



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 nº14. Semaforización**

Zaragoza, marzo de 2019





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

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>6</b>
3.1. SEÑALIZACIÓN .....	6
3.2. SEMAFORIZACIÓN EN CRUCES.....	6
3.3. SISTEMA DE CONTROL VIARIO CON PRIORIDAD SEMAFÓRICA AL TRANVÍA .....	8
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>8</b>
4.1. SEMÁFORO TRANVIARIO .....	8
4.2. SEMÁFOROS VIARIOS Y PULSADORES DE PEATONES .....	9
4.3. DETECCIÓN DEL TRANVÍA.....	9
4.4. REGULADORES DE SEMÁFOROS .....	9
4.5. BÁCULOS, COLUMNAS Y SOPORTES.....	9
<b>5. GESTIÓN DE TRÁFICO.....</b>	<b>10</b>
5.1. ORDENACIÓN DEL TRÁFICO .....	10
5.2. REGULACIÓN DE PASOS DE PEATONES .....	10
<b>6. SEÑALES FIJAS TRANVIARIAS.....</b>	<b>11</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema general de la regulación y funcionamiento de los semáforos..... 7



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de tipologías de cruces a lo largo de la línea este-oeste del tranvía. .... 7



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



**Zaragoza**  
AYUNTAMIENTO

## 1. OBJETO

El presente Anejo nº 14.- Semaforización forma parte del Anteproyecto correspondiente al “Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una Línea de Tranvía Este - Oeste en Zaragoza”.

El objeto del presente Anejo es definir técnicamente los equipos de semaforización (señalización luminosa), tranviaria y viaria, a instalar en la Línea Tranvía este-Oeste en Zaragoza.

## 2. RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN

Se contempla un régimen de explotación de tipo “marcha a la vista”, en la que el conductor es quien controla todos los movimientos del tren.

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 Tráfico de Cocheras, debiendo los conductores obedecer a la señalización luminosa instalada.

## 3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 3.1. SEÑALIZACIÓN

Si bien la plataforma del tranvía se define como segregada, ésta cruza zonas con tráfico rodado. Es por ello por lo que el tipo de explotación será “marcha a la vista”, de forma que la supervisión y control de la circulación será responsabilidad del conductor, de acuerdo con su percepción de la situación del tráfico y el estado de las señales que aparecen delante del vehículo.

Cada intersección de tranvía con vehículo, bicicleta y/o peatón estará adecuadamente regulada mediante señales semafóricas para tranvía y para vehículo/peatón/bicicleta (además de la correspondiente señalización vertical fija y marcas viales). Cada intersección contará con balizas de detección de tranvía, que permitan garantizar la prioridad semafórica del tranvía, coordinando el tráfico tanto rodado como peatonal y tranviario para que éste sea lo más fluido posible. En el caso de Plaza Paraíso se garantizará la doble prioridad, manteniendo el siguiente orden de prelación Línea 1 / Línea este-oeste / resto de tráfico. Las prioridades en el caso del by-pass, situación de explotación excepcional, serán analizadas en fases posteriores.

Todo el conjunto estará conectado con un armario de control, a su vez conectado con el Centro de Control de Tráfico del Ayuntamiento de Zaragoza y con el Centro de Control de la Línea Este-Oeste.

La señalización viaria consta de dos tipos de señales semafóricas, unas para el tranvía y otras para los vehículos y peatones, siendo ambas controladas por un regulador de tráfico y estarán ubicadas a lo largo de toda la línea e integradas con el mobiliario urbano.

### 3.2. SEMAFORIZACIÓN EN CRUCES

La semaforización en los cruces con el tráfico viario consiste en la señalización semafórica propiamente dicha, los sistemas de detección del tranvía y los reguladores semafóricos que permitan que el tranvía circule a lo largo de su trazado. El sistema estará integrado en el sistema centralizado de control de tráfico en general de la ciudad.

