadora:* plataforma de procesamiento 2oo3 (vital y no vital) y plataforma de comunicación (Radio...)
- *Bloque de Interfaz I/O :* gestiona I/O vitales y no vitales;
- *TOD:* presenta información de conducción, estatus de equipos y alarmas al conductor, si está presente.
- *Odómetro y Lector de Etiquetas:* determina la posición del tren

Para la Línea 2 y el Ramal de Línea 4 del Metro de Lima, se instalará un CC en cada tren.

Componentes Principales de CBTC: FrontAm (FTM)

Frontam (FTM): instalado en una sala de operación central, está compuesto por servidores y estaciones de trabajo. FTM está encargado de recopilar información de mantenimiento de subsistema CBTC y hacer de interfaz de equipos en el tren con ATS.

Consiste en un armario que incluye los siguientes módulos principales:

- Dos *Servidores de Aplicación*: ambos conectados a CC, ZC, WSP and ATS mediante un enlace redundante y con una Estación de trabajo de FTM mediante una red dedicada redundante;
- Un *Servidor de Archivo*: conectado a una Estación de trabajo de FTM mediante una red dedicada redundante;
- *Estaciones de trabajo de FTM*: Estación de trabajo de Frontam instalada físicamente fuera del armario de Frontam.

Cada Línea 2 y Ramal de Línea 4 tendrá un FrontAm en PCO-N y en PCO-E. Los Servidores se instalarán en la Sala de Servidores de PCO, y las estaciones de trabajo en las Salas de Mantenimiento.

Componentes Principales de CBTC: Enclavamiento (IXL) (1/2)

WSP es la plataforma de enclavamiento desarrollada por Ansaldo STS para aplicaciones **Sin Conductor** de CBTC. El subsistema IXL está encargado principalmente de gestionar agujas y rutas (por ejemplo, funciones de enclavamiento). También es la interfaz vital con dispositivos del lado de vía.

El Subsistema IXL se basa en cuatro capas principales:

- Puesto Central (**CP**): Uno para el Depósito y uno para la Línea Principal;
- Puesto Periférico (**PP**): en SER en las estaciones;
- Controlador de Dispositivos de Campo (**FDC**): placas colocadas en los armarios del PP;
- HMI de Operador: MMI de D&M en salas de mantenimiento

Los Dispositivos de Campo incluyen :

- Motores de Aguja,
- Circuitos de vía: usados por IXL para detectar la posición del tren en modo degradado o para detectar trenes sin CBTC.
- Botones pulsadores: Paradas de emergencia,...etc

Para el Proyecto de Línea 2 y Ramal de Línea 4 de Lima, las computadoras de núcleo de WSP están ubicadas en el depósito y la Línea Principal, y conectadas mediante DCS a puestos periféricos (PP) que están ubicados en las estaciones. Cada puesto periférico gestiona la interfaz física con dispositivos del lado de vía

Componentes Principales de CBTC: Enclavamiento (IXL) (2/2)

Las funciones de enclavamiento principales son las siguientes:

- **Protección de rutas incompatibles:** IXL garantiza que no pueden establecerse rutas en conflicto al mismo tiempo.
- **Protección de motores de aguja:** IXL no permitirá que un tren circule por una aguja si la aguja está moviéndose.
- **Protección de punto de acercamiento:** IXL garantiza que los puntos de acercamiento están despejados antes de establecer rutas.
- **Separación de trenes para trenes sin CBTC :** Para trenes sin CBTC, IXL es responsable de garantizar la separación de trenes.

Componentes Principales de CBTC: Supervisión Automática de Trenes (ATS)

Hermes es la plataforma de ATS desarrollada por Ansaldo STS para aplicaciones Sin Conductor de CBTC. ATS proporciona capacidades de control y monitoreo para supervisar la operación de trenes. Se **basa en PC y servidores comerciales** organizados para su alta disponibilidad.

Los Equipos Principales son los siguientes:

- Servidores de Aplicación y Comunicación Redundantes;
- Estaciones de Trabajo (Controladores de Despacho de Trenes, Operador Jefe, mantenimiento)
- Almacenamiento (NAS)
- Murales de Vídeo
- Red Redundante



Para la Línea 2 y el Ramal de Línea 4 del Metro de Lima, cada línea tendrá un centro de operaciones normal (PCO-N) y un centro de operaciones de Emergencia (PCO-E). En cada ubicación, se instalarán servidores redundantes, así como mural de vídeo y estaciones de trabajo. En cada ubicación, hay 5 puestos (estaciones de trabajo): 1 Controlador de Despacho de Trenes para el Depósito, 1 Controlador de Despacho de Trenes para la Línea Principal, 1 Operador Jefe, 1 estación de trabajo de Operación y Mantenimiento (O&M) y 1 Estación de Trabajo de Diagnóstico y Mantenimiento (D&M)).

Componentes Principales de CBTC: Sistema de Comunicación de Datos (DCS)

Aunque DCS no forma parte directamente del sistema de Señalización, es una parte muy crítica.

Todo el DCS, incluyendo la red de radio, está duplicado. El DCS está compuesto de manera general por 4 subredes:

- Red de tren
- Red de lado de vía
- Red de estructura principal
- Red central



Cada subred está totalmente duplicada (red A y B). A y B son independientes y están activas al mismo tiempo.

En cada extremo del tren hay una antena. Cada antena está dedicada a cada red. Los puntos de acceso de radio en el lado de vía se disponen de tal manera que cada tren está constantemente dentro del alcance de ambas redes.

Esta redundancia completa de la red es el elemento clave que permite que CBTC ofrezca un MTBF superior a un sistema de señalización clásico.

Modalidad de Conducción de CBTC

El Sistema CBTC puede operar siguiendo 5 modos de conducción diferentes:

- **UTO – Operación de Trenes Sin Supervisión:** El tren se desplaza automáticamente usando ATO bajo supervisión de ATP (GoA4)
Esta Modalidad es la modalidad estandar para la Línea 2 y el Ramal de Línea 4 del Metro de Lima
- **AMA – Modalidad Automática con Asistente:** El tren se desplaza automáticamente usando ATO bajo supervisión de ATP. El asistente a bordo es responsable de controlar las puertas y la operación de intercambio de pasajeros en la estación.
- **ATPM – Modalidad ATP:** El conductor conduce el tren manualmente hasta la máxima velocidad permitida. El conductor soporta y respeta la información mostrada en TOD, que se genera por ATP.
- **RM – Modalidad Restringida:** Los trenes pueden conducirse manualmente por un conductor. El ATP de borde garantizará que el conductor no supera la velocidad máxima de 15 km/h. El conductor debe respetar las indicaciones por voz proporcionadas por el controlador de despacho.
- **NRM – Modalidad no Restringida:** El conductor trabajará en modo manual completo siguiendo las instrucciones del controlador de despacho de trenes.

Redundancia

Todos los equipos de CBTC proporcionan un alto nivel de redundancia y capacidad de “hot stand-by”.

Se usan diferentes estrategias para los componentes de CBTC:

- CC (ATP) y ZC se basan en una arquitectura 2oo3 de alta disponibilidad, ATO se basa en una arquitectura redundante de alta disponibilidad.
- Frontam se basa en una estrategia de duplicación de datos y monitoreo de servidores “hot stand-by” clásicos.
- Se disponen balizas de tal manera que la pérdida de cualquier baliza individual no afectará a las funciones de CBTC. En las estaciones en las que se usan balizas para la parada con precisión, las balizas están duplicadas. Entre estaciones, las balizas están separadas de tal manera que perder una baliza no degradará las prestaciones del sistema.
 - IXL se basa en una arquitectura 2oo2HR (Redundancia en Caliente de 2 de 2)
 - Los servidores de ATS son redundantes y las estaciones de trabajo se instalan en 2 ubicaciones diferentes (PCO-N y PCO-E)
 - El DCS también es completamente redundante.



El Sistema CBTC en Operacion

CBTC: Separacion de trenes

Ansaldo STS

A Hitachi Group Company

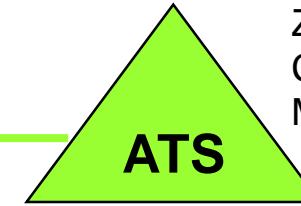
ATS = Automatic Train
Supervision

ZC = Zone Controller

CC = Carborne Controller

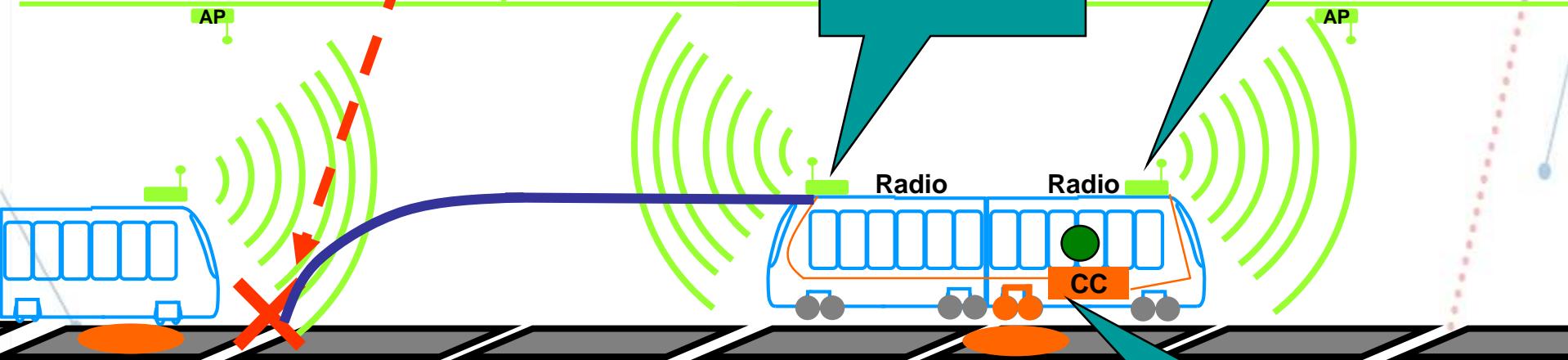
MAL = Moving Authority Limit

3.ZC (utilizando las
informaciones recibidas desde
los trenes) calcula el MAL (X)
y lo envía a los vehículos.
ZC envía la posición de los
trenes al ATS para la
visualización



