



# Índice

**Bloque 1.  
Sección transversal ferroviaria.**

**Bloque 2.  
Geometría de la vía. Trazado**

**Bloque 3  
Comportamiento mecánico de la vía**

**Bloque 4.  
Calidad y mantenimiento**

**Bloque 5.  
Instalaciones**



# Índice

**1. Electrificación**

**2. Señalización**

**3. Explotación**



# 3

## Explotación ferroviaria

1. Estaciones
2. Redes europeas
3. Gráficos de marcha
4. Capacidad de las líneas



# 1. Estaciones

---

“Conjunto de instalaciones que permiten el movimiento de trenes con seguridad y con economía de tiempo y medios”

Instalaciones de vía:

Vías

Conjuntos de desvíos

Haces de vías



# 1. Estaciones: vías

---

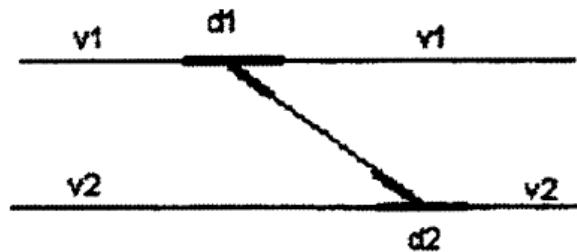
Según función:

- Vías de circulación
- Vías de apartado
- Vías de recepción y expedición
- Vías de estacionamiento
- Vías de carga y descarga
- Vías de clasificación, formación y ordenación (se forman trenes y se clasifican y ordenan trenes y vagones)

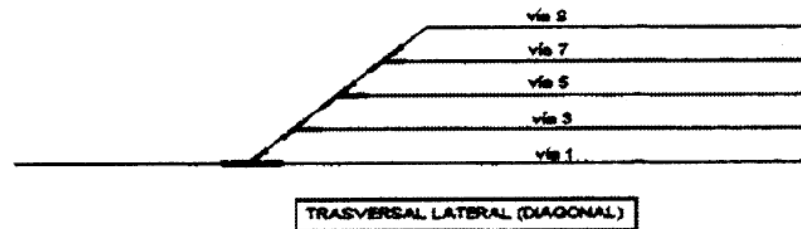


# 1. Estaciones: conjunto de desvíos

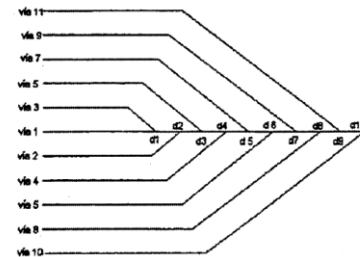
- Escape



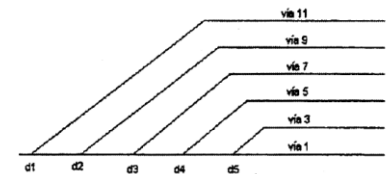
- Transversal lateral (diagonal)



- Transversal central

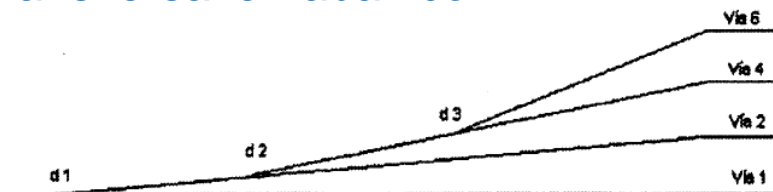


TRANSVERSAL CENTRAL CON DESVÍOS IZQUIERDOS Y DERECHOS ALTERNADOS



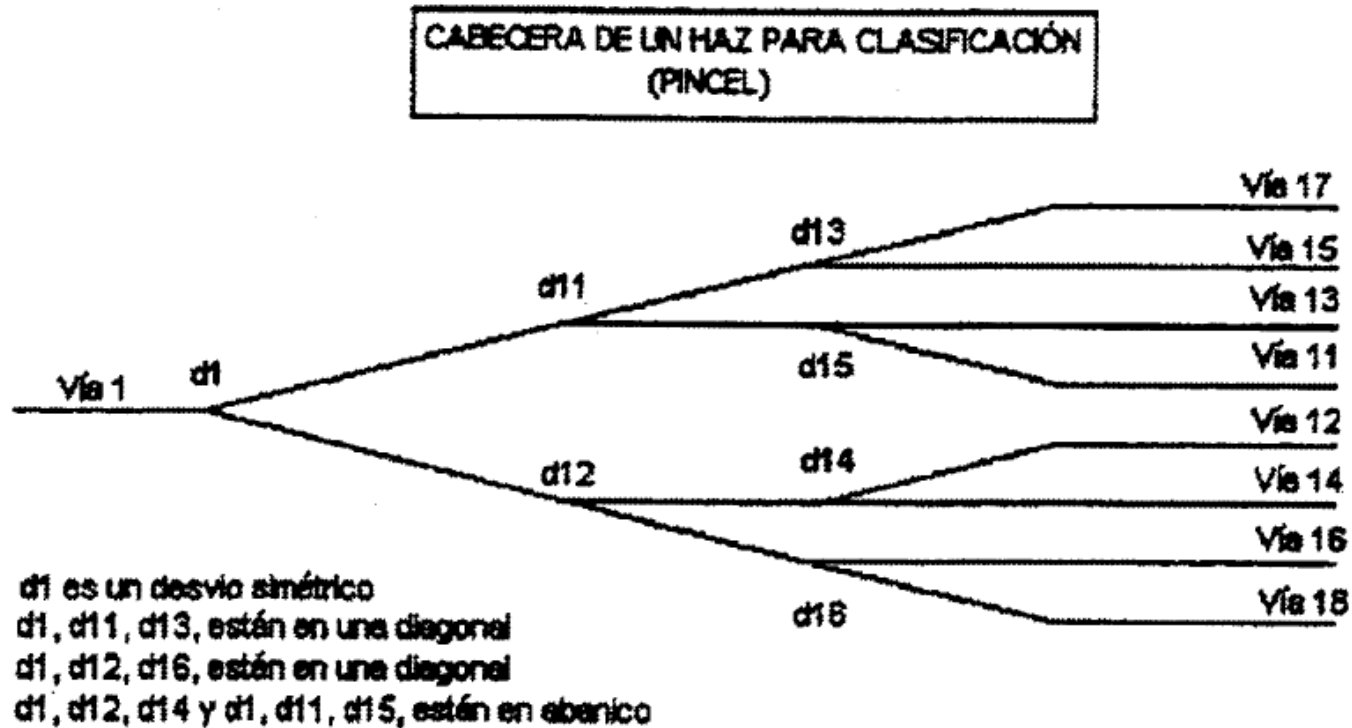
TRANSVERSAL CENTRAL, DESVÍOS IZQUIERDOS

- Transversal en abanico





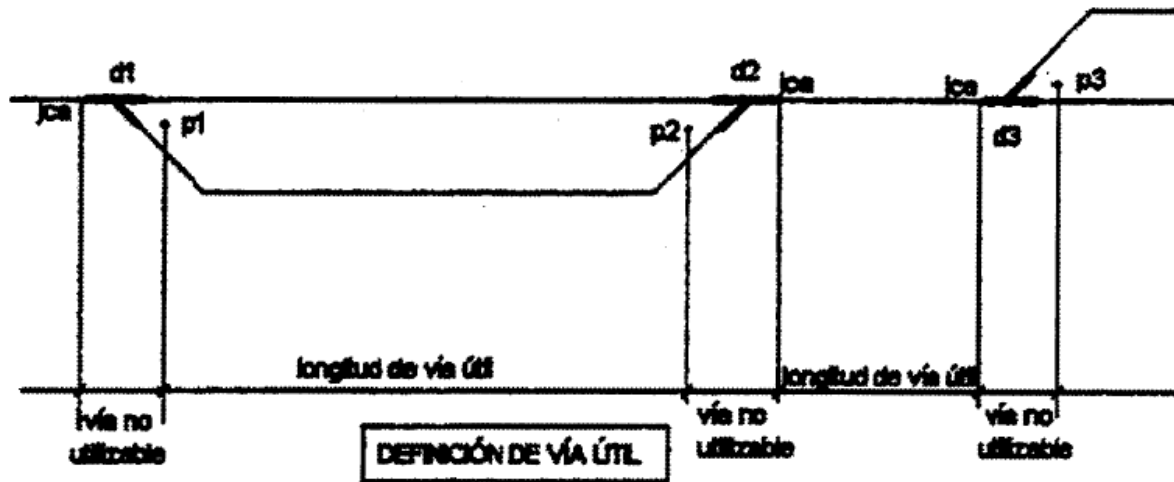
# 1. Estaciones: conjunto de desvíos





# 1. Estaciones: longitud de vía útil

La **longitud de vía útil** es el la longitud de tramo de vía, que dentro de una estación, se puede emplear con seguridad y eficacia.



