Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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 IV

Apéndice nº1. Estudio de Alternativas (III)

Anexo III. Análisis de la Operación
Anexo IV. Análisis Ambiental
Anexo V. Integración Urbana
Anexo VI. Rentabilidad Económica y Financiera
Anexo VII. Matriz Multicriterio

Zaragoza, 31 de enero de 2017

idom TYPSA

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) — **Anexo III. Análisis 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

Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

TOMO III

Anexo III. Análisis de la Operación
Anexo IV. Análisis Ambiental
Anexo V. Integración Urbana
Anexo VI. Rentabilidad Económica y Financiera
Anexo VII. Matriz Multicriterio

Zaragoza, 27 de mayo de 2016

idom TYPSA

ÍNDICE

TOMO I

Memoria
Anexo I. Estudio de Demanda

TOMO II

Anexo II. Estimación costes de Construcción

TOMO III

Anexo III. Análisis de la Operación
Anexo IV. Análisis Ambiental
Anexo V. Integración Urbana
Anexo VI. Rentabilidad Económica y Financiera
Anexo VII. Matriz Multicriterio

TOMO IV

Planos

Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Anexo III. Análisis de la Operación

Zaragoza, 27 de mayo de 2016

idom TYPSA

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE 7

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS Y ESCENARIOS 8

3. PROPUESTA DE OPERACIÓN 10

3.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO 10

3.2. MODELIZACIÓN 12

3.2.1. Tiempo en paradas 13

3.2.2. Tiempo en itinerario 13

3.2.3. Tiempo en cabecera 18

3.2.4. Frecuencia 19

3.2.5. Tiempo del ciclo completo 21

4. DEMANDA 22

5. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA 22

6. CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN POR AFECCIONES A LA LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA 24

6.1. ALTERNATIVAS 1 Y 4 (USO COMPARTIDO DE LA CALLE COSO) 24

6.1.1. Frecuencia 7 minutos 24

6.1.2. Frecuencia 5 minutos 24

6.1.3. Frecuencia 4 minutos 25

6.1.4. Limitación de frecuencia 25

6.2. ALTERNATIVAS 2 Y 3 (CRUCE EN PLAZA PARAÍSO) 25

6.2.1. Limitación de frecuencia 25

6.2.2. Afección al tráfico privado 25

7. DIMENSIONAMIENTO DE TALLERES Y COCHERAS 26

7.1. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO 26

7.2. ÁREAS DE TALLERES Y COCHERAS 28

7.2.1. Vías de talleres 28

7.2.2. Zonas Productivas 29

7.2.3. Áreas auxiliares 29

7.2.4. Resumen Necesidad de Superficie 30

7.3. DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL 30

7.3.1. Personal del material móvil 30

7.3.2. Agentes de tranvía 31

7.3.3. Puesto de mando 31

7.3.4. Personal de mantenimiento de las instalaciones fijas 31

7.3.5. Personal auxiliar 31

7.3.6. Resumen necesidades de personal 31

8. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 32

8.1. COSTE DIRECTO 32

8.1.1. Coste de personal 32

8.1.2. Coste de mantenimiento 32

8.1.3. Coste de energía 33

8.1.4. Otros costes directos 33

8.1.5. Total coste directo 34

8.2. COSTE INDIRECTO 34
8.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN 34
8.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN 34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas 8
Ilustración 2. Esquema de vías para la alternativa 1 11
Ilustración 3. Esquema de vías para la alternativa 2 11
Ilustración 4. Esquema de vías para la alternativa 3 11
Ilustración 5. Esquema de vías para la alternativa 4 11
Ilustración 6. Esquema de vías para la extensión a Carretera de Madrid 12
Ilustración 7. Tiempo cabecera mínimo con doble diagonal antes de la parada 18
Ilustración 8. Tiempo en cabecera 18
Ilustración 9. Trazado en Miguel Servet y desvío de ramales 20
Ilustración 10. Esquema de movimientos en los ramales 21
Ilustración 11. Esquema cruce línea 1 con línea 2 24
Ilustración 12. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 7 minutos 24
Ilustración 13. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 5 minutos 24
Ilustración 14. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 4 minutos 25
Ilustración 15. Posible diseño preliminar en Plaza Paraíso 25
Ilustración 16. Reducción de tráfico privado en Plaza Paraíso. Alternativas 2 y 3 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas 8
Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4 9
Tabla 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 9
Tabla 4. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-San José 14
Tabla 5. Tiempo recorrido Alternativa 1. San José - Avda. Madrid 14
Tabla 6. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 14
Tabla 7. Tiempo recorrido Alternativa 1. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 14
Tabla 8. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-San José 15
Tabla 9. Tiempo recorrido Alternativa 2. San José - Avda. Madrid 15
Tabla 10. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 15
Tabla 11. Tiempo recorrido Alternativa 2. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 15
Tabla 12. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-San José 16
Tabla 13. Tiempo recorrido Alternativa 3. San José - Avda. Madrid 16
Tabla 14. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 16
Tabla 15. Tiempo recorrido Alternativa 3. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 16
Tabla 16. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-San José 17
Tabla 17. Tiempo recorrido Alternativa 4. San José - Avda. Madrid 17
Tabla 18. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 17
Tabla 19. Tiempo recorrido Alternativa 4. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 17
Tabla 20. Frecuencias en horario de invierno 19
Tabla 21. Frecuencias en horario de julio 19
Tabla 22. Frecuencias en horario de agosto 19
Tabla 23. Frecuencias en horario de Navidad y festivos de apertura de comercios 20
Tabla 24. Frecuencias en Fiestas del Pilar 20
Tabla 25. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio 21
Tabla 26. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio. Extensión Ctra. Madrid 21
Tabla 27. Demanda (trayectos). Año inicio (año 4) 22
Tabla 28. Demanda (trayectos). Año horizonte 22
Tabla 29. Cálculo de Flota. Año inicio 23
Tabla 30. Cálculo de Flota. Año horizonte 23
Tabla 31. Cadencia de mantenimiento 26
Tabla 32. Operaciones de mantenimiento 27
Tabla 33. Carga de trabajo de mantenimiento (días) 28
Tabla 34. Porcentaje de mantenimiento en taller 28

Tabla 35. Cálculo de vías necesarias....28

Tabla 36. Carga anual de trabajo en taller (12 unidades) 30

Tabla 37. Personal de mantenimiento de material móvil 31

Tabla 38. Resumen dimensionamiento del personal....31

Tabla 39. Resumen de costes de personal por Alternativa....32

Tabla 40. Resumen de evaluación costes de mantenimiento-material por km....32

Tabla 41. Resumen de costes de mantenimiento-material por alternativa 33

Tabla 42. Resumen de costes de energía por alternativa 33

Tabla 43. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento por alternativa 34

Tabla 44. Resumen de costes durante la fase de explotación por alternativa 34

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es llevar a cabo un análisis de la operación de las distintas alternativas propuestas para la futura línea este-oeste del tranvía de Zaragoza, para dimensionar la red y los talleres y cocheras. Asimismo, el estudio servirá como base para el estudio de costes de la línea.

El estudio se ha efectuado, a partir del análisis de los datos obtenidos en el estudio de demanda y las características de la línea 1 del tranvía, para las cuatro alternativas evaluadas en el presente estudio de alternativas incluyendo la posible extensión hasta la glorieta de intersección de la Ctra. de Madrid (N-IIa) con la Ronda Ibón de Plan.

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS Y ESCENARIOS

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos.

Las alternativas analizadas son las siguientes: Las alternativas analizadas son las siguientes:

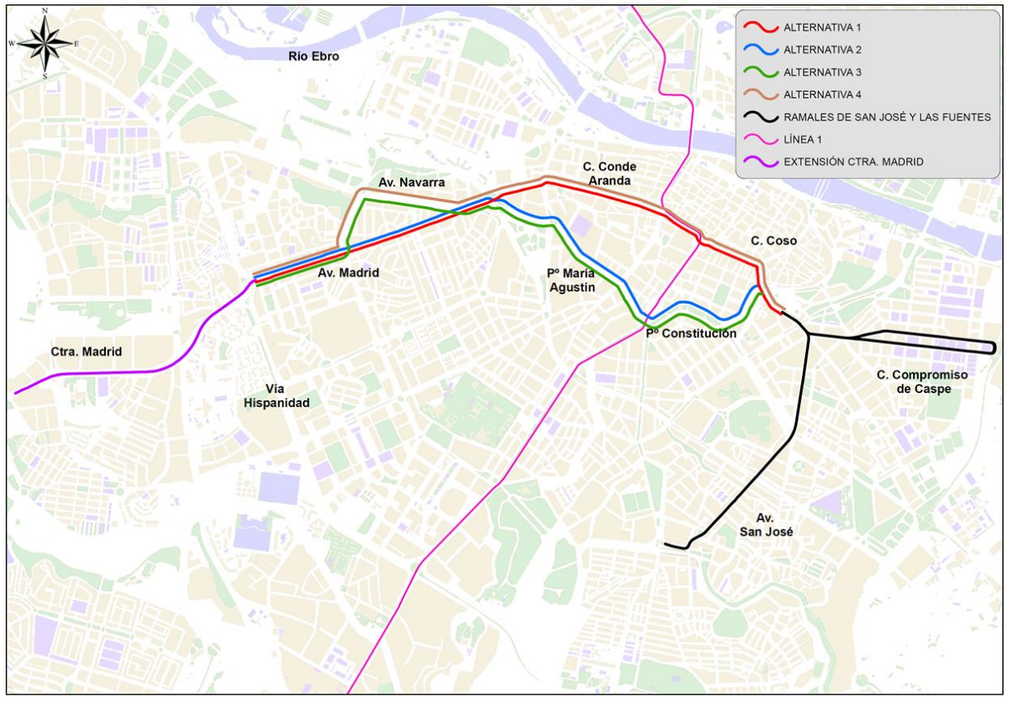


Ilustración 1. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa		Itinerario	Longitud en operación (km)	Nº paradas
Abreviatura	Descripción			
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 – Pº 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-IIa) 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	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-IIa) 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-IIa) 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

Para cada una de estas alternativas se ha evaluado la demanda prevista, que 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. Los resultados de demanda obtenidos para cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4

ALTERNATIVAS	DEMANDA AÑO 4 (trayectos/año)				RECORRIDOS (km/año)			
	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación Actual								
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	0	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-
Alternativas sin extensión								
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	29.411.382	15.725.565	888.879.472	15.194.531	1.337.213	855.495
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	30.801.916	17.808.659	885.886.516	15.031.913	1.337.213	894.555
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	30.073.088	18.480.734	888.308.792	15.017.215	1.337.213	929.267
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	28.583.309	16.522.918	891.520.077	15.180.842	1.337.213	890.207
Alternativas con extensión								
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	29.458.464	16.855.143	887.671.523	15.194.531	1.337.213	981.015
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	30.848.997	18.938.238	884.678.566	15.031.913	1.337.213	1.006.306
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.041.018
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	28.630.390	17.652.496	890.312.127	15.180.842	1.337.213	1.015.727

Debe indicarse que los km/año recorridos por el bus urbano reflejados en las tablas anteriores recogen un 5% adicional respecto a los resultados obtenidos del modelo de demanda a fin de considerar, de forma conservadora, posibles rutas adicionales, modificaciones de líneas o modificaciones de frecuencias sobre las contempladas en el modelo de demanda. Asimismo, los datos correspondientes a trayectos/año del vehículo privado son el resultado de la aplicación de una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo[1].

Para la realización del estudio se ha propuesto un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años desde la puesta en funcionamiento de la línea, con un crecimiento de 80%-87%-94%-100% durante el citado periodo. 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 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda calculada
Año 1		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%

[1] Fuente: Servicio Movilidad Urbana. Ayuntamiento de Zaragoza.

3. PROPUESTA DE OPERACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO

Tal y como se ha descrito en documentos anteriores, la línea 2 del tranvía de Zaragoza es una línea de doble sentido de aproximadamente 7,5 km de longitud en la que están previstas un total de 19 ó 20 paradas en función de la alternativa que finalmente se elija (sin contemplar extensión), 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, y por tanto 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.

En todas las alternativas estudiadas se realizan dos servicios distintos, ambos Este a Oeste, que se diferencian únicamente en el trayecto por el que discurren por el sector Oeste (a partir de la calle Miguel Servet), siendo los trayectos desde Avenida de Madrid (Los Enlaces) a Pº del Canal y desde Avenida de Madrid (Los Enlaces) a calle Compromiso de Caspe.

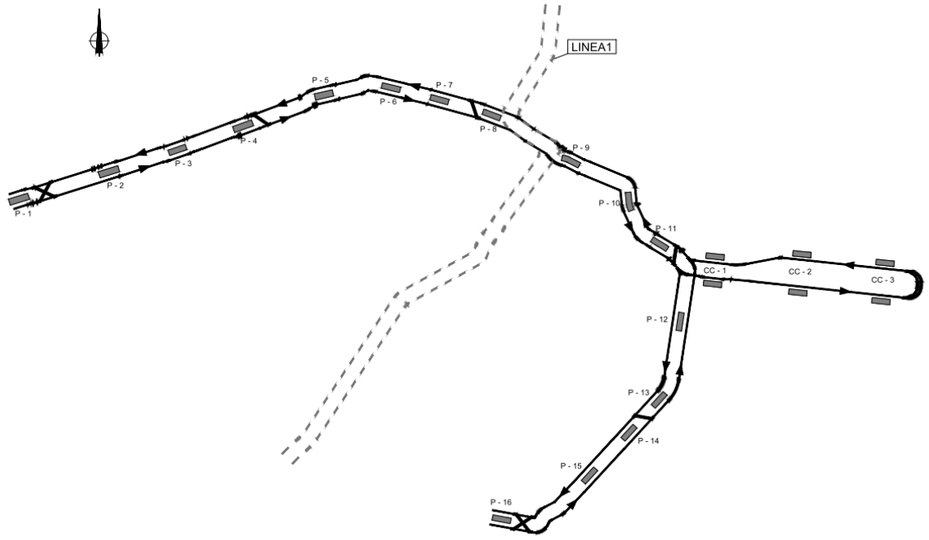


Ilustración 2. Esquema de vías para la alternativa 1

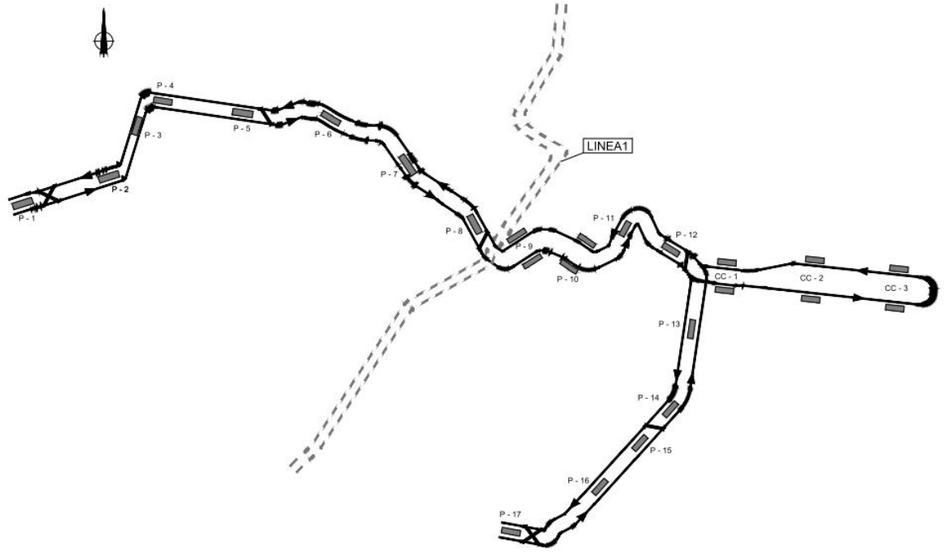


Ilustración 4. Esquema de vías para la alternativa 3

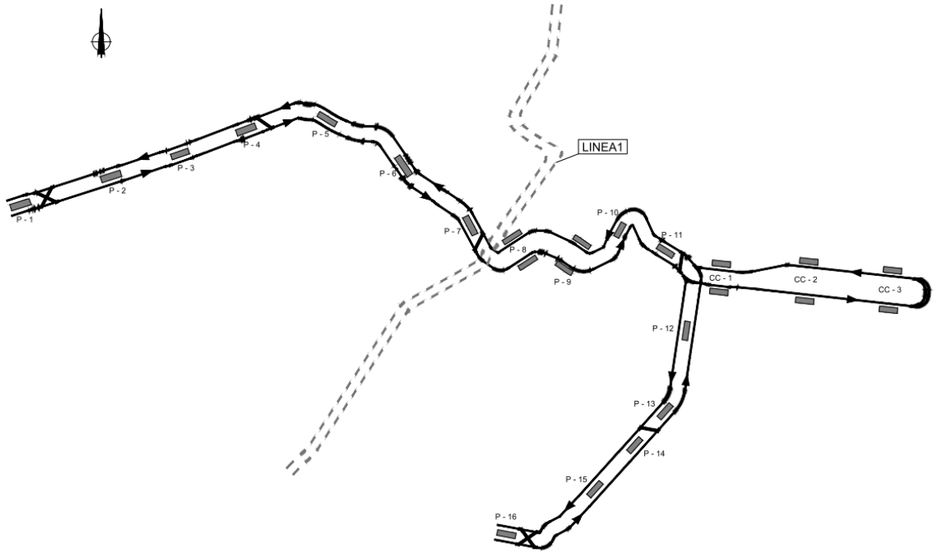


Ilustración 3. Esquema de vías para la alternativa 2

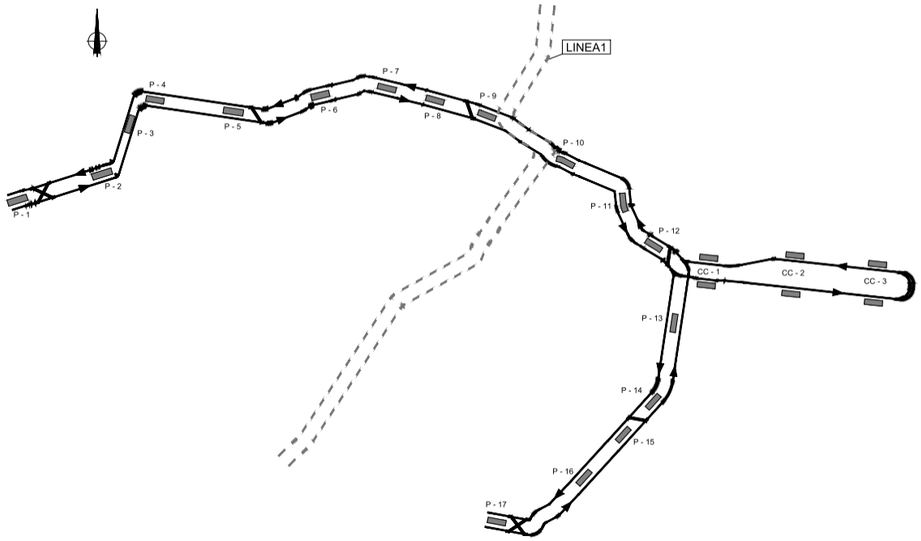


Ilustración 5. Esquema de vías para la alternativa 4

Adicionalmente, se analiza la influencia para cada una de las alternativas de una extensión de la línea desde la glorieta de los Enlaces, por la Carretera Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la Ronda Ibón de Plan.

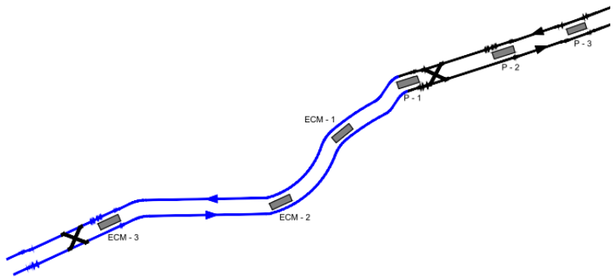


Ilustración 6. Esquema de vías para la extensión a Carretera de Madrid

3.2. MODELIZACIÓN

A través del programa "Simultren" se realiza una simulación del trazado del tranvía, tomando como base de partida los siguientes datos:

- Datos de unidad móvil.
- Aceleración máxima: 1 m/s^2.
- Deceleración máxima: 0,8 m/s^2.
- 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.

Dado que el comportamiento real difiere del comportamiento teórico simulado, para poder tomar como válidos los datos obtenidos de este programa se calibra el mismo con un factor corrector (real/simulado) de 1,15 (basado en experiencia del Consultor). Con este factor, podemos ver cómo el tiempo real de recorrido es superior al simulado, ya que en esta simulación no se tienen en cuenta ciertas características del recorrido y de la propia ciudad que son ajenas al trazado propiamente dicho.

Lo que se quiere indicar con este factor de corrección es que, a la hora de realizar la modelización, el programa de simulación no tiene en cuenta los condicionantes del entorno y las características urbanas del trazado del tranvía. Como es sabido el tranvía circula por una ciudad donde tiene interrelaciones con el entorno (cruces, sección de la calle, flujos vehiculares y peatonales, destreza del conductor, etc.) que pueden afectar al tiempo de recorrido final del tranvía. Esa diferencia de tiempo entre la simulación y la realidad se ha cotejado en campo (en operaciones de tranvías reales Bilbao y Vitoria) y se ha obtenido un coeficiente de relación que proporciona un dato más acertado a la marcha real.

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.

3.2.1. TIEMPO EN PARADAS

Se considera tiempo en paradas el tiempo necesario para realizar la salida de los viajeros del tranvía y el acceso de los nuevos pasajeros al mismo.

Puesto que la unidad de 32 metros de longitud que inicialmente se prevé emplear posee 6 puertas de entrada y salida, con 4 puertas en las que se dispone de 2 líneas de acceso y 2 puertas simples con una línea de acceso, existen un total de 10 líneas de acceso. Se ha supuesto que por cada una de esas líneas puede existir un flujo de pasajeros de 1 pasajero por segundo y por línea, dando un total de 10 pasajeros por segundo.

Con los datos de demanda obtenidos se espera que el flujo máximo de sube-baja en parada es de 200 pasajeros, por lo que el tiempo en parada se fija en 20 segundos.

En cuanto al tiempo de parada, cabe destacar que es un dato teórico y general y hasta que no se inicie la explotación no se puede conocer con exactitud ese valor, y no se pueden parametrizar todos los casos particulares que se puedan producir, que quedan absorbidos por los tiempos de cabecera.

Estos tiempos en parada se podrán ajustar una vez se obtengan datos reales de la explotación del sistema y de la elección de la tecnología tranviaria, optimizando así los recursos necesarios para la operación de la línea.

En el proyecto de detalle de infraestructura, una vez elegido el material móvil a adquirir, se revisará el diseño de las paradas, las alturas y longitudes de andenes para garantizar una perfecta coordinación entre el diseño del andén y del vehículo tranviario según los parámetros establecidos en el proyecto teniéndose en cuenta las posibles ampliaciones de longitud de vehículos hasta 44 m de longitud, o a composiciones dobles (32+32 m).

3.2.2. TIEMPO EN ITINERARIO

A partir de los datos teóricos de tiempos de recorrido entre paradas, obtenidos en la simulación del recorrido del tranvía, se puede determinar el tiempo de itinerario, pudiéndose definir como el resultante de añadir al tiempo de recorrido y el tiempo de espera en parada:

$$\text{Tiempo de itinerario} = \text{tiempo en movimiento} + \text{tiempo de espera en paradas}$$

A continuación se resumen los resultados de la simulación para cada una de las alternativas, a los que se le aplica el sistema de corrección (C=1,15) comentado anteriormente, necesarios para obtener el tiempo de itinerario real:

3.2.2.1. Alternativa 1

Tabla 4. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 1 - Avda. Madrid - San José					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P5	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		**0:13:29**	**0:15:30**	**0:04:40**	**0:20:10**
Velocidad comercial (km/h)					18,44

Tabla 5. Tiempo recorrido Alternativa 1. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 1 - San José - Avda. Madrid					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P16	P15	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P15	P14	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P14	P13	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P13	P12	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P12	P11	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P11	P10	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P10	P9	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P9	P8	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P8	P7	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P7	P6	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P6	P5	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P5	P4	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		**0:13:31**	**0:15:33**	**0:04:40**	**0:20:13**
Velocidad comercial (km/h)					18,41

Tabla 6. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 1 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P5	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:11:40	0:13:25	0:04:00	0:17:25
Velocidad comercial (km/h)					18,53

Tabla 7. Tiempo recorrido Alternativa 1. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 1 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P10	P9	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P9	P8	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P8	P7	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P7	P6	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P6	P5	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P5	P4	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:11:45	0:13:31	0:04:00	0:17:31
Velocidad comercial (km/h)					18,43

3.2.2.2. Alternativa 2

Tabla 8. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 2 - Avda. Madrid - San José					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P5	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P9	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P9	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:14:08	0:16:15	0:04:40	0:20:55
Velocidad comercial (km/h)					18,50

Tabla 9. Tiempo recorrido Alternativa 2. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 2 - San José - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P16	P15	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P15	P14	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P14	P13	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P13	P12	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P12	P11	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P11	P10	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P10	P9	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P9	P8	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P8	P7	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P5	P4	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:14:07	0:16:14	0:04:40	0:20:54
Velocidad comercial (km/h)					18,52

Tabla 10. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 2 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P5	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P9	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P9	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:12:19	0:14:10	0:04:00	0:18:10
Velocidad comercial (km/h)					18,60

Tabla 11. Tiempo recorrido Alternativa 2. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 2 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P10	P9	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P9	P8	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P8	P7	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P5	P4	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:12:21	0:14:12	0:04:00	0:18:12
Velocidad comercial (km/h)					18,56

3.2.2.3. Alternativa 3

Tabla 12. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 3 - Avda. Madrid - San José					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P5	P6	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P8	P9	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P9	P10	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P10	P11	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P11	P12	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P12	P13	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P13	P14	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P14	P15	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P15	P16	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P16	P17	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:14:59	0:17:14	0:05:00	0:22:14
Velocidad comercial (km/h)					18,08

Tabla 13. Tiempo recorrido Alternativa 3. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 3 - San José - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P17	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P16	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P9	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P9	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:14:59	0:17:14	0:05:00	0:22:14
Velocidad comercial (km/h)					18,08

Tabla 14. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 3 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P5	P6	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P8	P9	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P9	P10	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P10	P11	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P11	P12	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P12	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:13:10	0:15:08	0:04:20	0:19:28
Velocidad comercial (km/h)					18,08

Tabla 15. Tiempo recorrido Alternativa 3. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 3 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P12	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P9	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P9	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:13:13	0:15:12	0:04:20	0:19:32
Velocidad comercial (km/h)					18,03

3.2.2.4. Alternativa 4

Tabla 16. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 4 - Avda. Madrid - San José					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P5	P6	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P6	P7	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P7	P8	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P8	P9	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P9	P10	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P10	P11	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P11	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P12	P13	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P13	P14	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P14	P15	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P15	P16	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P16	P17	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:14:21	0:16:30	0:05:00	0:21:30
Velocidad comercial (km/h)					18,00

Tabla 17. Tiempo recorrido Alternativa 4. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 4 - San José - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P17	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P16	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P5	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:14:23	0:16:32	0:05:00	0:21:32
Velocidad comercial (km/h)					17,97

Tabla 18. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 4 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P4	P5	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P5	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:12:32	0:14:25	0:04:20	0:18:45
Velocidad comercial (km/h)					18,02

Tabla 19. Tiempo recorrido Alternativa 4. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 4 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P12	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P5	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:12:37	0:14:31	0:04:20	0:18:51
Velocidad comercial (km/h)					17,93

3.2.3. TIEMPO EN CABECERA

El tiempo en cabecera mínimo es el tiempo necesario entre la llegada del tranvía a una parada terminal y el momento en el que puede salir de la misma, después de haber realizado los movimientos y maniobras necesarios. De esta forma, tanto la disposición de los andenes de la parada como la configuración de los aparatos de vía influyen directamente en el mismo.

Para poder estimar el tiempo en cabecera en las diferentes líneas se parte de la experiencia de explotación en otros servicios, donde se dispone de zonas de maniobra similares a las que se proponen en el tranvía, en el que se producen los movimientos indicados a continuación.

3.2.3.1. Doble diagonal antes de la parada

Esta situación se produce en la última parada de Avenida de Madrid en las proximidades de la glorieta de Los Enlaces, y en la última parada del ramal a San José (Paseo del Canal).

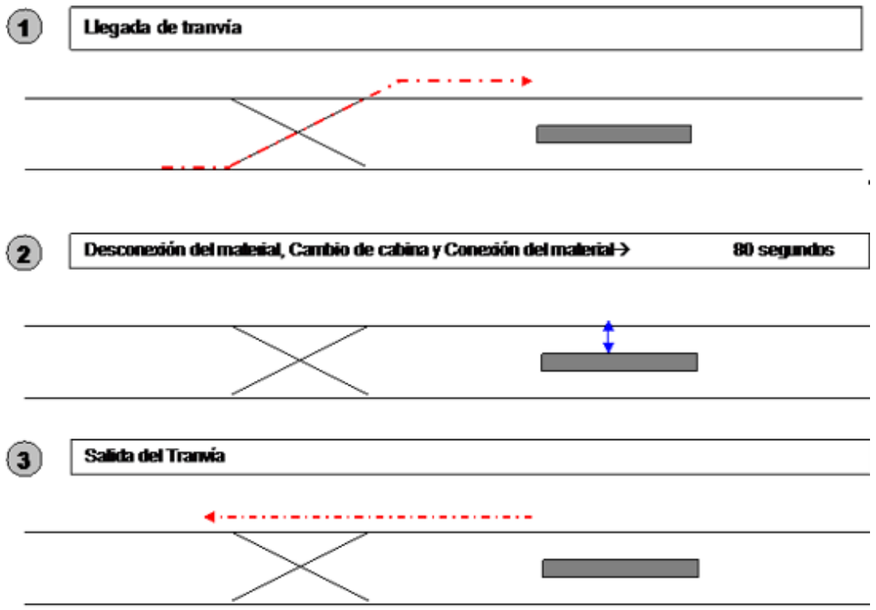


Ilustración 7. Tiempo cabecera mínimo con doble diagonal antes de la parada

El tiempo de cabecera mínimo en este caso es de 80 segundos.

3.2.3.2. Lazo en Compromiso Caspe

El tiempo del recorrido en el lazo dependerá de la posición de la última parada finalmente escogida. En la situación que nos encontramos de nivel de desarrollo de las alternativas, se estima que el tiempo mínimo es de 120 segundos.

Al tiempo en cabecera mínimo para cada caso, hay que añadirle los tiempos necesarios para absorber los retrasos que se producen en la operación. A continuación se incluye una figura en la que se puede ver de forma gráfica el significado de este concepto:

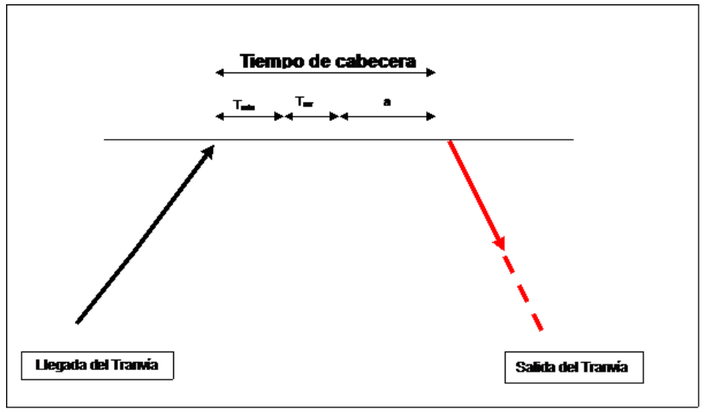


Ilustración 8. Tiempo en cabecera

Tmr margen de retraso, es el tiempo (en minutos) con el que pueden llegar los tranvías sin considerarse retrasado (1 minuto)

a tiempo disponible para absorber los posibles retrasos (3 minutos)

Tc tiempo total dado por el gráfico en cabecera.

3.2.4. FRECUENCIA

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

Los horarios y frecuencias considerados, acordes con los horarios y frecuencias actuales de la línea 1, han sido los siguientes:

Tabla 20. Frecuencias en horario de invierno

HORARIO DE INVIERNO		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	7:30	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min	20 min
7:30	9:00	5 min	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min
9:00	10:00	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
10:00	13:30	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
13:30	17:30	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
17:30	18:30	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
18:30	20:30	5 min	6 min	7,5 min	10 min	12 min	15 min
20:30	21:00	6 min	6 min	7,5 min	12 min	12 min	15 min
21:00	22:00	6 min	6 min	7,5 min	12 min	12 min	15 min
22:00	23:00	7,5 min	6 min	7,5 min	15 min	12 min	15 min
23:00	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 21. Frecuencias en horario de julio

HORARIO JULIO		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	7:30	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min	20 min
7:30	9:00	5 min	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min
9:00	10:00	5 min	7,5 min	7,5 min	10 min	15 min	15 min
10:00	14:30	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
14:30	17:00	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
17:00	17:30	5 min	7,5 min	7,5 min	10 min	15 min	15 min
17:30	18:30	5 min	7,5 min	7,5 min	10 min	15 min	15 min
18:30	20:00	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
20:00	21:00	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
21:00	22:30	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
22:30	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 22. Frecuencias en horario de agosto

HORARIO AGOSTO		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	7:30	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min	20 min
7:30	9:00	6 min	10 min	10 min	12 min	20 min	20 min
9:00	10:00	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
10:00	14:30	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 min	15 min	15 min
14:30	17:30	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 min	15 min	15 min
17:30	18:00	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 min	15 min	15 min
18:00	18:30	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
18:30	20:00	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
20:00	21:00	6,5 min	6,5 min	7,5 min	13 min	13 min	15 min
21:00	22:30	6,5 min	6,5 min	7,5 min	13 min	13 min	15 min
22:30	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 23. Frecuencias en horario de Navidad y festivos de apertura de comercios

H. NAVIDAD/FESTIV. APERT.		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	7:30	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min	20 min
7:30	9:00	5 min	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min
9:00	10:00	5 min	6,5 min	6,5 min	10 min	13 min	13 min
10:00	11:30	6 min	6 min	6,5 min	12 min	12 min	13 min
11:30	13:30	6 min	6 min	6,5 min	12 min	12 min	13 min
13:30	20:30	5 min	6 min	6,5 min	10 min	12 min	13 min
20:30	22:00	6 min	6 min	6,5 min	12 min	12 min	13 min
22:00	22:30	7,5 min	6 min	6,5 min	15 min	12 min	13 min
22:30	23:00	7,5 min	6,5 min	7,5 min	15 min	13 min	15 min
23:00	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 24. Frecuencias en Fiestas del Pilar

HORARIO FIESTAS PILAR		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	10:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
10:00	13:30	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
13:30	17:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
17:00	22:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
22:00	0:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
0:00	2:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
2:00	5:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Se ha evaluado la posibilidad de que alguno de los ramales se utilizase como lanzadera desde una línea principal, pero dicha disposición se descartó por los siguientes motivos:

- la carga por tramo que presenta la demanda de los dos ramales del sector oeste es similar. Un servicio lanzadera, para uno de los tramos, sería perjudicar seriamente a los usuarios del ramal lanzadera.

- Supone un aumento de la flota necesaria, puesto que para el ramal principal, que tiene un tiempo de ciclo de 50 minutos, se necesitarían 10 tranvías y dos adicionales para el ramal de Compromiso Caspe si se mantiene una frecuencia similar a la del tramo común. Si se quisiera operar con una frecuencia menor desde Miguel Servet a San José, habría que disponer de una vía de apartadero para la regulación en la parada de Miguel Servet, pero se carece de espacio para el mismo.

Ilustración 9. Trazado en Miguel Servet y desvío de ramales

- Obligaría a un trasbordo a todos los pasajeros procedentes del ramal lanzadera y con destino posterior a la parada de la calle Miguel Servet. Los usuarios que procedan de Compromiso Caspe y quieran continuar en sentido Avenida de Madrid tienen que realizar un transbordo cuyo tiempo de espera medio será de en torno a 2,5 minutos (3 minutos si la frecuencia en el tramo común fuera a 6 minutos). Dicho tiempo de espera, ligado a que el tiempo del trayecto máximo en el ramal de Compromiso Caspe es de 4 minutos, reducirá la percepción por parte del usuario sobre la atractividad del sistema. Los viajeros con destino Las Fuentes, además del inconveniente anterior, tendrán el problema añadido de tener que cambiar de andén.

- Pueden existir problemas de identificación de servicios por parte de los usuarios, puesto que normalmente se entiende que los tranvías que se encuentren en el andén norte tienen como destino la Avenida Madrid; sin embargo la mitad de ellos circularán un tramo en contravía para ir hacia las fuentes. Esto debe ser mitigado con señalización e información visual adicional.

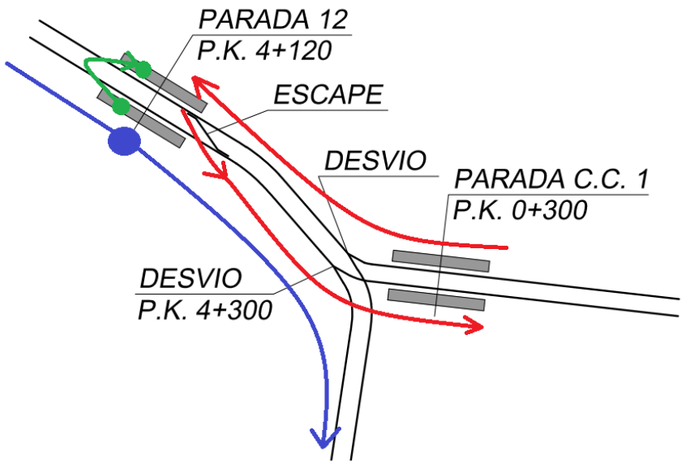


Ilustración 10. Esquema de movimientos en los ramales

- Incluir una zona de maniobra en la intersección de los dos ramales con una frecuencia de 5 minutos complica excesivamente la operación con esa frecuencia. El servicio lanzadera tendrá que regular en Miguel Servet y hacerlo entre servicios del ramal principal. El tiempo mínimo de regulación, tal y como se describe en apartados anteriores, es de 80 segundos más el tiempo en el trayecto que es de 1 minuto y 20 segundos para ambos sentidos, suma un total de 4 minutos que tardaría un tranvía en liberar la vía principal. Este tiempo no da margen para absorber posible retrasos. En caso de frecuencias de 6 minutos, la holgura sería de 2 minutos, tiempo considerado muy ajustado.

- Por último hay que tener en cuenta que la zona de maniobras junto a la parada de Miguel Servet se sitúa junto al Camino de Las Torres, vía de tráfico principal, y se aumentaría la afección a la misma (cuatro tranvías cada 5 ó 6 minutos).

Por tanto se ha optado por la opción de los dos servicios completos e independientes. Dicha opción permite, además, como se indica posteriormente, optimizar la explotación en caso de una extensión de la línea hasta la Carretera de Madrid.

3.2.5. TIEMPO DEL CICLO COMPLETO

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

Tabla 25. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio

ALTERNATIVAS	Avda. Madrid-San José				Avda. Madrid-C. Caspe			
	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo
Alternativa 1	0:20:10	0:20:13	0:08:40	0:49:03	0:17:25	0:17:31	0:09:20	0:44:16
Alternativa 2	0:20:55	0:20:54	0:08:40	0:50:29	0:18:10	0:18:12	0:09:20	0:45:42
Alternativa 3	0:22:14	0:22:14	0:08:40	0:53:08	0:19:28	0:19:32	0:09:20	0:48:20
Alternativa 4	0:21:30	0:21:32	0:08:40	0:51:43	0:18:45	0:18:51	0:09:20	0:46:55

En el caso en el que se realice la ampliación del tranvía hasta la Carretera de Madrid, dicha ampliación tendrá una frecuencia de 10 minutos y el servicio que conectará dicho punto es el que tiene como origen y destino Compromiso Caspe, puesto que este recorrido se realiza en menor tiempo, consiguiendo así optimizar la flota.

Tabla 26. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio. Extensión Ctra. Madrid

ALTERNATIVAS	Avda. Madrid-San José				Ctra. Madrid-C. Caspe			
	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo
Alternativa 1A	0:20:10	0:20:13	0:08:40	0:49:03	0:23:55	0:24:01	0:09:20	0:57:16
Alternativa 2A	0:20:55	0:20:54	0:08:40	0:50:29	0:24:40	0:24:42	0:09:20	0:58:42
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
Alternativa 4A	0:21:30	0:21:32	0:08:40	0:51:43	0:25:15	0:25:21	0:09:20	0:59:55

El tiempo de recorrido en este caso, se obtiene por extrapolación del resto de alternativas puesto que las características de la red son muy similares.

4. DEMANDA

Los resultados del estudio de demanda realizado permiten dimensionar adecuadamente en número de tranvías, y conocer el grado de ocupación de las unidades.

Tabla 27. Demanda (trayectos). Año inicio (año 4)

DEMANDA LÍNEA 2	TRAYECTOS AÑO 4	
	Hora punta	Anual
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	4.307	15.725.565
Alternativa 2	4.878	17.808.659
Alternativa 3	5.062	18.480.734
Alternativa 4	4.525	16.522.918
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	4.616	16.855.143
Alternativa 2A	5.187	18.938.238
Alternativa 3A	5.371	19.610.312
Alternativa 4A	4.835	17.652.496

Tabla 28. Demanda (trayectos). Año horizonte

DEMANDA LÍNEA 2	TRAYECTOS AÑO HORIZONTE	
	Hora punta	Anual
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	5.026	18.350.448
Alternativa 2	5.692	20.781.249
Alternativa 3	5.906	21.565.505
Alternativa 4	5.281	19.280.894
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	5.387	19.668.574
Alternativa 2A	6.053	22.099.374
Alternativa 3A	6.268	22.883.630
Alternativa 4A	5.642	20.599.019

Además, tal y como se muestra en el anejo de demanda, los viajeros de la línea 1 se ven incrementados entre 475 y 1.100 pasajeros respecto a la situación actual en la hora punta. Por lo tanto, será necesario actualizar la previsión de crecimiento de la demanda, el dimensionamiento y la evolución de la flota de la línea 1 para adaptarse a las nuevas necesidades surgidas de la implantación de la línea 2.

5. 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 se procede al 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, 10 minutos en las patas de San José y Compromiso de Caspe, así como en la posible extensión.

Se considera el ciclo completo de circulación (CDC) formado por los tiempos de recorrido entre terminales y el de estancia en terminal. De esta consideración deriva la siguiente fórmula:

$$CDC = TR + TT = n * f$$

Siendo:

CDC = Ciclo completo de circulación

TR = Tiempo de recorrido

TT = Tiempo de estancia en Terminal

n = Número de vehículos

f = Intervalo de servicio (frecuencia de paso)

Para calcular la flota necesaria se ha considerado una capacidad de pasajeros de 192[2] (32 metros y capacidad de carga 3,5 pas/m^2) para un vehículo de 5 módulos. Se considera un vehículo de reserva por servicio para la realización de operaciones de mantenimiento.

Asimismo, se ha considerado un coeficiente de sobrepunta en hora punta del 20%.

Los resultados obtenidos para cada alternativa, incluyendo el vehículo de reserva, se muestran en las siguientes tablas.

La demanda de año inicio corresponde a la demanda estable estimada para el 4º año de explotación del tranvía, estimado un incremento interanual del 1% los 10 años siguientes y del 0,5% el resto del periodo hasta el final de la concesión, obteniendo así la demanda estimada en año horizonte.

Tabla 29. Cálculo de Flota. Año inicio

ALTERNATIVAS	AÑO 4		
	nº tranvías	km anuales	ocupación tramo más cargado
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	12	855.495	49,8%
Alternativa 2	12	894.555	55,4%
Alternativa 3	12	929.267	54,4%
Alternativa 4	12	890.207	50,6%
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	13	981.015	49,8%
Alternativa 2A	13	1.006.306	55,4%
Alternativa 3A	13	1.041.018	54,4%
Alternativa 4A	13	1.015.727	50,6%

Tabla 30. Cálculo de Flota. Año horizonte

ALTERNATIVAS	AÑO HORIZONTE		
	nº tranvías	km anuales	ocupación tramo más cargado
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	12	855.495	58,1%
Alternativa 2	12	894.555	64,7%
Alternativa 3	12	929.267	63,5%
Alternativa 4	12	890.207	59,1%
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	13	981.015	58,1%
Alternativa 2A	13	1.006.306	64,7%
Alternativa 3A	13	1.041.018	63,5%
Alternativa 4A	13	1.015.727	59,1%

** La frecuencia de la operación en el tramo de la extensión a Ctra. Madrid es de 10 minutos, manteniéndose una frecuencia de 5 minutos en el tramo común.*

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

[2] Fuente: Pliego Concesión Línea 1 del Tranvía de Zaragoza

6. CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN POR AFECCIONES A LA LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

Para realizar este análisis previo de afección a la operación, se ha partido de los datos de operación de la Línea 1 y de la estimación de frecuencias realizada en el presente estudio de viabilidad de la línea 2.

6.1. ALTERNATIVAS 1 Y 4 (USO COMPARTIDO DE LA CALLE COSO)

La situación en la intersección de las dos líneas sería la siguiente:

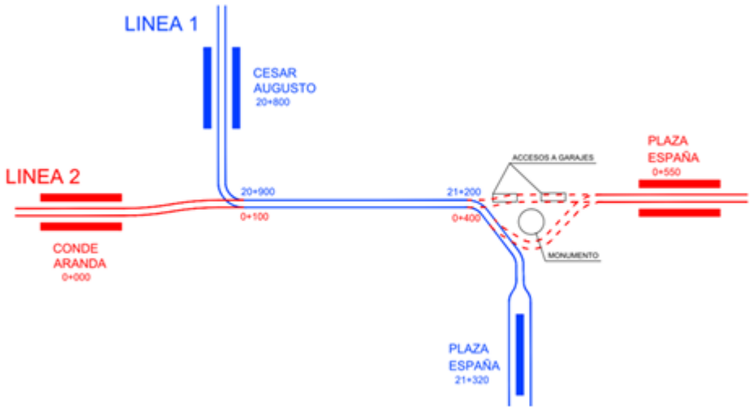


Ilustración 11. Esquema cruce línea 1 con línea 2

A partir de los datos de la malla teórica de la línea 1 del tranvía, aportados por el Ayuntamiento de Zaragoza, se analizan las interferencias en la operación de las líneas 1 y 2 en la calle del Coso para las frecuencias reales de servicio 7 minutos y 5 minutos, así como para una frecuencia de 4 minutos a fin de evaluar la posibilidad de incremento de frecuencia en fases posteriores.

Debe indicarse que las mallas consideradas son teóricas y no incluyen los tiempos de posibles retrasos que se pueden producir en la línea.

6.1.1. FRECUENCIA 7 MINUTOS

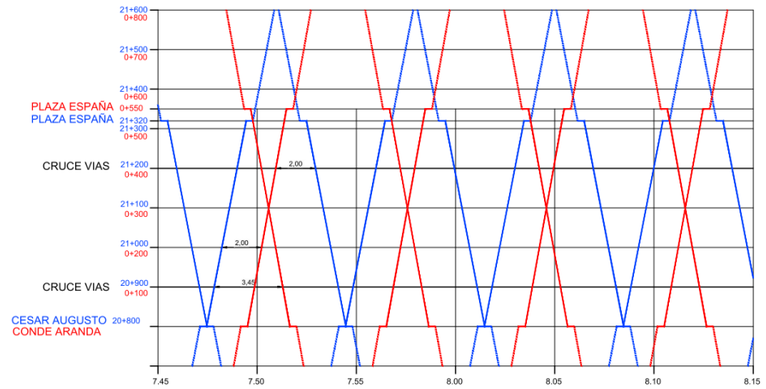


Ilustración 12. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 7 minutos

El tiempo de resguardo que se obtiene entre movimientos incompatibles, es de 2 minutos.

6.1.2. FRECUENCIA 5 MINUTOS

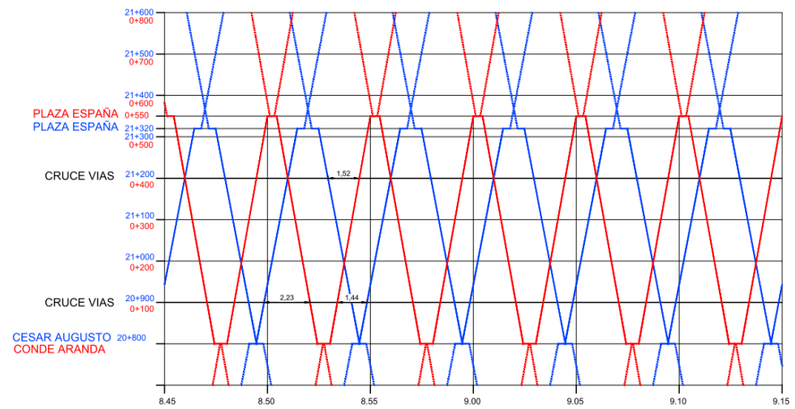


Ilustración 13. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 5 minutos

El tiempo de resguardo que se obtiene entre movimientos incompatibles varía entre 1,44 minutos y 1,52 minutos, siendo el siguiente resguardo de 2,23 min.

6.1.3. FRECUENCIA 4 MINUTOS

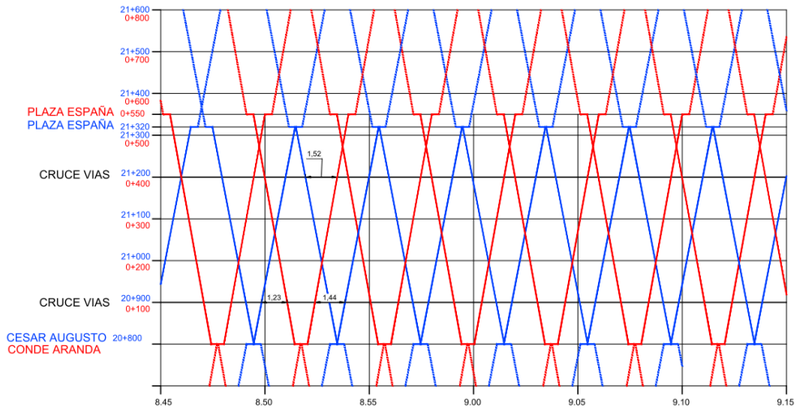


Ilustración 14. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 4 minutos

El tiempo de resguardo que se obtiene entre movimientos incompatibles, varía entre 1,23 minutos y 1,44 minutos, siendo el siguiente resguardo de 1,52 min.

6.1.4. LIMITACIÓN DE FRECUENCIA

El tiempo de resguardo calculado sólo incluye el tiempo de cruce entre tranvías, por lo que a este tiempo habrá que añadirle el tiempo que tarda el tranvía en pasar el cruce y en liberarlo, semafóricamente hablando. Las mallas dibujadas son teóricas, no contemplando el tiempo de posibles retrasos. Estos retrasos pueden ser importantes puesto que el tramo se encuentra en la parte central del trayecto desde ambos extremos en ambas líneas. Además hay que tener en cuenta que en este tramo existen cruces viarios y entradas a garajes, por lo que habrá que incluir la fase semafórica para vehículos privados dentro de este tiempo de resguardo.

Por tanto se considera que el uso compartido de la calle del Coso por Línea 1 y Línea 2 impondría restricciones a posibles incrementos de frecuencia de ambas líneas, estableciéndose como valor máximo teórico de frecuencia 1 tranvía cada 5 minutos. Aún en este caso es posible que una pequeña demora en el ciclo de alguno de los tranvías implique la pérdida de una expedición no recuperable, dado que independientemente de cuál sea la frecuencia del servicio, se establecerá prioridad de paso a una de las líneas.

6.2. ALTERNATIVAS 2 Y 3 (CRUCE EN PLAZA PARAÍSO)

6.2.1. LIMITACIÓN DE FRECUENCIA

En el caso de las alternativas que cruzan la línea 1 en la plaza 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 15. Posible diseño preliminar en Plaza Paraíso

6.2.2. AFECCIÓN AL TRÁFICO PRIVADO

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 15,3% en el caso de la Alternativa 2 y del 13,0% en el caso de la Alternativa 3. Adicionalmente, se reduce en ambos casos 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.

Por otro lado, es importante reseñar que, en función del trazado definitivo de la línea 2 en su cruce con línea 1 en la Plaza Paraíso (en caso de selección de alternativas 2, 2A, 3 ó 3A), es posible que sea necesario la modificación y/o restricción de alguno de los movimientos actualmente permitidos en la plaza.

Dicho hecho no se considera relevante 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.

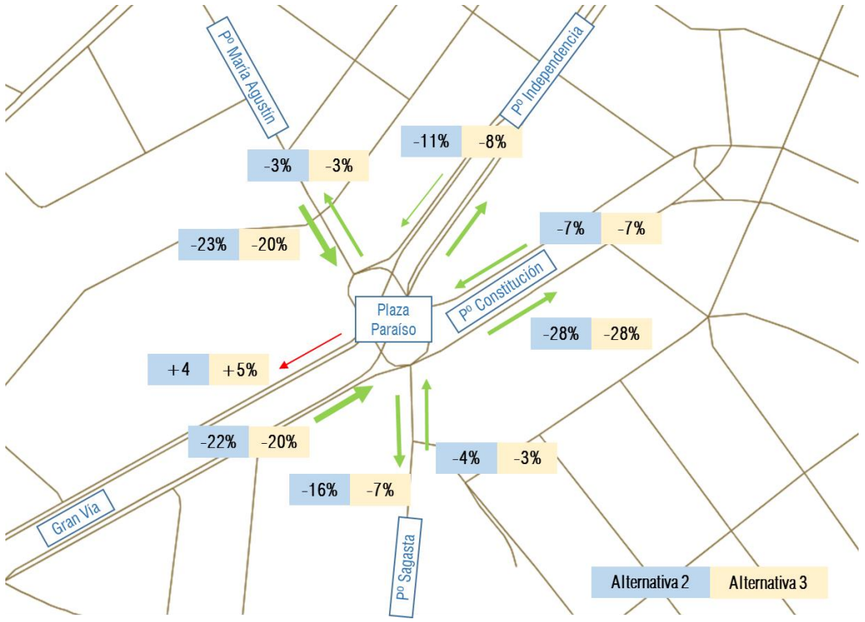


Ilustración 16. Reducción de tráfico privado en Plaza Paraíso. Alternativas 2 y 3

7. DIMENSIONAMIENTO DE TALLERES Y COCHERAS

En este apartado se describen las hipótesis de partida utilizadas para el dimensionamiento de las instalaciones de los talleres y cocheras del tranvía.

El objeto es analizar las necesidades de estacionamiento de tranvías para cada una de las alternativas analizadas dentro del Estudio de Alternativas y poder dimensionar las superficies necesarias para realizar la correcta explotación y mantenimiento de la línea 2 del tranvía de Zaragoza.

El taller se dimensionará para realizar las intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo de las 12/13 unidades necesarias para dar servicio a la línea del tranvía (sin extensión/con extensión).

Debe indicarse que en el caso de las alternativas 2 y 3 sería suficiente con la construcción de una única instalación de talleres-cocheras. En el caso de las alternativas 1 y 4, dado que en determinados periodos del año es previsible que se suspenda el servicio en el tramo de la calle Coso, sería necesario la construcción de unos talleres-cochera y una cochera situadas en extremos distintos de la línea (zona este y zona oeste).

7.1. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Para definir el tipo de intervención, la cadencia de reparación en kilómetros, la duración y las personas necesarias en las intervenciones de mantenimiento se ha analizado la situación habitual en otras operaciones tranviarias. Tal y como se ha comentado, se realizarán las intervenciones de mantenimiento preventivo, así como el torneado de las ruedas de las unidades y el mantenimiento correctivo. Siendo la carencia de las intervenciones las siguientes:

Tabla 31. Cadencia de mantenimiento

Tipo Intervención	km	Duración de las intervenciones (horas)
IS	2.500	3
P0	500	3
P1	15.000	6
P2	60.000	8
P3	240.000	36
P3/1	360.000	72
P3/2	720.000	72
TORNEADO	30.000	8

Las operaciones a realizar en cada intervención son las siguientes:

Tabla 32. Operaciones de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	IS/ P0	P1	P2	P3	P3/ 1	P3/ 2
ESTADO GENERAL DEL VEHÍCULO (PRUEBAS)	x	x	x	x	x	x
CAJA						
ESTRUCTURA Y TESTERO	x	x	x	x	x	x
PINTURA Y ROTULADO			x	x	x	x
TESTERO		x	x	x	x	x
FALDONES Y CARENADOS		x	x	x	x	x
ENGANCHE AUTOMÁTICO					x	x
CABINA						
LUNA TESTERO Y VENTANAS LATERALES		x	x	x	x	x
LIMPIAPARABRISAS • LAVAPARABRISAS		x	x	x	x	x
ASIENTO CONDUCTOR		x	x	x	x	x
VENTANAS VIAJEROS				x	x	x
FUELLE INTERCOMUNICACIÓN			x	x	x	x
INTERIORISMO Y DOTACIÓN INTERIOR		x	x	x	x	x
PUERTA ACCESO VIAJEROS		x	x	x	x	x
PUERTA CABINA-PASAJE			x	x	x	x
SISTEMA AIRE ACONDICIONADO SALA DE PASAJEROS		x	x	x	x	x
SISTEMA AIRE ACONDICIONADO CABINA		x	x	x	x	x
BOGIE						
BASTIDOR DEL BOGIE Y TRAVIESA BAILADORA			x	x	x	x
ENLACE CAJA-BOGIE		x	x	x	x	x
EJE MONTADO				x	x	x
CUERPO DE EJE				x	x	x
RUEDA		x	x	x	x	x
DISCO DE FRENO	x	x	x	x	x	x
CAJA DE GRASA		x	x	x	x	x
SUSPENSION PRIMARIA		x	x	x	x	x
SUSPENSIÓN SECUNDARIA		x	x	x	x	x
ARENEROS	x	x	x	x	x	x
ENGRASE DE PESTAÑA	x	x	x	x	x	x
REDUCTOR		x	x	x	x	x
PATÍN ELECTROMAGNÉTICO	x	x	x	x	x	x
INSTALACIÓN NEUMÁTICA		x	x	x	x	x
INSTALACIÓN ELÉCTRICA			x	x	x	x
EQUIPO ELÉCTRICO DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN						
BATERIA			x	x	x	x
PUPITRE DE CONDUCCIÓN	x	x	x	x	x	x
ARMARIOS DE BAJA TENSIÓN				x	x	x
ALUMBRADO EXTERIOR				x	x	x
ALUMBRADO INTERIOR	x	x	x	x	x	x
EQUIPO ELÉCTRICO DE ALTA TENSIÓN						
PANTÓGRAFO		x	x	x	x	x
CONVERTIDOR DE TRACCIÓN				x	x	x
COFRE DISYUNTOR					x	x
CONVERTIDOR AUXILIAR			x	x	x	x
MOTOR DE TRACCIÓN			x	x	x	x
PARARRAYOS				x	x	x
RESISTENCIA DE FRENO			x	x	x	x
EQUIPO NEUMÁTICO						
GRUPO MOTOR-COMPRESOR			x	x	x	x
EQUIPO DE DEPURACIÓN DE AIRE			x	x	x	x
PANELES NEUMÁTICOS				x	x	x
EQUIPO NEUMÁTICO EN BOGIES			x	x	x	x
BOCINA Y TIRADOR DE EMERGENCIA	x	x	x	x	x	x
EQUIPO FRENO HIDRÁULICO						
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	x	x	x	x	x	x
CENTRAL HIDRÁULICA BOGIE MOTOR			x	x	x	x
CENTRAL HIDRÁULICA BOGIE REMOLQUE			x	x	x	x
ACUMULADOR DE ACEITE			x	x	x	x
UNIDAD DE FRENO (BOGIE REMOLQUE)			x	x	x	x
UNIDAD DE FRENO (BOGIE MOTOR)		x	x	x	x	x
UNIDAD DE CONTROL DE FRENO			x	x	x	x
EQUIPOS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA	x	x	x	x	x	x
EQUIPOS DE COMUNICACIÓN (SIV Y SAE)			x	x	x	x
SISTEMAS DE CONTROL			x	x	x	x

La cadencia de las intervenciones IS/P0 es cada 2.500 km y 5.000 km para todas las unidades del tranvía. La duración de la revisión IS/P0 es de aproximadamente 3 horas, y se realiza en su totalidad en el foso de revisión de unidades. Casi todas las revisiones, pruebas y medidas se realizan con la unidad en marcha, y son necesarias 2 personas generalmente para realizar la totalidad de la revisión.

La intervención P1 se realiza cada 15.000 km para todas las unidades de tranvía. La duración de la revisión es de 6 horas y se puede dividir en 3 partes principales. Una primera revisión con la unidad en marcha que dura 30 minutos aproximadamente que se realiza en el foso de revisión. La siguiente parte de la revisión se realiza con la unidad en parado. Estas revisiones se realizan en el foso de revisión. Por último, hay una serie de revisiones, controles y puestas en marcha que se realizan principalmente con la unidad en marcha.

La intervención P2 se realiza cada 60.000 km para todas las unidades del tranvía. La duración de la revisión es de 8 horas o una jornada de trabajo y al igual que la P1 se puede dividir en 3 partes principales, que además se llevan a cabo en los mismos tipos de vía. En primer lugar se realizan una serie de controles con la unidad en marcha en el foso de revisión. Tras esto, se

somete a la unidad a una serie de revisiones en parado. Estas revisiones se realizan en el foso de revisión. Por último, hay una serie de revisiones, controles y puestas en marcha que se realizan principalmente con la unidad en marcha.

Intervención P3/P3-1/P3-2, se realizan cada 240.000 km - 360.000 km - 720.000 km. En esta intervención se realiza el desmontaje los siguientes grandes equipos: bogies, compresores, pantógrafos y motores de tracción. En primer lugar normalmente se realiza el desmontaje de los bogies y la sustitución por unos ya revisados. Para el desmontaje, la unidad pasa primero por el foso de revisión para soltar ciertas piezas. Tras esto, la unidad se lleva a las vías de levante donde se desmontan los bogies de la unidad y se montan bogies revisados. El siguiente paso es trasladar la unidad al foso de revisión donde se desmontan los compresores y los pantógrafos. En paralelo a la revisión de los compresores y los pantógrafos se realizan controles y revisiones en el foso de revisión. Una vez montados los equipos se procede a la puesta en marcha de la unidad.

El cálculo del número de intervenciones de mantenimiento preventivo se ha basado, para el cálculo de coste de explotación por km, en las siguientes hipótesis:

- La asignación de unidades al taller para intervenciones de mantenimiento preventivo de 12 Uds.
- km recorridos anuales en el año horizonte 900.000 km ya que la carga de trabajo es casi idéntica para todas las alternativas.

El número de intervenciones de mantenimiento previstas por año y la carga de trabajo en días correspondiente es la siguiente:

Tabla 33. Carga de trabajo de mantenimiento (días)

Tipo Intervención		Pasarela	Torno foso	Levante	Pintura	Total
Preventivo	IS	70				70
	P0	35				35
	P1	23				23
	P2	8				8
	P3	9				9
	P3/1			14		14
	P3/2			9		9
	TORNEADO		16			16
Correctivo	Pintura				42	42
	Pasarelas	51				51
	Levante			6		6
TOTAL		**195**	**16**	**28**	**42**	**281**

Para el análisis de las intervenciones de mantenimiento correctivo se ha partido de los datos de otras operaciones de tranvía que revelan la siguiente distribución en la carga de trabajo del taller:

Tabla 34. Porcentaje de mantenimiento en taller

Tipo matenimiento		% carga de trabajo en taller
Preventivo		65%
Correctivo	Pintura	15%
	Pasarelas	18%
	Levante	2%

7.2. ÁREAS DE TALLERES Y COCHERAS

Para el análisis de las distintas áreas de taller necesarias se han distinguido 3 categorías:

- Vías: comprende el dimensionamiento de los diferentes tipos de vía que se encuentran en el nuevo taller.
- Zonas productivas: se incluyen en este apartado todas las zonas productivas que no están incluidas en el apartado de vías
- Áreas auxiliares o no productivas: oficinas, vestuarios, aseos, salas de instalaciones, residuos, etc.

7.2.1. VÍAS DE TALLERES

Para el dimensionamiento de las vías se ha considerado que se trabajan 220 días al año en mantenimiento preventivo y 365 días al año en mantenimiento correctivo. El resultado de vías necesarias es el siguiente:

Tabla 35. Cálculo de vías necesarias

Nº de vías necesarias	
Pasarelas	0,80
Levante	0,10
Torno	0,10
Pintura	0,10
Lavado	1,00

Del cálculo anterior se deduce que la carga de trabajo en el taller es bastante pequeña por lo tanto con las instalaciones mínimas necesarias para el mantenimiento es más que suficiente. Es decir:

- Una vía de pasarelas
- Una vía de levante
- Una vía para el torneado de las ruedas
- Una vía de pintura
- Una vía de lavado y recarga de los areneros

7.2.2. ZONAS PRODUCTIVAS

7.2.2.1. Zona de revisión/reparación de equipos

La mayor parte de las tareas de mantenimiento (preventivo/correctivo) se realizarán directamente sobre la unidad en las distintas vías del taller. Por tanto, en el taller se preverá una zona para las revisiones y reparaciones de menor entidad. Esta zona estará equipada con bancos de trabajo, alguna máquina herramienta (torno-esmeril), elementos de manipulación (puente-grúa, grúa pescante, etc.) que permita colocar cualquier equipo (pantógrafo, convertidor, etc.) sobre caballetes.

Se preverá a su vez una zona de revisión de bogies. Esta zona permitirá la revisión de un bogie y estará equipada con algún sistema para poder realizar actuaciones por debajo del bogie.

7.2.2.2. Laboratorio eléctrico-electrónico

El laboratorio eléctrico-electrónico es un espacio destinado a la revisión/reparación de los componentes electrónicos del tranvía (tarjetas, etc.).

7.2.2.3. Almacén de materiales para mantenimiento de material móvil

Los materiales almacenados en el taller presentarán una primera división en dos grandes grupos en función de su propiedad, fabricante del material móvil o explotador de la línea.

- Materiales del fabricante de material móvil: los materiales propiedad del fabricante de material móvil son principalmente referencias de pequeño tamaño.
- Materiales del explotador de la línea: los materiales propiedad del explotador son referencias de mayor tamaño y valor y comprenden el parque de repuestos del tranvía.

7.2.2.4. Almacén de instalaciones fijas

Debido a la incertidumbre existente en la gestión y almacenamiento de los materiales, se considera conveniente destinar un espacio para el almacenamiento de las instalaciones fijas de aproximadamente 300 m^2.

7.2.2.5. Dimensionamiento de zonas productivas

El dimensionamiento final de las áreas productivas se definirá en mayor detalle una vez determinada la parcela concreta, así como su configuración. En la fase de estudio que nos encontramos, se considera necesario destinar al menos 600 m^2 para estas instalaciones.

7.2.3. ÁREAS AUXILIARES

Las zonas auxiliares son los espacios que hay que reservar dentro del taller para toda una serie de instalaciones y maquinaria que dan apoyo a las áreas o zonas productivas descritas en los puntos anteriores. Las zonas auxiliares se han clasificado en:

- 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.

El dimensionamiento final de las áreas auxiliares, se definirá en mayor detalle una vez determinada la parcela, así como su configuración. En la fase de estudio que nos encontramos, se considera necesario destinar al menos 800 m^2 para estas instalaciones.

7.2.4. RESUMEN NECESIDAD DE SUPERFICIE

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 necesaria para la implantación de los talleres y cocheras de al menos 15.000-18.000 m^2 (en función de la forma de la parcela) en el caso de una única instalación de talleres-cocheras. En el caso de necesidad de dos instalaciones independientes sería necesaria una parcela de 15.000 m^2 para talleres y cocheras y otra parcela de 5.000 m^2 de cocheras para mitad de la línea y edificio multiusos.

Las alternativas 1, 4, 1A y 4A, dado que durante las fiestas del Pilar se suprime el servicio en el tramo de la calle Coso, requieren de la construcción de dos zonas de cocheras situadas en lados opuestos del tramo sin servicio. No así en el caso de las alternativas 2, 3, 2A y 3A, en las que es suficiente una única instalación.

7.3. DIMENSIONAMIENTO DEL 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: dedicado tanto a la limpieza interna y externa de unidades
  - Personal de Limpieza de las instalaciones (oficinas, vestuario, etc.)
  - Personal de Seguridad

7.3.1. PERSONAL DEL MATERIAL MÓVIL

El cálculo de las necesidades de material móvil afecta principalmente al dimensionamiento de los vestuarios, ya que la zona de oficinas se compone básicamente de despachos, zona de trabajo para administrativos y salas de reuniones para los jefes de taller, administrativos, y personal de mantenimiento de las instalaciones fijas.

La estimación de personal de material móvil, se ha realizado por dos métodos distintos pero partiendo de unas mismas hipótesis:

- Para el puesto de Jefe de Taller no se ha realizado análisis alguno, por considerarse independiente de la carga de trabajo asociada al taller.
- El puesto administrativo no se ha incluido en el análisis ya que se considera que las tareas administrativas pueden llevarse a cabo con una persona.

La estimación del número de intervenciones anuales se realiza a partir del tiempo necesario para realizar cada intervención y el número de trabajadores que participan (evaluado para 12 unidades), y se ha hallado la carga de trabajo anual en horas de las operaciones de mantenimiento.

Tabla 36. Carga anual de trabajo en taller (12 unidades)

	Tipo Intervención	Nº de Intervenciones al año	Duración de las intervenciones (horas)	Nº de trabajadores	Horas al año
Preventivo	IS	70	3	1	209
	P0	35	3	1	105
	P1	23	6	1	140
	P2	8	8	2	128
	P3	9	36	2	648
	P3/1	14	72	4	3.888
	P3/2	9	72	4	2.592
	TORNEADO	16	8	1	124
Correctivo	Pintura	42	6	2	481
	Pasarelas	51	6	3	911
	Levante	6	8	3	135
				TOTAL	**9.359**

Para realizar el cálculo del número de trabajadores necesarios para cumplir las 9.359 horas de trabajo efectivo sobre las unidades, se ha estimado un coeficiente de productividad del 70%, lo que significa que el 30% del tiempo los operarios se dedican a otras tareas, tales como ordenar almacén, etc. Bajo esta hipótesis el número de horas de trabajo anual real asciende a 13.370 horas/año (9.359/0,7). La siguiente tabla muestra los resultados de la estimación:

Tabla 37. Personal de mantenimiento de material móvil

Horas trabajo efectivo al año	Coeficiente de productividad	Horas totales de trabajo al año	Horas al año trabajadas por operario	Nº de personas necesarias
9.359	70%	13.370	220*8=1.760	8

Según la estimación realizada serían necesarias ocho (8) personas para las operaciones de mantenimiento. Si a este número se le suman los dos (2) Jefes de Personal y un (1) Administrativo se obtiene un total de once (11) personas. Para el dimensionamiento final de personal se ha tener que en cuenta algunas ocasiones, a causa de incidencias puntuales y necesidades específicas, para las operaciones de mantenimiento pueden necesitarse refuerzos de personal.

En el caso de extensión hasta la glorieta de intersección Ctra. de Madrid/Ronda Ibón de Plan, sería necesario un (1) operario adicional.

7.3.2. AGENTES DE TRANVÍA

Partiendo de que se realizan 70.248 circulaciones anuales y que cada circulación se estima una hora de trayecto (ida y vuelta), se estiman necesarios cuarenta y ocho (48) agentes de tranvía.

En caso de extensión a la glorieta de intersección Ctra. de Madrid/Ronda Ibón de Plan serían necesarios ocho (8) agentes adicionales.

7.3.3. PUESTO DE MANDO

Para el puesto de mando se han estimado necesarias nueve (9) personas para cubrir todos los turnos.

7.3.4. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES FIJAS

Se ha considerado que el personal de mantenimiento de las instalaciones fijas es similar al existente en las instalaciones de otros tranvías similares, por lo que deberá reservarse un espacio para trece (13) personas de mantenimiento de instalaciones fijas, incrementándose en dos (2) personas adicionales en el caso de extensión de la línea.

7.3.5. PERSONAL AUXILIAR

El personal auxiliar se divide básicamente entre el personal de lavado de las unidades, personal de limpieza de las instalaciones (oficinas/vestuarios), inspectores y personal de seguridad, con un total de dieciséis (16) personas para las alternativas 1 y 2 y de veintidós (22) para las alternativas 1 y 4. En el caso de extensión de la línea sería necesaria una (1) persona adicional.

7.3.6. RESUMEN NECESIDADES DE PERSONAL

De acuerdo con lo expuesto anteriormente las necesidades de personal para cada una de las alternativas son las siguientes:

Tabla 38. Resumen dimensionamiento del personal

Puesto/Área		Nº Personas			
		Alternativas 1 y 4	Alternativas 2 y 3	Alternativas 1A y 4A	Alternativas 2A y 3A
Mantenimiento de Material Móvil	Jefe de Taller	*2*	*2*	*2*	*2*
	Mecánicos	*4*	*4*	*5*	*5*
	Eléctricos	*2*	*2*	*2*	*2*
	Tracción	*2*	*2*	*2*	*2*
	Administrativos	*1*	*1*	*1*	*1*
Total Mantenimiento de Material Móvil		**11**	**11**	**12**	**12**
Agentes Tranvía		**48**	**48**	**56**	**56**
Puesto de Mando		**9**	**9**	**9**	**9**
Personal de Mantenimiento de Instalaciones fijas		**13**	**13**	**15**	**15**
Personal auxiliar	Lavado unidades	*4*	*4*	*4*	*4*
	Limpieza instalaciones	*6*	*4*	*6*	*4*
	Inspectores	*4*	*4*	*5*	*5*
	Seguridad	*8*	*4*	*8*	*4*
Total Personal Auxiliar		**22**	**16**	**23**	**17**
TOTAL		**103**	**97**	**115**	**109**

8. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

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

Debe reseñarse que todos los costes reflejados en el presente anexo son antes de la aplicación del impuesto sobre el valor añadido (I.V.A.).

8.1. COSTE DIRECTO

8.1.1. COSTE DE PERSONAL

Se establece para todas las alternativas un coste medio por persona de 40.000 €/año. Por tanto, el coste anual en personal de operación para cada alternativa es el siguiente:

Tabla 39. Resumen de costes de personal por Alternativa

	PERSONAL		
ALTERNATIVA	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Importe anual**
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	103	40.000,00 €	4.120.000,00 €
Alternativa 2	97	40.000,00 €	3.880.000,00 €
Alternativa 3	97	40.000,00 €	3.880.000,00 €
Alternativa 4	103	40.000,00 €	4.120.000,00 €
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	115	40.000,00 €	4.600.000,00 €
Alternativa 2A	109	40.000,00 €	4.360.000,00 €
Alternativa 3A	109	40.000,00 €	4.360.000,00 €
Alternativa 4A	115	40.000,00 €	4.600.000,00 €

8.1.2. 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.

Tabla 40. Resumen de evaluación costes de mantenimiento-material por km

CONCEPTO	Cantidad	Precio Unitario	Importe total anual
Vía	1	400.000 €	400.000 €
Señalización	1	200.000 €	200.000 €
Comunicaciones	1	180.000 €	180.000 €
Energía	1	200.000 €	200.000 €
Auxiliar (limpieza,seguridad, etc.)	1	50.000 €	50.000 €
COSTE TOTAL			**1.030.000 €**
COSTE POR KM recorrido	1.000.000		**1,03 €**

A este precio debe añadirse los costes de mantenimiento y reposiciones del propio material móvil, evaluado en 1,50 €/km.

Por tanto, los costes de mantenimiento por alternativas son los siguientes:

Tabla 41. Resumen de costes de mantenimiento-material por alternativa

		MANTENIMIENTO-MATERIALES		MANTENIMIENTO-MATERIAL MÓVIL		TOTAL MANTENIMIENTO
ALTERNATIVA	**km anuales**	**precio unitario**	**importe anual**	**precio unitario**	**importe anual**	**importe anual**
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	855.495	1,03 €	881.159,64 €	1,50 €	1.283.242,19 €	2.164.401,82 €
Alternativa 2	894.555	1,03 €	921.391,39 €	1,50 €	1.341.832,11 €	2.263.223,50 €
Alternativa 3	929.267	1,03 €	957.144,78 €	1,50 €	1.393.900,16 €	2.351.044,94 €
Alternativa 4	890.207	1,03 €	916.913,03 €	1,50 €	1.335.310,23 €	2.252.223,26 €
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	981.015	1,03 €	1.010.444,94 €	1,50 €	1.471.521,75 €	2.481.966,69 €
Alternativa 2A	1.006.306	1,03 €	1.036.495,22 €	1,50 €	1.509.459,06 €	2.545.954,28 €
Alternativa 3A	1.041.018	1,03 €	1.072.248,61 €	1,50 €	1.561.527,10 €	2.633.775,72 €
Alternativa 4A	1.015.727	1,03 €	1.046.198,33 €	1,50 €	1.523.589,80 €	2.569.788,13 €

8.1.3. COSTE DE ENERGÍA

El coste de energía de tracción y paradas está evaluado en 0,55 €/km. Por tanto, el coste de consumo energético para cada una de las alternativas es el siguiente:

Tabla 42. Resumen de costes de energía por alternativa

	ENERGÍA TRACCIÓN		
ALTERNATIVA	**km anuales**	**precio unitario**	**importe anual**
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	855.495	0,55 €	470.522,14 €
Alternativa 2	894.555	0,55 €	492.005,11 €
Alternativa 3	929.267	0,55 €	511.096,73 €
Alternativa 4	890.207	0,55 €	489.613,75 €
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	981.015	0,55 €	539.557,98 €
Alternativa 2A	1.006.306	0,55 €	553.468,32 €
Alternativa 3A	1.041.018	0,55 €	572.559,94 €
Alternativa 4A	1.015.727	0,55 €	558.649,59 €

8.1.4. 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).

8.1.5. TOTAL COSTE DIRECTO

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

Tabla 43. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento por alternativa

ALTERNATIVA	RESUMEN					
	PERSONAL	MANTENIMIENTO	ENERGÍA	OTROS COSTES DIRECTOS	TOTAL COSTE DIRECTO O&M	CD POR KM
	€/año	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	4.120.000,00 €	2.164.401,82 €	470.522,14 €	658.730,99 €	7.413.654,95 €	8,67 €
Alternativa 2	3.880.000,00 €	2.263.223,50 €	492.005,11 €	688.807,15 €	7.324.035,76 €	8,19 €
Alternativa 3	3.880.000,00 €	2.351.044,94 €	511.096,73 €	715.535,42 €	7.457.677,08 €	8,03 €
Alternativa 4	4.120.000,00 €	2.252.223,26 €	489.613,75 €	685.459,25 €	7.547.296,27 €	8,48 €
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	4.600.000,00 €	2.481.966,69 €	539.557,98 €	755.381,17 €	8.376.905,83 €	8,54 €
Alternativa 2A	4.360.000,00 €	2.545.954,28 €	553.468,32 €	774.855,65 €	8.234.278,25 €	8,18 €
Alternativa 3A	4.360.000,00 €	2.633.775,72 €	572.559,94 €	801.583,91 €	8.367.919,57 €	8,04 €
Alternativa 4A	4.600.000,00 €	2.569.788,13 €	558.649,59 €	782.109,43 €	8.510.547,15 €	8,38 €

8.2. COSTE INDIRECTO

Se estima un coste indirecto similar en cada grupo de alternativas, correspondiente al 15% del coste directo promedio de las alternativas del grupo, evaluado en 1.115.349,90 € anuales en el caso de las alternativas sin extensión, y 1.255.861,91 € anuales para las alternativas con extensión.

8.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Adicionalmente se prevé durante la explotación unos costes de asistencia técnica evaluados en un 2% del coste promedio de las alternativas del grupo, evaluado en 171.020,32 € anuales en el caso de las alternativas sin extensión y 192.565,49 € anuales para las alternativas con extensión.

8.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

De acuerdo con lo expuesto anteriormente los costes durante la fase de explotación para cada una de las alternativas, antes de la aplicación del impuesto sobre el valor añadido (I.V.A.), son los siguientes:

Tabla 44. Resumen de costes durante la fase de explotación por alternativa

ALTERNATIVA	RESUMEN					
	TOTAL COSTE DIRECTO O&M	TOTAL COSTE INDIRECTO O&M	TOTAL COSTE O&M	COSTE ASIST. TÉCNICA	TOTAL COSTE EXPLOTACIÓN	COSTE POR KM
	€/año	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	7.413.654,95 €	1.115.349,90 €	8.529.004,85 €	171.020,32 €	8.700.025,17 €	10,17 €
Alternativa 2	7.324.035,76 €	1.115.349,90 €	8.439.385,66 €	171.020,32 €	8.610.405,98 €	9,63 €
Alternativa 3	7.457.677,08 €	1.115.349,90 €	8.573.026,98 €	171.020,32 €	8.744.047,30 €	9,41 €
Alternativa 4	7.547.296,27 €	1.115.349,90 €	8.662.646,17 €	171.020,32 €	8.833.666,49 €	9,92 €
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	8.376.905,83 €	1.255.861,91 €	9.632.767,74 €	192.565,49 €	9.825.333,23 €	10,02 €
Alternativa 2A	8.234.278,25 €	1.255.861,91 €	9.490.140,16 €	192.565,49 €	9.682.705,65 €	9,62 €
Alternativa 3A	8.367.919,57 €	1.255.861,91 €	9.623.781,47 €	192.565,49 €	9.816.346,97 €	9,43 €
Alternativa 4A	8.510.547,15 €	1.255.861,91 €	9.766.409,06 €	192.565,49 €	9.958.974,55 €	9,80 €

Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Anexo IV. Análisis Ambiental

Zaragoza, 27 de mayo 2016

idom TYPSA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 7

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS 8

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN 10

3.1. RUIDO 10

3.2. ARBOLADO Y ZONAS VERDES 10

3.3. PATRIMONIO CULTURAL 10

4. ARBOLADO Y ZONAS VERDES 11

4.1. ANÁLISIS GENERAL 11

4.2. ALTERNATIVAS 1 Y 4 12

4.3. ALTERNATIVAS 2 Y 3 13

4.4. RAMALES DE LAS FUENTES – SAN JOSÉ 16

4.5. EXTENSIÓN A LA CARRETERA MADRID 16

4.6. ÁRBOLES SINGULARES 17

4.7. CONCLUSIONES 20

5. RUIDO 22

5.1. EXPOSICIÓN 22

5.2. ELEMENTOS QUE GENERAN RUIDO 23

5.2.1. Estudio de Demanda 24

5.2.2. Caracteríticas del trazado 25

6. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES, CONSUMO ENERGÉTICO Y COSTE ECONÓMICO 27

6.1. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN EL CUARTO AÑO DE EXPLOTACIÓN 27

6.1.1. Datos de partida 27

6.1.2. Cálculo de las emisiones de gases contaminantes 28

6.2. CONSUMO ENERGÉTICO 29

6.2.1. Datos de partida 29

6.2.2. Cálculo del consumo energético 30

6.3. COSTE ECONÓMICO EMISIONES CO_2 31

6.3.1. Datos de partida 31

6.3.2. Cálculo del coste económico 31

6.4. EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO 32

6.4.1. Datos de partida 33

6.4.2. Evolución en el tiempo de los parámetros durante los 30 años de explotación 33

7. RESIDUOS PELIGROSOS 35

8. PATRIMONIO CULTURAL 36

APÉNDICE 1 – ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LAS ALTERNATIVAS 2 Y 3 DE LA LÍNEA 2 DEL TRANVÍA EN EL PASEO CONSTITUCIÓN

APÉNDICE 2 – VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS DE LA LÍNEA 2 DEL TRANVIA. ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO CULTURAL

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas 8

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4 9

Tabla 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 9

Tabla 4. Número de ejemplares afectados por cada una de las alternativas 11

Tabla 5. Arbolado afectado por la alternativa 1 12

Tabla 6. Arbolado afectado por la alternativa 4 13

Tabla 7. Arbolado afectado por la alternativa 2 14

Tabla 8. Arbolado afectado por la alternativa 3 15

Tabla 9. Arbolado afectado por el ramal de Las Fuentes (común en todas las alternativas)....16

Tabla 10. Arbolado afectado por el ramal de San José. (Común en todas las alternativas) 16

Tabla 11. Arbolado afectado por la extensión a la carretera Madrid 17

Tabla 12. Árboles singulares de Zaragoza con posibilidad de ser afectados por alguna de las alternativas. 18

Tabla 13. Arbolado afectado y características por cada una de las alternativas (incluye el ramal de Las Fuentes San José) y la extensión a la carretera Madrid....20

Tabla 14. Superficies (m^2) de zonas verdes afectadas por cada alternativa....21

Tabla 15. Población y porcentaje de ésta respecto al total dentro de las bandas de 0 a 20, de 20 a 30 y de 30 a 50 m de cada una de las alternativas....22

Tabla 16. Metros lineales a 30 m del límite exterior de los ejes del tranvía de la zonificación del suelo....23

Tabla 17. Tráfico privado en la situación actual en las calles afectadas por cada una de las alternativas....24

Tabla 18. Tráfico privado en la situación futura en las calles afectadas por cada una de las alternativas....24

Tabla 19. Diferencia de vehículos privados de la actual y futura 24

Tabla 20. Longitudes según la pendiente de cada una de las alternativas y los ramales comunes a todas las alternativas de Las Fuentes y San José....26

Tabla 21. Tramos de curvas, rectas y clotoides de cada una de las alternativas y el ramal de Las Fuentes y San José....26

Tabla 22. Emisiones de contaminantes para el cuarto año de explotación por tipo de transporte y para cada una de las alternativas, así como el sumatorio de cada uno de los parámetros 29

Tabla 23. Consumo energético total anual por tipo de transporte y para cada una de las alternativas, así como el sumatorio del consumo energético para todas las alternativas 30

Tabla 24. Coste anual de las emisiones de CO_2 por tipo de transporte y para cada una de las alternativas así como el sumatorio del coste anual de CO_2....32

Tabla 25. Emisiones, consumo energético y coste económico durante los 30 años de explotación para cada una de las alternativas por modos 34

Tabla 26. Emisiones, consumo energético y coste económico durante los 30 años de explotación para cada una de las alternativas. Total....35

Tabla 27. Tn de fibrocemento estimadas para cada una de las alternativas 35

Tabla 28. Bienes de Interés Cultural Identificados en los trazados del ramal de las Fuentes San José y las distintas alternativas 37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas 8

Ilustración 2. Tramificación del Paseo Constitución según las propuestas de actuación en la estructura del cubrimiento del río Huerva 13

Ilustración 3. Vista de dos ejemplares de magnolio (Magnolia soulangiana) emplazados en el Paseo de la Constitución 14

Ilustración 4. Detalle del arbolado identificado por especies en el Paseo de la Constitución 15

Ilustración 5. Detalle del emplazamiento del Platanero de sombra respecto a las alternativas 3 y 4 18

Ilustración 6. Detalle del emplazamiento del Chopo negro respecto al trazado de las alternativas 1 y 4 en la calle de Conde Aranda 19

Ilustración 7. Detalle del emplazamiento del chopo negro en el puente de San Miguel 19

Ilustración 8.Detalle del emplazamiento del chopo negro (nº 46) 20

Ilustración 9. Zonificación acústica según la ordenanza municipal de ruido 23

Ilustración 10. Bienes de Interés Cultural 36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Arbolado afectado según su tamaño por cada una de las alternativas y la extensión desde la glorieta de los Enlaces por la Crta. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la Ronda Ibón de Plan 20

Gráfico 2. Arbolado afectado según su estado por cada una de las alternativas y la extensión desde la glorieta de los Enlaces por la Crta. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la Ronda Ibón de Plan 21

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta un análisis de las principales variables medioambientales que pueden verse afectadas por cada una de las alternativas planteadas para la L2 del tranvía de Zaragoza.