4. El CC calcula la
curva de frenado para
que el MAL no se pase nunca

2.La posición es enviada
por radio al zone
controller (ZC)



1. CC calcula la posición
del tren utilizando las
balizas y el sistema de
odometría

CBTC System: Separacion de trenes

Ansaldo STS

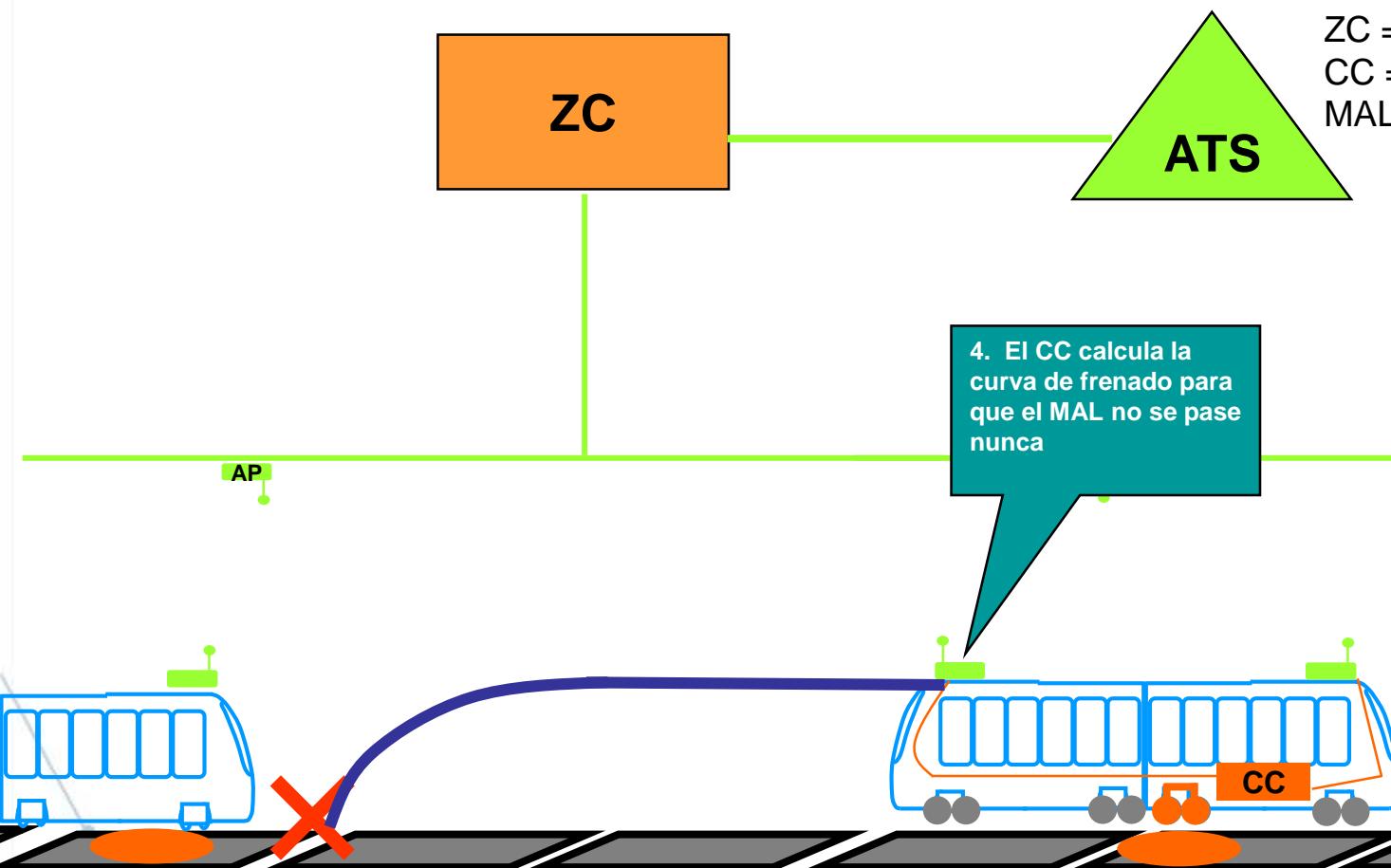
A Hitachi Group Company

ATS = Automatic Train
Supervision