Se trata de intentar que exista la mejor coordinación posible para los dos sentidos de la marcha del tranvía de manera que permita mantener la velocidad y regularidad en el funcionamiento con la máxima seguridad. Los elementos que conforman el subsistema de control de semáforos son los siguientes:

- Semáforo de tranvía.
- Semáforos de vehículos y peatones.
- Señales de preseñalización de tranvía.
- Detectores del tranvía.
- Reguladores de semáforos.

Se han enumerado todos los cruces afectados y se les ha dado una tipología estándar general. Debido a su tipología repetitiva, se ha dividido en cruces simples y cruces singulares. Para cada cruce en particular se definirá la instalación. Los cinco tipos predefinidos son los siguientes:

– CRUCES SIMPLES

- Tipo CS1: Paso peatonal
- Tipo CS2: Accesos privados o cruces sobre plataforma tranvía
- Tipo CS3: Cruce entre vial y plataforma del tranvía
- Tipo CS4: Cruce tipo cruz

– CRUCES ESPECIALES

- Tipo CE1: Glorieta por el centro
- Tipo CE2: Glorieta por un lado
- Tipo CE3: Glorieta por el centro con cruce de tranvía

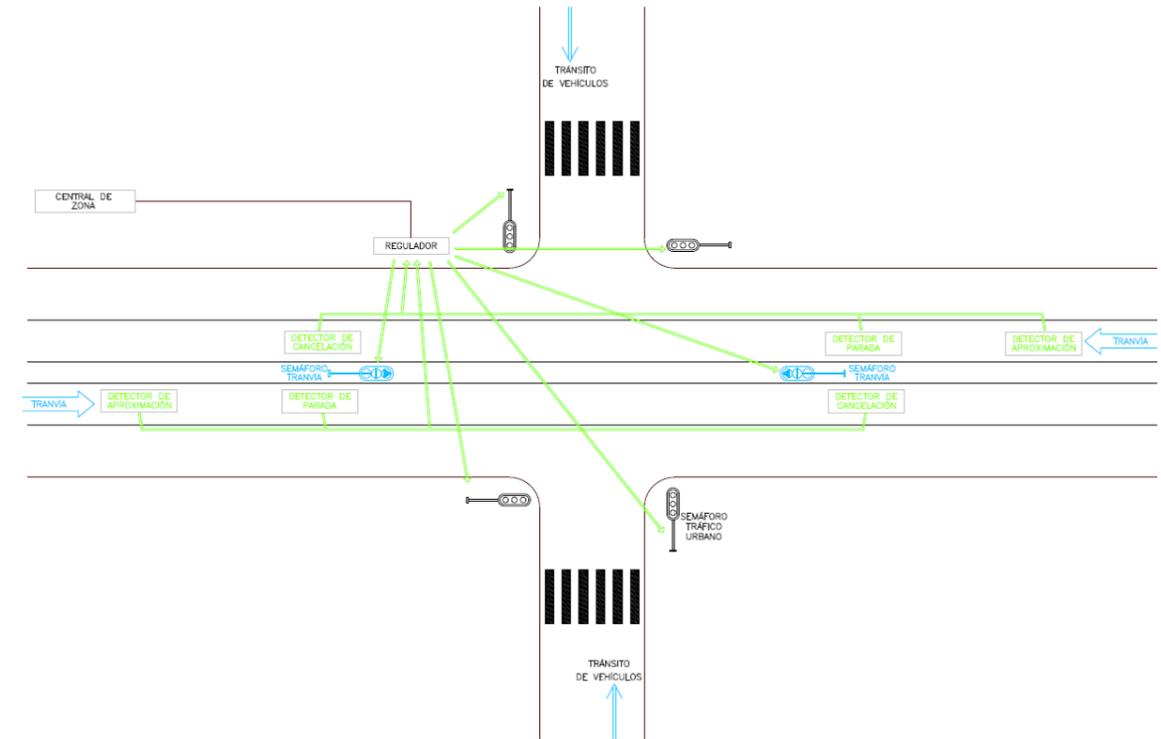


Ilustración 1. Esquema general de la regulación y funcionamiento de los semáforos.

