

 <p>Transports Metropolitans de Barcelona</p>	<p><b>Departamento de Gestión de Seguridad Ferroviaria</b></p>	
	<p><b>CRITERIO SAFETY:</b> <b>ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL</b></p>	<p><b>Fecha:</b> <b>29/08/2016</b></p>
		<p><b>CS_006_v1</b></p>

**ÁMBITO: SEÑALIZACIÓN**

**ALCANCE: TÚNEL**

**CÓDIGO DOCUMENTO: CS\_006\_v1**

**EDITADO: DGSF**

**REVISADO: UPRL**

**ESTADO: VIGENTE**

**DOCUMENTOS FMB RELACIONADOS:** Documentos técnicos de todas las Series de Trenes y VAF en FMB. Criterio Safety DGSF\_CS\_002\_Tipología de Áreas en Zona de Vías. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES SEÑALIZACIÓN Ref: UST\_ESP\_ESPGEN\_Especificacions Funcionals Senyalització 20131118 de PROYECTOS Y OBRAS DE SEÑALIZACIÓN.

**DOCUMENTOS Y NORMATIVA RELACIONADA:** **UNE-EN 10433-1:2008** Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles: Requisitos técnicos para la circulación. **UNE-EN 10433-2:2009** Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles: Requisitos técnicos para el trabajo.

---

## 1. CONCEPTOS GENERALES

- La altura de la ubicación de la señal se establecerá de forma que dicha señal quede centrada con la altura visual del conductor del tren o del VAF.
- Para determinar la altura idónea de ubicación de la señalización ferroviaria se tomará como referencia la medida desde el plano de rodadura del carril hasta el centro del primer foco de la señal, es decir, el más cercano al carril.
- Cuando se trate de señales mecánicas, se tomará como referencia la medida desde el plano de rodadura del carril hasta el centro geométrico de la señal.
- En el caso de que los puntos anteriores no puedan cumplirse por interferencias con otros elementos instalados en el túnel, restricciones ocasionadas por la infraestructura, etc., para la ubicación de la señalización (debido a la ergonomía de los puestos de conducción) se buscará siempre una altura con valores por encima de los determinados para la altura idónea y se descartarán valores inferiores a la misma.



## CRITERIO SAFETY: ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL

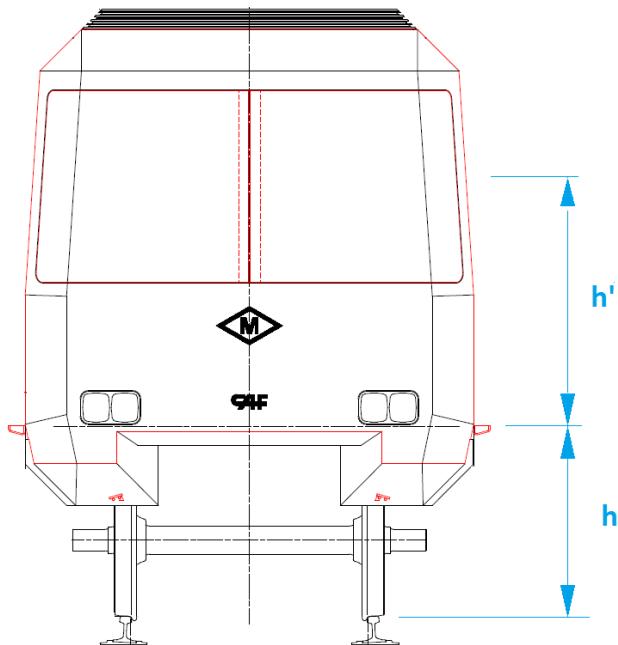
Fecha:  
29/08/2016

CS\_006\_v1

- En todos los casos la señalización se colocará perpendicular al plano de rodadura.

## 2. ESTUDIO DE LA ALTURA DEL PUNTO MEDIO DE OBSERVACIÓN DEL CONDUCTOR FERROVIARIO

El valor de la altura idónea viene dada por la suma de las alturas desde el plano de rodadura del carril hasta la plataforma del tren en el interior de la caja (h) y desde este punto hasta la altura de la vista de un conductor/a que se encuentra sentado en el puesto de conducción ( $h'$ ):



Este mismo criterio también es aplicable a los VAF de FMB, tal y como se puede comprobar en la siguiente tabla:



Transports  
Metropolitans  
de Barcelona

Departamento de Gestión de Seguridad Ferroviaria



**CRITERIO SAFETY:**  
**ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES  
FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL**