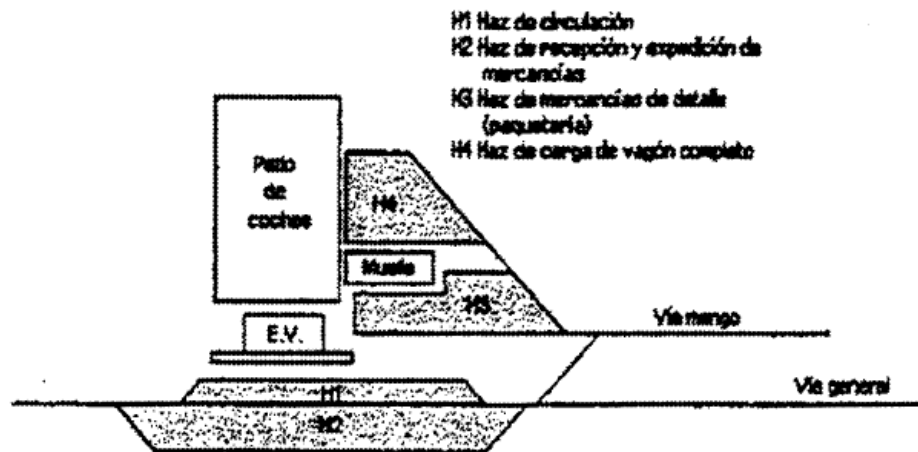
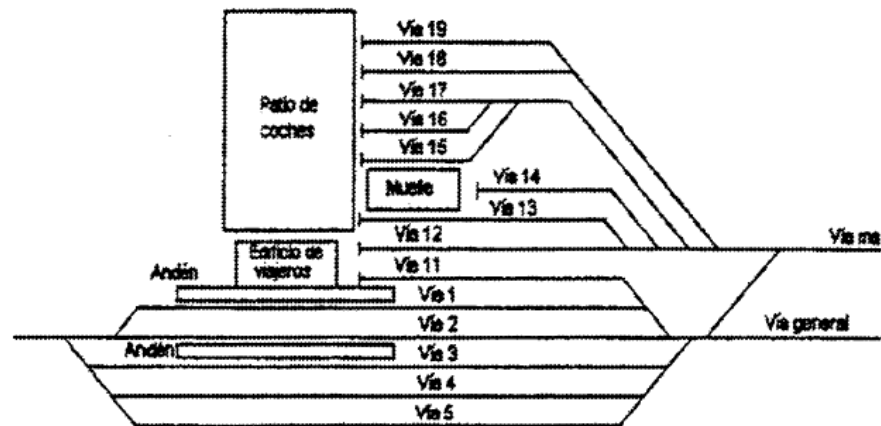
No se consideran longitud útil de una vía los desvíos situados en ella, ni el tramo de vía situado entre los desvíos y piquetes.





# 1. Estaciones: haces de vías

Un haz de vías es la unión de dos o más vías paralelas que tiene la misma función, por ejemplo, haces de circulación, de clasificación, de ordenación de trenes, etc.

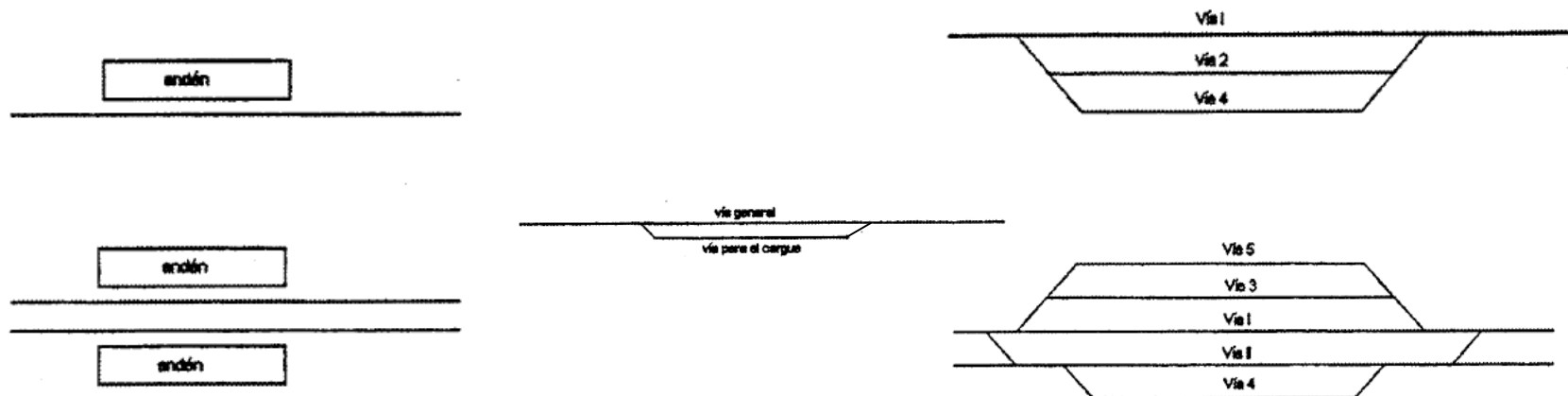




# 1. Estaciones sencillas

Se denominan **estaciones sencillas** aquellas que tienen pocas instalaciones y permiten que se puedan realizar en ellas operaciones comerciales o maniobras ferroviarias. Tres tipos:

- **Apeaderos:** suben y bajan viajeros de los trenes
- **Apartaderos / PAET :** se realizan maniobras de adelantamiento, cruce y apartado de trenes
- **Cargaderos:** instalaciones necesarias para maniobrar trenes de mercancías y cargar vagones





# 1. Estaciones

---

**Estaciones mixtas:** Una estación mixta es aquella donde se efectúan una gran variedad de actividades: viajeros, circulación, recepción y expedición de trenes de mercancías, carga y descarga de vagones. Todas ellas en volumen poco importante que no justifica una especialización de la estación.

**Estaciones especializadas:** Se efectúa una operación ferroviaria de un modo dominante en la actividad de la estación. Los tipos más frecuentes son:

- Terminales de viajeros
- Terminales de mercancías
- Estaciones portuarias
- Estaciones de clasificación, ordenación de trenes
- Estaciones de contenedores
- Intercambiadores de ejes
- Estaciones para aeropuertos, fronterizas...



# 1. Estaciones

---

## **Estaciones de viajeros**

### **Necesidades técnicas:**

Deben permitir la recepción, estacionamiento, descomposición, formación y cruce de trenes

### **Necesidades comerciales:**

Deben posibilitar las operaciones asociadas a la llegada, salida, transbordo y espera de viajeros y acompañantes

Desde el punto de vista de la explotación:

**No se mueven trenes, se mueven clientes**



# 1. Estaciones

---

## Estaciones de viajeros

### Dimensionamiento, aspectos técnicos:

- Longitud líneas
- Velocidad comercial
- Frecuencia necesaria
- Número de trenes en línea necesarios
- Material de reserva o mantenimiento
- Espacio /terrenos para cocheras y talleres
- Prever ampliaciones...



# 1. Estaciones

---

## Estaciones de viajeros

### Estaciones o paradas:

- Localización
- Accesibilidad en todos los demás medios de transporte
- Número de vías y andenes necesario, esquema y disposición, dimensionamiento
- Control de accesos
- Seguridad
- Servicios de información, atención al cliente, venta de billetes...
- Instalaciones: Escaleras, ascensores, aire acondicionado, megafonía, locales, aseos...



# 1. Estaciones

---

## Estaciones de viajeros

### Estaciones o paradas:

- Localización
- Accesibilidad en todos los demás medios de transporte
- Número de vías y andenes necesario, esquema y disposición, dimensionamiento
- Control de accesos
- Seguridad
- Servicios de información, atención al cliente, venta de billetes...
- Instalaciones: Escaleras, ascensores, aire acondicionado, megafonía, locales, aseos...





