

## Sistemas de semáforos en cruces con ferrocarril

Ing. José Roldán B.  
[jroldanb@mopt.go.cr](mailto:jroldanb@mopt.go.cr)  
Jefe Dto. De Semáforos

**Resumen:** Este artículo trata sobre la problemática que está enfrentando, los conductores de trenes a raíz de la falta de señalización a lo largo de las vías férreas y los cruces a nivel.

**Descriptores:** SEMAFOROS; FERROCARRILES; SEÑALES FERROVIARIAS; SEGURIDAD VIAL; TRANSITO; SEÑALES DE TRANSITO; PAVAS; SAN PEDRO; SAN JOSE; COSTA RICA.

### INTRODUCCION

Desde hace un tiempo a esta fecha se han registrado, en varios puntos de nuestra Capital, una serie de accidentes de tránsito en los llamados cruces de ferrocarriles, ocasionados en algunas oportunidades por los peatones que atraviesan la línea férrea, o a los conductores y pasajeros de automóviles u otros vehículos que son impactados en tales lugares, con resultados incluso de muerte, debido a que son arrollados, embestidos o arrastrados varios metros, o en el mejor de los casos produciendo lesiones gravísimas que conllevan a la pérdida de las piernas, brazos, etc, y las inhabilidades físicas de por vida, además del daño moral y psicológico.

Tras estos lamentables accidentes de tránsito siempre surge la polémica a nivel nacional por parte de las autoridades, como del público en general, para determinar la culpabilidad de los participantes. Mientras unos sostienen que el peatón o los conductores han estado desatentos, fueron imprudentes cruzando en un sitio no autorizado, que hubo negligencia, otros indican que el suceso fue producto de la mala señalización, cruces oscuros, ausencia de barreras o a falta de personal competente, etc. El estado entonces ofrece fuertes inversiones en barreras automáticas, mejoramiento de la señalización, sea acústica, luminosa, de banderistas automáticos, de puentes ferroviarios sobre nivel, etc., pero el problema sigue latente y sin solución desde hace años.

Por otro lado la falta de definición, por parte del Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER), en el tipo de tren que se ha de utilizar, ¿un METROTREN o un TREN CONVENCIONAL? La importancia de esta definición, determina el tipo de medidas a nivel de ingeniería de tránsito que se deben implementar, para asegurar los cruces por donde el tren

pasa y hace contacto con el flujo normal de vehículos, en el caso del METROTREN el tratamiento a dársele, sería el de tranvía, que comparte el funcionamiento de las intersecciones, como un vehículo más, mientras que el TREN CONVENCIONAL, tiene la prioridad de paso en todas las intersecciones.

Una máquina grande con 8 vagones, caracteriza al tren convencional. A pesar de que las autoridades del INCOFER quieran darle tratamiento de tranvía, ¡no lo es! Al tren que se desplaza por San José, tema de ahora en adelante, se le aplicaran las regulaciones para trenes convencionales.

A continuación se presentan una serie de conceptos que deben de aplicarse para el uso de controladores, semáforos y barreras en intersecciones y pasos a nivel con el ferrocarril.

## **EL PROYECTO**

Este proyecto pretende la semaforización de todas las intersecciones por donde el tren pasa actualmente y hace el recorrido metropolitano. El recorrido del tren metropolitano tomado en cuenta para este proyecto comprende desde Pavas hasta San Pedro. A lo largo de este recorrido encontramos 57 intersecciones consideradas como peligrosas.

