RENFE

DIRECCION
DE EXPLOTACION

carpeta 4 / caja 6

INSTRUCCION TECNICA

GALIBO DE LA RED

EDICION 1985

Comprobado: en vigor 5.4.00

N 3 ..
R. 26263
8500000279

GALIBO DE LA RED

El objeto de esta Instrucción Técnica es la definición exacta del gálibo a aplicar en la Red, al material rodante, las instalaciones fijas y el cargamento de vagones.

Los criterios de elaboración de la instrucción son los de las Fichas U.I.C. en vigor sobre gálibos, aplicados a un contorno de referencia inicial deducido de forma empírica a partir de la envolvente máxima de los vehículos que circulan actualmente sin problemas.

En consecuencia con lo expuesto, se dictan las siguientes prescripciones:

1.ª Quedan aprobadas las normas que a continuación se indican:

— Norma de aplicación del gálibo de material rodante, inserta como Anejo núm. 1, a esta Instrucción Técnica.

— Norma de aplicación del gálibo de las instalaciones fijas, inserta como Anejo núm. 2, a esta Instrucción Técnica.

— Norma del gálibo de cargamento, inserta como Anejo núm. 3, a esta Instrucción Técnica.

2.ª Las normas antes mencionadas entrarán en vigor en las fechas que a continuación se indican:

— Las relativas a los gálibos de material y de instalaciones fijas (Anejos núms. 1 y 2), el día 1 de enero de 1986.

— La relativa al gálibo de cargamento (Anejo núm. 3), en el momento de entrada en vigor del Modificatico núm 3 al R. G. C., donde será incorporada para conocimiento del personal. Se anulará con este motivo la C.G. núm. 72 y se actualizará la Instrucción General núm. 66.

3.ª Los proyectos de instalaciones fijas en las que no sea posible cumplir el gálibo de implantación de obstáculos, definido en el Anejo núm. 2, precisarán la autorización preceptiva de la Dirección de Obra Nueva, siempre que existan motivos que así lo justifiquen.

4.ª Las Jefaturas de Instalaciones Fijas de las Zonas vienen obligadas a comunicar a la Dirección de Obra Nueva todos aquellos puntos singulares de las instalaciones fijas en los que se detecte el incumplimiento del gálibo de implantación de obstáculos.
A estos efectos, la Dirección de Obra Nueva elaborará un inventario permanente y actualizado de estos puntos singulares y establecerá programas periódicos destinados a su corrección, si procede.

5.ª La Dirección de Mantenimiento de Instalaciones Fijas procederá, a la mayor brevedad, a instalar el gálibo estático de las estaciones, determinando, de acuerdo con la Dirección de Transportes y Zonas, el número y lugar de instalación. En los sucesivos planes de inversiones se incluirán las consignaciones presupuestarias pertinentes.

6.ª Con independencia de estas prescripciones, el Grupo de Trabajo redactará, a la mayor brevedad, las normas de aplicación para la instalación de piquetes de entrevías y del piquete de entrevías eléctrico.

Madrid, diciembre de 1985

EL DIRECTOR DE TRANSPORTES
J. Moreno de Mesa

EL DIRECTOR DE OBRA NUEVA
J. C. Barrón Benavente

EL DIRECTOR DE MATERIAL
A. Ventero Covarrubias

EL DIRECTOR DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FIJAS
J. M. Lacarra Lanz

POR EL DIRECTOR COMERCIAL-MERCANCIAS
P. Gutiérrez González

V.º B.º
EL DIRECTOR DE EXPLOTACION
J. L. Villa de la Torre

ANEJO NUM. 1

NORMA DE APLICACION DEL GALIBO DE MATERIAL RODANTE

INDICE

1. Ambito de aplicación.
2. Gálibo cinemático para el material.
3. Contorno de referencia del gálibo cinemático.
4. Reglas asociadas al contorno máximo para determinar el contorno máximo de construcción del material.
5. Desplazamientos verticales.
6. Desplazamiento geométrico por inscripción en curva.
7. Holguras laterales.
8. Desplazamientos por exceso o insuficiencia de peralte.
9. Disimetría.
10. Salientes.
11. Cálculo del perfil constructivo del material.
12. Cálculo del perfil constructivo del material motor.
13. Cálculo del perfil constructivo del material remolcado montado sobre bogies.
14. Cálculo del perfil constructivo del material remolcado no montado sobre bogies.

Apéndice n.º 1. Reglas simplificadas aplicables a vagones de características normales. Gálibo estático
Reglas asociadas al contorno de referencia del gálibo estático, para determinar el contorno máximo de los vagones.
Apéndice n.º 2. Gálibo cinemático de pantógrafos en posición de captación en vehículos motores eléctricos.
Apéndice n.º 3. Particularidades del gálibo cinemático de automotores.
Apéndice n.º 4. Comparación de gálibos.

INDICE DE SIMBOLOS EMPLEADOS

dgi = Desplazamiento geométrico por inscripción en curva, para secciones del vehículo comprendidas entre pivotes o entre ejes extremos en los vehículos sin bogies.

dg_a = Desplazamiento geométrico por inscripción en curva, para secciones del vehículo situadas hacia los extremos del vehículo, más allá de los pivotes, o de los ejes extremos de los vehículos sin bogies.

R = Radio de la curva.

a = Distancia entre ejes extremos de vehículos no montados sobre bogies, o entre pivotes de vehículos montados sobre bogies.

n = Distancia de la sección considerada hasta el pivote más próximo, o al eje extremo más cercano en vehículos sin bogies.

p = Distancia entre ejes extremos del bogie.

p' = Distancia entre pivote ficticio y centro geométrico del bogie, en bogies sin pivote. O bien, empate del bogie portador en vehículos con un bogie motor y otro portador.

l = Anchura de la vía, medida entre caras activas del carril.

d = Separación exterior entre pestañas de un eje, medida a 10 milímetros del círculo de rodadura en un eje con ambas pestañas al límite de desgaste.

q = Holgura lateral entre ejes y bastidor de bogie.

w = Holgura lateral entre bastidor de bogie y caja.

$w_{(\infty)}$ = Lo mismo que w, pero considerado para recta.

$w_{i(R)}$ = Lo mismo que w, pero considerada para radio R y por el lado interior de la curva.

$w_{a(R)}$ = Lo mismo que w, pero considerada para radio R y por el lado exterior de la curva.

γ = Aceleración centrífuga.

NOTA: En RENFE, el valor nominal del ancho de vía es de 1.668 mm. Para el cálculo de inscripción en gálibo podrá tomarse un valor máximo de 1.698 mm.

γ' = Aceleración centrífuga no compensada.

v = Velocidad.

D = Peralte.

De = Peralte de equilibrio.

I = Insuficiencia de peralte.

E = Exceso de peralte.

g = Aceleración de la gravedad.

m = Metros.

S = Coeficiente de flexibilidad.

s = Segundos.

km/h = Kilómetros por hora.

ε = Incremento.

h = Altura de un punto del vehículo.

h_c = Altura del centro de balanceo.

δ = Angulo del plano de rodadura con la horizontal.

η = Angulo de inclinación de la caja respecto a la perpendicular al plano de rodadura, con el vehículo parado, debido al peralte.

η_o = Lo mismo que η, pero debido a disimetría de construcción o de carga.

z = Conjunto de desplazamiento debido a exceso o insuficiencia de peralte de 0,050 metros, más el desplazamiento debido a disimetría de más de un grado.

E_i = Reducción de semianchura del contorno de referencia para obtener la semianchura máxima del vehículo en secciones internas.

E_a = Reducción de la semianchura del contorno de referencia para obtener la semianchura máxima del vehículo en secciones externas.

K = Constante.

K' = Constante.

X_i = Sumando a añadir a Ei para convertir su valor para radio R = 250, en el valor para R = 150.

X_a = Sumando a añadir a Ea para convertir su valor para radio R = 250, en el valor para R = 150.

t = Indice de flexibilidad del pantógrafo.

τ = Tolerancia de construcción y fijación del pantógrafo.

θ = Tolerancia de reglaje de la suspensión.

E'_i = Diferencia entre desplazamiento real y desplazamiento típico de un pantógrafo en secciones internas.

E'_a = Diferencia entre desplazamiento real y desplazamiento tipico de un pantógrafo en secciones externas.

j'_i = Desplazamiento por encima del típico del pantógrafo en secciones internas, debido a holguras laterales.

j'_a = Desplazamiento por encima del típico del pantógrafo en secciones externas, debido a holguras laterales.

z' = Conjunto de desplazamientos por encima del típico de pantógrafos, debido a exceso o insuficiencia de peralte de 0,066 metros, más desplazamientos debidos a flexibilidad y tolerancia de fijación o de construcción del pantógrafo, más tolerancia de reglaje de la suspensión.

$w'_{i(R)}$ = Holgura lateral entre bastidor de bogie y caja, por el lado interior de la curva, para el bogie portador en un vehículo con un bogie motor y otro portador.

$w'_{a(R)}$ = Holgura lateral entre bastidor de bogie y caja, por el lado exterior de la curva, para el bogie portador en un vehículo con un bogie motor y otro portador.

n_μ = Distancia de la sección interior considerada hasta el pivote del bogie motor en un vehículo con un bogie motor y otro portador.

NORMA DE APLICACION DEL GALIBO DE MATERIAL RODANTE

1. Ambito de aplicación

El contorno de referencia para el gálibo cinemático y sus correspondientes reglas asociadas, todo ello contenido en la presente Norma, serán de aplicación obligatoria para la construcción de todo el material motor y remolcado de nuevo proyecto posterior al 1 de enero de 1986.

El material motor y remolcado construido o proyectado antes de la existencia de esta Norma podrá circular en las condiciones actuales de inscripción en gábilo, no debiendo ser objeto de limitaciones en la circulación como consecuencia de la publicación de la misma.

2. Gálibo cinemático para el material

El gálibo cinemático de construcción de los vehículos de vía normal RENFE se obtiene a partir de los contornos de referencia representados en el apartado 3 y de las reglas asociadas que figuran en los apartados siguientes.

NOTA: Esta norma está basada en los conceptos y criterios establecidos en las fichas U.I.C. números 505-1, 505-2, 505-3, 505-4 y 505-5, las cuales pueden servir como ampliación o aclaración de lo expuesto en la presente Norma.

3. Contornos de referencia del gálibo cinemático

Existen dos contornos de referencia diferentes según el tipo de material que se trate. Son los siguientes:

— Contorno de referencia del gálibo cinemático para material motor.

— Contorno de referencia del gálibo cinemático para coches, vagones y furgones.

Las únicas diferencias existentes entre estos dos contornos se presentan en las partes bajas, y se originan porque los coches, vagones y furgones han de ser aptos para circular por los frenos de vía y lomos de asno existentes en las estaciones de clasificación. Se admite que los coches pasaran vacíos y los vagones o furgones en cualquier condición de carga. Las locomotoras de maniobras han de poder circular por los lomos de asno.

En las páginas siguientes se incluyen los dos contornos de referencia citados.

4. Reglas asociadas al contorno de referencia para determinar el contorno máximo de construcción del material

Los vehículos respetarán el contorno de referencia, teniendo en cuenta los desplazamientos siguientes:

1.° Desplazamientos verticales debidos a desgastes y suspensión.

2.° Desplazamientos horizontales debidos a:
- Desplazamientos geométricos entre eje de cada sección del vehículo y eje de vía, debidos a inscripción en curva.
- Holgura lateral entre ejes y vía, con los máximos desgastes.
- Holgura lateral entre ejes y bastidor de bogie, con máximos desgastes.
- Holgura lateral entre bastidores de bogies y caja.
- Desplazamiento respecto a la posición media en vía debido a un exceso o insuficiencia de peralte de 0,05 metros.
- Disimetría eventual superior a 1°.

3.° En caso de curva o de ancho entre carriles mayor del nominal, las cotas de semianchura del contorno de referencia se aumentan con los "salientes" indicados en la tabla del apartado 10.

No se tendrán en cuenta por parte de Material (aunque sí se tendrán en cuenta por Obras e Instalaciones):

— Exceso de desplazamiento lateral respecto a la posición media en vía, debidos a una insuficiencia o exceso de peralte comprendido entre 0,05 metros y el máximo posible en cada caso.
— Disimetría de hasta 1º, debida a tolerancias de construcción y reglaje, o posible reparto desigual de la carga.
— Oscilaciones laterales originadas de forma aleatoria por interacción dinámica entre material rodante y vía, en función del estado de conservación de la vía.
— Desplazamientos de vía, y efectos geométricos y dinámicos debidos a defectos de nivelación o peralte de la vía, respecto a su valor teórico.
— Desplazamientos geométricos verticales debidos a inscripción en cambios de rasante (radios de acuerdo verticales).
— Márgenes de seguridad.

5. Desplazamientos verticales

Para determinar la altura mínima sobre el plano de rodadura de los órganos situados en la proximidad de la parte inferior del gálibo, se tomarán en consideración, por un lado, los desgastes (de bandas de rodadura, etc.), y por otro, el desplazamiento vertical debido al juego de la suspensión.

Para locomotoras se toma el desplazamiento vertical que se produciría bajo el efecto de una sobrecarga del 30 % del peso suspendido máximo en servicio.

Para automotores (vehículos motores dispuestos para transporte por vía, de viajeros o mercancías) se toma un desplazamiento vertical igual al del total del juego hasta tope de la suspensión, salvo que se exija otra cosa.

Para coches vacíos se toma un desplazamiento vertical de 30 milímetros, de las masas suspendidas.

Para coches cargados, y furgones y vagones vacíos o cargados, se toma el desplazamiento máximo resultante de la carga y sus efectos dinámicos sobre la flexibilidad de los muelles. Salvo que se exija otra cosa, este desplazamiento se tomará igual a la totalidad del juego hasta tope de las suspensiones.

En todo caso, cuando sea más desfavorable se tomarán los desplazamientos verticales que se han indicado, pero afectando sólo a parte de la suspensión.

6. Desplazamiento geométrico por inscripción en curva

Este desplazamiento es diferente para cada sección transversal del vehículo, por lo que deberán calcularse las secciones más desfavorables.

Siendo *R*, el radio de la curva; *a*, la distancia entre ejes extremos de vehículos no montados sobre bogies, o entre pivotes de vehículos montados sobre bogies; *n*, la distancia desde la sección considerada hasta el pivote más próximo, o al eje extremo más cercano en vehículos sin bogies; y *p*, la distancia entre ejes extremos del bogie; tenemos que, eliminando términos despreciables, el desplazamiento geométrico para secciones comprendidas entre los pivotes, o ejes extremos en los vehículos sin bogies, que llamaremos "secciones internas", es:

$$dg_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4}}{2R}$$

Y el desplazamiento geométrico para secciones situadas hacia los extremos del vehículo más allá de los pivotes, o de los ejes extremos en los vehículos sin bogies, que llamaremos "Secciones externas", es:

$$dg_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4}}{2R}$$

En vehículos a bogies sin pivote, se toma como pivote ficticio, el punto de corte del eje longitudinal del bogie con el de caja, cuando el vehículo está inscrito en curva de 150 metros de radio y holguras uniformemente repartidas.

Si p' es la distancia entre ese pivote ficticio y el centro geométrico del bogie (a igual distancia de ejes extremos), se reemplazará en las fórmulas p^2 por $p^2 - p'^2$.

7. Holguras laterales

La holgura lateral entre ejes y vía es $\frac{l - d}{2}$ a cada lado, siendo l la anchura de la vía medida entre caras activas del carril, y d la separación exterior entre pestañas, medida a 10 milímetros por debajo del círculo de rodadura en un eje con ambas pestañas al límite de desgaste.

La holgura lateral q entre ejes y bastidor del bogie comprenderá el desplazamiento entre eje y caja de grasa, y el desplazamiento entre placas de guarda o bastidor del bogie y cajas de grasa a partir de la posición media y a cada lado, con todos los elementos en el límite de desgaste.

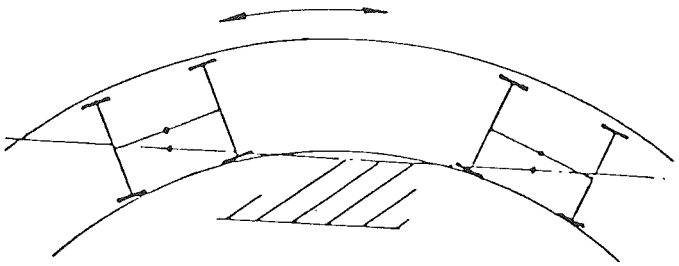
La holgura lateral w entre bastidor de bogie y caja es el desplazamiento lateral posible de los pivotes

de los bogies y de las vigas bailadoras, a partir de su posición media y a cada lado, o, para vehículos sin pivote, el desplazamiento lateral posible de la caja respecto al bastidor de bogie, a partir de la posición media y en función de la curva o sentido de desplazamiento. Si el valor de w no es constante, lo denominaremos:

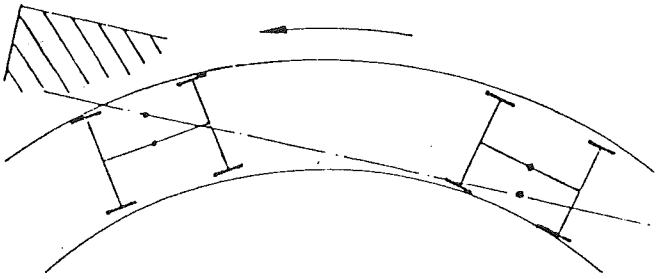
$w_i(R)$ cuando se considera para radio R, y del lado interior de la curva.

$w_a(R)$ cuando se considera para radio R, y del lado exterior de la curva.

Para vehículos motores en los que durante el funcionamiento el coeficiente de adherencia es superior a 0,2, se puede considerar que, debido a patinajes, los bogies pueden adoptar cualquier posición en la vía. Por tanto, se toma la posición más desfavorable, que, tanto en curva como en recta, cuando se consideran secciones internas es:



Y cuando se consideran secciones externas es:

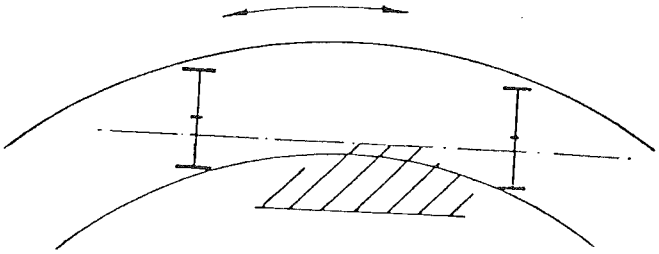


Debido a estas posiciones de inscripción más desfavorables señaladas, al calcular el desplazamiento de secciones internas, las holguras laterales se suman simplemente, mientras que al calcular el desplazamiento de secciones externas las holguras se suman multiplicadas por $\frac{2n+a}{a}$, excepto las holguras laterales caja-bastidor de bogie cuando éstas son desiguales hacia el lado exterior que hacia el lado interior de la curva, en cuyo caso se suma:

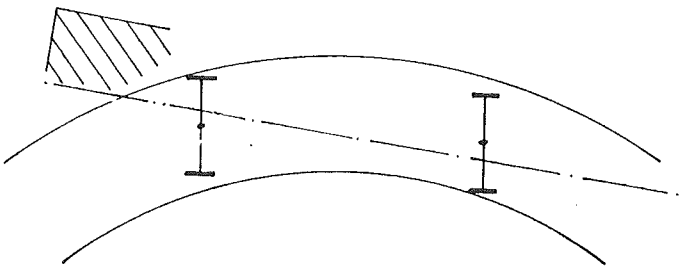
$$w_i(R) \cdot \frac{n}{a} + w_a(R) \cdot \frac{n+a}{a}$$

Cuando en un vehículo motor el coeficiente de adherencia no llega a 0,2, se pueden considerar los bogies como remolcados y aplicar las reglas correspondientes a coches con bogies.

Para vehículos de dos ejes (sin bogies), tanto motores como remolcados, y tanto en curva como en recta, las posiciones de inscripción en vía a considerar son, cuando se consideran secciones internas:



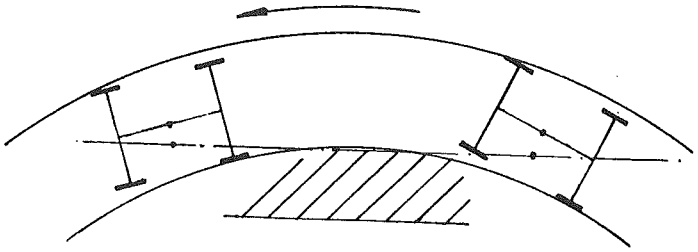
Y cuando se consideran secciones externas:



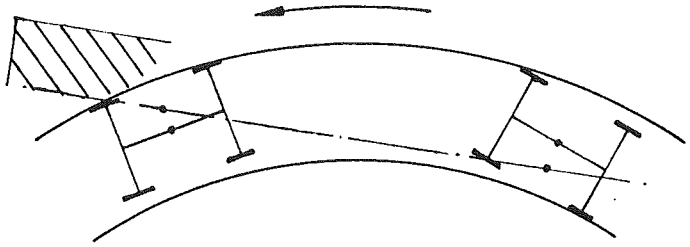
Por tanto, los factores a aplicar a las holguras laterales son los mismos que se han mencionado para los vehículos motores.

Para vehículos remolcados a bogies, se considera que el primer eje de cada bogie está en contacto con el carril exterior de la curva y se toman los demás juegos en la posición más desfavorable, tal y como se adoptó en las fichas U.I.C. como consecuencia de los estudios llevados a cabo por la O.R.E. en el seno de distintos comités. Por tanto, las posiciones de inscripción en vía a considerar son:

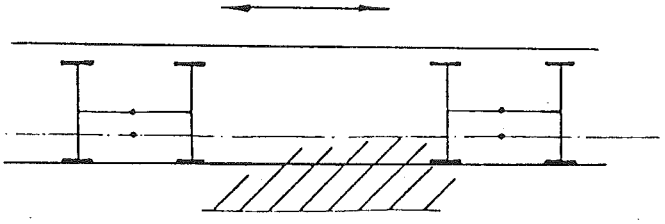
En curva, cuando se consideran secciones internas:



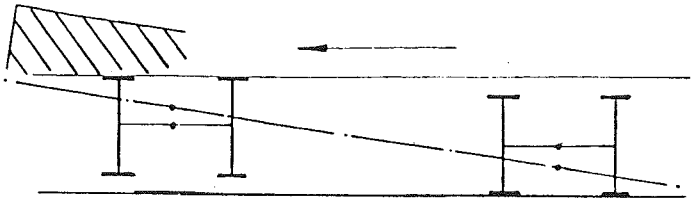
En curva, cuando se consideran secciones externas:



En recta, cuando se consideran secciones internas:



Y en recta, cuando se consideran secciones externas:



Debido a estas posiciones más desfavorables de inscripción de vehículos remolcados a bogies, al calcular los desplazamientos en recta de secciones internas se suman simplemente las holguras, mientras que para las secciones externas se suman multiplicadas por $\frac{2n+a}{a}$. En caso de cálculo del desplazamiento de secciones internas en curva no afecta el desplazamiento entre ejes y vía, y se suman solamente las holguras $q+w_i(R)$.

En caso de secciones externas en curva, afectan los desplazamientos entre ejes y vía de sólo el bogie delantero. Por tanto, se suma

$$\frac{l-d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} \qquad \text{y también} \qquad q \cdot \frac{2n+a}{a}$$

$$y \qquad w_i(R) \cdot \frac{n}{a} + w_a(R) \cdot \frac{n+a}{a}$$

como ya hacíamos para vehículos motores.

8. Desplazamientos por exceso o insuficiencia de peralte

Los vehículos que circulan por una curva de radio R a una velocidad v, están sometidos a la aceleración centrífuga $\gamma = \frac{v^2}{R}$ cuya influencia es preciso limitar a base de un peralte D.

La diferencia entre aceleración centrífuga y la corrección que se aplica, se expresa como aceleración centrífuga no compensada γ_i, o como insuficiencia de peralte I.

Para los no muy grandes peraltes que se emplean en el ferrocarril se puede poner:

$$\gamma' = \gamma - \frac{D}{l} \cdot g = \frac{v^2}{R} - \frac{D}{l} \cdot g = \frac{g}{l}\left[\frac{v^2 \cdot l}{g \cdot R} - D\right]$$

La cantidad $\frac{v^2 \cdot l}{g \cdot R} - D$ es la insuficiencia de peralte I.

Para RENFE, el límite para γ' es de 0,65 m/s² (I máxima=0,115 m.), y el peralte D máximo que se emplea es de 0,160 m., con lo que se obtiene la usual fórmula $V = 4{,}5\sqrt{R}$ con R en metros y V en km/h.

A partir del día 1 de junio de 1986, RENFE admite $\gamma' = 1\ m/s^2$ para los trenes tipo A, a los que corresponde la fórmula $V = 5\sqrt{R}$; y admite $\gamma' = 1{,}2\ m/s^2$ para los trenes tipo B, a los que corresponde la fórmula $V = 5{,}22\sqrt{R}$ La insuficiencia máxima de peralte será de 0,177 m. en los trenes Tipo A y de 0,212 m. en los trenes Tipo B.

Cuando se circula con I=0 tenemos el peralte exacto de equilibrio $D_e = \frac{v^2 \cdot l}{g \cdot R}$ y la suspensión no está sometida a ninguna solicitación lateral.

Si se circula con un peralte menor que el de equilibrio $D_e - \varepsilon$ hay una insuficiencia de peralte $I = \varepsilon$, la aceleración centrífuga no compensada es $\frac{g \cdot \varepsilon}{l}$, y el vehículo se inclina sobre sus muelles hacia el exterior de la curva.

Si el peralte es $D_e + \varepsilon$, hay un exceso de peralte $E = \varepsilon$, la aceleración centrífuga no compensada es $\frac{-g \cdot \varepsilon}{l}$ (es decir, aceleración centrípeta $\frac{g \cdot \varepsilon}{l}$), y el vehículo se inclina sobre sus muelles hacia dentro de la curva.

Cuando la caja de un vehículo está sometida a una fuerza transversal paralela al plano de rodadura, ésta se inclina sobre los muelles de suspensión. Si se anulan las holguras entre ejes y cajas de grasa, cajas de grasa y bogies, y bogie y caja, eliminando el efecto de los amortiguadores, la caja se inclina girando alrededor de un punto llamado centro de balanceo (o de roulis), situado a una altura h_c prácticamente independiente de la magnitud de la fuerza transversal aplicada.

Cuando un vehículo se sitúa parado sobre una vía con peralte D, en la que el plano de rodadura hace un ángulo δ con la horizontal, la caja se inclina un ángulo η respecto a la perpendicularidad al plano de rodadura. Se llama coeficiente de flexibilidad (o de souplesse) s a la relación η/δ que se calcula o se mide después de eliminar los efectos de disimetrías y de rozamientos de muelles y de amortiguadores.

Si la insuficiencia o exceso de peralte es I o E, el ángulo que se inclina un vehículo respecto a la vertical al plano de rodadura es $\eta = s \cdot \frac{I \text{ ó } E}{l}$ girando alrededor del centro de roulis. El desplazamiento transversal de un punto situado a una altura h será $s \cdot \frac{I \text{ ó } E}{l} \cdot (h - h_c)$.

