

Anejo 5
Señalización y Semaforización.

1.	INTRODUCCIÓN	1	2.3.2.	Cruces viarios	7
2.	SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN.....	1	3.	REGULACIÓN DE TRÁFICO	7
2.1.	Criterios de diseño	1	3.1.	Descripción de la red viaria	7
2.2.	Elementos de señalización	2			
2.2.1.	Enclavamiento tranviario / Mando de señalización local	2			
2.2.1.1.	Funciones	2			
2.2.1.2.	Localización.....	2			
2.2.1.3.	Requisitos	2			
2.2.2.	Circuitos de vía	2			
2.2.2.1.	Funciones	2			
2.2.2.2.	Localización.....	2			
2.2.3.	Balizas de señalización.....	2			
2.2.4.	Balizas detectoras de tranvía / Balizas de tráfico	3			
2.2.4.1.	Ubicación de las balizas detectoras	3			
2.2.5.	Señales tranviarias.....	4			
2.2.5.1.	Ubicación de las señales tranviarias	4			
2.2.6.	Accionamientos de aguja.....	5			
2.2.6.1.	Modos de funcionamiento.....	5			
2.2.7.	Red de comunicaciones de señalización	5			
2.3.	Descripción de la solución adoptada.....	6			
2.3.1.	Zonas de Maniobra	6			

1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo desarrolla las instalaciones de Señalización y Semaforización previstas en la Línea de Metro Ligerero en superficie del centro de Sevilla, tramo San Bernardo-Centro Nervión y las modificaciones necesarias en el tramo ya en explotación de Plaza Nueva – San Bernardo y ramal técnico a Cocheras.

En los apartados siguientes se presenta una descripción resumida de los sistemas proyectados. Estos se detallan tanto en los planos correspondientes.

2. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN

La función principal de los sistemas de señalización y semaforización es garantizar la seguridad y la regularidad de la operación del tranvía. La señalización debe prevenir de alcances y colisiones entre unidades, en bifurcaciones o entre los trenes del sistema y otros usuarios de la zona, principalmente en las zonas de vía única, donde el trayecto debe estar asegurado. Se pueden definir tres tipos de señalización:

- Señalización ferroviaria. En este tipo de señalización el control del itinerario del tren se realiza desde la oficina del jefe de estación o si el control del tráfico esta centralizado, desde el Puesto Central de Mando (PCM). En modo Control de Tráfico Centralizado (CTC) el PCM regula el movimiento de todas las unidades mediante la creación de itinerarios, para lo cual emplea los enclavamientos, los motores de aguja eléctricos, la señalización luminosa y el software de control. En modo local el enclavamiento se controla desde la sala de operación donde se ha situado el sinóptico de maniobra, habitualmente en la oficina del jefe de estación, aunque podría situarse en los cuartos técnicos. Este tipo de señalización se utiliza en la zona de Cocheras.
- Señalización tranviaria. Basada en conducción marcha a la vista, apoyada por señales indicadoras de posición de agujas y enclavamientos tranviarios locales que coordinan el paso seguro de los trenes sobre las agujas. Es el tipo de señalización que se empleará a lo largo de todo el trazado de la línea de Metro Centro en su fase 3 compatible con el sistema en operación en la actualidad.
- Señalización viaria. Se emplea para regular el tráfico viario en cruces e intersecciones

En este capítulo se describen los elementos que compondrán la señalización tranviaria, su modo de funcionamiento y su integración con la semaforización viaria existente.

2.1. Criterios de diseño

Los criterios básicos de diseño que se han establecido para la definición del sistema de la señalización de Metrocentro son los siguientes:

- La conducción del tranvía se realizará según el principio de "marcha a la vista". Sin embargo, toda la línea estará equipada con sistemas de señalización que permitirán asegurar la operación y facilitar así la tarea de conducción.
- Desde el Puesto Central de Mando se controlará y visualizará en tiempo real la operación del tranvía.
- El Puesto Central de Mando organizará la malla de tráfico del tranvía y podrá retrasar o adelantar el inicio de la marcha de la unidad, pero el conductor podrá decidir en todo momento, por ser conducción "marcha a la vista", el cambio de itinerario, la realización de paradas de emergencia o conducción lenta por fallos en señales.
- El Sistema completo de Señalización se dividirá en cuatro zonas de maniobra, para cada una de las cuales se definirán los elementos existentes y los principios de operación de los mismos.
- Los itinerarios estarán semiautomatizados, es decir, "programados" desde el PCM.
- Se define un conjunto de señales tranviarias totalmente distintas a las empleadas para la semaforización del tráfico rodado.
- El tranvía tendrá preferencia en los cruces con el tráfico rodado. Para ello, todos los cruces viarios estarán regulados, con el fin además de minimizar las posibilidades de colisión entre el tranvía y el tráfico viario. La regulación se basa en los siguientes principios:
 - En las proximidades de los cruces y sobre la plataforma tranviaria se colocarán elementos para detectar exclusivamente el paso del tranvía: balizas detectoras o espiras, que se conectarán directamente al Regulador de Tráfico.
 - El Regulador de Tráfico controlará el estado de las señales viarias (semáforos para el tráfico rodado) y de las señales tranviarias asociadas (semáforos para tranvía) cuando no haya un accionamiento eléctrico en las proximidades del cruce.
 - El Mando de Señalización Local controlará el estado de las señales tranviarias (semáforos para tranvía) cuando en las proximidades del cruce exista un accionamiento eléctrico (este aspecto se explicará con mayor detalle posteriormente, en la descripción de la solución adoptada).
 - Existirá una comunicación directa entre el Mando de Señalización Local y el Regulador de Tráfico correspondiente.
 - El diseño del sistema de señalización garantizará un nivel 2 de integridad de seguridad (SIL 2) según IEC 61508, para el conjunto del sistema. En las zonas de maniobra (donde se encontrarán los accionamientos eléctricos) se garantizará un nivel 3 de integridad de seguridad (SIL 3).
- El diseño del sistema de señalización minimizará el equipamiento a instalar a lo largo del trazado, tal como armarios y báculos en el entorno de la plataforma, con el fin de evitar la interferencia en el entorno urbano y dotar además a los elementos de mayor protección.
- La operación de la línea se realizará de forma que no se realicen paradas de las unidades del tranvía fuera de los andenes. Por tanto, el sistema de señalización se diseñará con este criterio de funcionamiento como referencia.

2.2. Elementos de señalización

Los elementos fundamentales que integrarán el sistema de señalización serán los siguientes:

2.2.1. **Enclavamiento tranviario / Mando de señalización local**

Los enclavamientos son de tipo electrónico con dos tipos de soluciones: basados en microprocesador (estructura modular, CPU, tarjetas de entrada/salida, etc.) y en autómatas programables.

2.2.1.1. Funciones

La función principal de los enclavamientos es garantizar la operación segura de la línea, siendo los elementos encargados de:

- Controlar la posición de los accionamientos, tanto eléctricos como manuales.
- Controlar el paso seguro de los tranvías por los desvíos bloqueando las agujas, recibiendo información de los circuitos de vía situados antes de los motores de aguja eléctricos y de los de liberación de itinerario.
- Controlar las señales tranviarias.
- Establecer comunicaciones con las unidades del tranvía.
- Detectar fallos en módulos internos del enclavamiento y en elementos externos.
- Actuar como interfaz de comunicación con el Regulador Local de Tráfico.

2.2.1.2. Localización

El enclavamiento principal de la línea ampliada se situará en Cocheras, mientras que en cada una de las paradas se instalará un enclavamiento local o mando local de señalización.

2.2.1.3. Requisitos

- Garantizarán un nivel 3 de integridad de seguridad (SIL 3).
- Tipo "fail-safe", en caso de fallo la señal de salida será la más segura.
- Capacidad de integración con el resto de sistemas de la línea y adaptación a las diferentes funcionalidades.
- Flexibilidad de configuración y programación.

2.2.2. **Circuitos de vía**

Los circuitos de vía realizarán la detección segura del tranvía en un tramo de la vía. Reconocerán al vehículo de forma pasiva, sin la necesidad de que exista ningún elemento activo a bordo.

2.2.2.1. Funciones

- Proteger (bloquear) las agujas, es decir, impedir el movimiento de la aguja una vez que el circuito de vía situado antes de la punta de la misma esté ocupado.
- Conocer la posición del tranvía sobre la línea y poder determinar las incompatibilidades de movimientos asociados y señalización correspondiente.
- Liberar itinerarios. Para poder determinar la finalización de un itinerario se garantizará que el tranvía abandona la zona de incompatibilidad de movimientos mediante la secuencia ordenada de dos circuitos de vía puntuales situados en el punto extremo del tramo.

