

Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una

Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza

ESTUDIO DE VIABILIDAD

TOMO I

Documento nº 1. Memoria Documento nº 2. Planos

Zaragoza, 31 de enero de 2017











ÍNDICE

TOMO I

Documento nº 1. Memoria Documento nº 2. Planos

TOMO II

Apéndice nº1. Estudio de Alternativas (I) Memoria

Anexo I. Estudio de Demanda

TOMO III

Apéndice nº1. Estudio de Alternativas (II)

Anexo II. Estimación costes de Construcción

TOMO IV

Apéndice nº1. Estudio de Alternativas (III) Analisis de la Operación

Anexo IV. Análisis Ambiental Anexo V. Integración Urbana

Anexo VI. Rentabilidad Económica y Financiera

Anexo VII. Matriz Multicriterio

TOMO V

Apéndice nº1. Estudio de Alternativas (IV) Planos

TOMO VI

Apéndice nº2. Adenda nº1. Análisis multicriterio de alternativas con prolongación a Valdefierro

Apéndice nº3. Adenda nº2. Proceso participativo y selección de alternativa

Apéndice nº4. Análisis Ambiental

TOMO VII

Apéndice nº5. Estudio de Seguridad y Salud



Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una

Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza

ESTUDIO DE VIABILIDAD

Documento nº1. Memoria

Zaragoza, 31 de enero de 2017









ÍNDICE

1.	INTE	RODU	CCIÓN	7
2.	ANTECEDENTES			8
	2.1.	INTR	ODUCCIÓN	8
	2.2.	PLAN	N DE MOVILIDAD SOSTENIBLE DE ZARAGOZA	8
	2.3.		A 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA	
	2.4.		JDIO PRELIMINAR PARA LA LÍNEA 2 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA (AYUNTA ARAGOZA, 2013)	
	2.5.	ESTU	JDIO DE PRESELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	9
	2.6.		IER PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
	:	2.6.1.	Jornadas Informativas	10
	:	2.6.2.	Proceso abierto a la ciudadanía	11
	2.7.	ANÁI	LISIS DE ALTERNATIVAS	11
	;	2.7.1.	Introducción	11
	;	2.7.2.	Consideración de propuestas recibidas en el proceso de participación ciudadana	
		2.7.3.	Segundo proceso de preselección de alternativas	11
	,	2.7.4.	Trazados evaluados en el análisis de alternativas	11
		2.7.5.	Trabajos desarrollados en el estudio de alternativas	
	2.8.	PRES	SENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	14
	2.9.		NDA Nº1. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS CON PROLONGA Defierro	
	2.10.	ADE	NDA Nº2. PROCESO PARTICIPATIVO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA	14
	,	2.10.1.	Segundo Proceso de Participación Ciudadana	14
	;	2.10.2.	Matriz multicriterio global	15
		2.10.3	Presentación de la adenda nº2	15

	2.11. SELE	CCIÓN DE ALTERNATIVA15
3.	FINALIDA	D Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA16
4.	PRINCIPA	ALES CARACTERÍSTICAS17
	4.1. TRAZ	ZADO17
	4.1.1.	Características más relevantes
	4.1.2.	Parámetros mínimos
	4.1.3.	Sección transversal
	4.1.4.	Trazado en planta
	4.1.5.	Trazado en alzado
	4.1.6.	Posición de paradas
		TOGRAFÍA19
	4.3. GEOI	LOGÍA Y GEOTECNIA21
	4.4. INFR	AESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTRIFICACIÓN Y COMUNICACIONES 21
	4.4.1.	Vía en placa21
	4.4.2.	Electrificación
	4.4.3.	Señalización y sistemas
	4.4.4.	Área de talleres y Cocheras
	4.5. REPO	OSICIÓN DE SERVICIOS Y URBANIZACIÓN22
	4.6. OBR/	AS COMPLEMENTARIAS22
	4.6.1.	Conexión Tenor Fleta – Tercer cinturón
	4.6.2.	Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo)
	4.6.3.	Cubrimiento del río Huerva
	4.6.4.	Carril Bici25







4.7. INTEGRACIÓN URBANA		4.6.5.	•	
4.7.2. Análisis por tramos 4.7.3. Renovación 5. PREVISIONES DE DEMANDA		4.7. INTE	GRACIÓN URBANA	20
4.7.3. Renovación. 5. PREVISIONES DE DEMANDA		4.7.1.	Objetivo	20
5. PREVISIONES DE DEMANDA 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO. 5.1.1. Población actual de Zaragoza. 5.1.2. Movilidad en Zaragoza. 5.2. MODELO DE DEMANDA. 5.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA. 5.3.1. Trayectos. 5.3.2. Recorridos. 5.3.3. Tiempos en transporte público. 5.3.4. Proyecciones de la demanda. 6. MODELO DE OPERACIÓN. 6.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN. 6.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA. 6.3. MODELIZACIÓN. 6.3.1. Introducción. 6.3.2. Tiempo de recorrido. 6.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA. 7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE. 7.1. REORGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA.		4.7.2.	Análisis por tramos	20
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO 5.1.1. Población actual de Zaragoza		4.7.3.	Renovación	28
5.1.1. Población actual de Zaragoza	5.	PREVISIO	DNES DE DEMANDA	29
5.1.2. MODELO DE DEMANDA		5.1. DES	CRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	29
5.2. MODELO DE DEMANDA 5.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA 5.3.1. Trayectos 5.3.2. Recorridos 5.3.3. Tiempos en transporte público 5.3.4. Proyecciones de la demanda 6. MODELO DE OPERACIÓN 6.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN 6.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA 6.3. MODELIZACIÓN 6.3.1. Introducción 6.3.2. Tiempo de recorrido 6.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA 7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE 7.1. REORGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA		5.1.1.	Población actual de Zaragoza	29
5.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA		5.1.2.	Movilidad en Zaragoza.	30
5.3.1. Trayectos		5.2. MOD	DELO DE DEMANDA	3 ⁻
5.3.2. Recorridos 5.3.3. Tiempos en transporte público 5.3.4. Proyecciones de la demanda 6. MODELO DE OPERACIÓN 6.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN 6.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA 6.3. MODELIZACIÓN 6.3.1. Introducción 6.3.2. Tiempo de recorrido 6.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA 7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE 7.1. REORGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA		5.3. CÁL	CULO DE LA DEMANDA	3 ⁻
5.3.3. Tiempos en transporte público		5.3.1.	Trayectos	3
5.3.4. Proyecciones de la demanda 6. MODELO DE OPERACIÓN 6.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN 6.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA 6.3. MODELIZACIÓN 6.3.1. Introducción 6.3.2. Tiempo de recorrido 6.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA 7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE 7.1. REORGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA		5.3.2.	Recorridos	3·
6. MODELO DE OPERACIÓN		5.3.3.	Tiempos en transporte público	32
6.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN		5.3.4.	Proyecciones de la demanda	32
6.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA 6.3. MODELIZACIÓN 6.3.1. Introducción	6.	MODELO	DE OPERACIÓN	33
6.3. MODELIZACIÓN		6.1. DES	CRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN	3
6.3.1. Introducción		6.2. CON	FIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA	3
6.3.2. Tiempo de recorrido		6.3. MOD	DELIZACIÓN	34
6.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA		6.3.1.	Introducción	34
7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE		6.3.2.	Tiempo de recorrido	34
7.1. REORGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA		6.4. CÁL	CULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA	34
	7.	AFECCIO	NES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE	35
7.1.1. Carretera de Madrid (N-IIa)		7.1. REO	RGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA	3!
		7.1.1.	Carretera de Madrid (N-IIa)	3

	7.1.2.	Avenida de Madrid. Tramo Los Enlaces – calle Rioja	35
	7.1.3.	Calle Rioja	36
	7.1.4.	Avenida de Navarra	36
	7.1.5.	Avenida de Madrid. Tramo avenida de Navarra – plaza de la Ciudadanía	36
	7.1.6.	Plaza de la Ciudadanía	36
	7.1.7.	Calle Escrivá de Balaguer	36
	7.1.8.	Paseo María Agustín	36
	7.1.9.	Paseo Pamplona	36
	7.1.10.	Plaza Paraíso	36
	7.1.11.	Paseo de la Constitución	36
	7.1.12.	Paseo de la Mina	36
	7.1.13.	Calle Miguel Servet	36
	7.1.14.	Avenida San José	37
	7.1.15.	Paseo del Canal	37
	7.1.16.	Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo	37
	7.1.17.	Prolongación de Tenor Fleta y conexión con Z-30	37
	7.1.18.	Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ	37
7.2.	AFEC	CIONES AL TAXI	.37
7.3.	AFEC	CIONES AL VEHÍCULO PRIVADO	.38
	7.3.1.	Reducción de kilómetros recorridos en transporte privado	38
	7.3.2.	Modificaciones en el comportamiento del vehículo privado	38
7.4.	REOR	DENACIÓN DE LA RED DE AUTOBUSES ASOCIADA	.39
	7.4.1.	Descripción general de la reordenación	39
	7.4.2.	Resultados de la reordenación	40
7.5.	AFEC	CIONES A LA LÍNEA 1 DE TRANVÍA	.40
7.6.	AFEC	CIONES A LA RED CICLISTA (PDBZ)	.41
7.7.	AFEC	CIONES AL TRÁFICO PEATONAL	.43







	7.8. INTE	ERMODALIDAD	44
	7.8.1.	Introducción	44
	7.8.2.	Conexión con línea 1 del tranvía	44
	7.8.3.	Estación Intermodal de Delicias	44
	7.8.4.	Red de Autobús Urbano	44
	7.8.5.	Red de Autobús del CTAZ	44
	7.8.6.	Red de Cercanías	4
	7.8.7.	Vehículo privado	45
	7.9. ACC	IDENTALIDAD	45
8.	COSTE D	E INVERSIÓN	46
	8.1. PRE	SUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN	40
	8.1.1.	Superestructura, urbanización, electrificación y sistemas	46
	8.1.2.	Servicios afectados	46
	8.1.3.	Áreas de talleres y cocheras	46
	8.1.4.	Obras Complementarias y de Acompañamiento	47
	8.2. OTR	OS COSTES DE INVERSIÓN	48
	8.2.1.	Material Móvil	48
	8.2.2.	Dirección de las obras	48
	8.2.3.	Expropiaciones	48
	8.3. RES	UMEN DE COSTES DE INVERSIÓN	48
9.	COSTE D	E EXPLOTACIÓN	49
	9.1. COS	TE DIRECTO	49
	9.1.1.	Coste de personal	49
	9.1.2.	Coste indirecto	50
	9.1.3.	Otros costes durante la fase de explotación	50
	9.1.4.	Total costes durante la fase de explotación	50

10. ESTUDIO ECONÓMICO Y SOCIO-ECONÓMICO	. 51
10.1.1. Metodología	51
10.1.2. Rentabilidad económico-financiera del proyecto	52
10.1.3. Rentabilidad socio-económica del proyecto	53
11. AFECCIONES AL PLANEAMIENTO	. 53
12. RIESGOS OPERATIVOS Y DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	. 55
13. AFECCIONES AMBIENTALES	. 65
13.1. INTRODUCCIÓN	65
13.2. MARCO LEGAL	65
13.3. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO) 6 5
13.3.1. vegetación	65
13.3.2. Patrimonio cultural	
13.4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	66
13.5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	67
14. SEGURIDAD Y SALUD	. 68
15. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE VIABILIDAD	. 69
16. CONCLUSIONES	. 69







ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas	10
Ilustración 2. Plano de alternativas	12
llustración 3. Imagen de la extensión de los archivos LiDAR 2x2 utilizados para obtener el Modelo Digital de Te de estudio	
llustración 4. Detalle de la nube de puntos del archivo LiDAR 2x2 clasificados como suelo en la intersección con la Avenida de Madrid	•
llustración 5. Triangulación obtenida a partir de los puntos de la nube LiDAR clasificados como suelo en el á	
llustración 6. Detalle de la triangulación en la intersección de la calle Rioja con la Avenida de Madrid	20
llustración 7. Vista general del ámbito de estudio con las curvas de nivel (equidistancia de 0,20 m)	20
Ilustración 8. Detalle de las curvas de nivel en la intersección de la calle Rioja con la Avenida de Madrid	21
Ilustración 9. Proyecto de conexión de Tenor Fleta con Tercer Cinturón	23
Ilustración 10. Actuación de conexión de Tenor Fleta con Tercer Cinturón contemplada en el Estudio	24
Ilustración 11. Proyecto de Urbanización de la G-19/1	24
llustración 12. Detalle de las estructuras del cubrimiento del Huerva	25

llustración 13. Avenida de Navarra E-O	28
llustración 14. Avenida de Navarra O-E	28
llustración 15. Avenida de Navarra E-O	28
llustración 16. Paseo de Pamplona	29
llustración 17. Esquema de servicios	33
llustración 18. Esquema de vías y paradas para la alternativa 3A	34
llustración 19. Malla de tráfico de vehículo privado. Situación actual	38
llustración 20. Malla de tráfico de vehículo privado. Alternativa 3	39
llustración 21. Posible diseño preliminar en Plaza Paraíso	40
llustración 22. Reducción de tráfico privado en Plaza Paraíso en hora punta. Alternativa 3A	41
llustración 23. Red de bicicleta en Zaragoza. Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza	41
llustración 24. Red de carriles bici previstas en el PDB	42
llustración 25. Sección de vía doble con elastómero entre pavimento y carril	46







ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas	12
Tabla 2. Resumen matriz multicriterio técnica 8 alternativas	13
Tabla 3. Resumen matriz multicriterio técnica actualizada – 4 alternativas	14
Tabla 4. Resultado del proceso participativo abierto a la ciudadanía para la selección del trazado de la línea 2	del tranvía15
Tabla 5. Valoración ciudadana de las alternativas de trazado de la línea 2 del tranvía	15
Tabla 6. Resultado del proceso participativo abierto a la ciudadanía para la selección del trazado de la línea 2	del tranvía15
Tabla 7. Parámetros mínimos de diseño de trazado	17
Tabla 8. Posición de paradas	18
Tabla 9. Reposición de carril bici	25
Tabla 10. Demanda horaria en hora punta	31
Tabla 11. Demanda anual	31
Tabla 12. Usuarios anuales de transporte público	31
Tabla 13. Recorridos anuales por modo de las alternativas analizadas.	32
Tabla 14. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada	32
Tabla 15. Frecuencias de operación	34
Tabla 16. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio. Extensión Ctra. Madrid	34

Tabla 17. Cálculo de Flota	35
Tabla 18. Demanda y recorridos anuales en vehículo privado	38
Tabla 19. Resultados de la reordenación del bus urbano	40
Tabla 21. Resumen de costes de construcción (antes de IVA)	48
Tabla 22. Resumen de costes de inversión (antes de IVA)	48
Tabla 23. Resumen dimensionamiento del personal	49
Tabla 24. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento por alternativa	50
Tabla 25. Resumen de costes durante la fase de explotación	50
Tabla 26. Precios sombra: Factores de conversión	52
Tabla 27. Análisis de riesgos. Riesgos técnicos	56
Tabla 28. Análisis de riesgos. Riesgos políticos y económicos	62
Tabla 29. Análisis de riesgos. Riesgos por causas de fuerza mayor	64
Tabla 30. Bienes de Interés Cultural Identificados en los trazados del ramal de las Fuentes San José y las distintas	







1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Viabilidad se elabora en cumplimiento del contrato de "Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza".

El análisis se enmarca dentro del alcance de los trabajos objeto del contrato en la denominada FASE B. Viabilidad de alternativas, análisis de repercusiones en contratos vigentes y evaluación y selección de alternativas.





2. ANTECEDENTES

2.1. INTRODUCCIÓN

Se describen a continuación los trabajos y actuaciones que sirven de antecedentes, de carácter fundamentalmente técnico, al presente Estudio de Viabilidad de una línea de tranvía este-oeste en Zaragoza.

2.2. PLAN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE DE ZARAGOZA

En septiembre de 2006 el Gobierno de Aragón y el Ayuntamiento de Zaragoza elaboraron el "Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza" (Plan Intermodal de Transportes del Área de Zaragoza). En dicho documento se establecieron como objetivos:

- 1. Atender la demanda de transporte en las mejores condiciones técnicas, económicas, de calidad y ambientales.
- 2. Proporcionar cobertura al derecho a la movilidad de la población en el área metropolitana funcional.
- 3. Diseñar un modelo de transporte más eficiente y sostenible, en términos económicos y ambientales.
- 4. Fomentar el uso de los modos menos consumidores de espacio y de energía.
- 5. Incorporar el modo ferroviario al sistema de transporte metropolitano.
- 6. Promover un sistema de transporte cuyo diseño y funcionamiento proporcione a la demanda de transporte la garantía de atención de todas sus necesidades, contempladas integralmente.
- 7. Mantener y, si cabe, incrementar la participación del transporte colectivo en la atención a la demanda de desplazamientos mecanizados.
- 8. Extender el derecho a la información en todos los modos de transporte colectivo.

Asimismo, entre las estrategias planteadas para la consecución de los citados objetivos se incluyeron las siguientes:

1. Crear nuevos modos de transporte de capacidad media y alta para atender los flujos más importantes de la demanda como el ferrocarril de cercanías y la red de tranvía – metro ligero.

- 2. Definir las redes de transporte con los grados de libertad necesarios para que puedan adaptarse a la evolución de los asentamientos residenciales y de empleo, como la red de tranvías que admite prolongaciones a nuevas zonas, el desarrollo de la red de cercanías y el dimensionamiento de las redes de autobuses para los últimos horizontes del PIT.
- 3. Implantar la solución de tranvía metro ligero atendiendo a las líneas de deseo de la demanda que, por su volumen, puedan justificarlo.
- 4. Crear nuevos modos de transporte que mejoren las características de la oferta de los existentes, especialmente en materia de velocidad, regularidad y fiabilidad del servicio, con las propuestas que incorporan modos ferroviarios y la extensión de plataformas de uso reservado.

Las estrategias fueron concretadas en una serie de medidas, entre las que se incluyeron la red de tranvía – metro ligero con un programa de nuevas líneas de tranvía – metro ligero:

- a) Actur Romareda (horizonte 2010)
- b) Delicias- Las Fuentes (horizonte 2015)
- c) Torrero La Jota (horizonte 2015)
- d) Prolongación de la línea (N-S) a Parque Goya (horizonte antes 2015)
- e) Prolongación de la línea (N-S) hasta Casablanca (horizonte antes 2015)
- f) Prolongación de la línea (N-S) desde Casablanca hasta Valdespartera (horizonte antes 2015)

2.3. LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

Con fecha julio de 2006 se aprobó el 'Estudio de viabilidad de alternativas de una línea de tranvía –metro ligero norte--sur en Zaragoza" (Gobierno de Aragón y Ayuntamiento de Zaragoza).

Tras la redacción de los proyectos de referencia correspondientes a las diferentes actuaciones y el consiguiente proceso de licitación, se produjo la adjudicación definitiva de la selección del Socio Privado (traza) que participa con el Ayuntamiento de Zaragoza en la Sociedad de Economía Mixta (SEM), constituyéndose la Sociedad de Economía Mixta Los Tranvías de Zaragoza el 13 de julio del mismo año.







El acta de comprobación de replanteo se firmó con fecha 17 de agosto de 2009, dándose comienzo a las obras. Entre el 19 de abril de 2011 y el 26 de marzo de 2013 se puso en servicio la línea 1 del Tranvía de Zaragoza (N-S) desde Valdespartera a Parque Goya, dando así cumplimiento a las propuestas a), d), e) y f) del Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza.

2.4. ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA LÍNEA 2 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA (AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA, 2013)

En desarrollo de la propuesta b) Delicias - Las Fuentes del "Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza" (Plan Intermodal de Transportes del Área de Zaragoza), el Ayuntamiento de Zaragoza presentó en junio de 2013 un estudio preliminar para la Línea 2 del Tranvía de Zaragoza en el que se definían los siguientes trazados:

- Ramal Oeste: entre los Enlaces y plaza de España (con uso compartido de la calle Coso con Línea 1): Avenida de Madrid-Conde Aranda-Coso-Plaza de España.
- Ramal Este: el estudio plantea un tramo común Plaza de España Coso Espartero Plaza de San Miguel Miguel
 Servet, un ramal fijo a la calle Compromiso de Caspe, además de un ramal complementario, para el que define tres opciones:
 - Opción 1: Miguel Servet hasta prácticamente el cruce con el Tercer Cinturón.
 - Opción 2: Avenida de San José hasta el cruce con Cesáreo Alierta, hasta las cercanías del Pabellón Príncipe
 Felipe.
 - Opción 3: San José en toda su extensión hasta alcanzar las proximidades del Canal Imperial. En esta alternativa ya se planteaba la posibilidad de conectar con el barrio de Torrero, con un servicio de autobuses hasta la parada del Canal Imperial.

2.5. ESTUDIO DE PRESELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Si bien en el estudio preliminar elaborado por el Ayuntamiento de Zaragoza en 2013 se definieron unas determinadas alternativas de trazado, dentro del alcance del presente contrato de "Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una Línea de Tranvía Este — Oeste en Zaragoza" en la fase en desarrollo de Análisis de Alternativas, se ha desarrollado un análisis inicial de todas las alternativas consideradas factibles para la definición de una segunda línea de tranvía en Zaragoza Este-Oeste, evaluando cada una de ellas desde múltiples aspectos: técnicos, de movilidad, sociales, económicos, ambientales, etc.

El objeto de este análisis ha sido poder discriminar aquellas alternativas consideradas no factibles y las evaluadas como menos adecuadas desde un punto de vista global para el servicio al ciudadano de Zaragoza, seleccionando aquellos otros trazados que serán objeto de un análisis más detallado.

En este estudio de preselección de alternativas, elaborado en junio de 2015, se analizaron diferentes posibilidades de trazados, estructurando un proceso de decisión coherente desarrollado en tres niveles de comparación y decisión:

NIVEL 1.- Búsqueda exhaustiva y sistemática del conjunto de alternativas de trazados posibles.

En un primer estadio se consideraron todos los posibles recorridos del tranvía, a los que posteriormente se sometió a una evaluación en función de criterios preliminares considerados críticos, como constricciones de naturaleza topográfica y urbanística (anchura de viales, pendientes, radios de curvatura), de incumplimiento de objetivos (zonas a conectar, equipamientos o puntos de paso obligado, reducción de congestión) o de integración urbana (nivel de transformación, inviabilidad de integración). Como consecuencia de la evaluación se eliminaron aquellas soluciones que se consideraron no factibles y que, por tanto, no fueron evaluadas en el siguiente nivel de análisis. Dichos criterios fueron consensuados con el Servicio de Movilidad Urbana del Ayuntamiento de Zaragoza.

Al término de esta etapa, ciertas alternativas de trazado identificadas fueron rechazadas, ya que no cumplían con los criterios mínimos de diseño, integración o funcionalidad establecidos.

NIVEL 2.- Preselección de alternativas a analizar en el Estudio de Viabilidad

En esta segunda etapa del estudio, se estableció un análisis comparativo y detallado de las alternativas no rechazadas en el nivel 1, establecido a partir de los objetivos y desafíos del proyecto.

Los criterios contemplados en el análisis fueron los siguientes:





- Demanda potencial, relacionada con cobertura de población a 250 y 500 m, así como demanda actual de transporte público.
- Limitaciones de carácter técnico (radios mínimos, pendientes máximas).
- Integración urbana, relacionada con la sección antes/después de los distintos tramos incluidos en los itinerarios,
 armonización con el entono, oportunidad para la ciudad de renovación y/o transformación.
- Integración en el sistema de equipamientos.
- Intermodalidad.
- Impacto en la reordenación del tráfico.
- Evaluación preliminar de coste de construcción y explotación.
- Afección a infraestructuras y servicios.
- Afecciones ambientales.
- Afección a línea 1.
- Posibilidad de disposición de cocheras.

Nivel 3. Estudio de Viabilidad de Alternativas

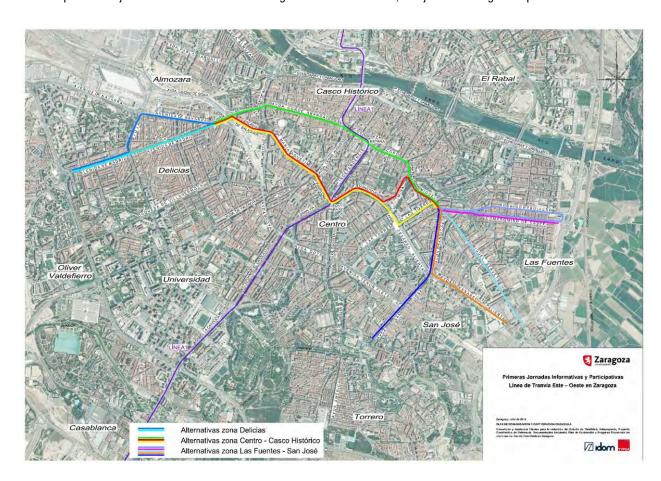
Esta fase corresponde a la fase B del presente estudio, denominada "Viabilidad de Alternativas" de acuerdo con el PPTP del Contrato, que se realizará sobre las alternativas preseleccionadas en el nivel 2. Al término de este análisis se presentará una recomendación de elección del mejor trazado en base a un análisis multicriterio. De este modo se selecciona el trazado más atractivo y eficaz y que cumple los objetivos establecidos.

Dentro de este nivel se enmarca, como paso intermedio, el presente "Análisis de Alternativas". Tras ser sometido a proceso de participación ciudadana, presentará la alternativa finalmente propuesta, dando por concluido el Estudio de Viabilidad.

El objetivo de esta fase de estudio es la definición del itinerario por el que discurrirá el tranvía. Por tanto el trazado, así como el número y situación de paradas, deberá considerarse como provisional, ya que en futuras fases del estudio se definirá la posición y número exacto de paradas así como la sección transversal de las zonas atravesadas.

El Nivel 3 de comparación no era objeto del Estudio de Preselección de Alternativas.

Al término del documento (nivel 1 + nivel 2 de preselección de alternativas), se presentaron las alternativas consideradas más idóneas para ser objeto de estudio en detalle en el siguiente nivel de análisis, reflejadas en el siguiente plano.



llustración 1. Plano de alternativas

2.6. Primer proceso de Participación Ciudadana

2.6.1. JORNADAS INFORMATIVAS

Una vez efectuado el análisis preliminar de alternativas, entre el 6 y el 8 de julio de 2015 se desarrollaron las Primeras Jornadas Informativas del Plan de Comunicación y Participación Ciudadana. Se realizaron cuatro sesiones a las que se invitó a







representantes de 124 entidades (de las que finalmente acudieron 60), además una sesión específica con medios de comunicación (a la que acudieron 16 periodistas) y una sesión abierta a la ciudadanía.