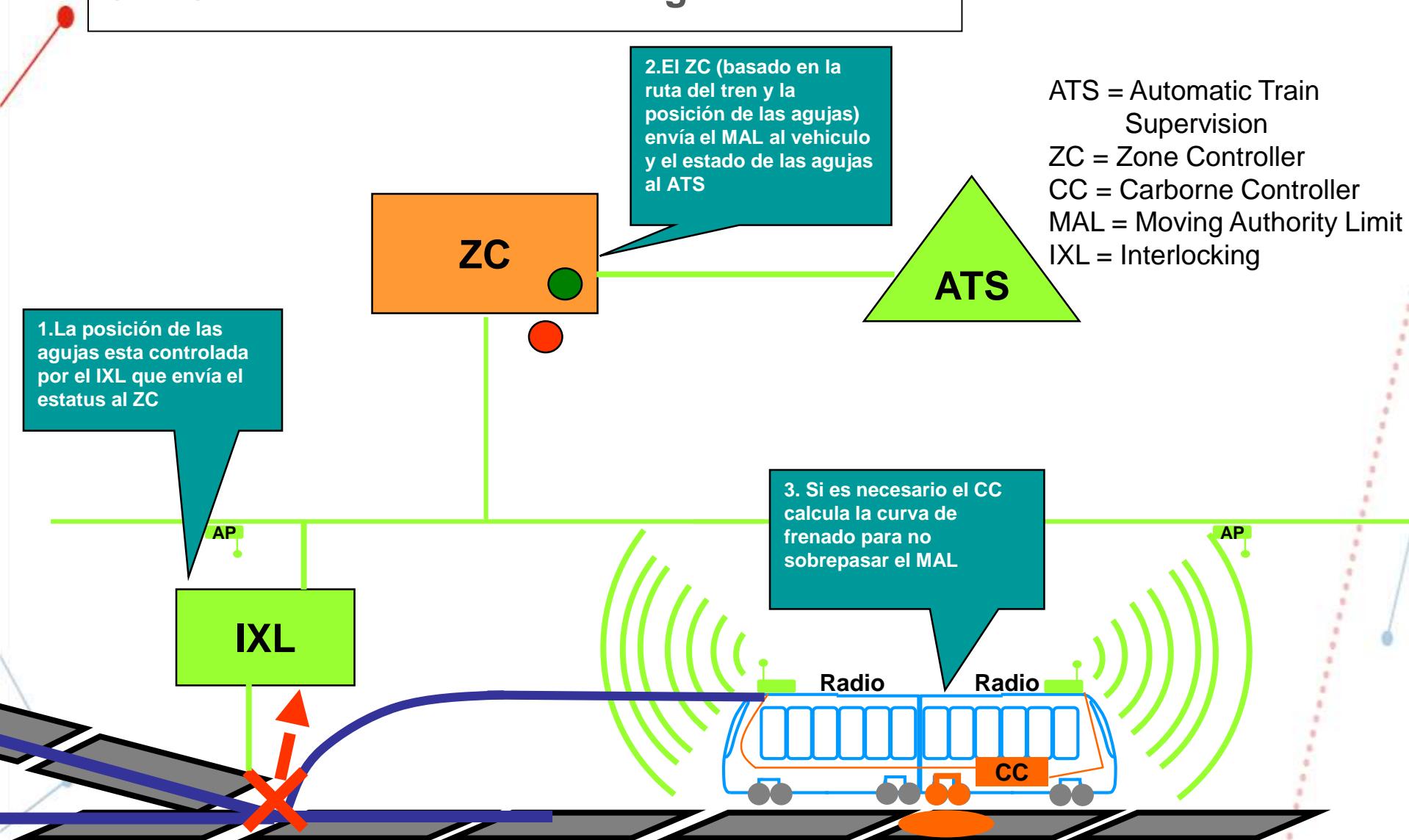
ZC = Zone Controller

CC = Carborne Controller

MAL = Moving Authority Limit

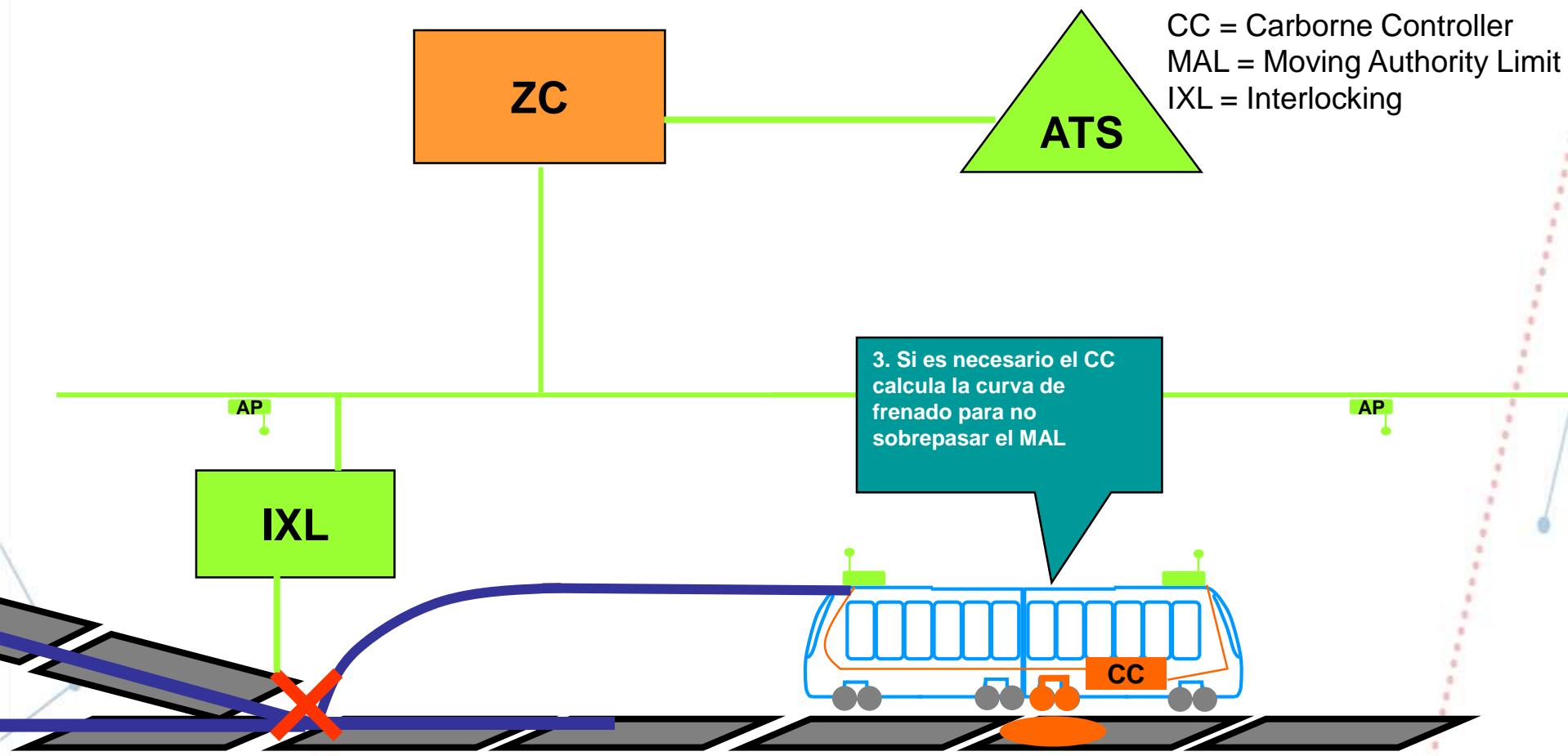


CBTC: Interfaz con Interlocking



CBTC : Interfaz con Interlocking

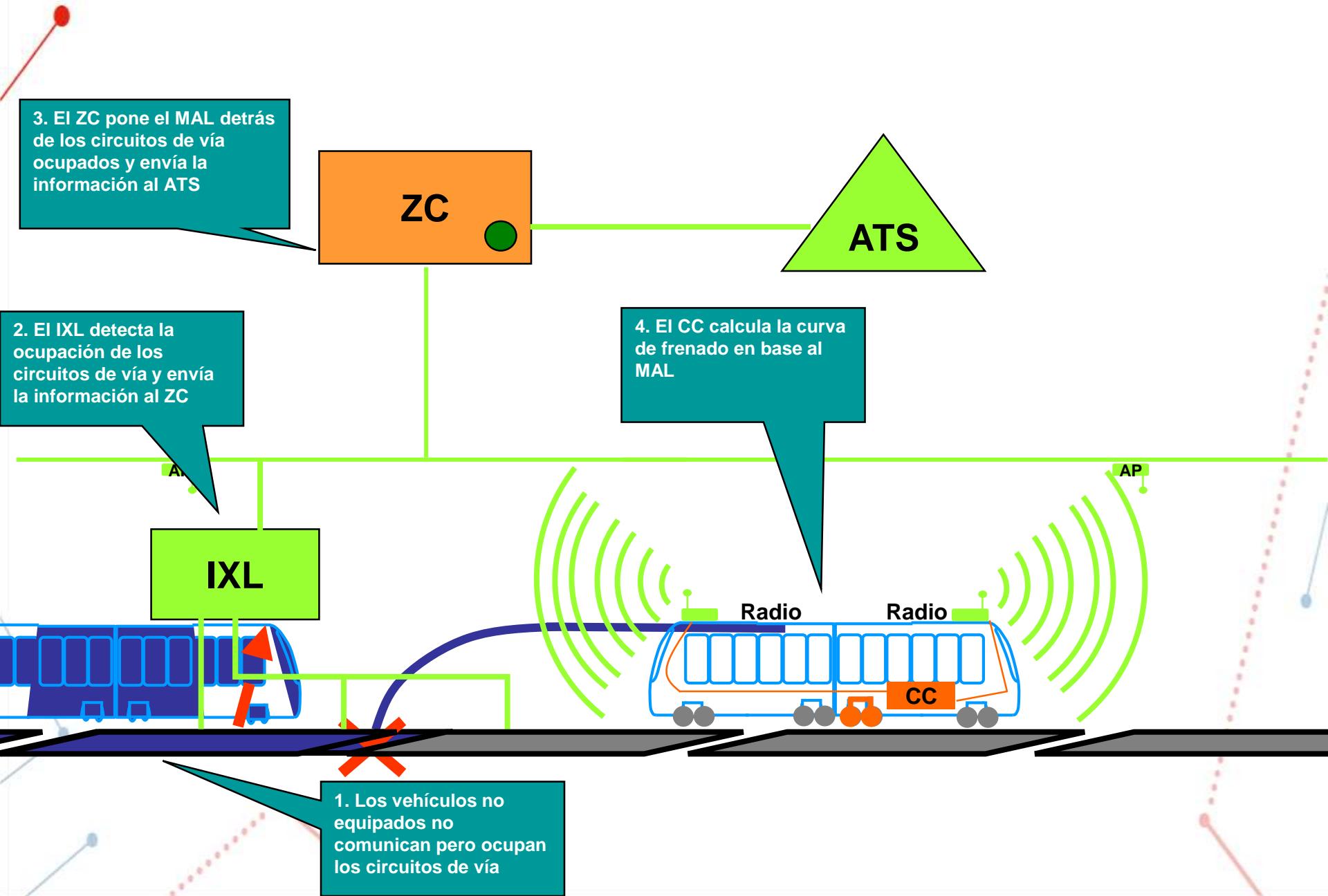
ATS = Automatic Train Supervision
ZC = Zone Controller
CC = Carborne Controller
MAL = Moving Authority Limit
IXL = Interlocking



