



MÓDULO I

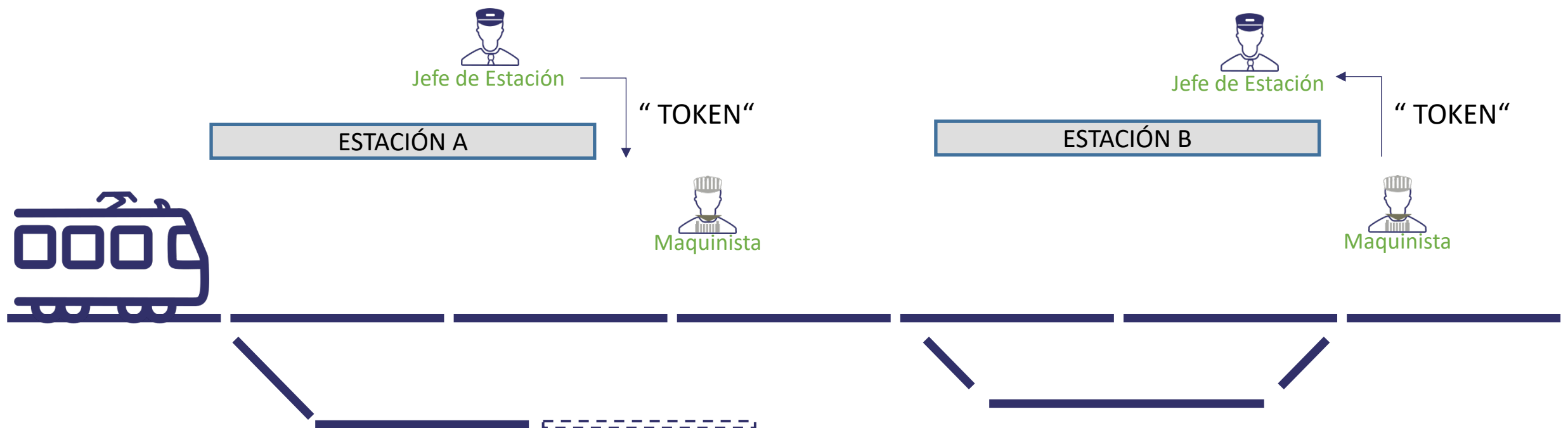
Fundamentos Generales de la Señalización Ferroviaria