2.6.2. Proceso abierto a la ciudadanía

Del 6 de junio al 6 de septiembre de 2015 vía web municipal, correo electrónico (linea2tranvia@zaragoza.es) o registro municipal, los ciudadanos y entidades remitieron sus propuestas y sugerencias a los posibles trazados de la línea 2 del tranvía de Zaragoza. Se recibieron un total de 98 propuestas y sugerencias, tanto de entidades como de organizaciones y colectivos, que fueron respondidas individualmente.

2.7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.7.1. Introducción

El objeto del *Análisis de Alternativas* fue efectuar un estudio técnico comparativo entre los distintos trazados finalmente considerados, con el objeto de seleccionar la alternativa más ventajosa para la ciudad y que será desarrollada a nivel anteproyecto, y posteriormente a nivel de proyecto constructivo de referencia.

2.7.2. CONSIDERACIÓN DE PROPUESTAS RECIBIDAS EN EL PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Para la elaboración del estudio, el equipo redactor efectuó un análisis y evaluación de las propuestas recibidas tanto en las primeras jornadas informativas como en el proceso abierto a la ciudadanía, incorporando al mismo aquellas propuestas que fueron consideradas adecuadas para la finalidad del proyecto y viables.

Además de algunas consideraciones y sugerencias, bien ya tenidas en cuenta en el proceso previo de selección efectuado, bien de pequeño calado, las propuesta incluidas en el estudio consideradas diferenciadoras o relevantes respecto a las alternativas expuestas en las primeras jornadas informativas fueron:

- la inclusión en el estudio de una posible extensión de la línea 2 por la carretera de Madrid hasta su intersección con la ronda Ibón de Plan.
- la decisión de que el ramal a Las Fuentes debía realizarse en vía única, circulando por Compromiso de Caspe en sentido salida ciudad y por Rodrigo Rebolledo en sentido entrada.

2.7.3. SEGUNDO PROCESO DE PRESELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Comenzados los trabajos de análisis de detalle de las alternativas expuestas en las primeras jornadas informativas, y efectuada una primera evaluación de las mismas a través del modelo de demanda, se rechazaron para siguientes fases de análisis de detalle los siguientes trazados:

- Ramal de Cesáreo Alierta, al proporcionar una demanda un 23,5% inferior a las alternativas finalmente contempladas.
- Ramal de Miguel Servet, al proporcionar una demanda global del sistema un 18,5% inferior a las alternativas finalmente contempladas.
- Trazado por el Camino de las Torres, al ser incompatible la sección disponible en caso de implantación de tranvía (un carril por sentido) con el tráfico requerido para garantizar una movilidad correcta, especialmente en lo referente al acceso al barrio de Las Fuentes.

2.7.4. Trazados evaluados en el análisis de alternativas

Tras el proceso descrito, los trazados finalmente analizados en el estudio de alternativas fueron los siguientes:





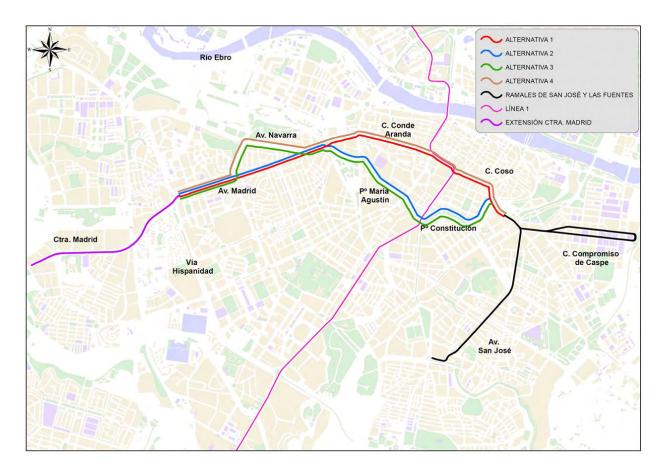


Ilustración 2. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa Abreviatura Descripción		W	Longitud en	Nº
		- Itinerario	operación (km)	paradas
Alt_1	Alternativa 1	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/ Conde Aranda – c/ Coso – Pza. España – c/ Coso – Plaza San Miguel – c/ Espartero – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – P ^o del Canal)	Común: 3,92 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 8,56	19
Alt_2	Alternativa 2	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/ Escrivá de Balaguer – Pº María Agustín – Pº Pamplona – Pº Constitución – Pº de la Mina – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 4,18 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 8,82	19
Alt_3	Alternativa 3	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/Rioja – Avda. Navarra – c/ Escrivá de Balaguer – Pº María Agustín – Pº Pamplona – Pº Constitución – Pº de la Mina – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 4,44 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 9,08	20
Alt_4	Alternativa 4	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/Rioja – Avda. Navarra – Avda. Madrid – c/ Conde Aranda – c/ Coso – Pza. España – c/ Coso – Plaza San Miguel – c/ Espartero – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 4,18 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 8,82	20
Alt_1_A	Alternativa 1A	Ídem Alternativa 1 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-lla) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 3,92 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 10,55	22
Alt_2_A	Alt_2_A Alternativa 2A Ídem Alternativa 2 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan		Común: 4,18 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 10,81	22
Alt_3_A	Alternativa 3A	Ídem Alternativa 3 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-lla) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 4,44 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 11,07	23
Alt_4_A	Alternativa 4A	Ídem Alternativa 4 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-lla) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 4,18 Ramal 1: 2,7 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 10,81	23







2.7.5. Trabajos desarrollados en el estudio de alternativas

El Estudio de Alternativas incluyó, para cada uno de los trazados propuestos:

- Definición de alternativas: trazado en planta, alzado, secciones tipo, posición de paradas, número de cocheras.
- Evaluación de la demanda potencial de cada alternativa y sus afecciones sobre el resto del sistema de transporte de la ciudad (bus urbano, vehículo privado, bicicleta, taxi y peatón), así como sobre la accidentalidad.
- Población atendida, conexión con equipamientos, intermodalidad.
- Diseño básico de explotación y flota necesaria.
- Definición de obras complementarias necesarias.
- Estimación de coste de inversión.
- Estimación de coste de operación y mantenimiento.
- Análisis ambiental (afecciones al arbolado y zonas verdes, reducción de emisiones, afecciones al patrimonio, ruido)
- Análisis de la integración del tranvía (oportunidad para la ciudad, carácter estructurante, afección a la planificación, etc.)
- Análisis de rentabilidad económico-financiera y socio-económica.

Para la evaluación y propuesta de la mejor alternativa para la línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza desde un punto de vista técnico se aplicó la metodología basada en el empleo de la matriz multicriterio. El análisis efectuado incorporó las variables consideradas relevantes en cuatro campos de interés:

- Aspectos económicos y socioeconómicos
- Aspectos funcionales
- Aspectos de integración
- Aspectos medioambientales

Cada uno de los criterios empleados fue valorado de manera independiente e integrado en una matriz con pesos y coeficientes de ponderación para alcanzar una valoración uniforme que permitió la comparación entre ellas. Se seleccionaron un total de 34 aspectos característicos para la comparación entre alternativas, tanto cualitativos como cuantitativos, que fueron agrupados en los anteriormente citados cuatro campos de interés, puntuados y ponderados.

De acuerdo con las puntuaciones realizadas para cada una de las alternativas para cada uno de los aspectos analizados, y aplicando las ponderaciones, la matriz multicriterio técnica resultante fue la siguiente:

Tabla 2. Resumen matriz multicriterio técnica 8 alternativas

	ASPECTOS				
ALTERNATIVA	Económicos y socio-económicos	Funcionales	Integración	Medioambientales	TOTAL
Alternativas sin extensión					
Alternativa 1	18,0	17,0	8,6	8,2	51,9
Alternativa 2	21,5	21,4	10,3	9,2	62,5
Alternativa 3	22,8	20,4	9,0	7,8	60,0
Alternativa 4	19,7	16,3	7,2	6,7	49,9
Alternativas con extensión					
Alternativa 1A	12,1	17,2	9,7	6,5	45,5
Alternativa 2A	15,1	21,5	11,4	7,6	55,6
Alternativa 3A	16,5	20,6	10,2	6,2	53,5
Alternativa 4A	13,9	16,4	8,5	5,0	43,8

Como conclusión del análisis pudo establecerse que, entre las alternativas sin extensión hasta Valdefierro, que las alternativas 2 y 3, con puntuaciones muy similares entre ambas, eran significativamente mejores que las alternativas 1 y4 (también con puntuaciones prácticamente iguales).

Idéntica situación se producía en el caso de las alternativas con extensión, donde se establecen dos grupos de puntuaciones similares, en los que las alternativas 2A y 3A eran significativamente mejores que las alternativas 1A y 4A.

La ejecución de la extensión implicaba una reducción relevante en las puntuaciones de los aspectos económicos y socioeconómicos, así como una reducción de menor entidad en los aspectos ambientales frente a las de las alternativas sin extensión, con ligeras mejoras en aspectos funcionales y de integración.

Analizando todas las alternativas de forma conjunta, existían cuatro grupos de puntuaciones homogéneas: en primer lugar las alternativas 2 y 3; en segundo lugar las alternativas 2A y 3A; en tercer lugar las alternativas 1 y 4; y por último las alternativas 1A y 4A.







El detalle del análisis multicriterio realizado se incluye en el *Anexo VII. Matriz Multicriterio* del *Apéndice nº1. Análisis de Alternativas* del presente *Estudio de Viabilidad*.

2.8. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El documento *Análisis de Alternativas* se presentó el 27 de mayo de 2016. Se incorpora al presente *Estudio de Viabilidad* como Apéndice nº1.

2.9. ADENDA Nº1. ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS CON PROLONGACIÓN A VALDEFIERRO

Finalizado el análisis de las ocho alternativas, el Ayuntamiento de Zaragoza consideró de interés especial la incorporación, en todas las alternativas de trazado en las que concluye el presente estudio técnico, de la prolongación del trazado de la línea 2 desde la glorieta de los Enlaces hacia Valdefierro, ya que esta prolongación proporcionaría una mejora de la accesibilidad al transporte público para los barrios de Miralbueno, Oliver, Valdefierro, Rosales del Canal y Arcosur.

De este modo, se procedió a la elaboración de una adenda al Análisis de Alternativas recogiendo la matriz multicriterio actualizada y concluyente que permitió llevar a cabo la comparación técnica entre las alternativas denominadas en el estudio como 1A, 2A, 3A y 4A, que contemplan este ramal de prolongación hasta Valdefierro, sin tener en consideración aquéllas que no lo incorporaban.

La supresión en el análisis multicriterio de las cuatro alternativas sin prolongación hasta Valdefierro implicó una modificación de la valoración de algunos aspectos contemplados en el citado análisis. La *Adenda nº1. Análisis multicriterio de alternativas con prolongación a Valdefierro*, incluida como Apéndice nº2 al presente *Estudio de Viabilidad*, recoge la justificación de la modificación y la nueva valoración asignada a los aspectos sometidos a variación. Para el resto de aspectos se mantuvo vigente la valoración recogida en el *Anexo VII. Matriz Multicriterio* del documento *Análisis de Alternativas*.

De esta forma, la valoración técnica actualizada de las alternativas a contemplar en fases futuras del estudio, y denominadas respectivamente 1A, 2A, 3A y 4A (con prolongación hasta Valdefierro), tras la supresión de las alternativas denominadas 1, 2, 3 y 4 (sin prolongación a Valdefierro), fue la siguiente:

Tabla 3. Resumen matriz multicriterio técnica actualizada – 4 alternativas

		ASPECTOS				
ALTERNATIVA	Económicos y socio-económicos	Funcionales	Integración	Medioambientales	TOTAL	
Alternativa 1A	15,8	17,0	9,5	8,6	51,0	
Alternativa 2A	21,6	21,8	11,4	10,0	64,8	
Alternativa 3A	22,6	20,8	10,1	8,2	61,7	
Alternativa 4A	17,9	16,2	8,2	6,7	49,0	

La adenda nº1 concluye indicando que las alternativas 2A y 3A presentan mejores puntuaciones en todos los grupos de aspectos analizados (y por tanto puntuaciones globales) que las alternativas 1A y 4A, si bien las diferencias entre ambos grupos son más significativas en los aspectos económicos, socio-económicos y funcionales. Todas las alternativas presentan puntuaciones relativamente similares en aspectos de integración y medioambientales.

Las puntuaciones de las alternativas 2A y 3A son muy similares entre ellas, al igual que las de las alternativas 1A y 4A.

2.10. ADENDA Nº2. PROCESO PARTICIPATIVO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

2.10.1. SEGUNDO PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Dada la relevancia de la selección de la alternativa que finalmente será desarrollada a nivel anteproyecto y proyecto constructivo, el Ayuntamiento de Zaragoza decidió incluir la opinión de la ciudadanía en el proceso de selección de alternativas, elaborando una matriz mixta en la que la decisión técnica tuviera una ponderación del 70% y la opinión ciudadana una ponderación del 30%.

2.10.1.1. Segundas Jornadas Informativas

Para ello se convocaron un total de ocho jornadas informativas para explicar las conclusiones del Estudio de Alternativas. Las sesiones se desarrollaron entre el 11 de noviembre y el 2 de diciembre de 2016 en los Centros Cívicos de Valdefierro, Oliver, Centro de Historias, Salvador Allende, Delicias, Pedro Laín Entralgo, San José y Estación del Norte.





2.10.1.2. Proceso participativo abierto a la ciudadanía para la selección de la alternativa a desarrollar

Entre el 12 y el 19 de diciembre de 2016 se desarrolló una encuesta ciudadana en la que pudieron participar todos los empadronados en Zaragoza mayores de 14 años. La participación pudo realizarse telemáticamente desde la Plataforma de Gobierno Abierto y presencialmente en puntos habilitados en Juntas de Distrito y Centros Cívicos.

En dicha encuesta los ciudadanos pudieron puntuar cada alternativa con valores de 1 a 5.

En la encuesta participaron un total de 5.848 ciudadanos. El resultado de la encuesta se recoge en la tabla siguiente:

Tabla 4. Resultado del proceso participativo abierto a la ciudadanía para la selección del trazado de la línea 2 del tranvía

	Participación ciudadana			
Alternativa	Puntos	Puntuación		
	1 untos	media		
Alternativa 1A	14.740	2,52		
Alternativa 2A	15.060	2,58		
Alternativa 3A	17.370	2,97		
Alternativa 4A	15.363	2,63		
Total participantes	5.848	Ī		

Una vez conocida la puntuación media obtenida por cada alternativa en el proceso participativo, se ha procedido a su transformación en Valoración de la Participación Ciudadana. El resultado de la valoración ciudadana de las alternativas fue la siguiente:

Tabla 5. Valoración ciudadana de las alternativas de trazado de la línea 2 del tranvía

Alternativa	Participación ciudadana	
Aitomativa	Valoración	
	PC	
Alternativa 1A	38,01	
Alternativa 2A	39,38	
Alternativa 3A	49,26	
Alternativa 4A	40,68	

2.10.2. MATRIZ MULTICRITERIO GLOBAL

Una vez determinada tanto la puntuación técnica, como la opinión de la ciudadanía, se elaboró la matriz multicriterio global, con el siguiente resultado:

Tabla 6. Resultado del proceso participativo abierto a la ciudadanía para la selección del trazado de la línea 2 del tranvía

	Téc	cnica Participació		n ciudadana	
Alternativa	Valoración	v 0.7	Valoración	x 0.3	Total
	técnica	x 0,7	PC	X U,3	
Alternativa 1A	51,00	35,70	38,01	11,40	47,10
Alternativa 2A	64,80	45,36	39,38	11,81	57,17
Alternativa 3A	61,70	43,19	49,26	14,78	57,97
Alternativa 4A	49,00	34,30	40,68	12,20	46,50

De acuerdo con este análisis, la alternativa más ventajosa para la ciudadanía es la Alternativa 3A.

2.10.3. Presentación de la adenda Nº2

El documento Adenda nº2. Proceso participativo y selección de alternativa se elaboró el 27 de enero de 2017. Se incorpora al presente Estudio de Viabilidad como Apéndice nº3.

2.11. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Con fecha 27 de enero de 2017, el Gobierno de Zaragoza prestó su conformidad a la selección de la alternativa 3A como más ventajosa y a la redacción del correspondiente Estudio de Viabilidad.







3. FINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA

El presente Estudio de Viabilidad recoge las características generales necesarias para definir la futura línea este-oeste del tranvía de Zaragoza.

La segunda línea del tranvía de Zaragoza, que recorrerá la ciudad de este a oeste, conectará los barrios de Milarbueno, Oliver, Valdefierro, Rosales del Canal, Delicias, Las Fuentes y San José, con el centro de la ciudad, los principales puntos atractores de movilidad, y con la actual línea 1 (norte-sur), proporcionando por tanto una mejora de la conectividad de estos barrios con la mayor parte de la ciudad.

La línea este-oeste cumple con los objetivos establecidos en el Plan Intermodal de Transporte — Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza, al:

- Atender la demanda de transporte en las mejores condiciones técnicas, económicas, de calidad y ambientales.
- Proporcionar cobertura al derecho a la movilidad de la población.
- Diseñar un modelo de transporte más eficiente y sostenible, en términos económicos y ambientales.
- Fomentar el uso de los modos menos consumidores de espacio y de energía.
- Incorporar el modo ferroviario al sistema de transporte metropolitano.
- Promover un sistema de transporte cuyo diseño y funcionamiento proporcione a la demanda de transporte la garantía de atención de todas sus necesidades, contempladas integralmente.
- Mantener y, si cabe, incrementar la participación del transporte colectivo en la atención a la demanda de desplazamientos mecanizados.
- Extender el derecho a la información en todos los modos de transporte colectivo.

Asimismo, la línea este-oeste da cumplimiento a las siguientes estrategias planteadas para la consecución de los citados objetivos:

 Crear nuevos modos de transporte de capacidad media y alta para atender los flujos más importantes de la demanda como el ferrocarril de cercanías y la red de tranvía – metro ligero.

- dimensionamiento de las redes de autobuses para los últimos horizontes del PIT.
- Implantar la solución de tranvía metro ligero atendiendo a las líneas de deseo de la demanda que, por su volumen,
 puedan justificarlo.
- Crear nuevos modos de transporte que mejoren las características de la oferta de los existentes, especialmente en materia de velocidad, regularidad y fiabilidad del servicio, con las propuestas que incorporan modos ferroviarios y la extensión de plataformas de uso reservado.

Asimismo, la línea este-oeste recogida en el presente Estudio de Viabilidad supone un segundo paso para el cumplimiento de las medidas concretas expresadas en el PIT-PMSZ, entre las que se incluyeron la red de tranvía – metro ligero basada en tres líneas:

- 1. Actur-Romareda (y extensiones hasta Valdespartera y Parque Goya)
- 2. Delicias-Las Fuentes (línea este-oeste)
- Torrero La Jota

La implantación de la línea este-oeste del tranvía supondrá la potenciación un modo de transporte sostenible y económicamente eficiente en el largo plazo, la mejora de la eficiencia energética, la reducción de emisiones, la mejora de la seguridad, la comodidad y la accesibilidad, entre otras.





4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Como se ha indicado previamente, la alternativa finalmente seleccionada es la denominada Alternativa 3A en el Análisis de Alternativas (recogido como Apéndice nº1) cuyas características principales se resumen a continuación.

4.1. TRAZADO

El tramo comercial de la alternativa se inicia en la antigua carretera de Madrid, a la altura del cruce con la ronda Ibón de Plan, discurriendo por dicha vía hasta la glorieta de los Enlaces. y accediendo al barrio de las Delicias por la Avda. de Madrid. A la altura de la calle Rioja el trazado gira a la izquierda para continuar por la Avda. de Navarra para dirigirse al centro de la ciudad por la calle Escrivá de Balaguer, paseo María Agustín y Paseo Pamplona.

La alternativa se cruza con la línea 1 de tranvía en la Plaza Paraíso, continuando por el paseo de la Constitución, para girar posteriormente hacia el paseo de la Mina y cruzar el río Huerva por la calle Miguel Servet. Una vez que cruza camino de las Torres, la línea se bifurca en dos ramales: el primero de ellos da servicio al barrio de Las Fuentes mediante una plataforma de vía simple que circula por la calle Compromiso de Caspe y retorna por la calle Rodrigo Rebolledo, mientras que la segunda subiría por la avenida San José hasta el Canal Imperial, donde se situaría la parada de fin de línea.

4.1.1. CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES

Las características más relevantes son las siguientes:

- 1. Longitud total: 11,07 kilómetros
 - Tramo común: 4.440 metros.
 - Ramal las Fuentes: 2.700 metros.
 - Ramal San José: Vía doble con una longitud de 1.940 metros.
 - Ramal Valdefierro: Vía doble con una longitud de 1.990 metros
- 2. Número de cocheras-talleres: 1 ud.
- 3. Número de paradas: 23 (25 si se consideran como paradas independientes las paradas equivalentes de Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo).

4.1.2. PARÁMETROS MÍNIMOS

Para el diseño se ha aplicado los siguientes parámetros mínimos:

Tabla 7. Parámetros mínimos de diseño de trazado

Parámetros	Límites
Velocidad máxima de circulación:	50 Km/h
Ancho de vía:	1,435 mm
Radio horizontal mínimo de la red y vías de servicio:	
-Deseable:	25m
-Absoluto:	20m
Pendiente máxima de la red:	
-Deseable (en rampas sin límite de longitud):	45‰
-Absoluta (en situaciones puntuales):	70‰
-Pendiente máxima en vías de servicio:	80‰
Distancia mínima entre ejes de dos vías paralelas en recta:	3,15 m
Ancho total mínimo de franja reservada (2 vías en recta):	6,3m
Distancia entre paradas	350 a 600 metros

4.1.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

A efectos de diseño se ha considerado un ancho de vía de 1,435 mm (ancho internacional o ancho UIC), idéntico al de la línea 1 del tranvía de Zaragoza.

Para esta fase de los trabajos se han planteado tres secciones tipo diferentes en función del tipo y ancho de calle:

Tipo I:

La sección general corresponde a calles con anchura suficiente y se ha establecido un ancho total de 8 metros (incluidos los dos bordillos GLO que delimitan la plataforma reservada). En esta fase de los trabajos no se ha diferenciado entre tramos rectos y en curva, ya que no se trata tanto de definir un trazado constructivo como de asegurar que la implantación urbanística de las alternativas es posible.

Se ha considerado esta sección en Avda. de Madrid, Avda. de Navarra, paseo Pamplona y paseo María Agustín, paseo de la Mina y calle Miguel Servet.







Tipo II:

Corresponde a la Avda. San José, en las que la anchura disponible ha aconsejado disminuir el ancho de la franja reservada hasta los 7 metros. Ello significa que en este caso los postes necesarios para soportar la catenaria, que se diseñarán de acuerdo con la estética de las calles en la fase de anteproyecto, no pueden situarse en el espacio entre los dos sentidos de circulación.

Tipo III:

Este tipo corresponde a secciones con vía de sentido único, lo que ocurre en el ramal a Las Fuentes (calles Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo). En este caso se ha considerado un ancho reservado total de 4 metros.

4.1.4. TRAZADO EN PLANTA

Los radios de giro empleados son iguales o superiores a 30 m con una única excepción: el giro entre la Avda. de Madrid y la calle Rioja para las que se ha previsto radios de 29 m en el caso de la vía dirección Este y 25 m para la dirección Oeste.

4.1.5. TRAZADO EN ALZADO

Pendientes que se mantienen inferiores al 3% con dos únicas excepciones en las calles Rioja y San José (último tramo) en las que se alcanzan pendientes en torno al 7%.

4.1.6. POSICIÓN DE PARADAS

Adicionalmente, se han pre-encajado las paradas, bien con andén central o bien con andenes laterales. Dado que el diseño detallado de las mismas deberá afrontarse en la fase de anteproyecto, se ha optado, como criterio general, el mantener distancias entre ejes de vía de 4 y 3,5 m. según que la sección sea la Tipo I o la Tipo II.

Las paradas se han dispuesto a distancias variables entre 200 y 600 metros.

Cocheras

Tabla 8. Posición de paradas

Código Parada	P.K	Descripción	Ubicación Andén	Distancia Relativa (m)
Ext-1	170	Carretera Madrid – Ronda Oliver	Central	0
Ext-2	1050	Carretera Madrid – Calle Biel	Central	880
Ext-3	1700	Centro especialidades – Carretera de Madrid nº 46	Central	650
P-01	50	Avda. Madrid. Los enlaces	central	290
P-02	560	Avda. Madrid esquina calle Rioja (C\ Pedro Alfonso)	central	510
P-03	900	C∖ Rioja – Parque Castillo Palomar	Laterales	340
P-04	1140	Avda. de Navarra núm. 76 – Centro cívico	central	240
P-05	1640	Avda. de Navarra núm. 7	central	500
P-06	2115	Escrivá de Balaguer	central	475
P-07	2650	Paseo M ^a Agustín – Pignatelli	central	535
P-08	3130	Pº Pamplona – Puerta del Carmen	central	480
P-09	3530	Pº Constitución – Arquitecto Yarza	Laterales	400
P-10	3770	Pº Constitución nº25	Laterales	240
P-11	4270	Pº La mina – Centro Pedro Laín Entralgo	central	500
P-12	4635	Calle Miguel Servet núm. 15	Laterales	365
P-13	5135	Calle San José - Plaza Reina Sofía	Laterales	500
P-14	5430	Calle San José - Cesáreo Alierta	Laterales	295
P-15	5855	Calle San José - Tenor Fleta	Laterales	425
P-16	6115	Calle San José - Calle Bellavista	Laterales	260
P-17	6695	Paseo del Canal frente acuartelamiento San Fernando	Laterales	580
CC-01	300	Compromiso de Caspe confluencia Miguel Servet	Laterales	485 desde P-12
		Compromiso de Caspe 69 - Octavio García Burriel		490
CC-02	780 / 900	Monasterio Ntra. Sra. del Pueyo (Parroquia Cristo. Rey)	Vía única	415
CC-03	1140 / 300	Compromiso de Caspe 69 - Elche	Vía única	375
00-03	1140/300	Rodrigo Rebolledo - Monasterio de Guayente		590

Todas las paradas se han prediseñado con longitud suficiente para permitir una doble composición, siguiendo el mismo criterio empleado en la Línea 1.