CBTC: Vehículos no equipados

Ansaldo STS

A Hitachi Group Company



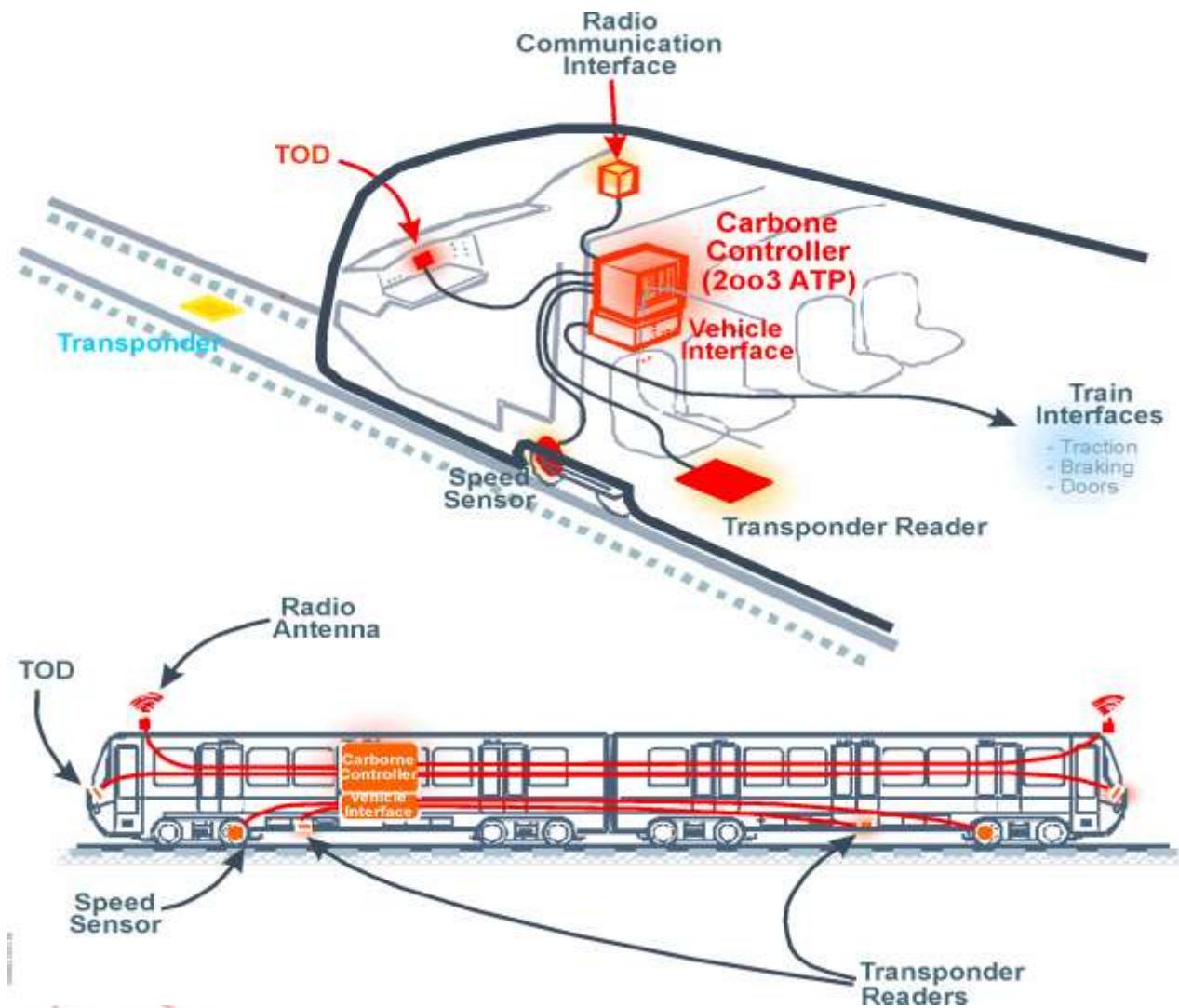


Funcionalidades del Sistema CBTC

El Sistema de Sinalizacion

Ansaldo STS

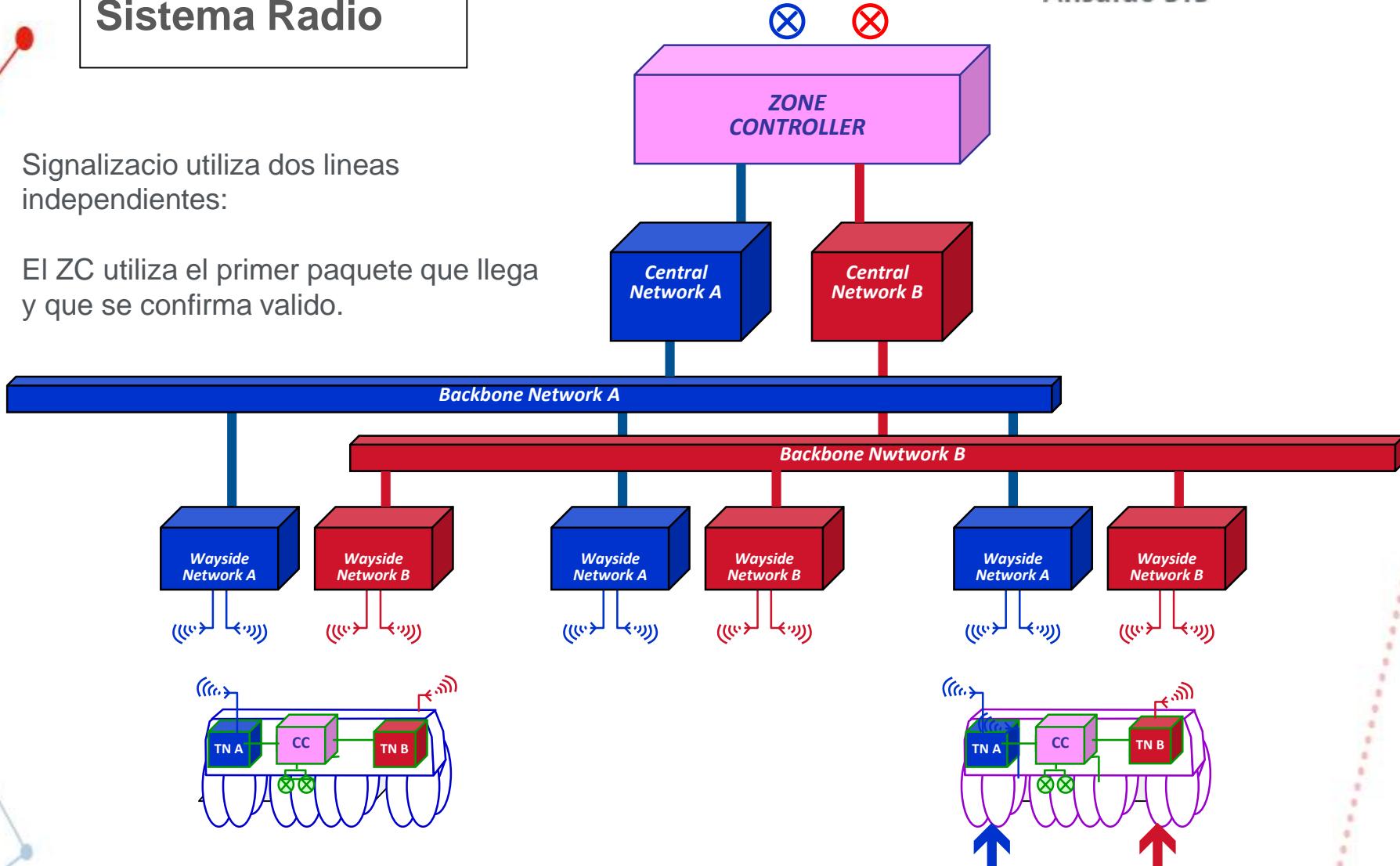
A Hitachi Group Company



Sistema Radio

Signalizacio utiliza dos lineas independientes:

El ZC utiliza el primer paquete que llega y que se confirma valido.



El CC utiliza el primer paquete que llega y se confirma valido.

Funcionalidad sistema CBTC

1 – Funciones

- ATP
- ATO

2 – Explotación

- Modos de explotación
- Funciones de explotación

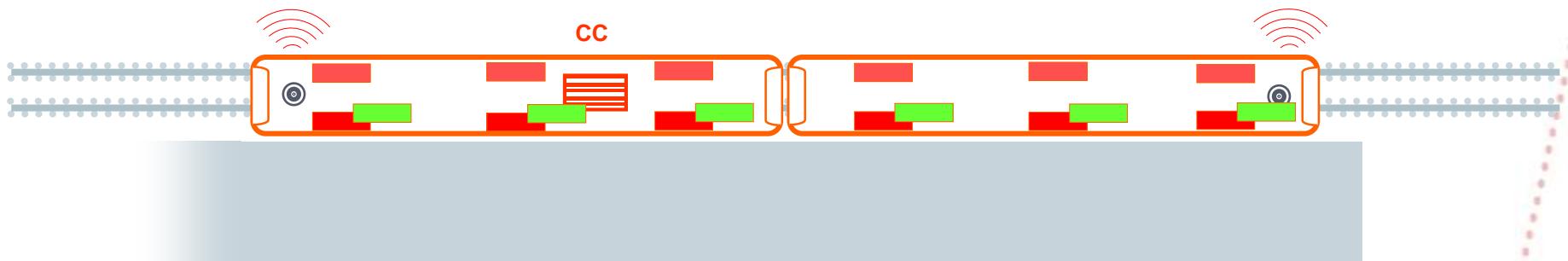
Ubicación y velocidad vehículo
Separación de los vehículos
Protección velocidad
Protección de las rutas
Protección RollBack
Control de las puertas
Puertas de anden (PSD)
Relevador Objetos (ODS)
Integridad de los trenes
Limitaciones temporáneas de velocidad
Detección velocidad cero

Función ATP

Ansaldo STS

A Hitachi Group Company

- Control de puertas de tren (control de estado + autorización de apertura)

