

ANEJO 3 ANÁLISIS FUNCIONAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2. ANTECEDENTES. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN 2

3. CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL ACTUAL..... 4

3.1. Tramificación funcional actual. Vías e instalaciones..... 4

3.2. Tráficos asociados al estudio y su entorno..... 6

3.3. Prognosis..... 10

4. VARIABLES A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO FUNCIONAL 11

5. ANÁLISIS FUNCIONAL DE ALTERNATIVAS Y COMPARACIÓN 17

5.1. Zonificación y tráfico a considerar 17

5.2. Simulaciones ferroviarias. Cantones y tiempos comerciales 19

5.3. Mallas de operación 20

5.4. Comparación de alternativas 30

6. RESUMEN DEL ESTUDIO 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1–1. Organigrama Estudio Funcional. 1

Figura 2–1. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza. 3

Figura 3–1. Ubicación territorial La Cartuja. 5

Figura 3–2. Esquema de vías actual de la Cartuja. 5

Figura 3–3. Ubicación Apartadero Río Huerva en el marco global de la RAF de Zaragoza. 6

Figura 3–4. Circulaciones medias semanales año 2019 en la RAF de Zaragoza. Ancho ibérico. 6

Figura 3–5. Circulaciones medias semanales año 2019 en la RAF de Zaragoza. Ancho estándar. 7

Figura 3–6. Tráficos ferroviarios – número de trenes. Escenario de Máximos Año 2050 (Fuente: Estudios de convergencia. Informe C. Previsión de tráfico ferroviarios) 8

Figura 3–7. Circulaciones medias semanales por tipo de tráfico año 2019 en la RAF de Zaragoza. 9

Figura 5–1. Esquema de vías Alternativa A..... 14

Figura 5–2. Esquema de vías Alternativa B..... 15

Figura 5–3. Esquema de vías actual La Cartuja..... 16

Figura 5–4. Esquema de vías La Cartuja. Alternativa A. 16

Figura 5–5. Esquema de vías La Cartuja. Alternativa B 17

Figura 6–1. Simulación teórica sin paradas..... 20

Figura 6–2. Simulación por consigna sin paradas..... 20

Figura 6–3. Simulación por consigna con paradas..... 20

Figura 6–4. Tráficos diarios por categoría. Distribución entre tramos..... 23

Figura 6–5. Malla de circulación teórica en el tramo objeto de estudio: Plaza – La Cartuja – Cogullada. 24

Figura 6–6. Malla de circulación teórica en el tramo La Cartuja – Zaragoza Delicias..... 25

Figura 6–7. Malla de circulación teórica en el tramo La Cartuja – Fuentes de Ebro..... 26

Figura 6–8. Malla de circulación teórica en el tramo objeto de proyecto: Plaza – La Cartuja – Cogullada, incluyendo mercancías en ancho estándar..... 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza. 4

Tabla 3-2. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza. 8

Tabla 3-3. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza 10

Tabla 5-1. Tramificación funcional Alternativa A..... 14

Tabla 5-2. Tramificación funcional Alternativa B..... 15

Tabla 5-3. Tramificación funcional alternativas..... 16

Tabla 6-1. Circulaciones por tramos. 18

Tabla 6-2. Síntesis de trazado, limitaciones de velocidad y cantones. 19

Tabla 6-3. Tramificación y tipología de tráfico semanales y diarios. Códigos de colores según mallas siguientes. 23

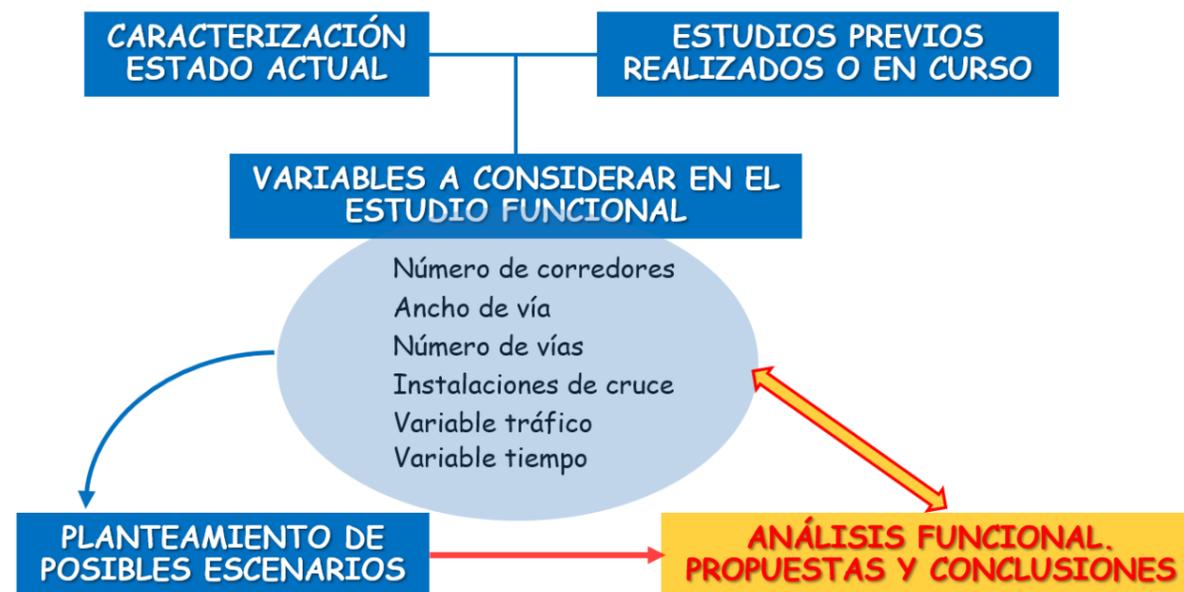
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente Análisis Funcional se enmarca en el contexto del ESTUDIO INFORMATIVO DE LA CONEXIÓN EN ANCHO ESTÁNDAR DE LA LÍNEA ZARAGOZA-CANFRANC-PAU CON LA PLATAFORMA LOGÍSTICA ZARAGOZA PLAZA, cuyo objeto es analizar las posibles alternativas que permitan la conexión en ancho estándar de los tráficos de mercancías de la futura línea internacional Zaragoza – Huesca – Canfranc con la Plataforma Logística Plaza (Zaragoza), de acuerdo con los tráficos actuales y futuros.

En base a ello, el estudio funcional es una variable importante a la hora de plantear y evaluar alternativas, considerando la combinación de todas las variables que intervienen en un estudio de esta naturaleza, lo que da origen, al menos metodológicamente, a un gran número de alternativas, enmarcadas a su vez en un intervalo amplio de inversión.

Una metodología general de trabajo para un estudio funcional puede ser la siguiente:

Figura 1–1. Organigrama Estudio Funcional.



En base a esta metodología general, y a las singularidades inherentes a cualquier trabajo, el presente estudio funcional se estructura de la siguiente manera:

- Repaso de los antecedentes y descripción de la actuación, según las directrices del Estudio principal.
- Caracterización funcional actual. Es básico ponerse en contexto antes de proponer alternativas.
- Variables a considerar en el estudio funcional. En efecto, las alternativas funcionales planteadas salen de las combinaciones parciales de todas las variables que intervienen en un estudio funcional. Parte de estas combinaciones suelen descartarse de manera inmediata por pura lógica, y otras se descartan por la consideración de otras variables de ingeniería del Estudio General, como pueden ser trazado, urbanismo, medioambiente, etc.
- Planteamiento de alternativas funcionales. En el caso del presente Estudio, las alternativas del estudio general propuestas en Fase I responden a una propuesta funcional también diferente entre ellas.
- Caracterización funcional de alternativas. Se analizan las alternativas desde el punto de vista funcional considerando tráficos, mallas, cizallamientos, riesgos, etc.
- Comparativa funcional de alternativas. Detectando ventajas y desventajas de cada una de ellas.
- Se cierra el estudio con las conclusiones al mismo.

2. ANTECEDENTES. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN

Existen una serie de estudios previos explicados con detalle en el documento general, los cuales se pueden dividir en 2 grandes bloques:

- Los asociados a la conexión ferroviaria España-Francia, materializada en la Línea Zaragoza-Pau.
- Los relativos al ámbito de la Red Arterial Ferroviaria de Zaragoza, en concreto en la Ronda Sur.

Los segundos quedan desfasados, ya que, aunque contienen algún punto en común con alguna de las alternativas en cuanto a duplicación de vía por el lado Este, la propuesta fundamental era acceder a Zaragoza Plaza por el lado Oeste sin contemplar en ningún momento anchos de vía estándar.

En cuanto a los primeros, las conclusiones más importantes de cara al presente Estudio se centran en los tráficos futuros que llegan por el Norte en ancho estándar de acuerdo con los estudios de demanda realizados en base a las actuaciones en infraestructura previstas para los próximos años. Estos tráficos constituyen uno de los puntos relevantes del estudio por su influencia en las alternativas planteadas, analizándose en el siguiente apartado.

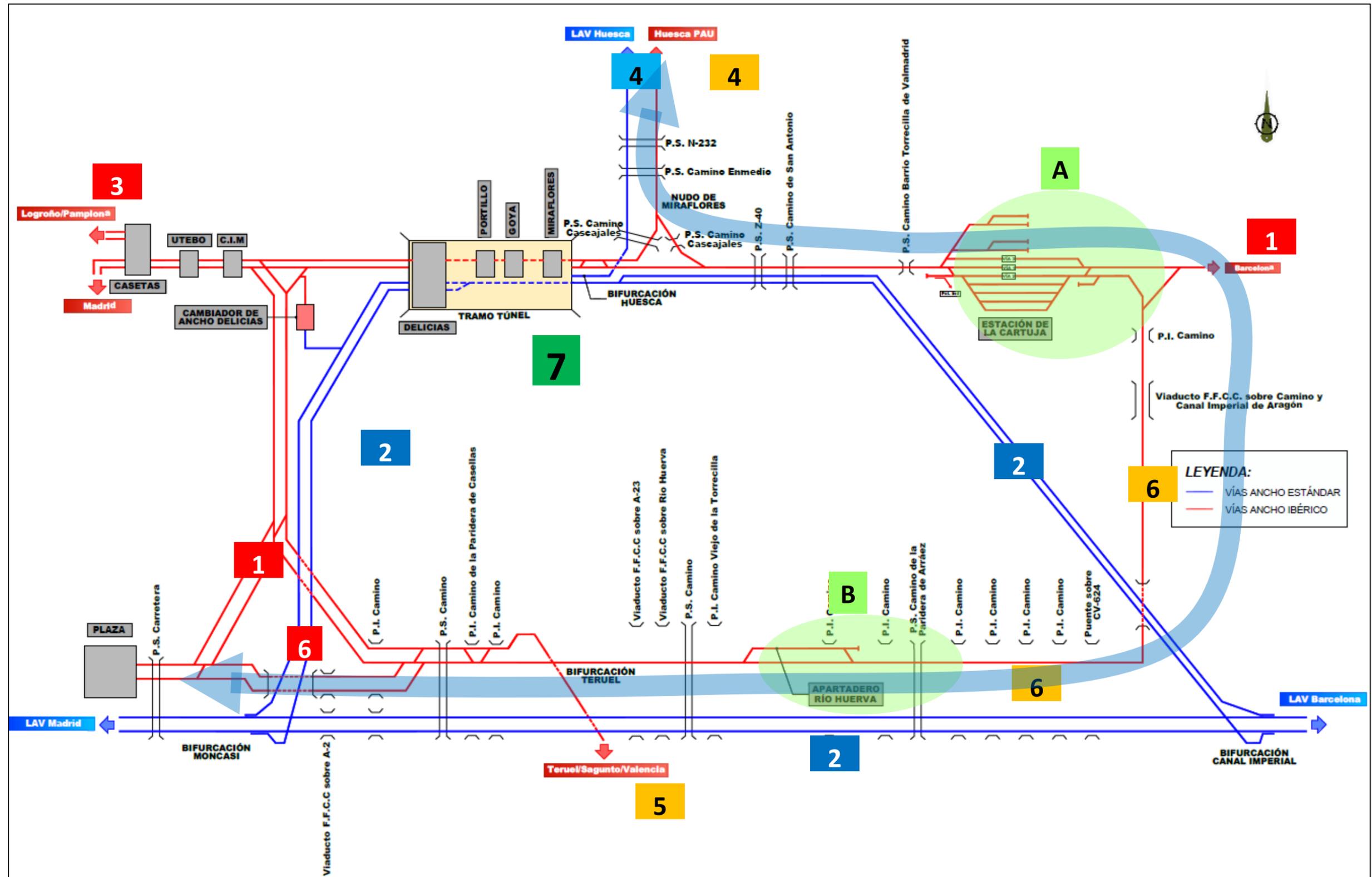
Desglosemos a continuación el entorno de la actuación mediante el siguiente esquema de vías, en el cual podemos distinguir las siguientes líneas ferroviarias y puntos singulares:

1. Línea convencional Madrid – Barcelona. Vía doble electrificada de ancho ibérico en el lado Madrid, y vía única de ancho ibérico electrificada en el lado Barcelona.
2. Línea de Alta velocidad Madrid – Barcelona. Vía doble electrificada de ancho estándar en ambos lados de la Estación de Delicias, así como en la circunvalación por el Sur.

3. Línea Zaragoza – Castejón. Vía doble electrificada de ancho ibérico por el lado Oeste, compartiendo con la línea de Madrid la entrada a Zaragoza.
4. Línea Zaragoza – Huesca - Canfranc – Pau. Dotada de dos vías únicas electrificadas, una de ancho ibérico, y otra de ancho estándar, hasta Tardienta, en donde se juntan en una sola vía de ancho mixto.
5. Línea Zaragoza – Sagunto. Vía única sin electrificar.
6. Circunvalación de ancho ibérico. La red de ancho ibérico circunvala la ciudad, casi en su totalidad en vía única. Tan sólo dispone de vía doble desde Plaza hasta la Bifurcación a Teruel.
7. Túnel urbano. Todas las líneas confluyen en la zona centro de la ciudad, por donde transitan en túnel desde la Estación de Delicias (lado Oeste) hasta la boca Este situada inmediatamente después de la Estación de Miraflores. En dicho entorno se opera la línea de cercanías C-1 entre Casetas y Miraflores.

En la siguiente figura se observa de manera muy visual las líneas descritas, con la correlación en cuanto a números.

Figura 2-1. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza.



Además de las líneas ferroviarias descritas, es necesario destacar dos instalaciones, que pueden tener su influencia en el estudio en general, y en el funcional en particular, remarcadas también en la anterior figura:

A. Estación de la Cartuja, situada en la línea de vía única de ancho ibérico Zaragoza-Barcelona.

B. Apartadero Río Huerva, ubicado en la circunvalación de vía única de ancho ibérico.

Una vez realizado este análisis “estático” de la fotografía actual, es necesario volver al inicio del Estudio y visualizar su objeto, que no es otro que conectar en ancho estándar los tráficos de mercancías de la futura línea internacional Zaragoza – Huesca – Canfranc con la Plataforma Logística Plaza (Zaragoza). Esto se representa de manera simplificada en figura 2-1, ya con el color del ancho que necesariamente ha de implantarse en alguna de las posibles maneras, siendo el origen de las alternativas planteadas.