# 1. Estaciones

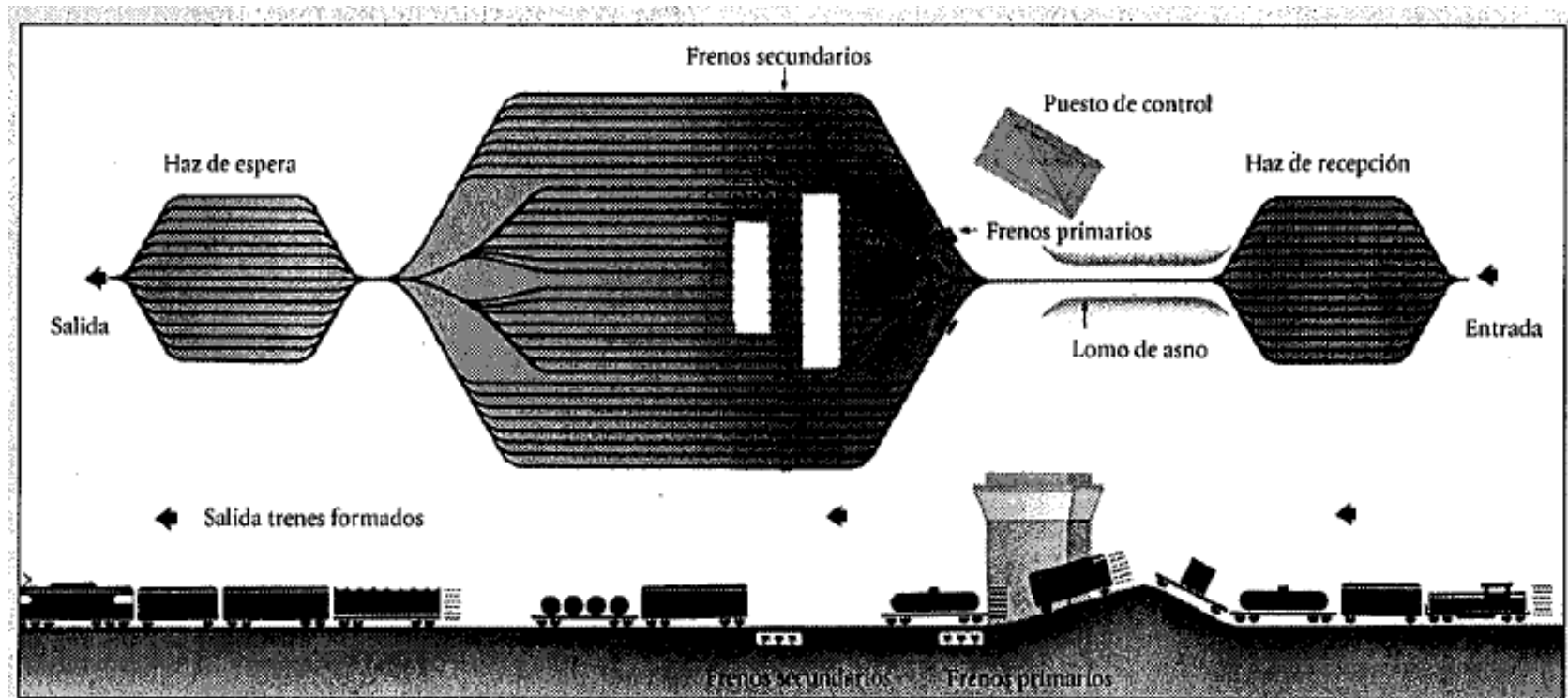
## Estaciones de mercancías

Antecedentes: Estaciones de clasificación

Estaciones TECO

**Estaciones de clasificación:**

- Haz de llegada / recepción
- Haz de clasificación / formación
- Haz de salida / espera







## Estación de clasificación de Vicálvaro (Madrid)



Fuente: Google Earth





# 1. Estaciones

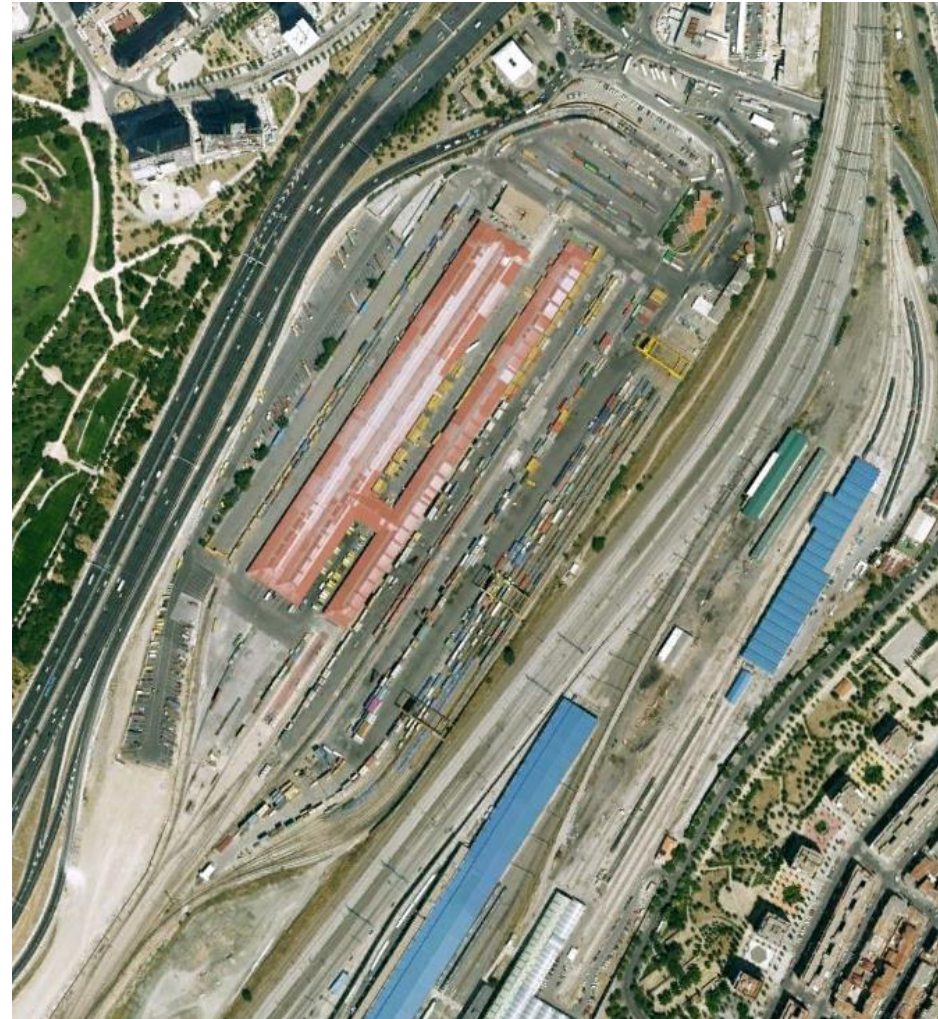
## Estaciones de mercancías

### Estaciones con servicio TECO (Tren Expreso de Contenedores)

- Vías para recibir trenes
- Zona de playas para camiones
- Zona mixta: conexión tren – camión
- Playa de contenedores

#### Manipulación de contenedores:

- Grúas pórtico
- Reachstacker
- Carretillas elevadoras...







# 1. Estaciones

## Estaciones de mercancías – MURCIA CARGAS NONDUERMAS





# 1. Estaciones

---

## Estaciones de mercancías

### Organización del transporte mercancías en RENFE a partir de 1992

Unidades de negocio:

- Cargas
- Transporte combinado → a partir de 2004 Unidad de Negocio de Mercancías
- Paquetería

Tendencia actual: **PLATAFORMAS LOGÍSTICAS MULTIMODALES**



# 1. Estaciones

---

**NODO O PLATAFORMA LOGÍSTICA:** puntos o áreas de ruptura de las cadenas de transporte y logística en los que se concentran actividades y funciones técnicas y de valor añadido.