El efecto debido a una insuficiencia o exceso de peralte I o E=0,050 m. en vía RENFE de l=1,734 metros nominales sería:

$$s \cdot \frac{0{,}05}{1{,}734} \cdot (h - h_c) \simeq \frac{s}{35} \cdot (h - h_c)$$

Obsérvese que en el presente apartado, l es aproximadamente la distancia entre centros de carriles. Sin embargo, en los restantes apartados, l es la anchura de la vía medida entre caras activas del carril, cuyo valor nominal es de 1.668 milímetros.

Exactamente los 1.734 milímetros son la distancia entre círculos de rodadura teóricos tomados a 70 milímetros de la cara interna de la rueda: 1.734=1.594+70+70.

9. Disemetría

Un vehículo puede presentar una disemetría debida a un defecto de construcción, a un reglaje imperfecto o a un reparto de cargas desigual, girando su caja alrededor del centro de balance, o con el vehículo situado parado en vía nivelada, un ángulo η_0.

En este caso, la desviación lateral de un punto situado a una altura h sería:

$$\operatorname{tg} \eta_0 \cdot (h - h_c)$$

El efecto debido al exceso sobre 1° de esta disemetría sería:

$$\operatorname{tg} [\eta_0 - 1]_{>0} \cdot (h - h_c)$$

(El signo $[\quad]_{>0}$ significa que la expresión entre paréntesis se toma por su valor si es positivo y por cero si es negativo o nulo.)

10. Salientes

Se adoptan los siguientes salientes (o saillies) dados en metros:

	Organos (excepto pantógrafos en posición de captación) situados a altura: $h < 0{,}400$ m. (partes bajas)	Organos (excepto pantógrafos en posición de captación) situados a altura: $h > 0{,}400$ m. (partes altas)	Pantógrafos en posición de captación.
Ancho de vía = l Radio de curva $R \geq 250$ m.	$\frac{2{,}5}{R} + \frac{l - 1{,}668}{2}$	$\frac{3{,}75}{R} + \frac{l - 1{,}668}{2}$	$\frac{2{,}5}{R} + \frac{l - 1{,}668}{2}$
Ancho de vía = l $250 \geq R \geq 150$ m. Partes del vehículo situadas hacia el centro de la curva.	$\frac{50}{R} - 0{,}190 + \frac{l - 1{,}668}{2}$	$\frac{50}{R} - 0{,}185 + \frac{l - 1{,}668}{2}$	
Partes del vehículo situadas hacia el exterior de la curva.	$\frac{60}{R} - 0{,}230 + \frac{l - 1{,}668}{2}$	$\frac{60}{R} - 0{,}225 + \frac{l - 1{,}668}{2}$	

11. Cálculo del perfil constructivo del material

Una vez tenidos en cuenta los desplazamientos verticales, las semianchuras del vehículo considerado deben ser como máximo iguales a las del contorno de referencia descontando todos los desplazamientos horizontales y añadiendo el correspondiente saliente.

Llamaremos Z al conjunto de desplazamiento debido a exceso o insuficiencia de peralte de 0,050 m., más el desplazamiento debido a disimetría de más de un grado. Por tanto será:

$$z = \left(\frac{S}{35} + tg\left[R_o - 1\right]_{>0}\right) \cdot (h - h_c)$$

El exceso de desplazamiento lateral debido a insuficiencia o exceso de peralte mayor de 0,050 m. lo tiene en cuenta Obras e Instalaciones, pero suponiendo que los vehículos tienen un coeficiente de flexibilidad S = 0,4 m. y una altura del centro de balanceo $h_c = 0{,}5$ m. Para tener en cuenta posibles coeficientes de flexibilidad mayores de 0,4, hay que corregir por parte de Material el valor de Z, considerando un exceso de peralte de hasta 0,160 m., para la parte de flexibilidad que excede de 0,4, y poniéndose por tanto:

$$z = \left(\frac{S}{35} + tg\left[R_o - 1\right]_{>0}\right) \cdot |h - h_c| + \left[\frac{S\,(0{,}16 - 0{,}05)}{1{,}735}\,|h - h_c| - \frac{0{,}4\,(0{,}16 - 0{,}05)}{1{,}735}\left[h - 0{,}5\right]_{>0}\right]_{>0}$$

O bien, redondeando

$$z = \left(\frac{S}{35} + tg\left[R_o - 1\right]_{>0}\right) \cdot |h - h_c| + \left[\frac{S}{16}\,|h - h_c| - 0{,}025\left[h - 0{,}5\right]_{>0}\right]_{>0}$$

Que para $h \geqq h_c \geqq 0{,}5\,m$; $s \leqq 0{,}4$; y $\mathcal{R}_0 \leqq 1^\circ$

queda $z = \frac{S}{35} \cdot |h - h_c|$ que es el caso más normal

Cuando la insuficiencia o exceso de peralte sea superior a 0,160 m., será necesario modificar adecuadamente estas fómulas.

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

El signo $[\ ]_{>0}$ significa que la expresión entre paréntesis se toma por su valor si es positivo y por cero si es negativo o nulo.

12. Cálculo del perfil constructivo del material motor

12.1 Caso general. Reducciones internas E_i

Para curva de radio R ≥ 250 m y puntos de altura h mayor de 0,400 m. (partes altas), en secciones internas el total a descontar teniendo en cuenta todos los efectos sería:

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4}}{2R} + \frac{l - d}{2} + q + w_{i(R)} + z - \frac{3{,}75}{R} - \left(\frac{l - 1{,}668}{2}\right)$$

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4} - 7{,}5}{2R} + w_{i(R)} + \frac{1{,}698 - d}{2} + q + z - 0{,}015$$

y podríamos poner:

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5\,* \\ 7{,}5\,**\end{matrix}}{2R} + w_i(R) + \frac{1{,}698 - d}{2} + q + z - 0{,}015$$

válido para R ≥ 250 m. y utilizando el valor marcado con un asterisco para alturas por debajo de 0,400 m. (partes bajas), y el marcado dos asteriscos para alturas mayores de 0,400 m. (partes altas), debido al diferente valor de los salientes para partes bajas y partes altas.

Igualmente para 150 ≤ R ≤ 250 m. con su distinto saliente, se obtiene:

$$E_i = \frac{na - n^2 - \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} + \frac{1{,}698 - d}{2} + q + z + \begin{matrix} 0{,}175\,* \\ 0{,}170\,**\end{matrix}$$

12.2 Caso general. Reducciones externas E_a.

Para secciones externas en curva de R ≥ 250 m., y alturas mayores de 0,400 m. (partes altas), en el caso más general, la cantidad a descontar sería:

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4}}{2R} + \left(\frac{l - d}{2} + q\right) \cdot \frac{2n + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n + a}{a} + z - \frac{3{,}75}{R} - \left(\frac{l - 1{,}668}{2}\right)$$

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 7{,}5}{2R} + \left(\frac{1{,}698 - d}{2} + q\right) \cdot \frac{2n + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n + a}{a} + z - 0{,}015 + (l - 1{,}698) \cdot \frac{n}{a}$$

En esta fórmula aparece el término $(l - 1{,}698) \cdot \frac{n}{a}$

pero la expresión deberá ser válida para cualquier ancho de vía l, por lo que eliminamos ese término suponiendo que se calcula con l = 1,698 y poniendo:

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 7{,}5}{2R} + \left(\frac{1{,}698 - d}{2} + q\right) \cdot \frac{2n + a}{a} + w_{i(R)} \cdot \frac{n}{a} + w_{a(R)} \cdot \frac{n + a}{a} + z - 0{,}015$$

Con lo que la expresión es rigurosamente exacta sólo para $l = 1{,}698$, aunque la desviación introducida es muy pequeña para otros valores de l.

Generalizando para puntos de cualquier altura queda:

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - \begin{matrix}5\,*\\7{,}5\,**\end{matrix}}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a} + \left(\frac{1{,}698-d}{2} + q\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015$$

y para $150 \leqslant R \leqslant 250$ m. se obtendrá

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a} + \left(\frac{1{,}698-d}{2} + q\right)\frac{2n+a}{a} + z + \begin{matrix}0{,}215\,*\\0{,}210\,**\end{matrix}$$

Para cada sección del vehículo motor, la reducción interna o externa a aplicar será la mayor posible, por lo que habrá de determinarse el valor de radio de curva R que hace máximas las expresiones de E_a y E_i Esto será necesario hacerlo solamente en el caso excepcional en que las holguras w varíen no linealmente en función de la curvatura $\left(\frac{1}{R}\right)$

12.3. Caso particular de holguras constantes o variables linealmente

En caso de holguras w constantes o variables de forma lineal en función de la curvatura $\left(w = \frac{K}{R} + K'\right)$ los máximos se dan o bien para radio máximo o bien para radio mínimo y basta calcular E_i para R. = ∞

cuando $na - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\,(w_{(\infty)} - w_{i(250)}) \leqslant \begin{matrix}5\,*\\7{,}5\,**\end{matrix}$

$$E_i = \frac{1{,}698-d}{2} + q + w_{(\infty)} + z - 0{,}015$$

y para R = 250 m. ó R = 150 m.

cuando $na - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\,(w_{(\infty)} - w_{i(250)}) > \begin{matrix}5\,*\\7{,}5\,**\end{matrix}$

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}698-d}{2} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \begin{matrix}0{,}025\,*\\0{,}030\,**\end{matrix}$$

$$\text{con} \quad x_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

y basta igualmente con calcular E_a

para R =

cuando $na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[(w_\infty - w_{i(250)})\frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)})\frac{n+a}{a}\right] \leqslant \begin{matrix}5\,*\\7{,}5\,**\end{matrix}$

$$E_a = \left(\frac{1{,}698-d}{2} + q + w_\infty\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015$$

y para R = 250 m. ó R = 150 m.

$$\text{cuando } na+n^2-\frac{p^2}{4}-500\left[(w_{\infty}-w_{i(250)})\frac{n}{a}+(w_{\infty}-w_{a(250)})\frac{n+a}{a}\right] > \begin{matrix}5\,*\\7{,}5\,**\end{matrix}$$

$$E_a=\frac{an+n^2-\frac{p^2}{4}}{500}+\left(\frac{1{,}698-d}{2}+q\right)\frac{2n+a}{a}+w_{i(250)}\frac{n}{a}+w_{a(250)}\frac{n+a}{a}+z+\left[x_a\right]_{>0}-\begin{matrix}0{,}025\,*\\0{,}030\,**\end{matrix}$$

$$\text{con } x_a=\frac{1}{750}\left(an+n^2-\frac{p^2}{4}-120\right)+(w_{i(150)}-w_{i(250)})\frac{n}{a}+(w_{a(150)}-w_{a(250)})\frac{n+a}{a}$$

13. Cálculo del perfil constructivo del material remolcado montado sobre bogies

13.1. Caso general en vía recta

Siguiendo con la notación adoptada de utilización del valor marcado con un asterisco para alturas inferiores a 0,400 m. (partes bajas) y utilización del valor marcado con dos asteriscos para alturas mayores de 0,400 m. (partes altas) en vehículos remolcados a bogies para recta y secciones internas, el total a descontar sería:

$$E_i=\frac{l-d}{2}+q+w_{\infty}+z-\left(\frac{l-1{,}668}{2}\right)$$

$$E_i=\frac{1{,}698-d}{2}+q+w_{\infty}+z-0{,}015$$

y para recta y secciones externas:

$$E_a=\left(\frac{l-d}{2}+q+w_{\infty}\right)\frac{2n+a}{a}+z-\left(\frac{l-1{,}668}{2}\right)$$

$$E_a=\left(\frac{1{,}698-d}{2}+q+w_{\infty}\right)\frac{2n+a}{a}+z-0{,}015+(l-1{,}698)\frac{n}{a}$$

En esta fórmula aparece el término $(l-1{,}698)\frac{n}{a}$. Por lo tanto, para que la expresión sea independiente del ancho de vía l deberá calcularse con l = 1,698, lo cual anula ese término, quedando:

$$E_a=\left(\frac{1{,}698-d}{2}+q+w_{\infty}\right)\frac{2n+a}{2}+z-0{,}015$$

13.2. Caso general en vía curva

Para vehículos remolcados a bogies, en curva de R $\geqslant$ 250 m. y secciones internas sería:

$$E_i=\frac{na-n^2+\frac{p^2}{4}}{2R}+q+w_{i(R)}+z-\frac{\begin{matrix}2{,}5\,*\\3{,}75\,**\end{matrix}}{R}-\left(\frac{l-1{,}668}{2}\right)$$

$$E_i=\frac{na-n^2+\frac{p^2}{4}-\begin{matrix}5\,*\\7{,}5\,**\end{matrix}}{2R}+w_{i(R)}+q+z-\left(\frac{l-1{,}668}{2}\right)$$

que para que sea válida independientemente de l debe anularse el último término haciendo l = 1,668, quedando:

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * \; * \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)} + q + z$$

Igualmente para curva de 150 $\leq$ R $\leq$ 250 con su distinto saliente, se obtiene:

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} + q + z + \begin{matrix} 0{,}190 \; * \\ 0{,}185 \; * \; * \end{matrix}$$

Para vehículos remolcados a bogies en curva de R $\geqslant$ 250 m. y secciones externas sería:

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4}}{2R} + \frac{l-d}{2}\left(\frac{n+a}{a}\right) + q\,\frac{2n+a}{a} + w_{i(R)}\,\frac{n}{a} + w_{a(R)}\,\frac{n+a}{a} + z - \frac{\begin{matrix} 2{,}5 \; * \\ 3{,}75 \; * \; * \end{matrix}}{R} - \frac{l-1{,}668}{2}$$

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * \; * \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)}\,\frac{n}{a} + w_{a(R)}\,\frac{n+a}{a} + \frac{1{,}698-d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q\,\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015 + \frac{l-1{,}698}{2} \cdot \frac{n}{a}$$

que deberá calcularse con l = 1,698 para que se anule el último término, quedando:

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * \; * \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)}\,\frac{n}{a} + w_{a(R)}\,\frac{n+a}{a} + \frac{1{,}698-d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q\,\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015$$

Igualmente para curva de 150 $\leq$ R $\leq$ 250 con su distinto saliente, se obtiene:

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)}\left[\frac{n}{a} + w_{a(R)}\,\frac{n+a}{a} + \frac{1{,}698-d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q\,\frac{2n+a}{a} + z + \begin{matrix} 0{,}215 \; * \\ 0{,}210 \; * \; * \end{matrix}\right.$$

Para cada sección del vehículo, la reducción a aplicar será la mayor posible, por lo que habrá de determinarse el valor de radio de curva R que hace máximas las expresiones de E_i y E_a Esto será necesario hacerlo solamente en el caso excepcional en que las holguras w varíen no linealmente en función de la curvatura (1/R).

13.3. Caso particular de holguras w constantes o variables linealmente

En caso de holguras w constantes o variables de forma lineal en función de la curvatura ($w = \frac{K}{R} + K'$) basta con calcular E_i para R = ∞ cuando la reducción a aplicar en recta sea mayor que la correspondiente a curva de R = 250 m.

$$\left(\frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * \; * \end{matrix} - 500(w_\infty - w_{i(250)})}{500} + w_\infty + q + z \leq \frac{1{,}698-d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015 \right)$$

o sea, cuando $na - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\,(w_\infty - w_{i(250)}) \leq 250\,(1{,}698 - d) - \begin{matrix} 2{,}5 \; * \\ 0 \; * \; * \end{matrix}$

$$E_i = \frac{1{,}698-d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015$$

y para R = 250 m. o 150 m.

cuando $na - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\,(w_\infty - w_{i(250)}) > 250\,(1{,}698 - d) - \begin{matrix} 2{,}5 \; * \\ 0 \; * \; * \end{matrix}$

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [X_i]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}010 \; * \\ 0{,}015 \; * \; * \end{matrix}$$

con $X_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$

y basta igualmente con calcular E_a

para R = ∞

cuando $na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[(w_\infty - w_{i(250)})\frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)})\frac{n+a}{a}\right] \leq 250\,(1{,}698 - d)\frac{n}{a} + \begin{matrix} 5 \; * \\ 7{,}5 \; * \; * \end{matrix}$

$$E_a = \left(\frac{1{,}698 - d}{2} + q + w_\infty\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015$$

y para R = 250 m. ó R = 150 m

cuando $na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[(w_\infty - w_{i(250)})\frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)})\frac{n+a}{a}\right] > 250\,(1{,}698 - d)\frac{n}{a} + \begin{matrix} 5 \; * \\ 7{,}5 \; * \; * \end{matrix}$

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}698 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \cdot \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)}\frac{n}{a} + w_{a(250)}\frac{n+a}{a} + z + [X_a]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}025 \; * \\ 0{,}030 \; * \; * \end{matrix}$$

con $X_a = \frac{1}{750}\left(na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120\right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)})\frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)})\frac{n+a}{a}$

13.4. Caso particular de vagones con bogies

En el caso de vagones con bogies, se considera que la holgura w es constante y entonces las fórmulas quedan más simplificadas, bastando con calcular E_i:

cuando $an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250\,(1{,}698 - d) - \begin{matrix} 2{,}5 \; * \\ 0 \; * \; * \end{matrix}$

$$E_i = \frac{1{,}698 - d}{2} + q + w + z - 0{,}015$$

y cuando $an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250\,(1{,}698 - d) - \begin{matrix} 2{,}5 \; * \\ 0 \; * \; * \end{matrix}$

$$E_i = \frac{na - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [X_i] - \begin{matrix} 0{,}010 \; * \\ 0{,}015 \; * \; * \end{matrix}$$

con $X_i = \frac{1}{750}(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100)$

y bastando igualmente con calcular E_a:

cuando $na + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250\ (1{,}698 - d)\frac{n}{a} + \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$

$$E_a = (\frac{1{,}698 - d}{2} + q + w)\ \frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015$$

y cuando $na + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250\ (1{,}698 - d)\frac{n}{a} + \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$

$$E_a = \frac{na + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}698 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + (q + w)\frac{2n + a}{a} + z + [X_a]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}025 \\ 0{,}030 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$$

con $X_a = \frac{1}{750}\ (na + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120)$

14. **Cálculo del perfil constructivo del material remolcado no montado sobre bogies**

Las reducciones a aplicar vendrían dadas por las mismas expresiones que en el caso de vehículos motores, y para vagones pueden quedar muy simplificadas al ser p = 0 por no existir bogies y al considerarse w constante, y que además generalmente es igual a cero.

Para vagones de dos ejes bastaría pues calcular E_i:

cuando $na - n^2 \leq \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$

$$E_i = \frac{1{,}698 - d}{2} + q + w + z - 0{,}015$$

y cuando $na - n^2 > \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1{,}698 - d}{2} + q + w + z - \begin{matrix} 0{,}025 \\ 0{,}030 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$$

y bastaría calcular E_c:

cuando $na + n^2 \leq \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$

$$E_a = (\frac{1{,}698 - d}{2} + q + w) \cdot \frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015$$

y cuando $na + n^2 > \begin{matrix} 5 \\ 7{,}5 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$

$$E_a = \frac{an + n^2}{500} + (\frac{1{,}698 - d}{2} + q + w) \cdot \frac{2n + a}{a} + z - \begin{matrix} 0{,}025 \\ 0{,}030 \end{matrix} \begin{matrix} * \\ * * \end{matrix}$$

APENDICE N.º 1

Reglas simplificadas aplicables a vagones de características normales. Gálibo estático

Las dimensiones de los vagones de características normales, dotados de suspensiones clásicas de una sola etapa en las que el coeficiente de flexibilidad no supere 0,2, pueden ser determinadas dando un valor global de Z = 0,025 en la aplicación de las fórmulas dadas para vagones en la presente norma.

Las dimensiones de estos vagones pueden también ser determinadas a partir del contorno de referencia de gálibo estático para vagones, representado en la página siguiente, y de las reglas asociadas al mismo, que se exponen a continuación.

Reglas asociadas al contorno de referencia del gálibo estático, para determinar el contorno máximo de los vagones

Los desplazamientos verticales a considerar para determinar la altura mínima sobre el plano de rodadura de los órganos situados en la parte baja del gálibo (hasta 430 mm. de altura), son, por un lado, los resultantes de los desgastes, y por otro, el desplazamiento vertical máximo provocado por la carga en situación estática.

Sólo es válido tomar estos desplazamientos verticales cuando los desplazamientos dinámicos verticales no exceden de 30 mm. para órganos situados a más de 430 mm. de altura, y no exceden de 15 mm. para órganos situados por debajo de esa cota, como es el caso de los vagones normales. Si se trata de un vagón con suspensión particularmente elástica o con un chasis particularmente flexible, es preciso recurrir al contorno de referencia del gálibo cinemático de vagones y sus reglas asociadas.

Los órganos no suspendidos o los que después de hacer tope las suspensiones no quedan sometidas a oscilaciones o flexiones, pueden sobresalir 15 mm. hacia abajo del contorno de referencia del gálibo estático.

Teniendo en cuenta los desplazamientos verticales indicados, las semianchuras de las secciones consideradas deben ser como máximo iguales a las semianchuras del contorno de referencia del gálibo estático, disminuidas en las cantidades siguientes:

— Desplazamiento geométrico por inscripción en curva.
— Holguras laterales entre ejes y vía.
— Holguras laterales entre ejes y bastidor de bogie.
— Holguras laterales entre bastidor de bogie y caja.

Y añadiendo un saliente igual al mencionado en el apartado 10 de esta Norma, pero suplementado en 0,045 m. para alturas superiores a 0,430 m. sobre el plano de rodadura.

Como reducciones se toman las más desfavorables que son las correspondientes a vagones sin bogies, pero contando en la inscripción en curva el término en $\frac{p^2}{4}$. La holgura w se supone independiente del radio de la curva y no se admiten reducciones negativas, quedando:

$$E_i = \left[\frac{\Delta_i}{500} + \frac{1{,}698 - d}{2} + q + w + [X_i]_{>0} \quad \begin{matrix} 0{,}025\ * \\ 0{,}075\ * * \end{matrix} \right]_{>0}$$

con $\Delta_i = \begin{matrix} 5\ * \\ 7{,}5\ * * \end{matrix}$ si $\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4}\right) \leq \begin{matrix} 5\ * \\ 7{,}5\ * * \end{matrix}$

y con $\Delta_i = \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4}\right)$ si esta cantidad es $> \begin{matrix} 5\ * \\ 7{,}5\ * * \end{matrix}$

$$X_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right)$$

y quedando $E_a = \left[\frac{\Delta_a}{500} + \left(\frac{1{,}698 - d}{2} + q + w\right) \cdot \frac{2n + a}{a} + [X_a]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}025\ * \\ 0{,}075\ * * \end{matrix}\right]_{>0}$

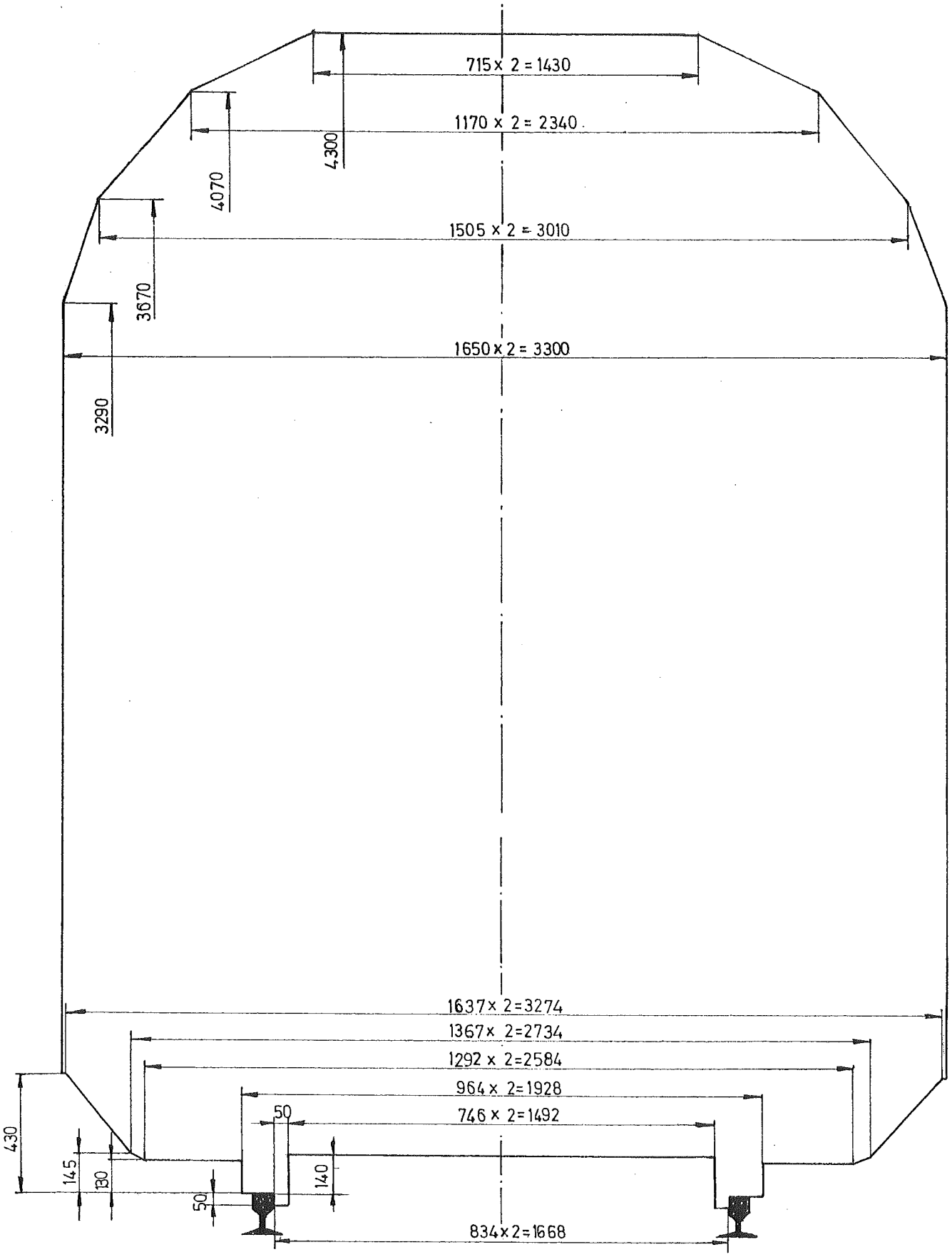
con $\Delta_a = \begin{matrix} 5\ * \\ 7{,}5\ * * \end{matrix}$ si $\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4}\right) \leq \begin{matrix} 5\ * \\ 7{,}5\ * * \end{matrix}$

y con $\Delta_a = \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4}\right)$ si esta cantidad es $> \begin{matrix} 5\ * \\ 7{,}5\ * * \end{matrix}$

$$X_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120\right)$$

En estas fórmulas para gálibo estático, los valores señalados con un asterisco son válidos para puntos de altura menor de 0,430 m. (partes bajas) y los valores señalados con dos asteriscos son válidos para alturas mayores de 0,430 m. (partes altas).

CONTORNO DE REFERENCIA DEL GALIBO ESTATICO PARA VAGONES



APENDICE N.º 2

Gálibo cinemático de pantógrafos en posición de captación en vehículos motores eléctricos

Los pantógrafos empleados normalmente en RENFE tienen un frotador de 1,950 metros de anchura.

Como contorno de referencia se toma el mismo que el adoptado en las fichas U.I.C. para pantógrafos de 1,950 m. de anchura y que es el representado en la página siguiente.