Ya se vislumbran, independientemente del número de vías y anchos, las zonas complejas o al menos singulares de la actuación:

- Nudo de Miraflores, con la existencia de un triángulo de conexión de ancho ibérico en vía única.
- Estación de la Cartuja, estación con varias vías de apartado por ambos lados, y punto obligado de paso.
- Apartadero del Río Huerva, apartadero con 1 vía de apartado por el lado Norte, y punto obligado de paso.
- Nudo ferroviario de entrada a Plaza, con la existencia de un triángulo de conexión de ancho ibérico en vía doble, amén de los cruces con la LAV Madrid-Barcelona, que, si bien no influye desde el punto de vista funcional, sí lo puede hacer desde un punto de vista de implantación territorial y de coste de inversión.

3. CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL ACTUAL

3.1. Tramificación funcional actual. Vías e instalaciones

En el presente apartado se analiza con mayor detalle el esquema de vías presentado en el apartado anterior, y se caracteriza la variable fundamental de un estudio funcional, que no es otra que el tráfico ferroviario.

Podemos establecer una tramificación del ámbito del estudio en base a la funcionalidad actual de la siguiente manera:

Tabla 3-1. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza.

Zona	Vías	Longitud	Instalaciones/singularidades
1. Líneas Zaragoza Huesca	1 vía estándar + 1 vía ibérico	1 km	Zona posible conexión entre líneas según alternativas
2. Nudo Miraflores	1 vía ibérico	0,85 km	Triángulo de cierre en vía única de ancho ibérico
3. Miraflores – La Cartuja	1 vía ibérico	3,95 km	Estación Cartuja
4. La Cartuja – Río Huerva	1 vía ibérico	7,58 km	Apartadero río Huerva
5. Río Huerva – Bifurcación Teruel	1 vía ibérico	5,3 km	Zona viaductos
6. Bifurcación Teruel – entrada Plaza	2 vías ibérico	7,01 km	Triángulo de cierre en vía doble de ancho ibérico

Como primera estimación, el análisis global de la tabla anterior nos sirve para identificar tres cantones más o menos homogéneos, si es que se plantean alternativas en vía única de ancho mixto, correspondientes a las zonas 1-2-3, 4 y 5-6, con longitud envolvente de unos 7,5 km, lo que podría arrojar unas cifras de 10-12 minutos por circulación considerando velocidades de circulación de unos 60-80 km/h, más tiempos de parada, cambios de desvíos, tiempos necesarios asociados a la operación, holguras, etc.

Es decir, que considerando 16 horas de operación diarias y con los anchos mixtos que fuesen necesarios, estaríamos con una capacidad de 80-96 circulaciones diarias en total en ambos sentidos, ya fuese con origen en ancho estándar o en ancho ibérico.

Y si consideramos 20 horas, pensando en circulaciones parciales nocturnas, estamos ante una capacidad de 100-120 circulaciones diarias en ambos sentidos.

Esta primera estimación, para saber de dónde se parte en origen, es con la suposición de poder mezclar tráfico mediante ancho mixto en las zonas que fuese necesario, pero considerando siempre vía única, tal y como funciona el corredor actualmente, excepto en la parte final de entrada a Plaza.

Antes de analizar los tráfico, que es la gran clave del estudio, se describen las instalaciones de La Cartuja y Río Huerva, que podrían desempeñar un papel importante según qué alternativas se planteen.

ESTACIÓN LA CARTUJA

Se ubica en el P.K. 349+590 de la línea Madrid-Zaragoza-Barcelona, a la salida de Zaragoza por su lado este. Por su cabeza lado Oeste accede una vía de ancho ibérico procedente de Zaragoza, y por su cabeza lado Este continúa la línea de ancho ibérico hacia Caspe como prolongación de la vía 1. De manera inmediata a la salida de la Estación, se bifurca la vía de ancho ibérico hacia Plaza como prolongación de la vía 2.

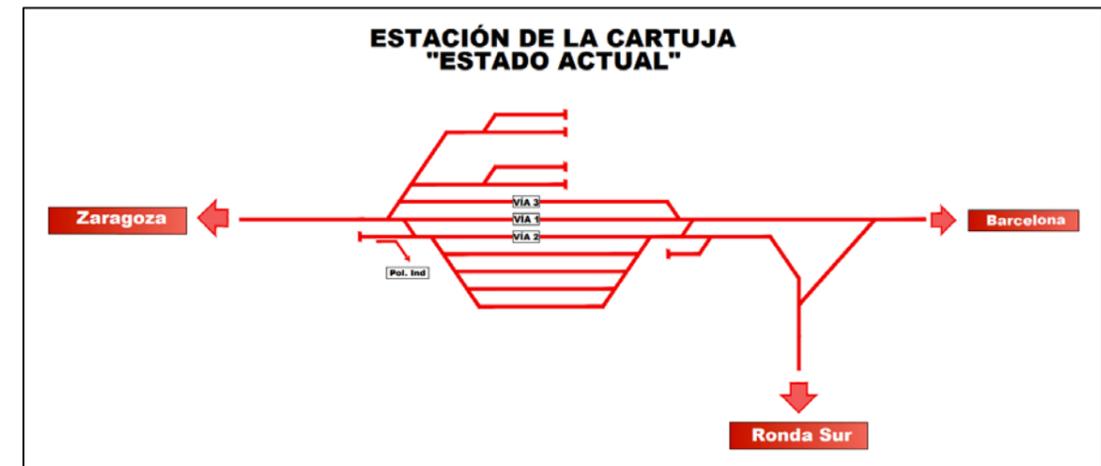
Figura 3-1. Ubicación territorial La Cartuja.



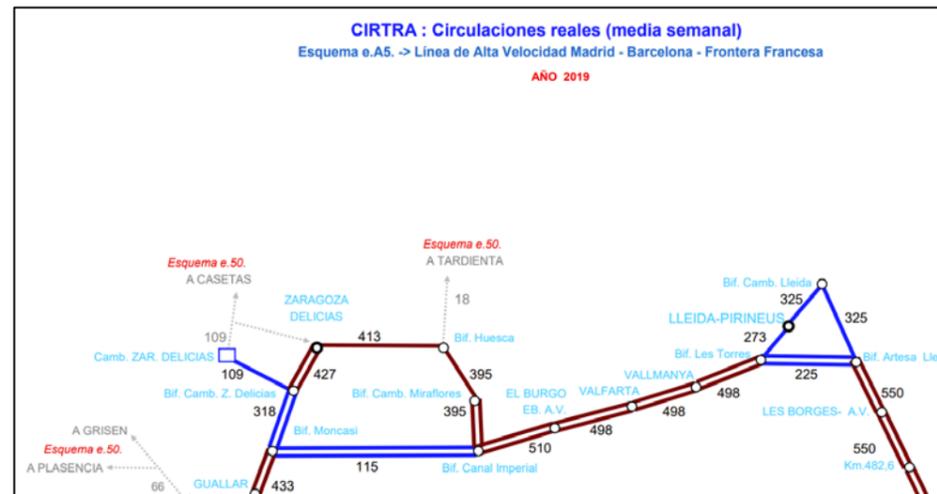
La estación está dotada de las siguientes vías, tal y como se recoge en el siguiente esquema de vías:

- Seis vías vivas de apartado: una en el lado impar, vía 3, y cinco en el lado par, vías 2, 4, 6, 8 y 10. La vía de apartado 3 tiene una longitud de 559 metros, y las vías 2 y 4 tienen una longitud de 460 y 391 metros respectivamente.
- Cuatro vías en fondo de saco en el lado impar de la estación.
- Dos vías en fondo de saco en el lado par, una en la cabecera Este y otra en la cabecera Oeste. En la vía del lado Este se sitúa la derivación particular al Polígono Industrial de la Cartuja.

Figura 3-2. Esquema de vías actual de la Cartuja.



**Figura 3–5. Circulaciones medias semanales año 2019 en la RAF de Zaragoza.
Ancho estándar.**



Cruzando estos datos con la tabla 3-1, tenemos los siguientes datos básicos:

Zona 1. Líneas Zaragoza Huesca. 18 circulaciones en ancho estándar + 265 en ancho ibérico en vía única.

Zona 2. Nudo Miraflores. 147 en ancho ibérico en vía única.

Zona 3. Miraflores – La Cartuja. 224 en ancho ibérico en vía única.

Zona 4. La Cartuja – Apartadero río Huerva. 241 en ancho ibérico en vía única (1).

Zona 5. Río Huerva – Bifurcación Teruel. 241 en ancho ibérico en vía única.

Zona 6. Bifurcación Teruel – entrada Plaza. 303 en ancho ibérico en vía doble (2).

(1) Debido al triángulo de conexión en vía única en ancho ibérico a la salida de la Estación de La Cartuja, hay un subtramo de unos 800 metros con 143 circulaciones, pero dimensionan las 241.

(2) Debido el triángulo de conexión en vía doble en ancho ibérico a la entrada de Plaza, hay dos subtramos de unos 2,6 y 2,0 km con 103 y 266 circulaciones, pero dimensionan las 303.

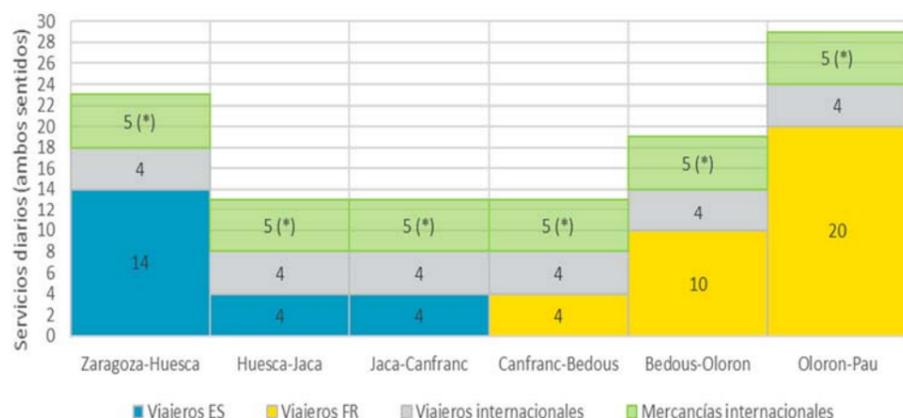
Con este primer análisis de lo existente hoy en día, tenemos dos primeras conclusiones:

- Los dos tramos considerados en la zona La Cartuja-Apartadero Río Huerva-Bifurcación Teruel, de 7,58 y 5,3 km son teóricamente los 2 tramos más restrictivos en cuanto a capacidad, incluso probablemente futura, tanto por circulaciones como por longitud.
- Aunque bien es cierto que, si no se produce traspaso de material rodante de viajeros de ancho ibérico a ancho estándar, la zona 1 puede ser incluso más restrictiva, si es que se plantean alternativas funcionales que se apoyen parcialmente con ancho mixto en dicha zona. Dado que los datos a día de hoy no hablan de este traspaso, esta zona podrá ser también de las más limitantes.
- Las 18 circulaciones en ancho estándar que vienen de Huesca no tienen incidencia directa sobre el estudio (sí la pueden tener de manera indirecta sobre su inserción en la malla que conecta sobre la malla adyacente en según qué alternativas), ya que son todas de viajeros y entran todas a Zaragoza.

Queda por tanto analizar los tráficos futuros y su desglose según tipología, lo que va a servir de base para el análisis funcional de las alternativas planteadas y para el estudio de capacidad.

De acuerdo con los antecedentes descritos en otros documentos del estudio general, y dentro de los primeros, los relativos a los estudios de convergencia, la previsión de tráfico futuro en la línea internacional Zaragoza-Pau es la que se recoge en la siguiente figura:

Figura 3-6. Tráficos ferroviarios – número de trenes. Escenario de Máximos Año 2050 (Fuente: Estudios de convergencia. Informe C. Previsión de tráfico ferroviarios)



También citan los antecedentes que el tráfico de mercancías internacionales sería de 34 semanales en ambos sentidos, frente a los 5 diarios, siendo la capacidad de la futura línea apta para permitir circular 6 trenes de mercancías por día, es decir, un potencial máximo de 42 circulaciones semanales. Entendemos que este dato recogerá un estudio de instalaciones de cruce, contemplando adicionalmente el estudio 18 trenes de viajeros diarios en ambos sentidos.

En cuanto a los tráfico en ancho ibérico antes desglosados por tramos en la figura 3-4, se analiza a continuación el desglose actual según tipología, no existiendo a día de hoy estudios al respecto de posibles crecimientos. Se ha trabajado un esquema de vías recogido en la figura 3-7, en el que se desglosan las circulaciones según la siguiente tipología:

- Larga Distancia.
- Media Distancia.
- Cercanías.
- Mercancías.
- Circulaciones de servicio.

Del análisis de la figura, se puede extraer como dato importante que los trenes de viajeros, sometidos a unos horarios más rígidos que los de mercancías y servicios, representan una cantidad baja, el 28% de las circulaciones.

En consecuencia, para el análisis funcional en detalle de las alternativas que se planteen, es importante analizar no sólo el número total de circulaciones, sino la tipología. En este sentido, aun siendo la Cartuja-Bifurcación de Teruel el tramo más cargado con 241 circulaciones en vía única, sólo 28 corresponden a viajeros, por lo que no hay que perder de vista otros 2 tramos diferentes, que probablemente marquen las mayores limitaciones:

- Miraflores-La Cartuja, con 76 circulaciones de viajeros frente a las 224 totales, un 34%. Además, es un tramo con 2 extremos complicados o al menos con singularidades, como son el triángulo en vía única por el lado Zaragoza, y la propia Estación de La Cartuja por el lado Barcelona.
- Miraflores-Cogullada, 265 circulaciones totales y 120 de viajeros, lo que representa un 45%. Zona con límite el inicio del triángulo en vía única y zona de posible apoyo de circulaciones en ancho mixto según las alternativas planteadas.