A modo de resumen contabilizamos el número de intersecciones de cada tipología:

Tabla 1. Resumen de tipologías de cruces a lo largo de la línea este-oeste del tranvía.

Tipo	Descripción	Cantidad
CS1	Cruce peatonal	85
CS2	Accesos privados o cruces sobre plataforma tranvía	37
CS3	Cruce entre vial y plataforma del tranvía	13
CS4	Cruce tipo cruz	22
CE1	Glorieta por el centro	7
CE2	Glorieta por un lado	1
CE3	Glorieta por el centro más cruce tranvía	1

Además de los cruces definidos anteriormente, se ha tenido en cuenta los cruces que afectarán a la circulación del tranvía en la zona urbanizada anexa a la línea de tranvía.

### **3.3. SISTEMA DE CONTROL VIARIO CON PRIORIDAD SEMAFÓRICA AL TRANVÍA**

El trazado discurre junto al resto de elementos urbanos, siendo, por lo tanto, muy importante gestionar los puntos donde comparten traza de manera permanente, como los cruces viarios y los pasos de peatones. El objetivo es conseguir que el tranvía en su trayecto al atravesar el cruce espere el menor tiempo posible. Todo ello manteniendo la seguridad del cruce, los tiempos mínimos para peatones y procurando que el impacto sobre el tráfico sea lo menor posible.

Para la gestión de los cruces viarios será necesaria la coordinación con la gestión del tráfico urbano. Puesto que el tranvía podrá tener prioridad en su circulación, la instalación prevista para la gestión de los cruces es la siguiente:

- Señales viarias de tranvía de indicación de permiso de avance para el tranvía.
- Semaforización viaria tanto para coches como para peatones y bicicletas.
- Balizas que detecten a los tranvías cuando se aproximan a los cruces.
- Reguladores de tráfico ubicados en las proximidades del cruce, donde reside la lógica de control para la gestión de los cruces viarios y/o peatonales y los interfaces tanto para los elementos de campo (señales, detectores y sistema de control ferroviario) como con el gestor centralizado de tráfico urbano. Estos reguladores de tráfico instalados en los cruces actuarán en grado de prioridad programado por el regulador. Modificando la duración de la fase que da paso al vehículo. Los reguladores están equipados con planes locales de funcionamiento para, en el caso de pérdida de comunicación con el sistema centralizado, poder trabajar autónomamente.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **4.1. SEMÁFORO TRANVIARIO**

Cuando la plataforma del tranvía atraviese o confluya con las vías de circulación de los demás vehículos y peatones, es necesario distribuir en el tiempo todos los movimientos mediante las correspondientes fases de semáforos.

Los semáforos del tranvía se componen de tres focos. Los dos inferiores con una franja blanca iluminada sobre fondo circular negro, cuyo significado es el siguiente:

- Una franja blanca horizontal iluminada prohíbe el paso en las mismas condiciones que la luz roja no intermitente. - Una franja blanca vertical iluminada permite el paso al frente.
- Una franja blanca oblicua, hacia la izquierda o hacia la derecha, iluminada, indica que está permitido el paso para girar a la izquierda o a la derecha respectivamente.
- Una franja, vertical u oblicua, iluminada intermitentemente, indica que debe detenerse en las mismas condiciones que si se tratara de una luz amarilla fija.

El foco superior será un triángulo blanco sobre fondo circular negro como señal de preseñalización, cuyo significado es el siguiente:

- Apagado: indica que no se detecta ningún tranvía que se aproxime al cruce. La duración de este estado es variable.
- Blanco intermitente: el regulador de los semáforos indica que ha recibido la detección del tranvía. La duración de este estado es variable.
- Blanco fijo: el regulador indica que dará paso al tranvía. La duración de este estado es fija pero programable. El apagado del blanco fijo y el encendido del foco con barra vertical (paso al tranvía) son simultáneos.