Este contorno de referencia supone que en vehículos típicos el pantógrafo no se desplaza más de 0,110 m. a cada lado hasta una altura de 5 metros sobre el plano de rodadura, ni más de 0,170 m. a cada lado hasta una altura de 6,5 metros, es decir, que no se desplaza más de

$$E_i = 0{,}110 + 0{,}040\,[h-5]_{>0}$$

Como vehículo típico se considera uno en el que $q + W_i \leq 0{,}0375$; $S \leq 0{,}225$, y en el que el desplazamiento de los pantógrafos debido a inscripción en curva y dada su posición respecto a los pivotes no excede de

$$\frac{2{,}5}{R} + \frac{l - 1{,}668}{2}$$

En el desplazamiento de pantógrafos, por parte de Material se supone que el exceso o insuficiencia de peralte es menor de 0,066 m., por lo que Obras e Instalaciones tendrá en cuenta el resto de desplazamiento de pantógrafo considerando el exceso o insuficiencia de peralte máximo, con flexibilidad s = 0,225. En el desplazamiento de pantógrafos también se tienen en cuenta las siguientes magnitudes:

t = Indice de flexibilidad del pantógrafo, dado como desplazamiento lateral en metros que sufre el frotador elevado a 6,5 m., bajo el efecto de una fuerza de 30 kg. Se toma como valor típico t = 0,030 m.

τ = Tolerancia de construcción y fijación del pantógrafo, dado como desviación en metros tolerada entre eje de la caja del vehículo y punto medio del frotador elevado a 6,5 m. y en ausencia de solicitaciones laterales. Se toma como valor típico $\tau = 0'010$

θ = Tolerancia de reglaje de la suspensión, dada como ángulo en radianes que puede inclinarse la caja, a consecuencia de las imperfecciones de reglaje de la suspensión cuando el vehículo está situado en reposo y vacío sobre vía nivelada. Esta tolerancia supone un desplazamiento extra del pantógrafo de $\theta \cdot (h-0{,}5)$ Se toma como valor típico $\theta = 0'005$

La cantidad total que se desplaza el pantógrafo será:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{2R} + \frac{1{,}698 - d}{2} + q + w_i + z - 0{,}015$$

y para condiciones típicas no superará $E_i = 0{,}110 + 0{,}040\,(h-5)$

Como la anchura del frotador está ya fijada en 1,950, hay que limitarse a comprobar que las características del vehículo y pantógrafo son tales que las diferencias E'_i ó E'_a entre el desplazamiento real y el típico son negativas o nulas.

$$E'_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{2R} + (q + w_i - 0{,}0375) + \frac{0{,}066}{1{,}735}(S - 0{,}225)(6{,}5 - 0{,}5) + (t - 0{,}03) + (\tau - 0{,}01) + 6(\theta - 0{,}005)$$

Para $an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 5$, E'_i es máximo para $R = \infty$ y queda:

$$E'_i = j'_i + z'$$

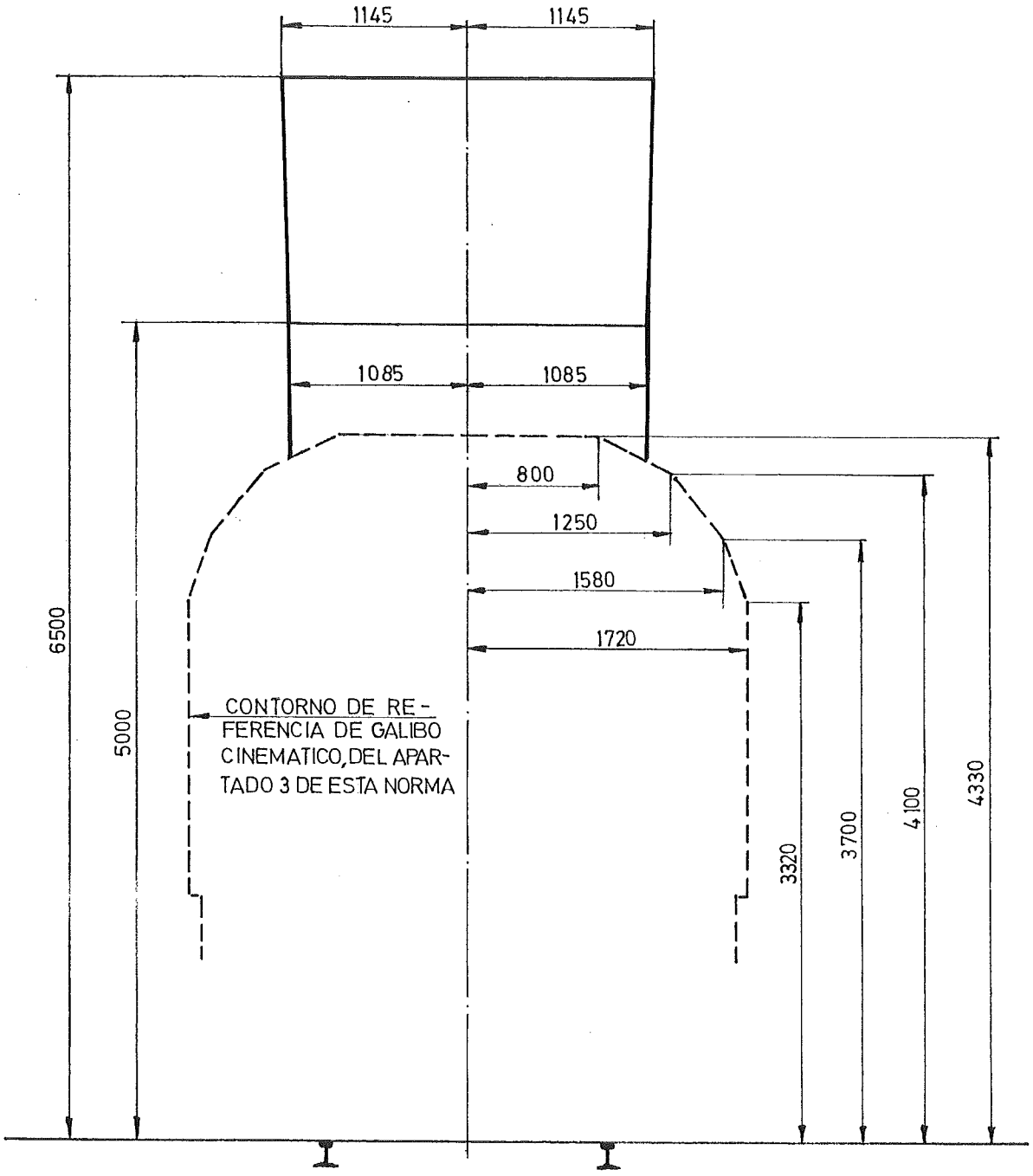
Para $an - n^2 + \frac{p}{4} > 5$, E'_i es máximo para R = 150, y queda:

$$E'_i = \frac{an - n + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_i + z'$$

siendo $j'_i = (q + w_i - 0{,}0375)$

y $z' = \frac{8}{35}(S - 0{,}225) + (t - 0{,}03) + (\tau - 0{,}01) + 6(\theta - 0{,}005)$

CONTORNO DE REFERENCIA PARA PANTOGRAFOS EN POSICION DE CAPTACION



Igualmente para E'_a se obtiene:

para $an+n^2-\frac{p^2}{4} \leq 5$

$$E'_a = j'_a + z' + \frac{2n}{a} \cdot \frac{1{,}698 - d}{2}$$

y para $an+n^2-\frac{p^2}{4} > 5$

$$E'_a = \frac{an+n^2-\frac{p^2}{4}-5}{300} + j'_a + z' + \frac{2n}{a} \cdot \frac{1{,}698 - d}{2}$$

siendo $j'_a = (q \cdot \frac{2n+a}{a} + w_i \cdot \frac{n}{a} + w_a \cdot \frac{n+a}{a} - 0{,}0375)$

y Z' lo mismo de antes.

En los casos en que la flexibilidad del vehículo es s > 0,225, dado que el exceso de desplazamiento del pantógrafo debido a exceso o insuficiencia de peralte desde 0,066 m. hasta el máximo, no queda tenido en cuenta por Obras e Instalaciones más que con flexibilidad s = 0,225, el material deberá ser construido de forma que el pantógrafo no se desplace más que el de un vehículo de s = 0,225. Esto se tiene en cuenta añadiendo al valor de Z' una cantidad

$$S \cdot \frac{E \text{ o I máx} - 0{,}066}{1{,}735} \cdot (6{,}5 - 0{,}5) - \frac{0{,}225}{1{,}735} \cdot (E \text{ ó I máx} - 0{,}066) \cdot (6{,}5 - 0{,}5) =$$

$$= \frac{(0{,}160 - 0{,}066)}{1{,}735} \cdot (S - 0{,}225) \cdot (6{,}5 - 0{,}5) = \frac{0{,}564}{1{,}735} (S - 0{,}225)$$

debe tomarse por tanto

$$z' = \frac{8}{35} (S - 0{,}225) + (t - 0{,}03) + (\tau - 0{,}01) + 6(\theta - 0{,}005)$$

cuando $S \leq 0{,}225$

y $$z' = \frac{10}{18} (S - 0{,}225) + (t - 0{,}03) + (\tau - 0{,}01) + 6(\theta - 0{,}05)$$

cuando $S > 0{,}225$

El pantógrafo bajado debe quedar completamente dentro del gálibo, al igual que todos los demás elementos del vehículo motor correspondiente.

APENDICE N.º 3

Particularidades del gálibo cinemático de automotores

La potencia de los automotores es generalmente inferior a la de las locomotoras.

Consideraremos como bogie motor, un bogie en el cual el coeficiente de adherencia en arranque y en marcha es al menos igual a 0,2, y que no esté dotado de un dispositivo que impida no solamente el patinaje, sino también todo inicio del mismo.

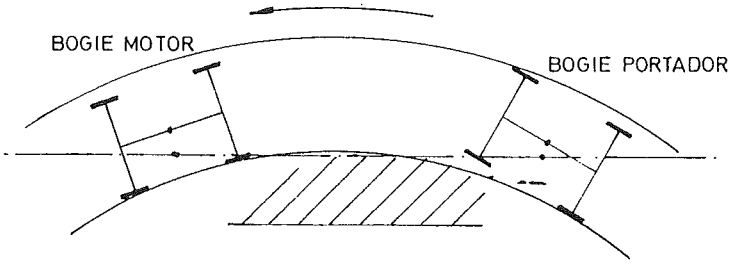
Si todos los bogies de un automotor son bogies motores, se aplican las reglas de gálibo correspondientes a vehículos motores. Si ninguno de los bogies del automotor cumple lo señalado anteriormente, pueden aplicarse las reglas de vehículos remolcados.

Si uno de los bogies se considera bogie motor y el otro bogie remolcado, las condiciones de inscripción en vía son diferentes para cada bogie. En este caso, pueden aplicarse las reglas para vehículos motores, o bien las fórmulas que se dan más adelante en este apéndice, las cuales dan una ligera ventaja para el centro y los extremos de caja.

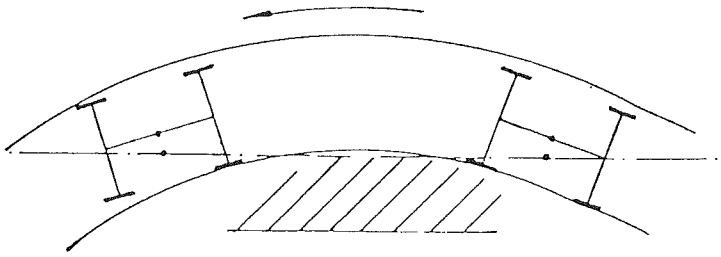
A efectos de cálculo de las secciones internas a los pivotes, la inscripción de los bogies en recta es igual a la ya considerada para vehículos motores o remolcados.

A efectos de cálculo de las secciones internas en curva, las inscripciones más desfavorables son:

con el bogie motor delante:



con el bogie portador delante:



obteniéndose en ambos casos reducciones equivalentes.

A efectos de cálculo de las secciones exteriores a los pivotes, la inscripción de bogies en recta es igual a la considerada para vehículos motores o remolcados. En curva, la inscripción más desfavorable para la parte exterior lado bogie motor es como para vehículos remolcados, mientras que para la parte exterior lado bogie portador es como para vehículos motores.

Al existir un bogie motor y otro portador, las características de cada uno de ellos serán generalmente diferentes. Llamaremos p, w_∞, w_i, w_a al empate y los juegos del bogie motor, y p', w'_∞ w'_i w'_a al empate y juegos del bogie portador. También llamaremos n_μ a la distancia de la sección interior considerada hasta el pivote del bogie motor.

Las reducciones a aplicar serán:
para E_i las mayores que resulten de

$$E_i = \frac{1{,}698 - d}{2} + q + w_\infty \cdot \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0{,}015$$

$$\text{ó} \quad E_i = \frac{a n_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_\mu}{a}}{500} + \frac{1{,}698 - d}{2} \cdot \frac{a - n_\mu}{a} + q + \cdots$$

$$\cdots + w_{i(250)} \cdot \frac{a - n_\mu}{a} + w'_{i(250)} \cdot \frac{n_\mu}{a} + z + [X_i]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}010 \ * \\ 0{,}015 \ * \ * \end{matrix} - 0{,}015 \frac{a - n_\mu}{a}$$

$$\text{con} \quad X_i = \frac{1}{750}\left[a n_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_\mu}{a} - 100\right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{a - n_\mu}{a} + (w'_{i(250)} - w'_{i(150)}) \frac{n_\mu}{a}$$

Para E_a lado bogie motor, las mayores que resulten de

$$E_a = \left[\frac{1{,}698 - d}{2} + q\right] \cdot \frac{2n + a}{a} + w_\infty \frac{n + a}{a} + w'_\infty \frac{n}{a} + z - 0{,}015$$

$$\text{ó} \quad E_a = \frac{a n + n^2 - p^2/4 \cdot \frac{n + a}{a} + p'^2/4 \cdot \frac{n}{a}}{500} + \frac{1{,}695 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + q \cdot \frac{2n + a}{a} + \cdots$$

$$\cdots + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \cdot \frac{n + a}{a} + z + [X_a]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}025 \ * \\ 0{,}030 \ * \ * \end{matrix}$$

$$\text{con} \quad X_a = \frac{1}{750}\left[a n + n^2 - p^2/4 \cdot \frac{n + a}{a} + p'^2/4 \cdot \frac{n}{a} - 120\right] + (w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n + a}{a}$$

y para E_a lado bogie portador, las mayores que resulten de

$$E_a = \left[\frac{1{,}698 - d}{2} + q\right] \frac{2n + a}{a} + w_\infty \frac{n}{a} + w'_\infty \frac{n + a}{a} + z - 0{,}015$$

$$\text{ó} \quad E_a = \frac{a n + n^2 + p^2/4 \cdot \frac{n}{a} - p'^2/4 \cdot \frac{n + a}{a}}{500} + \left(\frac{1{,}695 - d}{2} + q\right) \frac{2n + a}{a} + \cdots$$

$$+ w_{i(250)} \cdot \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \cdot \frac{n + a}{a} + z + [X_a]_{>0} - \begin{matrix} 0{,}025 \ * \\ 0{,}030 \ * \ * \end{matrix}$$

$$\text{con} \quad X_a = \frac{1}{750}\left[a n + n^2 + p^2/4 \cdot \frac{n}{a} - p'^2/4 \cdot \frac{n + a}{a} - 120\right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w'_{a(150)} - w'_{a(250)}) \frac{n + a}{a}$$

El gálibo de pantógrafos de un automotor que tenga un bogie motor y otro portador, se determinará como si los dos bogies fueran idénticos al que queda bajo el pantógrafo.

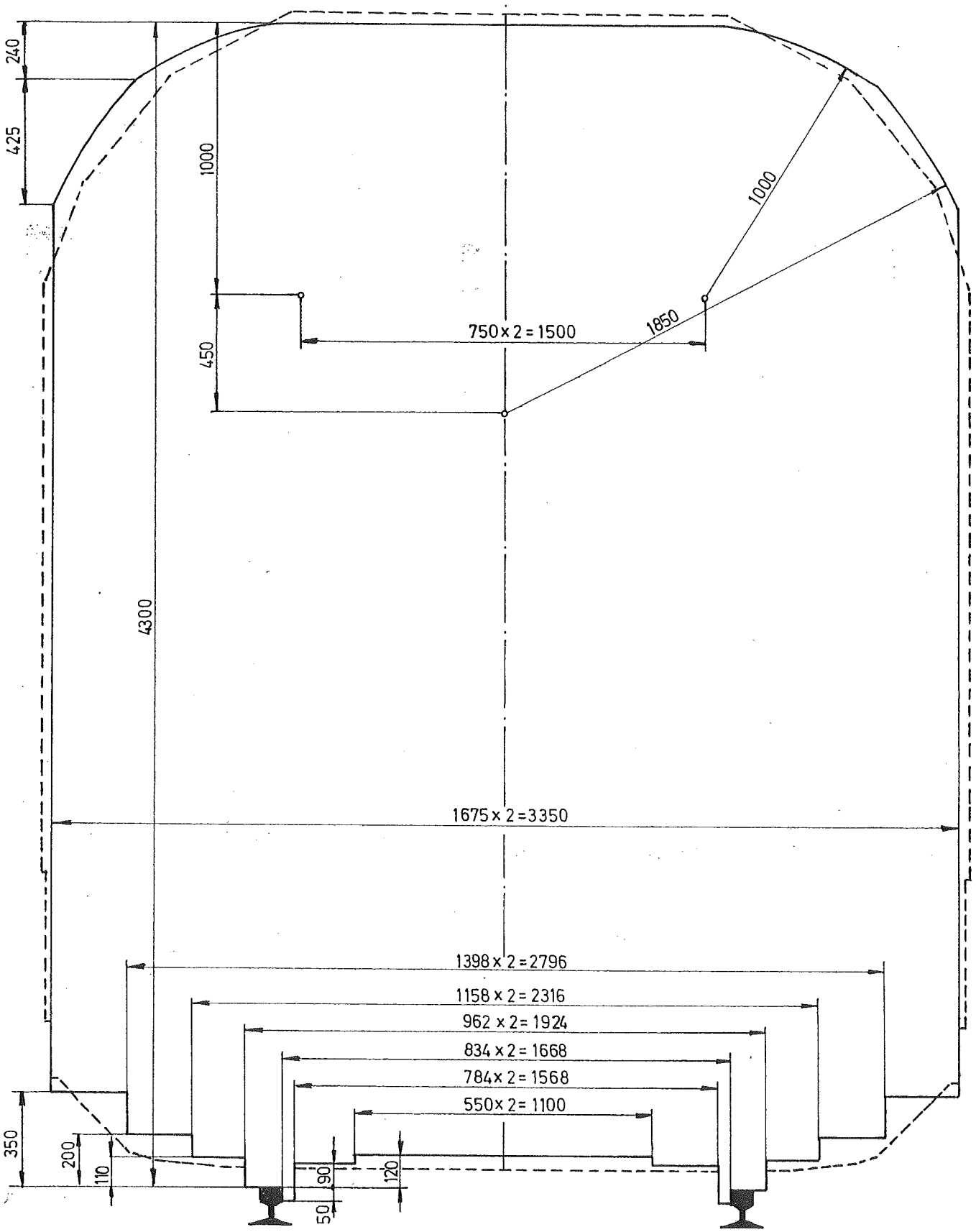
APENDICE N.º 4

Comparación de gálibos

Como información complementaria se indica en las páginas siguientes una comparación entre los gálibos antiguos del material motor y remolcado, y los contornos de referencia para gálibo cinemático de material motor y remolcado definidos en la presente Norma.

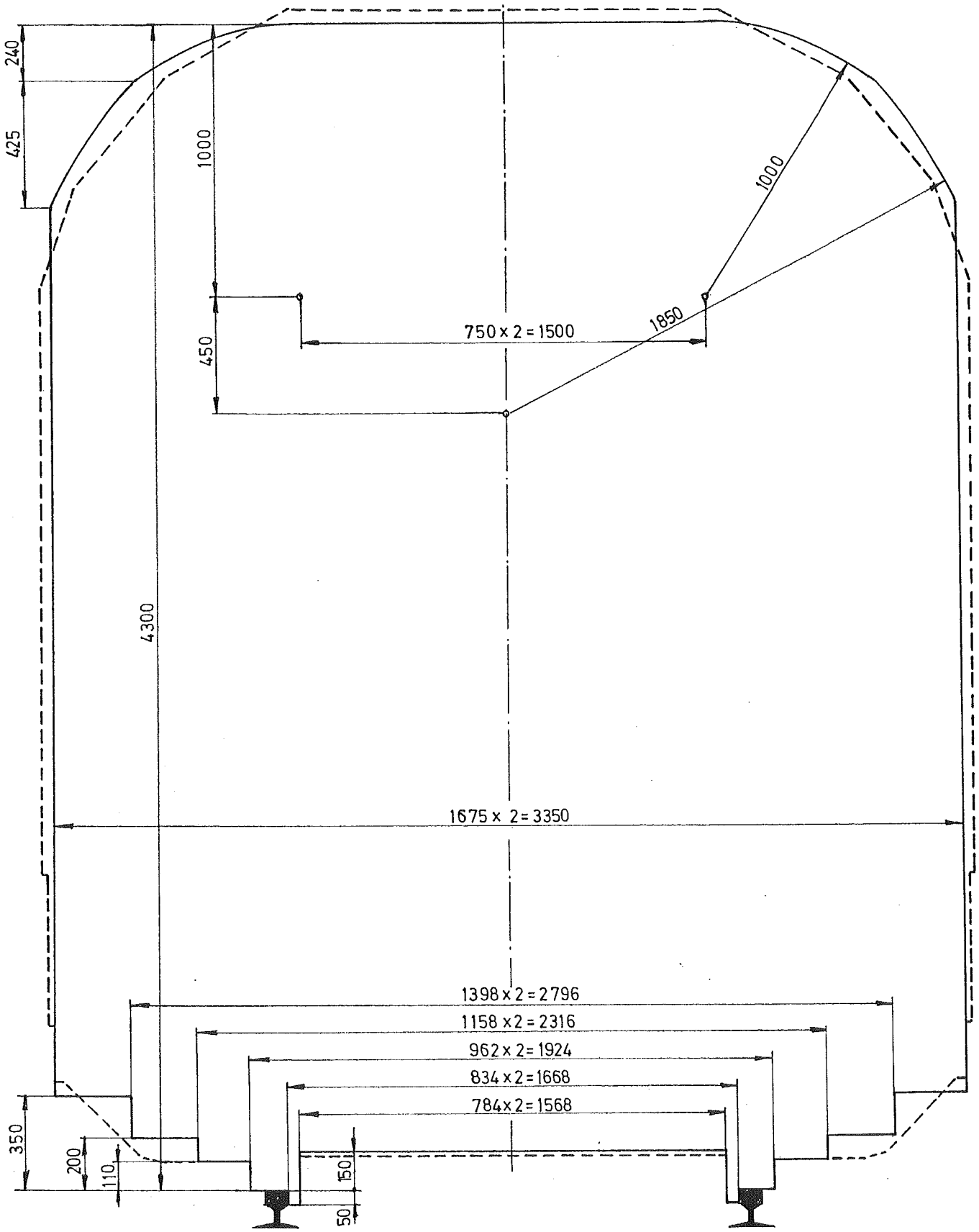
COMPARACION ENTRE GALIBOS DE MATERIAL MOTOR

——— ANTIGUO GALIBO RENFE
- - - - CONTORNO DE REFERENCIA PARA GALIBO CINEMATICO DE MATERIAL MOTOR



COMPARACION ENTRE GALIBOS DE MATERIAL REMOLCADO

——— ANTIGUO GALIBO RENFE
- - - - CONTORNO DE REFERENCIA PARA GALIBO CINEMATICO DE MATERIAL REMOLCADO



ANEJO NUM. 2

NORMA DE APLICACION DEL GALIBO DE LAS INSTALACIONES FIJAS

INDICE

I. GENERALIDADES

1. Gálibo.
2. Reglas de aplicación.

II. NORMAS DE APLICACIÓN

1. Ambito de aplicación.
2. Gálibo de implantación de obstáculos.
3. Gálibo de espacio libre para paseos.
4. Gálibo límite de obstáculos.
5. Andenes.
6. Muelles.
7. Marquesinas.
8. Entreejes.
9. Puentes.
10. Túneles.
11. Pasos a distinto nivel.
12. Consideración final.

III. APENDICE

1. Antecedentes históricos.

NORMA DE APLICACION DEL GALIBO DE LAS INSTALACIONES FIJAS

I. GENERALIDADES

1. GALIBO

La palabra gálibo conlleva en sí la idea de sección que existe o que hay que respetar, siendo el término que le acompaña el que define el concepto correspondiente. Así tenemos: gálibo de estación, gálibo de material, gálibo de túnel, gálibo de cargamento, etc.

Siguiendo lo definido por la UIC en las fichas 505. 1, 2, 3, 4 y 5, diremos que:
— **Gálibo** es un contorno de referencia (figura 1) más unas reglas de aplicación. Estas reglas afectan, por una parte, a los servicios de Material, y por otra, a los de Obras e Instalaciones Fijas, de tal forma que el cumplimiento de las mismas garanticen la seguridad de la circulación por no existir posibilidad de interferencia de los vehículos con las obras o entre los vehículos cuando circulan por las vías.

A estas reglas se ha llegado a lo largo del tiempo según aumentaron la longitud de los vehículos y la calidad de la suspensión.

2. REGLAS DE APLICACION

Según la normativa de las fichas citadas, Material debe calcular los vehículos de forma que se inscriban en el contorno de referencia, tanto en recta como en curva de radio 250 m., teniendo en cuenta:

1.° Los desgastes y holguras máximas existentes entre la caja del vehículo y el bogie, entre el bogie y el eje montado y entre el eje montado y la vía (juego de la vía).

2.° Los desplazamientos verticales del vehículo debidos a las suspensiones.

3.° Las disimetrías de construcción o por carga desigualmente repartida que sean mayores de 1º.

4.° Los desplazamientos cuasi-estáticos producidos por una insuficiencia o un exceso de peralte de 0,050 m. con una "souplesse" de 0,4. Caso de que los vehículos tuviesen una "souplesse" mayor de 0,4, la sección de construcción de los vehículos se debería reducir de forma que en un desplazamiento cuasi-estático de la caja del vehículo no se superase la sección calculada con una "souplesse" (s) de 0,4.

5.° Para calcular la inscripción en curva de radio 250 m., las cotas horizontales de semiancho que figuran en el contorno de referencia se incrementarán en los salientes (saillies), cuyo valor viene dado a continuación:

	Salientes máximos para un ancho de vía "I" y para una altura H sobre el plano de rodadura (valores en metros). S_i = Lado interior de las curvas; S_e = Lado exterior.		
	$H \leq 0{,}400$ m.	$H > 0{,}400$ m.	Zona de pantógrafos
$\infty > R \geq 250$ m.	$S_i = S_e = \frac{2{,}5}{R} + \frac{I-1{,}668}{2}$	$S_i = S_e = \frac{3{,}75}{R} + \frac{I-1{,}668}{2}$	
$250 > R \geq 150$ m.	$S_i = \frac{50}{R} - 0{,}190 + \frac{I-1{,}668}{2}$ $S_e = \frac{60}{R} - 0{,}230 + \frac{I-1{,}668}{2}$	$S_i = \frac{50}{R} - 0{,}185 + \frac{I-1{,}668}{2}$ $S_e = \frac{60}{R} - 0{,}225 + \frac{I-1{,}668}{2}$	$S_i = S_e = \frac{2{,}5}{R} + \frac{I-1{,}668}{2}$

Para calcular el "gálibo límite de obstáculos", los servicios de Vía y Obras e Instalaciones Fijas deben tener en cuenta:

1.° Incrementar las cotas de semiancho del contorno de referencia en los salientes correspondientes según el radio y ancho de vía que existen en el punto considerado.