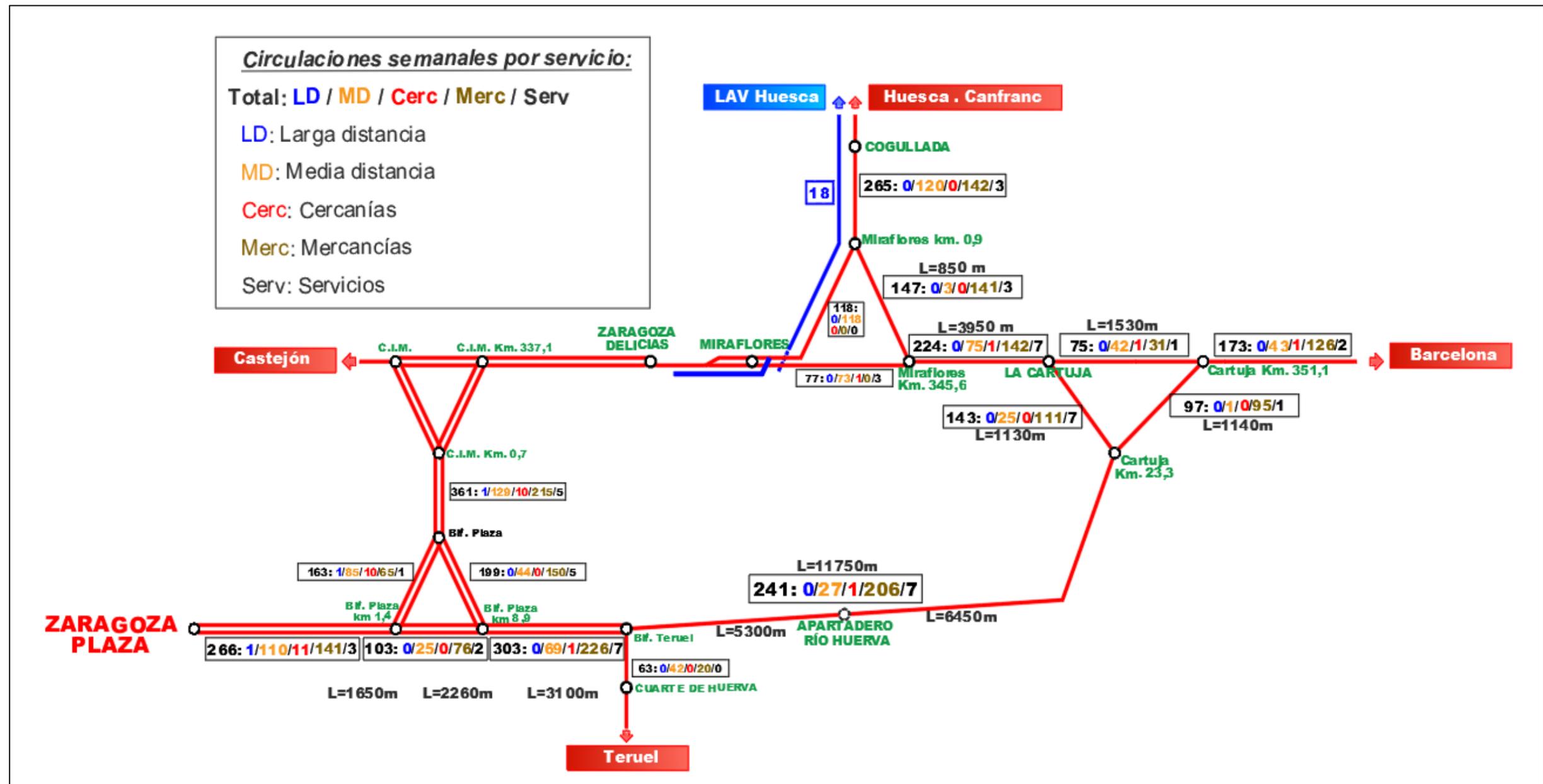
Como estimación y conclusión inicial, si tomamos la capacidad estimada en el apartado 3.1 para la vía en ancho ibérico, 80 circulaciones día, y la comparamos con la suma de las 40 actuales diarias ($\approx 265/7$) más los 5 trenes de mercancías de ancho estándar que corresponden a un tráfico a futuro a largo plazo, queda aparentemente una capacidad residual bastante alta para los tráfico en ancho ibérico, prácticamente un 100%. Todo ellos considerando la remodelación que sea necesaria para la implantación en ancho mixto, pero sin considerar “más vías”.

A modo de resumen, se incluyen las cifras de circulaciones mencionadas hasta ahora en la **Tabla 3-2**.

Tabla 3-2. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza.

Tramo	Circulaciones totales año 2019							
	Circulaciones estándar semanal	Circulaciones ibérico diarias	Circulaciones ibérico semanal	LD	MD	CERC	MERC	SERV
1 Zaragoza-Huesca	18	38-40	265	0	120	0	142	3
2 Nudo Miraflores		21	147	0	3	0	141	13
3 Miraflores-Cartuja		32	224	0	75	1	142	7
4 La Cartuja-Apartadero río Huerva		34	241	0	27	1	206	7
5 Río Huerva-Bifurcación Teruel		34	241	0	27	1	206	7
6 Bifurcación Teruel- entrada Plaza (en vía doble)		44 en vía doble	303 en vía doble	0	69	1	226	7

Figura 3-7. Circulaciones medias semanales por tipo de tráfico año 2019 en la RAF de Zaragoza.



3.3. Prognosis

Para completar el análisis de tráfico, y a falta de estudios de demanda al respecto, es necesario plantear un escenario futuro que recoja alguna hipótesis para el tráfico de mercancías en ancho ibérico en el entorno de la actuación.

Cabe decir al respecto que esta estimación depende de factores imposibles de controlar, ni tan siquiera con variables macroeconómicas, puesto que el tráfico de mercancías no evoluciona de la misma manera que el de viajeros, y decisiones de operadores según qué variables, pueden provocar descenso de tráfico de mercancías, aunque la tendencia general sea alcista.

Además, no sólo se trata de la variable incremento de toneladas transportadas, y además en un tramo muy específico, sino del número de trenes, que es lo que realmente importa en el presente estudio. Quiere esto decir que puede haber un aumento significativo de tráfico de mercancías, y no sea necesario un incremento de trenes.

Todo lo anterior nos puede servir para, considerando un escenario de 30 años, proponer un incremento anual acumulado del 1% (hipótesis a priori conservadora, aunque más adelante se obtienen conclusiones para otros crecimientos), que con alta probabilidad podemos afirmar que puede ser una clara envolvente de lo que pueda suceder en un futuro. En base a ello, tenemos un incremento del 35% total sobre la base actual, lo cual nos da las siguientes cifras de circulaciones de mercancías semanales según los tramos analizados:

Zona 1. Líneas Zaragoza Huesca. 142 actuales y 192 futuros.

Zona 2. Nudo Miraflores. 141 actuales y 190 futuros (se toma el anterior y el siguiente).

Zona 3. Miraflores – La Cartuja. 142 actuales y 192 futuros.

Triángulo La Cartuja: (111 actuales y 150 futuros) - (95 actuales y 128 futuros)

Zona 4. La Cartuja – Apartadero río Huerva. 206 actuales y 278 futuros.

Zona 5. Río Huerva – Bifurcación Teruel. 206 actuales y 278 futuros.

Zona 6. Bifurcación Teruel – entrada Plaza. 226 actuales y 305 futuros.

En la **Tabla 3-3** se resume la prognosis de circulaciones de mercancías

Tabla 3-3. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza

		Estimacion circulaciones mercancías 2050				
		Circulaciones estandar diarias	Circulaciones mercancías diarias	Circulaciones estandar semanales	Circulaciones ibérico semanales	Circulaciones ibérico diarias
1	Zaragoza-Huesca	23	5	161	192	27
2	Nudo Miraflores				190	27
3	Miraflores-Cartuja				192	27
4	La Cartuja-Apartadero río Huerva				278	40
5	Río Huerva-Bifurcacion Teruel				278	40
6	Bifurcacion Teruel- entrada Plaza (en vía doble)				305	44

3.3. Prognosis

Para completar el análisis de tráfico, y a falta de estudios de demanda al respecto, es necesario plantear un escenario futuro que recoja alguna hipótesis para el tráfico de mercancías en ancho ibérico en el entorno de la actuación.

Cabe decir al respecto que esta estimación depende de factores imposibles de controlar, ni tan siquiera con variables macroeconómicas, puesto que el tráfico de mercancías no evoluciona de la misma manera que el de viajeros, y decisiones de operadores según qué variables, pueden provocar descenso de tráfico de mercancías, aunque la tendencia general sea alcista.

Además, no sólo se trata de la variable incremento de toneladas transportadas, y además en un tramo muy específico, sino del número de trenes, que es lo que realmente importa en el presente estudio. Quiere esto decir que puede haber un aumento significativo de tráfico de mercancías, y no sea necesario un incremento de trenes.

Todo lo anterior nos puede servir para, considerando un escenario de 30 años, proponer un incremento anual acumulado del 1% (hipótesis a priori conservadora, aunque más adelante se obtienen conclusiones para otros crecimientos), que con alta probabilidad podemos afirmar que puede ser una clara envolvente de lo que pueda suceder en un futuro. En base a ello, tenemos un incremento del 35% total sobre la base actual, lo cual nos da las siguientes cifras de circulaciones de mercancías semanales según los tramos analizados:

Zona 1. Líneas Zaragoza Huesca. 142 actuales y 192 futuros.

Zona 2. Nudo Miraflores. 141 actuales y 190 futuros (se toma el anterior y el siguiente).

Zona 3. Miraflores – La Cartuja. 142 actuales y 192 futuros.

Triángulo La Cartuja: (111 actuales y 150 futuros) - (95 actuales y 128 futuros)

Zona 4. La Cartuja – Apartadero río Huerva. 206 actuales y 278 futuros.

Zona 5. Río Huerva – Bifurcación Teruel. 206 actuales y 278 futuros.

Zona 6. Bifurcación Teruel – entrada Plaza. 226 actuales y 305 futuros.

En la **Tabla 3-3** se resume la prognosis de circulaciones de mercancías

Tabla 3-3. Esquema de vías actual de la RAF de Zaragoza

		Estimacion circulaciones mercancías 2050				
		Circulacione s estandar diarias	Circulacione s mercancías diarias	Circulacione s estandar semanales	Circulacione s ibérico semanales	Circulacione s estandar diarias
1	Zaragoza-Huesca	23	5	161	192	27
2	Nudo Miraflores				190	27
3	Miraflores-Cartuja				192	27
4	La Cartuja-Apartadero río Huerva				278	40
5	Río Huerva-Bifurcacion Teruel				278	40
6	Bifurcacion Teruel- entrada Plaza (en vía doble)				305	44

4. VARIABLES A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO FUNCIONAL

Antes de analizar las variables, es importante recalcar de nuevo el objetivo principal del estudio, que es conseguir que los trenes de mercancías de ancho estándar procedentes de la vía única de Pau-Huesca entren a la plataforma logística de Zaragoza Plaza en dicho ancho.

Analicemos por lo tanto las siguientes variables:

- Número de corredores.
- Tráfico.
- Número de vías.
- Anchos de vía.
- Cantones e instalaciones existentes o posibles futuras.

Número de corredores

Otra premisa fundamental del estudio es utilizar la circunvalación actual en ancho ibérico de la RAF de Zaragoza por el lado Este para implantar las soluciones pertinentes para el ancho estándar.

Esto quiere decir que independientemente del ancho de vía, vamos a tener un único corredor donde coexistirán vías de ancho ibérico/vías de ancho estándar/vías de ancho mixto.

Tráfico ferroviario

Analizado en apartado 3.2, el resumen es que se han de gestionar, para ambos sentidos de circulación, 5 trenes de mercancías al día en ancho estándar (dato a largo plazo) y un máximo de 40 circulaciones de mercancías al día en ancho ibérico (dato actual para el tramo más cargado).

Son datos que encajan con una operación en vía única, aunque es necesario cruzarlos con las instalaciones existentes, con las mallas de circulación y con posibles cizallamientos.

Adicionalmente, se analiza un hipotético tráfico creciente futuro de mercancías en ancho ibérico, que supone para los tramos más cargados, 45 circulaciones diarias en ambos sentidos.

Número y ancho de vías

El número de vías deberá ir asociado al tráfico y a la capacidad.

Para el ancho ibérico a día de hoy, tenemos una vía única en gran parte del corredor. En concreto, si consideramos 25.690 metros de corredor (considerando 1 km desde Miraflores a Cogullada), 18.680 son de vía única (73%) y 7.010 son de vía doble (27%), los ya mencionados desde Bifurcación Teruel hasta Plaza.

Y para el ancho de vía estándar, a falta de plantear soluciones, partimos de un invariable, que es una vía única con 23 circulaciones diarias en ambos sentidos, de las cuales 5 de ellas son mercancías, dirigiéndolas a Plaza.

Una primera conclusión ya parece muy clara de cara a plantear alternativas: el ancho estándar no necesita una doble vía, ni siquiera pensando en un trasvase a muy largo plazo de trenes de mercancías en ancho ibérico (que implica además, entre otras cosas, una remodelación integral de la red mucho más allá de este estudio), ya que las 23 circulaciones diaria futuras suponen 2 trenes/hora en la denominada en el estudio "Zona 1. Zaragoza-Huesca" que se convierten en 5 circulaciones diarias (mercancías) en el ámbito completo del estudio, desde el Nudo de Miraflores hasta Plaza, por lo que es obvio que la vía única es suficiente.

Por lo tanto, sabemos ya que en cualquier solución que se plantee pasaría por descartar la vía doble en ancho estándar.

Volviendo a la vía en ancho ibérico, y con las consideraciones estimadas en cuanto a capacidad de apartados anteriores, no parece a día de hoy que estemos en una situación con riesgo de saturación de la capacidad de la línea. En todo caso, hay que tener en cuenta los siguientes 3 factores:

- No se va a plantear un escenario que empeore la situación actual, al menos de manera significativa.
- No existen datos de tráfico futuros a excepción de los Estudios de convergencia, aunque bien es cierto que hay margen en cuanto a capacidad. En todo caso, se analizan de manera adicional las alternativas considerando las hipótesis estimadas de crecimiento de tráfico de mercancías en ancho ibérico.

- Hay que tener en cuenta la opinión del propietario de la infraestructura. A este respecto, y según reuniones mantenidas, el tramo entre La Cartuja y Miraflores es el que aporta mayor incertidumbre en la gestión de la vía única.

Cantones e instalaciones existentes o posibles futuras.

Las estaciones o apartaderos del corredor que permiten el cruce de trenes son La Cartuja y el Apartadero Río Huerva. Su situación dentro del corredor permite cantonarlo de la siguiente manera:

- Zona Miraflores – La Cartuja. 5800 m
- La Cartuja – Apartadero Río Huerva 7580 m
- Apartadero Río Huerva – Zona Bifurcación Teruel 5300 m
- Zona Bifurcación Teruel – Zaragoza Plaza 7010 m

La situación relativa de las instalaciones y, por lo tanto, los cantones resultantes, permiten capacidades en vía única de unas 80 circulaciones diarias al menos, por lo que se puede concluir desde ya que no van a ser necesarias más zonas de cruce de trenes, ni a corto ni a medio plazo. Esta premisa es válida si se plantean alternativas de no duplicar vía.

No obstante, y adelantándonos a las alternativas planteadas en el siguiente apartado, es necesario realizar una segunda hipótesis en cuanto a distribución de cantones, consistente en eliminar el Apartadero del Río Huerva, lo que nos introduce un cantón envolvente de 12.85 km, lo que a su vez nos arroja una capacidad de 60 circulaciones si consideramos velocidad de 60 km/h y operación durante 16 de las 24 horas. Es decir, números acordes con la cifra de unos 70-80 circulaciones que saturan una vía única, cifras a las que se podría llegar como número máximo.

CONCLUSIONES

El corredor de implantación de las vías es único y es el que marca la vía única actual en ancho ibérico.

Dadas las 40 circulaciones estandar totales diarias actuales en el tramo Zaragoza-Huesca, y las 45 futuras estimadas en ancho ibérico, además de las 5 futuras en ancho estándar, parece claro que el número de vías a plantear en las alternativas será de 1 ó 2, pero en ningún caso 3 por ser claramente innecesarias.

Por lo tanto, y dado que en las 1 ó 2 vías que se planteen han de circular trenes en ancho estándar, sólo se pueden plantear metodológicamente 3 soluciones:

- Vía única en ancho mixto.
- Corredor de 2 vías, 1 en ancho ibérico y 1 ancho estándar.
- Corredor de 2 vías, 1 en ancho ibérico y 1 en ancho mixto, lo que supone duplicar adicionalmente la vía en ancho ibérico.

