

DESCRIPCIÓN

DEFINICIÓN DEL GÁLIBO DEL MATERIAL RODANTE Y DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS DE LA LÍNEA CERCEDILLA-COTOS**1. OBJETO**

En la presente Nota Técnica se define el gálibo de la Línea Cercedilla- Cotos (GECC10). Esta Línea quedó excluida del ámbito de aplicación de la *Instrucción Ferroviaria de Gálivos* (IFG), aprobada mediante la Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio, por lo que los requisitos de gálibo en la misma son un punto abierto en los procesos de verificación de vehículos y de los subsistemas estructurales fijos, y debe ser el solicitante quién establezca unos requisitos alternativos.

La presente Nota Técnica define los gálivos a considerar, tanto para la construcción de vehículos (gálibo del material rodante), como para la colocación de elementos próximos a la vía (gálibo de implantación de obstáculos), evitándose las interferencias entre vehículos e infraestructura.

La Nota se ha elaborado al amparo de lo dispuesto en la Disposición final primera de la Orden FOM 1630/2015 por la que se faculta a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria para dictar las instrucciones que sean necesarias para la aplicación e interpretación de la Orden.

En tanto se produzca la modificación de la IFG incorporando los requisitos de la línea Cercedilla- Cotos, el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente Nota Técnica facilitará a los solicitantes los procesos de autorización de vehículos y de subsistemas estructurales fijos, así como la comprobación de la compatibilidad tren- ruta.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de la presente Nota Técnica es la línea Cercedilla- Cotos, así como el material rodante que circule por dicha línea.

En relación con el gálibo del material rodante será de aplicación el apartado 1.2.1 de la IFG.

En relación con el gálibo de implantación de obstáculos será de aplicación el apartado 1.2.2 de la IFG, a excepción del primer párrafo al extenderse el ámbito de aplicación a la Línea Cercedilla-Cotos.

En relación con la definición de los parámetros utilizados en las fórmulas, así como sus unidades de medida será de aplicación el apartado 1.5 de la IFG.

3. GÁLIBO DEL MATERIAL RODANTE

El gálibo del material rodante GECC10 se define en el anexo 1.

4. GÁLIBO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS

El gálibo de implantación de obstáculos GECC10 se define en el anexo 2.

En los proyectos de acondicionamiento de la línea Cercedilla-Cotos se implantará el gálibo uniforme de implantación de obstáculos GECC10, no obstante, podrá implantarse el gálibo nominal de implantación de obstáculos cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálibo uniforme. Excepcionalmente el administrador de infraestructuras podrá autorizar el gálibo límite de implantación de obstáculos, dicha autorización podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en la aprobación correspondiente, previa consulta a las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar.

Para la determinación del gálibo en un punto o tramo de la línea, se adopta el convenio entre el material rodante y la infraestructura definido en el apartado 1.4 de la IFG.

FIRMADO EL ORIGINAL CON FECHA 6 de julio de 2022

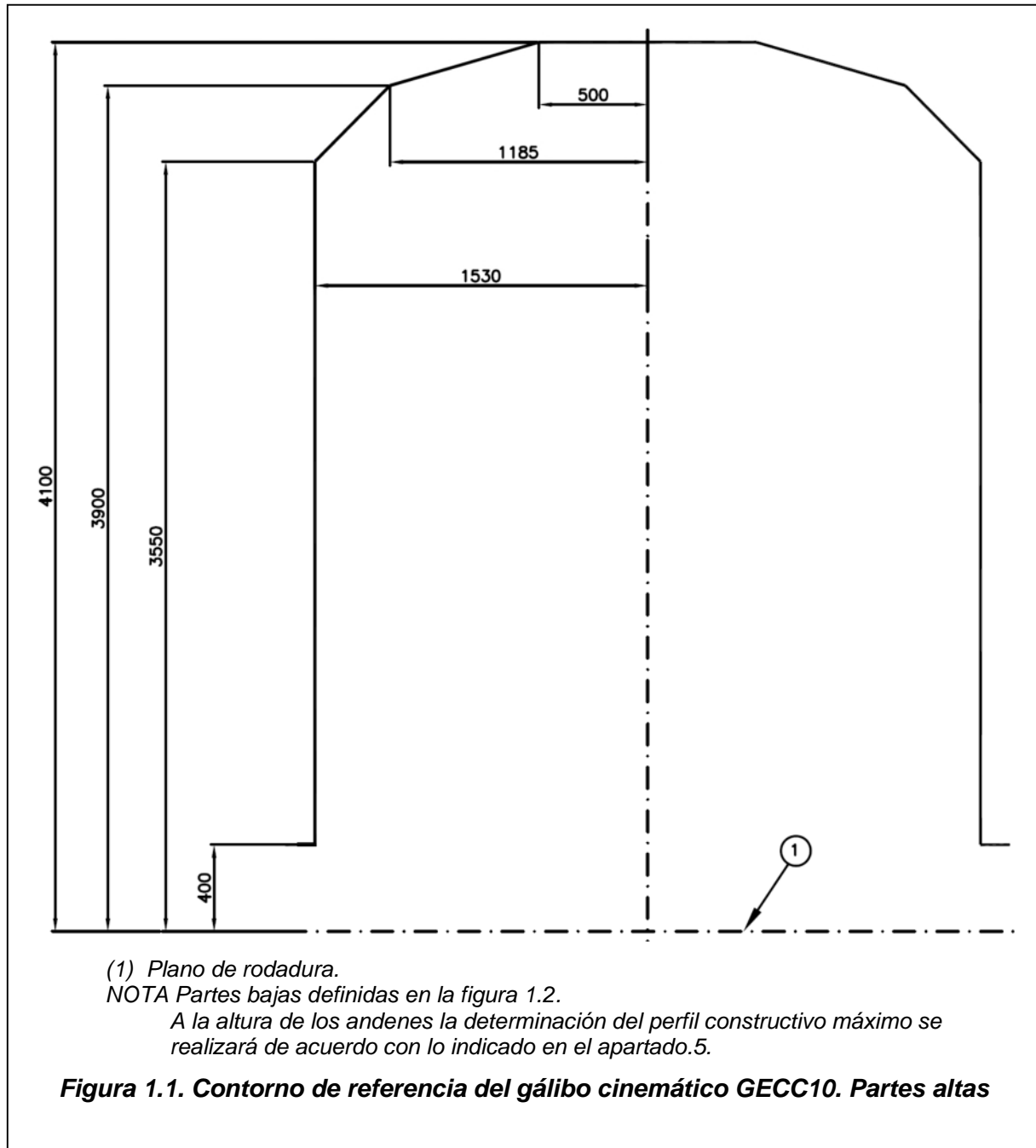
ANEXO 1. GÁLIBO DEL MATERIAL RODANTE

1 CONTORNOS DE REFERENCIA

Se considera el contorno de referencia GECC10.