2.° Considerar los desplazamientos cuasi-estáticos que se producen en un punto con peralte h debido a una "souplesse" (s) del material de valor 0,4. Como los primeros 50 mm. son tenidos en cuenta por Material al calcular el vehículo, el valor de estos desplazamientos a una altura H es:

$$\frac{s}{1{,}74}\ (E \text{ ó } I - 0{,}050)_{>0} \cdot (H - 0{,}5)_{>0}\text{; para los puntos del}$$

vehículo situados entre 0,5 m. de altura y el techo del mismo. Se adopta 1,74 por simplificación, el valor teórico es 1,734 metros.

Se considera que por efecto de la "souplesse" el vehículo gira alrededor de un eje teórico situado a 0,50 m. de altura sobre el plano de rodadura, ya debido a una aceleración centrífuga por insuficiencia de peralte, o a la componente del peso cuando circula muy lentp o está parado en una curva. El signo (>0) indica que sólo se considera si el valor es positivo.

Se llama coeficiente de "souplesse" (s) a la relación que existe, en un vehículo parado en una curva, entre el ángulo formado por el eje del vehículo y el eje normal al plano de rodadura y el ángulo formado por este eje normal al plano de rodadura y la vertical, que es el mismo ángulo que el de peralte. Se debe a la existencia de la suspensión. Su valor es 0,4 en todas las fórmulas.

Según la velocidad en cada curva hay una insuficiencia (I) de peralte, siendo la máxima 0,115 m. según norma de cálculo de velocidad.

Igualmente el exceso de peralte (E) depende de la velocidad, siendo su valor máximo el del peralte existente (h) cuando el vehículo está parado o semiparado.

Como se comprende para el lado exterior de la curva y para la velocidad máxima del trayecto, tomaremos: I = 0,115 m.
Para el lado interior de la curva, tendremos: E = h (m).
Para los puntos situados sobre el techo del vehículo (zona del pantógrafo) los desplazamientos transversales se calculan por la fórmula.

$$0{,}13\ (E \text{ ó } I - 0{,}066)_{>0}\ (H - 0{,}5)$$

siendo en este caso el único desplazamiento a tener en cuenta.

3.° Tener en cuenta los desplazamientos geométricos y cuasi-estáticos debidos a una deficiencia de peralte en curva o un defecto de nivelación transversal en recta de valor Δ h. (siendo h el peralte).

Desplazamiento geométrico a una altura H sobre el plano de rodadura:

$$\frac{H}{1{,}74} \cdot \Delta h$$

Desplazamiento cuasi-estático:

$$\frac{s}{1{,}74}\ \Delta h \cdot (H - 0{,}5)_{>0} = \frac{0{,}4}{1{,}74}\ (H - 0{,}5)_{>0} \cdot \Delta h$$

Para $V \geq 80$ km/h. $\Delta h = 0{,}015$ m.
$V < 80$ km/h. $\Delta h = 0{,}020$ m.

4.° Tener en cuenta la posibilidad de disimetrías de hasta 1º por un reparto desigual de la carga de los vehículos o por tolerancias de reglaje de los vehículos. Este valor de 1º equivale a considerar un movimiento cuasi-estático con un valor de $\Delta h_d = 0{,}076$ m. que se calcula como en el apartado 3.º. Se considera que 0,050 m. se debe al reparto desigual de cargas y 0,026 m. a las tolerancias de reglaje.

5.° Considerar que entre dos revisiones periódicas de la vía se pueden producir desplazamientos transversales de la misma de hasta 0,025 m.

6.° Tener en cuenta las oscilaciones laterales debidas a interaciones entre vehículos y vía con los siguientes límites y cuyo valor se puede calcular como en 3.°.

Vías en buen estado	exterior de la curva o recta	0,6º; $\Delta h_o = 0{,}045$ m.
	interior de la curva	0,1º; $\Delta h_o = 0{,}008$ m.
Vías en mal estado	exterior de la curva o recta	1º; $\Delta h_o = 0{,}076$ m.
	interior de la curva	0,2º; $\Delta h_o = 0{,}015$ m.

7.° En las zonas de vía en que existan acuerdos verticales de radio R hay que variar las cotas verticales que existen en el contorno de referencia.

— Las cotas de la parte superior hay que aumentarlas en el valor

$\frac{50.000}{R}$, (mm.) estando el radio en metros.

— Las cotas de la parte inferior se deben reducir en el mismo valor.
Estos valores siempre que $R > 650$ m.

8.° Los márgenes de seguridad que se consideran necesarios por la respectiva administración ferroviaria.

II. NORMAS DE APLICACION

1. AMBITO DE APLICACION

A partir del 1 de enero de 1986 todas las obras que se proyecten cumplirán las condiciones impuestas en los siguientes puntos. En concreto, todas las obras cumplirán el "gálibo de implantación de obstáculos", y en ningún caso se admitirá la instalación de estructuras fijas o provisionales que se encuentran en el interior del perfil definido en cada punto por el respectivo "gálibo límite de obstáculos".

Al efectuar renovaciones de vía o reparaciones de instalaciones existentes se procurará cumplir estas condiciones. Caso de que existan razones para no hacerlo, se remitirá la correspondiente justificación al Director de Obra Nueva, el cual, una vez estudiada la situación que se plantea referente al gálibo, lo aprobará si procede.

En la Dirección de Obra Nueva se llevará, de acuerdo con los servicios zonales, una relación de los puntos en que no se cumple el "gálibo de implantación de obstáculos" con el fin de poder realizar los estudios de autorización de transportes excepcionales.

2. GALIBO DE IMPLANTACION DE OBSTACULOS

a) Partes altas

Se denominan partes altas a aquellas que se encuentran a más de 0,400 m. de altura sobre el plano de rodadura definido por los dos carriles.

En general, ningún punto de las obras proyectadas estará en el interior de perfil definido para vía única en las figuras 2 y 3.

Se exceptúan los muelles y andenes donde interesa exista proximidad de vehículo y obra.

En los casos en que existan dos o más vías, el gálibo de implantación de obstáculos queda definido por las dos mitades definidas por la vertical en el punto medio del plano de rodadura incrementadas en los entreejes correspondientes medidos horizontalmente.

Excepcionalmente la catenaria podrá penetrar en dicho perfil.

b) Partes bajas

Partes bajas son las que se encuentran por debajo de los 0,400 m. de altura sobre el plano de rodadura.

En general, todas las obras o instalaciones que se proyecten o coloquen en las inmediaciones de la vía estarán fuera del perfil definido en la figura 4.

* * *

NOTA 1: En las líneas electrificadas, además del "gálibo de implantación de obstáculos-partes altas" habrá que tener en cuenta el "contorno de referencia del pantógrafo" (figura 5) con las reglas correspondientes definidas en las "Nociones básicas sobre gálibo", incrementándose los valores obtenidos con una lámina de aire de 0,20 m.

NOTA 2: Por los servicios de Vía y Obras se llevará una relación de los puntos que no cumplan los gálibos de implantación.

3. GALIBO DE ESPACIO LIBRE PARA PASEOS

En las zonas en que se establezcan paseos por los que deba andar el personal junto a una vía de circulación, es preciso ampliar el "gálibo de implantación" de la forma señalada en las figuras 6 y 7. Lo que permite que exista un posible paseo de 0,70 m. de anchura y 2,50 m. de altura, satisfaciendo la condición de que de esta forma existe una distancia de seguridad del personal al borde activo del carril de al menos 1,50 m. para velocidades inferiores o iguales a 160 km/h. y de 2,20 m. para velocidades entre 160 y 200 km/h.

En caso de que por razones técnicas o económicas no se puedan cumplir estos perfiles (trincheras o muros largos, puentes de gran longitud, etc.), habrá que poner un refugio cada 25 m. o menor longitud si la visibilidad es reducida.

En zonas de muros o trincheras en que se puedan producir efectos de empuje o succión por el paso de las circulaciones a gran velocidad, habrá que poner una barandilla a lo largo de dicha zona a la que se pueda sujetar el personal al paso de los trenes.

4. GALIBO LIMITE DE OBSTACULOS

a) Partes altas

Ningún punto de obras o instalaciones interceptará el "gálibo límite de obstáculos".

En la figura 8 se figura la forma que adopta el gálibo límite de obstáculos. La distandia Di (interior de la curva) o De (exterior de la curva) es variable con la altura H.

Para el cálculo del gálibo límite de obstáculos hay que añadir al semiancho de cada uno de los vértices del contorno de referencia del gálibo cinemático los valores Di o De que se calculan teniendo en cuenta, como se indica en las nociones básicas, los desplazamientos reales (debido a los salientes y al peralte) y los desplazamientos aleatorios (defecto de peralte, disimetrías de hasta 1º de los vehículos), desplazamientos transversales de la vía y la interacción entre vehículos y vía.

Los desplazamientos aleatorios no se sumarán, sino que teniendo en cuenta la escasa probabilidad de que ocurrran simultáneamente se considerará su valor igual a 1,2 veces la media cuadrática de estos valores aleatorios.

$$De \text{ ó } i = Se \text{ ó } i + \frac{0,4}{1,74} (I \text{ ó } E - 0,050)_{>0} (H - 0,5)_{>0} + 1,2$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta h}{1,74} \cdot H\right)^2 + \left[\frac{0,4}{1,74} \cdot \Delta h \cdot (H - 0,5)_{>0}\right]^2 + 0,025^2 + \left[\frac{0,4}{1,74} \cdot \Delta h_0 \cdot (H - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left[\frac{0,4}{1,74} \cdot 0,050\,(H - 0,5)_{>0}\right]^2 + \left[\frac{0,4}{1,74} \cdot 0,026\,(H - 0,5)_{>0}\right]^2} =$$

$$= Se \text{ ó } i + 0,23\,(I \text{ ó } E - 0,050)_{>0} (H - 0,5)_{>0} + 1,2 \cdot \sqrt{0,025^2 + \left(\frac{\Delta h}{1,74} \cdot H\right)^2 + 0,23^2 \cdot (H - 0,5)^2_{>0} \cdot (\Delta h^2 + \Delta h_0^2 + 0,050^2 + 0,026^2)}$$

Los valores de Δh, Δh_0 son variables según la velocidad o estado de la vía.

Así para un punto con peralte 160 mm. y radio de 300 m. con un ancho de vía de 1,676 m. con vía en mal estado tendríamos

$$Si = Se = \frac{3,75}{300} + \frac{1,676 - 1,668}{2} = 0,012 + 0,004 = 0,016 \text{ m.}$$

Vmáx=75 km/h.; Δh=0,020 m.

Insuficiencia de peralte I = 0,115 m.

Exceso de peralte E = 0,160 m.

Por ser vía en mal estado $\begin{cases} \Delta h_o = 0,076 \text{ m. en el lado exterior de la curva.} \\ \Delta h_o = 0,015 \text{ m. en el lado interior de la curva.} \end{cases}$

En el vértice de H = 3,320 m.

$$De = 0,016 + 0,23\,(0,115 - 0,050) \cdot (3,32 - 0,05) + 1,2 \cdot \sqrt{0,025^2 + \left(\frac{0,020}{1,74} \cdot 3,320\right)^2 + 0,23^2 \cdot (3,320 - 0,5)^2 \cdot (0,020^2 + 0,076^2 + 0,050^2 + 0,026^2)} =$$

$$= 0,016 + 0,042 + 1,2 \cdot 0,77 = 0,016 + 0,042 + 0,093 = 0,151 \text{ m.}$$

Luego el semiancho del gálibo límite a esa cota sería en el lado exterior de la curva: 1,720 + 0,151 = 1,871 m.

$$D_i = 0{,}016 + 0{,}23\,(0{,}160 - 0{,}050)\,(3{,}32 - 0{,}05) + 1{,}2 \cdot$$

$$\sqrt{0{,}025^2 + \frac{0{,}020}{1{,}74} \cdot 3{,}320^2 + 0{,}23^2 \cdot (3{,}320 - 0{,}5)^2 \cdot (0{,}020^2 + 0{,}015^2 + 0{,}050^2 + 0{,}026^2)} =$$

$$= 0{,}016 + 0{,}071 + 1{,}2 \cdot 0{,}060 = 0{,}016 + 0{,}071 + 0{,}073 = 0{,}160 \text{ m.}$$

Luego el semiancho del gálibo límite a esa cota sería en el lado interior de la curva: 1,720 + 0,160 = 1,880 m.

NOTA: Como se puede observar en las fórmulas anteriormente empleadas, la influencia del radio es relativamente pequeña y cuando existen problemas de gálibo en un punto determinado la mejora de la situación se obtiene, si el lugar lo permite, con un desplazamiento del eje de la vía (caso de aquellos túneles en curva con peralte en los que el eje de la sección del túnel pasa por el eje de la vía). En aquellos otros túneles en los que no se pueda ripar la vía se consigue mejorar el gálibo existente con una disminución del peralte, lo que en general conllevará una disminución de la velocidad en ese punto. En otros casos construyendo la vía en placa se eliminan los posibles desplazamientos de vía, así como los defectos de nivelación y las interacciones entre vehículo y vía.

Si existen problemas de gálibo en un túnel y no se solucionan de las formas apuntadas en el párrafo anterior será preciso realizar obras de ampliación del túnel, lo que suele ser obra delicada y costosa, sobre todo si hay que mantener las circulaciones.

b) **Partes bajas**

Si en algún punto no se puede cumplir el gálibo de implantación de partes bajas definido en la figura 4, se cumplirá al menos el gálibo límite de partes bajas obtenido del "contorno de referencia del gálibo cinemático" añadiendo De o i = Se o i + 0,025 (si existe la posibilidad de desplazamientos transversales de la vía).

5. ANDENES

En la zona de andenes por necesidades de explotación del ferrocarril no se respeta el gálibo de implantación de obstáculos definidos en las figuras 2 y 3, ya que el pasajero debe quedar lo más próximo al vehículo para permitir un acceso rápido y seguro.

Se cumplirá:

a) En curvas de radio inferior a 400 m. se pondrá el andén de 0,30 m. de altura sobre el carril más próximo (fig. 9).

b) En alineaciones rectas y en curvas de radio igual o superior a 400 m. se pondrá el andén normal de 0,55 m. de altura sobre el carril (fig. 10).

c) Si en servicio de cercanías se ponen andenes altos cumplirán las cotas de la figura 10.

Dada la dificultad en estos dos últimos casos de medir las cotas H y L en relación con el plano de rodadura, se medirán con el auxilio de regla, plomada y nivel las hi, li, he y le. Estos valores se relacionan entre sí por las siguientes fórmulas:

lado interior de la curva $\begin{cases} L = li \,.\, \cos\alpha - hi \,\text{sen}\,\alpha \\ H = li \,.\, \text{sen}\,\alpha + hi \cos\alpha \end{cases}$ $\begin{cases} li = L \cos\alpha + H \,\text{sen}\,\alpha \\ hi = H \cos\alpha - L \,\text{sen}\,\alpha \end{cases}$

lado exterior de la curva $\begin{cases} H = he \,.\, \cos\alpha - le \,.\, \text{sen}\,\alpha \\ L = (he - b) \,.\, \text{sen}\,\alpha + le \,.\, \cos\alpha \end{cases}$ $\begin{cases} le = L \cos\alpha - H \,\text{sen}\,\alpha + b \,\text{sen}\,\alpha \cos\alpha \\ he = L \,\text{sen}\,\alpha + H \cos\alpha + b \,\text{sen}^2\,\alpha \end{cases}$

siendo α el ángulo formado por el plano de rodadura y el plano horizontal, o sea, $\alpha = \text{arc sen}\,\frac{h}{1{,}74}$, siendo h el peralte en metros.

El bordillo b basta que tenga un borde de 50 mm. sobre el paramento inferior del andén.

NOTA: — El borde del andén se señalará con pintura blanca en un ancho de 30 cm.

— En los andenes los postes de las marquesinas, barandillas de pasos inferiores, bancos, etc., cumplirán el "gálibo de espacio libre para paseos" (figs. 6 y 7) por lo menos, en lo que se refiere a su distancia al borde activo del carril.

— Con el fin de no impedir la circulación de transportes excepcionales no se pondrán andenes de 0,55 m. o de altura superior de forma que una vía quede flanqueada por dos andenes de altura mayor de 0,30 m.

6. MUELLES

Los muelles no se construirán junto a vías generales o de circulación. Por tanto, las vías inmediatas a los mismos no tendrán peralte.

La altura H sobre el plano de rodadura será de 1.100 mm.

La distancia L del borde del muelle al borde activo del carril más cercano será la que aparece en la figura 10 para andenes altos.

7. MARQUESINAS

Las marquesinas respetarán el "gálibo de implantación de obstáculos". "Partes altas" (figuras 2 y 3) y además el del "contorno de referencia del pantógrafo" (figura 5), como se indica en la nota 1 del apartado II-2

8. ENTREEJES

a) De implantación

En vías con radio superior a 250 m. y cuando los ejes normales a los planos de rodadura de las vías sean paralelos o divergentes se pondrán los siguientes entreejes.

$V \leq 140$ km/h.	Entreeje = 3,82 m.
$140 < V \leq 160$ km/h.	Entreeje = 3,87 m.
$160 < V \leq 200$ km/h.	Entreeje = 3.92 m.

— Caso de tener radios inferiores a 250 m. habrá que incrementar los entreejes con los salientes (Si o Se) correspondientes a cada una de las vías.

— Caso de que los ejes normales a los planos de rodadura sean convergentes, es decir, que el peralte de la vía exterior (he) sea superior al de la interior (hi), el entreeje habrá que aumentarlo en la cantidad.

$$\frac{(he - hi)_{>0}}{1,74} \cdot H$$

Dado que la altura más comprometida a los efectos del entreeje es la de 3,32 m., nos queda: $1,91\ (he - hi)_{>0}$

b) Límite

Para calcular el entreeje límite se calculará el gálibo límite de obstáculos de las dos vías a la cota 3,32 m., considerando que por la vía interior circula un vehículo a la velocidad máxima permitida y que en la vía exterior se encuentra casi parado un vehículo con las suspensiones rendidas. El entreeje límite se calculará sumando al ancho del contorno de referencia del gálibo cinemático a esa altura (3,44 m.) los dos valores De y Di calculados.

Se tendrá en cuenta, como en el caso anterior, la diferencia de peralte de las dos vías.

NOTA: El entreeje teórico (E_t), como su nombre indica, es la distancia entre los dos ejes normales a los planos de rodadura, de dos vías contiguas, en los puntos medios de la distancia que separa los bordes activos de los carriles de cada una de las vías.

Dado que materializar estos ejes es muy difícil, se puede medir el entreeje midiendo la distancia entre los bordes activos de los hilos altos de cada vía. Para que esta medida sea igual que la anteriormente definida, hay que tomar el plano de rodadura de una de las vías como plano de referencia. Pero aun así es difícil realizar esta medida.

Lo más cómodo es medir la distancia horizontal entre los bordes activos de estos hilos altos y relacionar esta medida horizontal con el entreeje teórico que está inclinado un ángulo α - Siendo α el ángulo debido al peralte de la vía interior (cuyo valor es = α = arc sen $\frac{h}{1,74}$).

Con el empleo de reglón, nivel y plomada se puede leer la distancia horizontal E_m entre los dos bordes activos, así como la diferencia de cota entre los dos carriles considerados (z).

Si z = 0 y los peraltes de las dos vías son iguales

$$E_t = E_m \cos \alpha$$

Si $z \neq 0$ y los peraltes de las dos vías son iguales

$$E_t = E_m \cos \alpha + z \operatorname{sen} \alpha$$

(z positivo si el hilo alto de la vía exterior está por encima del de la vía interior y z negativo si es al revés).

Si los peraltes no son iguales hay que tenerlo en cuenta, ya que si son convergentes se empeora la situación de entreeje, por lo que se refiere al gálibo, mientras que mejora si los peraltes son divergentes.

9. PUENTES

Los puentes cumplirán el gálibo que figura en la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de Puentes de Ferrocarril" de 25-VI-1975, que se ha recogido en la figura 11. Igualmente aparecen en dicha figura los gálibos de puentes que han figurado en las anteriores Instrucciones.

NOTA: Esta sección hay que respetarla en todos los puntos del puente y tiene como plano de referencia el de rodadura. Luego habrá que considerar a efectos de dimensionamiento de la sección transversal del puente la existencia de peralte, si el puente está en curva, así como si se prevé la posibilidad de ripados de la vía.

10. TUNELES

Los túneles cumplirán los gálibos que figuran en las "Secciones de explanación unificadas, con destino a la nueva construcción de ferrocarriles y a la reforma y conservación de los trazados existentes" aprobados por la Orden Ministerial de 4 de julio de 1949.

En las figuras 12, 13, 14 y 15 se presentan dibujadas las secciones en túnel para vía sencilla y vía doble, en recta y en curva. Dado el gálibo con que se estudiaron en su día, bastante superior al que estamos considerando, es posible mantener dichas secciones de construcción de túneles.

NOTA: En los hastiales de los túneles construidos de acuerdo con estas secciones habrá que poner refugios cada 25 m. que al menos tengan 0,50 m. de fondo. Estos refugios se colocarán alternados a uno y otro lado de la vía en los túneles de vía sencilla y en los túneles con dos o más vías se colocarán a ambos lados uno enfrente del otro.
Si la visibilidad es reducida se podrán poner a menor distancia unos de otros.

11. PASOS A DISTINTO NIVEL

La sustitución de pasos a nivel o la construcción de nuevas carreteras obliga a realizar en las líneas existentes numerosas obras, ya sean de pasos inferiores como de pasos superiores.

Por razones de economía nacional conviene clasificar todas las líneas de la Red, a los efectos de las dimensiones y características que se han de dar a estas obras. En efecto, conviene conocer en muchas líneas si se va a proceder o no a su electrificación, así como si se va a instalar o no vía doble en un futuro y a qué lado de la vía actual se va a poner. Esta clasificación hay que realizarla cuidadosamente para, por una parte, no derrochar exigiendo a las obras unas dimensiones innecesarias, y por otra, no construir una obra que suponga una limitación en un futuro lógico.

Por eso en un plazo de tres meses a partir de la aprobación de esta norma se procederá a clasificar todas las líneas y trayectos de la Red a los efectos de dimensiones y características que se van a exigir.

a) **Pasos inferiores**

Cumplirán los gálibos de puentes definidos en II-9.

b) **Pasos superiores**

En los trayectos en que exista vía doble electrificada se construirán de forma que exista al menos 6,00 m. de altura libre medidos verticalmente sobre el plano de rodadura en el eje longitudinal de cada una de las vías.

Los paramentos de los estribos o las pilas de apoyo de las vigas superiores distarán horizontalmente del eje de cada una de estas vías el valor:

$$D = \frac{11 - E_m}{2}$$, siendo E_m el entreeje medido horizontalmente.

Estas medidas se cumplirán igualmente en los trayectos que se prevea la posibilidad de la construcción de la vía doble o de la electrificación de la línea.

En los demás casos, vía sencilla, sin electrificar, etc., en la construcción del paso superior se tendrá en cuenta al proyectar el paso que se deben cumplir los gálibos de implantación y que además hay que respetar la continuidad de las cunetas o paseos existentes.

En los tramos electrificados hay que tener en cuenta, en el estudio económico, si conviene más aumentar el valor mínimo de 6,00 m. o variar la electrificación, habiendo casos en que el mantenimiento de las características de altura de la línea de contacto obligue a una determinada solución.

12. CONSIDERACION FINAL

Salvo casos particulares, las obras realizadas con posterioridad a la creación de RENFE no van a presentar problemas de gálibo.

No obstante, la situación heredada de las antiguas compañías por lo que se refiere al gálibo es bastante delicada, ya que, como se puede ver en los antecedentes, no se emplearon en la construcción medidas generosas.

Es probable que muchos túneles no cumplan las secciones del gálibo límite de obstáculos, tal y como se especifica en esta norma. Esto lo que indica es que existen puntos en los que la seguridad, de acuerdo con las normas de la U.I.C., no se cumple.

Sin embargo, no existe una inseguridad real, ya que las secciones límite sólo se agotan en el caso de curvas de radio de 250 m.

Por tanto, no es preciso iniciar un tratamiento sistemático de túneles, ya que probablemente sería más barata la construcción de nuevos trazados en los trayectos afectados.

Hay que actuar, de momento, en los puntos concretos en los que existen denuncias de falta de gálibo para algún tipo de material, que exigirán solución inmediata.

Sin embargo, hay que tener en cuenta esta norma en las reparaciones que se hagan en los túneles para si es posible cumplirla y sobre todo para que las acciones que se emprendan no empeoren la situación existente. El estudio de cada túnel respecto al gálibo es complejo, ya que se unen las dificultades de medición de las diferentes secciones con las condiciones de alineación y peralte necesarios para mantener una velocidad.

Además es preciso considerar que hay que mantener y si es posible aumentar, por razones de seguridad nacional y de seguridad vial, los trayectos por los que circula material militar de grandes dimensiones, sobre todo los carros de combate M-48. Las dimensiones de este material militar figuran en la Consigna Serie C n.º 41 de la Dirección de Transportes.