Se han previsto los Bretelle, desvíos y escapes necesarios para la explotación.







4.2. CARTOGRAFÍA

Para los trabajos del presente Estudio de Alternativas se ha dispuesto de la Cartografía Base del municipio de Zaragoza suministrada por el Servicio de Información Geográfica del Ayuntamiento de Zaragoza. Se dispone de información a escalas 1:5.000 y 1:500.

En algunas zonas concretas se ha empleado la cartografía disponible en algunos proyectos constructivos realizados por el Ayuntamiento de Zaragoza. Por ejemplo, éste ha sido el caso del *Proyecto de Urbanización de la G19/1 del Plan General de Ordenación Urbana* o del *Proyecto Desglosado 1ª Fase de Urbanización de la U.E.-1 del Área de Intervención F-51-3*.

Adicionalmente, y dado que las bases cartográficas únicamente disponen de información altimétrica de puntos y no de curvas de nivel, se ha realizado una triangulación del terreno a partir de los ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LiDAR-PNOA cedidos por © Instituto Geográfico Nacional de España, disponibles en la web de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica.

Los datos LiDAR se distribuyen en ficheros de 2x2 km de extensión. El formato de descarga es un archivo LAZ (formato de compresión de ficheros LAS). Las nubes de puntos han sido capturadas mediante vuelos con sensor LiDAR con una densidad de 0,5 puntos/m², y posteriormente clasificadas de manera automática y coloreadas mediante RGB obtenido a partir de ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con tamaño de pixel de 25 o 50cm. Sistema geodésico de referencia ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y proyección UTM en el huso correspondiente a cada fichero. Alturas ortométricas.

Para el ámbito de estudio se han utilizado los ficheros LiDAR 2x2 del Instituto Geográfico Nacional que se presentan en las siguientes figura y tabla.



Ilustración 3. Imagen de la extensión de los archivos LiDAR 2x2 utilizados para obtener el Modelo Digital de Terreno del ámbito de estudio

Para optimizar el tratamiento de los datos LiDAR y, en consecuencia, la construcción de la triangulación del terreno se redujo el ámbito de estudio. Para ello se definió una banda a partir del eje del trazado de cada una de las alternativas. Además se incluyó una importante zona al Oeste de la ciudad al objeto de estudiar el terreno en zonas con posible expansión del tranvía.

Así mismo, se filtró la información de la nube de puntos, utilizando solamente para la triangulación del terreno aquellos puntos clasificados como suelo (código 2).









llustración 4. Detalle de la nube de puntos del archivo LiDAR 2x2 clasificados como suelo en la intersección de la calle Rioja con la Avenida de Madrid

Una vez definidos los puntos clasificados como suelo dentro del ámbito de estudio se procedió a construir la triangulación del terreno.



llustración 5. Triangulación obtenida a partir de los puntos de la nube LiDAR clasificados como suelo en el ámbito de estudio



Ilustración 6. Detalle de la triangulación en la intersección de la calle Rioja con la Avenida de Madrid

A partir de la triangulación de la nube de puntos clasificados como suelo se procedió al curvado del terreno. Se han definido curvas de nivel con una equidistancia de 0,20 m.



llustración 7. Vista general del ámbito de estudio con las curvas de nivel (equidistancia de 0,20 m)









Ilustración 8. Detalle de las curvas de nivel en la intersección de la calle Rioja con la Avenida de Madrid

4.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Dadas las características de los diferentes trazados planteados y el alcance del presente estudio, se ha considerado que los aspectos geológico-geotécnicos no permitirán en modo alguno diferenciar entre las diferentes alternativas. De la misma forma, la fuerte antropización de los trazados y la relativamente poca profundidad de cimentación de la infraestructura tranviaria permiten asegurar que los macroprecios empleados cubren sobradamente los costes de excavación y cimentación que puedan necesitarse.

En fases posteriores del presente trabajo, una vez seleccionada la alternativa a desarrollar en fase de anteproyecto y proyecto de construcción, se realizará el levantamiento geológico específico necesario. Extraemos a continuación la información geológica de los estudios realizados para la línea 1 de tranvía. Posteriormente, la alternativa seleccionada se desarrollará con más profundidad, al nivel de anteproyecto.

El área de Zaragoza se ubica en la Depresión Terciaria del Ebro, situada entre la Cordillera Pirenaica, Cadena Ibérica y Cordilleras Costero-Catalanas, constituidas por terrenos más antiguos, paleozoicos y mesozoicos. El río Ebro, en esta zona, discurre de WNW a ESE.

La parte sur del valle del Ebro está formada por amplias llanuras de materiales erosionables, con contenidos apreciables de arcillas, yesos, así como niveles carbonatados que forman las partes altas del Terciario, dando origen a las "muelas".

En la margen izquierda del río Ebro, destacan materiales de edad Pleistocena y Holocena. A medida que nos acercamos al río Ebro, el recorrido del trazado atraviesa los materiales holocenos, compuestos por una terraza baja y la llanura de inundación del río. También se han localizado depósitos originados por los meandros abandonados, que se localizan en la propia llanura de inundación.

En la margen derecha del río Ebro el trazado discurre también por una serie de niveles de terrazas, de edad Pleistocena y Holocena. En las proximidades del río se localizan los depósitos aluviales actuales, y a medida que el recorrido del tranvía avanza hacia el sur, se va ascendiendo en el nivel de las terrazas. La última terraza, de edad Pleistocena, se sitúa en el límite de la Depresión de Valdespartera, en contacto con los depósitos de glacis de esa zona y a su vez en contacto con los resaltes de los materiales terciarios miocenos.

4.4. INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTRIFICACIÓN Y COMUNICACIONES

El proyecto contempla toda la infraestructura y superestructura tranviaria e instalaciones necesarias para la puesta en funcionamiento de la línea del tranvía.

4.4.1. VÍA EN PLACA

La sección estructural prevista en esta fase del estudio es similar a la ejecutada en la línea 1, formada por una losa de hormigón armado de 32 cm de espesor apoyada sobre hormigón de limpieza, los elastómeros de unión pavimento – carril y por el carril, embebido en la losa de hormigón. En esta losa se dispondrá armadura longitudinalmente y transversalmente tanto en la cara superior como inferior de la losa

Se ha previsto un carril tipo Ri60N "enchaquetado", así como los correspondientes aparatos de vía.

La evacuación de las aguas pluviales se resuelve mediante orificios en la garganta de los carriles, comunicándolos canaletas transversales y desaguando mediante tubería de PVC a la red general de saneamiento existente.

Bajo la vía en placa, o embebidas en la misma se dispondrán las canalizaciones necesarias para la alimentación de la línea y los sistemas de señalización y comunicaciones.







4.4.2. ELECTRIFICACIÓN

Definidas las necesidades energéticas por tramos y para el conjunto, se estudiarán, durante la redacción del anteproyecto, las características y tipologías de los siguientes elementos:

- Subestaciones de Tracción indicando además el número a disponer y la ubicación de cada una de ellas.
- Acometidas eléctricas.
- Feeders de alimentación.
- Sistemas de alimentación.
- Sistemas de retorno.
- Alimentación a paradas, talleres y cocheras.
- Instalaciones de control y telemando.
- Diseño de soportes, postes y farolas o rosetas en fachadas

En fase de anteproyecto se efectuará un análisis de implantación de catenaria analizando su impacto visual, y definiendo aquellos tramos en los que se considere adecuado el empleo de sistemas de alimentación sin catenaria.

4.4.3. SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS

En fases posteriores del proyecto se establecerá un sistema de señalización, comunicaciones y seguridad compatible con línea 1, con el funcionamiento con marcha a la vista previsto y con la regulación semafórica de la ciudad.

4.4.4. ÁREA DE TALLERES Y COCHERAS

El proyecto prevé la construcción de un área de talleres y cocheras situado en uno de los extremos de la línea. Las áreas de talleres y cocheras estarán dotadas de plaza de vías de taller y estacionamiento, zonas productivas de mantenimiento y zonas auxiliares o no productivas. Se estima una superficie mínima para la implantación de los talleres y cocheras de al menos 15.000-18.000 m² (en función de la forma de la parcela).

4.5. REPOSICIÓN DE SERVICIOS Y URBANIZACIÓN

El estudio prevé la renovación completa de los servicios afectados y de otros servicios que, si bien no son directamente afectados, requieren de una renovación dada su antigüedad o estado.

Asimismo, se prevé la renovación de la pavimentación de fachada a fachada a lo largo de todo el recorrido, a excepción del tramo ya renovado de la antiqua carretera de Madrid.

Las obras a realizar interfieren con los siguientes servicios municipales o privados:

- Red municipal de abastecimiento de agua.
- Red municipal de saneamiento.
- Red municipal de alumbrado público.
- Red municipal semafórica.
- Jardinería y arbolado municipal.
- Red eléctrica.
- Red de gas.
- Red de comunicaciones de diversas compañías.
- Línea 1 de tranvía actualmente en servicio

4.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

La implantación de la obra tranviaria lleva asociada la ejecución de diversas obras complementarias a la construcción de la línea 2 del tranvía de Zaragoza. Se consideran aquí otras actuaciones y obras que, sin ser propiamente imputables a proyecto del tranvía se consideran imprescindibles para el correcto funcionamiento de la línea este-oeste del tranvía y del resto de la ciudad, tanto durante la fase de construcción, como una vez puesta en funcionamiento la línea.







En algunos casos se trata de obras que el Ayuntamiento tiene ya proyectadas y que deberá acometer en un futuro más o menos próximo, independientemente de la implantación de una línea dos de tranvía, pero que se consideran imprescindibles para que dicha implantación sea funcional.

La decisión de implantar una línea 2 debe entenderse en este sentido como una oportunidad de completar otras inversiones que, en cualquier caso, deberían acometerse.

Debe indicarse que para ambas actuaciones sólo se han incluido las acciones estrictamente necesarias para garantizar la movilidad adecuada, no incluyendo otras obras no imprescindibles.

A continuación se describirán todas las obras complementarias asociadas a la alternativa seleccionada.

4.6.1. CONEXIÓN TENOR FLETA – TERCER CINTURÓN

La implantación del tranvía supone, obviamente la reducción del número de carriles hábiles para el tráfico de vehículo privado en las vías por la que éste discurre y por tanto, obliga a otras actuaciones sobre la reordenación del tráfico tanto en la propia vía por la que circula el tranvía como en las vías advacentes.

Pero además, obliga a otras actuaciones de reordenación del tráfico de carácter estructurante que aseguren un funcionamiento correcto de la ciudad en su conjunto con el nuevo esquema de movilidad que la implantación de la línea 2 de tranvía supondría.

Éste es el caso de la conexión Tenor Fleta – Tercer cinturón, obra cuyo proyecto redactó el Ayuntamiento en 2011 para realizar las obras de urbanización de la prolongación de la Avenida de Tenor Fleta, incluyendo soluciones de integración con el Parque de la Granja, con los accesos a la estación de cercanías de Miraflores y con los sectores urbanizables y áreas de intervención colindantes. Dicho proyecto, que incluía los estudios e informes necesarios de movilidad e integración de la trama urbana que aseguren una adecuada conexión y acceso al conjunto de áreas y sectores de la orla Este, se articulaba en dos fases de las que únicamente la primera se considera aquí como complementaria.

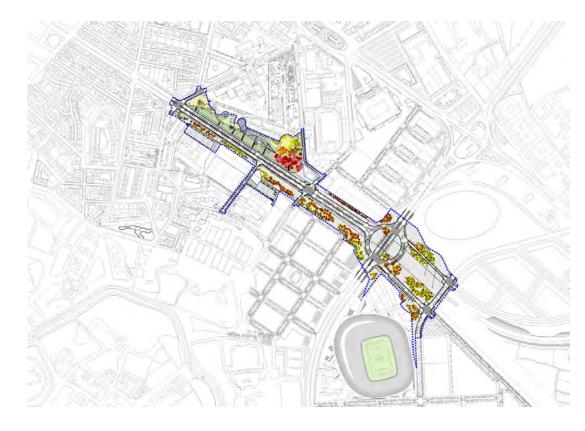


Ilustración 9. Proyecto de conexión de Tenor Fleta con Tercer Cinturón

La obra programada para la calle Tenor Fleta consiste en una ampliación de la misma hasta el tercer cinturón (Z-30), constituyendo así una entrada y salida más hacia la parte sureste de Zaragoza.

El punto de inicio de la ejecución se encuentra aproximadamente en la intersección de la calle Tenor Fleta y la calle José Galiay y en el punto final de la misma se realiza un empalme con el existente tercer cinturón (Z-30) de Zaragoza, con un total de aproximadamente 650 metros de intervención.

Respecto a los viales se considera la ejecución de tres carriles (3,30 metros de anchura), dos de salida y uno de entrada, coincidentes con los proyectados por el Ayuntamiento de Zaragoza. Respecto a la intersección con el tercer cinturón (Z-30) se ejecutará la conexión oeste según proyecto y un carril para acceso desde la Z-30 sur.

A lo largo de toda la obra se contempla la ejecución de un carril bici bidireccional y una acera por el lado sur.







Ilustración 10. Actuación de conexión de Tenor Fleta con Tercer Cinturón contemplada en el Estudio

4.6.2. PROYECTO URBANIZACIÓN DE LA G-19/1 DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE ZARAGOZA (ENTORNO DE LA ESTACIÓN DEL PORTILLO)

El trazado seleccionado discurre ocupando los dos carriles en sentido entrada ciudad de la calle Escrivá de Balaguer, desviando el tráfico que actualmente circula desde Plaza de la Ciudadanía en dirección paseo María Agustín.

Para ello, se ha previsto finalizar las obras contempladas en el Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo), abriendo el eje calle Sádaba – Escoriaza y Fabro – Glorieta de los Zagríes. Además se modificaría el cruce paseo María Agustín – Anselmo Clavé - Escrivá de Balaguer de forma que parte del tráfico que actualmente circula por paseo Pamplona – paseo María Agustín se desplazaría hacia la Avenida de Goya (que representa el siguiente "cinturón" del centro de Zaragoza).

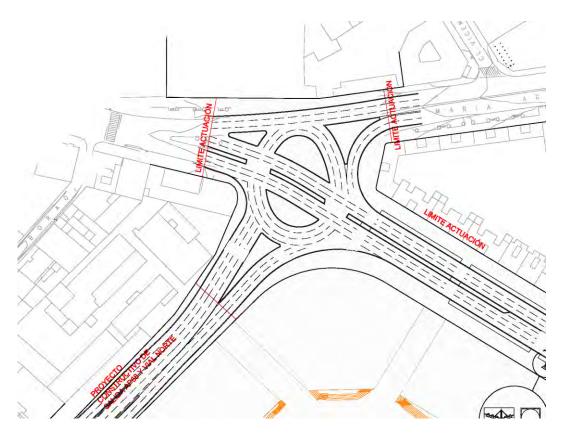


Ilustración 11. Proyecto de Urbanización de la G-19/1

Calle Sádaba y Manuel Escoriaza y Fabro

- La actuación tiene una longitud de 760 metros.
- Ejecución de tres carriles de circulación de 3,2 metros de anchura.
- Aceras a cada lado de la calzada de 3 metros de anchura.

José Anselmo Clavé

- Primeros 160 metros desde la calle Santander:
- Ejecución de cinco carriles de circulación de 3,2 metros de anchura.
- Aceras a cada lado de la calzada de 3 metros de anchura.







- 360 metros hasta la intersección con Paseo María Agustín y San José María Escrivá de Balaguer:
- Ejecución de tres carriles de circulación de 3,2 metros de anchura.
- Aceras a cada lado de la calzada de 3 metros de anchura.
- Rotonda de nueva ejecución en el cruce mencionado.

4.6.3. CUBRIMIENTO DEL RÍO HUERVA

Se contempla la renovación completa del cubrimiento del río Huerva. Se trata de una obra ejecutada en 1931 y que, dado su estado de conservación, es aconsejable renovar (máxime teniendo en cuenta su vida útil y de la estructura tranviaria que se proyecta ejecutar sobre ella).





llustración 12. Detalle de las estructuras del cubrimiento del Huerva

4.6.4. CARRIL BICI

Se ha considerado (y valorado) como obra complementaria la necesidad de sustituir el carril bici en aquellas vías en las que existe actualmente y la implantación del tranvía obliga a modificar ya que no se dispone de espacio suficiente para su implantación.

En concreto se trata de asegurar la continuidad de carriles bici que comunican el barrio de Las Fuentes con el camino de las Torres y la calle del Coso, comunicación que se vería cortada al implantar el tranvía en la calle Miguel Servet entre el río Huerva y el inicio de la avenida de San José y en la calle Compromiso de Caspe desde este punto hasta la calle Jorge Cocci.

La reposición que se ha planteado se realizaría a través del eje Monasterio de Samos, Jorge Cocci (con lo que quedaría restablecida la continuidad con el eje Camino de las Torres) y calle Asalto para volver a enlazar con el carril existente en la plaza San Miguel, punto a partir del cual se respetaría el carril existente actualmente.

Por lo tanto para dar continuidad al carril se realizará uno de nueva construcción con el siguiente trazado, con una longitud de 1.200 metros.

Tabla 9. Reposición de carril bici

CALLE	LONGITUD (metros)
Calle Compromiso de Caspe	182
Calle Joaquín Sanz Gadea	137
Camino de Las Torres	83
Calle Jorge Cocci	140
Calle Asalto	458
Calle de Herrerín Jaime	200

En fases posteriores se estudiarán sistemas que hagan compatible la circulación de bicicletas por la plataforma en zonas peatonales.

4.6.5. APARCAMIENTOS DISUASORIOS

El estudio contempla la ejecución dos aparcamientos disuasorios, uno en la zona este y otro en la zona oeste de la línea, con una extensión aproximada de 3.000 m² cada uno, dotados de pavimentación, iluminación, señalización, plantaciones y control de accesos.







4.7. INTEGRACIÓN URBANA

4.7.1. **OBJETIVO**

El trabajo de integración urbana de la línea debe de tener por objetivo universal la integración y coordinación de los sistemas de movilidad, sistemas de espacios libres y sistemas de equipamientos aprovechando las sinergias de una actuación unitaria de estas características.

La línea Este-Oeste del tranvía está vinculada al sistema de movilidad de Zaragoza y se incorpora de manera determinante en el sistema de espacios libres, incidiendo y estableciendo conexiones entre el sistema de equipamientos y dando servicio directo al entramado configurado por el sistema residencial.

Ya que en tanto en cuanto no circula el material móvil, la plataforma tranviaria se incorpora de una manera natural y pasa a formar parte del sistema de espacios libres, será de suma importancia, la relación y grado de integración urbana entre la plataforma tranviaria y los distintos espacios libres, entendiendo el tranvía como una prolongación de éstos (bien sean espacios más "urbanos" o "verdes"). La inserción del tranvía procurará la incorporación de nuevos espacios verdes a la ciudad allí donde haya necesidad o resulte adecuado, o como respuesta a la integración en su entorno inmediato.

Se priorizará por tanto, la recuperación de espacios para el peatón, resolviendo problemas de continuidad peatonal y la eliminación de barreras arquitectónicas, y reformando y recuperando espacios urbanos que requieren de una intervención, algunos aislados por el tráfico. Existirá, por tanto, la oportunidad de regeneración urbanística de espacios degradados y de las propias calles por las que discurrirá el tranvía.

La incorporación del tranvía buscará siempre respetar y potenciar en su medida el valor ambiental de cada tramo, por lo que será importante la configuración y por tanto el carácter que irá adoptando el tranvía y todos sus elementos al paso por los distintos tramos en función de la caracterización de la calle o espacio: valor paisajístico, natural, representativo, social, etc.

Es por ello que se buscará la mayor integración y adecuación al "paisaje" de los elementos inherentes al tranvía: postes, catenaria, paradas, acabados de la plataforma... Con ello se perseguirá la minimización del impacto visual y acústico, con un tratamiento individualizado para cada zona, que priorice la seguridad para los viajeros, los peatones y resto de vehículos, y respete los elementos singulares, especialmente el arbolado existente.

El proyecto de integración urbana que será desarrollado en fases posteriores del estudio buscará una imagen cuidada, unitaria y coherente de la línea, con el empleo de materiales y mobiliario adecuados y acordes con la intervención de la línea 1 ya existente.

4.7.2. ANÁLISIS POR TRAMOS

Se ha evaluado, para cada tramo, el interés ambiental y arquitectónico de la inserción del tranvía, la posible regeneración urbana, la conexión ciudad barrio y la integración en el sistema de espacios libres.

La antigua carretera de Madrid (ramal de **Valdefierro**), es la salida natural de la ciudad hacia el sur (Madrid). Tiene una anchura considerable y un tráfico no muy congestionado. Al ser una zona periférica de la ciudad, la densidad edificatoria es baja y la vegetación y arbolado abundante.

Se considera, de forma cualitativa, que la ejecución de la extensión del tranvía por la antigua carretera de Madrid tiene un carácter estructurante positivo para la ciudad.

Se plantea una plataforma tranviaria central con tráfico rodado a ambos lados. Las paradas, con andenes centrales, se ubican en las intersecciones con grandes viales aprovechando los anchos de mediana. El poste de sujeción de catenaria se plantea central en combinación con la iluminación del vial.

La implantación del tranvía en la **Avenida de Madrid** potenciaría y caracterizaría positivamente su calidad espacial urbana dinámica, con actividad social y comercial intensas. Por otro lado, el vial de tres carriles, con mediana central, supone una fuerte fractura en la morfología del barrio, por lo que la regeneración urbana de la calle supone una oportunidad para el barrio de conexionar ambos lados de la avenida, transformando la Avenida Madrid en una calle vertebradora pero a la vez unificadora en el eje transversal.

La Avenida Madrid se convertiría en una calle comercial más "peatonal" y menos ruidosa y congestionada. A su vez, a falta de espacios libres o representativos, la avenida se convierte en un espacio caracterizador del barrio, al servicio del barrio de Delicias y conectado con la ciudad.

La **calle Rioja**, como prolongación de la Vía Universitas (eje vertebrador del barrio de Delicias junto con la Avenida de Madrid), tiene un carácter de vial estructurante, pero sobre todo se caracteriza por desembocar en un nudo intermodal importante: la estación de Delicias, entrada-salida de la ciudad (Avenida de Navarra o Avenida de la ciudad de Soria) y continuidad hacia la zona EXPO y el Actur.

La mediana central vegetalizada con árboles supone un obstáculo en la legibilidad y percepción del ancho de calle total. La regeneración urbana que la implantación del tranvía supondría una oportunidad para dotarla de la entidad y carácter de avenida que se le supone., por lo que la incorporación del tranvía potenciaría y caracterizaría positivamente su calidad ambiental.







La **Avenida de Navarra** es una de las arterias más importantes de entrada-salida de la ciudad, con volumen de tránsito considerable, ancho de calle grande (42,5m) y mediana central vegetalizada. El excesivo ancho de la calle (visto desde el punto de vista peatón) junto con el desequilibrio de espacio destinado a peatón y a vehículo rodado, hacen que el vial tenga un carácter "hostil" hacia el peatón.

La inserción del tranvía podría ser la oportunidad para "ablandar" el carácter duro de la Avenida, con una plataforma tranviaria central vegetalizada y reordenando el espacio destinado al peatón.

El ámbito de la **Plaza de la Ciudadanía** – **Palacio de la Aljafería** – **Avenida de Navarra** tiene carácter propio y aglutina la intersección de las Avenidas de Madrid y Navarra, y la Plaza de la Ciudadanía. El espacio es el resultado de la interacción del tráfico de acceso y salida de la ciudad. En la actualidad lo configura una glorieta que es atravesada peatonalmente en el sentido este-oeste.

El espacio se caracteriza por ser un nudo viario de anchura importante. Pero además en él confluyen, en la actualidad sin conexión, espacios urbanos de gran envergadura como es el Palacio de la Aljafería y los jardines al norte de éste, y el Entorno del Portillo-Caixaforum aún sin consolidar. La integración del tranvía en este punto supone una oportunidad para fomentar la continuidad, a través de este espacio, entre los grandes equipamientos culturales en el eje norte-sur de la ciudad (Aljafería, Caixaforum), apostando por la conexión de grandes espacios urbanos potencialmente verdes. La incorporación del tranvía potenciaría y caracterizaría positivamente su calidad ambiental.

La calle **Escrivá de Balaguer** es un vial de carácter de entrada-salida de la ciudad. En la actualidad no tiene carácter propio. En el futuro, en mayor medida, la posible apertura del espacio urbano del Entorno del Portillo y, en menor medida, la posible mejora del tratamiento de borde de la fábrica Averly, podrían dotar a la calle de un carácter menos agresivo para el peatón. Es por ello que las medidas a adoptar deben ir encaminadas a tratar de integrar en el sistema tranviario estos posibles espacios urbanos de oportunidad.

Por ello, la inserción del tranvía podría entenderse como una prolongación de la lengua verde del Entorno del Portillo y convertiría la calle en un eje que pondría en conexión equipamientos institucionales (Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli) y acercaría equipamientos a la ciudadanía como Caixaforum o la Plaza de Toros. Siguiendo con esta idea, la plataforma tranviaria se podría vegetalizar como continuidad del verde del Portillo creando una sensación al peatón de estar transitando por el camino de un parque.

El eje **Paseo María Agustín-Paseo Pamplona** tiene un carácter de eje vertebrador de la ciudad de primer rango, con un ancho de calle considerable, tráfico denso, arbolado de gran porte, edificios representativos, etc.

Inicialmente se prevé la disposición del tranvía en el centro del paseo, con dos carriles por sentido situados a ambos lados de la línea, y paradas centrales (solución reflejada en los planos del presente documento). Dicha solución mantiene una configuración del tráfico y accesos similar al actual.

Sin embargo en el Paseo María Agustín el vial no es simétrico: una de las aceras tiene un ancho mucho mayor que la otra. También los equipamientos públicos e institucionales se sitúan en el lado de acera estrecha, continuándose también de este lado en el Paseo Pamplona. Es por ello, que en fases posteriores se estudiará la posibilidad de situar la plataforma tranviaria en continuidad con esta acera, logrando una mayor amplitud y desimetrizando la sección de calle, dotándola de un carácter más de acceso a la zona más institucional de la zona centro. El análisis tendrá en cuenta los condicionantes que genera esta disposición para la accesibilidad del vehículo privado.