Se han estudiado independientemente diversos elementos ambientales para cada una de las alternativas, para los ramales de Las Fuentes y San José y para la extensión de la carretera Madrid desde la Av. de Madrid.

Los elementos estudiados son los siguientes:

- **Vegetación**: Arbolado, zonas verdes y árboles singulares
- **Ruido**: de éste se ha estudiado la exposición (población expuesta y zonificación municipal del ruido) y los elementos que generan ruido (tráfico rodado, características de los trazados para cada alternativa –Pendientes y radios de giro-), las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y el patrimonio cultural.
- **Emisión de gases contaminantes, consumo energético y coste de las emisiones**
- **Residuos peligrosos (tuberías de fibrocemento)**
- **Patrimonio cultural**

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos.

Las alternativas analizadas son las siguientes:

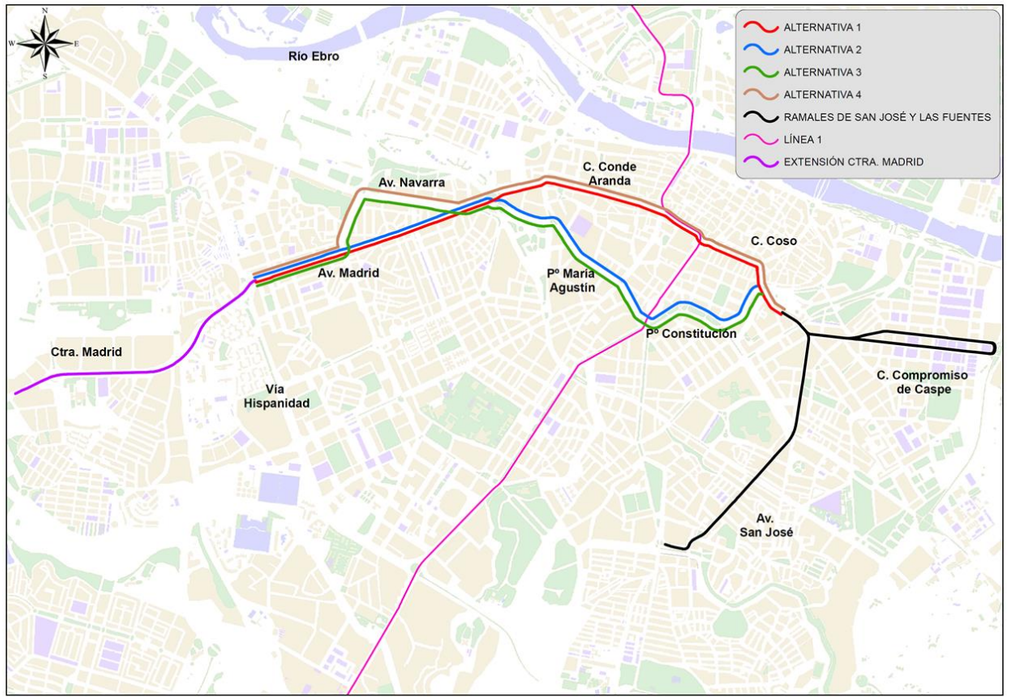


Ilustración 1. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa		Itinerario	Longitud en operación (km)	Nº paradas
Abreviatura	Descripción			
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 – Pº 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-IIa) 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	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-IIa) 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-IIa) 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

Para cada una de estas alternativas se ha evaluado la demanda prevista, que 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. Los resultados de demanda obtenidos para cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4

ALTERNATIVAS	DEMANDA AÑO 4 (trayectos/año)				RECORRIDOS (km/año)			
	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación Actual								
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	0	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-
Alternativas sin extensión								
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	29.411.382	15.725.565	888.879.472	15.194.531	1.337.213	855.495
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	30.801.916	17.808.659	885.886.516	15.031.913	1.337.213	894.555
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	30.073.088	18.480.734	888.308.792	15.017.215	1.337.213	929.267
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	28.583.309	16.522.918	891.520.077	15.180.842	1.337.213	890.207
Alternativas con extensión								
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	29.458.464	16.855.143	887.671.523	15.194.531	1.337.213	981.015
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	30.848.997	18.938.238	884.678.566	15.031.913	1.337.213	1.006.306
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.041.018
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	28.630.390	17.652.496	890.312.127	15.180.842	1.337.213	1.015.727

Debe indicarse que los km/año recorridos por el bus urbano reflejados en las tablas anteriores recogen un 5% adicional respecto a los resultados obtenidos del modelo de demanda a fin de considerar, de forma conservadora, posibles rutas adicionales, modificaciones de líneas o modificaciones de frecuencias sobre las contempladas en el modelo de demanda. Asimismo, los datos correspondientes a trayectos/año del vehículo privado son el resultado de la aplicación de una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo[1].

Para la realización del estudio se ha propuesto un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años desde la puesta en funcionamiento de la línea, con un crecimiento por coeficientes "ramp-up"[2] de 80%-87%-94%-100% durante el citado periodo. 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 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda calculada
Año 1		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%

[1] Fuente: Servicio Movilidad Urbana. Ayuntamiento de Zaragoza.

[2] 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%

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

A continuación se incluye una relación de la principal legislación, que puede resultar de aplicación para la realización del presente estudio:

3.1. RUIDO

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. (BOE n. 254, de 23 de octubre de 2007).
- Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Ordenanza para la Protección contra Ruidos y Vibraciones en el Término Municipal de Zaragoza.** Aprobación definitiva por Ayuntamiento Pleno el 31.10.2001 (Publicado en BOPZ nº 280 de 05.12.2001).

3.2. ARBOLADO Y ZONAS VERDES

- Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras.
- **Ordenanza de Protección del Arbolado Urbano.** Aprobación inicial por Ayuntamiento Pleno el 01.02.2013. Publicado en BOPZ nº 40 de 19.02.2013. Aprobación definitiva por Ayuntamiento Pleno el 31.05.2013. Publicado en BOPZ nº 141 de 22.06.2013.

  Primera modificación. Aprobada por Consejería de Economía y Cultura el 12/11/2013. Publicada en el BOPZ nº 266 el 19/11/2013. AFECTA A: Artículo 29, apartado f y Artículo 30, apartado o.

- **Ordenanza Municipal de Uso de Zonas Verdes. Aprobación definitiva** por Ayuntamiento Pleno el 13.02.1986. **Publicado** en BOPZ nº 140 de 19.06.1986.

  Nueva Redacción. Aprobada por Ayuntamiento Pleno el 31/05/2013. Publicada en el BOPZ nº 141 el 22/06/2013. **AFECTA A:** Artículo 10.

  Derogación. Aprobada por Ayuntamiento Pleno el 31/05/2013. Publicada en el BOPZ nº 141 el 22/06/2013. **AFECTA A:** Artículos 12 y 13.

  Adicción de nuevo artículo. Aprobada por Ayuntamiento Pleno el 31/05/2013. Publicada en el BOPZ nº 141 el 22/06/2013. **AFECTA A:** Artículo 8 bis.

  Modificación. Aprobada por Ayuntamiento Pleno el 31/01/2014. Publicada en el BOPZ nº 34 el 12/02/2014. **AFECTA A:** Artículos 7, 8h), 9b), 11c).

3.3. PATRIMONIO CULTURAL

- Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés.
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 64/1994, de 21 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español.

4. ARBOLADO Y ZONAS VERDES

4.1. ANÁLISIS GENERAL

Se ha analizado la afección de cada una de las alternativas sobre el arbolado existente. Además se ha estudiado la afección sobre los árboles singulares de Zaragoza. De acuerdo con los ejemplares afectados por todas las alternativas se han identificado las siguientes especies:

- 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*

Para valorar la afección, se ha considerado por un lado el número de árboles afectados (Valoración cuantitativa) y, por otro, la calidad de éstos. Para estimar la calidad del arbolado afectado (valoración cualitativa) se ha categorizado su tamaño en relación a las posibilidades de desarrollo de la especie en tres categorías (grande, pequeño y mediano) y el estado de cada ejemplar (bueno, regular y malo) según su estado fitosanitario y el ramaje de su copa.

A continuación se presenta una tabla donde se recogen el número de árboles afectados por cada una de las alternativas:

Tabla 4. Número de ejemplares afectados por cada una de las alternativas

ALTERNATIVA	TRAZADO ALTERNATIVAS SIN RAMALES Y EXTENSIÓN	RAMAL SAN JOSÉ	RAMAL LAS FUENTES	EXTENSIÓN CARRETERA MADRID	TOTAL ALTERNATIVAS CON RAMALES Y EXTENSIÓN
1	269	70	174	21	534
2	432	70	174	21	697
3	434	70	174	21	699
4	271	70	174	21	536

Como puede apreciarse en la Tabla 4 la alternativa que presenta un riesgo potencial de afectar a un número de ejemplares más elevado es la número 3 con 699 árboles afectados, seguido de la alternativa 2 con 697 (ambas alternativas presentan un trazado similar). Las otras dos alternativas presentan un menor impacto ya que la Alternativa 1 afecta a 534 árboles y la Alternativa 4 a 536 unidades.

Las alternativas 1 y 4 presentan un trazado similar proyectándose más próximas al casco antiguo, es decir por desde la Avenida de Madrid, calle de Conde Aranda, calle Coso, para conectar con la plaza San Miguel. Estas dos alternativas al trazarse por una zona del núcleo urbano más antigua presentan un menor número de zonas abiertas con arbolado, de ahí que el riesgo potencial de impacto sobre el arbolado sea menor.

Por otro lado, las alternativas 2 y 3, se han proyectado desde por la avenida Madrid, plaza de la Ciudadanía, calle Escrivá de Balaguer, paseo María Agustín, paseo de Pamplona, paseo de la Constitución, paseo de la Mina, para conectar con la calle Miguel Servet, discurriendo éstas por áreas de la ciudad renovadas más recientemente y que presentan espacios más abiertos con mayor posibilidad de que existan zonas verdes y arbolado.

En las alternativas 2 y 3 el número de arbolado afectado es mucho mayor que en las alternativas 1 y 4. En el tramo de paseo La Mina y paseo de Pamplona y, especialmente, en el paseo de la Constitución existe un mayor número de árboles afectados. Las especies más numerosas en este tramo son los plataneros (*Platanus x hispanica*); no obstante en el Paseo Constitución

se han identificado 40 ejemplares de magnolios que presentan un importante valor paisajístico. Los ejemplares de mayor calidad (presentan un buen porte según la especie a la que corresponden) se localizan en el tramo comprendido entre el paseo La Mina y la calle Don Hernando de Aragón. Por último, estas alternativas afectan al arbolado identificado en la calle Escrivá de Balaguer. No obstante, se trata de ejemplares de pequeño porte por lo que el impacto es menor.

Respecto a las alternativas 1 y 4, los mayores impactos al arbolado se identifican en la calle Coso, junto a la plaza de España, donde se localizan unos ejemplares de gran porte de plataneros, en la plaza España donde se localizan unos tilos (*Tilia platyphyllos)* y, especialmente, en la calle Conde Aranda donde se encuentran un gran número de palmeras (*Arecaceae sp).*

4.2. ALTERNATIVAS 1 Y 4

Las alternativas 1 y 4 presentan un trazado bastante similar desde la avenida de Madrid hasta la calle Miguel Servet. La alternativa 4 se proyecta por la avenida de Madrid, la calle Rioja y la avenida de Navarra y hasta conectar otra vez con la avenida de Madrid mientras que la alternativa 1 se traza en todo su recorrido por la avenida de Madrid.

La alternativa 4 afecta a un importante número de ejemplares en la avenida Navarra; sin embargo, la mayor parte de éstos se corresponden con ejemplares de níspero (*Eriobotrya japonica)* de pequeño porte por lo que su valor ecológico-paisajístico no es relevante.

En la calle Rioja, casi en la intersección con la avenida de Navarra, se ha identificado un platanero de gran porte que presenta un riesgo potencial de verse afectado por el trazado propuesto. En el tramo de esta calle, más próximo a la avenida de Madrid, el arbolado existente se corresponde con ejemplares de pino carrasco.

En la avenida de Madrid la mayor parte del arbolado existente se corresponde con ejemplares de tamaño medio y pequeño de platanero.

A continuación se presentan la Tabla 5 y Tabla 6 en las que se presentan las especies afectadas por estas dos alternativas. Asimismo, en estas tablas se incluye el número de ejemplares afectados clasificados según la especie, el tamaño y estado.

En la Tabla 5, se presenta el número de árboles con riesgo potencial de ser afectados por la alternativa 1. En total se han identificado 269 ejemplares. El platanero es la especie con mayor número de ejemplares afectados (162), seguido de las palmeras (61) ubicadas todas ellas en la calle Conde Aranda (53) y en la plaza de la Ciudadanía (8). El resto de especies afectadas presentan un número de ejemplares menor; morera (13), acacia tres espinas (11), tilo (10), alianto (9), etc.

La especie que presenta un mayor número de ejemplares de tamaño grande es la palmera (53), seguido del alianto (9). En relación a los plataneros de un total de 162 ejemplares afectados, únicamente 2 de ellos son de tamaño grande, 99 de tamaño medio y 61 de tamaño pequeño. Del total de los 269 árboles identificados, 66 son de tamaño grande (24,5 %), 132 de tamaño medio (49,1 %) y 71de tamaño pequeño (26,4 %).

En cuanto a los ejemplares con riesgo potencial de verse afectados por la alternativa 1, la palmera (86,8 %) y el platanero (62,3 %) son las especies cuyos ejemplares presentan mejor estado. De los 269 ejemplares que corren el riesgo de ser afectados por esta alternativa, 198 presentan un estado bueno (73,6 %), 61 un estado regular (22,7 %), 2 un estado malo (2,2 %) y de 8 de ellos se desconoce el estado (3 %).

Tabla 5. Arbolado afectado por la alternativa 1

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Alianto	*Aliantus altissima*	9	9	0	0	9	0	0	0
Ciprés	*Cupressus sempervirens*	3	2	1	0	3	0	0	0
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	11	0	10	1	10	0	1	0
Morera	*Morus alba*	13	0	12	1	12	0	1	0
Palmera	*Arecaceae sp*	61	53	0	8	53	0	0	8
Platanero	*Platanus x hispanica*	162	2	99	61	101	61	0	0
Tilo	*Tilia platyphyllos*	10	0	10	0	10	0	0	0
Total		**269**	**66**	**132**	**71**	**198**	**61**	**2**	**8**

En la Tabla 6 se presentan los árboles con riesgo potencial de resultar afectados por la alternativa 4, que como se ha indicado anteriormente, comparte gran parte del trazado con la alternativa 1. Esta alternativa afecta a un total de 271 árboles, las especies más numerosas son el platanero con 65 ejemplares, la palmera con 61 y la adelfa con 45. Otras especies afectadas por esta alternativa son la morera (13), el ciprés (12), el pino carrasco (12), la acacia tres espinas (11), el *prunus sp. (11)* y el tilo (10).

Comparando la alternativa 1 con la alternativa 4, la segunda presenta un mayor riesgo potencial de afectar a un número más elevado de especies. No obstante, es casi igual el número de ejemplares afectados (269 por la alternativa 1 y 271 por la alternativa 4). Como ya se ha indicado, el mayor impacto sobre la biodiversidad de especies se debe a que en la avenida Navarra y la calle Rioja se han identificado ejemplares de adelfa y pino carrasco que no corren el riesgo de ser afectados por la alternativa 4.

Analizando el tamaño, los ejemplares grandes con potencial riesgo de verse afectados por la alternativa 1 son la palmera (53), seguido del alianto (9), al igual que en la alternativa 4. Los ejemplares del resto de especies, a excepción del platanero, presentan un tamaño medio. Cabe destacar que prácticamente el 100 % de los plataneros afectados por la alternativa 4 son de tamaño pequeño.

En cuanto al estado de los ejemplares afectados, la adelfa (100 %) y la palmera (86,8 %) son las especies que mejores porcentajes presentan de ejemplares en buen estado respecto al total de afectados por la alternativa 4. En esta alternativa destaca el elevado porcentaje de ejemplares de pino carrasco (100 %) y platanero (98,4 %) con un estado regular.

Tabla 6. Arbolado afectado por la alternativa 4

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Adelfa	*Nerium oleander*	45	0	0	45	45	0	0	0
Alianto	*Aliantus altissima*	9	9	0	0	9	0	0	0
Ciprés	*Cupressus sempervirens*	12	2	7	3	9	0	0	3
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	11	0	10	1	10	0	1	0
Magnolio	*Magnolia soulangiana*	1	0	0	1	1	0	0	0
Morera	*Morus alba*	13	0	12	1	12	0	1	0
Níspero	*Eriobotrya japonica*	13	0	3	10	13	0	0	0
Palmera	*Arecaceae sp*	63	53	0	10	55	0	0	8
Pino carrasco	*Pinus halepensis*	12	0	12	0	0	12	0	0
Platanero	*Platanus x hispanica*	65	3	0	62	3	61	0	1
Prunus sp	*Prunus sp*	14	0	6	8	11	1	2	0
Tilo	*Tilia platyphyllos*	10	0	10	0	10	0	0	0
Otros	-	3	0	0	3	1	0	2	0
Total		**271**	**67**	**60**	**144**	**179**	**74**	**6**	**12**

4.3. ALTERNATIVAS 2 Y 3

Al igual que en el caso de las alternativas 1 y 4, las alternativas 2 y 3 se han proyectado con un trazado bastante similar desde la avenida Madrid hasta la calle Miguel Servet. La alternativa 3 se proyecta por la avenida de Madrid, la calle Rioja y la avenida de Navarra y hasta conectar otra vez con la avenida de Madrid mientras que la alternativa 2 se traza en todo su recorrido por la avenida de Madrid.

A continuación se presentan la Tabla 7 y Tabla 8 en las que se recogen las especies afectadas por estas dos alternativas, el número de ejemplares, el tamaño y el estado de todos los ejemplares.

Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores, ambas alternativas se trazan por el paseo Constitución, espacio clasificado como Zona Verde en la catalogación urbanística. En parte de este paseo se han identificado ejemplares de magnolio de especial valor y de platanero con un tamaño importante.

Tal y como se indica en el apéndice 1 el paseo de la Constitución puede dividirse en dos tramos definidos en base a las actuaciones estructurales que deberían practicarse para la implantación de la línea 2 del tranvía

- TRAMO 1: Entre la plaza Paraíso y las Calles D. Hernando de Aragón.
- TRAMO 2: Entre las Calle Don Hernando de Aragón y el Paseo la Mina.

Ilustración 2. Tramificación del Paseo Constitución según las propuestas de actuación en la estructura del cubrimiento del río Huerva

Partiendo de la premisa que marca el informe de estructuras, adjunto en el anejo 1 del apéndice 1, en el que se indica que para la implantación de las alternativas 2 y 3 de la L2 del tranvía en el tramo comprendido entre la plaza Paraíso y la calle Don

Hernando de Aragón (tramo 1) debe renovarse el cubrimiento. En este tramo se afectará a todo el arbolado, tanto el emplazado en las jardineras del centro del bulevar como el que se localiza entre el bulevar con la calzada.

Si bien, parece bastante viable conservar las jardineras centrales del bulevar entre la Calle Don Hernando de Aragón y el Paseo la Mina del tramo 2. En ellas se localizan los magnolios de mayor valor ornamental.

Según la Tabla 7, donde se presenta el arbolado con riesgo potencial de verse afectado por la alternativa 2, la especie con mayor presencia es el platanero (más del 63 %). En total se han identificado 276 ejemplares de platanero, localizándose fundamentalmente en el paseo de la Constitución (60), paseo de Pamplona (25) y avenida de Madrid (159). Destacando por su tamaño y estado los de ambos paseos; por el contario los de la Avenida Madrid presentan un tamaño menor. El resto de especies afectadas por esta alternativa no superan los 40 ejemplares.

Destacan, como ya se ha mencionado en párrafos precedentes, el riesgo potencial de afectar a 40 ejemplares de magnolio del paseo de la Constitución, especialmente aquellos emplazados entre la calle Juan Bruil y el paseo la Mina, ya que en general son los de mayor tamaño y mejor estado. Los ejemplares de magnolio identificados en el tramo del paseo de la Constitución entre la calle Juan de Bruil y la plaza Aragón son de menor porte y presentan un peor estado.

Ilustración 3. Vista de dos ejemplares de magnolio (Magnolia soulangiana) emplazados en el Paseo de la Constitución

Otras especies que se han identificado son 32 ejemplares de alianto, 20 de acacia tres espinas, 17 de ciprés y 12 de chopo, del resto de especies muestreadas (ver Tabla 7) no superan los 10 ejemplares.

Tabla 7. Arbolado afectado por la alternativa 2

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Álamo blanco	*Populus alba*	6	6	0	0	6	0	0	0
Alianto	*Aliantus altissima*	32	32	0	0	32	0	0	0
Amelia	*Melia azedarach*	1	1	0	0	1	0	0	0
Chopo	*Populus sp*	12	12	0	0	5	0	0	7
Ciprés	*Cupressus sempervirens*	17	3	10	4	17	0	0	0
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	20	9	10	1	19	0	1	0
Magnolio	*Magnolia soulangiana*	40	19	16	5	31	7	1	1
Níspero	*Eriobotrya japonica*	2	0	0	2	2	0	0	0
Palmera	*Arecaceae sp*	3	0	3	0	3	0	0	0
Platanero	*Platanus x hispanica*	276	83	99	94	212	60	1	3
Prunus sp	*Prunus sp*	3	0	3	0	3	0	0	0
Tilo	*Tilia platyphyllos*	1	1	0	0	1	0	0	0
Ligustru,	*Lygustrum sp*	8	0	0	8	8	0	0	0
Fotinia,	*Fotinia, serratifolia*	6	0	0	6	6	0	0	0
Otros	-	5			5	4	1		
Total		**432**	**166**	**141**	**125**	**350**	**68**	**3**	**11**

Analizando el tamaño de los ejemplares, la especie que presenta un mayor número de árboles grandes con riesgo potencial de verse afectados por la alternativa 2 es el platanero (83), seguido del alianto (32), el magnolio (19), el chopo (12) y el álamo blanco (6). La mayor parte de estos ejemplares se localizan en el paseo de la Constitución y en el paseo de Pamplona. Respecto a los ejemplares de tamaño medio, destaca el número de ejemplares de platanero (99), magnolio (16), acacia tres espinas (10) y ciprés (10). Los ejemplares de menor tamaño se corresponden con plataneros (94) emplazados mayoritariamente en la avenida de Madrid, magnolios (5) localizados en el tramo del paseo de la Constitución, entre la plaza Aragón y la calle Juan de Bruil, y el ciprés (5). También cabe destacar el número de ejemplares de tamaño pequeño cuya especie no se ha identificado (19).

En cuanto al estado de los ejemplares afectados, el 75 % presentan un estado bueno, el 15,5 % un estado regular, el 0,7 % un estado malo y del 2,5 % se desconoce su estado.

Las especies más numerosas afectadas por esta alternativa, platanero y magnolio, presentan respectivamente el 76,8 % y 77,5 % de los ejemplares muestreados en buen estado.

En la Ilustración 4 se representa la zona verde del Paseo de la Constitución afectada por las alternativas 2 y 3. Como puede apreciarse la mayor parte de los plataneros se localizan en el límite del paseo con la calzada, entre la plaza Basilio Paraíso y la calle Juan de Bruil. Todos los magnolios se emplazan en las jardineras del centro del paseo, siendo el tramo de mayor valor el comprendido entre las calles Juan de Bruil y Mariano Escar.

Ilustración 4. Detalle del arbolado identificado por especies en el Paseo de la Constitución

La alternativa 3 presenta un riesgo potencial de afectar a un total de 434 ejemplares, dos más que la alternativa 2. La especie más afectada por esta alternativa es el platanero (179), seguido de la adelfa (45), el magnolio (41), el alianto (32), el ciprés (26), la acacia tres espinas (20), el níspero (15), el *Prunus sp*. (13) y el pino carrasco (12).

Analizando el tamaño de los ejemplares, la especie que presenta un mayor número de árboles grandes con riesgo potencial de verse afectados por la alternativa 3 es el platanero (84), seguido del alianto (32), el magnolio (19), el chopo (12) y el álamo blanco (6). La mayor parte de estos ejemplares se localizan en el paseo de la Constitución y en el paseo de Pamplona. Respecto a los ejemplares de tamaño medio, destaca el número de ejemplares de ciprés (16), magnolio (16), pino carrasco (12) y acacia de tres espinas (10). Los ejemplares de menor tamaño se corresponden con plataneros (95), emplazados mayoritariamente en la avenida de Madrid, y las adelfas (45) localizadas en el tramo de la avenida de Navarra y la calle Rioja. También cabe destacar el número de ejemplares de tamaño pequeño cuya especie no se ha identificado (25).

Tabla 8. Arbolado afectado por la alternativa 3

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Adelfa	*Nerium oleander*	49	0	0	49	49	0	0	0
Álamo blanco	*Populus alba*	6	6	0	0	6	0	0	0
Alianto	*Aliantus altissima*	32	32	0	0	32	0	0	0
Amelia	*Melia azedarach*	1	1	0	0	1	0	0	0
Chopo	*Populus sp*	12	12	0	0	5	0	0	7
Ciprés	*Cupressus sempervirens*	27	3	16	8	24	0	0	3
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	20	9	10	1	19	0	1	0
Magnolio	*Magnolia soulangiana*	41	19	16	6	32	7	1	1
Níspero	*Eriobotrya japonica*	15	0	3	12	15	0	0	0
Palma	*Arecaceae sp*	2	0	0	2	2	0	0	0
Palmera	*Arecaceae sp*	3	0	3	0	3	0	0	0
Pino carrasco	*Pinus halepensis*	12	0	12	0	0	12	0	0
Platanero	*Platanus x hispanica*	179	84	0	95	114	61	1	3
Prunus sp	*Prunus sp*	15	0	0	15	13	1	1	0
Tilo	*Tilia platyphyllos*	1	1	0	0	1	0	0	0
Ligustru,	*Lygustrum sp*	8	0	0	8	8	0	0	0
Fotinia,	*Fotinia, serratifolia*	6	0	0	6	6	0	0	0
Otras	-	5	0	0	5	4	1	0	0
Total		**434**	**167**	**69**	**207**	**334**	**82**	**4**	**14**

4.4. RAMALES DE LAS FUENTES – SAN JOSÉ

Los ramales de Las Fuentes y San José son comunes a todas las alternativas. El ramal de Las Fuentes afecta a arbolado urbano en ambos sentidos (este-oeste, trazado por Rodrigo Rebolledo y oeste-este trazado por Compromiso de Caspe). El mayor impacto en el ramal de San José se identifica en el tramo comprendido entre el Paseo del Canal y la Avenida de Cesáreo Alierta.

A continuación se presentan la Tabla 9y Tabla 10 en las que se recogen las especies afectadas por estos dos ramales que son comunes en las cuatro alternativas. En esta tabla se incluye el número de ejemplares afectados clasificados por especie, tamaño y estado.

El ramal de Las Fuentes se traza por la calle Compromiso de Caspe (dirección oeste-este) y por la calle Rodrigo Rebolledo (dirección este-oeste). En total se han identificado 174 árboles con riesgo potencial de verse afectados, siendo el platanero la especie más numerosa (116), seguido de la acacia tres espinas (25) y el pino carrasco (17) y el fresno de hoja ancha (16).

Tabla 9. Arbolado afectado por el ramal de Las Fuentes (común en todas las alternativas)

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	25	8	6	11	11	2	1	11
Pino Carrasco	*Pinus halepensis*	17	9	4	4	9	2	6	0
Platanero	*Platanus x hispanica*	116	18	60	38	90	18	7	1
Fresno de hoja ancha	*Fraxinus excelsior*	16	0	0	16	16	0	0	0
Total		**174**	**35**	**70**	**69**	**126**	**22**	**14**	**12**

En cuanto al tamaño, más del 40 % de los ejemplares identificados son de tamaño medio, en torno al 20 % se consideraran de porte grande y el 30 % se corresponden con árboles de tamaño pequeño. Por especies, la que presenta un mayor número de árboles de tamaño grande es el platanero, seguido del pino carrasco y de la acacia tres espinas.

En cuanto al estado, la especie que presenta un mayor número de ejemplares en buen estado es el platanero (90), seguido de la acacia tres espinas (11) y el pino carrasco (9).

El ramal de San José se traza desde el paseo del Canal por la avenida de San José hasta la calle Miguel Servet donde se une al ramal de Las Fuentes. En total corren el riesgo de ser afectados 70 de árboles, siendo la especie más representada la acacia tres espinas (39 ejemplares), seguida del alianto (24 ejemplares) y del platanero (3 ejemplares). Por otro lado, existen 4 ejemplares con riesgo potencial de verse afectados que no se ha identificado a qué especies pertenecen.

Por tramos, como ya se ha indicado anteriormente, el mayor número de especies se concentran en la avenida San José entre la avenida de Cesáreo Alierta hasta el Paseo del Canal (67 ejemplares) y en el tramo comprendido entre Miguel Servet y la avenida de Cesáreo Alierta únicamente se afectan a 3 ejemplares.

Tabla 10. Arbolado afectado por el ramal de San José. (Común en todas las alternativas)

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Alianto	*Aliantus altissima*	25	2	14	9	21	0	4	0
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	39	0	30	9	36	0	3	0
Platanero	*Platanus x hispanica*	3	0	3	0	3	0	0	0
Otros	-	3	0	2	1	3	0	0	0
Total		**70**	**2**	**49**	**19**	**63**	**0**	**7**	**0**

4.5. EXTENSIÓN A LA CARRETERA MADRID

Este ramal se proyecta desde el inicio de la línea en la avenida Madrid por la carretera de Madrid hasta su intersección con la ronda Ibón de Plan.

Las especies arbóreas con riesgo potencial de ser afectadas son muy pocas (21); todas ellas se localizan en el entorno de la intersección de la avenida de Madrid con la Vía de la Hispanidad (12) y con la intersección de la Carretera de Madrid con el Anillo Verde (9).

A continuación se presenta una tabla con el número de especies identificadas, su tamaño y estado. Como puede apreciarse se han identificado 3 ejemplares de tamaño grande, todos ellos se corresponden con pino carrasco, tres ejemplares de tamaño medio y 15 ejemplares de tamaño pequeño. En cuanto al estado, se han identificado 11 ejemplares que presentan un estado bueno, 6 con un estado regular y 4 con un estado malo. Cabe destacar que, los 10 ejemplares en estado malo o regular se corresponden con plataneros (9 de ellos emplazados en la intersección de la carretera de Madrid con el Anillo Verde).

Tabla 11. Arbolado afectado por la extensión a la carretera Madrid desde la Av. Madrid

			TAMAÑO			ESTADO			
Nombre común	**Nombre científico**	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Palma	*Arecaceae sp*	1	0	0	1	1	0	0	0
Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	1	0	1	0	1	0	0	0
Ciprés	*Cupressus sempervirens*	3	0	2	1	3	0	0	0
Olivo	*Olea europea*	3	0	0	3	3	0	0	0
Pino Carrasco	*Pinus halepensis*	3	3	0	0	3	0	0	0
Platanero	*Platanus x hispanica*	10	0	0	10	0	6	4	0
Total		**21**	**3**	**3**	**15**	**11**	**6**	**4**	**0**

4.6. ÁRBOLES SINGULARES

El catálogo de árboles monumentales de Zaragoza pretende la puesta en valor de un legado natural. La importancia de estos ejemplares tiene también connotaciones culturales, sociales e históricas que no se pueden ignorar, porque forman parte de las señas de identidad de la capital aragonesa.

El catálogo de árboles singulares, que aprobó el Ayuntamiento en sesión plenaria en octubre de 2005, es un punto y aparte en la manera de gestionar el arbolado de la ciudad.

Para analizar la afección de las alternativas propuestas se han seleccionado aquellos árboles singulares que se localizan dentro de la banda de 30 m desde la localización del ejemplar hasta el límite de las obras. Se ha seleccionado esta banda ya que se considera que a una distancia superior a 30 m del límite de las obras es muy difícil que se afecte al arbolado y, por el contrario, dentro de esta cabe la posibilidad de que el arbolado se vea afectado por movimientos de la maquinaria durante la ejecución de las obras.

En la Tabla 12 se presentan los ejemplares de árboles singulares según el catálogo que corren el riesgo de ser afectados por las alternativas estudiadas

Tabla 12. Árboles singulares de Zaragoza con posibilidad de ser afectados por alguna de las alternativas.

Código	Nombre común	Nombre científico	Barrio	Calle	Alternativas
17	Acacia tres espinas	*Gleditsia triacanthos*	Las Fuentes	Compromiso de Caspe	Ramal Las Fuentes
33	Platanero de sombra	*Platanus x hispanica*	Delicias	Celso Emilio Ferreiro	Alternativas 4 y 3
40	Álamo	*Populus alba*	Portillo	Plaza del Portillo	Alternativas 1 y 4
44	Chopo negro	*Populus nigra*	San Miguel	Puente San Miguel	Ramal Las Fuentes
46	Chopo negro	*Populus nigra*	Centro	Paseo Constitución	Alternativas 2 y 3
50	Alianto	*Alianthus altissima*	Centro	Paseo Constitución	Alternativas 2 y 3
51	Alianto	*Alianthus altissima*	Centro	Paseo Constitución	Alternativas 2 y 3

Según el catálogo de árboles de Zaragoza al se han identificado 5 ejemplares dentro de la banda indicada a los que se han añadido dos más al encontrarse en el límite. No obstante, algunas de estos ejemplares pertenecen a especies que están incluidas en el Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras, de ahí que en el anejo III de la actual Ordenanza de protección del arbolado urbano, se descarte la inclusión de las siguientes especies: nº 17 acacia de tres espinas (*Gleditsia triacanthos),* nº 50 y 51 alianto (*Alianthus altissima).*

A continuación se comenta y detalla la posible afección de las alternativas proyectadas sobre estos ejemplares incluidos en el catálogo de árboles singulares de Zaragoza que no han sido descartados por incluirse en el R.D. 1628/211, de 14 de noviembre.

- **Nº 33. Platanero de Sombra (*Platanus x hispanica*). Delicias**

El platanero se emplaza en la calle Celso Emilio Ferreiro esquina con el parque Castillo Palomar, en el barrio de Delicias.

El motivo o singularidad de este ejemplar para ser incluido en el catálogo es su tamaño y porte. El estado de conservación es muy bueno.

Este ejemplar se localiza fuera del buffer de 30 m desde el eje del tranvía; no obstante al encontrarse a 28,9 m del límite exterior de las obras del ramal este-oeste de las alternativas 3 y 4 se ha incluido también.

Como puede apreciarse en la Ilustración 5, el árbol se localiza próximo al límite exterior del ramal con dirección este-oeste.

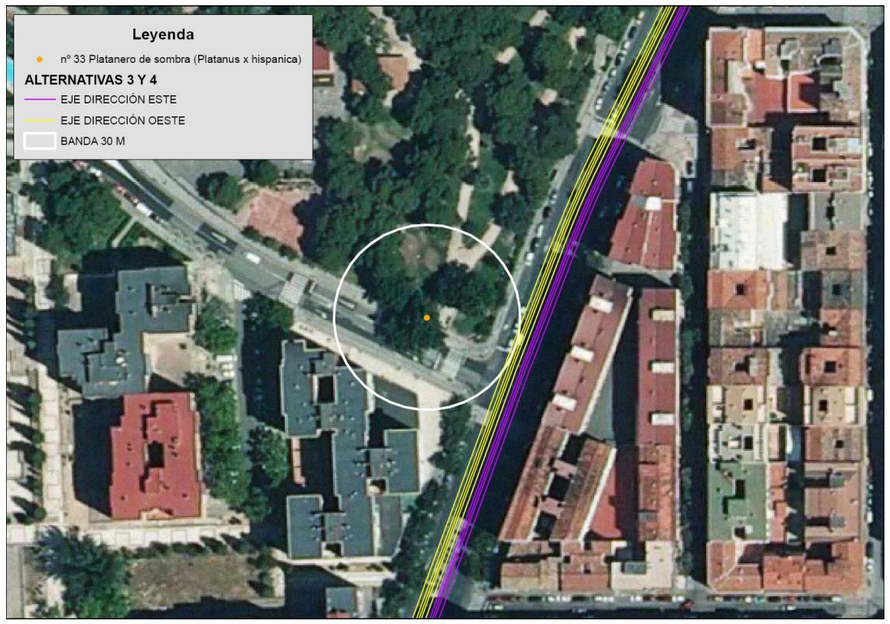


Ilustración 5. Detalle del emplazamiento del Platanero de sombra respecto a las alternativas 3 y 4

- **Nº 40. Álamo (*Populus alba*). Portillo**

El álamo se localiza en la Plaza del Portillo, frente al inicio de la calle Agustina de Aragón.

Este ejemplar se localiza a 29,5 m del límite exterior del ramal oeste-este de las alternativas 1 y 4.

El motivo o singularidad de este ejemplar para ser incluido en el catálogo es su porte, tratándose de un ejemplar situado en el casco urbano.

Su estado de conservación es bueno. Tiene descompensada su forma por la poda de una rama principal y presenta una oquedad en el tronco, cubierta en parte por el parterre elevado.

Como puede apreciarse en la Ilustración 6, el árbol se localiza próximo al límite exterior del ramal con dirección oeste-este.

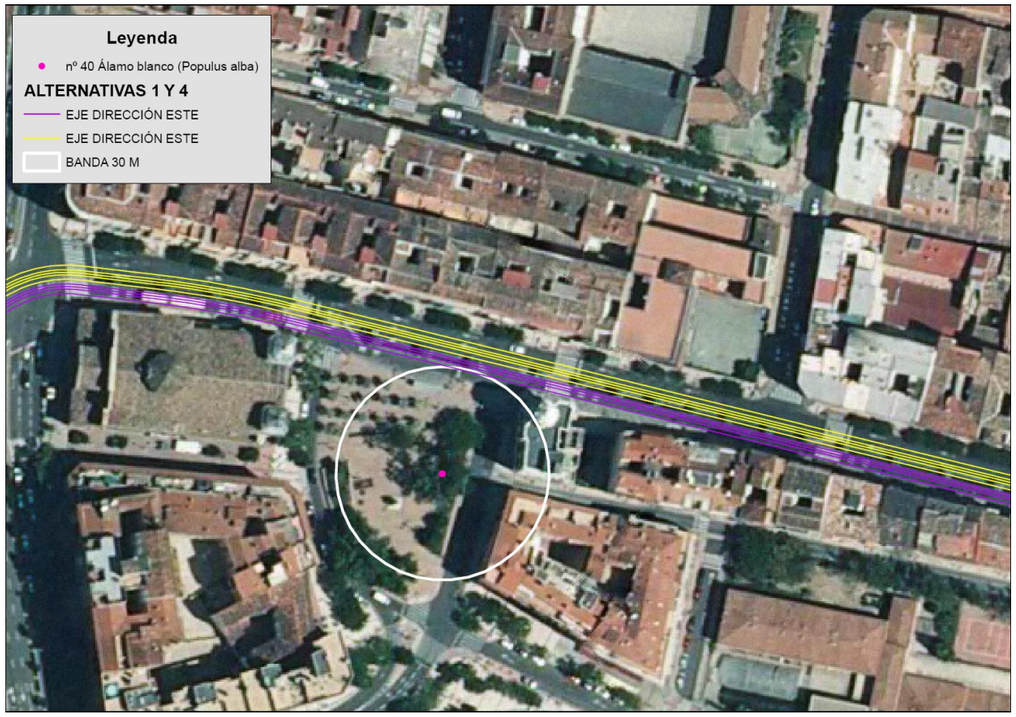


Ilustración 6. Detalle del emplazamiento del Chopo negro respecto al trazado de las alternativas 1 y 4 en la calle de Conde Aranda

- **Nº 44. Chopo negro (*Populus nigra*). San Miguel**

El chopo negro se localiza en la ribera del río Huerva, junto al puente de la calle Miguel Servet esquina con la calle Asalto como puede apreciarse en la Ilustración 7

Este ejemplar se localiza a 7,1 m del ramal con dirección este-oeste de Las Fuentes (se incluye en todas las alternativas).

El motivo de la singularidad es su tamaño y el estado de conservación es regular, ya que tiene varias ramas secas y rotas.

Ilustración 7. Detalle del emplazamiento del chopo negro en el puente de San Miguel

- **Nº 46. Chopo negro (*Populus nigra*). Centro**

Este ejemplar se localiza en el paseo de la Constitución, frente al número 16, junto al seto que separa la calzada de la sección central del paseo.

El motivo de la singularidad es su porte y el gran tamaño de la copa. El estado de conservación es bueno.

El limite interior de las alternativas 2 y 3 afectan directamente a este ejemplar tal y como puede apreciarse en la Ilustración 8.

Ilustración 8.Detalle del emplazamiento del chopo negro (nº 46)

4.7. CONCLUSIONES

Las dos alternativas que afectan a un mayor número de árboles son las alternativas nº 2 y 3, siendo casi iguales el impacto provocado. Estas dos alternativas se diferencian en que la nº 2 afecta a un mayor número de árboles de tamaño medio (260) que la nº 3 (188).

Tabla 13. Arbolado afectado y características por cada una de las alternativas (incluye el ramal de Las Fuentes San José) y la extensión a la carretera Madrid

		TAMAÑO			ESTADO			
Alternativa	**Nº Ejemplares**	**Tamaño Grande**	**Tamaño Medio**	**Tamaño Pequeño**	**Estado Bueno**	**Estado Regular**	**Estado Malo**	**Estado NS**
Alternativa 1	513	103	251	159	387	83	23	20
Alternativa 2	676	203	260	213	539	90	24	23
Alternativa 3	678	204	188	295	523	104	25	26
Alternativa 4	515	104	179	232	368	96	27	24
Extensión Carretera Madrid	21	3	3	15	11	6	4	0

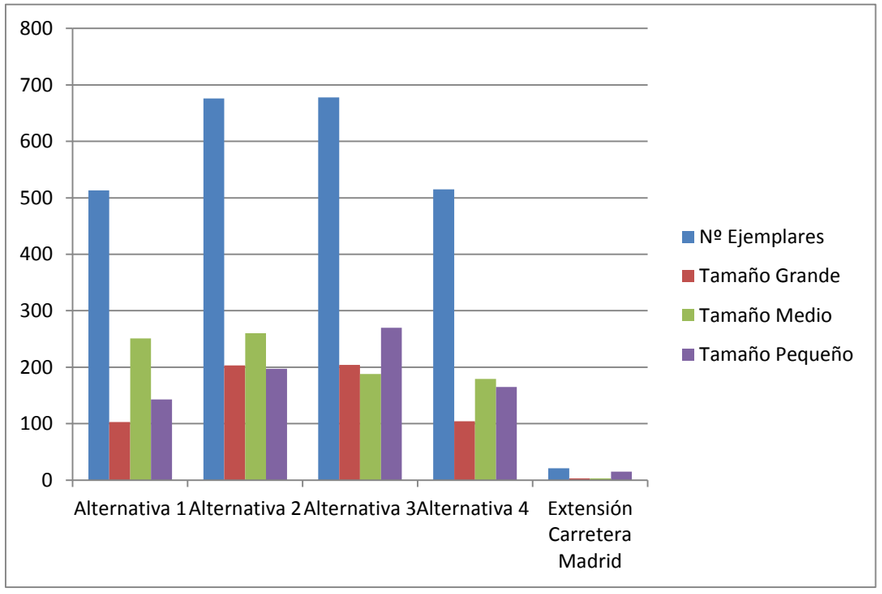


Gráfico 1. Arbolado afectado según su tamaño por cada una de las alternativas y la extensión desde la glorieta de los Enlaces por la Crta. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la Ronda Ibón de Plan

A continuación se presenta un gráfico donde se representan el número de ejemplares afectados por cada una de las alternativas según su estado. Como puede apreciarse, el arbolado en buen estado es el más afectado por todas las alternativas, siendo mayor en las alternativas 2 y 3.

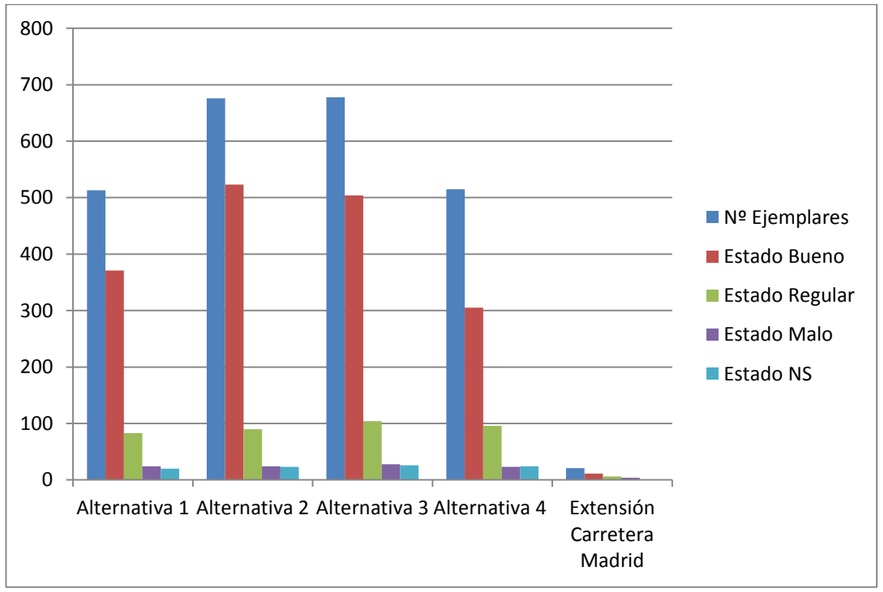


Gráfico 2. Arbolado afectado según su estado por cada una de las alternativas y la extensión desde la glorieta de los Enlaces por la Crta. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la Ronda Ibón de Plan

Respecto a las zonas verdes contempladas en el Plan General de Ordenación Urbana las alternativas 2 y 3 afectan una mayor superficie que las alternativas nº 1 y 2. Esta circunstancia se debe a que las primeras se plantean por el paseo de la Constitución que está declarado todo él como zona verde, mientras que las alternativas nº 1 y 2 solo afectan a una pequeña superficie en la Plaza de la Ciudadanía. La extensión desde la avenida Madrid por la carretera Madrid afecta a una superficie de Zona Verde de 1.276 m^2.

Tabla 14. Superficies (m^2) de zonas verdes afectadas por cada alternativa

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Ext. Ctra. Madrid
489	2.065	2.065	489	1.276

En cuanto a la biodiversidad, la alternativa que afecta a un mayor número de especies es la alternativa 3 (15), seguido de las alternativas 2 (12), 4 (12) y 1 (7).

Por último, las alternativas que suponen un mayor impacto sobre los árboles singulares son las alternativas 2 y 3 que afectan directamente a 1 ejemplar (chopo negro).

La reposición de arbolado será definida como medida correctora en fases posteriores del desarrollo de los trabajos, garantizándose la plantación del mismo número de ejemplares respecto a los eliminados.

5. RUIDO

Para la valoración del ruido se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Exposición:
  - Número de personas que viven en portales emplazados dentro de las bandas de 20, 30 y 50 m.
  - Metros lineales (a 30 m del límite exterior de cada alternativa) que afecta a la zonificación del ruido.
- Elementos que generan ruido:
  - Número de vehículos privados antes y después de la actuación (situación actual y futura) en las calles afectadas por cada una de las alternativas.
  - Número de vehículos privados antes y después de la actuación (situación actual y futura) en la ciudad de Zaragoza.
  - Características técnicas (pendientes y radios de giro) de cada una de las alternativas.

En fases posteriores del proyecto, para la realización del estudio de ruido, se tendrá en cuenta la legislación vigente en materia de ruido.

5.1. EXPOSICIÓN

Para valorar los impactos provocados por el ruido de cada una de las alternativas se ha estudiado, por un lado, el número de personas expuestas en una banda de 20, 30 y 50 m desde los ejes de cada una de las alternativas y, por otra parte, los metros lineales de usos del suelo afectados (a una banda de 30 m) por cada una de las alternativas, teniendo en cuenta la zonificación establecida en el Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza.

Los datos de población obtenidos para las bandas de exposición definidas son aproximados ya que están asociados a habitantes por portal por lo que no responden a la ubicación o disposición real de la vivienda

Los ramales comunes (Las Fuentes y San José) en todas sus bandas presentan mayor población que el total de las alternativas 1 y 4. Esta población es algo inferior a la existente dentro de las bandas propuestas de las alternativas 2 y 3.

La alternativa que mayor población presenta dentro de las tres bandas es la alternativa 3, seguido de la 2, la 4 y la 1. Es decir, las que se trazan por el paseo de María Agustín y por la avenida de Navarra son las que mayor población próxima a los ejes planteados.

A continuación se presenta una tabla con los porcentajes relativos al total de la población dentro de la banda de 50 m en la banda de 20 m, entre los 20 y 30 m y entre 30 y 50 m.

Tabla 15. Población y porcentaje de ésta respecto al total dentro de las bandas de 0 a 20, de 20 a 30 y de 30 a 50 m de cada una de las alternativas

Itinerario	Banda de 20 m	%	Banda de 30 m	%	Banda de 50 m	%
Alternativa 1 (sin ramales)	5.231	42,7	2.585	21,1	4.447	36,3
Alternativa 2 (sin ramales)	7.240	43,2	3.303	19,7	6.197	37,0
Alternativa 3 (sin ramales)	8.107	43,3	3.499	18,7	7.135	38,1
Alternativa 4 (sin ramales)	6.037	43,2	2.857	20,4	5.077	36,3
Ramal Las Fuentes-San José	6.846	44,3	2.412	15,6	6.185	40,1
Extensión carretera Madrid	218	17,7	128	10,4	885	71,9

Como puede apreciarse en la Tabla 15 respecto al total de la población dentro de la banda de 50 m la alternativa que presenta mayores porcentajes en la banda de 0 a 20 m son los ramales de Las Fuentes y San José (44,3 %). Dentro de esta banda de 20 m las cuatro alternativas presentan valores porcentuales muy similares, en torno al 43 %. Dentro de la banda de 20 a 30 m la que mayor porcentaje presenta es la alternativa 1 (21,1 %), seguido de la alternativa 4 con el 20,4 %. Las alternativas 2 y 3 presentan valores porcentuales de 19,7 y 18,7 % y los ramales de Las Fuentes-San José 15,6 %. Dentro de la última banda estudiada, comprendida entre los 30 y 50 m desde el eje, la que presenta mayores porcentajes son los ramales de las Fuentes-San José (40,1 %), seguido de la alternativa 3 (38,1 %), la 2 (37 %) y la 1 y 4 con 36,3 %.

Por otro lado, mencionar que la extensión de la carretera Madrid presenta ratios de población muy bajos dentro de las bandas de 0 a 20 m (inferiores al 20 %) y de 20 a 30 m (10,4 %). Siendo elevado el porcentaje de población entre los 30 y 50 m (71,9 %).

De tal forma que, la alternativa que presentará mayor número de población expuesta al ruido emitido por el tranvía es la 3, seguido de la 2, la 4 y la 1. También cabe destacar el número de población dentro de la banda de 50 m en los ramales de las Fuentes y San José, siendo superior al total de la población dentro de la banda de 50 m de las alternativas 1 y 4.

Para analizar las longitudes afectadas según la zonificación de ruido, se ha trazado una línea paralela a 30 m del límite exterior de cada uno de los ejes (dirección O-E y dirección E-O), información que se ha cruzado con la zonificación de usos del suelo (PGOU) la cual dispone de unos umbrales de ruido establecidos en la ordenanza municipal de ruido vigente.

De acuerdo con la ordenanza municipal para la protección contra ruidos y vibraciones (BOPZ nº 280, de 5 de diciembre de 2001) se definen unas áreas acústicas:

a) Ambiente exterior:

- Tipo I: Comprende sectores de territorio de alta sensibilidad acústica (hospitales, centros educativos o culturales) (Zonas A y E).
- Tipo II: Comprende sectores de territorio con predominio de suelo urbano o urbanizable de uso residencial, comercial y de servicios (Zonas C, D, F y V).
- Tipo III: Comprende las "zonas E" contempladas en el Plan General de Ordenación Urbana.
- Tipo IV: Comprende sectores territorio de suelo de uso industrial, terminales de transporte de mercancías y actividades logísticas.
- Tipo V: Comprende sectores de territorio afectados por zonas de afecciones acústicas. Estas servidumbres se consideran ligadas a los sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que lo exijan, como vías férreas, y serán delimitadas en cada caso por el Ayuntamiento.

A continuación se presenta una tabla con los metros lineales de cada una de las zonificaciones de ruido que resultan afectadas por el ramal de Las Fuentes-San José y las alternativas propuestas.

Tabla 16. Metros lineales a 30 m del límite exterior de los ejes del tranvía de la zonificación del suelo

ZONAS	ZONAS A y E	ZONAS C, D, F y V	ZONA E (PGOU)	TOTAL
Límite Ruido	**Tipo I**	**Tipo II**	**Tipo III**	
Alternativa 1 (sin ramales)	6.153,58	230,3	0	6.383,88
Alternativa 2 (sin ramales)	5.485,68	207,91	154,5	5.693,59
Alternativa 3 (sin ramales)	5.585,01	334,52	154,5	5.919,53
Alternativa 4 (sin ramales)	6.473,21	356,91	0	6.830,12
Ramal Las Fuentes-San José	4.664,64	505,77	0	5.170,41
Extensión carretera Madrid	115	117	0	232

Como puede apreciarse en la Tabla 16, la mayor longitud de zonificación afectada, en todas las alternativas se corresponde con la Zonas A y E (Tipo I), seguido de las zonas C, D, F y V (Tipo II) que comprende los sectores del territorio con predominio de suelo urbano o urbanizable de uso residencial, comercial y de servicios y, por último, las zonas clasificadas como E en el Plan General de Ordenación Urbana (Tipo III). Los impactos sobre estas últimas zonas son mayores en las alternativas 2 y 3, identificándose únicamente 154,5 m, a la altura de la calle José María Escrivá de Balaguer (Averly).

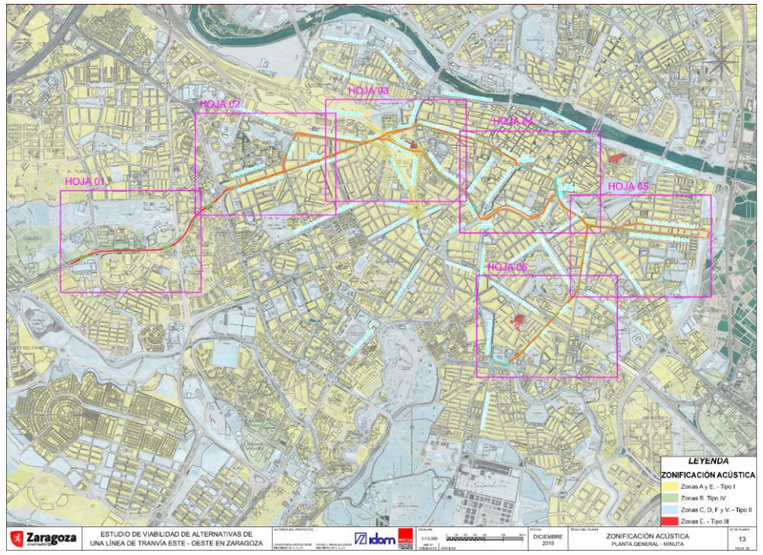


Ilustración 9. Zonificación acústica según la ordenanza municipal de ruido

Según la afección a las zonas del suelo clasificadas de acuerdo a la zonificación de ruido, la alternativa 4, es la que afecta a una mayor longitud de zonas de Tipo I (donde los límites de ruido son más restrictivos), seguido de las alternativas 1, 3 y 2.

5.2. ELEMENTOS QUE GENERAN RUIDO

La implantación de la línea 2 del tranvía supone una modificación de los elementos/factores generadores de ruido. Contribuyendo a la reducción del impacto acústico. Este medio de transporte incorpora elementos antivibratorios. Uno de los más importantes en una ciudad es el tráfico rodado (transporte privado y público). A continuación se analiza el volumen de tráfico rodado en la actualidad y el estimado en hora punta para un día laborable.

Para cada uno de los modelos donde se ha estudiado la demanda se han analizado los vehículos públicos y privados en las calles de los tramos comunes, es decir en los ramales de Las Fuentes-San José, en las calles por donde se trazan las alternativas, en el total del trazado (calles del tramo común y calles afectadas por el resto de alternativas) y en el total de la ciudad.

5.2.1. ESTUDIO DE DEMANDA

A partir de los modelos de demanda de tráfico realizados, se ha estudiado la situación actual y futura según la implantación de cada una de las alternativas planteadas en las calles afectadas por cada una de las alternativas durante la hora punta de una jornada laborable.

5.2.1.1. Escenario actual

Como puede apreciarse en la Tabla 17 la alternativa por cuyo trazado circulan en la actualidad un mayor número de vehículos privados es la alternativa 3 (31.372), seguido de la alternativa 2 (27.973), incluyéndose en ambas los ramales de Las Fuentes y San José. Estas dos alternativas se trazan por el Paseo de María Agustín, Paseo Pamplona, Paseo de la Constitución,… todas ellas se corresponden con calles de al menos cuatro carriles (2 por dirección). Mientras que las alternativas 1 (16.878) y 4 (21.645) al trazarse en buena parte por el casco histórico, afectan a calles de un solo carril por sentido (Coso, Conde Aranda,…) o incluso prohibidas al tráfico privado como es el tramo del Coso entre la Plaza de España y Conde Aranda, por lo que, el número de vehículos que circulan actualmente es mucho menor.

Tabla 17. Tráfico privado en la situación actual en las calles afectadas por cada una de las alternativas

	SITUACIÓN ACTUAL DIRECCIÓN W-E	SITUACIÓN ACTUAL DIRECCIÓN E-W	TOTAL VEHÍCULOS PRIVADOS (CALLES AFECTADAS)
	Volumen Vehículos Privados	Volumen Vehículos Privados	
Alternativa 1	9.454	7.424	16.878
Alternativa 2	13.479	14.484	27.963
Alternativa 3	14.095	17.277	31.372
Alternativa 4	9.382	12.263	21.645

La diferencia entre las alternativas 1-2 y 3-4 se debe a que la Calle Rioja y la Avenida Navarra por donde se trazan las alternativas 3 y 4 presentan un mayor volumen de tráfico que la Avenida Madrid por donde se proyectan las alternativas 1 y 2.

5.2.1.2. Escenario futuro

A continuación se presenta una tabla de la situación futura del tráfico privado e con el reordenamiento del sistema de transporte público, donde se presentan los vehículos privados que circularían con la implantación de cada una de las alternativas (cada alternativa incluye los datos de los ramales comunes a todas las alternativas de Las Fuentes San José) por las calles que se traza cada una de las alternativas.

Tabla 18. Tráfico privado en la situación futura en las calles afectadas por cada una de las alternativas

	SITUACIÓN FUTURA DIRECCIÓN O-E	SITUACIÓN FUTURA DIRECCIÓN E-O	TOTAL VEHÍCULOS PRIVADOS (CALLES AFECTADAS)
	Volumen Vehículos Privados	Volumen Vehículos Privados	
Alternativa 1	5.116	3.372	8.488
Alternativa 2	7.808	7.487	15.295
Alternativa 3	10.125	11.589	21.714
Alternativa 4	7.065	8.360	15.425

Como puede apreciarse en la Tabla 18 la alternativa que presenta un menor número de vehículos privados es la alternativa nº 1, seguido de la 2, la 4 y la 3.

Lo más interesante para valorar los elementos que provocan ruido, es ver qué alternativas suponen un mayor descenso en el número de vehículos privados respecto a la situación actual. En la siguiente tabla (Tabla 19) se presentan las diferencias de tráfico privado entre la situación actual y futura en las calles que se trazan cada una de las alternativas.

Tabla 19. Diferencia de vehículos privados de la actual y futura

	Total Vehículos Privados (situación actual)	Total Vehículos Privados (situación futura)	Diferencia
Alternativa 1	16.845	8.488	- 8.357
Alternativa 2	27.536	15.295	- 12.241
Alternativa 3	31.013	21.714	- 9.299
Alternativa 4	21.865	15.425	- 6.440

En relación a las diferencias de vehículos de transporte privado resultantes de la implantación de cada una de las alternativas respecto a la situación actual, como podemos apreciar en la Tabla 19, la alternativa que supone una mayor reducción del tráfico privado es la alternativa 2, seguida de la 3, la 1 y la 4.

En el caso del transporte público (bus) se analizará el ruido provocado por éste en fases posteriores, dado que no se conoce la frecuencia que tendrán las líneas de bus después de la implantación de la línea 2 del tranvía.

En el caso del tranvía se estudia en el siguiente apartado las características del trazado (radios de curva y pendientes) que son los factores que en mayor medida determinan la emisión de ruido.

Por todo ello, se considera que la alternativas 2 y 3 son las que implican una mayor reducción del tráfico privado, y en consecuencia del ruido generado por los vehículos privados.

5.2.2. CARACTERÍTICAS DEL TRAZADO

Se han estudiado las pendientes y radios de giro de los ejes de las cuatro alternativas para analizar cómo pueden afectar estos parámetros del trazado de cada eje en la emisión de ruido.

Pendientes

Dependiendo de las pendientes de los ejes de cada una de las alternativas variará el ruido emitido por el propio tranvía. A mayor pendiente mayor rozamiento del tranvía y, en consecuencia, mayor será el ruido emitido por el tranvía.

A continuación se presentan las pendientes de cada uno de los ejes de las alternativas estudiadas. Las pendientes se han dividido en tres categorías: inferior al 2 %, entre el 2 y el 5 % y mayores del 5 %.

Como puede apreciarse en la Tabla 20, las longitudes de los tramos con pendiente superior al 5 % son similares en todos los ejes de las alternativas estudiadas (313 m) localizándose la mayor parte en la Avenida de San José. Los tramos con pendientes entre el 2 y 5 % son mayores en el eje E-W de la alternativa 3, ya que ésta discurre por la Calle Rioja. De todas formas, este factor es muy similar en todas las alternativas por lo que no se tendrá en cuenta a la hora de decidir qué alternativa provoca menos impactos desde el punto de vista acústico.

Tabla 20. Longitudes según la pendiente de cada una de las alternativas y los ramales comunes a todas las alternativas de Las Fuentes y San José

	SUBIDA			BAJADA		
	< 2 %	Entre 2 y 5	> 5 %	< 2 %	Entre 2 y 5	> 5 %
Alternativa 1 Eje O-E	2.379,50	336	312,3	3.123,3	76,8	0
Alternativa 1 Eje E-O	3.020,3	332,6	319,4	2.391,8	178,1	0
Alternativa 2 Eje O-E	2.935,8	420,88	265,9	2.697,1	168,7	0
Alternativa 2 Eje E-O	2.864,1	422,5	315,4	2.847,0	53,1	0
Alternativa 3 Eje O-E	2.778,73	479,168	316,27	2.844,9	247,6	76,80
Alternativa 3 Eje E-O	2.966,1	548,7	313,38	2.764	88	79,0
Alternativa 4 Eje O-E	3.007,1	450,9	312,3	2.531,7	103,3	76,8
Alternativa 4 Eje E-O	3.098,6	489,3	320,4	2.359,8	151,7	79,0
Ramales Las Fuentes-San José Eje O-E	530,9	0	0	1.079,7	0	0,0
Ramales Las Fuentes-San José Eje E-O	1.165,7	129,6	0	309,6	0	0

Radios de giro

Otro factor que interviene directamente en la emisión de ruido por parte del tranvía es el radio de las curvas de los trazados proyectados para cada eje. A menor radio, mayor será el rozamiento del tranvía y, por tanto, mayor será el ruido emitido.

A continuación se presenta una tabla con las distancias de tramos curvos y rectos. Los tramos curvos se han subdividido en cuatro categorías: radio inferior a 50 m, entre 50 y 100 m, entre 100 y 200 m y mayor de 200 m. Además se presentan las distancias de las clotoides (cuyo radio de curvatura disminuye de manera inversamente proporcional).

Tabla 21. Tramos de curvas, rectas y clotoides de cada una de las alternativas y el ramal de Las Fuentes y San José

	CURVAS				CLOTOIDES	RECTAS	TOTAL
	RADIO <50 m	RADIO 50 – 100 m	RADIO 100-200 m	RADIO >200 m			
Alternativa 1 Eje O-E	167,3	173,8	139,5	1.846,1	527,2	3.375,0	6.228,8
Alternativa 1 Eje E-O	147,4	212,0	89,2	1.915,2	545,7	3.333,3	6.242,8
Alternativa 2 Eje O-E	225,6	244,8	67,4	1.751,8	844,9	3.354,2	6.488,7
Alternativa 2 Eje E-O	173,9	249,9	74,3	1.998,6	874,9	3.131,2	6.502,8
Alternativa 3 Eje O-E	296,7	387,4	67,4	913,3	890,0	4.188,8	6.743,5
Alternativa 3 Eje E-O	247,2	402,2	74,3	1.447,2	858,8	3.729,8	6.759,5
Alternativa 4 Eje O-E	238,3	243,4	139,5	1.291,7	517,4	4.053,2	6.483,7
Alternativa 4 Eje E-O	220,7	288,2	89,2	1.300,1	444,1	4.157,4	6.499,6
Ramales Las Fuentes-San José Eje O-E	103,5	38,3	19,6	948,5	91,8	409,1	1.610,8
Ramales Las Fuentes-San José Eje E-O	119,8	48,5	28,0	210,2	111,1	1.087,6	1.605,1

Si se analiza la tabla anterior, teniendo en cuenta la premisa de que a menor radio mayor ruido emitido, los ejes que presentan curvas con radios pequeños (<50 m) durante mayor longitud son los correspondientes a la alternativa 3 en sentido O-E (296,7 m) y E-O (247,2 m)

Por corredores, como se ha indicado anteriormente las alternativas que suponen una mayor reducción del volumen de tráfico privado son las alternativas 2 y 3, seguido de las alternativas 1 y 4. Respecto al trazado en sí de las alternativas.

La que presenta una mayor longitud de tramos rectos (teniendo en cuenta ambos sentidos O-E y E-O) respecto al total del trazado es la alternativa 4, seguido de las alternativas 3, 1 y 2. Por lo tanto, si consideramos el tráfico privado y las características del trazado, las alternativas que menor impacto supondrán respecto a la situación actual son la 2 y la 3.

En el proyecto constructivo se incluirán medidas correctoras para evitar problemas posteriores de ruido y vibraciones por transmisión sólida. En este sentido, los raíles deberán estar dotados de sistemas antivibratorios, de los cuales habrá que elegir la técnica más adecuada. Cabe mencionar que la técnica desarrollada por la Línea 1 del tranvía, a través de sistemas de elastómeros, parece ser adecuada. (

Otras medidas correctoras que pueden utilizarse para mitigar el ruido y las vibraciones se enumeran a continuación:

- **Mantas bajo superestructura (losa o balasto)**: con la instalación de mantas elásticas bajo la grava alcanzará un nuevo nivel en elasticidad de la vía ferroviaria, reduciéndose de forma efectiva las sacudidas y el sonido transmitido por sonora estructural y, además, la grava queda protegida. Incluso en el caso de modificaciones posteriores se han conservado óptimamente las mantas en combinación con un procedimiento especial.

Este tipo de mantas se instalan en tramos de alta velocidad, vías férreas de ancho estándar y tramos de cercanías.

- **Sistema de carril embebido para tranvías, trenes ligeros y carriles guía:** el uso de apoyos elásticos continuos y homogéneos a lo largo de toda la longitud de la vía proporciona, de forma óptima, el soporte, la resiliencia y el aislamiento eléctrico requeridos.
- **Otros sistemas que pueden utilizarse son las mantas bajo estructura de lana mineral o de caucho vulcanizado**
- Como sistemas menos comunes mencionar: instalación de **mantas puntuales bajo estructura en puntos críticos, suelas en bloque, etc.**

6. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES, CONSUMO ENERGÉTICO Y COSTE ECONÓMICO

En el presente epígrafe se realiza un estudio de las emisiones de gases contaminantes procedentes de los medios de transporte utilizados actualmente (bus y privado) así como de la futura línea del tranvía Este – Oeste. Este estudio se realiza tanto para la situación actual (sin tranvía) como para cada una de las alternativas evaluadas.

Por otra parte, se calcula el consumo energético para cada uno de los medios de transporte analizados (bus, privado y tranvía) en cada una de las alternativas evaluadas en la línea Este – Oeste así como en la situación actual (sin tranvía).

Las emisiones de CO_2 a la atmósfera tienen unos costes económicos, por lo que también se calculan los costes que suponen las emisiones actuales de CO_2 (bus y privado) así como los de la futura línea del tranvía, para cada una de las alternativas y la situación actual (sin tranvía).

El estudio de emisiones de gases contaminantes, el consumo energético y coste económico se ha realizado para la actualidad (en el caso de que los 3 medios de transporte se encontraran en explotación: bus, privado y tranvía) así como su evolución estimada hasta el año horizonte de explotación.

6.1. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN EL CUARTO AÑO DE EXPLOTACIÓN

En primer lugar, se realiza un estudio de las emisiones de gases contaminantes procedentes de los medios de transporte utilizados actualmente (bus y privado) así como de la futura línea del tranvía Este – Oeste. Este estudio se realiza tanto para la situación actual (sin tranvía) como para las alternativas evaluadas.

Este análisis tiene en cuenta la evolución del kilometraje en transporte privado durante los cuatro años iniciales de explotación de la línea 2 del tranvía y hasta su estabilización en el cuarto año (ramp-up).

6.1.1. DATOS DE PARTIDA

Para realizar el estudio de emisiones de gases contaminantes se han utilizado los siguientes datos de partida:

- Km calculados para cada modo de transporte en cada una de las alternativas evaluadas.

- Documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" (09/04/2015)" y datos utilizados para su elaboración (AGENDA 21). Redactado por el Área de Eficiencia Energética -CIRCE.
- Emisiones del vehículo Renault Mégane (2002-2006)[3].
- Normas Europeas sobre emisiones para turismos y autobuses (EURO I; EURO II; EURO III; EURO IV; EURO V; EURO VI).

6.1.2. CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES

Para cada uno de los medios de transporte (bus, privado y tranvía), tanto para la situación actual (es decir, sin línea 2 de tranvía) como para cada una de las alternativas evaluadas, se calculan las emisiones de:

- Dióxido de carbono - CO_2 (miles de tn)
- Óxidos de nitrógeno - NOx (tn)
- Monóxido de carbono – CO (tn)
- Partículas en suspensión – pm (tn)

En las tablas siguientes se pueden consultar los resultados obtenidos para cada uno de los medios de transporte en cada una de las alternativas así como en la situación actual, incluyéndose los **dos primeros años de construcción así como los cuatro primeros años de explotación.**

Además, en estas tablas, se puede consultar el sumatorio de los tres medios de transporte en la situación actual y en las alternativas.

A continuación se detalla la metodología seguida para la obtención de los resultados recogidos en las tablas.

[3] Se ha seleccionado el mismo modelo de vehículo que el utilizado en el documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" con fecha 09/04/2015.

Bus

Para calcular las emisiones de cada uno de los gases (CO_2, NO_x, CO y PM) se ha multiplicado los datos de emisión utilizados para la elaboración del documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final (AGENDA 21)" por el número de kilómetros de cada una de las opciones evaluadas (situación actual y alternativas 1, 1A, 2, 2A, 3, 3A, 4 y 4A) en el cuarto año de explotación. En cuanto a la variación en los valores de emisión de gases desde la norma EURO aprobada hasta el cuarto año de explotación de la línea del tranvía, se ha analizado la disminución de dichas emisiones en las diferentes normas EURO aprobadas hasta la fecha, por lo que para calcular las emisiones de los diferentes gases se han aplicado los siguientes factores de reducción anuales: CO_2 1,33%; NO_x 4%; CO 1,9% y PM 5,3%. Como se puede observar en la tabla, los kilómetros de las alternativas 1 y 1A son coincidentes. Del mismo modo, los kilómetros de las alternativas 2 y 2A son también iguales. Asimismo, las alternativas 3 y 3A por un lado, y por otro las opciones 4 y 4A, tienen el mismo número de kilómetros.

Vehículo privado

Para calcular las emisiones de cada uno de los gases (CO_2, NO_x, CO y PM) se ha multiplicado los datos de emisión utilizados para la elaboración del documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final (AGENDA 21)" por el número de kilómetros de cada una de las opciones barajadas (situación actual y alternativas 1, 1A, 2, 2A, 3, 3A, 4 y 4A) en el cuarto año de explotación. En cuanto a la variación en los valores de emisión de gases desde la norma EURO aprobada hasta el cuarto año de explotación de la línea del tranvía, se ha analizado la disminución de dichas emisiones en las diferentes normas EURO aprobadas hasta la fecha, por lo que para calcular las emisiones de los diferentes gases se han aplicado los siguientes factores de reducción anuales: CO_2 2,2%; NO_x 5,6%; CO 1,5% y PM 6,6%. Como se puede observar en la tabla, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

Tranvía

Para calcular las emisiones de cada uno de los gases (CO_2, NO_x, CO y PM) se ha multiplicado los datos de emisión utilizados para la elaboración del documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final (AGENDA 21)" por el número de kilómetros de cada una de las opciones barajadas (situación actual y alternativas 1, 1A, 2, 2A, 3, 3A, 4 y 4A) en el cuarto año de explotación. En cuanto a la variación en los valores de emisión de gases, a diferencia de los anteriores medios de transporte analizados, en el tranvía no se dispone de normas EURO que se puedan tomar como referencia, por lo que se

han realizado consultas en páginas web de varios fabricantes y se han aplicado los siguientes factores de reducción anuales: CO_2 1,0%; NO_x 1,0%; CO 1,0% y PM 5,3%. Respecto a la reducción en el consumo de energía, se ha aplicado un coeficiente de reducción del 0,5%. Como se puede observar en la tabla, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

En la tabla denominada "Total (bus+privado+tranvía)" se realiza el sumatorio de cada uno de los parámetros calculados en los tres medios de transporte para cada una de las alternativas.

Tabla 22. Emisiones de contaminantes para el cuarto año de explotación por tipo de transporte y para cada una de las alternativas, así como el sumatorio de cada uno de los parámetros

BUS									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	18.464.753	15.194.531	15.031.913	15.017.215	15.180.842	15.194.531	15.031.913	15.017.215	15.180.842
Emisiones CO_2 (miles de tn)	22,14	18,22	18,02	18,01	18,20	18,22	18,02	18,01	18,20
Emisiones NOx (tn)	28,91	23,79	23,53	23,51	23,77	23,79	23,53	23,51	23,77
Emisiones CO (tn)	24,69	20,31	20,10	20,08	20,30	20,31	20,10	20,08	20,30
Emisiones pm (tn)	0,27	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
PRIVADO									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	896.751.439	888.879.472	885.886.516	888.308.792	891.520.077	887.671.523	884.678.566	887.100.842	890.312.127
Emisiones CO_2 (miles de tn)	72,98	72,34	72,09	72,29	72,55	72,24	71,99	72,19	72,45
Emisiones NOx (tn)	50,77	50,32	50,15	50,29	50,47	50,25	50,08	50,22	50,40
Emisiones CO (tn)	409,51	405,91	404,54	405,65	407,12	405,36	403,99	405,10	406,56
Emisiones pm (tn)	2,98	2,95	2,94	2,95	2,96	2,95	2,94	2,94	2,96
TRANVÍA									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	0	855.495	894.555	929.267	890.207	981.015	1.006.306	1.041.018	1.015.727
Emisiones CO_2 (miles de tn)	0,00	1,19	1,24	1,29	1,24	1,36	1,40	1,45	1,41
Emisiones NOx (tn)	0,00	3,26	3,41	3,54	3,40	3,74	3,84	3,97	3,87
Emisiones CO (tn)	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Emisiones pm (tn)	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
TOTAL									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	915.216.192	904.929.499	901.812.984	904.255.274	907.591.125	903.847.069	900.716.785	903.159.076	906.508.695
Emisiones CO_2 (miles de tn)	95,12	91,74	91,36	91,59	91,99	91,82	91,42	91,64	92,07
Emisiones NOx (tn)	79,68	77,37	77,10	77,34	77,63	77,78	77,46	77,70	78,04
Emisiones CO (tn)	434,2	426,2	424,7	425,7	427,4	425,7	424,1	425,2	426,9
Emisiones pm (tn)	3,24	3,23	3,22	3,23	3,24	3,23	3,22	3,23	3,24

Si se analizan los resultados obtenidos para el conjunto de los 3 medios de transporte, se observa que la **situación actual** (sin tranvía), es la que **más CO_2 emite a la atmósfera** al ser la alternativa que presenta un **mayor número de kilómetros de vehículo privado y bus**.

La alternativa 2 que es la que reduce en mayor medida el número de kilómetros de vehículo privado y la segunda en reducción de kilómetros de bus es la que genera **menos CO_2** (un 3,95% menos que la situación actual, es decir, 3,756 tn).

6.2. CONSUMO ENERGÉTICO

En segundo lugar, se realiza un cálculo del consumo energético que suponen actualmente los medios de transporte que se emplean (bus y privado), así como para cada una de las alternativas evaluadas. Del mismo modo, se calcula el consumo energético que supondrá el tranvía para cada una de las alternativas. El consumo energético calculado se refiere al cuarto año de explotación.

6.2.1. DATOS DE PARTIDA

Para realizar el cálculo del consumo energético se han utilizado los siguientes datos de partida:

- Kms de la situación actual y km calculados para cada uno de los modos de transporte en cada una de las alternativas analizadas en el año 4 de explotación.
- Documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" (09/04/2015)" y datos utilizados para su elaboración (AGENDA 21).

- Emisiones del vehículo Renault Mégane (2002-2006)[4].
- Factor de emisión de gasóleo a kwh/l, publicado por "Estrategia aragonesa cambio climático y energías limpias", Unión Europea, Gobierno de Aragón y Cámaras de Aragón.

6.2.2. CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

En las tablas siguientes se pueden observar los consumos energéticos de los medios de transporte (bus y vehículo privado) en la situación actual así como en cada una de las alternativas evaluadas. Asimismo, se pueden observar los consumos energéticos que tendría la línea 2 de tranvía en cada una de las alternativas para el cuarto año de explotación.

En la última tabla, se puede observar el consumo energético conjunto de los tres medios de transporte (bus, privado y tranvía L2) tanto para la situación actual como para cada una de las alternativas en el cuarto año de explotación.

A continuación se detalla la metodología seguida para la obtención de los resultados recogidos en las tablas.

Bus

Para calcular el consumo energético se han multiplicado los datos de consumo energético utilizados para la elaboración del documento "Zaragoza 2020 para la movilidad urbana sostenible. Informe final (AGENDA 21)" por el número de kilómetros de cada una de las opciones analizadas (situación actual y alternativas 1, 2, 3, 4, 1A, 2A, 3A, y 4A) en el cuarto año de explotación. Como no se dispone de datos reales de la variación en el consumo de los motores de bus, se ha aplicado un factor de reducción del 5% en el consumo anual de energía debido a la mejora en la eficiencia de los motores. Como ya se ha indicado anteriormente, las alternativas 1 y 1A presentan el mismo número de kilómetros, lo mismo sucede con las alternativas 2 y 2A, 3 y 3A, 4 y 4A.

Vehículo privado

Para calcular el consumo energético se ha multiplicado los datos de consumo energético utilizados para la elaboración del documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final (AGENDA 21)" por el número de kilómetros de cada una de las opciones analizadas (situación actual y alternativas 1, 2, 3, 4, 1A, 2A, 3A, y 4A) en el cuarto año de explotación.

En el documento citado anteriormente, y a diferencia de los otros medios de transporte analizados, para el vehículo privado no se dispone de datos de Energía, por lo que se ha multiplicado el consumo real del vehículo por el factor de conversión de emisión de gasóleo a kwh/l y por el número de kilómetros. Como se puede observar en la tabla, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

Tranvía

Para calcular el consumo energético se han multiplicado los datos de consumo energético utilizados para la elaboración del documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final (AGENDA 21)" por el número de kilómetros de cada una de las opciones analizadas (situación actual y alternativas 1, 2, 3, 4, 1A, 2A, 3A, y 4A) en el cuarto año de explotación. No se dispone de datos en la variación de la eficiencia de los motores del tranvía, por lo que se ha estimado que un factor de reducción en el consumo de energía del 1% anual. Como se puede observar en la tabla, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

En la tabla denominada "Total (bus+privado+tranvía)" se realiza el sumatorio del consumo energético calculado para los tres medios de transporte en cada una de las alternativas.

Tabla 23. Consumo energético total anual por tipo de transporte y para cada una de las alternativas, así como el sumatorio del consumo energético para todas las alternativas

BUS									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	18.464.753	15.194.531	15.031.913	15.017.215	15.180.842	15.194.531	15.031.913	15.017.215	15.180.842
Consumo de energía (GW)	105,71	86,99	86,06	85,98	86,91	86,99	86,06	85,98	86,91
PRIVADO									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	896.751.439	888.879.472	885.886.516	888.308.792	891.520.077	887.671.523	884.678.566	887.100.842	890.312.127
Consumo de energía (GW)	551,32	546,48	544,64	546,13	548,11	545,74	543,90	545,39	547,36
TRANVÍA									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**

[4] Se ha seleccionado el mismo modelo de vehículo que en el documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" con fecha 09/04/2015.

Km anuales	0	855.495	894.555	929.267	890.207	981.015	1.006.306	1.041.018	1.015.727
Consumo de energía (GW)	0,00	3,17	3,31	3,44	3,29	3,63	3,72	3,85	3,76
TOTAL									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Km anuales	915.216.192	904.929.499	901.812.984	904.255.274	907.591.125	903.847.069	900.716.785	903.159.076	906.508.695
Consumo de energía (GW)	657,04	636,64	634,01	635,55	638,31	636,36	633,68	635,22	638,04

Al igual que sucede con el cálculo de las emisiones de gases contaminantes, para el conjunto de los 3 medios de transporte, la **situación actual** es la que presenta un **mayor consumo de energía** (657,04 GW) coincidiendo con ser la que **mayor número de kilómetros** de vehículo privado y bus presenta (915.216.192).

Por el contrario, la **alternativa 2A**, es la que **menos energía** requiere (633,68 GW), es decir, un **3,55% menos** que la situación actual). Este menor consumo de energía se debe a que esta alternativa es la que menos kilómetros presenta de vehículo privado y bus (15.505.713 km menos que la situación actual).

6.3. COSTE ECONÓMICO EMISIONES CO_2

Como se ha indicado anteriormente, las emisiones de CO_2 a la atmósfera llevan consigo un coste económico. Por ello, a continuación se calculan los costes económicos que supondría el mantenimiento de la situación actual (medios de transporte bus y privado) así como para cada una de las alternativas barajadas en el cuarto año de explotación.

Respecto al suministro eléctrico del tranvía, no es posible asegurar que la electricidad que consume el tranvía proceda el 100% de fuentes renovables por lo que se asume que para generar dicha electricidad se emiten gases contaminantes a la atmósfera, tal y como se indica en el documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" con fecha 09/04/2015.

Para conocer el coste económico de las emisiones de CO_2 no se han utilizado datos de CO_2 equivalente al no poder establecer las concentraciones de algunos gases que lo conforman (metano, perfluorocarbonos, hidrofluorobarbonos y hexafluoruro de azufre), así como la fuente de energía de la que se obtiene la electricidad. Por ello, para el cálculo del coste económico se han utilizado las emisiones de CO_2.

6.3.1. DATOS DE PARTIDA

Para realizar el cálculo del consumo económico de las emisiones de CO_2 se han utilizado los siguientes datos de partida:

- Km de la situación actual y km calculados para cada modo y cada una de las alternativas barajadas para la línea del tranvía Este – Oeste.
- Documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" (09/04/2015)" y datos utilizados para su elaboración (AGENDA 21).
- Emisiones del vehículo Renault Mégane (2002-2006)[5].
- Precios emisiones CO_2 equivalente para el año 2010, con un incremento de 1 €/año, obtenidos de "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects", publicada por la Unión Europea.

6.3.2. CÁLCULO DEL COSTE ECONÓMICO

Se calcula el coste económico de las emisiones de CO_2 para el presente año en la situación actual (bus y privado) así como en las alternativas evaluadas para el cuarto año de explotación.

Como la relación de CO_2 a CO_2 equivalente es 1:1, a partir del resultado de las emisiones de CO_2 se aplican las tarifas correspondientes al CO_2 equivalente.

Bus

Para calcular el coste económico de las emisiones de CO_2 se ha multiplicado el dato obtenido de las emisiones (ver apartado "6.1.2 Cálculo de las emisiones de gases contaminantes") en la situación actual y en cada una de las alternativas analizadas por el precio de emisión por tonelada de CO_2 según la "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects" editada por la

[5] Se ha seleccionado el mismo modelo de vehículo que el utilizado en el documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final" con fecha 09/04/2015.

Unión Europea en 2014, según la cual el coste medio de la emisión de cada tonelada de CO_2 era de 25 € en el año 2010, con un incremento anual de 1 € en un horizonte de 20 años. Como ya se ha indicado anteriormente, las alternativas 1 y 1A presentan el mismo número de kilómetros, lo mismo sucede con la 2 y 2A, 3 y 3A, 4 y 4A.