Sesión 4: Ejemplos de Sistemas de Señalización Ferroviaria

4 | Ejemplos Sist. Señalización – Token

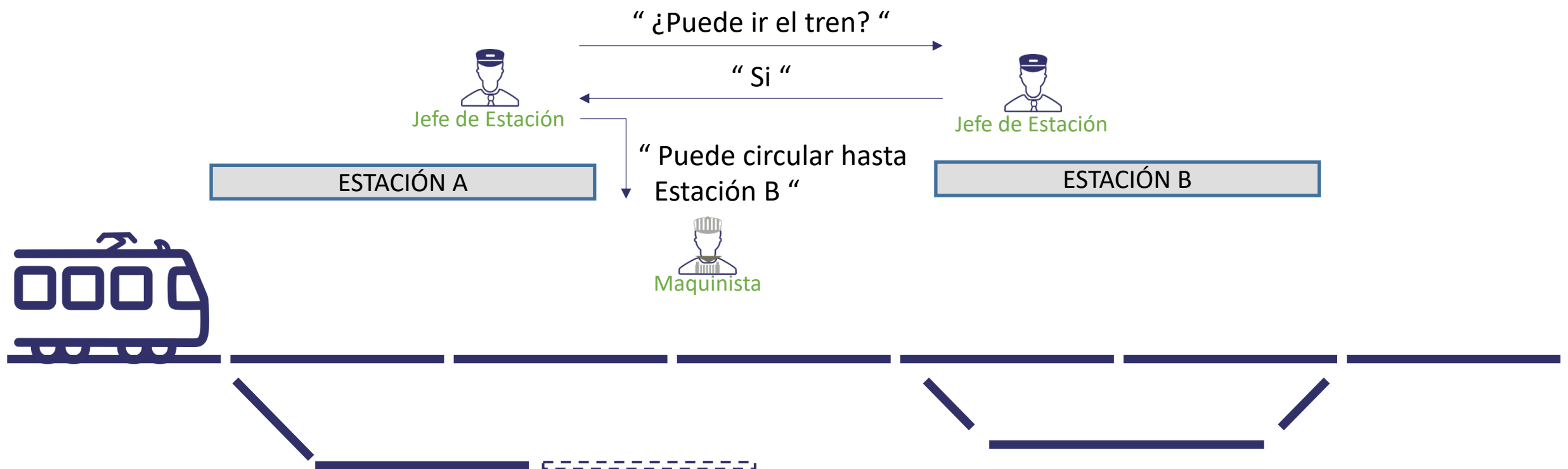
- Bloqueo por Token

- Apenas hay tecnología (o es nula)
- Cuando el tren llega a la estación A, el jefe de estación le entrega un *token* (bastón, testigo) al maquinista
- El maquinista se lo queda, y cuando llega a la estación siguiente B, se lo entrega al jefe de estación
- Mientras el tren está viajando de A → B, ningún otro tren puede estar en ese trayecto
- Inconveniente: Hay que esperar a un tren en sentido contrario para recuperar el *token* → no válido para enviar un tren detrás de otro



4 | Ejemplos Sist. Señalización – BT

- **Bloqueo Telefónico (BT)**
 - Apenas hay tecnología (o es nula)
 - Cuando el tren llega a la estación A, el jefe de estación contacta con la estación B y acuerdan si el tren puede continuar; en caso afirmativo, el jefe de estación A da permiso al maquinista para seguir
 - Mientras el tren está viajando de A → B, ningún otro tren puede estar en ese trayecto
 - Al igual que el bloqueo por *token*, se usa en instalaciones antiguas, no actualizadas, con poco tráfico; también como sistema degradado cuando todo lo demás falla



4 | Ejemplos Sist. Señalización – ASFA

- ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático)
 - Tecnología española (1975)
 - Instalado en un área extensa de la red ferroviaria española
 - Estándar de ámbito español, controlado por ADIF
 - Sistema Puntual (también llamado Discontinuo):
 - Tren recibe información al leer balizas ASFA con distintas frecuencias
 - El maquinista recibe un aviso visual y sonoro, y debe reconocer lo que ha visto (confirmando que es consciente de la velocidad que debe llevar)
 - Si el maquinista no reconoce o el tren circula más rápido, el equipo ASFA del tren, aplica freno (función ATP)



ASFA Digital (2005) es la evolución del ASFA, y permite que el tren calcule “curva” y que el maquinista tenga más información

4 | Ejemplos Sist. Señalización – ASFA (cont.)

- ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático)

EQUIPAMIENTO TREN



EQUIPAMIENTO VIA



Enclavamiento
y Puesto de Control



Circuitos de Vía (o similar)



Señales Luminosas



Balizas ASFA

4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - Tecnología europea (1980)
 - Instalado en un extensa área de la red ferroviaria española, europea y en otras partes del mundo (e.g. Turquía, Australia, etc.)
 - Estándar, define requisitos tanto para el tren como para la vía
 - Estándar definido por la ERA (*European Railway Agency*)
 - Sistema Discontinuo o Continuo (depende del Nivel de Operación)
 - Sistema Interoperable: cualquier suministrador que implemente el estándar puede entrar en el mercado



Wikipedia explica muy bien las razones de su creación

https://en.wikipedia.org/wiki/European_Rail_Traffic_Management_System



Todos los detalles oficiales se encuentran en la página de la ERA:

https://www.era.europa.eu/activities/european-rail-traffic-management-system-ertms_en

4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)

- Definición Oficial de la ERA:

*“The European Rail Traffic Management System (**ERTMS**) is a single European signalling and speed control system that ensures interoperability of the national railway systems, reducing the purchasing and maintenance costs of the signalling systems as well as increasing the speed of trains, the capacity of infrastructure and the level of safety in rail transport.*

*ERTMS comprises of the European Train Control System (**ETCS**), i.e. a cab-signalling system that incorporates automatic train protection, the Global System for Mobile Communications for Railway (**GSM-R**) and **operating rules**.”*

ERTMS

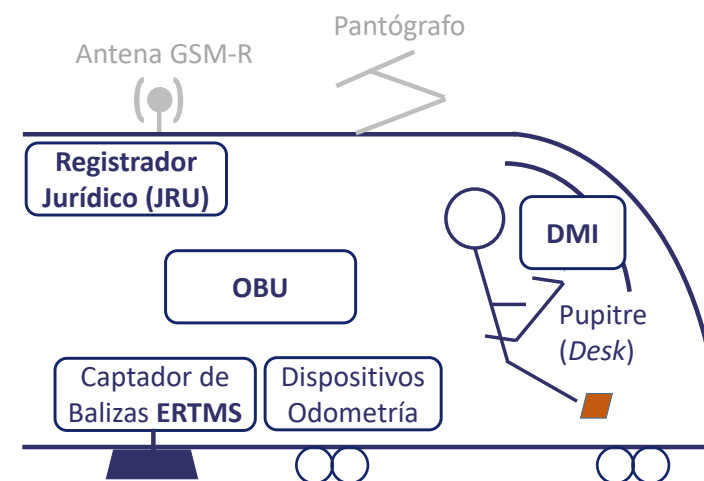
ETCS → Equipo a bordo del tren, compuesto por OBU + DMI + JRU

