



Universidad
Politécnica
de Cartagena

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**



Universidad
Politécnica
de Cartagena

BLOQUE 1. SECCIÓN TRANSVERSAL FERROVIARIA

Índice

1. Introducción
2. El material móvil
3. La vía ferroviaria
4. Los aparatos de vía
5. Interacción rueda – carril



4

Los aparatos de vía

- 4.1. Definición
- 4.2. El cambio
- 4.3. El cruzamiento
- 4.4. Tipos de desvío
- 4.5. Tipos de travesías
- 4.6. Otros tipos de aparatos de vía



4.1. Definición

“Se denomina **aparato de vía** al conjunto de dispositivos que tienen por misión asegurar la continuidad de la vía en los cruces y bifurcaciones”



Fuente:
<http://www.railastur.es/medio-ambiente-inicia-examen-del-ave-oviedo-gijon-aviles/>

Fuente:
http://www.ferropedia.es/mediawiki/index.php/Archivo:Aguja_Estaci%C3%B3n_La_Vila_Joiosa.JPG



4.1. Definición

Dos tipos de aparatos de vía:

- DESVÍOS



- TRAVESÍAS



Todos los demás aparatos de vía se obtienen por combinación de estos dos dispositivos.

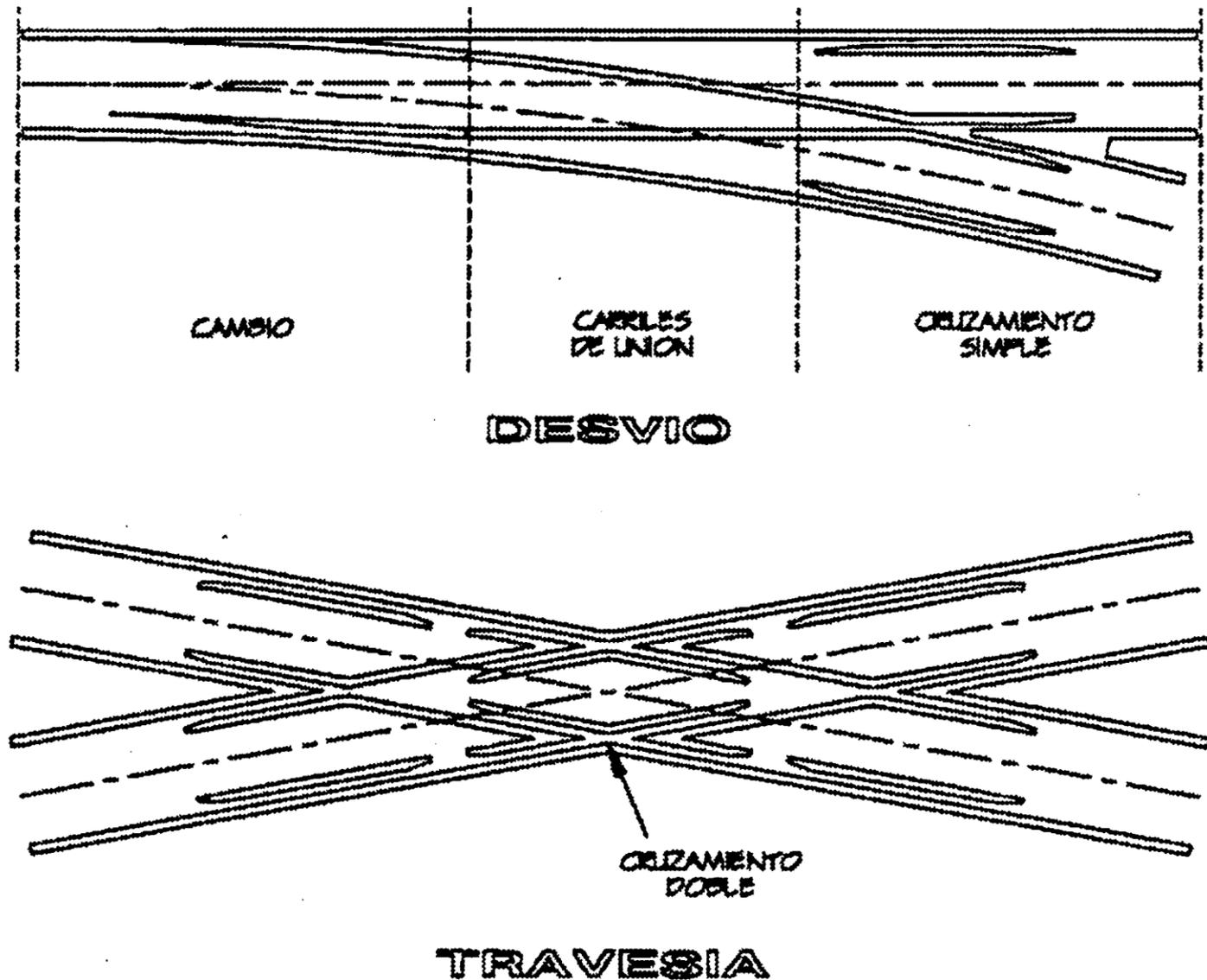


Fuente:

<http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/115688-Mecanizado-de-railes-de-tren-desvios-y-cruzamientos.html>



4.1. Definición

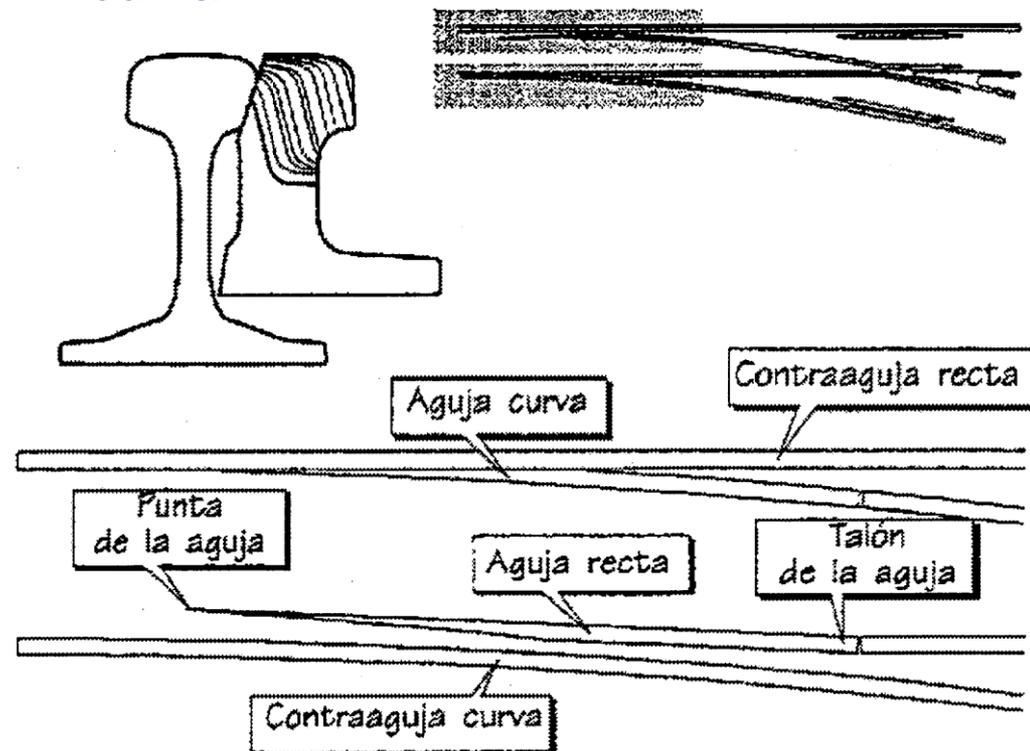
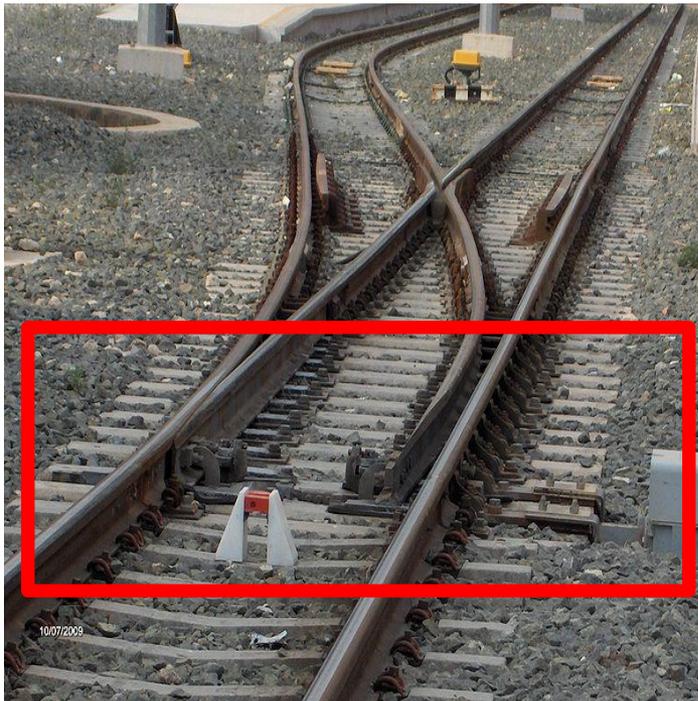