2.2.2.2. Localización

- Antes de cada aguja eléctrica, para bloquear la misma e impedir su movimiento una vez haya sido ocupada por el tranvía.
- A la salida de cada parada, para indicar la liberación de la misma y cerrar las señales de salida del tranvía.
- En las paradas extremo de la línea, para detectar de forma cuál de las vías está ocupada y determinar a cuál se direcciona a la nueva unidad entrante.
- Tras un tramo de vía única, para determinar la liberación del itinerario.

2.2.3. **Balizas de señalización**

Las balizas de señalización se emplearán para transmitir información del tranvía al sistema de señalización y viceversa. A través de estas balizas, el tranvía podrá enviar al sistema de señalización (sentido tren-tierra):

- Órdenes manuales y/o automáticas de control de accionamientos eléctricos (mando local de agujas).
- Peticiones de inicio de itinerario: señal de "preparado para partir" en paradas.
- Indicación de presencia del vehículo, con número de unidad y de itinerario.
- Información de estado de los sistemas a bordo: envío de alarmas en caso de fallo.

A su vez, el sistema de señalización podrá enviar a la unidad de tren (sentido tierratren):

- Asignación del número de itinerario (circulación)
- Información de itinerario: posicionamiento de desvíos, horario, etc.
- Autorización de marcha en paradas
- Punto Kilométrico exacto, para recalibración del sistema de odometría
- Nombre o número de la parada siguiente, para su visualización en el Sistema de Información a Viajero existente a bordo
- Información adicional procedente del Sistema de Ayuda a la Explotación existente en el PCM: por ejemplo, adelanto o retraso respecto al horario previsto, anomalías de la línea, etc.

El sistema para la comunicación entre el tren y la vía se basará en tecnología de transmisión inductiva (IMU) o similar. Constará de los siguientes elementos:

- Equipo embarcado (a bordo del tranvía)
 - Unidad embarcada
 - Interfaz hombre-máquina (HMI)
 - Antena de TX/RX del vehículo
- Equipo de vía (instalado en la plataforma tranviaria y en los armarios de vía)
 - Antena de recepción (baliza o lazo)
 - Antena de transmisión (baliza)
 - Unidad de recepción
 - Unidad de transmisión

2.2.4. Balizas detectoras de tranvía / Balizas de tráfico

En los criterios generales de operación de la línea de tranvía se ha indicado que algunos de los principios fundamentales en que se basará ésta serán:

- El tranvía tendrá preferencia en todo momento sobre el tráfico rodado.
- Se evitará la parada del tranvía fuera de las paradas.
- Se garantizará en todo momento la seguridad en la explotación de la línea, para lo cual se tomarán las medidas adecuadas orientadas a prevenir la existencia de colisiones entre el tráfico rodado y el tranviario.

Estos criterios son especialmente importantes en los puntos donde se da una coincidencia de los dos tipos de tráfico, es decir, en los cruces de la plataforma tranviaria con el tráfico viario. Para ello, será necesario disponer un conjunto de elementos que permitan detectar la aproximación del tranvía

por un cruce y el paso completo a través del mismo, de forma que tanto las señales viarias como las tranviarias indiquen los valores adecuados.

Con este fin se utilizarán las denominadas balizas de tráfico o balizas detectoras de presencia de tranvía. Sus características fundamentales serán las siguientes:

- Estará instalada en la plataforma de la vía, entre los dos carriles. Puede presentar dos formatos:
 - Como una antena (baliza) según tecnología de transmisión inductiva (IMU) o similar
 - Como un lazo inductivo integrado en la plataforma entre los dos carriles
- En ambos casos se basará en la detección positiva de tranvía: la baliza recibirá la señal emitida por un vehículo equipado con un emisor y una antena transmisora a bordo, lo cual se utilizará como señal de detección de paso de tranvía. De esta forma se garantiza que el paso de otro tipo de vehículos con masa metálica (automóviles, motocicletas, etc.) no provoca una falta de detección de la unidad de tren. Tradicionalmente se emplean dos bandas de frecuencia, en función de la tecnología empleada:
 - Banda de 850 – 870 KHz
 - Banda de 24 – 28 KHz

Para detectar la señal emitida por el vehículo ésta deberá tener una intensidad de campo suficiente, lo cual sólo ocurrirá cuando la unidad de tranvía se encuentre encima de la baliza detectora.