+

GSM-R → Incluye la red de comunicaciones y el RBC

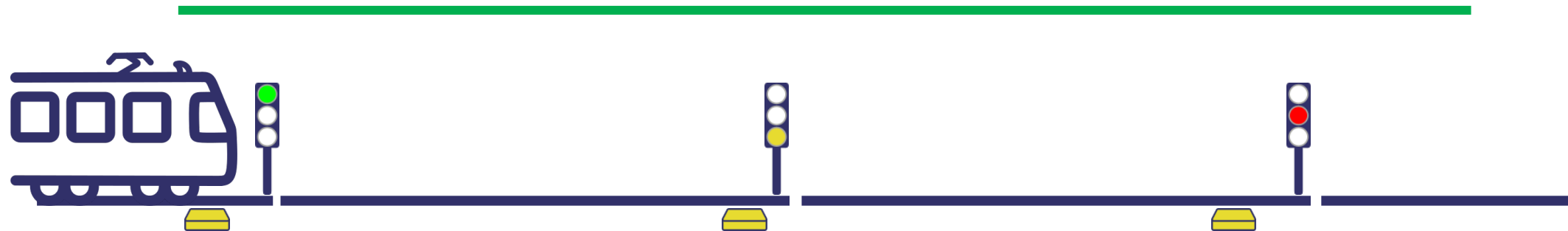
+

Operating Rules → A ser incorporadas en la **Reglas Operacionales** de cada Gestor de Infraestructura



4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - Define **NIVELES** de Operación:
 - El nivel indica cómo el tren recibe la información
 - 4 niveles
 - Nivel 0:
 - No hay intercambio de información entre tren y vía
 - ETCS solo realiza acciones menores (supervisar velocidad máxima) y toda la responsabilidad de la conducción es del maquinista