Vehículo Privado

Para calcular el coste económico de las emisiones de CO_2 se ha multiplicado el dato obtenido de las emisiones (ver apartado "6.1.2 Cálculo de las emisiones de gases contaminantes") en la situación actual y en cada una de las alternativas analizadas por el precio de emisión por tonelada de CO_2 según la "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects" editada por la Unión Europea en 2014, según la cual el coste medio de la emisión de cada tonelada de CO_2 era de 25 € en el año 2010, con un incremento anual de 1€ en un horizonte de 20 años. Como se ha indicado anteriormente, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

Tranvía

Para calcular el coste económico de las emisiones de CO_2 se ha multiplicado el dato obtenido de las emisiones (ver apartado "6.1.2 Cálculo de las emisiones de gases contaminantes") en la situación actual y en cada una de las alternativas evaluadas por el precio de emisión por tonelada de CO_2 según la "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects" editada por la Unión Europea en 2014, según la cual el coste medio de la emisión de cada tonelada de CO_2 era de 25 € en el año 2010, con un incremento anual de 1€ en un horizonte de 20 años. Cabe recordar, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

En la tabla denominada "Total (bus+privado+tranvía)" se realiza el sumatorio de los costes económicos calculados para los tres medios de transporte en cada una de las alternativas.

En las tablas siguientes se recogen los resultados obtenidos:

Tabla 24. Coste anual de las emisiones de CO_2 por tipo de transporte y para cada una de las alternativas así como el sumatorio del coste anual de CO_2

BUS									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Miles Km anuales	18.464,7	15.194,5	15.031,9	15.017,2	15.180,8	15.194,5	15.031,9	15.017,2	15.180,8
Emisiones CO_2 (tn)	22,14	18,22	18,02	18,01	18,20	18,22	18,02	18,01	18,20
Precio emisiones CO_2 eq (€)	796.984,4	655.833,5	648.814,5	648.180,1	655.242,6	655.833,5	648.814,5	648180,1	655.242,6
PRIVADO									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Miles de Km anuales	896.751,4	888.879,4	885.886,5	888.308,7	887.100,8	887.671,5	884.678,5	887.100,8	890.312,1
Emisiones CO_2 (tn)	72,98	72,34	72,09	72,29	72,19	72,24	71,99	72,19	72,45
Precio emisiones CO_2 eq (€)	2.627.185	2.604.123	2.595.354	2.602.451	2.598.912	2.600.584	2.591.816	2.598.912	2.608.320
TRANVÍA									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Miles de Km anuales	0	855,5	894,5	929,2	890,2	981,0	1.006,3	1.041,0	1.015,7
Emisiones CO_2 (tn)	0,00	1,19	1,24	1,29	1,24	1,36	1,40	1,45	1,41
Precio emisiones CO_2 eq (€)	0,0	42.806,3	44.760,7	46.497,6	44.543,2	49.086,9	50.352,4	52.089,3	50.823,8
TOTAL									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa 4**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**	**Alternativa 3A**	**Alternativa 4A**
Miles de Km anuales	915.216,1	904.929,4	901.812,9	904.255,2	907.591,1	903.847,1	900.716,7	903.159,1	906.508,6
Emisiones CO_2 (tn)	95,12	91,74	91,36	91,59	91,99	91,82	91,42	91,64	92,07
Precio emisiones CO_2 eq (€)	3.424.169	3.302.763	3.288.930	3.297.129	3.311.645	3.305.504	3.290.982	3.299.181	3.314.386

Si se compara el conjunto de los tres medios de transporte (bus, privado y tranvía), la **situación actual**, con un coste de 3.424.169 € es la opción que **presenta un mayor coste económico**, por ser también la que tiene un mayor número de kilómetros de vehículo privado y bus y, en consecuencia, también una mayor emisión de CO_2 a la atmósfera. Por el contrario, las alternativas 2 y 2A presentan unos valores similares (3.288.930 y 3.290.982 € respectivamente), que suponen un ahorro del 3,95 y 3,89% respectivamente en el cuarto año de explotación. Este hecho se debe a que estas alternativas son las que presentan un menor número de kilómetros de vehículo privado y bus.

6.4. EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO

Para cada uno de los parámetros analizados anteriormente (emisiones de gases contaminantes, consumo energético y coste económico de las emisiones de CO_2), se realizan estimaciones de su evolución durante el tiempo de explotación de la línea del tranvía, tanto para la situación actual (bus y privado) como para cada una de las alternativas barajadas.

El horizonte temporal del proyecto es de 30 años, por lo que el tiempo de explotación de la línea del tranvía es de 28 años ya que los dos primeros años se dedican a la construcción de la misma.

6.4.1. DATOS DE PARTIDA

Para realizar la estimación de la evolución en el tiempo de los citados parámetros se han utilizado los siguientes datos de partida:

- Km de la situación actual y km calculados para cada una de las alternativas barajadas para la línea del tranvía Este – Oeste durante los 30 años.
- Estimación de las emisiones de CO_2, NOx, CO y pm del bus y privado hasta el año horizonte de explotación. A partir de los datos de emisiones de CO_2 del bus (Documento "Zaragoza 2020 por la movilidad urbana sostenible. Informe final (09/04/2015)" y datos utilizados para su elaboración), y del vehículo (Renault Mégane), teniendo en cuenta su evolución desde el año 2000 hasta el 2015, se ha extrapolado dicha evolución hasta el año horizonte de explotación. En el caso de los gases NO_x, CO y pm, se ha aplicado la evolución observada en las sucesivas normas EURO publicadas y se ha extrapolado hasta el año horizonte de explotación.
- En cuanto al consumo energético del bus se ha estimado una reducción en 0,5% anual, aunque se carecen de datos objetivos que avalen esta reducción. Por otra parte, sí se ha podido conocer la evolución en el consumo de combustible y, por tanto de energía, del modelo Renault Mégane a lo largo de los últimos años, por lo que, se estima su consumo futuro hasta el año horizonte de explotación mediante una extrapolación.
- En relación a la variación en las emisiones de los gases contaminantes y del consumo energético del tranvía, se ha establecido una reducción en las mismas del 1% anual, por tanto, en el año horizonte de explotación habría una reducción en las mismas del 30% respecto a los datos actuales.
- Precios emisiones CO_2 equivalente para el año 2010, con un incremento del 1%/año, obtenidos de "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects", editada por la Unión Europea. Como la relación de CO_2 a CO_2 equivalente es 1:1, a partir del resultado de las emisiones de CO_2 se aplican las tarifas correspondientes al CO_2 equivalente.

6.4.2. EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LOS PARÁMETROS DURANTE LOS 30 AÑOS DE EXPLOTACIÓN

En las siguientes tablas se pueden consultar los resultados obtenidos para cada uno de los medios de transporte, en los diferentes escenarios, es decir, situación actual y alternativas (1, 1A, 2, 2A, 3, 3A, 4 y 4A) durante los 30 años del proyecto de la línea del tranvía.

A continuación se muestran las tablas de la evolución de las emisiones, el consumo energético y el coste de las emisiones de CO_2 en el horizonte de 30 años, para cada uno de los medios de transporte.

En la última tabla, se muestra para el conjunto de los próximos 30 años, lo que suponen las emisiones, el consumo energético y el coste económico de las mismas para cada una de las alternativas así como la no implantación del tranvía.

A continuación se detalla la metodología para la obtención de los resultados reflejados en las siguientes tablas:

Bus

En primer lugar, se ha analizado la evolución de las emisiones de los diferentes gases contaminantes en los últimos años a través de las diferentes normas EURO aprobadas, para posteriormente, extrapolar dicha evolución hasta el horizonte de los 30 años (factores de reducción aplicados: CO_2 1,33%; NO_x 4%; CO 1,9% y PM 5,3%.). Mismo criterio aplicado para el consumo energético, es decir, se extrapola el consumo energético de los buses en función de la tendencia seguida en los últimos años (factor de reducción aplicado: 0,5%) . En cuanto al coste económico, se ha extrapolado la tendencia de incrementar anualmente un euro la tasa de emisión indicada en la "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects", editada por la Unión Europea. Una vez obtenidos estos datos, se multiplica el número de kilómetros para cada año (desde el año 0 hasta el 30) por los valores de cada uno de los parámetros indicados anteriormente. El valor que aparece en cada una de las celdas es el sumatorio de los resultados obtenidos en cada uno de los 30 años que conforman el periodo del proyecto. Como ya se ha indicado anteriormente, las alternativas 1 y 1A presentan el mismo número de kilómetros, lo mismo sucede con la 2 y 2A, 3 y 3A, 4 y 4A.

Vehículo Privado

Idéntica metodología detallada anteriormente. En primer lugar, se ha analizado la evolución de las emisiones de los diferentes gases contaminantes en los últimos años a través de las diferentes normas EURO aprobadas, para posteriormente, extrapolar dicha evolución hasta el horizonte de los 30 años (factores de reducción aplicados: CO_2 2,2%; NO_x 5,6%; CO 1,5% y PM 6,6%). Mismo criterio aplicado para el consumo energético, es decir, se extrapola el consumo energético de los buses en función de la tendencia seguida en los últimos años. En cuanto al coste económico, se ha extrapolado la tendencia de incrementar anualmente un euro la tasa de emisión indicada en la "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects", editada por la Unión Europea. Una vez obtenidos estos datos, se multiplican por los kilómetros para cada año (desde el año 0 hasta el 30). El valor que aparece en cada una de las celdas es el sumatorio de los resultados obtenidos en cada uno de los 30 años que conforman el periodo de explotación. Como se ha indicado anteriormente, cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

Tranvía

Al no disponer de datos sobre la disminución en el consumo energético de los tranvías y consecuentemente de las emisiones de CO_2, se han extrapolado los datos actuales suponiendo que cada año que transcurra hasta el horizonte de los 30 años, los

motores del tranvía consumirán un 1% menos de energía y por lo tanto se emitirá un 1% menos de los gases procedentes de la generación de la electricidad necesaria. En cuanto al coste económico, se ha extrapolado la tendencia de incrementar anualmente un euro la tasa de emisión indicada en la "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects", editada por la Unión Europea. Una vez obtenidos estos datos, se multiplican por los kilómetros (en el caso del precio de las emisiones además se multiplica por la tasa de emisión). Una vez obtenidos estos datos, se multiplican por los kilómetros para cada año (desde el año 0 hasta el 30). El valor que aparece en cada una de las celdas es el sumatorio de los resultados obtenidos en cada uno de los 30 años que conforman el periodo del proyecto. Cabe recordar, que cada una de las alternativas presenta un número de kilómetros diferente.

Tabla 25. Emisiones, consumo energético y coste económico durante los 30 años de explotación para cada una de las alternativas por modos

BUS									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 3**	**Alt. 4**	**Alt. 1A**	**Alt. 2A**	**Alt. 3A**	**Alt. 4A**
Km anuales	18.464.753,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO_2 (miles de tn) AÑO 0-30	588,7	492,8	488,0	487,6	492,4	492,8	488,0	487,6	492,4
Emisiones NOx (tn) AÑO 0-30	625,9	527,3	522,4	522,0	526,9	527,3	522,4	522,0	526,9
Emisiones CO (tn) AÑO 0-30	625,7	524,5	519,4	519,0	524,0	524,5	519,4	519,0	524,0
Emisiones pm (tn) AÑO 0-30	5,3	4,5	4,4	4,4	4,5	4,5	4,4	4,4	4,5
Consumo de energía (GW)	3,03	2,53	2,50	2,50	2,53	2,53	2,50	2,50	2,53
Precio emisiones CO_2 eq (M€)	26,20	21,82	21,60	21,58	21,80	21,82	21,60	21,58	21,80
PRIVADO									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 3**	**Alt. 4**	**Alt. 1A**	**Alt. 2A**	**Alt. 3A**	**Alt. 4A**
Km anuales	896.751.438,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO_2 (miles de tn) AÑO 0-30	1.805,3	1.791,1	1.785,7	1.790,1	1.795,9	1.789,0	1.783,6	1.787,9	1.793,7
Emisiones NOx (tn) AÑO 0-30	994,7	987,3	984,5	986,8	989,8	986,2	983,4	985,7	988,7
Emisiones CO (tn) AÑO 0-30	10.733,3	10.648,3	10.615,9	10.642,1	10.676,8	10.635,2	10.602,9	10.629,0	10.663,7
Emisiones pm (tn) AÑO 0-30	55,3	54,9	54,7	54,8	55,0	54,8	54,7	54,8	54,9
Consumo de energía (GW)	7,38	7,32	7,30	7,32	7,34	7,31	7,29	7,31	7,33
Precio emisiones CO_2 eq (M€)	79,15	78,51	78,27	78,47	78,73	78,41	78,17	78,37	78,63
TRANVÍA									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 3**	**Alt. 4**	**Alt. 1A**	**Alt. 2A**	**Alt. 3A**	**Alt. 4A**
Km anuales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO_2 (miles de tn) AÑO 0-30	0	27,3	28,6	29,7	28,4	31,3	32,1	33,2	32,4
Emisiones NOx (tn) AÑO 0-30	0	75,0	78,4	81,4	78,0	86,0	88,2	91,2	89,0
Emisiones CO (tn) AÑO 0-30	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Emisiones pm (tn) AÑO 0-30	0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1
Consumo de energía (GW)	0,00	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
Precio emisiones CO_2 eq (M€)	0,00	1,23	1,29	1,34	1,28	1,42	1,45	1,50	1,47

Tabla 26. Emisiones, consumo energético y coste económico durante los 30 años de explotación para cada una de las alternativas. Total

TOTAL									
Alternativas con reordenación	**Situación actual**	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 3**	**Alt. 4**	**Alt. 1A**	**Alt. 2A**	**Alt. 3A**	**Alt. 4A**
Km anuales	915.216.192	-	-	-	-	-	-	-	
Emisiones CO_2 (miles de tn) AÑO 0-30	2.394,03	2.311,24	2.302,33	2.307,37	2,316.70	2.313,07	2.303,72	2,308.76	2,318.53
Emisiones NOx (tn) AÑO 0-30	1,620.56	1.589,61	1.585,32	1.590,19	1.594,71	1.,599,47	1.593,98	1.598,85	1.604,58
Emisiones CO (tn) AÑO 0-30	11.359,1	11.173,0	11.135,7	11.161,4	11.201,2	11.160,0	11.122,7	11.148,4	11.188,2
Emisiones pm (tn) AÑO 0-30	60,58	60,31	60,16	60,32	60,48	60,38	60,22	60,38	60,55
Consumo de energía (GW)	10.406,40	9.931.25	9.888,33	9.907,00	9.951,67	9.934,18	9.889,97	9.908,65	9.,954,60
Precio emisiones CO_2 eq (M€)	105,35	101,57	101,16	101,39	101,82	101,65	101,23	101,45	101.90

Como se puede observar en la última tabla, la **situación actual**, es la que **más emisiones de gases contaminantes** produce a la atmósfera (2.394.033 tn), **más energía necesita** para recorrer dicha distancia (10.406 GW) y **más coste económico** supone en emisiones (105.353.369 € hasta el año horizonte de explotación).

Por el contrario, la **alternativa 2** genera un 4,38% menos de emisiones de CO_2 que la situación actual (91.704 tn menos de CO_2 emitidos), y por tanto supone un ahorro económico del 4,98% (4.189.736 € menos). Además, es la alternativa que menor energía consume, 9.888 GW, que supone un ahorro del 4,98% respecto a la situación actual.

7. RESIDUOS PELIGROSOS

En algunas de las calles que se proyectan las alternativas de trazado de la L2 del tranvía disponen de tuberías de fibrocemento.

La Unión Europea en 1999 dio un plazo de cinco años (hasta el año 2005) para que todos los países de la Unión prohibieran su uso. Declarándose en el año 2003 prohibida la extracción de amianto y la fabricación y la transformación de productos de amianto

La gestión de residuos peligrosos requiere una actuación conforme a pautas concretas que se derivan de la legislación actual para el manejo de residuos que representan peligro para la salud.

Según las mediciones realizadas que se reflejan en la Tabla 27 la alternativa que presenta mayor número de toneladas de tuberías de fibrocemento es la Alternativa 3 con algo más de 516 tn, la Alternativa 2 con 562,5, la Alternativa 1 con casi 458 tn y, por último, la Alternativa 4 con algo más de 412 tn. La extensión a la carretera de Madrid no supone afección a tuberías de fibrocemento

Tabla 27. Tn de fibrocemento estimadas para cada una de las alternativas

Alternativa 1 y 1A	Alternativa 2 y 2A	Alternativa 3 y 3A	Alternativa 4 y 4A
457,84	562,54	516,78	412,14

8. PATRIMONIO CULTURAL

En el apéndice 1 se adjunta el informe que evalúa de forma preliminar la afección sobre el Patrimonio Cultural de las cuatro alternativas propuestas para la L2 del tranvía.

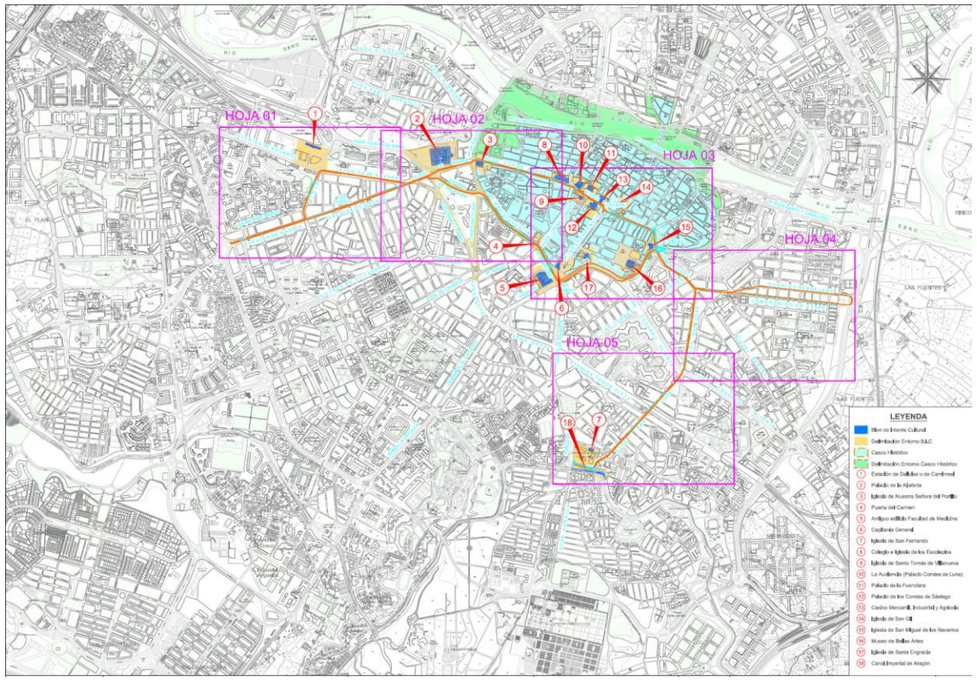


Ilustración 10. Bienes de Interés Cultural

La diferencia fundamental entre los dos planteamientos es que, mientras el trazado de las Alternativas 1, 1A, 4 y 4A del tranvía discurre por el interior del área declarada B.I.C. del Casco Histórico de Zaragoza, zona que además coincide con el área de restos arqueológicos de mayor interés, las alternativas 2, 2A, 3 y 3A bordean el perímetro de la delimitación, si bien también se sitúa en el entorno de la misma.

En el primer caso son dos las zonas de posibles afecciones arqueológicas, previsiblemente importantes:

- El tramo entre la Plaza San Miguel a la Plaza de España.
- El tramo entre César Augusto y El Portillo.

Hay que señalar que en este caso el espacio entre Plaza España y César Augusto ya ha sido intervenido.

En las alternativas 2, 2A, 3 y 3A las afecciones se centran en el área de la Puerta del Carmen y la posible presencia de restos poco definidos en relación con los arrabales musulmanes y estructuras de la muralla de los Sitios.

Es necesario recordar que al tratarse de viales, objeto de intervenciones habituales para los servicios urbanos (vertido, agua corriente, gas, electricidad), en la mayoría de los casos las obras coincidirán con espacios sin restos conservados.

Dentro de los espacios poco definidos, objeto de atención, al igual que se ha señalado las posibles prolongaciones de los arrabales islámicos y restos de los Sitios, común a todas las alternativas, están las posibles afecciones de elementos extensos, en el área de Las Fuentes/Miguel Servet, como es el caso de la necrópolis romana de la calle Nuestra Señora del Pueyo, que al ser de carácter extensivo pudiera prolongarse hacia Miguel Servet. En cualquier caso sería una afección puntual.

Del mismo modo, en el área de Torrero, se afecta el entorno del B.I.C. del Canal Imperial. A efectos arqueológicos faltan referencias sobre esta zona, que tuvo una gran importancia durante los Sitios de Zaragoza.

No se prevén afecciones arqueológicas en la extensión hasta la carretera de Madrid.

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

Tabla 28. 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	O	O	X	X	O
2	Palacio de la Aljafería	X	O	O	X	O
3	Iglesia de Nuestra señora del Portillo	X	O	O	X	O
4	Puerta del Carmen	O	X	X	O	O
5	Antigua edificio Facultad de Medicina	O	X	X	O	O
6	Capitanía General	O	X	X	O	O
7	Iglesia de San Fernando	O	O	O	O	O
8	Colegio e Iglesia de los Escolapios	X	O	O	X	O
9	Iglesia de Santo Tomás de Villanueva	O	O	O	O	O
10	La Audiencia (Palacio Condes de Luna)	X	O	O	X	O
11	Palacio de la Fuenclara	O	O	O	O	O
12	Palacio de los Condes de Sástago	X	O	O	X	O
13	Casino, Mercantil, Industrial y Agrícola	X	O	O	X	O
14	Iglesia de San Gil	O	O	O	O	O
15	Iglesia de San Miguel de los Navarros	X	X	X	X	O
16	Museo de Bellas Artes	O	O	O	O	O
17	Iglesia de Santa Engracia	O	O	O	O	O
18	Canal Imperial de Aragón	O	O	O	O	X
19	Conjunto Histórico	X	X	X	X	O
	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.

APENDICE 1 – ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LAS ALTERNATIVAS 2 Y 3 DE LA LINEA 2 DEL TRANVIA EN EL PASEO CONSTITUCION

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4
2. DESCRIPCIÓN DEL PASEO Y SUS ELEMENTOS 4
3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 6
3.1. TRAMO 1 7
3.2. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 1 PROPUESTA ACTUAL 8
3.3. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 2. DESPLAZAMIENTO DE LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA HACIA LAS ACERAS LATERALES 10
3.4. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 3. INCREMENTAR COTA DE LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA 11
3.5. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 4. REAJUSTAR A DIMENSIONES MÍNIMAS 12
3.6. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 5. CARRIL BICI EN EL BULEVAR 13
4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS A CONSIDERAR PARA EVITAR AFECCIÓN A ARBOLADO 14
5. CONCLUSIONES 15
ANEJO 1. INFORME DE ESTRUCTURAS. 16
1. INTRODUCCIÓN Y DATOS DE PARTIDA 17
2. ANTECEDENTES 17
3. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN 18
ANEJO 2. PLANO SOLUCIÓN Nº 1 AFECCIÓN AL ARBOLADO DEL PASEO DE LA CONSTITUCIÓN 19
ANEJO 3. SECCIONES COMPARATIVAS DE LAS SOLUCIONES RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL 21
ANEJO 4. PRESUPUESTO 26

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estado estructura soterramiento río Huerva bajo bulevar de Paseo Constitución. 4

Ilustración 2. Tramificación del Paseo Constitución según las propuestas de actuación en la estructura del cubrimiento del río Huerva 5

Ilustración 3. Detalle de los daños identificados en el pavimento del bulevar de Paseo Constitución provocados posiblemente por el sistema radicular del arbolado del bulevar 5

Ilustración 4. Detalle de algunos de los daños identificados en el pavimento del bulevar de Paseo Constitución. 6

Ilustración 5. Señalización que únicamente el autoriza el paso de vehículos autorizados y de menos de 3,5 tn. 6

Ilustración 6. Magnolio emplazado en la mediana del Paseo de Constitución enfrente del ábside de la iglesia de Santa Engracia. 7

Ilustración 7. Detalle del tramo 1 según el estado de la estructura del cubrimiento del río Huerva en el Paseo Constitución 8

Ilustración 8. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar. (sustituir por las del carril bici de 1,5 m) 8

Ilustración 9. Arbolado afectado en el tramo 2 del Paseo Constitución por la implantación de las alternativas 2 y 3. 9

Ilustración 10. Vista de los ejemplares de magnolio (se ha considerado como un solo ejemplar por su pequeño tamaño) afectados por la banda de 4 m desde el límite de las obras. 9

Ilustración 11. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativa 2 y 3. Solución 2. 10

Ilustración 12. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativas 2 y 3. Solución nº 3. 11

Ilustración 13. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativas 2 y 3. Solución nº 4. 12

Ilustración 14. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativas 2 y 3. Solución nº 5. 13

Ilustración 15. Detalle de las estructuras del cubrimiento del Huerva 18

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del marco 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", se está redactando el Estudio de Viabilidad.

Una parte del trazado de las alternativas 2 y 3, valoradas en el Estudio de Viabilidad, discurren por el Paseo de la Constitución. En este informe se pretende realizar un breve análisis de las distintas posibilidades de actuación en dicho Paseo, al objeto de seleccionar aquellas técnicamente viables y que afecten en menor medida al arbolado y zonas verdes.

2. DESCRIPCIÓN DEL PASEO Y SUS ELEMENTOS

El paseo de la Constitución cuenta con un bulevar en la parte central del mismo. En la parte perimetral de éste, junto a la calzada por donde circulan los vehículos a motor en ambos sentidos existen unas jardineras, se localizan numerosos árboles, cuyo porte en general es importante. Asimismo, en el interior del bulevar existen varias jardineras con arbolado de cierto valor ornamental debido al tamaño que presentan, teniendo en cuenta las especies que son.

La estructura del paseo Constitución, comprendida desde la última bóveda de la plaza de Paraíso hasta la intersección con el paseo de la Mina, presenta una longitud de 505,5 m. Todo este tramo presenta una misma configuración de sección rectangular de 14 m de anchura y altura variable (máximo 11 m y mínimo 3,7 m), quedando la estructura superior conformada por una losa "nervada" de hormigón armado "in situ", con vigas de sección rectangular situadas a una distancia libre de 2,4 m en zona de Paseos y 1.0 m en viales. La losa tiene espesor 10 cm de espesor en zona de paseos y de 18 cm en zona de viales.

El informe elaborado por A.T.I.C.A. ("Análisis, Informe y posterior proyecto para la estabilización y mejora de la estructura del río Huerva y su encauzamiento". Año 1997) expone que "*en el tramo 3º* –comprendido desde la última bóveda de la plaza de Paraíso hasta la intersección con el Paseo de la Mina-*, a nivel general puede decirse que las vigas presentan un estado de conservación aceptable aunque algunas de ellas han perdido el recubrimiento inferior y los redondos de la fila inferior están al aire. Sin embargo, la losa propiamente dicha presenta un número muy grande de vanos en los que se puede ver todo el mallazo o una parte importante de él, con diferentes grados de oxidación (*Ilustración 1*). En otros vanos, aunque no aparece el mallazo, se observan zonas con fuertes humedades que han deteriorado el hormigón y seguramente afectado a la armadura*"

Más allá del propio estado de conservación de la estructura, el documento de 2006 refiere una limitación funcional en cuanto al paso del tranvía y posibilidad de nuevos usos; y es que el mismo informe de 1997 ya establece un déficit resistente frente a las solicitaciones requeridas por la normativa vigente (concretamente en las zonas de viales de los tramos 1º -Gran vía hasta plaza Paraíso- y 3º - Paseo Constitución desde plaza Paraíso y Paseo la Mina-, y en el tramo 4 - Desde la intersección con el Paseo de la Mina hasta finalizado el giro de 90º que contornea el Colegio del Sagrado Corazón-). En el anejo 1 se acotan estos tramos

Existe en dicho informe de 1997 una relación tabulada por tramos entre perfiles de inspección, a partir de la cual, mediante el examen del grado de reparación asignado (de 1 a 4, siendo el valor 4 asignado a la reparación de mayor grado), puede decirse que la zonas con patologías más severas (gran densidad de tratamiento de reparación 4) quedan acotadas desde la marca (0-1) a la marca (70-71) [aproximadamente entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola].

A partir de ese perfil, y hasta la marca (97-99), que corresponde con el inicio del Paseo de la Mina y, por tanto, del tramo 4º, existe un predominio de tratamiento tipo 3 o inferior.

Dicho lo anterior, y si se confirma el contenido del informe de inspección vigente, el planteamiento estructural puede pasar por remplazar la superestructura (tablero) de los tramos 1º y 3º hasta la marca 70-71 (entre perfiles 22 y 23) y extender la reparación estructural desde ese punto hasta el inicio del Paseo de la Mina.

En el anejo 1 se adjunta el informe relativo a la estructura de cubrimiento del río Huerva en el paseo Constitución.

Ilustración 1. Estado estructura soterramiento río Huerva bajo bulevar de Paseo Constitución.

De acuerdo con el informe de estructuras el paseo de la Constitución puede dividirse en dos tramos definidos en base a las actuaciones estructurales que deberían practicarse para la implantación de la línea 2 del tranvía.

- TRAMO 1: Entre la plaza Paraíso y las Calles D. Hernando de Aragón.
- TRAMO 2: Entre las Calle Don Hernando de Aragón y el Paseo la Mina.

Ilustración 2. Tramificación del Paseo Constitución según las propuestas de actuación en la estructura del cubrimiento del río Huerva

TRAMO 1: Entre la plaza Paraíso y la Calle Don Hernando de Aragón

En el primer tramo, comprendido entre la plaza Paraíso y la Calle San Ignacio de Loyola, se han identificado en el perímetro del bulevar, junto a las calzadas de ambos sentidos, 50 ejemplares de platanero. Todos ellos se corresponden con árboles de gran tamaño a excepción de uno de pequeño porte.

En este mismo tramo, en las jardineras del centro del Paseo, se han identificado 14 ejemplares de magnolio, de los cuáles 11 presentan un tamaño medio y 3 pequeño. Además, en este tramo existe un magnolio de gran porte en la mediana existente a la altura de la iglesia de Santa Engracia.

En cuanto al estado cualitativo del arbolado, cabe mencionar que todos los plataneros a excepción de uno presentan un buen estado (49). Mientras que de los 14 magnolios de este tramo, emplazados todos ellos en las jardineras del Paseo central, 7 presentan un estado bueno, 6 un estado regular y 1 un estado malo.

Por último, como puede apreciarse en las siguientes imágenes, destacar las afecciones que provoca el sistema radicular de los plataneros fundamentalmente sobre el pavimento e incluso la calzada del Paseo Constitución.

Ilustración 3. Detalle de los daños identificados en el pavimento del bulevar de Paseo Constitución provocados posiblemente por el sistema radicular del arbolado del bulevar

TRAMO 2: Entre la Calle Don Hernando de Aragón y el Paseo la Mina

En el segundo tramo, comprendido entre la intersección de la Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio Loyola y el Paseo la Mina, se han identificado 91 ejemplares de diferentes especies (álamo blanco, alianto, chopo, falsa acacia, amelia, ciprés, plataneros [10], magnolio, palmera y *prunus sp*), por lo que la biodiversidad de este tramo del Paseo de Constitución es elevada.

Los magnolios de mayor tamaño y mejor estado se localizan en este tramo del Paseo de Constitución. Otro aspecto a destacar de este tramo del Paseo es que de entre los árboles emplazados entre la calzada y el Paseo central, 1 chopo negro (*Populus nigra*) está catalogado cómo singular (número 46) por el Ayuntamiento de Zaragoza.

En cuanto al estado cualitativo del arbolado cabe mencionar que de los 91 ejemplares, 82 presentan un estado bueno, 2 regular y 7 no se han calificado.

Al igual que en el tramo 1, cabe destacar las afecciones que provoca el sistema radicular de los plataneros fundamentalmente sobre el pavimento e incluso la calzada del Paseo Constitución como puede apreciarse en las siguientes imágenes. Este aspecto es complicado de definir actualmente, de ahí que como medida preventiva se propone realizar una radiografía del sistema radicular del arbolado para decidir cuáles de ellos se verán más afectados por la solución adoptada.

Ilustración 4. Detalle de algunos de los daños identificados en el pavimento del bulevar de Paseo Constitución.

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

De lo extraído del informe de 1997 sobre el estado de la estructura del río Huerva citado en el apartado anterior, y tras una visita preliminar a la infraestructura, por parte de técnicos del equipo redactor de este documento y técnicos municipales, se corrobora el mal estado de las vigas del cubrimiento, el poco espesor de la losa y los problemas de filtraciones existentes en el primer tramo. Además, actualmente el bulevar tiene circulación restringida a vehículos autorizados y con peso inferior a 3,5 tn, por lo que un incremento de peso adicional como pudiera ser la implantación del tranvía no lo soportaría dicha estructura.

Ilustración 5. Señalización que únicamente el autoriza el paso de vehículos autorizados y de menos de 3,5 tn.

Considerando las propuestas de actuación del informe de estructuras que se aporta en el anejo 1 se proponen las soluciones siguientes:

Por un lado, se ha valorado la afección en este primer tramo, definido por la sección del Paseo constitución en el P.K. 3+275 de la línea 2 a la altura de la Calle arqugitecto Yarza, y por otro, se ha valorando las diversas soluciones del segundo tramo utilizando como referencia la sección realizada entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar (P.K. 3+515).

Al objeto de poder evitar impactos el arbolado y las zonas verdes localizadas en el tramo 2, se contemplan las siguientes soluciones:

- Solución nº 1. Propuesta actual de trazado.
- Solución nº 2. Desplazamiento de la plataforma del tranvía en ambos sentidos hacia las aceras.
- Solución nº 3. Incremento de la cota de la plataforma del tranvía.
- Solución nº 4. Ajuste al mínimo de la sección.
- Solución nº 5. Carril bici unidireccional por el bulevar.

En el anejo 3 se presentan unas secciones en las que se compara la situación actual con el resto de soluciones.

3.1. TRAMO 1

En este tramo del Paseo Constitución se plantea la renovación de la citada infraestructura, no siendo factible conservar las jardineras centrales del bulevar donde se localizan los magnolios de mayor valor ornamental, así como el arbolado situado en el perímetro del bulevar (junto a las calzadas de ambos sentidos) que igualmente se verán afectadas por las obras de renovación.

Aunque para le ejecución de la renovación del cubrimiento no es necesario eliminar el arbolado de las jardineras periféricas del bulervar, éste sí que se localiza muy próximo por lo que se afectará al sistema radicular de los ejemplares emplazados en dichas jardineras, ya que éstos son ejemplares de gran porte y se considera que disponen de un sistema radicular importante.

El impacto sobre el arbolado y las zonas verdes en este tramo 1 se desglosa a continuación: El tramo 1 presenta las siguientes afecciones sobre el arbolado y la zona verde del Paseo Constitución:

- Eliminación de los 50 plataneros emplazados entre la calzada y el bulevar y los 14 magnolios pequeños del Paseo central (bulevar).
- En este tramo se salvaría el magnolio (0) de tamaño grande emplazado en la mediana de enfrente del ábside de la iglesia de Santa Engracia.
- En cuanto a zonas verdes esta alternativa afecta a todo el espacio del bulevar clasificado como zona verde, aproximadamente 4.358,9 m^2.

Ilustración 6. Magnolio emplazado en la mediana del Paseo de Constitución enfrente del ábside de la iglesia de Santa Engracia.

Ilustración 7. Detalle del tramo 1 según el estado de la estructura del cubrimiento del río Huerva en el Paseo Constitución

3.2. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 1 PROPUESTA ACTUAL

Inicialmente la propuesta de trazado del tranvía de las alternativas 2 y 3 en el Paseo de Constitución se proyecta en la actual calzada por donde circulan los vehículos a motor, en el costado del bulevar, afectándose a una pequeña parte de éste.

PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

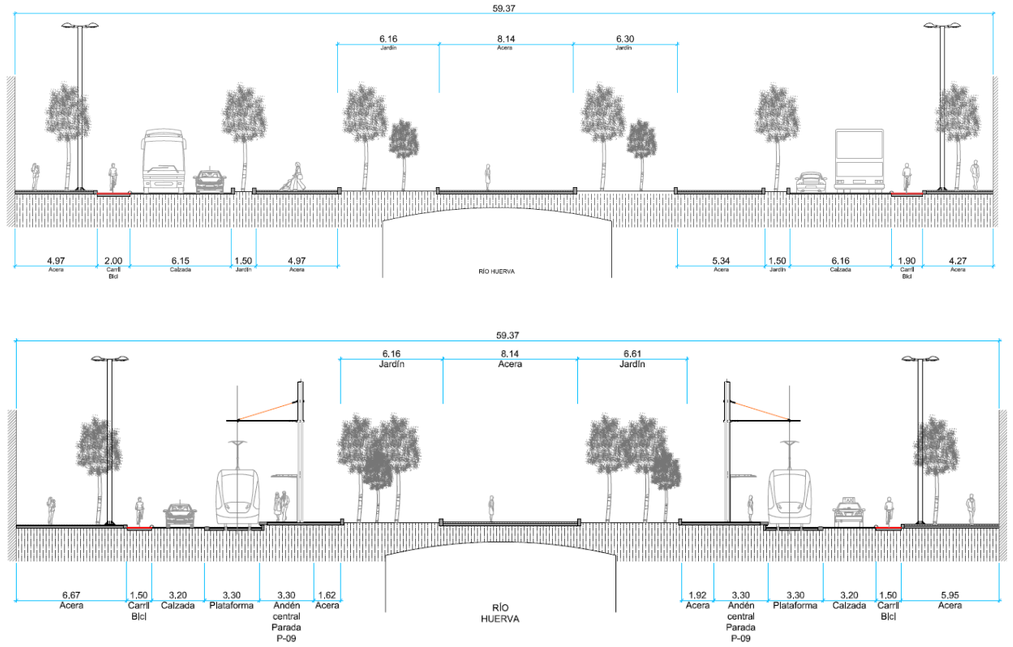


Ilustración 8. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar. (sustituir por las del carril bici de 1,5 m)

En ambos sentidos la calzada se proyecta de 3,20 m de ancho y se localiza entre la plataforma del tranvía (3,30 m) y el carril bici unidireccional (1,50 m), y éste último, se proyecta entre la calzada y la acera. La acera, en el sentido de avance de los P.P.K.K.s, presentará un acho de 5,95 m mientras que en el sentido contrario se estima un ancho de 6,67 m.

En total esta sección, desde la fachada de los edificios, compuesta por la acera +la parada + la plataforma del tranvía + la calzada de los vehículos privados y el carril bici unidireccional en el sentido de avance de los P.P.K.K.s presenta un ancho de 19,17 m, mientras que actualmente la calzada, el carril bici unidireccional y la acera tienen un ancho de 12,33 m. En el

sentido contrario de avance de los P.P.K,K.s actualmente la acera, el carril bici unidireccional y la calzada presentan un ancho de 13,12 m mientras que la solución nº 1 presenta un ancho de 19,59 m.

Con esta disposición la solución nº 1 supone una afección directa sobre los árboles situados en el perímetro del bulevar. De igual forma, implica la afección al sistema radicular (considerando la banda de afección unos 4 m desde el límite de la excavación) de 6 ejemplares.

A continuación se presenta un plano con el arbolado afectado por esta alternativa.

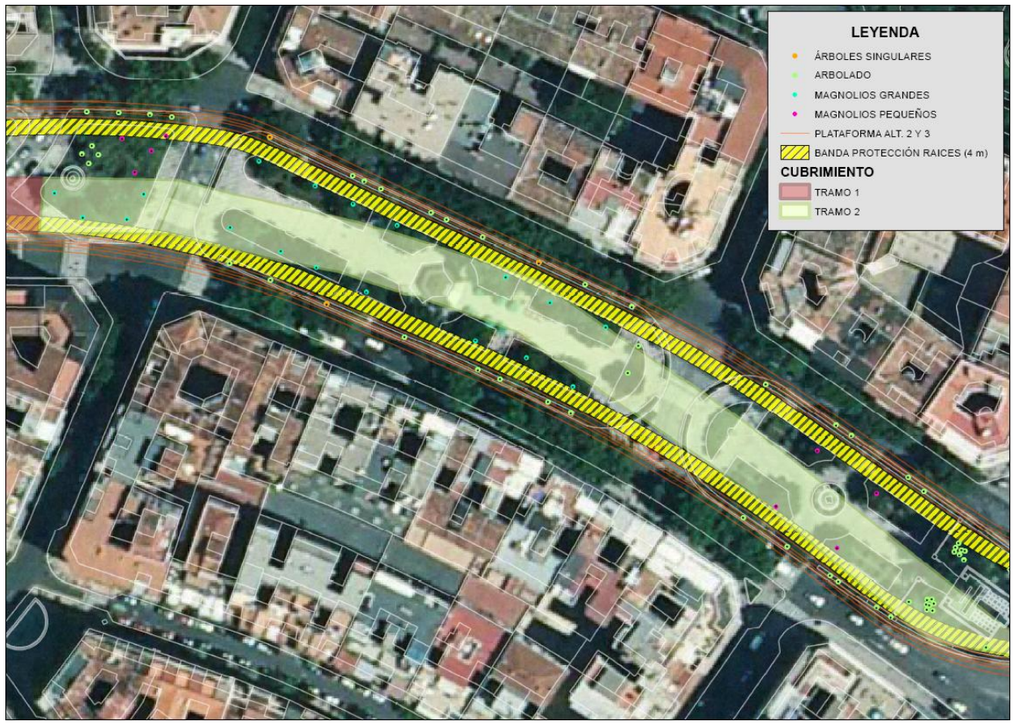


Ilustración 9. Arbolado afectado en el tramo 2 del Paseo Constitución por la implantación de las alternativas 2 y 3.

En el tramo 2 esta alternativa presenta las siguientes afecciones sobre el arbolado y la zona verde del Paseo Constitución:

- Eliminación de los 33 árboles existentes en las jardineras situadas entre la calzada y el bulevar. De estos 7 son aliantos, 1 amelia, 9 plataneros, 5 álamos blancos, 2 chopos negros y 9 acacias. Entre estos ejemplares hay 1 de ellos que está catalogado como árbol singular. (1 chopo negro) por el ayuntamiento de Zaragoza.
- Se ha considerado una banda de afección al sistema radicular del arbolado de 4 m desde el límite de la plataforma del tranvía. Dentro de esta banda de 4 m se han identificado 6 ejemplares afectados: dos cipreses de pequeño tamaño, un magnolio de pequeño tamaño y dos chopos negros de tamaño grande.
- Por último, cabe destacar que con esta alternativa se salvarán todos los magnolios emplazados en la mediana entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola a excepción del indicado en el párrafo anterior el bulevar. Asimismo, no se afectará a los ejemplares de esta especie localizados en el bulevar del Paseo Constitución.
- No se afectará al arbolado emplazado en las jardineras centrales del bulevar.
- Eliminación del arbolado existente en las aceras laterales de las calzadas.

Ilustración 10. Vista de los ejemplares de magnolio (se ha considerado como un solo ejemplar por su pequeño tamaño) afectados por la banda de 4 m desde el límite de las obras.

3.3. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 2. DESPLAZAMIENTO DE LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA HACIA LAS ACERAS LATERALES

Esta alternativa proyecta el retranqueo de la plataforma del tranvía hacia el costado de la calzada que limita con las aceras laterales, lo que implica alejar la plataforma del tranvía (requiere una mayor excavación que la calzada o el carril bici) del bulevar.

En ambos sentidos la calzada se proyecta de 3,2 m de ancho y se localiza entre la plataforma del tranvía (3,3 m) y el carril bici (1,5 m), y éste último, se proyecta entre la calzada y el bulevar. La acera, en el sentido de avance de los P.P.K.K.s, presenta un acho de 1,54 m más 2,80 m de la parada del tranvía mientras que en el sentido contrario presenta un ancho de 2,31 m más 2,80 m de parada.

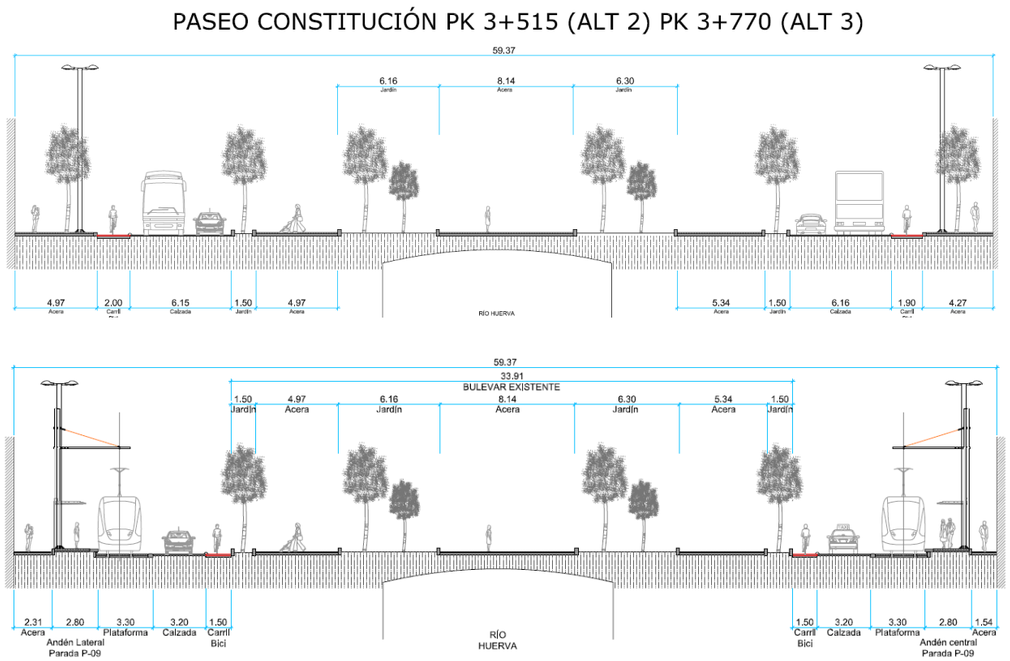


Ilustración 11. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativa 2 y 3. Solución 2.

En total esta sección, acera, parada, plataforma, tranvía, calzada y carril bici, en el sentido de avance de los P.P.K.K.s presenta un ancho de 12,33 mientras que la solución nº 1 presenta un ancho de 19,17 m y en el sentido contrario un ancho de 13,11 m mientras que la solución nº 1 tiene un ancho de 19,59 m. Con esta reducción del ancho de ocupación de 5,81 m en el sentido de avance de los P.P.K.K.s y de 6,48 m en el sentido contrario se consigue no eliminar el arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar.

Un problema que plantea esta solución es la ubicación de las paradas del tranvía, puesto que a ambos lados de las aceras hay entradas a garajes y servicios y la elevación del pavimento en zona de parada podría suponer un problema de accesos a éstos. Se tendría que pensar en “atrincherarlas” para garantizar los accesos de los vehículos privados a los garajes y servicios.

La reducción del ancho comentado anteriormente supone que esta solución respecto a la solución nº 1 no afecte al arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar. No obstante, si bien la profundidad de excavación junto a las jardineras periféricas del bulevar es menor, hecho que reduce el impacto sobre el sistema radicular de los ejemplares, la construcción del carril bici, de igual forma, supondrá una afección al sistema radicular del arbolado emplazado en las jardineras periféricas del bulevar.

Esta solución nº 2 no supone un impacto sobre los 6 ejemplares a los que afecta la solución nº 1 (sistema radicular). La minimización del impacto, se debe a que la construcción del carril bici junto al bulevar requiere una profundidad de excavación menor que la construcción de la plataforma del tranvía, por lo que el sistema radicular de los árboles próximos se verá menos afectado.

En el tramo 2, esta alternativa presenta las siguientes afecciones sobre el arbolado y la zona verde del Paseo Constitución:

- Eliminación de los 33 árboles existentes en las jardineras situadas entre la calzada y el bulevar (7 aliantos, 1 amelia, 9 plataneros, 5 álamos blancos, 2 chopos negros y 9 acacias) respecto al impacto de la solución nº 1 es menor porque la excavación para la construcción de la plataforma del tranvía se traslada al costado de la acera, lo más alejada posible de las jardineras perimetrales del bulevar.

- Se ha considerado una banda de afección al sistema radicular del arbolado de 4 m desde el límite de la plataforma del tranvía. Esta alternativa evitará la afección de 6 ejemplares: dos cipreses de pequeño tamaño, unos magnolios de pequeño tamaño y dos chopos negros de tamaño grande.

- Se salvarán todos los magnolios emplazados en la mediana entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola a excepción unos ejemplares muy pequeños. De igual forma no se afectará a los ejemplares de esta especie localizados en el bulevar del Paseo Constitución.

- Eliminación del arbolado existente en las aceras laterales de la calzada.

3.4. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 3. INCREMENTAR COTA DE LA PLATAFORMA DEL TRANVÍA

Otra alternativa que se ha barajado es mantener el eje del tranvía entre el bulevar y la calzada e incrementar la cota de la rasante de la plataforma del tranvía. Es decir, se plantea realizar un relleno de la plataforma en vez de excavar. De esta forma, se minimiza la afección sobre el sistema radicular del arbolado situado entre el bulevar y la calzada.

PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

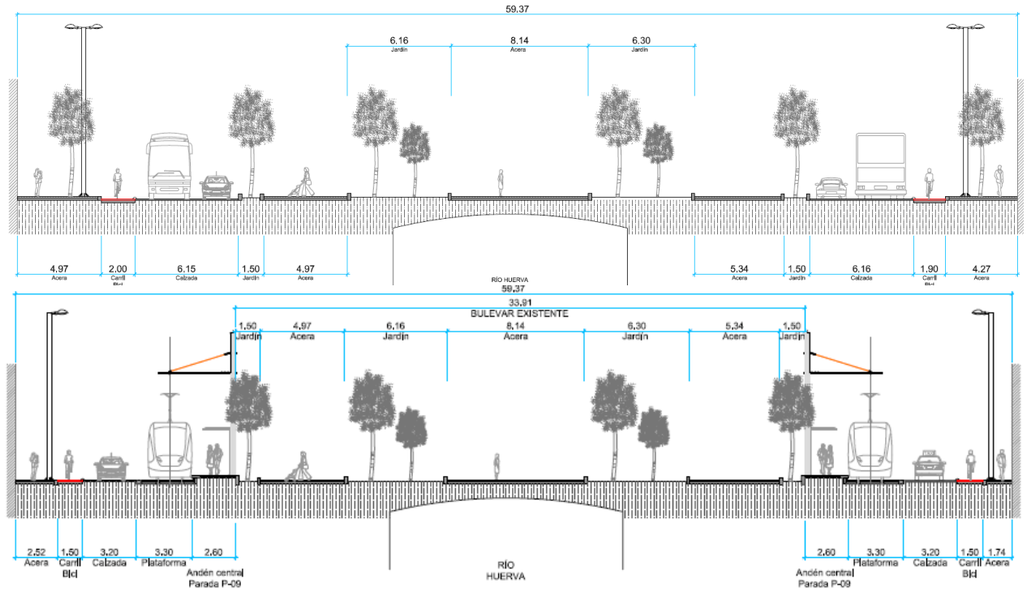


Ilustración 12. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativas 2 y 3. Solución nº 3.

La disposición del carril bici se localiza junto a la acera y el ancho de la acera es el mismo que el proyectado en las soluciones nº 1 y 2.

El incremento de la cota de la rasante de la plataforma del tranvía implica que se incremente la misma diferencia de altura en la parada emplazada en el bulevar.

Las dimensiones de esta sección en sentido de avance de los P.P.K.K.s es la siguiente: andén central con parada de 2,60 m, plataforma del tranvía de 3,30 m, calzada de 3,20 m, carril bici de 1,50 m y acera de 1,74 m. En sentido contrario a los P.P.K.K.s la sección presenta las siguientes dimensiones: andén central de 2,60 m, plataforma de 3,30 m, calzada de 3,20 m, carril bici de 1,50 m y acera de 2,52 m.

En total esta sección, acera, parada, plataforma, tranvía, calzada y carril bici, en el sentido de avance de los P.P.K.K.s presenta un ancho de 12,34 m mientras que la solución nº 1 tiene un ancho de 19,17 m y en el sentido contrario tiene un ancho de 13,12 m mientras que la solución nº 1 19,59 m. Con esta reducción del ancho de ocupación de 6,83 m en el sentido de avance de los P.P.K.K.s y de 6,47 m en el sentido contrario se consigue no eliminar el arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar.

Este relleno de la plataforma hasta el nivel de la acera, en algunos puntos, como es el P.K. 3+515 no supone ningún problema para la estructura del cubrimiento del Huerva. Sin embargo, hay puntos en la que la plataforma del tranvía se proyecta muy próxima (llegando a solaparse en dos puntos) al cubrimiento del Huerva. Es en esas zonas se tendría que hacer un estudio de cargas para conocer qué peso de más del que soporta actualmente es capaz de resistir la estructura del cubrimiento del Huerva.

Esta solución respecto a la solución nº 1 no elimina el arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar

En el tramo 2, esta alternativa presenta las siguientes afecciones sobre el arbolado y la zona verde del Paseo Constitución:

- No se eliminan los 33 árboles existentes en las jardineras situadas entre la calzada y el bulevar. (7 aliantos, 1 amelia, 9 plataneros, 5 álamos blancos, 2 chopos negros y 9 acacias).

- Se afectará todo el arbolado existente en las aceras laterales de la calzada.

- No se afectará a los magnolios emplazados en la mediana entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola. De igual forma no se afectará a los ejemplares de magnolio localizados en el bulevar del Paseo Constitución.

- Se ha considerado una banda de afección al sistema radicular del arbolado de 4 m desde el límite de la plataforma del tranvía. Esta alternativa evitará la afección de 6 ejemplares: dos cipreses de pequeño tamaño, un magnolio de pequeño tamaño y dos chopos negros de tamaño grande.

3.5. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 4. REAJUSTAR A DIMENSIONES MÍNIMAS

La cuarta solución que se ha barajado para la implantación de las alternativas 2 y 3 de la L2 del tranvía en el Paseo Constitución consiste en reajustar la sección tipo planteando dimensiones mínimas para cada uno de los elementos que componen la propuesta.

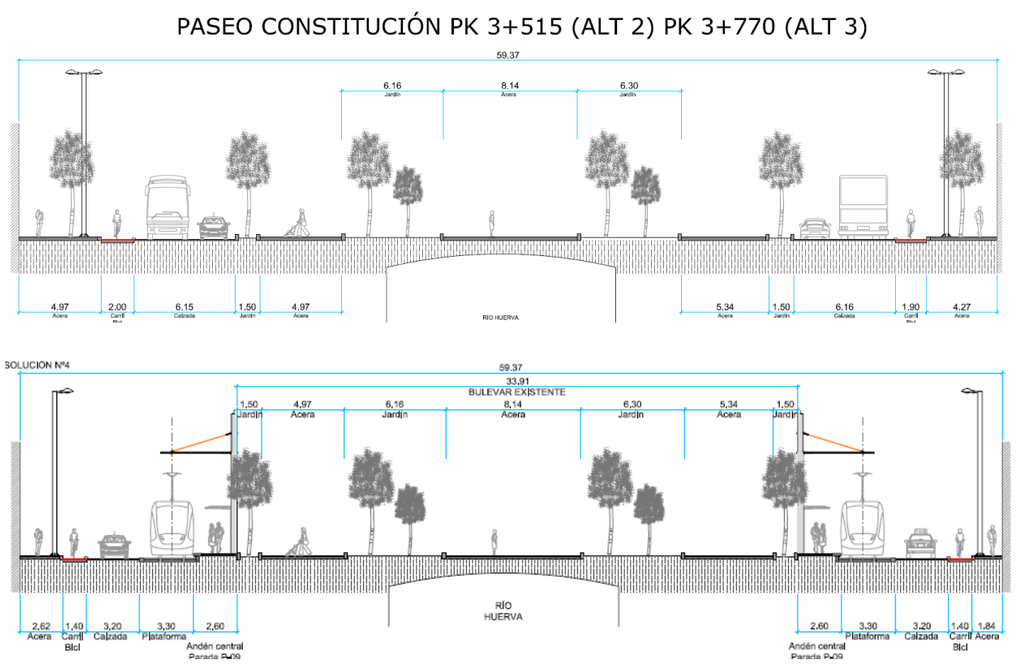


Ilustración 13. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativas 2 y 3. Solución nº 4.

De acuerdo con la Ordenanza de Supresión de Barreras Arquitectónicas y Urbanísticas del Municipio de Zaragoza de 2001, en lo referido en el Artículo 6. Diseño y trazado de las vías, perteneciente al Capítulo II Accesibilidad en el plano horizontal, en vías colectoras de tráfico rodado continuo deberá mantenerse un espacio de libre circulación peatonal de 1,80 metros. Cuando en el espacio de libre circulación señalado sea imprescindible instalar barreras funcionales, como: buzones, señales, farolas, etcétera, deberán colocarse éstas lateralmente de forma que no dificulten la accesibilidad al menos en un ancho de 1,00 metro con trayectoria rectilínea.

Inicialmente se planteaba reducir la calzada de los vehículos a 3,00 m, sin embargo la curva del Paseo Constitución a la altura de CCOO presenta un radio muy pequeño impidiendo que se adopte esta medida para la calzada al no permitir el giro de vehículos pesados.

Teniendo en cuenta estas premisas, se plantea para el sentido de avance de los P.P.K.K.s, una sección tipo que de fachada al borde de la jardinera bulevar estuviera compuesta por: 1,84 m de acera + 1,40 m de carril bici unidireccional + 3,20 m de carril para vehículo privado + 3,30 m de plataforma tranviaria y 2,60 m de andén central. Algo más holgada quedaría la acera en sentido opuesto a los P.K.s resultando: 2,62 m de acera, 1,40 m de carril bici unidireccional, 3,20 m de calzada, 3,30 m de plataforma y 2,60 m de andén central.

En total esta sección, acera, carril bici, plataforma del tranvía y calzada para los vehículos privados, en el sentido de avance de los P.P.K.K.s presenta un ancho de 12,34 m mientras que la solución nº 1 tiene un ancho de 19,17 m y en el sentido contrario tiene un ancho de 13,11 m mientras que la solución nº 1 presenta un acho de 19,59 m. Con esta reducción del ancho de ocupación de 6,06 m en el sentido de avance de los P.P.K.K.s y de 6,48 m en el sentido contrario respecto a la solución 1 se consigue no eliminar el arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar.

En el tramo 2, esta alternativa presenta las siguientes afecciones sobre el arbolado y la zona verde del Paseo Constitución:

- Se salvarían los 33 árboles existentes en las jardineras situadas entre la calzada y el bulevar. De estos 7 son aliantos, 1 amelia, 9 plataneros, 5 álamos blancos, 2 chopos negros y 9 acacias. Entre estos ejemplares hay 1 que está catalogado como árbol singular (chopo negro).
- Se afectará todo el arbolado existente en las aceras laterales de la calzada.
- Con esta solución se salvarán todos los magnolios emplazados en la mediana entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola así como todos los ejemplares de magnolio localizados en el bulevar del Paseo Constitución.
- Se ha considerado una banda de afección al sistema radicular del arbolado de 4 m desde el límite de la plataforma del tranvía. Esta alternativa evitará el impacto de 6 ejemplares afectados por la solución nº 1.

3.6. TRAMO 2. SOLUCIÓN Nº 5. CARRIL BICI EN EL BULEVAR

La solución nº 5 proyecta el carril bici por el bulevar de Paseo Constitución. De esta forma se minimiza en 1,50 m en cada sentido la ocupación de las soluciones propuestas anteriormente.

En el Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza se indica que *"en las zonas con elevado tránsito peatonal es recomendable segregar los flujos circulatorios, lo cual se puede realizar mediante una acera bici sugerida o incluso mediante una vía ciclista".*

El ancho de la vía ciclista al ser unidireccional deberá presentar un ancho de 1,50 m.

PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

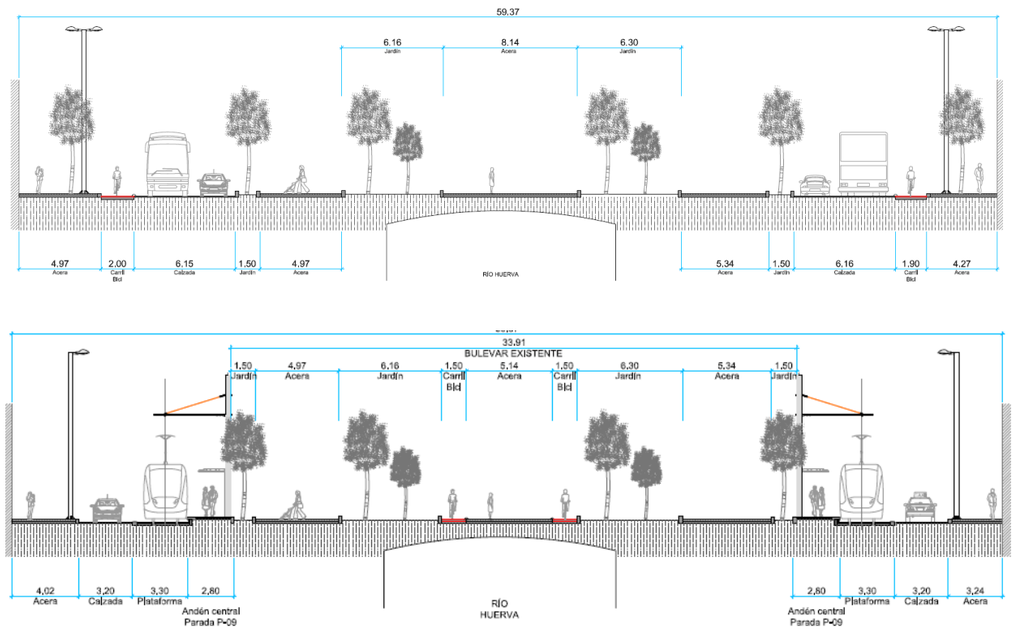


Ilustración 14. Sección del Paseo Constitución actual y propuesta para la línea 2 del tranvía entre las Calles Isaac Peral y Mariano Escar alternativas 2 y 3. Solución nº 5.

Debido a la disposición de las jardineras centrales el carril bici diseñado deberá ajustarse a éstas, por lo que presentará un trazado curvilíneo.

Teniendo en cuenta estas premisas, se plantea para el sentido de avance de los P.P.K.K.s, una sección tipo que de fachada al borde de la jardinera bulevar estuviera compuesta por: 3,24 m de acera + 3,20 m de carril para vehículo privado + 3,30 m de plataforma tranviaria y 2,80 m de andén central. Algo más holgada quedaría la acera en sentido opuesto a los P.K.s resultando: 2,72 m de acera, 1,50 m de carril bici unidireccional, 3,00 m de calzada, 3,30 m de plataforma y 2,80 m de andén central.

En total esta sección, acera, carril bici, plataforma del tranvía y calzada para los vehículos privados, en el sentido de avance de los P.P.K.K.s presenta un ancho de 12,54 m mientras que la solución nº 1 tiene un ancho de 19,17 m y en el sentido contrario tiene un ancho de 13,34 m mientras que la solución nº 1 presenta un acho de 19,59 m. Con esta reducción del ancho de ocupación de 6,33 m en el sentido de avance de los P.P.K.K.s y de 6,25 m en el sentido contrario se consigue no eliminar el arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar.

- Se salvarían los 33 árboles existentes en las jardineras situadas entre la calzada y el bulevar. De estos 7 son aliantos, 1 amelia, 9 plataneros, 5 álamos blancos, 2 chopos negros y 9 acacias. Entre estos ejemplares hay 1 que está catalogado como árbol singular (chopo negro).
- Se afectará todo el arbolado existente en las aceras laterales de la calzada.
- Se salvarán todos los magnolios emplazados en la mediana entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola a excepción del indicado en el párrafo anterior. De igual forma, se salvarán todos los ejemplares de esta especie localizados en el bulevar del Paseo Constitución.
- Se ha considerado una banda de afección al sistema radicular del arbolado de 4 m desde el límite de la plataforma del tranvía. Esta alternativa evitará la afección de 6 ejemplares: dos cipreses de pequeño tamaño, un magnolio de pequeño tamaño y dos chopos negros de tamaño grande.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS A CONSIDERAR PARA EVITAR AFECCIÓN A ARBOLADO

Como medida correctora para salvar los magnolios de Paseo Constitución se plantea el trasplante de los ejemplares afectados. Esta medida supone una inversión elevada (entre 10.000 y 15.000 € por unidad) y no garantiza la supervivencia al 100 % de todos los ejemplares.

Otra medida que se plantea para precisar en qué ejemplares del arbolado de las jardineras perimetrales pueden ser afectado su sistema radicular es realizar un estudio de detalle de su sistema radicular al objeto de definirlo. De esta forma, se dispondrá de una información para poder decidir qué arboles deben eliminarse y cuales podrían mantenerse al no verse afectadas sus raíces principales.

Antes de iniciar cualquier tipo de actuación, en todos aquellos árboles que se quiera conservar se deberán realizar las siguientes medidas:

- Una poda del arbolado en la época adecuada para ello (otoño e invierno).
- Según la Sección II de Ordenanza municipal de protección del arbolado urbano de 2013, en la que se describen las normas de protección se tendrá en cuenta lo siguiente:

  a) ***Artículo 7. Protección del arbolado en las obras***. Cuando se realicen obras que no impliquen excavación. En aquellos casos en que la ejecución de la obra exija ocupar todo el espacio existente alrededor del árbol y no puedan llevarse a cabo las anteriores protecciones (vallar todo el terreno delimitado por la línea de goteo, de forma que no sea posible el acceso al interior excepto de aquellas personas que lleven a cabo el mantenimiento del árbol. Cuando no sea posible se procurará realizar el vallado a una distancia mínima de cuatro veces el diámetro normal del tronco), se colocarán tablones de madera a lo largo del tronco, en una altura no inferior a tres metros desde el suelo.

  b) ***Artículo 8. Protección específica de raíces y ramas***. Cuando al realizar una excavación resulten alcanzadas raíces de grueso superior a cinco centímetros, se realizará un corte limpio y liso, procediéndose al retapado en un plazo no superior a tres días y regando a continuación. Siempre que sea posible se procurará que la apertura de zanjas y hoyos próximos al arbolado se produzca en época de reposo vegetativo (diciembre, enero y febrero). Cuando se modifique el nivel del suelo en el entorno de un árbol, si se trata de un desmonte se practicará un corte previo de raíces a una distancia de treinta centímetros de la apertura de la zanja, y esa distancia se rellenará con medio de cultivo en el que puedan crecer nuevas raíces.

  c) ***Artículo 10. Obras en la vía pública***. Cuando se realicen obras que impliquen excavación. Para una adecuada conservación de los árboles que pudieran verse afectados por la realización de las obras, se procurará evitar la excavación de zanjas a una distancia menor de diez veces el diámetro del árbol medido a treinta centímetros del suelo; se promoverá el uso de técnicas que no produzcan el desgarro o rotura de las raíces y se restringirá el uso de grúas, excavadoras y otra maquinaria en el área de la copa del árbol para no afectar a la integridad de las ramas. En caso de ser necesaria la poda del árbol no deberá afectar a un volumen mayor del diez por ciento de la copa, con carácter general.

5. CONCLUSIONES

A continuación se realiza una valoración global de las soluciones expuestas.

Partiendo de la premisa que marca el informe de estructuras, adjunto en el anejo 1 del presente apéndice, en el que se indica que para la implantación de las alternativas 2 y 3 de la L2 del tranvía en el tramo comprendido entre la plaza Paraíso y la calle Don Hernando de Aragón (tramo 1) debe renovarse el cubrimiento. En este tramo se afectará a todo el arbolado, tanto el emplazado en las jardineras del centro del bulevar como el que se localiza entre el bulevar con la calzada.

En dicho informe adjunto en el anejo 1, se indica que en el tramo 2, comprendido entre la Calle Don Hernando de Aragón y Paseo la Mina (tramo 2), no puede incrementarse su peso.

La solución nº 2, si bien no tiene que eliminar la vegetación de las jardineras perimetrales del bulevar, presenta numerosos inconvenientes. El primero de ellos es la ubicación de las paradas del tranvía, puesto que a ambos lados de las aceras hay entradas a establecimientos y la elevación del pavimento en zona de parada supone un problema, ya que habría que pensar en "atrincherarlas" para garantizar los accesos de los vehículos privados a los garajes.

La solución nº 3 proyecta rellenar la plataforma hasta el nivel de la acera. En algunos puntos, como es el P.K. 3+515 no supone ningún problema para la estructura del cubrimiento del Huerva. Sin embargo, hay puntos del tramo 2 en los que la plataforma del tranvía se proyecta muy próxima (llegando a solaparse en dos puntos) al cubrimiento del Huerva. Es en esas zonas se tendría que hacer un estudio de cargas para conocer qué peso de más del que soporta actualmente es capaz de resistir la estructura del cubrimiento del Huerva. Como se indica en el informe de estructuras este cubrimiento no soportaría un incremento del peso.

La solución nº 4 plantea ajustar las dimensiones al mínimo. Con ella se evita eliminar el arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar, no obstante el límite de la obra se encuentra a menos de 5 m del arbolado emplazado en dichas jardineras, por lo que seguramente se verá afectado su sistema radicular.

Por último, la solución nº 5 proyecta dos carriles bici unidireccionales por el centro del bulevar. Con esta medida se evita la eliminación del arbolado emplazado en las jardineras perimetrales del bulevar, sin embargo, al igual que con la solución nº 4, el límite de las obras se localiza a menos 5 m de dicho arbolado. De ahí que se considere que el sistema radicular del arbolado de las jardineras perimetrales se verá afectado por las obras.

Por otro lado, cabe destacar, que en el caso que se tengan que renovar los servicios afectados, como son las tuberías de abastecimiento y saneamiento, las probabilidades de afectar en todas las soluciones a las raíces del arbolado de las jardineras perimetrales del bulevar son muy elevadas, ya que en este tramo se prevé que la profundidad a la que se encuentran estos servicios es de entre 6 y 7 metros. La elevada profundidad de dichos servicios implica que se realice una excavación con berma lo que da lugar a que el ancho de dicha excavación sea todavía mayor.

Por todo ello, en el tramo 2 del Paseo de la Constitución, antes de adoptar cualquier solución, se recomienda realizar un estudio del sistema radicular, fundamentalmente de los ejemplares emplazados en las jardineras centrales, al objeto de decidir si es necesario eliminar los árboles situados en el perímetro del Bulevar (junto a las calzadas de ambos sentidos), ya que a simple vista resulta muy difícil identificar qué arbolado no va a ver afectado sus sistema radicular.

Cabe destacar que los árboles en las ciudades, una vez han adquirido un tamaño pasan de ser un beneficio a un problema, ya que el tamaño de las raíces deterioran el asfalto (Ilustración 3), las baldosas (Ilustración 4), los servicios situados en el subsuelo y en este caso concreto, la estructura de cubrimiento del río Huerva. Asimismo, las grandes ramas y la fauna asociada a las mismas (aves, insectos, etc) en muchos casos también suponen un problema para los residentes, ya que balcones y ventanas resultan afectados. Es por esto que, es aconsejable urbanizar las zonas más afectas por el arbolado como son la jardinera y aceras entre el bulevar y la calzada.

Se entiende que en un plazo aproximado de diez años e incluso menos dependiendo la especie utilizada para la plantación, el nuevo arbolado tendrá un porte considerable y suficiente.

Por último, sin importar la solución que se adopte, parece bastante viable conservar las jardineras centrales entre la Calle Don Hernando de Aragón y el Paseo la Mina del tramo 2. En ellas se localizan los magnolios de mayor valor ornamental y apenas generan daños sobre el mobiliario urbano (baldosas).

ANEJO 1. INFORME DE ESTRUCTURAS.

1. INTRODUCCIÓN Y DATOS DE PARTIDA

Se redacta el presente informe de valoración de la reparación del cubrimiento del río Huerva dentro de los trabajos 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", con el objetivo de aportar una visión general del estado de la estructura, sobre la base de la documentación previa que se relaciona a continuación y el acceso limitado realizado en la visita de fecha 4 de diciembre de 2015:

- "**Análisis, Informe y posterior proyecto para la estabilización y mejora de la estructura del río Huerva y su encauzamiento**", redactado por A.T.I.C.A., S.L. con fecha diciembre de 1997.
- **Presupuesto estimado de la sustitución del cubrimiento (2006)**

2. ANTECEDENTES

De forma breve, se resume a continuación la configuración y estado de conservación del cubrimiento, tal cual queda descrito en el documento antecedente de 1997.

De este modo, la longitud total del cubrimiento queda dividida en cuatro tramos:

- 1er tramo: Desde el comienzo aguas arriba hasta la primera bóveda en la Plaza de Paraíso.
- 2º tramo: El tramo de bóvedas de la plaza de Paraíso.
- 3er tramo: Desde la última bóveda de la plaza de Paraíso hasta la intersección con el Paseo de la Mina
- 4º tramo: Desde la intersección con el Paseo de la Mina hasta finalizado el giro de 90º que contornea el Colegio del Sagrado Corazón.
- 5º tramo: Comprende los últimos 18 m del recubrimiento

A efectos de tipología estructural, dicho informe refiere que los **tramos 1º y 3º** (que datan de los años 20 y 30, y con longitudes respectivas 400,759 m y 505,553 m) presentan una misma configuración de sección rectangular de 14 m de anchura y altura variable (máximo 11 m y mínimo 3,7 m), quedando la estructura superior conformada por una losa "nervada" de hormigón armado "in situ", con vigas de sección rectangular situadas a una distancia libre de 2,4 m en zona de Paseos y 1.0 m en viales. La losa tiene espesor 10 cm de espesor en zona de Paseos y de 18 cm en zona de viales.

Dicha superestructura descansa sobre sendos muros de hormigón en masa, de trasdós escalonado, y cimentados en mallacan.

Por su parte, el **tramo segundo** engloba, en una longitud de 87 metros y de acuerdo con dicho informe, tres bóvedas; dos de las cuales (1ª y 3ª) están formadas por muros de mampostería y bóveda en cañón de ladrillos macizos a soga, mientras que la 2ª quedaría integrada por muros de sillería y bóveda carpanel de ladrillos macizos.

Ha de decirse que, desde el punto de vista patológico, a la vista del informe de inspección, no revestirían interés significativo, puesto que [textualmente] "*las bóvedas no presentan fisura o grieta que haga pensar en un comportamiento defectuoso. Los ladrillos están en buenas condiciones, así como su mortero de unión. No obstante, se presentan las típicas eflorescencias de color blanco que pueden provenir del terreno circundante o de los propios ladrillos"*.

De otro lado, el **tramo cuarto** [de finales de los años 60], que correspondería al recorrido entre el Paseo de la Mina y el Colegio Sagrado Corazón (186 metros de longitud), presenta una tipología de muros en L de hormigón en masa, cimentados sobre las gravas aluviales (más superficialmente que los tramos anteriores), y sobre los que apoyan unas vigas nervadas de hormigón armado in situ, con unas dimensiones individuales de 0.35x1.20 m. y una separación libre entre vigas de 1.15. Se completa la estructura del tablero con una losa de espesor 0.20 m.

Finalmente, el definido como **tramo quinto** del cubrimiento corresponde con los últimos 18 metros [principios de los años 90], y la tipología del cubrimiento responde a unos muros de hormigón armado de canto 1.5 m. cimentados igualmente en las gravas aluviales y sobre los que se apoya un tablero de vigas prefabricadas pretensadas con intereje 2.75 y losa superior de 0.20 m. En lo referente al estado de conservación de este tramo del cubrimiento, el informe de 1997 señala que [textualmente] "*en el quinto tramo, no se observan defectos estructurales de importancia que reseñar*".

De este modo, a efectos de existencia de patologías desde el punto de vista estructural, el informe elaborado por A.T.I.C.A., S.L. se centra en los tramos 1º y 3º, y el 4º.

Así, expone que "*en los tramos nos 1 y 3, que son los más antiguos, a nivel general puede decirse que las vigas presentan un estado de conservación aceptable aunque algunas de ellas han perdido el recubrimiento inferior y los redondos de la fila inferior están al aire. Sin embargo, la losa propiamente dicha presenta un número muy grande de vanos en los que se puede ver todo el mallazo o una parte importante de él, con diferentes grados de oxidación. En otros vanos, aunque no aparece el mallazo, se observan zonas con fuertes humedades que han deteriorado el hormigón y seguramente afectado a la armadura*"

En lo que atañe al tramo cuarto, el mismo informe de 1997 señala que [textualmente] "*tanto las vigas como la losa presentan a nivel general un estado de conservación aceptable, aunque existen algunas vigas que han sufrido reparaciones y otras en las que se ven redondos (a pesar de haber sido reparados), al igual que en algún vano se puede ver el mallazo*".

Añade finalmente dicho informe que "*estos defectos son muy pocos, sobretodo en comparación con los tramos anteriores*"

Más allá del propio estado de conservación de la estructura, el documento de 2006 refiere una limitación funcional en cuanto al paso del tranvía y posibilidad de nuevos usos; y es que el mismo informe de 1997 ya establece un déficit resistente frente a las solicitaciones requeridas por la normativa vigente (concretamente en las zonas de viales de los tramos 1º y 3º, y en el tramo 4)

Textualmente, el documento de A.T.I.C.A., S.L. establece que: "*En la zona de Paseos y con separación entre ejes de vigas de 2.8 m, no debe permitirse el paso de vehículos, especialmente de vehículos pesados y que, como se vio en los resultados de los cálculos estructurales, la losa tiene un coeficiente de seguridad muy pequeño (1.13) y las vigas muy estricto (1.61), por lo que las sobrecargas adicionales podrían rebajar todavía más dichos coeficientes.*

En la zona de viales hay un problema añadido y es que, como se ha visto en los cálculos estructurales, la losa no tiene suficiente armadura para las cargas especificadas en la Instrucción de Puentes, tanto en la de los tramos nºs 1 y 3 como en la del tramo nº 4."

A estas consideraciones deben añadirse o incorporarse nuevos matices a efectos de consideración de cargas (por ejemplo, normativa vigente [IAP-11], o consideraciones de paquete de cargas muertas, etc.) que pueden aportar un carácter adicionalmente desfavorable a lo estudiado hasta la fecha.

Con todos los datos de dicho informe en la mano, se confirmaría que los tramos 1º y 3º presentan un peor estado de conservación, y en segunda instancia, el tramo 4º; más allá de las limitaciones funcionales que ofrecen en su conjunto todos ellos.

Particularizando, existe en dicho informe una relación tabulada por tramos entre perfiles de inspección, a partir de la cual, mediante el examen del grado de reparación asignado (de 1 a 4, siendo el valor 4 asignado a la reparación de mayor grado), puede decirse que la zonas con patologías más severas (gran densidad de tratamiento de reparación 4) quedan acotadas desde la marca (0-1) a la marca (70-71) [aproximadamente entre las Calles Don Hernando de Aragón y San Ignacio de Loyola].

A partir de ese perfil, y hasta la marca (97-99), que corresponde con el inicio del Paseo de la Mina y, por tanto, del tramo 4º, existe un predominio de tratamiento tipo 3 o inferior.

Finalmente, y si se confirman estos datos de la inspección, el tramo 4º (es decir, a partir de la marca 98-99) presente un grado de patología menor a los anteriores (como ya se ha dicho), puesto que no existen reparaciones de grados 3 & 4.

En la visita de 4 de diciembre de 2015 se observan parcialmente los aspectos de la inspección de 1997, pero no con suficiente alcance como para confirmarlos.

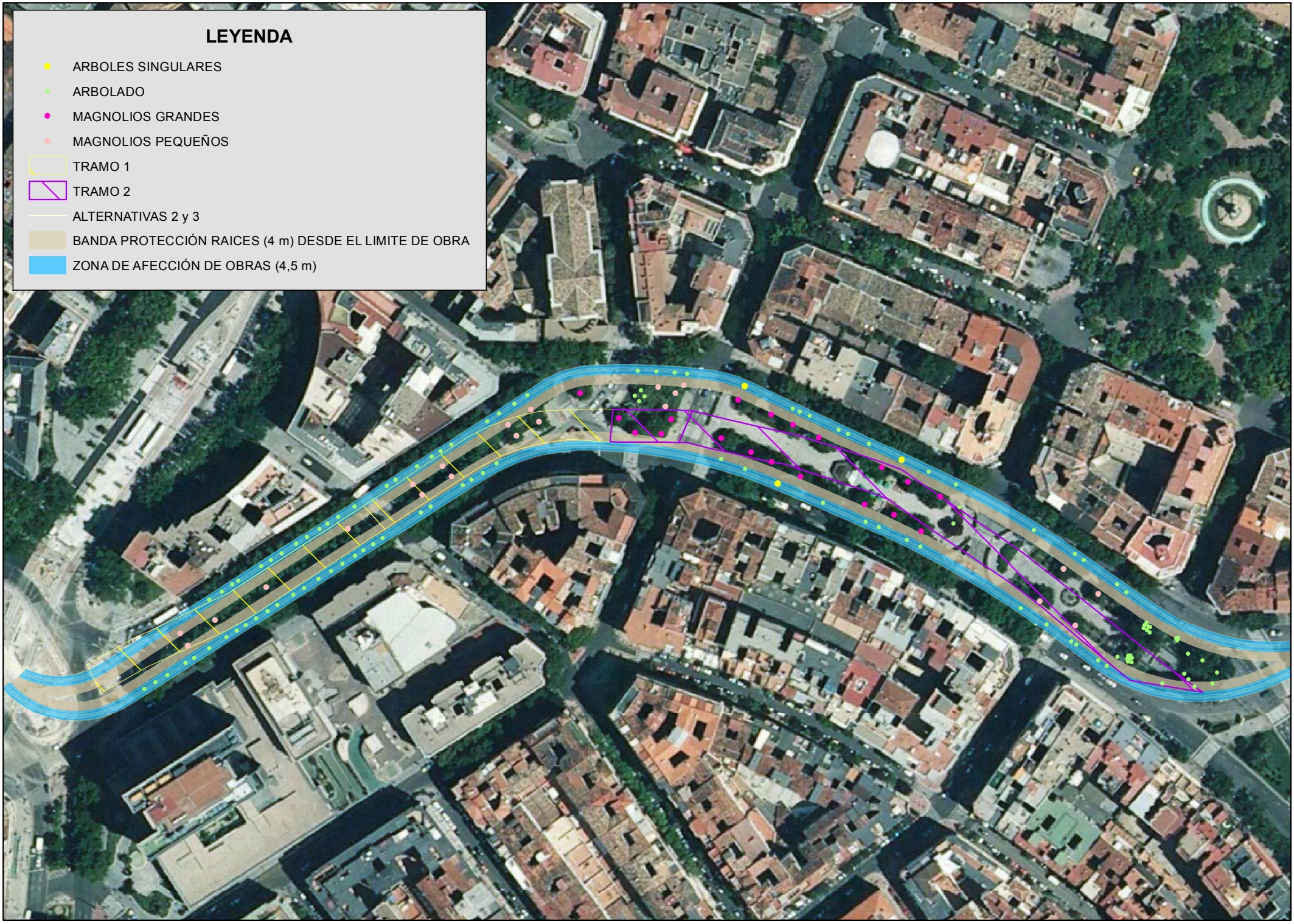
Ilustración 15. Detalle de las estructuras del cubrimiento del Huerva

3. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Dicho lo anterior, y si se confirma el contenido del informe de inspección vigente, el planteamiento estructural puede pasar por remplazar la superestructura (tablero) de los tramos 1º y 3º hasta la marca 70-71 (entre perfiles 22 y 23) y extender la reparación estructural desde ese punto hasta el inicio del Paseo de la Mina.

A efectos de valoración económica, los ratios derivados del presupuesto estimado del año 2006 aportan unos valores razonables de ejecución material para ambos casos: así, de una parte, la reparación se cifra en unos 270 €/m² de superficie en planta del tablero (corrección a ±280); mientras que, por otro lado, la sustitución del tablero se elevaría a los 430 €/m² de superficie en planta del tablero (corregido a 450 €/m² e incluyendo la impermeabilización superior del mismo).