- La solución basada en una antena según tecnología de transmisión inductiva, no necesita estar alimentada, por lo que presentará un principio de trabajo pasivo. La salida de la baliza será un contacto de conmutación polarizado libre de potencial, al cual se conectará un relé. En caso de recepción de señal, la baliza excitará el relé que conmutará los circuitos de trabajo a los cuales esté conectado.
- La solución basada en lazo inductivo requiere de un módulo electrónico adicional que necesita estar alimentado. Su salida será igualmente un contacto libre de potencial. La salida de las balizas detectoras se conectará directamente al Regulador Local de Tráfico del cruce al cual estén asociadas.

2.2.4.1. Ubicación de las balizas detectoras

En cada uno de los cruces entre la plataforma tranviaria y el tráfico rodado se colocarán tres balizas detectoras:

- Una baliza de petición, aproximadamente 100 m antes del cruce. Su misión será indicar al Regulador de Tráfico la presencia de una unidad de tren acercándose al punto de cruce y provocar el cierre al paso de vehículos para habilitar la prioridad de paso al tranvía.

- Una baliza de aproximación, aproximadamente 60 m antes del cruce. Su misión será confirmar al Regulador de Tráfico la presencia de una unidad de tren acercándose al punto de cruce. Servirá de señal de seguridad de máxima prioridad y, si no se ha hecho previamente, provocará el cierre del cruce al paso de vehículos.
- Una baliza de liberación, aproximadamente 30 m después del cruce. Su función será indicar el paso completo del tranvía a través del cruce y la liberación del mismo para el paso del tráfico rodado.

Este criterio se mantiene en todo el trayecto salvo en el ramal técnico, en el cual junto a cada cruce se colocarán sólo dos tipos de balizas, la de aproximación y la de liberación. En este tramo no se estima necesaria la utilización de la baliza de petición por no ser un tramo habitual de operación de la línea. La circulación de unidades de tranvía por el mismo tendrá lugar sin pasajeros, a unas velocidades inferiores a las de explotación y sólo de madrugada y a última hora de la noche, situaciones en las que el tráfico rodado es menor al existente durante el día.

2.2.5. Señales tranviarias

Con el fin de facilitar la labor de conducción de las unidades de tranvía a lo largo de todo el trazado en los puntos críticos del mismo se ubicarán semáforos (señales luminosas) destinados exclusivamente a los conductores de las mismas. Estas señales se emplearán principalmente con tres finalidades:

- Indicar la salida de la unidad desde las paradas finales de recorrido
- Indicar el estado de las agujas motorizadas y por tanto el itinerario definido a través de las mismas
- Regular el paso de las unidades por los cruces viarios: permitir/prohibir el paso dentro del sistema completo de señalización, las señales tranviarias constituyen el nivel más básico de comunicación de las autorizaciones de movimiento generadas por el enclavamiento.

El control de los distintos semáforos tranviarios será realizado por dos elementos diferentes en función de su ubicación:

- Las señales colocadas en las paradas de final de trayecto y junto a las agujas motorizadas serán controladas por el enclavamiento o Mando Local de Señalización al cual estén asociados. En cualquier caso, el Puesto Central de Mando podrá en todo momento fijar el estado de cada una de ellos a través de la red de señalización.
- Las señales colocadas en los cruces viarios estarán controladas por el Regulador de Tráfico que gobierna el cruce. El regulador indicará al enclavamiento el estado de cada señal, de forma esa información pueda ser recibida en el Puesto Central de Mando.

2.2.5.1. Ubicación de las señales tranviarias

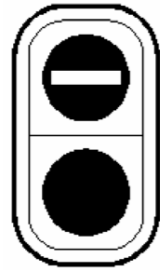
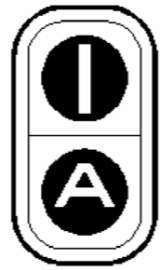
Las señales se situarán principalmente en los siguientes puntos:

- Salidas de paradas. Se emplearán para dar permiso de salida a la unidad de tranvía desde las paradas extremo de la línea.
- Desvíos de agujas motorizadas. Se colocarán señales en todos los cambios motorizados de aguja para indicar la posición en que se encuentra el desvío.
- Cruces viarios. Se emplearán para indicar la existencia de paso libre o cerrado a través de un cruce. En condiciones normales, al aproximarse un tranvía a un cruce deberá encontrarlo siempre con paso libre ya que tiene preferencia sobre el tráfico rodado, pero por fallos del sistema o incidencias del tráfico podría ocurrir que no fuera así. Estas señales constituyen por tanto una medida de seguridad adicional para la prevención de colisiones en estas situaciones.
- Salidas/entradas de cocheras. En el sentido de salida, mediante estas señales, se dará permiso a los tranvías existentes en cocheras para dirigirse hacia el inicio de recorrido. En el sentido de entrada, se utilizarán para informar a los conductores acerca de la vía destino a la cual se deben dirigir.