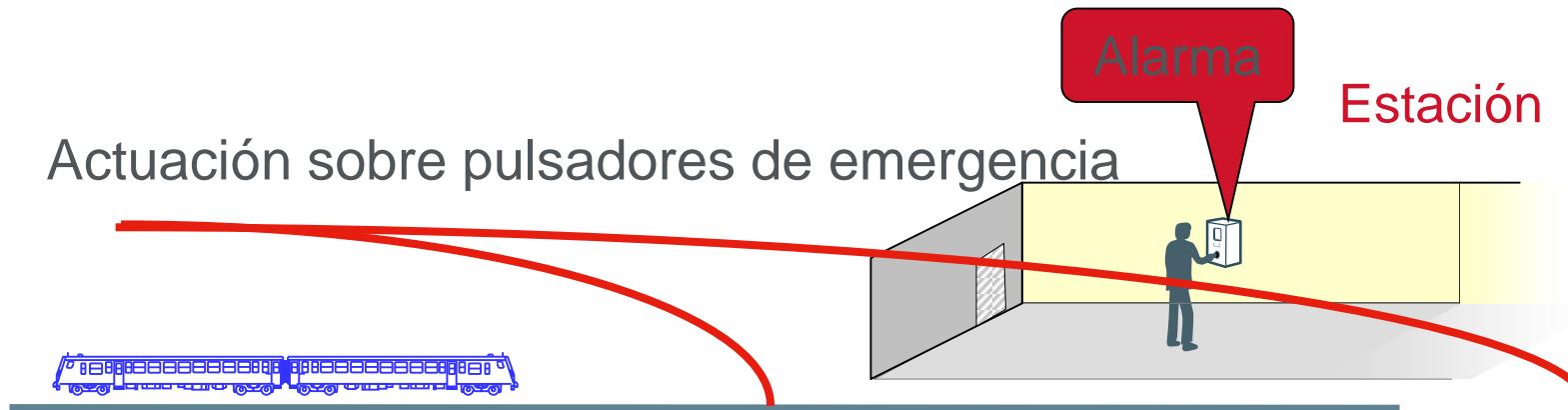


Función ATP

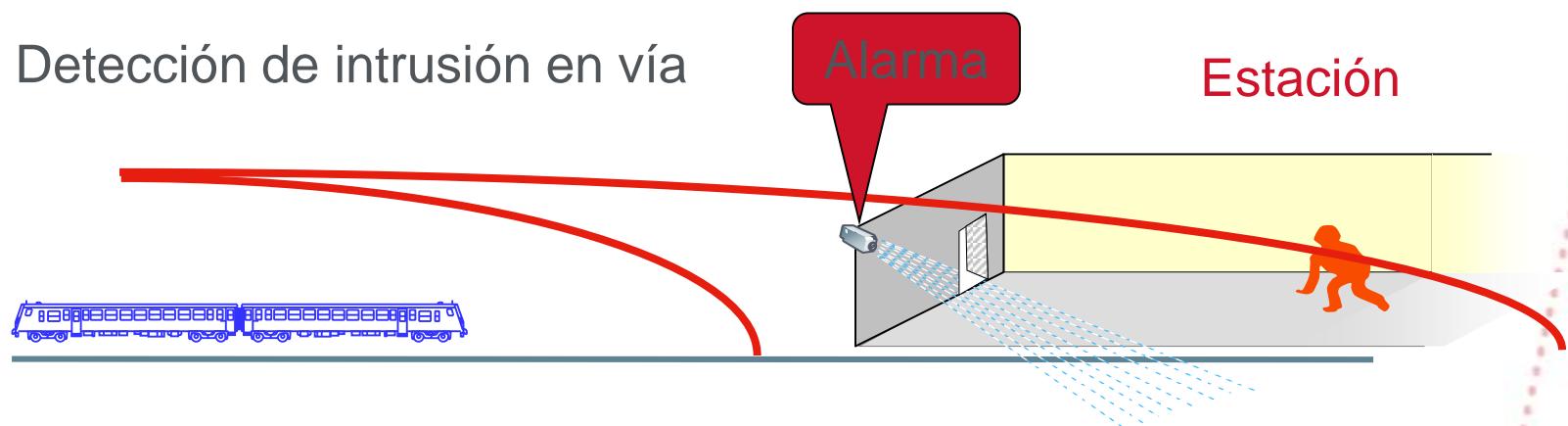
Ansaldo STS

A Hitachi Group Company

- Actuación sobre pulsadores de emergencia



- Detección de intrusión en vía



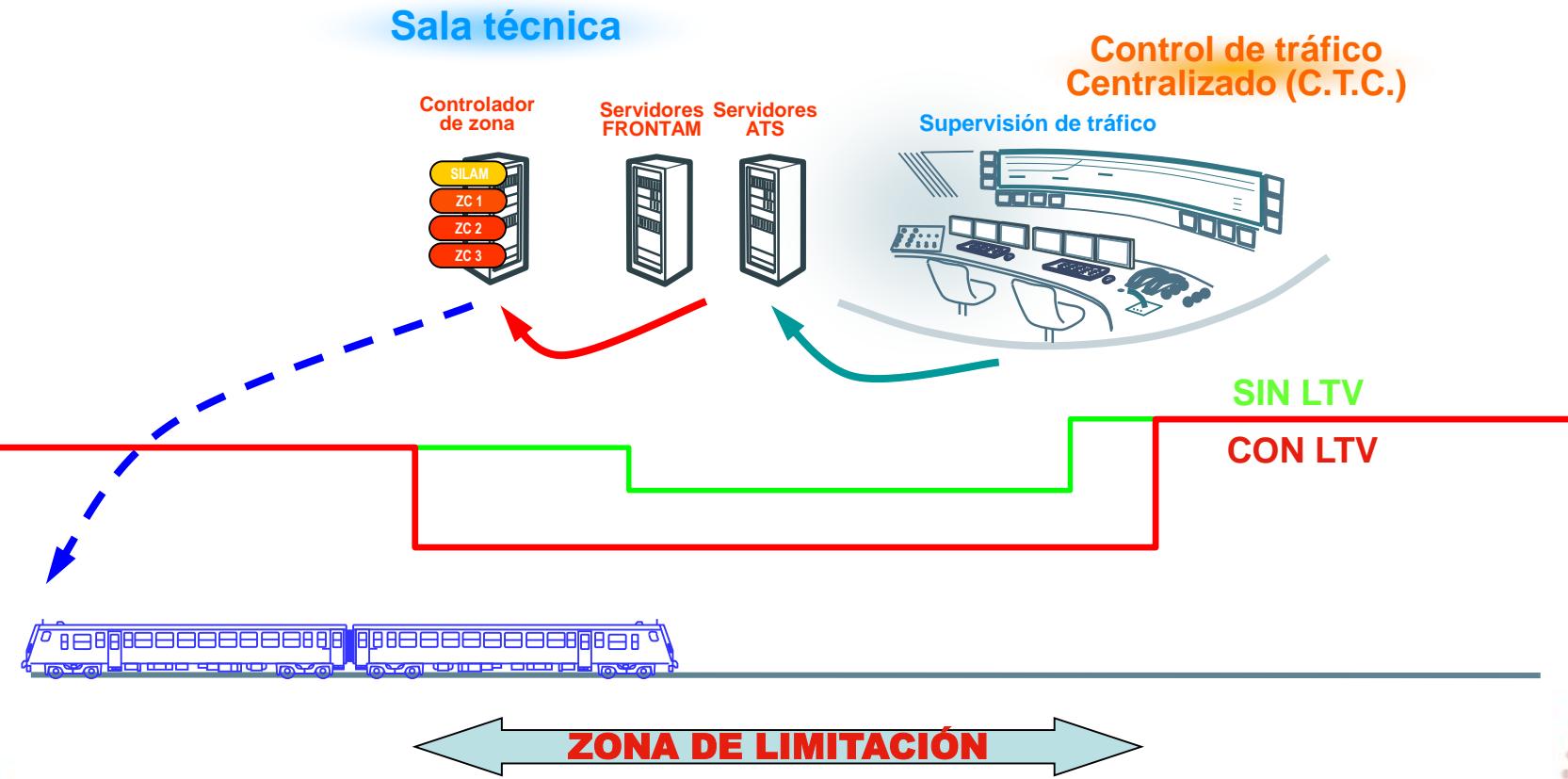
Función ATP

- Control de integridad del tren



Función ATP

- Aplicación y retirada de limitaciones temporales de velocidad (LTV)



Funcionalidad sistema CBTC

1 – Funciones

- ATP
- ATO

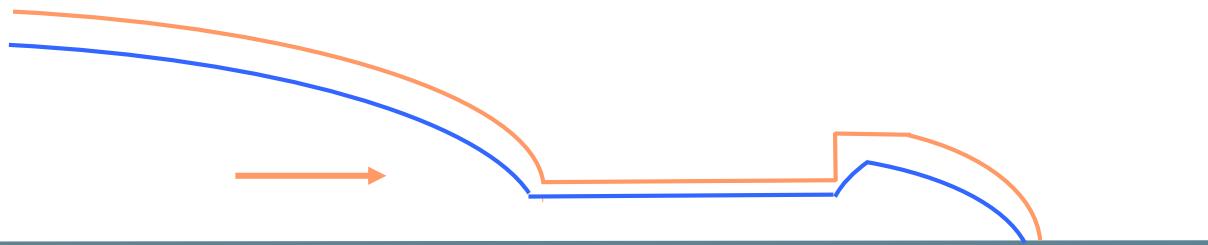
2 – Explotación

- Modos de explotación
- Funciones de explotación

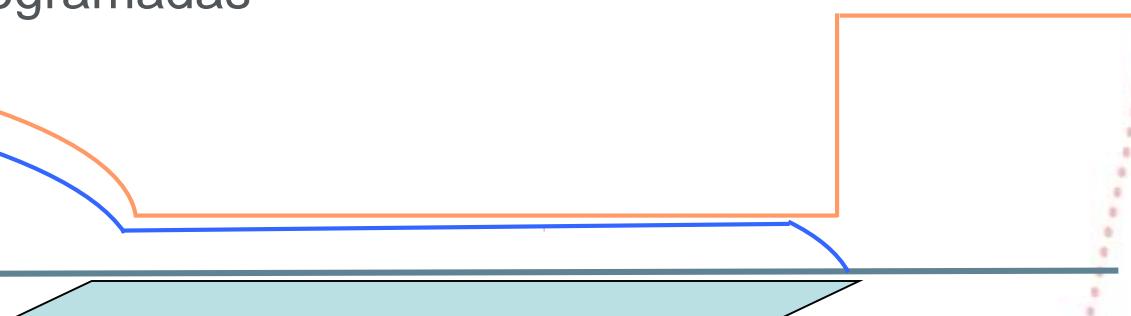
Regulación velocidad
Gestión paradas programadas
Gestión puertas y puertas de andén
Salto parada
Gestión overshoot y undershoot
Retención vehículo (conjunto ATP)
Gestión modo de marcha
Vuelta automática
Gestión de la energía