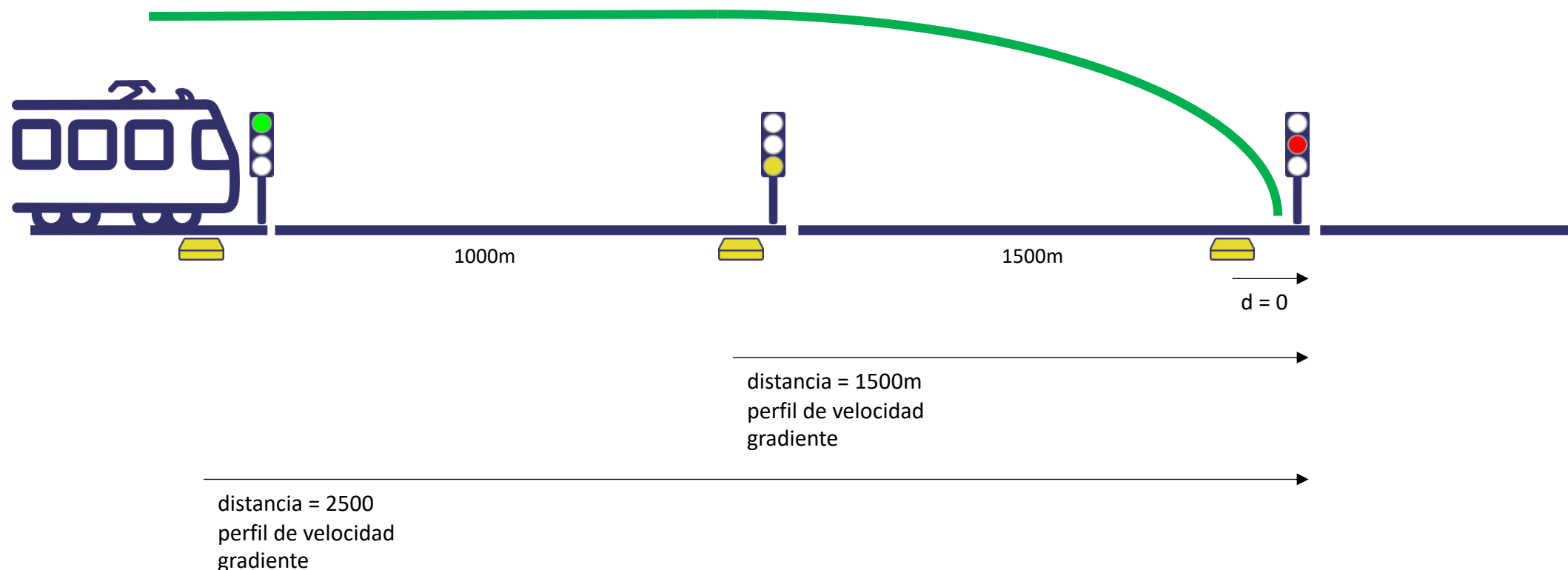


es el Maquinista el responsable de ver el rojo y parar

4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

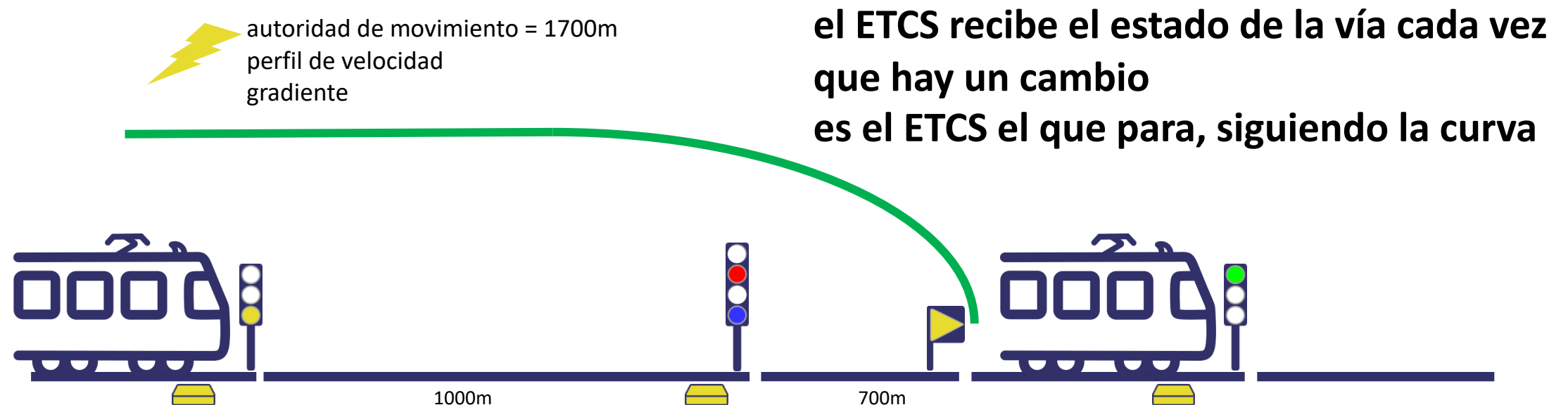
- ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - Define NIVELES de Operación:
 - Nivel 1:
 - Sistema Discontinuo
 - Tren recibe información a través de balizas, llamadas EUROBALIZAS
 - Tren calcula “curva”

**el ETCS recibe el estado de la vía cada vez que lee una baliza
que lee una baliza
es el ETCS el que para, siguiendo la curva**



4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - Define NIVELES de Operación:
 - Nivel 2:
 - Sistema Continuo
 - Tren recibe información desde el RBC, a través de GSM-R
 - Las Eurobalizas se utilizan para corregir los errores de posición del tren, y también para enviar alguna información fija (e.g. anuncio de túnel, anuncio de puente, punto kilométrico, etc.)
 - Tren calcula “curva”
 - Nivel 2 permite meter más de un tren entre dos señales luminosas – nuevo aspecto de señal rojo/azul (en España)