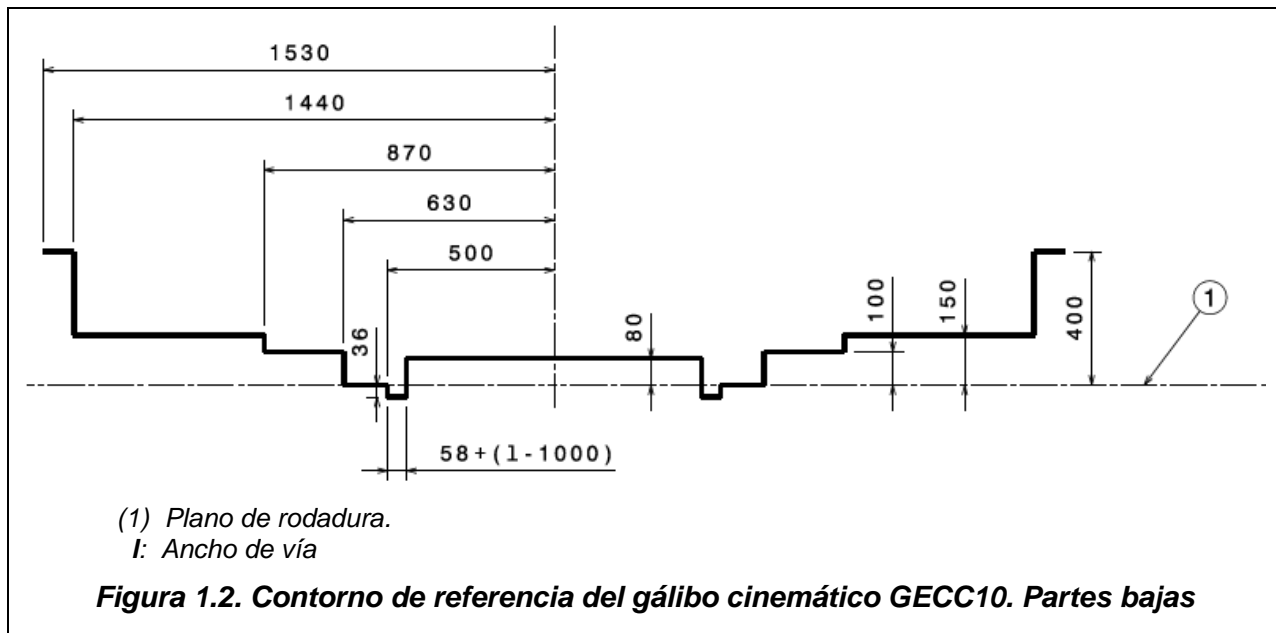
1.1 Contorno de referencia de las partes altas

El contorno de referencia de las partes altas se define en la figura 1.1.



1.2 Contorno de referencia de las partes bajas

El contorno de referencia de las partes bajas se define en la figura 1.2.



2 REGLAS ASOCIADAS

2.1 Desplazamientos verticales

Serán los indicados en el apartado 2.2.2 de la IFG con las particularidades siguientes:

- 1) Los desplazamientos verticales a considerar en la determinación de la altura mínima sobre el plano de rodadura, solo se aplicarán a las partes bajas del vehículo situadas a una altura $h \leq 400$ mm.
- 2) Los desplazamientos verticales a considerar en la determinación de la altura máxima sobre el plano de rodadura, solo se aplicarán a las partes altas del vehículo situadas a una altura $h \geq 3.550$ mm.

2.2 Holgura lateral entre eje de ruedas y vía

De la expresión del apartado 2.2.3.2.1 de la IFG se tiene:

$$w_v = \frac{l - d}{2}$$

siendo:

l : ancho de vía. Se toma:

$$l = l_{m\acute{a}x} = l_N + \text{sobre ancho m\acute{a}ximo} = l_N + 0,03 = 1,030\text{m (caso general).}$$

$l = l_N = 1,000$ m (caso de secciones internas en curva, tanto para vehículos remolcados con dos bogies portadores o cuasiportadores, como para vagones con bogies).

2.3 Desplazamientos por exceso o insuficiencia de peralte y disimetría

Se obtendrán particularizando las fórmulas de los apartados 2.2.3.3 y 2.2.3.4 de la IFG para los valores siguientes:

- $h_{co} = 0,5$ m
- $L = 1,055$ m
- $l_o = D_o = 0,070$ m
- $D_{max} = l_{max} = 0,120$ m
- $s_o = 0,4$

a) Vehículos en general:

$$z = \frac{s \cdot 0,07}{1,055} \cdot (h - h_c)_{>0} + [\tan[\eta_0 - 1]_{>0}] \cdot |h - h_c| + \left[\frac{s \cdot (0,12 - 0,07)}{1,055} \cdot (h - h_c)_{>0} - \frac{0,4 \cdot (0,12 - 0,07)}{1,055} \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0} \approx$$

$$\approx \frac{s}{15} \cdot (h - h_c)_{>0} + [\tan[\eta_0 - 1]_{>0}] \cdot |h - h_c| + \left[\frac{s}{21,1} \cdot (h - h_c)_{>0} - \frac{1}{52,8} \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}$$

donde:

$|h - h_c|$ es valor absoluto, es decir, que si $h < h_c$ se toma $h_c - h$.

b) Vagones equipados con bogies:

- Si $J \leq 5$ mm:

$$z = \frac{s}{15} \cdot (h - h_c)_{>0} + \left[\frac{s}{21,1} \cdot (h - h_c)_{>0} - \frac{1}{52,8} \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}$$

- Si $J > 5$ mm:

$$z = \frac{s}{15} \cdot (h - h_c)_{>0} + \left[\tan \left[\eta'_o + \left(\arctan \frac{(J - 0,005)_{>0}}{b_G} \right) \cdot (1 + s) - 1^\circ \right]_{>0} \right] \cdot |h - h_c| + \left[\frac{s}{21,1} \cdot (h - h_c)_{>0} - \frac{1}{52,8} \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}$$

2.4 Salientes

Se adoptarán los salientes indicados en el cuadro 1.1.

Como valor de l se tomará el indicado en el apartado 2.2.

Salientes máximos para un ancho de vía l y para una altura h del punto considerado sobre el plano de rodadura			
Radio	$h \leq 0,4 \text{ m}$	$h > 0,4 \text{ m}$	Zona de pantógrafos
$100 \leq R \leq \infty$	$S_i = S_a = \frac{1}{R} + \frac{l-1}{2}$	$S_i = S_a = \frac{1,5}{R} + \frac{l-1}{2}$	$S_i = S_a = \frac{1}{R} + \frac{l-1}{2}$
$50 \leq R < 100$	$S_i = \frac{20}{R} - 0,165 + \frac{l-1}{2}$ $S_a = \frac{24}{R} - 0,23 + \frac{l-1}{2}$	$S_i = \frac{20}{R} - 0,160 + \frac{l-1}{2}$ $S_a = \frac{24}{R} - 0,225 + \frac{l-1}{2}$	
NOTA: S_i = Lado interior de la curva (m) S_a = Lado exterior de la curva (m)			
Cuadro 1.1. Saliente del gálibo GECC10			

3 CÁLCULO DEL GÁLIBO DEL MATERIAL

3.1 Fórmulas de reducción

3.1.1 Material motor

Se consideran dos bogies motores.

a) Caso general. Reducción en secciones internas E_i

Para cada punto del vehículo el valor de la reducción E_i que se considerará es el mayor de los que resulten de la aplicación de la siguiente fórmula, teniendo en cuenta un valor de R en el intervalo $\infty \geq R \geq 50 \text{ m}$:

$$E_i = \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{2R} + \frac{1,030 - d}{2} + q + w_{i(R)} + z - S_i$$

b) Caso general. Reducción en secciones externas E_a

Para cada punto del vehículo el valor de la reducción E_a que se considerará es el mayor de los que resulten de la aplicación de la siguiente fórmula, teniendo en cuenta un valor de R en el intervalo $\infty \geq R \geq 50$ m:

$$E_a = \frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{2R} + \left(\frac{1,030 - d}{2} + q \right) \cdot \frac{2n_a + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n_a}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n_a + a}{a} + z - S_a$$

3.1.2 Material remolcado montado sobre bogies

Se consideran indistintamente dos bogies portadores o cuasiportadores.

a) Caso general. Reducción en secciones internas E_i

Para cada punto del vehículo el valor de la reducción E_i que se considerará es el mayor de los que resulten de la aplicación de la siguiente fórmula, teniendo en cuenta un valor de R en el intervalo $\infty \geq R \geq 50$ m:

$$E_i = \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{2R} + \frac{1,030 - d}{2} + q + w_{i(R)} + z - S_i$$

b) Caso general. Reducción en secciones externas E_a

Para cada punto del vehículo el valor de la reducción E_a que se considerará es el mayor de los que resulten de la aplicación de la siguiente fórmula, teniendo en cuenta un valor de R en el intervalo $\infty \geq R \geq 50$ m:

$$E_a = \frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{2R} + \frac{1,030 - d}{2} \cdot A_{wv} + q \cdot \frac{2n_a + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n_a}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n_a + a}{a} + z - S_a$$

3.1.3 Vagones sin bogies

Las reducciones se obtendrán particularizando las de material motor, con $p=0$ y $w_{\infty}=w_{i(R)}=w_{a(R)}=w=0$ (al no existir bogies).

3.1.4 Vehículos autopropulsados

Se utilizarán las fórmulas de reducción del cuadro 1.2, en función del coeficiente de adherencia rueda-carril (μ).

Tipo de bogies	Valor de μ de cada bogie	Posición de rodadura sobre la vía	Fórmulas de reducción definidas en apartado
Dos bogies motores	$\mu \geq 0,2$	Casos 2 y 5 del cuadro 2.4 de la IFG	3.1.1
Dos bogies cuasi-portadores	$0 < \mu < 0,2$	Casos 2 y 7 del cuadro 2.4 de la IFG	3.1.2
Un bogie cuasi-portador y otro portador	$0 < \mu < 0,2$ $\mu = 0,2$		
Dos bogies portadores	$\mu = 0,2$		
Un bogie motor y otro portador	$\mu \geq 0,2$ $\mu = 0,2$	Casos 3 y 6 del cuadro 2.4 de la IFG	3.1.4 ¹
Un bogie motor y otro cuasi-portador	$\mu \geq 0,2$ $0 < \mu < 0,2$		3.1.1 ¹

Los valores obtenidos de las fórmulas de reducción para vehículos motores y autopropulsados son parecidos. En general se utilizan las de vehículos motores, reservando las fórmulas de autopropulsados para aquellos casos en que la menor reducción obtenida sea significativa (0 a 12,5 mm según la sección considerada del vehículo), lo cual ocurre en el centro y extremos de la caja.

Cuadro 1.2. Fórmulas de reducción aplicables a los vehículos autopropulsados

La potencia de los vehículos autopropulsados es generalmente inferior a la de las locomotoras. Al existir un bogie motor y otro portador, sus características serán diferentes.