La intersección de la **Plaza Basilio Paraíso** en la actualidad tiene resuelta la continuidad peatonal entre Gran Vía y Paseo de la Independencia, donde peatón, carril bici y tranvía atraviesan con solvencia el nudo viario. La propuesta de la incorporación de la segunda línea de tranvía deberá garantizar esta continuidad existente al cruzarse con la línea 1 y garantizando la continuidad tranviaria de la línea 2 desde el Paseo Pamplona al Paseo de la Constitución mediante la regulación semafórica del nodo.

El **Paseo de la Constitución**, entendido como continuidad del bulevar de Gran Vía, y espacio urbano de primer nivel dentro de la ciudad, deberá incorporar las lógicas aplicadas por la línea 1 del tranvía: andenes como continuidad del paseo a la misma cota y mismo acabado, el tranvía está a una cota inferior, dando prioridad a la plataforma peatonal del bulevar, tráfico rodado y tranvía a la misma cota, diferenciación de pavimento entre vial rodado y tranvía, único poste de sujeción de catenaria lateral, etc.

El **Paseo de la Mina** está caracterizado por una trama residencial heterogénea a un lado y el río Huerva al otro, con carácter predominantemente de vial de borde. La mediana en medio, el tráfico intenso, la falta de pasos peatonales y la existencia del río, y por tanto ausencia de trama urbana en uno de sus lados, hacen difícil la conexión entre ambos lados, además de la falta de atractivo del río en sí mismo, debido a la escasa visibilidad sobre el Huerva. La integración del tranvía se encaminará a paliar esta situación.

A pesar de que la calle **Miguel Servet** ha disminuido considerablemente el tráfico que soportaba antes de la entrada en servicio de la Ronda Hispanidad, este tramo inicial sigue siendo una entrada importante de vehículos hacia los barrios de Las Fuentes y San José. La regeneración urbana de la calle supone una oportunidad para dotar de carácter de avenida de entrada peatonal a los barrios de Las Fuentes y San José, posibilitando la incorporación de arbolado y convirtiéndola en una calle más "paseable" y menos ruidosa y congestionada, al servicio de ambos barrios y conectado con la ciudad.

El ámbito de la **Avenida de San José** está definido por la naturaleza urbana de la propia avenida, y el nudo de conexión de este tramo a la Avenida de Cesáreo Alierta o en continuidad a San José - Torrero. El primer tramo de San José tiene un carácter más







disperso, aceras estrechas, tráfico denso, que supone una fractura en la estructura del barrio siendo la arteria principal de éste. El segundo tramo (después del cruce con Cesáreo Alierta), configurado por la misma trama residencial y actividad comercial, posee mayor valor ambiental con aceras más anchas y arbolado a ambos lados. Sin embargo, el tráfico, junto con algunos elementos de protección frente al vial del bus urbano (barandillas), crean un efecto barrera en el eje transversal.

La integración del tranvía en ambos tramos ayudaría a la cohesión del barrio entre ambos lados de la avenida, transformando la Avenida San José en una calle vertebradora pero a la vez unificadora en el eje transversal.

La Avenida San José se convertiría en una calle comercial más "peatonal" y menos ruidosa y congestionada. A su vez, la avenida se convierte en un espacio caracterizador del barrio incorporando espacios libres ajardinados y dotacionales del barrio al sistema tranviario: Plaza Reina Sofía, Plaza del 1 de Mayo, y el Espacio Recreativo de la Harinera con los jardines del Parque de la Memoria y la Glorieta de la Balseta. La actuación debe de fomentar por tanto la integración del sistema de espacios libres del ámbito, procurando su unidad, hoy en día de escasa entidad y gran discontinuidad.

Debido a la estrechez de la calle y la necesidad de al menos un vial rodado se ha planteado como vía pacificada de uso compartido.

El **Canal Imperial de Aragón**, es de una gran calidad ambiental y paisajística. Se trata de un sistema vertebrador y caracterizador de la ciudad siendo un espacio preferente del sistema de espacios libres de la ciudad, como espacio de intercambio modal, peatón, tranvía, bici. Esta parada de fin de línea en el tramo del Canal posibilita una mayor conexión, hablando desde la lógica del transporte público y recorridos peatonales, con barrios de Zaragoza como San José y Torrero.

El ámbito de **Compromiso de Caspe** / **Rodrigo Rebolledo** está definido por la naturaleza urbana del barrio de las Fuentes. Con la incorporación del tranvía, la calle Compromiso de Caspe se incorpora como espacio de centralidad y eje vertebrador configurando con Salvador Minguijón y Doctor Iranzo la trama estructurante del barrio.

En cuanto al carácter de los viales por los que discurriría el tranvía, se puede percibir un primer tramo de la Calle Compromiso de Caspe (hasta la bifurcación con Rodrigo Rebolledo) en el que el vial tiene un carácter más de avenida, un segundo tramo de la calle Compromiso de Caspe tiene un carácter más residencial, y el tercer tramo, Calle Rodrigo Rebolledo-Nuestra Señora del Pueyo, de carácter también residencial.

En el primer tramo de Compromiso de Caspe, la incorporación de ambas líneas de tranvía en sentidos opuestos hace que la calle se semipeatonalice debido a la parada, por lo que este espacio se incorpora de manera natural al sistema de espacios libres procurando la máxima integración de la parada en el espacio peatonal: andenes laterales con único poste lateral de catenaria en línea con el arbolado.

En el segundo tramo y la calle Rodrigo Rebolledo se plantea una única línea tranviaria que realiza un lazo que se cierra. En este caso, se plantea la plataforma tranviaria en el lado norte en la calle Compromiso de Caspe y en la calle Rodrigo Rebolledo. Esto permite instalar el poste lateral de sujeción de catenaria en la acera norte en ambas calles y en línea con sendas hileras de árboles y situar la estación en la calle Nuestra Señora del Pueyo en el ámbito de la Parroquia de Cristo Rey y de la Plaza Sta. Rosa de Lima, aprovechando este espacio para incorporarlo a la mejor integración de la parada.

Por otro lado, su inserción fomenta la continuidad con los sistemas de espacios libres de las riberas y el Parque Torre Ramona. El final de línea debería considerar el intercambio con la futura estación de cercanías y la coordinación con los itinerarios peatonales y ciclistas, del anillo verde.

4.7.3. RENOVACIÓN

La implantación de la línea 2 de tranvía debe contemplarse también como una oportunidad para llevar a cabo la renovación de infraestructuras básicas de la ciudad que actualmente necesitarían una renovación que no es posible afrontar en la actual situación económica del país.

En la zona oeste se considera muy recomendable la renovación de los servicios y pavimentación de la Avenida de Navarra, mientras que no es tan necesaria en la calle Rioja.







Ilustración 14. Avenida de Navarra O-E



Ilustración 15. Avenida de Navarra E-O

Se valora la posibilidad de renovar la glorieta de Los Enlaces, entorno actualmente muy degradado y colonizado por el vehículo, dando la posibilidad de generar un espacio más amable para el peatón y estableciendo rutas ciclistas y peatonales que conecten todos los espacios que rodean la plaza, actualmente inconexos o con conexión poco amigable para el usuario.

En la zona centro se considera necesaria la renovación de paseo Pamplona y paseo María Agustín y muy recomendable la renovación del cubrimiento del Huerva.









llustración 16. Paseo de Pamplona

Finalmente, respecto a la zona Este, tanto en **San José** como en **Compromiso de Caspe** los servicios se encuentran en buenas condiciones, habiendo sido renovados relativamente hace poco, sin embargo, volvemos a hacer hincapié en la oportunidad que supone la implantación del tranvía en estas avenidas que actualmente soportan una gran volumen de tráfico con lo que ello supone de mejorar el entorno urbano para el paseante.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

Zaragoza, equidistante de Madrid, Barcelona, Valencia y Bilbao, es el centro de un área que, en un radio de 350 km, reúne cerca del 55% de la población española y del 60% de su PIB. Ello la convierte en una pieza clave en el sistema urbano español, un privilegiado cruce de caminos entre el centro peninsular, el corredor Mediterráneo y el Norte–Cantábrico.

La capacidad de Zaragoza como elemento articulador del territorio y su competitividad se han visto reforzadas en los últimos años por progresivas mejoras en su red de accesos por carretera, la llegada de la Línea de Alta Velocidad, así como la renovación de sus instalaciones aeroportuarias. La nueva Zaragoza es un emergente centro industrial, logístico y de servicios, gracias a estas nuevas infraestructuras, a su disponibilidad de suelo a costes competitivos, y a los numerosos proyectos de iniciativa tanto pública como privada, que han generado un elevado volumen de inversión por habitante. Por otra parte, este cuadro se complementa con un satisfactorio nivel de calidad asistencial y servicios públicos, a la cabeza a escala nacional.

Con una superficie de unos 967 km², el término municipal de Zaragoza es el octavo más extenso de España. Su emplazamiento está marcado por el paso de tres cauces de agua: Ebro (el más importante), Huerva y Gállego. Estos cauces han sido el origen de buena parte de los ejes que modelan y vertebran el territorio de Zaragoza y su entorno, en plena depresión del Ebro, una de las más significativas de la península Ibérica.

5.1.1. POBLACIÓN ACTUAL DE ZARAGOZA

El municipio de Zaragoza tiene una superficie de 967.065.449 m², con un total de 702.123 habitantes¹, lo que supone una densidad de población de 726,03 hab/km², con un predominio general del número de mujeres sobre el de hombres, en especial en edades avanzadas.

Analizando aspectos demográficos, Zaragoza es la quinta ciudad española por población, por detrás de Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla. Sin embargo observando su superficie, es la mayor de ellas. El gran tamaño de la ciudad provoca que la

^{5.} PREVISIONES DE DEMANDA

¹ Fuente: Cifras de Zaragoza-2015-1. Ayuntamiento de Zaragoza







densidad de población de Zaragoza esté muy por debajo de los 5.301 o 4.991 habitantes/km² de Madrid y Sevilla respectivamente.

Además, en Zaragoza destaca la alta concentración de la población en la ciudad, teniendo el área metropolitana muy poca población en comparación con otras ciudades españolas. En el incremento de este dato han contribuido los últimos planes de desarrollo de los barrios periféricos, tales como Arcosur, Valdespartera o Parque Goya, aumentando también la demanda de movilidad y la distancia media de los desplazamientos.

5.1.2. MOVILIDAD EN ZARAGOZA².

En el año 2007, un zaragozano realizaba una media de 3,3 desplazamientos al día, siendo cada desplazamiento de una longitud de 3,3 km y requiriéndose invertir un tiempo de 21,7 min para su realización. Un 26,8% de los recorridos se realizaron en coche o moto, un 16,0% en transporte público y un 56,2% a pie o en bicicleta

En Zaragoza la distancia media recorrida en transporte público puede estimarse en 3,5 km, con una media de 315,62 millones de viajeros.km anuales en tranvía⁴ en el año 2014. En Zaragoza el autobús tiene una mayor demanda que en ciudades de características similares como Sevilla, Málaga y Valencia. En el caso del tranvía solamente la ciudad de Barcelona, con dos líneas de tranvía, tiene una demanda ligeramente superior.

Respecto a la oferta, el autobús urbano de Zaragoza ofreció, en el año 2014, 18,5 millones de km/año y el tranvía 1,3 millones de km/año⁵. Si se compara el ratio evaluado en kilómetros por habitante con otras ciudades españolas, Zaragoza ofrece una cifra muy elevada en el caso del autobús y no demasiado elevada para el tranvía.

Para poder conocer la relación existente entre demanda y oferta se emplea el indicador Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK), el cual muestra el cociente entre el número de usuarios anuales y los vehículos-km de un sistema de transporte. En el caso de Zaragoza, el autobús tiene una ocupación de 4,8 pasajeros/km⁶, la más elevada de ciudades como Madrid, Barcelona, Sevilla,

Málaga o Valencia, si bien los valores son muy similares entre todas ellas. En el caso del tranvía la ocupación es de 20,6⁷ pasajeros/km, muy superior al registrado por otras ciudades y claramente superior al registrado por el autobús.

Si además de la ocupación, se considera la distancia media de los desplazamientos realizados, hay que analizar la relación entre los pasajeros-km y los vehículos-km. Un valor muy bajo de este indicador refleja muy poco uso del sistema de transporte o que la oferta de vehículos-km es excesiva. En Zaragoza la relación es del 17,1 para el autobús urbano (superior al obtenido en las ciudades de Madrid, Barcelona, Sevilla e inferior al valor de Valencia y Málaga). Los valores registrados por el tranvía de Zaragoza (73,8) indican que la relación entre demanda y oferta es muy adecuada teniendo una ocupación muy superior a la registrada en otras ciudades.

La longitud de líneas de bus total en Zaragoza es de 641 km, con una velocidad comercial media aproximada de 15,0 km/h. En el caso del tranvía la longitud es de 12,8 km y su velocidad media de operación es muy próxima a los 20 km/h ⁸.

Respecto al sistema de alquiler público de bicicletas, en el año 2014 Zaragoza contaba con 39.000 inscritos, 3,2 millones de préstamos/año y una distancia media de recorrido de 3,3 km por viaje⁹. Debe reseñarse que la bicicleta se emplea para recorrer distancias muy similares a las registradas por el autobús y el tranvía, por lo que se puede afirmar que estos servicios son usados realmente como sistemas de movilidad urbana diaria y no como elementos de ocio.

Respecto al transporte privado en el año 2015 se estimaron un total de 897 millones de kilómetros recorridos en transporte privado¹⁰, con una distancia media recorrida de 4,0 km y una ocupación media por vehículo de 1,2 personas/veh¹¹.

² Fuente: Observatorio de la Movilidad Metropolitana. 2013 (todos los datos del epígrafe, salvo indicación expresa de otra fuente)

³ Fuente: Auzsa

⁴ Fuente: SEM Los Tranvías de Zaragoza

⁵ Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza

⁶ Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza. 2014

⁷ Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza. 2014

⁸ Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza 2014

⁹ Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza 2014

¹⁰ Fuente: resultado modelo de demanda del Consultor

¹¹ Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza 2014







MODELO DE DEMANDA 5.2.

Dentro de los trabajos desarrollados en estudio de alternativas se incluye la generación de un modelo de demanda de transporte público y privado que ha servido de herramienta para el análisis de captación potencial de la línea 2 del tranvía de Zaragoza, además de evaluar las modificaciones que sufrirán el resto de modos de transporte.

Dicho modelo se ha elaborado y calibrado a partir de los datos de transporte público y privado proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza (modelos de macro y microsimulación, situación de paradas, líneas, velocidades comerciales, aforos y datos de billetaje). Se ha modelizado la hora punta de un día medio laborable. Para la comparación de los diferentes modos de transporte se han convertido los datos a porcentajes sobre total diario por modo. Posteriormente se han aplicado coeficientes de paso a día y año por modo.

CÁLCULO DE LA DEMANDA

Para la simulación de la situación futura se ha considerado una explotación del tranvía en Y, con frecuencia en hora punta de 5 minutos para el tramo común (Los Enlaces y calle San Miguel) de 10 minutos para los ramales de Las Fuentes, San José y Valdefierro, Asimismo, se ha considerado una reordenación inicial de la red de bus urbano coherente con la implantación del tranvía, así como la modificación sobre el viario urbano derivado de la misma.

La demanda evaluada se estima correspondiente al año 4 de explotación del tranvía, es decir, una vez que la movilidad urbana se ha adaptado a la nueva configuración de la red de transporte.

Se ha simulado el sistema en hora punto, extrapolando posteriormente a datos diarios y anuales, con los siguientes resultados:

5.3.1. Trayectos

Los resultados obtenidos para para la demanda en hora punta son los siguientes:

Tabla 10. Demanda horaria en hora punta.

HORA PUNTA	TRAYECTOS				
ALTERNATIVA	COCHES (*)	BUS	TRANVÍA	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Actual	69.241	21.929	7.353	7.353	
Altemativa 3A	67.254	18.055	13.620	8.250	5.371

(*) Nota 1: los trayectos en coche son el resultado de aplicar al número de vehículos una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo (fuente: Ayuntamiento de Zaragoza).

Debe reseñarse que se ha considerado que el 75% de los usuarios actuales de transporte público son usuarios cautivos.

Aplicando los coeficientes de paso demanda hora punta-demanda anual para cada modo, se obtienen los siguientes resultados de demanda anuales:

Tabla 11. Demanda anual.

AÑO	TRAYECTOS				
ALTERNATIVA	COCHES (*)	BUS	TRANVÍA	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	26.848.118	
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	49.730.481	30.120.169	19.610.312

Los resultados indicados corresponden a trayectos. Para transformar el dato de trayectos a viajeros sería necesario reducir el número de trayectos teniendo en cuenta los transbordos realizados, que alcanza un valor del 12,3% en el caso de la alternativa 3A frente al 10% actual en el caso del bus urbano, y un valor del 7,3% en el caso del tranvía.

Debe reseñarse que la demanda obtenida tiene cierta sensibilidad a la reordenación de la red de bus urbano, y por tanto la demanda real estará afectada por la reordenación final que se realice.

Con estos datos, los usuarios anuales totales de transporte público son como siguen:

Tabla 12. Usuarios anuales de transporte público.

ALTERNATIVA	VIAJEROS TRANSPORTE PÚBLICO			
ALILIMATIVA	Viajeros/año	Incremteno		
Actual	107.156.849			
Altemativa 3A	110.503.163	3,12%		

5.3.2. RECORRIDOS

Respecto a los recorridos efectuados por modo y alternativa, éstos se resumen en la siguiente tabla:





Tabla 13. Recorridos anuales por modo de las alternativas analizadas.

ALTERNATIVA	RECORRIDOS (km/año)				
ALIERNATIVA	VEH. PRIVADO	BUS	TRANVÍA LÍNEA 1	TRANVÍA LÍNEA 2	
Actual	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-	
Alternativa 3A	887.100.842	14.302.110	1.337.213	1.041.018	

Debe reseñarse que los kilómetros de autobús urbano indicados en la tabla anterior recogen un 5% adicional sobre los obtenidos en el modelo de demanda, en previsión de posibles modificaciones sobre las líneas planteadas, variaciones de frecuencia o implantación de líneas adicionales.

5.3.3. TIEMPOS EN TRANSPORTE PÚBLICO

El tiempo medio de recorrido en transporte público en hora punta es de 22 minutos y 13 segundos. La introducción de la línea 2 del tranvía en combinación con la reordenación de la red de bus efectuada mantiene tiempos de recorrido en transporte público similares al actual.

5.3.4. Proyecciones de la demanda

Dado que la Línea 1 de tranvía lleva operativa desde 2012 no existen datos para generar un modelo robusto de series temporales, ya que serían necesarios, al menos, 20 años de datos históricos.

Para la realización del estudio se propone un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años, con un crecimiento de 80%-87%-94%-100%. Tras este crecimiento se estima un crecimiento del 1% durante 10 años, y posteriormente un crecimiento del 0,5% hasta el fin de la concesión.

Por tanto, los valores evaluados para la demanda anual en cada año de la concesión serán los siguientes:

Tabla 14. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda
Año 1	micranaa	80,0%
Año 2		87,0%
Año 3		94.0%
Año 4		100,0%
Año 5	1,0%	101,0%
Año 6	1,0%	102,0%
Año 7	1,0%	103,0%
Año 8	1,0%	104,1%
Año 9	1,0%	105,1%
Año 10	1,0%	106,2%
Año 11	1,0%	107,2%
Año 12	1,0%	108,3%
Año 13	1,0%	109,4%
Año 14	1,0%	110,5%
Año 15	0,5%	111,0%
Año 16	0,5%	111,6%
Año 17	0,5%	112,1%
Año 18	0,5%	112,7%
Año 19	0,5%	113,3%
Año 20	0,5%	113,8%
Año 21	0,5%	114,4%
Año 22	0,5%	115,0%
Año 23	0,5%	115,5%
Año 24	0,5%	116,1%
Año 25	0,5%	116,7%
Año 26	0,5%	117,3%
Año 27	0,5%	117,9%
Año 28	0,5%	118,5%







6. MODELO DE OPERACIÓN

6.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN

La línea 2 del tranvía de Zaragoza es una línea de doble sentido de aproximadamente 11 km de longitud en la que están previstas un total de 23 paradas, y que discurre en su totalidad por superficie.

La conducción y señalización prevista para esta línea es del tipo "marcha a la vista". No obstante, se dispondrá de señalización ferroviaria donde, en explotación comercial normal, sea necesario tomar aparatos de vía de punta o gestionar tramos de compartidos con otras líneas.

La elección de este modelo de explotación es debido a que la tipología del tranvía urbano, en superficie sin túneles ni viaductos y con gran interacción tranvía - peatón y vehículos rodados, hace recomendable que la elección del tipo de explotación sea marcha a la vista, y que otros sistemas basados en ATP (propios de tranvías o metro ligeros en viaductos, túneles o plataformas segregadas de los peatones, vehículos) no sea recomendable. Es por ello que se elige la tecnología de marcha a la vista, donde no hay un control de tracción sobre el tranvía, sino que es el conductor el que tiene el mando para traccionar y frenar (sobre todo en situaciones de emergencia).

La operación del tranvía se efectuará teniendo en cuenta que todas las unidades se detendrán en todas las paradas de su recorrido. Como paradas para la regulación se utilizarán principalmente las terminales.

La circulación únicamente se realizará por la derecha, incluso en situaciones de servicio parcial. La circulación por la izquierda se permitirá únicamente, por motivos de seguridad, en acceso a terminales, en terminales provisionales, en situaciones degradadas y con objeto de retirar vehículos a cocheras.

6.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA

Dadas las características del sistema, se ha planteado inicialmente una explotación "en Y", realizándose dos servicios distintos, ambos este a oeste, que se diferencian en los tramos inicial y final, siendo los trayectos:

- Avenida de Madrid (Los Enlaces) a Paseo del Canal
- Carretera de Madrid (ronda Ibón de Plan) a calle Compromiso de Caspe.

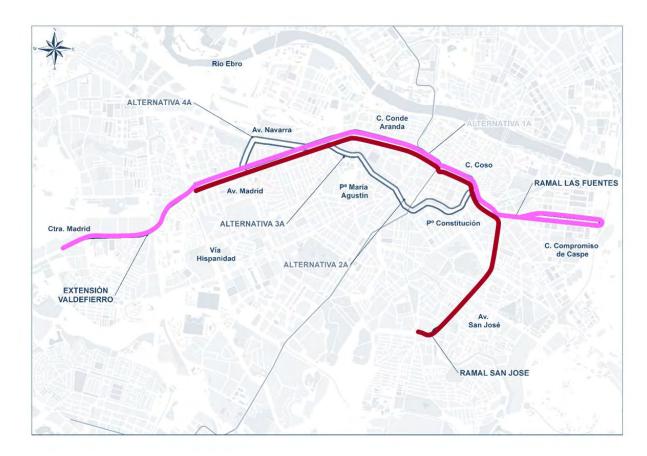


Ilustración 17. Esquema de servicios

La frecuencia de servicios ofrecida está basada en los datos de demanda obtenidos, los datos de la línea 1 y del servicio de autobuses actual. Se adapta la oferta de servicios a las previsiones de demanda para ofrecer así mayor calidad.

Las diferencias de las intensidades de demanda que se presentan a lo largo de un día conllevan a dividir el estudio en diferentes periodos que varían en función de dicha intensidad.

Se propone una explotación con frecuencia de 5 minutos en el tramo común (desde Avenida Madrid hasta la calle Miguel Servet), lo que supone una frecuencia de 10 minutos por servicio en hora punta en los ramales de San José y Compromiso de Caspe y la extensión hasta la carretera de Madrid (ramal a Valdefierro), una frecuencia en hora valle de 7,5 minutos por servicio en el tramo común, siendo de 15 minutos por servicio en los ramales, así como un horario extravalle con frecuencia de 10 minutos en tramo común y 20 minutos en ramales.





Tabla 15. Frecuencias de operación

FRECUENCIAS	Tramo central Los Enlaces - c/ Miguel Servet	Ramales Valdefierro, Las Fuentes y San José		
Hora punta	5 min	10 min		
Hora media	6 min	12 min		
Hora valle	7,5 min	15 min		
Hora extra-valle	10 min	20 min		

De acuerdo con dicha configuración y frecuencias, los recorridos totales anuales de la línea este-oeste serán de 1.041.018 km/año.

6.3. MODELIZACIÓN

6.3.1. Introducción

Se ha efectuado una simulación del trazado del tranvía través del programa "Simultren", tomando como base de partida los siguientes datos:

- Datos de unidad móvil.
- Aceleración máxima: 1 m/s².
- Deceleración máxima: 0,8 m/s².
- Datos de trazado en planta y alzado según diseño geométrico.
- Limitación de velocidad según sección tipo. Dado que el grado de desarrollo del estudio se encuentra todavía en fases muy preliminares, no se han considerado limitaciones parciales de velocidad por integración urbana, es decir en zonas protegidas, en zonas urbanas, en cruces, etc., y se considera una velocidad máxima de 40 km/h teniendo en cuenta que más de dos tercios del trazado atraviesan por zonas que requerirán un alto grado de integración urbanística.

Cabe resaltar que aunque se pueda afinar al máximo con el tiempo de itinerario final, no se obtendrán datos reales y fehacientes hasta que no se inicie la explotación del tranvía, y el objetivo de esta simulación es pronosticar un tiempo de circulación aproximado y obtener un número de tranvías mínimo necesario para establecer la explotación.

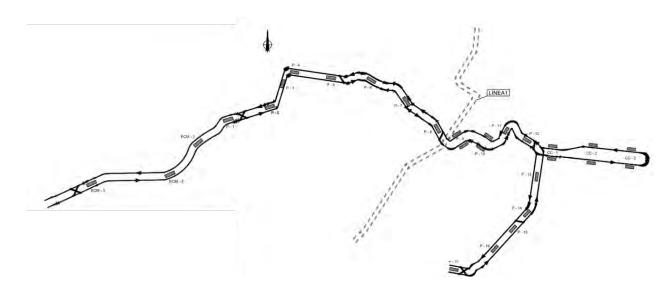


Ilustración 18. Esquema de vías y paradas para la alternativa 3A

6.3.2. TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo del ciclo completo para cada servicio, obtenido como la suma del tiempo de recorrido más la suma de los tiempos en cabeceras (regulación), y es por tanto, el siguiente:

Tabla 16. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio. Extensión Ctra. Madrid

	Avda. Madrid-San José			Valdefierro-C. Caspe				
	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo
Alternativa 3A	0:22:14	0:22:14	0:08:40	0:53:08	0:25:58	0:26:02	0:09:20	1:01:20

6.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA

Una vez obtenido el horario de funcionamiento, las frecuencias, el tiempo de recorrido, número de paradas y la velocidad comercial ha efectuado un cálculo de la flota de vehículos necesarios para ofrecer el servicio. El número de vehículos es determinado por la frecuencia más reducida de servicio, que en este caso se ha considerado una frecuencia mínima de 5 minutos en el tramo común y 10 minutos en todos los ramales.