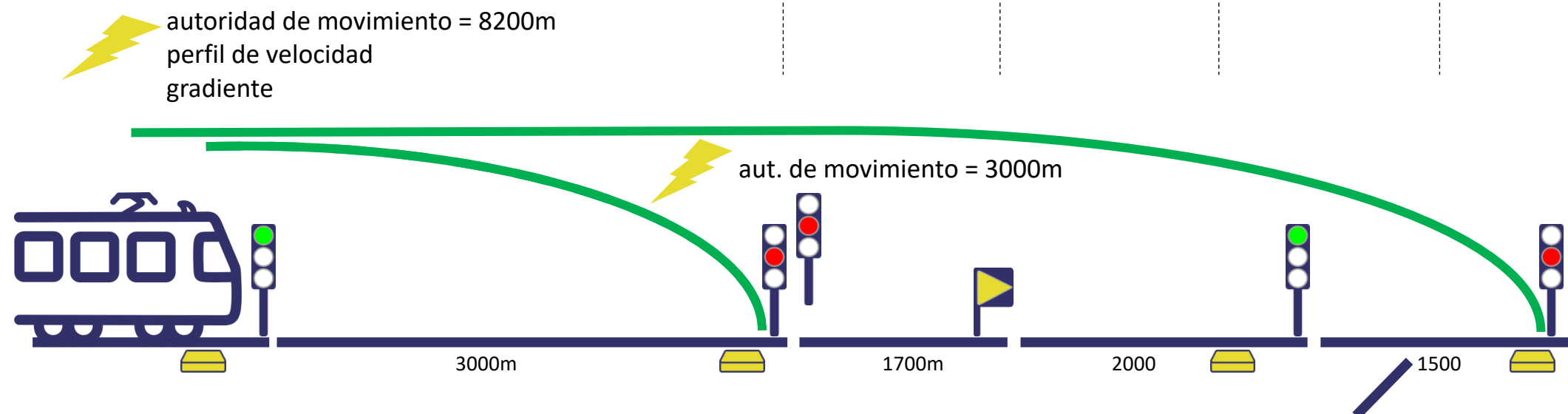
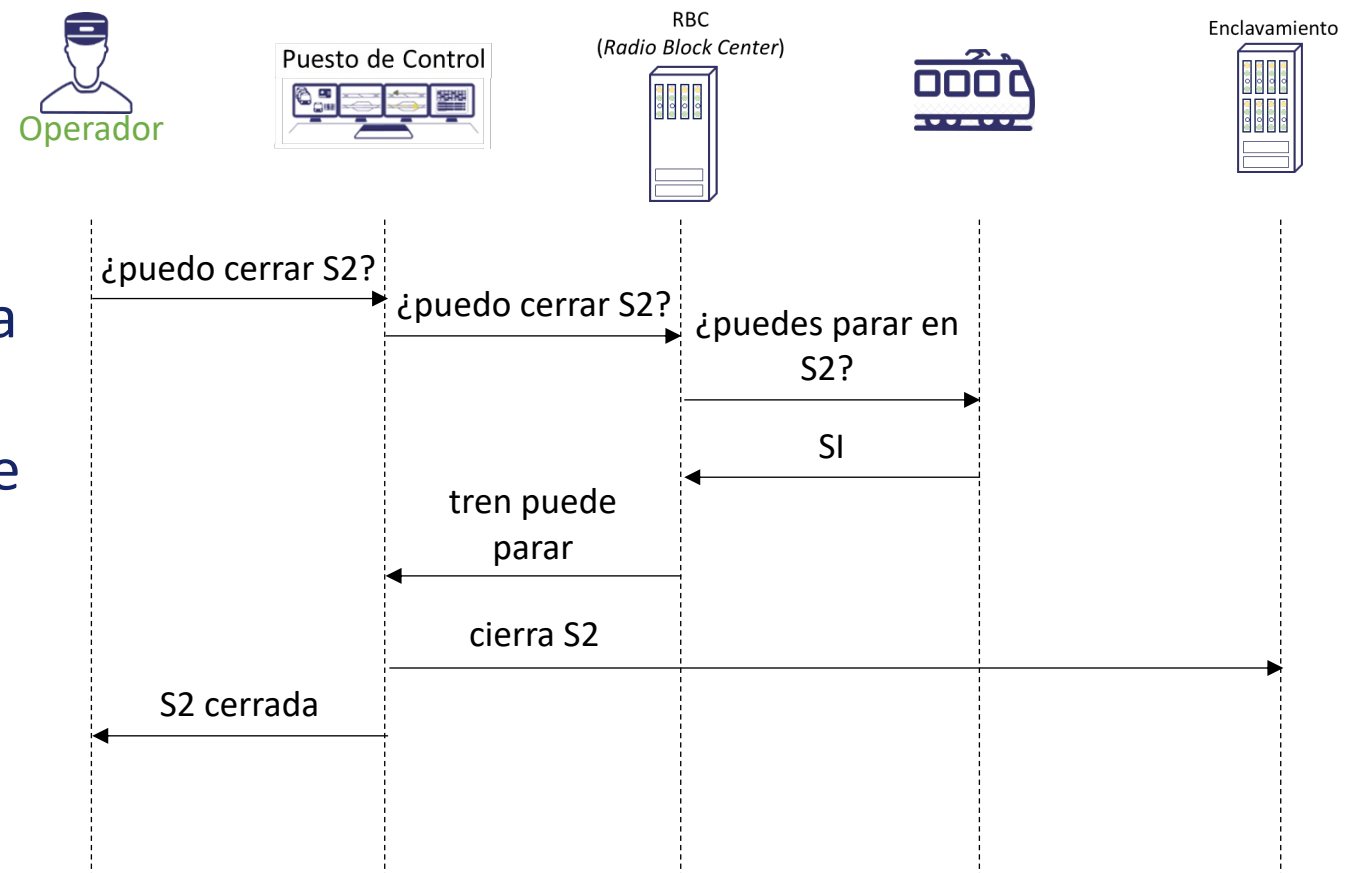
4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)