Se denomina:

p, w_{∞}, w_i, w_a : empate y holguras del bogie motor.

$p', w'_{\infty}, w'_i, w'_a$: empate y holguras del bogie portador.

n_{μ} : distancia desde la sección interior considerada, hasta el pivote del bogie motor.

a) Reducción en secciones internas E_i

La reducción a aplicar será la máxima que se obtenga entre considerar recta o curva.

i. En recta:

$$E_i = \frac{1,030-d}{2} + q + w_{\infty} \cdot \frac{a-n_{\mu}}{a} + w'_{\infty} \cdot \frac{n_{\mu}}{a} + z - S_i$$

ii. En curva:

$$E_i = \frac{a \cdot n_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \cdot \frac{a-n_{\mu}}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_{\mu}}{a}}{2R} + \frac{1,030-d}{2} \cdot \frac{a-n_{\mu}}{a} + q + \dots$$

$$\dots + w_{i(R)} \cdot \frac{a-n_{\mu}}{a} + w'_{i(R)} \cdot \frac{n_{\mu}}{a} + z - S_i$$

b) Reducción en secciones externas lado bogie motor E_a

En este caso el bogie motor va delante del bogie portador en el sentido de la marcha.

La reducción a aplicar será la máxima que se obtenga entre considerar recta o curva.

i. En recta:

$$E_a = \left[\frac{1,030-d}{2} + q \right] \cdot \frac{2n_a+a}{a} + w_{\infty} \cdot \frac{n_a+a}{a} + w'_{\infty} \cdot \frac{n_a}{a} + z - S_a$$

ii. En curva:

$$E_a = \frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n_a+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_a}{a}}{2R} + \frac{1,030-d}{2} \cdot \frac{n_a+a}{a} + q \cdot \frac{2n_a+a}{a} + \dots$$

$$\dots + w'_{i(R)} \cdot \frac{n_a}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n_a+a}{a} + z - S_a$$

c) Reducción en secciones externas lado bogie portador E_a

En este caso el bogie portador va delante del bogie motor en el sentido de la marcha.

La reducción a aplicar será la máxima que se obtenga entre considerar recta o curva.

i. En recta:

$$E_a = \left[\frac{1,030-d}{2} + q \right] \cdot \frac{2n_a + a}{a} + w_\infty \cdot \frac{n_a + a}{a} + w_\infty \cdot \frac{n_a}{a} + z - S_a$$

ii. En curva:

$$E_a = \frac{a \cdot n_a + n_a^2 + \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n_a}{a} - \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_a + a}{a}}{2R} + \left(\frac{1,030-d}{2} + q \right) \cdot \frac{2n_a + a}{a} + \dots$$

$$\dots + w_{i(R)} \cdot \frac{n_a}{a} + w'_{a(R)} \cdot \frac{n_a + a}{a} + z - S_a$$

4 CÁLCULO DEL GÁLIBO DEL PANTÓGRAFO EN POSICIÓN DE CAPTACIÓN

Los parámetros considerados para el cálculo del gálibo del pantógrafo serán:

- $I_N = 1,000$ m.
- $L = 1,055$ m.
- $D'_o = I'_o = 0,070$ m
- $D_{máx} = I_{máx} = 0,120$ m.
- $s'_o = 0,225$.
- $h'_{co} = 0,5$ m.
- Salientes del vehículo real: $S_i = S_a = S_R + S_l$

Siendo: $S_R = \frac{1}{R}$ y $S_l = \frac{l-1,000}{2}$

- Altura máxima de verificación del gálibo: $h'_o = 5,5$ m.
- Altura mínima de verificación del gálibo: $h'_u = 4,3$ m.
- Desplazamientos laterales máximos del vehículo tipo con pantógrafo, a ambos lados de su posición media, para las dos alturas de verificación:
 - Para la altura máxima h'_o : $e^*_{po} = 0,180$ m.
 - Para la altura mínima h'_u : $e^*_{pu} = 0,145$ m.
 - Para una altura intermedia h : $e^*_p = 0,145 + 0,029 \cdot [h - 4,3]_{>0}$

Con el pantógrafo en posición de captación, se considerarán dos casos:

- **Caso general:** Vehículo con holguras no variables linealmente con la curvatura. Se analizarán las situaciones de vehículo en recta $R = \infty$ y en curvas de $R = 50$ m y de otros R en los que la variación de w presente alguna discontinuidad.

- **Caso particular:** Vehículo con holgura variable linealmente con la curvatura $\left(w = \frac{K}{R} + K'\right)$. Se analizarán las situaciones de vehículo en recta $R = \infty$ y en curva de $R = 50 \text{ m}$.

4.1 Vehículos convencionales

4.1.1 Secciones internas

Se considera la situación de vehículo parado en vía peraltada.

a) Para $s \leq 0,225$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más alto de captación ($h'_o=5,5\text{m}$):

$$P_{oi} = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más bajo de captación ($h'_u=4,3\text{m}$):

$$P_{ui} = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z'' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

siendo: $j'_i = q + w_{i(R)} - 0,0375$

$$z' = \frac{s \cdot 0,07}{1,055} \cdot (5,5 - h_c) + \sqrt{t^2 + \tau^2 + [\theta(5,5 - h_c)]^2} - 0,1425$$

$$z'' = \frac{s \cdot 0,07}{1,055} \cdot (4,3 - h_c) + \sqrt{\left(t \cdot \frac{4,3 - h_t}{5,5 - h_t}\right)^2 + \tau^2 + [\theta(4,3 - h_c)]^2} - 0,1075$$

b) Para $s > 0,225$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más alto de captación ($h'_o=5,5\text{m}$):

$$P_{oi} = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más bajo de captación ($h'_u=4,3\text{m}$):

$$P_{ui} = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z'' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

siendo:

$$j'_i = q + w_{i(R)} - 0,0375$$

$$z' = \frac{s \cdot 0,12}{1,055} \cdot (5,5 - h_c) + \sqrt{t^2 + \tau^2 + [\theta(5,5 - h_c)]^2} - 0,1958$$

$$z'' = \frac{s \cdot 0,12}{1,055} \cdot (4,3 - h_c) + \sqrt{\left(t \cdot \frac{4,3 - h_t}{5,5 - h_t}\right)^2 + \tau^2 + [\theta(4,3 - h_c)]^2} - 0,1480$$