Función ATO

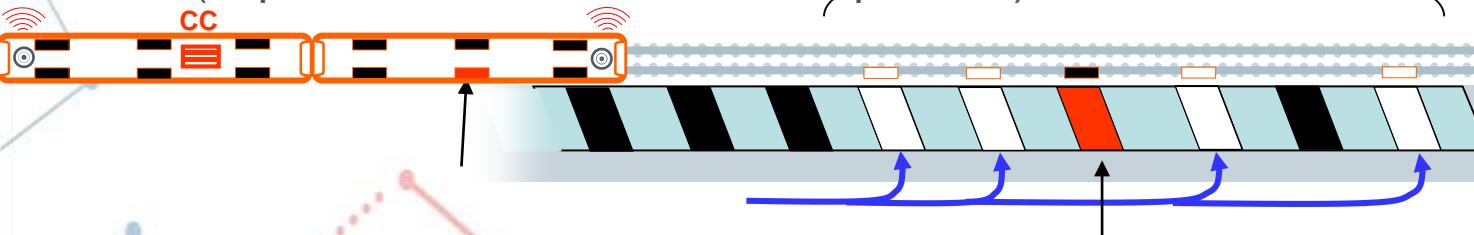
- **Regulación de velocidad**



- Gestión de paradas programadas

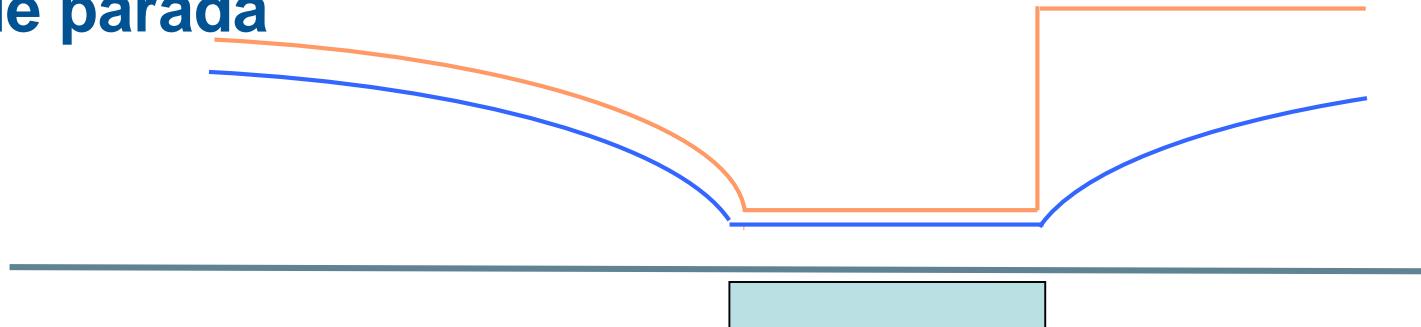


- Orden de apertura / cierre de puertas de tren y andén
(supervisión ATP de estado de puertas)