El principio de funcionamiento de la señal de preseñalización consiste en:

- Detectar el tranvía en sentido ascendente al cruce.
- Calcular el instante teórico de llegada del tranvía al cruce.



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

- Analizar en el ámbito del regulador la posibilidad de asignar paso al tranvía.
- Indicar al conductor, antes que el tranvía llegue al punto de decisión para reducir o no la velocidad, si va a tener paso.

Los semáforos de los tranvías serán idénticos al modelo estándar que tenga adoptado el Ayuntamiento de Zaragoza.

#### **4.2. SEMÁFOROS VIARIOS Y PULSADORES DE PEATONES**

Serán los utilizados por el ayuntamiento de Zaragoza, tanto para vehículos, como para peatones.

Los semáforos de vehículos son de 3 focos (Verde-Ámbar-Rojo). Los de peatones son de 2 focos cuadrados (Verde-Rojo, con figura de un peatón parado).

Cumplen las siguientes normas:

- Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial. Real Decreto Legislativo 339/1990.
- Reglamento General de Circulación. Real Decreto 13/1992. EN 12368 Signal Heads.
- HD 638 S1 Road Traffic Signal Systems.

#### **4.3. DETECCIÓN DEL TRANVÍA**

Los detectores utilizados para detectar la presencia del tranvía en las intersecciones que regulan su paso mediante semáforos son los descritos en la sección del sistema de localización del tranvía en el Anejo de Señalización.

Los detectores permiten la localización del paso del tranvía y emiten una señal que recibirá el regulador de semáforos de cada cruce para actuar en consecuencia. La interconexión de los detectores con el regulador se realizará por medio de una interfaz formada por relés con contactos libres de tensión.

#### **4.4. REGULADORES DE SEMÁFOROS**

Los reguladores actualmente instalados se ampliarán o, en su caso, se sustituirán por otros compatibles, y con la misma tecnología, para integrar los nuevos semáforos para tranvías.

#### **4.5. BÁCULOS, COLUMNAS Y SOPORTES**

Serán los utilizados por el ayuntamiento de Zaragoza.

- Báculos: son elementos de soporte que permiten fijar un conjunto de semáforos mediante el uso de alargaderas con bajantes y soportes.
- Columnas: son elementos de soporte que permiten fijar directamente un semáforo, o un conjunto de semáforos, mediante el uso de soportes.
- Soportes: son elementos de soporte que permiten fijar un semáforo, o un conjunto de semáforos, mediante el uso de diversas piezas mecánicas.

Todos ellos cumplirán la normativa HD 638 S1 Road Traffic Signal Systems.

## 5. GESTIÓN DE TRÁFICO

### 5.1. ORDENACIÓN DEL TRÁFICO

Para conseguir un buen funcionamiento del tranvía a lo largo de su trazado es fundamental que exista una buena ordenación del tráfico.

Los criterios básicos a tener en cuenta son los siguientes:

- Evitar en la medida de lo posible los giros a izquierda.
- Reducir el número de fases (cada una de las divisiones del ciclo durante la cual la configuración de colores de todos los grupos semafóricos permanece invariable) en los cruces, intentando que no sea mayor de dos.
- Cuando se prohíba algún giro izquierdo es necesario definir itinerarios alternativos para los vehículos convencionales.

Simplificar la regulación semafórica de cualquier cruce del trazado del tranvía es una ventaja para el propio tranvía ya que la fase en la que circula podrá tener más tiempo de verde del total del ciclo de regulación.

Normalmente, el trazado discurre por vías con un gran número de peatones a los que habrá que añadir los nuevos pasajeros del tranvía. Así pues, se deben dotar a las vías de suficientes pasos de peatones regulados mediante semáforos para aumentar la seguridad y disminuir el riesgo de accidentes que podrían producirse por una insuficiente ubicación de pasos de peatones.