4.1.2 Secciones externas

Se considera la situación de vehículo circulando con insuficiencia de peralte.

a) Para $s \leq 0,225$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más alto de captación ($h'_o=5,5m$):

$$P_{oa} = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más bajo de captación ($h'_u=4,3m$):

$$P_{ua} = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z'' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

siendo:

$$j'_a = \left(q \cdot \frac{2n_a + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n_a}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n_a + a}{a} - 0,0375 \right)$$

$$z' = \frac{s \cdot 0,07}{1,055} \cdot (5,5 - h_c) + \sqrt{t^2 + \tau^2 + [\theta(5,5 - h_c)]^2} - 0,1425$$

$$z'' = \frac{s \cdot 0,07}{1,055} \cdot (4,3 - h_c) + \sqrt{\left(t \cdot \frac{4,3 - h_t}{5,5 - h_t}\right)^2 + \tau^2 + [\theta(4,3 - h_c)]^2} - 0,1075$$

b) Para $s > 0,225$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más alto de captación ($h'_o=5,5m$):

$$P_{oa} = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

Para que el pantógrafo permanezca dentro del gálibo, en su punto más bajo de captación ($h'_u=4,3m$):

$$P_{ua} = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} - 2}{2R} \right]_{>0} + \frac{l_{max} - d}{2} + j'_i + z'' - \frac{l - l_N}{2} \leq 0$$

siendo:

$$j'_i = \left(q \cdot \frac{2n_a + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n_a}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n_a + a}{a} - 0,0375 \right)$$

$$z' = \frac{s \cdot 0,12}{1,055} \cdot (5,5 - h_c) + \sqrt{t^2 + \tau^2 + [\theta(5,5 - h_c)]^2} - 0,1958$$

$$z'' = \frac{s \cdot 0,12}{1,055} \cdot (4,3 - h_c) + \sqrt{\left(t \cdot \frac{4,3 - h_t}{5,5 - h_t} \right)^2 + \tau^2 + [\theta(4,3 - h_c)]^2} - 0,1480$$

5 CÁLCULO DEL GÁLIBO A LA ALTURA DE LOS ANDENES

Para la determinación del perfil constructivo máximo a la altura de los andenes $h_q = 0,68 m$ se comprobará que los desplazamientos del vehículo no superan los desplazamientos del vehículo tipo.

Las características del vehículo tipo se definen en el cuadro 1.3.

PARÁMETRO	VALOR (m)
a	12,53
n _i	6,265
n _a	2,3
p	2,2
d	0,974
q	0,005
w	0,03
s	0,265
b _{veh}	1,28

PARÁMETRO	VALOR (m)
h_c	0,625

Cuadro 1.3. Características del vehículo tipo a considerar en la determinación del perfil constructivo máximo a la altura de los andenes

Como vehículo tipo se ha considerado un vehículo autopropulsado con dos bogies motores obteniéndose las reducciones de acuerdo con el apartado 3.1.1.

Se comprobará, por tanto:

a) En secciones internas

$$b_{veh} + \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \cdot A_p - 40,46}{2R} + \frac{1,030 - d}{2} \cdot A_{wv} + q + w \cdot A_w + \frac{s \cdot 0,070}{L} \cdot (0,68 - h_c) - 1,345 \leq 0$$

b) En secciones externas

$$b_{veh} + \frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \cdot A_p - 32,9}{2R} + \frac{1,030 - d}{2} \cdot A_{wv} + q \cdot A_q + w \cdot A_w + \frac{s \cdot 0,070}{L} \cdot (0,68 - h_c) - 1,370 \leq 0$$

ANEXO 2. GÁLIBO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS

1 REGLAS ASOCIADAS

1.1 Salientes

Se considerarán los salientes S_i y S_a recogidos en el apartado 2.4 del anexo 1.

Como ancho de vía, se tomará el valor:

- $I = I_{máx} = I_N + \text{sobre ancho máximo} = I_N + 0,03 = 1,030m$ (para cálculo de los gálibos límite, nominal y uniforme de implantación de obstáculos, así como para el entreeje límite).

siendo: $I_N = 1,000m$.

1.2 Desplazamientos cuasiestáticos laterales (solo para $h > h_{co}$)

Se obtendrán particularizando las fórmulas del apartado 3.2.2.2 de la IFG, para los siguientes valores:

- $L = 1,055m$
- $D_o = l_o = 0,07m$
- $h_{co} = 0,5m$
- $s_o = 0,4$

Los desplazamientos cuasiestáticos de cualquier punto del vehículo situado a una altura h respecto al plano de rodadura, serán:

- Hacia el interior de la curva (puntos del contorno interior y exterior del vehículo):

$$q_{S_{Di}} = q_{S_{Da}} = \frac{s_o}{1,055} \cdot (D - 0,07)_{>0} \cdot (h - 0,5)_{>0}$$

- Hacia el exterior de la curva (puntos del contorno interior y exterior del vehículo):

$$q_{S_{Ii}} = q_{S_{Ia}} = \frac{s_o}{1,055} \cdot (I - 0,07)_{>0} \cdot (h - 0,5)_{>0}$$

1.3 Desplazamientos aleatorios laterales y perpendiculares al plano de rodadura

Se obtendrán particularizando las fórmulas de los apartados 3.2.2.3 y 3.2.3.3 de la IFG, con los valores de los parámetros indicados en el cuadro 3.25 de la IFG.