En la selección de la ubicación exacta de las señales, una vez definida la zona en que deben encontrarse para proporcionar la funcionalidad requerida, se seguirán además tres criterios:

- Las señales se ubicarán siempre de forma que su visibilidad sea máxima para el conductor del tranvía para lo cual se intentarán instalar en tramos rectos del recorrido y a una altura aproximada de 2,5 metros.
- Como criterio general se ubicarán en el lado derecho de la vía, en el sentido normal de circulación del tren.
- En la instalación de los semáforos tranviarios se intentará minimizar el impacto visual que provocan. Para ello, siempre que sea una solución adecuada para el tranvía, se colocarán en báculos existentes para la semaforización viaria y peatonal. En los puntos donde exclusivamente existan señales tranviarias, se acercarán en la medida de lo posible a las fachadas de los edificios colindantes

En la tabla siguiente se muestran los diferentes estados que podrán presentar las señales tranviarias.

Parada – Prohibición de paso Ausencia de tranvía	Parada – Petición de paso	Paso libre por vía directa Presencia de tranvía	Paso libre por vía desviada a izquierda Presencia de tranvía
			

2.2.6. Accionamientos de aguja

En los desvíos existentes en la línea de MetroCentro se emplearán dos tipos de accionamientos de aguja:

- Accionamientos electrohidráulicos, con cerrojo y comprobación de aguja. Se ubicarán junto a las bretelle situadas en los extremos de recorrido, únicamente para el sentido de llegada a parada de fin de línea.
- Accionamientos mecánicos (manuales) talonables de resorte y con comprobación de aguja. Se instalarán en el resto de desvíos existentes en la línea.

El funcionamiento de los motores de aguja estará gobernado por el sistema de enclavamiento. Éste será el encargado de:

- En los accionamientos electrohidráulicos:
 - Mover la posición de las agujas en dos casos: cuando así sea establecido desde el Puesto Central de Mando o por petición del conductor del tranvía a través de los mandos situados en su consola (esto sólo se utilizará en el modo degradado de funcionamiento).
 - Conocer la posición del desvío en todo momento, mediante el procesado de la señal de comprobación de agujas.
 - Impedir el movimiento automático de la aguja en caso de estar ocupado el circuito de vía anterior al desvío.
- En los accionamientos mecánicos:

- Conocer la posición del desvío en todo momento, mediante el procesado de la señal de comprobación de agujas.

2.2.6.1. Modos de funcionamiento

En el modo normal de funcionamiento, el enclavamiento mueve de forma remota la posición de la aguja, bien por orden desde el Puesto Central de Mando o por petición desde el tranvía. La petición desde el tranvía podrá realizarse de dos formas:

- Automática, en función de la información de destino o itinerario. En este modo de operación en el ordenador o equipo de a bordo, estará cargada la información de para cada número de vehículo y/o número de itinerario la posición en que se deben encontrar los desvíos. Antes de iniciar el recorrido el conductor introducirá los datos de vehículo e itinerario y será el equipo de a bordo quien, al detectarse la presencia de una baliza en la vía envíe de forma automática la información de posición.
- Manual, mediante los pulsadores de control de aguja existentes en la cabina del conductor, a través de los cuales se enviarán las peticiones de:
 - Orden a vía directa
 - Orden a vía desviada en un itinerario a derecha
 - Orden a vía desviada en un itinerario a izquierda

a una baliza situada en la plataforma tranviaria, que las transmitirá a su vez al mando de señalización local.

Como medio adicional de control, junto a cada señal tranviaria asociada a un aparato de vía se colocará un mando local de aguja con pulsadores y protegido con llave. En caso de fallo del sistema y no ser posible el control de la posición del desvío desde los pulsadores de a bordo, el conductor deberá detener el vehículo antes del aparato de vía y mediante este mando cambiar la posición del desvío.