4.2. El cambio

Formado por dos conjuntos de aguja-
contraaguja:

- Una aguja curva, con contraaguja recta
- Una aguja recta, con contraaguja curva



Fuente:
http://www.ferropedia.es/mediawiki/index.php/Archivo:Aguja_Estaci%C3%B3n_La_Vila_Joiosa.JPG

Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.



4.2. El cambio

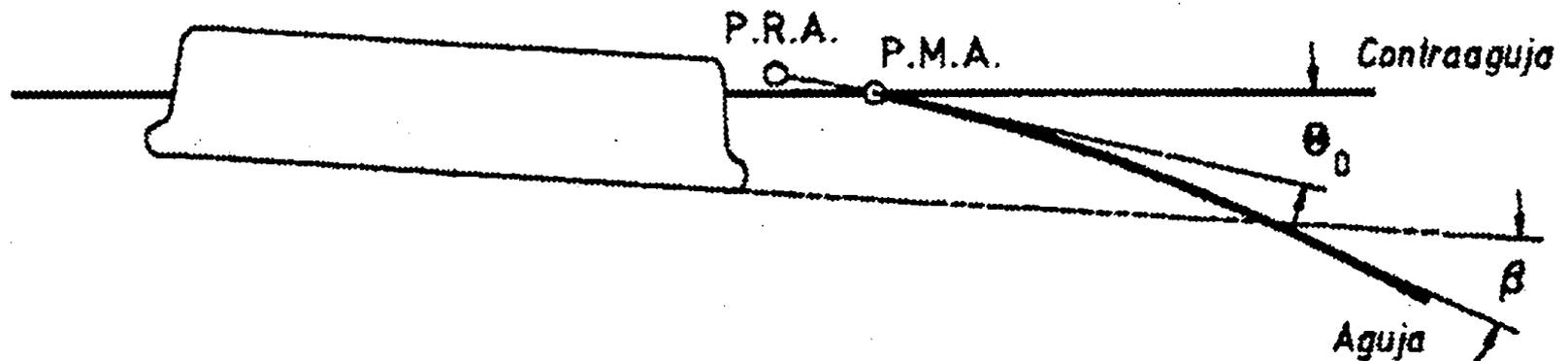


Fuente: <http://www.railastur.es/wp-content/uploads/2015/06/Aguja-e1433529557851-600x341.jpg>



4.2. El cambio

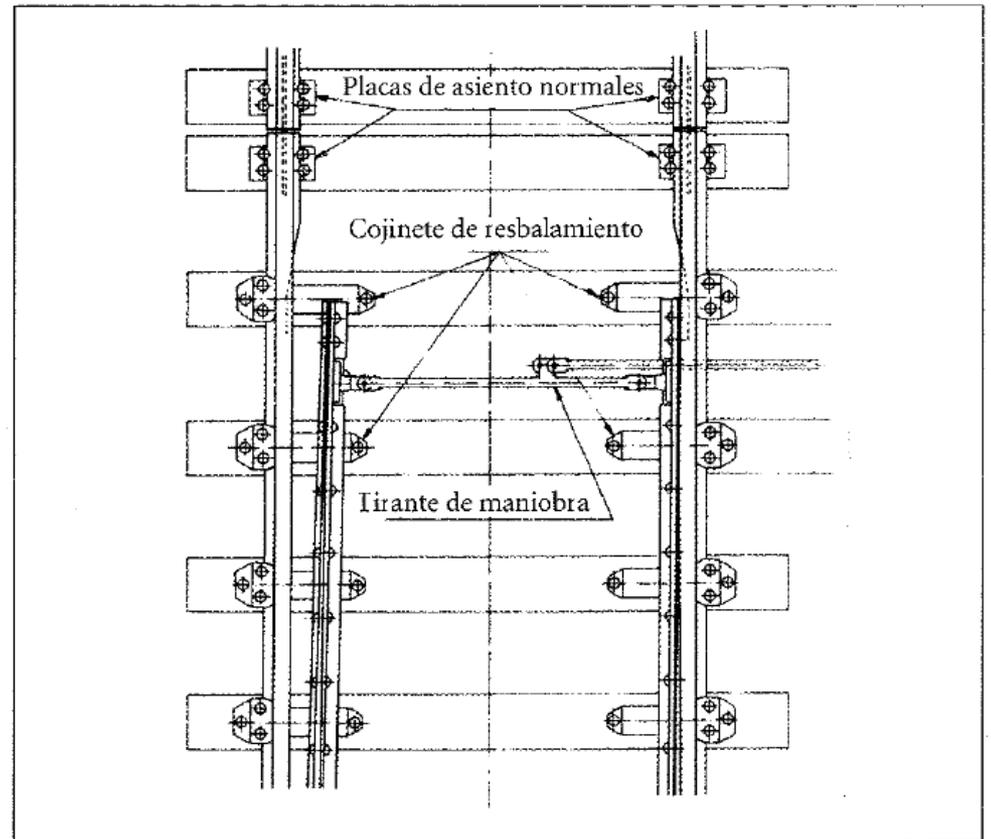
- **Punta matemática de una aguja (PMA):** punto teórico de intersección de los bordes activos de los carriles que convergen hacia ese punto, el decir, de la aguja y la contraaguja.
- **Punta real (PRA):** es el extremo material de la aguja.
- **Ángulo de desviación (θ):** es el que forman los ejes de los carriles de la vía directa y la desviada.
- **Ángulo de ataque (β):** es el ángulo con el que la rueda encuentra el eje de la aguja.





4.2. El cambio

- ✓ La aguja y contraaguja apoyan sobre unos **cojinetes de resbalamiento (resbaladeras)** , que forman la superficie de deslizamiento para el movimiento de la aguja y el apoyo de la contraaguja.
- ✓ Las agujas se inmovilizan tras alcanzar su posición, mediante un **cerrojo** (proceso de encerrojamiento) para evitar movimientos no deseados por vibración u otras causas.





