



Material Rodante

Ferrocarriles

Luigi dell'Olio
Borja Alonso Oreña
José Luis Moura Berodia

Este tema se publica bajo Licencia:
Creative Commons BY-NC-SA 4.0.



Introducción

Se denomina **material rodante** a todo aquel vehículo dotado de ruedas capaz de circular sobre una vía férrea.

Llamamos comúnmente **tren** a un conjunto de vehículos (o a veces un único vehículo) destinado al transporte ferroviario que circulan unidos entre sí por una infraestructura ferroviaria. Un tren puede estar formado por:

- Un único vehículo (locomotora o automotor) 
- Una o varias locomotoras remolcando (empujando y/o tirando) un conjunto de coches o vagones



- Uno o varios “trenes autopropulsados” unidos entre sí.



Introducción



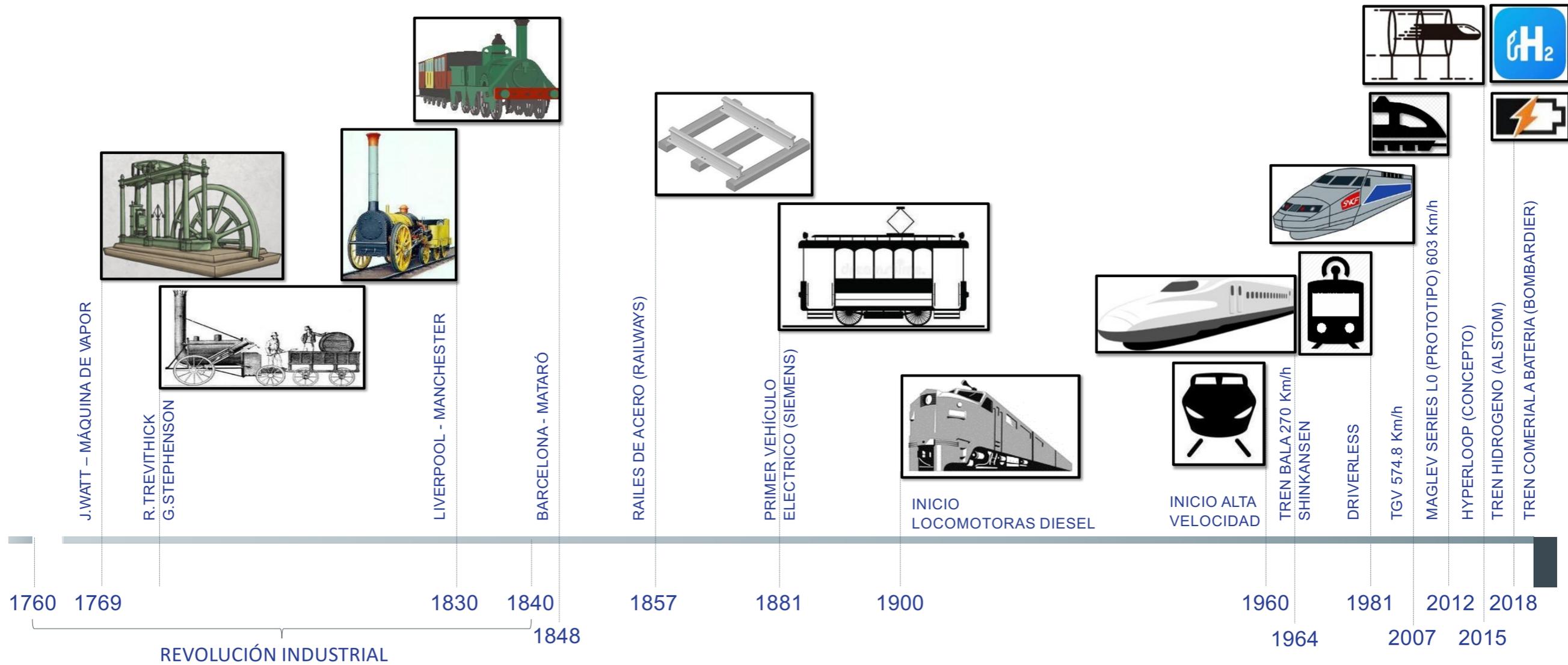
Prestaciones

Toda **ESPECIFICACION** de una **PRESTACION** debe incluir no solo su **VALOR** exigido sino también las **CONDICIONES DE ENTORNO**

- Prestaciones de subsistemas o equipos
 - P. ej: Autonomía de las baterías para alimentación de sistemas abordo, nivel de alumbrado, capacidad del sistema de climatización, ciclos de trabajo compresor neumático, capacidad del registrador de eventos, funcionalidades del Sistema de información a viajeros
- Prestaciones del vehículo completo
 - Resistencia mecánica de cajas (cargas longitudinales y verticales, absorción de energía al choque) y bogies
 - Estabilidad de marcha
 - **Prestaciones cinemáticas: velocidades, aceleraciones...**
 - **Prestaciones dinámicas: esfuerzos**
 - **Prestaciones operativas: capacidad de operación en un perfil de línea, tiempos de recorrido, capacidad de pasajeros, capacidad de arrastre de carga, RAMS, LCC...**



Introducción



Introducción

▶ TRACCION

ANIMAL

ATMOSFERICO

VAPOR

TURBINA

DIÉSEL

ELÉCTRICA

BIMODAL

BATERIAS

HIDRÓGENO

▶ ARQUITECTURA

AUTOPROPULSADOS

- TRACCIÓN CONCENTRADA

- TRACCIÓN DISTRIBUIDA

REMOLCADOS

COCHES

▶ SERVICIO

PASAJEROS

- URBANOS

- MEDIA DISTANCIA

- LARGA DISTANCIA

- HISTÓRICOS

MERCANCÍAS

- LOCOMOTORAS

- VAGONES

ESPECIALES

▶ CONTACTO RUEDA/CARRIL

RUEDA

CREMALLERA

CABLE (FUNICULAR)

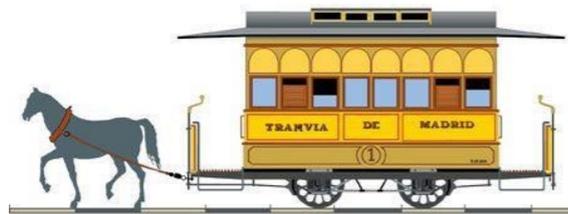
MONORRAÍL

LEVITACIÓN MAGNÉTICA

Tracción

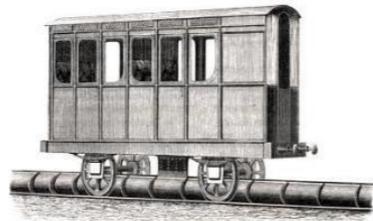
POR TIPO DE TRACCIÓN → ANIMAL / ATMOSFÉRICO / VAPOR / TURBINA

ANIMAL



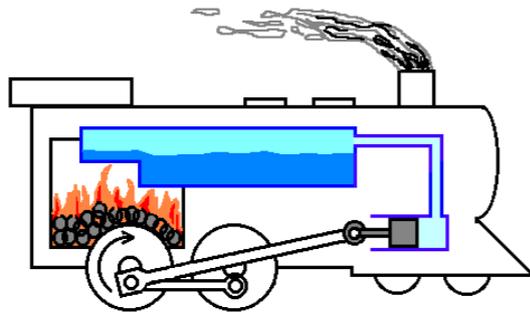
Punto de partida
Avance tecnológico
Transporte pasajeros suspendido
Aplicación en excavaciones mineras

ATMOSFÉRICO



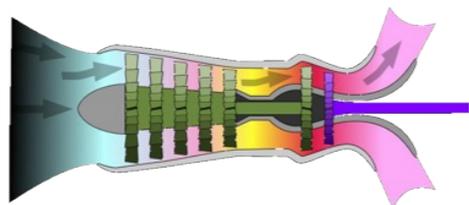
Movimiento mediante diferencia de presión atmosférica/vacío
Tubo neumático entre raíles e implantación de motores de vacío
Tecnología abandonada (limitaciones, problemas, desventajas,...)

VAPOR

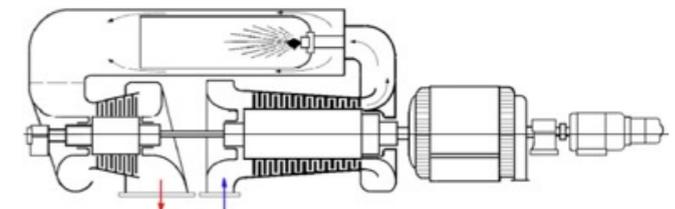


Propulsión con vapor de agua actuando sobre las ruedas con pistones
Aparición tracción diésel y eléctrica - Fin de la era del vapor

TURBINA



Implantación testimonial, no consolidada
Superada por tracción diésel y eléctrica
Ventajas/Desventajas



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → DIÉSEL

CARACTERÍSTICAS:

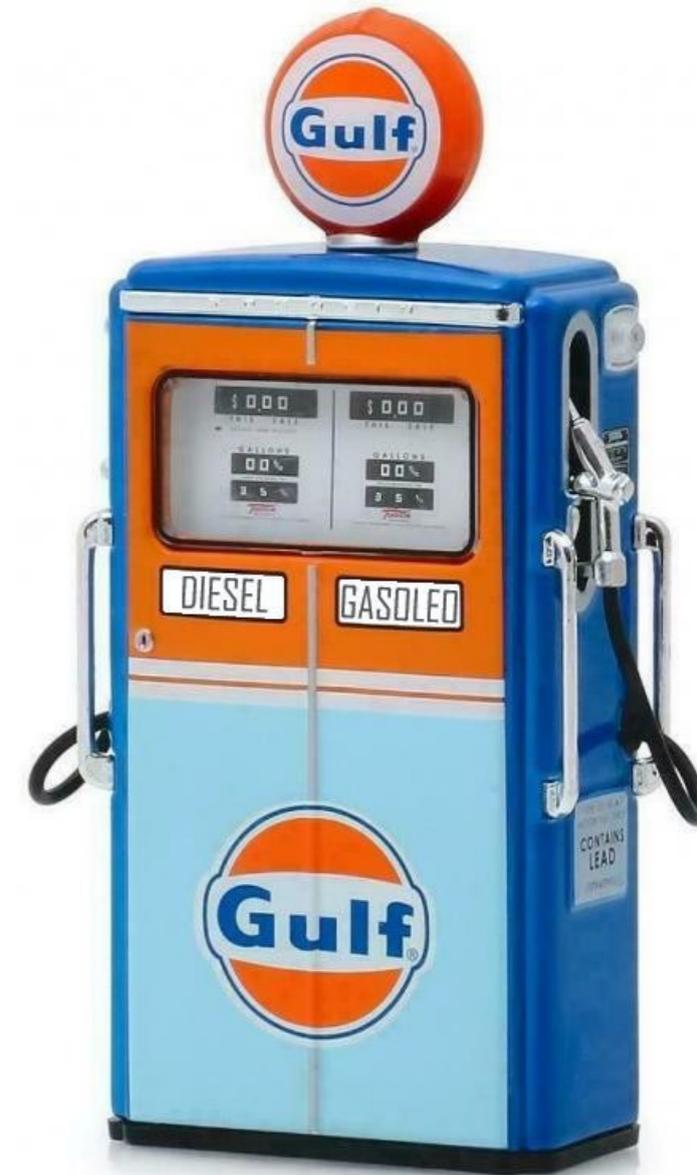
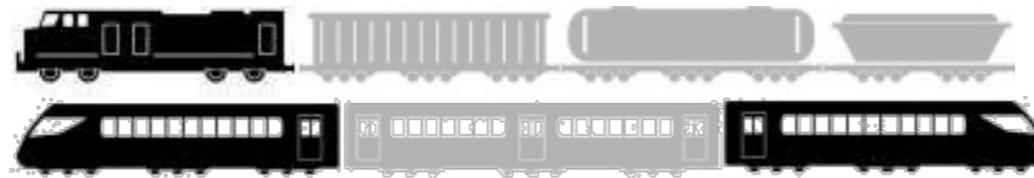
- Tecnología muy desarrollada (motor térmico de combustión interna)
- Autónomo (capacidad y consumo de combustible)
- Bajo coste de infraestructura
- Emisión de gases contaminantes
- Contaminación acústica

CLASIFICACIÓN POR TIPO DE TRANSMISIÓN:

- DIÉSEL-MECÁNICA (DMU)
- DIÉSEL-HIDRÁULICA (DMU)
- DIÉSEL-ELÉCTRICA (DEMU)