Las intersecciones observadas fueron divididas en tres niveles, según la cantidad de tránsito vehicular que cruza la línea férrea, y de ahí su peligrosidad, los niveles a saber son:

1. **NIVEL 1:** Aquellas intersecciones constituidas por el cruce de una carretera con la vía férrea, en que la carretera puede tener uno o dos sentidos , con muy bajo flujo vehicular, en que sólo basta con instalar un sistema de semáforos intermitentes con campana, que se activa con la cercanía del tren.
2. **Nivel 2:** Aquellas intersecciones constituidas por el cruce de una carretera con la vía férrea, en que la carretera puede tener una o dos sentidos, con un flujo vehicular considerable, en el que se tendría que instalar semáforos , campana y barreras, que se accionen con la cercanía del tren.
3. **Nivel 3:** Aquellas intersecciones que además de cruzar la vía férrea, los vehículos y el tren, viajan en forma paralela o aquellas donde el flujo vehicular es muy alto.

Las 57 intersecciones que se encuentran a lo largo del recorrido del tren están distribuidas, en los niveles, de la siguiente forma:

- Nivel 1                    37
- Nivel 2                    14
- Nivel 3                    6

Los costos aproximados para los sistemas de semáforos de los diferentes niveles se representan en la siguiente tabla:

**Tabla 1**  
**Costos aproximados de los sistemas de semáforos**

<b>Sistema</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Nivel 1	37	\$50.000,00	\$1.850.000,00
Nivel 2	14	\$80.000,00	\$1.120.000,00
Nivel 3	6	\$100.000,00	\$600.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>		<b>\$3.570.000,00</b>

Los costos estimados de los sistemas incluyen el suministro e instalación de los mismos de tal forma que se consideran los costos de materiales, mano de obra, y los costos de los equipos. Cabe mencionar que estos costos son un promedio de los precios en el mercado de forma tal que se pueden encontrar precios más bajos o más altos dependiendo de la manufactura de los equipos.

Los semáforos y barreras son aquellos dispositivos que indican a los conductores de vehículos y a los peatones, la aproximación o presencia de trenes, locomotoras o carros de ferrocarril en cruces a nivel de calles o carreteras.

Los semáforos de aproximación de trenes en los cruces ferroviarios de carreteras se clasifican en: luces intermitentes y semáforos oscilantes. Un semáforo de luz intermitente es una señal en la que la aproximación de los trenes se indica mediante dos luces rojas intermitentes, colocadas horizontalmente, que se encienden y apagan en forma alternada a intervalos predeterminados. El semáforo oscilante es una señal donde la indicación de la aproximación de trenes se hace por medio de un disco oscilante horizontalmente con una luz roja dentro del disco.

Las barreras para cruces a nivel de ferrocarril serán un tablero trapezoidal que desciende hasta la posición horizontal y que se extiende sobre el camino o la calle en los dos sentidos, hasta una distancia suficiente que abarque la totalidad de los carriles de tránsito en el acceso al cruce, para impedir la circulación de vehículos cuando se aproxima y pasa un tren.

Los semáforos se instalarán de manera que den la indicación debida a los vehículos que se aproximan por la calle o carretera y tendrán la forma y dimensiones indicadas en la Figura 1.

En algunos casos, cuando se estime conveniente hacer más efectivo el semáforo por circunstancias especiales pueden instalarse timbres o campanas accionadas automáticamente.

La distancia que mediará a lo largo de la calle o carretera entre la parte más cercana del semáforo o la barrera en su posición horizontal y el riel más próximo será de 3 metros como mínimo. Dicha longitud se medirá normal al sentido de la vía del ferrocarril (Figura 2). Los semáforos se colocarán a no menos de 60 centímetros del camino o calle medidos a partir de la orilla de la calzada o de la orilla exterior del acotamiento pavimentado cuando dicho acotamiento se prolongue sobre los rieles. La parte inferior de las lentes de los semáforos deberá quedar a una altura no menor de 2.50 metros ni mayor de 3 metros, medida sobre el nivel de la orilla de la calzada de la carretera o de la acera, cuando se instalen en soportes tipo poste. Si quedan suspendidas sobre el camino la altura libre no debe ser mayor de 6 metros ni menos de 5.50 metros.

