



Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union



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

ANTEPROYECTO

Anejo N° 24. Prescripciones para el proyecto constructivo

Zaragoza, marzo de 2019





Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	4
2. TRAZADO	5
3. COCHERAS Y TALLERES	6
4. SUMINISTRO Y CATENARIA	6
5. SEÑALIZACIÓN	7
6. COMUNICACIONES Y CENTRO DE CONTROL	7
7. SISTEMA TARIFARIO	8
8. SEMAFORIZACIÓN	9
9. MATERIAL MÓVIL	9



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos resumen parámetros de diseño.....5



Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union

1. OBJETO Y ALCANCE

Las obras definidas en el presente anteproyecto no podrían tener, por la propia naturaleza del documento, el alcance de definición necesario para su construcción. En siguientes fases de los trabajos incluidos en el 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 deberá redactar el correspondiente Proyecto de Referencia.

Sin embargo, si es posible ya establecer una relación de las características del anteproyecto que deben ser incorporadas al proyecto sin admitir ninguna variación, así como de los materiales, productos y elementos prefabricados o manufacturados y la definición de las especificaciones o características técnicas correspondientes que deben cumplir y, así mismo, las de los sistemas, procesos constructivos e instalaciones principales de producción y equipos.

El presente anejo especifica estas características.



2. TRAZADO

En relación a los parámetros de trazado, deberán respetarse los mínimos de diseño establecidos en este anteproyecto tanto para el trazado en planta como para el trazado en alzado.

En particular, se respetarán los radios mínimos establecidos tanto para planta como para acuerdos verticales

Tabla 1. Datos resumen parámetros de diseño

DATOS	RESULTADOS FINALES
DISEÑO DEL ANDEN	
DISTANCIA EJE ANDEN (RECTA)	1.400 mm (a revisar en función del material móvil elegido)
ALTURA DEL ANDEN	280 mm (a revisar en función del material móvil elegido)
RADIO MINIMO EN PARADA	400 m
RAMPA MAXIMA EN PARADA	2,00% deseable
RADIO PARABOLICO MINIMO EN PARADA	3.000 m
ANCHO DE ANDEN	3,50 m para los laterales (mínimo 2,80 m útiles) 4,70 m para los centrales (mínimo 4,00 útiles)
LONGITUD DE ANDÉN	68 (65 m excepcionalmente)
TIPOLOGIA ANDENES	Laterales, salvo problemas de inserción
DISEÑO DE LA VIA	
VELOCIDAD MAXIMA	20 km/h en zona peatonal 50 km/h en superficie
ACELERACION TRANSVERSAL SIN COMPENSAR (cálculo)	0,65 m/s ²
ACELERACION TRANSVERSAL SIN COMPENSAR (diseño)	1,00 m/s ²
VARIACION DE ACELERACION SIN COMPENSAR	0,40 m/s ³
RADIO MINIMO EN PLANTA	Tranvía: 30 m (excepcionalmente 25 m) en línea TRAM: : 35 m (excepcionalmente 30 m) en línea 22 m excepcional en talleres
RADIO MINIMO DE LOS ACUERDOS VERTICALES	1.000 m 500 m excepcional cóncavo 500 m excepcional convexo
COMBINACION DE UNA PARABOLA VERTICAL Y UNA CURVA EN PLANTA	40 m ≤ R ≤ 70m Kv ≥ 3000 m 70 m ≤ R ≤ 200m _ Kv ≥ 1500 m
RAMPA MÁXIMA	5,00% 7,50% excepcional
RELACION ENTRE DECLIVIDAD p Y RADIO R	p + 800/R ≤ 75‰

DATOS	RESULTADOS FINALES
PERALTE MAXIMO	150 mm
RAMPA DE PERALTE MAXIMA	2 mm/m 3 mm/m excepcional
INSUFICIENCIA DE PERALTE	100 mm
LONGITUD MINIMA DE ALINEACION RECTA	10 m (a efectos de validez de la tabla de clotoides)
LONGITUD MINIMA DE CLOTOIDE	12 m (a efectos de validez de la tabla de clotoides)

En cualquier caso, deberá asegurarse la compatibilidad de la línea este-oeste proyectada con la línea de tranvías existentes en el tramo puerta del Carmen -Plaza Aragón. En este caso, además de los parámetros propios de trazado deberán mantenerse otros tales como longitud de andén, escapes, catenarias, etc., de manera que dicha compatibilidad quede asegurada en cualquier caso.