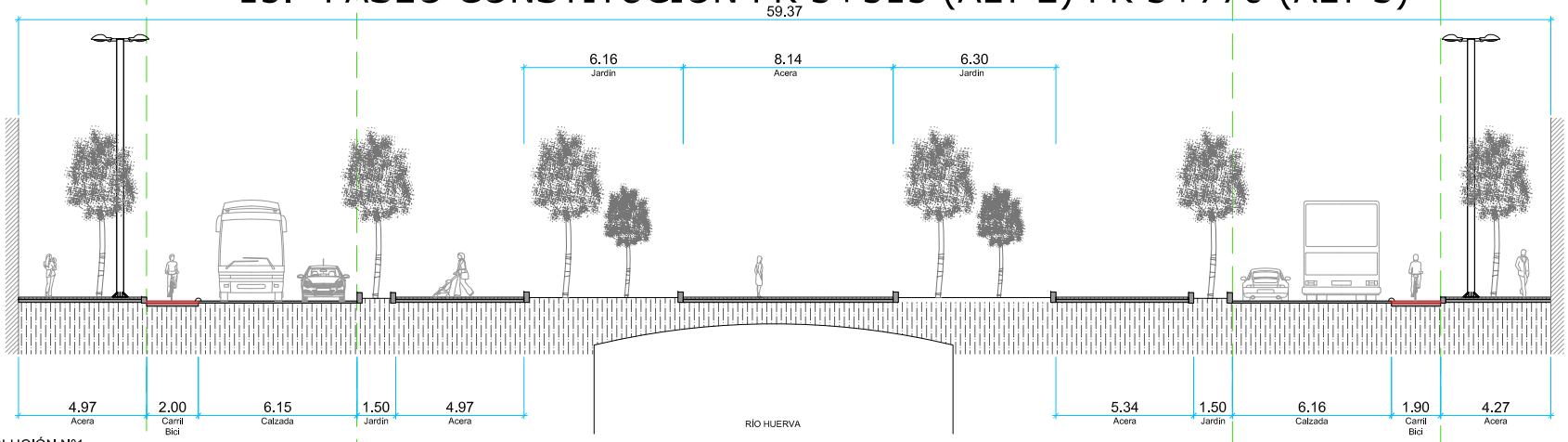
ANEJO 2. PLANO SOLUCIÓN Nº 1 AFECCIÓN AL ARBOLADO DEL PASEO DE LA CONSTITUCIÓN


LEYENDA
ARBOLES SINGULARES
ARBOLADO
MAGNOLIOS GRANDES
MAGNOLIOS PEQUEÑOS
TRAMO 1
TRAMO 2
ALTERNATIVAS 2 y 3
BANDA PROTECCIÓN RAICES (4 m) DESDE EL LIMITE DE OBRA
ZONA DE AFECCIÓN DE OBRAS (4,5 m)

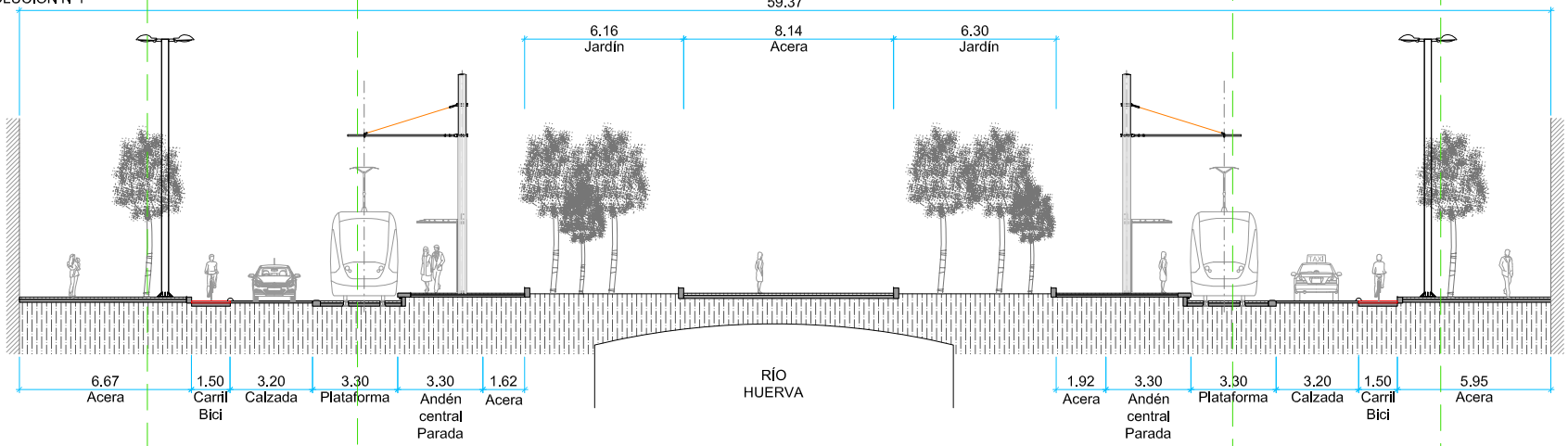
ANEJO 3. SECCIONES COMPARATIVAS DE LAS SOLUCIONES RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL

15.- PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

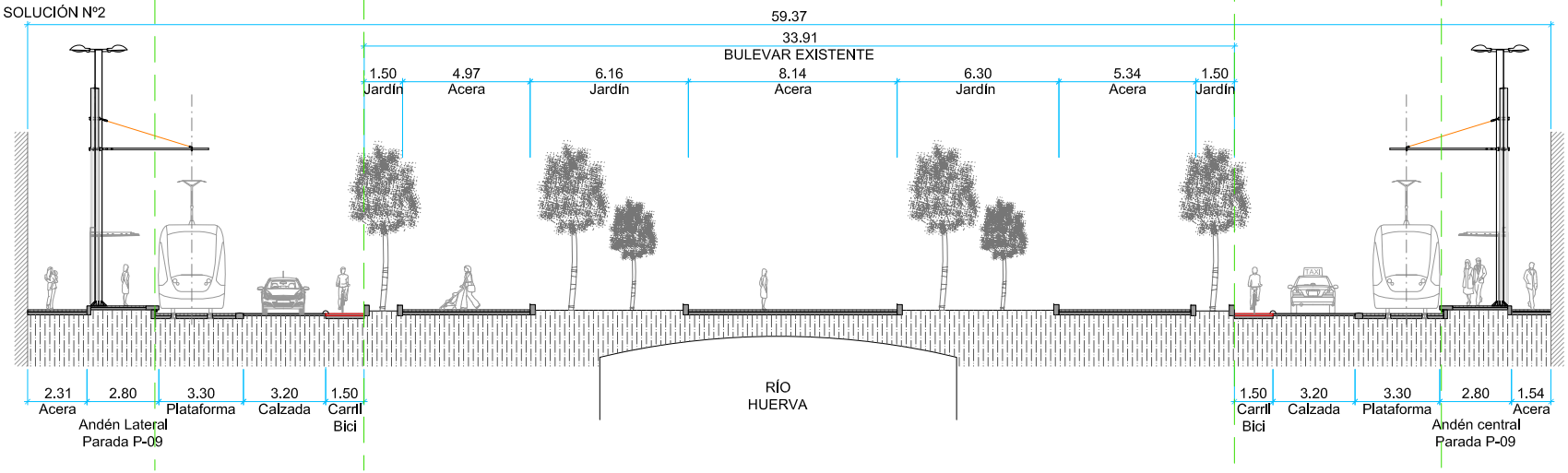
ESTADO ACTUAL



SOLUCIÓN Nº1

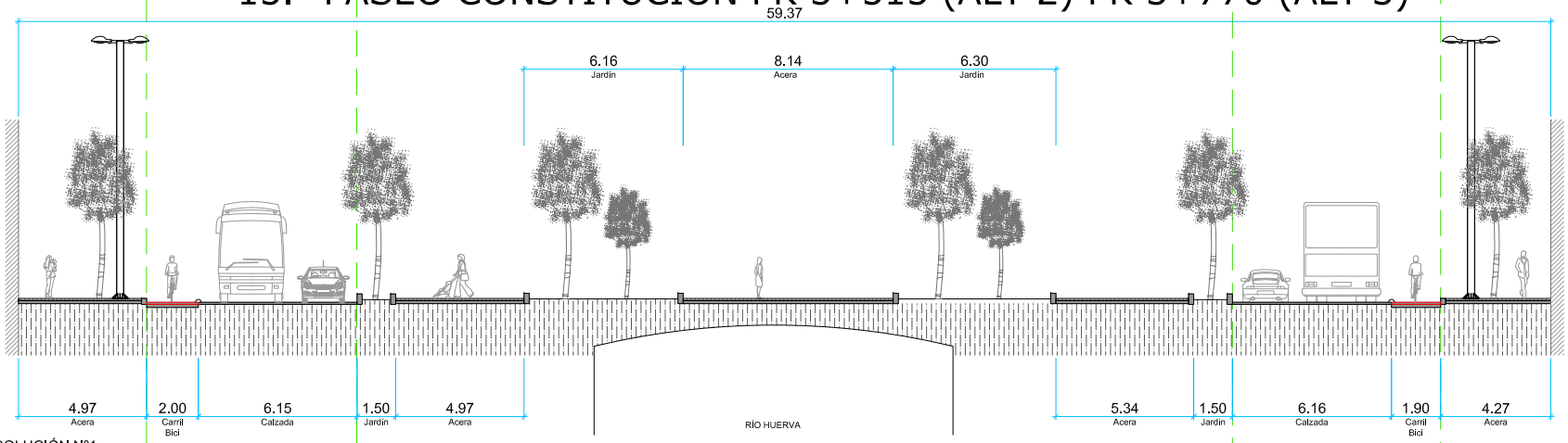


SOLUCIÓN Nº2

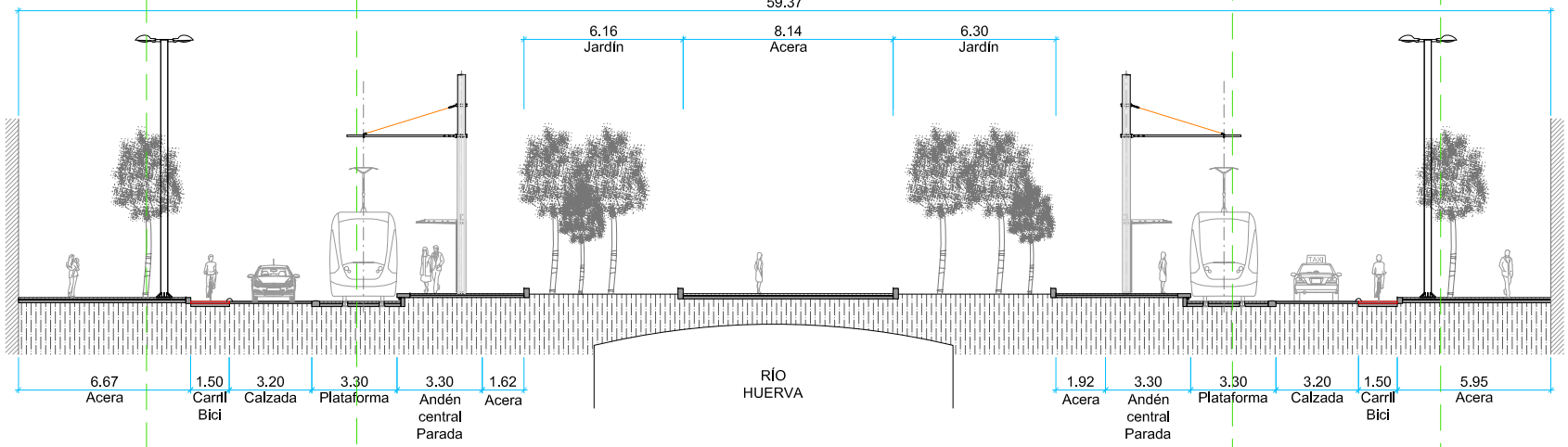


15.- PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

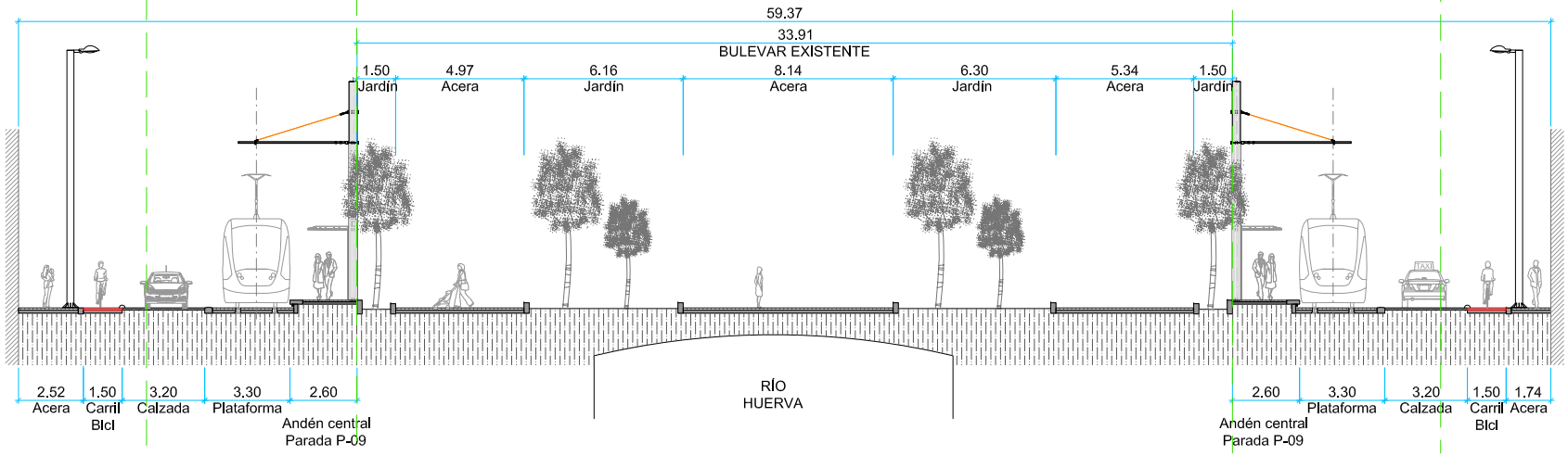
ESTADO ACTUAL



SOLUCIÓN Nº1

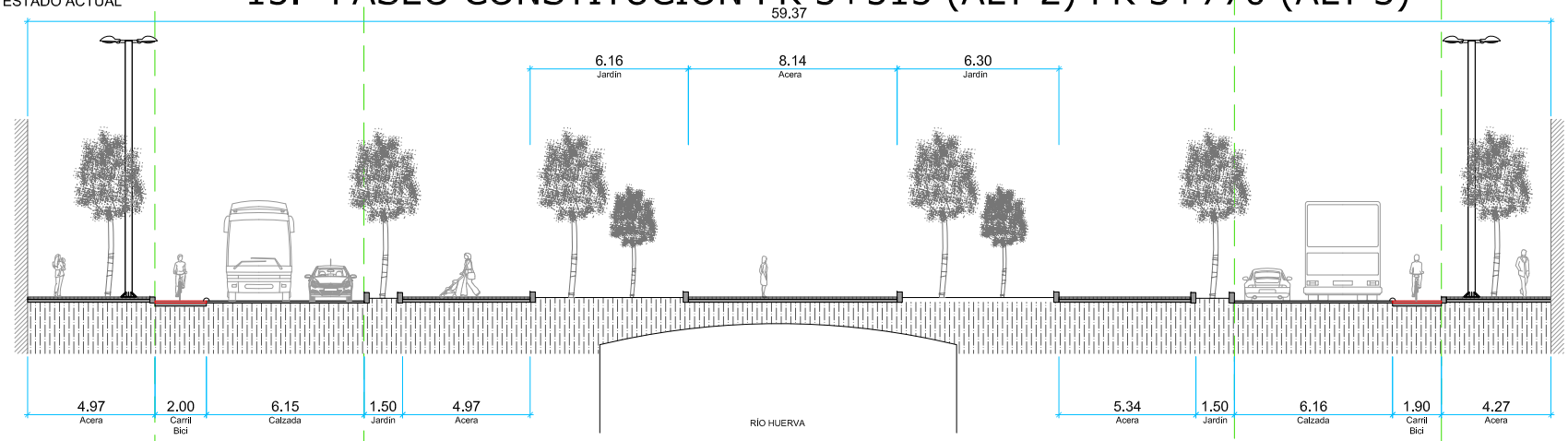


SOLUCIÓN Nº3

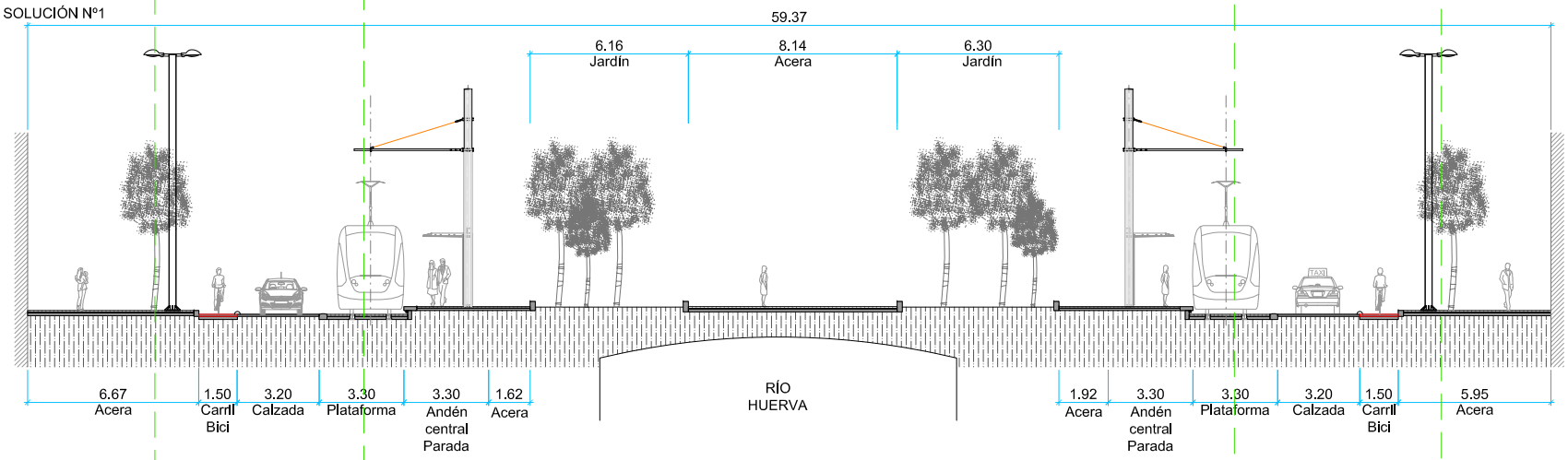


15.- PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

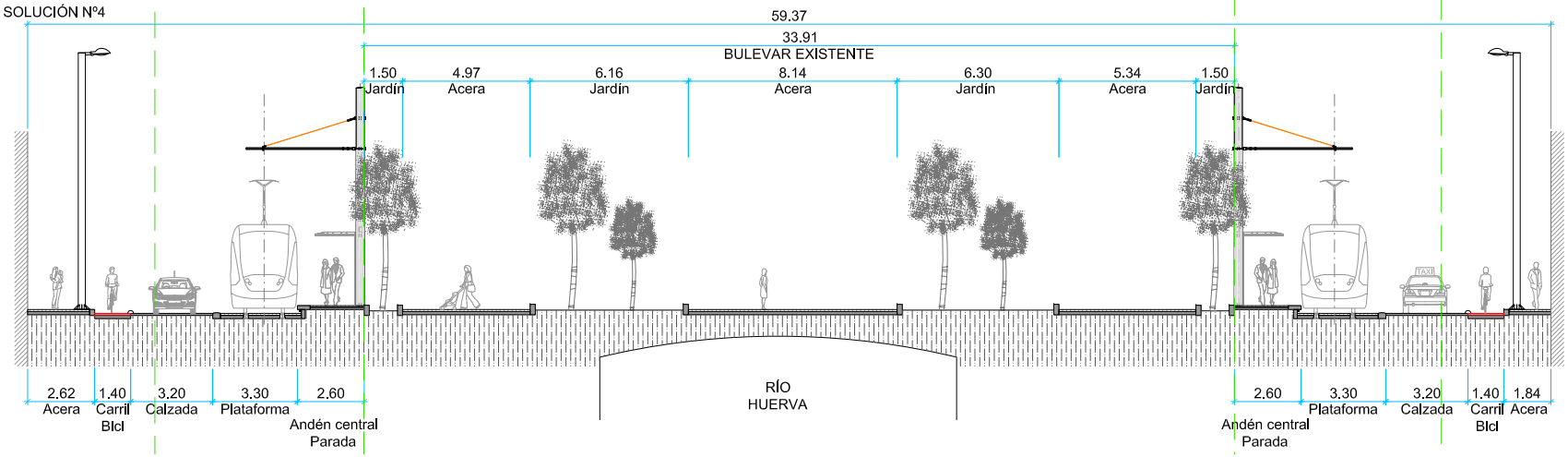
ESTADO ACTUAL



SOLUCIÓN Nº1

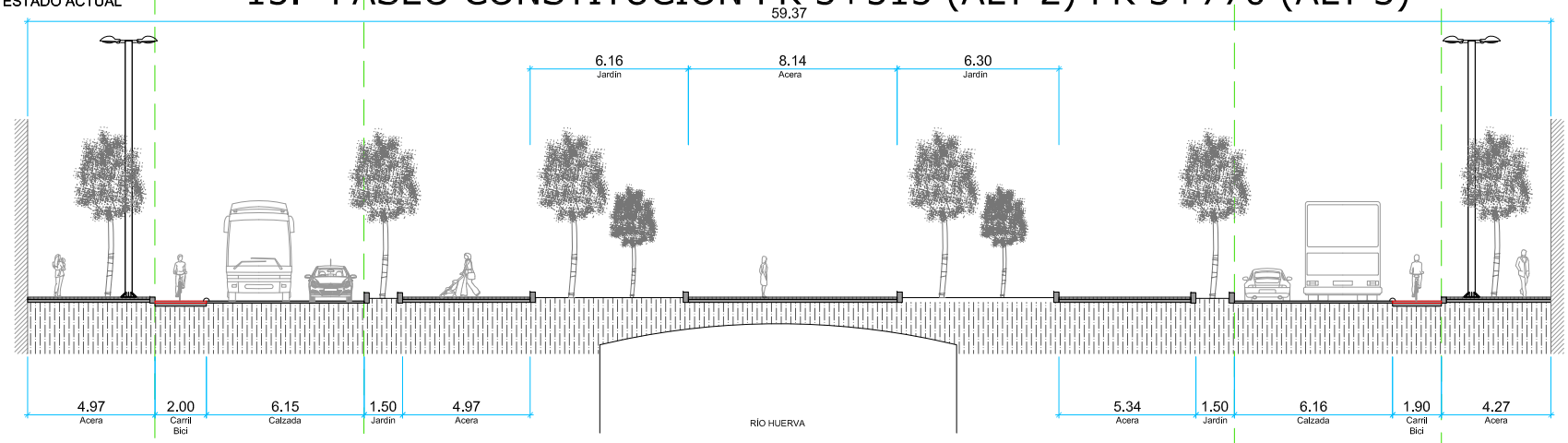


SOLUCIÓN Nº4

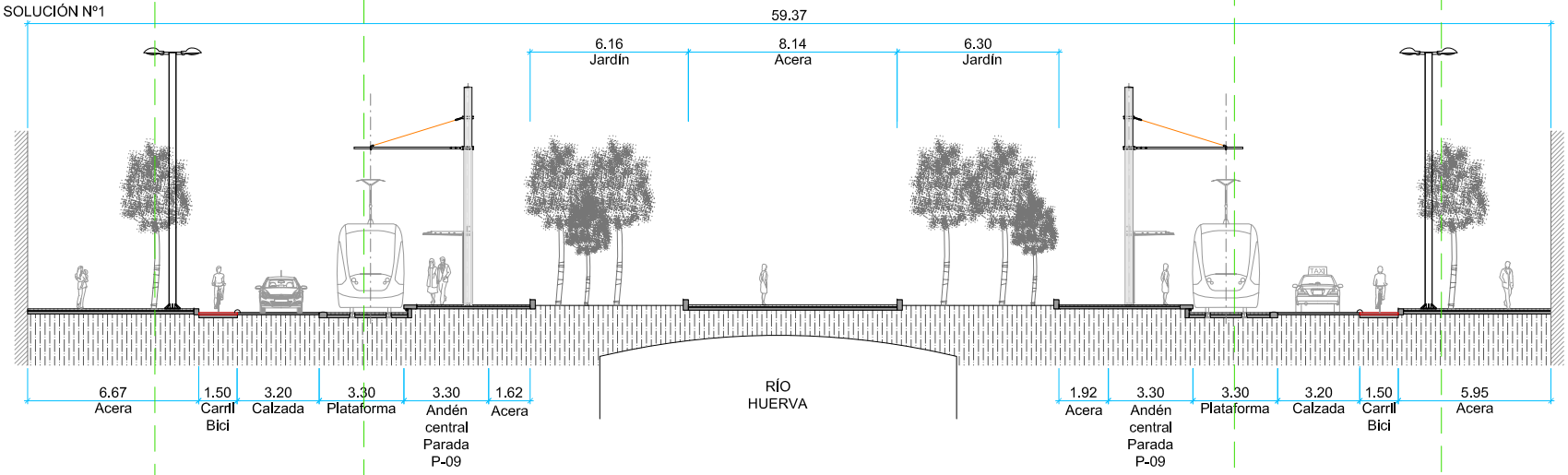


15.- PASEO CONSTITUCIÓN PK 3+515 (ALT 2) PK 3+770 (ALT 3)

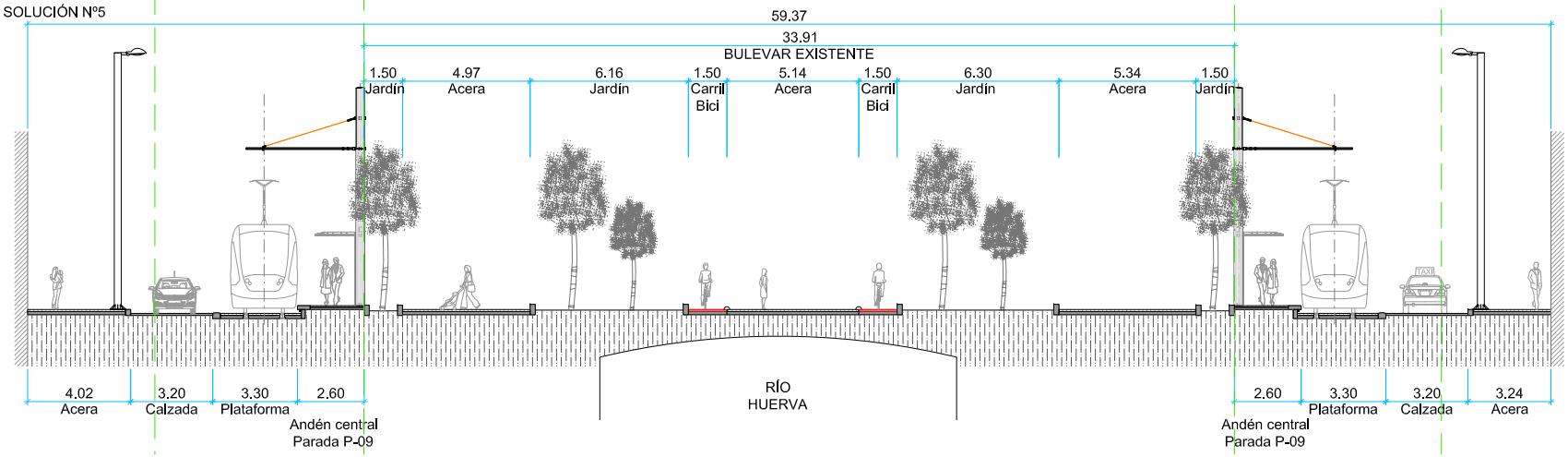
ESTADO ACTUAL



SOLUCIÓN Nº1



SOLUCIÓN Nº5



ANEJO 4. PRESUPUESTO

Se ha desglosado el presupuesto para cada uno de los 2 tramos de las siguientes partidas:

1. Reposición de servicios.
    a. Cubrimiento de la estructura del Huerva. (Incluye la demolición del mismo)
    b. Pavimentación (Incluye el drenaje, la reposición de aceras, viales, jardinería y alumbrado)
    c. Otras reposiciones (Saneamiento, Teléfono, Gas, Abastecimiento, movimientos de tierras y Endesa)
2. Plataforma calzada.
3. Paradas. En el tramo de constitución se han proyectado 4 paradas, dos en el tramo 1 y dos más en el tramo 2.
4. Trasplante del arbolado.

    Se han considerado aquellos ejemplares de magnolio afectados por la reposición del cubrimiento del Huerva. Estos ejemplares serán trasplantados donde sea oportuno y no volverán a trasplantarse en Paseo de la Constitución una vez finalizadas las obras de la línea 2 del tranvía.

5. Plantaciones.

    Se ha considerado en esta partida la reposición de todos los ejemplares afectados, tanto los de las jardineras perimetrales como los de las jardineras centrales.

PRESUPUESTO PASEO CONSTITUCION			
1.a Estructura	m2	Pvp	Total
Tramo 1	4,038.3	315	1,272,064.5
Tramo 2	4,935.7	315	1,554,745.5
Total	8,974.00		**2,826,810.0**
1.b Reposición Aceras	m2	Pvp	Total
Tramo 1	665.8	40.5	26,964.6
Tramo 2	813.7	40.5	32,956.8
Total	1,479.54		**59,921.4**
1.b Reposición Viales	m2	Pvp	Total
Tramo 1	1,847.2	31.5	58,187.8
Tramo 2	2,257.7	31.5	71,118.4
Total	4,104.96		**129,306.2**
1.b Jardinería	m2	Pvp	Total
Tramo 1	2,459.8	90	221,381.5
Tramo 2	3,006.4	90	270,577.4
Total	5,466.21		**491,958.9**
1.b Alumbrado	m	Pvp	Total
Tramo 1	288.6	342	98,711.5
Tramo 2	352.8	342	120,647.3
Total	641.40		**219,358.8**
1.c Otras reposiciones (Saneamiento, Teléfono, Gas, Abastecimiento, Mov. Tierras	m		Total
Tramo 1	288.6		1,647,988.6
Tramo 2	352.8		2,014,208.3
Total	641.40		**3,662,196.9**
2. Plataforma tranvía	m	Pvp	Total
Tramo 1	288.6	1,980	571,487.4
Tramo 2	352.8	1,980	698,484.6
Total	641.40		**1,269,972.0**
3 Paradas	Ud	Pvp	Total
Tramo 1	2.0	216,000	432,000.0
Tramo 2	2.0	216,000	432,000.0
Total	4.00		**864,000.0**
4. Transplante arbolado	Ud	Pvp	Total
Tramo 1	14	15,000	210,000.0
Tramo 2	16	15,000	240,000.0
Total			**450,000.0**
5. Plantaciones	Ud	Pvp	Total
Tramo 1	63	300	18,900.0
Tramo 2	86	300	25,800.0
Total			**44,700.0**

Presupuesto Tramo 1	4,557,685.9
Presupuesto Tramo 2	5,460,538.3
Total	10,018,224.2

APENDICE 2 – VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS DE LA LINEA 2 DEL TRANVIA. ARQUEOLOGIA Y PATRIMONIO CULTURAL

ÍNDICE

APÉNDICE 2 – VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS DE LA LÍNEA 2 DEL TRANVIA. ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO CULTURAL 1

1. ANTECEDENTES 3

2. EL PLANTEAMIENTO DE LAS CUATRO ALTERNATIVAS 3

3. ALTERNATIVAS 1 Y 4 4

3.1. EL TRAMO ENTRE LA PLAZA DE SAN MIGUEL Y LA PLAZA DE ESPAÑA. 4

3.2. EL TRAMO ENTRE CESAR AUGUSTO Y EL PORTILLO. 6

3.3. ALTERNATIVAS 2 Y 3 7

4. CONCLUSIONES 7

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Trazado urbano a mitad del siglo XIX (Coello 1853) del área de San Miguel. El puente sobre el Huerva, del que se conserva un estribo y la Puerta Quemada, en la muralla quedan a la derecha del viario actual, sin embargo la configuración urbana, heredera del trazado medieval, fue modificada con posterioridad, por lo que subyace un trazado urbanístico diferente. 4

Ilustración 2. Puerta del Duque y nueva configuración del área de la Plaza de San Miguel. La verja sustituye a la antigua muralla, manteniendo un carácter delimitador. 4

Ilustración 3. Hipótesis del trazado urbano general de época romana, las flechas rojas indican la presencia de cloacas romanas, definitorias del trazado urbano. A partir de ESCUDERO, F.de A., GALVE, M.P., 2013, Las Clocacas de Caesaraugusta y elementos de urbanismo y topografía de la ciudad antigua. Zaragoza, IFC, página 331. 5

Ilustración 4. Restos de la muralla romana en Coso 101, sólo aparece la muralla de sillería, no encontrándose los restos de la de argamasa, que pudo tener otro trazado, quizá atravesando el Coso. 5

Ilustración 5. Detalle del parcelario entre las actuales C/ Cesar Augusto y Plaza del Portillo según Coello 1853. La calle Conde Arando no existe y se prolonga el trazado del Burgo del Rey (siglo XIII). 6

Ilustración 6. C/ Agustina de Aragón, angular con plaza del Portillo, zona más extrema documentada en dirección a La Alfajería del poblamiento islámico. Estructuras-tipo. 6

Ilustración 7. Plano de las defensas de los Sitios en el área del Portillo y el desaparecido convento de Agustinos Descalzos, desaparecido, tomado de las memorias de General Lejeune. 6

Ilustración 8. Plano de las defensas de los Sitios en el área del la Puerta del Carmen, tomado de las memorias de General Lejeune. Se incluye la muralla realizada por los franceses tras la conquista de la ciudad. 7

1. ANTECEDENTES

El presente anejo realizado por **Contrafuerte Técnicos en Patrimonio S.L** tiene por objeto evaluar de manera preliminar la afección sobre el Patrimonio Cultural de las cuatro alternativas propuestas para la denominada segunda línea del tranvía de la ciudad de Zaragoza.

La información existente para esta primera aproximación es de carácter variado, existiendo dos bloques principales:

- La documentación de carácter normativo general y particular, referida a Declaraciones de carácter patrimonial (Conjunto Histórico de Zaragoza, Bienes Culturales específicos).
- La información disponible sobre resultados de intervenciones arqueológicas y la potencialidad de zonas no sondeadas, pero que se encuentran sometidas a la obligatoriedad de seguimiento o excavación arqueológica.

Sobre el primer grupo de información de cara a determinar las afecciones, se incorpora una representación cartográfica sobre la localización de los elementos patrimoniales destacados, entendiendo como tales tanto el propio Conjunto Histórico de Zaragoza1, como aquellos monumentos (BIC) que cuentan con una declaración específica y su propio entorno de protección.

Estos monumentos cuentan con la máxima protección que otorga la legislación vigente2.

Las afecciones sobre este patrimonio y las medidas correctoras quedarán determinadas por la Comisión Provincial de Patrimonio Cultural.

A continuación nos centraremos en las posibles afecciones en materia de patrimonio arqueológico, que en ocasiones está íntimamente relacionado con los entornos de estos Bienes de Interés Cultural, como es el caso de las áreas cementeriales de los templos.

1 El "Centro Histórico" de Zaragoza, fue declarado BIC mediante el Decreto del Gobierno de Aragón 11/2003 de 14 de enero. En su anexo I se describe el Conjunto y su entorno. Hay que señalar la amplitud del segundo, de cara a la competencia que la Comisión Provincial de Patrimonio Cultural pueda tener.

2 Ley 3/1999 de 10 de marzo del Patrimonio Cultural Aragonés.

2. EL PLANTEAMIENTO DE LAS CUATRO ALTERNATIVAS

Las cuatro alternativas planteadas, a efectos de impacto sobre el patrimonio cultural, desde una aproximación generalista, podemos agruparlas en dos fundamentalmente, dado que la 1 y 2 y la 3 y 4 difieren exclusivamente en el tramo correspondiente a la zona de Avenida Madrid/Avenida de Navarra, donde la presencia de elementos patrimoniales es mínima y tampoco existen referencias a hallazgos o intervenciones arqueológicas, que en principio y con carácter general tampoco son prescritas en las obras que habitualmente se realizan.

La diferencia fundamental entre los dos planteamientos es que mientras las alternativas 1 y 4 se proyectan por el interior del área declarada B.I.C. del Casco Histórico de Zaragoza, zona que además coincide con el área de restos arqueológicos, mientras que la 2 y 3 bordea el perímetro de la delimitación, si bien también se sitúa en el entorno de la misma.

En el primer caso son dos las zonas de posibles afecciones arqueológicas, previsiblemente importantes:

- **El tramo entre la Plaza San Miguel la Plaza de España.**
- **El tramo entre Cesar Augusto y El Portillo.**

Hay que señalar que en este caso el espacio entre Plaza España y Cesar Augusto ya han sido intervenidas.

En el segundo, las afecciones se centran en el área de la Puerta del Carmen y la posible presencia de restos poco definidos en relación con los arrabales musulmanes y estructuras de la muralla de los Sitios.

Es necesario recordar que al tratarse de viales, objeto de intervenciones habituales para los servicios urbanos (vertido, agua corriente, gas, electricidad), en la mayoría de los caso las obras coincidirán con espacios sin restos conservados.

Dentro de los espacios poco definidos, objeto de atención, al igual que hemos señalado las posibles prolongaciones de los arrabales islámicos y restos de los Sitios, común a todas las alternativas están las posibles afecciones de elementos extensos, en el área de Las Fuentes/ Miguel Servet, como es el caso de la necrópolis romana de la C/ Nuestra Señora del Pueyo, que al ser de carácter extensivo pudiera prolongarse hacia Miguel Servet, en cualquier caso sería una afección puntual.

Del mismo modo, en el área de Torrero, se afecta el entorno del B.I.C. del Canal Imperial, a efectos arqueológicos faltan referencias sobre esta zona, que tuvo una gran importancia durante los Sitios de Zaragoza.

3. ALTERNATIVAS 1 Y 4

3.1. EL TRAMO ENTRE LA PLAZA DE SAN MIGUEL Y LA PLAZA DE ESPAÑA.

En este espacio se concentran un amplio conjunto de posibles afecciones, comenzando desde los elementos más recientes, hemos de situar la presencia de la muralla medieval de Zaragoza, que en ese punto, englobando en su interior a la iglesia de San Miguel bordeaba el río Huerva.

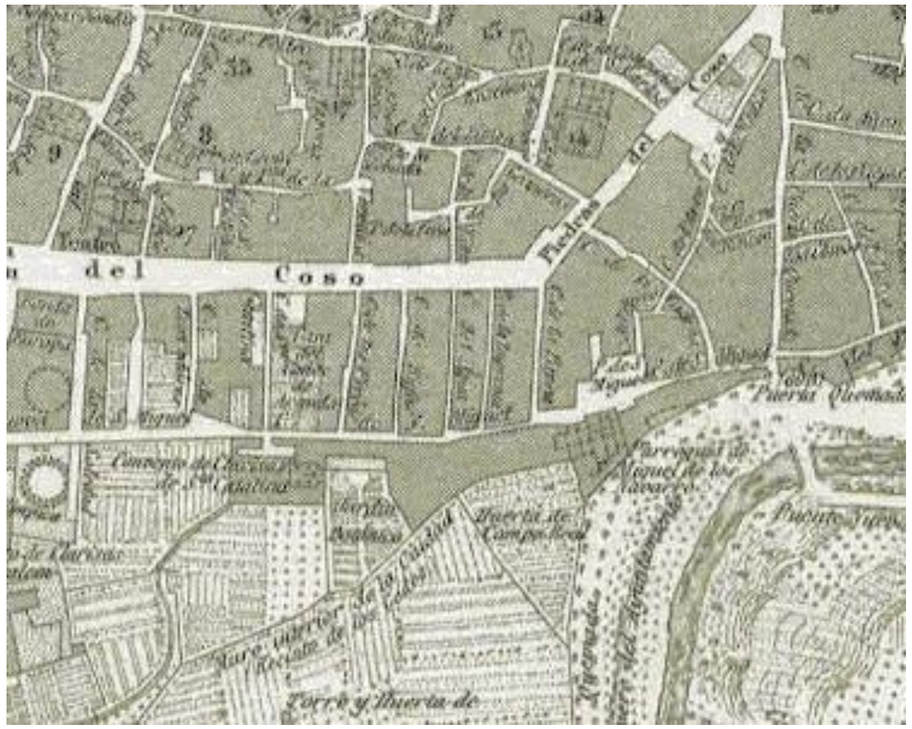


Ilustración 1. Trazado urbano a mitad del siglo XIX (Coello 1853) del área de San Miguel. El puente sobre el Huerva, del que se conserva un estribo y la Puerta Quemada, en la muralla quedan a la derecha del viario actual, sin embargo la configuración urbana, heredera del trazado medieval, fue modificada con posterioridad, por lo que subyace un trazado urbanístico diferente.

La muralla, que continuaría la línea marcada por la Calle Asalto, tras los Sitios se convirtió en esta zona, más en un elemento delimitador y conmemorativo que defensivo, ante el crecimiento urbano, generando una nueva arquitectura conmemorativa, como es la Puerta del Duque (en honor al general Espartero).

Ilustración 2. Puerta del Duque y nueva configuración del área de la Plaza de San Miguel. La verja sustituye a la antigua muralla, manteniendo un carácter delimitador.

Sin entrar en el carácter de la iglesia de San Miguel de los Navarros, su entorno inmediato sería utilizado como fosal o cementerio, hasta el siglo XIX, desde la Edad Media, por lo que tampoco son de extrañar la presencia de restos de enterramientos.

Bajo la plaza y hasta el Coso subyace no sólo el trazado medieval (donde se ubicó la Judería abierta), sino también la ciudad romana que se extendía hasta el río Huerva. Las hipótesis de trazado urbano romano (vid. más arriba), se confirman con restos en la propia plaza como pudimos ver en la excavación del Callejón del Perro o las estratigrafías de la calle Heroísmo,

68. Se trata de niveles de escombro de cronología romana, utilizados para elevar el nivel del terreno, en relación con el río Huerva, en el pasado mucho más caudaloso e impredecible[3].

Una vez dentro del Coso, se repite la misma problemática, ante la existencia de una continuidad de la ciudad romana (y su desarrollo posterior), que incluso implica la existencia de cloacas romanas que lo atravesarían, tal y como hemos visto. Está también aún por definir con precisión el trazado de la muralla romana que rodea el Coso y que en este punto pudo tener un trazado distinto, en alguna de sus fases, ante la reducción del perímetro que sufrieron la mayoría de las ciudades romanas en el siglo III d. C.4

Ilustración 3. Hipótesis del trazado urbano general de época romana, las flechas rojas indican la presencia de cloacas romanas, definitorias del trazado urbano. A partir de ESCUDERO, F.de A., GALVE, M.P., 2013, Las Clocacas de Caesaraugusta y elementos de urbanismo y topografía de la ciudad antigua. Zaragoza, IFC, página 331.

Ilustración 4. Restos de la muralla romana en Coso 101, sólo aparece la muralla de sillería, no encontrándose los restos de la de argamasa, que pudo tener otro trazado, quizá atravesando el Coso.

Hasta la Plaza de España, esta podría ser la problemática general, a nivel arqueológico, si bien la intensidad de las obras sufridas por el Coso, como zona de paso de servicios, reduce la posibilidad de la aparición de restos, la intensidad de la ocupación a través de la historia y la existencia en sus inmediaciones de edificios tan singulares como el propio Teatro Romano y la muralla y los elementos del urbanismo (cloacas) romano señalado, lleva a llamar la atención sobre este espacio (al igual que en el señalado anteriormente) en función de las profundidades que se alcancen y la extensión del área a intervenir.

[3] Según las fuentes medievales, en el siglo XIV el río Huerva, fue capaz de derribar la muralla medieval a la que nos hemos referido.

[4] No procede entrar en este informe a la problemática cronológica actualmente planteada sobre la muralla, que intenta llevarla a una cronología islámica.

3.2. EL TRAMO ENTRE CESAR AUGUSTO Y EL PORTILLO.

Al igual que ocurría en el tramo de la Plaza de San Miguel, la actual calle de Conde Aranda es de nueva apertura, aunque coincide con el antiguos viales más estrechos en parte de su trazado, es por ello que subyace también un trazado de cronología cristiana medieval, sobre otro de cronología islámica, documentado en diversos puntos (uno de los más extremos en la calle Agustina de Aragón).

Ilustración 5. Detalle del parcelario entre las actuales C/ Cesar Augusto y Plaza del Portillo según Coello 1853. La calle Conde Arando no existe y se prolonga el trazado del Burgo del Rey (siglo XIII).

Es necesario también señalar la existencia de importantes fortificaciones y restos de los Sitios (y convento de Agustinos Descalzos) en esta área, que además puede presentar resto de enterramientos conventuales y parroquiales.

Ilustración 6. C/ Agustina de Aragón, angular con plaza del Portillo, zona más extrema documentada en dirección a La Alfajería del poblamiento islámico. Estructuras-tipo.

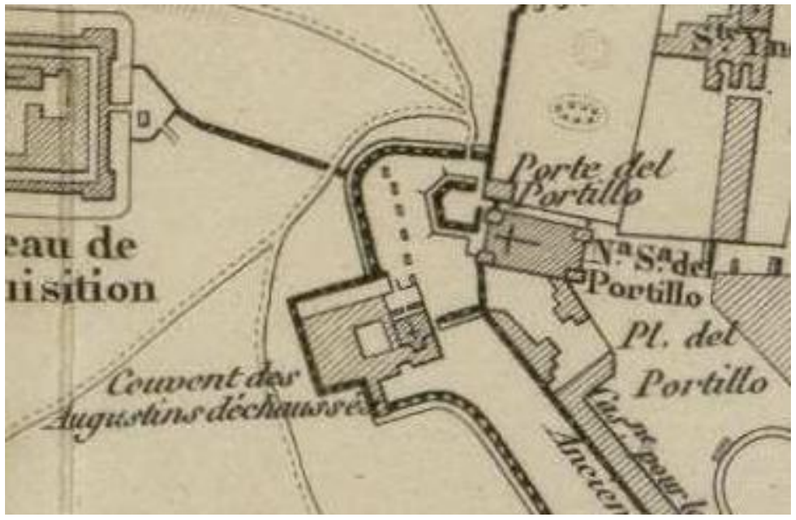


Ilustración 7. Plano de las defensas de los Sitios en el área del Portillo y el desaparecido convento de Agustinos Descalzos, desaparecido, tomado de las memorias de General Lejeune.

3.3. ALTERNATIVAS 2 Y 3

Para esta variante sirven las consideraciones generales que hemos expuesto inicialmente.

En esta propuesta la zona que parece presentar mayores riesgos a nivel arqueológico es la correspondiente al tramo entre la Plaza Aragón/Paraíso y la Puerta del Carmen.

Por una parte podrían quedar restos del llamado arrabal islámico, pero lo cierto es que la intensidad de las obras ya realizadas, por el propio tranvía y todas las anteriores, hace difícil la conservación de cualquier resto.

Más complejo resulta el entorno de la Puerta del Carmen, donde además de la presencia del propio monumento y los posibles restos de las diversas murallas, también existió el fosal conventual y el cementerio de los moriscos zaragozanos.

En el tramo del Portillo, nos remitimos al apartado anterior, si bien con un evidente menor nivel de afección.

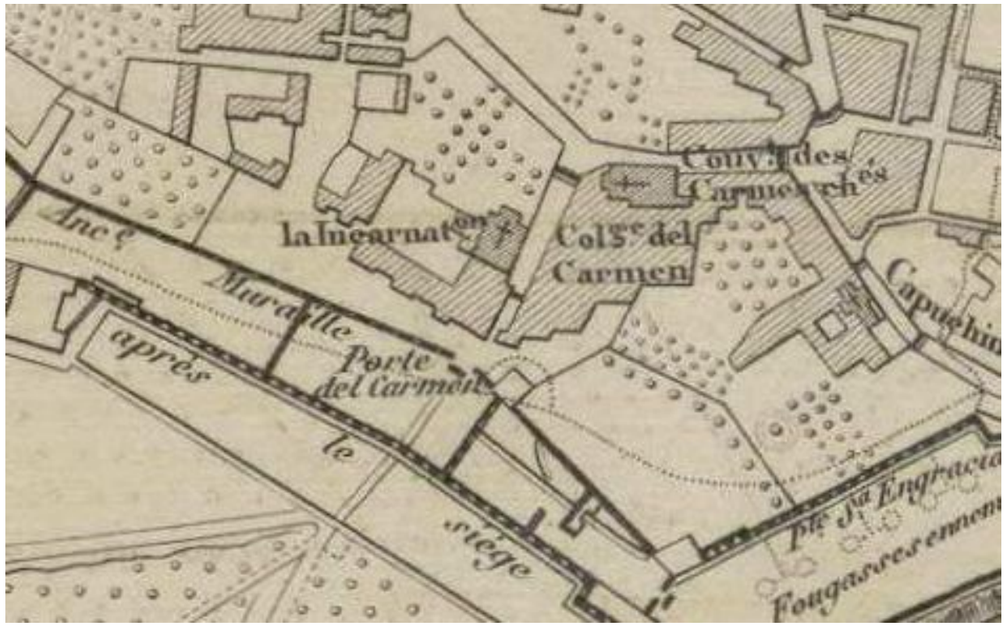


Ilustración 8. Plano de las defensas de los Sitios en el área del la Puerta del Carmen, tomado de las memorias de General Lejeune. Se incluye la muralla realizada por los franceses tras la conquista de la ciudad.

4. CONCLUSIONES

El carácter de este informe es preliminar y pretende sintetizar una abundante documentación histórica conservada y de informes arqueológicos y tiene un carácter orientativo, no obstante existen variables, como el azar de la conservación como consecuencia de obras a mayor o menor profundad, o la extensión de las obras en área y su coincidencia o no con servicios anteriores.

En principio la opción de las variantes 2-3 parece presentar menos riesgos de carácter arqueológico y menor afección sobre el patrimonio construido.

No obstante las medidas correctoras deberán ser señaladas por la Autoridad Cultural, en este caso el Gobierno de Aragón, a través de sus Servicios de Cultura y la Comisión de Patrimonio Cultural.

Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Anexo V. Integración Urbana

Zaragoza, 27 de mayo de 2016

idom TYPSA

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE 5
2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS Y ESCENARIOS 6
3. FILOSOFÍA DE INTEGRACIÓN URBANA DEL TRANVÍA 8
4. ANÁLISIS DE LOS ÁMBITOS CARACTERIZADOS / DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS POR TRAMOS 8
4.1. TRAMOS DE AVENIDA DE MADRID 1 (VÍA HISPANIDAD-PLAZA DE HUESCA) Y AVENIDA DE MADRID 2 (PLAZA DE HUESCA-AVENIDA DE NAVARRA) 8
4.2. NODO PLAZA DE HUESCA 9
4.3. CALLE RIOJA 9
4.4. AVENIDA DE NAVARRA 9
4.5. NODO PLAZA DE LA CIUDADANÍA-ALJAFERÍA / TRAMO DE CONTINUIDAD AVENIDA DE MADRID (HASTA PASEO MARÍA AGUSTÍN) 9
4.6. CALLE ESCRIVÁ DE BALAGUER 10
4.7. PASEO MARÍA AGUSTÍN – PASEO PAMPLONA 10
4.8. NODO PLAZA PARAÍSO 10
4.9. PASEO DE LA CONSTITUCIÓN 11
4.10. PASEO DE LA MINA 11
4.11. CALLE DE CONDE ARANDA 11
4.12. NODO AVENIDA CÉSAR AUGUSTO-CALLE DEL COSO 11
4.13. NODO PLAZA DE ESPAÑA / TRAMO COSO 2 - CALLE ESPARTERO 12
4.14. NODO PLAZA SAN MIGUEL - RÍO HUERVA 12
4.15. TRAMO MIGUEL SERVET 12
4.16. TRAMOS AVENIDA DE SAN JOSÉ 13
4.17. NODO SAN JOSÉ-CESÁREO ALIERTA 13
4.18. TRAMO PASEO DEL CANAL 13
4.19. TRAMO COMPROMISO DE CASPE / RODRIGO REBOLLEDO 13
4.20. EXTENSIÓN CARRETERA DE MADRID 14

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas 6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas 6

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4 7

Tabla 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 7

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es efectuar un análisis, tramo a tramo, de los aspectos más significativos a tener en cuenta en la integración urbana de la línea 2 este-oeste del tranvía de Zaragoza.

Las actuaciones propuestas se dirigen no sólo a hacer compatible el tranvía con el entorno urbano, sino que se busca mejorar, en la medida de lo posible, la calidad de las calles y espacios atravesados.

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS Y ESCENARIOS

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos.

Las alternativas analizadas son las siguientes:

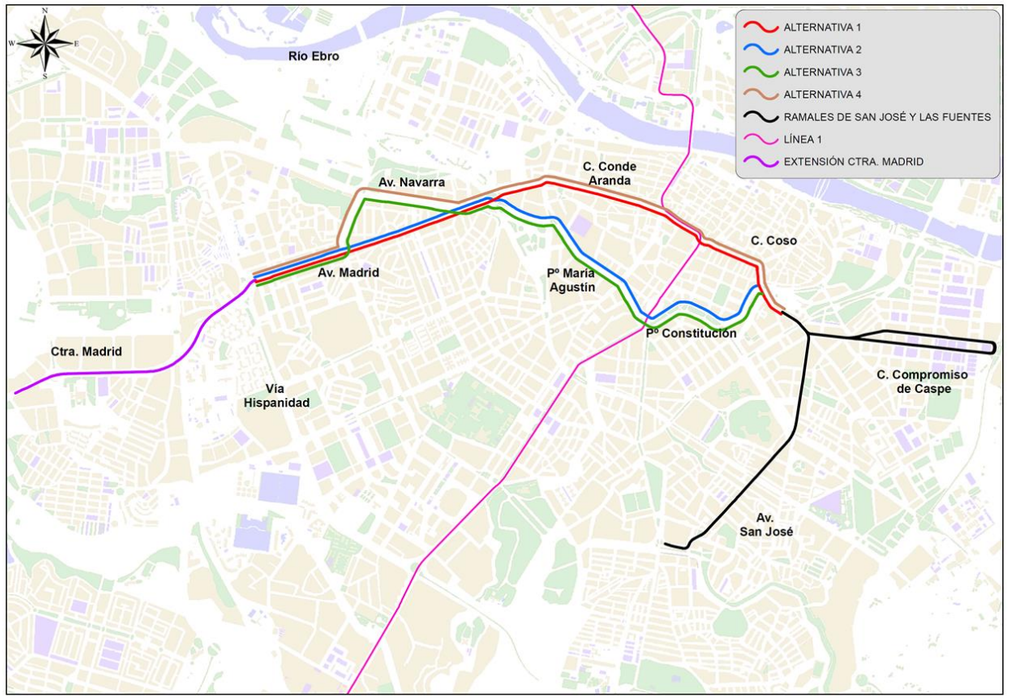


Ilustración 1. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa		Itinerario	Longitud en operación (km)	Nº paradas
Abreviatura	Descripción			
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 – Pº 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-IIa) 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	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-IIa) 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-IIa) 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

Para cada una de estas alternativas se ha evaluado la demanda prevista, que 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. Los resultados de demanda obtenidos para cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4

ALTERNATIVAS	DEMANDA AÑO 4 (trayectos/año)				RECORRIDOS (km/año)			
	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación Actual								
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	0	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-
Alternativas sin extensión								
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	29.411.382	15.725.565	888.879.472	15.194.531	1.337.213	855.495
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	30.801.916	17.808.659	885.886.516	15.031.913	1.337.213	894.555
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	30.073.088	18.480.734	888.308.792	15.017.215	1.337.213	929.267
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	28.583.309	16.522.918	891.520.077	15.180.842	1.337.213	890.207
Alternativas con extensión								
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	29.458.464	16.855.143	887.671.523	15.194.531	1.337.213	981.015
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	30.848.997	18.938.238	884.678.566	15.031.913	1.337.213	1.006.306
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.041.018
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	28.630.390	17.652.496	890.312.127	15.180.842	1.337.213	1.015.727

Debe indicarse que los km/año recorridos por el bus urbano reflejados en las tablas anteriores recogen un 5% adicional respecto a los resultados obtenidos del modelo de demanda a fin de considerar, de forma conservadora, posibles rutas adicionales, modificaciones de líneas o modificaciones de frecuencias sobre las contempladas en el modelo de demanda. Asimismo, los datos correspondientes a trayectos/año del vehículo privado son el resultado de la aplicación de una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo[1].

Para la realización del estudio se ha propuesto un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años desde la puesta en funcionamiento de la línea, con un crecimiento por coeficientes "ramp-up"[2] de 80%-87%-94%-100% durante el citado periodo. 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 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda calculada
Año 1		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%

[1] Fuente: Servicio Movilidad Urbana. Ayuntamiento de Zaragoza.

[2] 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%

3. FILOSOFÍA DE INTEGRACIÓN URBANA DEL TRANVÍA

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.

Desde esta óptica, 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 inserción urbana actuará como un puente de unión entre las necesidades puramente técnicas y de funcionamiento, la correcta explotación y mantenimiento del sistema de movilidad y los objetivos sociales y programáticos de la ciudad de Zaragoza como espacio de convivencia.

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.

4. ANÁLISIS DE LOS ÁMBITOS CARACTERIZADOS / DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS POR TRAMOS

Los ámbitos seleccionados se constituyen como unidades de paisaje urbano que responden de forma unitaria a la ciudad y a la totalidad de la línea y que se desarrollan en detalle por tramos y nodos en función de su naturaleza.

4.1. TRAMOS DE AVENIDA DE MADRID 1 (VÍA HISPANIDAD-PLAZA DE HUESCA) Y AVENIDA DE MADRID 2 (PLAZA DE HUESCA-AVENIDA DE NAVARRA)

Ámbito caracterizado por una gran densidad de población y un limitado sistema de espacios libres y alta densidad de trama urbana.

Esta calle se singulariza por un fuerte carácter comercial peatonal, edificaciones residenciales de baja altura (B+4-6 alturas) y árboles de gran porte a ambos lados del vial, lo cual le confiere una calidad espacial urbana dinámica. Al desarrollar la actividad comercial a lo largo de la calle, concebida como una actividad social, ésta se promueve como espacio de relación, donde el intercambio social y comercial es intenso y deben armonizar. La incorporación del tranvía potenciaría y caracterizaría positivamente su calidad ambiental.

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 plataforma tranviaria se plantea inicialmente situada en la margen sur de la calle, manteniendo un carril para vehículo privado, de uso para tráfico local al no gozar de continuidad a lo largo de toda la avenida, si bien se garantiza la accesibilidad a toda la zona.

Las paradas se plantean próximas a las intersecciones con los grandes viales (calle Rioja-Vía Universitas y Avenida de Navarra), donde se producen los intercambios de movilidad. Se proponen con andenes laterales en continuidad con la acera y un único poste lateral de sujeción de catenaria del lado de la Plaza Huesca en línea con el arbolado, o en su caso, se podría

plantear, dada la estrechez de algunos tramos de calle, sujetar la catenaria a fachada, lo cual ayudaría a eliminar elementos que distorsionan el espacio.

4.2. NODO PLAZA DE HUESCA

En la actualidad, la Plaza de Huesca responde más al carácter de ensanchamiento de la calle que al de un espacio propiamente urbano, por lo que se considera una oportunidad de regenerar este espacio y dotarlo de carácter propio, procurando además la continuidad con el sistema de espacios y calles peatonales como es la calle Delicias, eje vertebrador de este barrio. En este sentido, la propuesta contempla la posibilidad de peatonalizar la Avenida a la altura de la Plaza de Huesca, potenciando así la conexión con la calle Delicias. Esta opción queda al servicio de la viabilidad técnica de dicha peatonalización.

La posición de la parada de tranvía en este punto hará de catalizador de circulaciones en la nueva trama de espacios peatonales. Se plantea una parada con andenes laterales en continuidad con la Plaza Huesca, integrando la parada con los escasos espacios libres del barrio. Se propone un único poste lateral de sujeción de catenaria del lado de la Plaza Huesca en línea con el arbolado.

4.3. CALLE RIOJA

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.

Esta calle se singulariza por tener un tráfico denso, lindar en su mayor parte con un área verde en una de sus márgenes (parque Palomar), edificaciones residenciales de altura (entorno B+9 alturas), árboles de porte a ambos lados del vial y una mediana central vegetalizada que se va ensanchando conforme se aproxima a la Avenida de Navarra.

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 plataforma tranviaria se plantea central, con viales rodados a ambos lados y una parada en el ámbito del parque Palomar donde se producen los intercambios de movilidad, con andenes laterales y poste de catenaria central.

4.4. AVENIDA DE NAVARRA

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.

Las paradas se plantean al inicio y final de tramo, donde hay mayor afluencia de personas e intercambios de movilidad (Estación de Delicias). Los andenes se plantean laterales, y con poste de sujeción de catenaria central, en combinación con la iluminación del vial.

4.5. NODO PLAZA DE LA CIUDADANÍA-ALJAFERÍA / TRAMO DE CONTINUIDAD AVENIDA DE MADRID (HASTA PASEO MARÍA AGUSTÍN)

El ámbito 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 que une áreas de la ciudad en el sentido norte-sur y este-oeste. 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.

En el nudo de circulaciones rodadas y su entorno, se plantea un acabado de coexistencia entre tranvía y automóvil para conseguir una mayor continuidad y legibilidad del espacio urbano.

En las alternativas 1, 1A, 4 y 4A la parada se plantea después de la Plaza de la Ciudadanía en el tramo siguiente de la Avenida de Madrid, haciendo de conexión entre ambos lados de la calle y donde se producirán los grandes flujos de circulaciones. La plataforma se plantearía lateral en continuidad con la de la Avenida de Madrid (del lado de la Plaza Huesca), situándose la estación del lado del Palacio de la Aljafería y en continuidad con el espacio previo de ésta. Los andenes se plantearían laterales y la solución sin catenaria.

También podría plantearse el paso a una plataforma central con estaciones con andenes laterales y poste central de sujeción de catenaria en combinación con la iluminación del vial, debido a la ausencia de arbolado y elementos verticales en los laterales del vial.

4.6. CALLE ESCRIVÁ DE BALAGUER

La calle Escrivá de Balaguer es un vial de carácter de entrada-salida de la ciudad. En la actualidad no tiene carácter propio: a un lado se sitúa el entorno del Portillo y al otro lado, en un primer tramo, parte de la trama residencial del barrio de la Almozara y, en un segundo tramo, la fábrica Averly que se halla en desuso. Además, por debajo de la vía discurre un túnel carretero que no está actualmente en servicio y que limita la ordenación de dicho vial.

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.

Debido al túnel carretero existe poco ancho de calle, por lo que la parada se sitúa después de la Plaza de la Ciudadanía en la que la parada es una prolongación de la acera y el tranvía es el que se sitúa a una cota inferior. Los andenes por lo tanto, es razonable que sean laterales y un único poste de sujeción de catenaria lateral, del lado del Portillo y en línea con el arbolado.

4.7. PASEO MARÍA AGUSTÍN – PASEO PAMPLONA

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, fundamentalmente a garajes.

Es este caso las paradas dispondrían de andenes laterales en continuidad con la acera, consiguiendo mayor amplitud de espacio y solución sin catenaria. También podría plantearse la solución de único poste lateral del lado del Edificio Pignatelli en línea con el arbolado que surge por ese lado más adelante, a la altura de la intersección con la calle de Juana Francés.

4.8. NODO PLAZA PARAÍSO

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.

Un pavimento “blando” o vegetalizado en el Paseo Pamplona podría tener parte de su continuidad en la glorieta y en el Paseo Constitución. Se continúa con el criterio de solución sin catenaria en estos puntos singulares de intersección.

4.9. PASEO DE LA CONSTITUCIÓN

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.

4.10. PASEO DE LA MINA

Ámbito 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 inserción del tranvía procurará integrarse en el sistema general del río Huerva. Inicialmente se prevé que la plataforma del tranvía se sitúe en el centro del vial, con un carril para vehículo privado a ambos lados, y poste central de catenaria y parada central en el ámbito del Centro Laín Entralgo. También se analizará la posibilidad de situar la plataforma tranviaria por el lado del río, y junto con el carril bici y la acera peatonal consolidar un borde de río más blando, peatonal y ciclable.

En este caso la parada dispondría de andenes laterales en continuidad con el espacio de borde del Huerva intentando aumentar su amplitud, con un único poste lateral de sujeción de catenaria, del lado del Huerva y en línea con el arbolado de este lado.

4.11. CALLE DE CONDE ARANDA

Ámbito configurado por los barrios de San Pablo y el Gancho, considerados parte del casco antiguo y constituidos por viviendas estrechas de parcelario antiguo. Debido a esto, la calle se caracteriza por una homogeneidad en fachadas, tanto en composición como en altura (B+5-6 alturas). Tiene arbolado de porte medio en una de las aceras y palmeras en la mediana central. Todo esto hace que sea un espacio potencialmente soleado (ancho de calle 20 m), con vegetación, eje vertebrador del barrio y catalizador de actividad comercial e interrelación social.

Por otro lado, el vial de tres carriles, con mediana central, supone una fuerte fractura en la morfología del barrio, por lo que la incorporación del tranvía permite la regeneración urbana de la calle y una oportunidad para la cohesión de los barrios, transformando la calle de Conde Aranda en una calle vertebradora pero a la vez unificadora en el eje transversal

La integración del tranvía convierte la calle en un espacio de encuentro y actividad entorno a Conde Aranda. La posición de las paradas (frente la Plaza del Portillo, entre las calles Mayoral y Mariano Cerezo y antes de la intersección con la Avenida de César Augusto) garantizan la continuidad transversal de las calles Mayoral y Mariano Cerezo-Aguadores.

La calle Conde Aranda se convertiría en una calle comercial más “peatonal” y menos ruidosa y congestionada. A su vez, la calle se transformaría en un espacio caracterizador del barrio, integrando y uniendo a través del sistema de espacios libres espacios urbanos como la Plaza del Portillo (al comienzo del tramo) y el espacio resultante de la intersección con la Avenida de César Augusto. La incorporación del tranvía potenciaría y caracterizaría positivamente su calidad ambiental.

En cuanto a la plataforma tranviaria, caben dos posibilidades. La primera contempla la plataforma tranviaria del lado de la Plaza del Portillo con una parada en este punto con andenes laterales en continuidad con la plaza, posibilitando una mayor conexión peatón-tranvía y tranvía-espacio-público. El vial rodado quedaría en el lado opuesto. Si bien inicialmente se plantea el tramo sin catenaria, esta solución permitiría una peor integración de los postes verticales de sujeción de catenaria en caso de que fuese precisa la instalación de los mismos, ya que del lado del Portillo no existe arbolado. Una segunda opción, contemplaría la plataforma tranviaria del lado opuesto, estación con andenes laterales o central procurando la mejor conexión con la Plaza del Portillo a través de rampas que procuren la mejor accesibilidad y materiales de acabado en el vial rodado más blandos que permitan una percepción más amplia de la Plaza y mejor conexión con la parada. Esta opción permitiría situar un único poste de sujeción de catenaria lateral, del lado opuesto a la plaza y en línea con el arbolado existente.

4.12. NODO AVENIDA CÉSAR AUGUSTO-CALLE DEL COSO

Se consolida la continuidad con el tramo oeste del Coso integrando en el nodo de la Avenida César Augusto todos los flujos de movimiento.

El espacio se caracteriza por estar actualmente “semipeatonalizado” en dos de sus cuatro viales (César Augusto y Coso) con un mismo pavimento o similar para tranvía, peatón y vehículo restringido. Esto permite una legibilidad global del espacio. La incorporación del tranvía supone una oportunidad para potenciar en mayor medida esta filosofía; pasar de entender las intersecciones viarias como una sucesión de cruces de viales a una percepción más integral del espacio nodo. Se prima la facilidad de circulación del peatón frente al vehículo y tranvía, y coexisten todos según unas normas de tráfico. Se plantea la ausencia de catenaria en este punto.

Sin embargo, debe tenerse en consideración que el incremento de frecuencias de paso del tranvía al tratarse de un tramo de uso compartido empeoraría su calidad desde el punto de vista del peatón.

4.13. NODO PLAZA DE ESPAÑA / TRAMO COSO 2 - CALLE ESPARTERO

Ámbito definido por su centralidad. En la actualidad la línea norte sur de tranvía ha establecido indirectamente los criterios fundamentales de la estrategia a desarrollar de manera coordinada en la nueva línea.

Se caracteriza por ser una calle de ensanche, de carácter comercial pero de intensa circulación de paso, tanto de tráfico rodado como peatonal, entre el Casco Antiguo y el Ensanche. Su carácter de ensanche, con edificios más altos (B+9) y algunos edificios representativos y dotacionales le confieren un carácter más "céntrico".

La larga distancia entre algunos pasos peatonales, el intenso tráfico junto con la necesidad peatonal de cruzar (norte-sur, Casco Antiguo-Ensanche) o circular longitudinalmente (este-oeste) hacen que sea en ocasiones dificultoso circular para el peatón.

La incorporación del tranvía junto a la consiguiente restricción del tráfico, facilita la transición transversal dirección norte sur, evitando el efecto barrera este-oeste, e incorporando el Coso al sistema de espacios libres de ciudad de manera similar a la adoptada para el tramo del Coso ejecutado en la línea 1.

El Coso se convertiría en una calle transitada más "peatonal" y menos ruidosa y congestionada. A su vez, la calle completa, junto con el tramo del Coso ya ejecutado de la línea 1 y la Plaza España, la caracterización de este espacio público "charnela" o "colchón" entre el Casco Antiguo y el Ensanche.

No obstante, el espacio público de ocio actual existente en la Plaza España se vería afectado por el paso del tranvía, tanto en su dimensión espacial como en la mayor frecuencia de paso de tranvía.

La plataforma tranviaria se plantea central en el lado sur de la calle, con coexistencia de tráfico rodado, materiales "blandos" pétreos e, inicialmente, ausencia de catenaria.

La parada se plantea después de la Plaza España, el punto de mayor anchura de calle, cercana a los puntos donde se producen los intercambios de movilidad y mayor circulación peatonal (entrada a Casco Antiguo, Calle Don Jaime); garantiza también la intermodalidad entre líneas. Se plantea con andenes laterales.

4.14. NODO PLAZA SAN MIGUEL - RÍO HUERVA

Ámbito caracterizado por la presencia de una plaza de gran relevancia en la comunicación peatonal este-oeste desde San Miguel hacia las calles Reconquista y Antonio Augusto, ya que hace de límite entre el barrio de la Magdalena y el Ensanche o zona Centro. También es un punto de conexión importante norte-sur, de unión de los barrios de San José y las Fuentes con la zona centro.

Dada su relevancia como espacio de conexión entre zonas de la ciudad, se ha restringido la circulación rodada al perímetro de la Plaza, reservando la zona central para el peatón y el paso del tranvía en diagonal al espacio.

En este punto se debe conseguir una integración máxima y coexistencia entre peatón y tranvía, por lo que se plantea una estación a cota con el pavimento de la Plaza y es el tranvía el que queda a una cota inferior. Para lograr esta integración deseada, el pavimento "blando" de coexistencia jugará un papel fundamental, que permite una mejor legibilidad y clarificación del espacio nodo.

El paso hacia la calle San Miguel está atravesado por el sistema general del río Huerva siendo un espacio preferente desde la lógica del sistema de espacios libres de la ciudad, como entorno de intercambio modal, peatón, tranvía, bici. La inserción del tranvía debe procurar una continuidad de espacio urbano entre la Plaza San Miguel y el paso sobre el río, por lo que se continuará con los criterios empleados en la Plaza San Miguel, pavimento, ausencia de catenaria, plataforma central, etc.

4.15. TRAMO MIGUEL SERVET

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. El ancho de calle (17,41m), junto con la altura heterogénea de la edificación (B+4-9 alturas) y su carácter de vial rodado de tráfico de entrada y salida, hacen que sea una vía sin caracterizar, con ausencia de equipamientos o edificios representativos y espacios urbanos. La incorporación del tranvía ayudaría a la mejora y caracterización de la calle.

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.

La parada se plantea antes de la intersección con Avenida Camino de las Torres, donde se producen los intercambios de movilidad. La propuesta plantea la desviación del tráfico por la Calle Concepción, ya que el ancho de calle no es suficiente en

este punto para la inserción de la parada y un vial rodado. De este modo, el área de estación permite "peatonalizar" este tramo incorporando este tramo al sistema de espacios libres. Se plantean los andenes laterales a cota de acera y como continuidad de ésta, por lo que la repercusión visual de la inserción de la plataforma tranviaria y las paradas es menor y la accesibilidad es máxima. En cuanto a los postes de sujeción de la catenaria, se propone un único poste central combinado con la iluminación.

4.16. TRAMOS AVENIDA DE SAN JOSÉ

El ámbito está definido por la naturaleza urbana de la Avenida de San José, 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 (planteado como vía pacificada de uso compartido), se plantea la inserción lateral de la plataforma tranviaria del lado de la Plaza Reina Sofía, de modo que el tranvía del lado de la plaza, estreche en los puntos de parada la acera o espacio urbano, posibilitando un andén central y el otro tranvía siga un curso "recto". Esta opción permite conectar mejor el tranvía en el sistema de espacios libres (todos situados de este lado) y poder integrar mejor un único poste lateral de sujeción de catenaria de este lado y en continuidad con la línea de arbolado existente en este lado de la calle en el segundo tramo de San José.

Las paradas se plantean en puntos de mayor foco de atracción como son delante de espacios urbanos (Plaza Reina Sofía y Plaza 1 de Mayo), y antes de las intersecciones con los grandes viales (Avenida de Cesáreo Alierta y Avenida de Tenor Fleta), donde se producen los intercambios de movilidad.

4.17. NODO SAN JOSÉ-CESÁREO ALIERTA

Será prioritario resolver con solvencia la accesibilidad en el nodo de conexión San José - Cesáreo Alierta. El ámbito está caracterizado por la intersección de la amplia sección de viario de la avenida de Cesáreo Alierta frente a la menor sección de la Avenida San José. La intervención debería contar con las lógicas de funcionamiento futuro de Cesáreo Alierta desde el Paseo de la Constitución y coordinar los flujos de circulación, apostando por un espacio urbano que dé continuidad de entre el Paseo de la Constitución hacia el Pabellón Príncipe Felipe como equipamiento deportivo y la Universidad como foco de actividad. Y por otro lado, debería asegurar la continuidad del eje tranviario de San José.

Un pavimento de coexistencia para tranvía, peatón y vehículo con preferencia para el peatón en el eje de Avenida Cesáreo Alierta permitiría una legibilidad global del espacio.

4.18. TRAMO PASEO DEL CANAL

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.

Se propone la inserción lateral de una plataforma tranviaria vegetalizada del lado del Canal, con estación de andenes laterales a cota con el paseo del Canal y único poste lateral de sujeción de catenaria del lado de éste, en continuidad con la línea de arbolado.

4.19. TRAMO COMPROMISO DE CASPE / RODRIGO REBOLLEDO

El ámbito 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, con edificios residenciales en altura (B+7-9 alturas), arbolado y tres viales rodados. Un segundo tramo de la calle Compromiso

de Caspe tiene un carácter más residencial, edificios residenciales de menor altura (B+4-6 alturas), con arbolado, menor velocidad de circulación ya que existen plazas de aparcamiento a ambos lados. Y el tercer tramo, Calle Rodrigo Rebolledo-Nuestra Señora del Pueyo, de carácter también residencial, con edificios residenciales de baja altura (B+4-6), arbolado y plazas de aparcamiento en uno de sus lados.

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.

4.20. EXTENSIÓN CARRETERA DE MADRID

El vial por el que discurre el tranvía 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 plantea una plataforma tranviaria central con tráfico rodado a ambos lados y con paradas con andenes centrales que se sitúan aprovechando los anchos de mediana de las intersecciones con grandes viales donde se ubican. El poste de sujeción de catenaria se plantea central en combinación con la iluminación del vial.

Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Anexo VI. Rentabilidad económica y financiera

Zaragoza, 27 de mayo de 2016

idom TYPSA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5
2. METODOLOGÍA 5
3. ESTRUCTURA 6
4. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS 7
5. HIPÓTESIS GENERALES 9
6. INVERSIONES, GASTOS Y EXTERNALIDADES NEGATIVAS 9
6.1. INVERSIONES 9
6.2. GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 10
6.3. COSTES DE EMISIONES LÍNEA 2 DEL TRANVÍA 10
6.4. COSTE ADICIONAL POR DEMANDA INDUCIDA EN LÍNEA 1 DEL TRANVÍA 11
6.5. COSTE POR ACCIDENTALIDAD DEL TRANVÍA 12
7. INGRESOS Y EXTERNALIDADES POSITIVAS 13
7.1. DEMANDA 13
7.2. INGRESOS POR TARIFAS 13
7.3. AHORRO POR REDUCCIÓN DE RECORRIDO DE LÍNEAS DE AUTOBÚS URBANO 13
7.4. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO_2 EN AUTOBÚS Y VEHÍCULO PRIVADO 14
7.5. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO PRIVADO 14
7.6. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE ACCIDENTALIDAD EN AUTOBÚS Y VEHÍCULO PRIVADO 15
8. RENTABILIDAD ECONÓMICO – FINANCIERA 16
9. RENTABILIDAD SOCIO - ECONÓMICA 18
10. VARIACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA EN FUNCIÓN DEL PRECIO DE BILLETE 20
APÉNDICE 1 – ESTADOS FINANCIEROS Y FLUJOS DE CAJA POR ALTERNATIVA 25
APÉNDICE 2 – CÁLCULO DE LA ACCIDENTALIDAD 67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas 7
Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4 8
Tabla 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 8
Tabla 4. Inversiones. Año de inversión. % de realización. Vida útil 9
Tabla 5. Inversión total por alternativa. 10
Tabla 6. Reinversiones. Partidas y Años 10
Tabla 7. Gastos totales anuales de operación y mantenimiento por alternativas 10
Tabla 8. Coste emisiones Línea 2 Tranvía por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte 11
Tabla 9. Parámetros de cálculo del Coste adicional Línea 1 Tranvía por Alternativas 12
Tabla 10. Coste accidentalidad Línea 2 Tranvía por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte 12
Tabla 11. Demanda anual según alternativa 13
Tabla 12. Ahorro por reducción de km de autobús. Parámetros significativos. 14
Tabla 13. Ahorro emisiones vehículo privado y bus por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte 14
Tabla 14. Reducción de km del vehículo privado. 15
Tabla 15. Ahorro accidentalidad vehículo privado y bus por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte 15
Tabla 16. Rentabilidad económico – financiera por alternativas. Precio billete 0,90 € 16
Tabla 17. Precios sombra: Factores de conversión. 18
Tabla 18. Rentabilidad socio - económica 19
Tabla 19. TIR (€) por alternativa y precio de billete (€) 21
Tabla 20. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 0,90€. 22
Tabla 21. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,10€. 22
Tabla 22. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,30€. 23
Tabla 23. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,50€. 23
Tabla 24. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,70€ 24

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. TIR (%) por alternativa para un precio de billete de 0,90€ 17

Gráfico 2. VAN (€) por alternativa para un precio por billete de 0,90€ y tasa de descuento del 5% 17

Gráfico 3. TIR (%) por Alternativa. 19

Gráfico 4. VAN (€) por Alternativa para una Tasa de descuento del 3% 20

Gráfico 5. TIR (%) por alternativa y precio de billete 21

Gráfico 6. VAN (€) por Alternativa y Tasa de descuento. Precio de billete 0,90€ 22

Gráfico 7. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,10€ 22

Gráfico 8. VAN (€) por Alternativa y Tasa de descuento. Precio de billete 1,30€ 23

Gráfico 9. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,5€ 23

Gráfico 10. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,70€ 24

1. INTRODUCCIÓN

En este Anexo se calcula la rentabilidad de las distintas alternativas evaluadas en el presente estudio de la Línea 2 de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza, bajo dos perspectivas:

- Rentabilidad económico-financiera del proyecto
- Rentabilidad socio-económica, desde el punto de vista de la colectividad

2. METODOLOGÍA

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

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 inversiones necesarias para el desarrollo del proyecto, pero no aquellos asociados a la forma en que se financiará dicho proyecto. Los conceptos utilizados han sido los siguientes:

- 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.

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.

3. ESTRUCTURA

Este Anexo se divide en los siguientes apartados:

- En un primer apartado se recogen las hipótesis y consideraciones generales.

- En un segundo apartado se recogen las inversiones, los gastos de operación y mantenimiento incluidos en el cálculo de la rentabilidad financiera y las externalidades negativas recogidas en el cálculo de la rentabilidad socioeconómica.

- En un tercer apartado se recoge la estimación de los Ingresos del proyecto, considerados para el análisis financiero y los beneficios sociales del mismo (externalidades positivas), considerados en el análisis socioeconómico.

- En un cuarto apartado se calcula la rentabilidad económico – financiera, del proyecto.

- Y en un quinto y último apartado, se calcula la rentabilidad socio-económica, desde el punto de vista de la colectividad.

Además se incluye un apéndice con los datos de partida para el cálculo de la rentabilidad económico-financiera y socio-económica de cada alternativa: estados financieros (balance de situación y cuenta de resultados) y flujos de caja, así como un segundo apéndice con el cálculo de los costes y ahorros en accidentalidad derivados de la puesta en funcionamiento de la línea 2.

4. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos.

Las alternativas analizadas son las siguientes:

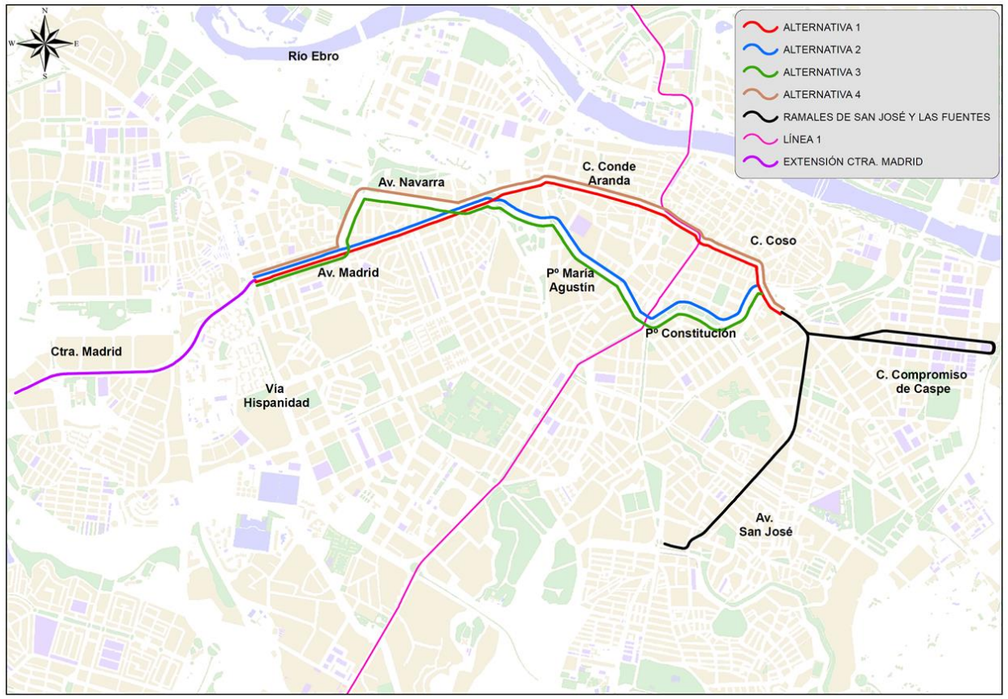


Ilustración 1. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa		Itinerario	Longitud en operación (km)	Nº paradas
Abreviatura	Descripción			
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 – Pº 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-IIa) 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	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-IIa) 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-IIa) 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

Para cada una de estas alternativas se ha evaluado la demanda prevista, que 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. Los resultados de demanda obtenidos para cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4

ALTERNATIVAS	DEMANDA AÑO 4 (trayectos/año)				RECORRIDOS (km/año)			
	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación Actual								
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	0	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-
Alternativas sin extensión								
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	29.411.382	15.725.565	888.879.472	15.194.531	1.337.213	855.495
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	30.801.916	17.808.659	885.886.516	15.031.913	1.337.213	894.555
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	30.073.088	18.480.734	888.308.792	15.017.215	1.337.213	929.267
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	28.583.309	16.522.918	891.520.077	15.180.842	1.337.213	890.207
Alternativas con extensión								
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	29.458.464	16.855.143	887.671.523	15.194.531	1.337.213	981.015
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	30.848.997	18.938.238	884.678.566	15.031.913	1.337.213	1.006.306
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.041.018
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	28.630.390	17.652.496	890.312.127	15.180.842	1.337.213	1.015.727

Debe indicarse que los km/año recorridos por el bus urbano reflejados en las tablas anteriores recogen un 5% adicional respecto a los resultados obtenidos del modelo de demanda a fin de considerar, de forma conservadora, posibles rutas adicionales, modificaciones de líneas o modificaciones de frecuencias sobre las contempladas en el modelo de demanda. Asimismo, los datos correspondientes a trayectos/año del vehículo privado son el resultado de la aplicación de una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo[1].

Para la realización del estudio se ha propuesto un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años desde la puesta en funcionamiento de la línea, con un crecimiento por coeficientes "ramp-up"[2] de 80%-87%-94%-100% durante el citado periodo. 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 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda calculada
Año 1		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%

[1] Fuente: Servicio Movilidad Urbana. Ayuntamiento de Zaragoza.

[2] 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%

5. HIPÓTESIS GENERALES

Las hipótesis de partida son:

a) Periodo de evaluación del proyecto, al cual se circunscribe el análisis: 30 años (incluido el periodo de inversión de dos años). Se ha tomado como referencia el periodo de evaluación para el sector de los ferrocarriles, establecido en las guías de la UE y ADIF mencionadas anteriormente.

b) Las inversiones se realizan los dos primeros años.

c) Los gastos de operación y mantenimiento se realizan anualmente, desde la puesta en servicio de la Línea 2 del tranvía.

d) Inflación considerada del 2%.

e) Impuesto sobre beneficios considerado del 30%.

f) Tanto los gastos como los ingresos en el análisis financiero se han estimado a precios de mercado sin IVA.

g) 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-up" 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 del periodo de evaluación del proyecto.

h) El análisis socioeconómico se ha realizado en términos de *precios sombra*, de acuerdo con lo indicado en la "Guía de Análisis Coste –Beneficio para proyectos de inversión" de la Comisión Europea de diciembre 2014 y el "Manual para la evaluación de inversión en ferrocarril" de ADIF de diciembre 2011

6. INVERSIONES, GASTOS Y EXTERNALIDADES NEGATIVAS

A efectos del cálculo de la rentabilidad se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:

- Para el cálculo de la rentabilidad económico-financiera: inversiones y reinversiones, gastos de operación y mantenimiento.
- Para el cálculo de la rentabilidad socioeconómica: inversiones y reinversiones (precios sombra), gastos de operación y mantenimiento (precios sombra), costes por las emisiones de CO2 de la nueva Línea 2 del Tranvía, costes correspondientes al pago adicional que debe realizar el Ayuntamiento por el incremento en el uso de la Línea 1 (una vez esté construida la Línea 2); y costes por el número de accidentes causados por la puesta en servicio de la Línea 2.

6.1. INVERSIONES

Las inversiones se han diferenciado en nueve partidas, incluidas las expropiaciones y las afecciones a servicios. Estos desembolsos se realizan durante los dos primeros años del periodo de evaluación.

La siguiente tabla muestra las diferentes partidas consideradas, los años en los que se realiza la inversión y su distribución porcentual, y la vida útil. Para la estimación de la vida útil se han tenido en cuenta las guías de la UE y ADIF, así como las estimaciones realizadas para la construcción de la Línea 1 Norte-Sur del Tranvía.

Tabla 4. Inversiones. Año de inversión. % de realización. Vida útil

Partidas	Año de inversión y % de realización		Vida Útil (años)
	Año 1 de inversión	Año 2 de inversión	
Infraestructura/Construcción			
Obra civil	40%	60%	50
Cocheras (no edificación)	0%	100%	25
Edificaciones	40%	60%	50
Superestructura de la Vía			
Vía	20%	80%	25
Señalización	0%	100%	13
Otros			
Dirección de obra	50%	50%	-
Material rodante	0%	100%	25
Afecciones a servicios	75%	25%	-
Expropiaciones	100%	0%	-

En cuanto a los gastos de dirección de obra, se han considerado inversión, y su importe se ha incorporado proporcionalmente entre las categorías de Infraestructura/Construcción (50%) y Superestructura de la Vía (50%).

La Memoria y el Anexo II. "Estimación de Costes de Construcción" del presente estudio recogen el cálculo y desglose de los costes de inversión. La tabla siguiente muestra una síntesis de las inversiones totales por alternativas.

Tabla 5. Inversión total por alternativa.

Alternativas	Inversión Total (€)
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	191.231.842
Alternativa 2	187.427.041
Alternativa 3	190.592.441
Alternativa 4	193.470.254
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	198.599.167
Alternativa 2A	197.337.802
Alternativa 3A	200.503.202
Alternativa 4A	200.837.580

Se ha considerado que el último año de vida del proyecto, se generará un flujo de caja equivalente al valor contable de los activos del proyecto ("Caja por Valor Residual"). En el cálculo de los flujos para la rentabilidad socioeconómica este valor residual no incluye la expropiaciones, al considerase una transferencia entre agentes y no tenerse en cuenta en el análisis socio-económico.