La primera alternativa se descartó en la Fase 1, porque además de ser la alternativa con menor capacidad, es compleja su compatibilidad con la duplicación de la Bifurcación a Teruel que se está proyectando.

Por lo tanto, tenemos 2 alternativas a estudiar, denominadas A y B. A partir del planteamiento teórico descrito, también sería posible fasear las alternativas por cantones o por zonas más complejas o caras en cuanto a inversión de obra.

Por último, en la zona desde Bifurcación Teruel a Zaragoza Plaza, con una vía doble actual ya existente, parece claro, dado el planteamiento anterior, que la solución invariable a cualquier alternativa pasa por pasar de la vía doble de ancho ibérico actual a una vía en ancho ibérico y otra en ancho mixto.

5. ALTERNATIVAS FUNCIONALES PLANTEADAS EN FASE I

De acuerdo con el análisis funcional realizado, y en base a otras variables del propio estudio general, como pueden ser el trazado, la viabilidad de la implantación territorial, etc., se han planteado una serie de alternativas que responden al planteamiento funcional general.

En concreto, se plantean 2 alternativas funcionales, de menor a mayor capacidad, cuya caracterización general es la siguiente:

ALTERNATIVA A. DUPLICACIÓN DE VÍA CON ANCHO ESTÁNDAR

Esta alternativa responde al primero de los planteamientos del análisis funcional, y propone una vía adicional en ancho estándar entre el nudo de Miraflores y la Bifurcación de Teruel.

Los tráficos a considerar son los existentes o futuros en ancho ibérico, 40 o 45, a los cuales hay que añadir 5 trenes de mercancías al día en ancho estándar, que comparten vía con los anteriores en algunas zonas, como se puede observar en el siguiente esquema.

La zona inicial, que comprende el primer kilómetro de Miraflores-Cogullada, y el triángulo de Miraflores, se resuelve mediante un cizallamiento de vías que se produce en la zona de vía de ancho ibérico desde Miraflores hacia el Norte, tramo en el que confluyen las siguientes circulaciones semanales:

- Circulaciones Zaragoza-Huesca en ambos sentidos en ancho ibérico, 118 actuales.
- Circulaciones Huesca-La Cartuja en ambos sentidos en ancho ibérico, 147 actuales.
- Circulaciones Huesca-La Cartuja en ambos sentidos en ancho estándar, 35 futuras de mercancías.
- A estas circulaciones, y como complemento adicional al estudio, habría que sumar las circulaciones futuras de mercancías. A las 265 circulaciones en ancho ibérico (118+147), habría que sumar otras 50 adicionales por el crecimiento de mercancías.

Se ha considerado una longitud de 1000 metros para esta zona, en la que es necesario implantar un escape de ancho mixto al inicio, y un escape en ancho ibérico al final.

Este cizallamiento se plantea dada la total imposibilidad territorial de cruzar a distinto nivel las vías de diferente ancho, en una zona en la que se ubica, no olvidemos, el triángulo de conexión en ancho ibérico Zaragoza-Huesca-Barcelona.

A continuación, ya con las dos vías de ancho ibérico y estándar, destaca como punto singular la estación de La Cartuja, en la cual es necesario remodelar anchos y aparatos de vía, como se analiza posteriormente con mayor detalle.

Posteriormente se ubica el Apartadero del Río Huerva. Como se aprecia en el esquema, se ha eliminado, ya que su configuración actual, con los desvíos en curva, obligaría a realizar una circunvalación de la nueva vía estándar en ese entorno, ante la imposibilidad de hacer coincidir el nuevo trazado estándar con la vía de apartado ibérica (que pasaría a ser mixta) por la complejidad de los desvíos mixtos en ancho mixto.

Parece lógico no consumir territorio y sí disponer ambas vías en paralelo, y sólo una conclusión contundente en cuanto a capacidad, que recordemos que aumentamos el cantón al eliminar el Apartadero como se ha explicado anteriormente, obligaría a retomar el conservar el Apartadero y plantear variante en dicha zona para la vía estándar. En todo caso, la posibilidad está ahí.

Figura 5-1. Esquema de vías Alternativa A.

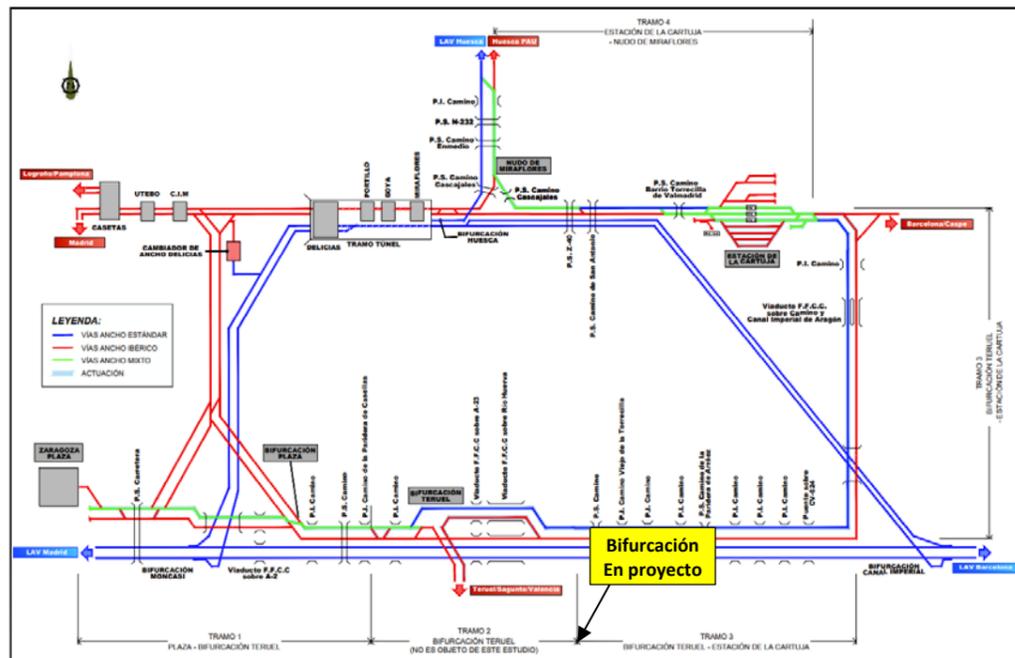


Tabla 5-1. Tramificación funcional Alternativa A.

ZONA	VÍAS	LONGITUD
Zona Cogullada - Miraflores	1 vía en ancho mixto	1000 m
Nudo Miraflores	1 vía en ancho mixto	850 m
Miraflores – La Cartuja	1 vía en ancho estándar 1 vía en ancho ibérico	3950 m
La Cartuja – Zona Bifurcación Teruel	1 vía en ancho estándar 1 vía en ancho ibérico	12880 m
Zona Bifurcación Teruel – Zaragoza Plaza	1 vía en ancho mixto 1 vía en ancho ibérico	7010 m

ALTERNATIVA B. DUPLICACIÓN DE VÍA CON ANCHO MIXTO

Esta alternativa propone una vía adicional en ancho mixto entre el nudo de Miraflores y la Bifurcación de Teruel.

La zona inicial que comprende el primer kilómetro de Miraflores-Cogullada y el triángulo de Miraflores se resuelve igual que en la alternativa A, al igual que los últimos 7 km.

La zona intermedia entre el nudo de Miraflores y la Bifurcación de Teruel se resuelve con idéntica infraestructura que en la alternativa A, pero proponiendo una vía de ancho mixto.

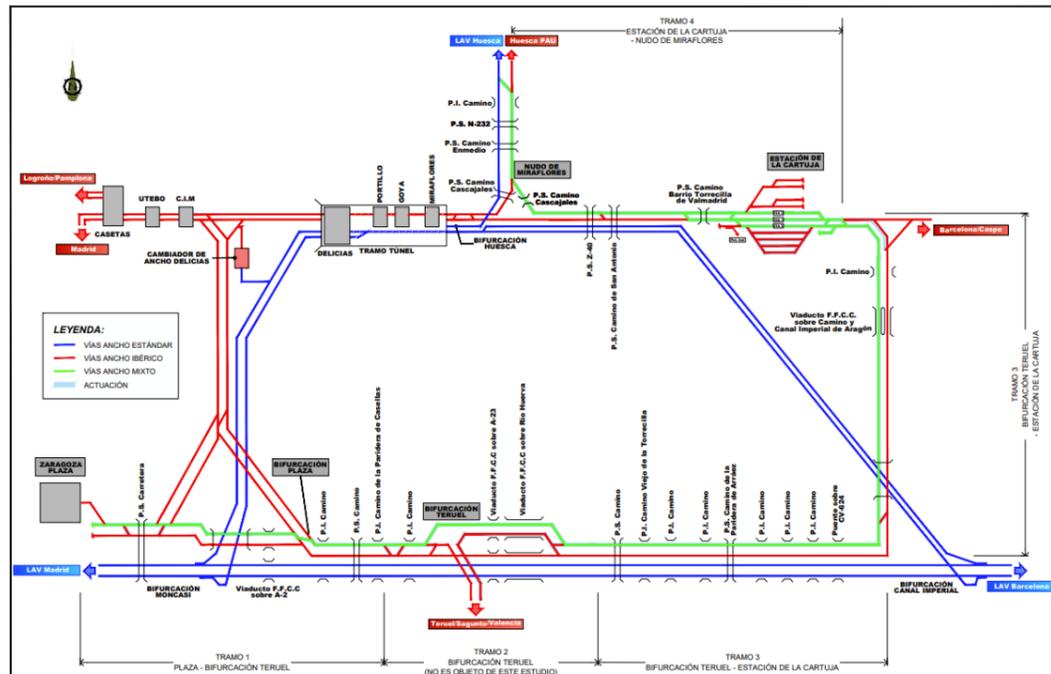
De esta manera, salvo en la zona inicial en la que es inevitable un tramo de vía única y cizallamiento entre las vías de ancho ibérico y estándar, esta alternativa se apoya en una vía doble de ancho ibérico y una vía única en ancho estándar.

En la zona de la Bifurcación a Teruel ya se ha representado la variante que supone la duplicación, lo que implica que la vía en ancho estándar debe “circunvalar” esta nueva vía en fase de proyecto.

Por último, entre Plaza y Bifurcación Teruel se mantiene la doble vía actual, aunque una de ellas pasa a ancho mixto, la situada más al norte, por dos motivos: implica menos “cruces” de la vía en ancho mixto con respecto a la vía ibérica, y además, es la vía directa de entrada a Zaragoza Plaza.

La tramificación queda de la siguiente manera:

Figura 5-2. Esquema de vías Alternativa B.



La tramificación queda de la siguiente manera:

Tabla 5-2. Tramificación funcional Alternativa B.

ZONA	VÍAS	LONGITUD
Zona Cogullada - Miraflores	1 vía en ancho mixto	1000 m
Nudo Miraflores	1 vía en ancho mixto	850 m
Miraflores – La Cartuja	1 vía en ancho mixto 1 vía en ancho ibérico	3950 m
La Cartuja – Zona Bifurcación Teruel	1 vía en ancho mixto 1 vía en ancho ibérico	12880 m
Zona Bifurcación Teruel – Zaragoza Plaza	1 vía en ancho mixto 1 vía en ancho ibérico	7010 m

CONSIDERACIONES FUNCIONALES ADICIONALES PARA LAS ALTERNATIVAS

Del análisis anterior, se puede observar lo siguiente:

- La zona inicial conformada por los subtramos Cogullada-Miraflores y Nudo de Miraflores es común a las dos alternativas, porque el binomio territorio/trazado es incompatible con plantear otra solución. Se trata de 1850 metros de vía en ancho mixto.
- La zona final Bifurcación Teruel-Zaragoza Plaza es común también a las dos alternativas, puesto que no tiene sentido introducir una tercera vía. Se trata de 7 km de corredor compuesto por 1 vía de ancho ibérico y 1 vía en ancho mixto.
- La situación relativa de la vía en ancho estándar o en ancho mixto con respecto a la vía en ancho ibérico en las 2 alternativas, viene motivada por la implantación territorial / trazado o por un mejor encaje funcional, por ejemplo:
 - ◆ En la zona inicial de Miraflores hasta la Cartuja, la nueva vía se ubica al norte, ya que otra disposición, aparte de implicaciones de implantación territorial, obligaría al cruce de ambas vías del corredor, a todas luces innecesario.
 - ◆ Desde la Cartuja a la Bifurcación de Teruel, el nuevo trazado se ubica por la margen contraria. Otra disposición tendría compleja solución en el triángulo de salida de la estación de la Cartuja, siendo además la disposición del Apartadero del Río Huerva favorable a esta ubicación relativa entre vías, si es que fuese necesario replantearse su existencia.
 - ◆ La combinación de las 2 premisas anteriores provoca cruce teórico o cizallamiento de circulaciones en La Cartuja, en todo caso, punto de separación de cantones.
 - ◆ Desde Bifurcación Teruel a Plaza, la disposición de las vías se mantiene, por lo que la vía en ancho mixto continua al norte de la vía en ancho estándar.
 - ◆ Un resumen de lo expuesto se puede mostrar en la siguiente tabla

Tabla 5-3. Tramificación funcional alternativas

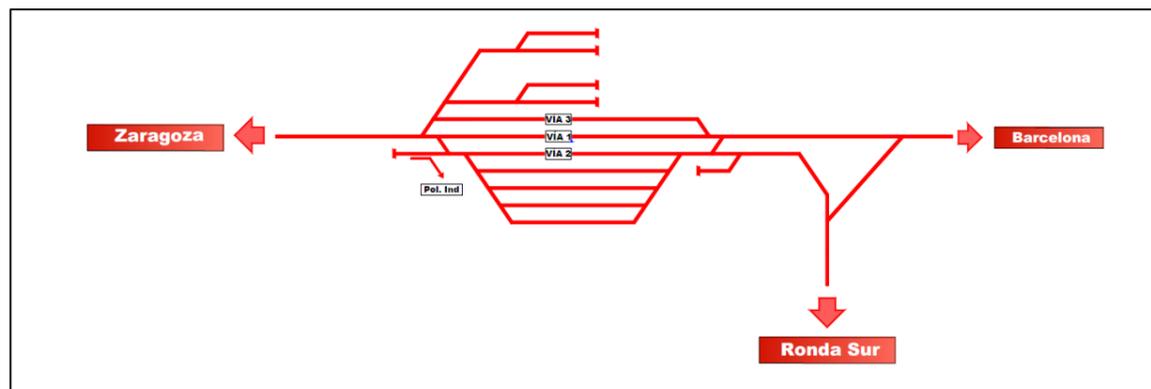
ZONA	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	LONGITUD
Cogullada – Miraflores y Nudo Miraflores	1 vía ancho mixto		1850 m
Miraflores – La Cartuja – Zona Bifurcación Teruel	1 vía ancho estándar 1 vía ancho ibérico	1 vía ancho mixto 1 vía ancho ibérico	16830 m
Zona Bifurcación Teruel – Zaragoza Plaza	1 vía ancho mixto 1 vía ancho ibérico		7010 m

Por último, hay que destacar las implicaciones que tienen las alternativas planteadas sobre las instalaciones existentes, es decir, sobre la Cartuja y el Apartadero Río Huerva, en especial sobre la primera. En efecto, las 2 alternativas implican introducir ancho mixto en las estaciones, tanto por el cambio de ubicación relativo descrito de las vías entre sí, como por pura flexibilidad en la operación.