2.2.7. Red de comunicaciones de señalización

La comunicación de los enclavamientos o Mandos Locales de Señalización entre sí y con el Puesto Central de Mando se realizará mediante la Red de Señalización. Esta red instalará por tanto a lo largo de todo el trazado, en paralelo a la Red Multiservicio Gigabit Ethernet pero totalmente independiente de ella.

Será una red de tipo Fast Ethernet (100 Mbps) cuyo medio físico será el cable de 16 fibras monomodo no empleado para la red multiservicio. Es decir, si la red multiservicio se ha implementado utilizando las fibras del cable situado en el lado izquierdo de la plataforma, para la red de señalización se empleará el instalado en el lado derecho.

La red de señalización presentará una topología en anillo, de forma que existirán dos caminos diferentes para acceder a cada uno de los mandos locales. Tendrá como elementos de red los nodos locales de señalización existentes en cada una de las paradas y en el PCM, los cuales serán Switches Fast Ethernet 10/100 Mbps, reservados exclusivamente para el sistema de señalización.

Dada la topología en anillo elegida, se emplearán 4 fibras para implementar la red, dejando el resto como fibras de reserva para otros usos. Al igual que en el caso de la red multiservicio, del conjunto de fibras de reserva se identificarán claramente dos como fibras de reserva de la red de señalización.

Por último, como medida adicional de seguridad, los nodos locales de la red de señalización irán conectados a los nodos locales de la red multiservicio de cada parada. De esta forma, en caso de fallo total de la red de señalización todo el tráfico perteneciente a la misma podrá rutarse de forma automática, y sin intervención alguna a través de la red multiservicio.

En la figura siguiente se muestra la topología completa de las redes troncales; red multiservicios y red de señalización.

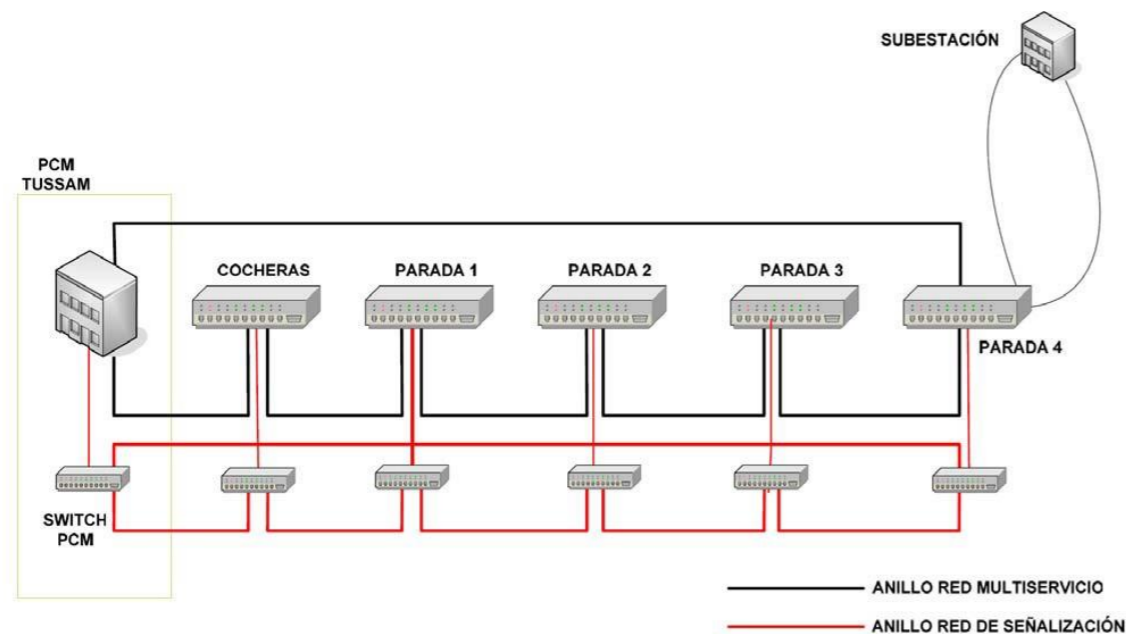


Fig 1: Redes troncales de MetroCentro

2.3. Descripción de la solución adoptada

En condiciones normales de operación, la explotación de la línea estará automatizada y el movimiento de las unidades de tranvía gobernado por el sistema de señalización.