Claves:

INTERMODALIDAD

DESARROLLO DEL TRANSPORTE COMBINADO A ESCALA EUROPEA

**Tipos (con más de un modo de transporte):**

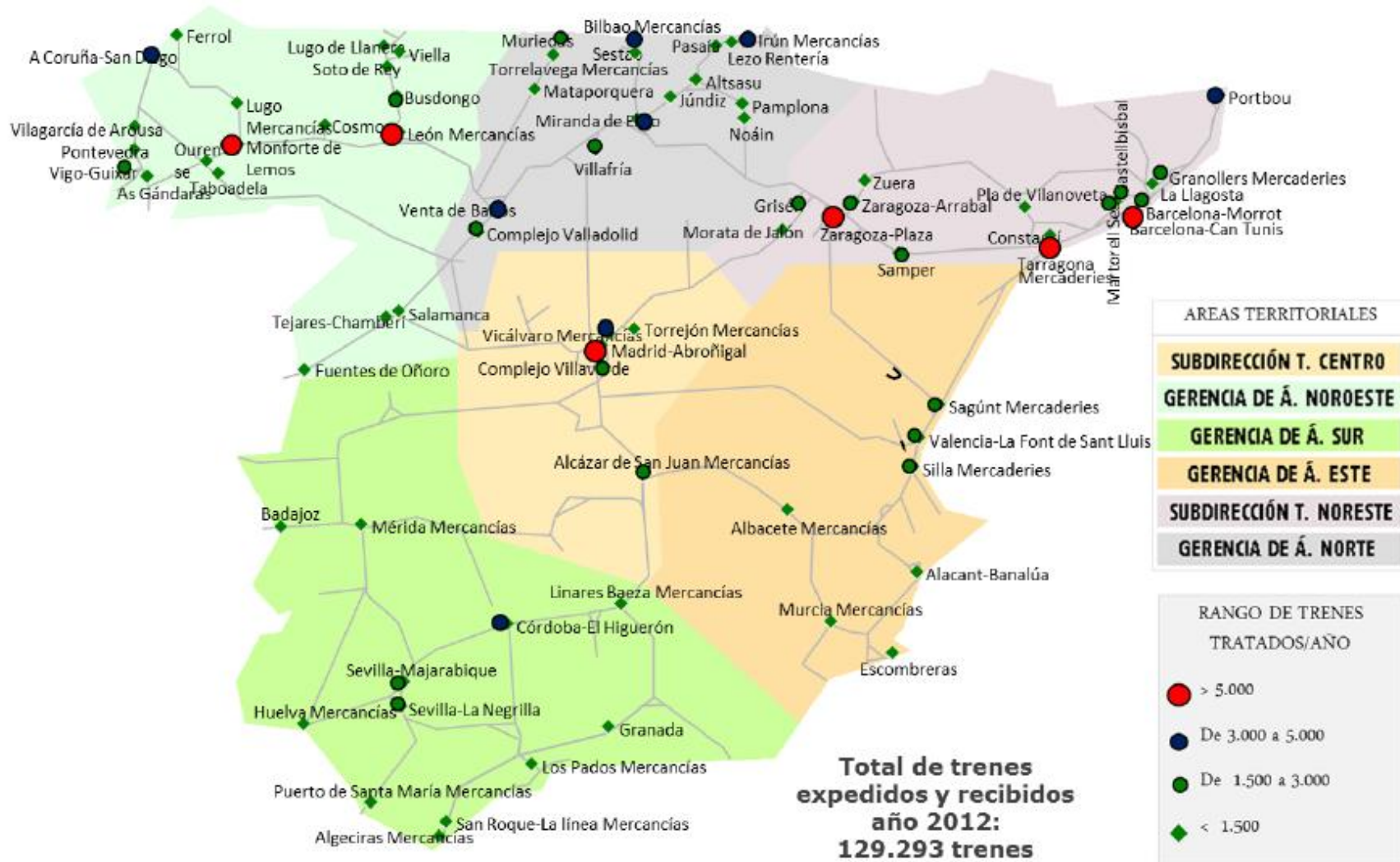
- Zonas de actividades logísticas portuarias
- Centros de carga aérea
- Puertos secos
- Plataformas logísticas multimodales





# 1. Estaciones

## • INSTALACIONES LOGÍSTICAS FERROVIARIAS ADIF





# 1. Estaciones

- TERMINALES FERROPORTUARIAS







## 2. Redes Europeas

- Red transeuropea de transporte (TEN-T)



- ✓ Transporte bimodal
- ✓ Carretera
- ✓ Fluvial
- ✓ Marítima
- ✓ Tren de Alta Velocidad
- ✓ Galileo (navegación)





## 2. RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTE (TEN-T)

---

### Objetivos:

- Construir las conexiones medulares necesarias para facilitar el transporte
- Optimizar las infraestructuras existentes
- Conseguir la interoperabilidad de los elementos de la red
- Integrar los distintos modos de transporte y la dimensión medioambiental de la red
- Prever la ampliación de la UE a terceros países



# TRANSPORTE BIMODAL

## TRANSPORTE COMBINADO ACOMPAÑADO



Fuente: El lenguaje del transporte intermodal. Vocabulario ilustrado. Ministerio de Fomento.

## TRANSPORTE COMBINADO NO ACOMPAÑADO



# CARRETERA RODANTE

(Transporte combinado acompañado)