- Define NIVELES de Operación:

- Nivel 2:

- Permite funciones de operación avanzada:
e.g. pasar una señal a rojo de forma cooperativa (i.e. antes de pasar a rojo, se pregunta al tren si puede parar)



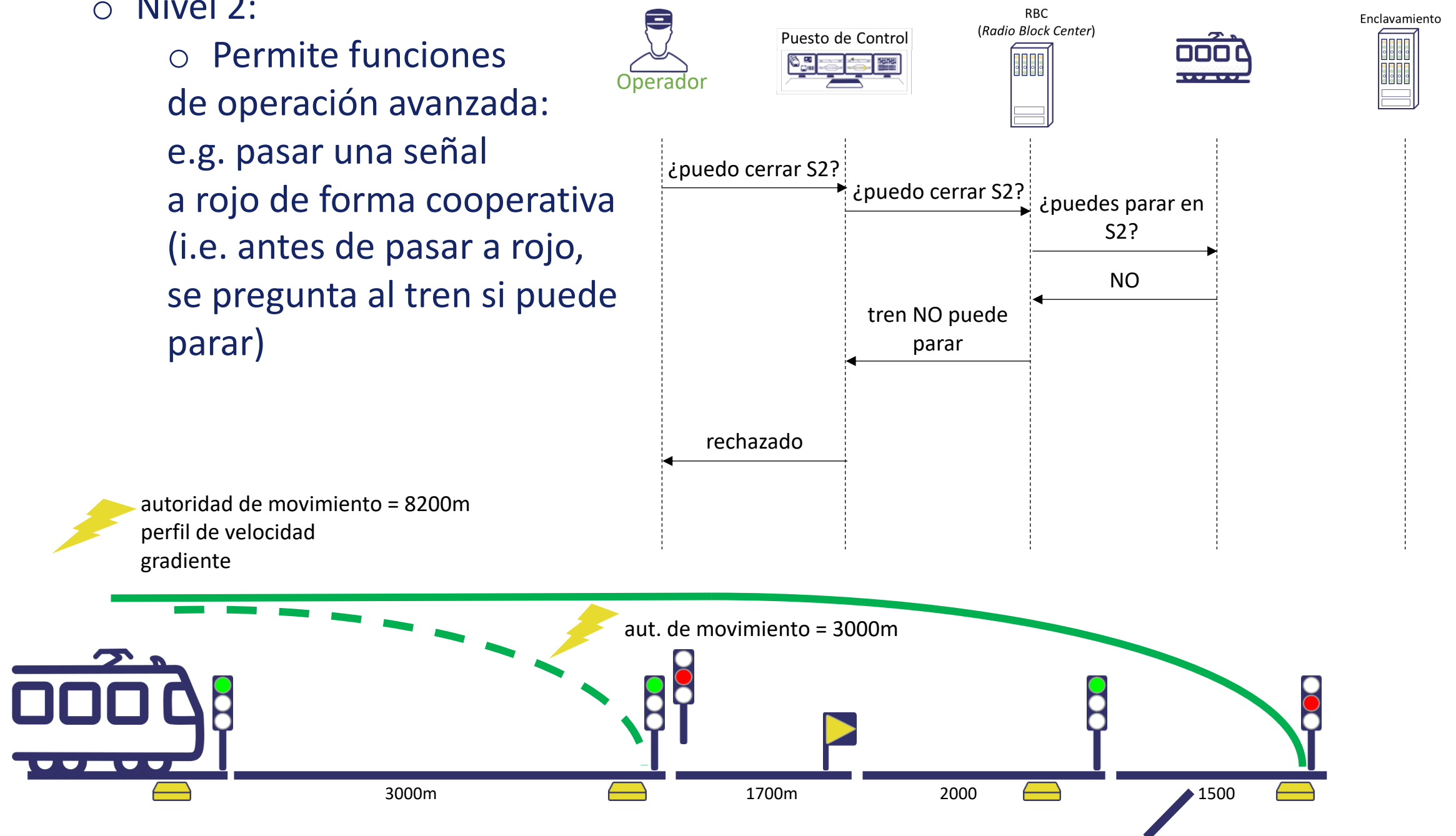
4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)

- Define NIVELES de Operación:

- Nivel 2:

- Permite funciones de operación avanzada:
e.g. pasar una señal a rojo de forma cooperativa (i.e. antes de pasar a rojo, se pregunta al tren si puede parar)



4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - Define NIVELES de Operación:
 - Nivel 3:
 - Mismos principios que Nivel 2
 - En Nivel 3, ETCS asegura la integridad el tren (i.e. tren está completo)
 - Esta integridad permite que la autoridad de movimiento de un tren, pueda llegar hasta la parte trasera del tren anterior
 - No harían falta señales



4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)
 - Define **MODOS** de Conducción:
 - El modo indica el grado de supervisión del ETCS, en función de la información recibida de vía (bien de Eurobaliza o bien e RBC)
 - 17 modos
 - Algunos ejemplos:
 - *Unfitted* – Modo de conducción cuando se opera en Nivel 0
 - *Stand By* – Modo de conducción cuando el tren todavía no ha recibido información de vía (aplicable en todos los Niveles). El ETCS mantiene el freno del tren aplicado
 - *Full Supervision* – Modo de conducción en el que ETCS ha recibido toda la información necesaria de la vía, y ésta garantiza que puede moverse de forma segura (Nivel 1, 2 y 3). El ETCS calcula curva y para. No hay responsabilidad del Maquinista
 - *On Sight* – Modo de conducción en el que la vía autoriza al ETCS a moverse, bajo ciertas restricciones, e.g., entrar a una vía ocupada (Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3). La responsabilidad es compartida entre el ETCS y el Maquinista

4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

- ERTMS (European Rail Traffic Management System)

EQUIPAMIENTO TREN
NIVEL 0 y 1



EQUIPAMIENTO VIA
NIVEL 0 y 1



Enclavamiento
y Puesto de Control



Circuitos de Vía (o similar)



Señales Luminosas



Balizas ERTMS (Eurobalizas)

4 | Ejemplos Sist. Señalización – ERTMS (cont.)

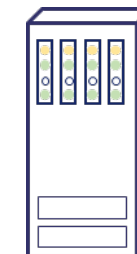
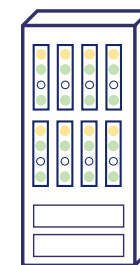
- ERTMS (European Rail Traffic Management System)

EQUIPAMIENTO TREN NIVEL 2 y 3

en NIVEL 3 puede hacer falta algún dispositivo para garantizar la integridad



EQUIPAMIENTO VIA NIVEL 2 y 3



Enclavamiento
Puesto de Control y
RBC



Circuitos de Vía (o similar)



Señales Luminosas
(opcional NIVEL 2 y 3)



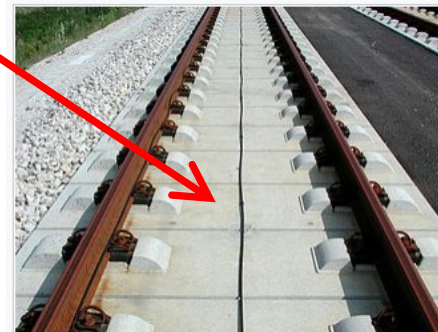
ETCS Marker
Boards
(opcional NIVEL 3)



Balizas ERTMS (Eurobalizas)
(solo posicionamiento)

4 | Ejemplos Sist. Señalización – LZB

- LZB (*Linienzugbeeinflussung*)
 - Tecnología alemana (1980)
 - Actualmente en desuso, ya no se instala; es complejo y caro
 - En España, instalado en:
 - Madrid-Córdoba-Sevilla (1992, primera línea de Alta Velocidad Española, 220Km/h);
 - También en la línea C-5 de Cercanías de Madrid;
 - y en toda la red Euskotren, del País Vasco
 - No estándar: hace falta puesto de control y señalización ad hoc
 - Sistema Continuo
 - Se caracteriza por intercambiar información tren $\leftrightarrow$ vía, a través de un cable continuo a lo largo de toda la vía



En la versión inglesa de Wikipedia, está bastante bien explicado 😊

4 | Ejemplos Sist. Señalización – PTC y Otros

- PTC (*Positive Train Control*)

- Tecnología americana (1990)
- Basado en un estándar definido por AREMA (*American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association*)
- Estándar, define requisitos tanto para el tren como para la vía
- Sistema Continuo
- Sistema Interoperable: cualquier suministrador que implemente el estándar puede entrar en el mercado



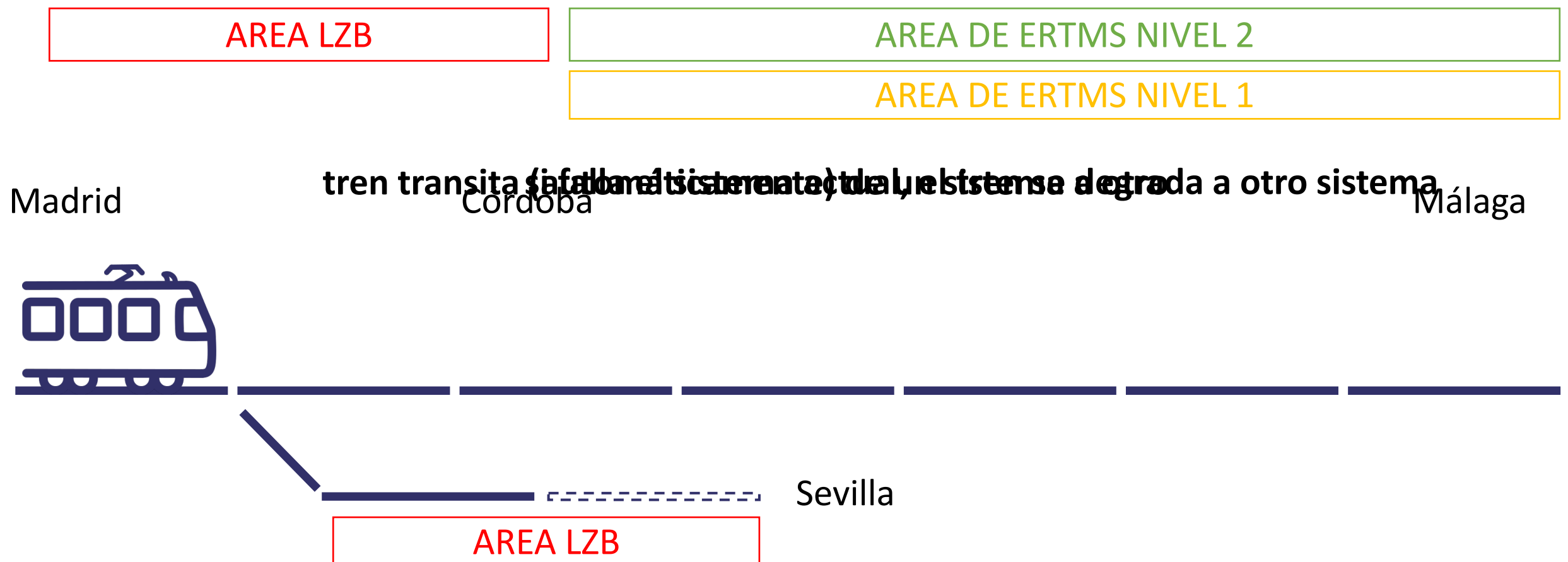
También en la version inglesa de Wikipedia, está bastante bien explicado 😊

- Otros

- EBICAB:
 - Tecnológica sueca, instalado en el Corredor del Mediterráneo
 - Sistema discontinuo, no estándar
- CBTC (*Communications-Based Train Control*):
 - Similar a ERTMS Nivel 2, pero no estandarizado
 - Se usa en aplicaciones de Metro, por ejemplo en las líneas L1 y L6 de Madrid (2011 - primera vez en Europa!)

4 | Ejemplos de Sistemas de Señalización – Aplicación

- Las vías pueden tener uno o más sistemas de señalización instalados
- En consecuencia, los trenes a operar en esas vías deben estar equipados con alguno de los sistema de la vía



Fin Sesión 4

Acrónimos

ASFA:	Anuncio de Señal y Frenado Automático
AREMA:	American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association
ASFA:	Anuncio de Señal y Frenado Automático
ATP:	Automatic Train Protection
BT:	Bloqueo Telefónico
CBTC:	Communications-Based Train Control
DMI:	Driver Machine Interface
EBICAB:	Nombre comercial de Bombardier para su equipo embarcado (a bordo)
ERA:	European Railway Agency
ERTMS:	European Railway Traffic Management System
ETCS:	European Train Control System
GSM-R:	Global System for Mobile Communications - Railway
JRU:	Juridical Register Unit
LZB:	Linienzugbeeinflussung
OBU:	On Board Unit
PTC:	Positive Train Control
RBC:	Radio Block Center
S:	Señal

Control de Cambios

No.	Versión	Autor	Fecha de Publicación	Comentarios / Motivo de la actualización
	r01	NMB	02/Mar/2021	Creación. Revisada por FLO.



Enclavamientos y Señalización Ferroviaria ENYSE, S.A

Calle Valportillo II, 8 bis, 28108 ALCOBENDAS (Madrid)

91 490 13 83 - enyse@enyse.com

www.enyse.es