CONTORNO DE REFERENCIA DEL GALIBO CINEMATICO

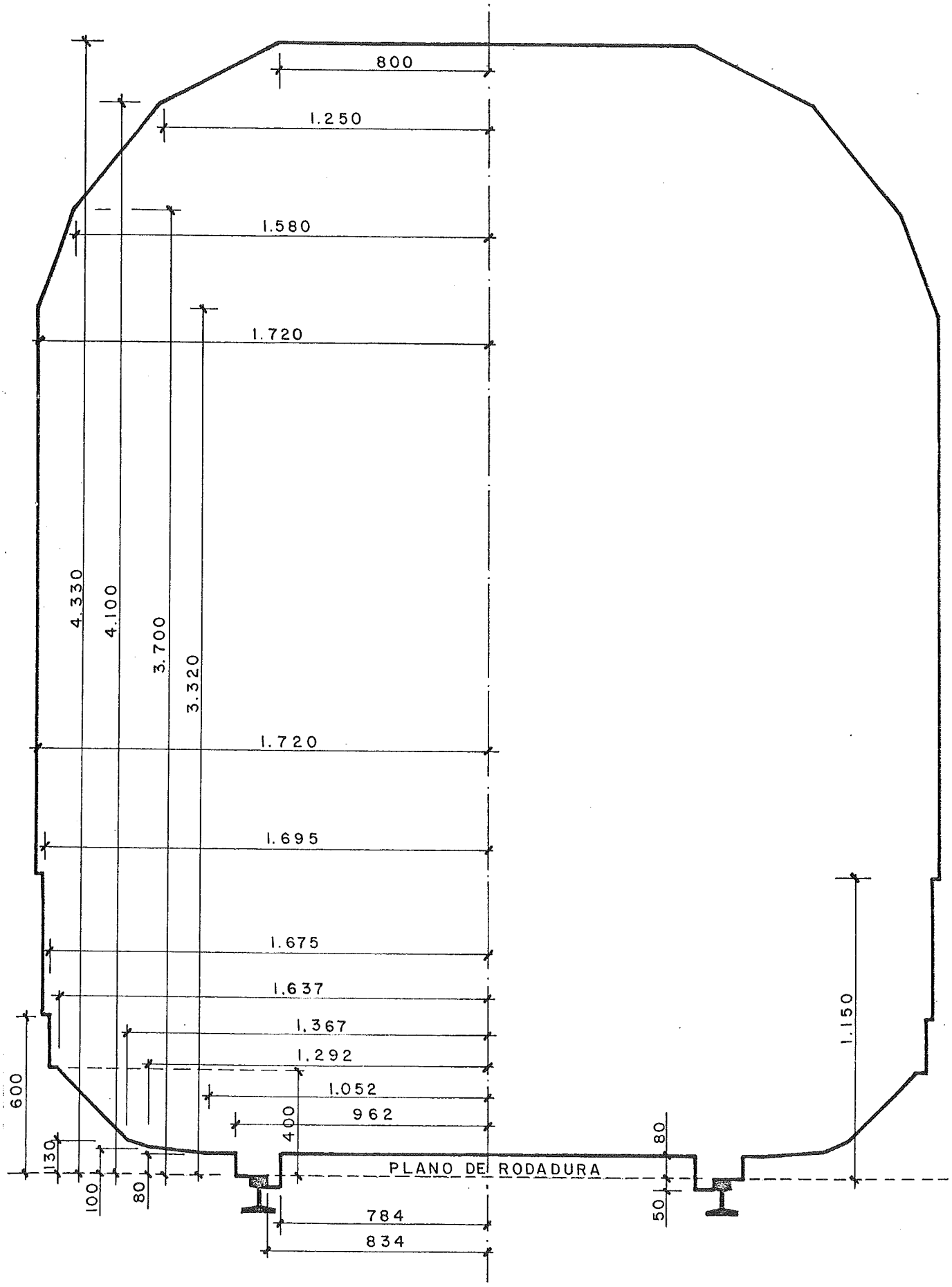


Figura 1

GALIBO DE IMPLANTACION DE OBSTACULOS

PARTES BAJAS

R ≥ 250m.

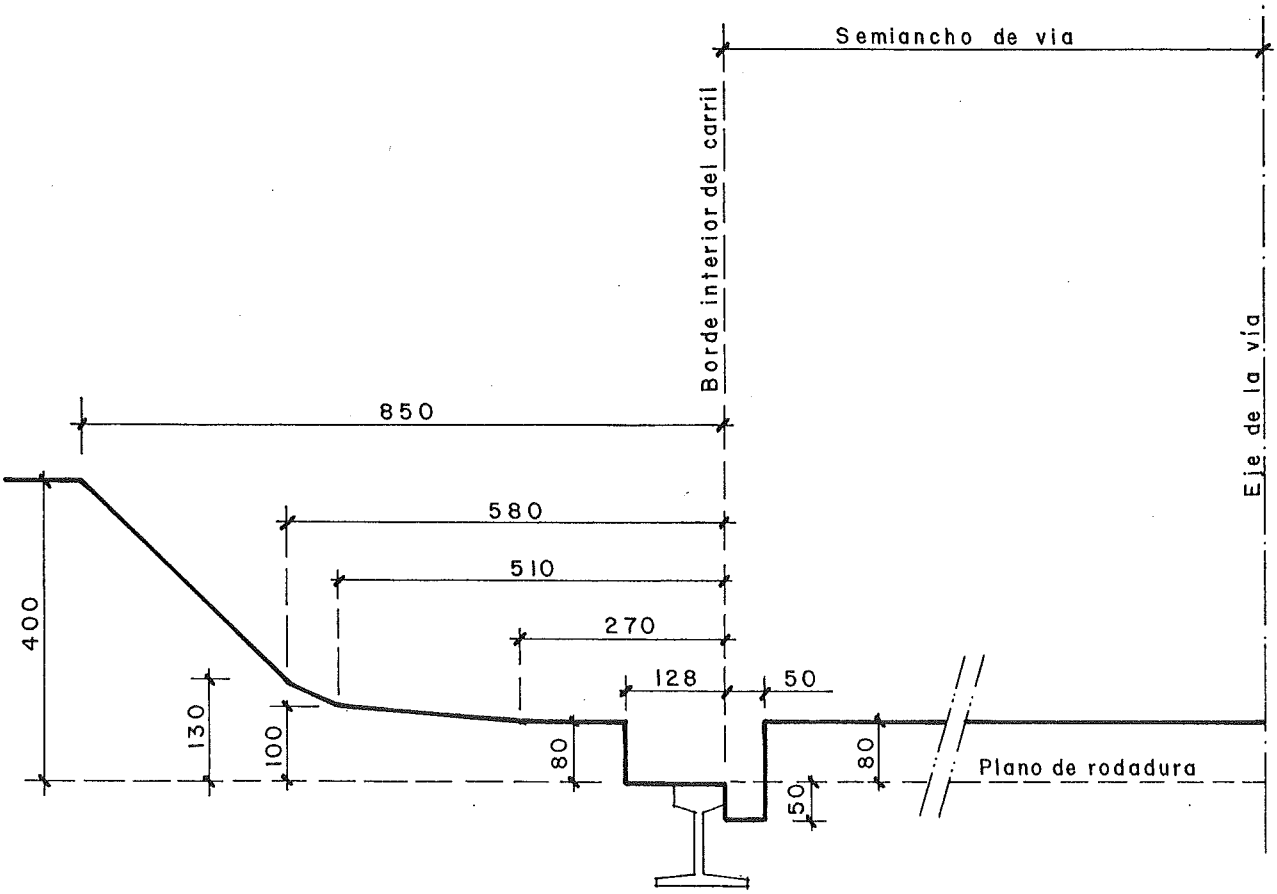


Figura 4

CONTORNO DE REFERENCIA DEL PANTOGRAFO DEL MATERIAL DE TRACCION ELECTRICA

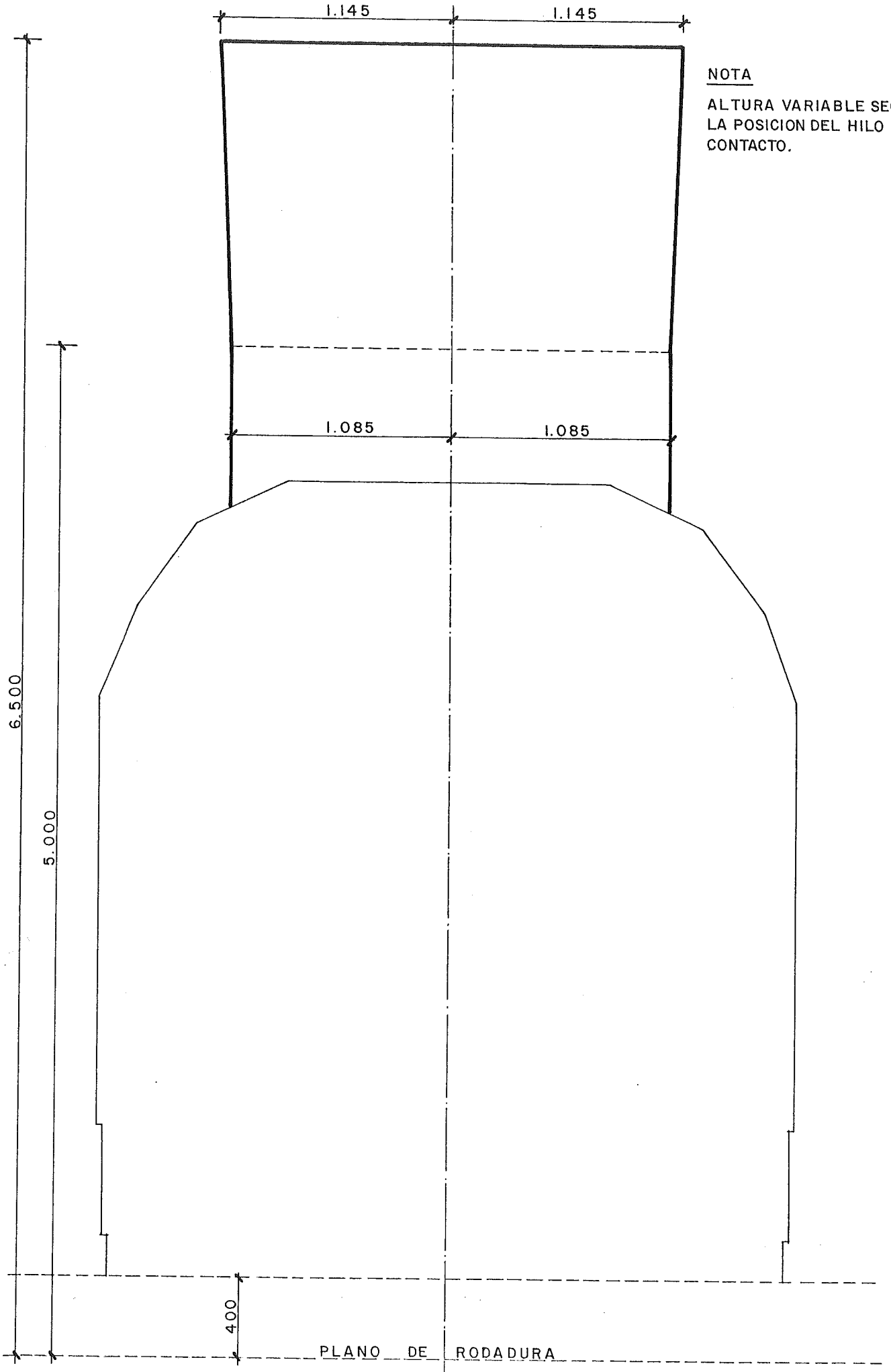


Figura 5

GALIBO DE IMPLANTACION DE OBSTACULOS
VIA RECTA
PARTES ALTAS

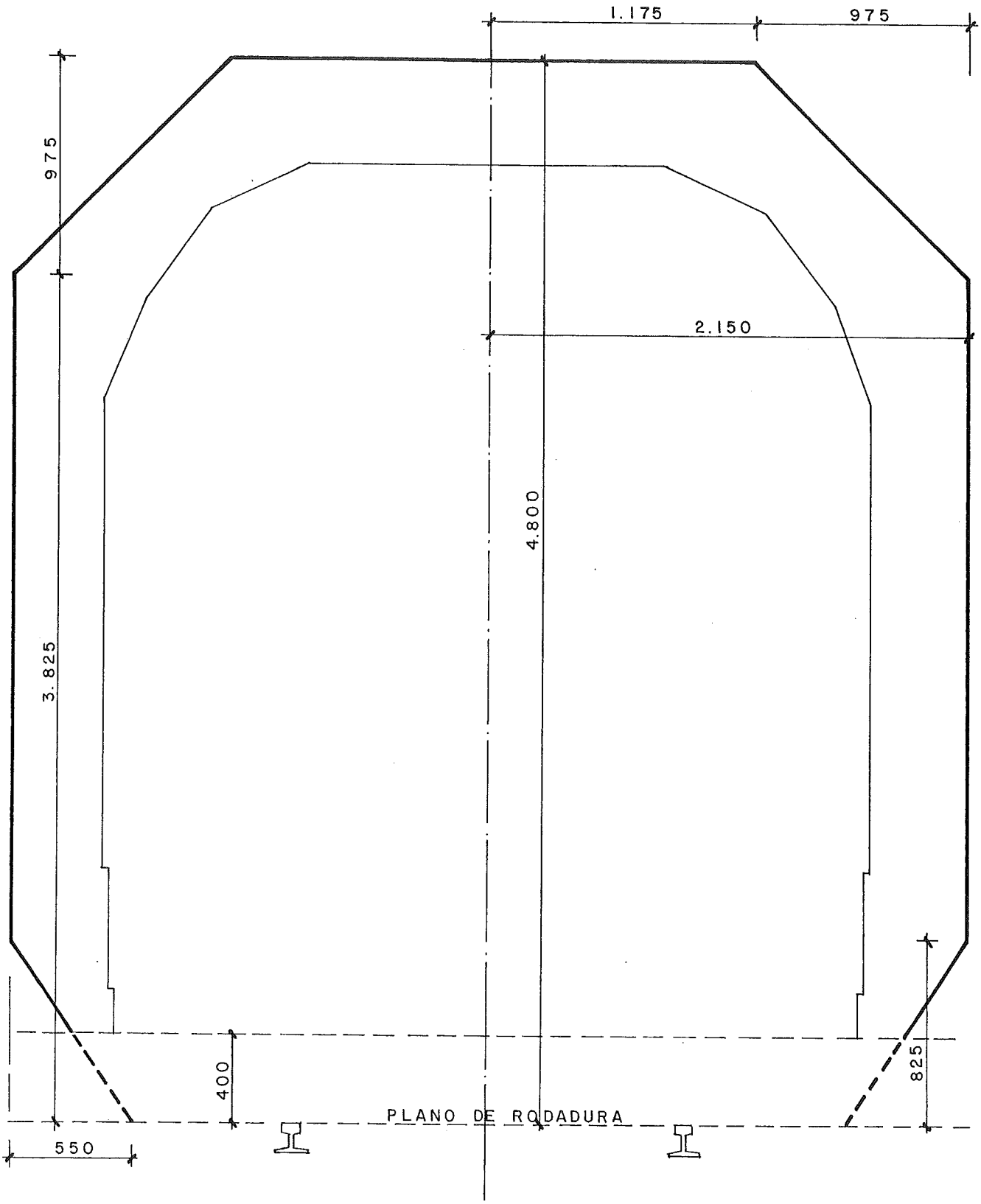


Figura 2

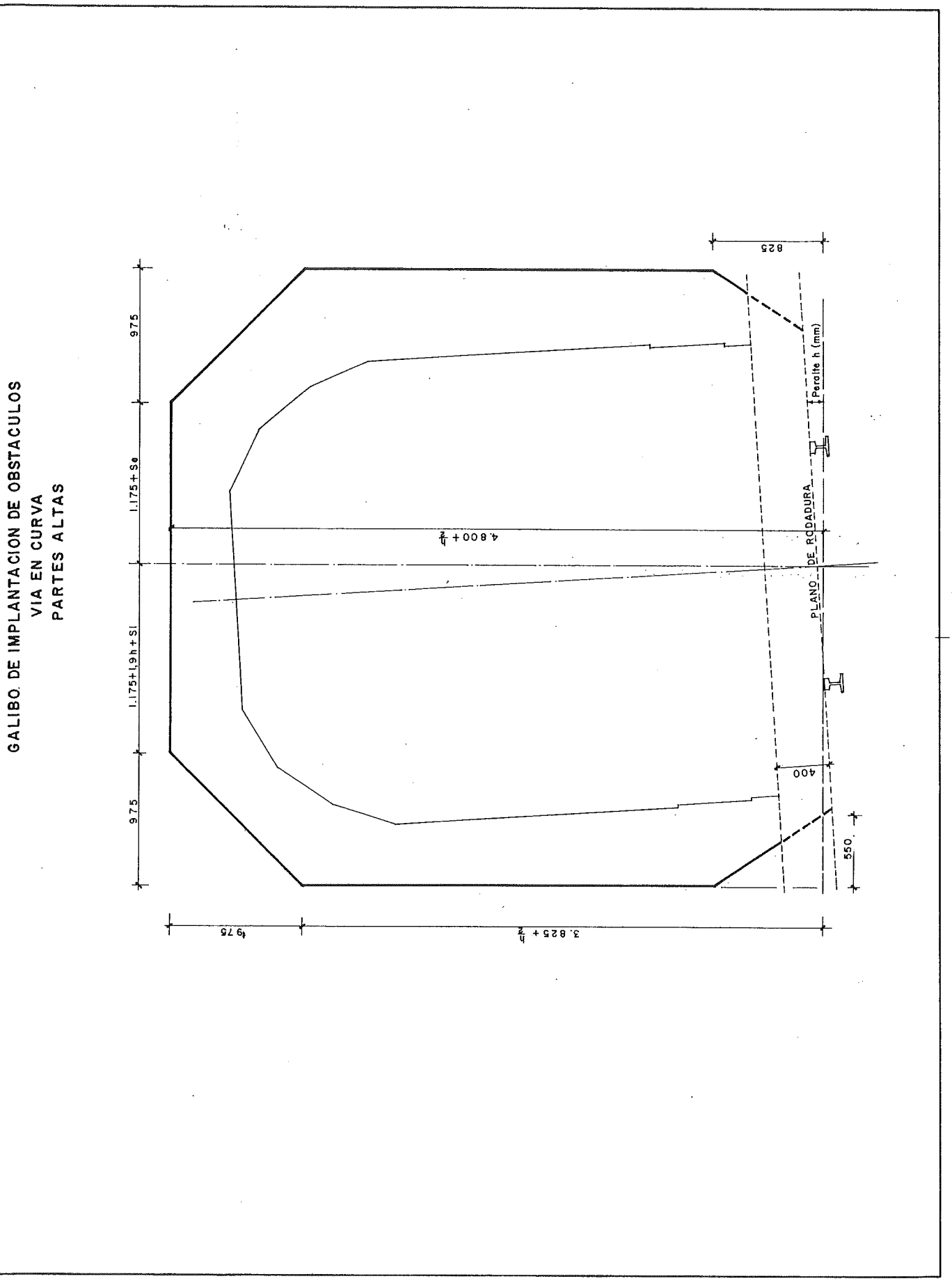

GALIBO DE IMPLANTACION DE OBSTACULOS
VIA EN CURVA
PARTES ALTAS
975
1.175+Se
1.175+1,9h+Si
975
825
Peralte h (mm)
PLANO DE RODADURA
4.800+h/2
400
550
975
3.825+h/2

Figura 3

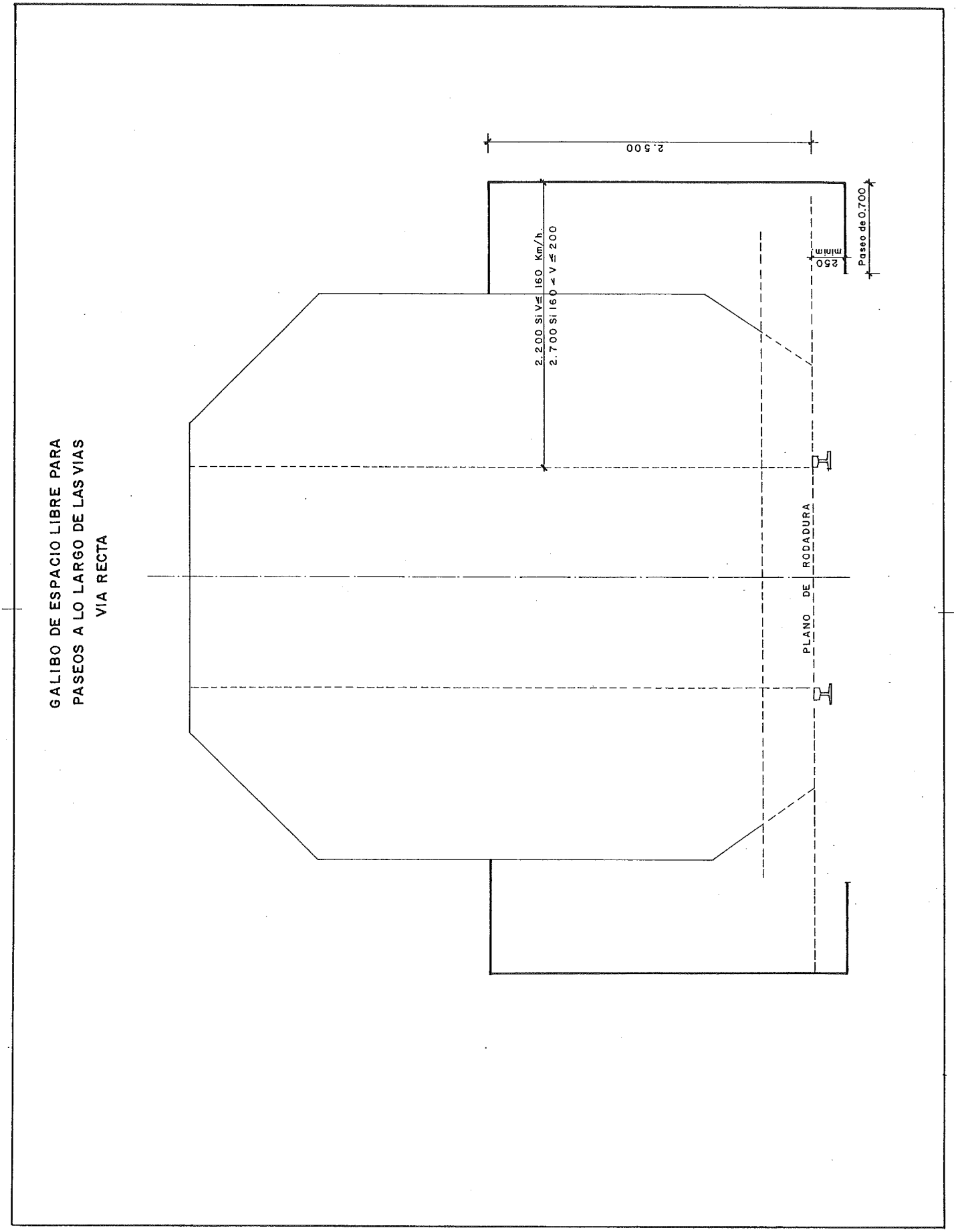

GALIBO DE ESPACIO LIBRE PARA
PASEOS A LO LARGO DE LAS VIAS
VIA RECTA
2.500
2.200 Si V≤ 160 Km/h.
2.700 Si 160 < V ≤ 200
250
Paseo de 0.700
PLANO DE RODADURA

Figura 6

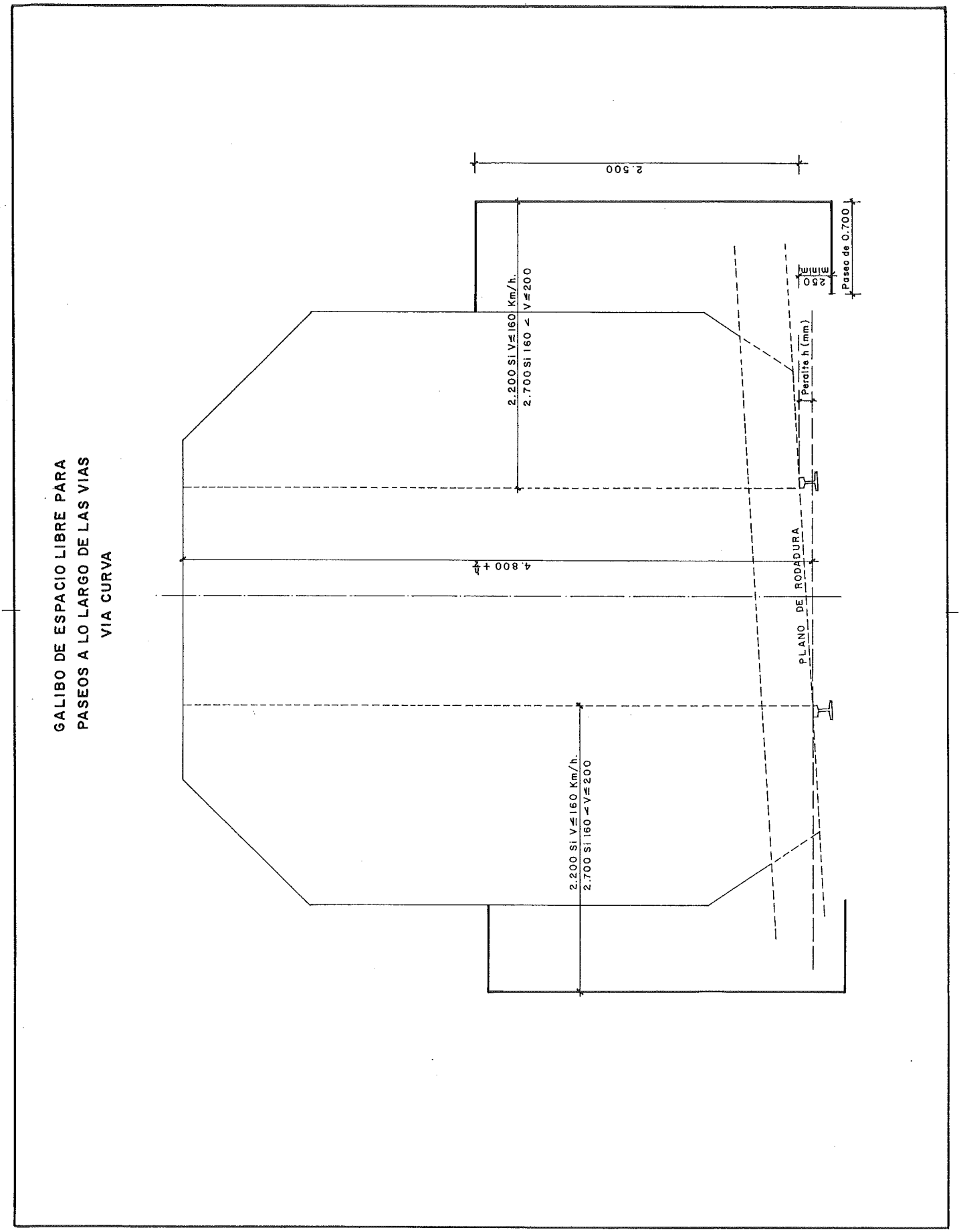

GALIBO DE ESPACIO LIBRE PARA
PASEOS A LO LARGO DE LAS VIAS
VIA CURVA
2.500
2.200 Si V≤160 Km/h.
2.700 Si 160 < V≤200
4.800 + h/2
2.200 Si V≤160 Km/h.
2.700 Si 160 < V≤200
PLANO DE RODADURA
Peralte h (mm)
250
Paseo de 0.700