4.2. El cambio

Condiciones a exigir a un dispositivo de **encerrojamiento de agujas**:

- ✓ La punta de la aguja acoplada del desvío deberá permanecer aplicada contra su contraaguja (sin holguras)
- ✓ La punta de la aguja desacoplada habrá de fijarse para asegurar en toda la zona la huella necesaria para el paso de la pestaña
- ✓ En el caso de agujas largas, deberá ser posible la instalación de un segundo dispositivo de encerrojamiento de agujas (cerrojo central coordinado mecánicamente con el cerrojo de las puntas). Utilizado en desvíos de Alta Velocidad
- ✓ El dispositivo deberá permitir el cambio manual de las agujas con mecanismos locales (mecánicos, hidráulicos...)
- ✓ Es aconsejable que la carrera de la maniobra al cambiar agujas sea la misma en todos los cambios, independientemente del radio del desvío



4.2. El cambio

Condiciones a exigir a un dispositivo de encerrojamiento de agujas:

- ✓ Los dispositivos tienen que ser **talonables**, para que no se produzcan daños ni descarrilamientos cuando el cambio sea **talonado**

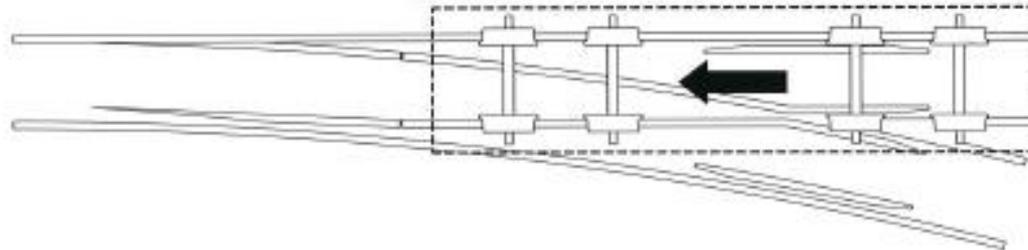


Figura III-101. Talonamiento de un cambio.

Fuente: García Díaz de Villegas, J. M. y Rodríguez Bugarín, M. Desvíos ferroviarios. INCAN-Santander, 1995

- ✓ La fiabilidad del dispositivo deberá ser la más alta posible

Notas:

- ✓ Los cambios deben diseñarse del mismo tipo para facilitar su sustitución y mantenimiento
- ✓ El radio de la aguja limita la velocidad de paso por la vía desviada
- ✓ A mayor velocidad por vía desviada, mayor radio, longitud de aguja y coste de la misma

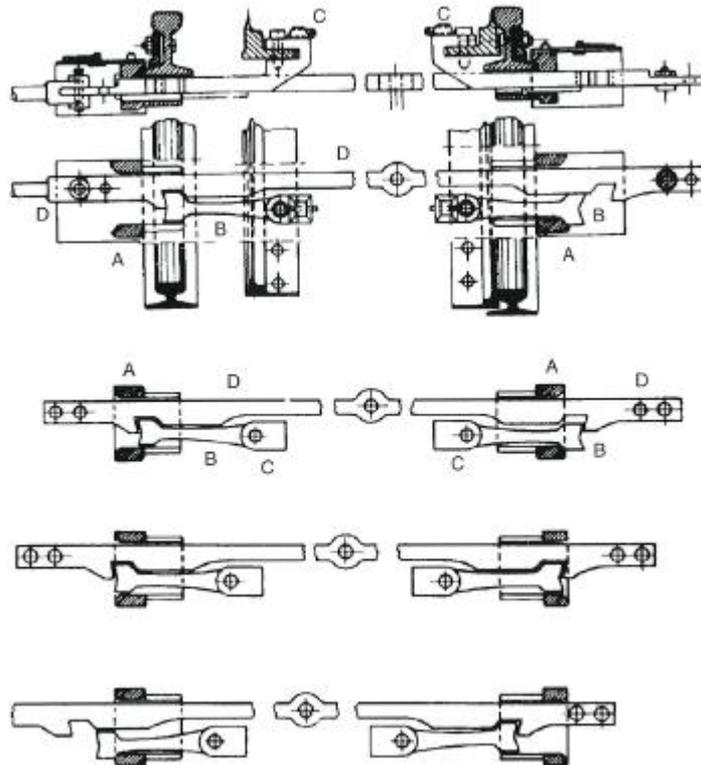


4.2. El cambio

DISPOSITIVOS DE ENCERROJAMIENTO DIRECTO

Mecanismos que enlazan directamente aguja y contraaguja.

- ❑ Cerrojo de uña





4.2. El cambio

DISPOSITIVOS DE ENCERROJAMIENTO DIRECTO

Mecanismos que enlazan directamente aguja y contraaguja.

- ❑ Cerrojo HRS



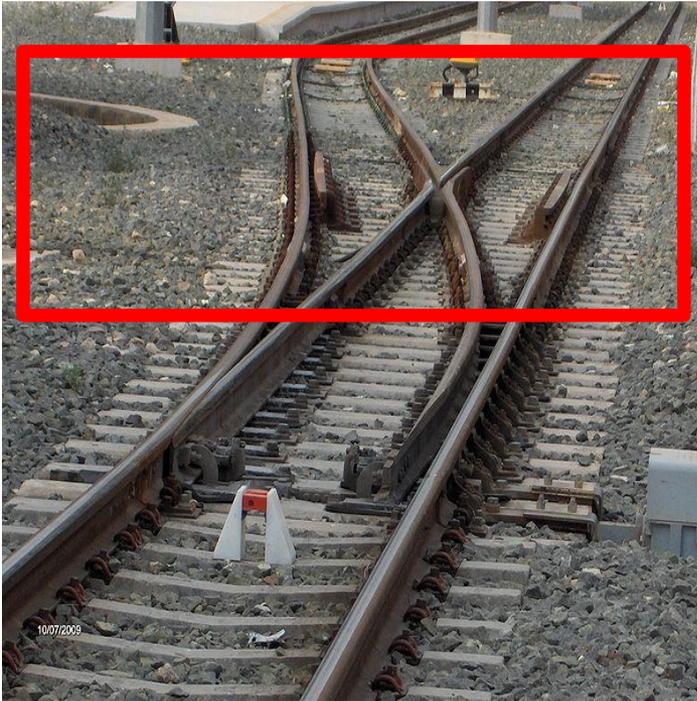
Fuente: <https://www.voestalpine.com/bwg/en/products/1st/hrs>



4.3. El cruzamiento

Formado por:

- Corazón
- Patas de liebre
- Carriles exteriores y contracarriles



Fuente:

http://www.ferropedia.es/mediawiki/index.php/Archivo:Aguja_Estaci%C3%B3n_La_Vila_Joiosa.JPG