LOCOMOTORA DIESEL

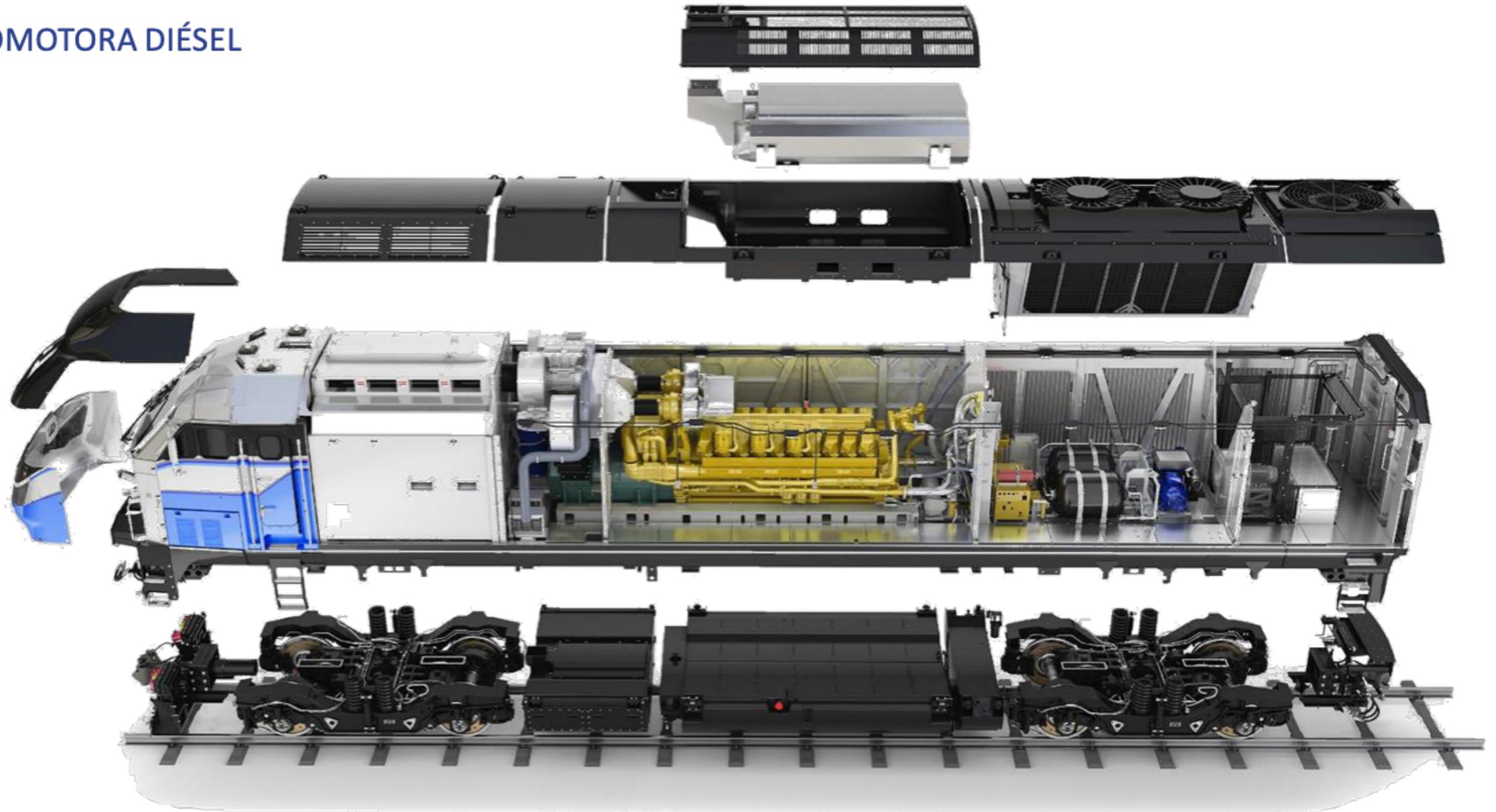
DMU (DIESEL MULTIPLE UNIT)



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → DIÉSEL

LOCOMOTORA DIÉSEL



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → DIÉSEL

DIÉSEL-MECÁNICA (DMU)



DIÉSEL-HIDRÁULICA (DMU)



DIÉSEL-ELÉCTRICA (DEMU)



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → ELÉCTRICA

CARACTERÍSTICAS:

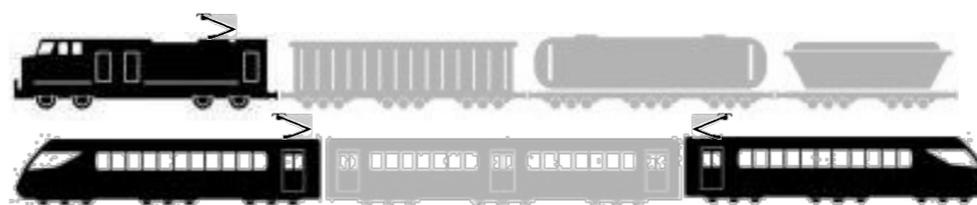
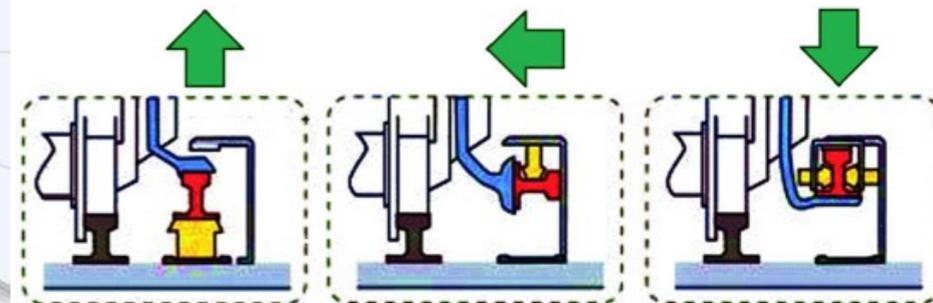
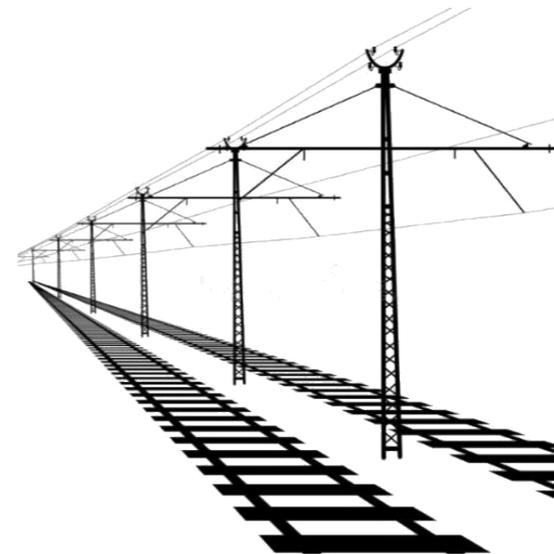
- Tecnología muy desarrollada (motor eléctricos)
- No autónoma, requiere fuente externa:
 - catenaria (750 V DC ÷ 3000 V DC ó hasta 25 kV AC)
 - tercer carril (600 ÷ 750 V DC)
- Alto coste de electrificación de infraestructura
- Contaminación paisajística
- Mayor rendimiento que tracción diésel

CLASIFICACIÓN POR TRANSMISIÓN DE POTENCIA:

- ELÉCTRICA DE CORRIENTE CONTINUA (DC)
- ELÉCTRICA DE CORRIENTE ALTERNA (AC)
- ELÉCTRICA MULTI-SISTEMA

LOCOMOTORA ELÉCTRICA

EMU (ELECTRIC MULTIPLE UNIT)



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → ELÉCTRICA

TRACCIÓN ELÉCTRICA DC vs. TRACCIÓN ELÉCTRICA AC

Inicios siglo XX:

Preferencia por motores DC debido a limitaciones tecnológicas de los motores AC.

Motores DC proporcionaban la característica de par adecuada y razonablemente simple de controlar.

Años 1980:

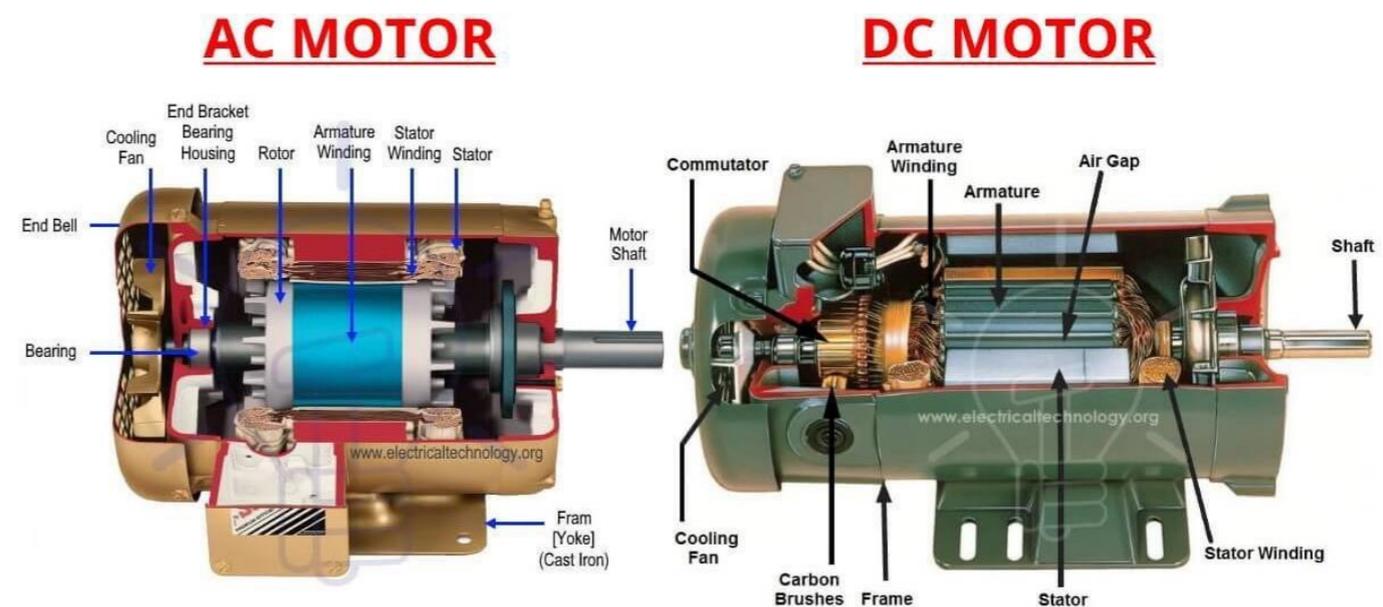
Evolución de la electrónica de potencia propició que los motores AC fueran una alternativa seria a motores DC.

La continuación en posteriores avances tecnológicos han desencadenado la prevalencia de la tracción eléctrica AC.

-Motores AC son más simples de construir y más ligeros que los motores DC para potencias equivalentes.

-Actualmente la electrónica de potencia permite controlar eficientemente los motores AC (adherencia y tracción).

- Motores AC son más robustos y fáciles de mantener que los motores DC.

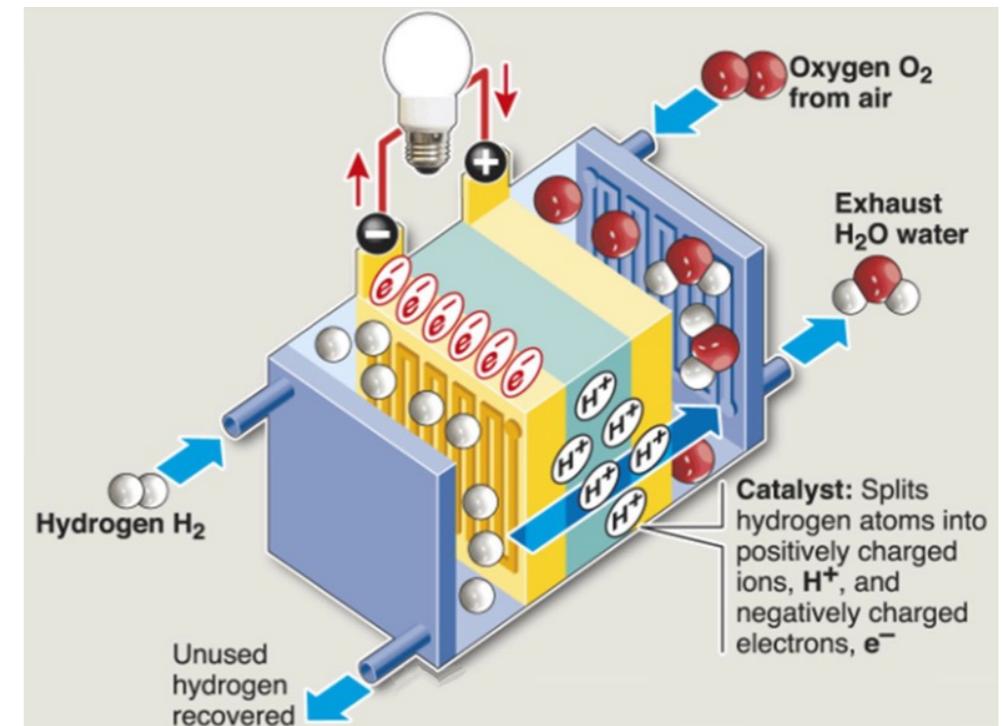
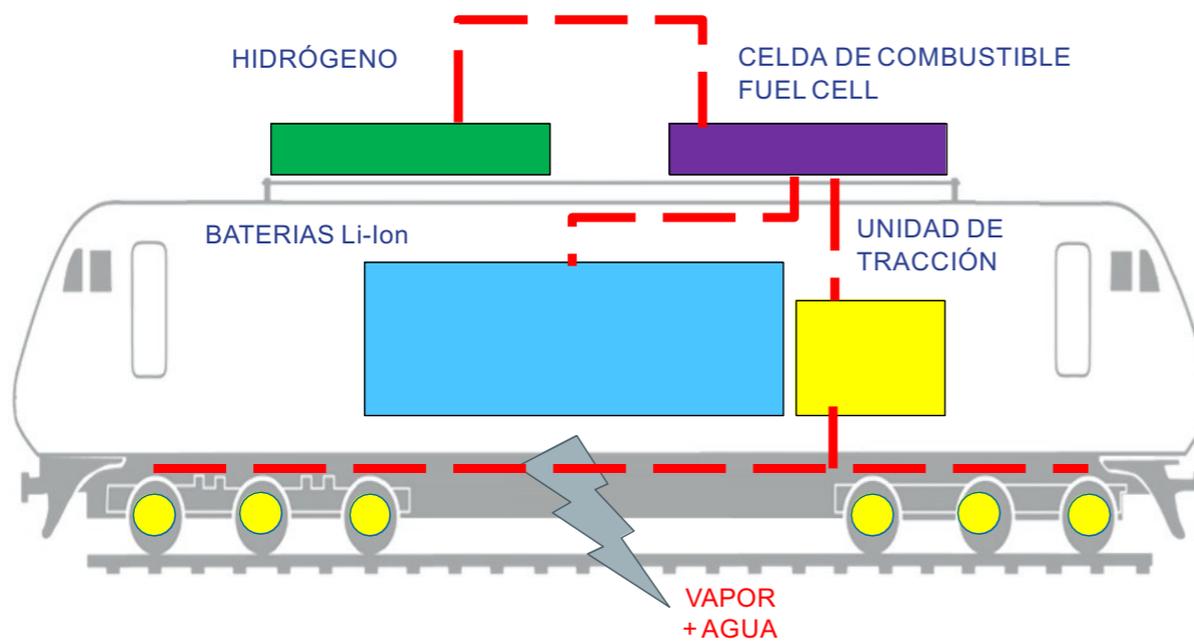


Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → HIDRÓGENO

HIDRÓGENO

Hidrógeno en estado gas reacciona con el oxígeno almacenado en las células de combustible desprendiendo vapor y generando agua y energía eléctrica, que se utiliza para cargar las batería de iones de litio y para accionar las ruedas motrices a través de la gestión y/o tratamiento eléctrico por parte de la unidad de tracción.