Para calcular la flota necesaria se ha considerado una capacidad de pasajeros de 192¹² (32 metros y capacidad de carga 3,5 pas/m²) para un vehículo de 5 módulos. Se considera un vehículo de reserva por servicio para la realización de operaciones de mantenimiento.

Los resultados obtenidos, incluyendo el vehículo de reserva, tanto para el año 4, como para el año horizonte del proyecto, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17. Cálculo de Flota.

	CÁLCULO DE FLOTA				
Alternativa 3A	nº tranvías	km anuales	ocupación tramo más cargado		
Año 4	13	1.041.018	54,4%		
Año horizonte	13	1.041.018	63,5%		

^{*}El número de tranvías incluye la reserva para el mantenimiento.

7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE

7.1. REORGANIZACIÓN DE LA RED VIARIA

La implantación del tranvía no sólo supone la reducción del número de carriles hábiles para el tráfico de vehículo privado en las vías por la que éste discurre, sino que también implica otras actuaciones sobre la reordenación del tráfico en la propia vía por la que circula el tranvía, en las vías adyacentes, así como otras actuaciones de reordenación del tráfico de carácter estructurante.

En los planos de planta, así como en las secciones transversales puede observarse la reordenación de carriles para tráfico privado incluida en el modelo de demanda. Debe reseñarse que, al igual que la posición de paradas y la disposición de la vía en la sección transversal de la calle, la reordenación propuesta para el tráfico privado será objeto de desarrollo con un mayor nivel de detalle en fases posteriores del estudio, y por tanto puede sufrir modificaciones sobre los esquemas en este documento recogidos. En cualquier caso la reordenación del tráfico privado garantizará la accesibilidad a residentes, así como a carga y descarga.

A continuación se describen las principales modificaciones sobre la reordenación de la red viaria recogidas en el modelo de demanda.

7.1.1. CARRETERA DE MADRID (N-IIA)

Se prevé la reducción de un carril por sentido de circulación a lo largo del tramo de la carretera de Madrid en el tramo comprendido entre la ronda Ibón de Plan y Los Enlaces.

7.1.2. AVENIDA DE MADRID. TRAMO LOS ENLACES – CALLE RIOJA

Se contempla la supresión del tráfico de paso a lo largo del tramo de la avenida de Madrid en el tramo comprendido entre la calle Rioja y Los Enlaces en sentido salida ciudad, manteniendo un carril entre la calle Garcilaso de la Vega y Los Enlaces que permitirá el tráfico local. Se elimina el tráfico rodado en sentido entrada ciudad. Por tanto queda suprimido todo el tráfico rodado en la avenida de Madrid entre la calle Garcilaso de la Vega y la calle Rioja.

¹² Fuente: Pliego Concesión Línea 1 del Tranvía de Zaragoza







7.1.3. CALLE RIOJA

Se contempla la reducción de un carril de circulación en ambos sentidos, así como la eliminación de las bandas laterales de estacionamiento. Se suprimen, en sentido sur, el giro a la izquierda hacia la calle San Antonio Abad y el giro a la derecha hacia la avenida de Madrid.

7.1.4. AVENIDA DE NAVARRA

La alternativa seleccionada implica la eliminación de un carril de circulación en ambos sentidos, así como la eliminación de la banda lateral de estacionamiento situada en sentido salida ciudad.

7.1.5. Avenida de Madrid. Tramo avenida de Navarra – plaza de la Ciudadanía

En este tramo de la avenida Madrid se contempla la reducción del tráfico a dos carriles en sentido entrada ciudad, mientras que en sentido salida ciudad se mantienen los tres carriles de circulación actuales.

7.1.6. Plaza de la Ciudadanía

La alternativa seleccionada rodea la plaza por el margen sur, reduciendo a dos carriles el anillo de la glorieta en ese tramo, eliminando la salida hace la calle Escrivá de Balaguer y añadiendo una nueva conexión con la calle Escoriaza y Fabro en sentido entrada ciudad (ver epígrafe 7.1.18. Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ).

7.1.7. CALLE ESCRIVÁ DE BALAGUER

Se contempla la supresión del tráfico de vehículos a lo largo de este tramo en sentido entrada ciudad, manteniendo el tráfico en sentido salida ciudad. Esta supresión está vinculada a la puesta en funcionamiento parcial de la actuación descrita en el epígrafe 7.1.18.Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ.

7.1.8. Paseo María Agustín

La alternativa seleccionada supone la reducción del tráfico a dos carriles por sentido a lo largo del paseo María Agustín ente la calle Anselmo Clavé y la Puerta del Carmen.

7.1.9. PASEO PAMPLONA

Se contempla la reducción del tráfico a dos carriles por sentido a lo largo del paseo Pamplona ente la Puerta del Carmen y la plaza Basilio Paraíso.

7.1.10. PLAZA PARAÍSO

La alternativa seleccionada cruza la plaza Paraíso desde el paseo Pamplona hacia el paseo de la Constitución. Al nivel de detalle del presente estudio no se define la configuración final de la plaza, si bien, en función del trazado final de la solución, es posible que sea necesaria la eliminación de algunos de los movimientos permitidos actualmente.

7.1.11. Paseo de la Constitución

El trazado seleccionado supone la reducción del tráfico a un carril por sentido a largo de todo el paseo de la Constitución, eliminando todos los giros a izquierdas, a excepción de las calles Isaac Peral y Hernando de Aragón, así como el giro de 180º al final del paseo.

7.1.12. PASEO DE LA MINA

Se prevé la reducción de la sección a un carril por sentido a lo largo de todo el paseo de la Mina.

7.1.13. CALLE MIGUEL SERVET

7.1.13.1. Tramo paseo de la Mina – camino de las Torres

Se contempla la supresión del tráfico en ambos sentidos a lo largo del tramo de la calle Miguel Servet comprendido entre la calle Concepción y el camino de las Torres, manteniendo un carril en cada sentido en el puente sobre el río Huerva y eliminando el tráfico de entrada ciudad entre la calle de Salvador Madariaga y la calle Concepción. Asimismo, se impide la incorporación desde la calle Asalto hacia la calle Miguel Servet en sentido salida ciudad. Se invierte el sentido de circulación de la calle Concepción.

7.1.13.2. Tramo camino de las Torres – Calle Reina Fabiola

Se prevé la supresión del tráfico sentido entrada ciudad a lo largo del tramo de la calle Miguel Servet comprendido entre el camino de las Torres y la calle Reina Fabiola, manteniendo un único carril en sentido salida ciudad.







7.1.14. AVENIDA SAN JOSÉ

La implantación de la línea este-oeste del tranvía implica la supresión del tráfico a lo largo de la avenida San José en sentido entrada ciudad, reduciendo a un único carril en sentido salida ciudad. Dicho carril tendrá consideración de vía pacificada (velocidad máxima permitida 30 km/h).

7.1.15. PASEO DEL CANAL

Se contempla la reducción del tráfico en este tramo a un carril por sentido.

7.1.16. COMPROMISO DE CASPE Y RODRIGO REBOLLEDO

7.1.16.1. Tramo calle Miguel Servet – calle Monasterio de Samos (Compromiso de Caspe)

El estudio contempla la supresión del tráfico a lo largo de este tramo en ambos sentidos. La calle Monasterio de Samos se transforma en bidireccional, permitiendo el acceso desde la calle Jorge Cocci.

7.1.16.2. Tramo calle Monasterio de Samos – Ronda Hispanidad

Se considera la reducción a un único carril de circulación en las calles Compromiso de Caspe, Rodrigo Rebolledo y Monasterio de Ntra. Sra. del Pueyo, manteniendo el sentido actual de circulación.

7.1.16.3. Calle Jorge Cocci – Ronda Hispanidad (Rodrigo Rebolledo)

Se mantiene el tráfico rodado actual en este tramo.

7.1.17. Prolongación de Tenor Fleta y conexión con Z-30

Dado que se limita el tráfico de salida ciudad por avenida de San José, el estudio contempla, como obra complementaria, la ejecución parcial de la obra programada para la calle Tenor Fleta, consistente en una ampliación de la misma hasta el tercer cinturón (Z-30), constituyendo así una entrada y salida más hacia la parte sureste de Zaragoza.

El punto de inicio de la ejecución se encuentra aproximadamente en la intersección de la calle Tenor Fleta y la calle José Galiay y en el punto final de la misma se realiza un enlace con el tercer cinturón (Z-30) de Zaragoza, con un total de aproximadamente 650 metros de intervención.

La ejecución de esta obra no es coincidente en todos los aspectos con la del proyecto constructivo elaborado por el Ayuntamiento de Zaragoza, pero sí es compatible para la futura ejecución de dicho proyecto.

Respecto a los viales sólo se ha contemplado la ejecución de tres carriles (dos de salida y uno de entrada), coincidentes con los proyectados. Respecto al enlace con el tercer cinturón (Z-30) se ejecutará la conexión y el cambio de sentido según proyecto.

7.1.18. ÁREA DE INTERVENCIÓN G-19/1 DEL PGOUZ

Dado que se suprime el tráfico de entrada ciudad en la calle Escrivá de Balaguer, se incluye la ejecución de parte de las obras contempladas en el Área de Intervención G-19/1 del Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza, Entorno del Portillo.

En esta ejecución se han valorado las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la calle Sádaba a tres carriles y conexión con la Plaza de la Ciudadanía
- Ejecución de tres carriles de circulación en sentido sur en la calle Manuel Escoriaza y Fabro,
- Modificación de la glorieta situada en la conexión de las calles Escoriaza y Fabro, Anselmo Clavé, Avenida de Valencia,
 calle Santander y paseo de Teruel.
- Configuración de la calle Anselmo Clave como bidireccional
- Ejecución de una glorieta en la intersección del paseo María Agustín con la calle Anselmo Clavé.

7.2. AFECCIONES AL TAXI

La implantación de una segunda línea de tranvía supondrá una modificación importante en la red vial de la ciudad, ya que se elimina una superficie importante actualmente útil para la circulación de vehículos tanto privado como de servicio público. Además puede ser aconsejable, para disminuir accidentalidad y/o mejorar el funcionamiento de ciertos cruces el limitar alguno de los movimientos en ellos.

Uno de los colectivos más afectados por esta adaptación será el de los taxis. En fases posteriores del estudio se analizarán con detalle la reubicación de paradas y la prohibición/autorización de giros a la izquierda.







7.3. AFECCIONES AL VEHÍCULO PRIVADO

7.3.1. REDUCCIÓN DE KILÓMETROS RECORRIDOS EN TRANSPORTE PRIVADO

La puesta en funcionamiento de la línea Este-Oeste del tranvía supondrá un incremento del número de usuarios del transporte público, asociado a una reducción del número de kilómetros recorridos en transporte privado.

Tabla 18. Demanda y recorridos anuales en vehículo privado

	VEHÍCULO PRIVADO					
ALTERNATIVA	Demanda año 4 (trayectos/año)	Recorridos (km/año)	Reducción km/año			
Actual	271.216.778	896.751.439				
Alternativa 3A	263.430.794	887.100.842	-9.650.597			

Al introducir la línea 2 de tranvía, se prevé una reducción del número de trayectos anuales en vehículo privado respecto a la situación actual, estimada en -2,9%. En cuanto a los kilómetros anuales recorridos, se reducen entorno a un -1,1%.

7.3.2. MODIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO DEL VEHÍCULO PRIVADO

Además de la reducción global de kilómetros recorridos, se produce una modificación del comportamiento del usuario en lo que corresponde a itinerarios.

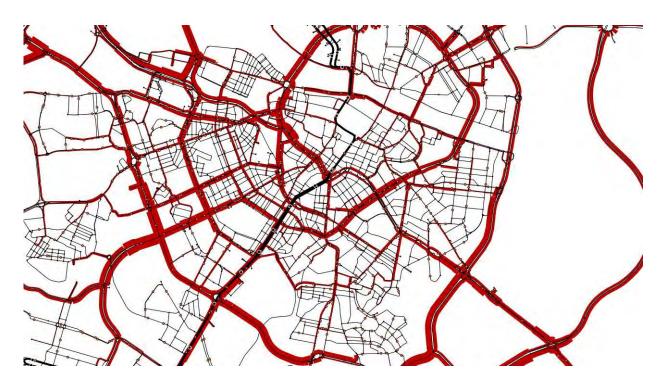


Ilustración 19. Malla de tráfico de vehículo privado. Situación actual

La eliminación del tráfico de salida ciudad en la avenida de Madrid genera un incremento volumen del tráfico de salida en la Avenida de Navarra, así como en la calle Duquesa de Villahermosa. En ambos casos, los incrementos de tráfico no suponen alcanzar la capacidad máxima de las vías. Respecto a la calle Rioja, a pesar de la implantación del tranvía, no se detectan variaciones significativas de tráfico en sentido sur-norte, incrementándose ligeramente en sentido contrario.

La implantación del tranvía en el eje del paseo María Agustín, paseo Pamplona y paseo de la Constitución supone una reducción del tráfico en estos ejes que alcanza valores de hasta el 35%. La mayor parte del tráfico emplea el nuevo eje de conexión plaza de la Ciudadanía – Escoriaza y Fabro hasta conectar con la avenida de Goya, vía que también incrementa su nivel de tráfico.

Respecto al eje paseo de la Mina – calle Asalto, no se detectan variaciones sobre la intensidad del tráfico en las mismas.

La supresión del tráfico rodado en el tramo inicial de la calle Miguel Servet hace preciso que el acceso a los barrios de Las Fuentes y San José desde el centro deba realizarse, fundamentalmente desde el camino de las Torres.

Adicionalmente, la eliminación del tráfico rodado en el tramo inicial de la calle Compromiso de Caspe obliga a una reorganización significativa del tráfico en la zona. El acceso mayoritario al barrio de Las Fuentes se realiza por la calle Jorge Cocci, que ve





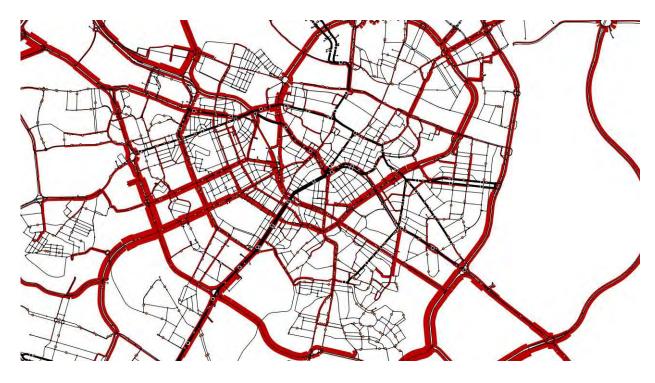


duplicada su intensidad de tráfico, con salida, bien a través de la misma calle Jorge Cocci, de la Avenida de Tenor Fleta, o bien a través del camino de las Torres.

Se mantiene sin embargo el acceso a la calle Miguel Servet y la avenida de San José, si bien la entrada de la calle Miguel Servet hacia el centro de la ciudad deberá realizarse por la calle Reina Fabiola y avenida de Cesáreo Alierta.

La limitación del tráfico en la avenida de San José hace necesaria la ejecución de la conexión de Tenor Fleta con la ronda de la Hispanidad Z-30. Esta conexión absorbe parte del tráfico que actualmente circula por la avenida de Cesáreo Alienta al tratarse de un eje que da continuidad al procedente de la avenida de Goya. Es por tanto que el eje Avenida de Goya – avenida de Tenor Fleta se transforma en el principal corredor que absorbe el tráfico este-oeste de la ciudad. También se detectan incrementos significativos en el eje Paseo de Calanda – calle Franco y López hasta Fernando el Católico.

Por otro lado, el cruce de las líneas 1 y 2 del tranvía en la plaza de Basilio Paraíso puede implicar la supresión de alguno de los movimientos que actualmente están permitidos en la plaza.



llustración 20. Malla de tráfico de vehículo privado. Alternativa 3

7.4. REORDENACIÓN DE LA RED DE AUTOBUSES ASOCIADA

7.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA REORDENACIÓN

Para cada una de las alternativas analizadas se ha efectuado una reorganización de las líneas de autobús de la ciudad de Zaragoza utilizando el modelo de transporte desarrollado. Los criterios empleados para la reordenación introducida en el modelo han sido los siguientes:

- Supresión de las líneas con solape superior al 40% con línea 2 del tranvía
- Mantenimiento de las líneas sin solape con el tranvía o ligera modificación para dotar de intermodalidad con línea 2
- Generación de dos líneas N-S por fusión de líneas existentes afectadas por la puesta en funcionamiento de la línea 2,
 con conexión con línea 1 y línea 2 del tranvía
- Creación de nuevas líneas que cubran los ámbitos excluidos
- Mantenimiento de las paradas de la red actual
- Mantenimiento de frecuencias existentes en la red actual
- Mantenimiento de la accesibilidad a los centros atractores
- Tiempo medio de recorrido en transporte público equivalente al actual
- Homogeneidad en la reordenación de las diferentes alternativas para permitir una comparativa sin penalizaciones.

Debe reseñarse que el objeto de la reordenación de la red de autobús urbano incluida en el modelo a este nivel de desarrollo del estudio es exclusivamente permitir comparar entre las diferentes alternativas y determinar la viabilidad del proyecto, a través de:

- Evaluación de la demanda potencial de cada una de las alternativas de trazado de la línea 2 del tranvía una vez modificada la red de bus
- Evaluación de la repercusión económica de la reducción de kilómetros en la red bus.

En fases posteriores del estudio se incrementará el nivel de detalle del análisis de la reordenación de la red de autobús urbano.







7.4.2. RESULTADOS DE LA REORDENACIÓN

La reordenación del bus urbano, de forma combinada con la implantación de la línea Este-Oeste del tranvía supone, por un lado, una reducción de kilómetros recorridos por los autobuses frente a la situación actual, asociada a una reducción del número de usuarios, así como un incremento del porcentaje de transbordos en bus. El ratio viajero por kilómetro recorrido se mantiene similar al de la situación actual.

Tabla 19. Resultados de la reordenación del bus urbano

	BUS URBANO						
ALTERNATIVA	Demanda año 4	Recorridos	% trasb.	Trasbordos	Ratio		
	(trayectos/año)	(km/año)	bus-bus	bus-bus	viajeros/km		
Actual	89.231.924	18.464.753	10,0%	8.923.192	4,83		
Alternativa 3A	73.468.226	15.017.215	12,3%	9.062.328	4,89		

Debe tenerse en cuenta que la estimación de kilómetros anuales del autobús urbano contempla un 5% sobre los resultados obtenidos en el modelo de demanda, en previsión de posibles incrementos de frecuencias, modificación de itinerarios o nuevas líneas.

7.5. AFECCIONES A LA LÍNEA 1 DE TRANVÍA

La puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía supone unos condicionantes técnicos sobre la operación de la línea 1, derivados del cruce en la plaza de Basilio Paraíso

La afección a la operación de dicha línea se reduce a un cruce de vías simple, por lo que únicamente será necesario adecuar la operación de ambas líneas para evitar que las unidades de las mismas lleguen al cruce al mismo tiempo, por lo que podría llegarse a frecuencias de 1 tren cada 4 minutos sólo condicionadas por las afecciones al vehículo privado.

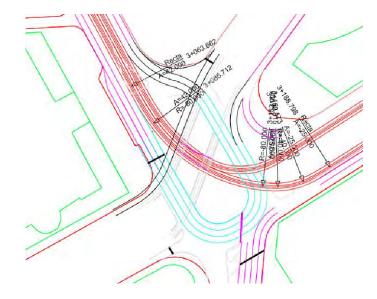


Ilustración 21. Posible diseño preliminar en Plaza Paraíso

Respecto al tráfico privado en la plaza, la implantación del tranvía en Pº María Agustín – Plaza Paraíso – Pº de la Constitución implicará una reducción significativa del tráfico rodado en la zona. El tráfico privado se reduce en una media del 13,0%. Adicionalmente, se reduce hasta un 70% el tráfico de autobús urbano. Ambos factores, combinados con una gestión semafórica adecuada de los movimientos, permitirá proporcionar las frecuencias anteriormente indicadas.

Es importante reseñar que, en función del trazado definitivo de la línea 2 en su cruce con línea 1 en la Plaza Paraíso, es posible que sea necesario la modificación y/o restricción de alguno de los movimientos actualmente permitidos en la plaza.

Es por tanto que, al ser el vehículo privado un modo flexible, con posibilidad de establecer rutas alternativas en caso de movimientos no permitidos o tiempos de recorrido elevados por interferencia con el tranvía, las afecciones al mismo no se consideran relevantes.





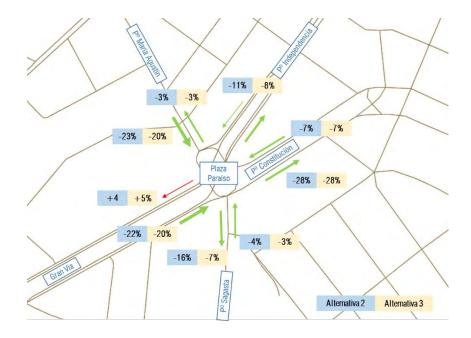


Ilustración 22. Reducción de tráfico privado en Plaza Paraíso en hora punta. Alternativa 3A

7.6. AFECCIONES A LA RED CICLISTA (PDBZ)

Del estudio efectuado y recogido en el *Apéndice nº1. Análisis de Alternativas*, se concluye que en las ciudades de las cuales se tienen datos (Barcelona y Zaragoza), la bicicleta se emplea para recorrer distancias cercanas a los 3 km, valor muy similar a los registrados por el autobús y el tranvía, por lo que se puede afirmar que estos servicios son usados realmente como sistemas de movilidad urbana diaria y no como elementos de ocio.

Al estudiar las infraestructuras para el uso de bicicletas es preciso analizar la oferta de vías ciclistas existentes y en este sentido cabe destacar el gran desarrollo que estas infraestructuras han tenido en Zaragoza en los últimos años.

En su análisis debemos referimos necesariamente al *Plan de Intermodal de Transportes - Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza* (DGA-Ayuntamiento de Zaragoza, septiembre de 2006). Este documento, si bien en lo que respecta a la bicicleta, ha sido actualizado por el *Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza* (aprobado el 20 de mayo 2010 mediante Decreto de la Consejera de Servicios Públicos), pretendía servir de guía al desarrollo de la movilidad en Zaragoza durante los dos últimos lustros y, centrándonos ya en la red ciclista, proponía "la construcción de una verdadera red de bicicletas que permitiera incrementar su presencia como modo de transporte". Para ello, se proponía un programa de vías urbanas que suponía ampliar en 58 km los 35 existentes o en construcción en aquel momento.

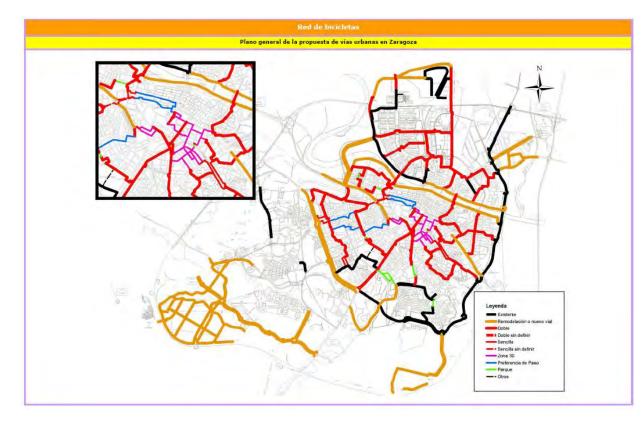


Ilustración 23. Red de bicicleta en Zaragoza. Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza

Superponiendo el trazado seleccionado para la línea este-oeste del tranvía con este plano general de la propuesta, se observa que, en general, el trazado propuesto no interfiere con los ejes ciclables incluidos en el citado Plan. Las excepciones son las siguientes:

- Avda. de Navarra desde calle Rioja a Avda. de Madrid
- Avda. de Madrid desde Avda. de Navarra a Plaza de la Ciudadanía
- Pº María Agustín desde Dr. Fleming a plaza Basilio Paraíso

Todas ellas son avenidas lo suficientemente amplias como para poder compaginar sin problemas el tranvía y carril bici junto a una o dos vías de circulación por sentido.

Por tanto, se puede considerar que la alternativa seleccionada es COMPATIBLE con el Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza.



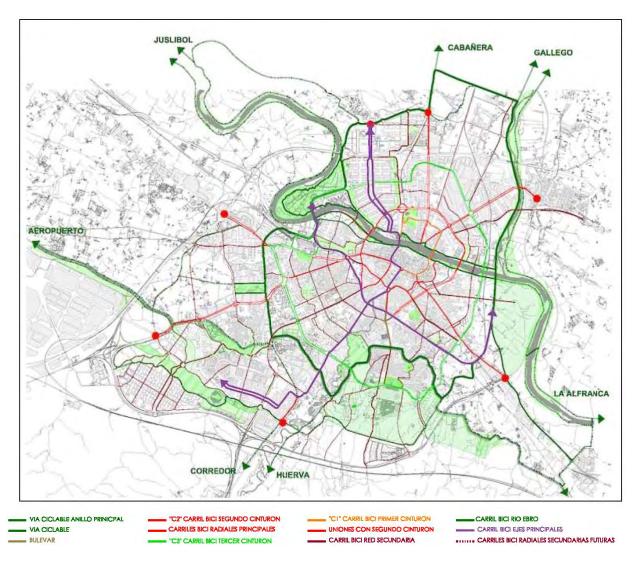




Posteriormente, el 20 de mayo 2010, se aprobó el Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza entre cuyos objetivos se encontraba el "Diseñar una red ciclable eficaz, coherente y segura, pensada para la totalidad del ámbito territorial y sin discontinuidad". El horizonte para el desarrollo del Plan Director de la Bicicleta se fijó en el año 2025, y establece las estrategias de actuación para abordar el problema de la movilidad en bici en la ciudad.