Figura 7

GALIBO LIMITE DE OBSTACULOS
PARTES ALTAS

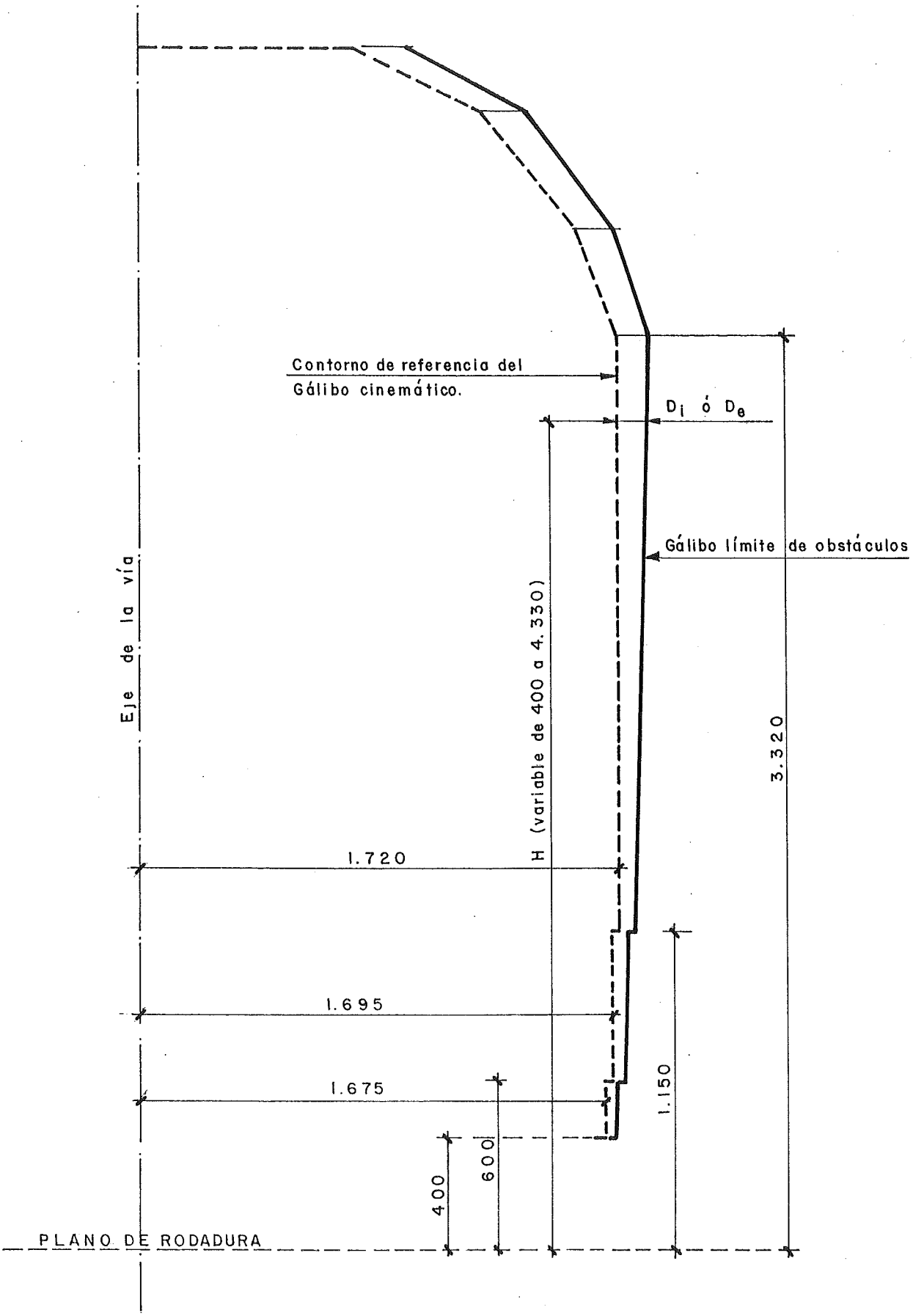
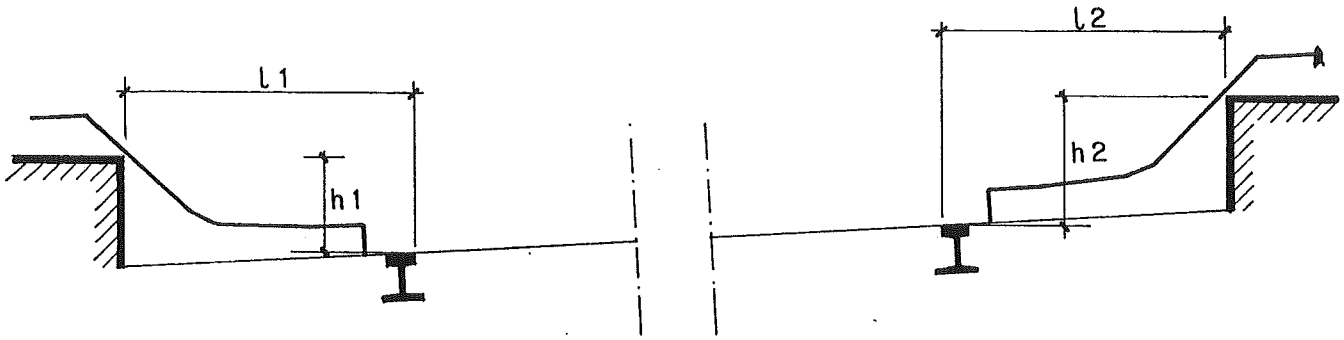


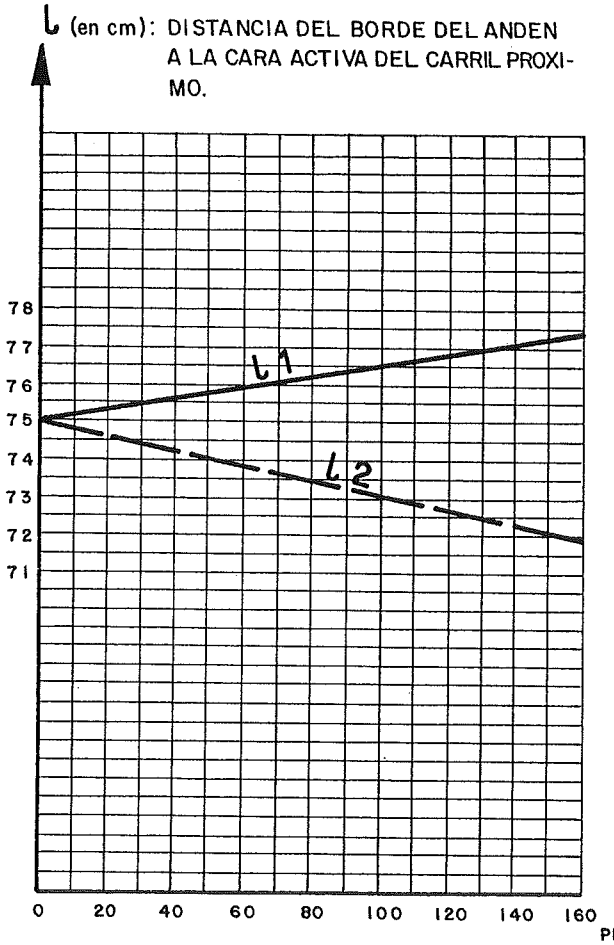
Figura 8

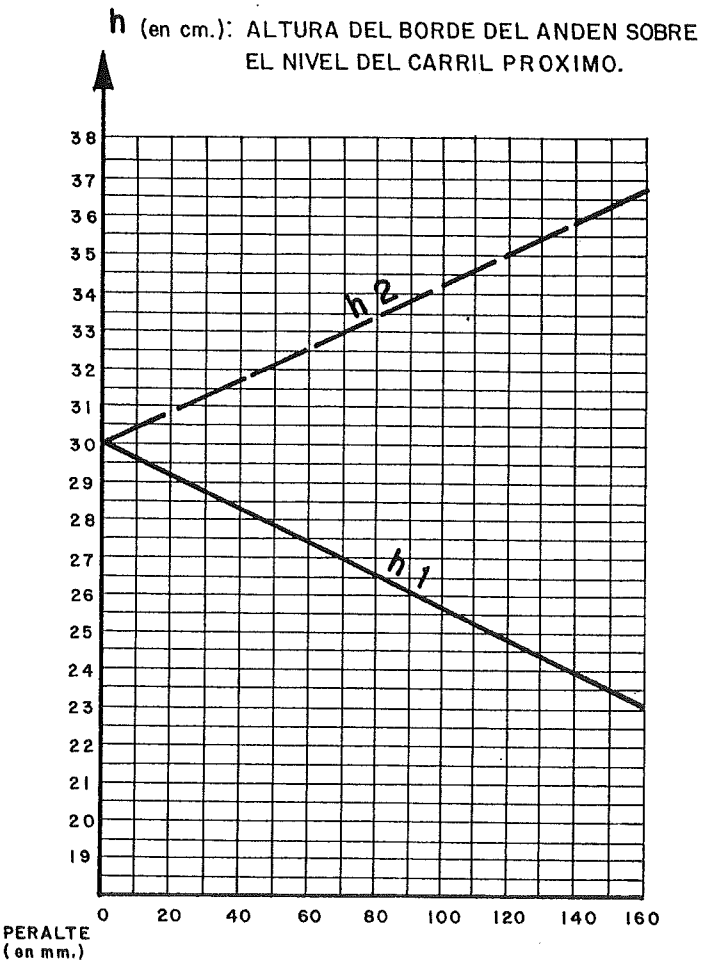
ANDEN DE 0,30 m.

LADO EXTERIOR DE LAS CURVAS

LADO INTERIOR DE LAS CURVAS







Tolerancia de los valores de h y l

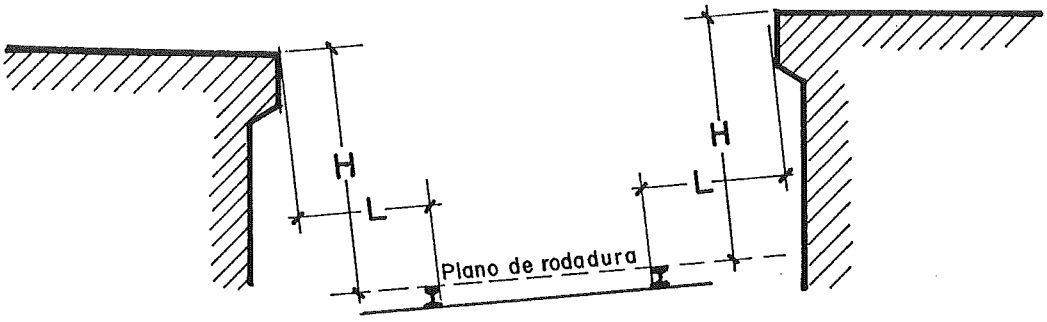
De construcción o renovación de via $\begin{cases} h\ (+0, -1\,cm) \\ l\ (+1\,cm, -0) \end{cases}$

De conservación . . . . . $\begin{cases} h\ (+0, -3\,cm) \\ l\ (+3\,cm, -0) \end{cases}$

Figura 9

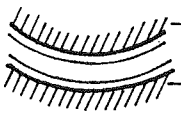
ANDENES NORMALES Y ALTOS

NOTA: En la zona de andenes en los puntos situados a más de 400 mm. sobre el plano de rodadura, ningún obstáculo (instalación o peldaño auxiliar para el personal) debe estar dentro de la zona definida por las perpendiculares al plano de rodadura a una distancia L del borde activo del carril. Por debajo de 400 mm. se respetará el gálibo de implantación Partes bajas.



ANDEN NORMAL : H = 550 mm.
L = 866 mm.

ANDENES ALTOS : H = 700 a 1.000 mm. (según el material a utilizar)
L = ver cuadro inferior.



	$V \leqslant 90$ Km/h	$90 < V \leqslant 120$ Km/h	$V > 120$ Km/h
Andenes en recta Andenes convexos	886mm + S_i	901 + $[S_i - 15]_{>0}$	916 mm.
Andenes cóncavos	886mm + S_e	916mm + S_e	936mm + S_e

Tolerancia de los valores de H y L

De construcción o renovación de vía { H (+0, -10 mm) ; L (+10mm, -0) }

De conservación. . . . . { H (+0, -30mm) ; L (+30mm, -0) }

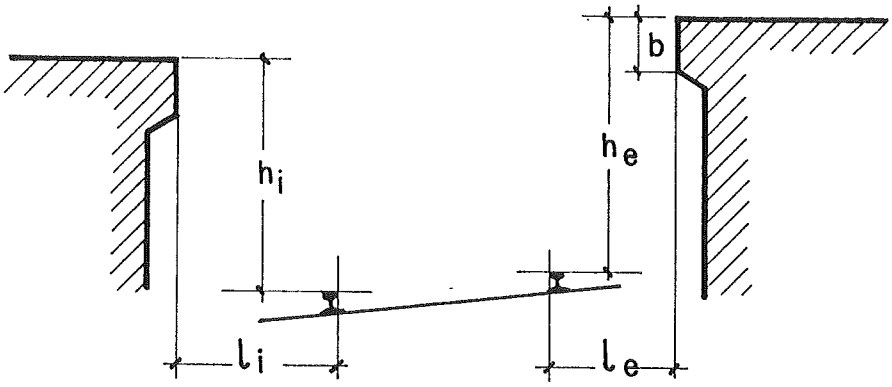


Figura 10

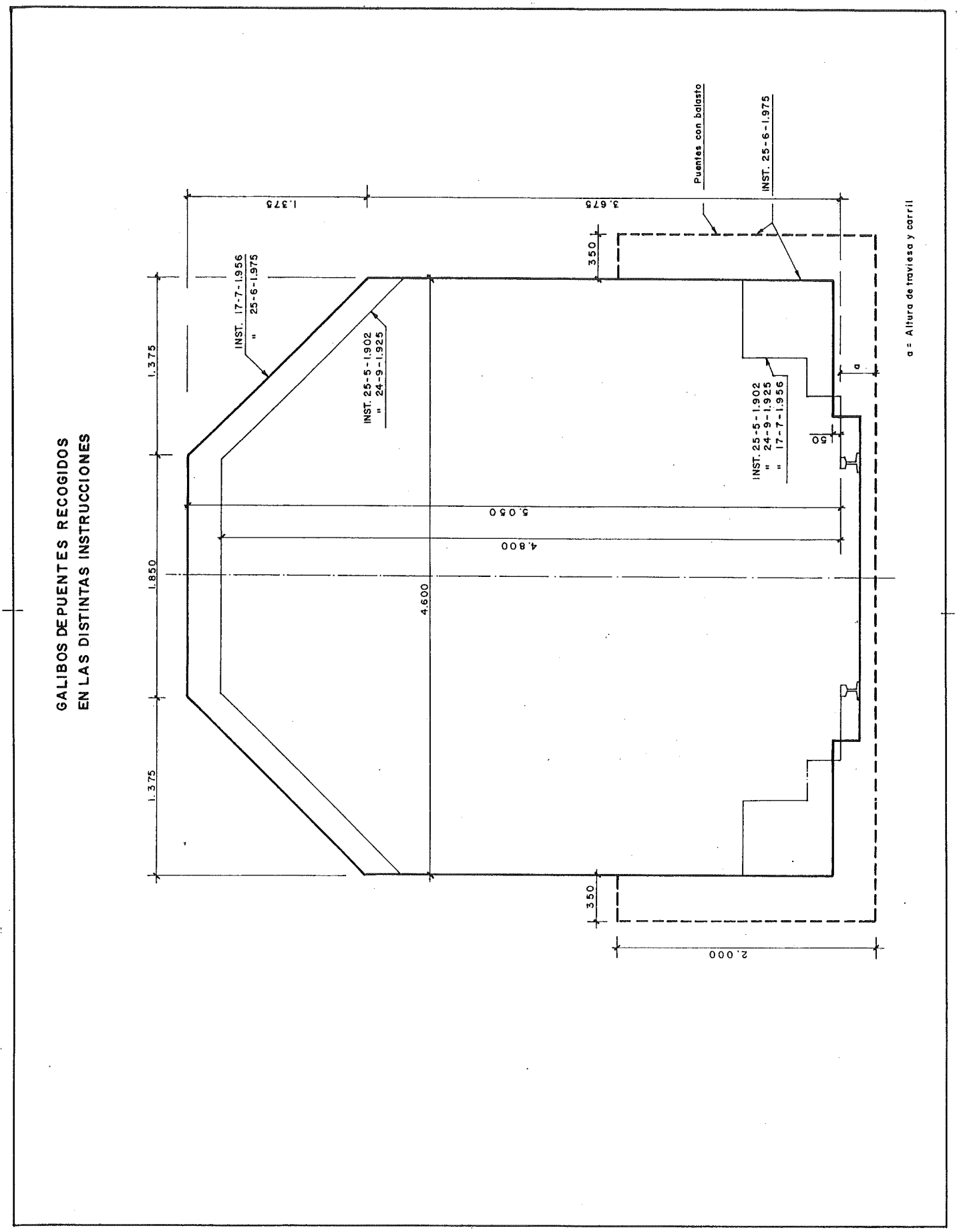

GALIBOS DE PUENTES RECOGIDOS
EN LAS DISTINTAS INSTRUCCIONES
1.375
1.850
1.375
INST. 17-7-1.956
" 25-6-1.975
INST. 25-5-1.902
" 24-9-1.925
4.600
5.050
4.800
INST. 25-5-1.902
" 24-9-1.925
" 17-7-1.956
50
a
a = Altura de traviesa y carril
350
350
2.000
1.375
3.675
Puentes con balasto
INST. 25-6-1.975