El trazado completo, ampliado en fase 3 desde San Bernardo hasta Centro Nervión, queda dividido en siete zonas de maniobra, en las cuales se definirán los itinerarios de movimiento:

- Zona de Maniobra 1: Comprende el ramal técnico
- Zona de Maniobra 2: Entre la Parada de Prado de San Sebastián y la Parada de Puerta de Jerez.
- Zona de Maniobra 3: Entre la Parada de Puerta de Jerez y la Parada de Archivo de Indias.
- Zona de Maniobra 4: Entre la Parada de Archivo de Indias y la Parada de Plaza Nueva.
- Zona de Maniobra 5: Entre la Parada de Prado de San Sebastián y la Parada de San Bernardo.
- Zona de Maniobra 6: Entre la Parada de San Bernardo y la Parada de San Francisco Javier-Ramón y Cajal.
- Zona de Maniobra 7: Entre la Parada de San Francisco Javier-Ramón y Cajal y la Parada de San Francisco Javier-Eduardo Dato (que incluye la parada provisional-fin de trayecto situada en la calle Luis de Morales).

2.3.1. Zonas de Maniobra

Las zonas de maniobra presentan las siguientes particularidades:

Zona de Maniobra 1: Es el ramal técnico de vía única para acceder a cocheras, el tráfico de unidades de tranvía será principalmente a primera hora de la mañana y a última del día, para la salida y entrada de unidades a cocheras.

Zona de Maniobra 2: Prado de San Sebastián – Puerta de Jerez. Esa zona de maniobra se realiza con vía doble. La parada de Prado de San Sebastián es parada término, donde se inicia el recorrido comercial de la línea de MetroCentro, junto a ella se ha dispuesto una bretelle de entrada que posibilite la utilización de ambas vías de la parada como vías de entrada o salida.

Justo al inicio del recorrido se encuentra el cruce más importante con el tráfico rodado, en la Plaza de D. Juan de Austria, con unas IMD,s muy importantes, en las Avenidas de Carlos V, Menéndez – Pelayo y El Cid.

Las salidas de la Parada Prado de San Sebastián, estarán controladas por el Mando de Señalización y se empleará una baliza de tráfico para liberar el regulador al paso del tranvía, en el sentido de entrada a la parada, se define una situación de control semafórico por regulador, con dos balizas anteriores al cruce, de petición y de aproximación, y una baliza de liberación por cada vía.

Zona de Maniobra 3: Puerta de Jerez – Archivo de Indias, zona de doble vía en su conjunto. Es la zona donde el control del tranvía depende casi exclusivamente del conductor, salvo en el cruce de Santo Tomás que se regulariza al paso del tranvía con las balizas de petición y aproximación antes de cruce y en cada sentido, y la baliza de liberación.

Zona de Maniobra 4: Archivo de Indias – Plaza Nueva, es la zona más complicada para la señalización con un tramo intermedio de vía única que hay que asegurar por medio de circuitos de vía, un cruce con la calle Alemanes y las necesarias balizas de tráfico para que el regulador pueda dar paso prioritario al tranvía, y una bretelle final con una aguja motorizada para permitir la entrada la parada término de Plaza Nueva por ambas vías.

Para esta zona de maniobra se propone en esta fase la inclusión de un circuito de vía a la altura de Banco de España que permita mejorar la frecuencia de circulación entre dichas paradas, estableciendo circulación de vía doble.

Zona de Maniobra 5: Prado de San Sebastián – San Bernardo. Surge de la ampliación en fase 2 de la plataforma tranviaria. En este tramo se han de gestionar los cruces viarios de la Avenida de Carlos V destacando principalmente la Glorieta M^a de las Mercedes y el cruce con la avenida de la Buhaira.

Zona de Maniobra 6: San Bernardo – San Francisco Javier-Ramón y Cajal. Surge de la ampliación en fase 3 de la plataforma tranviaria. En este tramo en el cruce viario existente entre la Avenida Ramón y Cajal y la Avenida San Francisco Javier se ha proyectado un paso inferior.

Zona de Maniobra 7: San Francisco Javier-Ramón y Cajal – San Francisco Javier Eduardo-Dato. Surge de la ampliación en fase 3 de la plataforma tranviaria. En este tramo se han de gestionar los cruces viarios de la Avenida San Francisco Javier con la calle Camilo José Cela y con la Avenida Eduardo Dato.

En el siguiente apartado se describe con más detalle la regulación prevista en los cruces viarios.