1.4 Márgenes complementarios laterales (M3b) y verticales (M3h)

Se consideran los siguientes valores:

- Márgenes horizontales (M_{3b}):
 - 0,200 m, para los puntos con $h > 0,4$ m.
 - 0,200 m y 0 en $h = 0,4$ m. En este punto se produce una discontinuidad en el gálibo nominal.
 - 0 para puntos con $h < 0,4$ m.
- Márgenes verticales (M_{3h}):
 - 0,150 m para los puntos con $h > 0,4$ m.
 - 0,150 m y 0 para $h = 0,4$ m. En este punto se produce una discontinuidad en el gálibo nominal.
 - 0 para puntos con $h < 0,4$ m.

1.5 Inscripción en acuerdos verticales

El radio del acuerdo vertical $R_v \geq 500$ m.

- Las cotas verticales de los puntos del contorno de referencia por encima de la anchura máxima se aumentarán en $\Delta h_{R_v}(m) = \frac{50}{R_v(m)}$ y los puntos del contorno de referencia por debajo de la anchura máxima se reducirán en $\Delta h_{R_v}(m) = \frac{50}{R_v(m)}$
- Las cotas verticales de las partes bajas, fuera de la zona de ruedas, del contorno de referencia se reducirán en el mismo valor. En el caso de $500 \text{ m} \leq R_v \leq 625 \text{ m}$ y para cotas iguales o inferiores a 80 mm, como las reducciones serían mayores que la altura del contorno de referencia, solo se considerará una reducción igual a la distancia entre el contorno de referencia y el plano de rodadura.

1.6 Desplazamientos cuasiestáticos perpendiculares al plano de rodadura

Se obtendrán particularizando las fórmulas del apartado 3.2.3.2 de la IFG, para los siguientes valores:

- $L = 1,055m$
- $D_0 = l_0 = 0,07m$
- $h_{co} = 0,5m$
- $s_0 = 0,4$

Los desplazamientos cuasiestáticos verticales causados por **D** e **I**, para los puntos **PT**, situado a una altura **h_{PT}** respecto al plano de rodadura y a una distancia horizontal **b_{PT}** respecto al eje de la vía, serán:

- Vehículo parado con peralte D:

$$\Delta h_{PT,Di} = \Delta h_{PT,Da} \approx b_{PT} \cdot \frac{s_0}{1,055} \cdot (D - 0,07)_{>0}$$

(descenso en el lado interior de la curva y elevación en el exterior)

- Vehículo circulando con insuficiencia de peralte I:

$$\Delta h_{PT,Ii} = \Delta h_{PT,Ia} \approx b_{PT} \cdot \frac{s_0}{1,055} \cdot (I - 0,07)_{>0}$$

(elevación en el lado interior de la curva y descenso en el exterior)

1.7 Margen perpendicular al plano de rodadura en la zona de ruedas

En la zona de ruedas con el fin de no dificultar el paso de la pestaña (por ejemplo, entarimados de pasos a nivel, pasos entre vías, etc), deberá tenerse en cuenta un margen a fin de considerar el desgaste de los carriles.

La zona de ruedas queda delimitada por los puntos del contorno de referencia situados en el intervalo $[442 - (l - 1000)] \leq b_{CR} \leq 630 \text{ mm}$.

2 GÁLIBO LÍMITE DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS

Es de aplicación lo indicado en el apartado 3.12.2 de la IFG.

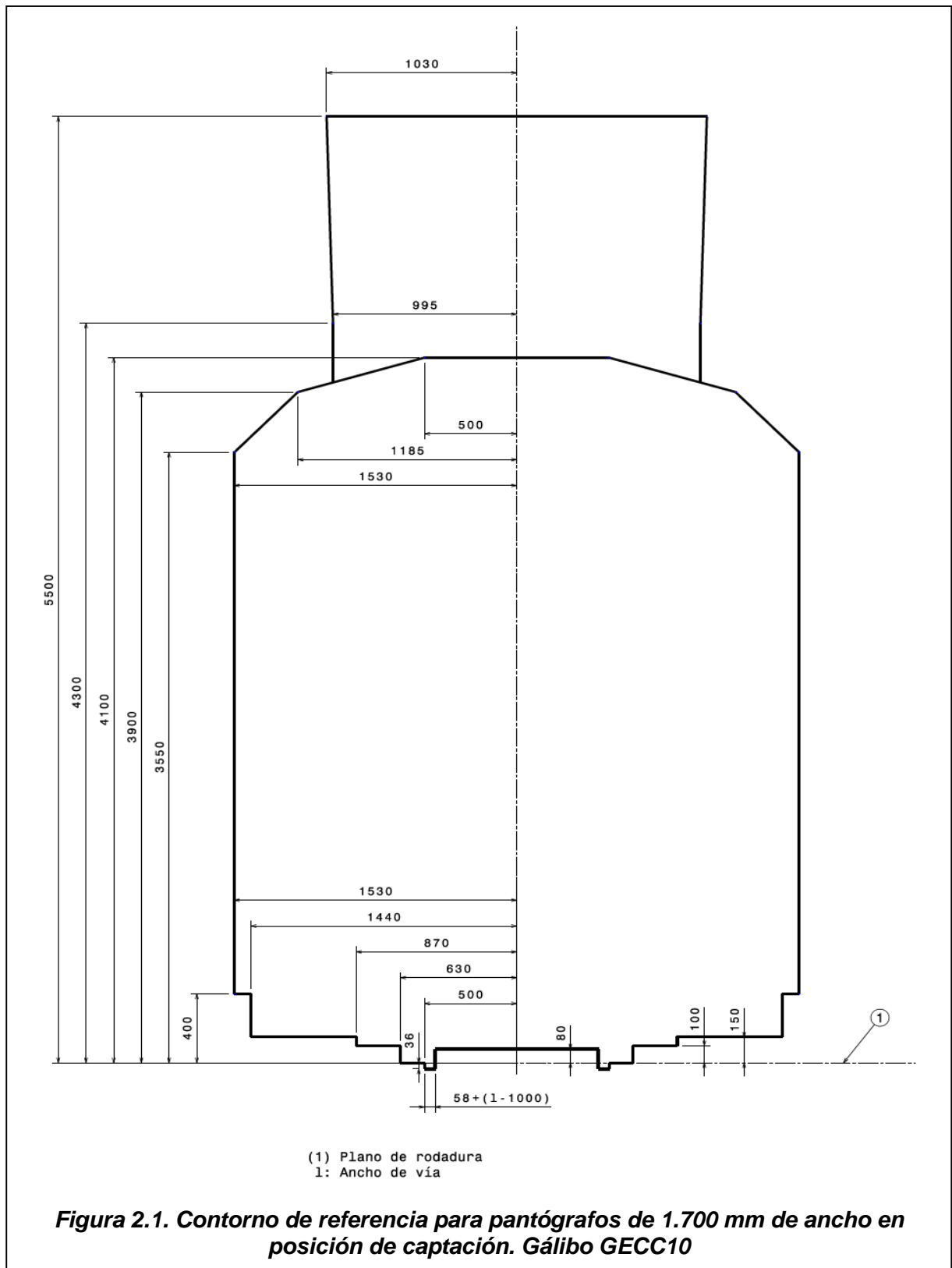
3 GÁLIBO NOMINAL DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS

Es de aplicación lo indicado en el apartado 3.12.3 de la IFG.

4 GÁLIBO DEL PANTÓGRAFO

4.1 Contorno de referencia del pantógrafo

Como contorno de referencia para pantógrafo de 1.700 mm de ancho se tomará el representado en la figura 2.1.



4.2 Valores de los parámetros

- Semiancho de la mesilla del pantógrafo (b_w): definido en el cuadro 3.5 del apartado 3.5.1.1 de la IFG para una tensión de 1,5 kV.
- Desplazamientos laterales máximos del pantógrafo:
 - $e_{po} = 0,180$ m, a la máxima altura de verificación $h'_o = 5,5$ m
 - $e_{pu} = 0,145$ m, a la mínima altura de verificación $h'_u = 4,3$ m
- Salientes: $S'_i = S'_a = \frac{1}{R} + \frac{l-1,000}{2}$
- $L = 1,055$ m
- $s'_o = 0,225$
- $h'_{co} = 0,5$ m
- $D'_o = I'_o = 0,07$ m
- Desplazamientos cuasiestáticos horizontales:
 - Lado interior curva:

$$qs'_i = \frac{0,225}{1,055} \cdot [D - 0,07]_{>0} \cdot [h - 0,5]_{>0} = 0,21 \cdot [D - 0,07]_{>0} \cdot [h - 0,5]_{>0}$$
 - Lado exterior curva:

$$qs'_a = 0,21 \cdot [I - 0,07]_{>0} \cdot [h - 0,5]_{>0}$$
- Desplazamientos aleatorios: definidos en el cuadro 3.25 del apartado 3.12.1.3 de la IFG. Se tomarán los siguientes valores de α_{osc} :
 - Para vía en balasto: $0,11^\circ$ del lado interior de la curva y $0,60^\circ$ del lado exterior de la curva.
 - Para vía en placa: $0,06^\circ$ del lado interior de la curva y $0,34^\circ$ del lado exterior de la curva.
- $c_w = 0$

4.3 Anchura del gálibo mecánico

Se considerarán las siguientes expresiones:

- Hacia el interior de la curva:

$$b_{obstáculo,i} \geq b_w + \left\{ \begin{array}{l} 0,180(*) \\ 0,145(**) \end{array} \right\} + \frac{1}{R} + \frac{l-1,000}{2} + 0,21 \cdot [D-0,07]_{>0} \cdot \left[\left\{ \begin{array}{l} 5,5(*) \\ 4,3(**) \end{array} \right\} - 0,5 \right]_{>0} + \Sigma j'$$

- Hacia el exterior de la curva:

$$b_{obstáculo,a} \geq b_w + \left\{ \begin{array}{l} 0,180(*) \\ 0,145(**) \end{array} \right\} + \frac{1}{R} + \frac{l-1,000}{2} + 0,21 \cdot [I-0,07]_{>0} \cdot \left[\left\{ \begin{array}{l} 5,5(*) \\ 4,3(**) \end{array} \right\} - 0,5 \right]_{>0} + \Sigma j'$$

siendo:

b_w: semiancho de la mesilla del pantógrafo, definido en el cuadro 3.5 del apartado 3.5.1.1 de la IFG.

$$\Sigma j' = \sqrt{T_{vía}^2 + [h + 0,225 \cdot [h-0,5]_{>0}]^2} \cdot \left(\frac{T_D}{1,055} \right)^2 + (tg^2 \alpha_{susp} + tg^2 \alpha_c + tg^2 \alpha_{osc}) \cdot [[h-0,5]_{>0}]^2$$

(*) Valor a aplicar para la altura máxima de verificación; (**) Valor a aplicar para la altura mínima de verificación. Se interpolará para alturas intermedias.

4.4 Anchura del gálibo eléctrico

Se obtendrá a partir de las expresiones del apartado 3.5.2.1 de la IFG, particularizando para los valores de **b_{obstáculo}** obtenidos en el apartado anterior, de **b_{elec}** definida en el cuadro 3.7 del apartado 3.5.2 de la IFG, y de **c_w** = 0.

4.5 Alturas de los gálibos mecánico y eléctrico

Se determinarán según lo indicado en los apartados 3.5.1.3 y 3.5.2.2 de la IFG.

5 DISTANCIA ENTRE EJES DE VÍAS

5.1 Determinación del entreeje límite

Se obtendrá de la expresión

$$EA \geq \left[b_{CR} + S_i + \frac{S_o}{1,055} \cdot (D-0,07)_{>0} \cdot (h-0,5)_{>0} \right]_{vía1} + \left[b_{CR} + S_a + \frac{S_o}{1,055} \cdot (I-0,07)_{>0} \cdot (h-0,5)_{>0} \right]_{vía2} + \Delta b_{\delta D} + \Sigma'_{EA}$$

siendo:

$$\Sigma'_{EA} = 1,2 \cdot \sqrt{\left[T_{vía}^2 + [h + s_o \cdot [h-0,5]_{>0}]^2 \cdot \left(\frac{T_D}{1,055} \right)^2 + (tg^2 \alpha_{susp} + tg^2 \alpha_c + tg^2 \alpha_{osc}) \cdot [[h-0,5]_{>0}]^2 \right]_{vía1}} +$$

$$+ \left[T_{vía}^2 + [h + s_o \cdot [h-0,5]_{>0}]^2 \cdot \left(\frac{T_D}{1,055} \right)^2 + (tg^2 \alpha_{susp} + tg^2 \alpha_c + tg^2 \alpha_{osc}) \cdot [[h-0,5]_{>0}]^2 \right]_{vía2}$$

5.2 Determinación del entreeje nominal

La distancia nominal entre ejes de vías será de 3,5 m.