Figura 11

TUNEL VIA SENCILLA EN RECTA

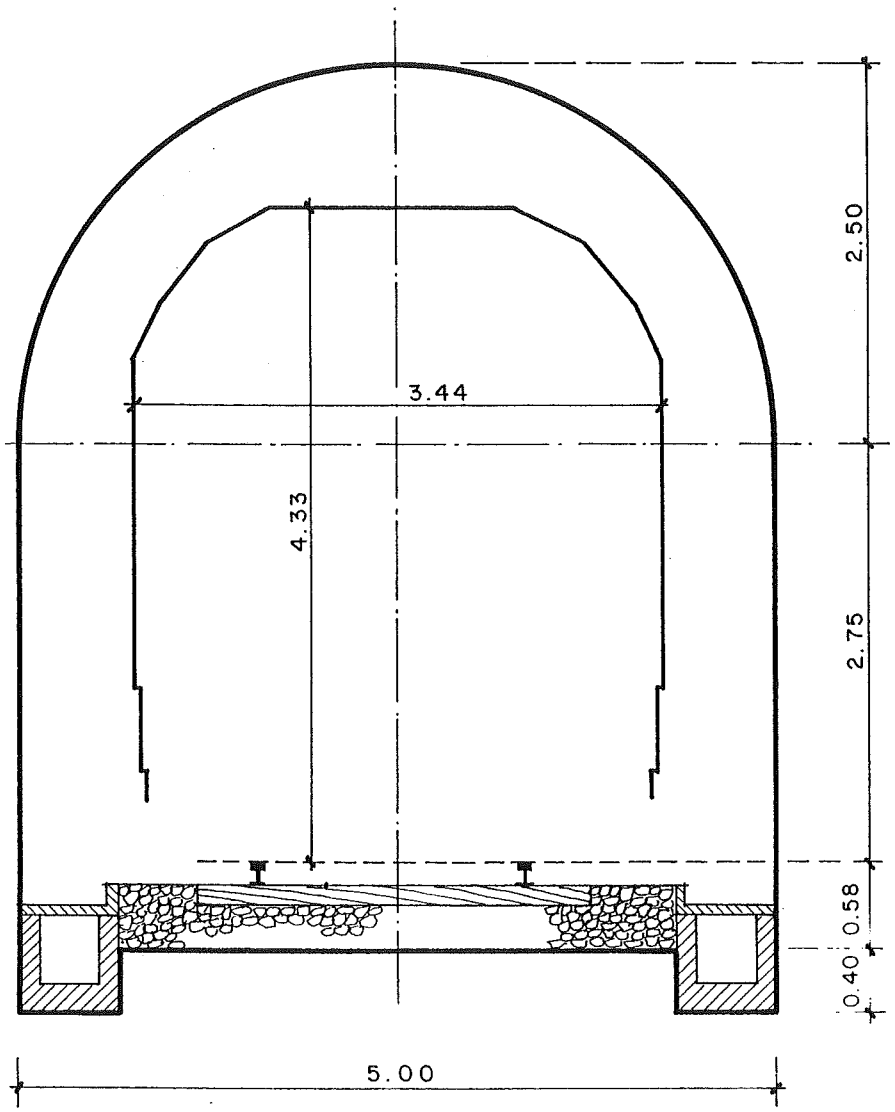


Figura 12

TUNEL VIA SENCILLA EN CURVA

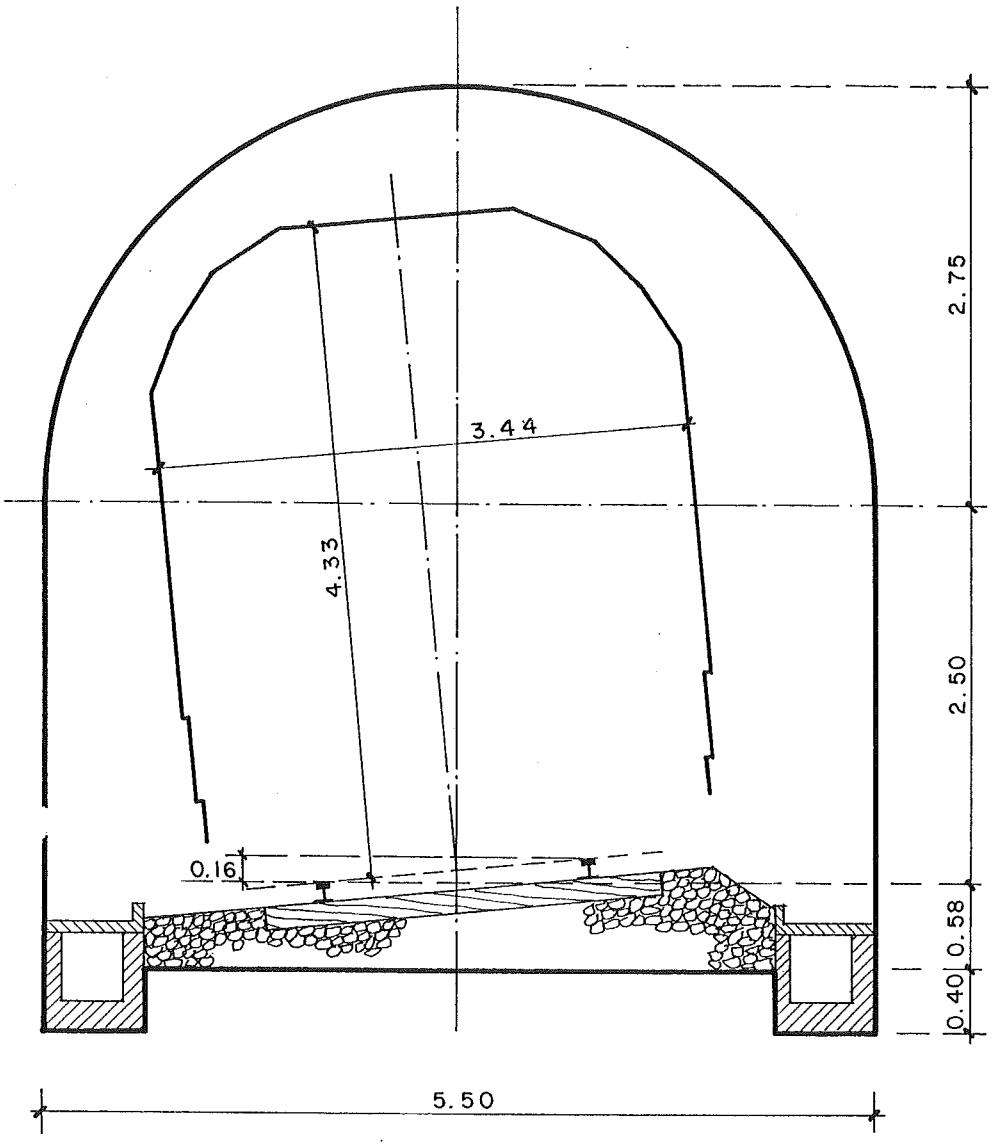


Figura 13

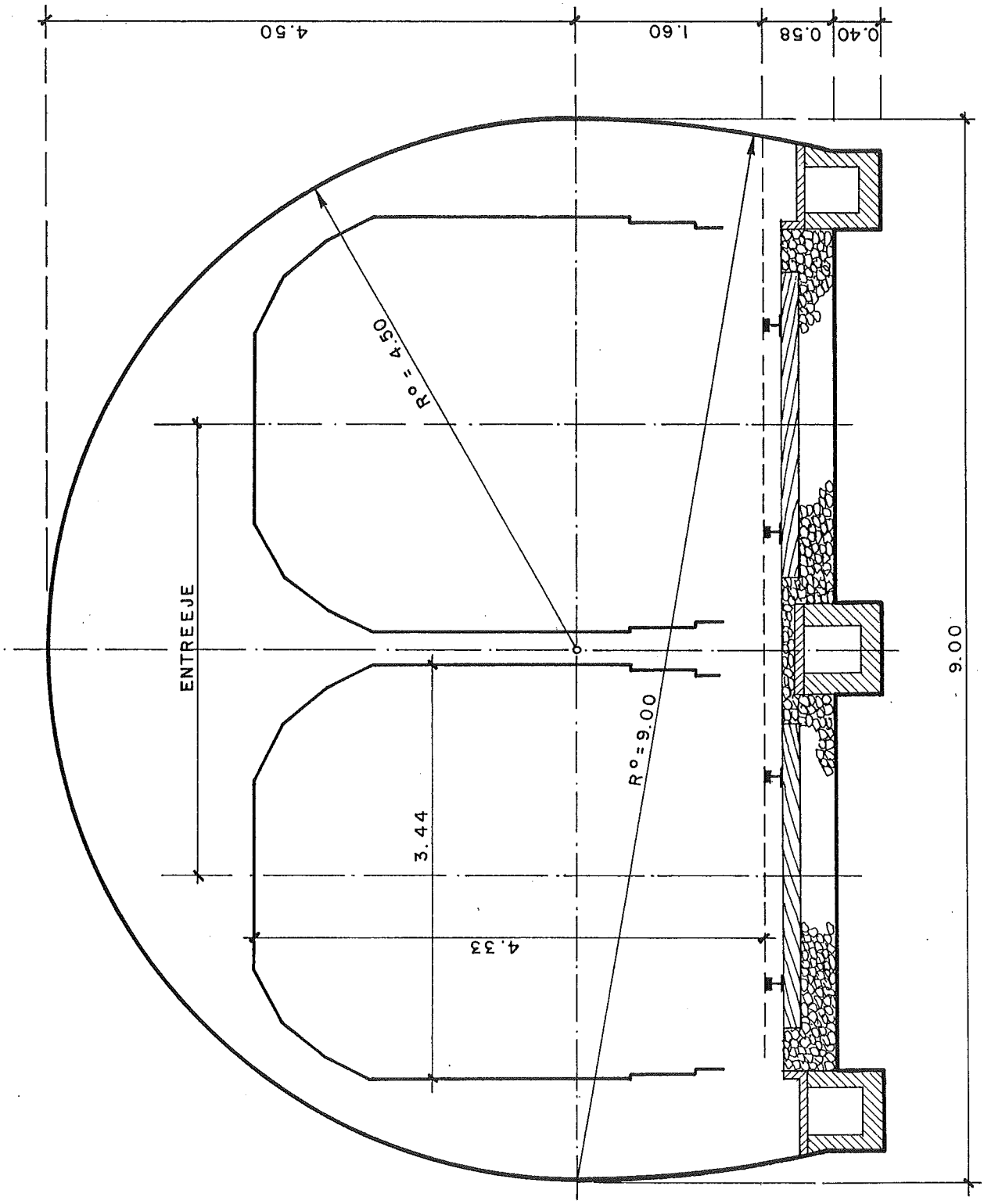

TUNEL VIA DOBLE EN RECTA
ENTREEJE
R° = 4.50
R° = 9.00
3.44
4.33
4.50
1.60
0.58
0.40
9.00

Figura 14

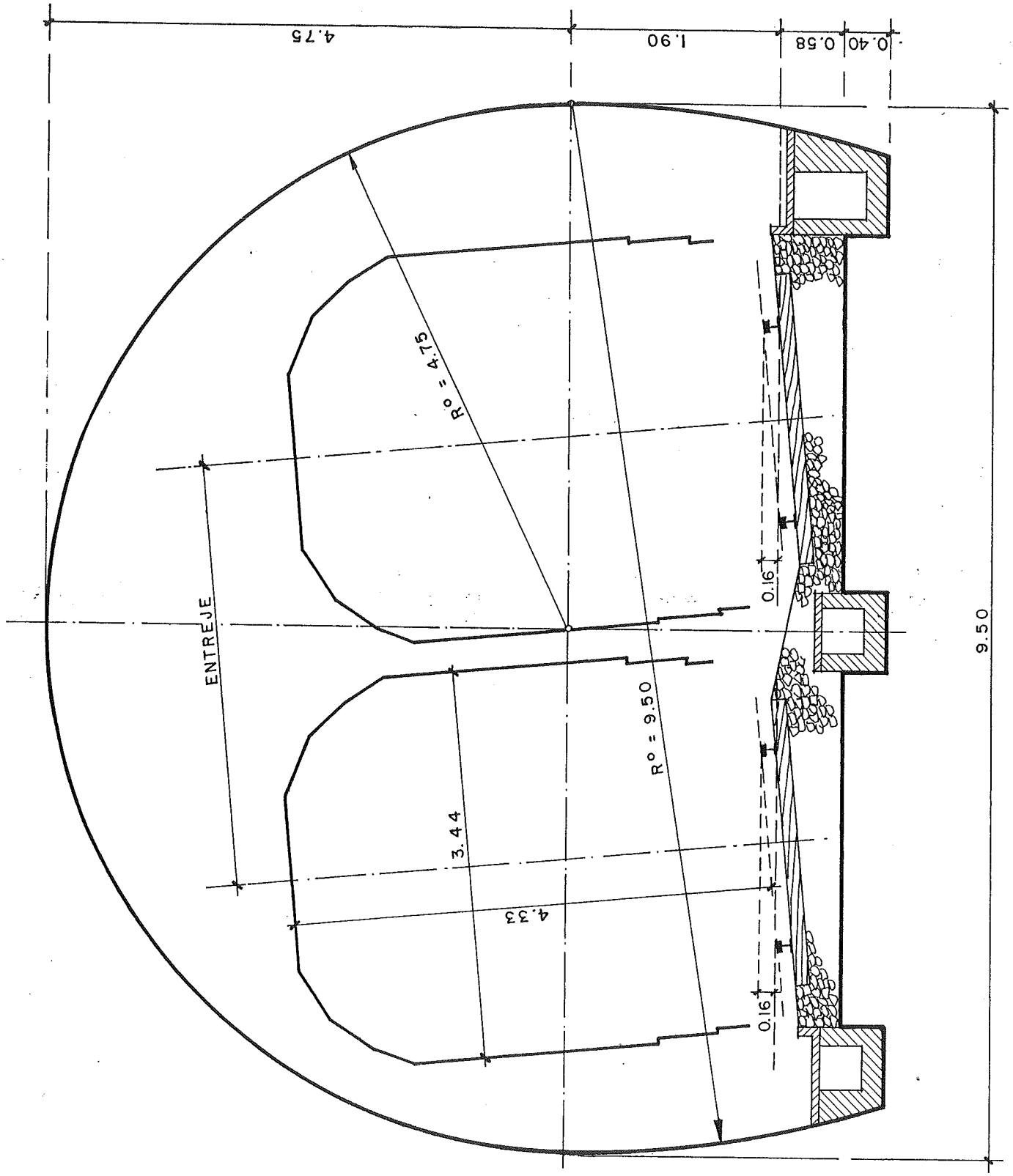

TUNEL VIA DOBLE EN CURVA
ENTREJE
R° = 4.75
R° = 9.50
3.44
4.33
0.16
0.16
4.75
1.90
0.58
0.40
9.50

Figura 15

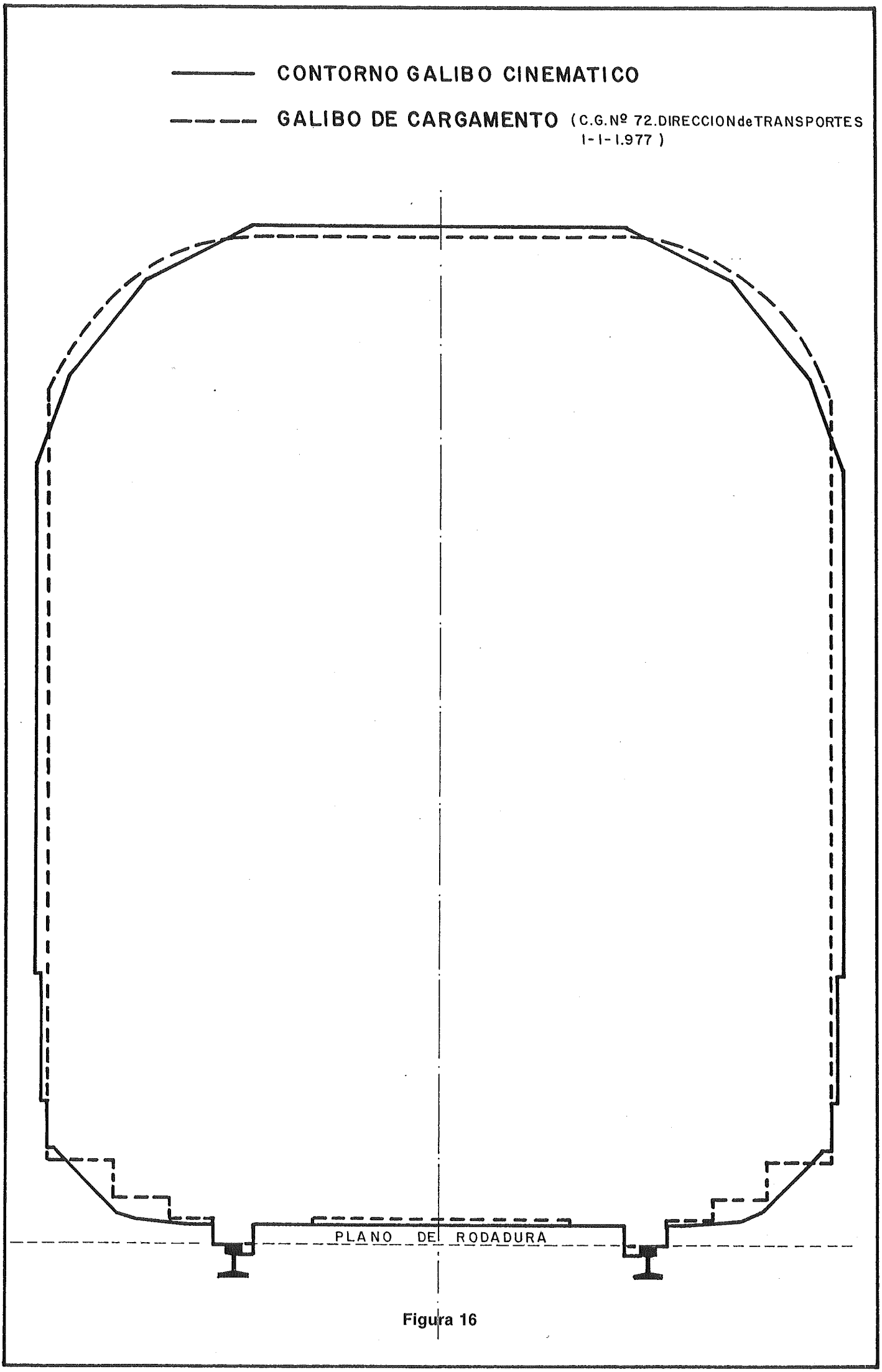

CONTORNO GALIBO CINEMATICO
GALIBO DE CARGAMENTO (C.G.Nº 72.DIRECCION de TRANSPORTES 1-1-1.977)
PLANO DE RODADURA

Figura 16

III. APENDICE

1. ANTECEDENTES HISTORICOS

A) En la Real Orden de 31 de diciembre de 1844, por la que se dictan varias reglas y se aprueba el Pliego de Condiciones Generales para la concesión de los ferrocarriles, quedan determinadas por primera vez las medidas de los ferrocarriles recogidas en los artículos siguientes:

Art. 6.° El camino podrá beneficiarse al principio con una sola vía, pero todas las obras de fábrica, desmontes y terraplenes, se harán desde luego para dos vías.

La anchura del camino será de 30 pies en los terraplenes y de 26 en los desmontes, subterráneos y puentes. Esta anchura se distribuirá del modo siguiente:

	Pies
Anchura de cada vía, o sea, distancia entre los bordes interiores de las barras	6
Entre vía	6,5
Distancia desde los bordes exteriores de las barras hasta la arista del camino en terraplén	5,6
La misma distancia en desmontes	3,5

Si en el examen del proyecto definitivo se hallaren razones atendibles para variar estas dos últimas dimensiones, el Gobierno resolverá lo más conveniente.

Art. 7.° Las pendientes, por regla general, no pasarán de 1 por 100.

Art. 8.° Las diferentes alineaciones no podrán unirse por curvas cuyos radios no excedan de 1.000 pies, y se procurará además en lo posible que este radio mínimo se adopte sólo en los trozos horizontales. En las entradas y salidas de las estaciones, apartaderos, etc., se podrán establecer curvas de menor radio.

Art. 9.° La Compañía podrá proponer respecto de lo dispuesto en los artículos anteriores, las modificaciones cuya conveniencia y utilidad pueda demostrar la experiencia, pero estas modificaciones no podrán realizarse sino con el consentimiento del Gobierno.

Art. 11. Cuando el camino de hierro deba pasar por encima de una carretera general, provincial o municipal, la luz de los puentes que se construyan con este objeto será, por lo menos, de 30 pies si la carretera es general o provincial y de 18 si fuese municipal.

La altura del intradós de la clave en los puentes de cantería, o de la parte inferior del piso en los de madera sobre la superficie del camino, deberá pasar de 18 pies, y tanto en unos como en otros la anchura entre pretiles será de 26 pies.

Art. 12. Siempre que el camino de hierro deba pasar por debajo de una carretera, la anchura entre pretiles de los puentes que se construyan al efecto será, por lo menos, de 24 pies si la carretera es general o provincial y de 18 si es municipal.

La luz de estos puentes y la altura del intradós sobre la superficie del ferrocarril serán, respectivamente, de 26 y 16 pies, por lo menos.

Art. 13. La anchura entre pretiles de los puentes que se construyan para el uso del camino de hierro por encima de un río, canal, arroyo, etc., será la misma que se expresa en el artículo 11, pero tanto la luz de estos puentes como la altura de la clave sobre la superficie de las aguas se determinará por la Dirección General de Caminos en cada caso particular.

Art. 17. En los subterráneos, la altura del intradós de la clave sobre el nivel de las barras-carriles será de 20 pies por lo menos.

B) En la Circular de 8 de septiembre de 1846 de la Dirección General de Caminos a los Ingenieros Jefes de Distrito, con la instrucción que deberán observar para la inspección de las obras de los caminos de hierro se lee lo siguiente:

«**Art. 9.º** Exigirá que la anchura total del camino sea, cuando menos, la prescrita en el artículo 6.º del pliego general de condiciones, para cada uno de los casos que en el mismo se indican, pero cualquiera que sea la anchura total del camino, cuidará especialmente que la anchura de las vías, entre los rebordes interiores de los carriles, sea exactamente, en toda la longitud del camino, la que en dicho artículo se determina.

Si se autorizase una anchura total del camino mayor que la prescrita en el citado artículo, el exceso deberá repartirse entre los espacios o paseos laterales y la entrevía, pero el ancho de las vías deberá permanecer siempre invariable».

C) Dimensiones de los perfiles transversales de la explanación aprobados por Real Orden de 20 de febrero de 1854.

TERRAPLENES

Distancia entre las aristas superiores de los terraplenes: para dos vías: 9,05 m.
para una vía: 6 m.

Distancia entre las aristas de la parte superior del balasto: para dos vías: 6,90 m.
para una vía: 3,30 m.

DESMONTES

Distancia entre las aristas de las cunetas en desmonte: para dos vías: 8,05 m.
para una vía: 5,15 m.

El balasto tendrá las mismas dimensiones que en los terraplenes.

D) Dimensiones de los perfiles transversales de las obras de fábrica, aprobados por Real Orden de 1 de marzo de 1854.

TUNELES

Anchura de la sección medida con el plano que pasa por las caras superiores de las barras carriles: 7,8 m.

Altura de la sección sobre el eje de cada una de las vías medida sobre el mismo plano: 5,5 m.

OBRAS DE FABRICA

Anchura entre los pretiles de los puentes, viaductos, etc.: 7,8 m.

E) En 3 de junio de 1855 es publicada la Ley General de Ferrocarriles, que en lo referente a las «condiciones de arte a que deben ajustarse todas las construcciones de ferrocarriles», dice en el artículo 30:

«Los ferrocarriles se construirán con arreglo a las condiciones siguientes:

1.ª El ensanche de la vía o distancia entre los bordes interiores de las barras carriles será de 1,67 m. (seis pies castellanos).

2.ª El ancho de la entrevía será de 1,80 m. (seis pies y seis pulgadas castellanas).

3.ª Las demás dimensiones, así como las condiciones de arte se fijarán en cada caso particular por el Gobierno.

4.ª Los ferrocarriles podrán construirse con una o dos vías, o combinando estos sistemas».

F) En la Ley General de Ferrocarriles de 23 de noviembre de 1877, en su artículo 43 y para los ferrocarriles de servicio general, se repiten las condiciones del párrafo anterior.

En todo lo anteriormente reseñado se observa que al ser definidas en cada concesión las características de las mismas (según lo dispuesto en las dos Leyes Generales de Ferrocarriles) hubo una gran variedad de dimensiones, tanto de las obras como del material que circulaba por las líneas de las distintas compañías. Ya en el libro de Mariano Matallana «Manual práctico para la conservación de las vías férreas» (1874) se señalaban los inconvenientes que se presentaban a la circulación por no existir un gálibo común para las distintas compañías. Porque, en efecto, cada compañía tenía un gálibo (gabarit) que usaban en las estaciones para la comprobación de los cargamentos y que se supone se tendría en cuenta para la construcción de las obras de fábrica. Pero no se tienen referencias hasta el momento de algún estudio

que relacionase el gálibo de cargamento con el perfil mínimo de obra. Todo lo más, se tiene una comprobación dibujando las dos secciones, pero sin tener en cuenta, por ejemplo, la inscripción en curva según la longitud del vehículo.

Esta indefinición se mantuvo mucho tiempo, entre otras cosas porque en muchas de las líneas habían construido la infraestructura para vía doble (como está determinado) y, sin embargo, sólo estaba establecida la vía única. La vía doble no se empezó a construir en la línea de Madrid a Hendaya hasta 1900, y hasta 1905 en la línea de Madrid a Alicante. Se puede suponer que los problemas de seguridad hicieron que las compañías pusiesen en los lugares que se podía entrevías de dos metros o superiores en vez de la de 1,80 metros que les permitía la Ley General de Ferrocarriles.

Pero el problema no quedó expuesto ni resuelto, ya que una vez constituida Renfe con fecha 16 de noviembre de 1948 por Orden Ministerial, se constituyó una Comisión para determinar las «Secciones de explanaciones unificadas con destino, tanto a la nueva construcción de ferrocarriles como a la reforma y conservación de los trazados existentes».

Esta Comisión estudió el tema y de acuerdo con el informe emitido por la Sección de Ferrocarriles del Consejo de Obras Públicas de 17 de junio de 1949 fueron aprobadas las secciones propuestas por O. M. de 4 de julio de 1949. Las secciones aprobadas se referían principalmente a explanaciones y túneles. Leyendo las explicaciones que justifican las secciones adoptadas se observa que la Comisión tuvo en cuenta la inscripción en curva y la existencia de un peralte máximo de 0,160 metros. Por esta razón todas las obras de nueva construcción de túneles a partir de esa fecha no presentan, en general, problemas de interceptación de cargamentos.

La Orden Ministerial no indica nada sobre pasos superiores sobre el ferrocarril, pero es una obra que generalmente se ha realizado con dimensiones más generosas que las de los túneles y tampoco presenta problemas.

Lo mismo ocurre por lo que se refiere a puentes de ferrocarriles, ya que desde la Instrucción de 25 de mayo de 1902 ha existido un gálibo para la construcción de puentes, gálibo que se ha mantenido o ampliado en las sucesivas Instrucciones de 24 de septiembre de 1925, de 17 de julio de 1956 y de 25 de junio de 1975.

Por lo que se refiere a señales y aparatos de maniobra, en general, y dado que se ha empleado el llamado «gálibo de puertas abiertas», no hay interferencias en las partes altas, aunque existan algunas con señales o aparatos en zonas de entrevías estrictas.

Es decir, que con las obras de nueva construcción, en general, no existen problemas de gálibo.

Ahora bien, se debió plantear hacia 1960 el problema de la seguridad de la circulación y se realizó un estudio de un «gálibo unificado de material motor y móvil», que fue aprobado por la Jefatura del Departamento de Vía y Obras con fecha 6 de septiembre de 1962 y por la Jefatura del Departamento de Material y Tracción con fecha 10 de septiembre de 1962. Este gálibo definía el contorno máximo que no debía rebasar el material motor y móvil en vía recta, teniendo en cuenta todos los desplazamientos y desgastes, y en vía curva de 250 metros de radio se suponía que el ancho del gálibo fuese de 3.420 mm. en lugar de 3.350 mm. No se han encontrado expedientes con los estudios que determinaron este perfil. Sólo se ha encontrado un dibujo que recoge superpuestos todos los gálibos de las distintas compañías (unas veces de obras y otras de material) y el «gálibo unificado» se obtiene como envolvente interna de esos gálibos. Es decir, parece ser que no se emprendió un estudio sobre determinación de los perfiles de espacio libre existentes a lo largo de la Red.

Por este motivo y por la publicación de la Circular General núm. 72 de la Dirección de Transportes, de fecha 1 de enero de 1977, existe una indefinición sobre cuál es el tamaño máximo de un vehículo y el mínimo de una obra. Como detalle de la misma se da el caso de que un cargamento cargado sobre un vagón abierto puede ser más ancho que un vehículo calculado teniendo en cuenta las condiciones del «gálibo unificado de material motor y móvil».

Ante estas circunstancias y para tener en cuenta lo prescrito por la UIC en las fichas 505-1, 2, 3, 4 y 5, sobre todo en lo que se refiere a las oscilaciones que se presentan en la caja del vehículo debidas a la flexibilidad (souplesse) de las suspensiones, es por lo que se ha constituido un grupo de estudio.

Actuaciones del grupo de estudio

Por disposición del director general, manifestada por el director general adjunto en carta de 2 de julio de 1982, se celebró la primera reunión con fecha 13 de julio de 1982. Habiendo sido convocadas las Direcciones de Transportes de Material, de Obras e Instalaciones, de Mantenimiento de Instalaciones Fijas y de Comercial-Mercancías.

Tanto en esta reunión como en la segunda, de 14 de septiembre del mismo año, se estudió la situación existente, que puede quedar resumida en los antecedentes, y se llegó a la conclusión que era preciso conocer el «espacio libre» existente a lo largo de toda la Red.

Esta operación no se pudo realizar, ya que el vagón auscultador de túneles no estaba operativo en esas fechas. Por ese motivo y para ir ganando tiempo fue definido por la Dirección de Material y la Dirección de Obras e Instalaciones un «perfil de espacio libre», que montado sobre una dresina recorrió la mayor parte de la Red.

En la tercera reunión, de 6 de septiembre de 1983, se notificó que se había auscultado el 85 por 100 de la Red, habiéndose concluido la labor a finales de octubre. Se detectaron 182 túneles o pasos superiores que habían interceptado dicho «perfil de comprobación de espacio libre». Dado que el vagón auscultador de túneles seguía sin funcionar, fue preciso iniciar una toma de medidas manual en los puntos en que se presentaban problemas, al mismo tiempo que se pretendía conocer cuál era el perfil constructivo del material, suponiendo que en toda la Red existía el espacio libre determinado por el perfil de comprobación.

De este «perfil de comprobación espacio libre», aplicando las reglas definidas por la UIC en la ficha 505, se deducía un «contorno de referencia del gálibo cinemático» que en sus partes altas dejaba fuera de norma a bastante material móvil existente.

Ante esta situación, el presidente del grupo de estudio (el director de Transportes), argumentando que en la actualidad no se presentaban incidencias entre el material y las obras, estableció el 26 de junio de 1985 que la Dirección de Material fijase el perfil de referencia del gálibo cinemático, «tomando como base para los estudios la envolvente máxima del electrotrén».

Este contorno de referencia es el que se presenta en la figura 1.

ANEJO NUM. 3

NORMA DEL GALIBO DE CARGAMENTO

INDICE

1. Descripción general.
2. Gálibo de Cargamento.
3. Limitaciones de la anchura del cargamento.

APENDICE NUM. 1. Contorno del Gálibo de Cargamento.
APENDICE NUM. 2. Tabla de semianchos del Gálibo de Cargamento.
APENDICE NUM. 3.1. Tabla de reducciones de anchura del cargamento situado «entre» ejes (o pivotes) del vagón.
APENDICE NUM. 3.2. Tabla de reducciones de anchura del cargamento situado «fuera de» ejes (o pivotes) del vagón.
APENDICE NUM. 3.3. Fórmulas de cálculo de las reducciones del cargamento recogidas en las Tablas de los Apéndices núms. 3.1 y 3.2.
APENDICE NUM. 3.4. Tabla de distancias mínimas entre el cargamento y las paredes laterales o teleros de los vagones.
APENDICE NUM. 4.1. Ejemplo práctico de aplicación de las «Tablas de reducción de anchura del cargamento» según Apéndices núms. 3.1 y 3.2.
APENDICE NUM. 4.2. Ejemplo práctico de aplicación de la «Tabla de distancias mínimas entre el cargamento y las paredes laterales de los vagones» según Apéndice núm. 3.4.

NORMA DEL GALIBO DE CARGAMENTO

1. DESCRIPCION GENERAL

Esta Norma tiene por objeto la comprobación de las dimensiones de los cargamentos cargados sobre vagones abiertos respecto del Gálibo de Cargamento.

En esta Norma se define dimensionalmente el Gálibo de Cargamento y se establecen en unas Tablas las distancias mínimas que el cargamento debe de respetar respecto del Gálibo de Cargamento y de los teleros o paredes laterales de los vagones utilizados para la carga.

2. GALIBO DE CARGAMENTO

2.1. El Gálibo de Cargamento es un contorno cuyas dimensiones se recogen en el Apéndice 1 de esta Norma, que en vía recta no deberá ser rebasado en condiciones estáticas por el vagón ni por el cargamento.

Situado el vagón con su cargamento en curva de radio 250 m. con ancho de vía 1.698 mm. y en la posición más desfavorable —agotando todos los juegos laterales rueda/carril, caja de grasa/bastidor y bastidor/caja del vagón—, se podrá admitir un exceso a cada lado del contorno del Gálibo de Cargamento tanto del vagón como del cargamento de hasta:

— 75 mm. para zonas o partes situadas a una altura sobre carril de 430 mm. y superior.
— 25 mm. para zonas o partes situadas a una altura inferior a 430 mm. sobre el carril.

Dicho exceso respecto del contorno del Gálibo de Cargamento se mide en un plano paralelo al plano de rodadura, considerándose el eje del Gálibo de Cargamento perpendicular a dicho plano de rodadura en el punto medio entre carriles.

2.2. Las dimensiones detalladas de la totalidad del contorno del Gálibo de Cargamento a partir de la altura de 430 mm. sobre carril por secciones escalonadas cada 10 mm. se recogen en la «Tabla de semianchos del Gálibo de Cargamento», que es el objeto del Apéndice 2.

3. LIMITACIONES DE LA ANCHURA DEL CARGAMENTO

Para asegurar que al paso por curvas de radio 250 m. el cargamento no exceda del contorno del Gálibo de Cargamento, a cada lado, más de la cantidad citada de 75 mm., se deberá comprobar en vía recta con el vagón centrado sobre la vía que el cargamento respeta las «distancias mínimas» («reducciones») respecto del citado contorno del Gálibo de Cargamento recogidas en las «Tablas de reducciones de anchura de cargamento» que figuran en los Apéndices 3.1 y 3.2 de esta Norma.

El Apéndice 3.1 contiene la Tabla de reducciones del cargamento situado «entre» los ejes (vagón de ejes) o los pivotes (vagón de bogies) del vagón.

El Apéndice 3.2 contiene la Tabla de reducciones del cargamento situado «fuera de» los ejes o los pivotes del vagón.

En el Apéndice 3.3 se recogen las fórmulas de cálculo de las «reducciones» del cargamento referentes a las Tablas de los Apéndices 3.1 y 3.2.

Además, en el Apéndice 3.4 figura una «Tabla de distancias mínimas entre el cargamento y las paredes laterales o teleros de los vagones», de aplicación al caso de utilización en el transporte de vagones con traviesa giratoria y de vagones «de seguridad» (para cubrir la parte del cargamento que exceda la longitud útil del vagón de carga) o «intermedios» (en el caso de cargamentos largos que se apoyan en dos vagones).

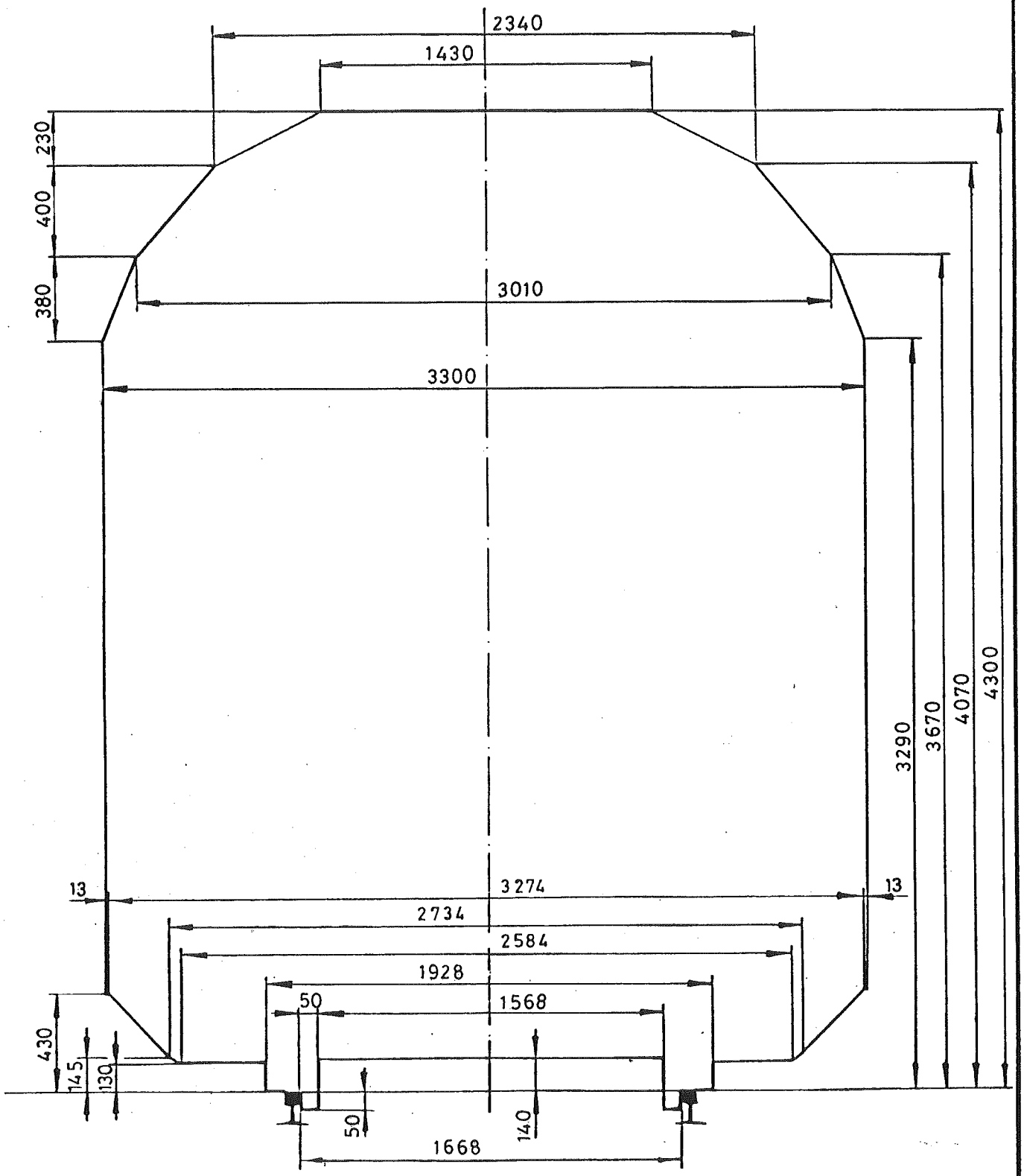
Las «Tablas de reducciones» de los Apéndices 3.1 y 3.2 constituyen cada una un ábaco de doble entrada, del cual se obtiene la «distancia mínima» entre el cargamento y el contorno del Gálibo de Cargamento correspondiente a una sección transversal determinada del vagón referida a su situación respecto del eje (vagón de ejes) o del pivote (vagón de bogies) más próximo de dicho vagón sobre el que va cargado el cargamento. En las «Tablas de reducciones» mencionadas figuran las «distancias mínimas» expresadas en centímetros.