**Figura 1**  
**Disposición de las Barreras para la aproximación de trenes**

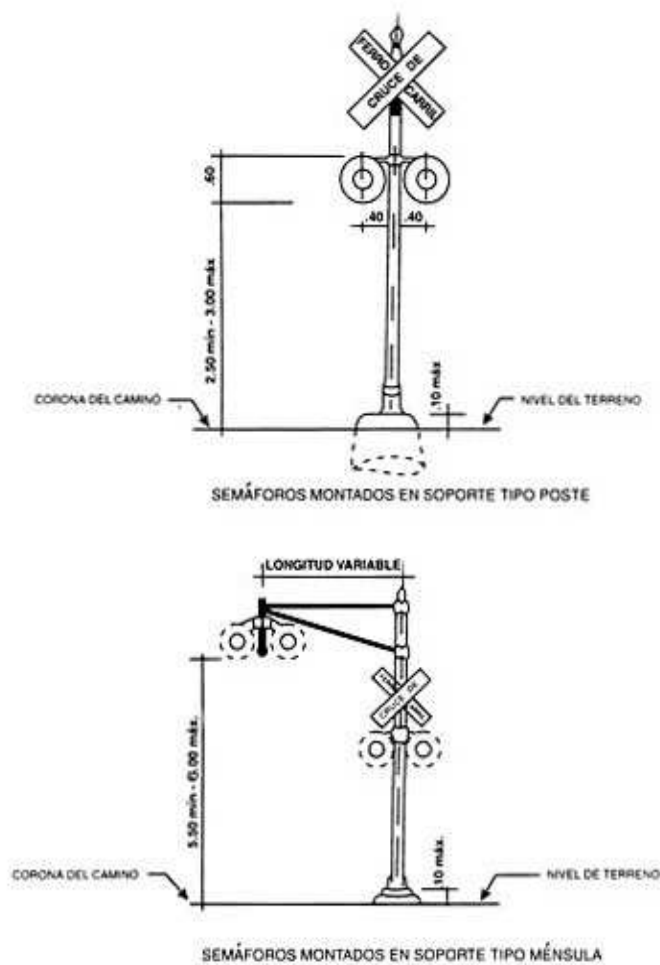
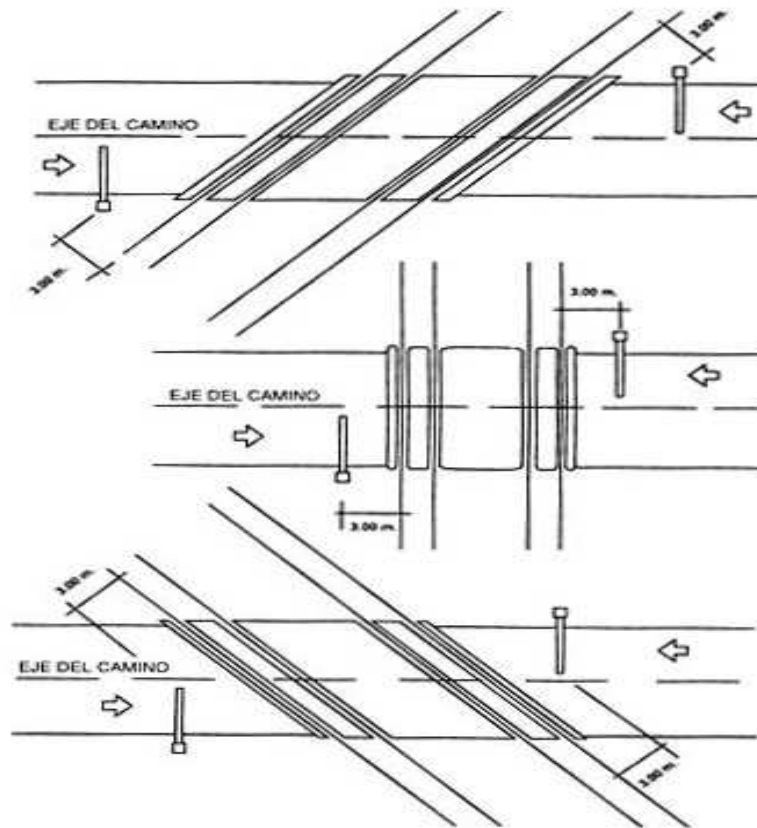