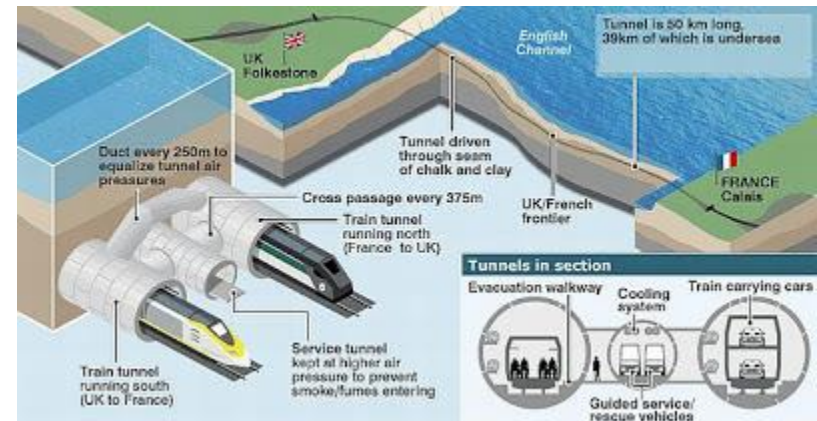
VAGÓN DE PLATAFORMA REBAJADA





# CARRETERA RODANTE (Transporte combinado acompañado)

- Canal de la Mancha



-EUROSTAR

- SHUTTLE





# CARRETERA RODANTE (Transporte combinado acompañado)

- Alpes → HUPAC

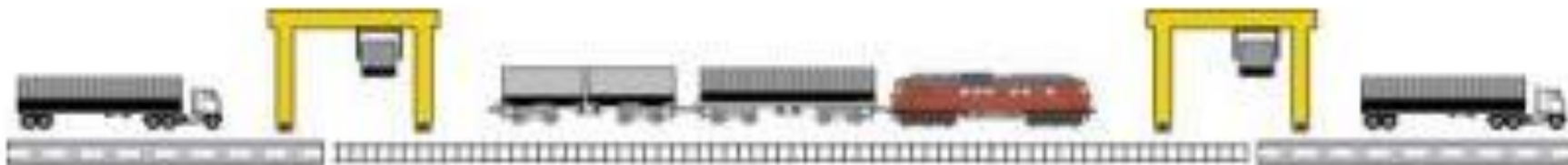


Fuente: <http://www.hupac.ch>



# SEMIREMOLQUE SOBRE VAGÓN POCHE

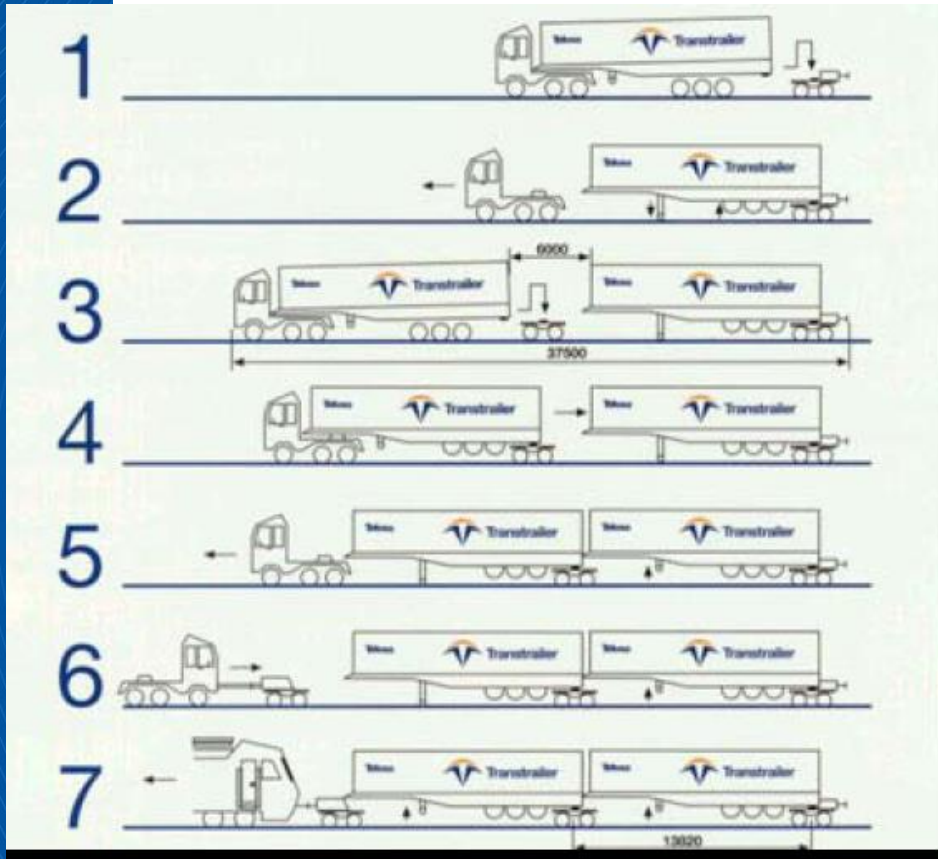
- Técnica de transporte combinado no acompañado.







# SEMIREMOLQUE BIMODAL



## VENTAJAS

- No se necesitan grúas
- Mayor capacidad de transporte de carga por tren
- Facilidades operativas

## INCONVENIENTES

- Remolques de carretera especiales, con estructura reforzada



# SEMIREMOLQUE BIMODAL



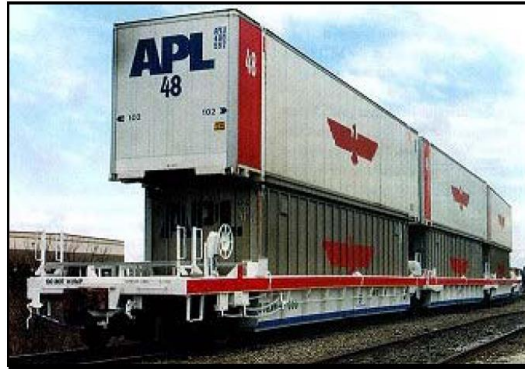
Fuente (todas las imágenes): <https://atafteruel.blogspot.com.es/2015/01/construccion-de-un-sistema-de-vehiculos.html>





# OTRAS TÉCNICAS

- Vagón portacontenedores de doble estiba



- Sistema Modalohr





## 2. REDES EUROPEAS

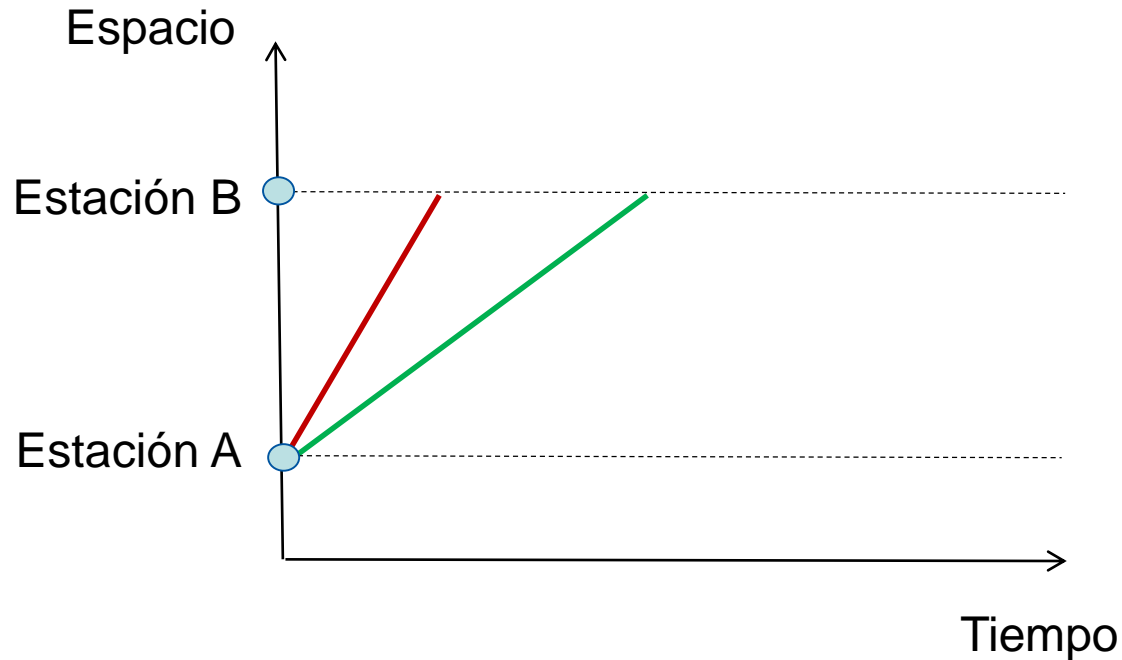
### Corredor de mercancías Atlántico / Corredor de mercancías Mediterráneo





### 3. Gráficos de marcha

**Definición:** “Representación cartesiana de los recorridos de todos los trenes que durante 24 horas deben circular en la línea o en la sección de vía considerada”



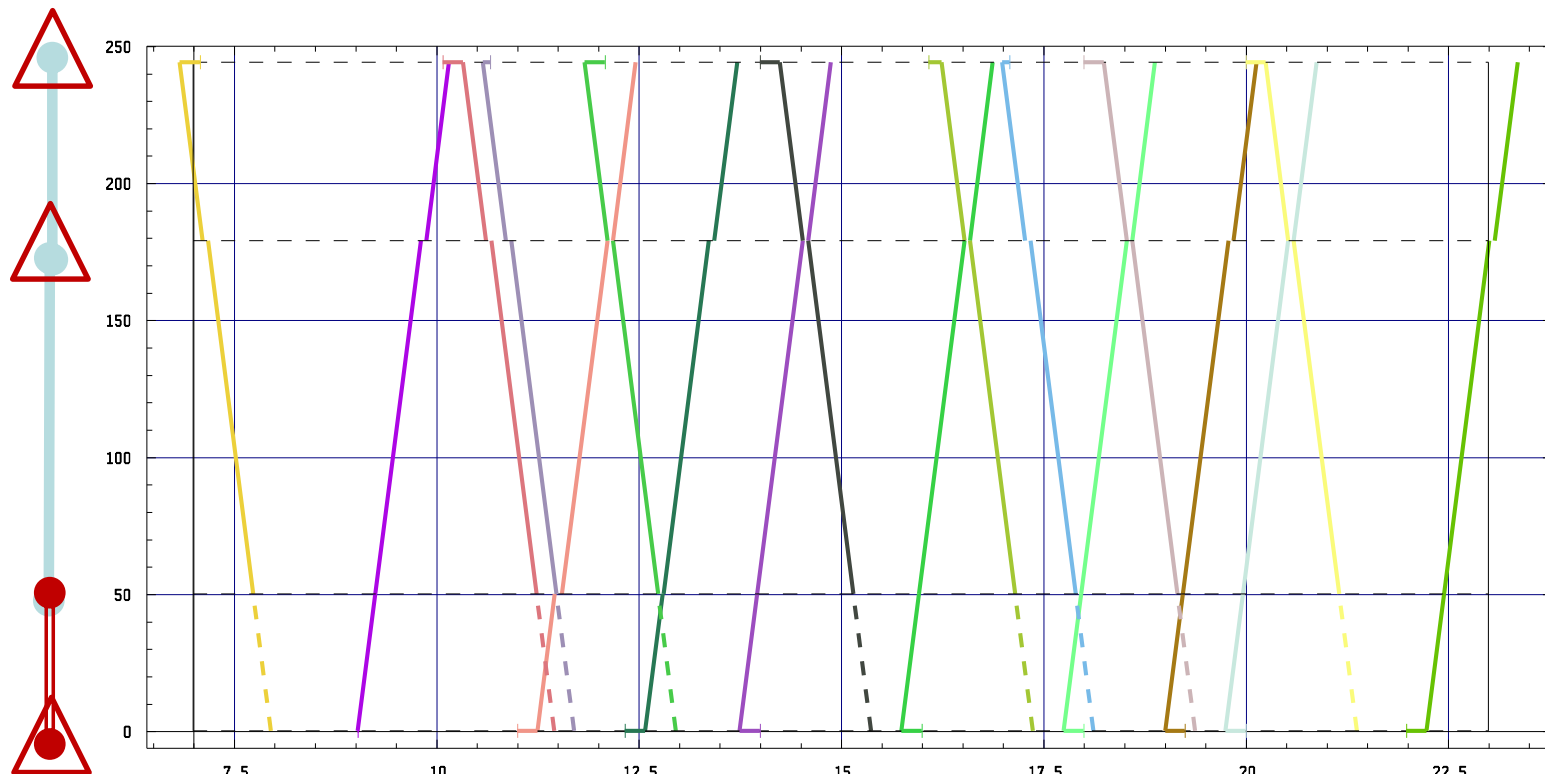
Mayor pendiente mayor velocidad.