Igual reserva debe hacerse respecto al tramo compartido con tren-tram (desde cocheras hasta Escrivá de Balaguer) donde debe asegurarse la compatibilidad entre ambos sistemas. A ese respecto se tendrán en cuenta las conclusiones del "Estudio de Viabilidad para el establecimiento de un servicio tren-tram entre Zaragoza y Villanueva de Gállego, integrado en un corredor ferroviario Zaragoza-Huesca" desarrollado por el Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza.



Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union



3. COCHERAS Y TALLERES

La entrada y salida de circulaciones de cocheras se realizará de acuerdo a las órdenes dadas desde el Puesto de Control Central (en adelante PCC), sin intervención del conductor.

En el interior de las cocheras la velocidad estará limitada a 15 km/h. El establecimiento de itinerarios, apertura de señales, posicionamiento de cambio de agujas etc. Lo hará el Operador de Trafico de Cocheras, debiendo los conductores obedecer a la señalización luminosa instalada.

4. SUMINISTRO Y CATENARIA

El sistema de electrificación de la línea Este – Oeste deberá ser compatible con el actual de la Línea 1, especialmente en lo que respecta al tramo común de Paseo de Pamplona. Por lo tanto, la alimentación será por catenaria con una tensión de 750 Vcc.

En caso de prescindir de la alimentación por catenaria en favor de otra por medio de baterías en algún tramo de la Línea Este – Oeste, el sistema de carga deberá ser compatible con el actual de Línea 1.

5. SEÑALIZACIÓN

El sistema de señalización se diseñará, instalará y verificará conforme a la normativa CENELEC EN 50126, 50128 y 50129, correspondiente a un **nivel de integridad de la seguridad SIL3**.

El sistema de señalización ferroviaria será administrado, explotado y supervisado desde el Puesto de Control Centralizado (PCC) del nuevo Centro de Control (CC).

Los equipos de señalización en tierra de la Línea Este – Oeste deberán ser compatibles con el equipamiento embarcado en las unidades móviles en funcionamiento actualmente en la Línea 1. De la misma manera, el equipamiento embarcado de los tranvías de nuevo suministro para la Línea este-oeste del tranvía de Zaragoza deberán ser compatibles con los dispositivos de señalización en tierra instalados en la Línea 1 existente, por si tuvieran que hacer uso de esa infraestructura.

Los puestos de control en ambos CC (Línea 1 y Línea Este - Oeste) deberán poder gestionar itinerarios y operaciones de cualquier unidad circulando por sus propias vías, Línea 1 o Línea Este - Oeste, en caso de ser necesario. De forma equivalente, cualquier unidad incorporará el equipamiento necesario para poder ser gestionada por ambos puestos de control. Además, el sistema de señalización y sus enclavamientos deberán ser compatibles y capaces de comunicarse y coordinarse de forma segura (SIL-3) con sus homólogos de Línea 1, actualmente en funcionamiento, especialmente en lo relativo al cruce de ambas líneas en la plaza de Basilio Paraíso y a la incorporación de unidades de la Línea 1 con origen y/o destino el bypass de la Avenida de César Augusto.

Las nuevas señales o discos tranviarios previstos en la Línea Este – Oeste deberán ser idénticos a los existentes en la actualidad, incluyendo los aspectos, número de focos y apariencia general, para no dar lugar a confusiones. Además, llevarán incorporadas siempre cada de mano manual.

Todos los cambios de agujas serán de tipo tranviario, en el que el motor se encuentra en el centro de la vía montado dentro de la caja, y electrohidráulicos, a excepción de los escapes concebidos para modos de operación degradado que serán manuales, siendo el ataque normal de las circulaciones por el talón.