Figura 2

## Ubicación longitudinal de los semáforos y barreras



## Características de las barreras

Las barreras para la protección del tránsito de un camino o calle en un cruce a nivel con ferrocarril serán de forma trapezoidal con la base menor de 15 cm. y la mayor de 30 cm. formando un ángulo de 90 grados con su lado superior. Deberán ser automáticas y se equiparán con tres luces rojas sobre la parte superior del travesaño que se iluminarán en los dos sentidos del tránsito del camino o de la calle ante la aproximación de un tren. La luz más próxima a la punta se iluminará en forma fija y las otras dos se encenderán y apagarán alternadamente en forma sincronizada con las luces del semáforo que indican la aproximación del tren. Las lentes instaladas sobre la barrera tendrán un diámetro mínimo de 10 cm. (Figura 3).

Las barreras se pintarán con franjas diagonales de 40 cm. de ancho de color blanco reflejante y negro en forma alternada con una inclinación de 45 grados descendiendo hacia la izquierda.

Una barrera automática servirá como complemento de un semáforo de ferrocarril intermitente. Las barreras deben instalarse en el mismo soporte del semáforo; sin embargo si las condiciones lo demandan se puede colocar sobre postes pedestales o estructuras independientes ubicados entre el semáforo y la vía del tren.

La parte inferior de la barrera cuando esté en posición horizontal quedará a una altura mínima de 1 metro o máxima de 1.40 metros sobre el lecho del camino.

La barrera funcionará en conjunto con el sistema para el ferrocarril, de tal modo que bajará su brazo cuando sea activado al paso del ferrocarril, con el fin de obligar a la detención de los vehículos.

El brazo de la barrera será de un material tal que, si es golpeado por un vehículo, éste se quiebre sin perjudicar el funcionamiento del equipo, debiéndose solamente cambiar el brazo.

### ***Características de los semáforos oscilantes***

- A) El semáforo oscilante constará de un disco de 50 cm. de diámetro dotado de un lente Led rojo para la indicación nocturna.
- B) El disco estará soportado por un brazo oscilante y la longitud del recorrido de la luz oscilante del disco medida horizontalmente entre las posiciones extremas será de 75 cm.
- C) La señal de cruce y el semáforo de ferrocarriles se deberán montar en el mismo poste.