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → HIDRÓGENO

ALSTOM CORADIA iLINT - PRIMER TREN DE HIDRÓGENO (2018)

- 2 coches unidos y equipados con:
- 99Kg de hidrógeno a 350bars
- 200kW celdas de combustible
- 225kW baterías Li-Ion

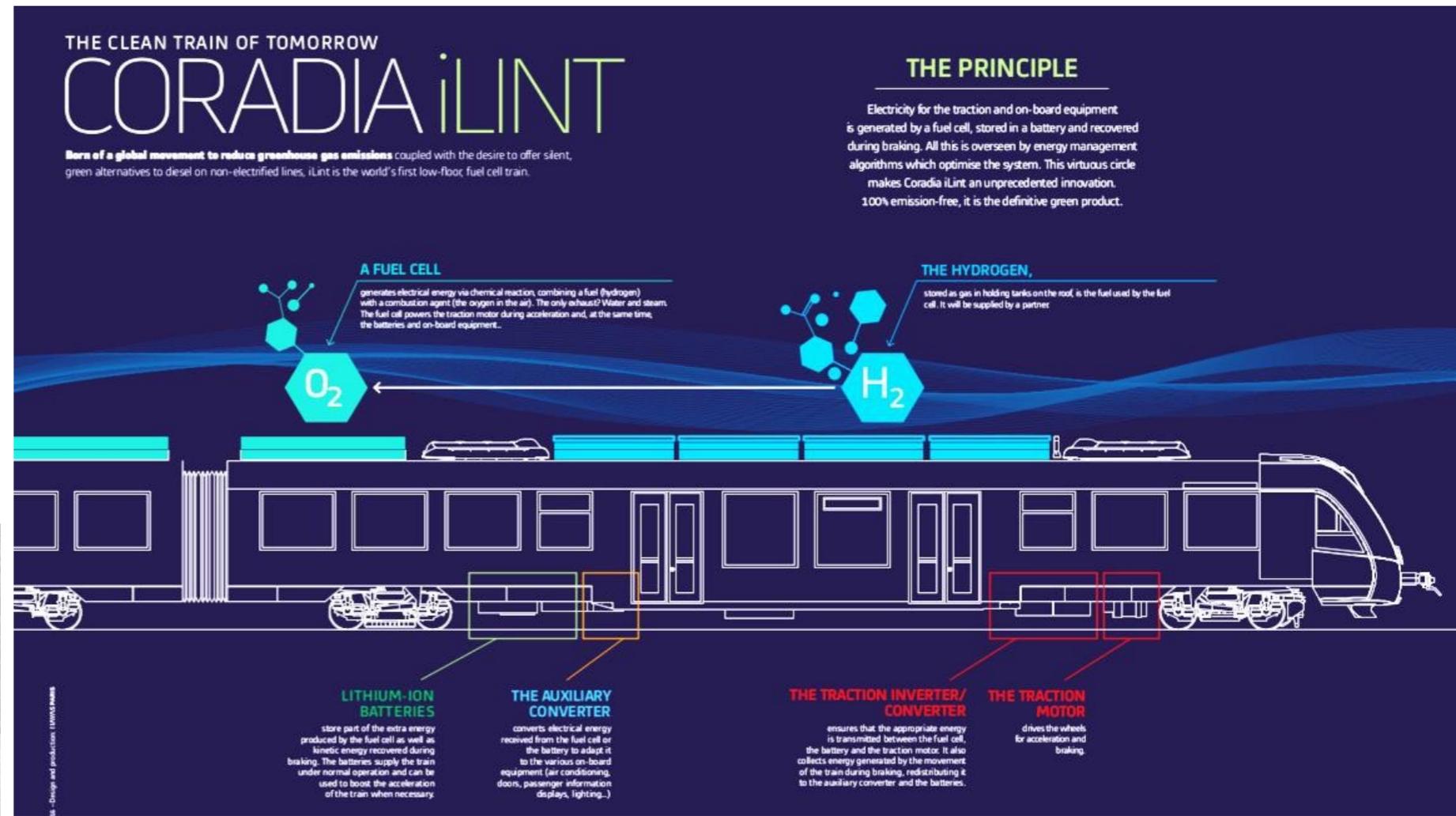
pasajeros:

138 sentados + 190 de pie

autonomía: 600Km

repostaje en 15min.

velocidad máx. 140Km/h



Tracción

POR TIPO DE TRACCIÓN → HIDRÓGENO

HIDRÓGENO, DESVENTAJAS:

- ◆ Alto costo de producción, costo de almacenamiento y distribución (es voluminoso, lo que hace que su manipulación y almacenamiento sea difícil y costoso una vez producido).
- ◆ Alto costo de implementación: muy poca infraestructura para entregar el hidrógeno al punto de uso.
- ◆ Seguridad: el hidrógeno es incoloro e inodoro, lo que dificulta la detección de fugas. Es altamente inflamable.
- ◆ Consumo de agua: la conversión de metano en hidrógeno consume cantidades significativas de agua.



A standard periodic table of elements with atomic numbers, symbols, and names. The elements are color-coded by groups: alkali metals (red), alkaline earth metals (orange), transition metals (yellow), post-transition metals (green), metalloids (light blue), nonmetals (dark blue), halogens (purple), noble gases (pink), lanthanides (light purple), and actinides (dark purple).

Arquitectura

Según su arquitectura, los trenes pueden clasificarse en varios grupos:

- Trenes convencionales o **remolcados** (una locomotora o varias remolcando varios coches o vagones). La composición puede variarse añadiendo o quitando coches o vagones y locomotoras.
- Trenes **autopropulsados***. El tren está formado por uno o varios “trenes autopropulsados”, cada uno de los cuales tiene tracción y espacio para los pasajeros.
 - a) *No conviene llamarlos **automotores** (es una clase de tren autopropulsado de un único vehículo)
 - b) Con la aparición de los trenes autopropulsados, la distinción entre material motor y remolcado queda un poco confusa.

Adicionalmente se puede también distinguir en trenes de Alta Velocidad y trenes convencionales.

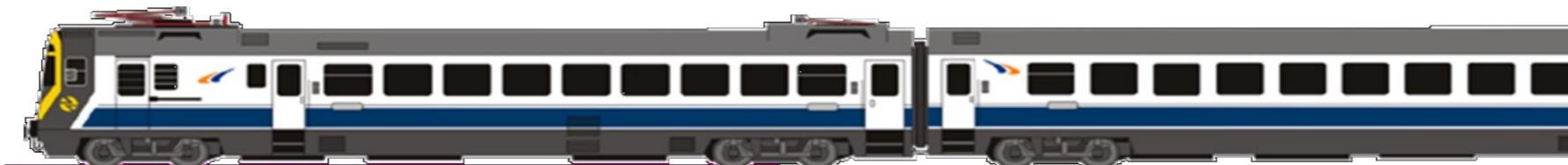
Arquitectura

Los trenes **autopropulsados** pueden clasificarse en:

- a) Trenes de **tracción concentrada**: Cuando tienen una o varias locomotoras (llamadas motrices) acopladas permanentemente al tren. Ej: Tren AVE (algunas composiciones), Euromed.



- a) Trenes de **tracción distribuida**. Cuando los motores no van en una locomotora o motriz, sino en un coche con viajeros llamado coche motor. Ej: Serie 103, Civia, Alaris, etc



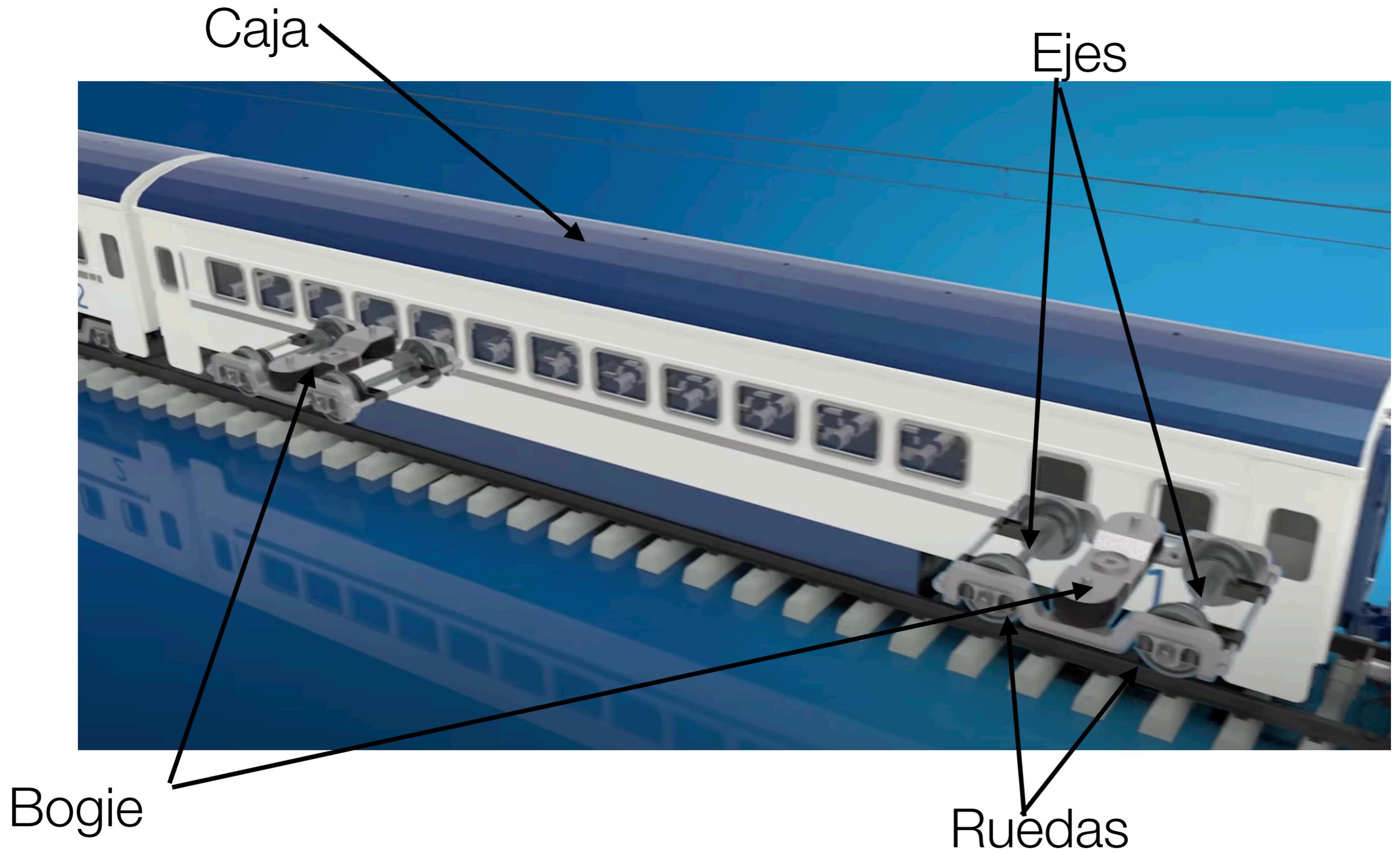
- d) Se ha comprobado que para velocidades mayores de 300 km/h aparecen sobrecargas dinámicas en trenes de tracción concentrada que no favorecen al mantenimiento de la calidad geométrica de la vía, muy cuidada en Alta Velocidad

Partes

Los elementos que componen todo vagón, coche o locomotora son:

- **Caja:** Constituye el esqueleto o soporte en el que están instalados los equipos (colgados o apoyados) que correspondan en cada caso, y constituye el lugar donde van los viajeros o mercancías y donde se encuentra la cabina de conducción. En las locomotoras y material autopropulsado encontramos, entre otros, los siguientes equipos: Transformador y/o reactancias, compresor, resistencias de freno, baterías, ventiladores, pantógrafos.
- **Bogie o carretón:** Estructura en que se alojan los ejes y sobre la que se apoya la caja. La unión entre un eje y el bogie se materializa mediante la caja de grasa. En el bogie también se encuentran los motores de tracción, el reductor (elemento que une el motor de tracción con el eje), los mecanismos de freno y la suspensión.
- **Ejes y ruedas:** Son los elementos que entran en juego directamente con la vía.

Partes



Gálibos

Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos".