6 DISTANCIA ENTRE EJE DE VÍA Y BORDE DE ANDÉN

Es de aplicación lo indicado en el apartado 3.7.2 de la IFG con los valores de $b_{qi,lim}$ y $b_{qa,lim}$ indicados en el cuadro 2.1.

Radio, en m	$b_{qi,lim}$ (m)	$b_{qa,lim}$ (m)
$5000 \leq R \leq \infty$	$1,42 + \frac{16,45}{R}$	
$50 \leq R < 5000$	$1,38 + \frac{20,23}{R}$	$1,42 + \frac{16,45}{R}$

Cuadro 2.1. Distancia límite entre el eje de la vía y el borde del andén $b_{q,lim}$ del gálibo GECC10

Las tolerancias se indican en el cuadro 2.2.

Actuación en vía	Tolerancias (mm)	
	h_q	T_q
Construcción, acondicionamiento o renovación de vía	(0;-20)	10
Mantenimiento de vía	(0;-30)	30

Cuadro 2.2. Tolerancias en andenes

7 GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS

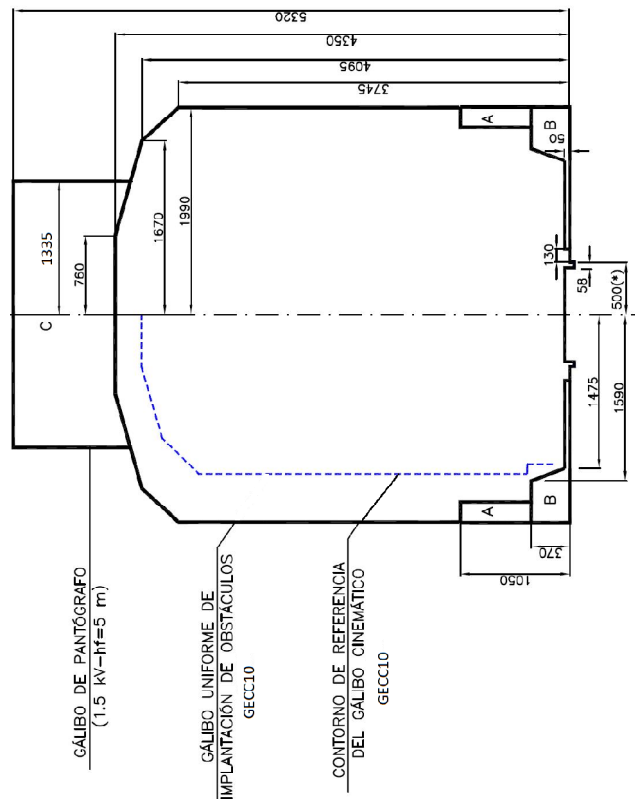
Si se cumplen las siguientes hipótesis:

- Radio mínimo en planta: $R = 100$ m
- Radio mínimo de acuerdo vertical: $R_v = 2.000$ m

- Sobreancho máximo: 30 mm
- Peralte máximo: $D = 0,110$ m
- Insuficiencia de peralte máxima: $I_{max} = 0,070$ m
- T_N en partes bajas: 5 mm.
- Vía en balasto.
- Catenaria CA-160.
- Pantógrafo con ancho de la mesilla $2 \times b_w = 1.700$ mm y trocadores no aislados $c_w = 0$.
- Balizas ASFA situadas en acuerdos verticales de radio superior a 4.000 m.

El gálibo uniforme GECC10 será el definido en la figura 2.2. En aquellos puntos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, la determinación del gálibo nominal de implantación de obstáculos requerirá un estudio específico.

Los ejes X e Y son, respectivamente, paralelo y perpendicular al plano de rodadura.



Criterios de aplicación para este gálibo uniforme:

- Radio mínimo en planta: 100 m
- Radio mínimo de acuerdo vertical: 2,000 m.
- Sobreancho máximo: 30 mm.
- Peralte máximo: 0,110 m.
- Insuficiencia de peralte máxima (*max*) : 0,070 m.
- Vía en balasto
- Catenaria CA-160
- Pantógrafo con ancho $bw=850$ mm.
- Trocadores no aislados $cw=0$
- A: Zona para andén en estaciones
- B: Zona para equipos de vía. En el caso de elevaltos no asociados a la vía, se rebajará la cota del gálibo uniforme 15 mm.
- C: Zona para paso de pantógrafo

Nota al dibujo:

(*) Cota nominal, sin sobreancho

Figura 2.2. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos GECC10

8 CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS DE REFERENCIA

Para el cálculo del gálibo de implantación de obstáculos en las zonas de aparatos de vía o curvas de transición se considerarán los vehículos de referencia definidos en el cuadro 2.3.

<i>Gálibo</i>	h_{\min} [mm]	h_{\max} [mm]	b_{CR} [mm]	A_i [m]	A_a [m]	$B_{i,a}$ [mm]	b_{veh} [mm]	a [m]	n_a [m] (5 m)	n_a [m] (20 m)
GECC10	400	max.	1 530	1,5			1 530	3,464		
GECC10	400	max.	1 530		1,5		1 530		0,541	0,149
GECC10	400	max.	1 530	20		160	1 370	12,649		
GECC10	400	max.	1 530		24	225	1 305		4,865	2,166

Cuadro 2.3. Características de los vehículos de referencia en el gálibo GECC10