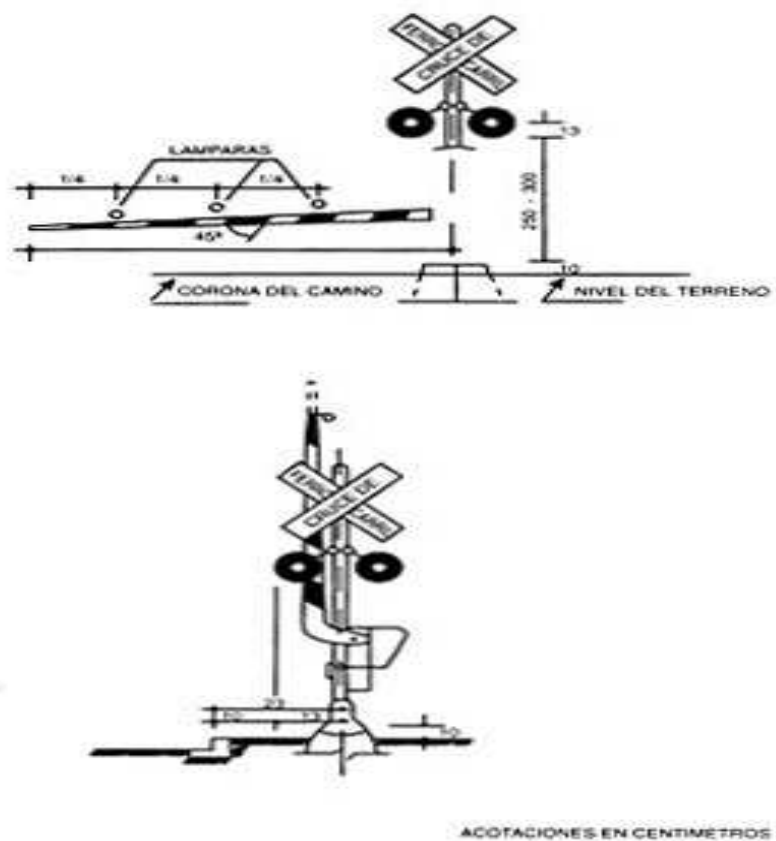
Los semáforos y los dispositivos para indicar que se aproxima un tren se controlarán de manera que empiecen a funcionar antes de la llegada del mismo al cruce con un lapso razonable para dar la debida protección. Cuando los semáforos para el control de tránsito de vehículos estén ubicados en intersecciones situadas cerca de los semáforos para indicar la proximidad de trenes se debe prestar atención especial a la sincronización de los dos sistemas. En donde exista una intersección cercana a un cruce de ferrocarril a nivel en el que uno de los caminos sea sensiblemente paralelo a la vía del ferrocarril se recomienda instalar un semáforo complementario que muestre las indicaciones de no dar vuelta a la derecha o a la izquierda en el camino paralelo cuando el ferrocarril se encuentre en el cruce.

Los circuitos para la operación automática se dispondrán de manera que la barra inicie su movimiento descendente 3 segundos como mínimo después de que el semáforo empiece a funcionar; la barrera quedará en posición horizontal antes de la llegada del tren más rápido y permanecerá así hasta que la parte posterior del tren haya salido del cruce. Los mecanismos se deben proyectar de manera que si la barrera, mientras se eleva o baja golpea algún objeto se detenga inmediatamente y al quitar la obstrucción continúe hasta la posición exigida por el

mecanismo de control. En cruces donde existan diferencias importantes entre las velocidades de los trenes conviene instalar un control que permita ajustar los tiempos a sus velocidades de operación. Las lámparas led se iluminarán alternativamente y el número de destellos por minuto para cada una será de 35 a 45. Cada lámpara se iluminará durante aproximadamente la mitad del ciclo de operación.

**Figura 3**

**Disposición de las barreras para indicar la aproximación de trenes**



La campana estará integrada a todo el sistema de tal forma que sonará cuando el sistema se active con el paso del ferrocarril.

**Conclusiones**

- El tipo de tren para el Gran Área Metropolitana (GAM) definitivamente no es un tranvía.
- No es aconsejable que la longitud del tren que presta el servicio San Pedro – Pavas y viceversa, sea superior a los cuatro vagones más la locomotora, por cuanto uno con

mayor cantidad de vagones ocupa mucho espacio en las paradas, ocasionando que en algunas quede atravesado hasta por 2 minutos sobre la vía vehicular. Tal es el caso de la parada en la Sabana a la altura del MAG.

- Las intersecciones con cruce de ferrocarril a pesar de que están señaladas en su mayoría, no ofrecen la seguridad necesaria.
- Los accidentes en su mayoría obedecen a un irrespeto total hacia el tren por parte de los conductores.
- Las soluciones semafóricas en cruces de ferrocarril deberan ser compatibles con el sistema centralizado de San José.
- Las soluciones semafóricas para cruces con ferrocarril, deben necesariamente obedecer a una sola señal, la del tren.
- No existe señales de maquinista que le indiquen el estado de la vía férrea más adelante, lo que origina que el maquinista conduzca a ciegas.