2.3.2. Cruces viarios

La gestión completa de un cruce entre el tranvía y el tráfico rodado será realizada en su totalidad por el Regulador de Tráfico existente en el mismo.

El Regulador será el encargado de controlar tanto la semaforización para el tráfico rodado como la semaforización tranviaria en el entorno del cruce. Además de esto para conocimiento del sistema de señalización informará el Mando de Señalización Local (enclavamiento) más cercano sobre el estado de las señales tranviarias.

La unidad del tranvía se detectará de forma positiva, la baliza recibirá la señal emitida por un vehículo equipado con un emisor y una antena transmisora a bordo, lo cual se utilizará como señal de detección de paso de tranvía. De esta forma se garantiza que el paso de otro tipo de vehículos con masa metálica (automóviles, motocicletas, etc.) no provoca una falta de detección de la unidad de tren.

El principio de funcionamiento de un cruce entre el tranvía y el tráfico rodado es el siguiente:

Baliza de petición En el momento en que una unidad de tranvía pasa por encima de una baliza de petición, el Regulador de Tráfico al cual está conectada recibe la señal de presencia de tranvía. En ese momento el regulador interrumpe su ciclo normal de funcionamiento y, transcurrido el tiempo de seguridad establecido (fase de ámbar), cierra el paso del tráfico rodado a través del cruce mediante el establecimiento de la semaforización correspondiente. Una vez cerrado el paso a los vehículos, cambia la señalización tranviaria dando permiso de paso a la unidad de tranvía.

Baliza de aproximación. En condiciones normales, unos segundos más tarde el tranvía pasa sobre la baliza de aproximación, lo cual hace que se envíe una señal de máxima prioridad al Regulador de Tráfico que, sea cual sea su estado, deberá cerrar el paso a los vehículos.

Esta segunda señal confirma de forma segura el acercamiento del tranvía al cruce. La baliza de aproximación se instala con dos finalidades:

- En primer lugar para confirmar la orden transmitida por la primera baliza (baliza de petición) e indicar por un segundo medio la llegada del tranvía al cruce.
- En segundo lugar como medio de petición de paso. Puede ocurrir que después de haber pasado por la baliza de petición, el tranvía tenga que detenerse antes de llegar al cruce y de pasar por la baliza de aproximación por algún motivo: avería, vehículo ocupando la plataforma tranviaria, etc. En ese caso, el tiempo transcurrido desde que la unidad le envió al Regulador de Tráfico la petición de paso habrá superado el valor máximo establecido, con lo que el Regulador habrá vuelto al ciclo normal de fases de tráfico del cruce. Cuando el tren reanuda su marcha, es detectado por la baliza de aproximación, lo cual indica al regulador la presencia de un tranvía acercándose al cruce. El regulador procede en ese momento a cerrar la circulación de vehículos y a dar permiso de paso a la unidad de tren mediante la señal tranviaria correspondiente.

Baliza de liberación. Una vez el tranvía ha atravesado totalmente el cruce, pasa por encima de la baliza de liberación, que informa al Regulador Local para que vuelva a restaurar el ciclo normal de fases del tráfico rodado y cierre el paso de otras unidades de tranvía por el mismo punto hasta que se dé la secuencia de funcionamiento adecuada.

3. REGULACIÓN DE TRÁFICO

3.1. Descripción de la red viaria

La ampliación en fase 3 de la plataforma tranviaria del metrocentro da continuidad a la línea actualmente en operación entre las paradas de San Bernardo y Plaza Nueva. Los criterios de diseño y explotación de la ampliación son análogos a los que rigen la operación actual de la línea metrocentro.

Entre estos criterios se encuentra el de otorgar prioridad de paso al tranvía sobre el resto del tráfico rodado en las intersecciones en que se encuentran.

La actuación proyectada en Fase 3 comprende la prolongación en doble vía desde la Parada de San Bernardo hasta el entorno de la calle Luis de Morales con la Avenida Eduardo Dato, incluyendo dos nuevas paradas en la Avenida San Francisco Javier, y una parada provisional en la calle Luis de Morales (que se considerará como una extensión de la parada de Eduardo Dato). Tal actuación implica las siguientes afecciones o interacciones con el tráfico rodado:

- Cruce de la Avenida San Francisco Javier con la Avenida Ramón y Cajal (paso inferior).
- Cruce de la Avenida San Francisco Javier con la calle Camilo José Cela.
- Cruce de la Avenida San Francisco Javier con la Avenida Eduardo Dato.