Fecha:  
29/08/2016

CS\_006\_v1

**TABLA ALTURA VISUAL DEL CONDUCTOR SEGÚN VEHICULO**

VEHICULO	h en mm	h' en mm	h+h' en mm
Tren serie 1000	1150	1200	2350
Tren serie 2000	1154	1200	2354
Tren serie 2100	1154	1200	2354
Tren serie 3000	1154	1200	2354
Tren serie 4000	1244	1200	2444
Tren serie 5000	1150	1200	2350
Tren serie 6000	1240	1200	2440
Tren serie 9000	1150	1200	2350
<b>DRESINA AIR RAIL</b>	<b>1050</b>	<b>1200</b>	<b>2250</b>
DRESINA PLASSER	1080	1200	2280
BATEADORA 08-16UM	1226	1200	2426
ZEPHIR LOK 10.170	1300	1200	2500
ROBEL 190	1100	1200	2300
<b>PLASSER OBW 10_Z 8/9</b>	<b>1500</b>	<b>1200</b>	<b>2700</b>
Medias	1189	1200	2389
Altura total (h+h') vehículo más alto			<b>2700</b>
Altura total (h+h') vehículo más bajo			<b>2250</b>
		Dispersión	<b>450</b>

La altura h' de 1200 mm viene determinada por la distancia entre el suelo del vehículo y la altura de los ojos de un conductor con el asiento en la posición más baja (UNE-EN 14033-1:2008).

Se observa que los valores de la visual de los conductores en las distintas series de trenes son más uniformes entre ellas que la de los vehículos VAF, existiendo una diferencia de tan solo 94 mm (9,4 cm)

En cuanto a los vehículos de mantenimiento de vía (VAF), existe una mayor dispersión existiendo una diferencia en la visual de 450 mm (45 cm), distancia significativa considerando que estos vehículos son conducidos de forma totalmente manual.

El ángulo de visibilidad de una señal se acorta a medida que disminuye la distancia entre el conductor y ella. Dado que la disposición de los elementos de conducción –pupitre- impide la visibilidad de la zona inferior en distancias muy cortas (paradas muy ajustadas o estacionamientos de reducidas dimensiones), las señales se deben situar preferentemente en un plano igual al del conductor. De no ser posible, se situarán en un plano superior al mismo.



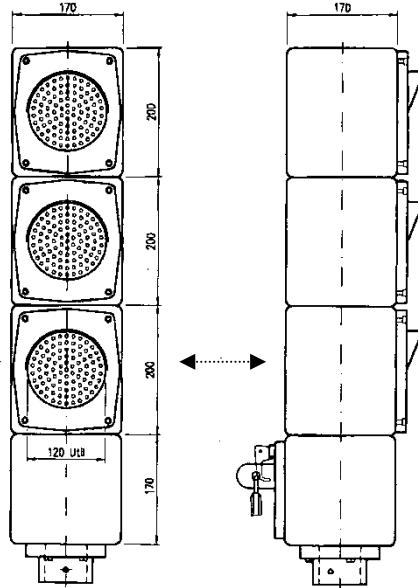
## CRITERIO SAFETY:

### ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL



Línea visual del conductor

Señal luminosa que queda  
por debajo de la línea  
visual del conductor



Situación óptima de la señal  
luminosa con  
respecto a la línea visual  
del conductor

### 3. ESTUDIO DE LA ALTURA DE LA UBICACIÓN DE LAS SEÑALES CONDUCTOR

Para determinar conclusiones acerca de la altura final de las señales, se parte del estudio y análisis de diferentes supuestos:

- **SUPUESTO A:** Si consideramos el caso más desfavorable (que es el del VAF del Modelo PLASSER OBW 10\_Z 8/9), la altura idónea de las señales deberían situarse a 2.700 mm con respecto al carril de rodadura, ya que, de esta forma, nos aseguraríamos que las señales queden siempre en la horizontal visual en el caso de este modelo de VAF y por encima de ésta en el resto de los casos, siendo entonces la distancia más dispersa de 450 mm (45 cm) por encima y la media con respecto a los trenes de 350 mm, distancias que, como medida idónea de referencia deben considerarse excesivas (Ver Anexo 1).
- **SUPUESTO B:** Si consideramos que la mayoría de vehículos que circulan son las distintas series de trenes y eliminamos la distorsión que nos producen los VAF, nos



## CRITERIO SAFETY: ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL

Fecha:  
29/08/2016

CS\_006\_v1

quedaría una altura media de 2.375 mm lo que nos daría una dispersión mínima en los trenes (entre 2.1 cm y 2,5 cm por encima de la visual y en dos series en 6,5 cm y 6,9 cm por debajo de la visual). En cuanto a los VAF, este criterio situaría todas las medidas en torno a -12,5 cm y 12,5 cm; alturas dentro de márgenes aceptables, excepto para el VAF Plasser OBW 10\_Z 8/9 al cual le quedarían las señales 32,5 cm por debajo de la visual del conductor (Ver Anexo 1).