En términos de amortización, las partidas amortizables (todas excepto afecciones a servicios y expropiaciones), se amortizan de acuerdo a su vida útil (13, 25, 50 años) mediante un sistema de amortización lineal de cuota constante.

Esto supone realizar las reinversiones correspondientes de aquellos activos cuya vida útil termine antes de finalizar el periodo de concesión y sea necesaria su reposición. Éste es el caso de las partidas de cocheras (no edificación), vía, señalización y material rodante. Estas reinversiones también estarán sujetas al proceso de amortización y su coste se verá afectado por la tasa de inflación interanual del 2%. Durante el horizonte temporal del proyecto se han considerado las siguientes reinversiones:

Tabla 6. Reinversiones. Partidas y Años

Partidas	Años de Reinversión
Cocheras (no edificación)	25
Vía	25
Señalización	13, 26
Material rodante	25

6.2. GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En el cálculo de la rentabilidad, en los gastos de operación 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, y se ven afectados por la tasa interanual de inflación del 2%.

En la tabla adjunta se recogen los gastos totales anuales para cada alternativa, síntesis del desglose recogido en la Memoria y en el Anexo III. "Análisis de la Operación" del presente estudio.

Tabla 7. Gastos totales anuales de operación y mantenimiento por alternativas

Alternativas	Gastos Operación&Mantenimiento Total Anual (€)
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	8.700.025
Alternativa 2	8.610.406
Alternativa 3	8.744.047
Alternativa 4	8.833.666
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	9.825.333
Alternativa 2A	9.682.706
Alternativa 3A	9.816.347
Alternativa 4A	9.958.975

6.3. COSTES DE EMISIONES LÍNEA 2 DEL TRANVÍA

La puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía generará emisiones de gases contaminantes, consecuencia del consumo energético necesario para su operación. En el Anexo IV. "Análisis Ambiental" se incluye la evaluación de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y partículas en suspensión (pm), junto con

el coste económico que dichas emisiones suponen evaluado en términos de CO2 equivalente, incluyendo la evolución en el tiempo de los citados parámetros y del coste de los mismos a lo largo de todo el periodo de estudio.

En la siguiente tabla se resume el coste de las emisiones asociado al tranvía en el año de puesta en servicio y en el año horizonte:

Tabla 8. Coste emisiones Línea 2 Tranvía por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte

Alternativas	Coste emisiones Línea 2 tranvía (€/año)	
	Año puesta en servicio	Año horizonte
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	41.678,10 €	44.039,84 €
Alternativa 2	43.581,03 €	46.050,60 €
Alternativa 3	45.272,13 €	47.837,53 €
Alternativa 4	43.369,21 €	45.826,77 €
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	47.793,19 €	50.501,44 €
Alternativa 2A	49.025,34 €	51.803,42 €
Alternativa 3A	50.716,45 €	53.590,36 €
Alternativa 4A	49.484,29 €	52.288,38 €

En el Anexo IV. "Análisis Ambiental" se justifican los datos de emisiones, su evolución y coste.

6.4. COSTE ADICIONAL POR DEMANDA INDUCIDA EN LÍNEA 1 DEL TRANVÍA

La puesta en servicio de la Línea 2 del Tranvía provocará una demanda inducida de la Línea 1, consecuencia de las sinergias que se generarán entre ambas líneas y por la realización de trasbordos. Este incremento de uso dará lugar a un coste adicional para el Ayuntamiento, que se traducirá en un aumento del pago que éste realiza al concesionario de la Línea 1 por el número de trayectos realizados en esta línea. Este coste adicional de la L1 será un coste para la colectividad, a tener en cuenta exclusivamente en el cálculo de la rentabilidad socio-económica.

El cálculo de este Coste se realizará atendiendo a la siguiente fórmula:

Pago Adicional Ayto. Por Línea 1 = Pago por Línea 1 con Línea 2 en funcionamiento – Pago por Línea 1 sin Línea 2

El *primer componente* se calculará como el producto de dos parámetros:

a) El coste unitario de 0,78 €/trayecto[3]. Este coste es el precio que el Ayuntamiento abona al concesionario de la Línea 1 por cada trayecto que realiza un viajero. Este precio unitario es igual para todas las alternativas e igual que el pago por usuario actual, ya que, a pesar de la demanda inducida por la puesta en funcionamiento de la línea 2, no se produce variación en la banda de pago por usuario, de acuerdo con los términos establecidos en el contrato de concesión actualmente vigente. Su crecimiento interanual tendrá en cuenta la inflación del 2%, de acuerdo a la siguiente fórmula: 1+ IPC/0,85, de acuerdo con los términos establecidos en el citado contrato.

   No se tiene en cuenta el pago por disponibilidad que se realiza al concesionario ya que se trata de un término fijo, independiente del número de usuarios.

b) El número de trayectos que se realizarán en la Línea 1, una vez que la Línea 2 esté en funcionamiento. Este número se ha estimado para cada alternativa y para el cuarto año de explotación, es decir, cuando la demanda de la Línea 2 del tranvía se sitúe en el 100% (ver apartado 7.1. Demanda).

Se considera que el número de trayectos en la Línea 1 irá aumentando progresivamente hasta alcanzar el nivel de viajeros del año 4 de forma proporcional al crecimiento de la demanda de la línea 2 (coeficientes "ramp-up"). A partir del quinto año se ha considerado la hipótesis de crecimiento de trayectos al mismo ritmo que el crecimiento de la demanda de la Línea 2, es decir a unas tasas del 1% y 0,5%, respectivamente (ver apartado 7.1. Demanda).

[3] Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza

El *segundo componente* se calculará, de forma equivalente, como el producto entre los siguientes dos parámetros:

a) El coste de 0,78 €/trayecto (ver epígrafe anterior)

b) El número de trayectos que se realizan en la Línea 1 en su escenario actual, es decir, sin la existencia de la Línea 2. Este número corresponde al número de viajeros existente previamente a la construcción y puesta en funcionamiento de la Línea 2, y se ha estimado en 26.848.118 viajeros/año.

   En la realización del análisis, se ha estimado que este número se mantendrá constante hasta el Año 4 del proyecto, es decir, hasta el año en que la demanda prevista de la Línea 2 del tranvía se sitúe en el 100% (ver apartado 4.1. Demanda). A partir del quinto año su crecimiento estimado será del 1% hasta el decimocuarto año, y 0,5%, desde el año 15 hasta el final de la concesión.

El desglose y cálculo de los datos anteriores se recogen en el Anexo I. "Estudio de Demanda". La tabla adjunta recoge una síntesis del Pago Adicional Línea 1 para cada Alternativa:

Tabla 9. Parámetros de cálculo del Coste adicional Línea 1 Tranvía por Alternativas

Alternativas	Viajeros Línea 1 Tranvía	Pago por viajero Línea 1 Tranvía
	Trayectos/año	€/Trayecto
Situación actual		
Actual	26.848.118	0,780
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	29.411.382	0,780
Alternativa 2	30.801.916	0,780
Alternativa 3	30.073.088	0,780
Alternativa 4	28.583.309	0,780
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	29.458.464	0,780
Alternativa 2A	30.848.997	0,780
Alternativa 3A	30.120.169	0,780
Alternativa 4A	28.630.390	0,780

6.5. COSTE POR ACCIDENTALIDAD DEL TRANVÍA

La puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía generará un incremento de la accidentalidad asociada al modo tranviario, derivado del incremento de kilómetros recorridos en este modo (la accidentalidad se relaciona directamente con los kilómetros recorridos). En la siguiente tabla se resume el coste de accidentalidad asociado al tranvía en el año de puesta en servicio y en el año horizonte:

Tabla 10. Coste accidentalidad Línea 2 Tranvía por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte

Alternativas	Coste accidentalidad Línea 2 tranvía (€/año)	
	Año puesta en servicio	Año horizonte
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	804.245,12 €	421.162,91 €
Alternativa 2	840.965,13 €	440.392,26 €
Alternativa 3	873.597,69 €	457.481,10 €
Alternativa 4	836.877,68 €	438.251,76 €
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	922.245,39 €	482.956,68 €
Alternativa 2A	946.021,80 €	495.407,79 €
Alternativa 3A	978.654,36 €	512.496,64 €
Alternativa 4A	954.877,95 €	500.045,53 €

En el Apéndice 2 – Cálculo de la Accidentalidad del presente documento se justifican los datos de accidentalidad, su evolución y coste.

7. INGRESOS Y EXTERNALIDADES POSITIVAS

A efectos del cálculo de la rentabilidad se han tenido en cuenta los siguientes flujos de caja positivos:

- Para el cálculo de la rentabilidad económico-financiera: ingresos por tarifas
- Para el cálculo de la rentabilidad socioeconómica: ahorro por la reducción de km de la red de autobuses, beneficio por la reducción de las emisiones de CO_2 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. No se han tenido en cuenta los beneficios por ahorro en tiempo de viaje, puesto que al realizar las estimaciones correspondientes los resultados no eran significativos.

7.1. DEMANDA

En el Anexo I. "Estudio de Demanda", se recoge la estimación de la demanda de la Línea 2 del Tranvía para cada una de las Alternativas.

En la tabla adjunta se recoge una síntesis: la demanda anual calculada para cada alternativa, estimada en número de trayectos. Se recoge la demanda estimada para el año 4 de explotación (año en que se situará en el 100%).

Tabla 11. Demanda anual según alternativa

Alternativas	Trayectos/año Línea 2
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	15.725.565
Alternativa 2	17.808.659
Alternativa 3	18.480.734
Alternativa 4	16.522.918
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	16.855.143
Alternativa 2A	18.938.238
Alternativa 3A	19.610.312
Alternativa 4A	17.652.496

Para la realización del estudio y cálculo de la rentabilidad se ha propuesto un modelo basado en alcanzar esta demanda en 4 años, con un crecimiento de coeficientes "ramp-up" de 80% - 87% - 94%, en los tres primeros años; tal y como se ha señalado en el apartado anterior. A partir de este crecimiento se ha estimado una tasa de crecimiento interanual del 1% durante los siguientes 10 años y posteriormente de un 0,5% hasta el fin de la concesión..

7.2. INGRESOS POR TARIFAS

Para el cálculo de los ingresos por tarifas se ha considerado un precio por billete de 0,90 €. Esta tarifa se verá afectada, a partir del primer año de explotación de la Línea 2 por un crecimiento interanual equivalente a la inflación (2%).

Complementariamente, en el apartado 10. Variación de la rentabilidad económico-financiera en función del precio de billete del presente documento se incluye un análisis de la variación en la rentabilidad económico –financiera considerando varios escenarios para este precio: 1,10 €/billete, 1,30 €/billete, 1,50 €/billete y 1,70 €/billete.

7.3. AHORRO POR REDUCCIÓN DE RECORRIDO DE LÍNEAS DE AUTOBÚS URBANO

La puesta en servicio de la Línea 2 del tranvía captará viajeros del modo bus, lo que permitirá reducir la oferta de autobús urbano, con la consiguiente reordenación de las líneas existentes y la disminución del número de kilómetros recorridos por la flota.

Esta disminución de kilometraje dará lugar a una disminución del pago a la empresa concesionaria del servicio de autobuses por el menor número de kilómetros recorridos por las líneas y menor coste de renovación de flota, que se traducirá en un ahorro para el Ayuntamiento de Zaragoza. Este ahorro será un beneficio para la colectividad, a tener en cuenta exclusivamente en el cálculo de la rentabilidad socio-económica.

Para el cálculo del beneficio que supondrá la reordenación de las líneas de autobús y su consiguiente reducción de kilómetros recorridos, basta con multiplicar el precio por kilómetro que abona actualmente el Ayuntamiento a la empresa concesionaria

de autobuses, estimado en 4,250 €/km[4] para todas las alternativas; y el número de kilómetros reducidos en el uso del autobús, estimado para cada alternativa.

El precio/km calculado corresponde a la actualidad, es decir, antes de la construcción y puesta en funcionamiento de la Línea 2 del tranvía, y se considera que se incrementará con la inflación (2%). La disminución de kilómetros recorridos se ha considerado constante para todos los años, ya que la reordenación no variará, una vez realizada.

En la tabla adjunta se recogen los parámetros anteriores para cada alternativa:

Tabla 12. Ahorro por reducción de km de autobús. Parámetros significativos.

Alternativas	Reducción de km de autobús	Pago por km autobús
	km/año	€/km
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	-3.270.222	4,250
Alternativa 2	-3.432.840	4,250
Alternativa 3	-3.447.538	4,250
Alternativa 4	-3.283.911	4,250
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	-3.270.222	4,250
Alternativa 2A	-3.432.840	4,250
Alternativa 3A	-3.447.538	4,250
Alternativa 4A	-3.283.911	4,250

7.4. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO_2 EN AUTOBÚS Y VEHÍCULO PRIVADO

Al contrario de lo que sucede en el caso del tranvía, la puesta en funcionamiento de la línea 2 supone una reducción de kilómetros recorridos por vehículos privados y autobús urbano, y por consiguiente una reducción de las emisiones contaminantes. En la siguiente tabla se resume el ahorro de las emisiones asociado al vehículo privado y al bus urbano en el año de puesta en servicio y en el año horizonte:

Tabla 13. Ahorro emisiones vehículo privado y bus por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte

Alternativas	Ahorro emisiones vehículo privado (€/año)		Ahorro emisiones bus urbano (€/año)	
	Año puesta en servicio	Año horizonte	Año puesta en servicio	Año horizonte
Alternativas sin extensión				
Alternativa 1	- 18.079,51 €	- 22.536,32 €	- 135.396,77 €	- 171.544,23 €
Alternativa 2	- 24.953,42 €	- 31.104,73 €	- 142.129,65 €	- 180.074,61 €
Alternativa 3	- 19.390,19 €	- 24.170,10 €	- 142.738,17 €	- 180.845,59 €
Alternativa 4	- 12.014,85 €	- 14.976,65 €	- 135.963,57 €	- 172.262,35 €
Alternativas con extensión				
Alternativa 1A	- 20.853,80 €	- 25.994,51 €	- 135.396,77 €	- 171.544,23 €
Alternativa 2A	- 27.727,71 €	- 34.562,92 €	- 142.129,65 €	- 180.074,61 €
Alternativa 3A	- 22.164,48 €	- 27.628,29 €	- 142.738,17 €	- 180.845,59 €
Alternativa 4A	- 14.789,14 €	- 18.434,84 €	- 135.963,57 €	- 172.262,35 €

En el Anexo IV. "Análisis Ambiental" se justifican los datos de emisiones, su evolución y coste.

7.5. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO PRIVADO

La puesta en servicio de la Línea 2 del tranvía, junto con la consiguiente reordenación de la red de autobuses, dará lugar a una disminución del uso del vehículo privado y por lo tanto a una disminución de los costes de mantenimiento para el usuario.

De acuerdo a la Guía UE para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión (diciembre 2014), al Manual para la evaluación de inversiones de ferrocarril de ADIF (diciembre 2011) y a las "Recomendaciones para la evaluación económica Coste-Beneficio de Estudios y Proyectos de Carreteras" del Servicio de Planeamiento de la Dirección General de Carreteras del MOPTMA (antiguo Ministerio de Obras Públicas), los costes de mantenimiento del vehículo privado incluyen las siguientes partidas: amortización, reparaciones, consumo de combustibles, consumo de lubricantes, y desgaste y reparación de cámaras y cubiertas de neumáticos.

Teniendo en cuenta estas partidas, y mediante la aplicación de diferentes metodologías, las citadas guías y manuales señalan un coste total de mantenimiento de un vehículo privado de 0,185 € por vehículo y kilómetro recorrido.

[4] Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza. El precio indicado tiene en cuenta el precio por kilómetro recorrido y la repercusión del coste de renovación de flota.

Por otro lado, el artículo 9.2.b del Real Decreto 439/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas y se modifica el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones, aprobado por Real Decreto 304/2004, de 20 de febrero, fija en 0,19 € por kilómetro recorrido la asignación exenta de gravamen del Impuesto sobre la Renta de Personas Físicas para gastos de locomoción a un trabajador que utilice vehículo privado.

Por lo tanto, dado que ambas vías coinciden en el resultado, se ha tomado el valor de 0,19 €/km para calcular el beneficio colectivo por la reducción de los costes de mantenimiento del vehículo privado.

De acuerdo a lo anterior, la reducción de los costes de mantenimiento del vehículo privado será el producto de 0,19 €/km, para todas las alternativas, por la reducción de kilómetros en el uso del vehículo privado, estimada para cada alternativa.

Así, la máxima reducción de kilómetros recorridos por el vehículo privado se producirá en el año en el que la demanda de viajeros de la Línea 2 del tranvía alcance el 100%, es decir, el cuarto año de análisis. El crecimiento hasta este cuarto año, será al mismo ritmo que la demanda, es decir, con los coeficientes "ramp- up" de 80% - 87% - 94%, respectivamente.

La tabla siguiente recoge en síntesis, la reducción de los kilómetros recorridos por el vehículo privado en el año de máxima demanda de viajeros de la Línea 2.

Tabla 14. Reducción de km del vehículo privado.

Alternativas	Reducción de km de vehículo privado
	km/año
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	-7.871.966
Alternativa 2	-10.864.923
Alternativa 3	-8.442.647
Alternativa 4	-5.231.362
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	-9.079.916
Alternativa 2A	-12.072.873
Alternativa 3A	-9.650.597
Alternativa 4A	-6.439.311

7.6. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE ACCIDENTALIDAD EN AUTOBÚS Y VEHÍCULO PRIVADO

Al contrario de lo que sucede en el caso del tranvía, la puesta en funcionamiento de la línea 2 supone una reducción de kilómetros recorridos por vehículos privados y autobús urbano, con la consiguiente reducción de accidentalidad, que transformada en términos económicos, puede resumirse en la siguiente tabla:

Tabla 15. Ahorro accidentalidad vehículo privado y bus por alternativas. Año puesta en servicio y año horizonte

Alternativas	Ahorro accidentalidad vehículo privado (€/año)		Ahorro accidentalidad bus urbano (€/año)	
	Año puesta en servicio	Año horizonte	Año puesta en servicio	Año horizonte
Alternativas sin extensión				
Alternativa 1	- 252.867,07 €	- 212.486,03 €	- 790.907,41 €	- 487.810,39 €
Alternativa 2	- 349.008,26 €	- 293.274,16 €	- 830.236,87 €	- 512.067,75 €
Alternativa 3	- 271.198,75 €	- 227.890,26 €	- 833.791,52 €	- 514.260,16 €
Alternativa 4	- 168.044,31 €	- 141.208,85 €	- 794.218,31 €	- 489.852,47 €
Alternativas con extensión				
Alternativa 1A	- 291.669,41 €	- 245.091,91 €	- 790.907,41 €	- 487.810,39 €
Alternativa 2A	- 387.810,59 €	- 325.880,04 €	- 830.236,87 €	- 512.067,75 €
Alternativa 3A	- 310.001,08 €	- 260.496,15 €	- 833.791,52 €	- 514.260,16 €
Alternativa 4A	- 206.846,64 €	- 173.814,73 €	- 794.218,31 €	- 489.852,47 €

En el Apéndice 2 – Cálculo de la Accidentalidad del presente documento se justifican los datos de accidentalidad, su evolución y coste.

8. RENTABILIDAD ECONÓMICO – FINANCIERA

Una vez definidos los elementos que constituyen el plan de explotación, el siguiente paso consiste en la evaluación económico – financiera del proyecto. El objetivo de este análisis financiero es la obtención de indicadores de rentabilidad a partir de los flujos de caja futuros.

Para el cálculo de la rentabilidad económico-financiera, los flujos de caja que se han considerado son las inversiones y reinversiones, los gastos de operación y mantenimiento, y los ingresos por tarifas, excluido el IVA.

Se ha considerado un periodo de evaluación para el proyecto de 30 años. La inversión se realiza los dos primeros años y la puesta en servicio de la nueva Línea del Tranvía se inicia el Año 1 de explotación del proyecto.

La rentabilidad de cada alternativa se ha evaluado a través de los siguientes parámetros:

- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), calculada para un Precio de billete de 0,90 €.
- Valor Actual Neto (VAN), calculado para el mismo precio de billete y una tasa de descuento del 5%.

Señalar que la Comisión Europea recomienda la utilización de una tasa de descuento del 5% para el cálculo del análisis financiero de proyectos de inversión en ferrocarriles.

En el Apéndice 1 – Estados financieros y flujos de caja por alternativa de este Anexo se recogen, para cada alternativa, los datos de partida, estados financieros (balance de situación y, cuenta de resultados) y los flujos operativos de caja; cuyos resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 16. Rentabilidad económico – financiera por alternativas. Precio billete 0,90 €

Alternativas	TIR (%)	VAN (€) tasa dto 5%
	Precio billete 0,90 €	
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	0,350%	- 96.280.939,87 €
Alternativa 2	1,804%	- 67.412.482,32 €
Alternativa 3	2,030%	- 64.108.742,78 €
Alternativa 4	0,723%	- 90.558.906,57 €
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	0,211%	- 103.189.135,53 €
Alternativa 2A	1,594%	- 75.582.833,19 €
Alternativa 3A	1,814%	- 72.279.084,50 €
Alternativa 4A	0,576%	- 97.349.881,84 €

Respecto a los valores negativos del VAN para una tasa de descuento del 5%, debe indicarse que los proyectos de inversión en transporte público urbano son deficitarios en la práctica totalidad de los casos, entendiéndose que se obtiene un beneficio social (evaluado en el análisis socio-económico) y requiriendo de una subvención al billete.

Desde el punto de vista de la **TIR**, la Alternativa 3 es la mejor alternativa, con una tasa interna de rentabilidad de 2,030%; mientras que la peor alternativa es la Alternativa 1A, con una tasa interna de rentabilidad de 0,211%. El gráfico siguiente refleja estos resultados.

Gráfico 1. TIR (%) por alternativa para un precio de billete de 0,90€

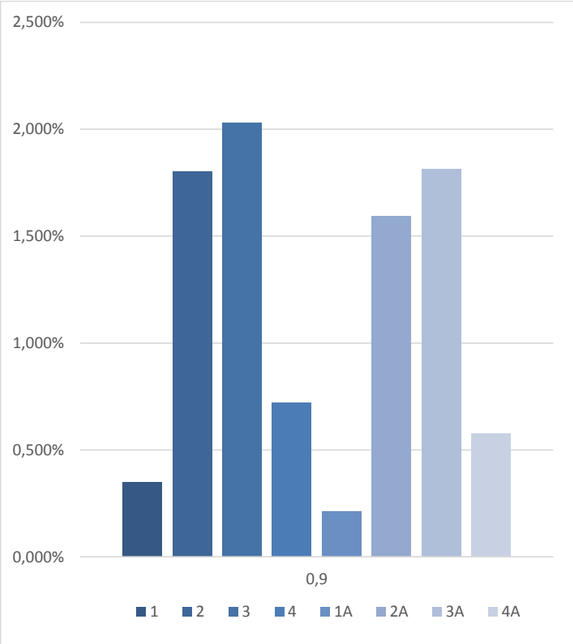
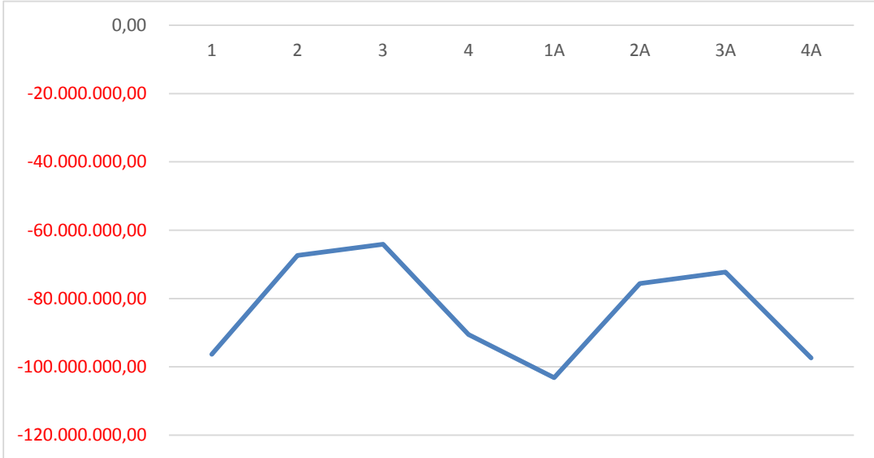


Gráfico 2. VAN (€) por alternativa para un precio por billete de 0,90€ y tasa de descuento del 5%



La gráfica muestra además la existencia de tres grupos destacados dentro de las ocho alternativas analizadas. Un primer grupo, formado por las Alternativas 3, 3A, 2, y 2A, por encima del resto; un segundo grupo formado por las Alternativas 4 y 4A; y un tercer grupo formado por las peores alternativas, 1 y 1A.

Desde el punto de vista del **VAN,** para una tasa de descuento del 5%, el resultado es idéntico. La Alternativa 3 es la mejor alternativa, mientras que la peor alternativa es la Alternativa 1A. Si bien, cabe destacar que, tal y como muestran los resultados de la tabla, para una tasa de descuento del 5% el Valor Actual Neto del proyecto es negativo en todas las alternativas. A continuación se muestran estos resultados gráficamente:

Teniendo en cuenta lo anterior, desde el punto de vista de la rentabilidad económico – financiera, para un precio por billete de 0,90€ y una tasa de descuento del 5%, la Alternativa 3 es la mejor alternativa, mientras que la Alternativa 1A es la peor alternativa.

9. RENTABILIDAD SOCIO - ECONÓMICA

La evaluación socio-económica en términos monetarios permite medir el aporte neto del proyecto al conjunto de la sociedad. Se mide, por tanto, en situación diferencial entre la situación con actuación y sin actuación; por lo que incluye todas aquellas "externalidades" relevantes, directas o indirectas, del proyecto. Estas externalidades se pueden clasificar en: efectos en la funcionalidad y eficiencia del sistema de transporte, efectos en la competitividad, integración económica y ordenamiento territorial, y efectos en el medioambiente.

En este contexto, en el cálculo de la rentabilidad socio-económica de este proyecto se han considerado las siguientes "externalidades", definidas como costes y beneficios para la colectividad:

- **Costes para la colectividad**: costes por emisiones de CO2 de la Línea 2 del Tranvía, coste adicional vinculado al pago del Ayuntamiento por la Línea 1 y el coste asociado a la accidentalidad de la Línea 2. Asimismo se han incluido las inversiones y reinversiones (excluidas las expropiaciones que se consideran transferencias monetarias entre agentes), y los gastos de operación y mantenimiento.

  En todos los casos los costes se han incluido sin IVA.

- **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 evaluación económico – financiera, en la evaluación 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.

Por esta razón, los costes y la inversión en este marco de evaluación se obtienen aplicando unos *factores de conversión* a las correspondientes cuantías financieras (ratios sobre los precios de mercado). Así, para el cálculo de la rentabilidad socioeconómica de la Línea 2 del Tranvía se han aplicado los siguientes factores de conversión a los Costes de inversión, Operación y Mantenimiento, según se señala en el Manual para la Evaluación de Inversiones en Ferrocarril de ADIF, de diciembre 2011[5]:

Tabla 17. 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

De forma equivalente al cálculo de la rentabilidad económico – financiera, se ha considerado un periodo de evaluación de 30 años. La inversión se realiza los dos primeros años y la puesta en servicio de la nueva Línea del Tranvía se inicia el año 1 de explotación del proyecto.

La rentabilidad socio-económica de cada alternativa se ha evaluado a través de los siguientes parámetros:

- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
- Valor Actual Neto (VAN), calculado para una Tasa de descuento del 3%.

Respecto a la tasa de descuento social a emplear, la Comisión Europea propone un 3% -3,5% 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

[5] 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.

programación 2014-2020[6]. Por lo tanto, la tasa interna de rentabilidad objetivo de esta evaluación socio-económica es como mínimo el 3% -3,5%, priorizando aquellas alternativas que la alcancen.

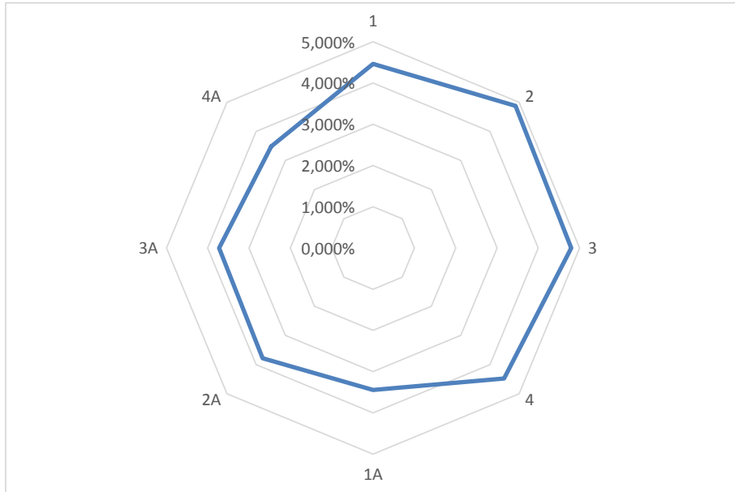
En el Apéndice 1 – Estados financieros y flujos de caja por alternativa de este Anexo se recoge, para cada Alternativa, el cálculo de los flujos socioeconómicos; cuyos resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 18. Rentabilidad socio - económica

Alternativas	TIR (%)	VAN (€) tasa dto 3%
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	4,465%	27.262.798,24 €
Alternativa 2	4,874%	34.197.940,68 €
Alternativa 3	4,794%	33.509.995,76 €
Alternativa 4	4,480%	28.152.303,91 €
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	3,444%	8.341.411,40 €
Alternativa 2A	3,781%	14.561.460,18 €
Alternativa 3A	3,727%	13.873.535,05 €
Alternativa 4A	3,481%	9.230.929,16 €

Desde el punto de vista de la **TIR**, la Alternativa 2 es la mejor alternativa, con una tasa interna de rentabilidad de 4,874%; seguida a muy poca distancia de la Alternativa 3 con una tasa de 4,794% (diferencia de 0,08 entre ambas); mientras que la peor alternativa es la Alternativa 1A, con una tasa de rentabilidad interna de 3,444%. El siguiente refleja estos resultados.

Gráfico 3. TIR (%) por Alternativa.

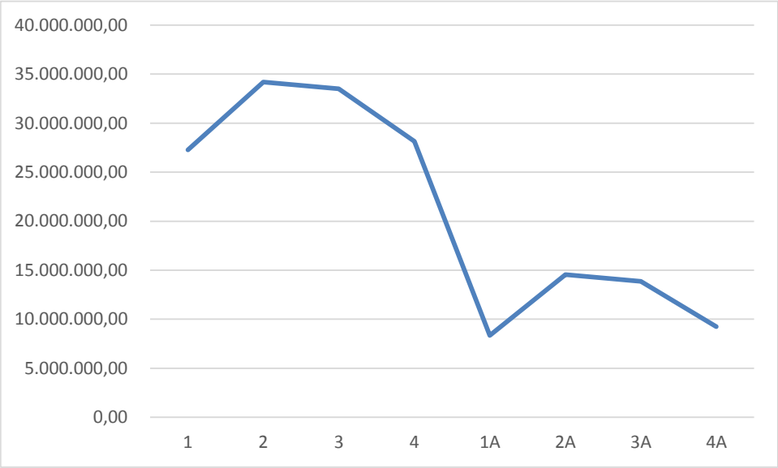


Cabe destacar que en todas las Alternativas se obtienen tasas internas de rentabilidad que superan el 3% señalado por la Comisión Europea, llegando incluso al 3,5% en casi todos los casos.

Desde el punto de vista del **VAN**, la Alternativa 2 es la mejor Alternativa para una tasa de descuento del 3%. Bajo este criterio, la Alternativa 1A es de nuevo la peor alternativa. De la tabla anterior cabe destacar que todas las alternativas presentan un Valor actual neto positivo para la tasa de descuento del 3%. El siguiente gráfico muestra estos resultados.

[6] 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.

Gráfico 4. VAN (€) por Alternativa para una Tasa de descuento del 3%



Teniendo en cuenta lo anterior, desde el punto de vista de la rentabilidad socio – económica, para una tasa de descuento del 3%, las Alternativas 2 y 3 serían las mejores alternativas, mientras que la Alternativa 1A es la peor alternativa.

10. VARIACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA EN FUNCIÓN DEL PRECIO DE BILLETE

El epígrafe 8. Rentabilidad económico – financiera de este Anexo recoge el cálculo de la rentabilidad económico-financiera de las ocho alternativas analizadas, a través de los criterios de Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y Valor Actual Neto (VAN). Ambos parámetros se han calculado para un precio de billete de 0,90 € (precio tomado como referencia en el análisis del modelo) y el VAN, para una tasa de descuento del 5%, al ser la tasa recomendada por la Comisión Europea para el análisis financiero de proyectos de inversión en ferrocarriles.

La demanda tomada como base para el cálculo de la rentabilidad ha sido la recogida en el Anexo I. “Estudio de Demanda”.

De los resultados del análisis anterior se desprende que, para la citada demanda, un precio por billete de 0,90 € y una tasa de descuento del 5%, desde el punto de vista económico- financiero, la Alternativa 3 es la mejor alternativa y la Alternativa 1A la peor Alternativa; siendo el VAN negativo en las ocho alternativas.

A partir de estos resultados, en este apartado se realiza un análisis de la variación de la rentabilidad económico-financiera del proyecto a través de la TIR y el VAN, para el mismo nivel de demanda, pero diferentes escenarios de precio del billete (1,10 €, 1,30 €, 1,5 0€ y 1,70 €) y tasas de descuento (3%, 4%, 6%, 8% y 9%) además de las tomadas como referencia (0,90 € y 5%).

Las tablas siguientes muestran los principales resultados en cada caso.

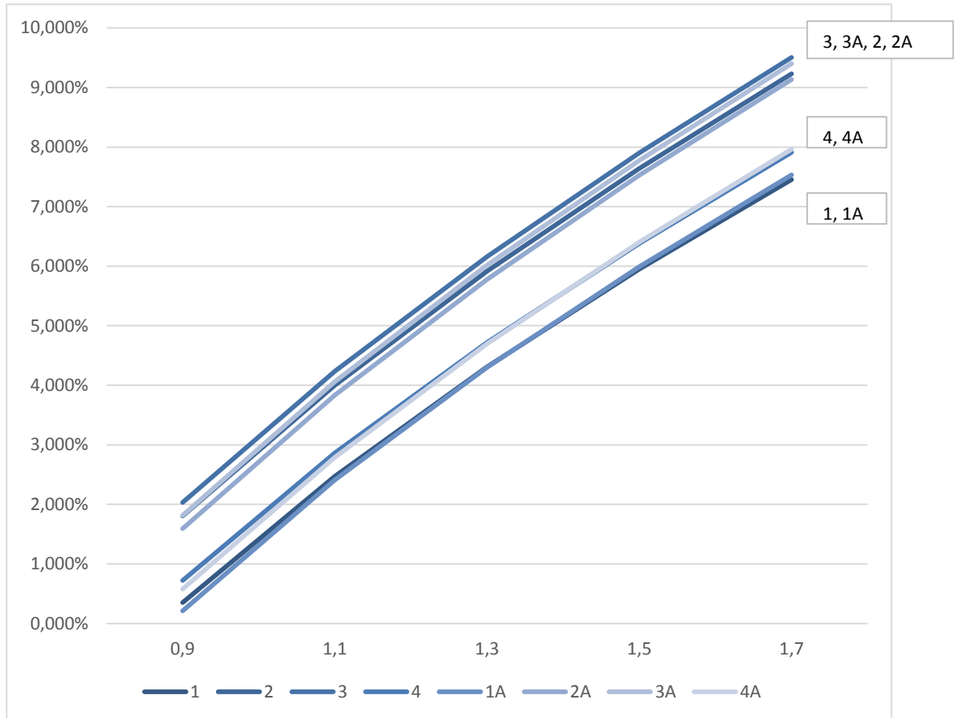
En términos de **Tasa Interna de Rentabilidad** la siguiente tabla recoge los principales resultados:

Tabla 19. TIR (€) por alternativa y precio de billete (€)

TIR (%)	Precio del billete				
Alternativas	**0,90 €**	**1,10 €**	**1,30 €**	**1,50 €**	**1,70 €**
Alternativas sin extensión					
Alternativa 1	0,350%	2,474%	4,308%	5,950%	7,454%
Alternativa 2	1,804%	4,000%	5,916%	7,643%	9,232%
Alternativa 3	2,030%	4,234%	6,162%	7,903%	9,506%
Alternativa 4	0,723%	2,866%	4,719%	6,383%	7,909%
Alternativas con extensión					
Alternativa 1A	0,211%	2,412%	4,303%	5,989%	7,530%
Alternativa 2A	1,594%	3,834%	5,779%	7,528%	9,136%
Alternativa 3A	1,814%	4,061%	6,016%	7,778%	9,398%
Alternativa 4A	0,576%	2,790%	4,697%	6,403%	7,965%

La Alternativa 3 es la mejor alternativa para todas las propuestas de billete, seguida de la Alternativa 3A. En el extremo opuesto se sitúan las Alternativas 1 y 1A. La Alternativa 1A es la peor alternativa para billetes inferiores a 1,50 €, siendo la Alternativa 1 la peor alternativa para billetes de 1,50 € y superiores. El gráfico siguiente muestra estos resultados:

Gráfico 5. TIR (%) por alternativa y precio de billete



La gráfica muestra además la existencia de tres grupos destacados dentro de las ocho alternativas analizadas, para cualquier precio del billete. Un primer grupo, formado por las Alternativas 3, 3A, 2, y 2A, por encima del resto; un segundo grupo formado por las Alternativas 4 y 4A; y un tercer grupo formado por las peores alternativas, 1 y 1A, estas últimas con el punto de inflexión en 1,50 €/billete.

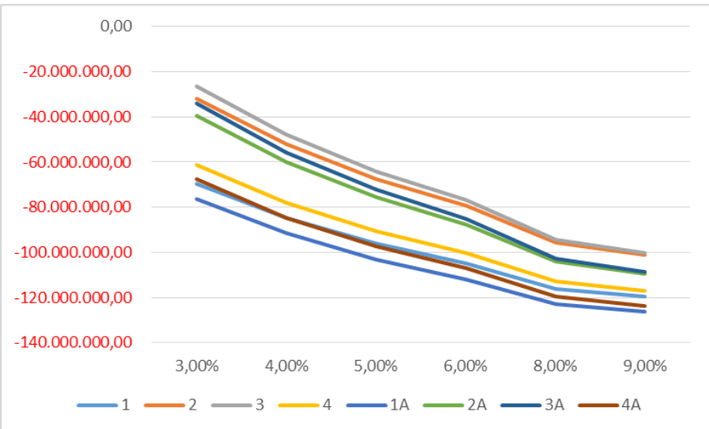
A través del **criterio del Valor Actual Neto,** las tablas y gráficos siguientes muestran los resultados para cada Alternativa, precio del billete y tasa de descuento.

Tabla 20. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 0,90€.

VAN (€)		Tasa de descuento					
precio billete	**Alternativas**	**3,0%**	**4,0%**	**5,0%**	**6,0%**	**8,0%**	**9,0%**
0,90 €	**Alternativas sin extensión**						
	Alternativa 1	-69.634.062 €	-84.846.695 €	-96.280.940 €	-104.870.031 €	-116.089.875 €	-119.613.445 €
	Alternativa 2	-32.045.965 €	-52.027.897 €	-67.412.482 €	-79.293.777 €	-95.603.693 €	-101.104.799 €
	Alternativa 3	-26.602.658 €	-47.772.798 €	-64.108.743 €	-76.757.025 €	-94.197.894 €	-100.116.886 €
	Alternativa 4	-61.233.380 €	-77.927.690 €	-90.558.907 €	-100.121.763 €	-112.797.049 €	-116.866.645 €
	Alternativas con extensión						
	Alternativa 1A	-76.284.161 €	-91.667.615 €	-103.189.136 €	-111.806.792 €	-122.973.035 €	-126.435.881 €
	Alternativa 2A	-39.633.492 €	-59.971.708 €	-75.582.833 €	-87.597.160 €	-103.989.623 €	-109.472.664 €
	Alternativa 3A	-34.190.168 €	-55.716.596 €	-72.279.084 €	-85.060.401 €	-102.583.822 €	-108.484.749 €
	Alternativa 4A	-67.750.707 €	-84.623.895 €	-97.349.882 €	-106.948.280 €	-119.582.523 €	-123.597.045 €

Para un precio de billete de **0,90€,** el Valor Actual Neto de las ocho alternativas es negativo para cualquier tasa de descuento; siendo la Alternativa 3 la mejor alternativa, y la Alternativa 1A la peor alternativa, para todas las tasas de descuento propuestas. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

Gráfico 6. VAN (€) por Alternativa y Tasa de descuento. Precio de billete 0,90€



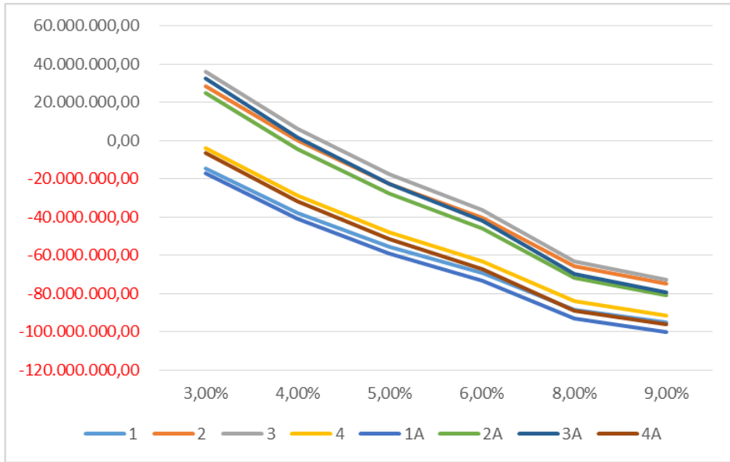
Para el precio de billete de **1,10€,** los resultados muestran cómo para tasas de descuento del 3% y 4%, cuatro alternativas comienzan a tener un VAN positivo (alternativas 2, 3, 2A y 3A). Para tasas de descuento por encima del 4%, todas las alternativas continúan con resultados negativos en términos del VAN.

Tabla 21. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,10€.

VAN (€)		Tasa de descuento					
precio billete	**Alternativas**	**3,0%**	**4,0%**	**5,0%**	**6,0%**	**8,0%**	**9,0%**
1,10 €	**Alternativas sin extensión**						
	Alternativa 1	-14.717.883 €	-37.702.977 €	-55.504.440 €	-69.344.884 €	-88.569.094 €	-95.158.461 €
	Alternativa 2	28.723.023 €	-6.070 €	-22.549.124 €	-40.327.745 €	-65.610.057 €	-74.540.184 €
	Alternativa 3	36.324.664 €	6.081.740 €	-17.678.534 €	-36.442.591 €	-63.186.758 €	-72.660.562 €
	Alternativa 4	-3.852.850 €	-28.699.307 €	-48.006.968 €	-63.074.564 €	-84.136.353 €	-91.416.269 €
	Alternativas con extensión						
	Alternativa 1A	-17.134.344 €	-40.863.346 €	-59.223.318 €	-73.482.555 €	-93.251.852 €	-100.011.529 €
	Alternativa 2A	25.229.710 €	-4.418.453 €	-27.649.721 €	-45.942.732 €	-71.890.389 €	-81.026.371 €
	Alternativa 3A	32.831.365 €	1.669.368 €	-22.779.124 €	-42.057.573 €	-69.467.087 €	-79.146.746 €
	Alternativa 4A	-6.269.294 €	-31.859.663 €	-51.725.835 €	-67.212.227 €	-88.819.106 €	-96.269.332 €

En este escenario, de nuevo la Alternativa 3 es la mejor alternativa, y la Alternativa 1A es la peor alternativa, para todas las tasas de descuento, como muestra el siguiente gráfico:

Gráfico 7. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,10€



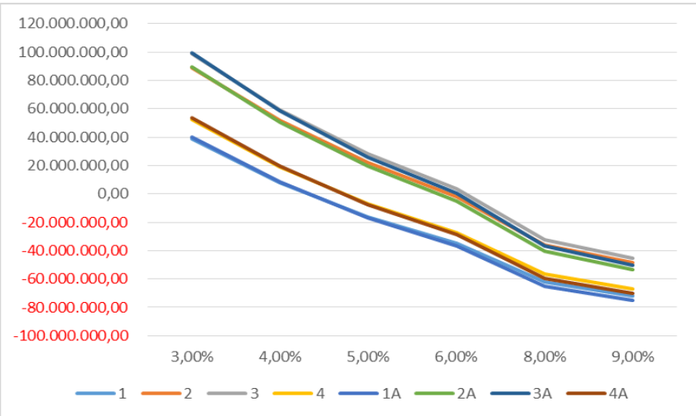
Para un precio de billete de **1,30€,** todas las alternativas presentan un VAN positivo para tasas de descuento del 3% y 4%, y sólo en cuatro de ellas, de nuevo las alternativas 2, 3, 2A y 3A, el VAN es positivo para tasas de descuento por encima de 4%.

Tabla 22. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,30€.

VAN (€)		Tasa de descuento					
precio billete	**Alternativas**	**3,0%**	**4,0%**	**5,0%**	**6,0%**	**8,0%**	**9,0%**
1,30 €	**Alternativas sin extensión**						
	Alternativa 1	38.756.485 €	8.053.303 €	-16.063.630 €	-35.106.150 €	-62.243.032 €	-71.855.521 €
	Alternativa 2	89.010.657 €	51.548.817 €	21.861.141 €	-1.801.500 €	-36.031.119 €	-48.378.433 €
	Alternativa 3	98.887.473 €	59.582.240 €	28.407.715 €	3.537.583 €	-32.491.550 €	-45.511.501 €
	Alternativa 4	52.198.604 €	19.246.557 €	-6.693.104 €	-27.222.990 €	-56.591.938 €	-67.045.084 €
	Alternativas con extensión						
	Alternativa 1A	40.255.341 €	8.251.735 €	-16.879.391 €	-36.716.338 €	-64.970.392 €	-74.972.099 €
	Alternativa 2A	89.341.307 €	50.406.492 €	19.577.427 €	-4.972.820 €	-40.435.299 €	-53.205.216 €
	Alternativa 3A	99.218.134 €	58.439.922 €	26.124.006 €	366.266 €	-36.895.729 €	-50.338.283 €
	Alternativa 4A	53.697.477 €	19.445.002 €	-7.508.855 €	-28.833.170 €	-59.319.293 €	-70.161.657 €

En este escenario, la Alternativa 3 sigue siendo la mejor alternativa, pero en este caso para tasas de descuento superiores al 3%. Para esta tasa, es la Alternativa 3A la mejor posicionada. La peor alternativa es la Alternativa 1 para tasas de descuento por debajo del 5% y la Alternativa 1A en el caso de tasas del 5% y superiores. Estos resultados se muestran en el siguiente gráfico:

Gráfico 8. VAN (€) por Alternativa y Tasa de descuento. Precio de billete 1,30€



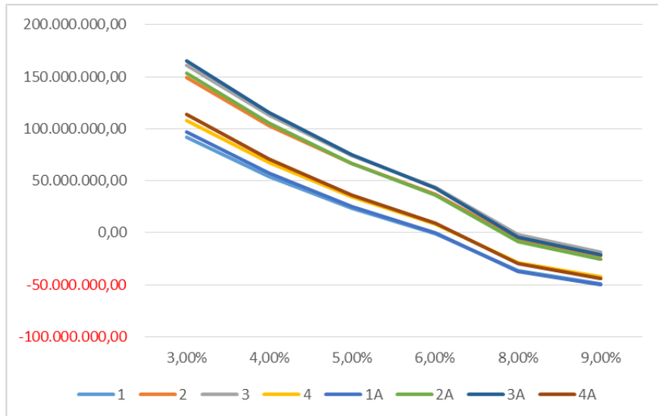
Estableciendo un precio de billete de **1,50€,** para tasas de descuento por debajo del 6% todas las alternativas presentan un VAN positivo, y para esta tasa, todas las alternativas excepto la 1 y 1A también cuentan con un VAN positivo. Sin embargo, para tasas por encima de este 6%, las ocho alternativas vuelven a tener un VAN negativo.

Tabla 23. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,50€.

VAN (€)		Tasa de descuento					
precio billete	**Alternativas**	**3,0%**	**4,0%**	**5,0%**	**6,0%**	**8,0%**	**9,0%**
1,50 €	**Alternativas sin extensión**						
	Alternativa 1	91.992.223 €	53.577.772 €	23.151.929 €	-1.086.353 €	-36.123.967 €	-48.753.932 €
	Alternativa 2	149.298.291 €	103.103.705 €	66.271.407 €	36.724.745 €	-6.452.180 €	-22.216.682 €
	Alternativa 3	161.450.282 €	113.082.741 €	74.493.965 €	43.517.756 €	-1.796.341 €	-18.362.441 €
	Alternativa 4	108.133.620 €	67.079.309 €	34.510.851 €	8.521.755 €	-29.148.525 €	-42.772.146 €
	Alternativas con extensión						
	Alternativa 1A	97.315.039 €	57.046.257 €	25.153.048 €	-252.876 €	-36.975.177 €	-50.211.107 €
	Alternativa 2A	153.452.903 €	105.231.436 €	66.804.575 €	35.997.092 €	-8.980.208 €	-25.384.060 €
	Alternativa 3A	165.604.902 €	115.210.476 €	75.027.136 €	42.790.105 €	-4.324.370 €	-21.529.820 €
	Alternativa 4A	113.456.453 €	70.547.808 €	36.511.980 €	9.355.241 €	-29.999.730 €	-44.229.317 €

Bajo este escenario las Alternativas 3 y 3A se repiten como mejores alternativas; la primera para tasas entre 3% y 5%, y la segunda para tasas a partir del 6%, respectivamente. Lo mismo ocurre con las Alternativas 1 y 1A, ambas con los peores resultados en cuanto al VAN. La Alternativa 1 presenta los peores resultados para tasas de descuento hasta el 6% y la Alternativa 1A si la tasa alcanza el 8%. Estos resultados se recogen en el siguiente gráfico:

Gráfico 9. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,5€



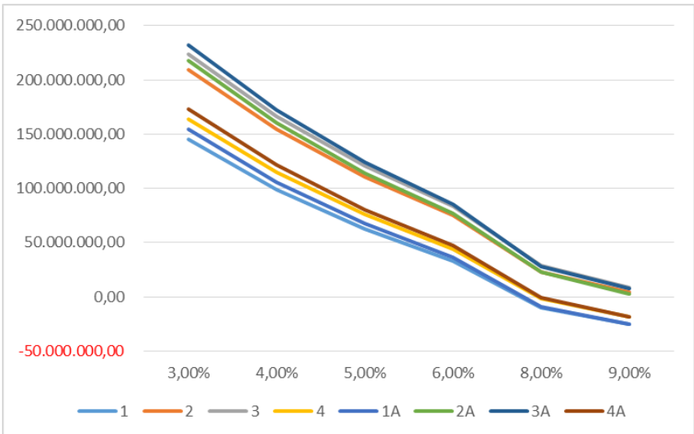
Por último, analizando los resultados para un precio de billete de **1,70€** se observa como casi todas las alternativas para cualquier tasa de descuento presentan un VAN positivo. Las únicas excepciones son las alternativas 1, 4, 1A y 4A, que, tal y como muestra la tabla, tienen resultados negativos para tasas de descuento del 8% en adelante.

Tabla 24. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,70€

VAN (€)		Tasa de descuento					
precio billete	**Alternativas**	**3,0%**	**4,0%**	**5,0%**	**6,0%**	**8,0%**	**9,0%**
1,70 €	**Alternativas sin extensión**						
	Alternativa 1	145.227.962 €	99.102.241 €	62.367.488 €	32.933.444 €	-10.004.902 €	-25.652.343 €
	Alternativa 2	209.585.925 €	154.658.593 €	110.681.672 €	75.250.990 €	23.126.759 €	3.945.069 €
	Alternativa 3	224.013.091 €	166.583.241 €	120.580.214 €	83.497.930 €	28.898.867 €	8.786.620 €
	Alternativa 4	164.068.637 €	114.912.062 €	75.714.805 €	44.266.500 €	-1.705.113 €	-18.499.209 €
	Alternativas con extensión						
	Alternativa 1A	154.374.736 €	105.840.780 €	67.185.487 €	36.210.586 €	-8.979.962 €	-25.450.116 €
	Alternativa 2A	217.564.500 €	160.056.380 €	114.031.723 €	76.967.004 €	22.474.882 €	2.437.095 €
	Alternativa 3A	231.991.670 €	171.981.030 €	123.930.265 €	85.213.944 €	28.246.988 €	7.278.644 €
	Alternativa 4A	173.215.429 €	121.650.614 €	80.532.815 €	47.543.651 €	-680.167 €	-18.296.977 €

En este escenario de mayor precio de billete, las Alternativas 3 y 3A continúan siendo las mejores alternativas y, en este caso, la Alternativa 1 es la peor alternativa para todas las tasas de descuento propuestas.

Gráfico 10. VAN (€) por alternativa y tasa de descuento. Precio de billete 1,70€



APÉNDICE 1 – ESTADOS FINANCIEROS Y FLUJOS DE CAJA POR ALTERNATIVA

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 1

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	11.322.406,80	12.559.379,74	13.841.302,64	15.019.285,84	15.472.868,28	15.940.148,90	16.421.541,40	16.917.471,95	17.428.379,60
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**11.322.407**	**12.559.380**	**13.841.303**	**15.019.286**	**15.472.868**	**15.940.149**	**16.421.541**	**16.917.472**	**17.428.380**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.284.401,82	6.410.089,86	6.538.291,65	6.669.057,49	6.802.438,64	6.938.487,41	7.077.257,16	7.218.802,30	7.363.178,35
Energía	--	--	470.522,14	479.932,58	489.531,23	499.321,86	509.308,30	519.494,46	529.884,35	540.482,04	551.291,68
Otros gastos Directos	--	--	658.730,99	671.905,61	685.343,72	699.050,60	713.031,61	727.292,24	741.838,09	756.674,85	771.808,34
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.286.370,22	1.312.097,62	1.338.339,58	1.365.106,37	1.392.408,50	1.420.256,67	1.448.661,80	1.477.635,04	1.507.187,74
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**8.700.025**	**8.874.026**	**9.051.506**	**9.232.536**	**9.417.187**	**9.605.531**	**9.797.641**	**9.993.594**	**10.193.466**
EBITDA	**--**	**--**	**2.622.381,63**	**3.685.354,07**	**4.789.796,45**	**5.786.749,53**	**6.055.681,24**	**6.334.618,12**	**6.623.900,00**	**6.923.877,72**	**7.234.913,49**
% EBITDA	*-*	*-*	*23,16%*	*29,34%*	*34,61%*	*38,53%*	*39,14%*	*39,74%*	*40,34%*	*40,93%*	*41,51%*
Amortización	--	--	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(3.385.279,36)**	**(2.322.306,92)**	**(1.217.864,54)**	**(220.911,46)**	**48.020,25**	**326.957,13**	**616.239,01**	**916.216,74**	**1.227.252,50**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(3.385.279,36)**	**(2.322.306,92)**	**(1.217.864,54)**	**(220.911,46)**	**48.020,25**	**326.957,13**	**616.239,01**	**916.216,74**	**1.227.252,50**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	--	--	(14.406,08)	(98.087,14)	(184.871,70)	(274.865,02)	(368.175,75)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(3.385.279,36)**	**(2.322.306,92)**	**(1.217.864,54)**	**(220.911,46)**	**33.614,18**	**228.869,99**	**431.367,31**	**641.351,71**	**859.076,75**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	17.954.716,66	18.496.949,11	19.055.556,97	19.631.034,79	20.223.892,04	20.731.511,73	21.251.872,67	21.785.294,68	22.332.105,57	22.892.641,42	23.467.246,72
Total ingresos	**17.954.717**	**18.496.949**	**19.055.557**	**19.631.035**	**20.223.892**	**20.731.512**	**21.251.873**	**21.785.295**	**22.332.106**	**22.892.641**	**23.467.247**
Personal y Mantenimiento	7.510.441,91	7.660.650,75	7.813.863,77	7.970.141,04	8.129.543,86	8.292.134,74	8.457.977,43	8.627.136,98	8.799.679,72	8.975.673,32	9.155.186,78
Energía	562.317,51	573.563,86	585.035,14	596.735,84	608.670,56	620.843,97	633.260,85	645.926,07	658.844,59	672.021,48	685.461,91
Otros gastos Directos	787.244,51	802.989,40	819.049,19	835.430,17	852.138,78	869.181,55	886.565,18	904.296,49	922.382,42	940.830,06	959.646,67
Indirectos y Asistencia Técnica	1.537.331,49	1.568.078,12	1.599.439,68	1.631.428,48	1.664.057,05	1.697.338,19	1.731.284,95	1.765.910,65	1.801.228,86	1.837.253,44	1.873.998,51
Costes de Operación y Mantenimiento	**10.397.335**	**10.605.282**	**10.817.388**	**11.033.736**	**11.254.410**	**11.479.498**	**11.709.088**	**11.943.270**	**12.182.136**	**12.425.778**	**12.674.294**
EBITDA	**7.557.381,23**	**7.891.666,97**	**8.238.169,19**	**8.597.299,25**	**8.969.481,79**	**9.252.013,28**	**9.542.784,26**	**9.842.024,49**	**10.149.969,98**	**10.466.863,12**	**10.792.952,86**
% EBITDA	*42,09%*	*42,66%*	*43,23%*	*43,79%*	*44,35%*	*44,63%*	*44,90%*	*45,18%*	*45,45%*	*45,72%*	*45,99%*
Amortización	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04
RDO. EXPLOTACIÓN	**1.549.720,25**	**1.884.005,98**	**2.230.508,20**	**2.589.638,27**	**2.471.793,76**	**2.754.325,24**	**3.045.096,22**	**3.344.336,45**	**3.652.281,94**	**3.969.175,08**	**4.295.264,82**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**1.549.720,25**	**1.884.005,98**	**2.230.508,20**	**2.589.638,27**	**2.471.793,76**	**2.754.325,24**	**3.045.096,22**	**3.344.336,45**	**3.652.281,94**	**3.969.175,08**	**4.295.264,82**
Impuestos sobre beneficios	(464.916,07)	(565.201,79)	(669.152,46)	(776.891,48)	(741.538,13)	(826.297,57)	(913.528,86)	(1.003.300,94)	(1.095.684,58)	(1.190.752,52)	(1.288.579,44)
BENEFICIO NETO	**1.084.804,17**	**1.318.804,19**	**1.561.355,74**	**1.812.746,79**	**1.730.255,63**	**1.928.027,67**	**2.131.567,35**	**2.341.035,52**	**2.556.597,36**	**2.778.422,56**	**3.006.685,37**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	24.056.274,62	24.660.087,11	25.279.055,30	25.913.559,58	26.563.989,93	27.230.746,08	27.914.237,80	28.614.885,17
Total ingresos	**24.056.275**	**24.660.087**	**25.279.055**	**25.913.560**	**26.563.990**	**27.230.746**	**27.914.238**	**28.614.885**
Personal y Mantenimiento	9.338.290,52	9.525.056,33	9.715.557,46	9.909.868,61	10.108.065,98	10.310.227,30	10.516.431,84	10.726.760,48
Energía	699.171,15	713.154,57	727.417,66	741.966,02	756.805,34	771.941,44	787.380,27	803.127,88
Otros gastos Directos	978.839,60	998.416,39	1.018.384,72	1.038.752,41	1.059.527,46	1.080.718,01	1.102.332,37	1.124.379,02
Indirectos y Asistencia Técnica	1.911.478,48	1.949.708,05	1.988.702,21	2.028.476,25	2.069.045,78	2.110.426,69	2.152.635,23	2.195.687,93
Costes de Operación y Mantenimiento	**12.927.780**	**13.186.335**	**13.450.062**	**13.719.063**	**13.993.445**	**14.273.313**	**14.558.780**	**14.849.955**
EBITDA	**11.128.494,87**	**11.473.751,77**	**11.828.993,25**	**12.194.496,30**	**12.570.545,38**	**12.957.432,63**	**13.355.458,09**	**13.764.929,86**
% EBITDA	*46,26%*	*46,53%*	*46,79%*	*47,06%*	*47,32%*	*47,58%*	*47,84%*	*48,10%*
Amortización	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	8.684.748,11	8.684.748,11	8.684.748,11
RDO. EXPLOTACIÓN	**4.630.806,83**	**4.976.063,73**	**5.331.305,21**	**5.696.808,26**	**6.072.857,34**	**4.272.684,52**	**4.670.709,97**	**5.080.181,75**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**4.630.806,83**	**4.976.063,73**	**5.331.305,21**	**5.696.808,26**	**6.072.857,34**	**4.272.684,52**	**4.670.709,97**	**5.080.181,75**
Impuestos sobre beneficios	(1.389.242,05)	(1.492.819,12)	(1.599.391,56)	(1.709.042,48)	(1.821.857,20)	(1.281.805,36)	(1.401.212,99)	(1.524.054,52)
BENEFICIO NETO	**3.241.564,78**	**3.483.244,61**	**3.731.913,65**	**3.987.765,78**	**4.251.000,14**	**2.990.879,16**	**3.269.496,98**	**3.556.127,22**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**54.761.289,20**	**191.231.842,00**	**185.224.181,01**	**179.216.520,02**	**173.208.859,03**	**167.201.198,04**	**161.193.537,05**	**155.185.876,06**	**149.178.215,08**	**143.170.554,09**	**137.162.893,10**
Inmovilizado	54.761.289,20	191.231.842,00	185.224.181,01	179.216.520,02	173.208.859,03	167.201.198,04	161.193.537,05	155.185.876,06	149.178.215,08	143.170.554,09	137.162.893,10
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**2.622.381,63**	**6.307.735,70**	**11.097.532,15**	**16.884.281,69**	**22.925.556,85**	**29.162.087,83**	**35.601.116,13**	**42.250.128,84**	**49.116.866,58**
Caja	0,00	0,00	2.622.381,63	6.307.735,70	11.097.532,15	16.884.281,69	22.925.556,85	29.162.087,83	35.601.116,13	42.250.128,84	49.116.866,58
TOTAL ACTIVO	**54.761.289,20**	**191.231.842,00**	**187.846.562,64**	**185.524.255,72**	**184.306.391,19**	**184.085.479,73**	**184.119.093,91**	**184.347.963,90**	**184.779.331,21**	**185.420.682,92**	**186.279.759,67**
FONDOS PROPIOS	**54.761.289,20**	**191.231.842,00**	**187.846.562,64**	**185.524.255,72**	**184.306.391,19**	**184.085.479,73**	**184.119.093,91**	**184.347.963,90**	**184.779.331,21**	**185.420.682,92**	**186.279.759,67**
Capital Social	54.761.289,20	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00
Resultado acumulado	--	--	(3.385.279,36)	(5.707.586,28)	(6.925.450,81)	(7.146.362,27)	(7.112.748,09)	(6.883.878,10)	(6.452.510,79)	(5.811.159,08)	(4.952.082,33)
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**54.761.289,20**	**191.231.842,00**	**187.846.562,64**	**185.524.255,72**	**184.306.391,19**	**184.085.479,73**	**184.119.093,91**	**184.347.963,90**	**184.779.331,21**	**185.420.682,92**	**186.279.759,67**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**131.155.232,11**	**125.147.571,12**	**119.139.910,13**	**141.199.493,79**	**134.701.805,75**	**128.204.117,71**	**121.706.429,67**	**115.208.741,63**	**108.711.053,59**	**102.213.365,55**	**95.715.677,51**
Inmovilizado	131.155.232,11	125.147.571,12	119.139.910,13	141.199.493,79	134.701.805,75	128.204.117,71	121.706.429,67	115.208.741,63	108.711.053,59	102.213.365,55	95.715.677,51
ACTIVO CIRCULANTE	**56.209.331,74**	**63.535.796,91**	**71.104.813,64**	**78.925.221,42**	**87.153.165,09**	**95.578.880,79**	**104.208.136,18**	**113.046.859,74**	**122.101.145,14**	**131.377.255,74**	**140.881.629,15**
Caja	56.209.331,74	63.535.796,91	71.104.813,64	78.925.221,42	87.153.165,09	95.578.880,79	104.208.136,18	113.046.859,74	122.101.145,14	131.377.255,74	140.881.629,15
TOTAL ACTIVO	**187.364.563,85**	**188.683.368,03**	**190.244.723,77**	**220.124.715,20**	**221.854.970,83**	**223.782.998,50**	**225.914.565,85**	**228.255.601,37**	**230.812.198,73**	**233.590.621,29**	**236.597.306,66**
FONDOS PROPIOS	**187.364.563,85**	**188.683.368,03**	**190.244.723,77**	**220.124.715,20**	**221.854.970,83**	**223.782.998,50**	**225.914.565,85**	**228.255.601,37**	**230.812.198,73**	**233.590.621,29**	**236.597.306,66**
Capital Social	191.231.842,00	191.231.842,00	191.231.842,00	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65
Resultado acumulado	(3.867.278,15)	(2.548.473,97)	(987.118,23)	825.628,56	2.555.884,19	4.483.911,86	6.615.479,21	8.956.514,72	11.513.112,09	14.291.534,64	17.298.220,01
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**187.364.563,85**	**188.683.368,03**	**190.244.723,77**	**220.124.715,20**	**221.854.970,83**	**223.782.998,50**	**225.914.565,85**	**228.255.601,37**	**230.812.198,73**	**233.590.621,29**	**236.597.306,66**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**89.217.989,47**	**82.720.301,44**	**76.222.613,40**	**69.724.925,36**	**203.254.957,20**	**230.878.182,86**	**222.193.434,75**	**213.508.686,63**
Inmovilizado	89.217.989,47	82.720.301,44	76.222.613,40	69.724.925,36	203.254.957,20	230.878.182,86	222.193.434,75	213.508.686,63
ACTIVO CIRCULANTE	**150.620.881,97**	**160.601.814,62**	**170.831.416,30**	**181.316.870,12**	**192.065.558,30**	**203.741.185,57**	**215.695.430,67**	**227.936.306,01**
Caja	150.620.881,97	160.601.814,62	170.831.416,30	181.316.870,12	192.065.558,30	203.741.185,57	215.695.430,67	227.936.306,01
TOTAL ACTIVO	**239.838.871,44**	**243.322.116,05**	**247.054.029,70**	**251.041.795,48**	**395.320.515,50**	**434.619.368,43**	**437.888.865,42**	**441.444.992,64**
FONDOS PROPIOS	**239.838.871,44**	**243.322.116,05**	**247.054.029,70**	**251.041.795,48**	**395.320.515,50**	**434.619.368,43**	**437.888.865,42**	**441.444.992,64**
Capital Social	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	219.299.086,65	359.326.806,53	395.634.780,30	395.634.780,30	395.634.780,30
Resultado acumulado	20.539.784,80	24.023.029,41	27.754.943,05	31.742.708,83	35.993.708,97	38.984.588,13	42.254.085,11	45.810.212,34
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**239.838.871,44**	**243.322.116,05**	**247.054.029,70**	**251.041.795,48**	**395.320.515,50**	**434.619.368,43**	**437.888.865,42**	**441.444.992,64**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 1

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(3.385.279,36)	(2.322.306,92)	(1.217.864,54)	(220.911,46)	48.020,25	326.957,13	616.239,01	916.216,74	1.227.252,50
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	--	--	(14.406,08)	(98.087,14)	(184.871,70)	(274.865,02)	(368.175,75)
Amortización	--	--	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99
(Capex)	(54.761.289,20)	(136.470.552,80)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(54.761.289,20)**	**(136.470.552,80)**	**2.622.381,63**	**3.685.354,07**	**4.789.796,45**	**5.786.749,53**	**6.041.275,16**	**6.236.530,98**	**6.439.028,30**	**6.649.012,70**	**6.866.737,74**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(54.761.289,20)**	**(191.231.842,00)**	**(188.609.460,37)**	**(184.924.106,30)**	**(180.134.309,85)**	**(174.347.560,31)**	**(168.306.285,15)**	**(162.069.754,17)**	**(155.630.725,87)**	**(148.981.713,16)**	**(142.114.975,42)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	1.549.720,25	1.884.005,98	2.230.508,20	2.589.638,27	2.471.793,76	2.754.325,24	3.045.096,22	3.344.336,45	3.652.281,94	3.969.175,08	4.295.264,82
(Impuesto Operativo)	(464.916,07)	(565.201,79)	(669.152,46)	(776.891,48)	(741.538,13)	(826.297,57)	(913.528,86)	(1.003.300,94)	(1.095.684,58)	(1.190.752,52)	(1.288.579,44)
Amortización	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.007.660,99	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04
(Capex)	--	--	--	(28.067.244,65)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**7.092.465,16**	**7.326.465,18**	**7.569.016,73**	**(20.246.836,87)**	**8.227.943,67**	**8.425.715,71**	**8.629.255,39**	**8.838.723,56**	**9.054.285,40**	**9.276.110,60**	**9.504.373,41**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(135.022.510,26)**	**(127.696.045,09)**	**(120.127.028,36)**	**(140.373.865,23)**	**(132.145.921,56)**	**(123.720.205,85)**	**(115.090.950,46)**	**(106.252.226,91)**	**(97.197.941,51)**	**(87.921.830,91)**	**(78.417.457,50)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	4.630.806,83	4.976.063,73	5.331.305,21	5.696.808,26	6.072.857,34	4.272.684,52	4.670.709,97	5.080.181,75
(Impuesto Operativo)	(1.389.242,05)	(1.492.819,12)	(1.599.391,56)	(1.709.042,48)	(1.821.857,20)	(1.281.805,36)	(1.401.212,99)	(1.524.054,52)
Amortización	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	6.497.688,04	8.684.748,11	8.684.748,11	8.684.748,11
(Capex)	--	--	--	--	(140.027.719,89)	(36.307.973,77)	--	--
Caja por valor residual								181.631.980,63
Flujo Operativo de Caja	**9.739.252,82**	**9.980.932,65**	**10.229.601,69**	**10.485.453,82**	**(129.279.031,71)**	**(24.632.346,50)**	**11.954.245,10**	**193.872.855,97**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(68.678.204,68)**	**(58.697.272,03)**	**(48.467.670,34)**	**(37.982.216,52)**	**(167.261.248,23)**	**(191.893.594,73)**	**(179.939.349,63)**	**13.933.506,34**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 1

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	16.570.200,42	16.983.505,04	17.407.539,86	17.823.417,07	18.134.068,19	18.452.459,51	18.778.678,27	19.112.816,95	19.454.973,17
(Costes sociales)	(35.053.408,22)	(97.574.798,02)	(8.573.682,17)	(8.853.972,12)	(9.145.915,80)	(9.427.803,58)	(9.608.470,40)	(9.795.429,34)	(9.988.756,27)	(10.188.534,40)	(10.394.854,28)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(35.053.408,22)**	**(97.574.798,02)**	**7.996.518,25**	**8.129.532,91**	**8.261.624,06**	**8.395.613,48**	**8.525.597,79**	**8.657.030,17**	**8.789.922,01**	**8.924.282,55**	**9.060.118,89**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(35.053.408,22)**	**(132.628.206,24)**	**(124.631.687,99)**	**(116.502.155,08)**	**(108.240.531,02)**	**(99.844.917,53)**	**(91.319.319,74)**	**(82.662.289,58)**	**(73.872.367,57)**	**(64.948.085,02)**	**(55.887.966,13)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	19.805.249,59	20.163.753,88	20.530.598,63	20.905.901,33	21.289.784,26	21.682.374,53	22.083.803,98	22.494.209,21	22.913.731,53	23.342.516,93	23.780.716,14
(Costes sociales)	(10.607.813,65)	(10.827.517,45)	(11.054.077,74)	(31.496.029,83)	(11.528.251,56)	(11.760.466,45)	(11.999.079,82)	(12.244.193,45)	(12.495.914,34)	(12.754.354,75)	(13.019.632,13)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**9.197.435,94**	**9.336.236,42**	**9.476.520,89**	**(10.590.128,50)**	**9.761.532,70**	**9.921.908,09**	**10.084.724,16**	**10.250.015,76**	**10.417.817,18**	**10.588.162,18**	**10.761.084,01**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(46.690.530,20)**	**(37.354.293,77)**	**(27.877.772,88)**	**(38.467.901,38)**	**(28.706.368,68)**	**(18.784.460,59)**	**(8.699.736,43)**	**1.550.279,33**	**11.968.096,51**	**22.556.258,69**	**33.317.342,70**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	26	27	28
Beneficios sociales	24.228.484,55	24.685.982,28	25.153.374,13	25.630.829,66	26.118.523,14	26.616.633,63	26.616.633,63	27.125.344,97	27.644.845,86
(Costes sociales)	(13.291.869,15)	(13.571.193,69)	(13.857.738,84)	(14.151.642,91)	(114.150.833,30)	(40.903.848,52)	(40.903.848,52)	(15.078.970,83)	(15.403.799,31)
Caja por valor residual									125.412.792,50
Flujo socioeconómico	**10.936.615,40**	**11.114.788,59**	**11.295.635,29**	**11.479.186,74**	**(88.032.310,16)**	**(14.287.214,89)**	**(14.287.214,89)**	**12.046.374,14**	**137.653.839,05**
Flujo socioeconómico Acumulado	**44.253.958,11**	**55.368.746,69**	**66.664.381,99**	**78.143.568,73**	**(9.888.741,44)**	**(24.175.956,33)**	**(24.175.956,33)**	**(12.129.582,19)**	**125.524.256,86**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 2

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	12.822.234,48	14.223.063,60	15.674.796,98	17.008.822,26	17.522.488,69	18.051.667,85	18.596.828,22	19.158.452,43	19.737.037,70
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**12.822.234**	**14.223.064**	**15.674.797**	**17.008.822**	**17.522.489**	**18.051.668**	**18.596.828**	**19.158.452**	**19.737.038**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.143.223,50	6.266.087,97	6.391.409,73	6.519.237,92	6.649.622,68	6.782.615,14	6.918.267,44	7.056.632,79	7.197.765,44
Energía	--	--	492.005,11	501.845,21	511.882,12	522.119,76	532.562,15	543.213,40	554.077,66	565.159,22	576.462,40
Otros gastos Directos	--	--	688.807,15	702.583,30	716.634,96	730.967,66	745.587,01	760.498,75	775.708,73	791.222,90	807.047,36
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.286.370,22	1.312.097,62	1.338.339,58	1.365.106,37	1.392.408,50	1.420.256,67	1.448.661,80	1.477.635,04	1.507.187,74
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**8.610.406**	**8.782.614**	**8.958.266**	**9.137.432**	**9.320.180**	**9.506.584**	**9.696.716**	**9.890.650**	**10.088.463**
EBITDA	**--**	**--**	**4.211.828,50**	**5.440.449,49**	**6.716.530,60**	**7.871.390,55**	**8.202.308,35**	**8.545.083,90**	**8.900.112,59**	**9.267.802,49**	**9.648.574,75**
% EBITDA	-	-	*32,85%*	*38,25%*	*42,85%*	*46,28%*	*46,81%*	*47,34%*	*47,86%*	*48,37%*	*48,89%*
Amortización	--	--	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(1.494.834,52)**	**(266.213,53)**	**1.009.867,58**	**2.164.727,53**	**2.495.645,32**	**2.838.420,88**	**3.193.449,57**	**3.561.139,47**	**3.941.911,73**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(1.494.834,52)**	**(266.213,53)**	**1.009.867,58**	**2.164.727,53**	**2.495.645,32**	**2.838.420,88**	**3.193.449,57**	**3.561.139,47**	**3.941.911,73**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	(302.960,27)	(649.418,26)	(748.693,60)	(851.526,26)	(958.034,87)	(1.068.341,84)	(1.182.573,52)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(1.494.834,52)**	**(266.213,53)**	**706.907,31**	**1.515.309,27**	**1.746.951,73**	**1.986.894,61**	**2.235.414,70**	**2.492.797,63**	**2.759.338,21**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	20.333.096,23	20.947.155,74	21.579.759,84	22.231.468,59	22.902.858,94	23.477.720,70	24.067.011,49	24.671.093,48	25.290.337,93	25.925.125,41	26.575.846,06
Total ingresos	**20.333.096**	**20.947.156**	**21.579.760**	**22.231.469**	**22.902.859**	**23.477.721**	**24.067.011**	**24.671.093**	**25.290.338**	**25.925.125**	**26.575.846**
Personal y Mantenimiento	7.341.720,75	7.488.555,17	7.638.326,27	7.791.092,80	7.946.914,65	8.105.852,94	8.267.970,00	8.433.329,40	8.601.995,99	8.774.035,91	8.949.516,63
Energía	587.991,65	599.751,48	611.746,51	623.981,44	636.461,07	649.190,29	662.174,10	675.417,58	688.925,93	702.704,45	716.758,54
Otros gastos Directos	823.188,31	839.652,08	856.445,12	873.574,02	891.045,50	908.866,41	927.043,74	945.584,61	964.496,30	983.786,23	1.003.461,96
Indirectos y Asistencia Técnica	1.537.331,49	1.568.078,12	1.599.439,68	1.631.428,48	1.664.057,05	1.697.338,19	1.731.284,95	1.765.910,65	1.801.228,86	1.837.253,44	1.873.998,51
Costes de Operación y Mantenimiento	**10.290.232**	**10.496.037**	**10.705.958**	**10.920.077**	**11.138.478**	**11.361.248**	**11.588.473**	**11.820.242**	**12.056.647**	**12.297.780**	**12.543.736**
EBITDA	**10.042.864,03**	**10.451.118,89**	**10.873.802,26**	**11.311.391,86**	**11.764.380,67**	**12.116.472,87**	**12.478.538,70**	**12.850.851,23**	**13.233.690,83**	**13.627.345,37**	**14.032.110,42**
% EBITDA	*49,39%*	*49,89%*	*50,39%*	*50,88%*	*51,37%*	*51,61%*	*51,85%*	*52,09%*	*52,33%*	*52,56%*	*52,80%*
Amortización	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62
RDO. EXPLOTACIÓN	**4.336.201,01**	**4.744.455,87**	**5.167.139,24**	**5.604.728,83**	**5.603.747,05**	**5.955.839,25**	**6.317.905,08**	**6.690.217,61**	**7.073.057,21**	**7.466.711,75**	**7.871.476,80**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**4.336.201,01**	**4.744.455,87**	**5.167.139,24**	**5.604.728,83**	**5.603.747,05**	**5.955.839,25**	**6.317.905,08**	**6.690.217,61**	**7.073.057,21**	**7.466.711,75**	**7.871.476,80**
Impuestos sobre beneficios	(1.300.860,30)	(1.423.336,76)	(1.550.141,77)	(1.681.418,65)	(1.681.124,12)	(1.786.751,77)	(1.895.371,52)	(2.007.065,28)	(2.121.917,16)	(2.240.013,53)	(2.361.443,04)
BENEFICIO NETO	**3.035.340,71**	**3.321.119,11**	**3.616.997,47**	**3.923.310,18**	**3.922.622,94**	**4.169.087,47**	**4.422.533,56**	**4.683.152,33**	**4.951.140,05**	**5.226.698,23**	**5.510.033,76**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	27.242.899,79	27.926.696,58	28.627.656,66	29.346.210,84	30.082.800,74	30.837.879,03	31.611.909,80	32.405.368,73
Total ingresos	**27.242.900**	**27.926.697**	**28.627.657**	**29.346.211**	**30.082.801**	**30.837.879**	**31.611.910**	**32.405.369**
Personal y Mantenimiento	9.128.506,96	9.311.077,10	9.497.298,64	9.687.244,62	9.880.989,51	10.078.609,30	10.280.181,49	10.485.785,12
Energía	731.093,71	745.715,59	760.629,90	775.842,50	791.359,35	807.186,53	823.330,26	839.796,87
Otros gastos Directos	1.023.531,19	1.044.001,82	1.064.881,85	1.086.179,49	1.107.903,08	1.130.061,14	1.152.662,37	1.175.715,61
Indirectos y Asistencia Técnica	1.911.478,48	1.949.708,05	1.988.702,21	2.028.476,25	2.069.045,78	2.110.426,69	2.152.635,23	2.195.687,93
Costes de Operación y Mantenimiento	**12.794.610**	**13.050.503**	**13.311.513**	**13.577.743**	**13.849.298**	**14.126.284**	**14.408.809**	**14.696.986**
EBITDA	**14.448.289,44**	**14.876.194,02**	**15.316.144,05**	**15.768.467,98**	**16.233.503,02**	**16.711.595,36**	**17.203.100,45**	**17.708.383,20**
% EBITDA	*53,04%*	*53,27%*	*53,50%*	*53,73%*	*53,96%*	*54,19%*	*54,42%*	*54,65%*
Amortización	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	8.271.683,23	8.271.683,23	8.271.683,23
RDO. EXPLOTACIÓN	**8.287.655,83**	**8.715.560,40**	**9.155.510,44**	**9.607.834,37**	**10.072.869,40**	**8.439.912,13**	**8.931.417,22**	**9.436.699,97**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**8.287.655,83**	**8.715.560,40**	**9.155.510,44**	**9.607.834,37**	**10.072.869,40**	**8.439.912,13**	**8.931.417,22**	**9.436.699,97**
Impuestos sobre beneficios	(2.486.296,75)	(2.614.668,12)	(2.746.653,13)	(2.882.350,31)	(3.021.860,82)	(2.531.973,64)	(2.679.425,17)	(2.831.009,99)
BENEFICIO NETO	**5.801.359,08**	**6.100.892,28**	**6.408.857,31**	**6.725.484,06**	**7.051.008,58**	**5.907.938,49**	**6.251.992,06**	**6.605.689,98**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**55.964.983,20**	**187.427.041,00**	**181.720.377,98**	**176.013.714,96**	**170.307.051,94**	**164.600.388,91**	**158.893.725,89**	**153.187.062,87**	**147.480.399,85**	**141.773.736,83**	**136.067.073,81**
Inmovilizado	55.964.983,20	187.427.041,00	181.720.377,98	176.013.714,96	170.307.051,94	164.600.388,91	158.893.725,89	153.187.062,87	147.480.399,85	141.773.736,83	136.067.073,81
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**4.211.828,50**	**9.652.277,99**	**16.065.848,32**	**23.287.820,61**	**30.741.435,36**	**38.434.992,99**	**46.377.070,71**	**54.576.531,36**	**63.042.532,59**
Caja	0,00	0,00	4.211.828,50	9.652.277,99	16.065.848,32	23.287.820,61	30.741.435,36	38.434.992,99	46.377.070,71	54.576.531,36	63.042.532,59
TOTAL ACTIVO	**55.964.983,20**	**187.427.041,00**	**185.932.206,48**	**185.665.992,95**	**186.372.900,25**	**187.888.209,52**	**189.635.161,25**	**191.622.055,86**	**193.857.470,56**	**196.350.268,19**	**199.109.606,40**
FONDOS PROPIOS	**55.964.983,20**	**187.427.041,00**	**185.932.206,48**	**185.665.992,95**	**186.372.900,25**	**187.888.209,52**	**189.635.161,25**	**191.622.055,86**	**193.857.470,56**	**196.350.268,19**	**199.109.606,40**
Capital Social	55.964.983,20	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00
Resultado acumulado	--	--	(1.494.834,52)	(1.761.048,05)	(1.054.140,75)	461.168,52	2.208.120,25	4.195.014,86	6.430.429,56	8.923.227,19	11.682.565,40
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**55.964.983,20**	**187.427.041,00**	**185.932.206,48**	**185.665.992,95**	**186.372.900,25**	**187.888.209,52**	**189.635.161,25**	**191.622.055,86**	**193.857.470,56**	**196.350.268,19**	**199.109.606,40**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**130.360.410,78**	**124.653.747,76**	**118.947.084,74**	**139.242.463,48**	**133.081.829,86**	**126.921.196,24**	**120.760.562,63**	**114.599.929,01**	**108.439.295,39**	**102.278.661,77**	**96.118.028,15**
Inmovilizado	130.360.410,78	124.653.747,76	118.947.084,74	139.242.463,48	133.081.829,86	126.921.196,24	120.760.562,63	114.599.929,01	108.439.295,39	102.278.661,77	96.118.028,15
ACTIVO CIRCULANTE	**71.784.536,32**	**80.812.318,45**	**90.135.978,94**	**99.765.952,15**	**109.849.208,70**	**120.178.929,79**	**130.762.096,97**	**141.605.882,92**	**152.717.656,59**	**164.104.988,43**	**175.775.655,81**
Caja	71.784.536,32	80.812.318,45	90.135.978,94	99.765.952,15	109.849.208,70	120.178.929,79	130.762.096,97	141.605.882,92	152.717.656,59	164.104.988,43	175.775.655,81
TOTAL ACTIVO	**202.144.947,10**	**205.466.066,22**	**209.083.063,68**	**239.008.415,63**	**242.931.038,57**	**247.100.126,04**	**251.522.659,60**	**256.205.811,92**	**261.156.951,98**	**266.383.650,20**	**271.893.683,97**
FONDOS PROPIOS	**202.144.947,10**	**205.466.066,22**	**209.083.063,68**	**239.008.415,63**	**242.931.038,57**	**247.100.126,04**	**251.522.659,60**	**256.205.811,92**	**261.156.951,98**	**266.383.650,20**	**271.893.683,97**
Capital Social	187.427.041,00	187.427.041,00	187.427.041,00	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76
Resultado acumulado	14.717.906,10	18.039.025,22	21.656.022,68	25.579.332,87	29.501.955,80	33.671.043,28	38.093.576,83	42.776.729,16	47.727.869,21	52.954.567,44	58.464.601,20
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**202.144.947,10**	**205.466.066,22**	**209.083.063,68**	**239.008.415,63**	**242.931.038,57**	**247.100.126,04**	**251.522.659,60**	**256.205.811,92**	**261.156.951,98**	**266.383.650,20**	**271.893.683,97**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**89.957.394,53**	**83.796.760,91**	**77.636.127,30**	**71.475.493,68**	**200.475.968,35**	**225.840.698,75**	**217.569.015,52**	**209.297.332,29**
Inmovilizado	89.957.394,53	83.796.760,91	77.636.127,30	71.475.493,68	200.475.968,35	225.840.698,75	217.569.015,52	209.297.332,29
ACTIVO CIRCULANTE	**187.737.648,51**	**199.999.174,41**	**212.568.665,33**	**225.454.783,01**	**238.666.425,21**	**252.846.046,93**	**267.369.722,22**	**282.247.095,43**
Caja	187.737.648,51	199.999.174,41	212.568.665,33	225.454.783,01	238.666.425,21	252.846.046,93	267.369.722,22	282.247.095,43
TOTAL ACTIVO	**277.695.043,04**	**283.795.935,33**	**290.204.792,63**	**296.930.276,69**	**439.142.393,56**	**478.686.745,68**	**484.938.737,74**	**491.544.427,72**
FONDOS PROPIOS	**277.695.043,04**	**283.795.935,33**	**290.204.792,63**	**296.930.276,69**	**439.142.393,56**	**478.686.745,68**	**484.938.737,74**	**491.544.427,72**
Capital Social	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	213.429.082,76	348.590.191,06	382.226.604,68	382.226.604,68	382.226.604,68
Resultado acumulado	64.265.960,28	70.366.852,56	76.775.709,87	83.501.193,93	90.552.202,51	96.460.141,00	102.712.133,06	109.317.823,04
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**277.695.043,04**	**283.795.935,33**	**290.204.792,63**	**296.930.276,69**	**439.142.393,56**	**478.686.745,68**	**484.938.737,74**	**491.544.427,72**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 2