El Apartadero del Río Huerva se elimina en un principio, salvo que el estudio de capacidad marque resultados que hagan imprescindible el mantenerlo para cruce de trenes.

Analicemos primero el esquema de vías actual de La Cartuja, de acuerdo con el siguiente esquema de vías:

Figura 5-3. Esquema de vías actual La Cartuja.



Existen una serie de implicaciones de trazado y de consideración de longitudes de vías útiles a considerar, descritas en el anejo correspondiente. Desde el punto de vista funcional, y de acuerdo con las diferentes reuniones mantenidas, son 2 las premisas importantes a cumplir:

- Se introduce un escape a la salida de la Estación que permita que las circulaciones que provengan de la Ronda Sur puedan acceder a la zona impar de la Estación.
- Dada la necesidad de implantar el ancho mixto en la estación, la base de partida es flexibilizar la futura operación, de tal manera que el cambio a ancho mixto no se ciña a la vía 1 general, sino que se haga extensivo a las vías adyacentes 2 y 3.
- Se propone un escape en ancho ibérico para que los trenes en ancho ibérico que circulen por la vía única en ancho mixto del nudo de Miraflores puedan acceder a todas las vías de La Cartuja.
- Igualmente, se propone un escape en ancho mixto para que los trenes en ancho estándar proveniente de Miraflores, puedan acceder a las vías pares mixtas de La Cartuja.

De acuerdo con estas premisas, los esquemas de vías para las 3 alternativas quedan como sigue:

Figura 5-4. Esquema de vías La Cartuja. Alternativa A.

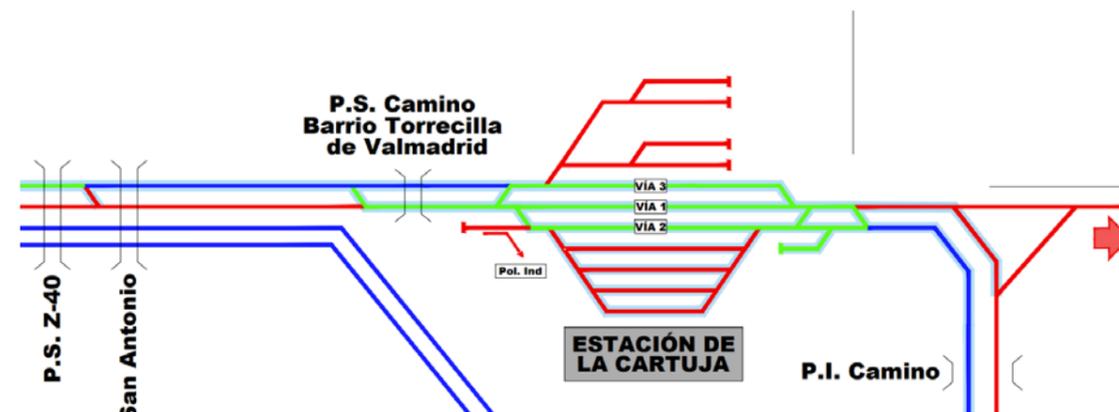
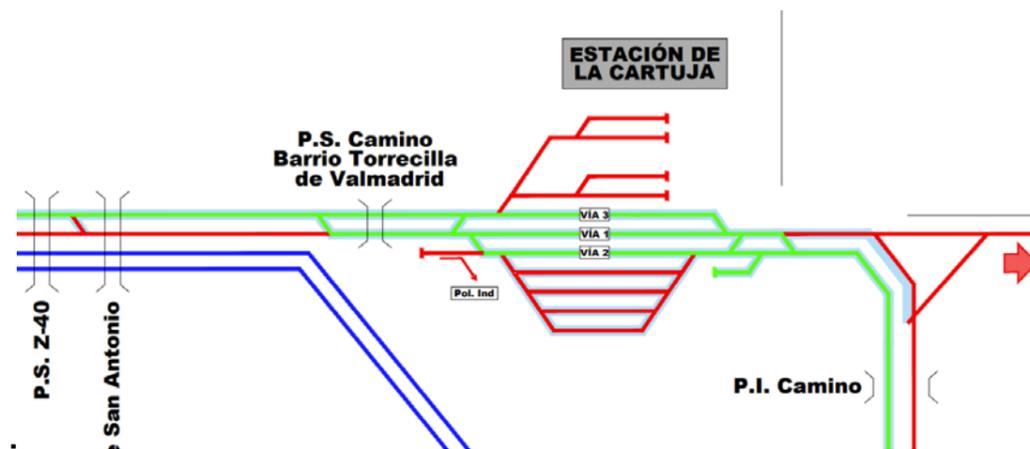


Figura 5-5. Esquema de vías La Cartuja. Alternativa B



De acuerdo con los esquemas, se observa que cualquiera de las circulaciones que venga de Zaragoza o de la Ronda Sur, bien en ancho ibérico, bien en ancho estándar, puede entrar a cualquiera de las 3 vías mencionadas, lo que sin duda facilita el cruce de trenes.

6. ANÁLISIS FUNCIONAL DE ALTERNATIVAS Y COMPARACIÓN

En el apartado anterior se ha realizado una descripción de detalle de las 2 alternativas planteadas, procediendo a continuación a profundizar en cuestiones como la operación, capacidad, debilidades, riesgos, etc.

6.1. Zonificación y tráfico a considerar

La Tabla 5-3 anterior resume bien la caracterización funcional de las alternativas, de acuerdo a una división por 3 tramos bien diferenciados:

ZONA COGULLADA- MIRAFLORES Y NUDO DE MIRAFLORES

Es una **zona configurada con una única solución para las 2 alternativas**, con una vía única de ancho mixto de 1850 metros, en la cual se debe gestionar en la zona más desfavorable (tramo Miraflores-Cogullada) 265 circulaciones actuales semanales de ancho ibérico y 34 circulaciones de ancho estándar diarias, con el siguiente desglose:

- 120 trenes de media distancia en ancho ibérico, es decir 18 diarios.
- 142 trenes de mercancías en ancho ibérico, 21 diarios.
- 3 trenes de servicios en ancho ibérico, 1 diario.
- 34 trenes de mercancías en ancho estándar, 5 diarios.

El total de circulaciones diaria asciende a 45 en ambos sentidos.

A estas circulaciones, y como complemento adicional al estudio, habría que sumar las circulaciones adicionales futuras de mercancías. A las 265 circulaciones en ancho ibérico (118+147), habría que sumar otras 50 adicionales por el crecimiento de mercancías, lo **que supone un incremento diario de mercancías de 7 trenes, 52 en total**

En la pata del Nudo de Miraflores se mantiene el tráfico en ancho estándar, pasando las 265 circulaciones a 147, por lo que el **total diario en este ancho pasa de 45 a 27.**

Con el adicional estimado de mercancías en ancho estándar, tenemos también un **adicional de 7 trenes diarios, 34 en total.**

ZONA MIRAFLORES - LA CARTUJA - APARATADERO RÍO HUERVA - BIFURCACIÓN TERUEL

Zona con 2 posibles opciones:

- 1 vía de ancho ibérico + 1 vía de ancho estándar (alternativa A).
- 1 vía de ancho ibérico + 1 vía de ancho mixto (alternativa B).

en la cual se debe gestionar un tráfico de 241+34 circulaciones en la zona más desfavorable, final del triángulo La cartuja hasta la Bifurcación de Teruel:

- 27 trenes de media distancia en ancho ibérico, es decir 4 diarios (**van en vacío**).
- 1 tren de cercanías en ancho ibérico, 0 diarios (**en vacío en todo caso**).
- 206 trenes de mercancías en ancho ibérico, 30 diarios.
- 7 trenes de servicios en ancho ibérico, 1 diario.
- 34 trenes de mercancías en ancho estándar, 5 diarios.

En la alternativa más desfavorable, las circulaciones de los dos anchos no suman, por lo que el total de circulaciones diarias máximo a gestionar es de 35 en ambos sentidos.

A estas circulaciones, y como complemento adicional al estudio, habría que sumar las circulaciones adicionales futuras de mercancías. A las 241 circulaciones en ancho ibérico, habría que sumar otras 72 adicionales por el crecimiento de mercancías, lo **que supone un incremento diario de mercancías de 10 trenes, 45 en total.**

En los subtramos Miraflores-La cartuja y salida de la Cartuja (zona triángulo), las circulaciones diarias pasan de 35 a 32 y 20 respectivamente, **39 y 26 con el incremento futuro de mercancías.**

ZONA BIFURCACIÓN TERUEL - ZARAGOZA PLAZA

Zona con propuesta de solución única, con una vía de ancho ibérico y una vía de ancho mixto, para una longitud total de 7010 metros. En los 3 subtramos en los que se subdivide, tenemos 337, 137 y 300 circulaciones semanales con el siguiente desglose para el más desfavorable:

- 69 trenes de media distancia en ancho ibérico, es decir 10 diarios (**van en vacío**).
- 1 tren de cercanías en ancho ibérico, 0 diarios (**en vacío**).
- 226 trenes de mercancías en ancho ibérico, 33 diarios.

- 7 trenes de servicios en ancho ibérico, 1 diario.
- 34 trenes de mercancías en ancho estándar, 5 diarios.

El total de circulaciones diaria asciende a 49 en ambos sentidos.

A estas circulaciones, y como complemento adicional al estudio, habría que sumar las circulaciones adicionales **futuras de mercancías, es decir. 79 trenes semanales en el tramo más cargado, 11 diarios.**

Los tres tramos desarrollados se resumen en la **Tabla 6-1.**

Tabla 6-1. Circulaciones por tramos.

	Circulaciones ibérico semanal	LD	MD	CERC	MERC	SERV	Circulaciones estandar semanales	
ZONA	Circulaciones ibérico diario	LD	MD	CERC	MERC	SERV	Circulaciones estandar diarias	Total circulaciones diarias actuales
Cogolludo – Miraflores y Nudo Miraflores	265	0	120	0	142	3	34	
	40	0	18	0	21	1	5	85
Miraflores – La Cartuja – Zona Bifurcación Teruel	241	0	27	1	206	7	34	
	35	0	4	0	30	1	5	35
Zona Bifurcación Teruel – Zaragoza Plaza	303	0	69	1	226	7	34	
	44	0	10	0	33	1	5	49

Para una mejor comprensión de todos los tráficos en la zona, se incluye la siguiente Tabla 6-3 más adelante.

A la vista de la zonificación según alternativas, parece lógico estudiar con mayor detalle la alternativa que ofrece capacidad más baja, es decir, la alternativa A, ya que es la que plantea dos vías únicas, en ancho estándar y ancho ibérico, mientras que la alternativa B plantea, a efectos de capacidad, una vía doble en ancho ibérico y una vía en ancho estándar.

No obstante, ambas alternativas tienen la zona inicial común, vía única en ancho mixto, que además soporta las mayores circulaciones en todo el ámbito del estudio, 52 diarias, por lo que probablemente será la zona más crítica.

En los próximos apartados se realizan simulaciones para obtener tiempos comerciales, para a continuación proponer y estudiar mallas de circulación, concluyendo con un análisis comparado de las 2 alternativas.

6.2. Simulaciones ferroviarias. Cantones y tiempos comerciales

Para realizar simulaciones, necesitamos analizar el trazado en planta y conocer qué velocidades de circulación se pueden desarrollar a lo largo de la alternativa. En la siguiente tabla se recogen los datos principales de trazado, así como los puntos singulares, y los cantones, todo ello para conocer las velocidades de circulación máximas.

Tabla 6-2. Síntesis de trazado, limitaciones de velocidad y cantones.

PK inicio	PK final	Radio	Vmáx. por curva	Vmáx. teórica adoptada	Zona / Observaciones
0			0	0	Salida Zaragoza Plaza
126	603	1700	155	80	
1690	2141	600	90	80	
2698	3765	3700	> 200	80	
3980			40	40	Zona desvío (300 m antes y después)
3980	4373	2500	190	80	
6600					Final de vía doble
4421	5263	7000	> 200	80	
10721	12940	7300	> 200	80	
11880	12770				Apartadero Río Huerva - 12+325
13267	14178	6500	> 200	80	
14253	16963	5750	> 200	80	
17088	17567	1050	120	80	
17879	18534	700	100	80	
18772	19359	250	60	50	Se limita la velocidad por peralte nulo
19400			40	40	Zona desvío (300 m antes y después)
19530	20130				Estación La cartuja - 19+830
20394	20925	1000	120	80	
23716	23827	1200	130	80	
23830					Zona desvío (300 m antes y después)
24011	24738	450-245-300	60	60	
24796	25191	410	75	75	
25430			40	40	Zona desvío (300 m antes y después)
25690			40	40	Punto final alternativa

Comentarios:

- Los PKs de inicio y final de las curvas incluyen las clotoides proyectadas.
- Se analiza primero la velocidad máxima por curva con valores máximos muy conservadores de peralte e insuficiencia, 100 y 75 mm respectivamente.
- Se añade otra columna con las velocidades máximas teóricas de circulación a introducir en el software de simulación, con un valor limitante de 80 km/h.
- Se distinguen 4 cantones en el caso de que al final haya que retomar la opción de conservar el apartadero del río Huerva:
 - Cantón 1: Zaragoza Plaza – Bifurcación Teruel.....0 a 6600
 - Cantón 2: Bifurcación Teruel – Apartadero Río Huerva.....6600 a 12325
 - Cantón 3: Apartadero Río Huerva – Estación La Cartuja.....12325 a 19830
 - Cantón 4: Estación La Cartuja – Zona Miraflores-Cogullada19830 a 25690
- Se distinguen 3 cantones en el caso de que no sea necesario conservar el apartadero del río Huerva. Así están planteadas de momento las alternativas A y B:
 - Cantón 1: Zaragoza Plaza – Bifurcación Teruel.....0 a 6600
 - Cantón 2: Bifurcación Teruel – Estación La Cartuja6600 a 19830
 - Cantón 3: Estación La Cartuja – Zona Miraflores-Cogullada19830 a 25690
- Se realizan una serie de observaciones a limitaciones de velocidad, asociadas a los triángulos y a las zonas de desvíos, algunas en principio conservadoras.

Con todo ello, se ha procedido a realizar las simulaciones teóricas y por consigna, obteniendo resultados simultáneos para ambas hipótesis de 3-4 cantones:

Figura 6-1. Simulación teórica sin paradas.



Figura 6-3. Simulación por consigna con paradas.