### 5.2. REGULACIÓN DE PASOS DE PEATONES

Normalmente se pueden considerar los siguientes tipos de pasos de peatones:

- Pasos de peatones asociados con la regulación del cruce.
- Pasos de peatones exclusivos para cruzar la calzada y la plataforma del tranvía.
- Pasos de peatones asociados con ambos extremos de la parada, una de los cuales coincide con la regulación del cruce.

- Pasos de peatones asociados única y exclusivamente con ambos extremos de la parada, las cuales no son coincidentes con la regulación del cruce.

Para mantener la seguridad de los peatones al cruzar la plataforma del tranvía o la calzada de circulación de los demás vehículos, la filosofía de regulación adoptada para cada tipo de paso de peatones es la que se describe a continuación:

- Tipo a) Según la topología del cruce podrá existir una fase específica para peatones, pero lo más común, es que no exista fase específica para regular los semáforos del paso de peatones, ya que el paso de éstos coincide normalmente con fase asignada para los vehículos, la cual es incompatible con la del tranvía. En este caso, debe ser garantizado el paso de una acera a otra con un único paso de peatones.
- Tipo b) Existe fase específica para regular los semáforos del paso de peatones, la cual, en muchos de los casos, es accionada mediante pulsadores localizados única y exclusivamente sobre la zona de aceras y no en la plataforma, para que sean accionados mediante la demanda correspondiente. Al ser esta fase incompatible con la circulación del tranvía, también existirán semáforos para el mismo, en cada sentido de circulación. En caso de ser detectada la presencia del tranvía y a fin de mantener su frecuencia, la fase asignada a los peatones podría ser cancelada antes de comenzar las transiciones previas a dicha fase.
- Tipo c) Para el paso de peatones que se encuentra junto al cruce, normalmente no existe fase específica para regular los semáforos de peatones, ya que esta coincide normalmente con la fase asignada para los vehículos. Los pasos de peatones del otro extremo de la parada y siempre que estos no sean coincidentes con otro cruce tendrán el siguiente funcionamiento:
  - Los semáforos que regulan el paso de peatones desde las aceras a los andenes y viceversa, dispondrán de fases específicas, las cuales son normalmente accionadas mediante pulsadores localizados en zona de aceras y en andenes, es decir su comportamiento es idéntico a dos pasos de peatones independientes.
  - Los semáforos que regulan el paso de peatones situado entre andenes estarán siempre en verde y serán cancelados de inmediato en caso de ser detectada la presencia del tranvía en los detectores si ya se ha rebasado el tiempo mínimo verde.
  - Los semáforos que regulan el paso de peatones desde las aceras a los andenes y viceversa, dispondrán de fases específicas, las cuales son normalmente accionadas mediante pulsadores localizados en zona de aceras y en andenes, es decir su comportamiento es idéntico a dos pasos de peatones independientes. Los semáforos



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

que regulan el paso de peatones situado entre andenes estarán siempre en verde y serán cancelados de inmediato en caso de ser detectada la presencia del tranvía en los detectores si ya se ha rebasado el tiempo mínimo verde.

## 6. SEÑALES FIJAS TRANVIARIAS

Estos dispositivos proporcionan información permanente. Los diferentes tipos de cartelones son los siguientes:

- Velocidad Autorizada.
- Límite de maniobra.
- Zona de Mando de Aguja.
- Parada Absoluta.
- Posición de Estacionamiento.

Los cartelones de velocidad y de indicaciones al maquinista se diseñarán, de tal manera que no tengan un gran impacto visual. Se situarán, preferentemente en los postes de catenaria, si esto fuera posible.

Los cartelones cumplirán el Pliego de Prescripciones Técnicas de Señalización Vial del Ayuntamiento de Zaragoza.