Para obtener de las «Tablas de reducciones» la «distancia mínima» de una sección cualquiera del cargamento al contorno del Gálibo de Cargamento en vía recta es suficiente conocer la distancia en m. de la sección transversal del cargamento al eje (o pivote) más próximo del vagón de carga, así como la distancia en m. entre ejes (o pivotes) del vagón citado.

La utilización del Apéndice 3.4 para determinar la «distancia mínima» entre el cargamento y las paredes laterales o teleros del vagón precisa también conocer la distancia entre ejes (o pivotes) en m. del vagón de carga o entre pivotes del vagón de traviesa giratoria y la distancia de la sección al eje (o pivote) más próximo del vagón de carga o «de seguridad».

Las «Tablas» mencionadas de los Apéndices 3.1, 3.2 y 3.4 se corresponden con las «Tablas» 4.1, 4.3 y 4.5 del Anejo II, tomo 1, del RIV, siendo de aplicación a esta Norma las instrucciones de manejo contenidas en dicho Reglamento (RIV).

GALIBO DE CARGAMENTO



NOTA. A este gálibo son de aplicación las «Tablas de reducciones de anchura de cargamento» 4.1, 4.3 y 4.5 del Anejo II, Tomo 1, del RIV.

APENDICE NUM. 2

TABLAS DE SEMI-ANCHOS DEL «GALIBO DE CARGAMENTO»

Altura s/carril (mm.)	Semi-ancho (mm.)	Altura s/carril (mm.)	Semi-ancho (mm.)	Altura s/carril (mm.)	Semi-ancho (mm.)	Altura s/carril (mm.)	Semi-ancho (mm.)
430	1.650						
3.290							
3.300	1.646	3.600	1.532	3.900	1.312	4.200	913
310	1.642	610	1.528	910	1.304	210	893
320	1.638	620	1.524	920	1.296	220	873
330	1.635	630	1.520	930	1.287	230	853
340	1.631	640	1.516	940	1.279	240	834
350	1.627	650	1.513	950	1.270	250	814
360	1.623	660	1.509	960	1.262	260	794
370	1.619	670	1.505	970	1.254	270	774
380	1.616	680	1.497	980	1.245	280	755
390	1.612	690	1.488	990	1.237	290	735
3.400	1.608	3.700	1.480	4.000	1.229	4.300	715
410	1.604	710	1.471	010	1.220		
420	1.600	720	1.463	020	1.212		
430	1.597	730	1.455	030	1.203		
440	1.593	740	1.446	040	1.195		
450	1.589	750	1.438	050	1.187		
460	1.585	760	1.430	060	1.178		
470	1.581	770	1.421	070	1.170		
480	1.577	780	1.413	080	1.150		
490	1.574	790	1.404	090	1.130		
3.500	1.570	3.800	1.396	4100	1.111		
510	1.566	810	1.388	110	1.091		
520	1.562	820	1.379	120	1.071		
530	1.558	830	1.371	130	1.051		
540	1.555	840	1.363	140	1.031		
550	1.551	850	1.354	150	1.012		
560	1.547	860	1.346	160	992		
570	1.543	870	1.337	170	972		
580	1.539	880	1.329	180	952		
590	1.535	890	1.321	190	933		
3.600	1.532	3.900	1.312	4.200	913		

APENDICE NUM. 3.1

TABLA DE REDUCCIONES DE ANCHURA DEL CARGAMENTO SITUADO "ENTRE" EJES (O PIVOTES) DEL VAGON

Distancia entre ejes o pivotes en m. (1)	Distancia de la sección transversal al eje más próximo (vagón de ejes) o al pivote más cercano (vagón de bogies) expresada en m. (1)																					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,5	0	0	0	0																		
3	0	0	0	0																		
3,5	0	0	0	0	0	0																
4	0	0	0	0	0	0																
4,5	0	0	0	0	0	0																
5	0	0	0	0	0	0																
5,5	0	0	0	0	0	0																
6	0	0	0	0	0	0																
6,5	0	0	0	0	0	0	0															
7	0	0	0	0	0	0	0															
7,5	0	0	0	0	0	0	0	0														
8	0	0	0	0	0	1	1	1														
9	0	0	0	0	1	1	1	2	2													
10	0	0	0	1	1	2	2	2	2	3												
11	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4											
12	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5										
13	0	0	1	2	3	3	4	5	5	6	6	6	6									
14	0	0	1	2	3	4	5	6	6	7	7	7	7	8								
15	0	0	1	3	4	5	6	6	7	8	8	8	9	9	9							
16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	10	10	10							
17	0	1	2	4	5	6	7	8	9	10	10	11	11	12	12	13						
18	0	1	2	4	5	7	8	9	10	11	11	12	13	13	14	15						
19	0	1	3	4	6	7	8	10	11	12	12	13	14	15	17	17	18					
20	0	1	3	5	6	8	9	11	12	13	14	16	17	17	19	20	20					
22	0	2	4	6	7	9	11	12	14	16	17	19	21	22	24	25	27	27				
24	0	2	4	6	8	10	12	14	16	19	21	23	25	27	30	32	34	35	35			
26	0	3	5	7	9	11	13	16	19	22	24	27	30	32	35	38	40	42	43	43		
28	0	3	5	8	10	13	16	19	22	26	28	31	34	36	41	44	47	50	51	52	52	
30	0	3	6	9	11	14	18	22	25	29	32	35	38	40	46	50	53	56	59	61	62	62

(1) Para las dimensiones en m. de las distancias entre ejes (o pivotes) o de la sección transversal al eje (o pivote) más próximo que no estén recogidas en la Tabla se utilizarán los valores superiores más aproximados.

Observaciones

1. Las reducciones mínimas de anchura del cargamento se aumentan 5 cm. en las partes del cargamento situadas a una altura inferior a 430 mm. sobre el carril.

2. En el caso de cargamentos susceptibles de basculación durante la marcha del vagón, las reducciones mínimas de anchura del cargamento en las partes del mismo que rebasen los teleros del vagón se aumentarán la cifra de 10 cm.

3. En el caso de cargamentos sobre vagones de bogies o con traviesas giratorias, las reducciones mínimas de anchura de cargamento se reducirán (para las partes del cargamento situadas «entre» pivotes) en función de la distancia entre ejes extremos del bogie o del vagón de traviesa giratoria:

— Distancia entre ejes 4 m. $< p \leqslant 6$ m. Reducción adicional 1 cm.
— Distancia entre ejes $p > 6$ m. Reducción adicional 2 cm.

4. En el caso de cargamentos sobre vagones provistos de traviesa giratoria o cuando se utilizan en el transporte vagones de seguridad (para cubrir las partes del cargamento que exceden la longitud útil del vagón) o vagones intermedios (apoyo de los cargamentos largos sobre dos vagones), se aplicará el Apéndice 3.4.

APENDICE NUM. 3.2

TABLA DE REDUCCIONES DE ANCHURA DEL CARGAMENTO SITUADO "FUERA DE" EJES (O PIVOTES) DEL VAGON (en cm.)

Distancia entre ejes o pivotes en m. (2)	Distancia de la sección transversal (1) al eje más próximo (vagón de ejes) o al pivote más cercano (vagón de bogies) expresada en m. (2)																					
	0,5	1	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13
2,5	0	1	3	4	5																	
3	0	1	3	4	5																	
3,5	0	1	2	3	4	5	6	8														
4	0	0	2	3	4	5	6	8														
4,5	0	0	2	3	3	4	5	7														
5	0	0	2	2	3	4	5	7														
5,5	0	0	1	2	3	4	5	7														
6	0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15	18	20	23	25	31	39	49			
6,5	0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15	18	20	23	25	31	39	49			
7	0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	16	18	20	23	26	31	40	50			
7,5	0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	16	18	20	23	26	32	41	51			
8	0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	16	18	20	23	26	32	42	52			
9	0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	14	16	18	21	24	26	34	44	54			
10	0	0	2	3	3	4	5	7	9	12	14	17	19	22	24	27	36	46	56			
11	0	0	2	3	4	5	5	8	10	12	14	17	19	22	25	29	38	48	59			
12	0	0	2	3	4	5	6	8	10	13	15	17	20	23	26	30	40	51	62			
13	0	0	2	3	4	5	6	8	11	13	16	18	21	24	27	33	42	53	64			
14	0	0	2	3	4	6	7	9	11	14	16	19	22	25	29	34	45	56	67			
15	0	1	3	4	5	6	7	9	12	14	17	20	23	26	31	36	47	58	70			
16	0	1	3	4	5	6	7	10	12	15	18	21	24	28	33	38	49	61	73			
17	0	1	3	4	5	7	8	10	13	16	18	21	25	30	35	41	52	63	76			
18	0	1	3	5	6	7	8	11	13	16	19	22	26	32	37	43	54	66	79			
19	0	1	4	5	6	7	9	11	14	17	20	23	28	33	39	45	57	69	82			
20	0	1	4	5	6	8	9	12	15	18	21	24	30	35	41	47	59	72	85			
22	0	2	4	6	7	9	10	13	16	19	22	28	33	39	45	51	64	77	92			
24	0	2	5	7	8	10	11	14	17	21	25	31	37	43	49	56	69	83	98			
26	0	2	5	7	9	10	12	15	19	22	28	34	40	47	53	60	74	88	104			
28	0	3	6	8	9	11	13	16	20	25	31	37	44	50	57	64	80	94	111			
30	0	3	7	8	10	12	14	17	21	27	34	40	47	54	61	69	85	100	117			

(1) Los cargamentos, para los cuales les corresponden a las cifras en caracteres gruesos (zona derecha), deben considerarse transportes excepcionales.

(2) Para las dimensiones en m. de las distancias entre ejes (o pivotes) o de la sección transversal al eje (o pivote) más próximo que no estén recogidas en la Tabla se utilizarán los valores superiores más aproximados.

Observaciones

1. Las reducciones mínimas de anchura del cargamento se aumentan 5 cm. en las partes del cargamento situadas a una altura inferior a 430 mm. sobre el carril.

2. En el caso de cargamentos susceptibles de basculación durante la marcha del vagón, las reducciones mínimas de anchura del cargamento en las partes del mismo que rebasen los teleros del vagón se aumentarán la cifra de 10 cm.

3. En el caso de cargamentos sobre vagones de bogies o con traviesas giratorias, las reducciones mínimas de anchura de cargamento se reducirán (para las partes del cargamento situadas «fuera de» pivotes) en función de la distancia entre ejes extremos del bogie o del vagón de traviesa giratoria:

— Distancia entre ejes 4 m. $< p \leqslant 6$ m. Reducción adicional 1 cm.
— Distancia entre ejes $p > 6$ m. Reducción adicional 2 cm.

4. En el caso de cargamentos sobre vagones provistos de traviesa giratoria o cuando se utilizan en el transporte vagones de seguridad (para cubrir las partes del cargamento que excedan la longitud útil del vagón) o vagones intermedios (apoyo de los cargamentos largos sobre dos vagones), se aplicará el Apéndice 3.4.

APENDICE NUM. 3.3

Fórmulas de cálculo de las "reducciones" del cargamento recogidas en las Tablas de los Apéndices números 3.1 y 3.2

Datos del vehículo y del cargamento

a (m.) = Distancia entre ejes (o pivotes) del vehículo.
p (m.) = Distancia entre ejes del bogie.
n (m.) = Distancia de la sección del cargamento al eje (o pivote) más próximo.
d (mm.) = Distancia mínima entre pestañas de un eje.
q (mm.) = Holgura de caja de grasa.
w (mm.) = Holgura en pivote.
h (mm.) = Altura del cargamento sobre el carril.

Datos de la vía

R (m.) = Radio de curva (para el cálculo 250 m.) (3).
l (mm.) = Distancia máxima entre caras internas de carriles.

Fórmulas de reducción

Sección del cargamento entre ejes (o pivotes).—Apéndice 3.1

$$E_i = \overset{(3)}{2(an - n^2)} + \overset{(1)}{\left[\frac{l-d}{2} + W + q\right]} + \overset{(2)}{\frac{p^2}{2} - k} + \alpha$$

$$\alpha \text{ (mm.)} \begin{cases} \text{Si } an - n^2 + \frac{p^2}{4} \begin{cases} \leq 80 & \alpha = 0 \\ > 80 & \alpha = \frac{4}{3}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 80\right) \end{cases} \end{cases}$$

Sección del cargamento fuera de ejes (o pivotes).—Apéndice 3.2

$$E_a = \overset{(3)}{2(an + n^2)} + \overset{(1)}{\left[\frac{l-d}{2} + W + q\right]}\frac{2n+a}{a} - \overset{(2)}{\frac{p^2}{2} - k} + \beta$$

$$\beta \text{ (mm.)} \begin{cases} \text{Si } an + n^2 - \frac{p^2}{4} \begin{cases} \leq 120 & \beta = 0 \\ > 120 & \beta = \frac{4}{3}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120\right) \end{cases} \end{cases}$$

(1) Se aplica normalmente el valor de 50 mm.
(2) Para $h \geq 430$ mm. $k = 75$ mm.
$h < 430$ mm. $k = 25$ mm.
(3) $\left.\begin{array}{l} \frac{an-n^2}{2R} \cdot 10^3 \text{ (mm.)} \\ \frac{an+n^2}{2R} \cdot 10^3 \text{ (mm.)} \end{array}\right\}$ Si R = 250 m. $\left\{\begin{array}{l} 2\,(an-n^2) \text{ (mm.)} \\ 2\,(an+n^2)\,) \text{ (mm.)} \end{array}\right.$

Ejemplo 1

Datos: a = 12 m. R = 250 m.
p = 0 m.

$h \geq 430$ mm. $\left[\frac{l-d}{2} + q\right] = 50$ mm.

$n_i = 6$ m.

$an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} = \frac{12^2}{4} = 36 < 80 \longrightarrow \alpha = 0$

$E_i = 2(6.12 - 6^2) + \left[\frac{l-d}{2} + q\right] - 75 = 47$ mm.

En Tabla Apéndice 3.1 con redondeo por exceso corresponderá a 5 cm.

Ejemplo 2

Datos:

$$a = 24 \text{ m.} \quad h \geqq 430 \text{ mm.} \quad (k = 75 \text{mm.})$$

$$p = 0 \text{ m.} \quad R = 250 \text{m.}$$

$$n_i = 12 \text{ m.} \quad \left[\frac{l-d}{2} + q\right] = 50 \text{ mm.}$$

$$an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} = \frac{24^2}{4} = 144 > 80$$

$$\alpha = \frac{4}{3}(144 - 80) = 85 \text{mm.}$$

$$E_i = 2(24.12 - 12^2) + \left[\frac{l-d}{2} + q\right] - 75 + 85 = 348 \text{ mm.}$$

En Tabla de reducciones con redondeo por exceso 35 cm.

Ejemplo 3

Datos: $a = 30 \text{m.} \quad h \geqq 430 \text{mm.} \quad (k = 75 \text{mm.})$

$$p = 0 \text{ m.} \quad R = 250 \text{m.}$$

$$n_i = 15 \text{m.} \quad \frac{l-d}{2} + q = 50 \text{mm.}$$

$$an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} = \frac{30^2}{4} = 225 > 80 \longrightarrow \alpha = \frac{4}{3}(225 - 80) = 193 \text{ mm.}$$

$$E_i = 2(30.15 - 15^2) + 50 - 75 + 193 = 618 \text{m.}$$

APENDICE NUM. 4

En Tabla con redondeo por exceso 62 cm.

TABLA DE DISTANCIAS MINIMAS ENTRE EL CARGAMENTO Y LAS PAREDES LATERALES O TELEROS DE LOS VAGONES (en cm.)

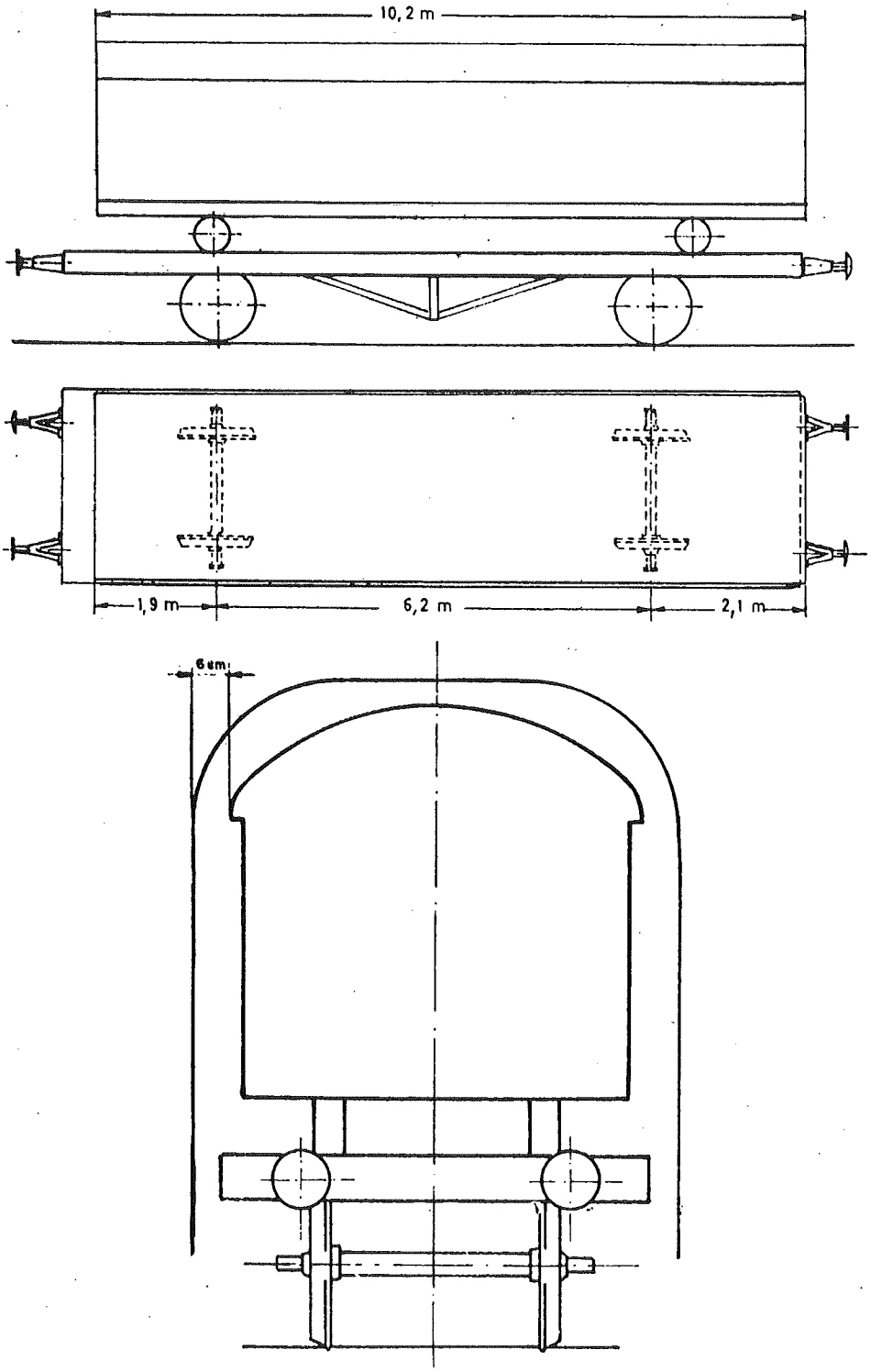
Distancia entre ejes o pivotes del vagón de carga o entre pivotes del vagón con traviesa giratoria, en m.	Distancia del cargamento a las paredes laterales o a los teleros del vagón en cm. (1)													
	Vagones con traviesa giratoria				Vagones de seguridad									Vagón intermedio
					Para una distancia de la sección									
	Al pivote más próximo, en m. (2)				Al eje extremo del vagón de carga más próximo o al pivote más cercano, en m. (2)									
	2	3	4	5	3	4	5	6	6,5	7	8	9	10	
4					26									
6	13	18			26	31	38	45	49	53	61	70	80	
8	14	19	22		26	32	39	47	50	55	63	72	83	
10	15	21	25	28	28	34	41	49	54	58	67	77	88	24
12	16	23	27	31	29	36	44	52	57	61	71	81	93	28
14	18	24	29	34	31	38	47	56	60	65	76	86	98	33
16	19	26	32	37	33	41	50	59	64	69	80	92	104	38
18	20	28	34	41	34	43	53	63	68	73	85	97	110	44
20	21	30	37	44	36	46	56	67	72	78	90	102	116	51
25	25	35	43	52	41	52	64	76	83	89	103	117	132	71
30	28	40	50	60	46	58	72	86	93	100	116	131	148	95

(1) Los cargamentos para los cuales las distancias mínimas a las paredes laterales o teleros corresponden a las cifras de la tabla en caracteres gruesos (zona derecha), deben considerarse transportes excepcionales.

(2) Para las dimensiones en m. de las distancias entre ejes (o pivotes) o de la sección transversal al eje (o pivote) más próximo que no estén recogidas en la tabla se utilizarán los valores superiores más aproximados.

APENDICE NUM. 4.1

EJEMPLO PRACTICO DE APLICACION DE LAS "TABLAS DE REDUCCION DE ANCHURA DEL CARGAMENTO", SEGUN APENDICES NUMS. 3.1 Y 3.2



Transporte de un vehículo de 10,2 m. de longitud sobre un vagón de 2 ejes de empate 6,2 m. El vehículo se ha cargado de forma que uno de sus testeros está situado a 2,1 m. de un eje del vagón y el otro testero a la distancia de 1,9 m. del segundo eje. Además la parte del techo más próxima al contorno del gálibo de cargamento se encuentra a la distancia horizontal de 6 cm.

Las distancias mínimas admitidas entre el cargamento y el gálibo citado son las siguientes:

1. Para las partes del cargamento situadas entre los ejes del vagón la distancia mínima admitida es de 0 cm., según la Tabla del Apéndice 3.1 (Intersección de la "línea" 6,5 m. (1) con la "columna" 3,5 m. (2)). Dado que dicha distancia mínima es de 6 cm. el cargamento cumple las condiciones "entre ejes del vagón".

2. Para las partes del cargamento situadas "Fuera de los ejes del vagón" la distancia mínima admitida es de 4 cm. para el extremo del vehículo situado a 2,1 m. de un eje del vagón, según la Tabla del Apéndice 3.2 (Intersección de la "línea" 6,5 m. (1) con la "columna" 2,25 m. (3)).

   Dado que dicha distancia mínima es de 6 cm., el cargamento cumple las condiciones "fuera de ejes del vagón".

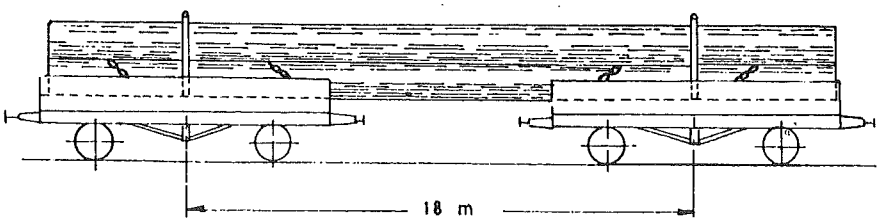
(1) En lugar de 6,2 m. (empate del vagón), según el criterio indicado en el Apéndice 3.1 de utilizar los valores superiores más aproximados de la Tabla.

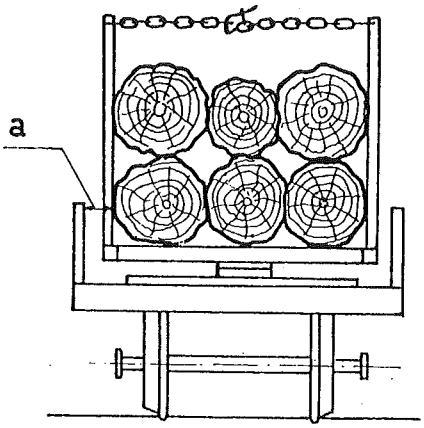
(2) Para el empate de 6,2 m. del vagón, la distancia de la sección más alejada de un eje es de 3,1 m., utilizándose el valor 3,5 m. de la Tabla por aplicación de indéntico criterio de redondeo superior.

(3) En lugar de 2,1 m., que es la distancia mayor de uno de los testeros del vehículo al eje respectivo más próximo, se utilizará al valor 2,25 m. superior más cercano de la Tabla.

APENDICE NUM. 4.2

Ejemplo práctico de aplicación de la "Tabla de distancias mínimas entre el cargamento y las paredes laterales de los vagones", según Apéndice número 3.4





a = Distancia mínima admisible entre el cargamento y las paredes laterales de los vagones utilizados para las distintas secciones del cargamento referidas al apoyo más próximo.

Transporte de troncos largos mediante la utilización de dos vagones provistos de traviesa giratoria y de paredes laterales, de forma que la distancia entre apoyos del cargamento es de 18 m.

La distancia "a" entre el cargamento y las paredes laterales de seguridad del vagón, referida a distancia de cada sección del cargamento al apoyo más próximo, tendrá los valores mínimos siguientes:

Distancia de la sección del cargamento al apoyo más próxima	Distancia "a"
Hasta 2 m.	20 cm.
Más de 2 m. hasta 3 m.	28 cm.
Más de 3 m. hasta 4 m.	34 cm.
Más de 4 m. hasta 5 m.	41 cm.

Si se utiliza un "vagón de seguridad", la distancia entre el cargamento y las paredes laterales del citado vagón debe ser de 34 cm., si la sección considerada del cargamento está situada a 3 m. del apoyo más próximo.

Si se utiliza un "vagón intermedio", la distancia entre el cargamento y las paredes laterales del vagón citado debe ser como mínimo de 44 cm.