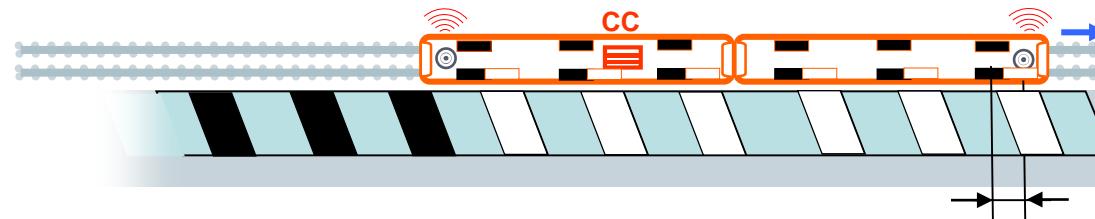


Función ATO

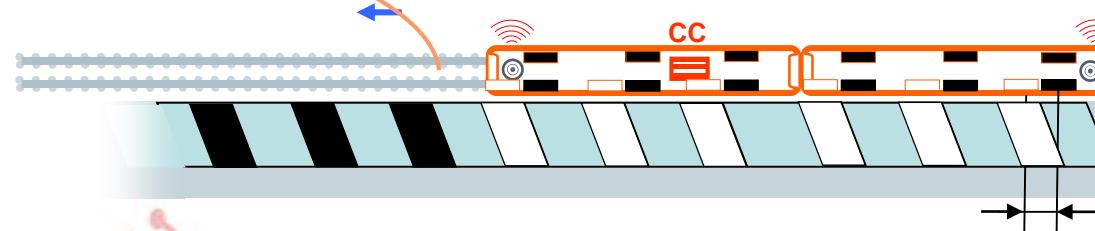
- **Salto de parada**



- Corrección de parada antes de posición esperada en andén

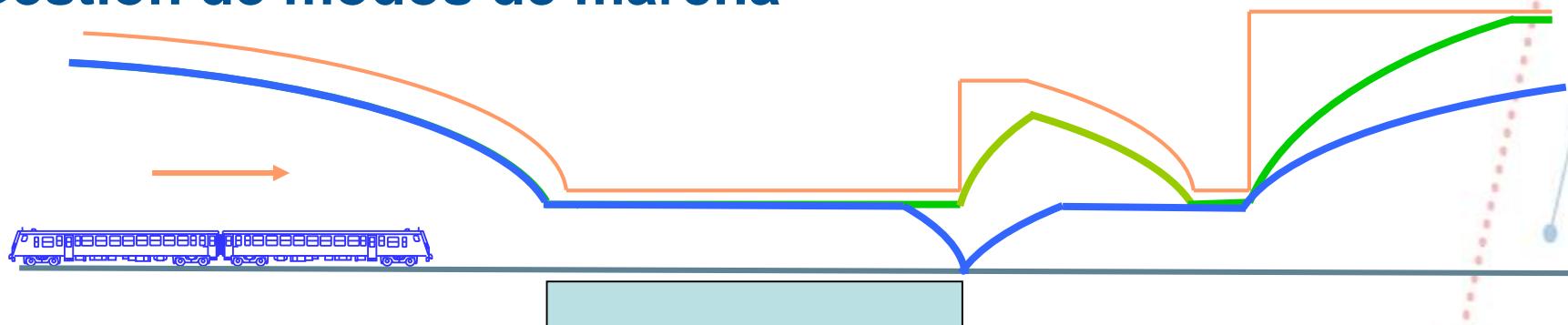


- Corrección de parada después de posición esperada en andén



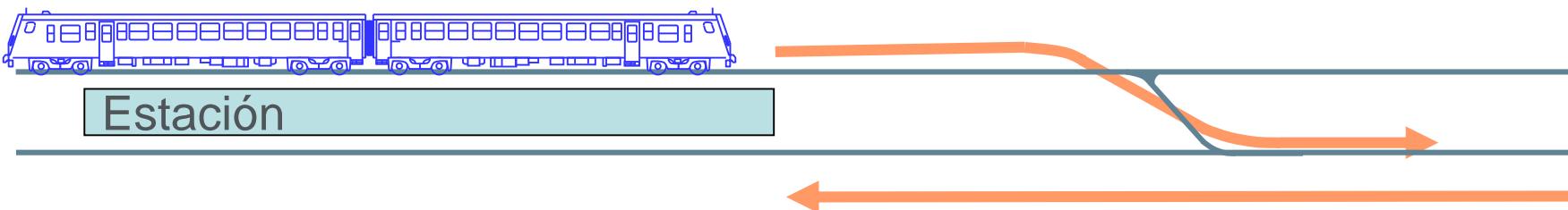
Función ATO

- Gestión de modos de marcha



Función ATO

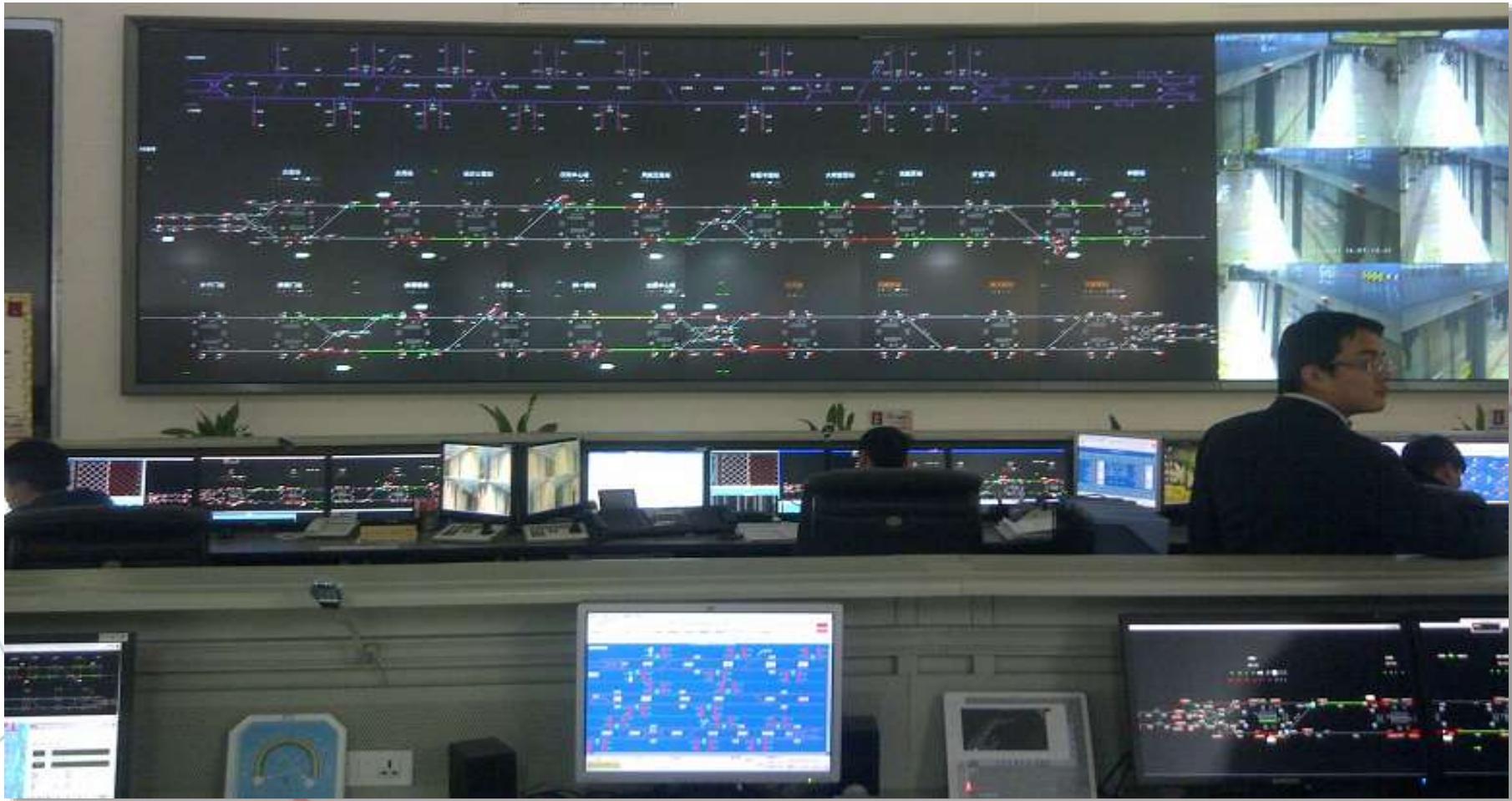
- Vuelta automática





Imagenes del Sistema CBTC

Sistema ATS



ZC, Frontam



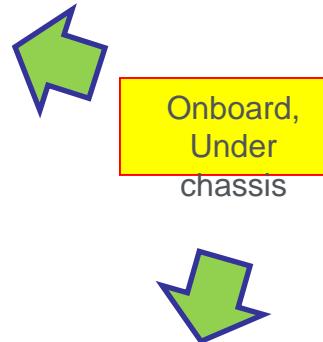
Cabinet (Front View)



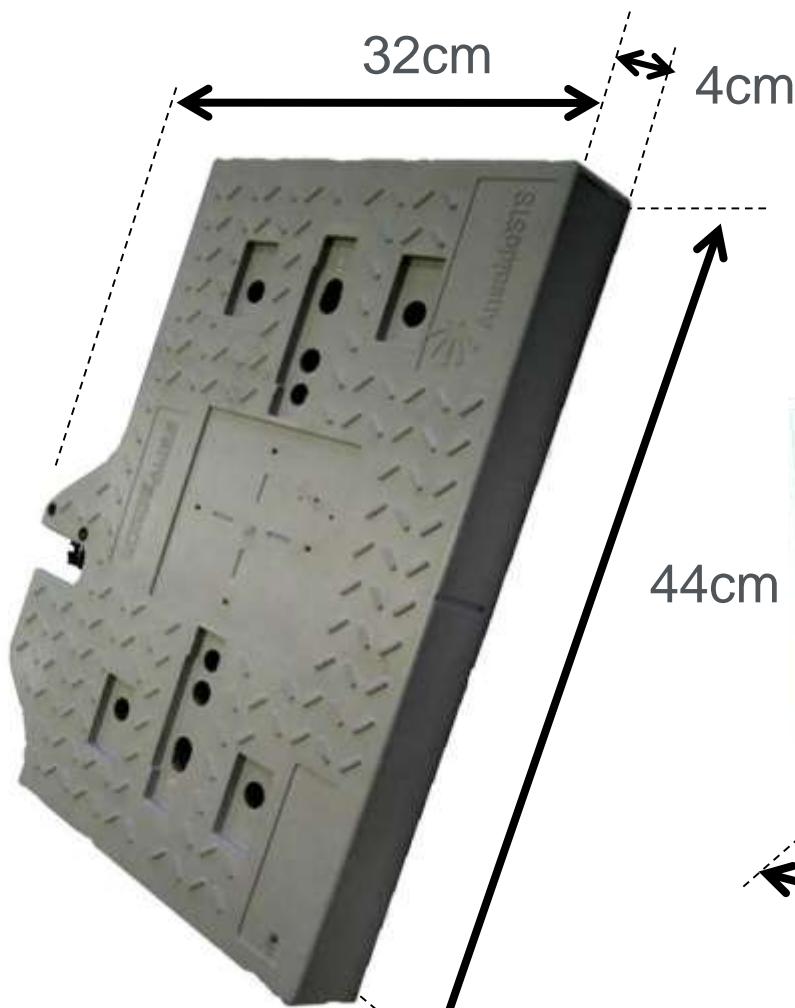
SILAM
1&2
(mainen-
ance)

Racks ZC

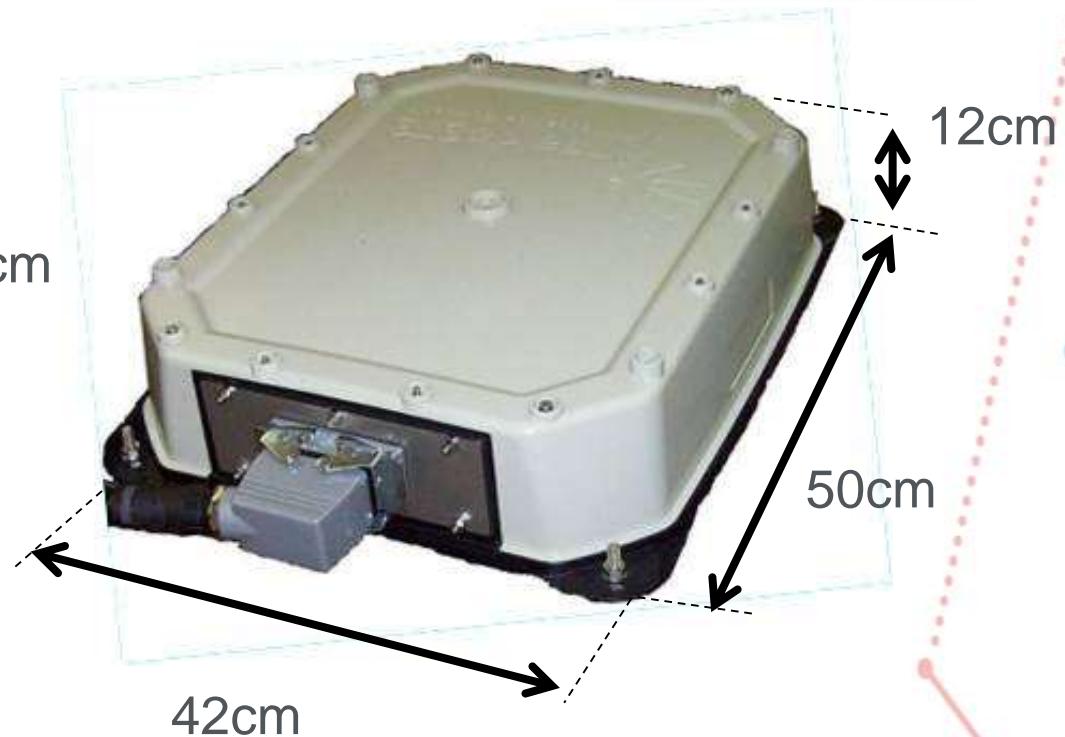
Carbone controller (CC)