En el ejemplo: tren rojo va más deprisa que tren verde.



### 3. Gráficos de marcha

- 18 trenes grafiados
- Tramo de vía doble al principio (en este caso de 50 kms) (244 kms longitud total del eje)
- Representación de los dos sentidos de circulación
- Trenes con igual velocidad. Unos con parada en las estaciones y otros no
- **Vía única:** las estaciones son puntos de intersección de trenes
- **Vía doble:** los puntos de intersección de trenes no tienen porque coincidir en las estaciones







## 3. Gráficos de marcha

---

**Objetivo:** “Alcanzar un **elevado nivel** en los índices de **explotación** de una línea de manera que se garantice el mejor aprovechamiento posible de la capacidad de circulación sobre una infraestructura dada”

- **Variables técnicas**

- Perfil de la vía
- Velocidades máximas
- Composición y carga del tren, tipo de tracción
- Condiciones de seguridad: tipo de frenado, enclavamiento, bloqueos
- Longitud de estaciones

- **Variables comerciales**

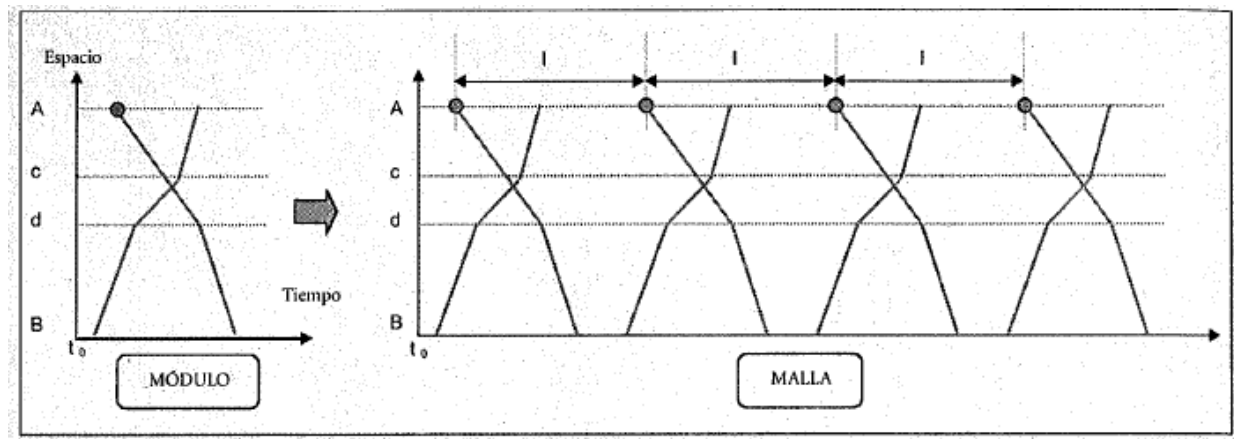
- Programa de llegadas y salidas en estaciones
- Enlaces y esperas
- Tiempo de parada en las estaciones
- Cadencia de los trenes



### 3. Gráficos de marcha

#### CRITERIOS DE GRAFIADO:

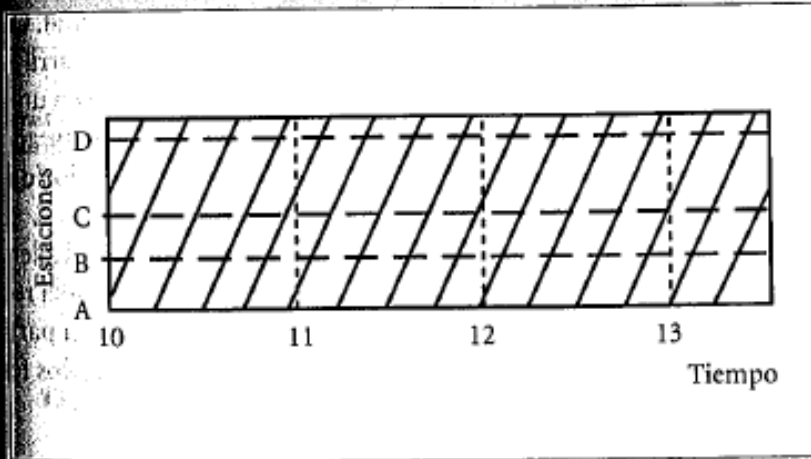
- ✓ **Prioridad:** Trenes internacionales, trenes viajeros, trenes cercanías, trenes mercancías...
- ✓ **Cadencia:** Sucesión regular de los movimientos de las circulaciones ferroviarias (simetría gráfica)
  - Estandarización, desde el punto de vista del recorrido, el tiempo empleado y las paradas realizadas (oferta)
  - Repetitividad, en relación a los horarios