6. COMUNICACIONES Y CENTRO DE CONTROL

Los sistemas de comunicaciones y del centro de control para la línea Este-Oeste del Tranvía de Zaragoza, deberán alcanzar un **nivel de integridad de la seguridad SIL-3**.

La nueva línea del tranvía de Zaragoza dispondrá de una **red de comunicaciones fija** para transmitir toda la información necesaria desde las paradas y otras ubicaciones hasta el Centro de Control. Dicha red de comunicaciones estará basada en Ethernet/IP e integrará prácticamente todos los servicios de comunicaciones fijas relativos al tranvía en su funcionamiento normal:

- Sistema de Señalización Tranviaria / Ferroviaria.
- Sistema de Billetaje, descrito en el capítulo de Sistema Tarifario.
- Sistemas de telemando de energía y/u otros sistemas en subestaciones eléctricas / de tracción.
- Sistema Wi-Fi “tren-tierra”.
- Sistema de Telefonía IP.
- Sistema de Interfonía IP.
- Sistema de Megafonía.
- Sistema SAE/SIV.
- Sistema de CCTV.
- Otros (Telemetría, Cronometría, Control de Accesos, conexiones entre Estaciones Base TETRA, u otros sistemas previstos en el futuro).

La red IP completa deberá estar dimensionada con suficiente capacidad como para dar servicio a todos estos sistemas con alta calidad de transmisión, y además permitir un crecimiento futuro en tráfico y en servicios de hasta un 30%.

El proyecto de la línea Este - Oeste del tranvía de Zaragoza incluirá también una **red de radiocomunicaciones móviles** propia principalmente para las comunicaciones de los tranvías en movimiento con el Centro de Control. La tecnología seleccionada



Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union



es la radio troncalizada digital conforme al estándar TETRA (Terrestrial Trunked Radio). El porcentaje de disponibilidad de la infraestructura de radio será de 99,99% para un funcionamiento de 24 horas al día y de 7 días a la semana, sobre un 100% de la superficie con cobertura deseada.

Se dispondrá de un sistema de comunicaciones inalámbricas de datos “no críticos” de alto consumo de ancho de banda en las unidades móviles. El sistema se basará en tecnología Wi-Fi y comunicará los vehículos con los puntos de acceso Wi-Fi instalados a lo largo de la línea. De ahí, el flujo de datos se transmitirá al Centro de Control a través de la red fija. Este sistema deberá permitir:

- Visualización en el Centro de Control de hasta 4 cámaras embarcadas por unidad móvil
- Envío de un canal de entretenimiento (contenidos multimedia) a los monitores embarcados en cada unidad móvil.

Además, la infraestructura Wi-Fi se emplea también como redundancia de las siguientes comunicaciones radio:

- Mensajería bidireccional entre Centro de Control y conductores
- Gestión de las comunicaciones de voz (fonía con conductores y mensajes de megafonía)

En Cocheras y Talleres también se dispondrá de cobertura Wi-Fi para volcado de datos.

El Centro de Control de la línea Este – Oeste del tranvía estará conectado con el Centro de Control de la línea 1 y con el Centro de Control de Tráfico del Ayuntamiento de Zaragoza.

De igual modo, el sistema deberá permitir su modificación o ampliación para implementar una interfaz de comunicación con el centro de control de ADIF que corresponda, de cara a una futura operación de servicios de tren-tram en parte de la Línea Este – Oeste.

7. SISTEMA TARIFARIO

El sistema tarifario de la línea Este – Oeste será perfectamente compatible con el del resto de operadores del sistema de transporte público de Zaragoza, incluyendo la línea de tranvía existente, permitiendo títulos de transporte comunes.

Las tarjetas *contactless* y todos los elementos electrónicos intervinientes en la lectura y grabación de las mismas serán 100% compatibles con las que se defina el Ayuntamiento de Zaragoza. El sistema estará preparado para funcionar con tecnología ISO 14443 A y B, MIFARE, MIFARE-PLUS y DESFire.