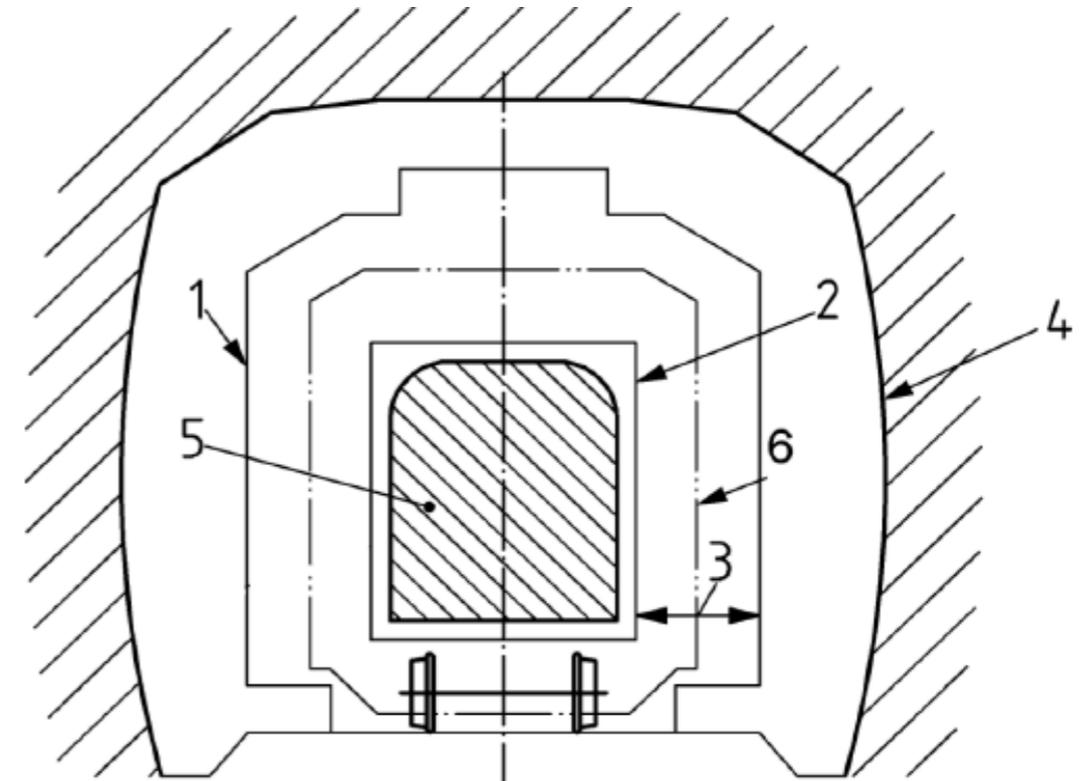
- Define los gálibos a considerar, tanto para la construcción de vehículos (gálibo del material rodante), como para la colocación de elementos próximos a la vía (gálibo de implantación de obstáculos).
- De aplicación a la definición del gálibo del material rodante, a considerar en el proyecto de los perfiles constructivos de cualquier tipo de material motor o remolcado, ya sea nuevo ó acondicionado.
- Esta Instrucción es de aplicación a la definición del **gálibo de implantación de obstáculos** a considerar en el proyecto de líneas ferroviarias de nueva construcción ó de acondicionamiento de las existentes, integradas en la red ferroviaria de interés general de anchos ibérico, estándar europeo, o métrico.



Gálibos

Gálibo dinámico:

- Es la envolvente de las posiciones extremas que pueden ocupar los puntos del vehículo debido a todas las causas de desplazamiento de los mismos, es decir, las que definen el gálibo cinemático (oscilaciones de la caja por fuerza centrífuga, peraltes, etc.) más las oscilaciones aleatorias del material de circulación, teniendo en cuenta la interacción vehículo vía y de los posibles movimientos laterales, elásticos o permanentes de la superestructura de vía.

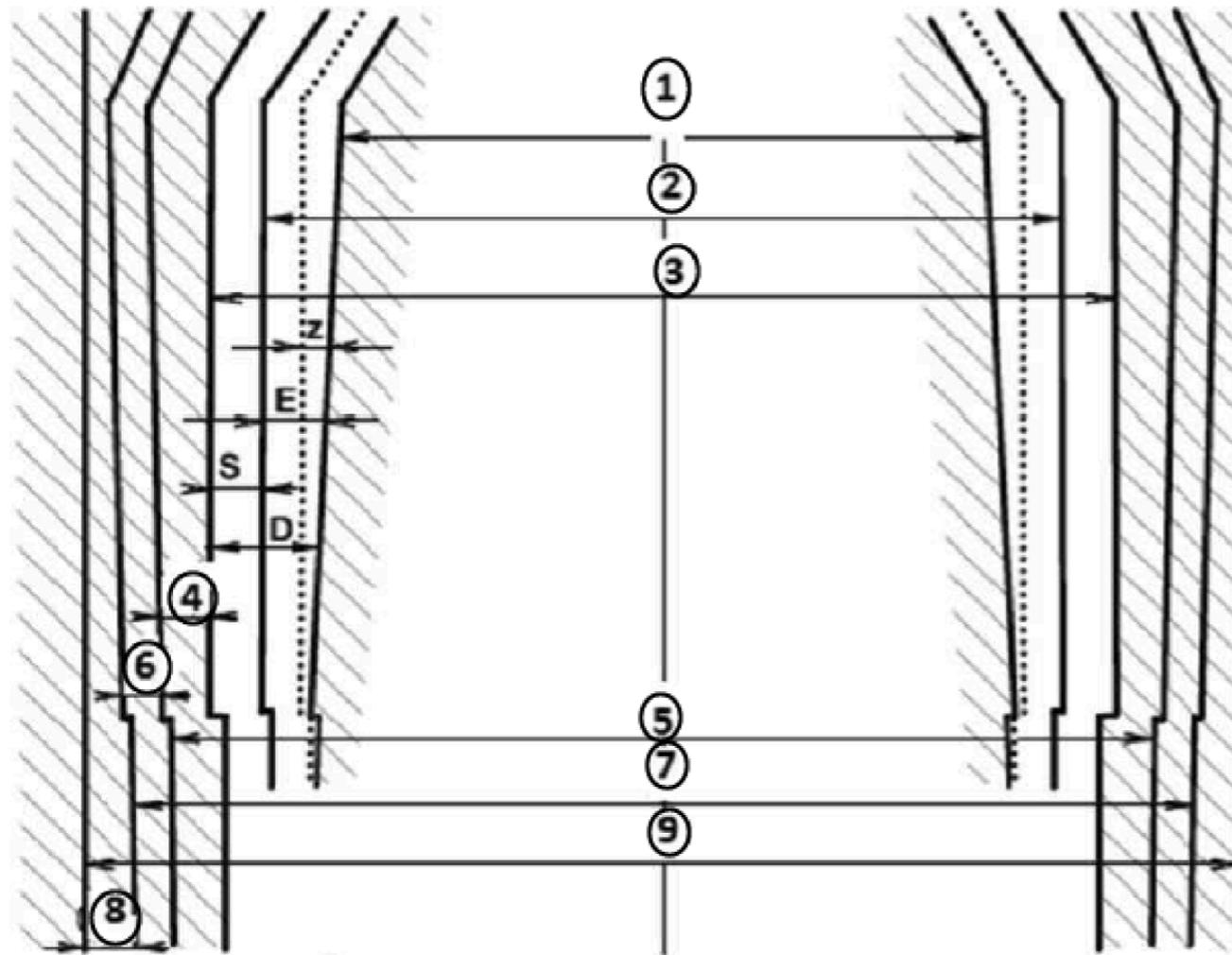


- (1) Gálibo de implantación de obstáculos
- (2) Perfil constructivo máximo del material
- (3) Suma de los movimientos del vehículo y de los fenómenos de interacción con la infraestructura
- (4) Infraestructura
- (5) Vehículo
- (6) Contorno de referencia

TIPOS DE GÁLIBO	ANCHO DE VÍA (mm)		
	1668	1435	1000
NUEVOS	GEA16	GA	GED10
	GEB16	GB	GEE10
	GEC16	GC	
HISTÓRICOS	GHE16	GEC14	
		GC14	

Gálibos

Gálibo dinámico:



1. Perfil constructivo máximo del material.

z Desplazamientos cuasiestáticos teniendo en cuenta:

l_0 o D_0

Disimetría en exceso sobre $1.^\circ$

$(l_{\text{máx}}-l_0)$ o $(D_{\text{máx}}-D_0)$ en el caso de $s > s_0$ y/o $h_c > h_{c0}$

E Reducción E_i o E_a

2. Contorno de referencia.

S Saliente

D Desplazamiento lateral.

3. Contorno de referencia más salientes.

4. Desplazamiento cuasiestático debido a $(l-l_0)$ o $(D-D_0)$ Para $s=s_0$ y $h_c=h_{c0}$

5. Lugar envolvente del material considerado cinemáticamente (envolvente cinemática).

6. Desplazamientos aleatorios laterales (M_1+M_2) .

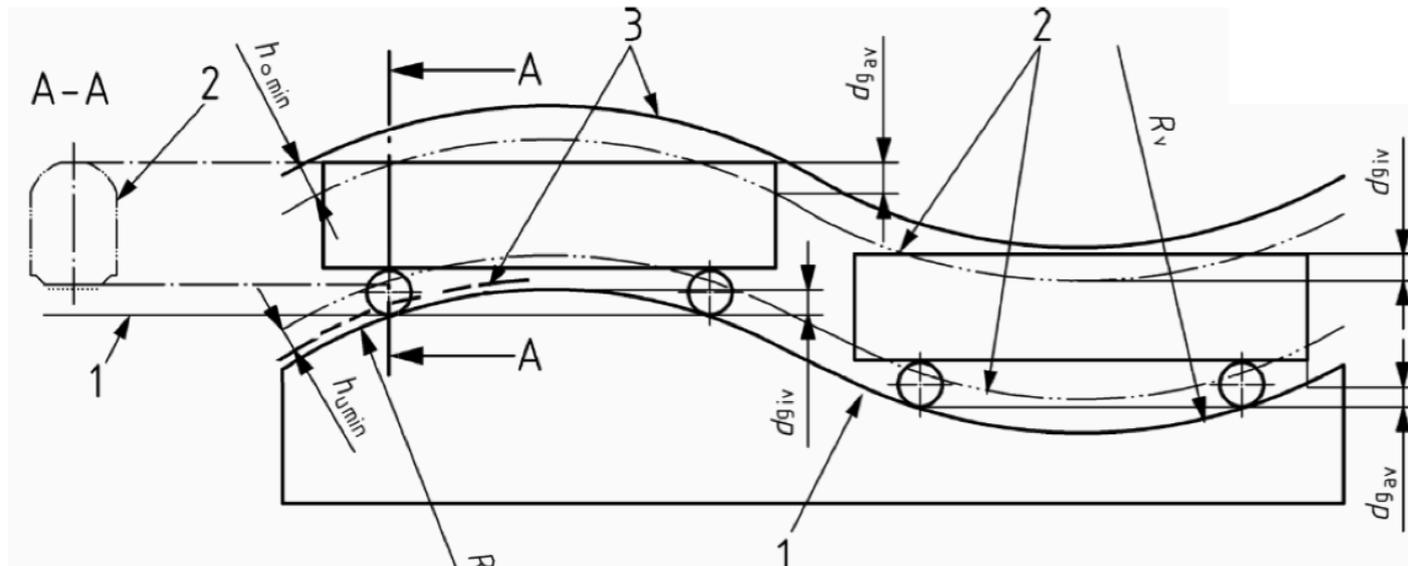
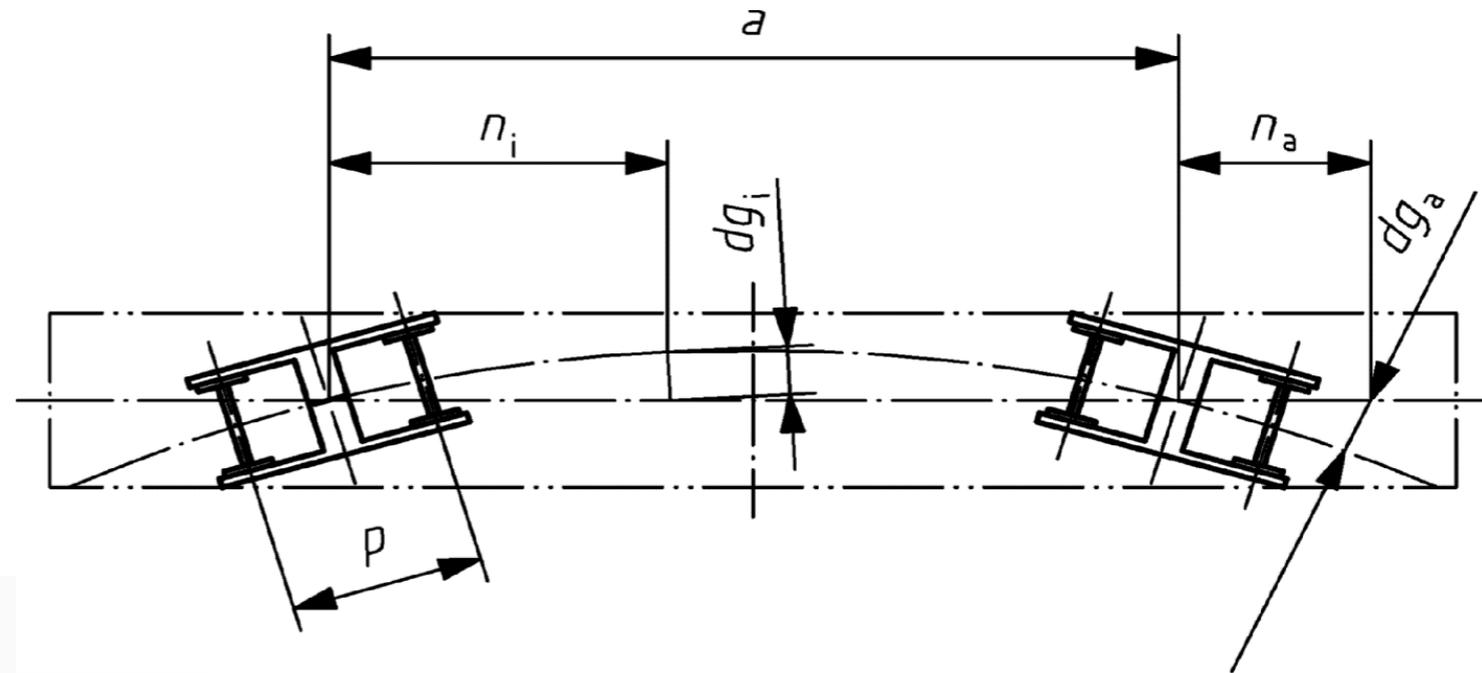
7. Gálibo límite de implantación de obstáculos.