Además, en base a dicha estrategia, plantea un trazado de red urbana basada en los tres cinturones que presenta Zaragoza, ejecutando sobre ellos las infraestructuras bici necesarias dando a las del tercer cinturón un carácter en el límite entre lo paisajístico y lo urbano, a las del segundo cinturón un carácter puramente urbano y a las del primer cinturón un carácter más próximo al peatón que sirva de filtro entre el vehículo y las zonas peatonales del casco histórico.

Complementariamente a los cinturones se proponen carriles bici sobre las radiales principales de la ciudad (que se corresponden con las salidas históricas de la ciudad). Estas radiales principales junto a los anillos representados por los tres cinturones se consideran en el Plan Director "como la red principal del trazado, que estructurará el territorio y unirá todos los barrios de la periferia con el centro urbano".



llustración 24. Red de carriles bici previstas en el PDB

La red debería completarse según este Plan Director con una red secundaria compuesta por unas radiales secundarias, trama secundaria sobre vías cuyas características aconsejen un espacio específico reservado para la bicicleta, zonas de pacificación del tráfico y de convivencia del peatón con la bici, etc.

Sobre este Plan Director, se ha venido desarrollando la red ciclable de Zaragoza desde el 2006 y, para el presente trabajo, se han comparado el trazado de la alternativa seleccionada con el plano real de la red ciclista de Zaragoza actualizado a fecha enero 2015, observándose que existen paralelismos en las siguientes calles:

Puente sobre el río Huerva.







- Miguel Servet hasta Avenida San José.
- Compromiso de Caspe hasta Jorge Cocci.
- Paseo Constitución.

Todos ellos son compatibles con el trazado previsto a excepción de los tramos de Miguel Servet desde la calle de Salvador Madariaga hasta Compromiso de Caspe y ésta hasta Jorge Cocci.

Sin entrar a analizar otras posibles soluciones, para este estudio se ha decidido incorporar y valorar como obras complementarias únicamente las obras necesarias para sustituir el carril bici en estas vías en las que existe actualmente y debe reponerse. En fases posteriores de desarrollo del estudio se analizará, al estudiar la reorganización urbanística de las calles en las que se implante el tranvía, la posibilidad de habilitar carriles bici y su interrelación con el resto de los vehículos siguiendo las directrices que en su momento fije el Ayuntamiento de forma que se preserve el planteamiento general del Plan Director vigente.

Se trata aquí, por tanto de proponer una alternativa al carril actualmente existente en la calle Miguel Servet desde la calle de Salvador Madariaga hasta Compromiso de Caspe y esta hasta Jorge Cocci, ya que la ubicación de las paradas de la Calle Miguel Servet a la altura del núm. 15 y en la confluencia con Compromiso de Caspe no permiten espacio suficiente para la reposición del carril bici en su posición actual. El carril bici de Miguel Servet se define en el Plan Director como Radial Principal y debe, por tanto, reponerse su continuidad hasta el primer cinturón (calle Coso).

Como trazado alternativo se ha optado por desarrollar el eje propuesto en el PIT de 2006 y que el Plan Director recoge como Radial Secundaria de Compromiso de Caspe. Las obras que se han valorado consistirían en dotar de carril bici a las calles Monasterio de Samos, Jorge Cocci (con lo que quedaría restablecida la continuidad con el Segundo Cinturón en Camino de las Torres). La conexión *primer-segundo cinturón* se conseguiría al ejecutar la solución contemplada en el Plan Director Jorge Cocci - calle Asalto, para volver a enlazar con el carril actualmente existente en la plaza San Miguel, que se respetaría (primer cinturón).

Adicionalmente se respecta el carril bici en el puente de San Miguel para dar continuidad al paso fluvial del Huerva (y eventualmente permitirían otra conexión con Camino de las Torres a través de la calle Salvador Madariaga o calle Concepción).

En fases posteriores se estudiarán sistemas que hagan compatible la circulación de bicicletas por la plataforma ferroviaria en zonas peatonales.

En cualquier caso, deberá ser la Oficina de la Bicicleta la que, como centro de coordinación municipal de todos los temas referentes a la bicicleta, defina durante la fase de anteproyecto de la alternativa seleccionada la solución que se adopte para que la infraestructura ciclista sea coherente con el nuevo esquema de movilidad que la implantación de una línea dos de tranvía desarrolle en la ciudad¹³.

7.7. AFECCIONES AL TRÁFICO PEATONAL

Un sistema de transporte público de estas características, además de garantizar una movilidad eficiente y de calidad, debe incorporarse al sistema de espacios libres de la ciudad, como generador de nuevos espacios de encuentro, espera, relación social, y actuar de catalizador y potenciador de nuevos focos de actividad ciudadana. Es por ello que:

- La inserción del tranvía supone una merma del número de los viales destinados al vehículo privado en las calles por las que discurre; no obstante, supone una oportunidad para recuperar a escala peatón parte del espacio de la calle robado por el vehículo.
- Las plataformas reservadas al tranvía permiten incorporar física y visualmente dichas plataformas, de acabados más
 "amables" al espacio destinado al peatón, además de descongestionar de tráfico la calle.
- Son múltiples los factores que permiten una percepción más integradora del tranvía: plataforma central o lateral, grado de segregación de la plataforma tranviaria (grado de coexistencia con el vehículo), elección y coordinación de los acabados de pavimento (vegetales, pétreos, impresos, pavimentos de coexistencia...), la incorporación o no de separadores (elementos disuasorios adecuados), integración de postes de sujeción de catenaria, integración de andenes en espacios públicos, etc.

Se priorizará por tanto, la recuperación de espacios para el peatón, resolviendo problemas de continuidad peatonal y la eliminación de barreras arguitectónicas, y reformando y recuperando espacios urbanos que requieren de una intervención.

¹³ Esta adaptación puede suponer o no la actualización del Plan Director de la Bicicleta para actualizarlo a los cambio de movilidad que va a suponer la existencia de una segunda línea de tranvía en la ciudad. En cualquier caso, escapa del alcance del presente informe su revisión o puesta al día.







La implantación del tranvía permitirá, al igual que pasó con la Línea 1, mejorar de forma general el aspecto y urbanización de las calles por la que pase. No sólo por la remodelación urbanística que supone, sino también por la oportunidad de mejorar entornos poco adaptados a criterios modernos como es el caso del paseo de la Constitución o el eje paseo María Agustín-paseo Pamplona.

En otros casos, como en la avenida de Madrid o San José, se eliminarán carriles de circulación con la consiguiente reducción del tráfico rodado pudiendo incluso llegar a la pacificación completa de la vía cuando las condiciones de urbanización lo aconsejen. En este sentido resulta muy ilustrativa la remodelación que con motivo de la línea 1 se realizó en la calle del Coso.

7.8. INTERMODALIDAD

7.8.1. Introducción

La implantación de la Línea 2 del tranvía de Zaragoza no cumplirá adecuadamente su objetivo si no garantiza su perfecta integración e intermodalidad con el resto del sistema de la red de transporte urbano e interurbano.

7.8.2. CONEXIÓN CON LÍNEA 1 DEL TRANVÍA

Se garantiza la intermodalidad con la línea 1 del tranvía de Zaragoza. En el caso de la alternativa seleccionada el intercambio de líneas se genera entre las paradas Pza. Aragón (L1) – Pº Constitución (L2).

7.8.3. ESTACIÓN INTERMODAL DE DELICIAS

La Estación Intermodal de Delicias es un nodo de transporte donde se concentran:

- Tráficos ferroviarios de alta velocidad, larga distancia, media distancia y cercanías
- Tráficos viarios de autobús interurbano

Actualmente la Estación Intermodal de Delicias está conectada al resto de la red de transporte público urbano mediante:

- Red de bus urbano: líneas CI1, CI2, 34 y 51
- Red de cercanías (a través del túnel de Goya): conecta con las estaciones de El Portillo, Goya (conectada a su vez con
 L1) y Miraflores

Dotar de conectividad a la Línea 2 del tranvía de Zaragoza con la Estación Intermodal de Delicias ha sido uno de los objetivos del equipo director y redactor del proyecto, habiéndose efectuado un estudio específico sobre las distintas posibilidades para su consecución.

Tras el análisis de múltiples alternativas, rechazadas fundamentalmente por su baja demanda general, y dada la circunstancia de que sí existe una demanda concentrada en el tramo inicial de Avenida de Navarra, la alternativa finalmente discurre, en su tramo oeste, por la calle Rioja y el tramo de Avenida de Navarra entre la citada calle y su confluencia con la Avenida de Madrid. Esta alternativa proporciona de cierta conectividad con la Estación Intermodal de Delicias y conecta directamente con el Centro de Especialidades Inocencio Jiménez.

7.8.4. RED DE AUTOBÚS URBANO

Si bien la reordenación de bus urbano analizada en esta fase del estudio será objeto de revisión y análisis en más detalle en fases posteriores del estudio, sí hay determinados aspectos derivados de la propia implantación de la línea del tranvía que repercutirán sea cual sea la reordenación definitiva:

- La implantación de la línea 2 genera puntos nuevos de intermodalidad, comunes para todas las alternativas, como son
 Los Enlaces o el Paseo del Canal-Torrero.
- En la zona oeste, se genera un punto de intermodalidad en el entorno del Edificio Pignatelli
- Se mantiene el nodo de la Puerta del Carmen como punto de conexión bus-tranvía.
- Se mantiene la intermodalidad bus-tranvía línea 1en el entorno de la Plaza Paraíso, extendiéndose la intermodalidad a
 la línea 2.
- En la zona este, se genera intermodalidad en el entorno del camino de las Torres, así como en el paseo del Canal.
- La extensión hasta Valdefierro generará puntos de intermodalidad bus-tranvía al establecerse servicios de lanzadera.

7.8.5. RED DE AUTOBÚS DEL CTAZ

Con la distribución actual de paradas de autobuses del Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza, se prevé intermodalidad en el entorno del Portillo-Edificio Pignatelli.







Sin embargo, debe entenderse que la red de bus inteurbano es flexible y que la disposición de las paradas del CTAZ se adaptará a la nueva red de tranvía y bus urbano de la ciudad.

7.8.6. RED DE CERCANÍAS

La red de cercanías de Zaragoza, procedente de Utebo-Casetas, une las estaciones de Delicias, El Portillo, Goya y Miraflores, estableciendo un eje este oeste soterrado a través del denominado túnel de Goya. Dicha red está caracterizada en la actualidad por su baja demanda, si bien la construcción y puesta en funcionamiento de la estación de Goya, generando intermodalidad con la línea 1 del tranvía, supuso un incremento del tráfico de viajeros de cercanías próximo a un 40%.

La alternativa seleccionada dispone de una parada a menos de 300 m de la estación de Intermodal de Delicias y de otra parada a menos de 300 m de la estación del Portillo.

7.8.7. VEHÍCULO PRIVADO

Se prevé la instalación de un aparcamiento disuasorio en las proximidades del comienzo de la línea en la antigua carretera de Madrid y al final de la línea en el barrio de Las Fuentes.

7.9. ACCIDENTALIDAD

Debido a su propia naturaleza, las actividades vinculadas al transporte implican un riesgo para los usuarios de sufrir un accidente. Los accidentes en los que se encuentran involucrados vehículos suceden en todos los medios de transporte, pero la tasa de accidentalidad, y la gravedad de los accidentes es diferente para cada modo de transporte.

Es por todo ello que se ha efectuado un análisis de la variación de la accidentalidad vinculada a la puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía de Zaragoza de acuerdo con la siguiente metodología:

Cálculo del número de accidentes con víctimas por cada millón de kilómetros recorridos por modo (ACV/10⁶ km).

- Cálculo del índice de letalidad por modo (fallecidos/ACV)
- Cálculo del número de heridos por millón de kilómetros y por modo (heridos/AVC)

Para ello se han empleado los datos de accidentalidad y kilómetros recorridos por modo de los últimos tres años (2013 - 2015) proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza.

A partir de los índices relacionados anteriormente se estimaron, en base al documento "Las principales cifras de la siniestralidad urbana. España 2013" de la Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior), el porcentaje de heridos graves frente a total heridos y la evolución interanual de accidentalidad por tipo de víctima.

Dichos índices, aplicados a las variaciones de kilometrajes anuales por modo que supone la puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía, y al coste anual actualizado de fallecidos, heridos graves y heridos leves, permite el cálculo del incremento/reducción anual del coste asociado a la accidentalidad.

Considerando los costes asociados a fallecidos, heridos graves y heridos leves proporcionados por la Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior) ¹⁴, se prevé que la puesta en funcionamiento de la línea este-oeste del tranvía de Zaragoza suponga una reducción de la accidentalidad acumulada a lo largo de los 30 años del proyecto evaluada en -7.018.158 € (precios 2015).

¹⁴ Fuente: El valor monetario de una Vida Estadística en España. Estimación en el contexto de los accidentes de tráfico. 2010. Universidades de Murcia y Pablo Olavide de Sevilla, en un informe de 2010 financiado por la Dirección General de Tráfico.







8. COSTE DE INVERSIÓN

Se ha estimado la inversión necesaria prevista para la puesta en marcha de la infraestructura, valorando tanto la construcción de la misma, como la adquisición de material móvil, dirección de las obras o posibles expropiaciones.

El detalle del análisis de los costes de construcción realizado se incluye en el *Anexo II. Estimación costes de Construcción* del *Apéndice nº1. Análisis de Alternativas* del presente *Estudio de Viabilidad*.

8.1. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

Para la elaboración del presupuesto de construcción se han definido macro unidades generales que se han valorado según precios existentes en las bases de datos del Ayuntamiento y/o del consultor, o bien, deducidos a partir de ratios habituales para este tipo de obras.

8.1.1. SUPERESTRUCTURA, URBANIZACIÓN, ELECTRIFICACIÓN Y SISTEMAS

En este capítulo se han valorado principalmente la superestructura-tranviaria, por un lado, y las obras de electrificación y sistemas por otro.

Tanto para vía simple como para la doble, se ha considerado que el macro precios incluye explanada, drenaje, canalizaciones, vía y acabados, considerando secciones tipo similares a las empleadas en la línea 1.

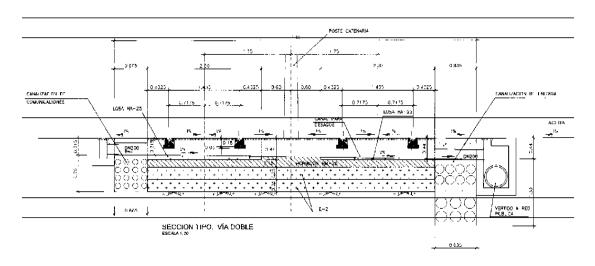


Ilustración 25. Sección de vía doble con elastómero entre pavimento y carril

En el caso de la electrificación, se han valorado las instalaciones eléctricas, postes y obra civil asociada tanto para en tramos con catenaria como en tramos sin catenaria. También se han considerado macro unidades para contemplar subestaciones, puntos de enganche, así como sistemas de señalización y comunicación de las distintas alternativas.

Finalmente, se han incluido también en este capítulo macro unidades que han permitido valorar los diferentes trabajos de urbanización (obras de drenaje, reposición de aceras y viales, jardinería, alumbrado, etc.)

8.1.2. SERVICIOS AFECTADOS

Partiendo de los planos facilitados por los diferentes explotadores se han medido y valorado los siguientes servicios:

- Saneamiento
- 2. Telecomunicaciones
- 3. Gas
- 4. Abastecimiento
- 5. Acequias
- 6. Para el Servicio Eléctrico se ha diferenciado entre baja, media y alta tensión y se han tenido en cuenta las unidades de centros de distribución y los cruces en líneas de alta tensión.

Por otra parte, como valoración subjetiva para tener en cuenta se han evaluado aspectos como tramos en que los pozos se encuentren a más de 4 metros de profundidad y las intersecciones importantes de tuberías de grandes diámetros con valvulería de importancia, y se han señalado la ubicación de las centrales de Telefónica y centros de transformación de energía.

8.1.3. ÁREAS DE TALLERES Y COCHERAS

La alternativa seleccionada requiere de la construcción de un área de talleres y cocheras situado en uno de los extremos de la línea. Las áreas de talleres y cocheras estarán dotadas de las siguientes instalaciones:

- Vías:
 - Vías de taller: una vía de pasarelas, una vía de levante, una vía para el torneado de las ruedas, una vía de pintura, y una vía de lavado y recarga de los areneros







- Vías de estacionamiento: 13 ud (una por tren).
- Zonas productivas: se incluyen en este apartado todas las zonas productivas que no están incluidas en el apartado de vías
 - Zona de revisión/reparación de equipos
 - Laboratorio eléctrico-electrónico
 - Almacén de materiales para mantenimiento de material móvil
 - Almacén de instalaciones fiias
- Áreas auxiliares o no productivas:
 - Zona para estacionamiento de máquinas de limpieza y mantenimiento
 - Zona para estacionamiento y ubicación de medios de manipulación
 - Residuos
 - Puesto de Mando
 - Oficinas
 - Puesto de control de producción y fichado
 - Vestuarios y aseos
 - Zonas comunes: comedor, sala de descanso, etc.
 - Cuartos técnicos.

Sumando las áreas correspondientes a vías de cocheras, vías de taller, playa de vías, urbanización exterior, áreas productivas y áreas auxiliares, se estima necesaria una superficie mínima para la implantación de los talleres y cocheras de al menos 15.000-18.000 m² (en función de la forma de la parcela).

8.1.4. OBRAS COMPLEMENTARIAS Y DE ACOMPAÑAMIENTO

Como se ha comentado en el apartado 4.6, se consideran bajo esta denominación aquellas actuaciones y obras que, sin ser propiamente imputables a proyecto del tranvía se consideran imprescindibles para el correcto funcionamiento de la línea este-

oeste del tranvía y del resto de la ciudad, tanto durante la fase de construcción, como una vez puesta en funcionamiento la línea.

Los costes de construcción calculados para este Estudio de Viabilidad incluyen los costes correspondientes a las obras complementarias y de acompañamiento descritas en el apartado 4.6 y son las siguientes:

8.1.4.1. Conexión Tenor Fleta – Tercer cinturón

El coste de construcción contempla las obras descritas en el epígrafe 4.6.1. Conexión Tenor Fleta – Tercer cinturón del presente Estudio de Viabilidad.

8.1.4.2. Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo)

El coste de construcción contempla las obras descritas en el epígrafe 4.6.2. Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo) del presente Estudio de Viabilidad.

8.1.4.3. Cubrimiento del río Huerva

El coste de construcción contempla las obras descritas en el epígrafe 4.6.3. Cubrimiento del río Huerva del presente Estudio de Viabilidad.

8.1.4.4. Carril Bici

El coste de construcción contempla las obras descritas en el epígrafe 4.6.4. Carril Bici del presente Estudio de Viabilidad.

8.1.4.5. Aparcamientos disuasorios

El coste de construcción contempla las obras descritas en el epígrafe *0. En fases* posteriores se estudiarán sistemas que hagan compatible la circulación de bicicletas por la plataforma en zonas peatonales.

Aparcamientos disuasorios del presente Estudio de Viabilidad.





8.2. OTROS COSTES DE INVERSIÓN

8.2.1. MATERIAL MÓVIL

Se ha considerado en el presente estudio material móvil de características similares a las especificadas en el pliego de licitación del contrato de concesión de línea 1, con la única salvedad de que es necesario que las unidades dispongan de doble tracción por la pendiente próxima al 7% existente en el tramo final de la avenida San José y en la calle Rioja.

Se trata por tanto de unidades de 5 módulos, con 32 m de longitud y 2,65 m de anchura, con una capacidad estimada de 192 personas (aplicando ratio de 3,50 personas/m²), con posibilidad de realizar composiciones dobles.

El material deberá ser compatible para su posible uso en la infraestructura de la línea 1.

De acuerdo con el análisis de operación efectuado, las necesidades de material móvil son de 12 unidades en el caso de las alternativas sin extensión, y de 13 unidades para las alternativas con extensión hasta la carretera de Madrid. Dichas necesidades se mantienen constantes a lo largo de todo el periodo de proyecto considerado.

8.2.2. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

Se ha estimado un coste de la dirección de las obras del 2,7% sobre el total de costes de construcción, similar al coste asumido durante la construcción de la línea 1.

8.2.3. EXPROPIACIONES

Para cada una de las alternativas se ha estimado el coste correspondiente a las expropiaciones necesarias para la ejecución de todas las instalaciones necesarias para la puesta en funcionamiento de la infraestructura.

8.3. RESUMEN DE COSTES DE INVERSIÓN

Se adjunta a continuación una tabla resumen de los costes de inversión necesarios para la ejecución de la alternativa finalmente seleccionada. Todos los costes están expresados en valores antes de IVA.

Tabla 20. Resumen de costes de construcción (antes de IVA)

ESTIMACIÓN DE COSTE DE CON	STRUCCIÓN
Concepto	Importe Base de Licitación (sin IVA)
Superestructura - Obra Civil tranvía	26.845.563,87 €
Energía - Electrificación	11.775.766,06 €
Sistemas	18.619.407,64 €
Paradas	6.426.000,00€
Talleres y cocheras	26.175.240,00 €
Aparcamientos disuasorios	1.071.000,00€
Obras complementarias	3.333.993,55 €
Medio Ambiente	5.662.606,45 €
Seguridad y Salud	2.831.303,23 €
Situaciones provisionales	1.469.193,59 €
Control de Calidad	1.415.651,61 €
Urbanización	13.131.001,68 €
Estructuras	4.432.226,40 €
Servicios afectados	29.754.962,10 €
Total coste construcción	152.943.916,18 €

Tabla 21. Resumen de costes de inversión (antes de IVA)

ESTIMACIÓN DE COSTE DE INVERSIÓN				
Concepto	Importe Base de Licitación (sin IVA)			
Coste de construcción	152.943.916,18 €			
Dirección de las obras	4.129.485,74 €			
Adquisición de material móvil	37.050.000,00€			
Expropiaciones	6.379.800,00€			
Total coste de inversión	200.503.201,91 €			

Dada que la longitud de la línea es de 11,07 km, se estima un coste de construcción de 13,82 M€/km (antes de IVA) y un coste de inversión de 18,11 M€/km (antes de IVA).





9. COSTE DE EXPLOTACIÓN

Para poder analizar los costes imputables a la operación y mantenimiento, se hace hincapié en aquellos que son más característicos de este servicio, como son:

- Coste personal
- Coste mantenimiento
- Coste de energía a tracción
- Otros costes directos de operación y mantenimiento
- Costes indirectos

El detalle del análisis de los costes de explotación realizado se incluye en el *Anexo III. Análisis de la Operación* del *Apéndice nº1. Análisis de Alternativas* del presente *Estudio de Viabilidad*.

9.1. COSTE DIRECTO

9.1.1. COSTE DE PERSONAL

Se ha realizado una estimación del personal que desempeñará su trabajo en las instalaciones. Se ha dividido el personal que hará uso de las instalaciones en 5 categorías o grupos:

- Personal dedicado al mantenimiento de material móvil.
- Agentes de tranvía.
- Puesto de mando.
- Personal de mantenimiento de instalaciones fijas.
- Personal auxiliar, que se subdivide en: personal de limpieza de material móvil, personal de limpieza de las instalaciones (oficinas, vestuario, etc.) y personal de seguridad.

Las necesidades de personal son las siguientes:

Tabla 22. Resumen dimensionamiento del personal

P	uesto/Área	Nº Personas
	Jefe de Taller	2
Mantenimiento de Material Móvil	Mecánicos	5
	Eléctricos	2
	Tracción	2
	Administrativos	1
Total Mantenin	12	
Age	56	
Pue	sto de Mando	9
Personal de Manten	imiento de Instalaciones fijas	15
	Lavado unidades	4
Personal auxiliar	Limpieza instalaciones	4
Personal auxiliai	Inspectores	5
	Seguridad	4
Total F	17	
	TOTAL	109

9.1.1.1. Coste de mantenimiento

Para poder establecer estos costes, se ha realizado un análisis de cuáles son estos ratios en la explotación de la línea 1 de Zaragoza y de los tranvías de Bilbao y Vitoria para extraer los costes de materiales y reposiciones y de las horas de mano de obra necesarias.

Dado que todas las alternativas analizadas tienen unas características muy similares, se ha efectuado un análisis de costes de mantenimiento / materiales de vía, señalización y comunicaciones, energía y otros auxiliares para un recorrido medio de 1.000.000 km/año a fin de determinar un precio medio por km. A este precio debe añadirse los costes de mantenimiento y reposiciones del propio material móvil.

9.1.1.2. Coste de energía

El coste de energía de tracción y paradas está evaluado de acuerdo al coste de la explotación de la línea 1 de Zaragoza (0,55 €/km).







9.1.1.3. Otros costes directos

Se estiman unos costes directos de explotación no evaluados del 25% sobre los costes de mantenimiento y energía. Dicho ratio está basado en experiencias anteriores de operación tranviaria y corresponden a aquellas operaciones no pautadas y/o planificadas (imprevistos).

9.1.1.4. Total coste directo

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el coste directo de la operación y mantenimiento es el siguiente:

Tabla 23. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento por alternativa

	COSTE DIRECTO					
ALTERNATIVA	PERSONAL	MANTENIMIENTO	ENERGÍA	OTROS COSTES DIRECTOS	TOTAL COSTE DIRECTO O&M	CD POR KM
	€/año	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km
Alternativa 3A	4.360.000,00€	2.633.775,72€	572.559,94€	801.583,91 €	8.367.919,57€	8,04€

9.1.2. COSTE INDIRECTO

Se ha estimado un coste indirecto similar en cada grupo de alternativas evaluadas en el análisis de alternativas, correspondiente al 15% del coste directo promedio de las alternativas del grupo.

9.1.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Adicionalmente se prevé durante la explotación unos costes de asistencia técnica evaluados en un 2% anual del coste promedio de las alternativas del grupo.