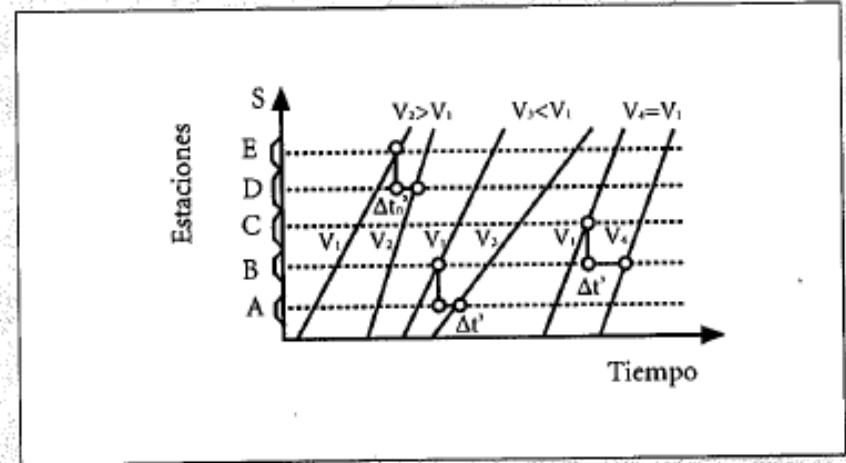


# 3. Gráficos de marcha

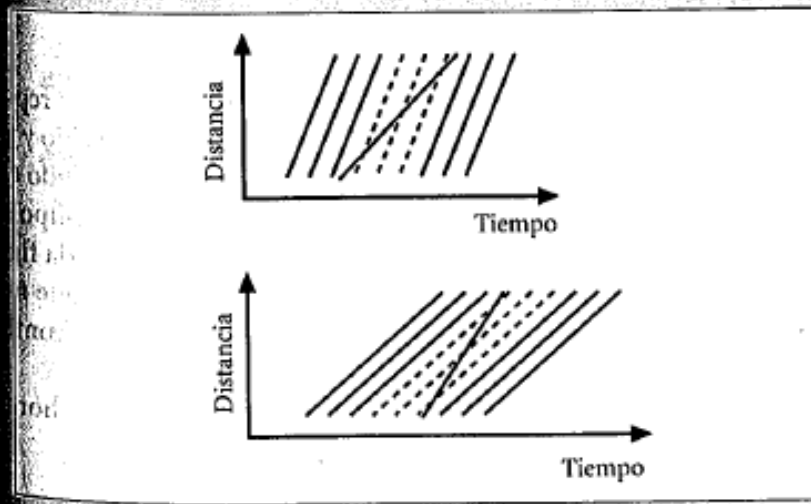
a) Gráfico paralelo



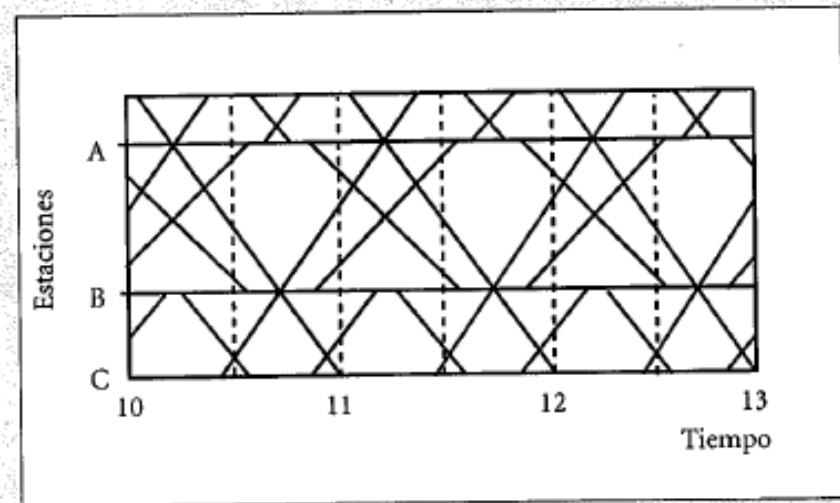
b) Gráfico no paralelo



c) Influencia de la heterogeneidad de velocidades en la capacidad de una línea



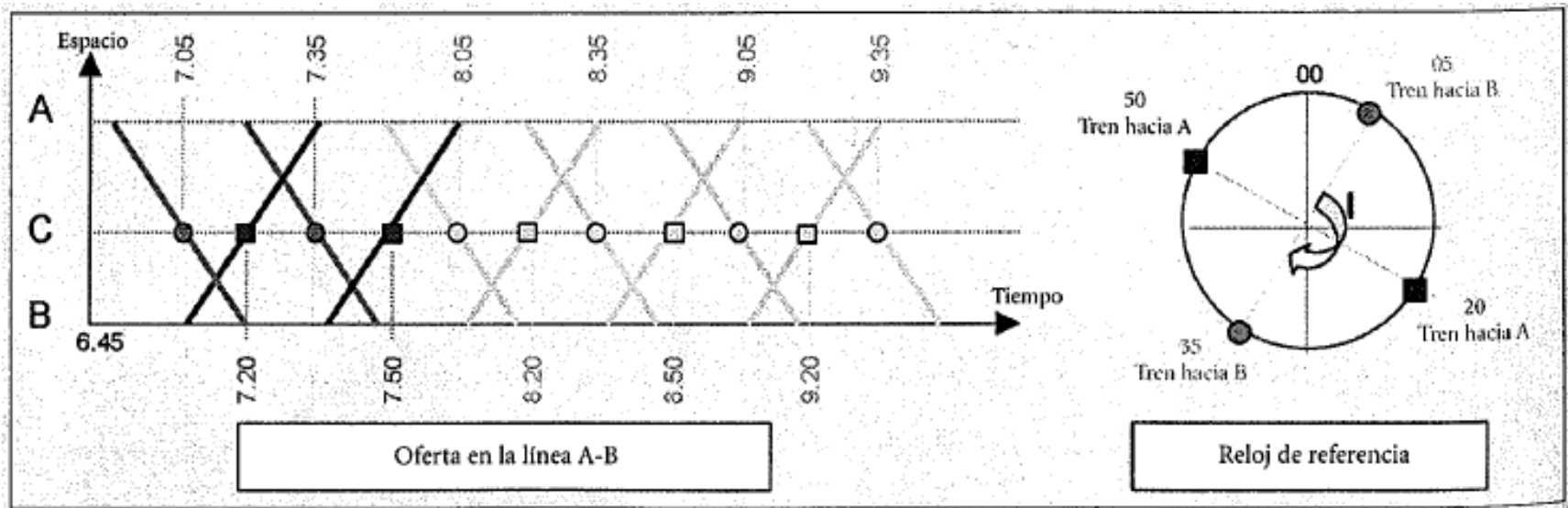
d) Gráficos de horarios cadenciados





# 3. Gráficos de marcha

Horario cadenciado



Estación C

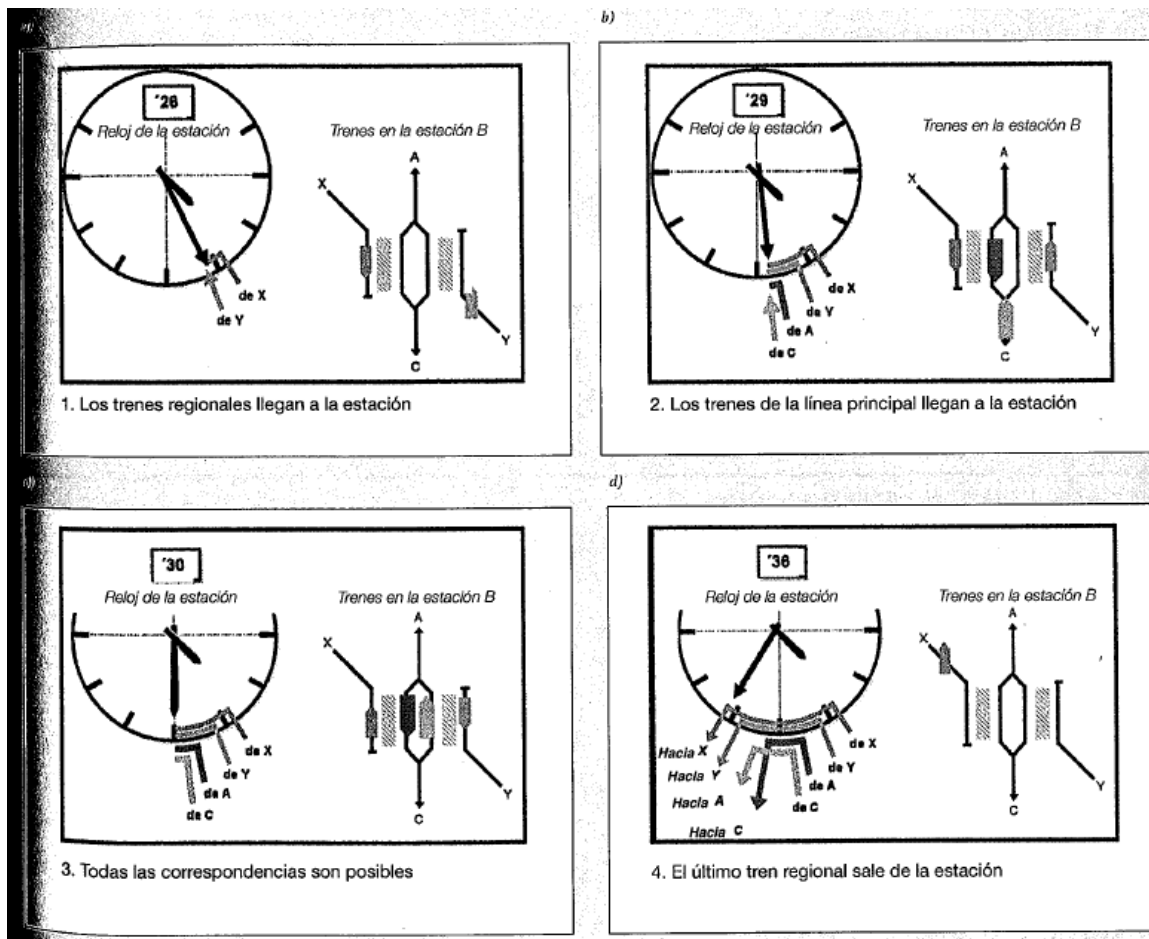




### 3. Gráficos de marcha

#### Horario cadenciado de red

La cadencia permite efectuar de una manera simple y eficaz las correspondencias de distintos trenes en la misma estación