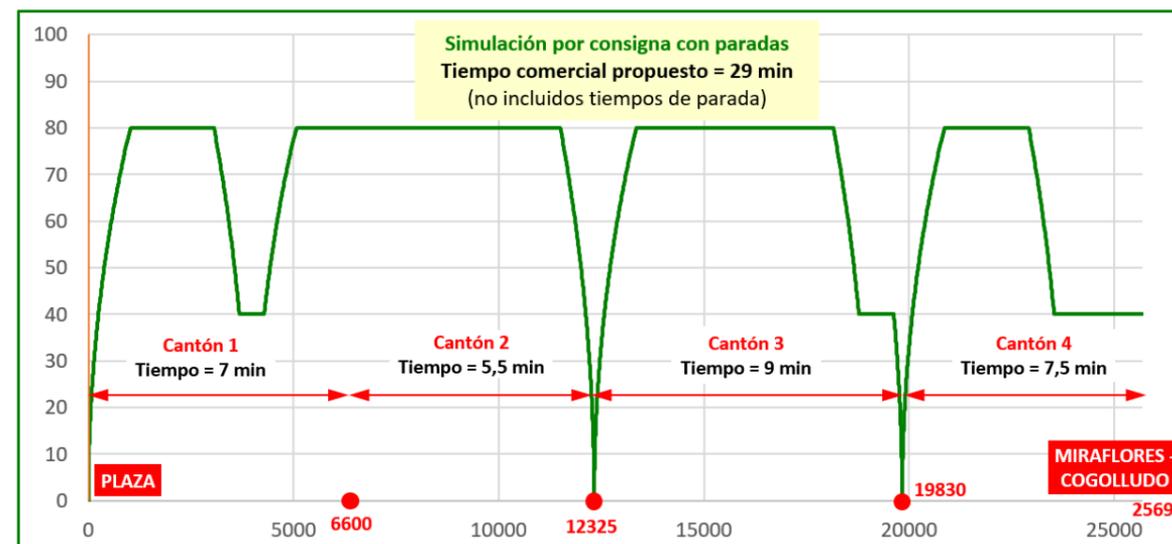
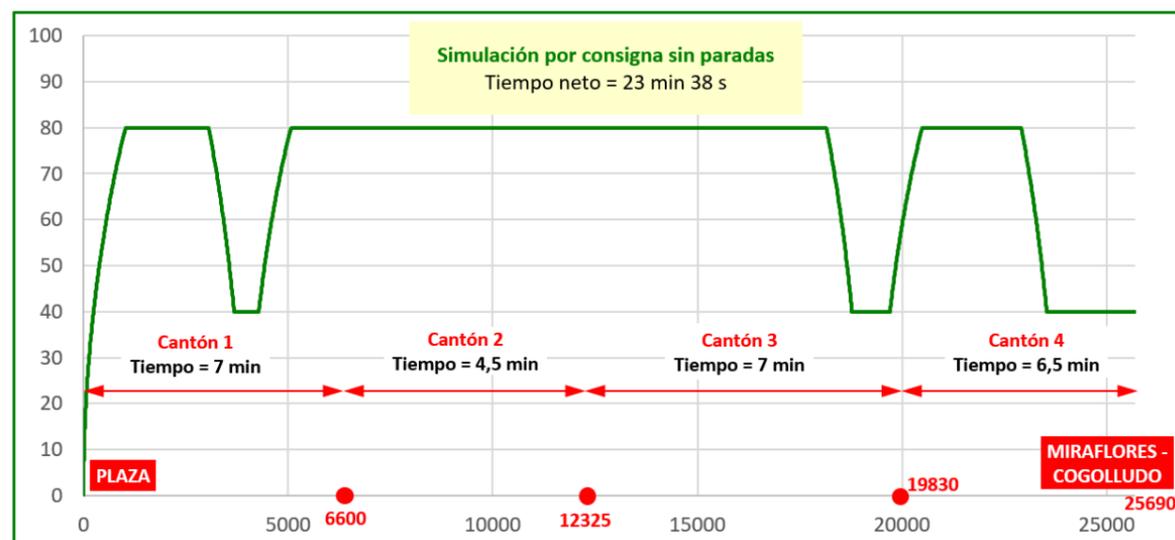


Figura 6-2. Simulación por consigna sin paradas.



En el caso que nos ocupa en que el apartadero del Río Huerva desaparece, tal y como están planteadas las alternativas A y B, se coge para el cantón Bifurcación Teruel-La cartuja un tiempo de 14.5 minutos, por lo que sé es conservador, ya que comparando Figura 6-2 y Figura 6-3, podríamos reducir dicho tiempo hasta los 13 min considerando parada en La Cartuja.

Es decir, que de manera general, las mallas se han generado cogiendo los tiempos obtenidos con paradas (incluso la probablemente inexistente del Río Huerva), porque en el caso de que la malla “demande” no parar la circulación, estamos introduciendo claras holguras en la malla.

6.3. Mallas de operación

Una vez obtenidos los tiempos por cantones, se pueden plantear mallas de operación. Para ello, se han de considerar los siguientes condicionantes:

- Se disponen de las circulaciones semanales por tramos y por tipología de tráfico, pero no se conocen los horarios.

- En todo caso, gran parte de las circulaciones no debería estar sujeto a un horario rígido asociado al tráfico de viajeros. En efecto, los únicos trenes con horario estricto deben ser los asociados al tramo Estación La Cartuja – Triángulo de Miraflores (lado Barcelona). Aunque indirectamente, también influyen en la malla los ramales Estación La Cartuja – Triángulo La Cartuja (lado Barcelona) y Triángulo de Miraflores (lado Huesca) – Cogullada.
 - Los trenes regionales desde Cartuja hasta Zaragoza Plaza van en vacío.
 - Para conocer el funcionamiento de la malla asociada al tramo objeto del estudio, es necesario estudiar las mallas asociadas a los 2 tramos que llegan/salen al tramo del estudio mediante sendos triángulos de conexión. Es decir, es necesario estudiar la malla desde Zaragoza Delicias y la malla que sale hacia Barcelona, ya que el encaje de estas mallas y la del tramo objeto del estudio es completamente dependiente.
 - Por ello, y en base a los estudios de simulación realizados anteriormente, y aunque no se conoce con detalle el trazado, ha sido necesario estimar unos tiempos comerciales asociados a dichos tramos.
 - ◆ Según esquema de la RAF de Zaragoza del que se dispone, Zaragoza Delicias se ubica en el 339+388, y Miraflores en el 344+103, que se puede considerar como “Vértice de Triángulo Miraflores (lado Zaragoza)”, tal y como se recoge en las mallas de explotación. Si a estos 4,7 km les sumamos otros 1,3 (redondeando al alza) hasta llegar a los 6 km, podemos afirmar que desde los vértices del triángulo de Miraflores, lados Huesca y Barcelona, hay una distancia de 6 km hasta Zaragoza Delicias, punto a partir del cual hay vía doble, que en realidad comienza antes por los aparatos de vía (otra holgura adicional). El trazado apenas tiene restricciones por él mismo, salvo en la zona del triángulo de Miraflores. Si consideramos una velocidad comercial de 60 km/h y le añadimos 1 m de holgura, obtenemos 7 minutos para cubrir esta distancia, que es la introducida en la malla para estas zonas.
 - ◆ Por otra parte, en la línea a Barcelona, se ha detectado que el primer punto de cruce importante se sitúa en Fuentes de Ebro, a una distancia de 19 km de La Cartuja y del “Vértice de Triángulo La Cartuja (lado Zaragoza Plaza)”. Igualmente, para este caso, el trazado en planta no parece que pueda penalizar la velocidad de circulación. No obstante, se ha estimado una velocidad comercial de 60 km/h para un tiempo de 19 minutos, que consideramos conservador. Este tiempo se ha introducido en la malla correspondiente al ramal lado Barcelona.
 - ◆ Además, es necesario, aunque queda también fuera del ámbito del estudio, el conocer la malla posterior al primer kilómetro del tramo desde el “Vértice Miraflores sentido Huesca”. En efecto, necesitamos conocer qué ocurre en el subtramo Vértice Miraflores (lado Huesca)- Cogullada”, ya que los cruces han de producirse en este último punto. La distancia entre Cogullada y el punto tomado como final del estudio, 850 metros más allá del vértice del triángulo, es de unos 4 km, por lo que si consideramos una velocidad de 60 km/h comercial, tenemos un tiempo de 4 minutos que podemos incrementar hasta 5 para obtener holgura sobrada. Estos son los tiempos introducidos en la malla principal para garantizar los cruces de la vía única en Cogullada.
- Por lo tanto, si sumamos estos 5 minutos a los 7,5 del cantón 4 de la Figura 5-2, tenemos un cantón de 12,5 minutos.**
- Con las consideraciones anteriores, se han elaborado unas mallas que soporten las circulaciones base de partida establecidas en la figura 3-7 y 6-5.
 - Estas mallas representan un ejercicio teórico cuyo objetivo es analizar las holguras, la capacidad de los tramos y la tensión inherente a la operación en las zonas de vía única, claro está. Primero se han establecido mallas de operación para los trenes en ancho ibérico, y a continuación se han introducido los trenes en ancho estándar en la malla. No olvidemos que estamos tratando el peor escenario posible en cuanto a capacidad, es decir la alternativa A.
 - Primero se han encajado los trenes regionales con horarios más o menos lógicos, para a partir de ahí encajar trenes de mercancías y de servicio.

- En la zona desde la Bifurcación de Teruel hasta Zaragoza Plaza, se ha simplificado el análisis de la malla porque es más que obvio que esta zona está ampliamente sobrada de capacidad (considerando circulaciones cada 10 minutos y franja de 18 horas, tenemos una capacidad de vía doble de 1500 circulaciones semanales). La simplificación consiste en coger el tramo más desfavorable, 303 circulaciones a la semana, compararlas con las 243 que llegan, resultando una diferencia de 9 circulaciones diarias (obviando tipología de tráfico), la cual se ha redondeado a 10, que son las circulaciones adicionales introducidas para conocer holguras.
- Se ha realizado un esquema adicional de vías con los datos diarios y las circulaciones a introducir en las mallas, que clarifica lo explicado (figura siguiente 6-5).
- Así mismo, se ha elaborado una tabla matriz con la tramificación y categorías de tráfico, con las circulaciones correspondientes y unos códigos de colores recogidos en las mallas para que éstas se puedan entender con claridad (tabla siguiente 6-1).
- Como se explicó antes, se han elaborado 3 mallas correspondientes a:
 - ◆ Malla principal del ámbito del estudio, que recoge los siguientes subtramos:
 - Zaragoza Plaza – Bifurcación Teruel
 - Bifurcación Teruel – Zona Apartadero Río Huerva
 - Zona Apartadero Río Huerva – Vértice Triángulo La Cartuja (lado Plaza)
 - Vértice Triángulo La Cartuja (lado Plaza) – Estación La Cartuja
 - Estación La Cartuja – Vértice Triángulo Miraflores (lado Barcelona)
 - Vértice Triángulo Miraflores (lado Barcelona) – Vértice Triángulo Miraflores (lado Huesca)
 - Vértice Triángulo Miraflores (lado Huesca) – Cogullada. En este tramo, el primer km corresponde a la zona de cizallamiento y unión de ambos anchos.
 - ◆ Malla a Zaragoza Delicias. Esta malla ha de tener en cuenta los regionales que luego van a Huesca y entran en la malla principal, así como los regionales que entran desde Barcelona y Zaragoza plaza.

Estación La Cartuja – Vértice Triángulo Miraflores (lado Barcelona)

Vértice Triángulo Miraflores (lado Barcelona) – Vértice Triángulo Miraflores (lado Zaragoza)

Vértice Triángulo Miraflores (lado Zaragoza) – Zaragoza Delicias.

- ◆ Malla a Fuentes de Ebro. Esta malla ha de tener en cuenta que las circulaciones a Fuentes de Ebro encajan no sólo en la malla principal sino en dicho tramo, con las hipótesis antes expuestas.

Estación La Cartuja – Vértice Triángulo La Cartuja (lado Barcelona)

Vértice Triángulo La Cartuja (lado Barcelona) – Fuentes de Ebro

Con lo explicado, a continuación se incluye lo siguiente:

- Figura 6–4. Tráficos diarios por categoría. Distribución entre tramos.
- Tabla 6-3. Tramificación y tipología de tráfico semanales y diarios. Códigos de colores según mallas siguientes.
- Figura 6–5, Figura 6–6 y Figura 6–7. Mallas sin tráfico mercancías en ancho estándar y sin el incremento futuro estimado para los trenes de mercancías en ancho ibérico.
- Figura 6–8. Malla de circulación teórica en el tramo objeto de proyecto: Plaza – La Cartuja – Cogullada, incluyendo mercancías en ancho estándar.

Posteriormente se analizan las mallas para extraer conclusiones y comparar alternativas entre así.

Figura 6-4. Tráficos diarios por categoría. Distribución entre tramos.

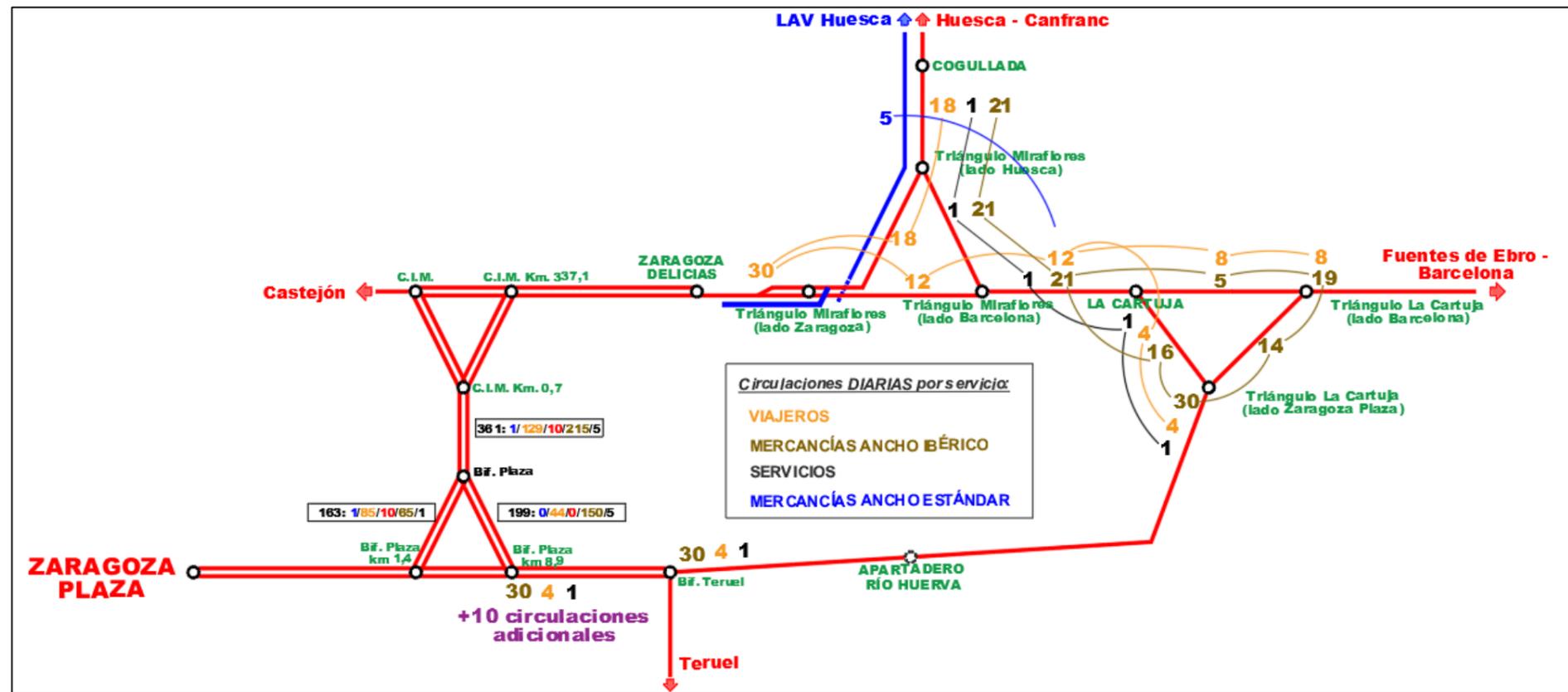


Tabla 6-3. Tramificación y tipología de tráfico semanales y diarios. Códigos de colores según mallas siguientes.