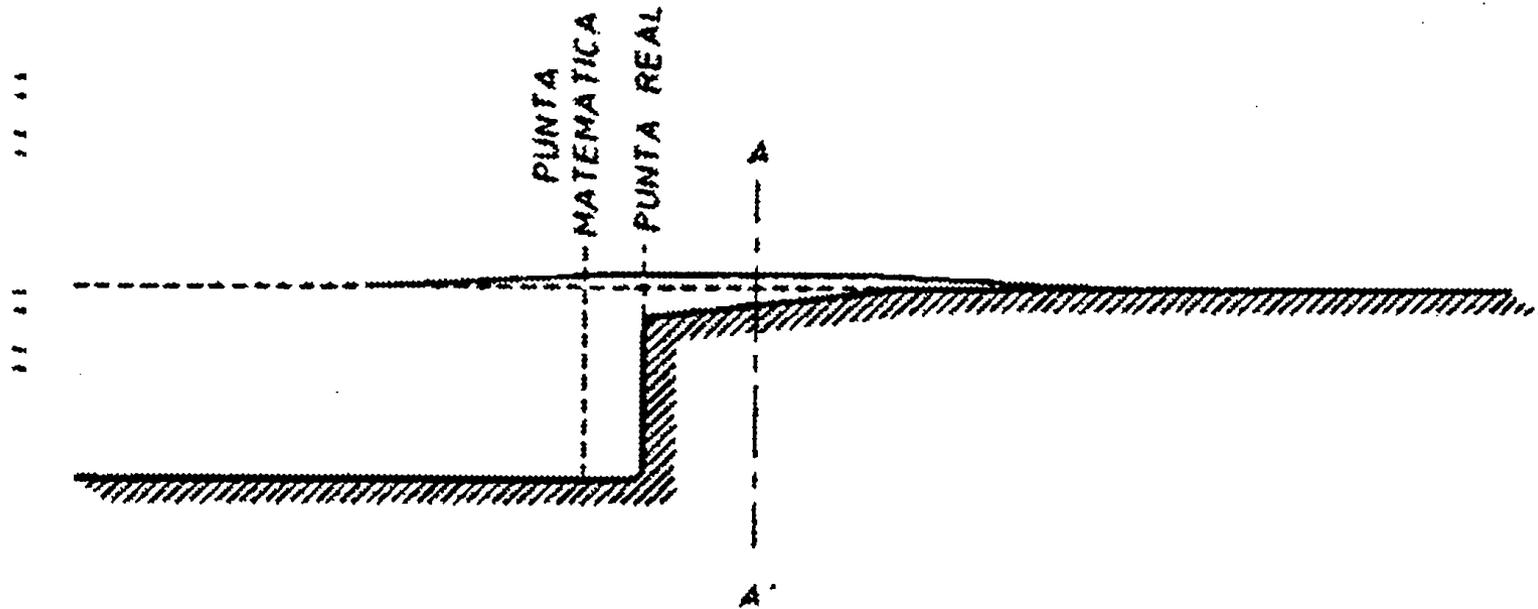
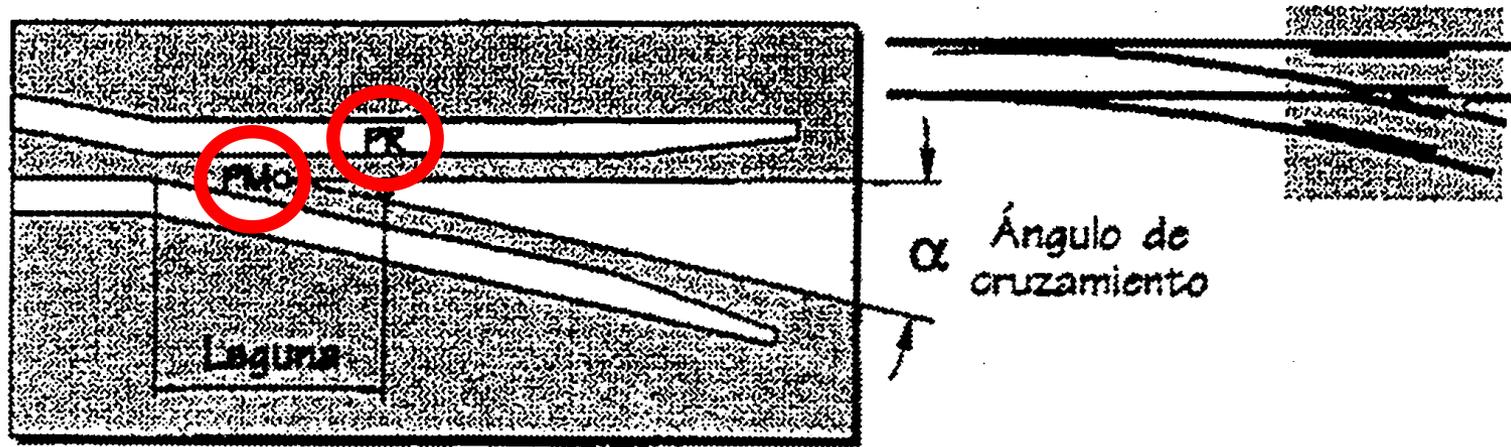


Fuente:

[prensa.adif.es/ade/u08/gap/prensa.nsf/Vo000A/251AC0210504BF48C12576DB00319EEF/\\$File/foto_noticia.jpg](http://prensa.adif.es/ade/u08/gap/prensa.nsf/Vo000A/251AC0210504BF48C12576DB00319EEF/$File/foto_noticia.jpg)