### **Recomendaciones**

- Definición por parte del Incofer, del tipo de tren (Metro tren o Tren Convencional) que se utilizará para los recorridos dentro de la GAM.
- Utilizar trenes de no mas de cuatro vagones en los recorridos de la GAM
- Semafórica todos los cruces con el ferrocarril y utilizar barreras en aquellos con mayor presencia vehicular e integrar estos sistemas al Sistema Centralizado de Semáforos de San José, en aquellos lugares con semáforos que puedan originar congestión.
- Hacer una campaña dirigida a los conductores y peatones sobre el respeto que se debe de tener al tren.
- Prohibir el estacionamiento de vehículos en las aceras cercanas a la vía férrea y utilizar separadores de carril para separar el espacio de vía férrea, con la calle o carretera.
- El INCOFER deberá realizar la implementación de las señales para el maquinista a lo largo de la vía férrea, que advierta al maquinista de peligros sobre esta.
- Se recomienda que la Licitación para contratación de los sistemas de semáforos se haga bajo la modalidad de suministro e instalación. de los sistemas a contratar. Deberá incluirse el mantenimiento dentro del contrato si el ente financiador es el MOPT.
- En las especificaciones técnicas del cartel se incluya entre otros:
  - Los oferentes de equipos deben dar capacitación en español sobre, la forma de operación, programación e instalación del controlador, las barreras y demás componentes del sistema, al personal técnico designado por la DGIT

en Costa Rica. El costo de esta capacitación deberá estar contenido en el precio de los equipos.

- Para todos los componentes de los sistemas, los oferentes deberán suministrar una lista de repuestos con el compromiso de mantener estos por lo menos 5 años en el mercado, y suministrar un precio máximo al término de los 5 años.
- Los manuales técnicos de los sistemas deben solicitarse en idioma español para cada uno de los componentes.
- El oferente tendrá que incluir un programador manual con cada controlador que cotice.

#### Literatura Consultada y Citada

Colombia, Ministerio de Transportes. “Semáforos”. [En línea]. Disponible en [http://www.mintransportes.gov.co/servicios/Biblioteca/documentos/Manual\\_senalización/Capitulo\\_7\\_SEMAFOROS.pdf](http://www.mintransportes.gov.co/servicios/Biblioteca/documentos/Manual_senalización/Capitulo_7_SEMAFOROS.pdf). [Junio del 2007]

Ferrocarriles vía estrecha (FEVE). [En línea]. Disponible en <http://www.feve.es/>, [mayo del 2007]

México, Secretaria de Comunicaciones Y transporte. “Dispositivos para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas” [En línea]. Disponible en <http://www.economia.gob.mx/work/normas/kpronoman/p050sct2.pdf>. [Mayo del 2007]

Perú. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. ”Semáforos [En línea]. disponible en [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/Transito/cap5/seccion54.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/Transito/cap5/seccion54.htm), [junio del 2007]

Todos trenes. “Enlaces”. [En línea]. disponible en <http://www.todotrenes.com/Enlaces/verEnlaces.asp?Enlace=7>, [julio, 2007]

Wikipedia.”Ferrocarriles Argentinos”. [En línea]. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarriles\\_Argentinos](http://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarriles_Argentinos), [julio del 2007]

Wikipedia.”Ferrocarriles Metropolitanos”. [En línea]. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Ferrocarriles\\_metropolitanos\\_de\\_America\\_del\\_Norte](http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Ferrocarriles_metropolitanos_de_America_del_Norte), [febrero del 2007]

Wikipedia.”Ferrocarriles Metropolitanos”. [En línea]. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Ferrocarriles\\_metropolitanos\\_de\\_Europa](http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Ferrocarriles_metropolitanos_de_Europa), [enero del 2007]

Urbanity.es [En línea]. Disponible en <http://www.urbanity.es/foro> [abril del 2007]