9.1.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

De acuerdo con lo expuesto anteriormente los costes durante la fase de explotación son los siguientes:

Tabla 24. Resumen de costes durante la fase de explotación

	COSTE DE EXPLOTACIÓN (antes de IVA)					
ALTERNATIVA	TOTAL COSTE DIRECTO O&M €/año	TOTAL COSTE INDIRECTO O&M €/año	TOTAL COSTE O&M €/año	COSTE ASIST. TÉCNICA €/año	TOTAL COSTE EXPLOTACIÓN €/año	COSTE POR KM €/km
Alternativa 3A	8.367.919,57€	1.255.861,91 €	9.623.781,47€	192.565,49€	9.816.346,97€	9,43€







10. ESTUDIO ECONÓMICO Y SOCIO-ECONÓMICO

10.1.1. METODOLOGÍA

La rentabilidad de la Línea 2 de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza se ha calculado a través de la metodología del Descuento de Fluios de Fondos, para un periodo de evaluación de 30 años (incluido un periodo de inversión de dos años al inicio del provecto).

Bajo esta metodología se evalúa la rentabilidad del proyecto comparando sus ingresos futuros con los costes que supondrá su ejecución (flujo de fondos). La rentabilidad se obtendrá calculando el valor actual de estos flujos de fondos futuros descontándolos a una tasa que refleja el coste de capital aportado (tasa de descuento). Esta actualización, al momento de origen de la evaluación, es necesaria porque los flujos de fondos en diversos períodos no pueden ser comparados directamente, puesto que el valor del dinero no es el mismo ahora, que en el futuro.

Para la rentabilidad de la Línea 2 de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza, esta metodología se ha aplicado en dos vertientes:

- Descuento de Flujos de Caja para el cálculo de la rentabilidad económico-financiera del proyecto
- Descuento de Flujos monetarios, desde el punto de vista de colectividad, incluyendo las externalidades del proyecto, para el cálculo de la rentabilidad socio-económica.

Esta metodología, en ambos casos, se encuentra avalada por la Comisión Europea, en su manual "Guía de Análisis Coste – Beneficio para proyectos de inversión" de diciembre 2014 y por otros entes especializados en el cálculo de la rentabilidad financiera y socio-económica en proyectos de inversión en ferrocarriles, como ADIF en su guía "Manual para la evaluación de inversión en ferrocarril" de diciembre 2011. Todos los conceptos de inversión, gasto, ingreso y externalidades (positivas y negativas) que se han utilizado en los cálculos están basados en ambos manuales.

La **rentabilidad económico-financiera del proyecto** se ha calculado a partir de los flujos operativos de caja generados anualmente por el proyecto. Los flujos incluyen, por lo tanto, todos los cobros y pagos asociados a las operaciones y a las

Los conceptos utilizados han sido los siguientes:

inversiones necesarias para el desarrollo del proyecto, pero no aquellos asociados a la forma en que se financiará dicho proyecto.

Inversiones

Se han diferenciado nueve partidas: obra civil, cocheras, edificaciones, vía, señalización, dirección de obra asociada al proyecto constructivo, material rodante, afecciones a servicios y expropiaciones. Estas inversiones se han realizado los dos primeros años del periodo de evaluación.

- Reinversiones

Se han considerado las reinversiones necesarias de las partidas de cocheras, vía, señalización y material rodante. Para el resto de inmovilizados del proyecto, no es necesario realizar reinversiones durante el periodo analizado (30 años).

Gastos de operaciones y mantenimiento

Se han distinguido seis partidas: personal, mantenimiento, energía, otros costes directos, costes indirectos y costes de asistencia técnica. Estos gastos se realizan anualmente, a partir de la puesta en servicio de la Línea 2.

Ingresos por tarifas

Se ha considerado un ingreso medio por billete (suma de precio del billete + subvención billete) de 0,90€, similar al ingreso medio por billete del sistema actual de transporte público de Zaragoza (bus urbano + tranvía línea 1).

Tanto las inversiones, como los gastos e ingresos se han estimado a precios de mercado, sin incluir IVA.

Para el cálculo de los Ingresos por tarifas se ha estimado una demanda que se prevé que alcance su cota más alta (100%) en el cuarto año del proyecto, con un crecimiento por coeficientes "ramp-up¹⁵" de 80% - 87% - 94%, en los tres primeros años. A partir de este crecimiento la demanda se estima que crecerá al 1% durante los siguientes 10 años y posteriormente un 0,5% anualmente hasta el fin de la concesión. La estimación realizada para el año 4 es de 19.610.312 trayectos/año.

¹⁵ El Ramp-up, o coeficiente de aprendizaje, es un factor que se aplica a la demanda estimada durante los tres primeros años de operación del tranvía para simular una posible menor demanda real debido a que los viajeros aún no están familiarizados con la utilización de la nueva línea de tranvía. Los coeficientes considerados en este estudio han sido de 80% - 87% - 94%, para los años 1 a 3 de explotación, respectivamente. El año 4 corresponde al 100%.







La **rentabilidad socio-económica** mide el aporte neto del proyecto al conjunto de la sociedad. Se mide, por tanto, la situación diferencial (insistimos, para el conjunto de la sociedad), entre la situación con actuación y sin actuación. Por ello, utilizando la misma metodología de descuento de flujos se incluyen para el cálculo de éstos todas aquellas "externalidades" monetizables relevantes del proyecto, directas o indirectas, y no sólo los flujos de caja directos del proyecto. Por esta razón, para el cálculo de la rentabilidad socio-económica se han calculado los "flujos socioeconómicos" a partir de los siguientes costes y beneficios para la colectividad:

- Costes para la colectividad: inversiones y reinversiones (excluidas las expropiaciones que se consideran transferencias monetarias entre agentes), gastos de operación y mantenimiento, costes por emisiones de CO₂ de la Línea 2 del Tranvía, coste adicional vinculado al pago del Ayuntamiento por incremento de demanda de la Línea 1 y el coste asociado a la accidentalidad de la Línea 2.
- Beneficios para la colectividad: ahorro por la reducción de km de la red de autobuses, beneficio por la reducción de las emisiones de CO₂ de la red de autobuses y vehículos privados, beneficio por la reducción de los costes de mantenimiento del vehículo privado, y beneficio por la disminución de accidentes causados por autobuses y vehículos privados.

A diferencia de la rentabilidad económico – financiera, en la rentabilidad socioeconómica los precios de mercado no son adecuados, teniendo que utilizarse los denominados precios sombra (*shadow prices*), que reflejan los costes de oportunidad de los costes y la disposición de los consumidores a pagar por los resultados. La diferencia entre ambos precios y la necesidad de utilizar precios sombra puede ser consecuencia de la ineficiencia de los mercados o bien, en el caso de los bienes públicos, porque sus tarifas no son reflejo de los costes. Ello es así como consecuencia de que la valoración a precios de mercado difiere de la que correspondería bajo una situación de eficiencia (mercado perfecto). Por esta razón, en términos socio-económicos, las inversiones, reinversiones, y gastos de operación y mantenimiento se han calculado aplicando unos *factores de conversión* a las correspondientes cuantías financieras (ratios sobre los precios de mercado), según se señala en el Manual para la Evaluación de Inversiones en Ferrocarril de ADIF, de diciembre 2011¹⁶:

Tabla 25. Precios sombra: Factores de conversión

Conceptos / Coste	Precios sombra Factor de conversión
Inversión (excepto material rodante)	0,72
Material rodante	0,70
Operación y mantenimiento	0,70

A partir de los flujos obtenidos en los dos casos (análisis económico-financiero del proyecto y análisis socioeconómico para la colectividad), se ha evaluado la rentabilidad a través de dos parámetros de análisis: la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

El detalle del estudio económico-financiero y socio-económico realizados se incluye en el *Anexo VI. Rentabilidad Económica y Financiera* del *Apéndice nº1. Análisis de Alternativas* del presente *Estudio de Viabilidad*.

10.1.2. RENTABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA DEL PROYECTO

Para la evaluación de la rentabilidad económico-financiera del proyecto se ha calculado la TIR para un ingreso medio por billete ¹⁷ de 0,90 € (similar al ingreso medio por billete del sistema actual de transporte público de Zaragoza) y el VAN para el mismo precio de billete y una tasa de descuento del 5%, según la recomendación de la Comisión Europea para el cálculo del análisis financiero de proyectos de inversión en ferrocarriles.

A partir de ambos parámetros, los resultados han sido los siguientes:

- TIR financiera: 1,814%
- VAN (tasa de descuento 5%): -72.279.084,50 €

Debe indicarse que, independientemente del mecanismo concreto de financiación que finalmente se aplique al proyecto, la financiación será de origen público.

¹⁶ La Guía de Análisis Coste –Beneficio para proyectos de inversión de la Comisión Europea, de diciembre 2014, incluye una metodología para su cálculo, pero no incluye ratios específicos, por lo que se han tenido en cuenta para este análisis los ratios señalados en el Manual de ADIF.

¹⁷ Ingreso medio por billete = pago del usuario + subvención al billete







10.1.3. RENTABILIDAD SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO

Para la evaluación de la **rentabilidad socio-económica desde el punto de vista de la colectividad** se ha calculado la TIR, y el VAN para una tasa de descuento del 3%, según la recomendación de la Comisión Europea para los países que, como España, no serán receptores de las ayudas provenientes del Fondo de Cohesión de la Unión Europea en el actual periodo de programación 2014-2020¹⁸.

A partir de ambos parámetros, los resultados han sido los siguientes:

- TIR socio-económica: 3,727 %
- VAN (tasa de descuento 3%): -13.873.535,05 €

Al respecto debe indicarse que la tasa interna de rentabilidad supera el 3% señalado por la Comisión Europea, y por tanto para la tasa de descuento del 3% tomada como referencia, el Valor Actual Neto del proyecto es positivo.

11. AFECCIONES AL PLANEAMIENTO

La línea Este-Oeste del tranvía debe integrase en la ciudad de la forma más completa posible adaptándose a ella tal y como se encuentra consolidada.

En este sentido es fundamental analizar de qué manera se adapta la infraestructura que se va a proyectar a los diferentes planes y programas existentes en Zaragoza, así como su relación con otras infraestructuras proyectadas.

Por otra parte, deberá realizarse un importante trabajo de integración urbana de la línea con un objetivo universal de integración y coordinación de los sistemas de movilidad, sistemas de espacios libres y sistemas de equipamientos aprovechando las sinergias de una actuación unitaria de estas características tal y como se ha descrito en 4.7, apartado en el que se analiza igualmente la oportunidad para llevar a cabo **la renovación de infraestructuras básicas** de la ciudad que supone la implantación de una línea 2 de tranvía

Por otra parte, se han descrito en el apartado 4.6 Obras Complementarias de esta memoria otras obras previstas por el ayuntamiento y sobre las que el Estudio de Viabilidad de una línea 2 Este-Oeste considera necesario actuar para asegurar el funcionamiento de la ciudad en su conjunto. Dichas obras se han contemplado como "Obras Complementarias" y serán incorporadas al proyecto. Dichas obras son:

- Cubrimiento del río Huerva
- Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo)
- Conexión Tenor Fleta Tercer cinturón

Finalmente, es necesario analizar los planes específicos existentes en la ciudad

El primero de ellos es, naturalmente la **Planificación urbana**. Respecto a la misma, es necesario señalar que el trazado proyectado discurre casi en su totalidad por *viales* existentes. Un pequeño porcentaje podría afectar a terrenos calificados como

¹⁸ El Fondo de Cohesión está reservado a los Estados miembros cuya renta nacional bruta (RNB) per cápita no supere el 90 % de la RNB media de la Unión Europea. Durante el periodo 2007-2013 España fue beneficiaria de forma transitoria. Durante el actual periodo 2014-2020, España ya no es beneficiaria.







Zonas Verdes, lo que hará necesario la implementación del correspondiente expediente de modificación de los Planes Generales, Especiales o de detalle correspondientes.

Otra figura de Planificación que ha sido analizada es el **Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza** entre cuyos objetivos se encontraba el "Diseñar una red ciclable eficaz, coherente y segura, pensada para la totalidad del ámbito territorial y sin discontinuidad".

Como se describe en el apartado 7.6, El horizonte para el desarrollo del Plan Director de la Bicicleta se fijó en el año 2025, y establece las estrategias de actuación para abordar el problema de la movilidad en bici en la ciudad y como se ha señalado, puede concluirse que, en general, el trazado propuesto para la Línea 2 de tranvía no interfieren con los ejes ciclables incluidos en el citado Plan, por lo que se considera que es COMPATIBLE con el Plan Director.

La única interferencia reseñable se produce en los tramos de Miguel Servet desde la calle de Salvador Madariaga hasta Compromiso de Caspe y ésta hasta Jorge Cocci.

Sin entrar a analizar otras posibles soluciones, para este estudio de viabilidad se ha incorporado y valorado como obras complementarias únicamente las obras necesarias para sustituir el carril bici en estas vías en las que existe actualmente y debe reponerse tal y como se describe en 4.6.4

Como se ha indicado anteriormente, en fases posteriores se estudiarán sistemas que hagan compatible la circulación de bicicletas por la plataforma en zonas peatonales.

Por último, se ha analizado las implicaciones de la implantación de la Línea 2 de tranvía sobre el **Documento Plan Integral del Casco Histórico 2013-2020**, aprobado el 28 de febrero de 2014 por consenso de todos los grupos políticos, el cual integra las diferentes "acciones" que contienen propuestas de actuación para los próximos años, enmarcadas en 5 Líneas Estratégicas:

- 1º.-Participación, convivencia y cohesión social.
- 2º.-Servicios Públicos y Equipamientos.
- 3º.-Infraestructuras, escena urbana y patrimonio.
- 4º.-Suelo y rehabilitación de vivienda.
- 5º.-Comercio y turismo

En la ciudad de Zaragoza, como en muchas otras ciudades europeas, se produjo a lo largo del siglo XX un desplazamiento de la población hacia nuevos barrios periféricos a medida que las transformaciones sociales y la modernización de la vida urbana permitieron una expansión de las fronteras de la ciudad. Durante es te proceso, el Centro Histórico fue perdiendo protagonismo y, paulatinamente, fue cayendo en un proceso de degradación física, social y económica que solo empezó a revertir en los años

90, coincidiendo con los primeros programas de atención y corrección de los procesos de deterioro puestos en marcha desde las instituciones públicas.

Se analiza y comprueba que el trazado propuesto es compatible con los planteamientos establecidos en el Documento Plan Integral del Casco Histórico 2013-2020.





12. RIESGOS OPERATIVOS Y DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

El objeto del análisis de riesgos es el estudio y la implantación de las medidas oportunas para mantener bajo observación, evitar o reducir las situaciones de riesgo potencial y daños que pudieran derivarse.

La evaluación de riesgos que se ha de desarrollar es el resultado de la combinación de los siguientes análisis:

- Análisis de riesgos existentes en un sistema de tranvía (extraídos de la experiencia en construcción y explotaciones similares), aplicado a las características específicas de la línea este-oeste del tranvía de Zaragoza.
- Análisis de riesgos particulares que presenta esta explotación derivados del entorno particular.

Mediante la evaluación de los riesgos se analizan, identifican y evalúan las condiciones de riesgo, según los diferentes parámetros que aparecen. Con la identificación y evaluación de los principales riesgos se acomete la primera alternativa racional en su tratamiento. Es decir, la eliminación o reducción de los riesgos a través de medidas de prevención y/o protección.

Las acciones preventivas se establecen preferentemente antes de que se produzca una incidencia pero también como consecuencia de la experiencia adquirida tras el análisis de las mismas.

En resumen, en el documento se contemplarán los siguientes temas:

- Identificar los peligros asociados al sistema
- Identificar los acontecimientos que llevan a dichos peligros
- Determinar el riesgo asociado a los peligros
- Definir medidas de protección que permitan paliar los riesgos potenciales y/o sus consecuencias.

Se tendrán que analizar tanto riesgos ordinarios como riesgos de tipo deliberado.

Se evalúan a continuación los riesgos clasificados como:

- Riesgos técnicos:
 - Diseño
 - Emplazamiento

- Construcción
- Explotación
- Riesgos políticos y económicos:
 - Políticos y legales
 - Sociales
 - Económicos
- Riesgos de fuerza mayor:
 - Política de fuerza mayor
 - Naturales
 - Otros





Tabla 26. Análisis de riesgos. Riesgos técnicos

Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto
Riesgos técnicos	Diseño	Aprobación del anteproyecto	Retraso en la elaboración y/o aprobación de anteproyecto	Retraso en la puesta en operación de la línea	Equipo de trabajo especializado y adecuado Coordinación con el Ayuntamiento de Zaragoza Seguimiento de todos los procesos legales y administrativos Coordinación con otros organismos afectados	Diseño
		Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, si procede	Retraso en la elaboración y/o aprobación del Estudio de Impacto Ambiental	Retraso en la puesta en operación de la línea	Equipo de trabajo especializado y adecuado Coordinación con el Ayuntamiento de Zaragoza e INAGA Seguimiento de todos los procesos legales y administrativos	Diseño
		Aprobación del proyecto constructivo de referencia	Retraso en la elaboración y/o aprobación de proyecto constructivo de referencia	Retraso en la puesta en operación de la línea	Equipo de trabajo especializado y adecuado Coordinación con el Ayuntamiento de Zaragoza Seguimiento de todos los procesos legales y administrativos Coordinación con otros organismos afectados	Diseño
		Fallo de diseño global	El diseño no se ajusta al cumplimiento de las funciones	La obra no cumple la función para la que fue diseñada. Necesidad de rediseño de la red de transporte urbano. Incremento de coste en fase de explotación	Equipo de trabajo con experiencia en trabajos similares y experiencia local Supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza Adecuados trabajos de campo (topografía, geotecnia) Ajuste del diseño a la demanda, condiciones físicas y necesidades de explotación previstos	Diseño
		Fallo en la vida útil del diseño	La obra diseñada no garantiza la vida útil requerida	Reducción de la vida útil del proyecto. Incremento de costes de mantenimiento.	Equipo de trabajo con experiencia en trabajos similares y experiencia local Supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza Diseño con materiales adecuados	Diseño
		Consistencia del diseño con el entorno urbano	Deficiente integración urbana de la línea	La obra no se ajusta a la realidad urbana. Necesidad de rediseño de la línea y/o entorno	 Equipo de trabajo con experiencia en trabajos similares y experiencia local Coordinación y supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza Diseño ajustado al entorno y necesidades urbanas 	Diseño
		Servicios afectados	El diseño de la reposición de servicios no es adecuado: no ajustado al diseño de la línea, localización incorrecta, diseño inadecuado de la reposición	Necesidad de rediseño de la reposición o modificación de la infraestructura tranviaria. Incremento de coste de construcción. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	 Equipo de trabajo con experiencia en trabajos similares y experiencia local Supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza Coordinación con titulares de servicios Correcto inventario de servicios 	Diseño
		Vicios ocultos en el diseño	Errores de diseño detectados con posterioridad a la aprobación del proyecto	Necesidad de rediseño. Incremento de coste de construcción. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	 Equipo de trabajo con experiencia en trabajos similares y experiencia local Coordinación y supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza Adecuados trabajos de campo 	Construcción







Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto
Riesgos técnicos	Emplazamiento	Expropiaciones	Identificación inadecuada de las parcelas a expropiar o la superficie afectada. Retraso en el proceso expropiatorio para la construcción y/o explotación de la línea. Incremento de coste de las expropiaciones.	, .	 Identificación de parcelas necesarias y sus titulares Determinación de la superficie necesaria Seguimiento adecuado y en plazo de los procedimientos administrativos Coordinación y supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza 	Construcción
		Ocupaciones temporales	Identificación inadecuada de las parcelas a ocupar o la superficie afectada. Retraso en el proceso expropiatorio para la construcción y/o explotación de la línea. Incremento de coste de las ocupaciones temporales.	comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Identificación de parcelas necesarias y sus titulares Determinación de la superficie necesaria Seguimiento adecuado y en plazo de los procedimientos administrativos Coordinación y supervisión el Ayuntamiento de Zaragoza	Construcción
		Vías de acceso	Deterioro de las vías de acceso derivado del tráfico de vehículos pesados	Incremento de coste de inversión por necesidad de reposición. Afecciones a los ciudadanos.	Determinación de la carga máxima por eje permitida Establecimiento de rutas autorizadas Control de carga de vehículos	Construcción
		Acceso a propiedades o comercios	Limitaciones de acceso a los vecinos o comercios por inadecuada organización de las obras	Molestias a los ciudadanos. Limitaciones a la movilidad. Perjuicios económicos.	Planificación adecuada de las obras coordinada con vecinos y comerciantes Establecimiento de acuerdos sobre horarios, zonas de ocupación, plazos máximos de ocupación, resolución de problemas de accesibilidad y posibles indemnizaciones	Construcción
		Ruido	Emisiones de ruido durante la ejecución de las obras		Planificación adecuada de las obras coordinada con vecinos y comerciantes Establecimiento de acuerdos sobre horarios de trabajo en función de las actividades a desarrollar y sus emisiones sonoras	Construcción
		Yacimientos arqueológicas y bienes de interés cultural	Posibles afecciones a yacimientos o bienes no detectados en fase de proyecto o superiores a las previstas.	Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Trabajo intensivo de identificación en fase de proyecto. Seguimiento arqueológico durante la fase de obras. Seguimiento adecuado y en plazo de los procedimientos administrativos para las intervenciones Replanificación de las obras	Construcción
		Seguridad vial	Ocurrencia de accidentes durante la construcción.	Incidencia en la seguridad vial. Daños materiales. Daños a personas (heridos y/o fallecidos)	Elaboración e implementación de Plan de Seguridad Vial específico	Construcción







Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto
Riesgos técnicos	Construcción	Cambios en la legislación o normativa técnica	Cambios en la legislación o normativa técnica en el periodo comprendido entre la aprobación del proyecto de construcción y la finalización de las obras.	Necesidad de modificación de diseño técnico. Requerimientos de tramitación y aprobación. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Monitoreo del anuncio de cambios en normativa para la toma temprana de decisiones	Construcción
		Cambios en el diseño durante la fase de construcción	Cambios en el diseño durante la fase de construcción derivados de: - Solicitudes de promotor - Condicionantes técnicos	Necesidad de modificación de diseño técnico. Requerimientos de tramitación y aprobación. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Adecuada supervisión por parte del promotor Evaluación de la necesidad real de los cambios y sus posibles repercusiones	Construcción
		Situación de los servicios afectados	La situación y condiciones de los servicios afectados es diferente a la prevista.	Necesidad de modificación de diseño técnico. Requerimientos de tramitación y aprobación. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Correcta identificación en fase de diseño Confirmación de los servicios afectados antes del comienzo de las obras	Construcción
		Condiciones geológico-geotécnicas	Las características geológico-geotécnicas del terreno son diferentes a las previstas.	Necesidad de modificación de diseño técnico. Requerimientos de tramitación y aprobación. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Correcto reconocimiento en fase de diseño Confirmación de las condiciones geotécnicas antes del comienzo de las obras	Construcción
		Costes de construcción	Incremento de los costes de construcción por: - Precios de adjudicación superiores a los recogidos en proyecto - Mediciones incorrectas - Obras no reflejadas y necesarias - Revisión de precios	Incremento de los costes de inversión.	Correcta evaluación de precios y mediciones en fase de proyecto Revisión de mediciones y precios antes del comienzo de las construcción	Construcción
		Indefiniciones en las especificaciones	Indefiniciones en las especificaciones del proyecto que derivan en reclamaciones del contratista	Incremento de los costes de inversión. Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Correcta definición de especificaciones en fase de proyecto	Construcción
		Cumplimiento de los estándares de construcción	Incumplimiento en la construcción de los estándares exigidos el proyecto	Baja calidad de construcción. Reducción de vida útil. Incremento de costes de explotación.	 Experiencia previa del contratista en trabajos similares Supervisión de las obras por equipo con experiencia en trabajos similares Monitorización del desarrollo de las obras por el Ayuntamiento de Zaragoza 	Construcción
		Retrasos por causa imputable al contratista	Incumplimiento del plazo de finalización total o de hitos parciales por causas imputables al contratista	Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Adecuada gestión con organismos en forma y plazo. Seguimiento de tramitaciones Experiencia previa del contratista y del supervisor en trabajos similares y experiencia local Establecimiento de mecanismos de penalización y/o rescisión del contrato	Construcción







Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto
Riesgos técnicos	Construcción	Retrasos por causas imputables a organismos	Incumplimiento del plazo de finalización total o de hitos parciales por causas imputables a otros organismos distintos del promotor	Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Posibles reclamaciones económicas por parte del contratista. Incremento de los costes de construcción.	Experiencia previa del contratista en trabajos similares Supervisión de las obras por equipo con experiencia en trabajos similares Monitorización del desarrollo de las obras por el Ayuntamiento de Zaragoza Coordinación por parte del Ayuntamiento de Zaragoza Establecimiento de mecanismos de compensación	Construcción
		Retrasos por causas imputables al Ayuntamiento de Zaragoza	Incumplimiento del plazo de finalización total o de hitos parciales por causas imputables al Ayuntamiento de Zaragoza	Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Posibles reclamaciones económicas por parte del contratista. Incremento de los costes de construcción. Posibilidad de rescisión.	Monitorización del desarrollo de las obras por el Ayuntamiento de Zaragoza Adecuada coordinación por parte del Ayuntamiento de Zaragoza Establecimiento de mecanismos de compensación	Construcción
		Disponibilidad de materiales y mano de obra	Dificultades para disponer de mano de obra especializada. Necesidad de adquisición de materiales de otras fuentes de suministro diferentes a las previstas.	Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Posibles reclamaciones económicas por parte del contratista. Baja calidad de la construcción. Incremento de los costes de explotación y/o reducción de la vida útil.	Estudio previo de mercado y de disponibilidad de recursos	Construcción
		Insolvencia del contratista	El contratista no cumple con sus obligaciones contractuales.	Baja calidad de la construcción. Incremento de los costes de explotación y/o reducción de la vida útil. Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Contratación con empresas de solvencia contrastada y experiencia en trabajos similares Establecimiento de garantías en el contrato Correcta gestión y monitorización del cumplimiento de las condiciones contractuales por parte del Ayuntamiento de Zaragoza	Construcción
		Ejecución defectuosa	Ejecución defectuosa de las distintas unidades de obra	Baja calidad de la construcción. Incremento de los costes de explotación y/o reducción de la vida útil. Necesidad de repetición de actividades. Incremento de los costes de construcción Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	1. Implementación y seguimiento de la aplicación del Plan de Aseguramiento de la Calidad.	Construcción
		Seguridad y Salud en el trabajo	Accidentes acaecidos por condiciones inadecuadas de seguridad y salud en el trabajo	Accidentes con daños a personas.	1. Implementación y seguimiento de la aplicación del Plan de Seguridad y Salud.	Construcción
		Contaminación del aire / agua / suelo	Emisión de partículas a la atmósfera. Emisión de contaminantes a la atmósfera, suelo o agua	Contaminación de aire / agua / suelo Daños a personas y medio ambiente	1. Implementación y seguimiento de la aplicación del Plan de Gestión Ambiental de las obras	Construcción
		Violación de patentes	Uso de soluciones tecnológicas sin autorización	Posibles demandas legales e indemnizaciones. Incremento de los costes de construcción	1. Uso de diseños no sujetos a patentes	Diseño/ construcción







Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto	
Riesgos técnicos	Construcción	,	Defectos latentes detectados durante la fase de construcción, tanto en la nueva infraestructura, como en infraestructuras existentes	Incremento de los costes de construcción Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Diseño y construcción adecuados Presupuesto para contingencias	Construcción	
		· ·	Desarrollo inadecuado de actividades que pueden afectar a la calidad y plazo de los trabajos	Incremento de los costes de construcción Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Implementación y seguimiento de la aplicación del Plan de Aseguramiento de la Calidad.	Construcción	
		1 ''	Disputas entre diseñador/contratista/promotor derivados de defectos en los acuerdos contractuales o asignación de responsabilidades y riesgos.	Incremento de los costes de construcción Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Correcta división de tareas y funciones Presupuesto de reserva	Diseño	
	Operación y mantenimiento		Demanda inferior a la prevista. Un tráfico de pasajeros menor puede ser el resultado de una atracción mayor hacia otros medios de transporte debido a la poca atracción que ofrece la línea. Subestimar el tráfico de pasajeros puede afectar a la calidad del servicio.	Ingresos bajos. Riesgo económico del proyecto. Empeoramiento de la calidad del servicio.	Medidas encaminadas a mejorar la atractividad de la línea: Prioridad a la gestión del tráfico para la línea (disminución de tiempos de recorrido). integración con la red de transporte público existente. reordenación de la red de bus urbano, estableciendo alimentadores aparcamientos disuasorios Elaboración de contrato flexible para la posible variación sobre la demanda prevista	Diseño/ Construcción/ Operación	
			Política de precios inadecuada. Las tarifas demasiado altas pueden disminuir la demanda de viajeros. La estrategia de la política de precios o tarifas debe ser efectiva (barato como sistema) y conveniente para los pasajeros	Baja demanda. Ingresos bajos. Riesgo económico del proyecto.	Implantación de políticas de transporte urbano (incluida la política de tarifas, política de parking de pago, gestión del tráfico etc.)	Operación	







Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto
Riesgos técnicos	Operación y mantenimiento	Riesgo de ingresos	Riesgo de ingresos bajos por baja demanda o bajas tarifas.	Ingresos bajos. Riesgo económico del proyecto.	 Preparar políticas de transporte urbano (incluida la política de tarifas, política de parking de pago, gestión del tráfico etc.) Creación de un mecanismo de control de precio (basado en el índice IPC). Análisis minucioso y optimización de ingresos 	Operación
		Accidente/incidente de operación sin lesiones a personas	Riesgo de accidente y/o incidentes durante la explotación derivados de: descarrilamientos, colisiones, incendio (sin personas afectadas)	Daños materiales. Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Pérdidas económicas.	El riesgo de accidente debe limitarse en la fase de diseño del sistema, que incluye un sistema de gestión del tráfico y diseño de infraestructuras. Adecuado plan de explotación, operación y mantenimiento 3. Las pérdidas económicas deben estar cubiertas por un seguro	Operación
		Daños/lesiones a terceros	Riesgo de daños a terceros durante la operación y mantenimiento: caída de pasajeros en el interior del tranvía, sobre el andén o sobre la vía, caída de peatones o ciclistas a la vía, caída de un agente de operación, arrastre de un pasajero, choque o contacto de pasajeros con elementos cortantes o agresivos mecánica, térmica o químicamente, aplastamiento, incendio, electrocución.	Daños personales. Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Pérdidas económicas.	El riesgo de accidente debe limitarse en la fase de diseño del sistema, que incluye un sistema de gestión del tráfico y diseño de infraestructuras. Adecuado plan de explotación, operación y mantenimiento 3. Las pérdidas económicas deben estar cubiertas por un seguro	Operación
		Accidentes de tráfico	Riesgo de accidente de tráfico por colisión, alcance o atropello.	Daños personales y/o materiales. Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Pérdidas económicas.	El riesgo de accidente debe limitarse en la fase de diseño del sistema, que incluye un sistema de gestión del tráfico y diseño de infraestructuras. Las pérdidas económicas deben estar cubiertas por un seguro	Operación
		Avería del material	Riesgo de avería o inutilización del material rodante	Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Pérdidas económicas.	Adecuado plan de explotación, operación y mantenimiento Las pérdidas económicas deben estar cubiertas por un seguro	Operación
		Suministro eléctrico	Riesgo de avería en el suministro eléctrico	Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Posibles afecciones al tráfico viario Pérdidas económicas.	Adecuado plan de explotación, operación y mantenimiento Las pérdidas económicas deben estar cubiertas por un seguro	Operación
		Equipos electrónicos	Riesgo de avería de los equipos electrónicos	Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Pérdidas económicas.	Adecuado plan de explotación, operación y mantenimiento Las pérdidas económicas deben estar cubiertas por un seguro	Operación







Tabla 27. Análisis de riesgos. Riesgos políticos y económicos

Categoría Tipo de riesgo El		Elemento			Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto	
Riesgos políticos y económicos	Políticos y legales	Ciclos de presupuestos del sector público	Problemas asociados con los ciclos de presupuestos anuales de la ciudad de Zaragoza	Retraso en la puesta en operación de la línea. Problemas de financiación.		Diseño/ Construcción/ Operación	
		Cambios legales	Cambios legales que afecten al proceso de aprobación, licitación, construcción o explotación	Retraso en la puesta en operación de la línea.	 Monitorización de posibles cambios previstos para amortiguar sus afecciones Inclusión de la repercusión de los cambios legales en los distintos contratos 	Diseño/ Construcción/ Operación	
		Nuevos estándares	Imposición de nuevos estándares de diseño, construcción o explotación	Retraso en la puesta en operación de la línea. Incremento de coste de construcción y/o explotación.	Monitorización de posibles cambios previstos para amortiguar sus afecciones Inclusión de la repercusión de los cambios legales en los distintos contratos	Operación	
		Sistema de transporte competitivo	Introducción de un sistema de transporte que compita con la línea	Ingresos bajos. Riesgo económico del proyecto. Empeoramiento de la calidad del servicio.	Políticas municipales de estructuración adecuada del transporte público	Diseño	
		Contratos suscritos	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Baja calidad de la construcción. Incremento de los costes de explotación y/o reducción de la vida útil. Incremento de los costes de construcción Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea.	Correcta gestión y monitorización del cumplimiento de las condiciones contractuales por parte del Ayuntamiento de Zaragoza Establecimiento de penalizaciones en contratos	Diseño/ Construcción/ Operación	
	Sociales	Interrupción de la construcción o la explotación por grupos o personas en contra del proyecto	Interrupción de la construcción o la explotación por grupos o personas en contra del proyecto	Incremento de los costes de construcción. Incremento del plazo de ejecución. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de los costes de explotación. Reducción de demanda	Monitorización de posibles acciones para amortiguar sus afecciones	Construcción/ Operación	







Categoría	Tipo de riesgo	Elemento	Riesgo	Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto
Riesgos políticos y económicos	Económicos	Financiación	Dificultades o ausencia de financiación.	Posible paralización de la construcción.	Alto nivel de competición en la fase de licitación. Estrictos requerimientos de acuerdos de financiación en fase de licitación Supervisión de cumplimiento con términos de acuerdos financieros	Construcción
		Cambios en las condiciones de financiación	Condiciones de financiación diferentes a las previstas en fase de licitación	Posible paralización de la construcción.	Establecimiento de cláusulas contractuales de mitigación de los efectos	Construcción
		Aseguramiento	Ausencia de condiciones adecuadas proporcionadas por las compañías de seguros	Posible paralización de la construcción.	 Establecimiento de fondos especiales para la construcción. La asignación de riesgos debe estar estipulado en el contrato La lista o criterios de riesgos no asegurables deben definirse en el contrato. 	Construcción
		Inflación	Diferencias entre la inflación prevista y la real	Reducción de la rentabilidad del proyecto	Pagos indexados La subvención de capital podría establecerse en base a los precios del año base en consonancia a la actual inflación. Transferencia del riesgo de inflación a los contratistas	Construcción
		Coste de construcción	Desviaciones en los costes de construcción	Reducción de la rentabilidad del proyecto. Riesgo de paralización o retraso.	Correcta evaluación de costes previa a la licitación Monitorización de los costes durante la construcción Transferencia del riesgo al contratista Establecimiento de mecanismos de compensación en caso de sobrecostes no imputables al contratista	Construcción
		Coste de explotación	Desviaciones en los costes de explotación	Reducción de la rentabilidad del proyecto. Riesgo de paralización o retraso.	Correcta evaluación de costes previa a la licitación Monitorización de los costes durante la explotación Transferencia del riesgo al contratista	Operación
		Carga fiscal	Incremento de carga fiscal	Reducción de la rentabilidad del proyecto. Riesgo de paralización o retraso.	-	Operación







Tabla 28. Análisis de riesgos. Riesgos por causas de fuerza mayor

Categoría	ategoría Tipo de riesgo Elemento Riesgo Impa		Impacto	Medidas preventivas/correctoras	Estado del proyecto	
Riesgos por causa de fuerza mayor	Política	Guerra o acto de terrorismo	Guerra o acto de terrorismo. Cambio de las condiciones que pueden hacer imposible la continuación del proyecto	Retrasos o paralización de las obras. Suspensión de la explotación. Retrasos o paralización del proyecto		Diseño/ Construcción/ Operación
	Natural	Meteorología durante la construcción		comienzo de la explotación de la línea.	Organización y planificación adecuada de las obras Aseguramiento frente a daños de origen meteorológico Diseño y construcción adecuados	Construcción
		Meteorología durante la operación			Organización y planificación adecuada de la explotación Aseguramiento frente a daños de origen meteorológico Diseño y construcción adecuados	Operación
		Terremotos u otros desastres naturales durante la construcción	Terremoto durante la construcción	Daños personales y/o materiales. Retraso de la construcción y por tanto en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de coste de inversión.	Diseño consistente con normativa técnica vigente	Construcción
		Terremotos u otros desastres naturales durante la operación	Terremoto durante la operación	Daños personales y/o materiales. Limitaciones temporales de tráfico en la línea. Posible afección a la vida útil. Pérdidas económicas.	Diseño consistente con normativa técnica vigente	Operación
	Otros	Riesgos no asegurables	Riesgos no asegurables	Incremento de coste de inversión o de operación. Retraso en la puesta en funcionamiento del proyecto o paralización	-	Diseño/ Construcción/ Operación
		Huelga	Huelga durante cualquier fase del proyecto	Retraso en el comienzo de la explotación de la línea. Incremento de costes de inversión y/o explotación.	-	Diseño/ Construcción/ Operación







13. AFECCIONES AMBIENTALES

13.1. INTRODUCCIÓN

En el apéndice nº 4 de este estudio se realiza un análisis ambiental de las alternativas barajadas en el Proyecto de la Línea del Tranvía Este – Oeste de Zaragoza, así como las correspondientes medidas correctoras y protectoras necesarias para minimizar las afecciones que la ejecución del proyecto supondrá sobre los diferentes elementos del medio natural.

Se identifican y describen cada uno de los componentes del medio natural: atmósfera, geología, geomorfología, suelos, vegetación, fauna, Figuras de Protección Ambiental, medio socioeconómico, etc., para posteriormente, realizar una síntesis de cada uno de los impactos que la ejecución del proyecto generará sobre ellos.

En base a la identificación de los impactos realizada, se plantean las medidas preventivas y correctoras oportunas con el objetivo de minimizar las afecciones hasta que los impactos residuales sean no significativos.

Se incluye en el apéndice un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos. También se desglosa la normativa ambiental de aplicación para el presente estudio según las siguientes materias: contaminación atmosférica, aguas, residuos, ruidos y vibraciones, patrimonio histórico-cultural, espacios naturales, flora y fauna, arbolado y zonas verdes y ordenación del territorio

13.2. MARCO LEGAL

En el apartado 2 del artículo 23 de la vigente Ley 11/2014, de 14 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón, se establece que:

"Solo deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental simplificada, cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso aplicando los criterios establecidos en el anexo III, los siguientes proyectos:

a) Los comprendidos en el anexo II.

El Proyecto de la Línea del Tranvía Este – Oeste de Zaragoza se encuentra incluido en el Anexo II de la citada Ley "Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II", grupo 7 "Proyectos de infraestructuras":

"7.5. Tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas similares de un determinado tipo, que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de pasajeros".

Por tanto, el Proyecto de la Línea del Tranvía Este – Oeste de Zaragoza debe someterse al trámite de evaluación de impacto ambiental simplificada ante el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA), el cual decidirá, en su caso, la necesidad de llevar a cabo o no un procedimiento ordinario de Evaluación. Este último culminaría con la emisión de una Declaración de Impacto Ambiental.

El documento que se presentará para evaluación de impacto ambiental simplificada será redactado posteriormente al presente documento, siendo éste una primera aproximación del mismo.

La evaluación de impacto ambiental simplificada se realizará en la fase de Anteproyecto, momento en el que la actuación será lo suficientemente concreta para realizar una evaluación ambiental adecuada de la misma al objeto de que el INAGA dictamine su condicionado ambiental. Las medidas preventivas y correctoras ambientales resultantes de este condicionado se concretarán y presupuestarán en la fase de redacción del proyecto de construcción..

13.3. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO

El trazado de todas las alternativas planteadas para la línea del tranvía Este — Oeste discurren íntegramente por el casco urbano de Zaragoza, por lo que los elementos del medio natural que resultarán afectados serán mínimos (vegetación natural, especies de flora y fauna catalogadas, etc.). Es por ello, que se realiza una descripción del medio ambiente válida para todas las alternativas planteadas, no realizándose diferenciándose entre ellas, ya que conllevaría a un documento mucho más extenso en el que se repetiría constantemente los mismos elementos, dificultando la lectura y comprensión del lector.

La descripción del medio se realiza de multitud de variables como son: localización geográfica, climatología, geología, edafología, hidrología, hidrogeología, fauna, figuras de protección ambiental, Planes de protección de especies, dominio público pecuario y paisaje. Cabe destacar dos variables ambientales para este ámbito urbano y a las cuales se les ha dado gran importancia, como son la vegetación y el patrimonio cultural ya que son los elementos de mayor interés que pueden resultarlos más afectados por la actuación, especialmente el primero.

13.3.1. VEGETACIÓN

La vegetación natural que se desarrollaba en la zona en la que se actualmente se asienta la ciudad de Zaragoza ha ido siendo eliminada por el avance del desarrollo urbano (construcción de viviendas, calles, servicios, etc.).

Por ello, a excepción de la vegetación natural que se desarrolla en determinadas áreas de las riberas de los ríos Ebro, Huerva y Gállego, el resto de la vegetación que se observa en la ciudad se corresponde con vegetación decorativa (árboles, arbustos, etc.).







A continuación se detallan las especies vegetales que se localizan en los trazados de las alternativas planteadas:

- Adelfa, Nerium oleander.
- Álamo blanco, Populus alba.
- Alianto, Aliantus altíssima.
- Chopo, Populus sp.
- Cipres, Cupressus sempervirens.
- Acacia tres espinas, Gleditsia triacanthos.
- Magnolio, Magnolia soulangiana.
- Morera, Morus alba.
- Níspero, Eriobotrya japonica.
- Olea europea, Olivo
- Palma, Arecaceae sp.
- Palmera, Arecaceae sp.
- Pino carrasco, Pinus halepensis,
- Platanero, Platanus x hispanica.
- Prunus sp, Prunus sp.
- Tilo, Tilia platyphyllos.
- Fresno de hoja ancha, *Fraxinus excelsior*
- Ligustru, Lygustrum sp
- Fotinia, Photinia serratifolia

13.3.2. PATRIMONIO CULTURAL

A continuación se presenta una tabla donde se recogen los BICs y sus entornos que pueden verse afectados directamente por las alternativas estudiadas.

Tabla 29. Bienes de Interés Cultural Identificados en los trazados del ramal de las Fuentes San José y las distintas alternativas

	BICs	Alternativas 1 y 1A (*)	Alternativas 2 y 2A (*)	Alternativas 3 y 3A (*)	Alternativas 4 y 4A (*)	Ramal Las Fuentes - San José
1	Estación de Delicias o Caminreal	0	0	Х	Х	0
2	Palacio de la Aljafería	Х	0	0	Х	0
3	Iglesia de Nuestra señora del Portillo	Х	0	0	Х	0
4	Puerta del Carmen	0	Х	Х	0	0
5	Antigua edificio Facultad de Medicina	0	Χ	Χ	0	0
6	Capitanía General	0	Х	Х	0	0
7	Iglesia de San Fernando	0	0	0	0	0
8	Colegio e Iglesia de los Escolapios	Х	0	0	Х	0
9	Iglesia de Santo Tomás de Villanueva	0	0	0	0	0
10	La Audiencia (Palacio Condes de Luna)	Х	0	0	Х	0
11	Palacio de la Fuenclara	0	0	0	0	0
12	Palacio de los Condes de Sástago	Х	0	0	Х	0
13	Casino, Mercantil, Industrial y Agrícola	Х	0	0	Х	0
14	Iglesia de San Gil	0	0	0	0	0
15	Iglesia de San Miguel de los Navarros	Х	Χ	Χ	Х	0
16	Museo de Bellas Artes	0	0	0	0	0
17	Iglesia de Santa Engracia	0	0	0	0	0
18	Canal Imperial de Aragón	0	0	0	0	Х
19	Conjunto Histórico	Х	Х	Х	Х	0
	TOTAL	8	5	6	9	

(*) Sin incluir los ramales a Las Fuentes y San José

Por último, comentar que la escultura emplazada en vía de la Hispanidad a la altura de la avenida Madrid se verá afectada por la extensión que se plantea desde el inicio de la línea (glorieta de los Enlaces) hacia la carretera Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la ronda Ibón de Plan.

13.4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se realiza una breve síntesis de los principales impactos que la ejecución del proyecto generaría sobre los diferentes elementos del medio natural, el análisis en detalle y valoración de las afecciones se realizará en el documento que se elabore para su sometimiento al trámite de evaluación de impacto ambiental simplificada.







Conveniente destacar que la línea del tranvía discurrirá integramente por el interior de la ciudad, por tanto, la construcción del tranvía no supondrá una alteración sobre ninguna de las variables ambientales dado que el entorno, como es normal, se encuentra totalmente antropizado.

Durante la fase de construcción de la línea del tranvía se producirá un incremento en la emisión de los gases contaminantes procedentes de la maquinaria de obra necesaria para la ejecución del proyecto, así como un aumento en la emisión del polvo y ruido que se generarán como consecuencia de la actividad de la maquinaria (movimiento de tierras, carga y descarga de materiales, etc.).

Por el contrario, durante la fase de explotación se producirá una disminución en las emisiones de los gases contaminantes procedentes de los vehículos (automóviles, autobuses, etc.) al reducirse significativamente el número de éstos que circularían por el trazado de la línea del tranvía.

Cabe señalar que, ninguno de los elementos Patrimoniales resultará afectado de forma directa y significativa.

En lo que se refiere a la vegetación es preciso señalar que, la vegetación presente en la zona de actuación se corresponde con ejemplares de arbolado, arbustivo, etc., ornamental. Como la línea del tranvía discurrirá integramente por el interior de la ciudad, se descarta cualquier tipo de afección sobre vegetación natural al ser ésta inexistente. No obstante, la alternativa seleccionada supondrá la afección directa o indirecta de un total de 678 ejemplares (árboles y arbustos de todos los tamaños). El grado de afección sobre cada uno de los ejemplares de arbolado y arbustos localizados en el trazado de la línea del tranvía será analizada con detalle en el documento que se redacte para el trámite de evaluación de impacto ambiental simplificada.

En cuanto al ruido, la alternativa seleccionada es la más ventajosa ya que supone, respecto al resto de alternativas, una mayor reducción del tráfico privado y trazado más adecuado (mayores rectas y menores curvas).

13.5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Gran parte de las afecciones analizadas anteriormente, requieren de esfuerzos y diseños adecuados en las medidas de corrección ambiental. Así, la propuesta de medidas protectoras y correctoras, basada en la consideración de los distintos aspectos ambientales del territorio afectado y en la tipología de las operaciones implicadas en el proyecto, tiene como objetivo la eliminación, reducción o compensación de los efectos ambientales negativos que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto, así como la integración ambiental del mismo.

En la fase de diseño actual del proyecto, se han presentado varias alternativas con el fin de seleccionar aquella que ambientalmente sea la más compatible con el medio. Es en esta fase cuando se deben detectar los posibles impactos con el fin de evitar aquellos que sea posible y en los demás, plantear las medidas preventivas y correctoras que los minimicen.

A continuación se enumeran algunas de las medidas generales que se adoptarán. Éstas se concretarán en el documento ambiental que se redactará en la fase de desarrollo del anteproyecto.

Se extremará la precaución con el fin de evitar causar daños innecesarios al arbolado presente en la zona de actuación o en el entorno. Para ello se aplicarán las medidas oportunas como por ejemplo la protección de los troncos de los árboles mediante madera, prohibición de circulación de la maquinaria en las proximidades de los árboles, etc.

Se adoptarán las medidas oportunas con el fin de descartar cualquier tipo de afección sobre el Patrimonio Cultural así como a los yacimientos arqueológicos y paleontológicos.

Para minimizar la emisión de gases contaminantes de la maquinaria de obra, se realizará un control de los plazos de revisión de los motores de la misma, así como un correcto mantenimiento de la maquinaria de obra. Los vehículos de obra deberán cumplir lo indicado en la actual normativa de Inspección Técnica de Vehículos, que contempla la analítica de las emisiones.

Para evitar el incremento del nivel de polvo y partículas derivadas de los trabajos se prescribirá el riego periódico de las zonas denudadas, así como de todas aquellas áreas que puedan suponer importantes generaciones de polvo, sobre todo en días ventosos.

La maquinaria utilizada en la obra deberá respetar los límites de emisión de ruidos indicados en la documentación y no sobrepasar en ningún momento la normativa vigente en materia de ruido.

Otras medidas correctoras que pueden utilizarse para mitigar el ruido y las vibraciones se serán mantas bajo superestructura (losa o balasto), Sistema de carril embebido para tranvías, trenes ligeros y carriles guía, Otros sistemas que pueden utilizarse son las mantas bajo estructura de lana mineral o de caucho vulcanizado, mantas puntuales bajo estructura en puntos críticos, suelas en bloque, etc.







14. SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación de la legislación vigente, es necesaria la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras en Construcción, dentro del marco de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Dicho estudio se incluye como Apéndice nº 5 del presente *Estudio de Viabilidad*.

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es la de identificar los riesgos laborables que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relacionar los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. Asimismo debe incluir la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que estará dotado el centro de trabajo de la obra en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

La actuación preventiva eficaz respecto a los riesgos, solamente puede efectuarse mediante la planificación, puesta en práctica, seguimiento y control de las medidas de Seguridad y Salud integradas en las distintas fases de la ejecución de la obra.

Se pretende de este modo conseguir un proceso constructivo sin accidentes ni enfermedades profesionales. Además, se confía en lograr evitar los posibles accidentes de personas que, penetrando en la obra, sean ajenas a ella y evitar los accidentes sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés.

Los objetivos a cumplir son principalmente:

- Cumplir con la legislación laboral vigente en el Estado Español y en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo, perfeccionando en lo posible, el análisis y evaluación de riesgos.
- Analizar todas las unidades de obra previstas en el proyecto a construir, en función de sus factores formales y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica. Es decir, diseñar puestos de trabajo lo más seguros dentro del ámbito de provisionalidad material en el que se va actuar.
- Definir todos los riesgos profesionales que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos previstos en esta obra.

- Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que se va a utilizar. Es decir, el proyecto de la protección colectiva, equipos de protección individual y normas de conducta segura a implantar durante todo el proceso de construcción.
- Divulgar la prevención proyectada para esta obra en concreto, a través de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Crear un ambiente de salud laboral en la obra mediante el cual la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
- Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención preventiva y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto, y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.
- Diseñar una línea formativa para prevenir los accidentes y, por medio de ella, llegar a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.
- Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomo que trabajen en
 la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.

El Presupuesto de Ejecución Material resultante para el mismo es de DOS MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS. (2.379.246,41 €). Este presupuesto está basado en un plazo para la ejecución de las obras de DOS (2) AÑOS, y un personal previsto máximo de TRESCIENTAS CINCUENTA (350) PERSONAS.





15. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE VIABILIDAD

El presente Estudio de Viabilidad está compuesto por los siguientes documentos:

Documento nº 1. Memoria

Documento nº 2. Planos

Documento nº 3. Apéndices

Apéndice nº1. Estudio de Alternativas

Memoria

Anexo I. Estudio de Demanda

Anexo II. Estimación costes de Construcción

Anexo III. Análisis de la Operación

Anexo IV. Análisis Ambiental

Anexo V. Integración Urbana

Anexo VI. Rentabilidad Económica y Financiera

Anexo VII. Matriz Multicriterio

Planos

Apéndice nº2. Adenda nº1. Análisis multicriterio de alternativas con prolongación a Valdefierro

Apéndice nº3. Adenda nº2. Proceso participativo y selección de alternativa

Apéndice nº4. Análisis Ambiental

Apéndice nº5. Estudio de Seguridad y Salud

16. CONCLUSIONES

El presente Estudio de Viabilidad se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en el contrato de servicios de "Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una Línea de Tranvía Este — Oeste en Zaragoza". El análisis se enmarca dentro del alcance de los trabajos objeto del contrato en la denominada FASE B. Viabilidad de alternativas, análisis de repercusiones en contratos vigentes y evaluación y selección de alternativas.

El presente documento contiene la información necesaria, elaborada por el equipo técnico adjudicatario del contrato de servicios de consultoría, en relación a la selección y viabilidad de la alternativa de trazado para la línea Este-Oeste del tranvía más ventajosa para la ciudad.

Zaragoza, 31 de enero de 2017.

Fdo.: Concepción Ortega Ortiz
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Coordinadora del Estudio