TIPOLOGÍA TRÁFICO	PERÍODO	ZARAGOZA PLAZA BIFURCACIÓN TERUEL	BIFURCACIÓN TERUEL FIN TRIÁNGULO LA CARTUJA (23,3)	FIN TRIÁNGULO LA CARTUJA (23,3) LA CARTUJA	LA CARTUJA NUDO MIRAFLORES LADO BARCELONA	NUDO MIRAFLORES LADO BARCELONA NUDO MIRAFLORES LADO HUESCA	NUDO MIRAFLORES LADO HUESCA COGULLADA
TRENES DE MERCANCÍAS	Semanales		206	111	142	141	142
	Diarios		30 16 sentido La Cartuja 14 sentido Barcelona	16	21 16 de Bifurcación Teruel 5 de Barcelona	21 16 de Bifurcación Teruel 5 de Barcelona	21 16 de Bifurcación Teruel 5 de Barcelona
REGIONALES + CERCANÍAS	Semanales		28	25	75	3	120
	Diarios		4	4	11 (introducidos 12) – todos a Zaragoza 4 de Bifurcación Teruel 7 de Barcelona (introducidos 8)	0	18 – todos de Zaragoza
CIRCULACIONES DE SERVICIO	Semanales		7	7	7	3	3
	Diarios		1	1	1	1	1
NÚMERO ADICIONAL DE CIRCULACIONES ACTUALES SOBRE EL TRAMO SIGUIENTE	Semanales	62					
	Diarios	10					
INCREMENTO ESTIMADO TRENES MERCANCÍAS ANCHO IBÉRICO (final apartado 3)	Semanales	79	72	39	50	50	50
	Diarios	11	10	6	7	7	7

Figura 6-5. Malla de circulación teórica en el tramo objeto de estudio: Plaza – La Cartuja – Cogullada.

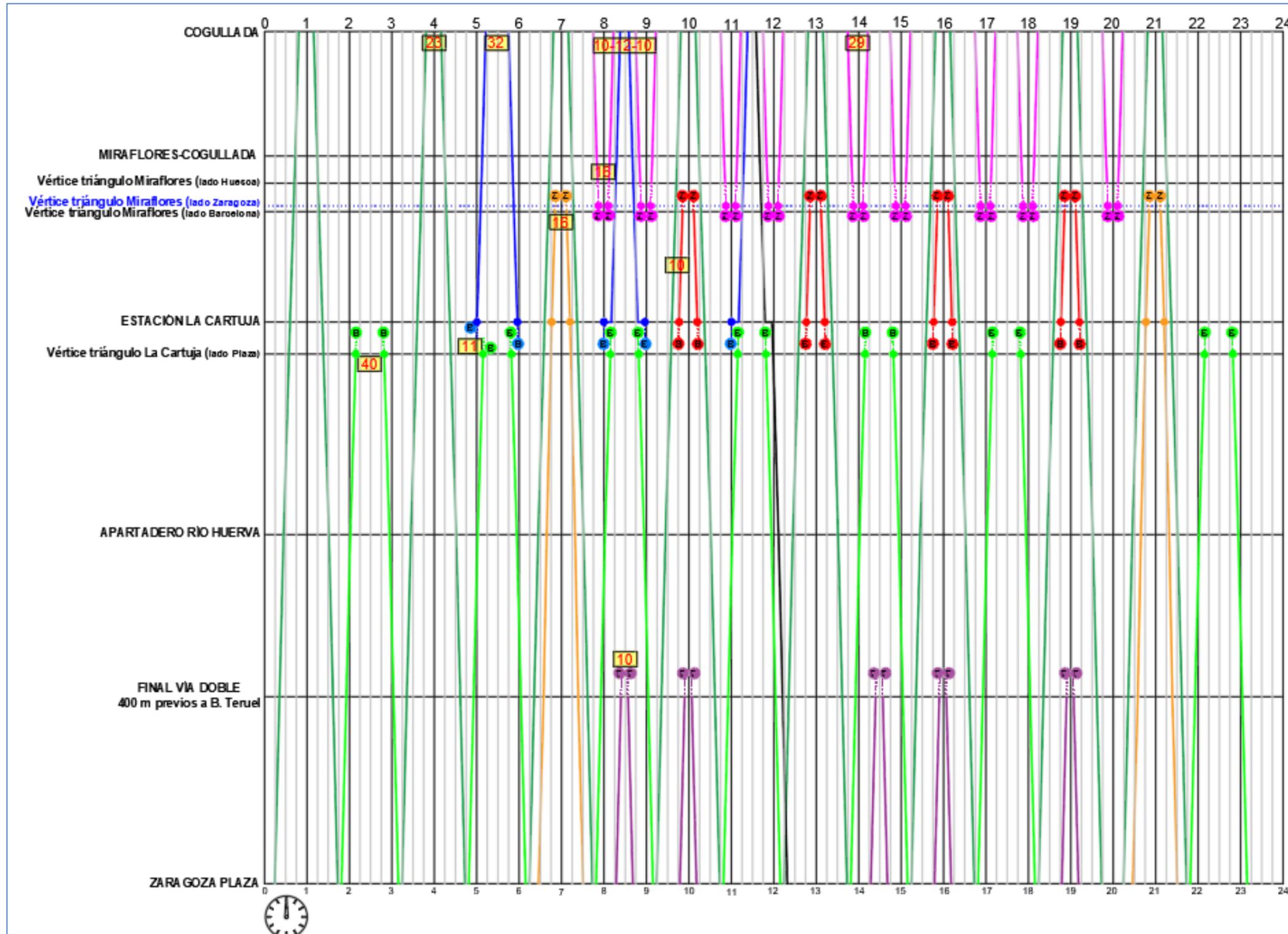
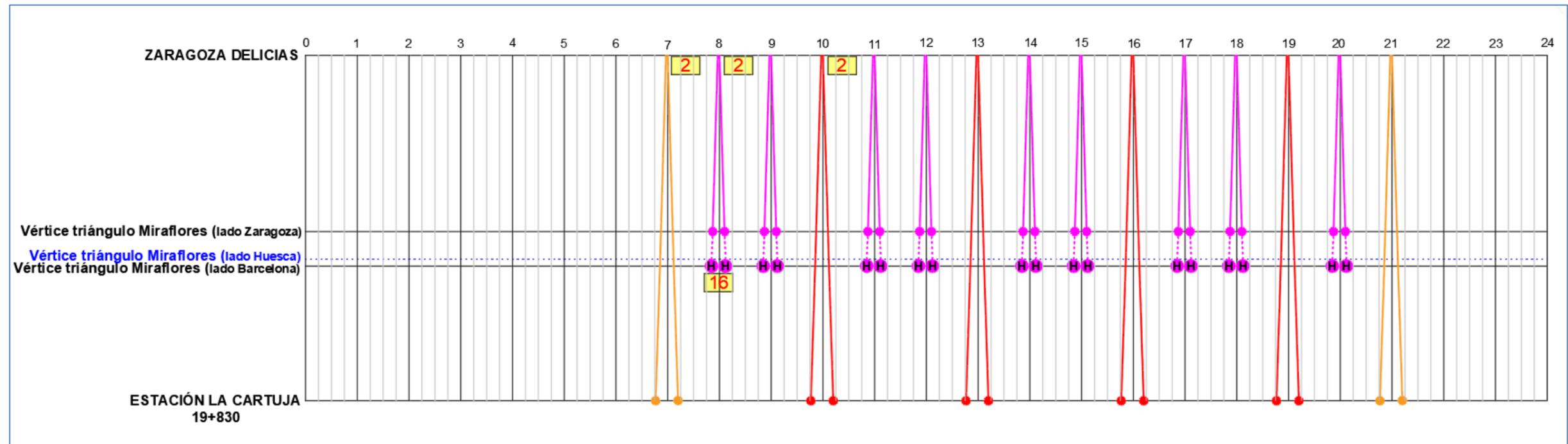


Figura 6–6. Malla de circulación teórica en el tramo La Cartuja – Zaragoza Delicias.



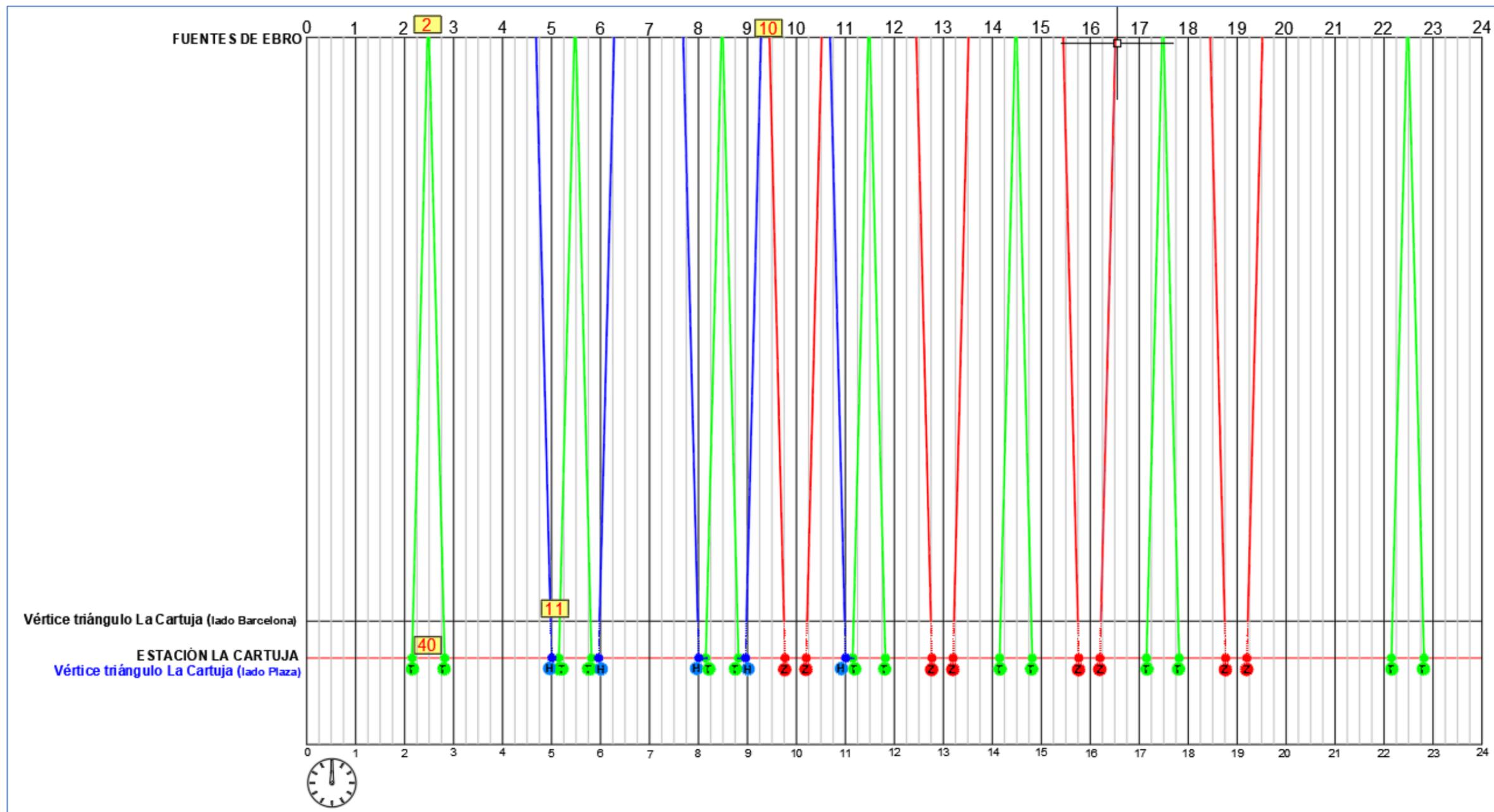
Se pueden observar estas circulaciones en la malla principal:

- Los trenes en color rosa son los regionales Zaragoza – sentido Huesca. El sentido de la marcha es inverso a la malla principal, pero si se observa con detalle, se ve que coinciden los horarios.
- Los trenes en color naranja son los regionales Zaragoza – Plaza. El sentido de la marcha coincide con la malla principal. Obsérvese coincidencia de horarios.
- Los trenes en color rojo son los regionales Zaragoza – sentido Barcelona. El sentido de la marcha coincide con la malla principal. Obsérvese coincidencia de horarios.

COMO PUNTO COMÚN A LAS TRES MALLAS, DESTACAMOS LA SIGUIENTE SIMBOLOGÍA

- Los rectángulos en color amarillo y cifras rojas representan holguras de los 2 trenes sobre los que se sitúa.
- Las líneas discontinuas de la circulación aparecen cuando el tren sale de la malla.
- Las ubicaciones en color azul y azul discontinuo pertenecen a otra malla, dándose tan solo como referencia de ubicación en distancia.
- Los círculos sobre las circulaciones con idéntico color representan referencias de tiempo y ubicación que se recogen en las otras mallas.
- Los círculos sobre las circulaciones con idéntico color y una letra representan el destino cuando el tren sale de la malla:
 - ◆ B = Barcelona
 - ◆ Z = Zaragoza
 - ◆ T = Triángulo de Zaragoza Plaza o Bifurcación Teruel
 - ◆ H = Huesca

Figura 6-7. Malla de circulación teórica en el tramo La Cartuja – Fuentes de Ebro.



Se pueden observar estas circulaciones en la malla principal:

- Los trenes en color verde claro son los mercancías Plaza – sentido Barcelona. El sentido de la marcha coincide con la malla principal. Obsérvese coincidencia de horarios.
- Los trenes en color azul oscuro son los mercancías Huesca – sentido Barcelona. El sentido de la marcha es inverso a la malla principal. Obsérvese coincidencia de horarios.
- Los trenes en color rojo son los regionales Zaragoza – sentido Barcelona. El sentido de la marcha es inverso a la malla principal. Obsérvese coincidencia de horarios.

Se analizan a continuación las mallas:

En el apartado 3-1 se realizó un cálculo simplificado de la capacidad del tramo tomando como referencia la longitud de los cantones, concluyendo en 80-120 circulaciones.

Analizando con detalle las figuras 6-2 y 6-3 que recogen los tiempos de las simulaciones, se puede establecer un cantón envolvente de 15 minutos (5,5 + 9,0 de los cantones 2 y 3), que además es similar al cantón 4, de 12,5 minutos, tal y como se explica anteriormente porque hay que llegar hasta Cogullada. Esta situación nos daría una **capacidad máxima en 20 horas de 80 circulaciones diarias** utilizando La Cartuja como cruce, pero sin cruces en el Apartadero del Río Huerva, **hipótesis además tomada en el planteamiento de las alternativas A y B, las cuales no contemplan inicialmente dicho apartadero en su configuración.** Es decir, criterio conservador y aparentemente mejor, ya que el cruce en La Cartuja es más flexible que en el Apartadero.