8. Márgenes complementarios laterales M_{3b} .

9. Gálibo nominal de implantación de obstáculos.

Gálibos

Gálibo dinámico:



(1) Plano de rodadura

(2) Contorno de referencia

(3) Posición límite de los obstáculos

$h_{umín}$: Altura mínima considerada para el desplazamiento vertical por inscripción en acuerdos verticales del material rodante por debajo del contorno de referencia

h_{omin} : Altura mínima considerada para el desplazamiento vertical por inscripción en acuerdos verticales del material rodante por encima del contorno de referencia

R_{vmin} : Radio de curvatura mínimo del acuerdo vertical

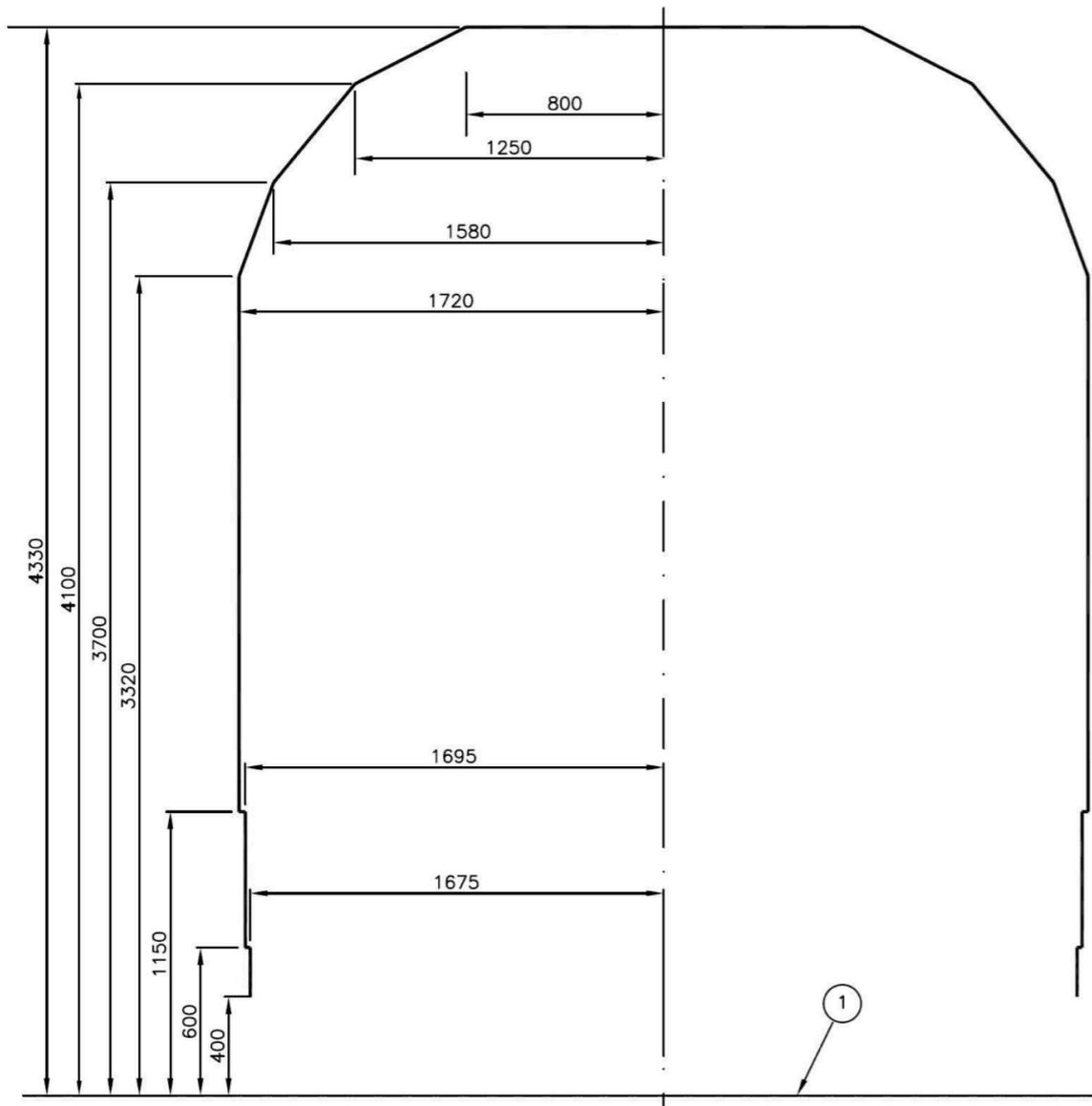
Gálibos

Gálibo dinámico:

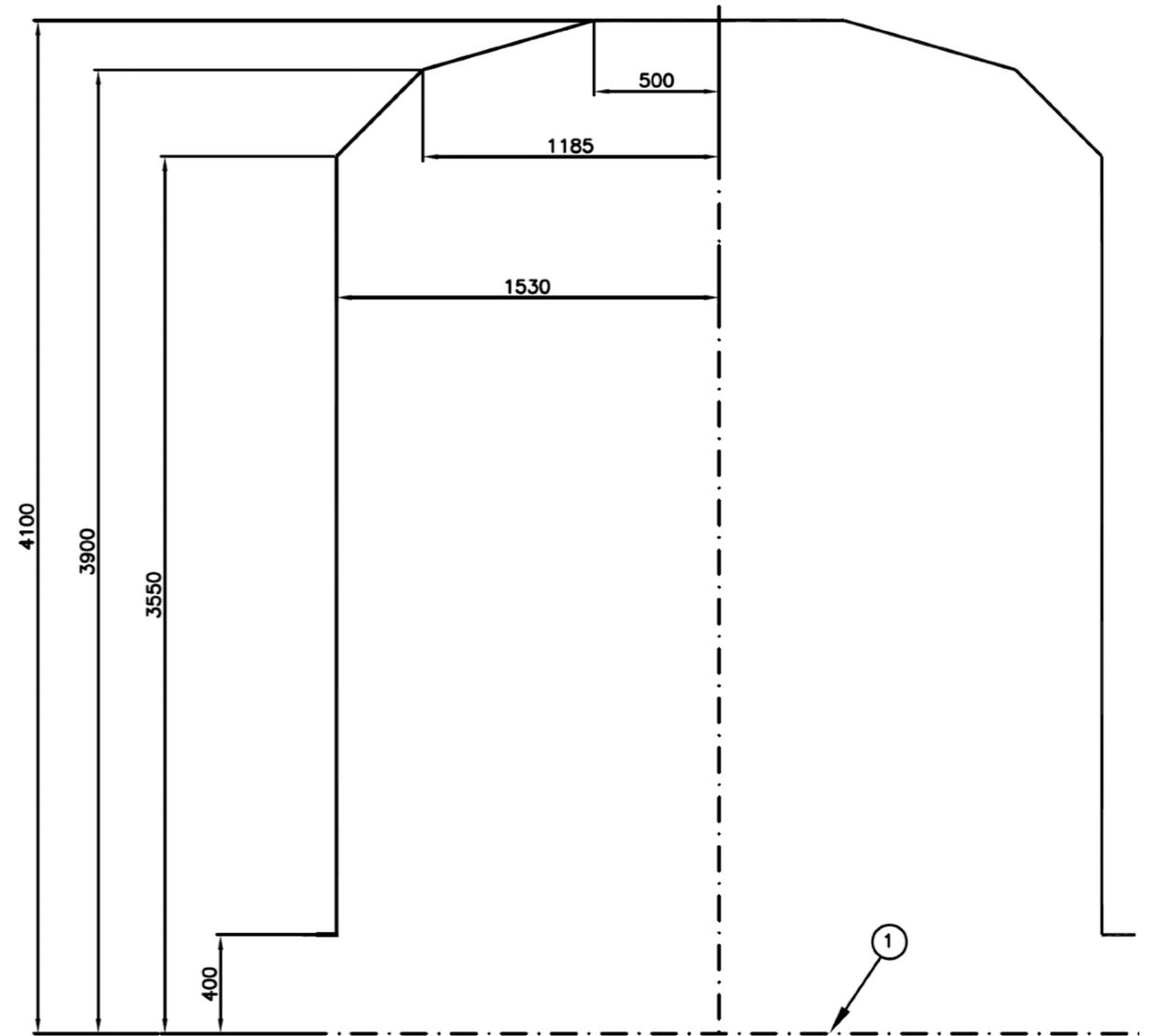
Vehículo parado en vía peraltada	Vehículo circulando en curva con insuficiencia de peralte	Vehículo con disimetría parado en vía sin peralte
<p>(1) Desplazamiento transversal de la caja del vehículo (2) Plano de rodadura</p>		

Gálibos

Gálibo GEA16:

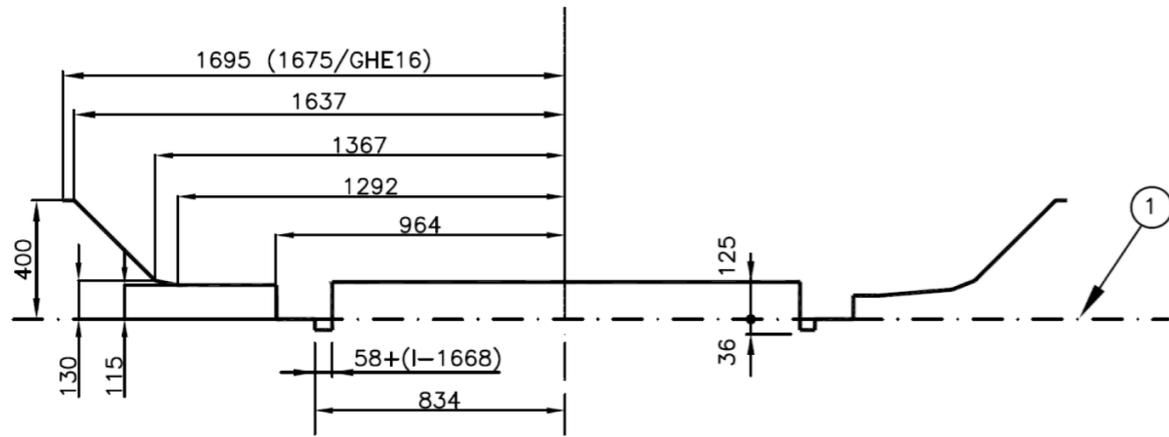


Gálibo GEE10:

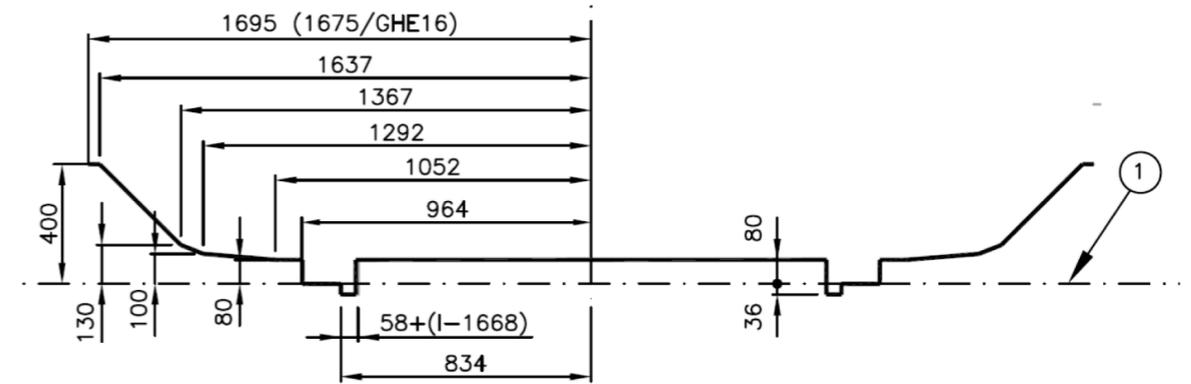


Gálibos

Gálibo Partes Bajas



GEI1



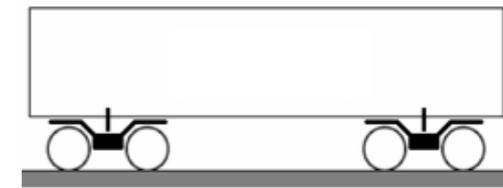
GEI2

Tipo de línea	Ancho de vía	
	1435 mm	1668 mm
Apta para transporte mediante autopista ferroviaria ⁽¹⁾	GI3	GEI3
No apta para transporte mediante autopista ferroviaria	GI2	GEI2

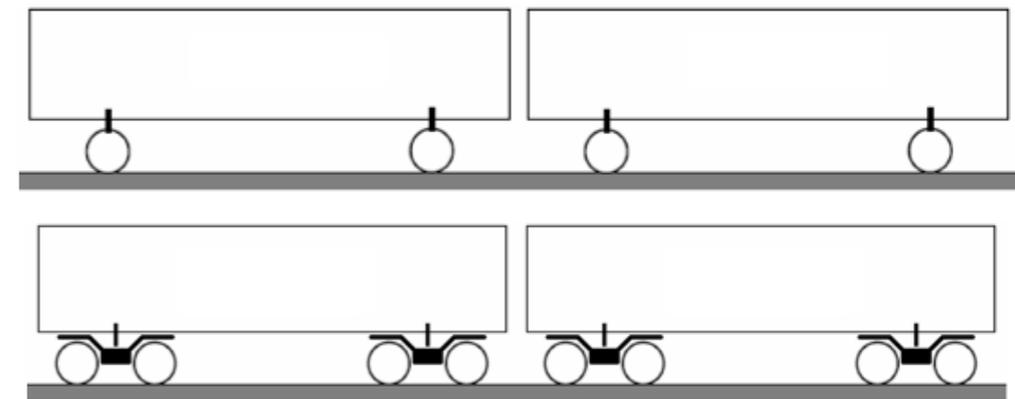
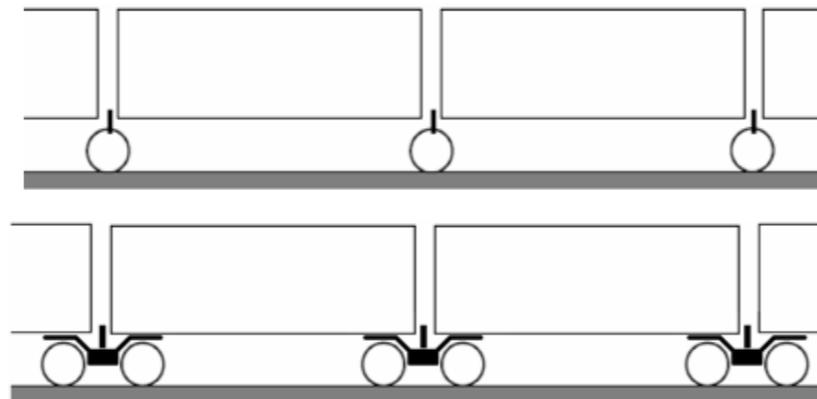
Partes: ejes y ruedas

COCHES

De ejes/rodales o de bogies



Articulados o no articulados



Partes: ejes y ruedas

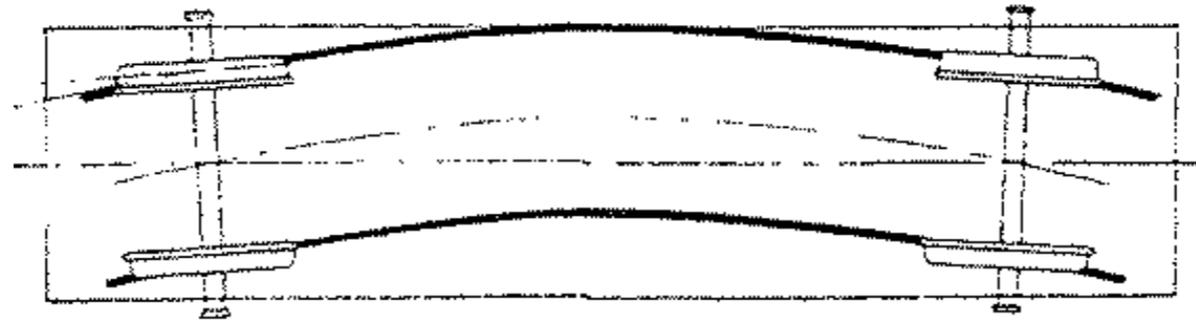


Figura 2. Material rígido con ejes paralelos sin desplazamientos.