La experiencia de usuario deberá ser lo más parecida posible a la actual de la Línea 1. Por lo tanto, la apariencia de los equipos, tanto los de expedición como los de cancelación, especialmente los primeros, deberá ser similar. La funcionalidad de estos será, como mínimo, la del equipamiento existente y funcionando en la actualidad en el Tranvía de Zaragoza.

Las máquinas expendedoras de títulos de transporte deberán permitir el pago mediante tarjetas bancarias tipo EMV, por lo que la máquina deberá fabricarse y homologarse según la norma EMV nivel 1 y 2.

8. SEMAFORIZACIÓN

La línea Este – Oeste dispondrá de prioridad semafórica en los cruces con el tráfico rodado. Debido a ello, el sistema de semaforización estará integrado en el sistema centralizado de control de tráfico en general de la ciudad de Zaragoza.

En relación con lo anterior, el régimen de explotación será de tipo “marcha a la vista”, en la que el conductor es quien controla todos los movimientos del tren.

Deberá coordinarse con la semaforización de línea 1, disponiendo éste de prioridad sobre la línea Este-Oeste.

9. MATERIAL MÓVIL

El material móvil de la línea Este – Oeste deberá permitir la compatibilidad con las instalaciones e infraestructuras existentes en la línea Norte – Sur actualmente en operación (Línea 1 del Tranvía de Zaragoza).

Debido a esto, la anchura del vehículo a seleccionar habrá de ser la misma que la del material móvil que circula actualmente, es decir, 2,65 metros.

Igualmente, la altura del piso será tal que sea compatible con la altura de andén existente en la línea Norte-Sur (300 mm), pudiendo oscilar entre 290 mm y 350 mm, para cualquier estado de carga de pasajeros y de desgaste de las ruedas. Se habrá de garantizar asimismo que la laguna vertical entre el acceso al vehículo y el andén se mantenga entre +50 y +0 mm, de manera que el piso del tranvía esté siempre por encima del andén.

En lo que respecta a su longitud, ésta será tal que su configuración doble no exceda los 70 m.

El material móvil deberá ser 100% de piso bajo y estará compuesto por módulos sobre bogies motores, módulos flotantes y módulos sobre bogies remolcados unidos entre sí mediante articulaciones que permitan el paso libre de pasajeros entre un extremo y otro del vehículo.

Cada unidad dispondrá al menos de dos áreas destinadas a personas con movilidad reducida, accesibles desde ambos lados del vehículo y adecuadas para el posicionamiento seguro de dos personas en silla de ruedas, permitiendo su acceso a través de las puertas dobles.

La altura de la unidad con el pantógrafo abatido, y desde la altura de cabeza de carril, no será superior a 4.000 mm de acuerdo con la especificación de BOStrab. Además, la altura de la unidad deberá ser compatible con el gálibo superior disponible en la línea existente.

El peso por eje, considerando carga extraordinaria (8 pasajeros/m² de pie, además de los sentados), no será mayor de 120 kN. Se considerará un peso de 70 kg/pasajero. El peso de los bogies, tanto motores como remolques, no será mayor de 5.000 kg.

La unidad dispondrá de dos cabinas de conducción idénticas, una en cada extremo, permitiendo que la operación sea bidireccional. Así mismo, permitirá el acoplamiento de dos unidades básicas tanto para la operación múltiple en picos de demanda como para operaciones de rescate en caso de avería de un tranvía.



Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union



Los tranvías deberán disponer de equipos de cancelación embarcados a bordo de los mismos. El material embarcado estará constituido, por una canceladora por puerta, instalada frente a cada una de ellas y al menos dos nodos de interconexión que las comuniquen con la/las unidades centrales de SAE embarcado.

Cada tranvía dispondrá de una expendedora automática de recarga de títulos de transporte, la cual estará conectada a la Unidad Central del SAE-Billeteaje embarcado.

El material móvil cumplirá en cualquier caso las condiciones establecidas en el pliego de condiciones técnicas de la licitación 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”.