Eurobalise (TAG) y antena



Assembly
under the
train



Instalacion de TAG a lo largo de la via



General View

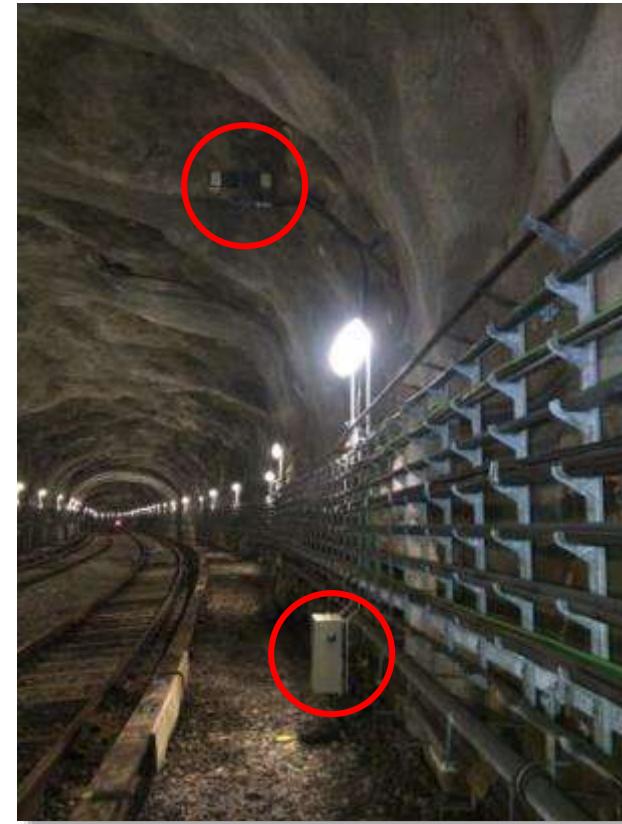


Closeup View

RADIO



Train Antenna

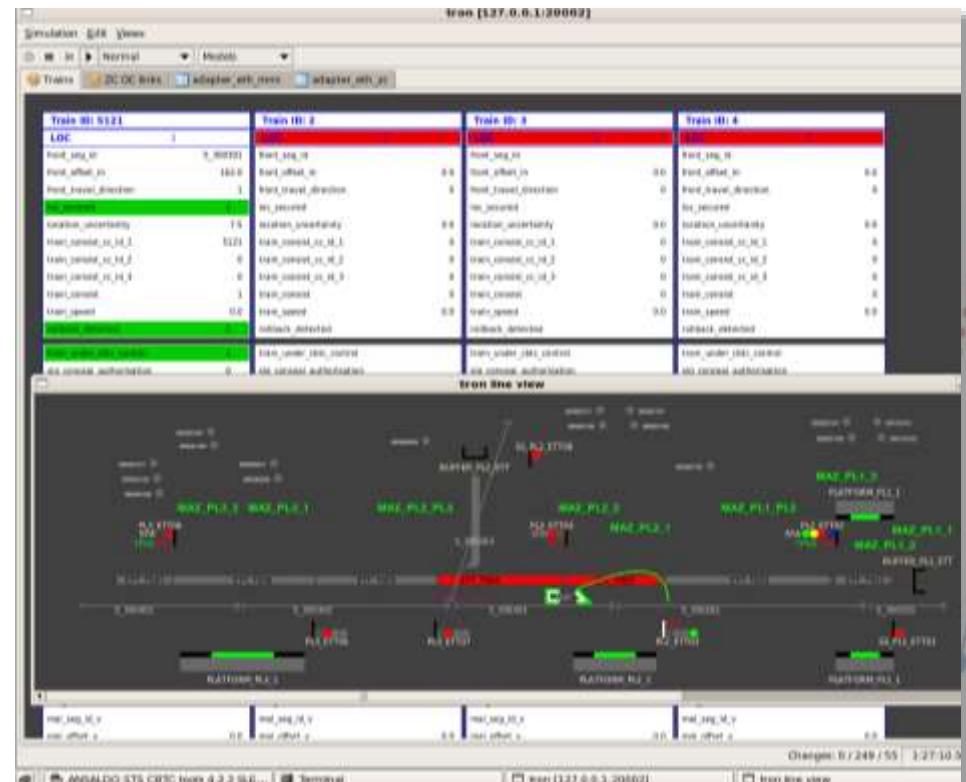


Track side Antennas and interface box

TOOLS



Real Time analysis tool for CC

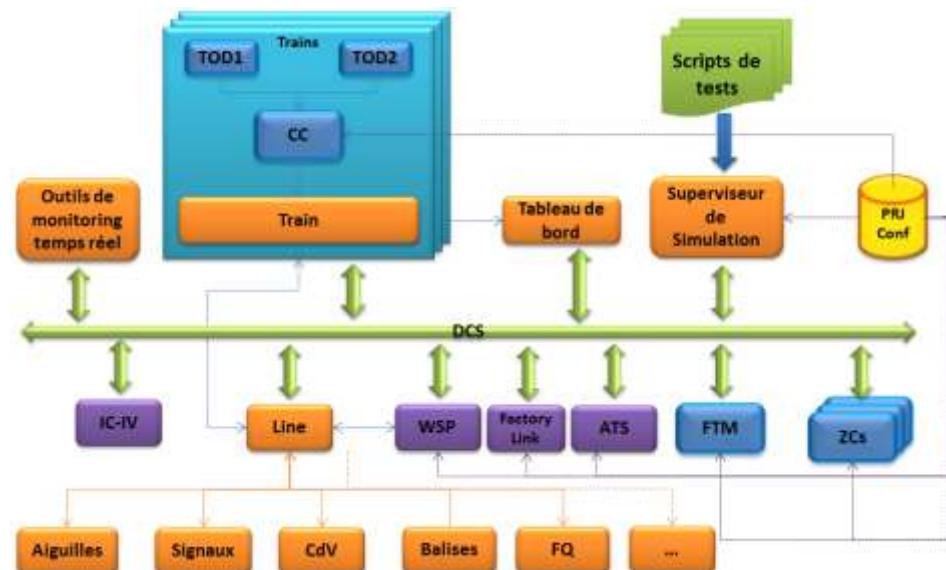


Real Time Analysis and Playback tool for CBTC System

PLATAFORMA DE INTEGRACION



Integration Platform



Metros Autónomaticos Llave en Mano en todo el mundo

- Ansaldo STS tiene más de 250 km de proyectos de Metro Autómático (Sin Conductor) en todo el mundo**

M1/M2 de Copenhague	Brescia	Tesalónica	Línea C de Roma	Línea 5 de Milán	Taipéi (CBTC)	Campus Univ. Riad Princess Noura	City-ring de Copenhague (CBTC)	Honolulu	Línea 4 de Milán (CBTC)	Línea 3 de Riad (CBTC)	Líneas 2-4 de Lima (CBTC)
21 km doble vía doble túnel	13,7 km doble vía túnel único	9,5 km doble vía doble túnel	25 km (+17) doble vía doble túnel	12,6 km doble vía túnel único	15,4 km viaducto de doble vía	11,3 km viaducto de doble vía	17 km doble vía doble túnel	32 km viaducto de doble vía	15,2 km doble vía doble túnel	40,7 km doble vía doble túnel	35 km doble vía túnel único
22 estaciones	17 estaciones	13 estaciones	30 estaciones (+12)	19 estaciones	14 estaciones	14 estaciones	17 estaciones	21 Estaciones	21 estaciones	22 estaciones	35 estaciones
espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 120 s	espaciamiento mínimo 75 s	espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 100 s	espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 75 s	espaciamiento mínimo 90 s	espaciamiento mínimo 80 s
12.000 pphpd (4p/m ²)	17.000 pphpd (6p/m ²)	21.000 pphpd (6p/m ²)	36.000 pphpd (6p/m ²)	28.000 pphpd 6p/m ²)	26.000 pphpd (6p/m ²)	4.400 pphpd (2.5p/m ²)	12.000 pphpd (4 p/m ²)	7.200 pphpd (3,2 p/m ²)	28.000 pphpd (6p/m ²)	18.000 pphpd (6p/m ²)	Línea 2 32.500 pphpd Línea 4 15.500 pphpd (6p/m ²)
34 trenes 3 coches por tren (39m)	21 trenes 3 coches por tren (39m)	18 trenes 4 coches por tren (50m)	30 (+13) trenes 6 coches por tren (108m)	21 trenes 4 coches por tren (50m)	17 trenes 4 coches por tren (70m)	22 trenes 2 coches por tren (29m)	28 trenes 3 coches por tren (39m)	40 trenes 2 coches por tren (38.5m)	47 trenes 4 coches por tren (50m)	47 trenes 2 coches por tren (32m)	42 trenes 6 coches por tren (108m)
13 + 3 años O&M En funcionamiento desde 2002	2 años de funcionamiento 7 años de mantenimiento	3 años de asistencia del servicio	Formación de operadores local existente	27 años de O&M como miembro del Conces.	Extensión futura del sistema: 52 km, 56 estaciones, 64 trenes	3 años O&M	5 + 3 años O&M	12 años O&M	25 años O&M como miembro del Conces.	10 años opción de O&M En funcionamiento en 2019	30 años O&M como miembro del Conces.



GRACIAS