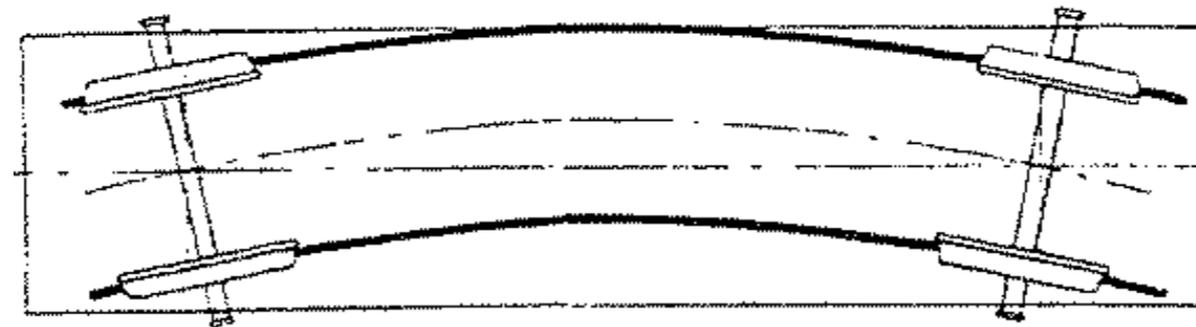
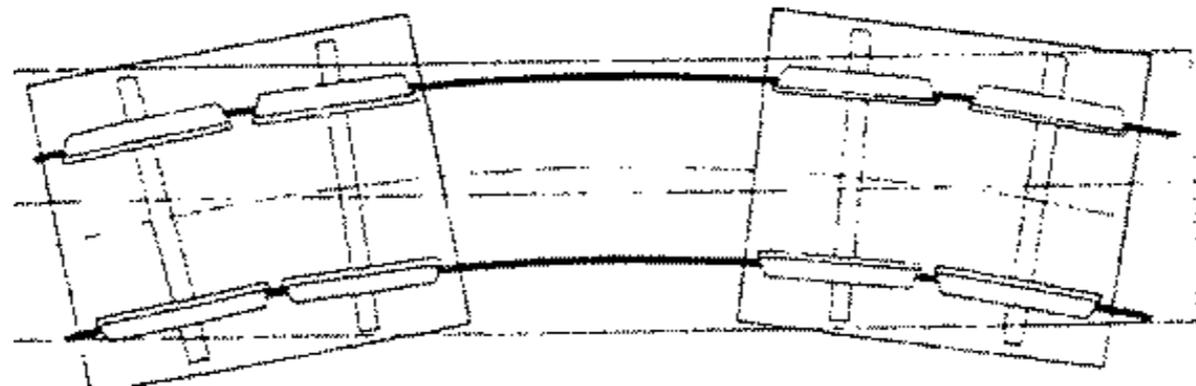
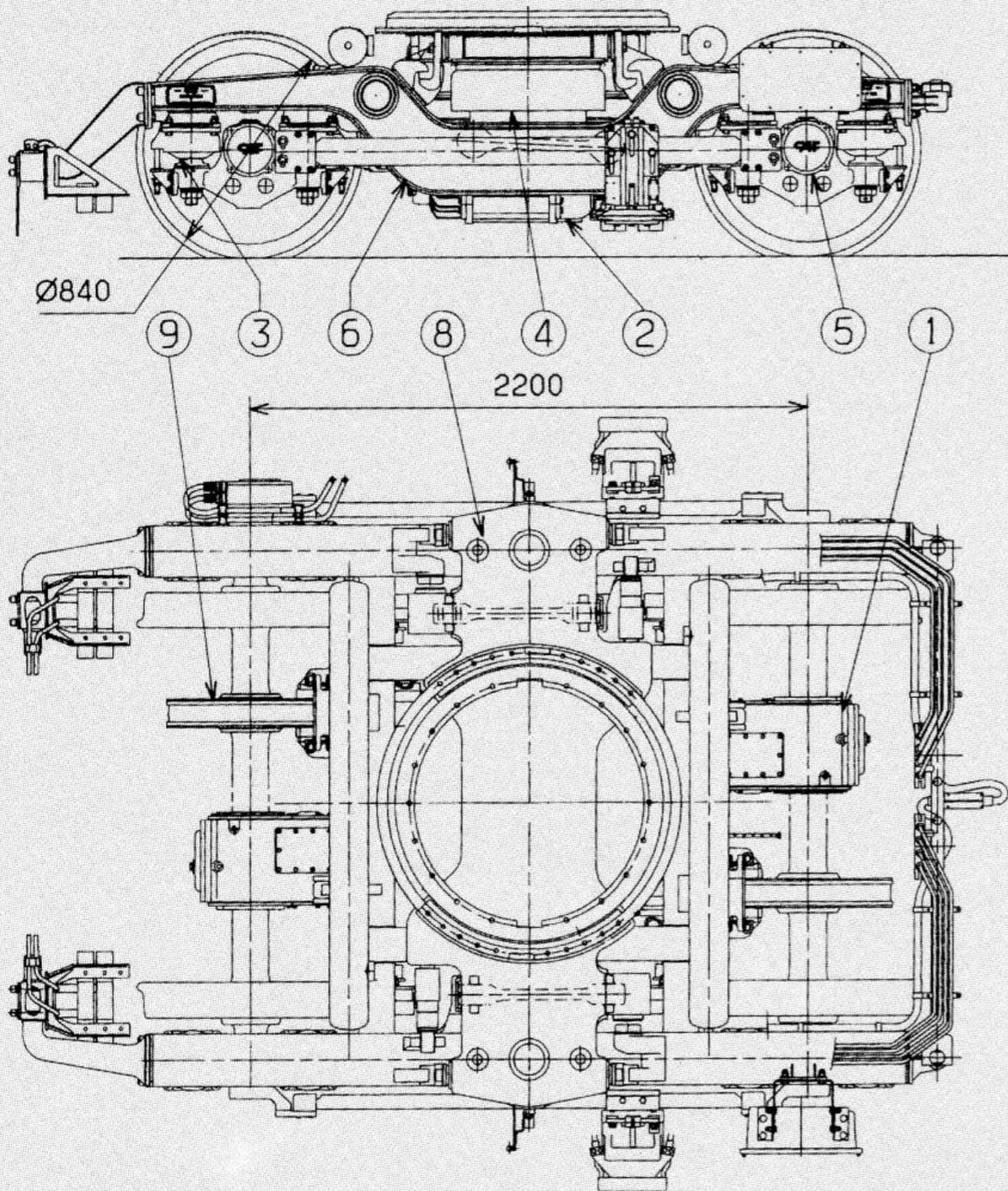


Figura 3. Material rígido con ejes paralelos con desplazamiento.

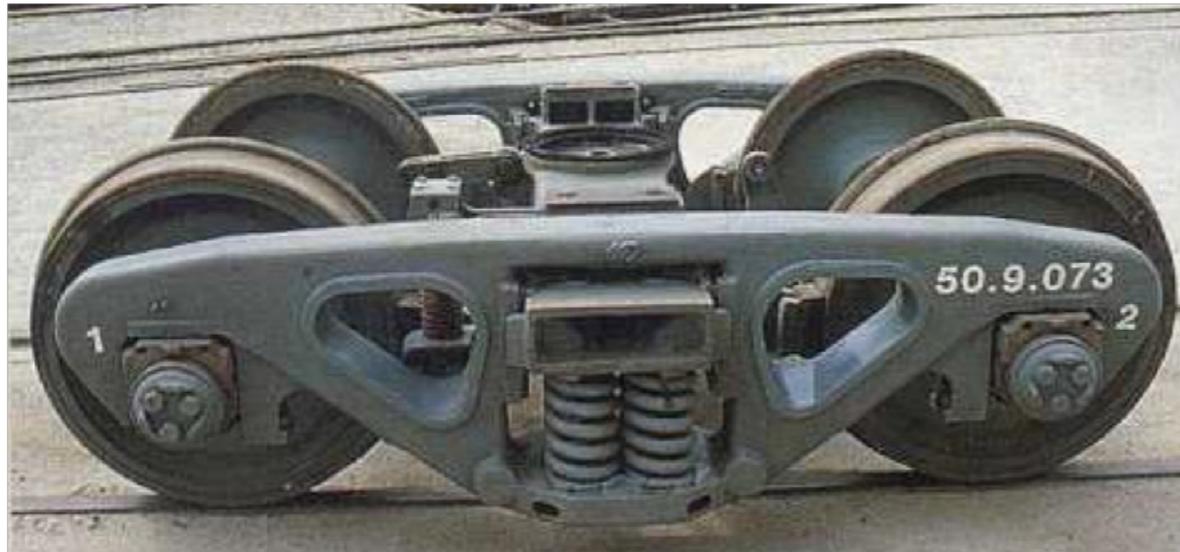


Partes: Bogies



- ① Reductor
Gear unit
- ② Motor tracción
Traction motor
- ③ Suspensión primaria
Primary suspension
- ④ Suspensión secundaria
Secondary suspension
- ⑤ Caja de grasa
Axlebox
- ⑥ Bastidor
Frame
- ⑧ Traviesa bailadora
Bolster
- ⑨ Freno
Brake

Partes: Bogies



Partes: Bogies



Bogie compartido entre vagones-tren Civia

Locomotoras

Nomenclatura según número y disposición de ejes:

Sistema UIC:

A, B, C,... para uno, dos, tres,... ejes motores consecutivos

"O" minúscula para ejes impulsados individualmente por motores de tracción separados

1, 2, 3,... para ejes no motores consecutivos

Signo "" para cerrar la notación de los ejes montados en un mismo bogie

Paréntesis para agrupar un mismo bogie o coche

Signo más "+" para locomotoras con vehículos acoplados permanentemente pero mecánicamente separados

Otros sufijos según tipología, velocidad, vapor, etc...

La notación más común entre locomotoras modernas es: Bo'Bo'



Co'Co'



Locomotoras

Ejemplos notación UIC de locomotoras:

Bo'Bo'



Co'Co'



Locomotoras

Ejemplos notación UIC de locomotoras:

2'Co'Co'2'



Bo'Bo'Bo'



Bo'Bo'+Bo'Bo'



Do'Do'



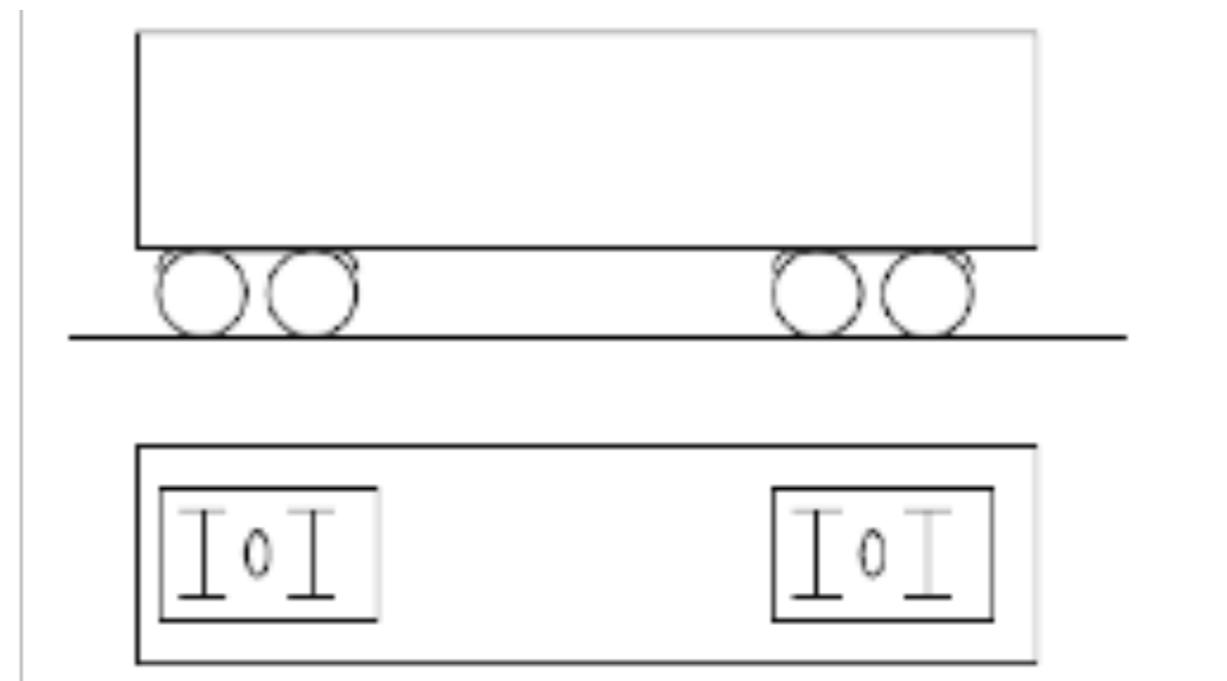
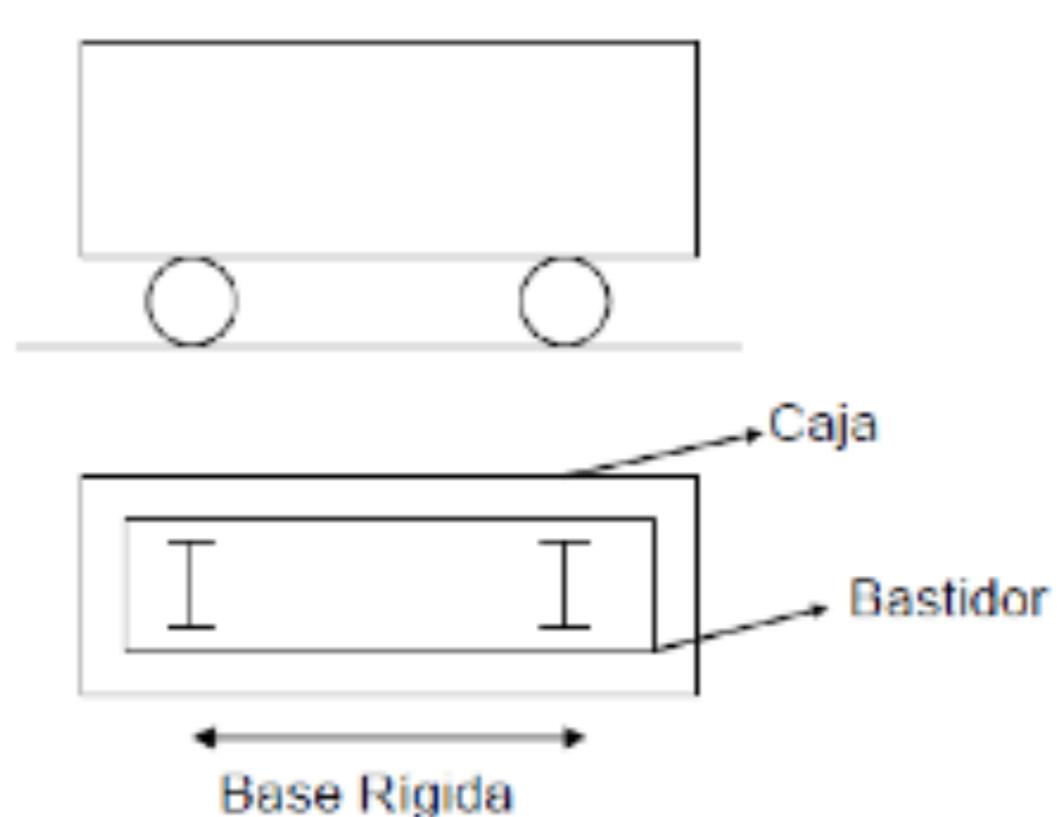
Tractores

Se llaman tractores a máquinas (normalmente de tracción diesel) que se emplean para maniobras en playas de vías, talleres y cocheras. La potencia la emplean más para tener una gran fuerza, pero no velocidad.



Material remolcado

- Se denomina “vagones” a los vehículos para transporte de cargas y “coches” a los vehículos para transporte de personas.
- En ambos tipos la caja o carrocería va montada sobre un bastidor portante, que descansa sobre el tren de rodado constituido por ejes simples o por bogies, casi siempre de 2 ejes.



Mercancías: vagones

- En el parque tradicional de los ferrocarriles se encontraban muchos tipos de vagones:
 - Carga general, cubiertos (todo tipo de carga).
 - Cubiertos ventilados para frutas frescas.
 - Cubiertos ventilados con tanques para leche, cubiertos refrigerados (carnes, pescados, frutas frescas).
 - Abiertos, borde bajo o plataforma: carriles, traviesas, perfiles de acero, bobinas de acero, etc.
 - Plataforma portacontenedores.
 - Tolva para minerales.
 - Etc.
- El vagón moderno es de gran capacidad y por consiguiente de 4 ejes, agrupados en 2 bogies, sobre los que descansa el bastidor. Si el peso por eje es 20 toneladas, la capacidad de carga neta llega hasta unas 60 toneladas.
- El vagón de 2 ejes tenía un largo de unos 10 metros. La longitud de los vagones actuales de 4 ejes es del orden de los 16 a 18 metros.

Mercancías: vagones

Gran variedad debido a la especialización del transporte:

→ según el elemento de rodadura (2 ejes, 3 ejes o bogies)

→ según el tipo de freno (freno de aire, de vacío)



→ según la actividad comercial

(abiertos, cerrados, plataformas, cisternas, portacontenedores, etc...)



Mercancías: vagones

Vagón de mercancías cerrado

Transporte de carga pesada sensible a la intemperie (bobinas, barras de aluminio,...)



Vagón de mercancías a granel

Transporte de mercancías de grano (trigo, centeno, avena, cebada, maíz,...)



Mercancías: vagones

Vagón de mercancías de bordes o de caja abierta

Transporte de mercancías a granel (carbón, coque, lastre, grava, chatarra,...)



Vagón de mercancías plano

Transporte de piezas (tuberías, máquinas, acero, madera,...)



Mercancías: vagones

Vagón de mercancías cisterna

Transporte de productos químicos, aceites, gases comprimidos o licuados,...



Vagón de mercancías de góndola con descarga lateral

Transporte de material de construcción o perfilería estructural



Mercancías: vagones

Vagón de mercancías porta-contenedores

Transporte interoperable de contenedores



Vagón de mercancías de carga de vehículos

Transporte de vehículos



Mercancías: vagones

Vagón de mercancías refrigerado

Transporte de productos alimentarios



Vagón de mercancías especiales/a medida

Transporte customizado de productos



Mercancías: vagones

Vagón de mercancías 'schnabel'

Transporte de cargas pesadas y sobredimensionadas



Vagón extremo de mercancías 'caboose'

Vagón de ferrocarril norteamericano acoplado al final de un tren de mercancías para acomodar a la tripulación y que ésta ayudase en maniobras, vigilancia y seguridad.



Mercancías: composiciones



Remolque/Pull



Empuje/Push

Cabina de mando
+ locomotora en empuje/push



Cabina de mando
+ locomotora en remolque/pull



2 Locomotoras reversibles

Pull + ... + ... + Push

Push + ... + ... + Pull



Mercancías: composiciones

	ABIERTOS	CERRADOS	PLATAFORMAS			TOLVAS	CISTERNAS
			NORMALES	COCHES	CONTENEDORES		
L MÁX. (m)	14	22	28	26	27	18	17
MÁX. PESO (t)	80	90	90	40	120	90	90
MÁX. VEL. (km/h)	100	120	120	160	120	120	120

Mercancías: composiciones

MERCANCÍAS (12 ‰)

LOCOM.	V. MÁX.	PESO	LONG.	MÁX. CARGA REMOLCADA	ABIERTOS	CERRADOS	PLATAFORMAS			TOLVAS	CISTERNAS
							NORMALES	COCHES	CONTENEDORES		
601.E	120	130	22,41	2125	371	509	642	1318	470	421	398
601.D	120	130	22,41	2159	377	517	653	1340	478	427	405
335	120	123	23,02	1890	332	454	572	1171	420	376	356
269.85	100	176	17,27	2220	374	516	652	1345	476	425	403
252	220	90	20,40	1200	214	291	365	741	269	242	229
253	140	87	18,90	1530	271	371	467	956	343	307	291



Mercancías: composiciones

MERCANCÍAS (18 ‰)

LOCOM.	V. MÁX.	PESO	LONG.	MÁX. CARGA REMOLCADA	ABIERTOS	CERRADOS	PLATAFORMAS			TOLVAS	CISTERNAS
							NORMALES	COCHES	CONTENEDORES		
601.E	120	130	22,41	1517	264	361	453	923	334	299	283
601.D	120	130	22,41	1522	265	362	455	926	335	300	284
335	120	123	23,02	1340	235	320	401	814	296	266	252
269.85	100	176	17,27	1580	262	360	453	929	332	297	282
252	220	90	20,40	880	158	213	265	533	197	178	169
253	140	87	18,90	1080	192	261	327	664	242	217	206

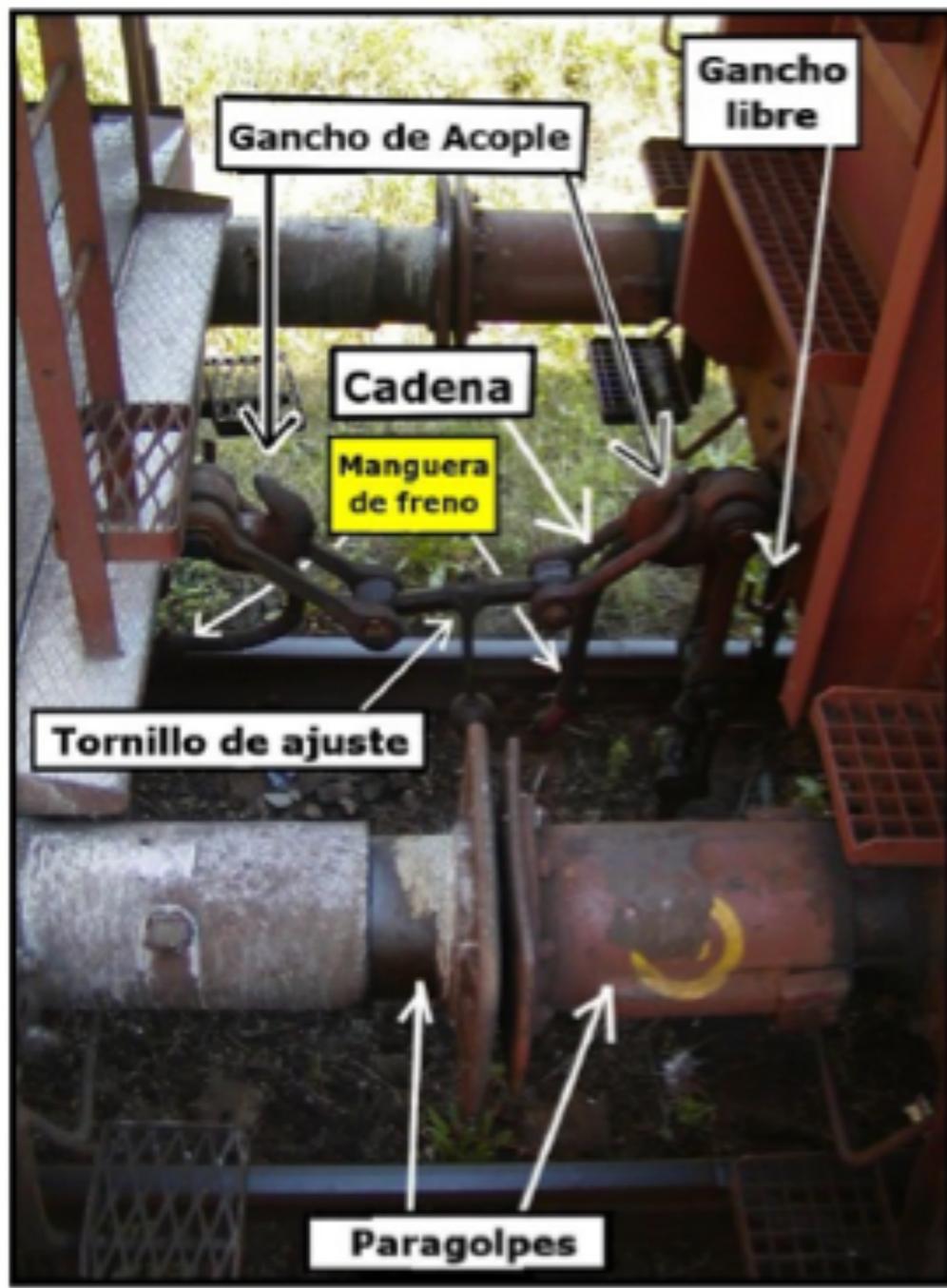


Enganches

- Los enganches o aparatos de tracción y choque son los dispositivos que realizan el acoplamiento mecánico, neumático y eléctrico entre diferentes coches que componen un tren o entre trenes, en caso de remolcarse entre ellos.
- Existen dos tipos de enganches:
 - Enganches automáticos: acoplan automáticamente trenes y se encuentran situados en los extremos.
 - Enganches semipermanente: enganches que acoplan los vehículos que forman unidades de tren. Requieren la intervención de un operario para llevar a cabo el acoplamiento (normalmente en taller).



Enganches



Enganche a tornillo

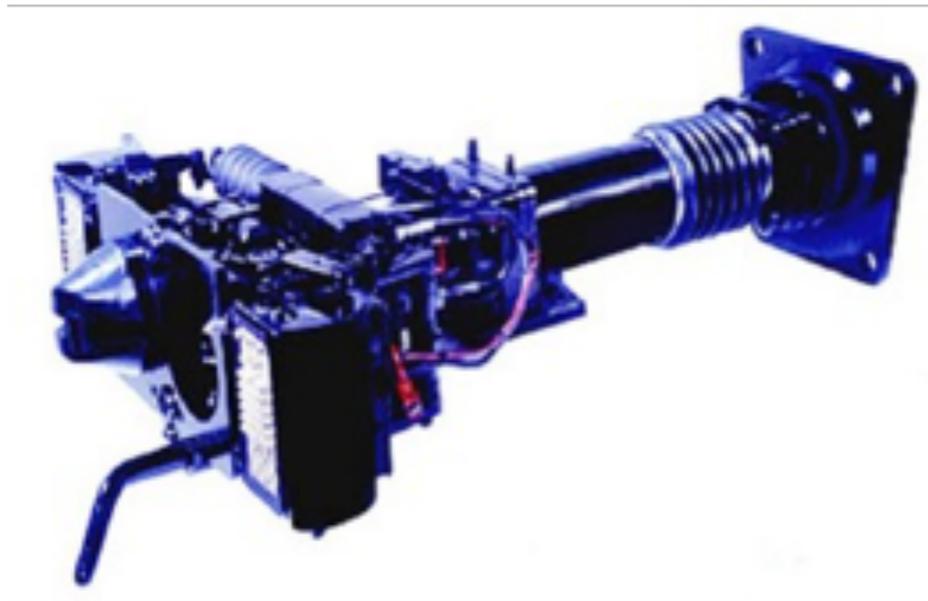


Enganche a mandíbula

Enganches

- **Enganches automáticos o integrales:**

- Existen enganches más avanzados, que reúnen en un aparato único la función de tracción, absorción de choques, conexión de la cañería del freno y conexión eléctrica. Se usan sobre todo en los metros.
- Por ejemplo el tipo **Scharffenberg**: Entre los trenes autopropulsados suele emplearse este tipo.