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(1.494.834,52)	(266.213,53)	1.009.867,58	2.164.727,53	2.495.645,32	2.838.420,88	3.193.449,57	3.561.139,47	3.941.911,73
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	(302.960,27)	(649.418,26)	(748.693,60)	(851.526,26)	(958.034,87)	(1.068.341,84)	(1.182.573,52)
Amortización	--	--	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02
(Capex)	(55.964.983,20)	(131.462.057,80)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(55.964.983,20)**	**(131.462.057,80)**	**4.211.828,50**	**5.440.449,49**	**6.413.570,33**	**7.221.972,29**	**7.453.614,75**	**7.693.557,63**	**7.942.077,72**	**8.199.460,65**	**8.466.001,23**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(55.964.983,20)**	**(187.427.041,00)**	**(183.215.212,50)**	**(177.774.763,01)**	**(171.361.192,68)**	**(164.139.220,39)**	**(156.685.605,64)**	**(148.992.048,01)**	**(141.049.970,29)**	**(132.850.509,64)**	**(124.384.508,41)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	4.336.201,01	4.744.455,87	5.167.139,24	5.604.728,83	5.603.747,05	5.955.839,25	6.317.905,08	6.690.217,61	7.073.057,21	7.466.711,75	7.871.476,80
(Impuesto Operativo)	(1.300.860,30)	(1.423.336,76)	(1.550.141,77)	(1.681.418,65)	(1.681.124,12)	(1.786.751,77)	(1.895.371,52)	(2.007.065,28)	(2.121.917,16)	(2.240.013,53)	(2.361.443,04)
Amortización	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	5.706.663,02	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62
(Capex)	--	--	--	(26.002.041,76)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**8.742.003,73**	**9.027.782,13**	**9.323.660,49**	**(16.372.068,56)**	**10.083.256,56**	**10.329.721,09**	**10.583.167,18**	**10.843.785,95**	**11.111.773,67**	**11.387.331,85**	**11.670.667,38**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(115.642.504,68)**	**(106.614.722,55)**	**(97.291.062,06)**	**(113.663.130,62)**	**(103.579.874,06)**	**(93.250.152,97)**	**(82.666.985,79)**	**(71.823.199,84)**	**(60.711.426,17)**	**(49.324.094,33)**	**(37.653.426,95)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	8.287.655,83	8.715.560,40	9.155.510,44	9.607.834,37	10.072.869,40	8.439.912,13	8.931.417,22	9.436.699,97
(Impuesto Operativo)	(2.486.296,75)	(2.614.668,12)	(2.746.653,13)	(2.882.350,31)	(3.021.860,82)	(2.531.973,64)	(2.679.425,17)	(2.831.009,99)
Amortización	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	6.160.633,62	8.271.683,23	8.271.683,23	8.271.683,23
(Capex)	--	--	--	--	(135.161.108,29)	(33.636.413,63)	--	--
Caja por valor residual								173.078.075,29
Flujo Operativo de Caja	**11.961.992,70**	**12.261.525,90**	**12.569.490,92**	**12.886.117,67**	**(121.949.466,09)**	**(19.456.791,90)**	**14.523.675,29**	**187.955.448,50**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(25.691.434,25)**	**(13.429.908,35)**	**(860.417,43)**	**12.025.700,25**	**(109.923.765,85)**	**(129.380.557,75)**	**(114.856.882,46)**	**73.098.566,04**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 2

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	17.879.157,77	18.362.084,45	18.857.621,26	19.339.703,93	19.674.319,59	20.017.358,61	20.368.913,69	20.729.083,25	21.097.971,37
(Costes sociales)	(36.357.539,90)	(93.968.681,62)	(9.438.022,26)	(9.816.310,89)	(10.210.528,74)	(10.587.198,00)	(10.805.704,17)	(11.031.888,42)	(11.265.869,16)	(11.507.773,87)	(11.757.739,07)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(36.357.539,90)**	**(93.968.681,62)**	**8.441.135,51**	**8.545.773,56**	**8.647.092,52**	**8.752.505,92**	**8.868.615,42**	**8.985.470,19**	**9.103.044,53**	**9.221.309,38**	**9.340.232,30**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(36.357.539,90)**	**(130.326.221,52)**	**(121.885.086,01)**	**(113.339.312,44)**	**(104.692.219,93)**	**(95.939.714,00)**	**(87.071.098,58)**	**(78.085.628,38)**	**(68.982.583,86)**	**(59.761.274,48)**	**(50.421.042,18)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	21.475.687,66	21.862.347,21	22.258.070,50	22.662.983,36	23.077.216,87	23.500.907,40	23.934.196,47	24.377.230,82	24.830.162,32	25.293.147,96	25.766.349,89
(Costes sociales)	(12.015.910,28)	(12.282.442,04)	(12.557.497,88)	(31.562.720,48)	(13.133.881,30)	(13.411.428,71)	(13.696.737,91)	(13.989.947,52)	(14.291.202,59)	(14.600.654,64)	(14.918.461,66)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**9.459.777,38**	**9.579.905,18**	**9.700.572,62**	**(8.899.737,13)**	**9.943.335,57**	**10.089.478,68**	**10.237.458,56**	**10.387.283,31**	**10.538.959,73**	**10.692.493,32**	**10.847.888,23**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(40.961.264,80)**	**(31.381.359,63)**	**(21.680.787,01)**	**(30.580.524,14)**	**(20.637.188,56)**	**(10.547.709,88)**	**(310.251,32)**	**10.077.031,99**	**20.615.991,72**	**31.308.485,04**	**42.156.373,27**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	26.249.935,36	26.744.076,74	27.248.951,56	27.764.742,47	28.291.637,30	28.829.829,08	29.379.516,04	29.940.901,69
(Costes sociales)	(15.244.788,11)	(15.579.804,96)	(15.923.689,75)	(16.276.626,61)	(112.832.629,80)	(41.228.644,23)	(17.391.691,19)	(17.782.811,82)
Caja por valor residual								119.691.452,65
Flujo socioeconómico	**11.005.147,25**	**11.164.271,78**	**11.325.261,80**	**11.488.115,85**	**(84.540.992,50)**	**(12.398.815,15)**	**11.987.824,85**	**131.849.542,51**
Flujo socioeconómico Acumulado	**53.161.520,52**	**64.325.792,29**	**75.651.054,10**	**87.139.169,95**	**2.598.177,45**	**(9.800.637,71)**	**2.187.187,15**	**134.036.729,66**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 3

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	13.306.128,48	14.759.823,02	16.266.342,88	17.650.712,49	18.183.764,01	18.732.913,68	19.298.647,67	19.881.466,83	20.481.887,13
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**13.306.128**	**14.759.823**	**16.266.343**	**17.650.712**	**18.183.764**	**18.732.914**	**19.298.648**	**19.881.467**	**20.481.887**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.231.044,94	6.355.665,84	6.482.779,16	6.612.434,74	6.744.683,43	6.879.577,10	7.017.168,64	7.157.512,02	7.300.662,26
Energía	--	--	511.096,73	521.318,66	531.745,04	542.379,94	553.227,54	564.292,09	575.577,93	587.089,49	598.831,28
Otros gastos Directos	--	--	715.535,42	729.846,13	744.443,05	759.331,91	774.518,55	790.008,92	805.809,10	821.925,28	838.363,78
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.286.370,22	1.312.097,62	1.338.339,58	1.365.106,37	1.392.408,50	1.420.256,67	1.448.661,80	1.477.635,04	1.507.187,74
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**8.744.047**	**8.918.928**	**9.097.307**	**9.279.253**	**9.464.838**	**9.654.135**	**9.847.217**	**10.044.162**	**10.245.045**
EBITDA	**--**	**--**	**4.562.081,17**	**5.840.894,76**	**7.169.036,06**	**8.371.459,53**	**8.718.925,99**	**9.078.778,91**	**9.451.430,20**	**9.837.305,01**	**10.236.842,08**
% EBITDA	-	-	*34,29%*	*39,57%*	*44,07%*	*47,43%*	*47,95%*	*48,46%*	*48,97%*	*49,48%*	*49,98%*
Amortización	--	--	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(1.303.623,32)**	**(24.809,73)**	**1.303.331,57**	**2.505.755,05**	**2.853.221,50**	**3.213.074,42**	**3.585.725,71**	**3.971.600,52**	**4.371.137,59**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(1.303.623,32)**	**(24.809,73)**	**1.303.331,57**	**2.505.755,05**	**2.853.221,50**	**3.213.074,42**	**3.585.725,71**	**3.971.600,52**	**4.371.137,59**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	(390.999,47)	(751.726,51)	(855.966,45)	(963.922,32)	(1.075.717,71)	(1.191.480,16)	(1.311.341,28)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(1.303.623,32)**	**(24.809,73)**	**912.332,10**	**1.754.028,53**	**1.997.255,05**	**2.249.152,09**	**2.510.008,00**	**2.780.120,37**	**3.059.796,31**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ingresos tarifas	21.737.673,41	22.394.151,15	23.070.454,52	23.767.182,24	24.363.738,52	24.975.268,35	25.602.147,59	26.244.761,49	26.903.505,01	27.578.782,98	28.271.010,44
Total ingresos	**21.737.673**	**22.394.151**	**23.070.455**	**23.767.182**	**24.363.739**	**24.975.268**	**25.602.148**	**26.244.761**	**26.903.505**	**27.578.783**	**28.271.010**
Personal y Mantenimiento	7.595.609,01	7.747.521,19	7.902.471,62	8.060.521,05	8.221.731,47	8.386.166,10	8.553.889,42	8.724.967,21	8.899.466,55	9.077.455,89	9.259.005,00
Energía	623.024,06	635.484,54	648.194,23	661.158,12	674.381,28	687.868,91	701.626,28	715.658,81	729.971,99	744.571,43	759.462,86
Otros gastos Directos	872.233,68	889.678,35	907.471,92	925.621,36	944.133,79	963.016,46	982.276,79	1.001.922,33	1.021.960,78	1.042.399,99	1.063.247,99
Indirectos y Asistencia Técnica	1.568.078,12	1.599.439,68	1.631.428,48	1.664.057,05	1.697.338,19	1.731.284,95	1.765.910,65	1.801.228,86	1.837.253,44	1.873.998,51	1.911.478,48
Costes de Operación y Mantenimiento	**10.658.945**	**10.872.124**	**11.089.566**	**11.311.358**	**11.537.585**	**11.768.336**	**12.003.703**	**12.243.777**	**12.488.653**	**12.738.426**	**12.993.194**
EBITDA	**11.078.728,54**	**11.522.027,38**	**11.980.888,27**	**12.455.824,67**	**12.826.153,79**	**13.206.931,93**	**13.598.444,44**	**14.000.984,28**	**14.414.852,25**	**14.840.357,17**	**15.277.816,11**
% EBITDA	*50,97%*	*51,45%*	*51,93%*	*52,41%*	*52,64%*	*52,88%*	*53,11%*	*53,35%*	*53,58%*	*53,81%*	*54,04%*
Amortización	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49
RDO. EXPLOTACIÓN	**5.213.024,05**	**5.656.322,89**	**6.115.183,78**	**6.119.870,18**	**6.490.199,30**	**6.870.977,44**	**7.262.489,95**	**7.665.029,79**	**8.078.897,76**	**8.504.402,68**	**8.941.861,62**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**5.213.024,05**	**5.656.322,89**	**6.115.183,78**	**6.119.870,18**	**6.490.199,30**	**6.870.977,44**	**7.262.489,95**	**7.665.029,79**	**8.078.897,76**	**8.504.402,68**	**8.941.861,62**
Impuestos sobre beneficios	(1.563.907,21)	(1.696.896,87)	(1.834.555,13)	(1.835.961,05)	(1.947.059,79)	(2.061.293,23)	(2.178.746,99)	(2.299.508,94)	(2.423.669,33)	(2.551.320,80)	(2.682.558,49)
BENEFICIO NETO	**3.649.116,83**	**3.959.426,02**	**4.280.628,64**	**4.283.909,13**	**4.543.139,51**	**4.809.684,21**	**5.083.742,97**	**5.365.520,86**	**5.655.228,43**	**5.953.081,88**	**6.259.303,13**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 3

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	13.306.128,48	14.759.823,02	16.266.342,88	17.650.712,49	18.183.764,01	18.732.913,68	19.298.647,67	19.881.466,83	20.481.887,13
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**13.306.128**	**14.759.823**	**16.266.343**	**17.650.712**	**18.183.764**	**18.732.914**	**19.298.648**	**19.881.467**	**20.481.887**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.231.044,94	6.355.665,84	6.482.779,16	6.612.434,74	6.744.683,43	6.879.577,10	7.017.168,64	7.157.512,02	7.300.662,26
Energía	--	--	511.096,73	521.318,66	531.745,04	542.379,94	553.227,54	564.292,09	575.577,93	587.089,49	598.831,28
Otros gastos Directos	--	--	715.535,42	729.846,13	744.443,05	759.331,91	774.518,55	790.008,92	805.809,10	821.925,28	838.363,78
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.286.370,22	1.312.097,62	1.338.339,58	1.365.106,37	1.392.408,50	1.420.256,67	1.448.661,80	1.477.635,04	1.507.187,74
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**8.744.047**	**8.918.928**	**9.097.307**	**9.279.253**	**9.464.838**	**9.654.135**	**9.847.217**	**10.044.162**	**10.245.045**
EBITDA	**--**	**--**	**4.562.081,17**	**5.840.894,76**	**7.169.036,06**	**8.371.459,53**	**8.718.925,99**	**9.078.778,91**	**9.451.430,20**	**9.837.305,01**	**10.236.842,08**
% EBITDA	*-*	*-*	*34,29%*	*39,57%*	*44,07%*	*47,43%*	*47,95%*	*48,46%*	*48,97%*	*49,48%*	*49,98%*
Amortización	--	--	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(1.303.623,32)**	**(24.809,73)**	**1.303.331,57**	**2.505.755,05**	**2.853.221,50**	**3.213.074,42**	**3.585.725,71**	**3.971.600,52**	**4.371.137,59**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(1.303.623,32)**	**(24.809,73)**	**1.303.331,57**	**2.505.755,05**	**2.853.221,50**	**3.213.074,42**	**3.585.725,71**	**3.971.600,52**	**4.371.137,59**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	(390.999,47)	(751.726,51)	(855.966,45)	(963.922,32)	(1.075.717,71)	(1.191.480,16)	(1.311.341,28)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(1.303.623,32)**	**(24.809,73)**	**912.332,10**	**1.754.028,53**	**1.997.255,05**	**2.249.152,09**	**2.510.008,00**	**2.780.120,37**	**3.059.796,31**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	21.100.440,12	21.737.673,41	22.394.151,15	23.070.454,52	23.767.182,24	24.363.738,52	24.975.268,35	25.602.147,59	26.244.761,49	26.903.505,01	27.578.782,98
Total ingresos	**21.100.440**	**21.737.673**	**22.394.151**	**23.070.455**	**23.767.182**	**24.363.739**	**24.975.268**	**25.602.148**	**26.244.761**	**26.903.505**	**27.578.783**
Personal y Mantenimiento	7.446.675,50	7.595.609,01	7.747.521,19	7.902.471,62	8.060.521,05	8.221.731,47	8.386.166,10	8.553.889,42	8.724.967,21	8.899.466,55	9.077.455,89
Energía	610.807,90	623.024,06	635.484,54	648.194,23	661.158,12	674.381,28	687.868,91	701.626,28	715.658,81	729.971,99	744.571,43
Otros gastos Directos	855.131,06	872.233,68	889.678,35	907.471,92	925.621,36	944.133,79	963.016,46	982.276,79	1.001.922,33	1.021.960,78	1.042.399,99
Indirectos y Asistencia Técnica	1.537.331,49	1.568.078,12	1.599.439,68	1.631.428,48	1.664.057,05	1.697.338,19	1.731.284,95	1.765.910,65	1.801.228,86	1.837.253,44	1.873.998,51
Costes de Operación y Mantenimiento	**10.449.946**	**10.658.945**	**10.872.124**	**11.089.566**	**11.311.358**	**11.537.585**	**11.768.336**	**12.003.703**	**12.243.777**	**12.488.653**	**12.738.426**
EBITDA	**10.650.494,17**	**11.078.728,54**	**11.522.027,38**	**11.980.888,27**	**12.455.824,67**	**12.826.153,79**	**13.206.931,93**	**13.598.444,44**	**14.000.984,28**	**14.414.852,25**	**14.840.357,17**
% EBITDA	*50,48%*	*50,97%*	*51,45%*	*51,93%*	*52,41%*	*52,64%*	*52,88%*	*53,11%*	*53,35%*	*53,58%*	*53,81%*
Amortización	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49
RDO. EXPLOTACIÓN	**4.784.789,68**	**5.213.024,05**	**5.656.322,89**	**6.115.183,78**	**6.119.870,18**	**6.490.199,30**	**6.870.977,44**	**7.262.489,95**	**7.665.029,79**	**8.078.897,76**	**8.504.402,68**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**4.784.789,68**	**5.213.024,05**	**5.656.322,89**	**6.115.183,78**	**6.119.870,18**	**6.490.199,30**	**6.870.977,44**	**7.262.489,95**	**7.665.029,79**	**8.078.897,76**	**8.504.402,68**
Impuestos sobre beneficios	(1.435.436,90)	(1.563.907,21)	(1.696.896,87)	(1.834.555,13)	(1.835.961,05)	(1.947.059,79)	(2.061.293,23)	(2.178.746,99)	(2.299.508,94)	(2.423.669,33)	(2.551.320,80)
BENEFICIO NETO	**3.349.352,77**	**3.649.116,83**	**3.959.426,02**	**4.280.628,64**	**4.283.909,13**	**4.543.139,51**	**4.809.684,21**	**5.083.742,97**	**5.365.520,86**	**5.655.228,43**	**5.953.081,88**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	28.271.010,44	28.980.612,80	29.708.026,18	30.453.697,64	31.218.085,45	32.001.659,39	32.804.901,04	33.628.304,06
Total ingresos	**28.271.010**	**28.980.613**	**29.708.026**	**30.453.698**	**31.218.085**	**32.001.659**	**32.804.901**	**33.628.304**
Personal y Mantenimiento	9.259.005,00	9.444.185,10	9.633.068,80	9.825.730,18	10.022.244,78	10.222.689,68	10.427.143,47	10.635.686,34
Energía	759.462,86	774.652,11	790.145,15	805.948,06	822.067,02	838.508,36	855.278,53	872.384,10
Otros gastos Directos	1.063.247,99	1.084.512,95	1.106.203,21	1.128.327,27	1.150.893,82	1.173.911,70	1.197.389,93	1.221.337,73
Indirectos y Asistencia Técnica	1.911.478,48	1.949.708,05	1.988.702,21	2.028.476,25	2.069.045,78	2.110.426,69	2.152.635,23	2.195.687,93
Costes de Operación y Mantenimiento	**12.993.194**	**13.253.058**	**13.518.119**	**13.788.482**	**14.064.251**	**14.345.536**	**14.632.447**	**14.925.096**
EBITDA	**15.277.816,11**	**15.727.554,58**	**16.189.906,80**	**16.665.215,87**	**17.153.834,05**	**17.656.122,96**	**18.172.453,89**	**18.703.207,96**
% EBITDA	*54,04%*	*54,27%*	*54,50%*	*54,72%*	*54,95%*	*55,17%*	*55,40%*	*55,62%*
Amortización	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	8.495.753,63	8.495.753,63	8.495.753,63
RDO. EXPLOTACIÓN	**8.941.861,62**	**9.391.600,09**	**9.853.952,31**	**10.329.261,38**	**10.817.879,56**	**9.160.369,33**	**9.676.700,26**	**10.207.454,33**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**8.941.861,62**	**9.391.600,09**	**9.853.952,31**	**10.329.261,38**	**10.817.879,56**	**9.160.369,33**	**9.676.700,26**	**10.207.454,33**
Impuestos sobre beneficios	(2.682.558,49)	(2.817.480,03)	(2.956.185,69)	(3.098.778,41)	(3.245.363,87)	(2.748.110,80)	(2.903.010,08)	(3.062.236,30)
BENEFICIO NETO	**6.259.303,13**	**6.574.120,07**	**6.897.766,62**	**7.230.482,97**	**7.572.515,69**	**6.412.258,53**	**6.773.690,18**	**7.145.218,03**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**56.249.988,05**	**190.592.440,00**	**184.726.735,51**	**178.861.031,02**	**172.995.326,53**	**167.129.622,04**	**161.263.917,55**	**155.398.213,06**	**149.532.508,58**	**143.666.804,09**	**137.801.099,60**
Inmovilizado	56.249.988,05	190.592.440,00	184.726.735,51	178.861.031,02	172.995.326,53	167.129.622,04	161.263.917,55	155.398.213,06	149.532.508,58	143.666.804,09	137.801.099,60
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**4.562.081,17**	**10.402.975,94**	**17.181.012,53**	**24.800.745,55**	**32.663.705,09**	**40.778.561,67**	**49.154.274,16**	**57.800.099,02**	**66.725.599,82**
Caja	0,00	0,00	4.562.081,17	10.402.975,94	17.181.012,53	24.800.745,55	32.663.705,09	40.778.561,67	49.154.274,16	57.800.099,02	66.725.599,82
TOTAL ACTIVO	**56.249.988,05**	**190.592.440,00**	**189.288.816,68**	**189.264.006,96**	**190.176.339,06**	**191.930.367,59**	**193.927.622,64**	**196.176.774,74**	**198.686.782,74**	**201.466.903,10**	**204.526.699,41**
FONDOS PROPIOS	**56.249.988,05**	**190.592.440,00**	**189.288.816,68**	**189.264.006,96**	**190.176.339,06**	**191.930.367,59**	**193.927.622,64**	**196.176.774,74**	**198.686.782,74**	**201.466.903,10**	**204.526.699,41**
Capital Social	56.249.988,05	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00
Resultado acumulado	--	--	(1.303.623,32)	(1.328.433,04)	(416.100,94)	1.337.927,59	3.335.182,64	5.584.334,74	8.094.342,74	10.874.463,10	13.934.259,41
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**56.249.988,05**	**190.592.440,00**	**189.288.816,68**	**189.264.006,96**	**190.176.339,06**	**191.930.367,59**	**193.927.622,64**	**196.176.774,74**	**198.686.782,74**	**201.466.903,10**	**204.526.699,41**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**131.935.395,11**	**126.069.690,62**	**120.203.986,13**	**141.272.757,65**	**134.936.803,16**	**128.600.848,67**	**122.264.894,18**	**115.928.939,69**	**109.592.985,20**	**103.257.030,71**	**96.921.076,22**
Inmovilizado	131.935.395,11	126.069.690,62	120.203.986,13	141.272.757,65	134.936.803,16	128.600.848,67	122.264.894,18	115.928.939,69	109.592.985,20	103.257.030,71	96.921.076,22
ACTIVO CIRCULANTE	**75.940.657,08**	**85.455.478,40**	**95.280.608,91**	**105.426.942,05**	**116.046.805,66**	**126.925.899,66**	**138.071.538,37**	**149.491.235,82**	**161.192.711,17**	**173.183.894,09**	**185.472.930,46**
Caja	75.940.657,08	85.455.478,40	95.280.608,91	105.426.942,05	116.046.805,66	126.925.899,66	138.071.538,37	149.491.235,82	161.192.711,17	173.183.894,09	185.472.930,46
TOTAL ACTIVO	**207.876.052,19**	**211.525.169,02**	**215.484.595,04**	**246.699.699,70**	**250.983.608,82**	**255.526.748,33**	**260.336.432,54**	**265.420.175,51**	**270.785.696,36**	**276.440.924,80**	**282.394.006,68**
FONDOS PROPIOS	**207.876.052,19**	**211.525.169,02**	**215.484.595,04**	**246.699.699,70**	**250.983.608,82**	**255.526.748,33**	**260.336.432,54**	**265.420.175,51**	**270.785.696,36**	**276.440.924,80**	**282.394.006,68**
Capital Social	190.592.440,00	190.592.440,00	190.592.440,00	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01
Resultado acumulado	17.283.612,19	20.932.729,02	24.892.155,04	29.172.783,69	33.456.692,81	37.999.832,32	42.809.516,54	47.893.259,50	53.258.780,36	58.914.008,79	64.867.090,67
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**207.876.052,19**	**211.525.169,02**	**215.484.595,04**	**246.699.699,70**	**250.983.608,82**	**255.526.748,33**	**260.336.432,54**	**265.420.175,51**	**270.785.696,36**	**276.440.924,80**	**282.394.006,68**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**90.585.121,73**	**84.249.167,24**	**77.913.212,75**	**71.577.258,26**	**203.523.627,23**	**229.870.490,36**	**221.374.736,73**	**212.878.983,10**
Inmovilizado	90.585.121,73	84.249.167,24	77.913.212,75	71.577.258,26	203.523.627,23	229.870.490,36	221.374.736,73	212.878.983,10
ACTIVO CIRCULANTE	**198.068.188,08**	**210.978.262,64**	**224.211.983,74**	**237.778.421,20**	**251.686.891,38**	**266.594.903,54**	**281.864.347,35**	**297.505.319,01**
Caja	198.068.188,08	210.978.262,64	224.211.983,74	237.778.421,20	251.686.891,38	266.594.903,54	281.864.347,35	297.505.319,01
TOTAL ACTIVO	**288.653.309,81**	**295.227.429,88**	**302.125.196,49**	**309.355.679,46**	**455.210.518,62**	**496.465.393,90**	**503.239.084,08**	**510.384.302,11**
FONDOS PROPIOS	**288.653.309,81**	**295.227.429,88**	**302.125.196,49**	**309.355.679,46**	**455.210.518,62**	**496.465.393,90**	**503.239.084,08**	**510.384.302,11**
Capital Social	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	217.526.916,01	355.809.239,47	390.651.856,22	390.651.856,22	390.651.856,22
Resultado acumulado	71.126.393,80	77.700.513,87	84.598.280,49	91.828.763,45	99.401.279,14	105.813.537,68	112.587.227,86	119.732.445,89
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**288.653.309,81**	**295.227.429,88**	**302.125.196,49**	**309.355.679,46**	**455.210.518,62**	**496.465.393,90**	**503.239.084,08**	**510.384.302,11**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 3

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(1.303.623,32)	(24.809,73)	1.303.331,57	2.505.755,05	2.853.221,50	3.213.074,42	3.585.725,71	3.971.600,52	4.371.137,59
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	(390.999,47)	(751.726,51)	(855.966,45)	(963.922,32)	(1.075.717,71)	(1.191.480,16)	(1.311.341,28)
Amortización	--	--	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49
(Capex)	(56.249.988,05)	(134.342.451,95)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(56.249.988,05)**	**(134.342.451,95)**	**4.562.081,17**	**5.840.894,76**	**6.778.036,59**	**7.619.733,02**	**7.862.959,54**	**8.114.856,58**	**8.375.712,49**	**8.645.824,86**	**8.925.500,80**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(56.249.988,05)**	**(190.592.440,00)**	**(186.030.358,83)**	**(180.189.464,06)**	**(173.411.427,47)**	**(165.791.694,45)**	**(157.928.734,91)**	**(149.813.878,33)**	**(141.438.165,84)**	**(132.792.340,98)**	**(123.866.840,18)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	4.784.789,68	5.213.024,05	5.656.322,89	6.115.183,78	6.119.870,18	6.490.199,30	6.870.977,44	7.262.489,95	7.665.029,79	8.078.897,76	8.504.402,68
(Impuesto Operativo)	(1.435.436,90)	(1.563.907,21)	(1.696.896,87)	(1.834.555,13)	(1.835.961,05)	(1.947.059,79)	(2.061.293,23)	(2.178.746,99)	(2.299.508,94)	(2.423.669,33)	(2.551.320,80)
Amortización	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	5.865.704,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49
(Capex)	--	--	--	(26.934.476,01)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**9.215.057,26**	**9.514.821,32**	**9.825.130,51**	**(16.788.142,87)**	**10.619.863,62**	**10.879.094,00**	**11.145.638,70**	**11.419.697,46**	**11.701.475,34**	**11.991.182,92**	**12.289.036,37**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(114.651.782,92)**	**(105.136.961,60)**	**(95.311.831,09)**	**(112.099.973,96)**	**(101.480.110,34)**	**(90.601.016,34)**	**(79.455.377,64)**	**(68.035.680,19)**	**(56.334.204,84)**	**(44.343.021,92)**	**(32.053.985,55)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	8.941.861,62	9.391.600,09	9.853.952,31	10.329.261,38	10.817.879,56	9.160.369,33	9.676.700,26	10.207.454,33
(Impuesto Operativo)	(2.682.558,49)	(2.817.480,03)	(2.956.185,69)	(3.098.778,41)	(3.245.363,87)	(2.748.110,80)	(2.903.010,08)	(3.062.236,30)
Amortización	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	6.335.954,49	8.495.753,63	8.495.753,63	8.495.753,63
(Capex)	--	--	--	--	(138.282.323,46)	(34.842.616,75)	--	--
Caja por valor residual								177.492.410,10
Flujo Operativo de Caja	**12.595.257,62**	**12.910.074,56**	**13.233.721,11**	**13.566.437,46**	**(124.373.853,28)**	**(19.934.604,59)**	**15.269.443,81**	**193.133.381,76**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(19.458.727,93)**	**(6.548.653,37)**	**6.685.067,74**	**20.251.505,19**	**(104.122.348,09)**	**(124.056.952,68)**	**(108.787.508,87)**	**84.345.872,89**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 3

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	17.495.476,58	17.933.904,48	18.383.718,84	18.824.662,82	19.152.628,83	19.488.771,20	19.833.181,99	20.185.958,75	20.547.204,49
(Costes sociales)	(36.562.743,40)	(96.042.565,40)	(9.100.226,26)	(9.426.640,06)	(9.766.857,29)	(10.093.564,08)	(10.292.060,26)	(10.497.611,53)	(10.710.310,63)	(10.930.258,71)	(11.157.565,25)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(36.562.743,40)**	**(96.042.565,40)**	**8.395.250,33**	**8.507.264,42**	**8.616.861,55**	**8.731.098,74**	**8.860.568,57**	**8.991.159,67**	**9.122.871,36**	**9.255.700,05**	**9.389.639,24**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(36.562.743,40)**	**(132.605.308,80)**	**(124.210.058,47)**	**(115.702.794,05)**	**(107.085.932,50)**	**(98.354.833,76)**	**(89.494.265,19)**	**(80.503.105,52)**	**(71.380.234,16)**	**(62.124.534,11)**	**(52.734.894,87)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	20.917.027,54	21.295.541,52	21.682.865,26	22.079.122,74	22.484.443,04	22.898.960,31	23.322.813,72	23.756.147,46	24.199.110,68	24.651.857,53	25.114.547,09
(Costes sociales)	(11.392.348,04)	(11.634.733,10)	(11.884.854,68)	(31.535.677,94)	(12.408.885,38)	(12.663.403,61)	(12.925.047,98)	(13.193.936,25)	(13.470.192,18)	(13.753.945,45)	(14.045.331,69)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**9.524.679,50**	**9.660.808,42**	**9.798.010,59**	**(9.456.555,20)**	**10.075.557,67**	**10.235.556,70**	**10.397.765,74**	**10.562.211,21**	**10.728.918,50**	**10.897.912,08**	**11.069.215,41**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(43.210.215,37)**	**(33.549.406,94)**	**(23.751.396,35)**	**(33.207.951,55)**	**(23.132.393,89)**	**(12.896.837,19)**	**(2.499.071,45)**	**8.063.139,76**	**18.792.058,26**	**29.689.970,34**	**40.759.185,75**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	25.587.343,44	26.070.415,59	26.563.937,55	27.068.088,30	27.583.051,86	28.109.017,27	28.646.178,63	29.194.735,16
(Costes sociales)	(14.344.492,45)	(14.651.575,22)	(14.966.733,46)	(15.290.126,62)	(114.063.018,53)	(41.048.969,60)	(16.311.400,46)	(16.669.448,68)
Caja por valor residual								122.869.773,71
Flujo socioeconómico	**11.242.850,99**	**11.418.840,37**	**11.597.204,08**	**11.777.961,69**	**(86.479.966,67)**	**(12.939.952,33)**	**12.334.778,18**	**135.395.060,19**
Flujo socioeconómico Acumulado	**52.002.036,74**	**63.420.877,11**	**75.018.081,19**	**86.796.042,88**	**316.076,21**	**(12.623.876,12)**	**(289.097,94)**	**135.105.962,25**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 4

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	11.896.500,96	13.196.193,69	14.543.115,53	15.780.827,49	16.257.408,48	16.748.382,21	17.254.183,36	17.775.259,69	18.312.072,54
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**11.896.501**	**13.196.194**	**14.543.116**	**15.780.827**	**16.257.408**	**16.748.382**	**17.254.183**	**17.775.260**	**18.312.073**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.372.223,26	6.499.667,73	6.629.661,08	6.762.254,30	6.897.499,39	7.035.449,38	7.176.158,36	7.319.681,53	7.466.075,16
Energía	--	--	489.613,75	499.406,03	509.394,15	519.582,03	529.973,67	540.573,14	551.384,61	562.412,30	573.660,54
Otros gastos Directos	--	--	685.459,25	699.168,44	713.151,81	727.414,84	741.963,14	756.802,40	771.938,45	787.377,22	803.124,76
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.286.370,22	1.312.097,62	1.338.339,58	1.365.106,37	1.392.408,50	1.420.256,67	1.448.661,80	1.477.635,04	1.507.187,74
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**8.833.666**	**9.010.340**	**9.190.547**	**9.374.358**	**9.561.845**	**9.753.082**	**9.948.143**	**10.147.106**	**10.350.048**
EBITDA	**--**	**--**	**3.062.834,48**	**4.185.853,88**	**5.352.568,92**	**6.406.469,95**	**6.695.563,79**	**6.995.300,63**	**7.306.040,14**	**7.628.153,61**	**7.962.024,33**
% EBITDA	*-*	*-*	*25,75%*	*31,72%*	*36,80%*	*40,60%*	*41,18%*	*41,77%*	*42,34%*	*42,91%*	*43,48%*
Amortización	--	--	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(3.067.781,73)**	**(1.944.762,33)**	**(778.047,29)**	**275.853,74**	**564.947,58**	**864.684,42**	**1.175.423,93**	**1.497.537,41**	**1.831.408,13**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(3.067.781,73)**	**(1.944.762,33)**	**(778.047,29)**	**275.853,74**	**564.947,58**	**864.684,42**	**1.175.423,93**	**1.497.537,41**	**1.831.408,13**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	--	(82.756,12)	(169.484,27)	(259.405,33)	(352.627,18)	(449.261,22)	(549.422,44)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(3.067.781,73)**	**(1.944.762,33)**	**(778.047,29)**	**193.097,62**	**395.463,31**	**605.279,10**	**822.796,75**	**1.048.276,18**	**1.281.985,69**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	18.865.097,13	19.434.823,06	20.021.754,72	20.626.411,71	21.249.329,34	21.782.687,51	22.329.432,97	22.889.901,73	23.464.438,27	24.053.395,67	24.657.135,90
Total ingresos	**18.865.097**	**19.434.823**	**20.021.755**	**20.626.412**	**21.249.329**	**21.782.688**	**22.329.433**	**22.889.902**	**23.464.438**	**24.053.396**	**24.657.136**
Personal y Mantenimiento	7.615.396,66	7.767.704,60	7.923.058,69	8.081.519,86	8.243.150,26	8.408.013,27	8.576.173,53	8.747.697,00	8.922.650,94	9.101.103,96	9.283.126,04
Energía	585.133,75	596.836,43	608.773,16	620.948,62	633.367,59	646.034,95	658.955,64	672.134,76	685.577,45	699.289,00	713.274,78
Otros gastos Directos	819.187,26	835.571,00	852.282,42	869.328,07	886.714,63	904.448,93	922.537,91	940.988,66	959.808,44	979.004,61	998.584,70
Indirectos y Asistencia Técnica	1.537.331,49	1.568.078,12	1.599.439,68	1.631.428,48	1.664.057,05	1.697.338,19	1.731.284,95	1.765.910,65	1.801.228,86	1.837.253,44	1.873.998,51
Costes de Operación y Mantenimiento	**10.557.049**	**10.768.190**	**10.983.554**	**11.203.225**	**11.427.290**	**11.655.835**	**11.888.952**	**12.126.731**	**12.369.266**	**12.616.651**	**12.868.984**
EBITDA	**8.308.047,96**	**8.666.632,91**	**9.038.200,76**	**9.423.186,68**	**9.822.039,81**	**10.126.852,19**	**10.440.480,94**	**10.763.170,66**	**11.095.172,58**	**11.436.744,66**	**11.788.151,87**
% EBITDA	*44,04%*	*44,59%*	*45,14%*	*45,69%*	*46,22%*	*46,49%*	*46,76%*	*47,02%*	*47,29%*	*47,55%*	*47,81%*
Amortización	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44
RDO. EXPLOTACIÓN	**2.177.431,75**	**2.536.016,70**	**2.907.584,56**	**3.292.570,47**	**3.185.117,38**	**3.489.929,75**	**3.803.558,50**	**4.126.248,23**	**4.458.250,14**	**4.799.822,23**	**5.151.229,44**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**2.177.431,75**	**2.536.016,70**	**2.907.584,56**	**3.292.570,47**	**3.185.117,38**	**3.489.929,75**	**3.803.558,50**	**4.126.248,23**	**4.458.250,14**	**4.799.822,23**	**5.151.229,44**
Impuestos sobre beneficios	(653.229,53)	(760.805,01)	(872.275,37)	(987.771,14)	(955.535,21)	(1.046.978,93)	(1.141.067,55)	(1.237.874,47)	(1.337.475,04)	(1.439.946,67)	(1.545.368,83)
BENEFICIO NETO	**1.524.202,23**	**1.775.211,69**	**2.035.309,19**	**2.304.799,33**	**2.229.582,16**	**2.442.950,83**	**2.662.490,95**	**2.888.373,76**	**3.120.775,10**	**3.359.875,56**	**3.605.860,61**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	25.276.030,01	25.910.458,36	26.560.810,87	27.227.487,22	27.910.897,15	28.611.460,67	29.329.608,33	30.065.781,50
Total ingresos	**25.276.030**	**25.910.458**	**26.560.811**	**27.227.487**	**27.910.897**	**28.611.461**	**29.329.608**	**30.065.782**
Personal y Mantenimiento	9.468.788,56	9.658.164,33	9.851.327,62	10.048.354,17	10.249.321,25	10.454.307,68	10.663.393,83	10.876.661,71
Energía	727.540,28	742.091,08	756.932,90	772.071,56	787.512,99	803.263,25	819.328,52	835.715,09
Otros gastos Directos	1.018.556,39	1.038.927,52	1.059.706,07	1.080.900,19	1.102.518,19	1.124.568,56	1.147.059,93	1.170.001,13
Indirectos y Asistencia Técnica	1.911.478,48	1.949.708,05	1.988.702,21	2.028.476,25	2.069.045,78	2.110.426,69	2.152.635,23	2.195.687,93
Costes de Operación y Mantenimiento	**13.126.364**	**13.388.891**	**13.656.669**	**13.929.802**	**14.208.398**	**14.492.566**	**14.782.418**	**15.078.066**
EBITDA	**12.149.666,30**	**12.521.567,38**	**12.904.142,07**	**13.297.685,05**	**13.702.498,93**	**14.118.894,49**	**14.547.190,82**	**14.987.715,64**
% EBITDA	*48,07%*	*48,33%*	*48,58%*	*48,84%*	*49,09%*	*49,35%*	*49,60%*	*49,85%*
Amortización	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	8.849.616,13	8.849.616,13	8.849.616,13
RDO. EXPLOTACIÓN	**5.512.743,87**	**5.884.644,95**	**6.267.219,63**	**6.660.762,61**	**7.065.576,50**	**5.269.278,36**	**5.697.574,70**	**6.138.099,52**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**5.512.743,87**	**5.884.644,95**	**6.267.219,63**	**6.660.762,61**	**7.065.576,50**	**5.269.278,36**	**5.697.574,70**	**6.138.099,52**
Impuestos sobre beneficios	(1.653.823,16)	(1.765.393,48)	(1.880.165,89)	(1.998.228,78)	(2.119.672,95)	(1.580.783,51)	(1.709.272,41)	(1.841.429,85)
BENEFICIO NETO	**3.858.920,71**	**4.119.251,46**	**4.387.053,74**	**4.662.533,83**	**4.945.903,55**	**3.688.494,85**	**3.988.302,29**	**4.296.669,66**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	bis 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**54.853.342,25**	**193.470.255,00**	**187.339.638,79**	**181.209.022,58**	**175.078.406,38**	**168.947.790,17**	**162.817.173,96**	**156.686.557,75**	**150.555.941,55**	**144.425.325,34**	**138.294.709,13**
Inmovilizado	54.853.342,25	193.470.255,00	187.339.638,79	181.209.022,58	175.078.406,38	168.947.790,17	162.817.173,96	156.686.557,75	150.555.941,55	144.425.325,34	138.294.709,13
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**3.062.834,48**	**7.248.688,36**	**12.601.257,28**	**18.924.971,10**	**25.451.050,61**	**32.186.945,92**	**39.140.358,88**	**46.319.251,27**	**53.731.853,17**
Caja	0,00	0,00	3.062.834,48	7.248.688,36	12.601.257,28	18.924.971,10	25.451.050,61	32.186.945,92	39.140.358,88	46.319.251,27	53.731.853,17
TOTAL ACTIVO	**54.853.342,25**	**193.470.255,00**	**190.402.473,27**	**188.457.710,94**	**187.679.663,65**	**187.872.761,27**	**188.268.224,58**	**188.873.503,67**	**189.696.300,42**	**190.744.576,61**	**192.026.562,30**
FONDOS PROPIOS	**54.853.342,25**	**193.470.255,00**	**190.402.473,27**	**188.457.710,94**	**187.679.663,65**	**187.872.761,27**	**188.268.224,58**	**188.873.503,67**	**189.696.300,42**	**190.744.576,61**	**192.026.562,30**
Capital Social	54.853.342,25	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00
Resultado acumulado	--	--	(3.067.781,73)	(5.012.544,06)	(5.790.591,35)	(5.597.493,73)	(5.202.030,42)	(4.596.751,33)	(3.773.954,58)	(2.725.678,39)	(1.443.692,70)
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**54.853.342,25**	**193.470.255,00**	**190.402.473,27**	**188.457.710,94**	**187.679.663,65**	**187.872.761,27**	**188.268.224,58**	**188.873.503,67**	**189.696.300,42**	**190.744.576,61**	**192.026.562,30**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**132.164.092,92**	**126.033.476,72**	**119.902.860,51**	**142.771.910,26**	**136.134.987,82**	**129.498.065,39**	**122.861.142,95**	**116.224.220,52**	**109.587.298,08**	**102.950.375,65**	**96.313.453,21**
Inmovilizado	132.164.092,92	126.033.476,72	119.902.860,51	142.771.910,26	136.134.987,82	129.498.065,39	122.861.142,95	116.224.220,52	109.587.298,08	102.950.375,65	96.313.453,21
ACTIVO CIRCULANTE	**61.386.671,60**	**69.292.499,50**	**77.458.424,90**	**85.893.840,44**	**94.760.345,04**	**103.840.218,30**	**113.139.631,68**	**122.664.927,88**	**132.422.625,41**	**142.419.423,41**	**152.662.206,45**
Caja	61.386.671,60	69.292.499,50	77.458.424,90	85.893.840,44	94.760.345,04	103.840.218,30	113.139.631,68	122.664.927,88	132.422.625,41	142.419.423,41	152.662.206,45
TOTAL ACTIVO	**193.550.764,53**	**195.325.976,22**	**197.361.285,41**	**228.665.750,69**	**230.895.332,86**	**233.338.283,68**	**236.000.774,63**	**238.889.148,39**	**242.009.923,49**	**245.369.799,05**	**248.975.659,66**
FONDOS PROPIOS	**193.550.764,53**	**195.325.976,22**	**197.361.285,41**	**228.665.750,69**	**230.895.332,86**	**233.338.283,68**	**236.000.774,63**	**238.889.148,39**	**242.009.923,49**	**245.369.799,05**	**248.975.659,66**
Capital Social	193.470.255,00	193.470.255,00	193.470.255,00	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96
Resultado acumulado	80.509,53	1.855.721,22	3.891.030,41	6.195.829,74	8.425.411,90	10.868.362,73	13.530.853,68	16.419.227,44	19.540.002,54	22.899.878,10	26.505.738,70
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**193.550.764,53**	**195.325.976,22**	**197.361.285,41**	**228.665.750,69**	**230.895.332,86**	**233.338.283,68**	**236.000.774,63**	**238.889.148,39**	**242.009.923,49**	**245.369.799,05**	**248.975.659,66**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**89.676.530,78**	**83.039.608,34**	**76.402.685,91**	**69.765.763,47**	**204.797.767,38**	**233.462.311,41**	**224.612.695,28**	**215.763.079,15**
Inmovilizado	89.676.530,78	83.039.608,34	76.402.685,91	69.765.763,47	204.797.767,38	233.462.311,41	224.612.695,28	215.763.079,15
ACTIVO CIRCULANTE	**163.158.049,59**	**173.914.223,49**	**184.938.199,67**	**196.237.655,93**	**207.820.481,92**	**220.358.592,90**	**233.196.511,31**	**246.342.797,10**
Caja	163.158.049,59	173.914.223,49	184.938.199,67	196.237.655,93	207.820.481,92	220.358.592,90	233.196.511,31	246.342.797,10
TOTAL ACTIVO	**252.834.580,37**	**256.953.831,83**	**261.340.885,58**	**266.003.419,40**	**412.618.249,29**	**453.820.904,30**	**457.809.206,59**	**462.105.876,25**
FONDOS PROPIOS	**252.834.580,37**	**256.953.831,83**	**261.340.885,58**	**266.003.419,40**	**412.618.249,29**	**453.820.904,30**	**457.809.206,59**	**462.105.876,25**
Capital Social	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	222.469.920,96	364.138.847,30	401.653.007,46	401.653.007,46	401.653.007,46
Resultado acumulado	30.364.659,41	34.483.910,88	38.870.964,62	43.533.498,45	48.479.402,00	52.167.896,85	56.156.199,13	60.452.868,79
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**252.834.580,37**	**256.953.831,83**	**261.340.885,58**	**266.003.419,40**	**412.618.249,29**	**453.820.904,30**	**457.809.206,59**	**462.105.876,25**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 4

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(3.067.781,73)	(1.944.762,33)	(778.047,29)	275.853,74	564.947,58	864.684,42	1.175.423,93	1.497.537,41	1.831.408,13
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	--	(82.756,12)	(169.484,27)	(259.405,33)	(352.627,18)	(449.261,22)	(549.422,44)
Amortización	--	--	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21
(Capex)	(54.853.342,25)	(138.616.912,75)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(54.853.342,25)**	**(138.616.912,75)**	**3.062.834,48**	**4.185.853,88**	**5.352.568,92**	**6.323.713,83**	**6.526.079,51**	**6.735.895,30**	**6.953.412,96**	**7.178.892,39**	**7.412.601,90**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(54.853.342,25)**	**(193.470.255,00)**	**(190.407.420,52)**	**(186.221.566,64)**	**(180.868.997,72)**	**(174.545.283,90)**	**(168.019.204,39)**	**(161.283.309,08)**	**(154.329.896,12)**	**(147.151.003,73)**	**(139.738.401,83)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	2.177.431,75	2.536.016,70	2.907.584,56	3.292.570,47	3.185.117,38	3.489.929,75	3.803.558,50	4.126.248,23	4.458.250,14	4.799.822,23	5.151.229,44
(Impuesto Operativo)	(653.229,53)	(760.805,01)	(872.275,37)	(987.771,14)	(955.535,21)	(1.046.978,93)	(1.141.067,55)	(1.237.874,47)	(1.337.475,04)	(1.439.946,67)	(1.545.368,83)
Amortización	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.130.616,21	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44
(Capex)	--	--	--	(28.999.665,96)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**7.654.818,44**	**7.905.827,90**	**8.165.925,40**	**(20.564.250,42)**	**8.866.504,60**	**9.079.873,26**	**9.299.413,39**	**9.525.296,20**	**9.757.697,53**	**9.996.797,99**	**10.242.783,04**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(132.083.583,40)**	**(124.177.755,50)**	**(116.011.830,10)**	**(136.576.080,52)**	**(127.709.575,92)**	**(118.629.702,66)**	**(109.330.289,27)**	**(99.804.993,08)**	**(90.047.295,54)**	**(80.050.497,55)**	**(69.807.714,51)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	5.512.743,87	5.884.644,95	6.267.219,63	6.660.762,61	7.065.576,50	5.269.278,36	5.697.574,70	6.138.099,52
(Impuesto Operativo)	(1.653.823,16)	(1.765.393,48)	(1.880.165,89)	(1.998.228,78)	(2.119.672,95)	(1.580.783,51)	(1.709.272,41)	(1.841.429,85)
Amortización	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	6.636.922,44	8.849.616,13	8.849.616,13	8.849.616,13
(Capex)	--	--	--	--	(141.668.926,34)	(37.514.160,16)	--	--
Caja por valor residual								184.743.870,15
Flujo Operativo de Caja	**10.495.843,14**	**10.756.173,90**	**11.023.976,18**	**11.299.456,26**	**(130.086.100,36)**	**(24.976.049,18)**	**12.837.918,42**	**197.890.155,94**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(59.311.871,36)**	**(48.555.697,46)**	**(37.531.721,28)**	**(26.232.265,02)**	**(156.318.365,38)**	**(181.294.414,56)**	**(168.456.496,15)**	**29.433.659,79**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 4

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	16.141.164,15	16.505.770,25	16.879.767,85	17.250.600,02	17.553.798,91	17.864.463,89	18.182.681,42	18.508.542,95	18.842.144,86
(Costes sociales)	(35.119.686,42)	(99.120.177,18)	(8.172.475,40)	(8.393.719,51)	(8.624.189,19)	(8.849.178,45)	(9.006.965,57)	(9.170.324,93)	(9.339.303,45)	(9.513.954,64)	(9.694.338,50)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(35.119.686,42)**	**(99.120.177,18)**	**7.968.688,75**	**8.112.050,74**	**8.255.578,65**	**8.401.421,57**	**8.546.833,35**	**8.694.138,96**	**8.843.377,96**	**8.994.588,31**	**9.147.806,36**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(35.119.686,42)**	**(134.239.863,60)**	**(126.271.174,85)**	**(118.159.124,11)**	**(109.903.545,45)**	**(101.502.123,89)**	**(92.955.290,54)**	**(84.261.151,58)**	**(75.417.773,62)**	**(66.423.185,31)**	**(57.275.378,95)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	19.183.588,38	19.532.979,48	19.890.428,90	20.256.052,01	20.629.968,84	21.012.303,99	21.403.186,66	21.802.750,56	22.211.133,97	22.628.479,67	23.054.934,95
(Costes sociales)	(9.880.521,44)	(10.072.576,14)	(10.270.581,48)	(31.354.382,01)	(10.684.790,37)	(10.890.582,40)	(11.102.040,04)	(11.319.241,43)	(11.542.269,41)	(11.771.211,44)	(12.006.159,60)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**9.303.066,94**	**9.460.403,35**	**9.619.847,42**	**(11.098.329,99)**	**9.945.178,47**	**10.121.721,60**	**10.301.146,62**	**10.483.509,13**	**10.668.864,56**	**10.857.268,23**	**11.048.775,35**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(47.972.312,01)**	**(38.511.908,67)**	**(28.892.061,25)**	**(39.990.391,24)**	**(30.045.212,77)**	**(19.923.491,17)**	**(9.622.344,55)**	**861.164,58**	**11.530.029,14**	**22.387.297,37**	**33.436.072,72**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	23.490.651,64	23.935.786,09	24.390.499,16	24.854.956,30	25.329.327,50	25.813.787,36	26.308.515,12	26.813.694,64
(Costes sociales)	(12.247.210,53)	(12.494.465,42)	(12.748.029,97)	(13.008.014,43)	(114.153.986,00)	(40.557.901,86)	(13.827.657,26)	(14.114.514,03)
Caja por valor residual								127.653.352,95
Flujo socioeconómico	**11.243.441,11**	**11.441.320,67**	**11.642.469,19**	**11.846.941,87**	**(88.824.658,50)**	**(14.744.114,50)**	**12.480.857,85**	**140.352.533,57**
Flujo socioeconómico Acumulado	**44.679.513,84**	**56.120.834,51**	**67.763.303,70**	**79.610.245,57**	**(9.214.412,93)**	**(23.958.527,42)**	**(11.477.669,57)**	**128.874.864,00**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 1A

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	12.135.702,96	13.461.528,51	14.835.532,80	16.098.131,33	16.584.294,90	17.085.140,61	17.601.111,85	18.132.665,43	18.680.271,93
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**12.135.703**	**13.461.529**	**14.835.533**	**16.098.131**	**16.584.295**	**17.085.141**	**17.601.112**	**18.132.665**	**18.680.272**
Personal y Mantenimiento	--	--	7.081.966,69	7.223.606,02	7.368.078,14	7.515.439,71	7.665.748,50	7.819.063,47	7.975.444,74	8.134.953,64	8.297.652,71
Energía	--	--	539.557,98	550.349,14	561.356,12	572.583,24	584.034,91	595.715,61	607.629,92	619.782,52	632.178,17
Otros gastos Directos	--	--	755.381,17	770.488,79	785.898,57	801.616,54	817.648,87	834.001,85	850.681,88	867.695,52	885.049,43
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.448.427,40	1.477.395,95	1.506.943,87	1.537.082,74	1.567.824,40	1.599.180,89	1.631.164,50	1.663.787,80	1.697.063,55
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**9.825.333**	**10.021.840**	**10.222.277**	**10.426.722**	**10.635.257**	**10.847.962**	**11.064.921**	**11.286.219**	**11.511.944**
EBITDA	**--**	**--**	**2.310.369,72**	**3.439.688,61**	**4.613.256,10**	**5.671.409,10**	**5.949.038,22**	**6.237.178,79**	**6.536.190,80**	**6.846.445,96**	**7.168.328,07**
% EBITDA	*-*	*-*	*19,04%*	*25,55%*	*31,10%*	*35,23%*	*35,87%*	*36,51%*	*37,14%*	*37,76%*	*38,37%*
Amortización	--	--	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(3.898.775,33)**	**(2.769.456,45)**	**(1.595.888,96)**	**(537.735,95)**	**(260.106,83)**	**28.033,74**	**327.045,75**	**637.300,91**	**959.183,01**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(3.898.775,33)**	**(2.769.456,45)**	**(1.595.888,96)**	**(537.735,95)**	**(260.106,83)**	**28.033,74**	**327.045,75**	**637.300,91**	**959.183,01**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	--	--	--	(8.410,12)	(98.113,73)	(191.190,27)	(287.754,90)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(3.898.775,33)**	**(2.769.456,45)**	**(1.595.888,96)**	**(537.735,95)**	**(260.106,83)**	**19.623,62**	**228.932,03**	**446.110,64**	**671.428,11**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	19.244.416,14	19.825.597,51	20.424.330,55	21.041.145,33	21.676.587,92	22.220.670,28	22.778.409,10	23.350.147,17	23.936.235,87	24.537.035,39	25.152.914,97
Total ingresos	**19.244.416**	**19.825.598**	**20.424.331**	**21.041.145**	**21.676.588**	**22.220.670**	**22.778.409**	**23.350.147**	**23.936.236**	**24.537.035**	**25.152.915**
Personal y Mantenimiento	8.463.605,76	8.632.877,88	8.805.535,44	8.981.646,14	9.161.279,07	9.344.504,65	9.531.394,74	9.722.022,64	9.916.463,09	10.114.792,35	10.317.088,20
Energía	644.821,73	657.718,17	670.872,53	684.289,98	697.975,78	711.935,30	726.174,00	740.697,48	755.511,43	770.621,66	786.034,09
Otros gastos Directos	902.750,42	920.805,43	939.221,54	958.005,97	977.166,09	996.709,41	1.016.643,60	1.036.976,47	1.057.716,00	1.078.870,32	1.100.447,72
Indirectos y Asistencia Técnica	1.731.004,82	1.765.624,92	1.800.937,42	1.836.956,17	1.873.695,29	1.911.169,19	1.949.392,58	1.988.380,43	2.028.148,04	2.068.711,00	2.110.085,22
Costes de Operación y Mantenimiento	**11.742.183**	**11.977.026**	**12.216.567**	**12.460.898**	**12.710.116**	**12.964.319**	**13.223.605**	**13.488.077**	**13.757.839**	**14.032.995**	**14.313.655**
EBITDA	**7.502.233,40**	**7.848.571,11**	**8.207.763,63**	**8.580.247,08**	**8.966.471,70**	**9.256.351,73**	**9.554.804,18**	**9.862.070,15**	**10.178.397,31**	**10.504.040,06**	**10.839.259,74**
% EBITDA	*38,98%*	*39,59%*	*40,19%*	*40,78%*	*41,36%*	*41,66%*	*41,95%*	*42,24%*	*42,52%*	*42,81%*	*43,09%*
Amortización	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04
RDO. EXPLOTACIÓN	**1.293.088,35**	**1.639.426,06**	**1.998.618,58**	**2.371.102,02**	**2.263.894,66**	**2.553.774,70**	**2.852.227,15**	**3.159.493,12**	**3.475.820,27**	**3.801.463,02**	**4.136.682,70**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**1.293.088,35**	**1.639.426,06**	**1.998.618,58**	**2.371.102,02**	**2.263.894,66**	**2.553.774,70**	**2.852.227,15**	**3.159.493,12**	**3.475.820,27**	**3.801.463,02**	**4.136.682,70**
Impuestos sobre beneficios	(387.926,50)	(491.827,82)	(599.585,57)	(711.330,61)	(679.168,40)	(766.132,41)	(855.668,14)	(947.847,94)	(1.042.746,08)	(1.140.438,91)	(1.241.004,81)
BENEFICIO NETO	**905.161,84**	**1.147.598,24**	**1.399.033,01**	**1.659.771,42**	**1.584.726,26**	**1.787.642,29**	**1.996.559,00**	**2.211.645,18**	**2.433.074,19**	**2.661.024,12**	**2.895.677,89**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	25.784.253,14	26.431.437,89	27.094.866,98	27.774.948,15	28.472.099,34	29.186.749,04	29.919.336,44	30.670.311,78
Total ingresos	**25.784.253**	**26.431.438**	**27.094.867**	**27.774.948**	**28.472.099**	**29.186.749**	**29.919.336**	**30.670.312**
Personal y Mantenimiento	10.523.429,96	10.733.898,56	10.948.576,53	11.167.548,06	11.390.899,02	11.618.717,00	11.851.091,34	12.088.113,17
Energía	801.754,78	817.789,87	834.145,67	850.828,58	867.845,15	885.202,06	902.906,10	920.964,22
Otros gastos Directos	1.122.456,68	1.144.905,81	1.167.803,93	1.191.160,01	1.214.983,21	1.239.282,87	1.264.068,53	1.289.349,90
Indirectos y Asistencia Técnica	2.152.286,92	2.195.332,66	2.239.239,31	2.284.024,10	2.329.704,58	2.376.298,67	2.423.824,65	2.472.301,14
Costes de Operación y Mantenimiento	**14.599.928**	**14.891.927**	**15.189.765**	**15.493.561**	**15.803.432**	**16.119.501**	**16.441.891**	**16.770.728**
EBITDA	**11.184.324,80**	**11.539.510,99**	**11.905.101,54**	**12.281.387,39**	**12.668.667,38**	**13.067.248,43**	**13.477.445,82**	**13.899.583,35**
% EBITDA	*43,38%*	*43,66%*	*43,94%*	*44,22%*	*44,50%*	*44,77%*	*45,05%*	*45,32%*
Amortización	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	8.973.797,29	8.973.797,29	8.973.797,29
RDO. EXPLOTACIÓN	**4.481.747,76**	**4.836.933,95**	**5.202.524,51**	**5.578.810,36**	**5.966.090,34**	**4.093.451,14**	**4.503.648,53**	**4.925.786,06**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**4.481.747,76**	**4.836.933,95**	**5.202.524,51**	**5.578.810,36**	**5.966.090,34**	**4.093.451,14**	**4.503.648,53**	**4.925.786,06**
Impuestos sobre beneficios	(1.344.524,33)	(1.451.080,19)	(1.560.757,35)	(1.673.643,11)	(1.789.827,10)	(1.228.035,34)	(1.351.094,56)	(1.477.735,82)
BENEFICIO NETO	**3.137.223,44**	**3.385.853,77**	**3.641.767,15**	**3.905.167,25**	**4.176.263,24**	**2.865.415,80**	**3.152.553,97**	**3.448.050,24**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**56.977.454,75**	**198.599.167,00**	**192.390.021,95**	**186.180.876,90**	**179.971.731,84**	**173.762.586,79**	**167.553.441,74**	**161.344.296,69**	**155.135.151,63**	**148.926.006,58**	**142.716.861,53**
Inmovilizado	56.977.454,75	198.599.167,00	192.390.021,95	186.180.876,90	179.971.731,84	173.762.586,79	167.553.441,74	161.344.296,69	155.135.151,63	148.926.006,58	142.716.861,53
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**2.310.369,72**	**5.750.058,33**	**10.363.314,43**	**16.034.723,53**	**21.983.761,75**	**28.212.530,42**	**34.650.607,49**	**41.305.863,18**	**48.186.436,34**
Caja	0,00	0,00	2.310.369,72	5.750.058,33	10.363.314,43	16.034.723,53	21.983.761,75	28.212.530,42	34.650.607,49	41.305.863,18	48.186.436,34
TOTAL ACTIVO	**56.977.454,75**	**198.599.167,00**	**194.700.391,67**	**191.930.935,22**	**190.335.046,27**	**189.797.310,32**	**189.537.203,48**	**189.556.827,10**	**189.785.759,13**	**190.231.869,76**	**190.903.297,87**
FONDOS PROPIOS	**56.977.454,75**	**198.599.167,00**	**194.700.391,67**	**191.930.935,22**	**190.335.046,27**	**189.797.310,32**	**189.537.203,48**	**189.556.827,10**	**189.785.759,13**	**190.231.869,76**	**190.903.297,87**
Capital Social	56.977.454,75	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00
Resultado acumulado	--	--	(3.898.775,33)	(6.668.231,78)	(8.264.120,73)	(8.801.856,68)	(9.061.963,52)	(9.042.339,90)	(8.813.407,87)	(8.367.297,24)	(7.695.869,13)
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**56.977.454,75**	**198.599.167,00**	**194.700.391,67**	**191.930.935,22**	**190.335.046,27**	**189.797.310,32**	**189.537.203,48**	**189.556.827,10**	**189.785.759,13**	**190.231.869,76**	**190.903.297,87**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**136.507.716,48**	**130.298.571,42**	**124.089.426,37**	**146.142.550,10**	**139.439.973,07**	**132.737.396,03**	**126.034.818,99**	**119.332.241,96**	**112.629.664,92**	**105.927.087,89**	**99.224.510,85**
Inmovilizado	136.507.716,48	130.298.571,42	124.089.426,37	146.142.550,10	139.439.973,07	132.737.396,03	126.034.818,99	119.332.241,96	112.629.664,92	105.927.087,89	99.224.510,85
ACTIVO CIRCULANTE	**55.300.743,24**	**62.657.486,54**	**70.265.664,59**	**78.134.581,06**	**86.421.884,36**	**94.912.103,69**	**103.611.239,73**	**112.525.461,95**	**121.661.113,17**	**131.024.714,32**	**140.622.969,25**
Caja	55.300.743,24	62.657.486,54	70.265.664,59	78.134.581,06	86.421.884,36	94.912.103,69	103.611.239,73	112.525.461,95	121.661.113,17	131.024.714,32	140.622.969,25
TOTAL ACTIVO	**191.808.459,72**	**192.956.057,96**	**194.355.090,97**	**224.277.131,16**	**225.861.857,43**	**227.649.499,72**	**229.646.058,72**	**231.857.703,90**	**234.290.778,10**	**236.951.802,21**	**239.847.480,10**
FONDOS PROPIOS	**191.808.459,72**	**192.956.057,96**	**194.355.090,97**	**224.277.131,16**	**225.861.857,43**	**227.649.499,72**	**229.646.058,72**	**231.857.703,90**	**234.290.778,10**	**236.951.802,21**	**239.847.480,10**
Capital Social	198.599.167,00	198.599.167,00	198.599.167,00	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78
Resultado acumulado	(6.790.707,28)	(5.643.109,04)	(4.244.076,03)	(2.584.304,62)	(999.578,35)	788.063,94	2.784.622,94	4.996.268,12	7.429.342,31	10.090.366,43	12.986.044,32
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**191.808.459,72**	**192.956.057,96**	**194.355.090,97**	**224.277.131,16**	**225.861.857,43**	**227.649.499,72**	**229.646.058,72**	**231.857.703,90**	**234.290.778,10**	**236.951.802,21**	**239.847.480,10**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**92.521.933,82**	**85.819.356,78**	**79.116.779,75**	**72.414.202,71**	**211.127.746,97**	**238.714.207,97**	**229.740.410,68**	**220.766.613,39**
Inmovilizado	92.521.933,82	85.819.356,78	79.116.779,75	72.414.202,71	211.127.746,97	238.714.207,97	229.740.410,68	220.766.613,39
ACTIVO CIRCULANTE	**150.462.769,72**	**160.551.200,52**	**170.895.544,71**	**181.503.289,00**	**192.382.129,27**	**204.221.342,36**	**216.347.693,62**	**228.769.541,15**
Caja	150.462.769,72	160.551.200,52	170.895.544,71	181.503.289,00	192.382.129,27	204.221.342,36	216.347.693,62	228.769.541,15
TOTAL ACTIVO	**242.984.703,54**	**246.370.557,31**	**250.012.324,46**	**253.917.491,71**	**403.509.876,24**	**442.935.550,33**	**446.088.104,30**	**449.536.154,54**
FONDOS PROPIOS	**242.984.703,54**	**246.370.557,31**	**250.012.324,46**	**253.917.491,71**	**403.509.876,24**	**442.935.550,33**	**446.088.104,30**	**449.536.154,54**
Capital Social	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	226.861.435,78	372.277.557,07	408.837.815,36	408.837.815,36	408.837.815,36
Resultado acumulado	16.123.267,76	19.509.121,53	23.150.888,68	27.056.055,93	31.232.319,17	34.097.734,97	37.250.288,94	40.698.339,19
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**242.984.703,54**	**246.370.557,31**	**250.012.324,46**	**253.917.491,71**	**403.509.876,24**	**442.935.550,33**	**446.088.104,30**	**449.536.154,54**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 1A

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(3.898.775,33)	(2.769.456,45)	(1.595.888,96)	(537.735,95)	(260.106,83)	28.033,74	327.045,75	637.300,91	959.183,01
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	--	--	--	(8.410,12)	(98.113,73)	(191.190,27)	(287.754,90)
Amortización	--	--	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05
(Capex)	(56.977.454,75)	(141.621.712,25)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(56.977.454,75)**	**(141.621.712,25)**	**2.310.369,72**	**3.439.688,61**	**4.613.256,10**	**5.671.409,10**	**5.949.038,22**	**6.228.768,67**	**6.438.077,08**	**6.655.255,69**	**6.880.573,16**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(56.977.454,75)**	**(198.599.167,00)**	**(196.288.797,28)**	**(192.849.108,67)**	**(188.235.852,57)**	**(182.564.443,47)**	**(176.615.405,25)**	**(170.386.636,58)**	**(163.948.559,51)**	**(157.293.303,82)**	**(150.412.730,66)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	1.293.088,35	1.639.426,06	1.998.618,58	2.371.102,02	2.263.894,66	2.553.774,70	2.852.227,15	3.159.493,12	3.475.820,27	3.801.463,02	4.136.682,70
(Impuesto Operativo)	(387.926,50)	(491.827,82)	(599.585,57)	(711.330,61)	(679.168,40)	(766.132,41)	(855.668,14)	(947.847,94)	(1.042.746,08)	(1.140.438,91)	(1.241.004,81)
Amortización	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.209.145,05	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04
(Capex)	--	--	--	(28.262.268,78)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**7.114.306,90**	**7.356.743,30**	**7.608.178,06**	**(20.393.352,31)**	**8.287.303,30**	**8.490.219,32**	**8.699.136,04**	**8.914.222,22**	**9.135.651,23**	**9.363.601,15**	**9.598.254,93**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(143.298.423,76)**	**(135.941.680,46)**	**(128.333.502,41)**	**(148.726.854,72)**	**(140.439.551,42)**	**(131.949.332,09)**	**(123.250.196,05)**	**(114.335.973,84)**	**(105.200.322,61)**	**(95.836.721,46)**	**(86.238.466,53)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	4.481.747,76	4.836.933,95	5.202.524,51	5.578.810,36	5.966.090,34	4.093.451,14	4.503.648,53	4.925.786,06
(Impuesto Operativo)	(1.344.524,33)	(1.451.080,19)	(1.560.757,35)	(1.673.643,11)	(1.789.827,10)	(1.228.035,34)	(1.351.094,56)	(1.477.735,82)
Amortización	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	6.702.577,04	8.973.797,29	8.973.797,29	8.973.797,29
(Capex)	--	--	--	--	(145.416.121,29)	(36.560.258,29)	--	--
Caja por valor residual								188.794.702,39
Flujo Operativo de Caja	**9.839.800,47**	**10.088.430,80**	**10.344.344,19**	**10.607.744,29**	**(134.537.281,02)**	**(24.721.045,20)**	**12.126.351,26**	**201.216.549,92**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(76.398.666,06)**	**(66.310.235,26)**	**(55.965.891,07)**	**(45.358.146,78)**	**(179.895.427,80)**	**(204.616.473,00)**	**(192.490.121,74)**	**8.726.428,19**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 1A

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	16.795.385,39	17.231.474,37	17.678.918,70	18.115.934,44	18.430.540,14	18.753.024,53	19.083.475,36	19.421.985,76	19.768.654,07
(Costes sociales)	(35.992.839,42)	(101.226.632,82)	(9.515.594,91)	(9.811.120,71)	(10.118.965,43)	(10.417.016,86)	(10.612.432,20)	(10.814.696,72)	(11.023.885,67)	(11.240.082,36)	(11.463.378,08)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(35.992.839,42)**	**(101.226.632,82)**	**7.279.790,48**	**7.420.353,66**	**7.559.953,26**	**7.698.917,58**	**7.818.107,94**	**7.938.327,80**	**8.059.589,69**	**8.181.903,40**	**8.305.275,99**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(35.992.839,42)**	**(137.219.472,24)**	**(129.939.681,76)**	**(122.519.328,09)**	**(114.959.374,83)**	**(107.260.457,25)**	**(99.442.349,31)**	**(91.504.021,51)**	**(83.444.431,81)**	**(75.262.528,42)**	**(66.957.252,43)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	20.123.583,82	20.486.883,64	20.858.667,18	21.239.053,08	21.628.164,91	22.026.131,11	22.433.085,00	22.849.164,72	23.274.513,22	23.709.278,24	24.153.612,31
(Costes sociales)	(11.693.871,99)	(11.931.671,06)	(12.176.889,99)	(32.778.484,72)	(12.690.084,75)	(12.942.382,50)	(13.201.640,50)	(13.467.965,10)	(13.741.468,41)	(14.022.268,24)	(14.310.488,07)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**8.429.711,83**	**8.555.212,58**	**8.681.777,19**	**(11.539.431,64)**	**8.938.080,16**	**9.083.748,61**	**9.231.444,51**	**9.381.199,62**	**9.533.044,81**	**9.687.010,00**	**9.843.124,24**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(58.527.540,61)**	**(49.972.328,03)**	**(41.290.550,84)**	**(52.829.982,48)**	**(43.891.902,33)**	**(34.808.153,72)**	**(25.576.709,21)**	**(16.195.509,59)**	**(6.662.464,78)**	**3.024.545,22**	**12.867.669,46**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	24.607.672,75	25.071.621,68	25.545.625,99	26.029.857,42	26.524.492,50	27.029.712,64	27.545.704,13	28.072.658,18
(Costes sociales)	(14.606.257,04)	(14.909.709,96)	(15.220.987,27)	(15.540.235,06)	(119.351.523,42)	(42.526.640,91)	(16.547.347,71)	(16.900.052,40)
Caja por valor residual								129.831.451,37
Flujo socioeconómico	**10.001.415,71**	**10.161.911,72**	**10.324.638,73**	**10.489.622,35**	**(92.827.030,92)**	**(15.496.928,27)**	**10.998.356,42**	**141.004.057,14**
Flujo socioeconómico Acumulado	**22.869.085,17**	**33.030.996,88**	**43.355.635,61**	**53.845.257,97**	**(38.981.772,95)**	**(54.478.701,22)**	**(43.480.344,80)**	**97.523.712,34**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 2A

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	13.635.531,36	15.125.213,16	16.669.028,02	18.087.668,70	18.633.916,30	19.196.660,57	19.776.399,72	20.373.646,99	20.988.931,13
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**13.635.531**	**15.125.213**	**16.669.028**	**18.087.669**	**18.633.916**	**19.196.661**	**19.776.400**	**20.373.647**	**20.988.931**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.905.954,28	7.044.073,37	7.184.954,83	7.328.653,93	7.475.227,01	7.624.731,55	7.777.226,18	7.932.770,70	8.091.426,12
Energía	--	--	553.468,32	564.537,69	575.828,44	587.345,01	599.091,91	611.073,75	623.295,22	635.761,13	648.476,35
Otros gastos Directos	--	--	774.855,65	790.352,76	806.159,82	822.283,01	838.728,67	855.503,25	872.613,31	890.065,58	907.866,89
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.448.427,40	1.477.395,95	1.506.943,87	1.537.082,74	1.567.824,40	1.599.180,89	1.631.164,50	1.663.787,80	1.697.063,55
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**9.682.706**	**9.876.360**	**10.073.887**	**10.275.365**	**10.480.872**	**10.690.489**	**10.904.299**	**11.122.385**	**11.344.833**
EBITDA	**--**	**--**	**3.952.825,71**	**5.248.853,40**	**6.595.141,06**	**7.812.304,01**	**8.153.044,31**	**8.506.171,14**	**8.872.100,50**	**9.251.261,79**	**9.644.098,22**
% EBITDA	*-*	*-*	*28,99%*	*34,70%*	*39,57%*	*43,19%*	*43,75%*	*44,31%*	*44,86%*	*45,41%*	*45,95%*
Amortización	--	--	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(2.027.498,70)**	**(731.471,02)**	**614.816,65**	**1.831.979,59**	**2.172.719,89**	**2.525.846,73**	**2.891.776,09**	**3.270.937,37**	**3.663.773,81**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(2.027.498,70)**	**(731.471,02)**	**614.816,65**	**1.831.979,59**	**2.172.719,89**	**2.525.846,73**	**2.891.776,09**	**3.270.937,37**	**3.663.773,81**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	(184.444,99)	(549.593,88)	(651.815,97)	(757.754,02)	(867.532,83)	(981.281,21)	(1.099.132,14)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(2.027.498,70)**	**(731.471,02)**	**430.371,65**	**1.282.385,72**	**1.520.903,93**	**1.768.092,71**	**2.024.243,26**	**2.289.656,16**	**2.564.641,67**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	21.622.796,85	22.275.805,32	22.948.534,64	23.641.580,38	24.355.556,11	24.966.880,57	25.593.549,27	26.235.947,36	26.894.469,64	27.569.520,82	28.261.515,80
Total ingresos	**21.622.797**	**22.275.805**	**22.948.535**	**23.641.580**	**24.355.556**	**24.966.881**	**25.593.549**	**26.235.947**	**26.894.470**	**27.569.521**	**28.261.516**
Personal y Mantenimiento	8.253.254,64	8.418.319,73	8.586.686,13	8.758.419,85	8.933.588,25	9.112.260,01	9.294.505,21	9.480.395,32	9.670.003,22	9.863.403,29	10.060.671,35
Energía	661.445,88	674.674,79	688.168,29	701.931,66	715.970,29	730.289,69	744.895,49	759.793,40	774.989,27	790.489,05	806.298,83
Otros gastos Directos	926.024,23	944.544,71	963.435,61	982.704,32	1.002.358,41	1.022.405,57	1.042.853,69	1.063.710,76	1.084.984,98	1.106.684,67	1.128.818,37
Indirectos y Asistencia Técnica	1.731.004,82	1.765.624,92	1.800.937,42	1.836.956,17	1.873.695,29	1.911.169,19	1.949.392,58	1.988.380,43	2.028.148,04	2.068.711,00	2.110.085,22
Costes de Operación y Mantenimiento	**11.571.730**	**11.803.164**	**12.039.227**	**12.280.012**	**12.525.612**	**12.776.124**	**13.031.647**	**13.292.280**	**13.558.126**	**13.829.288**	**14.105.874**
EBITDA	**10.051.067,29**	**10.472.641,16**	**10.909.307,20**	**11.361.568,39**	**11.829.943,88**	**12.190.756,09**	**12.561.902,31**	**12.943.667,46**	**13.336.344,14**	**13.740.232,81**	**14.155.642,03**
% EBITDA	*46,48%*	*47,01%*	*47,54%*	*48,06%*	*48,57%*	*48,83%*	*49,08%*	*49,34%*	*49,59%*	*49,84%*	*50,09%*
Amortización	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75
RDO. EXPLOTACIÓN	**4.070.742,87**	**4.492.316,74**	**4.928.982,78**	**5.381.243,98**	**5.385.276,13**	**5.746.088,35**	**6.117.234,56**	**6.498.999,71**	**6.891.676,39**	**7.295.565,06**	**7.710.974,28**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**4.070.742,87**	**4.492.316,74**	**4.928.982,78**	**5.381.243,98**	**5.385.276,13**	**5.746.088,35**	**6.117.234,56**	**6.498.999,71**	**6.891.676,39**	**7.295.565,06**	**7.710.974,28**
Impuestos sobre beneficios	(1.221.222,86)	(1.347.695,02)	(1.478.694,83)	(1.614.373,19)	(1.615.582,84)	(1.723.826,50)	(1.835.170,37)	(1.949.699,91)	(2.067.502,92)	(2.188.669,52)	(2.313.292,28)
BENEFICIO NETO	**2.849.520,01**	**3.144.621,72**	**3.450.287,95**	**3.766.870,79**	**3.769.693,29**	**4.022.261,84**	**4.282.064,19**	**4.549.299,79**	**4.824.173,47**	**5.106.895,55**	**5.397.681,99**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	28.970.879,84	29.698.048,93	30.443.469,96	31.207.601,05	31.990.911,84	32.793.883,73	33.617.010,21	34.460.797,16
Total ingresos	**28.970.880**	**29.698.049**	**30.443.470**	**31.207.601**	**31.990.912**	**32.793.884**	**33.617.010**	**34.460.797**
Personal y Mantenimiento	10.261.884,78	10.467.122,47	10.676.464,92	10.889.994,22	11.107.794,11	11.329.949,99	11.556.548,99	11.787.679,97
Energía	822.424,81	838.873,31	855.650,77	872.763,79	890.219,06	908.023,44	926.183,91	944.707,59
Otros gastos Directos	1.151.394,74	1.174.422,63	1.197.911,08	1.221.869,30	1.246.306,69	1.271.232,82	1.296.657,48	1.322.590,63
Indirectos y Asistencia Técnica	2.152.286,92	2.195.332,66	2.239.239,31	2.284.024,10	2.329.704,58	2.376.298,67	2.423.824,65	2.472.301,14
Costes de Operación y Mantenimiento	**14.387.991**	**14.675.751**	**14.969.266**	**15.268.651**	**15.574.024**	**15.885.505**	**16.203.215**	**16.527.279**
EBITDA	**14.582.888,60**	**15.022.297,86**	**15.474.203,86**	**15.938.949,64**	**16.416.887,40**	**16.908.378,79**	**17.413.795,18**	**17.933.517,83**
% EBITDA	*50,34%*	*50,58%*	*50,83%*	*51,07%*	*51,32%*	*51,56%*	*51,80%*	*52,04%*
Amortización	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	8.646.405,77	8.646.405,77	8.646.405,77
RDO. EXPLOTACIÓN	**8.138.220,85**	**8.577.630,11**	**9.029.536,11**	**9.494.281,89**	**9.972.219,65**	**8.261.973,02**	**8.767.389,40**	**9.287.112,06**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**8.138.220,85**	**8.577.630,11**	**9.029.536,11**	**9.494.281,89**	**9.972.219,65**	**8.261.973,02**	**8.767.389,40**	**9.287.112,06**
Impuestos sobre beneficios	(2.441.466,25)	(2.573.289,03)	(2.708.860,83)	(2.848.284,57)	(2.991.665,89)	(2.478.591,91)	(2.630.216,82)	(2.786.133,62)
BENEFICIO NETO	**5.696.754,59**	**6.004.341,08**	**6.320.675,28**	**6.645.997,32**	**6.980.553,75**	**5.783.381,11**	**6.137.172,58**	**6.500.978,44**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**59.031.007,30**	**197.337.802,00**	**191.357.477,59**	**185.377.153,17**	**179.396.828,76**	**173.416.504,34**	**167.436.179,93**	**161.455.855,52**	**155.475.531,10**	**149.495.206,69**	**143.514.882,28**
Inmovilizado	59.031.007,30	197.337.802,00	191.357.477,59	185.377.153,17	179.396.828,76	173.416.504,34	167.436.179,93	161.455.855,52	155.475.531,10	149.495.206,69	143.514.882,28
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**3.952.825,71**	**9.201.679,11**	**15.612.375,18**	**22.875.085,31**	**30.376.313,65**	**38.124.730,77**	**46.129.298,44**	**54.399.279,02**	**62.944.245,10**
Caja	0,00	0,00	3.952.825,71	9.201.679,11	15.612.375,18	22.875.085,31	30.376.313,65	38.124.730,77	46.129.298,44	54.399.279,02	62.944.245,10
TOTAL ACTIVO	**59.031.007,30**	**197.337.802,00**	**195.310.303,30**	**194.578.832,28**	**195.009.203,94**	**196.291.589,65**	**197.812.493,58**	**199.580.586,28**	**201.604.829,55**	**203.894.485,71**	**206.459.127,37**
FONDOS PROPIOS	**59.031.007,30**	**197.337.802,00**	**195.310.303,30**	**194.578.832,28**	**195.009.203,94**	**196.291.589,65**	**197.812.493,58**	**199.580.586,28**	**201.604.829,55**	**203.894.485,71**	**206.459.127,37**
Capital Social	59.031.007,30	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00
Resultado acumulado	--	--	(2.027.498,70)	(2.758.969,72)	(2.328.598,06)	(1.046.212,35)	474.691,58	2.242.784,28	4.267.027,55	6.556.683,71	9.121.325,37
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**59.031.007,30**	**197.337.802,00**	**195.310.303,30**	**194.578.832,28**	**195.009.203,94**	**196.291.589,65**	**197.812.493,58**	**199.580.586,28**	**201.604.829,55**	**203.894.485,71**	**206.459.127,37**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**137.534.557,86**	**131.554.233,45**	**125.573.909,03**	**146.189.744,98**	**139.745.077,23**	**133.300.409,48**	**126.855.741,73**	**120.411.073,98**	**113.966.406,23**	**107.521.738,48**	**101.077.070,74**
Inmovilizado	137.534.557,86	131.554.233,45	125.573.909,03	146.189.744,98	139.745.077,23	133.300.409,48	126.855.741,73	120.411.073,98	113.966.406,23	107.521.738,48	101.077.070,74
ACTIVO CIRCULANTE	**71.774.089,52**	**80.899.035,66**	**90.329.648,02**	**100.076.843,22**	**110.291.204,26**	**120.758.133,85**	**131.484.865,79**	**142.478.833,33**	**153.747.674,55**	**165.299.237,85**	**177.141.587,59**
Caja	71.774.089,52	80.899.035,66	90.329.648,02	100.076.843,22	110.291.204,26	120.758.133,85	131.484.865,79	142.478.833,33	153.747.674,55	165.299.237,85	177.141.587,59
TOTAL ACTIVO	**209.308.647,38**	**212.453.269,11**	**215.903.557,05**	**246.266.588,20**	**250.036.281,49**	**254.058.543,33**	**258.340.607,52**	**262.889.907,32**	**267.714.080,79**	**272.820.976,33**	**278.218.658,33**
FONDOS PROPIOS	**209.308.647,38**	**212.453.269,11**	**215.903.557,05**	**246.266.588,20**	**250.036.281,49**	**254.058.543,33**	**258.340.607,52**	**262.889.907,32**	**267.714.080,79**	**272.820.976,33**	**278.218.658,33**
Capital Social	197.337.802,00	197.337.802,00	197.337.802,00	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36
Resultado acumulado	11.970.845,38	15.115.467,11	18.565.755,05	22.332.625,84	26.102.319,13	30.124.580,97	34.406.645,16	38.955.944,96	43.780.118,43	48.887.013,97	54.284.695,97
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**209.308.647,38**	**212.453.269,11**	**215.903.557,05**	**246.266.588,20**	**250.036.281,49**	**254.058.543,33**	**258.340.607,52**	**262.889.907,32**	**267.714.080,79**	**272.820.976,33**	**278.218.658,33**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**94.632.402,99**	**88.187.735,24**	**81.743.067,49**	**75.298.399,74**	**209.821.215,60**	**235.579.779,21**	**226.933.373,44**	**218.286.967,66**
Inmovilizado	94.632.402,99	88.187.735,24	81.743.067,49	75.298.399,74	209.821.215,60	235.579.779,21	226.933.373,44	218.286.967,66
ACTIVO CIRCULANTE	**189.283.009,93**	**201.732.018,76**	**214.497.361,79**	**227.588.026,86**	**241.013.248,36**	**255.443.035,25**	**270.226.613,60**	**285.373.997,82**
Caja	189.283.009,93	201.732.018,76	214.497.361,79	227.588.026,86	241.013.248,36	255.443.035,25	270.226.613,60	285.373.997,82
TOTAL ACTIVO	**283.915.412,92**	**289.919.754,00**	**296.240.429,28**	**302.886.426,60**	**450.834.463,96**	**491.022.814,46**	**497.159.987,04**	**503.660.965,48**
FONDOS PROPIOS	**283.915.412,92**	**289.919.754,00**	**296.240.429,28**	**302.886.426,60**	**450.834.463,96**	**491.022.814,46**	**497.159.987,04**	**503.660.965,48**
Capital Social	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	223.933.962,36	364.901.445,97	399.306.415,35	399.306.415,35	399.306.415,35
Resultado acumulado	59.981.450,56	65.985.791,64	72.306.466,92	78.952.464,24	85.933.017,99	91.716.399,10	97.853.571,69	104.354.550,13
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**283.915.412,92**	**289.919.754,00**	**296.240.429,28**	**302.886.426,60**	**450.834.463,96**	**491.022.814,46**	**497.159.987,04**	**503.660.965,48**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 2A