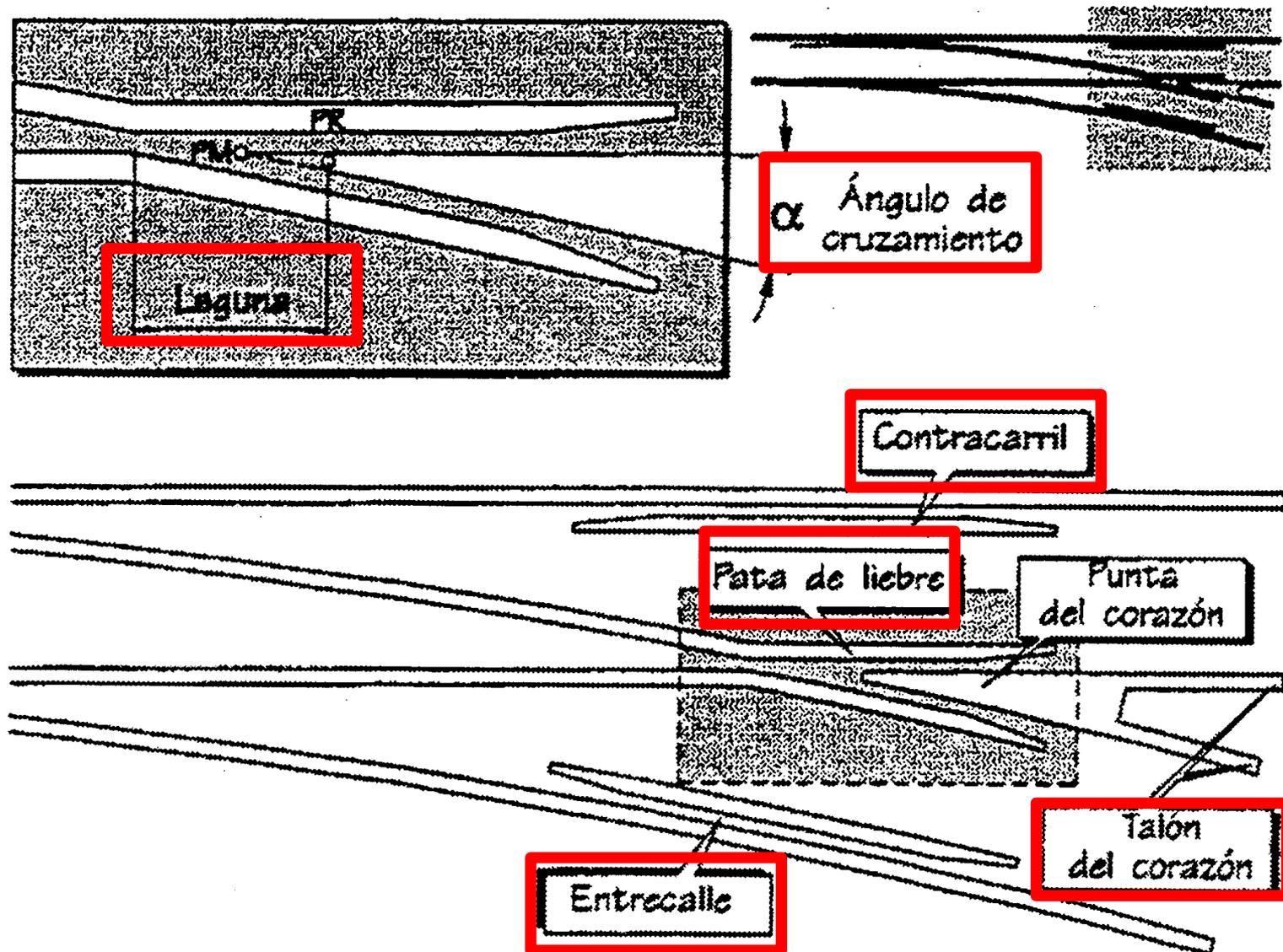


4.3. El cruzamiento



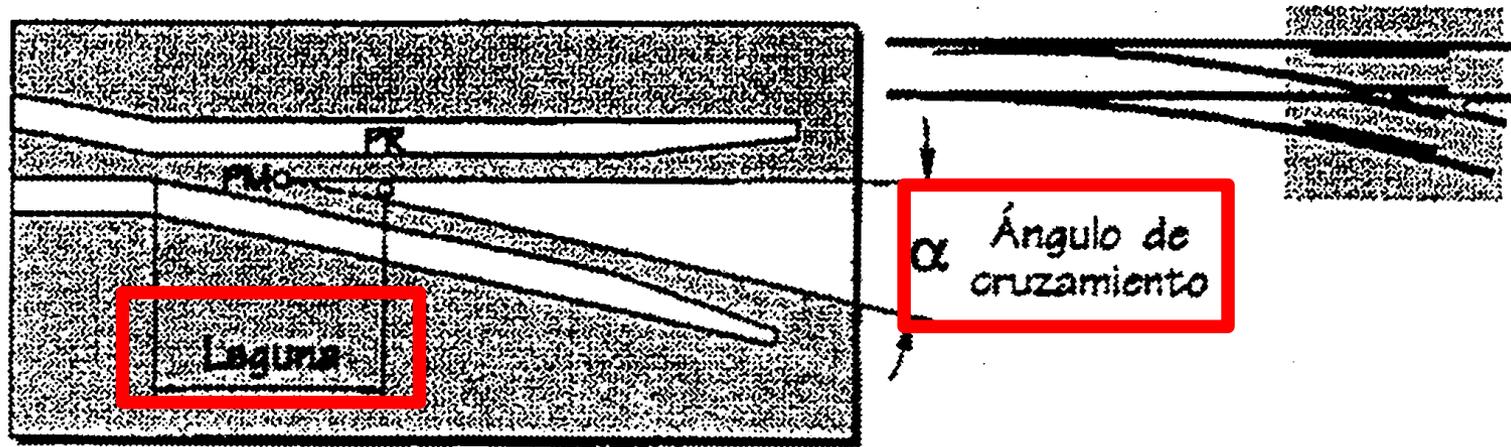


4.3. El cruzamiento





4.3. El cruzamiento



Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.

Ángulo de cruzamiento	Tangente del ángulo del cruzamiento	1:n	Longitud laguna del cruzamiento (mm)
6,2 °	0,11	1: 9	363
5,1 °	0,09	1:11	444
4,2 °	0,075	1:13	533
2,4 °	0,042	1:24	952

Aumento radio de la vía desviada para aumentar velocidad de paso → disminuye ángulo de cruzamiento → aumento de la laguna

Soluciones:

- Corazón de punta móvil
- Patas de liebre móviles

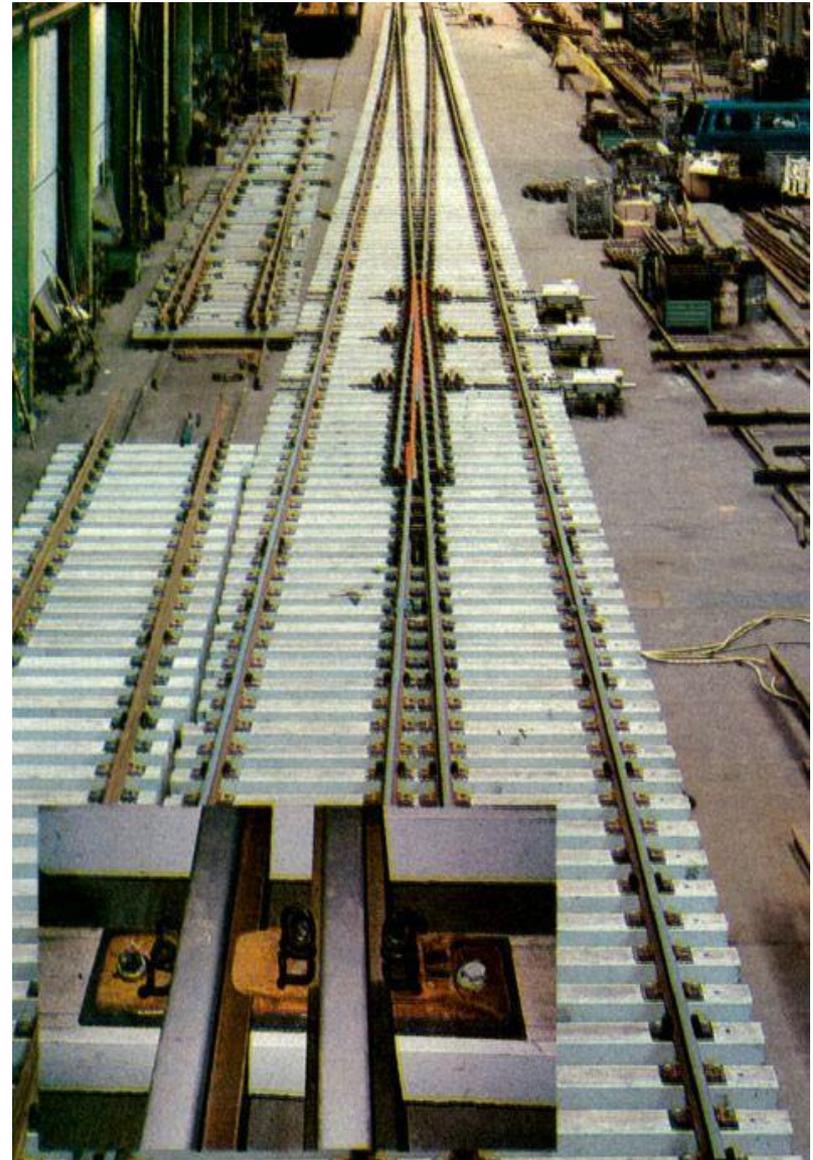


4.3. El cruzamiento. Alta Velocidad

Corazón de punta móvil



Fuente <http://www.amufer.es/area-de-cruzamiento/>



Fuente: <http://www.vialibre-ffe.com/multimedia/galerias/HISTORIA/23.jpg>



4.3. El cruzamiento. Tranvías

Tranvía de Granada





4.4. Tipos de desvío

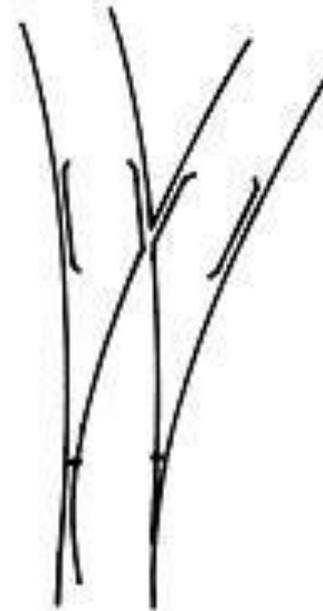
Según su forma en planta:



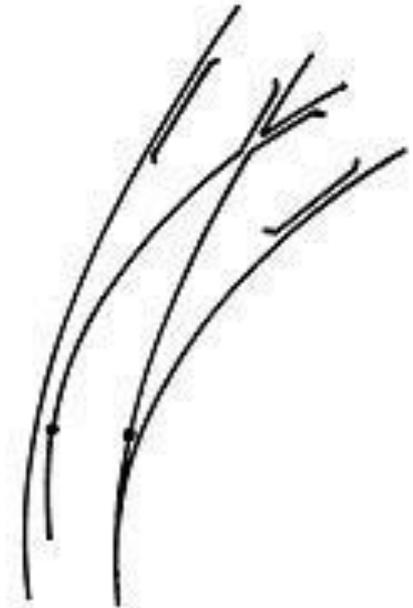
desvío ordinario



desvío simétrico



desvío divergente



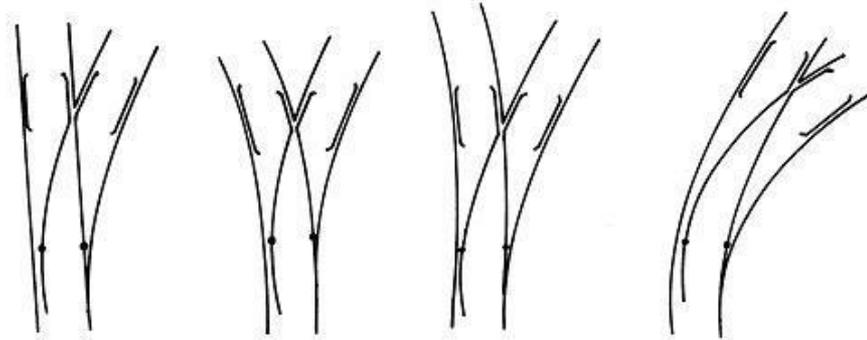
desvío convergente



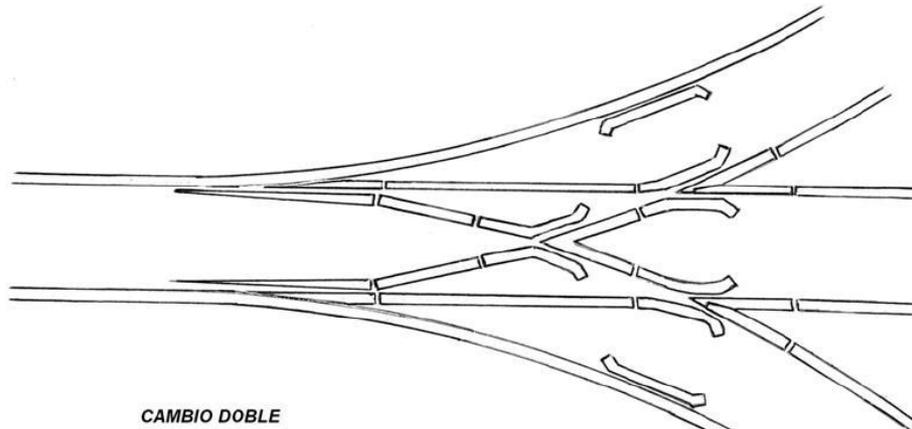
4.4. Tipos de desvío

Según el número de ramificaciones:

- **Desvíos sencillos:** permiten una sola desviación (dos direcciones).



- **Desvíos dobles:** permiten dos bifurcaciones, posibilidad de tres direcciones diferentes. Se consigue colocando dos cambios sencillos y tres corazones.



CAMBIO DOBLE



4.4. Tipos de desvío RENFE

Tipo	Origen nombre	Fecha	Vel directa	Vel desviada	Características	Carril /kg/m)	Travesía
A	Antiguo	< 1980	140 km/h	30 km/h	Con juntas y sujeción rígida	45-54	Madera
B	Bueno	> 1980	160 km/h	30-60 km/h	Soldados y sujeción elástica	54	Madera
C	Calidad		200 km/h	45-60 km/h	Soldados y sujeción elástica	54-60	Madera / Hormigón
V	Velocidad		200 km/h	100-130 km/h	Soldados y sujeción elástica	60	Madera / Hormigón
AV	Alta Velocidad	> 1990	250 km/h	160 km/h	Soldados, sujeción elástica y corazón o patas de liebre móviles. Clotoide en vía desviada. Ancho UIC	60	Hormigón

A cada tipo de desvío y velocidad le corresponde un ángulo. El desvío se identifica por su **tangente**, **ancho de vía** y **tipo de carril**.



4.4. Tipos de desvío RENFE

Tipo	Origen nombre	Fecha	Vel directa	Vel desviada	Características	Carril /kg/m)	Travesía
A	Antiguo	< 1980	140 km/h	30 km/h	Con juntas y sujeción rígida	45-54	Madera
B	Bueno	> 1980	160 km/h	30-60 km/h	Soldados y sujeción elástica	54	Madera
C	Calidad		200 km/h	45-60 km/h	Soldados y sujeción elástica	54-60	Madera / Hormigón
V	Velocidad		200 km/h	100-130 km/h	Soldados y sujeción elástica	60	Madera / Hormigón
AV	Alta Velocidad	> 1990	250 km/h	160 km/h	Soldados, sujeción elástica y corazón o patas de liebre móviles. Clotoide en vía desviada. Ancho UIC	60	Hormigón

Punto crítico: **Velocidad máxima en la vía desviada**

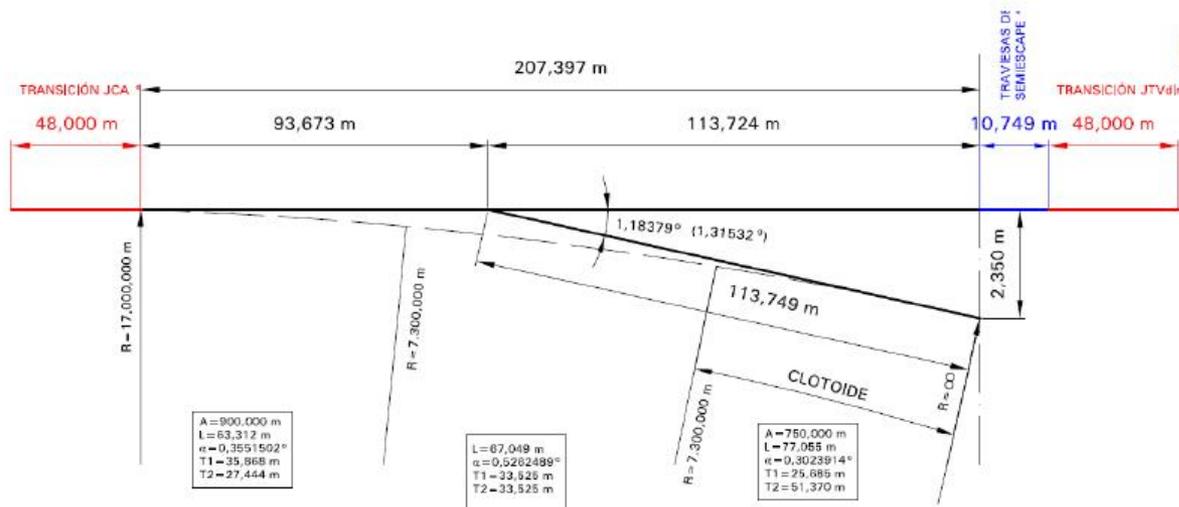
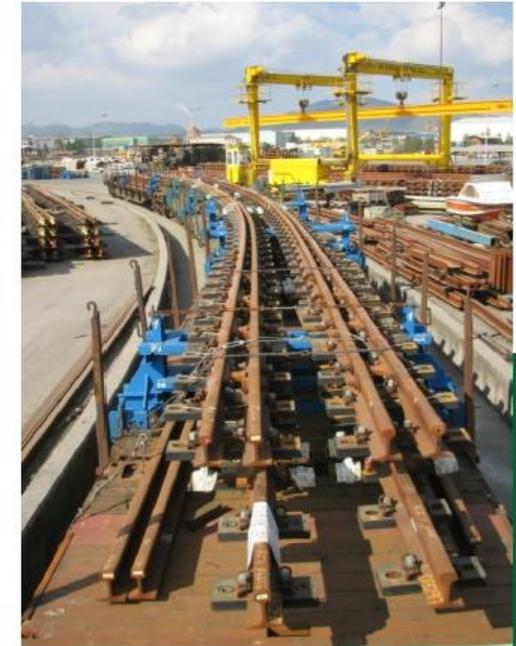
Se fija a partir de la magnitud de tres variables fundamentales:

- ✓ La aceleración centrífuga sin compensar en la circulación por la vía desviada
- ✓ La sobreaceleración
- ✓ El empellón

EVOLUCIÓN HACIA EL DESVÍO ELÁSTICO – LÍNEA MADRID-LÉRIDA. AÑO 2000

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

Velocidad por Vía Directa	$V_D = 350$ km/h
Velocidad por Vía Desviada	$V_d = 220 - 160 - 100$ km/h
Distancia entre ejes de vía	$E = 4.700$ mm
Ancho de vía	$a = 1.435$ mm
Aceleración sin compensar máxima por vía desviada	$a_{sc} = 0,51$ m/s ²
Variación de la aceleración no compensada por vía desviada en la junta de contraaguja ("empellón")	$Y_i = 1,1$ m/s ³
Sobreaceleración máxima por vía desviada	$Y = 0,65$ m m/s ³
Longitud máxima del escape	$L_{max} = 400$ m
Longitud mínima de las alineaciones de curvatura constante	$L_{min} = 0,25 V$



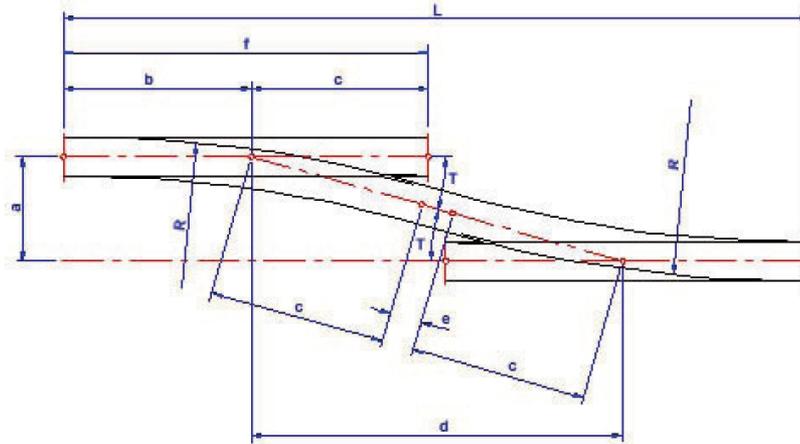


4.4. Desvíos a utilizar en proyecto. Encaje en el trazado

- Los desvíos deben colocarse en **recta** para poder utilizar elementos de fabricación estándar
- Los desvíos han de colocarse en tramos con **pendiente constante**, fuera de los acuerdos verticales
- En una misma línea o explotación deben utilizarse desvíos del mismo tipo para simplificar el mantenimiento
- El aumento de la velocidad por desviada no sólo encarece el desvío, sino que aumenta su longitud, y dificulta su encaje en instalaciones con espacio limitado (ej: playas de vías, estaciones, cocheras, talleres)
- Cada aparato de vía viene definido por la tangente de su ángulo
- Los aparatos de vía están normalizados por:
 - Ancho de vía
 - Tipo de carril
 - Velocidad de paso por directa y desviada



4.4. Desvíos a utilizar en proyecto. Encaje en el trazado



Escape 1.668 Tipo B		a	b	c	d	e	f	L	Carril
Radio (m)	Tangente T								
320/417	0,09CR	3.808	14.679	24.204	42.311	- 5.926	38.883	71.669	UIC54
		3.920	14.679	24.204	43.556	- 4.676	38.883	72.914	
		4.000	14.679	24.204	44.444	- 3.784	38.883	73.803	
320/230	0,11CR	3.808	14.597	20.368	34.618	- 5.909	34.965	63.812	UIC54
		3.920	14.597	20.368	35.636	- 4.885	34.965	64.830	
		4.000	14.597	20.368	36.364	- 4.153	34.965	65.558	
500	0,075CR	3.808	19.695	28.427	50.773	- 5.938	48.122	90.163	UIC54
		3.920	19.695	28.427	52.267	- 4.441	48.122	91.657	
		4.000	19.695	28.427	53.333	- 3.371	48.122	92.723	

Fuente: <http://www.talegria.com/esquemas/escape1668b.pdf>



4.5. Tipos de travesía

- Travesía sencilla



Compuesta por 2 cruzamientos sencillo y 1 doble



Fuente: <http://www.ferropedia.es/mediawiki/index.php/Archivo:JMT111124xx1809.JPG>

Se recomienda no establecer travesías con ángulo superior a $1/9$ ($\text{tg } 0.11$) para evitar problemas de guiado, y en consecuencia posibles descarrilamientos



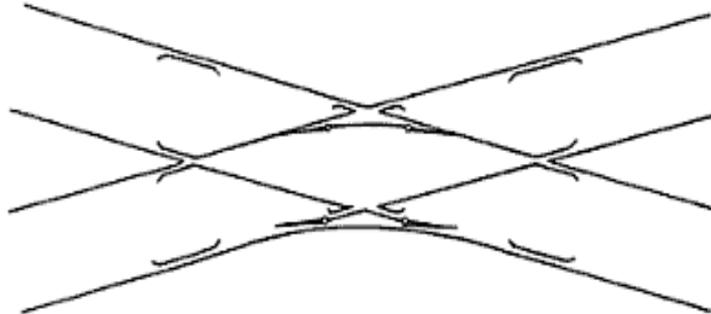
4.5. Tipos de travesía



- **Travesía de unión**

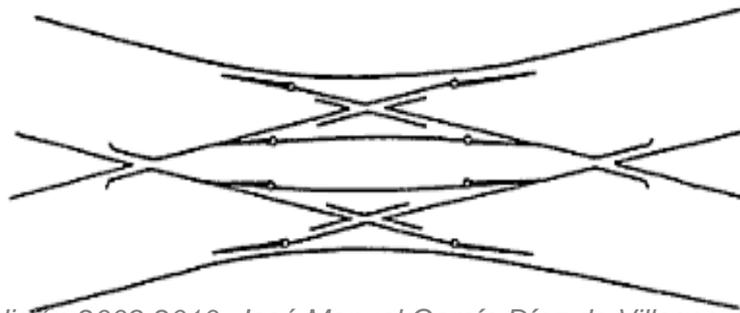
Compuesta por 2 cruzamientos sencillo y 1 ó 2 cruzamientos dobles

- **Sencilla**, compuesta por dos cambios mediante los cuales pueden desviarse las circulaciones a sus dos ramales.



Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.

- **Doble**, compuesta por cuatro cambios mediante los cuales pueden desviarse las circulaciones a sus cuatro ramales.



Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.



4.5. Tipos de travesía

- **Travesía de unión**
 - **Sencilla**



- **Doble**



Fuente (ambas imágenes):
<https://forotrenes.com/foro/viewtopic.php?f=6&t=58447>



4.6. Otros tipos de aparatos de vía

- ✓ Escapes
- ✓ Bretelles
- ✓ Diagonales
- ✓ Triángulos de vía
- ✓ Placas o puentes giratorios
- ✓ Saltos de carnero



4.6. Otros tipos de aparatos de vía

✓ Escapes (diagonales)

Permiten el paso de una vía a otra.

Formados por dos desvíos opuestos enfrentados.

Se utilizan habitualmente para la inversión de marcha de los trenes.





4.6. Otros tipos de aparatos de vía

✓ **Bretelles (escapes dobles)**

Permiten el paso de una vía a otra paralela en ambos sentidos.

Están formados por cuatro desvíos y una travesía.

Se utiliza habitualmente en terminales para obtener intervalos mínimos en la inversión de marcha de los trenes.



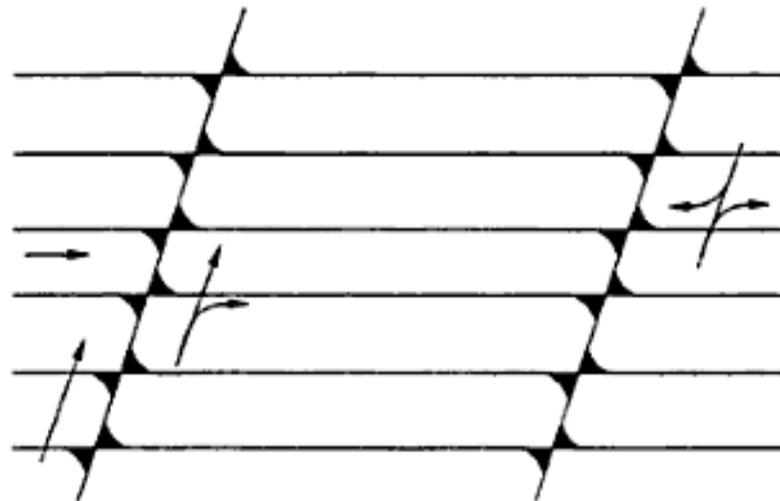
Fuente:
<https://forotrenes.com/foro/viewtopic.php?f=6&t=58447>



4.6. Otros tipos de aparatos de vía

✓ Diagonales

Vías que se instalan cruzando otras varias para unir de éstas los extremos al mismo tiempo que se puede establecer comunicación con ellas entre sí. En su formación intervienen travesías de unión doble y sencilla, según las vías que cruce para poder establecer el correspondiente enlace.





4.6. Otros tipos de aparatos de vía

✓ Diagonales





4.6. Otros tipos de aparatos de vía

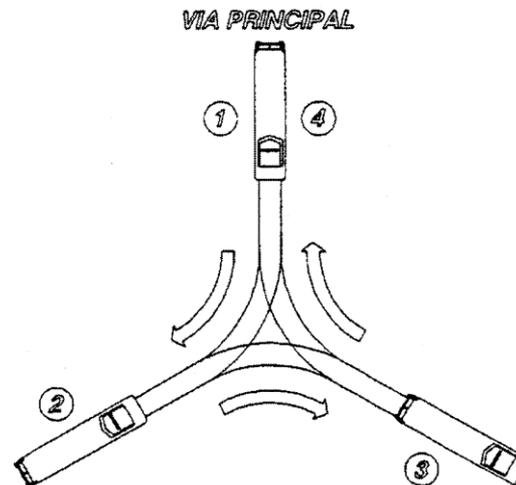
✓ Triángulos de vía

Tres vías en forma de triángulo que permiten el cambio de sentido en la circulación de los trenes. Permiten el giro 180°.

Evitan la realización de maniobras en nodos ferroviarios

Progresiva complejidad al incorporarse vías dobles y terminales

Aparecen los cizallamientos de circulaciones en sentidos opuestos → solución: salto del carnero





4.6. Otros tipos de aparatos de vía

✓ Saltos de carnero

Versión ferroviaria de los enlaces a distinto nivel.

Inconveniente: gran ocupación de espacio por radios y pendientes exigidos.





4.6. Otros tipos de aparatos de vía

✓ Placas o puentes giratorios

Muy utilizados en depósitos de locomotoras para orientar el material en la dirección adecuada.

Inconveniente: solo cambian un vehículo cada vez.

En desuso con la aparición de las locomotoras con doble cabina de conducción.

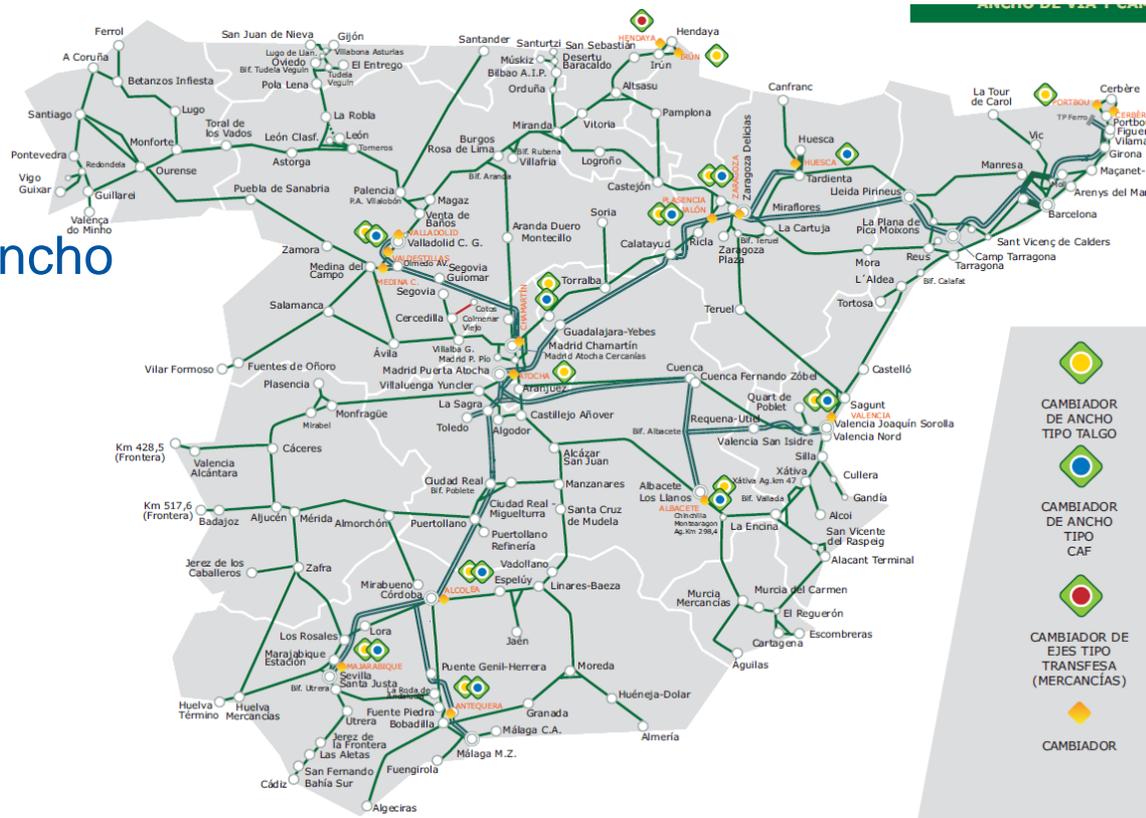




Los aparatos de vía

Redes ferroviarias y sus nudos

- Bifurcaciones / intersecciones
- Estaciones
- Intercambiadores
- Cambiadores de ancho





Bibliografía

- **Desvíos ferroviarios.** *García Díez de Villegas, José Manuel y Rodríguez Bugarín, Miguel INCAN Santander* 1996. ISBN 84-605-4337-4

Fabricantes aparatos de vía:

- <http://www.talegria.com/index.html>
- <http://www.jez.es/>
- <http://www.vossloh-cogifer.com/index.php?lang=en>