Estas 80 circulaciones se obtienen por lo tanto con las siguientes hipótesis, entendemos que con holguras:

- Los tiempos comerciales obtenidos en las simulaciones no parecen al límite, al menos considerando sólo la variable trazado.
- Se considera un intervalo de 20 horas y no de 24 como proponen metodologías europeas de cálculo.
- Se considera un cantón de 15 minutos, que implica holgura clara en el cantón 4 (según figuras).

Comparemos estas 80 circulaciones de capacidad teórica con los tramos críticos. Recordemos que las mallas anteriores no contemplan ni los trenes en ancho estándar (que habría que introducirlos exclusivamente en la zona de Cogullada-Triángulo de Miraflores) ni el incremento estimado de tráfico de mercancías en ancho ibérico, que para el tramo pésimo, es de 10 circulaciones diarias en la zona La Cartuja – Bifurcación Teruel.

Por lo tanto, estos 2 tramos son los críticos, como ya se viene intuyendo a lo largo del estudio. El resumen de tráfico a gestionar es el siguiente:

Cogullada-Triángulo de Miraflores:

40 circulaciones diarias totales actuales en ancho ibérico

5 circulaciones diarias de mercancías futuras en ancho estándar

7 circulaciones diarias de mercancías futuras en ancho ibérico

La Cartuja – Bifurcación Teruel:

35 circulaciones diarias totales actuales en ancho ibérico

10 circulaciones diarias de mercancías futuras en ancho ibérico

Las circulaciones destacadas no están incluidas en las mallas anteriores. Es decir, las 80 circulaciones estimadas como capacidad máxima son claramente superiores a las 52 y 45 a gestionar en un futuro hasta 30 años en los 2 tramos más cargados.

Estas holguras teóricas de capacidad se reflejan de manera muy visual en la malla principal, en la cual se obtienen las siguientes holguras principales:

- Los trenes de mercancías que vienen de Plaza y se dirigen a Barcelona o al revés (verde claro), han de tener una holgura de 40 minutos en el “Triángulo La Cartuja (lado Plaza)” para que puedan cruzarse en Fuentes de Ebro. Este cruce se produce con 2 minutos (tiempo entre que para un tren y arranca otro), quizás de las holguras más restrictivas en esta propuesta teórica.
- El resto de holguras de Fuentes de Ebro es de 10 minutos o mayor.
- Las holguras de cruces en Cogullada entre trenes entrantes y salientes se cifran en 10-12 minutos en un par de ocasiones al día, siendo el resto de 20-30 minutos.
- Los trenes regionales que entran a Zaragoza se introducen en la malla principal de tal manera que se repita la holgura de 2 minutos en zaragoza Delicias. Para ello, han de tener una holgura de 16 minutos en el “Triángulo Miraflores (lado Barcelona)” o en el “Triángulo Miraflores (lado Huesca)”.
- Las holguras mínimas en trayecto se producen puntualmente en circulaciones del mismo sentido, con 10 minutos.

- Las “otras circulaciones” consideradas de manera simplificada para el tramo de vía doble, una cifra de 10, se introducen con holguras de 10 minutos en un ejercicio de mera comprobación metodológica, ya que se pueden introducir numerosas circulaciones adicionales y con mayores holguras si se quiere. Es vía doble, y el debate en este escenario se considera cerrado.
- Los trenes de mercancías que vienen de Plaza y se dirigen a Barcelona o al revés (verde claro), tienen una holgura de 11 minutos con los trenes de mercancías en la relación Huesca-Barcelona.
- Tan solo ha sido necesario parar 10 minutos en La Cartuja, 3 trenes de mercancías en la relación Huesca-Barcelona y la circulación de servicio.
- No ha sido necesario efectuar cruces en la Cartuja, lo que da una idea del margen aun existente.
- Si cogemos los puntos de cruce, y cogemos sólo el horario diurno obviando el nocturno (otra holgura), obtenemos las siguientes holguras medias en los posibles puntos de cruce:
 - ◆ Cogullada: 26 minutos.
 - ◆ La Cartuja: 33 minutos.
 - ◆ Apartadero Río Huerva: 37 minutos.
 - ◆ Zaragoza: 29 minutos
 - ◆ Fuentes de Ebro: 39 minutos

Las holguras explicadas, singulares y generales, parecen corresponder con el análisis simplificado de considerar una capacidad de unas 80 circulaciones. Si consideramos referencias bibliográficas, aun sabiendo que las 80 circulaciones llevan implícitas las holguras explicadas, podemos establecer que un factor reductor sobre la capacidad teórica de 0,67 se considera idóneo para la explotación, punto a partir del cual surgen los problemas en la operación diaria. Esto significa que 54 circulaciones en la situación actual marcarían el límite para tomar la decisión de implementar medidas en la capacidad del entorno estudiado, o bien, habrían de asumirse mallas más rígidas con las consecuencias correspondientes. Y en los tramos más cargados, Cogullada-Nudo de Miraflores y La cartuja-Bifurcación, debemos gestionar 52 circulaciones y 45, por lo que nos situamos en unos porcentajes de 96 y 83% de la capacidad máxima deseable sin problemas o retrasos destacables en la operación.

A continuación se muestra la malla principal anterior incluyendo circulaciones diarias futuras en ancho estándar y circulaciones diarias futuras en ancho ibérico. Recordemos que al menos, deberíamos introducir la envolvente de las circulaciones descritas anteriormente:

10 circulaciones diarias futuras en ancho ibérico

5 circulaciones diarias futuras en ancho estándar

A modo de ejemplo, se han introducido 11 en ancho ibérico (no sólo en el tramo que les corresponde) y 6 en ancho estándar. Las holguras andan en el entorno de los 10 minutos, y la conclusión, es que con la filosofía con la que se han introducido estas circulaciones, es posible introducir más circulaciones.

El código de color es “azul medio continuo” para las circulaciones en ibérico y “azul medio discontinuo” para las circulaciones en estándar.

6.4. Comparación de alternativas

A la vista de los resultados podemos afirmar y concluir de la siguiente manera:

- Si consideramos la alternativa A, la más estricta en cuanto a capacidad, la infraestructura existente a día de hoy en ancho ibérico es apta para albergar las circulaciones actuales, incluso considerando un aumento de tráfico de mercancías, el cual se ha estimado en presente estudio, hasta un 35%, derivado de un crecimiento acumulativo del 1% anual. Esto supone 45 circulaciones en el tramo más cargado.
- Incluso considerando las circulaciones en ancho estándar, que necesariamente comparten vía en la zona inicial de Cogullada y nudo de Miraflores, la alternativa A se considera válida. Esto supone 52 circulaciones en el tramo mencionado.
- En esta situación, la malla tiene una capacidad teórica de 80 circulaciones según los cantones analizados, lo que nos lleva a una capacidad deseable máxima de 54 circulaciones, umbral que marca inicios de tensión en la malla.
- Sin embargo, hay otros factores que generan tensión en la malla para la alternativa A, algunos de ellos analizados parcialmente, pero que deben ser objeto de otro estudio mucho más amplio de operación, en términos geográficos.
 - ◆ Las mallas relacionadas que entran/salen de la principal estudiada, es decir los 2 triángulos, tienen una incidencia absolutamente directa sobre la actuación en estudio. En el presente estudio se han realizado estimaciones lógicas para encajar las otras mallas en los cantones más cercanos, pero parece claro que la decisión sobre este estudio debe ir influenciada más allá del ámbito geográfico del mismo. Lógicamente, por lo tanto, la interrelación de estas mallas sobre la principal introduce seguro alguna tensión adicional sobre el cálculo realizado anteriormente sobre el umbral de 54 circulaciones de capacidad como máxima deseable.
 - ◆ El tramo más crítico con 52 circulaciones, zona del triángulo de Miraflores y Cogullada, viene acompañando de cizallamientos de vía, lo que introduce un cierto grado de tensión adicional.

- ◆ Por otra parte, si los tráficos estimados futuros de mercancías, con un crecimiento anual del 1% fueran superiores, la malla entraría en zona de tensión. A modo de ejemplo, con el crecimiento del 1.5%, las 52 circulaciones anteriores del tramo más cargado pasan a ser de 56, inicio del umbral deseable. Con un 2%, tendríamos 62 circulaciones.

Todo este análisis global de las mallas para la opción de alternativa A es la base para concluir y caracterizar ambas alternativas desde el punto de vista funcional y operativo, de la siguiente manera:

- La alternativa A, planteada básicamente como 2 vías únicas en ancho ibérico y estándar, es viable a corto plazo desde el punto de vista funcional y de operación.
- Las tensiones motivadas por la dependencia de 3 mallas adyacentes, por el cizallamiento inevitable en Cogullada, y por la incertidumbre sobre la estimación realizada en relación al tráfico futuro de mercancías en ancho ibérico, generan una incertidumbre en el medio-largo plazo. Por ello, es lógico y necesario plantear alternativas que consideren la vía doble.
- En este sentido, la alternativa B plantea a nivel capacidad una vía doble de ancho ibérico y una vía única en ancho estándar, mediante la duplicación en ancho mixto y la remodelación correspondiente de vías en los puntos de cruce.
- Con esta propuesta, desaparecen automáticamente todas las posibles tensiones de la malla en ancho ibérico, a la vez que los trenes en ancho estándar tendrían capacidad de aumentar en número sin problema alguno.
- La única tensión se centra en un tramo de 2 km en el que se opera con una vía única de ancho mixto, Miraflores-Cogullada. Lógicamente, el tener sólo un tramo en vía única y de tan poca longitud, soluciona fácilmente posibles incidencias, reduciéndose el cantón crítico, con una capacidad teórica mínima de 100 circulaciones, con un umbral deseable teórico de 67 circulaciones, que probablemente podría incrementarse por la escasa longitud del cantón.
- La alternativa B representa por lo tanto una opción que debe plantearse desde el punto de vista funcional y operativo, máxime cuando se cumplen dos premisas adicionales:

- ◆ Se puede interpretar como una envolvente de máximos de la alternativa A, que a corto plazo sí podría ser apta.
- ◆ Sería compatible con ejecutarla por fases en un futuro, tanto a nivel de proyectos como de obras. Con ello se conseguiría racionalizar la inversión, dando preferencia a los tramos más prioritarios en términos de capacidad, y tomando decisiones según se vayan afianzando los tráficos futuros.
- Por todo lo expuesto, **la alternativa B se considera la mejor desde el punto de vista funcional y operativo.**

7. RESUMEN DEL ESTUDIO

Se ha elaborado el presente ESTUDIO FUNCIONAL, el cual se enmarca dentro del ESTUDIO INFORMATIVO DE LA CONEXIÓN EN ANCHO ESTÁNDAR DE LA LÍNEA ZARAGOZA-CANFRANC-PAU CON LA PLATAFORMA LOGÍSTICA ZARAGOZA PLAZA, cuyo objeto es analizar las posibles alternativas que permitan la conexión en ancho estándar de los tráficos de mercancías de la futura línea internacional Zaragoza – Huesca – Canfranc con la Plataforma Logística Plaza (Zaragoza), de acuerdo con los tráficos actuales y futuros.

Se ha realizado primero una síntesis de los antecedentes y de la descripción de la actuación.

La caracterización de alternativas del estudio general suele venir condicionada por la variable funcional, como así ha sido en el presente estudio, en el cual la variable funcional adquiere bastante protagonismo, dado el entorno geográfico asociado a una RAF.

Las alternativas estudiadas responden a las variables funcionales conocidas, como número de corredores, número de vías, anchos, tráficos a considerar, estaciones e instalaciones de cruce.

La caracterización funcional del ámbito del estudio y el análisis de dichas variables permite descartar planteamientos posibles teóricos de alternativas, concluyendo finalmente en 2 alternativas que se consideran viables y lógicas:

- Alternativa A: la vía única actual en ancho ibérico más una nueva vía única paralela en ancho estándar.
- Alternativa B: La vía única actual en ancho ibérico más una nueva vía en el mismo corredor que la alternativa A, pero en ancho mixto.

Se ha procedido a realizar un estudio de simulación para obtener tiempos comerciales que permitan generar mallas con el máximo grado de aproximación posible a la realidad.

A partir de estos tiempos se han generado mallas teóricas para la alternativa A, la más restrictiva, ya que los resultados obtenidos son concluyentes para las 2 alternativas, lo que permite una posterior comparación.

Estas mallas teóricas, con horarios aleatorios pero lógicos, aunque no reflejen de manera exacta la realidad actual, permiten extraer las conclusiones necesarias en cuanto a capacidad, grado de saturación, riesgos en la malla, etc. Puede entenderse que existen innumerables maneras de generar mallas teóricas, pero las conclusiones serán las mismas.

La primera conclusión es que la alternativa A es apta funcionalmente a día de hoy, incluso introduciendo tanto el tráfico de mercancías futuro en ancho estándar que proviene o va a Huesca, y el tráfico adicional estimado futuro de mercancías en ancho ibérico.

Sin embargo, las interferencias de las mallas de Zaragoza Delicias, de Barcelona y de Huesca que conectan respectivamente con la malla principal del estudio en los triángulos de Miraflores y La Cartuja, introducen un grado de posible incertidumbre o tensión en la malla principal, que aunque resuelto en el presente estudio a “nivel local”, entorno de los cantones más próximos, es un condicionante a tener en cuenta cualitativamente en la comparación de alternativas.

Por otra parte, se ha estimado un tráfico futuro para circulaciones en ancho estándar, pero sigue implicando una cierta incertidumbre, lo que se traduce en un riesgo en las mallas analizadas, si no en el corto plazo, sí en el medio-largo plazo.

En el estudio se ha concluido en que la capacidad teórica actual de la vía en ancho estándar es de unas 80 circulaciones, bien es cierto que con criterio conservador, y que por lo tanto la capacidad umbral para mallas sin incidencias es de 54 circulaciones a la hora.

Dado que el tramo más cargado, Nudo Miraflores-Cogullada, es de 40 circulaciones, a las cuales hay que añadir 5 de las mercancías en ancho estándar, más 7 circulaciones en ancho ibérico por crecimiento futuro, queda un margen residual. Es ésta además la zona más compleja con el cizallamiento de líneas y “traspaso” de anchos, con el consiguiente cizallamiento.

Con las consideraciones expuestas y en fase actual de ingeniería de Estudio Informativo, no deben ni pueden descartarse las duplicaciones de vía. En este sentido, la alternativa B plantea un escenario que resuelve las incertidumbres a corto medio-largo plazo.

En esta alternativa B no es necesario plantear nuevas instalaciones de cruces de trenes, pero sí remodelar la Cartuja con vías y desvíos en ancho mixto.

Además, las mallas demuestran que ni siquiera en la alternativa A es necesario conservar el Apartadero del Río Huerva

Por lo tanto, la alternativa B es la seleccionada, con la ventaja añadida de poder plantearla por fases, con el doble objetivo de racionalizar la inversión y adaptar el ámbito de las actuaciones a las futuras circulaciones realmente existentes.