- **SUPUESTO C:** Este tercer supuesto es similar al supuesto A, es decir, considerar el caso más desfavorable pero sólo para los trenes, que es de 2.444 mm de altura. En este caso, las señales quedarían todas por encima de la visual del conductor en el caso de los trenes (entre 0 cm y 9,4 cm) y también para los VAF (entre 14,4 cm y 19,4 cm) excepto para la ZEPHIR LOK 10.170 (-5,6 cm) y la ya mencionada Plasser OBW 10\_Z 8/9 (25,56 cm) (Ver Anexo 1).
- **SUPUESTO D (OPCIÓN ÓPTIMA):** Esta opción consiste en considerar el valor medio de las alturas visuales de todas las series de los trenes con respecto a la altura del propio tren y con respecto a la altura visual más alta, es decir, considerar como altura óptima de las señales, tanto luminosas como mecánicas, el punto medio entre supuesto B y supuesto C. Este criterio ofrece unos valores de 2.409,50 mm, como altura ideal, pero al mismo tiempo ofrece un margen de 34,5 mm por encima o por debajo.  $2.375 \text{ mm} \leq x \leq 2.444 \text{ mm}$  (Ver Anexo 1). Para respetar las condiciones que determinan este criterio, en caso de existir la imposibilidad de anclar una señal a la altura recomendada, siempre se deberá buscar un punto de ubicación superior al margen mínimo, de forma que ninguna señal esté por debajo de 2.375 mm

### 4. CRITERIO SAFETY DE ALTURA DE LAS SEÑALES EN EL TÚNEL:

Como conclusión a lo anteriormente expuesto se determinan los siguientes valores de altura idónea para el emplazamiento de la señalización:

- **SEÑALIZACIÓN MECÁNICA:** **2.409,50 mm** desde el carril de rodamiento hasta el centro de la señal.
- **SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA:** **2.409,50 mm** desde el carril de rodamiento hasta el centro del primer foco de la señal, es decir, el foco más cercano al carril.
- **EN AMBOS CASOS:** Se podrá aplicar un margen de tolerancia de **34,5 mm** por encima o por debajo del valor establecido como medio ideal de 2.409,50 mm

**2.375 mm  $\leq$  2.409,50 mm  $\leq$  2.444 mm**

 <b>Transports Metropolitans de Barcelona</b>	<b>Departamento de Gestión de Seguridad Ferroviaria</b>	
<b>CRITERIO SAFETY: ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL</b>		Fecha: <b>29/08/2016</b>
		<b>CS_006_v1</b>

## ANEXO 1: Tabla de medidas

VEHICULO	* h en mm	** h' en mm	h+h' en mm	Desviación en mm sobre media general de todos los vehículos	Desviación en mm sobre altura máxima de todos los vehículos	Desviación en mm sobre media general sólo trenes	Desviación en mm sobre altura máxima sólo trenes	Desviación en mm sobre altura óptima (Alt.Max.Tren-Med. Tren)/2
TREN Serie 1000	1150	1200	2350	39	350	25	94	60
TREN Serie 2000	1154	1200	2354	35	346	25	90	56
TREN Serie 2100	1154	1200	2354	35	346	21	90	56
TREN Serie 3000	1154	1200	2354	35	346	21	90	56
TREN Serie 4000	1244	1200	2444	-55	256	-69	0	-35
TREN Serie 5000	1150	1200	2350	39	350	25	94	60
TREN Serie 6000	1240	1200	2440	-51	260	-65	4	-31
TREN Serie 9000	1150	1200	2350	39	350	25	94	60
DRESINA AIR RAIL	1050	1200	2250	139	450	125	194	160
DRESINA PLASSER	1080	1200	2280	109	420	95	164	130
BATEADORA 08-16UM	1226	1200	2426	-37	274	-51	18	-17
ZEPHIR LOK 10.170	1300	1200	2500	-111	200	-125	-56	-91
ROBEL 190	1100	1200	2300	89	400	75	144	110
PLASSER OBW 10_Z 8/9	1500	1200	2700	-311	0	-325	-256	-291
Medias	1189	1200	2389					

Media todos los vehículos	2389
Altura vehículo más alto	2700
Media sólo trenes	2375
Altura tren más alto	2444

Opción óptima:  $2375 \text{ mm} \leq x \leq 2444 \text{ mm}$   
 Punto medio: **2409,50**

\* h = Distancia entre el carril de rodamiento y el suelo de la plataforma

\*\* h' = Distancia entre el suelo del vehículo y la altura de los ojos de un conductor con el asiento en la posición más baja = 1200 mm. (UNE-EN 14033-1:2008)