### 3. Gráficos de marcha

**Libros de itinerarios:** “traducción de los gráficos de marcha para el conductor del tren, para saber los tiempos de viaje comercialmente establecidos en una relación dada”

LIBRO DE ITINERARIOS (EDICIÓN 28/10/1996)

Situación Kilométrica	Canal de radio	Estaciones	Velocidad máxima	Tiempo concedido	Horas llegada	Tiempo parada Comerc. Técnica	Horas salida o paso	Observaciones
99.0		Barcelona-Sants					16.30	
67.18		Bif. Gornal		4			16.34	
67.38		Bellvitge (APD)	90	1			16.35	
67.29	66	Bif. Can Tunis		1			16.36	
67.19		Bif. Prat		1			16.37	
67.02		El Prat de Llobregat	125	1			16.38	
67.12		Viladecans (APD)		2 ½			16.40 ½	
67.27		Gavá	160	1 ½			16.42	
66.39		Castelldefels		3			16.45	
66.6		Platja de Castelldefels (APD)		1			16.46	
66.18		Garraf	140	2 ½			16.48 ½	
67.9		Vallcarca (APD)		2 ½			16.51	
64.3	64	Sitges	120	2 ½			16.53 ½	
66.0		Vilanova i la Geltrú	145	4			16.57 ½	
67.9		Cubelles (APD)		3			17.00 ½	
67.0		Cunit		1 ½			17.02	
67.19		Segur de Calafell (APD)		1			17.03	
67.23		Calafell (APD)	160	1			17.04	
67.0		Sant Vicenç de Calders		2			17.06	
18.6	65	Torredembarra		6 ½			17.12 ½	
10.8		Altafulla-Tamarit (APD)		2			17.14 ½	
25.6		Tarragona		7 ½	17.22	2	17.24	
22.0	99	Aguja clasif. km. 272.0	140	4 ½			17.28	
27.5		La Pineda (CGD)		1			17.29 ½	

RENFE (1996)

Fig. 5.21



## 4. Capacidad de las líneas

---

La capacidad de una línea se puede abordar desde 4 puntos de vista:

- **El mercado:** quiere cubrir los valores punta de demanda (necesidad de los clientes)
- **Los planificadores de la infraestructura:** buscan un utilización rentable de la misma
- **Los planificadores de los horarios:** poder añadir más franjas de horario (slots/ sillones /surcos)
- **Los explotadores:** plano operacional en función de la disponibilidad de la infraestructura, avances de los trabajos de construcción, retrasos, etc.





## 4. Capacidad de las líneas

### Órdenes de magnitud

CUADRO 6.4 ORDEN DE UNA MAGNITUD DE LA CAPACIDAD DE UNA LÍNEA

<i>Tipo de vía</i>	<i>Sistema de bloqueo</i>	<i>Nº de trenes por día</i>
ÚNICA	Telefónico	26 – 60
	Eléctrico Manual	30 – 70
	C.T.C	60 – 80
DOBLE	Entre estaciones	100 – 150
	Automático luminoso	220 – 270
	Banalización	300 – 350

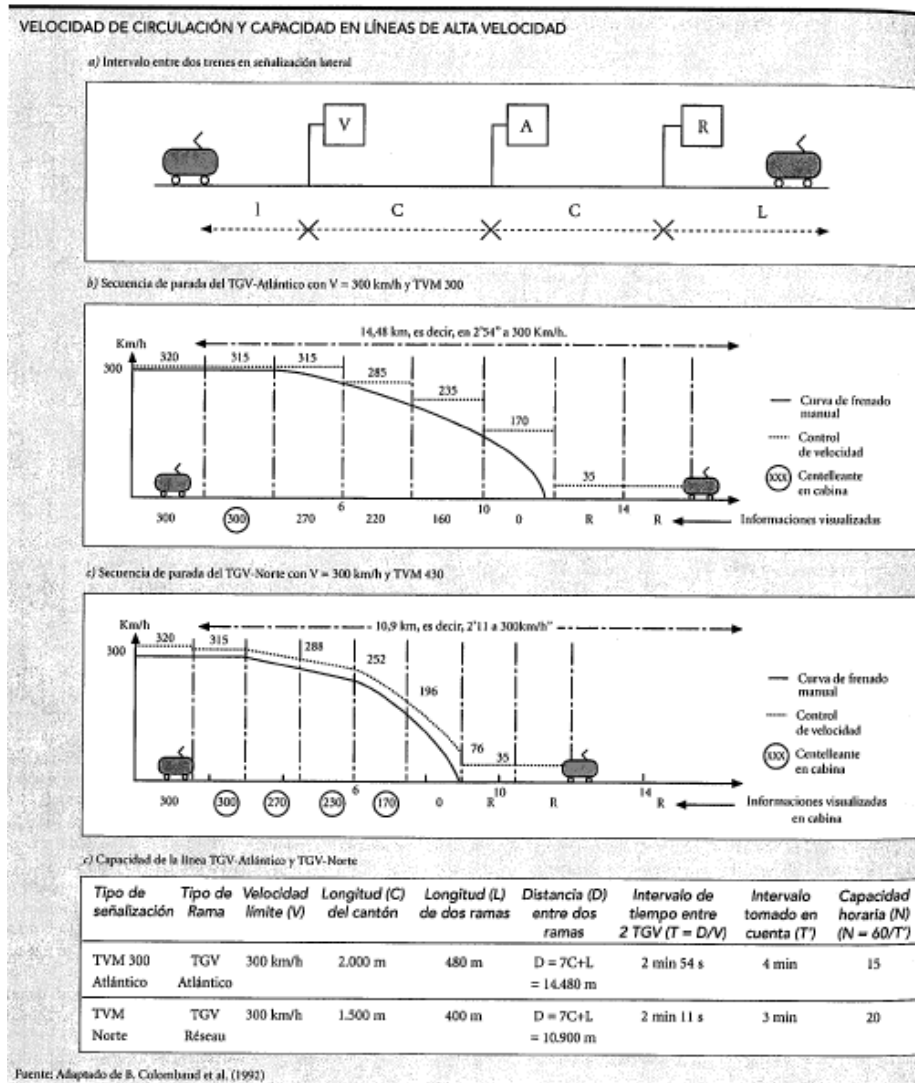
Fuente: López Pita, A. 2008. *Explotación de líneas de ferrocarril*. Ediciones UPC.



# 4. Capacidad de las líneas: ALTA VELOCIDAD

Influenciada directamente por la señalización

EJEMPLO





## 4. Capacidad de las líneas: METRO / TRANVÍA ....

### Capacidad de transporte de una línea

$$C = \frac{3600}{I} \cdot n \cdot c$$

- ✓ C= capacidad de la línea en **viajeros / hora**
- ✓ I = Intervalo mínimo de operación entre trenes en **segundos**, es decir, el tiempo transcurrido entre dos trenes consecutivos al pasar por el mismo punto.
- ✓ n= número de coches que forman un tren (condicionado por longitud de andenes y tipo de tren)
- ✓ c= capacidad de cada coche o número de viajeros admisibles para un grado de confort determinado (densidad metro de Madrid 3,5 pdp/m<sup>2</sup>; recomendado en textos: 4 pdp/m<sup>2</sup> o capacidad máxima razonable 6 pdp/m<sup>2</sup>)

$$I = \frac{T}{Nt}$$



## 4. Capacidad de las líneas: METRO / TRANVÍA ....

### Capacidad de transporte de una línea

$$C = \frac{3600 \cdot Nt}{T} \cdot n \cdot c \qquad T = \frac{L}{V_c}$$

- ✓ Nt= número de trenes (manteniendo misma velocidad comercial)
- ✓ T = tiempo de recorrido (marcha + paradas) mínimo de la línea

- ✓ Coeficiente de utilización de la línea  $r = \frac{PKU}{PKO}$





## 4. Capacidad de las líneas: METRO / TRANVÍA ....

### EJEMPLO

$$V_c = 20 \text{ km/h}; L = 9,5 \text{ km}; c = 220 \text{ pasajeros}$$

FRECUENCIA minutos	Número de unidades Tiempo de recorrido 28 min 21 s	CAPACIDAD Nºviaj/hora/sentido
3	10	4656
5	6	2794
7,5	4	1862
10	3	1397
15	2	931
20	2	931
25	2	931
30	1	466