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(2.027.498,70)	(731.471,02)	614.816,65	1.831.979,59	2.172.719,89	2.525.846,73	2.891.776,09	3.270.937,37	3.663.773,81
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	(184.444,99)	(549.593,88)	(651.815,97)	(757.754,02)	(867.532,83)	(981.281,21)	(1.099.132,14)
Amortización	--	--	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41
(Capex)	(59.031.007,30)	(138.306.794,70)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(59.031.007,30)**	**(138.306.794,70)**	**3.952.825,71**	**5.248.853,40**	**6.410.696,07**	**7.262.710,13**	**7.501.228,34**	**7.748.417,12**	**8.004.567,67**	**8.269.980,58**	**8.544.966,08**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(59.031.007,30)**	**(197.337.802,00)**	**(193.384.976,29)**	**(188.136.122,89)**	**(181.725.426,82)**	**(174.462.716,69)**	**(166.961.488,35)**	**(159.213.071,23)**	**(151.208.503,56)**	**(142.938.522,98)**	**(134.393.556,90)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	4.070.742,87	4.492.316,74	4.928.982,78	5.381.243,98	5.385.276,13	5.746.088,35	6.117.234,56	6.498.999,71	6.891.676,39	7.295.565,06	7.710.974,28
(Impuesto Operativo)	(1.221.222,86)	(1.347.695,02)	(1.478.694,83)	(1.614.373,19)	(1.615.582,84)	(1.723.826,50)	(1.835.170,37)	(1.949.699,91)	(2.067.502,92)	(2.188.669,52)	(2.313.292,28)
Amortización	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	5.980.324,41	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75
(Capex)	--	--	--	(26.596.160,36)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**8.829.844,42**	**9.124.946,14**	**9.430.612,36**	**(16.848.965,16)**	**10.214.361,04**	**10.466.929,59**	**10.726.731,94**	**10.993.967,54**	**11.268.841,22**	**11.551.563,29**	**11.842.349,74**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(125.563.712,48)**	**(116.438.766,34)**	**(107.008.153,98)**	**(123.857.119,14)**	**(113.642.758,10)**	**(103.175.828,51)**	**(92.449.096,57)**	**(81.455.129,02)**	**(70.186.287,80)**	**(58.634.724,51)**	**(46.792.374,77)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	8.138.220,85	8.577.630,11	9.029.536,11	9.494.281,89	9.972.219,65	8.261.973,02	8.767.389,40	9.287.112,06
(Impuesto Operativo)	(2.441.466,25)	(2.573.289,03)	(2.708.860,83)	(2.848.284,57)	(2.991.665,89)	(2.478.591,91)	(2.630.216,82)	(2.786.133,62)
Amortización	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	6.444.667,75	8.646.405,77	8.646.405,77	8.646.405,77
(Capex)	--	--	--	--	(140.967.483,61)	(34.404.969,39)	--	--
Caja por valor residual								181.905.092,66
Flujo Operativo de Caja	**12.141.422,34**	**12.449.008,82**	**12.765.343,03**	**13.090.665,07**	**(127.542.262,11)**	**(19.975.182,50)**	**14.783.578,36**	**197.052.476,88**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(34.650.952,42)**	**(22.201.943,60)**	**(9.436.600,57)**	**3.654.064,50**	**(123.888.197,61)**	**(143.863.380,11)**	**(129.079.801,75)**	**67.972.675,13**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 2A

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	18.104.342,74	18.610.053,78	19.129.000,10	19.632.221,30	19.970.791,54	20.317.923,63	20.673.710,78	21.038.252,05	21.411.652,27
(Costes sociales)	(37.908.869,26)	(98.839.892,18)	(10.329.214,75)	(10.722.427,13)	(11.132.196,44)	(11.524.643,09)	(11.757.475,67)	(11.998.508,25)	(12.247.859,30)	(12.505.656,95)	(12.772.039,03)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(37.908.869,26)**	**(98.839.892,18)**	**7.775.127,99**	**7.887.626,65**	**7.996.803,66**	**8.107.578,21**	**8.213.315,88**	**8.319.415,38**	**8.425.851,48**	**8.532.595,10**	**8.639.613,24**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(37.908.869,26)**	**(136.748.761,44)**	**(128.973.633,45)**	**(121.086.006,80)**	**(113.089.203,14)**	**(104.981.624,93)**	**(96.768.309,05)**	**(88.448.893,67)**	**(80.023.042,19)**	**(71.490.447,09)**	**(62.850.833,85)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	21.794.021,89	22.185.476,97	22.586.139,05	22.996.135,11	23.415.597,52	23.844.663,98	24.283.477,49	24.732.186,33	25.190.944,01	25.659.909,27	26.139.246,06
(Costes sociales)	(13.047.152,94)	(13.331.155,68)	(13.624.213,81)	(33.075.738,94)	(14.238.210,46)	(14.535.089,91)	(14.840.261,84)	(15.153.869,64)	(15.476.063,56)	(15.807.000,75)	(16.146.845,26)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**8.746.868,95**	**8.854.321,29**	**8.961.925,24**	**(10.079.603,84)**	**9.177.387,05**	**9.309.574,07**	**9.443.215,65**	**9.578.316,69**	**9.714.880,45**	**9.852.908,52**	**9.992.400,80**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(54.103.964,90)**	**(45.249.643,61)**	**(36.287.718,37)**	**(46.367.322,21)**	**(37.189.935,16)**	**(27.880.361,09)**	**(18.437.145,44)**	**(8.858.828,75)**	**856.051,71**	**10.708.960,22**	**20.701.361,03**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	26.629.123,56	27.129.716,14	27.641.203,42	28.163.770,23	28.697.606,67	29.242.908,10	29.799.875,21	30.368.714,01
(Costes sociales)	(16.495.768,02)	(16.853.946,92)	(17.221.566,77)	(17.598.819,40)	(118.266.802,85)	(43.154.603,59)	(18.790.398,38)	(19.208.242,38)
Caja por valor residual								125.308.404,36
Flujo socioeconómico	**10.133.355,53**	**10.275.769,22**	**10.419.636,65**	**10.564.950,83**	**(89.569.196,18)**	**(13.911.695,49)**	**11.009.476,82**	**136.468.875,99**
Flujo socioeconómico Acumulado	**30.834.716,56**	**41.110.485,79**	**51.530.122,44**	**62.095.073,26**	**(27.474.122,92)**	**(41.385.818,41)**	**(30.376.341,58)**	**106.092.534,40**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 3A

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	14.119.424,64	15.661.971,78	17.260.573,04	18.729.557,98	19.295.190,63	19.877.905,39	20.478.218,13	21.096.660,32	21.733.779,46
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**14.119.425**	**15.661.972**	**17.260.573**	**18.729.558**	**19.295.191**	**19.877.905**	**20.478.218**	**21.096.660**	**21.733.779**
Personal y Mantenimiento	--	--	6.993.775,72	7.133.651,23	7.276.324,26	7.421.850,74	7.570.287,76	7.721.693,51	7.876.127,38	8.033.649,93	8.194.322,93
Energía	--	--	572.559,94	584.011,14	595.691,36	607.605,19	619.757,29	632.152,44	644.795,49	657.691,40	670.845,22
Otros gastos Directos	--	--	801.583,92	817.615,59	833.967,91	850.647,26	867.660,21	885.013,41	902.713,68	920.767,95	939.183,31
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.448.427,40	1.477.395,95	1.506.943,87	1.537.082,74	1.567.824,40	1.599.180,89	1.631.164,50	1.663.787,80	1.697.063,55
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**9.816.347**	**10.012.674**	**10.212.927**	**10.417.186**	**10.625.530**	**10.838.040**	**11.054.801**	**11.275.897**	**11.501.415**
EBITDA	**--**	**--**	**4.303.077,67**	**5.649.297,87**	**7.047.645,65**	**8.312.372,04**	**8.669.660,97**	**9.039.865,13**	**9.423.417,07**	**9.820.763,24**	**10.232.364,44**
% EBITDA	-	-	*30,48%*	*36,07%*	*40,83%*	*44,38%*	*44,93%*	*45,48%*	*46,02%*	*46,55%*	*47,08%*
Amortización	--	--	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(1.836.289,39)**	**(490.069,19)**	**908.278,59**	**2.173.004,98**	**2.530.293,92**	**2.900.498,08**	**3.284.050,02**	**3.681.396,18**	**4.092.997,38**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(1.836.289,39)**	**(490.069,19)**	**908.278,59**	**2.173.004,98**	**2.530.293,92**	**2.900.498,08**	**3.284.050,02**	**3.681.396,18**	**4.092.997,38**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	(272.483,58)	(651.901,50)	(759.088,18)	(870.149,42)	(985.215,01)	(1.104.418,86)	(1.227.899,22)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(1.836.289,39)**	**(490.069,19)**	**635.795,02**	**1.521.103,49**	**1.771.205,74**	**2.030.348,66**	**2.298.835,01**	**2.576.977,33**	**2.865.098,17**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	22.390.139,60	23.066.321,81	23.762.924,73	24.480.565,06	25.219.878,13	25.852.897,07	26.501.804,78	27.167.000,08	27.848.891,78	28.547.898,97	29.264.451,23
Total ingresos	**22.390.140**	**23.066.322**	**23.762.925**	**24.480.565**	**25.219.878**	**25.852.897**	**26.501.805**	**27.167.000**	**27.848.892**	**28.547.899**	**29.264.451**
Personal y Mantenimiento	8.358.209,39	8.525.373,58	8.695.881,05	8.869.798,67	9.047.194,64	9.228.138,54	9.412.701,31	9.600.955,33	9.792.974,44	9.988.833,93	10.188.610,61
Energía	684.262,13	697.947,37	711.906,32	726.144,45	740.667,33	755.480,68	770.590,30	786.002,10	801.722,14	817.756,59	834.111,72
Otros gastos Directos	957.966,98	977.126,32	996.668,85	1.016.602,22	1.036.934,27	1.057.672,95	1.078.826,41	1.100.402,94	1.122.411,00	1.144.859,22	1.167.756,40
Indirectos y Asistencia Técnica	1.731.004,82	1.765.624,92	1.800.937,42	1.836.956,17	1.873.695,29	1.911.169,19	1.949.392,58	1.988.380,43	2.028.148,04	2.068.711,00	2.110.085,22
Costes de Operación y Mantenimiento	**11.731.443**	**11.966.072**	**12.205.394**	**12.449.502**	**12.698.492**	**12.952.461**	**13.211.511**	**13.475.741**	**13.745.256**	**14.020.161**	**14.300.564**
EBITDA	**10.658.696,28**	**11.100.249,63**	**11.557.531,10**	**12.031.063,56**	**12.521.386,59**	**12.900.435,70**	**13.290.294,19**	**13.691.259,28**	**14.103.636,16**	**14.527.738,24**	**14.963.887,29**
% EBITDA	*47,60%*	*48,12%*	*48,64%*	*49,15%*	*49,65%*	*49,90%*	*50,15%*	*50,40%*	*50,64%*	*50,89%*	*51,13%*
Amortización	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70
RDO. EXPLOTACIÓN	**4.519.329,22**	**4.960.882,57**	**5.418.164,05**	**5.891.696,50**	**5.901.396,89**	**6.280.446,00**	**6.670.304,49**	**7.071.269,58**	**7.483.646,46**	**7.907.748,53**	**8.343.897,58**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**4.519.329,22**	**4.960.882,57**	**5.418.164,05**	**5.891.696,50**	**5.901.396,89**	**6.280.446,00**	**6.670.304,49**	**7.071.269,58**	**7.483.646,46**	**7.907.748,53**	**8.343.897,58**
Impuestos sobre beneficios	(1.355.798,77)	(1.488.264,77)	(1.625.449,21)	(1.767.508,95)	(1.770.419,07)	(1.884.133,80)	(2.001.091,35)	(2.121.380,87)	(2.245.093,94)	(2.372.324,56)	(2.503.169,28)
BENEFICIO NETO	**3.163.530,46**	**3.472.617,80**	**3.792.714,83**	**4.124.187,55**	**4.130.977,82**	**4.396.312,20**	**4.669.213,14**	**4.949.888,70**	**5.238.552,52**	**5.535.423,97**	**5.840.728,31**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	29.998.988,96	30.751.963,58	31.523.837,87	32.315.086,20	33.126.194,86	33.957.662,35	34.809.999,68	35.683.730,67
Total ingresos	**29.998.989**	**30.751.964**	**31.523.838**	**32.315.086**	**33.126.195**	**33.957.662**	**34.810.000**	**35.683.731**
Personal y Mantenimiento	10.392.382,82	10.600.230,48	10.812.235,09	11.028.479,79	11.249.049,38	11.474.030,37	11.703.510,98	11.937.581,20
Energía	850.793,95	867.809,83	885.166,03	902.869,35	920.926,74	939.345,27	958.132,18	977.294,82
Otros gastos Directos	1.191.111,53	1.214.933,76	1.239.232,44	1.264.017,09	1.289.297,43	1.315.083,38	1.341.385,04	1.368.212,74
Indirectos y Asistencia Técnica	2.152.286,92	2.195.332,66	2.239.239,31	2.284.024,10	2.329.704,58	2.376.298,67	2.423.824,65	2.472.301,14
Costes de Operación y Mantenimiento	**14.586.575**	**14.878.307**	**15.175.873**	**15.479.390**	**15.788.978**	**16.104.758**	**16.426.853**	**16.755.390**
EBITDA	**15.412.413,73**	**15.873.656,85**	**16.347.965,00**	**16.835.695,88**	**17.337.216,73**	**17.852.904,66**	**18.383.146,83**	**18.928.340,77**
% EBITDA	*51,38%*	*51,62%*	*51,86%*	*52,10%*	*52,34%*	*52,57%*	*52,81%*	*53,04%*
Amortización	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	8.870.476,72	8.870.476,72	8.870.476,72
RDO. EXPLOTACIÓN	**8.792.424,03**	**9.253.667,15**	**9.727.975,30**	**10.215.706,17**	**10.717.227,03**	**8.982.427,95**	**9.512.670,12**	**10.057.864,05**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**8.792.424,03**	**9.253.667,15**	**9.727.975,30**	**10.215.706,17**	**10.717.227,03**	**8.982.427,95**	**9.512.670,12**	**10.057.864,05**
Impuestos sobre beneficios	(2.637.727,21)	(2.776.100,14)	(2.918.392,59)	(3.064.711,85)	(3.215.168,11)	(2.694.728,38)	(2.853.801,04)	(3.017.359,22)
BENEFICIO NETO	**6.154.696,82**	**6.477.567,00**	**6.809.582,71**	**7.150.994,32**	**7.502.058,92**	**6.287.699,56**	**6.658.869,08**	**7.040.504,84**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**59.315.992,05**	**200.503.202,00**	**194.363.834,95**	**188.224.467,89**	**182.085.100,84**	**175.945.733,78**	**169.806.366,73**	**163.666.999,68**	**157.527.632,62**	**151.388.265,57**	**145.248.898,52**
Inmovilizado	59.315.992,05	200.503.202,00	194.363.834,95	188.224.467,89	182.085.100,84	175.945.733,78	169.806.366,73	163.666.999,68	157.527.632,62	151.388.265,57	145.248.898,52
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**4.303.077,66**	**9.952.375,53**	**16.727.537,60**	**24.388.008,14**	**32.298.580,94**	**40.468.296,65**	**48.906.498,72**	**57.622.843,10**	**66.627.308,32**
Caja	0,00	0,00	4.303.077,66	9.952.375,53	16.727.537,60	24.388.008,14	32.298.580,94	40.468.296,65	48.906.498,72	57.622.843,10	66.627.308,32
TOTAL ACTIVO	**59.315.992,05**	**200.503.202,00**	**198.666.912,61**	**198.176.843,42**	**198.812.638,44**	**200.333.741,93**	**202.104.947,67**	**204.135.296,33**	**206.434.131,34**	**209.011.108,67**	**211.876.206,84**
FONDOS PROPIOS	**59.315.992,05**	**200.503.202,00**	**198.666.912,61**	**198.176.843,42**	**198.812.638,44**	**200.333.741,93**	**202.104.947,67**	**204.135.296,33**	**206.434.131,34**	**209.011.108,67**	**211.876.206,84**
Capital Social	59.315.992,05	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00
Resultado acumulado	--	--	(1.836.289,39)	(2.326.358,58)	(1.690.563,56)	(169.460,07)	1.601.745,67	3.632.094,33	5.930.929,34	8.507.906,67	11.373.004,84
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**59.315.992,05**	**200.503.202,00**	**198.666.912,61**	**198.176.843,42**	**198.812.638,44**	**200.333.741,93**	**202.104.947,67**	**204.135.296,33**	**206.434.131,34**	**209.011.108,67**	**211.876.206,84**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**139.109.531,46**	**132.970.164,41**	**126.830.797,35**	**148.220.019,73**	**141.600.030,03**	**134.980.040,33**	**128.360.050,62**	**121.740.060,92**	**115.120.071,22**	**108.500.081,52**	**101.880.091,81**
Inmovilizado	139.109.531,46	132.970.164,41	126.830.797,35	148.220.019,73	141.600.030,03	134.980.040,33	128.360.050,62	121.740.060,92	115.120.071,22	108.500.081,52	101.880.091,81
ACTIVO CIRCULANTE	**75.930.205,83**	**85.542.190,69**	**95.474.272,58**	**105.737.827,18**	**116.488.794,71**	**127.505.096,61**	**138.794.299,45**	**150.364.177,86**	**162.222.720,09**	**174.378.133,76**	**186.838.851,77**
Caja	75.930.205,83	85.542.190,69	95.474.272,58	105.737.827,18	116.488.794,71	127.505.096,61	138.794.299,45	150.364.177,86	162.222.720,09	174.378.133,76	186.838.851,77
TOTAL ACTIVO	**215.039.737,30**	**218.512.355,10**	**222.305.069,93**	**253.957.846,91**	**258.088.824,74**	**262.485.136,94**	**267.154.350,08**	**272.104.238,78**	**277.342.791,31**	**282.878.215,28**	**288.718.943,59**
FONDOS PROPIOS	**215.039.737,30**	**218.512.355,10**	**222.305.069,93**	**253.957.846,91**	**258.088.824,74**	**262.485.136,94**	**267.154.350,08**	**272.104.238,78**	**277.342.791,31**	**282.878.215,28**	**288.718.943,59**
Capital Social	200.503.202,00	200.503.202,00	200.503.202,00	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43
Resultado acumulado	14.536.535,30	18.009.153,10	21.801.867,93	25.926.055,48	30.057.033,31	34.453.345,50	39.122.558,65	44.072.447,35	49.310.999,87	54.846.423,85	60.687.152,16
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**215.039.737,30**	**218.512.355,10**	**222.305.069,93**	**253.957.846,91**	**258.088.824,74**	**262.485.136,94**	**267.154.350,08**	**272.104.238,78**	**277.342.791,31**	**282.878.215,28**	**288.718.943,59**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**95.260.102,11**	**88.640.112,41**	**82.020.122,71**	**75.400.133,00**	**212.868.807,63**	**239.609.496,73**	**230.739.020,01**	**221.868.543,30**
Inmovilizado	95.260.102,11	88.640.112,41	82.020.122,71	75.400.133,00	212.868.807,63	239.609.496,73	230.739.020,01	221.868.543,30
ACTIVO CIRCULANTE	**199.613.538,30**	**212.711.095,00**	**226.140.667,42**	**239.911.651,44**	**254.033.700,06**	**269.191.876,34**	**284.721.222,14**	**300.632.203,69**
Caja	199.613.538,30	212.711.095,00	226.140.667,42	239.911.651,44	254.033.700,06	269.191.876,34	284.721.222,14	300.632.203,69
TOTAL ACTIVO	**294.873.640,41**	**301.351.207,41**	**308.160.790,12**	**315.311.784,44**	**466.902.507,69**	**508.801.373,07**	**515.460.242,15**	**522.500.746,99**
FONDOS PROPIOS	**294.873.640,41**	**301.351.207,41**	**308.160.790,12**	**315.311.784,44**	**466.902.507,69**	**508.801.373,07**	**515.460.242,15**	**522.500.746,99**
Capital Social	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	228.031.791,43	372.120.455,76	407.731.621,57	407.731.621,57	407.731.621,57
Resultado acumulado	66.841.848,98	73.319.415,98	80.128.998,69	87.279.993,01	94.782.051,93	101.069.751,50	107.728.620,58	114.769.125,41
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**294.873.640,41**	**301.351.207,41**	**308.160.790,12**	**315.311.784,44**	**466.902.507,69**	**508.801.373,07**	**515.460.242,15**	**522.500.746,99**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 3A

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(1.836.289,39)	(490.069,19)	908.278,59	2.173.004,98	2.530.293,92	2.900.498,08	3.284.050,02	3.681.396,18	4.092.997,38
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	(272.483,58)	(651.901,50)	(759.088,18)	(870.149,42)	(985.215,01)	(1.104.418,86)	(1.227.899,22)
Amortización	--	--	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05
(Capex)	(59.315.992,05)	(141.187.209,95)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(59.315.992,05)**	**(141.187.209,95)**	**4.303.077,67**	**5.649.297,87**	**6.775.162,07**	**7.660.470,54**	**7.910.572,80**	**8.169.715,71**	**8.438.202,07**	**8.716.344,38**	**9.004.465,22**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(59.315.992,05)**	**(200.503.202,00)**	**(196.200.124,34)**	**(190.550.826,47)**	**(183.775.664,40)**	**(176.115.193,86)**	**(168.204.621,06)**	**(160.034.905,35)**	**(151.596.703,28)**	**(142.880.358,90)**	**(133.875.893,68)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	4.519.329,22	4.960.882,57	5.418.164,05	5.891.696,50	5.901.396,89	6.280.446,00	6.670.304,49	7.071.269,58	7.483.646,46	7.907.748,53	8.343.897,58
(Impuesto Operativo)	(1.355.798,77)	(1.488.264,77)	(1.625.449,21)	(1.767.508,95)	(1.770.419,07)	(1.884.133,80)	(2.001.091,35)	(2.121.380,87)	(2.245.093,94)	(2.372.324,56)	(2.503.169,28)
Amortización	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.139.367,05	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70
(Capex)	--	--	--	(27.528.589,43)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**9.302.897,51**	**9.611.984,86**	**9.932.081,89**	**(17.265.034,83)**	**10.750.967,52**	**11.016.301,90**	**11.289.202,84**	**11.569.878,41**	**11.858.542,23**	**12.155.413,68**	**12.460.718,01**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(124.572.996,17)**	**(114.961.011,31)**	**(105.028.929,42)**	**(122.293.964,25)**	**(111.542.996,72)**	**(100.526.694,82)**	**(89.237.491,98)**	**(77.667.613,57)**	**(65.809.071,35)**	**(53.653.657,67)**	**(41.192.939,66)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	8.792.424,03	9.253.667,15	9.727.975,30	10.215.706,17	10.717.227,03	8.982.427,95	9.512.670,12	10.057.864,05
(Impuesto Operativo)	(2.637.727,21)	(2.776.100,14)	(2.918.392,59)	(3.064.711,85)	(3.215.168,11)	(2.694.728,38)	(2.853.801,04)	(3.017.359,22)
Amortización	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	6.619.989,70	8.870.476,72	8.870.476,72	8.870.476,72
(Capex)	--	--	--	--	(144.088.664,33)	(35.611.165,82)	--	--
Caja por valor residual								186.319.442,30
Flujo Operativo de Caja	**12.774.686,52**	**13.097.556,71**	**13.429.572,41**	**13.770.984,02**	**(129.966.615,70)**	**(20.452.989,54)**	**15.529.345,80**	**202.230.423,85**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(28.418.253,13)**	**(15.320.696,43)**	**(1.891.124,02)**	**11.879.860,01**	**(118.086.755,69)**	**(138.539.745,23)**	**(123.010.399,43)**	**79.220.024,41**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 3A

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	17.720.661,56	18.181.873,82	18.655.097,68	19.117.180,20	19.449.100,78	19.789.336,22	20.137.979,08	20.495.127,56	20.860.885,39
(Costes sociales)	(38.114.058,28)	(100.913.791,16)	(9.991.418,75)	(10.332.756,31)	(10.688.524,99)	(11.031.009,17)	(11.243.831,75)	(11.464.231,36)	(11.692.300,77)	(11.928.141,78)	(12.171.865,21)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(38.114.058,28)**	**(100.913.791,16)**	**7.729.242,81**	**7.849.117,51**	**7.966.572,69**	**8.086.171,03**	**8.205.269,02**	**8.325.104,86**	**8.445.678,31**	**8.566.985,77**	**8.689.020,18**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(38.114.058,28)**	**(139.027.849,44)**	**(131.298.606,63)**	**(123.449.489,13)**	**(115.482.916,44)**	**(107.396.745,41)**	**(99.191.476,38)**	**(90.866.371,53)**	**(82.420.693,21)**	**(73.853.707,44)**	**(65.164.687,26)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	21.235.361,77	21.618.671,28	22.010.933,81	22.412.274,49	22.822.823,69	23.242.716,89	23.672.094,74	24.111.102,97	24.559.892,38	25.018.618,83	25.487.443,27
(Costes sociales)	(12.423.590,70)	(12.683.446,74)	(12.951.570,60)	(33.048.692,68)	(13.513.214,54)	(13.787.064,81)	(14.068.571,91)	(14.357.858,38)	(14.655.053,15)	(14.960.291,56)	(15.273.715,28)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**8.811.771,07**	**8.935.224,54**	**9.059.363,21**	**(10.636.418,18)**	**9.309.609,15**	**9.455.652,08**	**9.603.522,83**	**9.753.244,59**	**9.904.839,22**	**10.058.327,27**	**10.213.727,98**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(56.352.916,19)**	**(47.417.691,65)**	**(38.358.328,44)**	**(48.994.746,62)**	**(39.685.137,47)**	**(30.229.485,39)**	**(20.625.962,56)**	**(10.872.717,97)**	**(967.878,74)**	**9.090.448,53**	**19.304.176,51**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	25.966.531,64	26.456.054,99	26.956.189,41	27.467.116,06	27.989.021,23	28.522.096,29	29.066.537,79	29.622.547,48
(Costes sociales)	(15.595.472,36)	(15.925.717,18)	(16.264.610,48)	(16.612.319,40)	(119.497.166,77)	(42.974.924,13)	(17.710.107,65)	(18.094.879,23)
Caja por valor residual								128.486.736,10
Flujo socioeconómico	**10.371.059,28**	**10.530.337,82**	**10.691.578,93**	**10.854.796,66**	**(91.508.145,54)**	**(14.452.827,85)**	**11.356.430,15**	**140.014.404,34**
Flujo socioeconómico Acumulado	**29.675.235,79**	**40.205.573,61**	**50.897.152,54**	**61.751.949,20**	**(29.756.196,34)**	**(44.209.024,19)**	**(32.852.594,04)**	**107.161.810,30**

ESTADOS FINANCIEROS Alternativa 4A

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos tarifas	--	--	12.709.797,12	14.098.342,46	15.537.345,69	16.859.672,98	17.368.835,10	17.893.373,92	18.433.753,81	18.990.453,18	19.563.964,87
Total ingresos	**0,00**	**0,00**	**12.709.797**	**14.098.342**	**15.537.346**	**16.859.673**	**17.368.835**	**17.893.374**	**18.433.754**	**18.990.453**	**19.563.965**
Personal y Mantenimiento	--	--	7.169.788,13	7.313.183,89	7.459.447,57	7.608.636,52	7.760.809,25	7.916.025,44	8.074.345,95	8.235.832,87	8.400.549,52
Energía	--	--	558.649,59	569.822,58	581.219,03	592.843,41	604.700,28	616.794,29	629.130,17	641.712,78	654.547,03
Otros gastos Directos	--	--	782.109,43	797.751,62	813.706,65	829.980,78	846.580,40	863.512,01	880.782,25	898.397,89	916.365,85
Indirectos y Asistencia Técnica	--	--	1.448.427,40	1.477.395,95	1.506.943,87	1.537.082,74	1.567.824,40	1.599.180,89	1.631.164,50	1.663.787,80	1.697.063,55
Costes de Operación y Mantenimiento	**0,00**	**0,00**	**9.958.975**	**10.158.154**	**10.361.317**	**10.568.543**	**10.779.914**	**10.995.513**	**11.215.423**	**11.439.731**	**11.668.526**
EBITDA	**--**	**--**	**2.750.822,57**	**3.940.188,41**	**5.176.028,56**	**6.291.129,51**	**6.588.920,77**	**6.897.861,30**	**7.218.330,94**	**7.550.721,85**	**7.895.438,91**
% EBITDA	*-*	*-*	*21,64%*	*27,95%*	*33,31%*	*37,31%*	*37,94%*	*38,55%*	*39,16%*	*39,76%*	*40,36%*
Amortización	--	--	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42
RDO. EXPLOTACIÓN	**--**	**--**	**(3.581.277,85)**	**(2.391.912,01)**	**(1.156.071,86)**	**(40.970,91)**	**256.820,34**	**565.760,88**	**886.230,52**	**1.218.621,43**	**1.563.338,49**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**--**	**--**	**(3.581.277,85)**	**(2.391.912,01)**	**(1.156.071,86)**	**(40.970,91)**	**256.820,34**	**565.760,88**	**886.230,52**	**1.218.621,43**	**1.563.338,49**
Impuestos sobre beneficios	--	--	--	--	--	--	(77.046,10)	(169.728,26)	(265.869,16)	(365.586,43)	(469.001,55)
BENEFICIO NETO	**--**	**--**	**(3.581.277,85)**	**(2.391.912,01)**	**(1.156.071,86)**	**(40.970,91)**	**179.774,24**	**396.032,61**	**620.361,36**	**853.035,00**	**1.094.336,94**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos tarifas	20.154.796,60	20.763.471,46	21.390.528,30	22.036.522,25	22.702.025,23	23.271.846,06	23.855.969,40	24.454.754,23	25.068.568,56	25.697.789,63	26.342.804,15
Total ingresos	**20.154.797**	**20.763.471**	**21.390.528**	**22.036.522**	**22.702.025**	**23.271.846**	**23.855.969**	**24.454.754**	**25.068.569**	**25.697.790**	**26.342.804**
Personal y Mantenimiento	8.568.560,51	8.739.931,72	8.914.730,36	9.093.024,96	9.274.885,46	9.460.383,17	9.649.590,84	9.842.582,65	10.039.434,31	10.240.222,99	10.445.027,45
Energía	667.637,97	680.990,73	694.610,55	708.502,76	722.672,81	737.126,27	751.868,80	766.906,17	782.244,29	797.889,18	813.846,96
Otros gastos Directos	934.693,17	953.387,03	972.454,77	991.903,87	1.011.741,94	1.031.976,78	1.052.616,32	1.073.668,65	1.095.142,02	1.117.044,86	1.139.385,76
Indirectos y Asistencia Técnica	1.731.004,82	1.765.624,92	1.800.937,42	1.836.956,17	1.873.695,29	1.911.169,19	1.949.392,58	1.988.380,43	2.028.148,04	2.068.711,00	2.110.085,22
Costes de Operación y Mantenimiento	**11.901.896**	**12.139.934**	**12.382.733**	**12.630.388**	**12.882.996**	**13.140.655**	**13.403.469**	**13.671.538**	**13.944.969**	**14.223.868**	**14.508.345**
EBITDA	**8.252.900,13**	**8.623.537,06**	**9.007.795,21**	**9.406.134,50**	**9.819.029,72**	**10.131.190,64**	**10.452.500,87**	**10.783.216,33**	**11.123.599,90**	**11.473.921,60**	**11.834.458,76**
% EBITDA	*40,95%*	*41,53%*	*42,11%*	*42,68%*	*43,25%*	*43,53%*	*43,82%*	*44,09%*	*44,37%*	*44,65%*	*44,92%*
Amortización	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49
RDO. EXPLOTACIÓN	**1.920.799,71**	**2.291.436,63**	**2.675.694,78**	**3.074.034,08**	**2.977.218,22**	**3.289.379,15**	**3.610.689,37**	**3.941.404,83**	**4.281.788,41**	**4.632.110,11**	**4.992.647,26**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**1.920.799,71**	**2.291.436,63**	**2.675.694,78**	**3.074.034,08**	**2.977.218,22**	**3.289.379,15**	**3.610.689,37**	**3.941.404,83**	**4.281.788,41**	**4.632.110,11**	**4.992.647,26**
Impuestos sobre beneficios	(576.239,91)	(687.430,99)	(802.708,43)	(922.210,22)	(893.165,47)	(986.813,74)	(1.083.206,81)	(1.182.421,45)	(1.284.536,52)	(1.389.633,03)	(1.497.794,18)
BENEFICIO NETO	**1.344.559,79**	**1.604.005,64**	**1.872.986,35**	**2.151.823,85**	**2.084.052,76**	**2.302.565,40**	**2.527.482,56**	**2.758.983,38**	**2.997.251,89**	**3.242.477,07**	**3.494.853,09**

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	21	22	23	24	25	26	27	28
Ingresos tarifas	27.004.008,53	27.681.809,15	28.376.622,56	29.088.875,78	29.819.006,57	30.567.463,63	31.334.706,97	32.121.208,11
Total ingresos	**27.004.009**	**27.681.809**	**28.376.623**	**29.088.876**	**29.819.007**	**30.567.464**	**31.334.707**	**32.121.208**
Personal y Mantenimiento	10.653.928,00	10.867.006,56	11.084.346,69	11.306.033,63	11.532.154,30	11.762.797,39	11.998.053,33	12.238.014,40
Energía	830.123,90	846.726,38	863.660,91	880.934,13	898.552,81	916.523,87	934.854,34	953.551,43
Otros gastos Directos	1.162.173,47	1.185.416,94	1.209.125,28	1.233.307,78	1.257.973,94	1.283.133,42	1.308.796,09	1.334.972,01
Indirectos y Asistencia Técnica	2.152.286,92	2.195.332,66	2.239.239,31	2.284.024,10	2.329.704,58	2.376.298,67	2.423.824,65	2.472.301,14
Costes de Operación y Mantenimiento	**14.798.512**	**15.094.483**	**15.396.372**	**15.704.300**	**16.018.386**	**16.338.753**	**16.665.528**	**16.998.839**
EBITDA	**12.205.496,23**	**12.587.326,60**	**12.980.250,36**	**13.384.576,14**	**13.800.620,93**	**14.228.710,28**	**14.669.178,56**	**15.122.369,13**
% EBITDA	*45,20%*	*45,47%*	*45,74%*	*46,01%*	*46,28%*	*46,55%*	*46,81%*	*47,08%*
Amortización	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	9.138.664,88	9.138.664,88	9.138.664,88
RDO. EXPLOTACIÓN	**5.363.684,74**	**5.745.515,11**	**6.138.438,87**	**6.542.764,65**	**6.958.809,44**	**5.090.045,41**	**5.530.513,68**	**5.983.704,26**
RDO. ANTES IMPUESTOS	**5.363.684,74**	**5.745.515,11**	**6.138.438,87**	**6.542.764,65**	**6.958.809,44**	**5.090.045,41**	**5.530.513,68**	**5.983.704,26**
Impuestos sobre beneficios	(1.609.105,42)	(1.723.654,53)	(1.841.531,66)	(1.962.829,39)	(2.087.642,83)	(1.527.013,62)	(1.659.154,10)	(1.795.111,28)
BENEFICIO NETO	**3.754.579,32**	**4.021.860,58**	**4.296.907,21**	**4.579.935,25**	**4.871.166,61**	**3.563.031,79**	**3.871.359,57**	**4.188.592,98**

BALANCE DE SITUACIÓN	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACTIVO FIJO	**57.069.503,00**	**200.837.581,00**	**194.505.480,58**	**188.173.380,15**	**181.841.279,73**	**175.509.179,31**	**169.177.078,88**	**162.844.978,46**	**156.512.878,04**	**150.180.777,62**	**143.848.677,19**
Inmovilizado	57.069.503,00	200.837.581,00	194.505.480,58	188.173.380,15	181.841.279,73	175.509.179,31	169.177.078,88	162.844.978,46	156.512.878,04	150.180.777,62	143.848.677,19
ACTIVO CIRCULANTE	**0,00**	**0,00**	**2.750.822,57**	**6.691.010,98**	**11.867.039,55**	**18.158.169,06**	**24.670.043,73**	**31.398.176,76**	**38.350.638,55**	**45.535.773,97**	**52.962.211,33**
Caja	0,00	0,00	2.750.822,57	6.691.010,98	11.867.039,55	18.158.169,06	24.670.043,73	31.398.176,76	38.350.638,55	45.535.773,97	52.962.211,33
TOTAL ACTIVO	**57.069.503,00**	**200.837.581,00**	**197.256.303,15**	**194.864.391,14**	**193.708.319,28**	**193.667.348,37**	**193.847.122,61**	**194.243.155,23**	**194.863.516,59**	**195.716.551,59**	**196.810.888,53**
FONDOS PROPIOS	**57.069.503,00**	**200.837.581,00**	**197.256.303,15**	**194.864.391,14**	**193.708.319,28**	**193.667.348,37**	**193.847.122,61**	**194.243.155,23**	**194.863.516,59**	**195.716.551,59**	**196.810.888,53**
Capital Social	57.069.503,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00
Resultado acumulado	--	--	(3.581.277,85)	(5.973.189,86)	(7.129.261,72)	(7.170.232,63)	(6.990.458,39)	(6.594.425,77)	(5.974.064,41)	(5.121.029,41)	(4.026.692,47)
DEUDAS A C/P		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**57.069.503,00**	**200.837.581,00**	**197.256.303,15**	**194.864.391,14**	**193.708.319,28**	**193.667.348,37**	**193.847.122,61**	**194.243.155,23**	**194.863.516,59**	**195.716.551,59**	**196.810.888,53**

BALANCE DE SITUACIÓN	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ACTIVO FIJO	**137.516.576,77**	**131.184.476,35**	**124.852.375,92**	**147.714.960,42**	**140.873.148,92**	**134.031.337,43**	**127.189.525,94**	**120.347.714,44**	**113.505.902,95**	**106.664.091,46**	**99.822.279,96**
Inmovilizado	137.516.576,77	131.184.476,35	124.852.375,92	147.714.960,42	140.873.148,92	134.031.337,43	127.189.525,94	120.347.714,44	113.505.902,95	106.664.091,46	99.822.279,96
ACTIVO CIRCULANTE	**60.638.871,55**	**68.574.977,62**	**76.780.064,39**	**85.263.988,66**	**94.189.852,91**	**103.334.229,81**	**112.703.523,86**	**122.304.318,74**	**132.143.382,12**	**142.227.670,69**	**152.564.335,27**
Caja	60.638.871,55	68.574.977,62	76.780.064,39	85.263.988,66	94.189.852,91	103.334.229,81	112.703.523,86	122.304.318,74	132.143.382,12	142.227.670,69	152.564.335,27
TOTAL ACTIVO	**198.155.448,32**	**199.759.453,96**	**201.632.440,31**	**232.978.949,08**	**235.063.001,84**	**237.365.567,24**	**239.893.049,80**	**242.652.033,18**	**245.649.285,07**	**248.891.762,14**	**252.386.615,23**
FONDOS PROPIOS	**198.155.448,32**	**199.759.453,96**	**201.632.440,31**	**232.978.949,08**	**235.063.001,84**	**237.365.567,24**	**239.893.049,80**	**242.652.033,18**	**245.649.285,07**	**248.891.762,14**	**252.386.615,23**
Capital Social	200.837.581,00	200.837.581,00	200.837.581,00	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92
Resultado acumulado	(2.682.132,68)	(1.078.127,04)	794.859,31	2.946.683,16	5.030.735,92	7.333.301,32	9.860.783,88	12.619.767,27	15.617.019,15	18.859.496,23	22.354.349,31
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**198.155.448,32**	**199.759.453,96**	**201.632.440,31**	**232.978.949,08**	**235.063.001,84**	**237.365.567,24**	**239.893.049,80**	**242.652.033,18**	**245.649.285,07**	**248.891.762,14**	**252.386.615,23**

BALANCE DE SITUACIÓN	21	22	23	24	25	26	27	28
ACTIVO FIJO	**92.980.468,47**	**86.138.656,97**	**79.296.845,48**	**72.455.033,99**	**212.670.519,07**	**241.298.292,18**	**232.159.627,30**	**223.020.962,42**
Inmovilizado	92.980.468,47	86.138.656,97	79.296.845,48	72.455.033,99	212.670.519,07	241.298.292,18	232.159.627,30	223.020.962,42
ACTIVO CIRCULANTE	**163.160.726,08**	**174.024.398,15**	**185.163.116,85**	**196.584.863,60**	**208.297.841,70**	**220.999.538,36**	**234.009.562,81**	**247.336.820,67**
Caja	163.160.726,08	174.024.398,15	185.163.116,85	196.584.863,60	208.297.841,70	220.999.538,36	234.009.562,81	247.336.820,67
TOTAL ACTIVO	**256.141.194,55**	**260.163.055,12**	**264.459.962,33**	**269.039.897,59**	**420.968.360,77**	**462.297.830,54**	**466.169.190,11**	**470.357.783,09**
FONDOS PROPIOS	**256.141.194,55**	**260.163.055,12**	**264.459.962,33**	**269.039.897,59**	**420.968.360,77**	**462.297.830,54**	**466.169.190,11**	**470.357.783,09**
Capital Social	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	230.032.265,92	377.089.562,49	414.856.000,48	414.856.000,48	414.856.000,48
Resultado acumulado	26.108.928,63	30.130.789,21	34.427.696,41	39.007.631,67	43.878.798,28	47.441.830,06	51.313.189,64	55.501.782,62
DEUDAS A C/P	--	--	--	--	--	--	--	--
Proveedores	--	--	--	--	--	--	--	--
Deuda financiera CP	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL PASIVO	**256.141.194,55**	**260.163.055,12**	**264.459.962,33**	**269.039.897,59**	**420.968.360,77**	**462.297.830,54**	**466.169.190,11**	**470.357.783,09**

FLUJOS OPERATIVOS DE CAJA Alternativa 4A

FLUJOS DE CAJA	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	--	--	(3.581.277,85)	(2.391.912,01)	(1.156.071,86)	(40.970,91)	256.820,34	565.760,88	886.230,52	1.218.621,43	1.563.338,49
(Impuesto Operativo)	--	--	--	--	--	--	(77.046,10)	(169.728,26)	(265.869,16)	(365.586,43)	(469.001,55)
Amortización	--	--	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42
(Capex)	(57.069.503,00)	(143.768.078,00)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**(57.069.503,00)**	**(143.768.078,00)**	**2.750.822,57**	**3.940.188,41**	**5.176.028,56**	**6.291.129,51**	**6.511.874,66**	**6.728.133,04**	**6.952.461,79**	**7.185.135,42**	**7.426.437,36**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(57.069.503,00)**	**(200.837.581,00)**	**(198.086.758,43)**	**(194.146.570,02)**	**(188.970.541,45)**	**(182.679.411,94)**	**(176.167.537,27)**	**(169.439.404,24)**	**(162.486.942,45)**	**(155.301.807,03)**	**(147.875.369,67)**

FLUJOS DE CAJA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)											
Resultado de Explotación	1.920.799,71	2.291.436,63	2.675.694,78	3.074.034,08	2.977.218,22	3.289.379,15	3.610.689,37	3.941.404,83	4.281.788,41	4.632.110,11	4.992.647,26
(Impuesto Operativo)	(576.239,91)	(687.430,99)	(802.708,43)	(922.210,22)	(893.165,47)	(986.813,74)	(1.083.206,81)	(1.182.421,45)	(1.284.536,52)	(1.389.633,03)	(1.497.794,18)
Amortización	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.332.100,42	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49
(Capex)	--	--	--	(29.194.684,92)	--	--	--	--	--	--	--
Caja por valor residual											
Flujo Operativo de Caja	**7.676.660,22**	**7.936.106,07**	**8.205.086,77**	**(20.710.760,64)**	**8.925.864,25**	**9.144.376,90**	**9.369.294,05**	**9.600.794,88**	**9.839.063,38**	**10.084.288,57**	**10.336.664,58**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(140.198.709,45)**	**(132.262.603,38)**	**(124.057.516,61)**	**(144.768.277,25)**	**(135.842.413,00)**	**(126.698.036,11)**	**(117.328.742,05)**	**(107.727.947,17)**	**(97.888.883,80)**	**(87.804.595,23)**	**(77.467.930,65)**

FLUJOS DE CAJA	21	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO OPERATIVO DE CAJA (FOC)								
Resultado de Explotación	5.363.684,74	5.745.515,11	6.138.438,87	6.542.764,65	6.958.809,44	5.090.045,41	5.530.513,68	5.983.704,26
(Impuesto Operativo)	(1.609.105,42)	(1.723.654,53)	(1.841.531,66)	(1.962.829,39)	(2.087.642,83)	(1.527.013,62)	(1.659.154,10)	(1.795.111,28)
Amortización	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	6.841.811,49	9.138.664,88	9.138.664,88	9.138.664,88
(Capex)	--	--	--	--	(147.057.296,58)	(37.766.437,98)	--	--
Caja por valor residual								191.906.585,42
Flujo Operativo de Caja	**10.596.390,81**	**10.863.672,07**	**11.138.718,70**	**11.421.746,75**	**(135.344.318,48)**	**(25.064.741,32)**	**13.010.024,45**	**205.233.843,28**
Flujo Operativo de Caja Acumulado	**(66.871.539,84)**	**(56.007.867,77)**	**(44.869.149,07)**	**(33.447.402,32)**	**(168.791.720,79)**	**(193.856.462,11)**	**(180.846.437,66)**	**24.387.405,62**

FLUJOS SOCIECONÓMICOS Alternativa 4A

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	0	0 bis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficios sociales	0,00	0,00	16.366.349,12	16.753.739,59	17.151.146,68	17.543.117,39	17.850.270,87	18.165.028,91	18.487.478,51	18.817.711,75	19.155.825,76
(Costes sociales)	(36.059.114,16)	(102.772.016,16)	(9.114.388,14)	(9.350.868,10)	(9.597.238,83)	(9.838.391,73)	(10.010.927,37)	(10.189.592,31)	(10.374.432,86)	(10.565.502,60)	(10.762.862,31)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**(36.059.114,16)**	**(102.772.016,16)**	**7.251.960,99**	**7.402.871,49**	**7.553.907,86**	**7.704.725,66**	**7.839.343,50**	**7.975.436,60**	**8.113.045,65**	**8.252.209,15**	**8.392.963,46**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(36.059.114,16)**	**(138.831.130,32)**	**(131.579.169,33)**	**(124.176.297,84)**	**(116.622.389,99)**	**(108.917.664,32)**	**(101.078.320,82)**	**(93.102.884,23)**	**(84.989.838,58)**	**(76.737.629,43)**	**(68.344.665,97)**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficios sociales	19.501.922,61	19.856.109,24	20.218.497,45	20.589.203,77	20.968.349,48	21.356.060,57	21.752.467,68	22.157.706,07	22.571.915,67	22.995.240,97	23.427.831,12
(Costes sociales)	(10.966.579,78)	(11.176.729,74)	(11.393.393,74)	(32.636.833,17)	(11.846.623,56)	(12.072.498,45)	(12.304.600,71)	(12.543.013,08)	(12.787.823,48)	(13.039.124,93)	(13.297.015,54)
Caja por valor residual											
Flujo socioeconómico	**8.535.342,83**	**8.679.379,50**	**8.825.103,71**	**(12.047.629,40)**	**9.121.725,93**	**9.283.562,12**	**9.447.866,96**	**9.614.692,99**	**9.784.092,19**	**9.956.116,04**	**10.130.815,58**
Flujo socioeconómico Acumulado	**(59.809.323,14)**	**(51.129.943,64)**	**(42.304.839,93)**	**(54.352.469,34)**	**(45.230.743,41)**	**(35.947.181,29)**	**(26.499.314,32)**	**(16.884.621,33)**	**(7.100.529,14)**	**2.855.586,90**	**12.986.402,48**

FLUJOS SOCIOECONÓMICOS	21	22	23	24	25	26	27	28
Beneficios sociales	23.869.839,85	24.321.425,49	24.782.751,03	25.253.984,06	25.735.296,86	26.226.866,38	26.728.874,28	27.241.506,96
(Costes sociales)	(13.561.598,43)	(13.832.981,69)	(14.111.278,40)	(14.396.606,58)	(119.354.653,67)	(42.180.689,44)	(15.296.034,14)	(15.610.767,12)
Caja por valor residual								132.072.007,15
Flujo socioeconómico	**10.308.241,42**	**10.488.443,80**	**10.671.472,63**	**10.857.377,48**	**(93.619.356,81)**	**(15.953.823,05)**	**11.432.840,14**	**143.702.746,99**
Flujo socioeconómico Acumulado	**23.294.643,90**	**33.783.087,71**	**44.454.560,33**	**55.311.937,81**	**(38.307.419,00)**	**(54.261.242,05)**	**(42.828.401,91)**	**100.874.345,07**

APENDICE 2 – CALCULO DE LA ACCIDENTALIDAD

Ap2. 1. INTRODUCCIÓN

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 os medios de transporte.

Los beneficios vinculados a la mejora en la seguridad deben ser evaluados en el análisis económico, distinguiendo entre fallecidos, heridos graves y heridos leves.

Los métodos empleados para evaluar los costes externos ligados a los accidentes evitados deben aplicarse con referencia a los niveles medios de peligrosidad por modo de transporte. Por ejemplo, en relación con el transporte de viajeros, el coste medio por vehículo y kilómetro o por pasajero y kilómetro se calcula, habitualmente, a partir de los costes del total de accidentes de tráfico (sumando todos los costes de las personas muertas y heridas), una vez deducido el componente ya internalizado a través de los costes de seguro, y en función de la totalidad del tráfico.

De acuerdo con la literatura existente[7] el coste económico de los accidentes está definido por dos componentes:

- Coste directo: costes médicos (incurridos en el año del accidente y costes futuros por repercusiones a largo plazo de determinadas lesiones), costes administrativos de policía, juicios, investigación de accidentes, servicios de emergencia, seguros, etc.
- Costes indirectos: estos costes consisten en la pérdida de producción para la sociedad (por ejemplo el valor de los bienes y servicios que podría haber producido la persona si no hubiera ocurrido el accidente). La pérdida continuará a lo largo del periodo entre la ocurrencia del accidente y el año de jubilación de la víctima más joven.

En el caso de los fallecidos, la evaluación dela "pérdida de producción" se asocia con el concepto de "Valor Estadístico de la Vida" (VOSL[8], siglas en inglés), definido por el valor que la sociedad acepta que es económicamente eficiente gastar para evitar el fallecimiento de un individuo indefinido. Para una correcta evaluación del coste económico de un fallecido, deberían añadirse los costes médicos y administrativos al VOSL. En ausencia de estudios detallados, se pueden emplear porcentajes estimados del VOSL (por ejemplo 0,02% según datos de referencia de HEATCO[9])

En el caso de los heridos, la pérdida de producción depende de la severidad de las heridas y la duración del periodo de baja laboral. En ausencia de estudios detallados, ECMT[10] recomienda que evaluar la pérdida de producción asociada a un herido grave en el 13% del VOSL y a un herido leve del 1% del VOSL.

Ap2. 2. METODOLOGÍA

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

- Cálculo del número de accidentes con víctimas por cada millón de kilómetros recorridos por modo (ACV/10^6 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. Se ha considerado este periodo de análisis por los siguientes motivos:

- Tres años es el período mínimo establecido en estudios de accidentalidad para considerar que los datos son representativos
- En dicho periodo estaba operando en su totalidad la línea 1 del tranvía, llevando más de año y medio en funcionamiento el primer tramo, lo que permite considerar los datos de accidentalidad del tranvía también representativos

A partir de los índices relacionados anteriormente, y ante la ausencia de datos procedentes del Ayuntamiento de Zaragoza, se estimaron en base al documento "Las principales cifras de la siniestralidad urbana. España 2013" de la Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior) los siguientes datos o índices:

- Porcentaje de heridos graves frente a total heridos: 10%
- Evolución interanual de accidentalidad por tipo de víctima

[7] Guide to Coste-benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal toll for Cohersion Policy 2014-2020. December 2014

[8] Value of Statistical Life

[9] Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment

[10] European Continuing Medical Training

De esta forma se han obtenido siguientes los índices y tasas de crecimiento interanual:

Índices	Modo			Evolución interanual
	Vehículo	Autobús	Tranvía	
ACV/M.km	0,931	4,882	14,911	0,00%
Nº fallecidos/ACV	0,004	0,008	0,017	-7,81%
Nº heridos graves/ACV	0,131	0,133	0,132	-4,55%
Nº heridos leves/ACV	1,177	1,195	1,190	0,14%

Por otro lado se han considerado los siguientes costes asociados a fallecidos, heridos graves y heridos leves:

- Fallecido grave: 1.4000.000 €[11]
- Herido grave: 219.000 €[12]
- Herido leve: 6.100 €[13]

Dichos costes deber ser actualizados de acuerdo al IPC contemplado en el proyecto (2%)

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 por modo, adjunto en las tablas recogidas a continuación.

[11] 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.

[12] Fuente: DGT 2012

[13] Fuente: DGT 2012

Ap2. 3. EVOLUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD POR MODOS Y ALTERNATIVAS

Reducción coste accidentalidad VEHÍCULO PRIVADO	Año														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-	-	-252.867,07 €	-268.894,23 €	-284.238,32 €	-295.994,24 €	-289.901,85 €	-284.093,48 €	-278.559,16 €	-273.289,39 €	-268.275,21 €	-263.508,08 €	-258.979,94 €	-254.683,12 €	-250.610,36 €
Alternativa 2	-	-	-349.008,26 €	-371.129,01 €	-392.307,00 €	-408.532,56 €	-400.123,82 €	-392.107,08 €	-384.468,58 €	-377.195,23 €	-370.274,63 €	-363.695,03 €	-357.445,26 €	-351.514,77 €	-345.893,53 €
Alternativa 3	-	-	-271.198,75 €	-288.387,79 €	-304.844,26 €	-317.452,43 €	-310.918,36 €	-304.688,92 €	-298.753,38 €	-293.101,59 €	-287.723,90 €	-282.611,18 €	-277.754,77 €	-273.146,45 €	-268.778,43 €
Alternativa 4	-	-	-168.044,31 €	-178.695,25 €	-188.892,26 €	-196.704,72 €	-192.655,98 €	-188.796,00 €	-185.118,13 €	-181.616,08 €	-178.283,87 €	-175.115,85 €	-172.106,65 €	-169.251,17 €	-166.544,60 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-	-	-291.669,41 €	-310.155,92 €	-327.854,56 €	-341.414,42 €	-334.387,15 €	-327.687,50 €	-321.303,93 €	-315.225,52 €	-309.441,92 €	-303.943,28 €	-298.720,29 €	-293.764,13 €	-289.066,41 €
Alternativa 2A	-	-	-387.810,59 €	-412.390,70 €	-435.923,24 €	-453.952,74 €	-444.609,12 €	-435.701,10 €	-427.213,36 €	-419.131,36 €	-411.441,34 €	-404.130,22 €	-397.185,62 €	-390.595,78 €	-384.349,58 €
Alternativa 3A	-	-	-310.001,08 €	-329.649,49 €	-348.460,50 €	-362.872,61 €	-355.403,67 €	-348.282,94 €	-341.498,16 €	-335.037,72 €	-328.890,60 €	-323.046,37 €	-317.495,12 €	-312.227,45 €	-307.234,48 €
Alternativa 4A	-	-	-206.846,64 €	-219.956,94 €	-232.508,50 €	-242.124,90 €	-237.141,29 €	-232.390,02 €	-227.862,91 €	-223.552,21 €	-219.450,58 €	-215.551,05 €	-211.847,00 €	-208.332,18 €	-205.000,64 €

Reducción coste accidentalidad BUS URBANO	Año														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-	-	-790.907,41 €	-769.955,10 €	-750.029,71 €	-731.085,96 €	-713.081,05 €	-695.974,55 €	-679.728,25 €	-664.306,05 €	-649.673,83 €	-635.799,35 €	-622.652,14 €	-610.203,43 €	-598.426,02 €
Alternativa 2	-	-	-830.236,87 €	-808.242,66 €	-787.326,45 €	-767.440,68 €	-748.540,44 €	-730.583,29 €	-713.529,11 €	-697.340,00 €	-681.980,16 €	-667.415,75 €	-653.614,77 €	-640.547,03 €	-628.183,96 €
Alternativa 3	-	-	-833.791,52 €	-811.703,14 €	-790.697,37 €	-770.726,47 €	-751.745,31 €	-733.711,27 €	-716.584,07 €	-700.325,66 €	-684.900,05 €	-670.273,28 €	-656.413,21 €	-643.289,52 €	-630.873,52 €
Alternativa 4	-	-	-794.218,31 €	-773.178,29 €	-753.169,49 €	-734.146,44 €	-716.066,15 €	-698.888,04 €	-682.573,74 €	-667.086,97 €	-652.393,50 €	-638.460,93 €	-625.258,69 €	-612.757,87 €	-600.931,16 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-	-	-790.907,41 €	-769.955,10 €	-750.029,71 €	-731.085,96 €	-713.081,05 €	-695.974,55 €	-679.728,25 €	-664.306,05 €	-649.673,83 €	-635.799,35 €	-622.652,14 €	-610.203,43 €	-598.426,02 €
Alternativa 2A	-	-	-830.236,87 €	-808.242,66 €	-787.326,45 €	-767.440,68 €	-748.540,44 €	-730.583,29 €	-713.529,11 €	-697.340,00 €	-681.980,16 €	-667.415,75 €	-653.614,77 €	-640.547,03 €	-628.183,96 €
Alternativa 3A	-	-	-833.791,52 €	-811.703,14 €	-790.697,37 €	-770.726,47 €	-751.745,31 €	-733.711,27 €	-716.584,07 €	-700.325,66 €	-684.900,05 €	-670.273,28 €	-656.413,21 €	-643.289,52 €	-630.873,52 €
Alternativa 4A	-	-	-794.218,31 €	-773.178,29 €	-753.169,49 €	-734.146,44 €	-716.066,15 €	-698.888,04 €	-682.573,74 €	-667.086,97 €	-652.393,50 €	-638.460,93 €	-625.258,69 €	-612.757,87 €	-600.931,16 €

Incremento coste accidentalidad TRANVÍA	Año														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-	-	804.245,12 €	777.117,00 €	751.430,32 €	727.111,79 €	704.092,30 €	682.306,71 €	661.693,62 €	642.195,17 €	623.756,80 €	606.327,10 €	589.857,60 €	574.302,61 €	559.619,07 €
Alternativa 2	-	-	840.965,13 €	812.598,39 €	785.738,93 €	760.310,07 €	736.239,56 €	713.459,28 €	691.905,05 €	671.516,34 €	652.236,12 €	634.010,62 €	616.789,16 €	600.523,96 €	585.170,00 €
Alternativa 3	-	-	873.597,69 €	844.130,22 €	816.228,50 €	789.812,91 €	764.808,37 €	741.144,14 €	718.753,52 €	697.573,66 €	677.545,29 €	658.612,57 €	640.722,86 €	623.826,51 €	607.876,76 €
Alternativa 4	-	-	836.877,68 €	808.648,82 €	781.919,90 €	756.614,63 €	732.661,12 €	709.991,56 €	688.542,09 €	668.252,48 €	649.065,97 €	630.929,06 €	613.791,30 €	597.605,16 €	582.325,83 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-	-	922.245,39 €	891.136,98 €	861.681,51 €	833.794,92 €	807.397,97 €	782.415,95 €	758.778,48 €	736.419,18 €	715.275,50 €	695.288,48 €	676.402,55 €	658.565,30 €	641.727,37 €
Alternativa 2A	-	-	946.021,80 €	914.111,38 €	883.896,52 €	855.290,99 €	828.213,50 €	802.587,42 €	778.340,55 €	755.404,80 €	733.716,02 €	713.213,72 €	693.840,88 €	675.543,77 €	658.271,74 €
Alternativa 3A	-	-	978.654,36 €	945.643,20 €	914.386,10 €	884.793,83 €	856.782,31 €	830.272,28 €	805.189,02 €	781.462,12 €	759.025,19 €	737.815,67 €	717.774,58 €	698.846,32 €	680.978,50 €
Alternativa 4A	-	-	954.877,95 €	922.668,80 €	892.171,09 €	863.297,76 €	835.966,78 €	810.100,81 €	785.626,95 €	762.476,49 €	740.584,67 €	719.890,44 €	700.336,25 €	681.867,85 €	664.434,13 €

Reducción coste accidentalidad TOTAL	Año														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-	-	-239.529,37 €	-261.732,33 €	-282.837,71 €	-299.968,41 €	-298.890,60 €	-297.761,33 €	-296.593,79 €	-295.400,28 €	-294.192,24 €	-292.980,33 €	-291.774,49 €	-290.583,95 €	-289.417,32 €
Alternativa 2	-	-	-338.280,00 €	-366.773,28 €	-393.894,51 €	-415.663,17 €	-412.424,70 €	-409.231,09 €	-406.092,64 €	-403.018,89 €	-400.018,68 €	-397.100,15 €	-394.270,88 €	-391.537,84 €	-388.907,49 €
Alternativa 3	-	-	-231.392,58 €	-255.960,72 €	-279.313,13 €	-298.365,98 €	-297.855,30 €	-297.256,05 €	-296.583,93 €	-295.853,58 €	-295.078,66 €	-294.271,88 €	-293.445,13 €	-292.609,46 €	-291.775,19 €
Alternativa 4	-	-	-125.384,94 €	-143.224,72 €	-160.141,85 €	-174.236,52 €	-176.061,02 €	-177.692,48 €	-179.149,77 €	-180.450,57 €	-181.611,40 €	-182.647,73 €	-183.574,05 €	-184.403,89 €	-185.149,93 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-	-	-160.331,43 €	-188.974,05 €	-216.202,76 €	-238.705,46 €	-240.070,24 €	-241.246,09 €	-242.253,70 €	-243.112,40 €	-243.840,24 €	-244.454,14 €	-244.969,89 €	-245.402,26 €	-245.765,06 €
Alternativa 2A	-	-	-272.025,67 €	-306.521,99 €	-339.353,16 €	-366.102,43 €	-364.936,06 €	-363.696,96 €	-362.401,92 €	-361.066,56 €	-359.705,48 €	-358.332,25 €	-356.959,51 €	-355.599,03 €	-354.261,80 €
Alternativa 3A	-	-	-165.138,25 €	-195.709,43 €	-224.771,78 €	-248.805,24 €	-250.366,66 €	-251.721,92 €	-252.893,21 €	-253.901,25 €	-254.765,46 €	-255.503,98 €	-256.133,75 €	-256.670,65 €	-257.129,50 €
Alternativa 4A	-	-	-46.187,01 €	-70.466,44 €	-93.506,90 €	-112.973,57 €	-117.240,66 €	-121.177,25 €	-124.809,69 €	-128.162,69 €	-131.259,40 €	-134.121,54 €	-136.769,45 €	-139.222,20 €	-141.497,67 €

Reducción coste accidentalidad VEHÍCULO PRIVADO	Año														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-246.754,78 €	-243.109,86 €	-239.669,42 €	-236.427,60 €	-233.378,87 €	-230.517,96 €	-227.839,92 €	-225.340,05 €	-223.013,91 €	-220.857,29 €	-218.866,24 €	-217.037,02 €	-215.366,09 €	-213.850,13 €	-212.486,03 €
Alternativa 2	-340.572,05 €	-335.541,31 €	-330.792,80 €	-326.318,43 €	-322.110,55 €	-318.161,91 €	-314.465,67 €	-311.015,34 €	-307.804,79 €	-304.828,22 €	-302.080,16 €	-299.555,45 €	-297.249,23 €	-295.156,91 €	-293.274,16 €
Alternativa 3	-264.643,34 €	-260.734,18 €	-257.044,33 €	-253.567,49 €	-250.297,74 €	-247.229,43 €	-244.357,24 €	-241.676,15 €	-239.181,37 €	-236.868,41 €	-234.733,01 €	-232.771,18 €	-230.979,12 €	-229.353,26 €	-227.890,26 €
Alternativa 4	-163.982,35 €	-161.560,10 €	-159.273,73 €	-157.119,36 €	-155.093,30 €	-153.192,07 €	-151.412,37 €	-149.751,06 €	-148.205,21 €	-146.772,02 €	-145.448,85 €	-144.233,23 €	-143.122,81 €	-142.115,37 €	-141.208,85 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-284.619,19 €	-280.414,96 €	-276.446,58 €	-272.707,31 €	-269.190,75 €	-265.890,84 €	-262.801,86 €	-259.918,38 €	-257.235,29 €	-254.747,74 €	-252.451,17 €	-250.341,25 €	-248.413,92 €	-246.665,34 €	-245.091,91 €
Alternativa 2A	-378.436,46 €	-372.846,41 €	-367.569,96 €	-362.598,14 €	-357.922,43 €	-353.534,79 €	-349.427,61 €	-345.593,67 €	-342.026,17 €	-338.718,67 €	-335.665,08 €	-332.859,68 €	-330.297,06 €	-327.972,11 €	-325.880,04 €
Alternativa 3A	-302.507,75 €	-298.039,28 €	-293.821,49 €	-289.847,20 €	-286.109,62 €	-282.602,30 €	-279.319,18 €	-276.254,47 €	-273.402,75 €	-270.758,86 €	-268.317,94 €	-266.075,41 €	-264.026,94 €	-262.168,47 €	-260.496,15 €
Alternativa 4A	-201.846,76 €	-198.865,19 €	-196.050,89 €	-193.399,07 €	-190.905,18 €	-188.564,95 €	-186.374,30 €	-184.329,39 €	-182.426,59 €	-180.662,47 €	-179.033,78 €	-177.537,46 €	-176.170,63 €	-174.930,58 €	-173.814,73 €

Reducción coste accidentalidad BUS URBANO	Año														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-587.294,22 €	-576.783,75 €	-566.871,68 €	-557.536,36 €	-548.757,35 €	-540.515,33 €	-532.792,08 €	-525.570,40 €	-518.834,07 €	-512.567,79 €	-506.757,13 €	-501.388,49 €	-496.449,07 €	-491.926,82 €	-487.810,39 €
Alternativa 2	-616.498,60 €	-605.465,48 €	-595.060,51 €	-585.260,98 €	-576.045,41 €	-567.393,54 €	-559.286,23 €	-551.705,44 €	-544.634,14 €	-538.056,25 €	-531.956,64 €	-526.321,04 €	-521.136,00 €	-516.388,87 €	-512.067,75 €
Alternativa 3	-619.138,13 €	-608.057,77 €	-597.608,26 €	-587.766,77 €	-578.511,74 €	-569.822,82 €	-561.680,81 €	-554.067,56 €	-546.965,98 €	-540.359,93 €	-534.234,21 €	-528.574,48 €	-523.367,24 €	-518.599,78 €	-514.260,16 €
Alternativa 4	-589.752,75 €	-579.198,28 €	-569.244,72 €	-559.870,32 €	-551.054,56 €	-542.778,03 €	-535.022,45 €	-527.770,55 €	-521.006,02 €	-514.713,50 €	-508.878,52 €	-503.487,41 €	-498.527,31 €	-493.986,13 €	-489.852,47 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-587.294,22 €	-576.783,75 €	-566.871,68 €	-557.536,36 €	-548.757,35 €	-540.515,33 €	-532.792,08 €	-525.570,40 €	-518.834,07 €	-512.567,79 €	-506.757,13 €	-501.388,49 €	-496.449,07 €	-491.926,82 €	-487.810,39 €
Alternativa 2A	-616.498,60 €	-605.465,48 €	-595.060,51 €	-585.260,98 €	-576.045,41 €	-567.393,54 €	-559.286,23 €	-551.705,44 €	-544.634,14 €	-538.056,25 €	-531.956,64 €	-526.321,04 €	-521.136,00 €	-516.388,87 €	-512.067,75 €
Alternativa 3A	-619.138,13 €	-608.057,77 €	-597.608,26 €	-587.766,77 €	-578.511,74 €	-569.822,82 €	-561.680,81 €	-554.067,56 €	-546.965,98 €	-540.359,93 €	-534.234,21 €	-528.574,48 €	-523.367,24 €	-518.599,78 €	-514.260,16 €
Alternativa 4A	-589.752,75 €	-579.198,28 €	-569.244,72 €	-559.870,32 €	-551.054,56 €	-542.778,03 €	-535.022,45 €	-527.770,55 €	-521.006,02 €	-514.713,50 €	-508.878,52 €	-503.487,41 €	-498.527,31 €	-493.986,13 €	-489.852,47 €

Incremento coste accidentalidad TRANVÍA	Año														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	545.766,39 €	532.706,32 €	520.402,81 €	508.821,87 €	497.931,49 €	487.701,50 €	478.103,48 €	469.110,65 €	460.697,79 €	452.841,15 €	445.518,36 €	438.708,38 €	432.391,38 €	426.548,74 €	421.162,91 €
Alternativa 2	570.684,84 €	557.028,48 €	544.163,22 €	532.053,52 €	520.665,91 €	509.968,85 €	499.932,60 €	490.529,18 €	481.732,21 €	473.516,85 €	465.859,72 €	458.738,81 €	452.133,39 €	446.023,99 €	440.392,26 €
Alternativa 3	592.829,53 €	578.643,25 €	565.278,76 €	552.699,16 €	540.869,68 €	529.757,52 €	519.331,84 €	509.563,53 €	500.425,20 €	491.891,05 €	483.936,80 €	476.539,57 €	469.677,84 €	463.331,37 €	457.481,10 €
Alternativa 4	567.911,07 €	554.321,09 €	541.518,35 €	529.467,51 €	518.135,25 €	507.490,18 €	497.502,72 €	488.145,00 €	479.390,78 €	471.215,35 €	463.595,44 €	456.509,14 €	449.935,83 €	443.856,12 €	438.251,76 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	625.842,20 €	610.865,94 €	596.757,23 €	583.477,11 €	570.988,88 €	559.257,93 €	548.251,67 €	537.939,40 €	528.292,19 €	519.282,80 €	510.885,60 €	503.076,45 €	495.832,61 €	489.132,73 €	482.956,68 €
Alternativa 2A	641.977,04 €	626.614,67 €	612.142,23 €	598.519,74 €	585.709,55 €	573.676,16 €	562.386,15 €	551.808,01 €	541.912,09 €	532.670,43 €	524.056,75 €	516.046,26 €	508.615,67 €	501.743,06 €	495.407,79 €
Alternativa 3A	664.121,72 €	648.229,44 €	633.257,77 €	619.165,38 €	605.913,31 €	593.464,84 €	581.785,38 €	570.842,36 €	560.605,08 €	551.044,64 €	542.133,82 €	533.847,02 €	526.160,12 €	519.050,44 €	512.496,64 €
Alternativa 4A	647.986,88 €	632.480,70 €	617.872,77 €	604.122,76 €	591.192,64 €	579.046,61 €	567.650,90 €	556.973,74 €	546.985,18 €	537.657,01 €	528.962,68 €	520.877,21 €	513.377,06 €	506.440,11 €	500.045,53 €

Reducción coste accidentalidad TOTAL	Año														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Alternativas sin extensión															
Alternativa 1	-288.282,61 €	-287.187,29 €	-286.138,29 €	-285.142,10 €	-284.204,72 €	-283.331,78 €	-282.528,52 €	-281.799,80 €	-281.150,19 €	-280.583,93 €	-280.105,01 €	-279.717,13 €	-279.423,78 €	-279.228,22 €	-279.133,51 €
Alternativa 2	-386.385,81 €	-383.978,31 €	-381.690,09 €	-379.525,89 €	-377.490,04 €	-375.586,60 €	-373.819,30 €	-372.191,61 €	-370.706,72 €	-369.367,62 €	-368.177,09 €	-367.137,69 €	-366.251,84 €	-365.521,79 €	-364.949,65 €
Alternativa 3	-290.951,95 €	-290.148,71 €	-289.373,82 €	-288.635,09 €	-287.939,80 €	-287.294,73 €	-286.706,22 €	-286.180,18 €	-285.722,15 €	-285.337,29 €	-285.030,43 €	-284.806,09 €	-284.668,51 €	-284.621,68 €	-284.669,32 €
Alternativa 4	-185.824,03 €	-186.437,29 €	-187.000,10 €	-187.522,17 €	-188.012,61 €	-188.479,93 €	-188.932,10 €	-189.376,61 €	-189.820,45 €	-190.270,17 €	-190.731,93 €	-191.211,50 €	-191.714,29 €	-192.245,38 €	-192.809,55 €
Alternativas con extensión															
Alternativa 1A	-246.071,21 €	-246.332,77 €	-246.561,04 €	-246.766,56 €	-246.959,21 €	-247.148,23 €	-247.342,26 €	-247.549,38 €	-247.777,18 €	-248.032,73 €	-248.322,69 €	-248.653,29 €	-249.030,38 €	-249.459,44 €	-249.945,62 €
Alternativa 2A	-352.958,02 €	-351.697,22 €	-350.488,25 €	-349.339,37 €	-348.258,29 €	-347.252,16 €	-346.327,69 €	-345.491,10 €	-344.748,22 €	-344.104,49 €	-343.564,98 €	-343.134,46 €	-342.817,39 €	-342.617,92 €	-342.540,00 €
Alternativa 3A	-257.524,17 €	-257.867,62 €	-258.171,97 €	-258.448,58 €	-258.708,04 €	-258.960,29 €	-259.214,60 €	-259.479,68 €	-259.763,65 €	-260.074,15 €	-260.418,32 €	-260.802,86 €	-261.234,06 €	-261.717,81 €	-262.259,67 €
Alternativa 4A	-143.612,63 €	-145.582,78 €	-147.422,84 €	-149.146,63 €	-150.767,10 €	-152.296,37 €	-153.745,85 €	-155.126,19 €	-156.447,43 €	-157.718,97 €	-158.949,61 €	-160.147,66 €	-161.320,89 €	-162.476,60 €	-163.621,67 €

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Anexo VII. Matriz Multicriterio

Zaragoza, 27 de mayo de 2016

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 7

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS 8

3. METODOLOGÍA 10

3.1. SELECCIÓN DE ASPECTOS Y PONDERACIÓN 10

3.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN 11

3.2.1. Aspectos cuantitativos 11

3.2.2. Aspectos cuaLitativos 12

4. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS 12

4.1. ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS 12

4.1.1. Rentabilidad financiera 12

4.1.2. Rentabilidad económico-social 13

4.1.3. Necesidad de renovación de infraestructuras 15

4.1.4. Complejidad renovación infraestructuras 17

4.2. ASPECTOS FUNCIONALES 18

4.2.1. Captación del corredor 18

4.2.2. Cobertura de población a 300 m y 500 m 19

4.2.3. Cobertura de equipamientos y centros de interés / Accesibilidad del sistema a los centros de actividad 20

4.2.4. Intermodalidad 23

4.2.5. Afecciones al actual sistema de transporte: Vehículo privado 24

4.2.6. Afecciones al actual sistema de transporte: Autobús 26

4.2.7. Afecciones al actual sistema de transporte: Taxi 27

4.2.8. Afecciones al actual sistema de transporte: Bicicleta 27

4.2.9. Afección al tráfico peatonal 28

4.2.10. Afecciones al actual sistema de transporte: tranvía 29

4.2.11. Afección a usuario 31

4.3. ASPECTOS DE INTEGRACIÓN 32

4.3.1. Reserva espacios 32

4.3.2. Oportunidad social 33

4.3.3. Afecciones al Planeamiento de otras Infraestructuras 34

4.3.4. Integración en la Planificación Urbanística 35

4.3.5. Carácter estructurante 36

4.3.6. Integración Urbana 37

4.4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES 37

4.4.1. Emisiones de NO_x 37

4.4.2. Emisiones de CO 38

4.4.3. Emisiones de PM10 38

4.4.4. Emisiones de CO_2 39

4.4.5. Nº de árboles afectados o con riesgo de ser afectados 39

4.4.6. Superficie de zonas ajardinadas afectadas 41

4.4.7. Afección a Bienes de Interés Cultural 42

4.4.8. Impacto en zonas con posible presencia de restos arqueológicos durante la construcción 43

5. MATRIZ MULTICRITERIO 43

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS 45

7. CONCLUSIONES 45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas 8
Ilustración 2. Avenida de Navarra E-O 15
Ilustración 3. Avenida de Navarra O-E 15
Ilustración 4. Avenida de Navarra E-O 15
Ilustración 5. Paseo de Pamplona 16
Ilustración 6. Estado interior cubrimiento río Huerva (1) 16
Ilustración 7. Estado interior cubrimiento río Huerva (2) 16
Ilustración 8. Calle del Coso 16
Ilustración 9. Plaza de San Miguel 16
Ilustración 10. Paseo de la Constitución 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas 8
Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4 9
Tabla 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 9
Tabla 4. Ponderación de campos de interés 10
Tabla 5. Aspectos, pesos y ponderaciones 10
Tabla 6. Escala de valoraciones cualitativas 12
Tabla 7. Rentabilidad económico – financiera por alternativas. Precio billete 0,90 € 12
Tabla 7. Rentabilidad económico – financiera por alternativas corregidas. Precio billete 0,90 € 13
Tabla 8. Valoración rentabilidad económico – financiera por alternativas. Precio billete 0,90 € 13
Tabla 9. Rentabilidad socio – económica por alternativas 14
Tabla 10. Valoración rentabilidad socio – económica 15
Tabla 11. Criterios de valoración. Necesidad de renovación de infraestructuras 15
Tabla 12. Tramos contemplados en comparativa de oportunidad de renovación 17
Tabla 13. Valoración oportunidad de renovación 17
Tabla 14. Escalas de valoración. Complejidad de renovación de infraestructuras 17
Tabla 15. Complejidad de renovación de infraestructuras por aspectos 17
Tabla 16. Valoración complejidad de renovación 18
Tabla 17. Demanda por alternativas 18
Tabla 18. Análisis de demanda por alternativas 19
Tabla 19. Valoración de la captación del corredor 19
Tabla 20. Cobertura de población a 300 m y 500 m de las paradas 19
Tabla 21. Valoración ponderada de cobertura de población 20
Tabla 22. Cobertura de equipamientos y centros de interés a 300 m de las paradas 21
Tabla 23. Cobertura de equipamientos y centros de interés a 500 m de las paradas 22
Tabla 24. Valoración ponderada de cobertura de equipamientos 23
Tabla 25. Valoración ponderada de intermodalidad 24
Tabla 26. Reducción uso del vehículo privado 24
Tabla 27. Valoración cuantitativa de reducción de uso vehículo privado 24
Tabla 28. Valoración cualitativa de afección vehículo privado 25
Tabla 29. Afección a accesos a garajes 25
Tabla 30. Valoración afección a accesos a garajes 26
Tabla 31. Ratio viajeros/km del bus urbano 26
Tabla 32. Valoración ratio viajero/km de bus urbano 26
Tabla 33. Valoración cualitativa de afección al bus urbano 27
Tabla 34. Valoración cualitativa de afección al taxi 27
Tabla 35. Valoración cualitativa de afección a la bicicleta 28
Tabla 36. Valoración cualitativa de afección al tráfico peatonal 29
Tabla 37. Demanda inducida en línea 1 del tranvía de Zaragoza 30

Tabla 38. Valoración demanda inducida en línea 1 30
Tabla 39. Valoración cualitativa de condicionantes técnicos L1 y L3 30
Tabla 40. Trasbordo bus-bus 31
Tabla 41. Valoración trasbordo bus-bus 31
Tabla 42. Trasbordo tranvía-tranvía 31
Tabla 43. Valoración trasbordo tranvía-tranvía 31
Tabla 44. Afección a reserva de espacios (m) 32
Tabla 45. Afección a reserva de espacios ponderada (m) 32
Tabla 46. Valoración reserva de espacios 33
Tabla 47. Valoración cualitativa de oportunidad social 34
Tabla 48. Valoración cualitativa de afección al PDBZ 35
Tabla 49. Superficie de zona verde calificada afectada 36
Tabla 50. Valoración de afección a zona verde calificada 36
Tabla 51. Valoración cualitativa de carácter estructurante 37
Tabla 52. Valoración cualitativa de integración urbana 37
Tabla 53. Reducción de emisiones de NOx 37
Tabla 54. Valoración reducción de emisiones NOx 38
Tabla 55. Reducción de emisiones de CO 38
Tabla 56. Valoración reducción de emisiones CO 38
Tabla 57. Reducción de emisiones de PM10 38
Tabla 58. Valoración de reducción de emisiones PM10 39
Tabla 59. Reducción de emisiones de CO_2 39
Tabla 60. Valoración reducción de emisiones CO_2 39
Tabla 61. Árboles afectados o con riesgo de ser afectados 40
Tabla 62. Valoración cualitativa de afección a arbolado 41
Tabla 63. Superficie de zona ajardinada afectada 41
Tabla 64. Valoración de zonas ajardinadas afectadas 41
Tabla 65. Valoración cualitativa de afección a BIC 42
Tabla 66. Valoración cualitativa de afección a restos arqueológicos 43
Tabla 67. Matriz multicriterio 44
Tabla 68. Resumen matriz multicriterio 45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valoración general aspectos cuantitativos Vmax/Pmax 11

Gráfico 2. Valoración general aspectos cuantitativos Vmin/Pmax 11

Gráfico 3. Valoración TIR financiera 13

Gráfico 4. Valoración TIR socio-económica 14

Gráfico 5. Valoración captación del corredor 19

Gráfico 6. Valoración de afección a zonas verdes calificadas 36

1. INTRODUCCIÓN

La matriz multicriterio es una herramienta de ayuda para la valoración y posterior selección de la mejor alternativa entre las diferentes alternativas evaluadas.

El análisis incorporan las variables que se han considerado relevantes al efecto en cuatro campos de interés:

ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS

ASPECTOS FUNCIONALES

ASPECTOS DE INTEGRACIÓN

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Cada uno de los criterios empleados ha sido valorado de manera independiente e integrado en una matriz con pesos y coeficientes de ponderación para alcanzar una valoración uniforme que permita la comparación entre ellas.

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos.

Las alternativas analizadas son las siguientes:

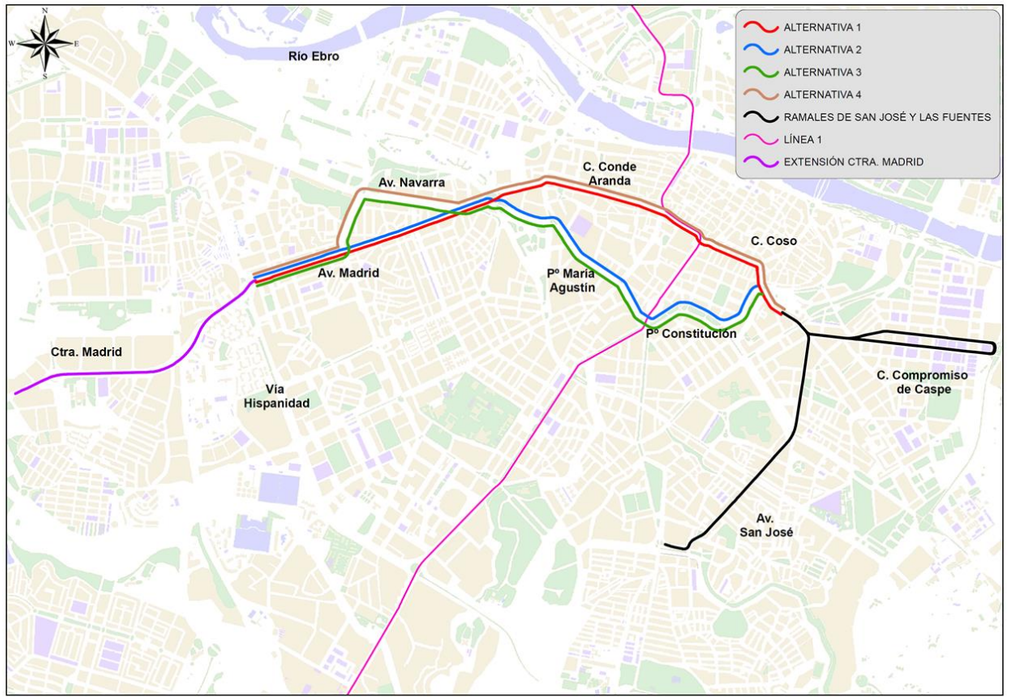


Ilustración 1. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa		Itinerario	Longitud en operación (km)	Nº paradas
Abreviatura	Descripción			
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 – Pº 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-IIa) 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	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-IIa) 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-IIa) 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

Para cada una de estas alternativas se ha evaluado la demanda prevista, que 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. Los resultados de demanda obtenidos para cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4

ALTERNATIVAS	DEMANDA AÑO 4 (trayectos/año)				RECORRIDOS (km/año)			
	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación Actual								
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	0	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-
Alternativas sin extensión								
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	29.411.382	15.725.565	888.879.472	15.194.531	1.337.213	855.495
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	30.801.916	17.808.659	885.886.516	15.031.913	1.337.213	894.555
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	30.073.088	18.480.734	888.308.792	15.017.215	1.337.213	929.267
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	28.583.309	16.522.918	891.520.077	15.180.842	1.337.213	890.207
Alternativas con extensión								
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	29.458.464	16.855.143	887.671.523	15.194.531	1.337.213	981.015
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	30.848.997	18.938.238	884.678.566	15.031.913	1.337.213	1.006.306
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.041.018
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	28.630.390	17.652.496	890.312.127	15.180.842	1.337.213	1.015.727

Debe indicarse que los km/año recorridos por el bus urbano reflejados en las tablas anteriores recogen un 5% adicional respecto a los resultados obtenidos del modelo de demanda a fin de considerar, de forma conservadora, posibles rutas adicionales, modificaciones de líneas o modificaciones de frecuencias sobre las contempladas en el modelo de demanda. Asimismo, los datos correspondientes a trayectos/año del vehículo privado son el resultado de la aplicación de una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo[1].

Para la realización del estudio se ha propuesto un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años desde la puesta en funcionamiento de la línea, con un crecimiento por coeficientes "ramp-up"[2] de 80%-87%-94%-100% durante el citado periodo. 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 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda calculada
Año 1		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%

[1] Fuente: Servicio Movilidad Urbana. Ayuntamiento de Zaragoza.