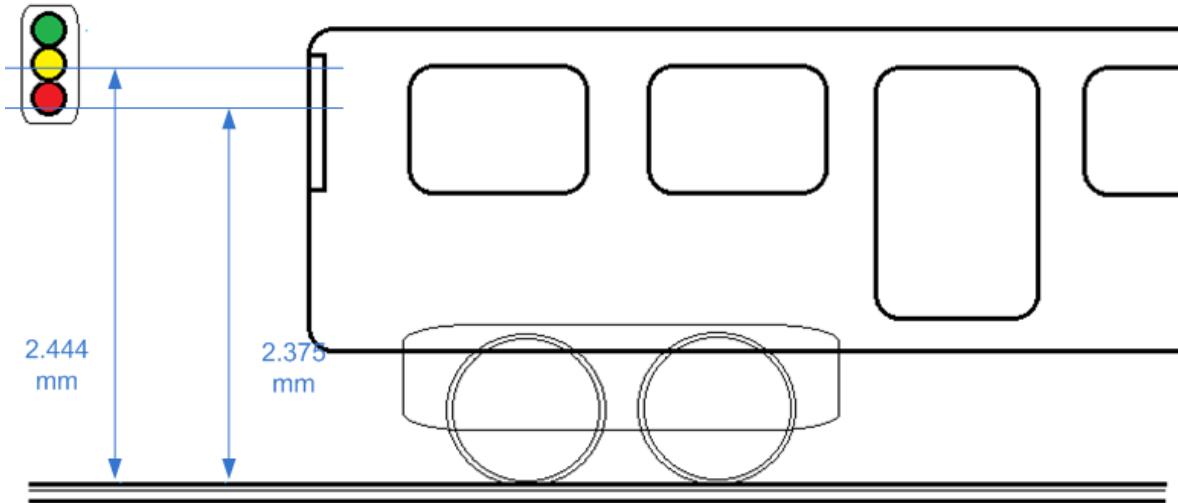


**CRITERIO SAFETY:**  
**ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES  
FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL**

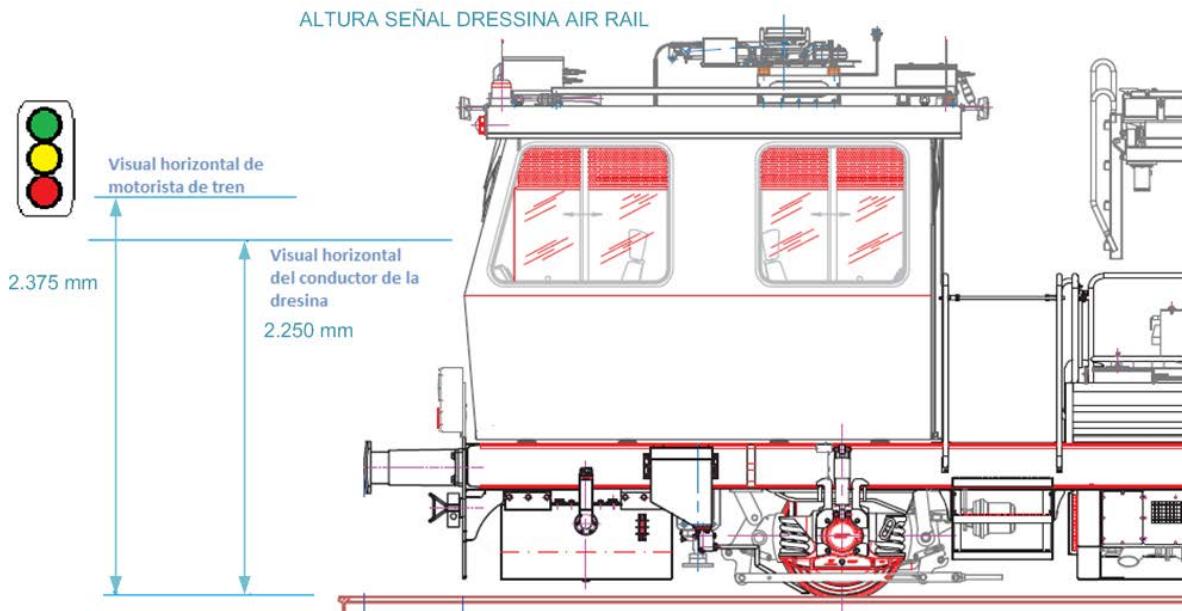
Fecha:  
29/08/2016

CS\_006\_v1

**ANEXO 2: Imágenes ilustrativas**



(\*) Altura de ubicación de la señal





Transports  
Metropolitans  
de Barcelona

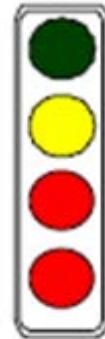
Departamento de Gestión de Seguridad Ferroviaria



**CRITERIO SAFETY:**  
**ALTURA DE LA UBICACIÓN DE SEÑALES  
FERROVIARIAS Y MECÁNICAS EN TÚNEL**

Fecha:  
29/08/2016

CS\_006\_v1



Ubicación de señales con respecto  
a la visual del conductor  
(2409,50mm)