Enganches

- **Enganches automáticos o integrales:**

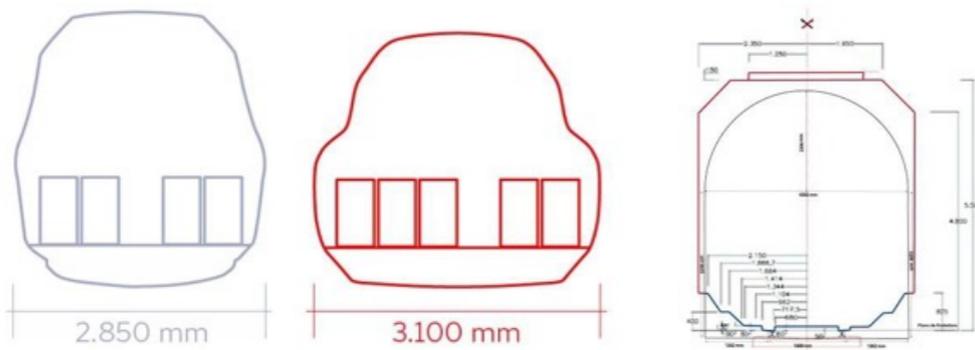
- El acoplamiento múltiple de dos trenes se efectúa mediante los enganches del tipo automáticos, y estarán situados en los testeros de los trenes.
- Dos trenes acoplados permitirán el mando múltiple con un solo agente de conducción, teniendo el control de la tracción y el freno, así como de la visión de las imágenes de retrovisores y pasaje, estado de puertas y de todos los parámetros necesarios para una segura conducción.
- Los enganches automáticos permiten el socorro de un tren de cualquier tren de la red ferroviaria. El enganche dispone de un sistema de absorción de impactos autorecuperable capaz de absorber impactos longitudinales entre unidades. Su capacidad permite el choque entre una unidad parada y otra en marcha (ambas en carga máx.) a una velocidad superior a la de acoplamiento ordinario que es de 3 Km/h.

Viajeros: Caja

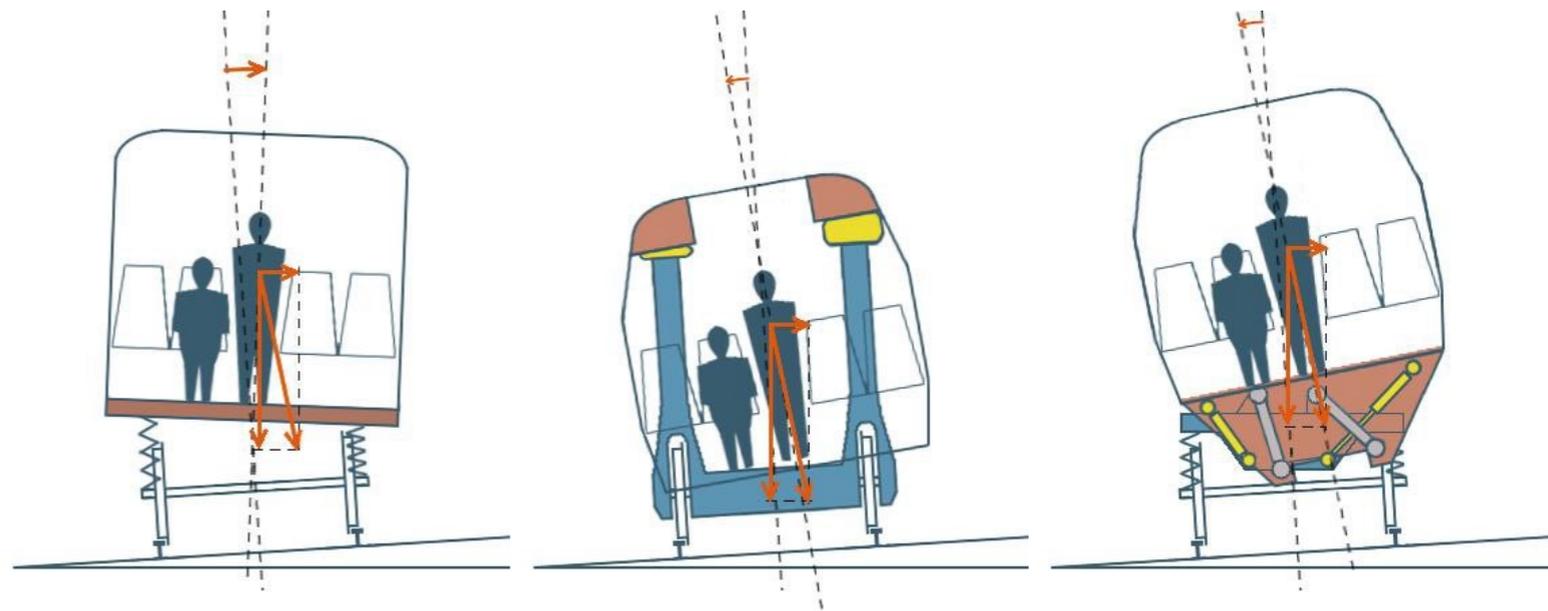
De un piso o de dos pisos



De caja ancha o de caja normal



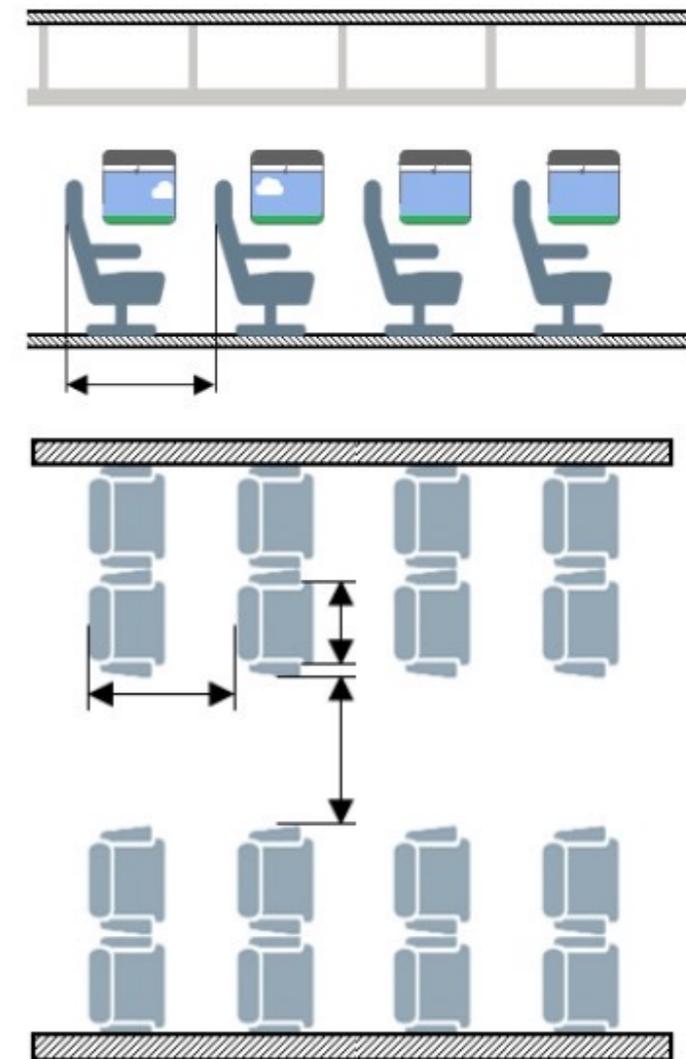
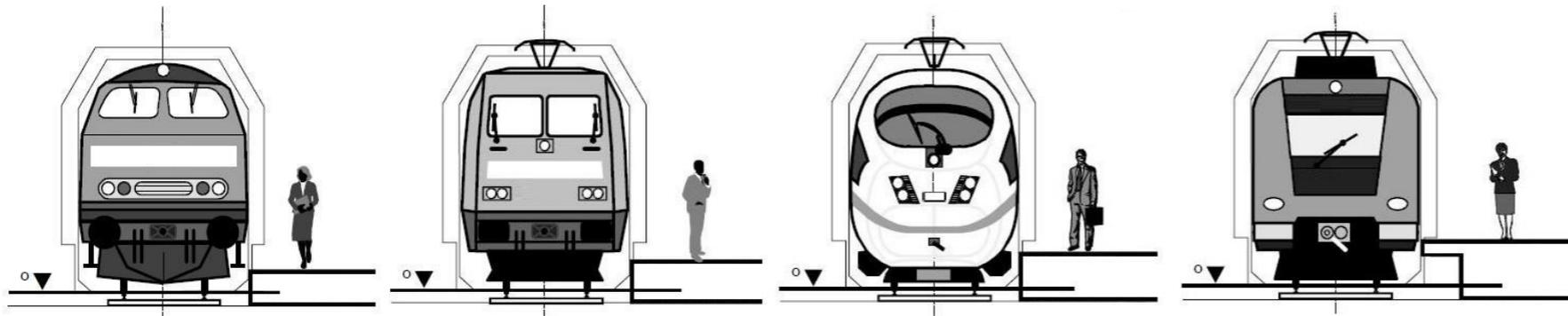
No inclinables, basculantes o pendulares



Viajeros: Caja

COCHES

Parámetros: Altura del piso / Número y anchura de puertas / Distribución de asientos



Viajeros: Caja

COCHES

Tipologías:

Coche pasajeros / Coche salón / Coche departamentos / Coche cama / Coche restaurante o bar / Coche panorámico / ... /



Viajeros



ANCHO FIJO



ANCHO VARIABLE

Viajeros: Alta Velocidad



Serie S-100 . Alstom



Serie S-102 Talgo/Bombardier

Viajeros: Alta Velocidad



Serie S-103 Siemens

Viajeros: Alvia



Serie 120. CAF



Serie 130 Talgo/Bombardier

Viajeros: Avant



Serie 114 Alstom



Serie 121 CAF



Serie 104 Alstom/CAF

Viajeros: Media distancia



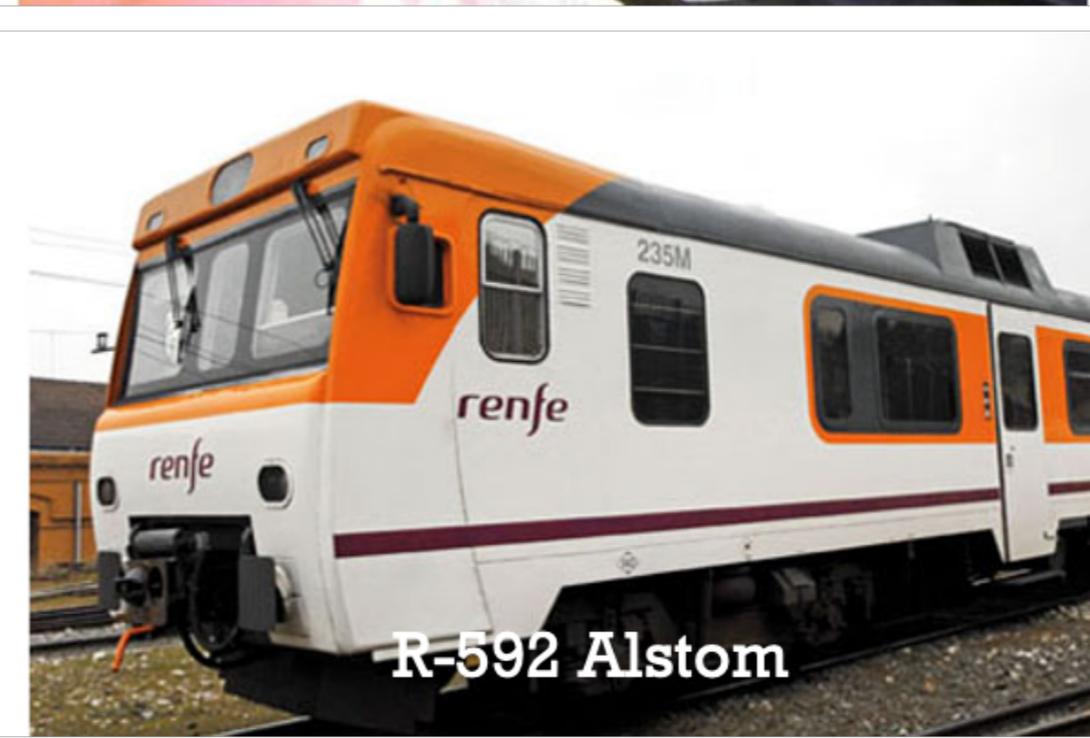
R-448 CAF



R-470 Varios



R-449 CAF



R-592 Alstom

Viajeros: Media distancia



R-594 CAF/Bombardier



R-598 CAF



R-599 CAF

R-592 Alstom

Viajeros: Cercanías



Civia (S-462) Varios



S-446 Varios

Viajeros: Cercanías



S-447 Varios



S-450/451 CAF/Alstom

Viajeros: Ancho métrico



UTDH-2600



UTDH-2700 CAF

Viajeros: Ancho métrico



UTDH-2900 (bicabina) CAF



UTE-3500

Viajeros: Ancho métrico



UTE-3600



UTE-3800

Bibliografía

- Fernandez Undabarrena, P.I. (2022) Prestaciones del Material Rodante. Apuntes del Máster en Ingeniería Ferroviaria. Universidad de Cantabria-Mafex.
- García Álvarez, A. (2022) Manual de ferrocarriles. El sistema ferroviario español. Ed. Garceta.
- Villar, R. (2022) Clasificación Material Rodante. Apuntes del Máster en Ingeniería Ferroviaria. Universidad de Cantabria-Mafex.
- <https://www.renfe.com/es/es/grupo-renfe/grupo-renfe/flota-de-trenes>