[2] 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%

3. METODOLOGÍA

3.1. SELECCIÓN DE ASPECTOS Y PONDERACIÓN

Se han seleccionado un total de 34 aspectos característicos para la comparación entre alternativas, tanto cualitativos como cuantitativos, que han sido agrupados en los anteriormente citados cuatro campos de interés.

Cada uno de los aspectos se ha valorado sobre una escala de 1 a 10, asignándole posteriormente un peso dentro de su grupo. El peso total del grupo, antes de ponderar, se ha considerado de 100. Posteriormente, cada uno de estos campos se la ha ponderado con el siguiente peso relativo:

Tabla 4. Ponderación de campos de interés

Campos de interés	Ponderación
Aspectos económicos y socioeconómicos	40%
Aspectos funcionales	30%
Aspectos de integración	15%
Aspectos medioambientales	15%

A continuación se incluye la tabla resumen de los aspectos valorados, así como los pesos y ponderaciones:

Tabla 5. Aspectos, pesos y ponderaciones

ASPECTOS			CARÁCTER	PONDERACIÓN	PESO
ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS					
Rentabilidad financiera			Cuantitativo	**40,0%**	**40**
Rentabilidad económico-social			Cuantitativo		**40**
Necesidad de renovación de infraestructuras			Cualitativo		**10**
Complejidad renovación infraestructras			Cualitativo		**10**
ASPECTOS FUNCIONALES					
Captación del corredor			Cuantitativo	**30,0%**	**7**
Cobertura de población a 300 m y 500 m de parada			Cuantitativo		**2**
Cobertura de equipamientos y centros de interés a 300 m y 500 m de parada			Cualitativo		**2**
Puntos de intermodalidad			Cualitativo		**4**
Afecciones al actual sistema de transporte	Vehículo privado	Reducción de tráfico a nivel ciudad	Cuantitativo		**7**
		Reducción de tráfico en el centro de la ciudad, complejidad de reordenación de accesos al centro, puesta en funcionamiento de infraestructuras planificadas y reordenación del tráfico en vías principales	Cualitativo		**7**
		Afección a accesos a garajes y estacionamientos	Cuantitativo		**4**
	Autobús	Ratio viajeros/km de la red de bus urbano	Cuantitativo		**8**
		Complejidad reordenación, dotación de transporte público al centro, intermodalidad con L1 y L2	Cualitativo		**8**
	Taxi	Paradas a reubicar, giros suprimidos o comprometidos, longitud carril reservado afectado	Cualitativo		**5**
	Bicicleta	Dotación de carril bici asociado a L2	Cualitativo		**6**
	Peatón	Afección al tráfico peatonal	Cualitativo		**19**
	Tranvía	Demanda inducida en L1	Cuantitativo		**6**
		Condicionantes de técnicos de explotación	Cualitativo		**9**
Afección usuario	Trasbordo bus	% trasbordo bus-bus	Cuantitativo		**3**
	Trasbordo tranvía	% trasbordo tranvía-tranvía	Cuantitativo		**3**
ASPECTOS DE INTEGRACIÓN					
Afección a reserva de espacios			Cuantitativo	**15,0%**	**25**
Oportunidad social generada por la implantación del tranvía			Cualitativo		**10**
Afecciones al planeamiento de infraestructuras			Cualitativo		**20**
Integración en la planificación urbanística			Cuantitativo		**10**
Carácter estructurante			Cualitativo		**25**
Integración urbana			Cualitativo		**10**
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES					
Emisiones		Reducción de emisiones de NOx	Cuantitativo	**15,0%**	**10**
		Reducción de emisiones de CO	Cuantitativo		**10**
		Reducción de emisiones de PM10	Cuantitativo		**10**
		Reducción de emisiones de CO2	Cuantitativo		**10**
Arbolados y Zonas Verdes		Nº de árboles afectados o con riesgo de ser afectados	Cualitativo		**15**
		m^2 de zonas ajardinadas afectadas	Cuantitativo		**15**
Patrimonio Cultural		BICs afectados directamente	Cualitativo		**10**
		Impacto en zonas con posible presencia de restos arqueológicos durante la construcción	Cualitativo		**20**

En los apartados siguientes se describe y analiza cada uno de estos criterios de forma detallada.

3.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Se describe a continuación la metodología general aplicada para la valoración de los aspectos tanto cuantitativos como cualitativos.

3.2.1. ASPECTOS CUANTITATIVOS

A fin de aplicar un criterio homogéneo en el que se tenga en cuenta la dispersión de los valores, es decir que valores poco dispersos obtengan puntuaciones poco dispersas, y viceversa, se ha establecido como fórmula general de aplicación la siguiente:

– Si a mayor valor cuantitativo, mejor es la alternativa, se establece la siguiente recta:

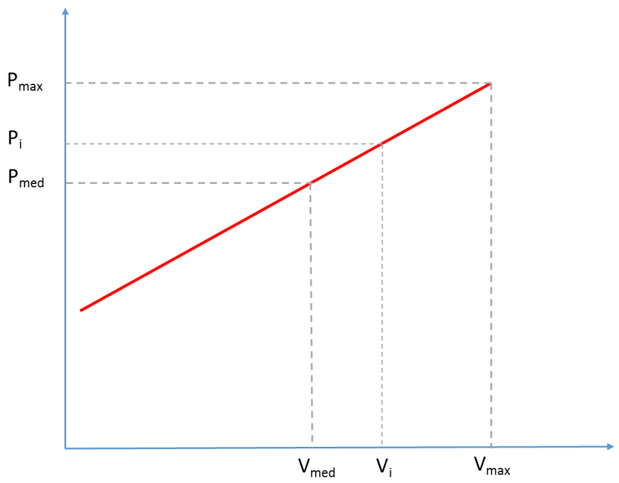


Gráfico 1. Valoración general aspectos cuantitativos Vmax/Pmax

Siendo:

V_{max} = máximo de la muestra

V_{med} = media de la muestra

V_i = valor de la muestra

IP = Índice de Pearson = media / desviación típica de la muestra

P_{max} = puntuación máxima = 10

P_{med} = puntuación del valor medio = $P_{max} \cdot (1 - 1{,}2 \cdot IP) = 10 \cdot (1 - 1{,}2 \cdot IP)$

P_i = puntuación del valor Vi = Vi

– Si a menor valor cuantitativo, mejor es la alternativa, se establece la siguiente recta:

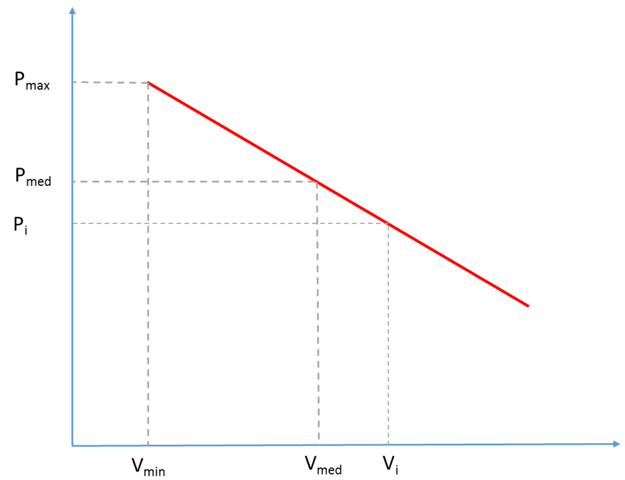


Gráfico 2. Valoración general aspectos cuantitativos Vmin/Pmax

Siendo:

V_{min} = valor mínimo de la muestra

V_{med} = media de la muestra

V_i = valor de la muestra

IP = Índice de Pearson = media / desviación típica de la muestra

P_{max} = puntuación máxima = 10

P_{med} = puntuación del valor medio = $P_{max} \cdot (1 - 1{,}2 \cdot IP) = 10 \cdot (1 - 1{,}2 \cdot IP)$

P_i = puntuación del valor Vi = Vi

Sobre este sistema de puntuación debe indicarse que:

- La muestra es muy reducida (8 valores), por lo que se considera que la fórmula es válida siempre que el coeficiente de Pearson sea inferior al 35%, es decir que la media se considere un valor representativo de la muestra. Para coeficientes mayores, se efectúa un método de valoración individualizado y adecuado al aspecto valorado y los valores de la muestra.
- Existen aspectos que, por su propia naturaleza, también requieren el establecimiento de un sistema de puntuación individualizado.
- En ambos casos, se describe el sistema aplicado en el epígrafe correspondiente.

3.2.2. ASPECTOS CUALITATIVOS

Para los aspectos cualitativos, se ha establecido la siguiente escala de valoraciones de aplicación general:

Tabla 6. Escala de valoraciones cualitativas

0	Muy negativo - Negativo	2
2	Negativo - Neutro	4
4	Neutro - Moderadamente positivo	6
6	Moderadamente positivo - Positivo	8
8	Positivo - Óptimo	10

Al igual que en el caso de los aspectos cuantitativos, existen aspectos cualitativos que, por su propia naturaleza, también requieren el establecimiento de un sistema de puntuación individualizado, que se describe adecuadamente en el epígrafe correspondiente.

4. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

4.1. ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS

4.1.1. RENTABILIDAD FINANCIERA

La **rentabilidad económico-financiera del proyecto** se evalúa, mediante el método de descuento de flujos de fondos, comparando sus ingresos futuros con los costes que supondrá su ejecución. La rentabilidad se obtiene calculando el valor actual de estos flujos de fondos futuros descontándolos a una tasa que refleja el coste de capital aportado (tasa de descuento). Para la evaluación de la rentabilidad económico-financiera del proyecto se ha calculado la TIR para un precio de billete de 0,90€. A partir de ambos parámetros, evaluados para las ocho alternativas analizadas, los resultados han sido los siguientes:

Tabla 7. Rentabilidad económico – financiera por alternativas. Precio billete 0,90 €

ALTERNATIVA	TIR financiera Precio billete 0,90 €
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	0,35%
Alternativa 2	1,80%
Alternativa 3	2,03%
Alternativa 4	0,72%
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	0,21%
Alternativa 2A	1,59%
Alternativa 3A	1,81%
Alternativa 4A	0,58%

La rentabilidad económico-financiera está directamente relacionada con los ingresos por billetaje y, por tanto, por la demanda de la alternativa. Como ya se ha indicado en la memoria del documento, así como en el Anexo I. Estudio de Demanda, existe sensibilidad del modelo por a la futura reordenación de bus urbano, por lo que, a fin de no favorecer ni penalizar alternativas, se ha corregido la TIR financiera para su evaluación en la matriz multicriterio con un tercio de la sensibilidad aportada sobre la TIR por la reordenación de bus urbano, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 8. Rentabilidad económico – financiera por alternativas corregidas. Precio billete 0,90 €

ALTERNATIVA	TIR financiera corregida
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	0,25%
Alternativa 2	1,29%
Alternativa 3	1,38%
Alternativa 4	0,47%
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	0,12%
Alternativa 2A	1,10%
Alternativa 3A	1,19%
Alternativa 4A	0,33%

Respecto al sistema de puntuación, éste es uno de los criterios que requiere de una metodología individualizada. Se ha considerado que, dentro del sistema de puntuación de 0 a 10, debe establecerse un sistema puntuación lineal de doble pendiente, donde se asignan 0 puntos a una rentabilidad socio-económica del 0%, 3 puntos a una TIR igual al interés ofrecido por las obligaciones del Estado a 30 años (actualmente 2,65%) y 10 puntos a una TIR igual al doble del interés ofrecido por las obligaciones del Estado a 30 años.

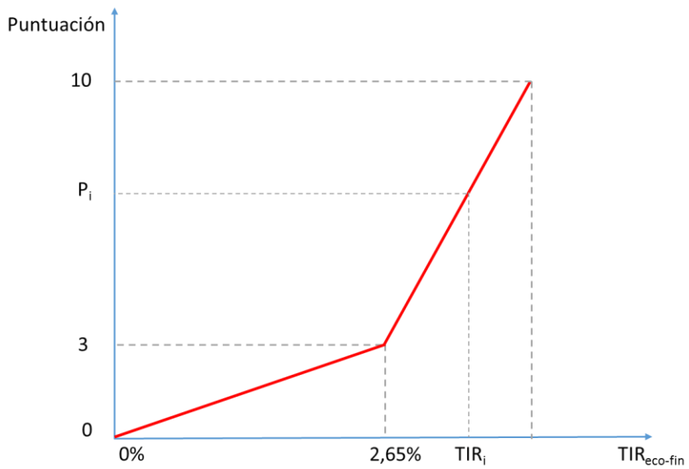


Gráfico 3. Valoración TIR financiera

De acuerdo con este sistema, la puntuación del aspecto TIR financiera para cada alternativa es la siguiente:

Tabla 9. Valoración rentabilidad económico – financiera por alternativas. Precio billete 0,90 €

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	0,29
Alternativa 2	1,46
Alternativa 3	1,56
Alternativa 4	0,53
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	0,13
Alternativa 2A	1,25
Alternativa 3A	1,34
Alternativa 4A	0,37

4.1.2. RENTABILIDAD ECONÓMICO-SOCIAL

La rentabilidad socio-económica mide el aporte neto del proyecto al conjunto de la sociedad. Se mide, por tanto, la situación diferencial 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 costes y beneficios para la colectividad. Esta metodología, 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.

El resultado del análisis socio-económico de las diferentes alternativas es el siguiente:

Tabla 10. Rentabilidad socio – económica por alternativas

ALTERNATIVA	TIR Socioeconómica
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	4,46%
Alternativa 2	4,87%
Alternativa 3	4,79%
Alternativa 4	4,48%
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	3,44%
Alternativa 2A	3,78%
Alternativa 3A	3,73%
Alternativa 4A	3,48%

Respecto al sistema de puntuación, éste es el segundo de los criterios que requiere de una metodología individualizada. De acuerdo con la Comisión Europea la tasa de descuento social a emplear es del 3% -3,5% 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 2014-2020[3]. Por lo tanto, la tasa interna de rentabilidad objetivo de esta evaluación socio-económica es como mínimo el 3% -3,5%, priorizando aquellas alternativas que la alcancen.

Es por tanto que para la evaluación de alternativas se propone un sistema puntuación lineal de doble pendiente, donde se asignan 0 puntos a una rentabilidad socio-económica del 0%, 3 puntos a una rentabilidad del 3% y 10 puntos a la máxima rentabilidad obtenida.

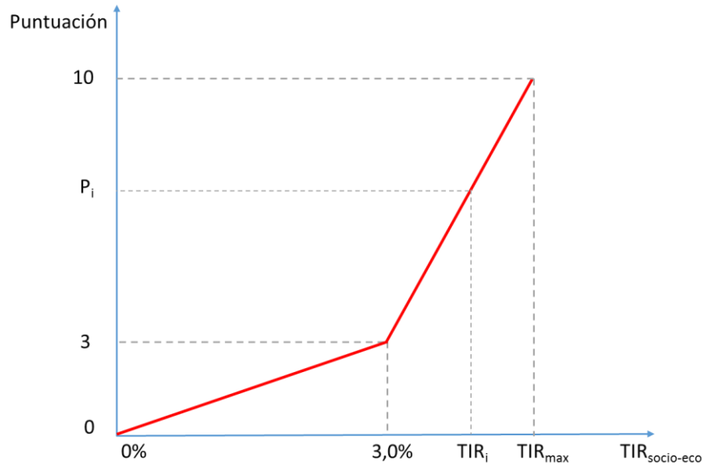


Gráfico 4. Valoración TIR socio-económica

De acuerdo con este sistema de valoración, la puntuación de las diferentes alternativas es como sigue:

[3] 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.

Tabla 11. Valoración rentabilidad socio – económica

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	8,47
Alternativa 2	10,00
Alternativa 3	9,70
Alternativa 4	8,53
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	4,66
Alternativa 2A	5,92
Alternativa 3A	5,72
Alternativa 4A	4,80

4.1.3. NECESIDAD DE RENOVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

Se trata en este caso de un criterio de carácter cualitativo que pretende evaluar la oportunidad que ofrece la implantación de cada alternativa para llevar a cabo la de renovación de infraestructuras básicas de la ciudad que actualmente necesitarían una renovación.

Para ello, se ha establecido, en coherencia con la escala general de valoración cualitativa, la siguiente escala aplicable al caso concreto:

Tabla 12. Criterios de valoración. Necesidad de renovación de infraestructuras

0	Renovación no recomendada	2
2	Renovación innecesaria	4
4	Neutro	6
6	Renovación necesaria	8
8	Renovación muy recomendable	10

En la zona oeste se considera muy recomendable la renovación de los servicios y pavimentación de la Avenida de Navarra (alternativas 3 y 4) mientras que no es tan necesaria en la calle Rioja.

Ilustración 2. Avenida de Navarra E-O

Ilustración 3. Avenida de Navarra O-E

Ilustración 4. Avenida de Navarra E-O

Por el contrario, se deberían penalizar las alternativas 1 y 2 al obligar a la renovación de la avenida de Madrid entre las calles Rioja y Navas de Tolosa[4] cuando toda la Avenida de Madrid se ha renovado relativamente de forma reciente y se encuentra en buen estado.

Finalmente se valora positivamente en las alternativas con extensión 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.

[4] Se trata de comparar las alternativas entre sí, debido a este motivo, no se hace referencia a los tramos comunes a todas las alternativas. En este caso, por ejemplo, a la avenida de Madrid entre Los Enlaces y la calle Rioja.

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 (Alternativas 2 y 3).

Ilustración 5. Paseo de Pamplona

En concreto, para la estructura del Huerva existe un informe elaborado por A.T.I.C.A. en el Año 1997 que, además de alertar sobre el deficiente estado de conservación de la estructura, establece una limitación funcional en cuanto al paso de tráfico sobre esta estructura derivado del déficit resistente frente a las solicitaciones requeridas por la normativa vigente.

Ilustración 6. Estado interior cubrimiento río Huerva (1)

Ilustración 7. Estado interior cubrimiento río Huerva (2)

Por el contrario, las alternativas 2 y 3 presentan el inconveniente de afectar a la plaza Basilio Paraíso, cuyo entorno ya fue fuertemente modificado con la implantación de la Línea 1 de tranvía.

Por su parte, las alternativas 1 y 4 tienen a su favor la posibilidad de renovación de la calle del Coso y de la plaza San Miguel donde se podría aplicar un tratamiento similar al ya efectuado en el tramo del coso renovado por la Línea 1.

Ilustración 8. Calle del Coso

En la plaza de San Miguel, no sólo se renovaría la pavimentación de aceras y calzadas, sino que también se ganaría espacio peatonal mejorando la precepción de la plaza como entorno peatonal.

Ilustración 9. Plaza de San Miguel

La plaza San Miguel es un punto de conexión importante norte-sur, de unión de los barrios de San José y las Fuentes con la zona centro. La renovación generará la oportunidad de restricción a la circulación rodada al perímetro de la Plaza, reservando la zona central para el peatón y el paso del tranvía en diagonal al espacio.

En sentido contrario las alternativas 1 y 4 se ven penalizadas por afectar a la calle del Conde Aranda (cuyo estado puede considerarse aceptable ya que fue renovada íntegramente de forma relativamente reciente) y sobre todo, por afectar a la Plaza de España, zona que, al igual que pasa con la plaza de Basilio Paraíso, ya fue reformada con la implantación de la Línea 1 de tranvía.

Finalmente debemos indicar que respecto a la zona este de las alternativas no se realiza ninguna valoración ya que no establecen diferencias entre las distintas alternativas analizadas.

Por tanto, los tramos considerados en la evaluación de cada alternativa son los siguientes:

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se considera que todas las alternativas suponen una oportunidad de renovación que puede clasificarse entre neutra, para aquellas en las que las ventajas se compensan con los inconvenientes, y muy recomendable para aquellas en que los aspectos positivos son claramente mayores que la afección a zonas ya remodeladas o en buen estado.

Tabla 13. Tramos contemplados en comparativa de oportunidad de renovación

ALTERNATIVA	Los Enlaces	Avda. Madrid tramo 2	Rioja	Avda. Navarra	Pº Pamplona - Pº María Agustín	Pza. Paraíso	Constitución	Conde Aranda	Pza. España	Coso	Pza. San Miguel
Alternativas sin extensión											
Alternativa 1		X						X	X	X	X
Alternativa 2		X			X	X	X				
Alternativa 3			X	X	X	X	X				
Alternativa 4			X	X				X	X	X	X
Alternativas con extensión											
Alternativa 1A	X	X						X	X	X	X
Alternativa 2A	X	X			X	X	X				
Alternativa 3A	X		X	X	X	X	X				
Alternativa 4A	X		X	X				X	X	X	X

Por todo ello, se ha adoptado la siguiente valoración de las diferentes alternativas para este criterio:

Tabla 14. Valoración oportunidad de renovación

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	4,00
Alternativa 2	4,00
Alternativa 3	8,00
Alternativa 4	8,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	5,00
Alternativa 2A	5,00
Alternativa 3A	9,00
Alternativa 4A	9,00

4.1.4. COMPLEJIDAD RENOVACIÓN INFRAESTRUCTURAS

También en este caso se trata de un criterio de carácter cualitativo que evalúa la complejidad de ejecución de las diferentes actuaciones incluidas en cada una de las alternativas. Dicha dificultades pueden suponer no sólo incertidumbre en plazo y costo, sino también mayores afecciones al tráfico peatonal durante las obras, mayor necesidad de desvío provisionales para vehículos privados y de transporte público, etc.

Se ha establecido la siguiente escala de valoración:

Tabla 15. Escalas de valoración. Complejidad de renovación de infraestructuras

0	Muy compleja - Compleja	3
3	Compleja - Poco Complejas	6
6	Poco Complejas -Sin complejidad	10

Se han valorado distintos aspectos relacionados con los servicios afectados tales como zonas de alta concentración en mecanismos y valvulería en abastecimiento; tramos en los que los pozos de saneamiento se encuentran a más de 4 metros de profundidad y tramos en los que al saneamiento coincide con instalaciones de telecomunciaciones; centrales de telecomunicaciones afectadas por cada alternativa y afección a líneas de alta tensión y centros de transformación, etc.

También se ha tenido en cuenta la incertidumbre en las obras de restauración del cubrimiento del Huerva, ya que la solución finalmente adoptada podrá ir desde la aplicación desde el interior de resinas químicas a la sustitución completa del cubrimiento existente.

Tabla 16. Complejidad de renovación de infraestructuras por aspectos

ALTERNATIVA	Cubrimiento Huerva	Abastecimiento	Saneamiento	Telefonía	Alta tensión
Alternativas sin extensión					
Alternativa 1					
Alternativa 2					
Alternativa 3					
Alternativa 4					
Alternativas con extensión					
Alternativa 1A					
Alternativa 2A					
Alternativa 3A					
Alternativa 4A					

Todas las alternativas son igualmente complejas desde el punto de vista de vista de afección al abastecimiento ya que todas ellas afectan a un número similar de zonas de concentración de valvulería por lo que no deben establecerse grandes diferencias entre las alternativas debido a este servicio.

Sin embargo, la existencia de grandes conducciones de alta tensión en el eje Pº Pamplona, Pº María Agustín hace que deban valorarse como más complejas las alternativas 2 y 3. Este aspecto se une al ya comentado de la necesidad de acometer el cubrimiento del río Huerva.

Si bien todas las alternativas afectan a una longitud similar de saneamiento profundo, es decir que este servicio tampoco establece grandes diferencias entre alternativas, lo cierto es que la alternativa 4 es algo peor en este aspecto al afectar más longitud de este servicio en la Avenida de Madrid.

En base a estas consideraciones, la valoración de las diferentes alternativas para este aspecto es la siguiente:

Tabla 17. Valoración complejidad de renovación

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,00
Alternativa 2	4,00
Alternativa 3	4,00
Alternativa 4	5,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	6,00
Alternativa 2A	4,00
Alternativa 3A	4,00
Alternativa 4A	5,00

4.2. ASPECTOS FUNCIONALES

4.2.1. CAPTACIÓN DEL CORREDOR

En este aspecto se valora el margen de diferencia, medido en porcentaje, que existe entre la demanda prevista para cada alternativa y la demanda mínima que garantiza una TIR socio-económica positiva con precio de billete 0,90 €.

De acuerdo con los resultados del estudio de demanda efectuado (ver anexo I), la captación de cada una de las alternativas, evaluada en viajeros/año, es la siguiente:

Tabla 18. Demanda por alternativas

ALTERNATIVA	Trayectos/año
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	15.725.565
Alternativa 2	17.808.659
Alternativa 3	18.480.734
Alternativa 4	16.522.918
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	16.855.143
Alternativa 2A	18.938.238
Alternativa 3A	19.610.312
Alternativa 4A	17.652.496

Para realizar la valoración cuantitativa, en primer lugar se ha realizado una corrección de la demanda acorde con su sensibilidad frente a la reordenación del bus urbano, a fin de no favorecer ni penalizar alternativas por este factor. Posteriormente, para cada una de ellas se ha calculado la demanda mínima que proporciona una TIR socio-económica del 0%, calculando el porcentaje de holgura de la demanda corregida sobre el mínimo.

Tabla 19. Análisis de demanda por alternativas

ALTERNATIVA	Trayectos/año corregidos	Demanda mínima TIRsocio=0%	Diferencia Trayectos/año	Diferencia %
Alternativas sin extensión				
Alternativa 1	15.584.168	15.250.000	334.168	2,14%
Alternativa 2	17.006.621	15.050.000	1.956.621	11,51%
Alternativa 3	17.441.853	15.300.000	2.141.853	12,28%
Alternativa 4	16.134.067	15.450.000	684.067	4,24%
Alternativas con extensión				
Alternativa 1A	16.713.746	16.550.000	163.746	0,98%
Alternativa 2A	18.136.199	16.400.000	1.736.199	9,57%
Alternativa 3A	18.571.431	16.600.000	1.971.431	10,62%
Alternativa 4A	17.263.645	16.750.000	513.645	2,98%

Dado que el índice de Pearson es del 68,4% (superior al máximo del 35% para aplicación del criterio general), se establece una fórmula lineal en la que se asigna 0 puntos a un margen del 0% y 10 puntos al margen máximo.

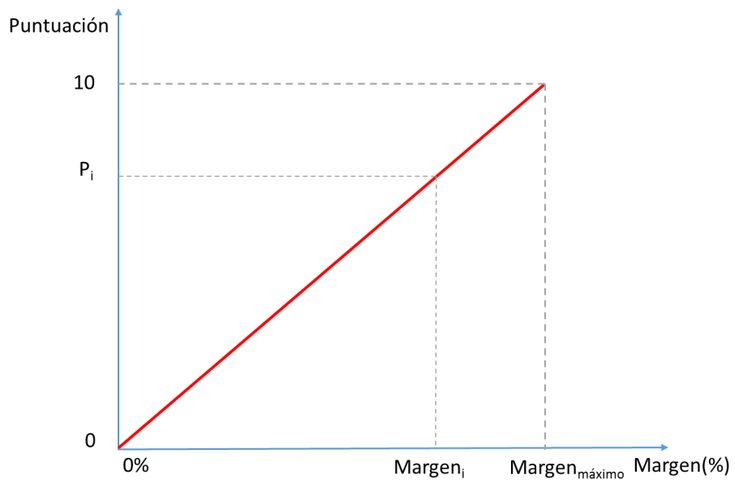


Gráfico 5. Valoración captación del corredor

De acuerdo con la fórmula expuesta, la valoración de cada alternativa es la siguiente:

Tabla 20. Valoración de la captación del corredor

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	1,75
Alternativa 2	9,37
Alternativa 3	10,00
Alternativa 4	3,45
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	0,80
Alternativa 2A	7,80
Alternativa 3A	8,64
Alternativa 4A	2,42

4.2.2. COBERTURA DE POBLACIÓN A 300 M Y 500 M

Además de la captación de la futura línea Este-Oeste de Zaragoza, se ha efectuado un análisis de la población situada a 300 y a 500 m de las paradas.

Tabla 21. Cobertura de población a 300 m y 500 m de las paradas

ALTERNATIVA	Cobertura población	
	300 m	500 m
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	161.908	255.241
Alternativa 2	152.285	258.437
Alternativa 3	147.765	255.132
Alternativa 4	156.406	250.783
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	165.523	261.696
Alternativa 2A	155.900	264.892
Alternativa 3A	151.380	261.587
Alternativa 4A	160.021	257.238

Dado que el índice de Pearson de la cobertura de población, tanto a 300 m como a 500 m es inferior al 35% (3,8% y 1,75% respectivamente), se ha aplicado la fórmula general a cada uno de los aspectos, ponderando posteriormente las valoraciones (75% la cobertura a 300 m y 25% la cobertura a 500 m), obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 22. Valoración ponderada de cobertura de población

ALTERNATIVA	Puntuación 300 m	Puntuación 500 m	Puntuación Ponderada
Alternativas sin extensión	**75%**	**25%**	
Alternativa 1	9,82	9,70	9,79
Alternativa 2	9,34	9,80	9,46
Alternativa 3	9,12	9,70	9,26
Alternativa 4	9,55	9,56	9,55
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	10,00	9,90	9,98
Alternativa 2A	9,52	10,00	9,64
Alternativa 3A	9,30	9,90	9,45
Alternativa 4A	9,73	9,76	9,74

4.2.3. COBERTURA DE EQUIPAMIENTOS Y CENTROS DE INTERÉS / ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA A LOS CENTROS DE ACTIVIDAD

Al igual que sucede en el caso anterior, se ha efectuado un análisis de los equipamientos y centros de interés situados a 300 m y a 500 m de las paradas de cada una de las alternativas.

Dentro de los centros de interés, se ha establecido los siguientes grupos según nivel de importancia:

- Nivel 1: Centros de Administración, hospitales, centros de especialidades
- Nivel 2: Centros comerciales, colegios, centros cívicos, instalaciones deportivas y museos
- Nivel 3: mercados

Como puede observarse en las tablas adjuntas las alternativas sin extensión que presentan mejor cobertura a 300 m son las alternativas 3 y 2. La extensión mejora ligeramente la conexión con equipamientos y centros de interés, siendo también las mejores alternativas las 3A y 2A. La cobertura de equipamientos y centros de interés situados a 500 m son muy similares entre todas las alternativas, siendo ligeramente mejor en el caso de las alternativas con extensión.

Tabla 23. Cobertura de equipamientos y centros de interés a 300 m de las paradas

ALTERNATIVA	Equipamientos y centros de interés a 300 m								
	Administración	Hospitales	Centros de especialidades	Colegios	Centros comerciales	Mercados	Centros cívicos	Instalaciones deportivas	Museos
Alternativas sin extensión									
Alternativa 1	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social	-	-	38	Puerta Cinegia, ECI Independencia	24	Salvador Allende	5	8
Alternativa 2	Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	Ntra. Sra. de Gracia	C.E. Ramón y Cajal	37	Caracol, ECI Sagasta	25	Salvador Allende	4	5
Alternativa 3	Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	Ntra. Sra. de Gracia	C.E. Ramón y Cajal, C.E. Delicias	38	Caracol, ECI Sagasta	23	Delicias, Salvador Allende	4	5
Alternativa 4	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli,Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social	-	C.E. Delicias	39	Puerta Cinegia, ECI Independencia	22	Delicias, Salvador Allende	5	8
Alternativas con extensión									
Alternativa 1A	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social	-	C.E. Inocencio Jimenez	43	Puerta Cinegia, ECI Independencia, Alcampo Los Enlaces	24	Delicias, Salvador Allende	5	8
Alternativa 2A	Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	Ntra. Sra. de Gracia	C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez	42	Caracol, ECI Sagasta, Alcampo Los Enlaces	25	Delicias, Salvador Allende	4	5
Alternativa 3A	Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	Ntra. Sra. de Gracia	C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	43	Caracol, ECI Sagasta, Alcampo Los Enlaces	23	Delicias, Salvador Allende	4	5
Alternativa 4A	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli,Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social	-	C.E. Inocencio Jimenez, C.E. Delicias	44	Puerta Cinegia, ECI Independencia, Alcampo Los Enlaces	22	Delicias, Salvador Allende	5	8

Tabla 24. Cobertura de equipamientos y centros de interés a 500 m de las paradas

ALTERNATIVA	Equipamientos y centros de interés a 500 m								
	Administración	Hospitales	Centros de especialidades	Colegios	Centros comerciales	Mercados	Centros cívicos	Instalaciones deportivas	Museos
Alternativas sin extensión									
Alternativa 1	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Delegación del Gobierno en Aragón, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza.	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	68	Puerta Cinegia, ECI Independencia, Caracol, Alcampo Utrillas	37	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	12	16
Alternativa 2	Sede Dpto Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Delegación del Gobierno en Aragón, Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Seguridad Social, Dirección provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza, Confederación Hidrogáfica del Ebro	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	67	Caracol, Alcampo Utrillas, ECI Independencia, ECI Sagasta	41	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	10	10
Alternativa 3	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Seguridad Social, Dirección provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza, Confederación Hidrogáfica del Ebro	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	66	Caracol, Alcampo Utrillas, ECI Independencia, ECI Sagasta	41	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	10	11
Alternativa 4	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Delegación Gobierno en Aragón, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	67	Puerta Cinegia, Alcampo Utrillas, ECI Independencia, Caracol	37	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	12	17
Alternativas con extensión									
Alternativa 1A	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Delegación del Gobierno en Aragón del Ministerio de Hacienda y Admon Pública, Dirección provincial del Servicio Público de Empleo Estatal , Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. InoC.E.ncio Jiménez, C.E. Delicias,	73	Puerta Cinegia, ECI Independencia, Caracol, Alcampo Utrillas, Alcampo Los Enlaces	37	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	14	16
Alternativa 2A	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social,Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza,Confederación Hidrogáfica del Ebro	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	72	Caracol, Utrillas, CI Independencia, CI Sagasta, Alcampo Los Enlaces	41	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	12	10
Alternativa 3A	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Oficina Central de la Seguridad Social,Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza, Confederación Hidrogáfica del Ebro	San Juan de Dios, Nuestr Sra de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	71	Caracol, Alcampo Utrillas, ECI Independencia, ECI Sagasta, Alcampo	41	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	12	11
Alternativa 4A	Sede Dpto. Agricultura Ganadería y Medio Ambiente DGA, Diputación Provincial de Zaragoza, Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli, Delegación Gobierno, Dirección Provincial de la Tesorería General de la Oficina Central de la Seguridad Social, Dirección Provincial del Servicio Público de Empleo Estatal, Gerencia del Catastro de Aragón en Zaragoza, Delegación Especial de la Agencia Tributaria de Aragón en Zaragoza	San Juan de Dios, Ntra. Sra. de Gracia	C.E. San José, C.E. Ramón y Cajal, C.E. Inocencio Jiménez, C.E. Delicias	72	Puerta Cinegia, Alcampo Utrillas, ECI Independencia, Caracol, Alcampo Utrillas	37	Delicias, Salvador Allende, Teodoro Sánchez, Torrero	14	17

De acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa de alternativas, teniendo en consideración que la cobertura a 300 m tiene más relevancia que a 500 m, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 25. Valoración ponderada de cobertura de equipamientos

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,00
Alternativa 2	7,00
Alternativa 3	9,00
Alternativa 4	7,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	7,00
Alternativa 2A	9,00
Alternativa 3A	10,00
Alternativa 4A	8,00

4.2.4. INTERMODALIDAD

Si bien los criterios de definición de la línea 2 son homogéneos en lo que a objetivos de intermodalidad se refiere, cada una de las alternativas presenta diferentes características, ventajas e inconvenientes, analizadas a continuación.

Todas las alternativas garantizan la **intermodalidad con la línea 1 del tranvía** de Zaragoza. En el caso de las alternativas 1, 1A, 4 y 4A, el intercambio se realiza entre las paradas de Conde Aranda (L2) – César Augusto (L1) y Plaza de España (L1) – Plaza de España/Coso (L2). En las alternativas 2, 2A, 3 y 3A el intercambio de líneas se genera entre las paradas Pza. Aragón (L1) – Pº Constitución (L2).

Sólo las alternativas 3, 3A, 4 y 4A que discurren por la calle Rioja y la Avenida de Navarra proporcionan conectividad con la **Estación Intermodal de Delicias.**

Respecto al **autobús urbano**, si bien la reordenación 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, las alternativas 1, 1A, 4 y 4A generan puntos de intermodalidad en el entorno de la Plaza del Portillo, trasladándose al entorno del Edificio Pignatelli en las alternativas 2, 2A, 3 y 3A
- En el caso de las alternativas 2, 2A, 3 y 3A se mantiene el nodo de la Puerta del Carmen como punto de conexión bus-tranvía, trasladándose éste al entorno de la Plaza Salamero para las alternativas 1, 1A, 4 y 4A. Se considera que la intermodalidad es peor en este último caso, dada la distancia entre bus y tranvía.
- Las alternativas 2, 2A, 3 y 3A mantienen intermodalidad bus-tranvía (ambas líneas) en el entorno de la Plaza Paraíso.
- Las alternativas 1, 1A, 4 y 4A empeoran la intermodalidad actual de bus con línea 1.
- En la zona este, las alternativas 1, 1A, 4 y 4A generan puntos de intermodalidad en el entorno de la Plaza de San Miguel, trasladándose al entorno del camino de las Torres en las alternativas 2, 2A, 3 y 3A

Las alternativas con extensión generarán puntos de intermodalidad bus-tranvía al establecerse servicios de lanzadera.

Por otro lado, con la distribución actual de paradas de autobuses del **Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza**, existe una mejor conexión en el caso de las alternativas 2, 3 frente a las alternativas 1 y 4. Asimismo, la extensión mejora dicha intermodalidad. 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.

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. Ninguno de los itinerarios propuestos para la línea 2 del tranvía de Zaragoza se aproximan tanto a la red de cercanías como en el caso de la línea 1, si bien las alternativas 3, 3A, 4 y 4A disponen de parada a menos de 300 m de la estación de Intermodal de Delicias y las alternativas 2, 2A, 2 y 3A disponen de parada a menos de 300 m de la estación del Portillo.

Respecto a la intermodalidad con el **vehículo privado**, se prevé la instalación de un aparcamiento disuasorio en las proximidades del final de la línea en el barrio de Las Fuentes en el caso de las alternativas sin extensión. Las alternativas con extensión incluirán un aparcamiento adicional en el entorno de la Ctra. de Madrid.

En lo referente a la intermodalidad con el **taxi**, ésta es más favorable en el caso de las alternativas que circulan por Pº María Agustín y Pº Pamplona (2, 2A, 3 y 3A).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se han aplicado los criterios de valoración general de alternativas de tipo cualitativo a cada uno de los aspectos anteriormente mencionados, ponderando por orden de relevancia:

- Nivel 1: Estación Intermodal de Delicias, interrmodalidad con bus urbano, interrmodalidad con tranvía Línea 1, posibilidad de implantación de aparcamientos disuasorios.
- Nivel 2: paradas CTAZ y estaciones de cercanías.
- Nivel 3: taxi.

Tras la ponderación, se obtienen las siguientes valoraciones:

Tabla 26. Valoración ponderada de intermodalidad

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,00
Alternativa 2	7,00
Alternativa 3	8,00
Alternativa 4	7,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	7,00
Alternativa 2A	8,00
Alternativa 3A	10,00
Alternativa 4A	8,00

4.2.5. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE: VEHÍCULO PRIVADO

4.2.5.1. Reducción de los recorridos efectuados por el vehículo privado

Se trata de un criterio cuantitativo que evalúa la reducción del uso del vehículo privado en toda la ciudad medido en kilómetros anuales para cada una de las alternativas.

Tabla 27. Reducción uso del vehículo privado

ALTERNATIVA	Reducción uso vehículo privado
	km/año
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	7.871.966
Alternativa 2	10.864.923
Alternativa 3	8.442.647
Alternativa 4	5.231.362
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	9.079.916
Alternativa 2A	12.072.873
Alternativa 3A	9.650.597
Alternativa 4A	6.439.311

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 25,7% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 28. Valoración cuantitativa de reducción de uso vehículo privado

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,15
Alternativa 2	8,89
Alternativa 3	6,68
Alternativa 4	3,74
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	7,26
Alternativa 2A	10,00
Alternativa 3A	7,78
Alternativa 4A	4,84

4.2.5.2. Evaluación cualitativa de afección al vehículo privado

Además de la evaluación de la reducción global a nivel ciudad del uso del vehículo privado, se han valorado de forma cualitativa otros aspectos relevantes, como son:

- La reducción del uso del vehículo privado en el centro de la ciudad, como aspecto positivo, donde las alternativas 2, 2A, 3 y 3A son significativamente mejores que el resto de alternativas.

- La complejidad de la reordenación de accesos al centro, siendo extremadamente compleja en el caso de las alternativas 1, 1A, 4 y 4A.

- La puesta en funcionamiento de infraestructuras planificadas, donde todas las alternativas contemplan la ejecución de la conexión de Tenor Fleta con la ronda de la Hispanidad, y las alternativas 2, 2A, 3 y 3A contemplan la ejecución de parte de las actuaciones incluidas en el Proyecto del Área de Intervención G-19/1.

- La reordenación del tráfico en ejes principales, es decir sin combinación de ejes longitudinales (Avda. de Madrid/Avda. de Navarra) con transversales (calle Rioja), más favorable en el caso de las alternativas 1, 1A, 2 y 2A.

- Afección a Los Enlaces como aspecto ligeramente negativo en el caso de las alternativas con extensión.

De acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 29. Valoración cualitativa de afección vehículo privado

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	4,00
Alternativa 2	7,00
Alternativa 3	7,00
Alternativa 4	4,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	4,00
Alternativa 2A	7,00
Alternativa 3A	7,00
Alternativa 4A	4,00

4.2.5.3. Accesos a garajes

Se trata en este caso de un criterio cuantitativo en el que se han considerado el número de garajes particulares a los que se dificulta la maniobra de entradas/salida (en ningún caso se impediría el uso de garajes con reserva de espacio) así como los metros de aparcamiento regulado que se perderían (zona azul) y de aparcamiento sin regular.

La afección se mide por número de plazas afectadas ponderadas según el siguiente criterio:

- Afección a garajes: Se minora en un 80% ya que en ningún caso se imposibilita el uso, únicamente se dificultaría la entrada y/o salida a los mismos al tener que cruzar las vías del tranvía. En algunos casos podría ser necesario establecer señalización semafórica.

- Afección a zona estacionamiento regulado. Se considera al 100% ya que se elimina aparcamiento en zonas en las que debe considerarse escaso ya que ha sido precisa su regulación.

- Afección a zona estacionamiento no regulado. Se considera al 50% ya que se elimina aparcamiento en zonas en las que no debe considerarse escaso ya que no ha sido precisa su regulación.

Una vez realizada estas mediciones, se han obtenido los siguientes resultados paras las distintas alternativas:

Tabla 30. Afección a accesos a garajes

ALTERNATIVA	Afección a garajes particulares	Afección a zona estacionamiento regulado	Afección a zona blanca	Total ponderado
	ud	ud	ud	ud
ponderación	**0,20**	**1,00**	**0,50**	**1,70**
Alternativas sin extensión				
Alternativa 1	1.390	0	190	219
Alternativa 2	1.090	31	190	202
Alternativa 3	1.188	31	226	224
Alternativa 4	1.488	0	226	241
Alternativas con extensión				
Alternativa 1A	1.390	0	190	219
Alternativa 2A	1.090	31	190	202
Alternativa 3A	1.188	31	226	224
Alternativa 4A	1.488	0	226	241

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 6,7% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 31. Valoración afección a accesos a garajes

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	9,30
Alternativa 2	10,00
Alternativa 3	9,09
Alternativa 4	8,39
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	9,30
Alternativa 2A	10,00
Alternativa 3A	9,09
Alternativa 4A	8,39

4.2.6. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE: AUTOBÚS

4.2.6.1. Ratio viajeros/km de la red de bus urbano

La puesta en funcionamiento de la línea este-oeste del tranvía llevará implícita una reordenación de la red de autobús urbano. Se valora con este criterio la eficiencia de la reordenación prevista medida en ratio viajeros/km.

De acuerdo con el estudio de demanda, y la reordenación inicialmente prevista (que será objeto de revisión en fases posteriores del estudio), los ratios son los siguientes:

Tabla 32. Ratio viajeros/km del bus urbano

ALTERNATIVA	DEMANDA BUS AÑO 4 (trayectos/año)	RECORRIDOS BUS (km/año)	viajeros/km
Situación Actual			
ACTUAL	89.231.924	18.464.753	4,83
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	77.730.271	15.194.531	5,12
Alternativa 2	74.260.671	15.031.913	4,94
Alternativa 3	74.253.078	15.017.215	4,94
Alternativa 4	77.660.742	15.180.842	5,12
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	76.945.419	15.194.531	5,06
Alternativa 2A	73.475.819	15.031.913	4,89
Alternativa 3A	73.468.226	15.017.215	4,89
Alternativa 4A	76.875.890	15.180.842	5,06

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 1,9% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 33. Valoración ratio viajero/km de bus urbano

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	10,00
Alternativa 2	9,64
Alternativa 3	9,65
Alternativa 4	10,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	9,89
Alternativa 2A	9,53
Alternativa 3A	9,54
Alternativa 4A	9,89

4.2.6.2. Evaluación cualitativa de la reordenación de bus urbano

Si bien la reordenación de autobús urbano introducida en el análisis de demanda será objeto de análisis y definición en fases futuras del estudio, sí se han evaluado determinados aspectos cualitativos que afectarán a cualquier reordenación efectuada en consonancia con los criterios generales establecidos, como son:

- La dotación de transporte público general al centro de la ciudad, peor en el caso de las alternativas 1, 1A, 4 y 4A dado que en el Casco Histórico ve reducida la posibilidad de conexión con líneas de bus urbano.
- La reordenación del tráfico en ejes principales, es decir sin combinación de ejes longitudinales (Avda. de Madrid/Avda. de Navarra) con transversales (calle Rioja), más favorable en el caso de las alternativas 1, 1A, 2 y 2A.
- , mejor en el caso de las alternativas 1, 1A, 2 y 2A, al no afectar a ejes transversales como la calle Rioja.
- La intermodalidad con línea 1, que empeora frente a la situación actual en el caso de las alternativas 1, 1A, 4 y 4A.
- La intermodalidad con línea 2, ligeramente mejor en el caso de las alternativas 2, 2A, 3 y 3A.

De acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 34. Valoración cualitativa de afección al bus urbano

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,00
Alternativa 2	8,00
Alternativa 3	7,00
Alternativa 4	5,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	6,00
Alternativa 2A	8,00
Alternativa 3A	7,00
Alternativa 4A	5,00

4.2.7. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE: TAXI

Para valorar de forma cualitativa cuál de las alternativas planteadas interferiría más con el servicio de taxi de la ciudad se han valorado aspectos como el número de paradas que sería necesario reubicar, giros suprimidos o comprometidos, tanto a derecha como a izquierda, y longitud del carril reservado a este servicio (carril bus) que se vería afectado.

Todas las alternativas afectan a un número similar de paradas y giros, siendo la longitud de carril bus eliminado el aspecto en el que las distintas alternativas presentas mayores diferencias entre sí: Las alternativas que afectan a la calle Conde Aranda son peores de las que no la afectan, al igual que aquellas que afectan a la Avda. de Madrid en toda su longitud peores que las que se desvían por la calle Rioja.

De acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 35. Valoración cualitativa de afección al taxi

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	1,00
Alternativa 2	3,00
Alternativa 3	4,00
Alternativa 4	2,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	1,00
Alternativa 2A	3,00
Alternativa 3A	4,00
Alternativa 4A	2,00

4.2.8. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE: BICICLETA

Se trata de un criterio cualitativo que evalúa la oportunidad que las obras de implantación de la línea 2 del tranvía puede suponer para dotar de carril bici a los viales por los que se plantea su trazado.

Para asignar valores a cada una de las alternativas sobre la escala general establecida, que será de aplicación en este caso, debe considerarse que las posibles afecciones en los ramales de la zona este no establecen diferencias entre ellas. Así, en todas las

alternativas se pierde la posibilidad de construir en el futuro un carril bici reservado en la avenida de San José pero, sin embargo, se facilitará la convivencia al disminuirse el tráfico en este eje[5].

Lo mismo puede decirse de las calles Miguel Servet y Compromiso de Caspe: si bien es cierto que se perdería un tramo de carril bici actualmente en servicio, esta afección es la misma para todas las alternativas, por lo que no debe considerarse significativa a la hora de adoptar la valoración del presente criterio.

Para el resto de viales afectados pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- Avenida de Madrid hasta calle Navas de Tolosa: en la actualidad no dispone de carril dedicado y se perdería la posibilidad de construir en el futuro un carril bici. Sin embargo, se facilitará la convivencia al disminuirse el tráfico en este eje.
- Igual consideración puede hacerse respecto a las alternativas que discurren por la calle Conde Aranda.
- Avda. de Madrid desde calle Navas de Tolosa hasta Pº María Agustín: se prevé la restitución del carril bici existente. Por lo tanto la implantación del tranvía no supone ninguna variación en esta vía.
- La implantación del tranvía en Avda. de Navarra, Pº de Pamplona, Pº María Agustín y Pº de La Mina supondría la creación de un nuevo carril bici coincidiendo con uno de los ejes del Plan Director. Debe por tanto considerarse como positivo en las alternativas que contemplen estas vías.
- Se contempla la implantación de carril bici en la calle Escrivá de Balaguer, dando continuidad al carril actualmente existente en la Avenida de Goya.
- Se contempla la implantación de carril bici en la prolongación de Tenor Fleta, conectando las infraestructuras existentes de Tenor Fleta y Z-30.
- Finalmente, en la calle Rioja se dificultaría la ejecución del Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza, y deberían buscarse alternativas para desarrollar este anillo secundario.

[5] Se prevé vía pacificada.

En el resto de calles afectadas la situación del carril bici sería exactamente igual a la actual por lo que no establecen diferencias entre alternativas que deban ser valoradas.

De acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 36. Valoración cualitativa de afección a la bicicleta

ALTERNATIVAS	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	5,00
Alternativa 2	7,00
Alternativa 3	8,00
Alternativa 4	7,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	5,00
Alternativa 2A	7,00
Alternativa 3A	8,00
Alternativa 4A	7,00

4.2.9. AFECCIÓN 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.

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 y de integración urbana como es el caso del Paseo de la Constitución o el eje de Paseo María Agustín – Paseo Pamplona.

En otros casos, como en la avenida de Madrid o la avenida de San José, se eliminarán carriles de circulación con la consiguiente reducción del tráfico rodado, llegando a la pacificación completa de la vía cuando las condiciones de urbanización lo aconsejen.

Para valorar de forma cualitativa todos los aspectos anteriores, se ha analizado en cada uno de los tramos en los que se han dividido las alternativas la pérdida o ganancia en término absoluto del espacio peatonal, matizando posteriormente este valor cuantitativo y transformándolo en cualitativo en función de aspectos tales como la situación relativa de las zonas peatonales respecto a los carriles de tráfico que permanecen, la posición prevista de las paradas (laterales o centrales, es decir, compartiendo espacio con tráfico peatonal o no) y de la vía dentro de la calzada (centrada en la calle o aneja a las zonas peatonales) o la eliminación de aparcamientos, etc., de forma que globalmente cada alternativa se ha valorado sobre la escala cualitativa que de aplicación general. La puntuación final para a cada una de las alternativas se sitúa siempre en valores entre afección neutra y positiva, y ha sido la siguiente.

Tabla 37. Valoración cualitativa de afección al tráfico peatonal

ALTERNATIVAS	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	7,00
Alternativa 2	5,00
Alternativa 3	4,00
Alternativa 4	6,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	7,00
Alternativa 2A	5,00
Alternativa 3A	4,00
Alternativa 4A	6,00

4.2.10. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE: TRANVÍA

4.2.10.1. Demanda inducida Línea 1 de tranvía

La puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía genera una demanda inducida en la línea 1, debido a que muchos de los viajeros realizan su viaje transbordando entre las líneas de tranvía. Se considera este aspecto como positivo al atenuar el riesgo de bajada de usuarios sobre términos contractuales, al mantenerse además dentro de la horquilla actual de precio por viajero.

Se evalúa cuantitativamente la demanda inducida en la línea 1 del tranvía de Zaragoza para cada una de las alternativas, medida en viajeros/año:

Tabla 38. Demanda inducida en línea 1 del tranvía de Zaragoza

ALTERNATIVAS	Demanda Inducida L1
	Viajeros/año
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	2.563.264
Alternativa 2	3.953.797
Alternativa 3	3.224.970
Alternativa 4	1.735.191
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	2.610.346
Alternativa 2A	4.000.879
Alternativa 3A	3.272.051
Alternativa 4A	1.782.272

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 30,3% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 39. Valoración demanda inducida en línea 1

ALTERNATIVAS	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	5,29
Alternativa 2	9,85
Alternativa 3	7,46
Alternativa 4	2,57
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	5,44
Alternativa 2A	10,00
Alternativa 3A	7,61
Alternativa 4A	2,73

4.2.10.2. Condicionantes técnicos

Se evalúa en el siguiente epígrafe, de una forma cualitativa, los condicionantes técnicos que la línea 2 impondría sobre la operación de la actual línea 1 o sobre una posible futura línea 3.

La puesta en funcionamiento de la línea 2 del tranvía supone unos condicionantes técnicos sobre la operación de la línea 1, diferentes en función de si la alternativa implica un uso compartido de la calle del Coso (alternativas 1, 1A, 4 y 4A), considerada como crítica, o se produce un cruce en la plaza de Basilio Paraíso (alternativas 2, 2A, 3 y 3A), considerada como no crítica.

Situación inversa se produciría en el caso de una posible futura línea 3, donde en el caso de las alternativas 1, 1A, 4 y 4A se prevé como situación más probable la existencia de un cruce, y en el resto de alternativas se prevé que podría producirse un uso compartido. Dado que esta última situación es una hipótesis, tiene menor peso en la evaluación.

De acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 40. Valoración cualitativa de condicionantes técnicos L1 y L3

ALTERNATIVAS	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	2,00
Alternativa 2	3,00
Alternativa 3	3,00
Alternativa 4	2,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	2,00
Alternativa 2A	3,00
Alternativa 3A	3,00
Alternativa 4A	2,00

4.2.11. AFECCIÓN A USUARIO

4.2.11.1. Transbordos bus-bus

Se evalúa de forma cuantitativa la afección al usuario del bus urbano en función del porcentaje de trasbordos necesarios para mantener su ruta origen-destino.

Tabla 41. Trasbordo bus-bus

ALTERNATIVAS	Trasbordos bus-bus
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	14,0%
Alternativa 2	12,3%
Alternativa 3	12,1%
Alternativa 4	13,7%
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	14,2%
Alternativa 2A	12,5%
Alternativa 3A	12,3%
Alternativa 4A	13,9%

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 6,8% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 42. Valoración trasbordo bus-bus

ALTERNATIVAS	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	8,48
Alternativa 2	9,88
Alternativa 3	10,00
Alternativa 4	8,72
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	8,31
Alternativa 2A	9,72
Alternativa 3A	9,84
Alternativa 4A	8,56

4.2.11.2. Transbordos línea 2 - línea 1

Idéntica valoración se efectúa en el caso de los trasbordos entre usuarios de tranvía:

Tabla 43. Trasbordo tranvía-tranvía

ALTERNATIVAS	Trasbordos tranvía-tranvía
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	9,8%
Alternativa 2	7,6%
Alternativa 3	7,0%
Alternativa 4	8,7%
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	10,1%
Alternativa 2A	8,0%
Alternativa 3A	7,3%
Alternativa 4A	9,1%

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 13,8% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 44. Valoración trasbordo tranvía-tranvía

ALTERNATIVAS	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,85
Alternativa 2	9,27
Alternativa 3	10,00
Alternativa 4	8,01
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	6,46
Alternativa 2A	8,88
Alternativa 3A	9,61
Alternativa 4A	7,62

4.3. ASPECTOS DE INTEGRACIÓN

4.3.1. RESERVA ESPACIOS

Se han valorado las diferentes reservas de espacio por tipos (minusválidos; carga y descarga, particular, oficial, sanitaria) midiendo cada una de ellas.

Tabla 45. Afección a reserva de espacios (m)

ALTERNATIVA	Minusválidos	Carga y descarga	Particular	Oficial	Sanitaria	Total
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	34	685	20	0	0	739
Alternativa 2	59	302	0	15	0	376
Alternativa 3	64	463	25	33	8	593
Alternativa 4	39	846	45	18	8	956
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	34	685	20	0	0	739
Alternativa 2A	59	302	0	15	0	376
Alternativa 3A	64	463	25	33	8	593
Alternativa 4A	39	846	45	18	8	956

Posteriormente se ha procedido a su ponderación según su importancia y/o dificultad de sustitución:

- Afección a reserva sanitaria: se mayora en un 100%, dado que se trata de reservas de obligada reposición en una posición prácticamente idéntica a la actual.
- Afección a reserva de minusválidos: se mayora en un 20%, dado que se trata de reservas de obligada reposición, pero puede variarse ligeramente la posición actual.
- Afección a reserva de carga y descarga: se mayora en un 15%, dado que se trata de reservas de obligada reposición, pero puede variarse ligeramente o moderadamente la posición actual.
- Afección a reservas particulares[6]: se minora en un 75% al tratarse de afecciones de uso restringido.
- Afección a reservas oficiales: se minora en un 75% al tratarse de afecciones de uso restringido

El resultado es estas operaciones ha sido el siguiente:

Tabla 46. Afección a reserva de espacios ponderada (m)

ALTERNATIVA	Minusválidos	Carga y descarga	Particular	Oficial	Sanitaria	Total ponderado
	m	m	m	m	m	m
	+20%	+15%	-75%	-75%	+100%	
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	41	788	5	0	0	834
Alternativa 2	71	347	0	4	0	422
Alternativa 3	77	532	6	8	16	639
Alternativa 4	47	972	11	5	16	1.051
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	41	788	5	0	0	834
Alternativa 2A	71	347	0	4	0	422
Alternativa 3A	77	532	6	8	16	639
Alternativa 4A	47	972	11	5	16	1.051

Una vez realizada esta medición ponderada se ha aplicado la formulación general de valoración, dado que el coeficiente de Pearson es de 33,8%, con el siguiente resultado:

[6] Hoteles

Tabla 47. Valoración reserva de espacios

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	4,69
Alternativa 2	10,00
Alternativa 3	7,20
Alternativa 4	1,89
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	4,69
Alternativa 2A	10,00
Alternativa 3A	7,20
Alternativa 4A	1,89

4.3.2. OPORTUNIDAD SOCIAL

Se analizan la oportunidad que ofrece la implantación del Tranvía para las diferentes actuaciones previstas en el Plan de Rehabilitación del Casco Histórico.

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.

El 22 de abril de 1997 el Pleno Municipal Extraordinario del Ayuntamiento de Zaragoza aprobó el primer Plan Integral del Casco Histórico (PICH) que recogía 18 programas y más de 200 actuaciones a realizar en el barrio.

El segundo Plan Integral (2005-2012) se presentó como un documento de carácter "estratégico, intersectorial y programático, cuya finalidad es la integración social y la recuperación funcional de las áreas degradadas del Casco Histórico" que incorporaba cuatro grandes programas, 12 subprogramas y 160 actuaciones.

Tras la Evaluación del Plan Integral del Casco Histórico 2005-2012, Diagnóstico del Barrio y Propuestas de Futuro (Gómez Quintero, J.D 2013 Universidad de Zaragoza) se elaboró y aprobó, el 28 de febrero de 2014 por consenso de todos los grupos políticos, el Documento Plan Integral del Casco Histórico 2013-2020, integrando 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

Respecto a la efecto de la línea 1, la percepción en estos documentos es aun ambigua, con una gran *"división de opiniones: quienes no ven ninguna ventaja porque no les viene bien y quienes, por el contrario, están contentas porque les viene de maravilla para desplazarse a su trabajo. En todo caso prevalecen las expectativas porque, afirman, aún es pronto saber el impacto que tendrá en los próximos años"*.

Aunque ni en la fase de diagnóstico y evaluación del PICH 2005-2012, (Gómez Quintero, J.D 2013 Universidad de Zaragoza), ni en el propio PICH se habla directamente sobre la conveniencia o no de incorporar una nueva línea de tranvía al modelo de movilidad de la ciudad, sí que se pone de manifiesto de diversas formas la oportunidad que supone para este ámbito que "*tras la llegada del tranvía […] (se aborde) el problema de la movilidad ahondando […] en la peatonalización del centro histórico*".

Respecto a las comunicaciones y a la movilidad, *la principal dificultad identificada está relacionada con la ausencia de zonas de aparcamiento, aunque también se señala que la movilidad dentro del barrio ha mejorado en estos últimos años.*

Si bien el PICH supone una estrategia a largo plazo asociada a grandes problemas políticos como participación, cohesión social, vulnerabilidad socioeconómica, gentrificación, etc., es evidente que la implantación de una segunda línea de tranvía debe integrarse dentro de la misma, de forma que se asegure la compatibilidad de este infraestructura con los objetivos de otros planes desarrollados por las administraciones: el propio PICH, el plan director de la bicicleta, el Plan General para el Equipamiento Comercial de Aragón, etc.

En el presente apartado se pretende valorar cuál de las alternativas analizadas para La línea 2 de tranvía satisfaría o apoyaría mejor alguna de las líneas estratégicas de PICH, pese a la ausencia de referencias directas al tranvía en el mismo, debido sin duda a la fecha de redacción de este documento. En este sentido sería de gran ayuda contar con la valoración de la Oficina PICH.

De las cinco líneas estratégicas en las que se articula el plan, pueden tener cierta relevancia a los efectos que nos ocupan la 3 (Infraestructuras, escena urbana y patrimonio), la 4 (Suelo y rehabilitación de vivienda) y la 5 (Comercio y turismo).

Entre los objetivos del primero se encuentra el de *"avanzar hacia un modelo de movilidad sostenible en el Casco Histórico"*.

En este sentido debemos hacer referencia a dos de las acciones previstas por el PICH: la **3.19.** (Desarrollo de un Modelo de Movilidad. Desarrollo de un Plan de Peatonalización del Casco Histórico. Elaboración de estudios, informes y proyectos de obra) para la que se consignaban 50.000€ de presupuesto y de cuyo desarrollo el equipo redactor del presente estudio no tiene constancia.

A parte de estas, se prevén actuaciones tales como la ejecución del **Área de intervención G-2-1 Conde Aranda, Ara, Boggiero y Ramón y Cajal** y del **Área de intervención G-2-2. Entorno Oasis. Echeandía y Boggiero** (sin dotación presupuestaria), o la **Musealización de los restos arqueológicos situados en la parcela de la calle Madre Rafols 8** (2.000.000€) para las que las alternativas 1 y 4 podrían suponer una oportunidad frente a la 2 o la 3.

Un aspecto que puede destacarse es cómo las alternativas 1 y 4 **mantendrían la centralidad de Conde Aranda como eje de paso**. La nueva línea del tranvía podría suponer una oportunidad que contribuyera a la regeneración urbana del Conde Aranda y su entorno, al consolidarla como principal eje de movimiento de personas entre las partes este y oeste de la ciudad. Otros trazados supondrían contribuir a desplazar los recorridos principales y, por lo tanto, trasladar la centralidad a otras zonas.

En general, en el PICH se apuesta por la peatonalización del Casco Histórico y por fomentar el uso de la bicicleta. En este sentido, en el documento de evaluación del PICH 2005-2012, dentro de la valoración de los jóvenes se detectó que este colectivo pensaba que "las líneas de autobús no son suficientes, no hay estaciones de Bicicletas o "Zara bici", el aparcamiento es escaso, y muchas veces molestan los coches en doble fila". (Pich-97)

Respecto a la línea estratégica 4 debemos subrayar que entre los objetivos de esta estrategia se encuentra *"Seguir trabajando en la consolidación del Casco Histórico como territorio Erasmus".* Para ello se contempla *"la próxima apertura de una residencia universitaria en el antiguo cuartel de Pontoneros o el debate generado en torno a la ubicación de centros de formación universitaria en edificios públicos, como el edificio de los Juzgados, en la plaza del Pilar, el antiguo IES Luis Buñuel, en la plaza de Santo Domingo, o el Palacio de Villahermosa, en la calle Predicadores".*

Se podría considerar que las alternativas 1 y 4 apoyarían ligeramente mejor estas línea estratégica que las 2 y 3. En cualquier caso, se trataría de una muy pequeña ventaja si tenemos en cuenta que la comunicación de este barrio con la zona universitaria está asegurada con la línea 1 que ya pasa cerca de estas zonas.

Respecto a la línea estratégica 5.- comercio y turismo, también diagnostica el PICH una clara necesidad de mejorar la movilidad. En concreto, asegura que "*resulta evidente que la promoción turística de una zona está íntimamente ligada a otros aspectos. Es necesario realizar actuaciones de mejora en materia de escena urbana (iluminación, limpieza viaria, mobiliario urbano, zonas verdes…), seguridad ciudadana, movilidad, etc. para lograr fomentar el turismo en el entorno*".

La **oportunidad para reactivar la actividad comercial y aumentar el precio de las viviendas** que pueda suponer las alternativas que pasan por Conde Aranda, cabe recordar que este eje fue hace unas pocas décadas una de las calles más prestigiosas de la ciudad y que - a pesar de que algunos comercios tradicionales resisten y el nivel medio del comercio y los precios de las viviendas (muchas de ellas grandes y con buenos edificios) ha bajado mucho en las últimas pocas décadas - el nuevo tranvía (más otras actuaciones urbanísticas de acompañamiento) podría suponer una importante inversión que despertara el interés de nuevos residentes y consolidaría el prestigio de la zona como centro comercial abierto.

Por todo ello, de acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, se han establecido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

Tabla 48. Valoración cualitativa de oportunidad social

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	7,00
Alternativa 2	5,00
Alternativa 3	5,00
Alternativa 4	7,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	7,00
Alternativa 2A	5,00
Alternativa 3A	5,00
Alternativa 4A	7,00

4.3.3. AFECCIONES AL PLANEAMIENTO DE OTRAS INFRAESTRUCTURAS

Volvemos a encontrarnos ante un criterio cualitativo. En este caso se trata de evaluar el grado de compatibilidad de cada alternativa con otras obras planificadas por el Ayuntamiento de Zaragoza.

En primer lugar se ha analizado la compatibilidad de los trazados propuestos con el Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza actualmente vigente.

En general se considera que todas las alternativas suponen un impacto entre neutro y positivo (de acuerdo con la escala general de valoración cualitativa), considerando que la peor de ellas es la alternativa 4 al dificultar la ejecución (al parecer ya prevista por el Ayuntamiento de Zaragoza en estos momentos) de un carril bici en la calle Rioja, vía clasificada en el PDBZ como Anillo Secundario. La alternativa 3, que también utilizaría la calle Rioja se considera algo mejor ya que potencia los ejes del Pº Pamplona

– Pº María Agustín y Pº de La Mina, todos ellos clasificados como "Conexión 1-2º cinturón" en el PDBZ. Ambas alternativas, además, aprovechan la "radial principal" que supone Avenida de Navarra.

La mejor alternativa según este criterio sería la alternativa 2 ya que añade a lo dicho para los ejes de Pº Pamplona – Pº María Agustín y Pº de La Mina (Conexión 1-2º cinturón) el facilitar la continuidad de una "radial principal" del PDB como es la Avenida de Madrid.

En segundo lugar, se ha valorado el hecho de que la ejecución de la línea 2 obligaría a ejecutar otras obras de infraestructuras que el Ayuntamiento de Zaragoza ya tiene en este momento proyectadas, y cuya ejecución se encuentra en muchos casos únicamente pendiente del modo en que vayan a afrontarse las inversiones necesarias.

Nos referimos a la ejecución de la conexión de Tenor Fleta con el tercer cinturón y al desarrollo de la urbanización de la G-19/1 del PGOU de Zaragoza (entorno de la estación de El Portillo). Ambas actuaciones son imprescindibles para el funcionamiento del sistema de transportes si se implanta la línea 2 del tranvía (para todas las alternativas en el caso de Tenor Fleta y para las alternativas 2, 2A, 3 y 3A en el caso de la G-19/1), encontrándose valoradas en los presupuestos estimados para cada alternativa.

En este apartado se valora de forma positiva a aquellas alternativas que facilitan la ejecución de estas obras que, por sí mismas, son necesarias para la ciudad (independientemente de que se ejecute o no una segunda línea de tranvía) y que el Ayuntamiento deberá realizar en cualquier caso. En este sentido, se valoran como más positivas las alternativas 2, 2A, 2 y 3A porque suponen la ejecución de la G-19. También se valora positivamente la ejecución de Tenor Fleta, si bien en este caso no se establecen diferencias entre las distintas alternativas ya que estas obras son necesarias en todas ella.

De forma similar se ha tratado la ejecución de la reparación del cubrimiento del Huerva, obras muy necesarias para la ciudad (con informes del Ayuntamiento de Zaragoza. recomendando su ejecución desde 1997) y que permiten valorar en este apartado más positivamente a las alternativas 2, 2A, 3 y 3A que el resto de alternativas.

Finalmente se establecen una ligera diferencia de las alternativas con extensión al considerar positiva la posibilidad de afrontar las actuaciones en el entorno de la estación de servicio de Enlaces-rotonda vía Hispanidad previstas en el Plan Integral del Barrio Oliver II. 2015-2022 (PIBO).

En definitiva, la puntuación considerada ha sido la siguiente:

Tabla 49. Valoración cualitativa de afección al PDBZ

ALTERNATIVAS	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,00
Alternativa 2	8,00
Alternativa 3	7,00
Alternativa 4	5,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	6,50
Alternativa 2A	8,50
Alternativa 3A	7,50
Alternativa 4A	5,50

4.3.4. INTEGRACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA

Todos los trazados planteados circulan por terrenos que se encuentran catalogados en el PGOU como viales públicos o zonas verdes. No existe afección a ninguna otra figura de planificación urbanística. Por tanto, con este criterio se trata de cuantificar directamente la superficie de zona verde afectados por cada una de las alternativas[7] (independientemente de que posteriormente se renueven o sustituyan cuando se definan las medidas correctoras de Impacto durante la fase de redacción del proyecto).

[7] Se ha medido por tanto la superficie clasificada como "Zona Verde" en el PGOU

Tabla 50. Superficie de zona verde calificada afectada

ALTERNATIVA	m2 de zonas verdes afectadas
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	489,00
Alternativa 2	2.065,00
Alternativa 3	2.065,00
Alternativa 4	489,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	1.765,00
Alternativa 2A	3.341,00
Alternativa 3A	3.341,00
Alternativa 4A	1.765,00

Dado que se trata de una muestra muy dispersa (el coeficiente de Pearson del 56,6%) se ha considerado una puntuación lineal en la que una alternativa que no afectara a ninguna zona verde obtendría la máxima puntuación (10 puntos) mientras que la mínima puntuación es para la alternativa que potencialmente afecta a una mayor superficie.

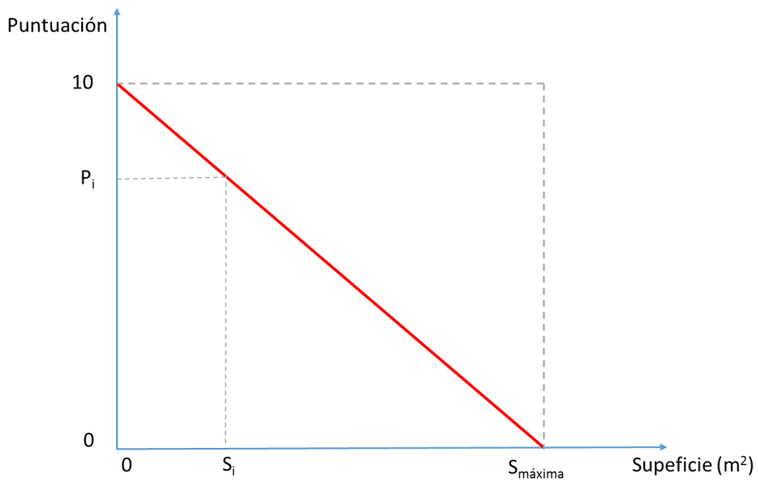


Gráfico 6. Valoración de afección a zonas verdes calificadas

De acuerdo con este criterio, la valoración obtenida por cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 51. Valoración de afección a zona verde calificada

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	8,54
Alternativa 2	3,82
Alternativa 3	3,82
Alternativa 4	8,54
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	4,72
Alternativa 2A	0,00
Alternativa 3A	0,00
Alternativa 4A	4,72

4.3.5. CARÁCTER ESTRUCTURANTE

Se considera, de forma cualitativa, que la ejecución de la extensión a la carretera de Madrid tiene un carácter estructurante positivo para la ciudad, siendo las alternativas sin extensión neutras a este respecto.

En este sentido es necesario hacer referencia al Plan Integral del Barrio Oliver II. 2015-2022 (PIBO) según el cual las actuaciones que supongan mejorar las comunicaciones del barrio son un objetivo prioritario entre los vecinos de Oliver al considerar que facilitar el acceso y salida del barrio "supondría una mejor integración con la trama urbana del entorno, y por ende del resto de la ciudad". En este sentido se señalan como objetivos fundamentales del PIBO la "mejorar los transportes colectivos" y "apostar por un transporte no contaminante" restringiendo el uso de vehículos privados.

Qué duda cabe que las alternativas en extensión se alinean con estos objetivos, mejorando un servicio (que debería apoyarse en lanzaderas) no solo al barrio Oliver sino también a los de Valdefierro, Miralbueno, Rosales del Canal y Arcosur.

Por otra parte, comentar que entre las actuaciones previstas en el PIBO, se encuentran la remodelación del acceso por la calle Nobel o la adecuación del entorno de la estación de servicio de Enlaces-rotonda vía Hispanidad actuaciones para las que la implantación de la línea de tranvía puede suponer el empuje necesario para su realización.

Por ello, de acuerdo con los criterios generales de valoración cualitativa, la valoración de cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 52. Valoración cualitativa de carácter estructurante

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	4,00
Alternativa 2	4,00
Alternativa 3	4,00
Alternativa 4	4,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	8,00
Alternativa 2A	8,00
Alternativa 3A	8,00
Alternativa 4A	8,00

4.3.6. INTEGRACIÓN URBANA

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.

De acuerdo con lo expuesto en el *Anexo V. Intregración Urbana* del presente Estudio de Alternativas, se ha evaluado, para cada tramo, y por tanto de forma agregada para cada alternativa, 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.

En el caso de la extensión hacia la carretera de Madrid, el vial por el que discurre el tranvía 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 plantea una plataforma tranviaria central con tráfico rodado a ambos lados y con paradas con andenes centrales que se sitúan aprovechando los anchos de mediana de las intersecciones con grandes viales donde se ubican. El poste de sujeción de catenaria se plantea central en combinación con la iluminación del vial.

Tabla 53. Valoración cualitativa de integración urbana

ALTERNATIVAS	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	8,00
Alternativa 2	9,00
Alternativa 3	9,00
Alternativa 4	8,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	8,00
Alternativa 2A	9,00
Alternativa 3A	10,00
Alternativa 4A	9,00

4.4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

4.4.1. EMISIONES DE NO_X

Este aspecto valora la reducción de emisiones de NOx, medidas en toneladas, a lo largo de los 30 años de duración del proyecto para cada una de las alternativas, frente a una situación de no introducción de la línea 2 del tranvía.

Tabla 54. Reducción de emisiones de NOx

ALTERNATIVA	Emisiones NOx 30 años	
	tn	% reducción
Actual		
Actual	1.620,56	
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	1.589,61	1,91%
Alternativa 2	1.585,32	2,17%
Alternativa 3	1.590,19	1,87%
Alternativa 4	1.594,71	1,59%
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	1.599,47	1,30%
Alternativa 2A	1.593,98	1,64%
Alternativa 3A	1.598,85	1,34%
Alternativa 4A	1.604,58	0,99%

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 24,0% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 55. Valoración reducción de emisiones NOx

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	8,67
Alternativa 2	10,00
Alternativa 3	8,49
Alternativa 4	7,08
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	5,60
Alternativa 2A	7,31
Alternativa 3A	5,79
Alternativa 4A	4,01

4.4.2. EMISIONES DE CO

Este aspecto valora la reducción de emisiones de CO, medidas en toneladas, a lo largo de los 30 años de duración del proyecto para cada una de las alternativas, frente a una situación de no introducción de la línea 2 del tranvía.

Tabla 56. Reducción de emisiones de CO

ALTERNATIVA	Emisiones CO 30 años	
	tn	% reducción
Actual		
Actual	11.359,07	
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	11.173,03	1,64%
Alternativa 2	11.135,67	1,97%
Alternativa 3	11.161,40	1,74%
Alternativa 4	11.201,16	1,39%
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	11.160,03	1,75%
Alternativa 2A	11.122,65	2,08%
Alternativa 3A	11.148,39	1,85%
Alternativa 4A	11.188,15	1,50%

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 13,2% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 57. Valoración reducción de emisiones CO

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	7,94
Alternativa 2	9,47
Alternativa 3	8,41
Alternativa 4	6,78
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	8,47
Alternativa 2A	10,00
Alternativa 3A	8,95
Alternativa 4A	7,32

4.4.3. EMISIONES DE PM10

Este aspecto valora la variación de emisiones de PM10, medidas en toneladas, a lo largo de los 30 años de duración del proyecto para cada una de las alternativas, frente a una situación de no introducción de la línea 2 del tranvía.

Tabla 58. Reducción de emisiones de PM10

ALTERNATIVA	Emisiones pm 30 años	
	tn	% reducción
Actual		
Actual	60,58	
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	60,31	0,45%
Alternativa 2	60,16	0,69%
Alternativa 3	60,32	0,43%
Alternativa 4	60,48	0,17%
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	60,38	0,33%
Alternativa 2A	60,22	0,60%
Alternativa 3A	60,38	0,33%
Alternativa 4A	60,55	0,05%

Dado que se trata de una muestra muy dispersa (el coeficiente de Pearson del 55,4%) se ha considerado una puntuación lineal en la que se asigna la máxima puntuación (10 puntos) a la alternativa que más reducción produce, mientras que la puntuación 0 a una reducción 0 (equivalente a situación actual).

De acuerdo con este criterio, la valoración obtenida por cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 59. Valoración de reducción de emisiones PM10

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,43
Alternativa 2	10,00
Alternativa 3	6,20
Alternativa 4	2,39
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	4,77
Alternativa 2A	8,57
Alternativa 3A	4,77
Alternativa 4A	0,73

4.4.4. EMISIONES DE CO_2

Este aspecto valora la reducción de emisiones de CO_2, medidas en toneladas, a lo largo de los 30 años de duración del proyecto para cada una de las alternativas, frente a una situación de no introducción de la línea 2 del tranvía.

Tabla 60. Reducción de emisiones de CO_2

ALTERNATIVA	Emisiones CO2 30 años	
	tn	% reducción
Actual		
Actual	2.394,03	
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	2.311,24	3,46%
Alternativa 2	2.302,33	3,83%
Alternativa 3	2.307,37	3,62%
Alternativa 4	2.316,70	3,23%
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	2.313,07	3,38%
Alternativa 2A	2.303,72	3,77%
Alternativa 3A	2.308,76	3,56%
Alternativa 4A	2.318,53	3,15%

Dado que el coeficiente de Pearson de la muestra es del 6,9% se aplica la formulación general de valoración, con el siguiente resultado:

Tabla 61. Valoración reducción de emisiones CO_2

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	9,06
Alternativa 2	10,00
Alternativa 3	9,47
Alternativa 4	8,49
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	8,87
Alternativa 2A	9,85
Alternativa 3A	9,32
Alternativa 4A	8,30

4.4.5. Nº DE ÁRBOLES AFECTADOS O CON RIESGO DE SER AFECTADOS

El número de árboles afectados o en riesgo de verse afectados por la construcción de la línea 2 para cada alternativa sería el siguiente:

Tabla 62. Árboles afectados o con riesgo de ser afectados

ALTERNATIVA	Número de árboles afectados o en en riesgo
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	513
Alternativa 2	676
Alternativa 3	678
Alternativa 4	515
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	534
Alternativa 2A	697
Alternativa 3A	699
Alternativa 4A	536

Como árbol singular, únicamente se vería afectado un chopo negro sito en Pº Constitución catalogado por su porte y el gran tamaño de la copa. Su estado de conservación es bueno.

Ilustración 10. Paseo de la Constitución

Todos estos árboles se han clasificado según su estado y tamaño (según su especie) con objeto de poder dar un valor cualitativo a esta afección dentro de la escala general de valoración cualitativa.

Naturalmente todas las afecciones deben clasificarse como negativas (y deberán ser posteriormente evaluadas en el anejo de medidas ambientales del Proyecto Constructivo), pero se ha considerado muy negativo para aquellas alternativas que interesan al Paseo de la Constitución por la singularidad y buen estado general en el que se encuentra la jardinería en esta zona de la ciudad. En cualquier caso, el proyecto contemplará la reposición de todo el arbolado y zonas ajardinadas afectadas, incluyendo adicionalmente otras medidas compensatorias en caso de considerarse necesario.

La valoración adoptada para este aspecto ha sido finalmente la siguiente:

Tabla 63. Valoración cualitativa de afección a arbolado

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	3,00
Alternativa 2	1,00
Alternativa 3	1,00
Alternativa 4	3,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	3,00
Alternativa 2A	1,00
Alternativa 3A	1,00
Alternativa 4A	3,00

4.4.6. SUPERFICIE DE ZONAS AJARDINADAS AFECTADAS

Este criterio, complementario del contemplado en el epígrafe 4.3.4 Integración en la Planificación Urbanística, cuantifica la superficie de zona ajardinada afectada, independientemente de su clasificación urbanística.

Tabla 64. Superficie de zona ajardinada afectada

ALTERNATIVA	m2 de zonas ajardinadas afectadas
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	2.770
Alternativa 2	3.195
Alternativa 3	4.834
Alternativa 4	4.418
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	6.960
Alternativa 2A	7.385
Alternativa 3A	9.024
Alternativa 4A	8.608

Dado que se trata de una muestra muy dispersa (el coeficiente de Pearson del 41,0%) se ha considerado una puntuación lineal en la que una alternativa que se asignaría la máxima puntuación (10 puntos) a una alternativa que no supusiese afección alguna, mientras que la puntuación 0 se le asigna al valor de máxima afección.

De acuerdo con este criterio, la valoración obtenida por cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 65. Valoración de zonas ajardinadas afectadas

ALTERNATIVA	Puntuación
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	6,93
Alternativa 2	6,46
Alternativa 3	4,64
Alternativa 4	5,10
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	2,29
Alternativa 2A	1,82
Alternativa 3A	0,00
Alternativa 4A	0,46

4.4.7. AFECCIÓN A BIENES DE INTERÉS CULTURAL

Puede afirmarse que ninguna de las alternativas planteadas afecta directamente a elementos del catálogo de BIC[8] si bien se pasa cerca del mismo o próximos a su zona de protección. Los bienes próximos a las distintas alternativas son los siguientes:

- SAN MIGUEL DE LOS NAVARROS: Las alternativas 1 y 4 permitirían mejorar el entorno de la plaza de San Miguel, aumentando zona peatonal y eliminado tráfico. Las alternativas 2 y 3 pasan por la fachada sur (centro social);
- IGLESIA DE SAN GIL: La zona de protección de este BIC incluye el Teatro Principal. En las alternativas 1 y 4 se ubicaría una parada frente a la fachada del teatro y se reduciría tráfico en esta zona;
- COLEGIO ESCOLAPIOS: Se ubica una parada delante de la fachada sur del colegio. Se elimina un carril de vehículos y el carril bus. Por el contrario se pierde ancho de acera y posiblemente los árboles existentes actualmente;
- IGLESIA NTRA. SRA. PORTILLO: Se elimina carril bus y se sustituye por tranvía en fachada norte. Sin embargo se reduce drásticamente el tránsito privado por la fachada este (plaza del Portillo) donde se sitúa la entrada a la iglesia;
- PALACIO DE LA ALJAFERÍA: La zona de protección incluye la avenida de Madrid donde se prevé una parada;
- ESTACIÓN FERROCARRIL DELICIAS: La zona de protección incluye la avenida de Navarra;
- PUERTA DEL CARMEN: Las alternativas 2 y 3 pasarían por delante de este emblemático elemento. Si el tranvía se proyecta sin catenaria en este tramo, tal y como se contempla en este estudio de alternativas, unido a la reducción de tráfico en esta zona, supondría una mejora apreciable de su entorno;
- ANTIGUA FACULTAD DE MEDICINA y CAPITANÍA GENERAL: Las alternativas 2 y 3 obligarían a remodelar de nuevo la plaza Basilio Paraíso ya re-urbanizada con la implantación de la línea 1. La solución adoptada finalmente deberá respetar la permeabilización peatonal conseguida y, en cualquier caso, reducirá el tráfico rodado.
- IGLESIA SANTA ENGRACIA: No se afecta a la zona de protección. Se pasaría cerca pero en la fachada posterior (residencia).
- MUSEO DE ZARAGOZA: No se afecta a la zona de protección se pasa cerca pero en la fachada posterior (colegio)

Como comentario general, las alternativas 1, 1A, 4 y 4A se encuentran dentro del BIC: Zona Centro mientras que las 2 y 3 se encuentran en su periferia.

La implantación del tranvía en las proximidades de un BIC (sin afección directa al mismo), dado que supone una reducción del vehículo privado y del bus urbano n su entorno, se considera un efecto positivo.

Para la valoración de este aspecto se ha adoptado la escala general de valoración cualitativa, obteniendo las siguientes puntuaciones:

Tabla 66. Valoración cualitativa de afección a BIC

ALTERNATIVA	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	4,00
Alternativa 2	5,00
Alternativa 3	5,00
Alternativa 4	4,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	4,00
Alternativa 2A	5,00
Alternativa 3A	5,00
Alternativa 4A	4,00

Es decir, se considera una afección entre neutra y moderadamente positiva sobre los elementos BIC para todas las alternativas analizadas.

[8] BIC: Bien de Interés Cultural

4.4.8. IMPACTO EN ZONAS CON POSIBLE PRESENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

Considerando que las alternativas que circulan por el Casco Histórico (alternativas 1, 1A, 4 y 4A) tienen más probabilidades de afectar a zonas con presencia de restos arqueológicos, se ha asignado la siguiente valoración a las distintas alternativas, de acuerdo con los criterios generales:

Tabla 67. Valoración cualitativa de afección a restos arqueológicos

ALTERNATIVAS	Puntuación cualitativa
Alternativas sin extensión	
Alternativa 1	2,00
Alternativa 2	3,00
Alternativa 3	3,00
Alternativa 4	2,00
Alternativas con extensión	
Alternativa 1A	2,00
Alternativa 2A	3,00
Alternativa 3A	3,00
Alternativa 4A	2,00

5. MATRIZ MULTICRITERIO

De acuerdo con las puntuaciones anteriormente indicadas, pesos y ponderaciones, la matriz multicriterio resultante es la siguiente: