



NAG 5-1-0.0

NORMA ADIF GENERAL

# GÁLIBOS AUTOPISTA FERROVIARIA

1ª EDICIÓN: FEBRERO 2021

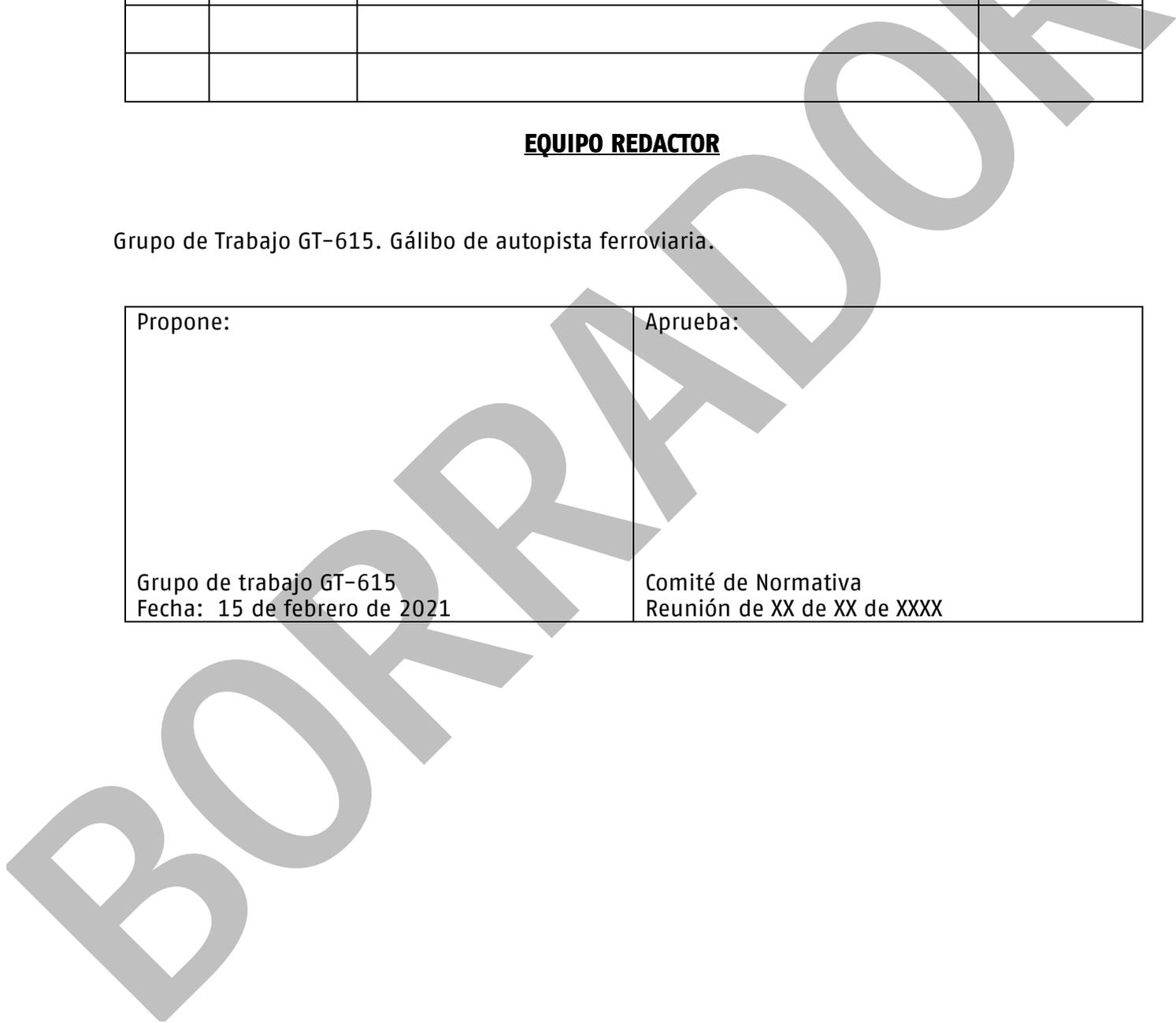
**CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES**

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

**EQUIPO REDACTOR**

Grupo de Trabajo GT-615. Gálibo de autopista ferroviaria.

<p>Propone:</p>          <p>Grupo de trabajo GT-615 Fecha: 15 de febrero de 2021</p>	<p>Aprueba:</p>          <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
--	---



**ÍNDICE DE CONTENIDOS**
**PÁGINA**

1.- OBJETO.....	4
2.- CAMPO DE APLICACIÓN .....	4
3.- INTRODUCCIÓN.....	4
4.- PROCEDIMIENTO GENERAL .....	5
5.- CONTORNOS DE REFERENCIA PRESENTADOS .....	5
6.- GÁLIBO AF4.0-P .....	6
6.1.-PERFIL DE REFERENCIA.....	6
6.2.-CARACTERÍSTICAS DEL VAGÓN DE REFERENCIA .....	7
6.3.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (REGLAS ASOCIADAS) GÁLIBOS AF4.0-IP Y AF4.0-EP .....	8
6.4.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO IBÉRICO AF4.0-IP.....	13
6.4.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS.....	13
6.4.2.-GÁLIBO NOMINAL ÓPTIMO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS .....	14
6.5.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO ESTÁNDAR AF4.0-EP .....	16
6.5.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS.....	16
6.5.2.-GÁLIBO NOMINAL ÓPTIMO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS .....	17
7.- GÁLIBO AF4.1-P .....	18
7.1.-PERFIL DE REFERENCIA.....	18
7.2.-CARACTERÍSTICAS DEL VAGÓN DE REFERENCIA .....	19
7.3.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (REGLAS ASOCIADAS) GÁLIBOS AF4.1-IP Y AF4.1EP .....	19
7.4.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO IBÉRICO AF4.1-IP.....	20
7.4.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS.....	21
7.4.2.-GÁLIBO NOMINAL ÓPTIMO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS .....	22
7.5.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO ESTÁNDAR AF4.1-EP .....	23
7.5.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS.....	23
7.5.2.-GÁLIBO NOMINAL ÓPTIMO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS .....	24
8.- GÁLIBO AF4.2-P .....	26
8.1.-PERFIL DE REFERENCIA.....	26
8.2.-CARACTERÍSTICAS DEL VAGÓN DE REFERENCIA .....	26
8.3.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (REGLAS ASOCIADAS) GÁLIBO AF4.2-IP Y AF4.2-EP.....	26
8.4.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO IBÉRICO AF4.2-IP.....	28
8.4.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS.....	28
8.4.2.-GÁLIBO NOMINAL ÓPTIMO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS .....	29
8.5.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO ESTÁNDAR AF4.2-EP .....	31
8.5.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS.....	31
8.5.2.-GÁLIBO NOMINAL ÓPTIMO DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS .....	32
9.- COORDINACIÓN DE CONTORNOS DE REFERENCIA EN VAGONES POCHE .....	34
10.-NORMATIVA DE REFERENCIA.....	39
11.-NORMATIVA DEROGADA.....	39
12.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR .....	39

## 1.-OBJETO

El objeto de este documento es definir los gálibos de autopista ferroviaria para el material rodante tipo Poche a utilizar en la red ferroviaria de interés general gestionada por Adif y Adif Alta Velocidad.

## 2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Será de aplicación para cualquier requerimiento de gálibos de autopista ferroviaria que se lleve a cabo en Adif y Adif Alta Velocidad, en adelante Adif.

## 3.-INTRODUCCIÓN

Con el fin de incrementar la capacidad de transportes de mercancías en la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG), Adif ha desarrollado un Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático de Autopista Ferroviaria que permita el transporte de semirremolques de cuatro metros de altura, en adelante P400, en vagones especiales.

### Red Ferroviaria de Interés General

La red ferroviaria que administra Adif presenta unas características particulares que la hacen especial, disponiendo de varios anchos diferenciados, ancho métrico, ancho ibérico y ancho estándar europeo. Dentro de las líneas ferroviarias, nos encontramos además de las líneas con distintos anchos, la particularidad de las líneas con un tercer carril, permitiendo la circulación de trenes tanto en ancho Ibérico como en Estándar Europeo.

Esta situación hace indispensable extender el desarrollo del análisis de gálibos para transporte de semirremolques P400 sobre vagones especiales a ambos anchos, ya que serán necesarios los contornos de Referencia asociados a cada uno de ellos, para facilitar los estudios de viabilidad de dichos transportes por la Red Ferroviaria de Interés General.

### Tipos de vagones

Atendiendo al tipo de vagones con capacidad para transportar semirremolques P400, existen dos tipos fundamentales:

- Los vagones poche clásico o estándar pocket wagon, en adelante vagón poche.
- Los vagones de perfil bajo de carga, vagón de piso bajo o low-floor wagon. Este tipo de vagón requiere de un desarrollo similar al expuesto en este documento.

### Tipos de semirremolques

Actualmente el semirremolque que presenta más interés para ser transportado sobre plataformas o vagones especiales por la red ferroviaria es el denominado P400, sin embargo, nos encontramos en la red de carreteras, al igual que ocurre en la red ferroviaria, transportes que requieren autorizaciones complementarias de circulación y que presentan un gran interés a la hora de ser transportados por ferrocarril.

Actualmente, la red de carreteras tiene capacidad para el transporte de semirremolques de hasta cuatro metros y medio de altura. Concretamente, nos encontramos con dos tipos de semirremolques que bien sea porque están destinados al transporte de pieza de automoción bien por el transporte de otro tipo de mercancías, presentan un interés especial para ser transportados por ferrocarril. Estos semirremolques son semirremolques de cuatro metros y diez centímetros de

altura, en adelante P410 y semirremolques de cuatro metros y veinte centímetros de altura, en adelante P420.

#### **4.-PROCEDIMIENTO GENERAL**

El primer paso para la definición del Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático es establecer un perfil de referencia en base al que aplicar las reglas asociadas para del cálculo del gálibo de material rodante.

El segundo paso es la determinación de los parámetros del vagón de referencia, así como los parámetros asociados al conjunto vagón + cargamento.

Tras la realización de cálculo y definición de puntos del Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático previo basado en valores reales se aplicarán sobre este una serie de correcciones ponderadas en base a la información aportada por los fabricantes de material ferroviario y multimodal de carretera.

Se obtendrá de esta manera el Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático de semirremolques de cuatro metros, cuatro metros diez centímetros y cuatro metros veinte centímetros transportados sobre vagones especiales.

Utilizando como base dicho Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático, se presentan dos gálibos de implantación de obstáculos representativos del mismo, un gálibo uniforme de implantación de obstáculos con condiciones desfavorables y un gálibo nominal de implantación de obstáculos en recta.

Se aplica como base para el desarrollo de este documento la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 julio), en adelante IFG.

#### **5.-CONTORNOS DE REFERENCIA PRESENTADOS**

Una característica fundamental para el tránsito de vehículos ferroviarios y su circulación por la RFIG es el contorno de referencia de gálibo cinemático.

El contorno obtenido en base a la aplicación de las reglas de instalaciones fijas sobre el contorno de referencia de gálibo cinemático nos indica el gálibo de implantación de obstáculos necesario para preservar la seguridad en la explotación ferroviaria.

El contorno obtenido como aplicación de las reglas de materia rodante sobre el contorno de referencia de gálibo cinemático definirá el contorno constructivo máximo del material rodante.

Atendiendo a la IFG existe la posibilidad de disponer de los siguientes gálibos en la RFIG en función de que nos encontremos en ancho ibérico, ancho estándar o ancho métrico: GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GA, GB, GC, GED10 Y GEE10.

Atendiendo al tipo de vagones con capacidad para transportar semirremolques, existen dos tipos fundamentales:

- Los vagones poche clásico o estándar pocket wagon, en adelante vagón poche.
- Los vagones de perfil bajo de carga, vagón de piso bajo o low-floor wagon. Este tipo de vagón requiere de un desarrollo similar al expuesto en este documento.

Y en base a la altura del semirremolque transportado:

- Semirremolque de cuatro metros denominados P400.
- Semirremolque de cuatro metros diez centímetros denominados P410.
- Semirremolque de cuatro metros veinte centímetros denominados P420.

Podemos definir los siguientes contornos de referencia que se desarrollaran en el presente documento:

- AF4.0-IP: Contorno de referencia de gálibo cinemático para el transporte de semirremolques P400 sobre vagón tipo Poche en líneas de ancho Ibérico.
- AF4.0-EP: Contorno de referencia de gálibo cinemático para el transporte de semirremolques P400 sobre vagón tipo Poche en líneas de ancho estándar.
- AF4.1-IP: Contorno de referencia de gálibo cinemático para el transporte de semirremolques P410 sobre vagón tipo Poche en líneas de ancho Ibérico.
- AF4.1-EP: Contorno de referencia de gálibo cinemático para el transporte de semirremolques P410 sobre vagón tipo Poche en líneas de ancho estándar.
- AF4.2-IP: Contorno de referencia de gálibo cinemático para el transporte de semirremolques P420 sobre vagón tipo Poche en líneas de ancho Ibérico.
- AF4.2-EP: Contorno de referencia de gálibo cinemático para el transporte de semirremolques P420 sobre vagón tipo Poche en líneas de ancho estándar.

## **6.-GÁLIBO AF4.0-P**

Se analiza el desarrollo del contorno de referencia de semirremolque de cuatro metros sobre vagón tipo poche.

### **6.1.-PERFIL DE REFERENCIA**

Para la definición del perfil de referencia del conjunto vagón + semirremolque catalogado como P400, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

- Se partirá del contorno real del cargamento sin aplicar el procedimiento definido en la ficha UIC 596-6.
- Según RD 2822/1998, de 23 de diciembre, las dimensiones máximas autorizadas para poder circular de un semirremolque son las que se detallan, pudiendo circular semirremolques de dimensiones superiores con autorizaciones especiales:
  - Altura máxima de los vehículos incluida carga, como norma general de 4.000 mm de alto
  - Anchura máxima autorizada como regla general de 2.600 mm.

Se establece como semirremolque de referencia cualquiera que, teniendo la anchura máxima autorizada, después del descenso de suspensiones a posición de transporte en vagón ferroviario y bloqueadas, quede a una altura máxima de 4.000 mm.

- Se considera una tolerancia transversal por efecto de la deflexión lateral de las ruedas del

semirremolque de 10 mm.

## 6.2.-CARACTERÍSTICAS DEL VAGÓN DE REFERENCIA

Las especificaciones técnicas que se incluyen en la tabla de parámetros son consecuencia de los datos aportados por fabricantes de material ferroviario con capacidad para transportar semirremolques catalogados como P400.

Para este análisis el vagón de referencia es un vagón tipo Poche con las siguientes consideraciones:

- Un complemento por efecto de extensión de suspensión de 15 mm en base a las recomendaciones de la ficha UIC 505-1.
- Las especificaciones disponibles del vagón poche para ancho ibérico y para ancho estándar son las mismas, existiendo ligeras diferencias por el uso de distinto tipo de bogies.

Características del vagón de referencia utilizado para el estudio:

Parámetro	Notación	Valor
Altura del plano de carga		0,270 m
Empate del vagón	a	14,600 m
Empate del bogie	P	1,8 m
Distancia máxima $n_a$	$n_a$	2 m
Disimetría	$\eta_0$	1°
Altura del centro de rotación	$h_c$	0,8 m
Holguras laterales: - Eje de ruedas y bastidor de bogie - Eje ruedas y caja - Bastidor de bogie y caja	q+w	0,0115 m
Semidistancia entre ejes de resbaladera	$b_g$	0,850 m
Holgura de las resbaladeras	J	0,012 m
Coefficiente de flexibilidad	S	0,2

Así mismo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones del conjunto vagón + semirremolque:

- Una tolerancia horizontal por efecto de centrado en la carga del semirremolque por utilización de medios verticales de 50 mm.
- Un incremento vertical de 55 mm debido a las plataformas de izado de los semirremolques.

### 6.3.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (REGLAS ASOCIADAS) GÁLIBOS AF4.0-IP Y AF4.0-EP

Un contorno de referencia de gálibo cinemático se compone de tres zonas diferenciadas y definidas en base a su altura respecto al plano de rodadura.

- Partes bajas.
- Partes comunes.
- Partes altas.

Se descarta el primer concepto en base a su no significatividad asociada al contorno del semirremolque a transportar, ya que está asociado a las características del vagón que lo transporte.

Para establecer un nexo de unión entre los gálidos existentes y el gálibo objetivo, se ha decidido mantener las mismas partes comunes que para los demás contornos de referencia, GEA16, GEB16 y GEC16 en el caso del ancho ibérico, ya que el GHE16 presenta una diferencia en la zona inferior debido a un estrechamiento añadido y GA, GB y GC en el caso de ancho estándar.

Se establece como contorno de referencia o patrón el contorno de referencia de gálibo cinemático GEB16 en el caso del ancho ibérico y el GB en el caso de ancho estándar y por tanto los desarrollos de los gálidos cinemáticos estarán asociados a sus respectivas reglas asociadas.

Todas las consideraciones respecto a la definición de puntos significativos del nuevo contorno de referencia de gálibo cinemático se centrarán en el diseño de las partes superiores del perfil de referencia P400 por encima 3,32 m de altura en el caso del GEB16 y por encima 3,25 m de altura en el caso del GB.

Dicho contorno de referencia de gálibo cinemático será la intersección del contorno debido al semirremolque respecto del contorno de referencia de gálibo cinemático, GEB16 o GB o lo que es lo mismo, la inclusión de punto significativo.

El perfil de referencia compuesto de vagón + semirremolque se ampliará mediante desplazamientos verticales y laterales para obtener el punto significativo a considerar como parte de contorno de referencia cinemático.

#### Desplazamientos verticales

El valor de los movimientos verticales a tener en cuenta, en lo que respecta a las partes superiores, se determina teniendo en cuenta los movimientos dinámicos ascendentes del material rodante. Se considera un valor por extensión de suspensiones de 15 mm.

No se aplica la componente vertical de los desplazamientos cuasiestáticos por considerarse despreciable, si bien, no obstante, debe tenerse en cuenta que cuando el vehículo está sujeto a la inclinación cuasiestática, el lado opuesto a la inclinación se eleva, pero al mismo tiempo se aleja del contorno de referencia de tal manera que existe posibilidad de interferencia. Por el contrario, en el lado de la inclinación, el vehículo desciende, compensando así parte de los movimientos ascendentes.

$$z=15 \text{ mm}$$

Se establece así mismo un incremento de la altura de referencia asociado a los complementos de izado para permitir la carga de todo tipo de semirremolques. Se considera un valor de 55 mm.

Se tendrá en cuenta una altura total del punto crítico de:

$h_p$	4.340 mm
-------	----------

### Desplazamientos horizontales:

Los desplazamientos laterales se calculan con las fórmulas asociadas al material remolcado montado sobre bogies según se establece en la IFG.

Se considerará un factor de ampliación del perfil, que será el mayor entre los factores de ampliación de secciones internas y secciones externas.

Dada la forma del cargamento, se puede reducir el análisis a estudiar solo las dos secciones transversales más significativas.

- La sección transversal  $n_i$  equidistante a los pivotes del bogie, que aporta el máximo saliente hacia el interior de la curva.
- La sección transversal externa  $n_a$  que se encuentra a la distancia máxima del pivote de bogie y el punto más distal de la carga y que aporta el máximo saliente hacia el exterior de la curva.

Se considerarán los desplazamientos del conjunto vagón + semirremolque tanto en vía recta como en vía en curva con el fin de obtener un contorno de referencia que nos permita obtener el máximo conjunto vagón + semirremolque configurable.

### Secciones internas.

Para el punto característico del conjunto vagón + cargamento el valor de ampliación  $E_i$  que se considerará será el mayor que resulte de la aplicación de la ecuación general para el caso de material remolcado sobre bogies.

Para la sección transversal interna  $n_i = \frac{a}{2}$ , como:

$$a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} > 250 \cdot (1,698 - d) + 32,5 \cdot k$$

La máxima ampliación se produce en la curva con lo que es de aplicación:

$$E_i = \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [x_i]_{>0} - 0,015 - 0,065 \cdot k$$

Siendo la ampliación asociada al paso de curva de radio 250 a radio 150 despreciable.

### Secciones externas.

Para el punto característico del conjunto vagón + cargamento el valor de ampliación  $E_a$  que se considerará será el mayor que resulte de la aplicación de la ecuación general para el caso de material remolcado sobre bogies.

Para la sección transversal externa dado el máximo valor posible de  $n_a$ , como:

$$a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250 \cdot (1,698 - d) \cdot \frac{n_a}{a} + 7,5 + 32,5 \cdot k$$

La máxima ampliación se produce en recta con lo que es de aplicación:

$$E_a = \left( \frac{1698 - d}{2} + q + w \right) \cdot \frac{2n_a - a}{a} + z - 0.015$$

A efecto de implementación de los factores de tolerancia asociados al centrado de la carga y al efecto de deformación de los neumáticos del semirremolque, las ecuaciones quedarán de la siguiente manera:

$$E_i = \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [x_i]_{>0} + T_{ccg} + T_{dlr} - 0.015 - 0,065 \cdot k$$

$$E_a = \left( \frac{1698 - d}{2} + q + w \right) \cdot \frac{2n_a - a}{a} + z + T_{ccg} + T_{dlr} - 0.015$$

Siendo:

- $T_{ccg}$  la tolerancia horizontal por efecto de centrado en la carga del semirremolque.
- $T_{dlr}$  el efecto de la deflexión lateral de las ruedas.

El factor asociado a los desplazamientos cuasiestáticos:

$$z = \frac{s}{35} \cdot (h - hc)_{>0} + \left[ \operatorname{tg} \left[ \eta'_0 + \left( \operatorname{arctg} \frac{(J - 0,005)_{>0}}{b_G} \right) \cdot (1 + s) - 1^\circ \right]_{>0} \right] \cdot |h - hc| + \left[ \frac{s}{16} \cdot (h - hc)_{>0} - (0,025 - 0,00635 \cdot k) \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}$$

En el caso de aplicación para el caso de ancho estándar se realizan las siguientes modificaciones:

- El valor de  $l_N = 1.668$  se sustituye por 1.435 m.
- El valor de  $l = 1.698$  se sustituye por 1.465 m.

Resultados de aplicación:

Perfil de referencia (mm)		Incrementos (mm)	
$h_p$	$b$	$E_i$	$E_a$
4.340	1.300	145	140

Punto previo de referencia del vagón + semirremolque:

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.340	1.445

Una vez definido el nuevo punto a considerar en el Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático en base a la información aportada por los fabricantes de material ferroviario y multimodal de carretera se aplicarán sobre este una serie de correcciones:

### Consideraciones sobre las Holguras laterales:

Atendiendo a los valores de las holguras laterales eje de ruedas y bastidor de bogie ( $q$ ) y bastidor de bogie y caja ( $w$ ) encontramos:

Según indica la IFG, el valor de  $q+w$  dependerá del tipo de material rodante, pudiendo tomarse como referencia un valor de 0,023 m.

Para el desarrollo de los gálibos estándar se ha considerado una holgura  $q+w= 0,023$  m en todos los casos.

Analizando cuantitativamente el incremento entre el valor real aportado y el valor propuesto, nos encontramos con un incremento sobre los valores  $E_i$  y  $E_a$ , resultando un valor moderadamente más conservador y que por tanto asumiremos en el desarrollo.

### Consideraciones sobre el centro de balanceo.

Dado que la posición del centro de balanceo varía en función de que el vehículo se encuentre parado o circulando y en función de las características de la vía, nos encontramos con las siguientes posibilidades:

- Parado en vía peraltada.
- Circulando con vía con insuficiencia de peralte.
- Parado en vía sin peralte.

En base a la documentación del material rodante disponible, el valor de la altura del centro de balanceo se encuentra en el rango entre 0,5 m y 0,8 m.

Atendiendo a las recomendaciones de la ficha UIC 505-1, cuando este parámetro no puede ser medido o calculado se tomará en valor de  $h_c=0,5$  m.

Analizando cuantitativamente el efecto del descenso del centro de balanceo, este aporta un pequeño incremento sobre los valores  $E_i$  y  $E_a$ . Se opta por el valor más conservador, asumiendo para los cálculos el valor de 0,5 m.

### Consideraciones sobre la flexibilidad

Atendiendo al parámetro de flexibilidad no encontramos varias consideraciones a tener en cuenta:

- Los datos aportados por los fabricantes de material rodante.
- Las indicaciones de la IFG del coeficiente de flexibilidad adoptado por convenio en las

partes altas.

- Las consideraciones de la ficha UIC 505-1 en cuanto a la definición de los parámetros a considerar para el cálculo de vehículos de forma que puedan inscribirse en el contorno de referencia.
- Las consideraciones de la ficha UIC 506-1 en cuanto al desarrollo de gálibos existentes.

Analizando cuantitativamente el efecto sobre el incremento del valor del parámetro de la flexibilidad, nos encontramos con un aumento significativo sobre los valores  $E_i$  y  $E_a$ . Dado que, además de obtener unos resultados del lado de la seguridad nos encontramos con el hecho de que se aplica dicho valor para el desarrollo de los gálibos mencionados, se opta por la utilización del valor,  $s=0,3$ .

Aplicando todas las consideraciones expuestas obtenemos el punto característico de referencia del vagón + semirremolque:

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.340	1.476

En base a la practicidad a la hora de realizar cualquier actuación en la infraestructura y teniendo en cuenta los valores obtenidos de los gálibos que se definen a continuación, se decide unificar los valores del semiancho. Con dicho fin se considera un valor final envolvente del máximo valor obtenido por aplicación de un factor redondeo, con lo que el punto característico de referencia del vagón + semirremolque será:

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.340	1.480

#### 6.4.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO IBÉRICO AF4.0-IP

Teniendo en cuenta el punto significativo calculado, se obtiene el siguiente contorno de referencia para ancho Ibérico:

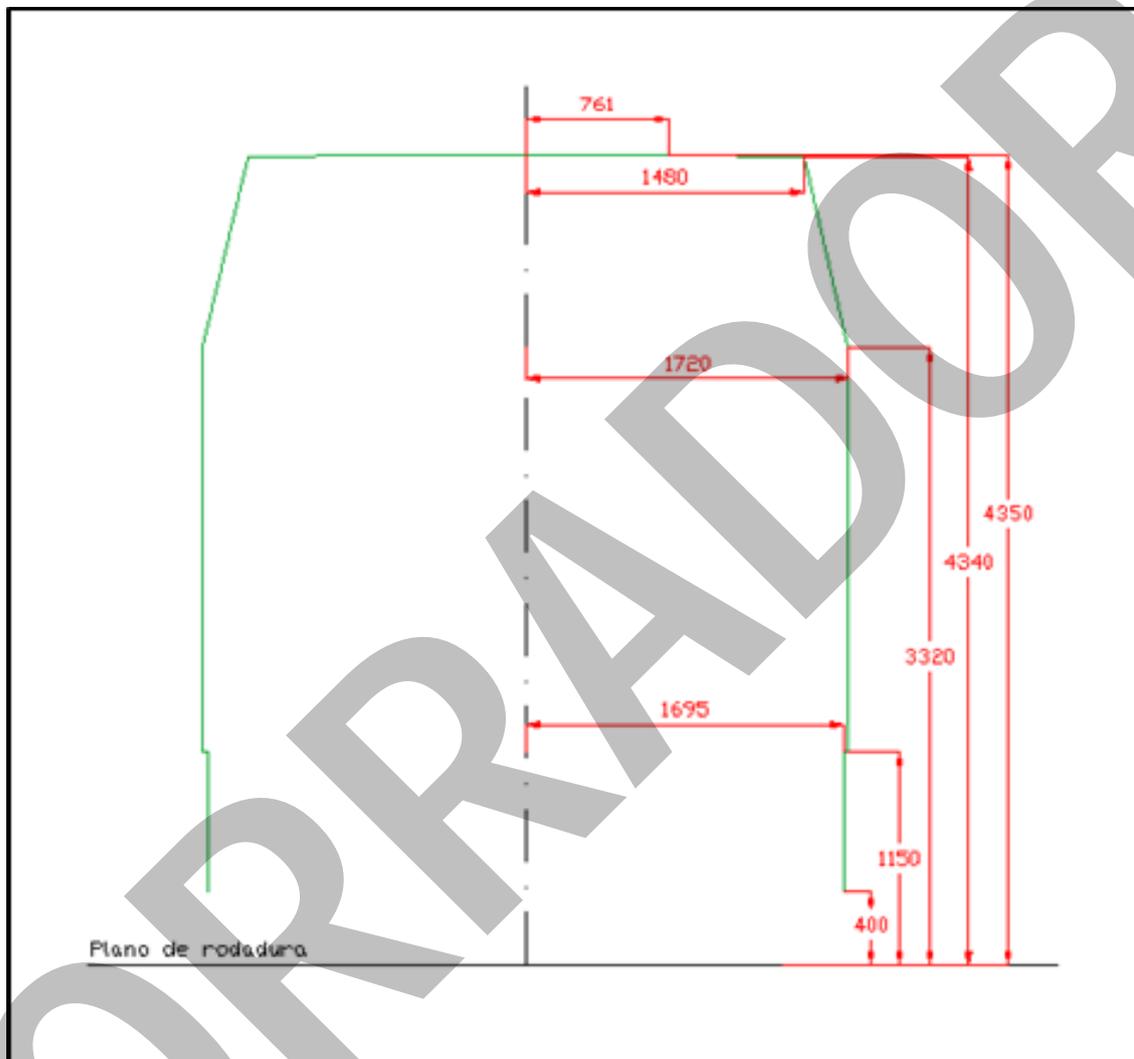


Ilustración 1. Contorno de referencia de gálibo cinemático P400 – Vagón Poche – Ancho Ibérico.

##### 6.4.1.-Gálibo uniforme de implantación de obstáculos

Se presenta el gálibo uniforme de implantación de obstáculos en base a los parámetros más desfavorables, con el fin de aportar una referencia para el análisis de viabilidad del conjunto vagón + cargamento en las líneas o trayectos que lo requieran.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta: 250 m.
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $R_v = 2.000$  m.
- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 160$  mm.

- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{\max} = 175$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

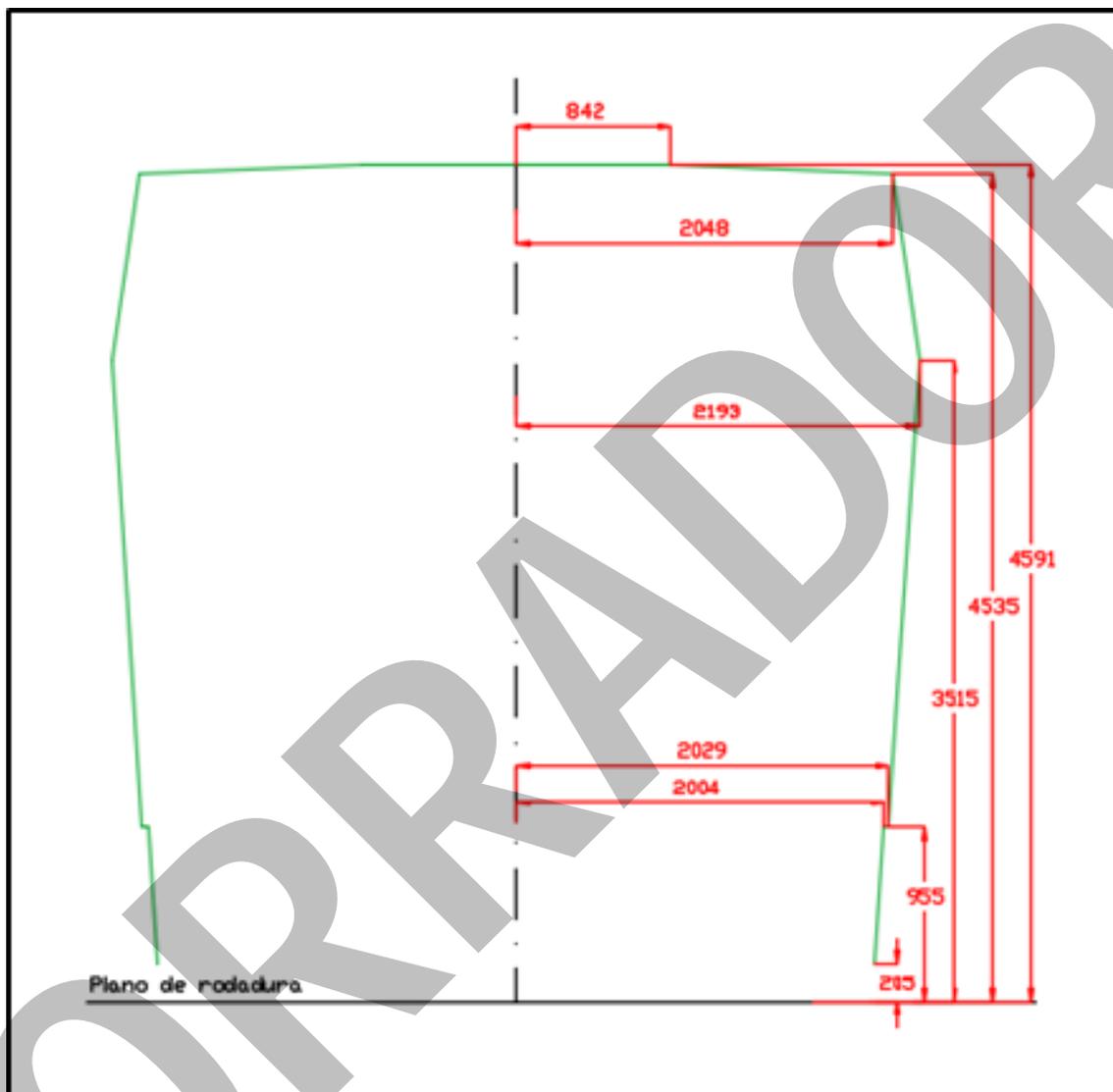


Ilustración 2. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos P400 – Vagón Poche – Ancho Ibérico.

En los tramos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, será necesario un estudio específico para la obtención del gálibo nominal de implantación de obstáculos.

#### 6.4.2.-Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos

Como complemento al gálibo uniforme de implantación de obstáculos para unos parámetros suficientemente desfavorables, se presenta el gálibo nominal calculado en las condiciones más favorables.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta:  $\infty$ .
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $\infty$ .

- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 0$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $I_{max} = 0$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

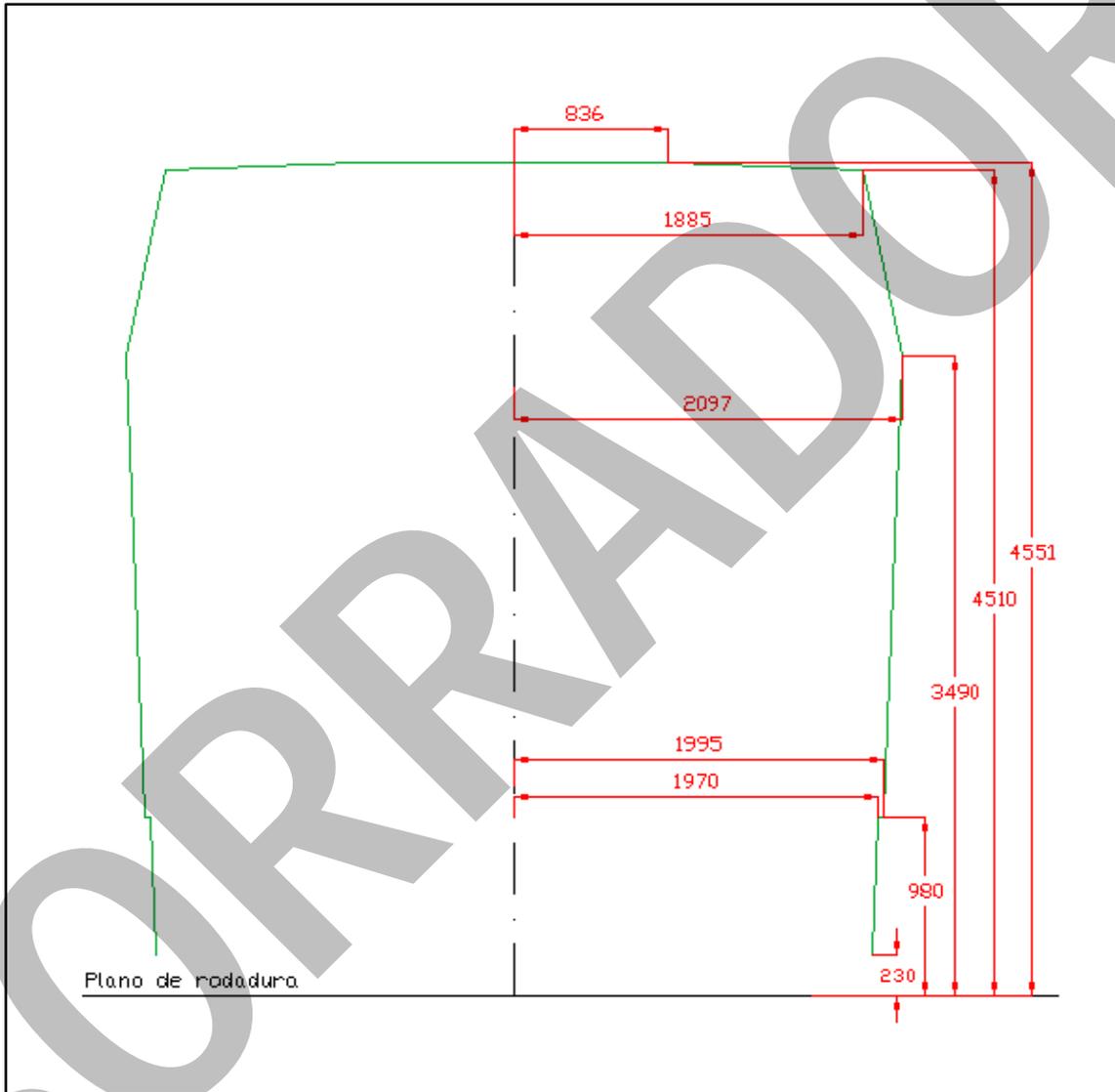


Ilustración 3. Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos P400 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

## 6.5.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO ESTÁNDAR AF4.0-EP

Teniendo en cuenta el punto significativo calculado, se obtiene el siguiente contorno de referencia para ancho estándar:

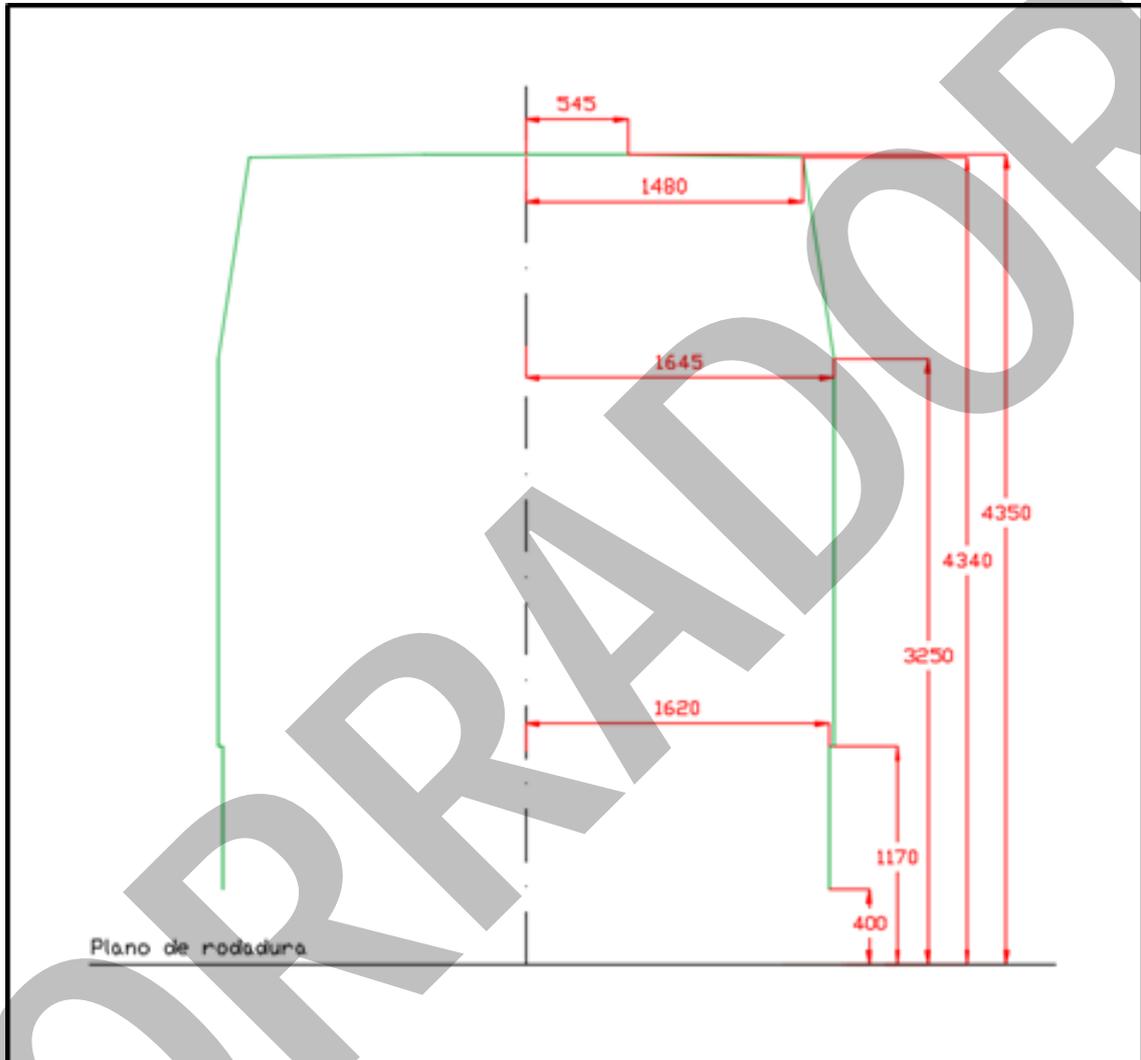


Ilustración 4. Contorno de referencia de gálibo cinemático P400 - Vagón Poche - Ancho estándar.

### 6.5.1.-Gálibo uniforme de implantación de obstáculos

Se presenta el gálibo uniforme de implantación de obstáculos en base a los parámetros más desfavorables, con el fin de aportar una referencia para el análisis de viabilidad del conjunto vagón + cargamento en las líneas o trayectos que lo requieran.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta: 250 m.
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $R_v = 2.000$  m.
- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 160$  mm.

- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{max} = 150$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

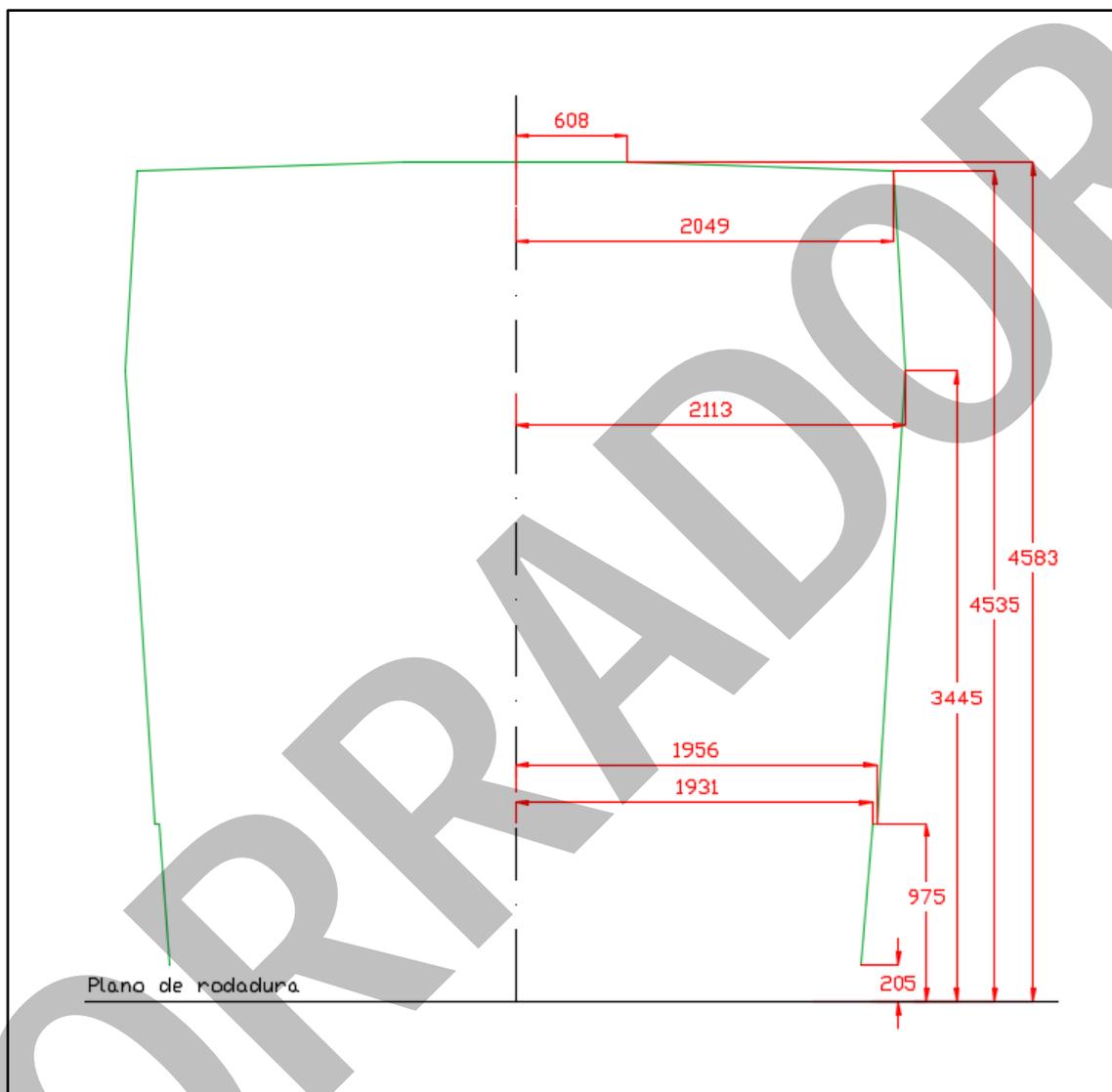


Ilustración 5. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos P400 - Vagón Poche - Ancho estándar.

En los tramos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, será necesario un estudio específico para la obtención del gálibo nominal de implantación de obstáculos.

### 6.5.2.-Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos

Como complemento al gálibo uniforme de implantación de obstáculos para unos parámetros suficientemente desfavorables, se presenta el gálibo nominal calculado en las condiciones más favorables.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta:  $\infty$
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $\infty$

- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{\max} = 0$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{\max} = 0$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

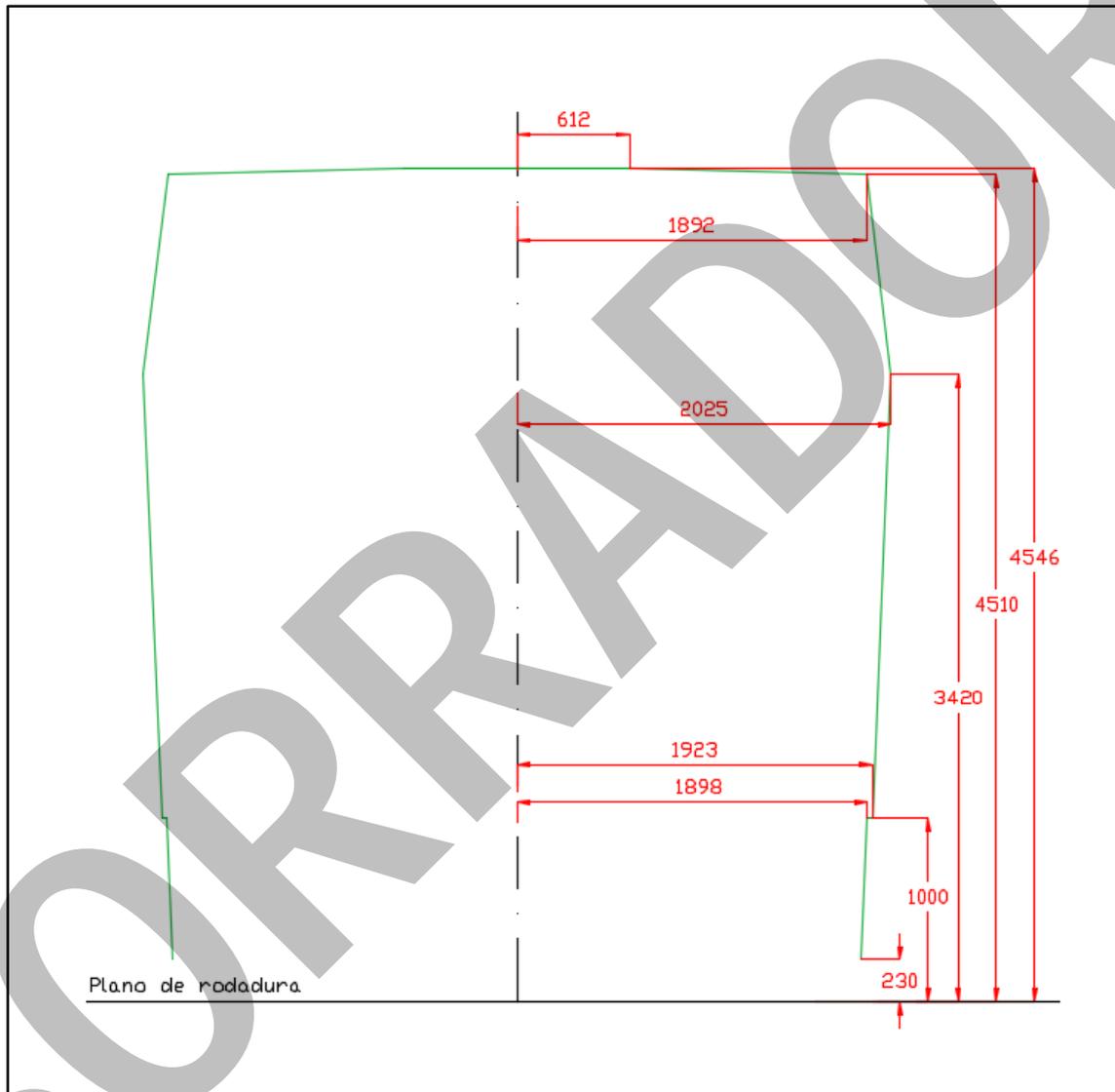


Ilustración 6. Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos P400 - Vagón Poche - Ancho estándar.

## 7.-GÁLIBO AF4.1-P

Se analiza el desarrollo del contorno de referencia de semirremolque de 4,10 metros sobre vagón tipo poche.

### 7.1.-PERFIL DE REFERENCIA

Para la definición del perfil de referencia del conjunto vagón + semirremolque catalogado como P410, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

- Se partirá del contorno real del cargamento sin aplicar el procedimiento definido en la ficha UIC 596-6.
- Según RD 2822/1998, de 23 de diciembre, las dimensiones máximas autorizadas para poder circular de un semirremolque son las que se detallan, pudiendo circular semirremolques de dimensiones superiores con autorizaciones especiales:
  - Altura máxima de los vehículos incluida carga, como norma general de 4.000 mm de alto
  - Anchura máxima autorizada como regla general de 2.600 mm.

Los semirremolques de cuatro metros diez centímetros podrán circular por carretera al amparo de una Autorización Complementaria de Circulación (ACC), que se concede para la circulación del vehículo y sus conjuntos por determinados tramos de carreteras, durante el período de tiempo establecido

Se establece como semirremolque de referencia cualquiera que, teniendo la anchura máxima autorizada, después del descenso de suspensiones a posición de transporte en vagón ferroviario y bloqueadas, quede a una altura máxima de 4.100 mm.

- Se considera una tolerancia transversal por efecto de la deflexión lateral de las ruedas del semirremolque de 10 mm.

## 7.2.-CARACTERÍSTICAS DEL VAGÓN DE REFERENCIA

Al igual que en el caso anterior, las especificaciones técnicas que se incluyen en la tabla de parámetros son consecuencia de los datos aportados por fabricantes de material ferroviario con capacidad para transportar semirremolques catalogados P410.

Para este análisis se tendrán en consideración las mismas características del vagón de referencia para el cálculo de los gálibos AF4.0-P.

## 7.3.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (REGLAS ASOCIADAS) GÁLIBOS AF4.1-IP Y AF4.1EP

Se tendrán en cuenta las consideraciones presentadas para el gálibo AF4.0-P.

Desarrollando el procedimiento de forma análoga al gálibo al gálibo AF4.0-P obtenemos los siguientes resultados de aplicación:

Perfil de referencia (mm)		Incrementos (mm)	
$h_p$	$b$	$E_i$	$E_a$
4.440	1.300	146	141

Punto previo de referencia del vagón + semirremolque.

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.440	1.446

Una vez definidos el nuevo punto a considerar en el Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático en base a la información aportada por los fabricantes de material ferroviario y multimodal de carretera y aplicando todas las consideraciones expuestas sobre holguras laterales, centro de rotación y flexibilidad, nos encontramos con el punto característico de referencia del vagón + semirremolque.

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.440	1.478

En base a la practicidad a la hora de realizar cualquier actuación en la infraestructura y teniendo en cuenta las consideraciones citadas, el punto característico de referencia del vagón + semirremolque será:

#### 7.4.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO IBÉRICO AF4.1-IP

Teniendo en cuenta el punto significativo calculado, se obtiene el siguiente contorno de referencia para ancho Ibérico:

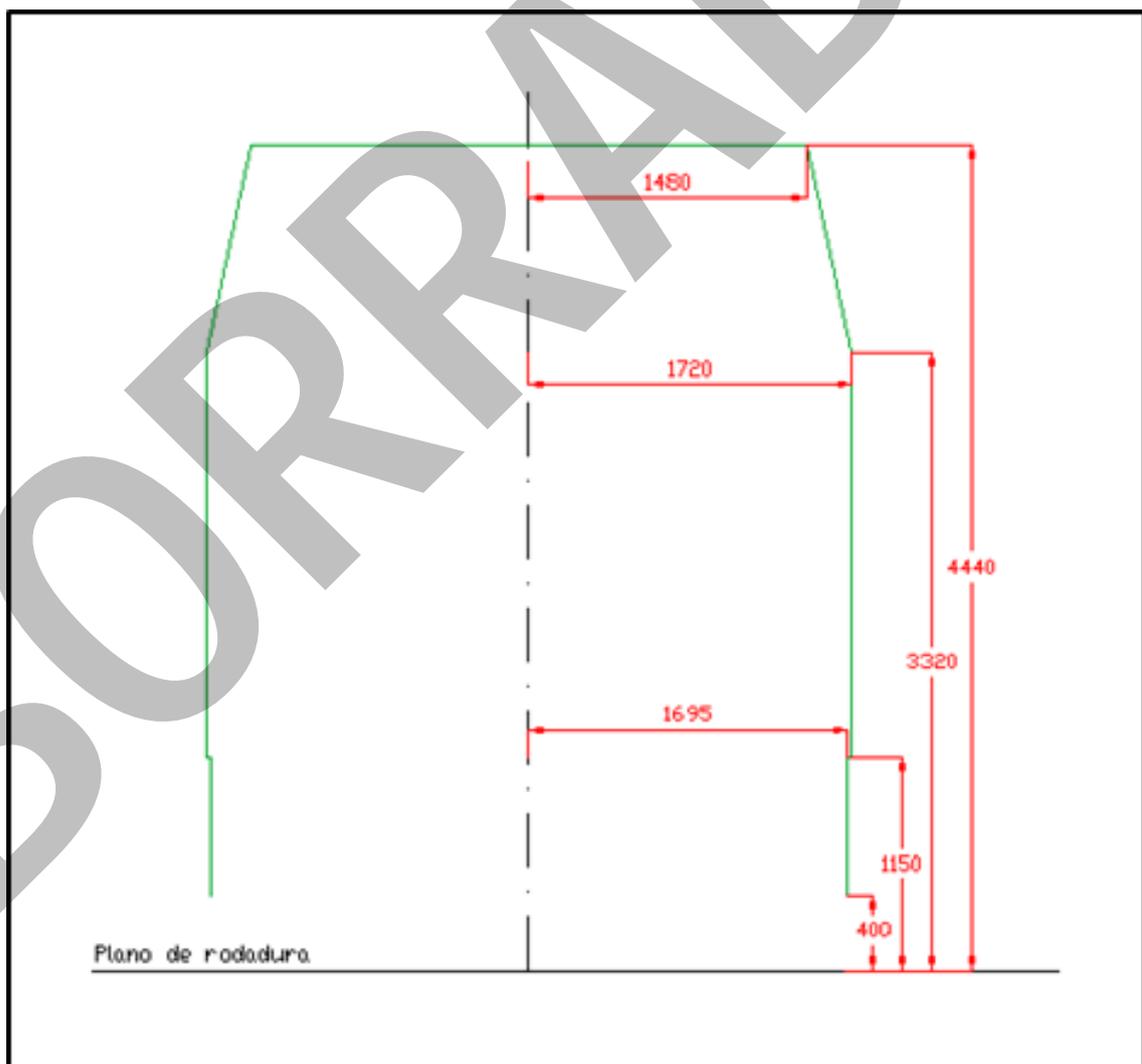


Ilustración 7. Contorno de referencia de gálibo cinemático P410 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

### 7.4.1.-GÁLIBO UNIFORME DE IMPLANTACIÓN DE OBSTÁCULOS

Se presenta el gálibo uniforme de implantación de obstáculos en base a los parámetros más desfavorables, con el fin de aportar una referencia para el análisis de viabilidad del conjunto vagón + cargamento en las líneas o trayectos que lo requieran.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta: 250 m.
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $R_v = 2.000$  m.
- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 160$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{max} = 175$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

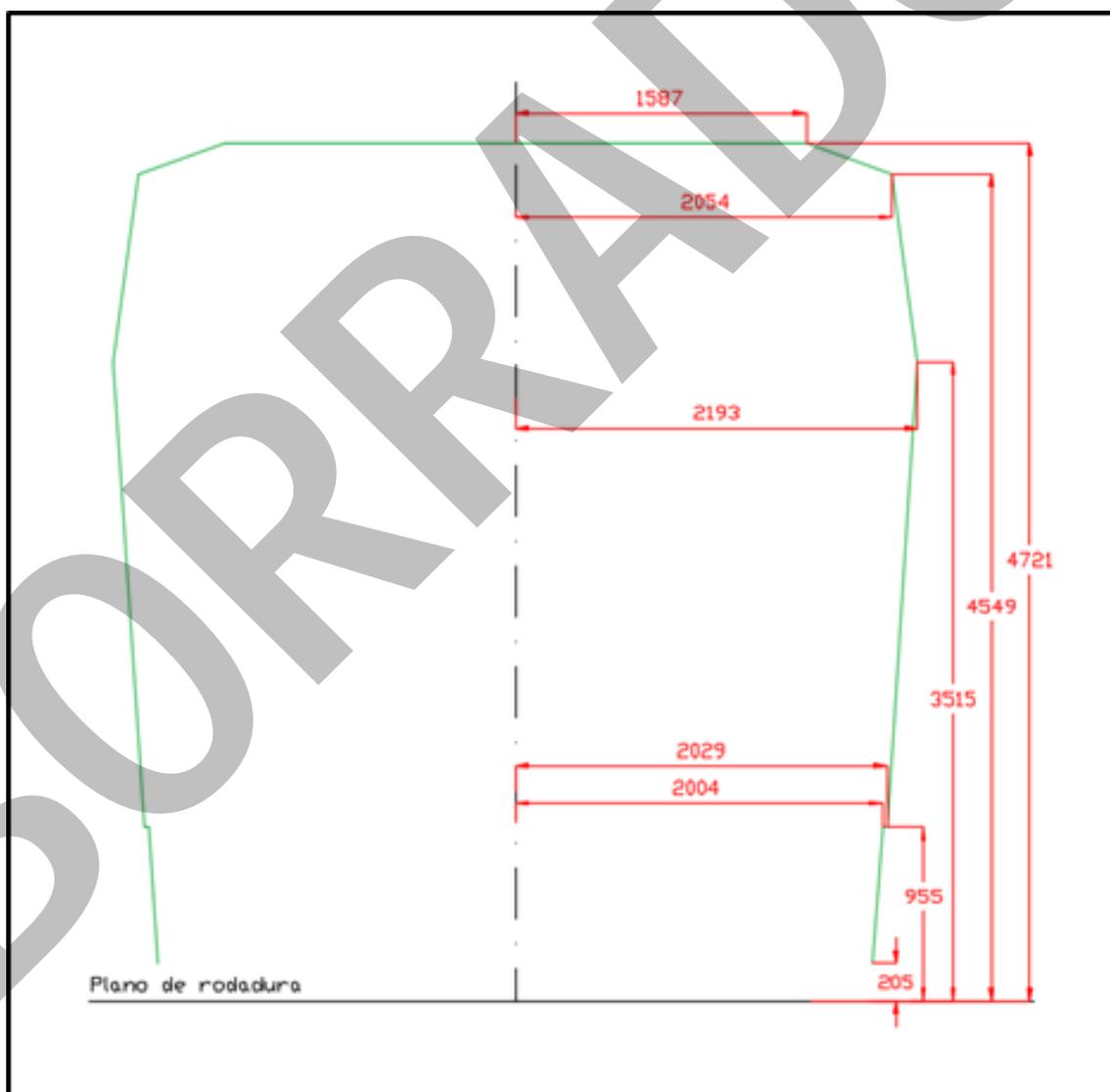


Ilustración 8. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos P410 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

En los tramos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, será necesario un estudio específico para la obtención del gálibo nominal de implantación de obstáculos.

### 7.4.2.-Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos

Como complemento al gálibo uniforme de implantación de obstáculos para unos parámetros suficientemente desfavorables, se presenta el gálibo nominal calculado en las condiciones más favorables.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta:  $\infty$
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $\infty$
- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{\max} = 0$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{\max} = 0$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

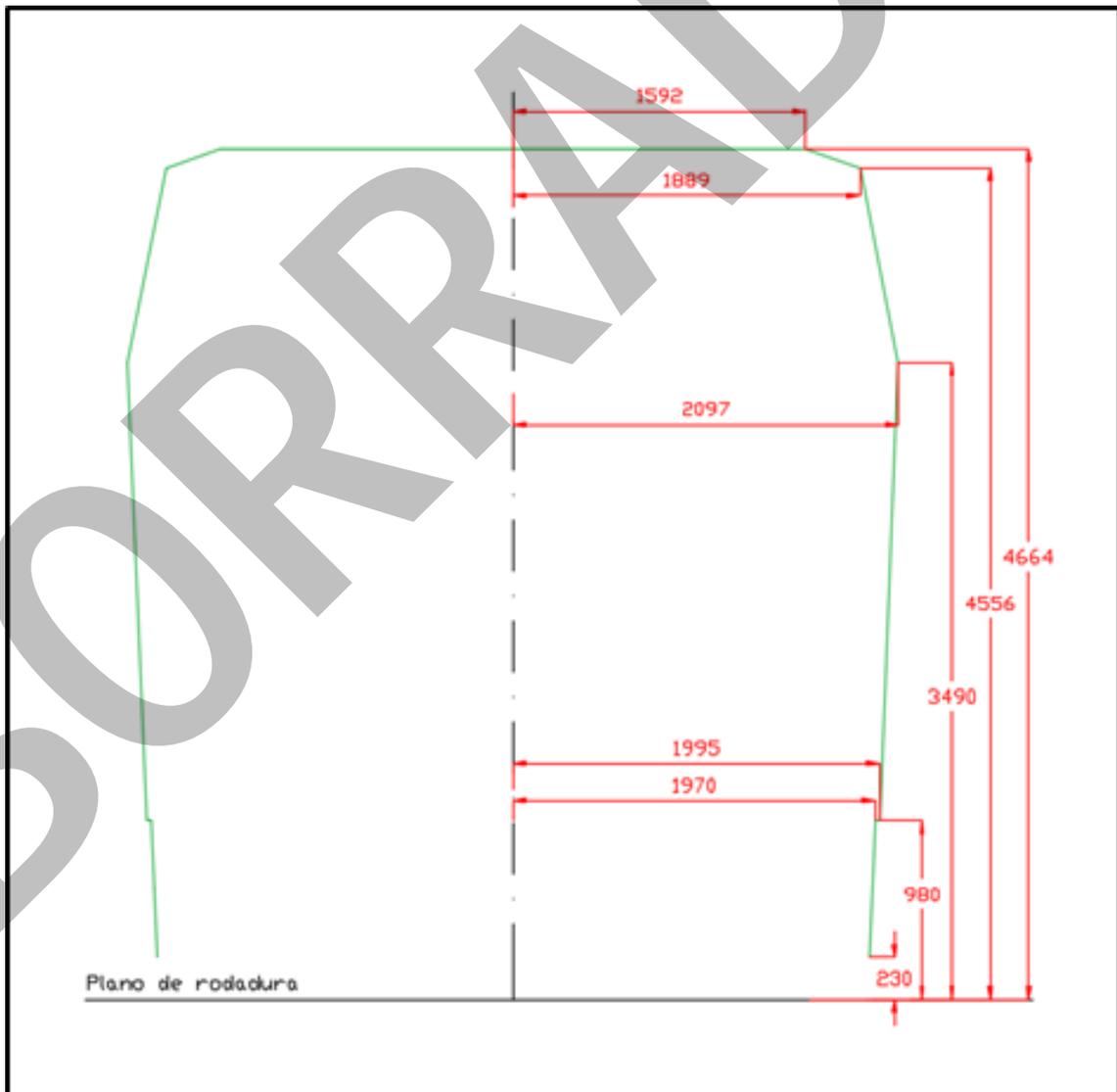


Ilustración 9. Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos P410 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

## 7.5.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO ESTÁNDAR AF4.1-EP

Teniendo en cuenta el punto significativo calculado, se obtiene el siguiente contorno de referencia para ancho estándar:

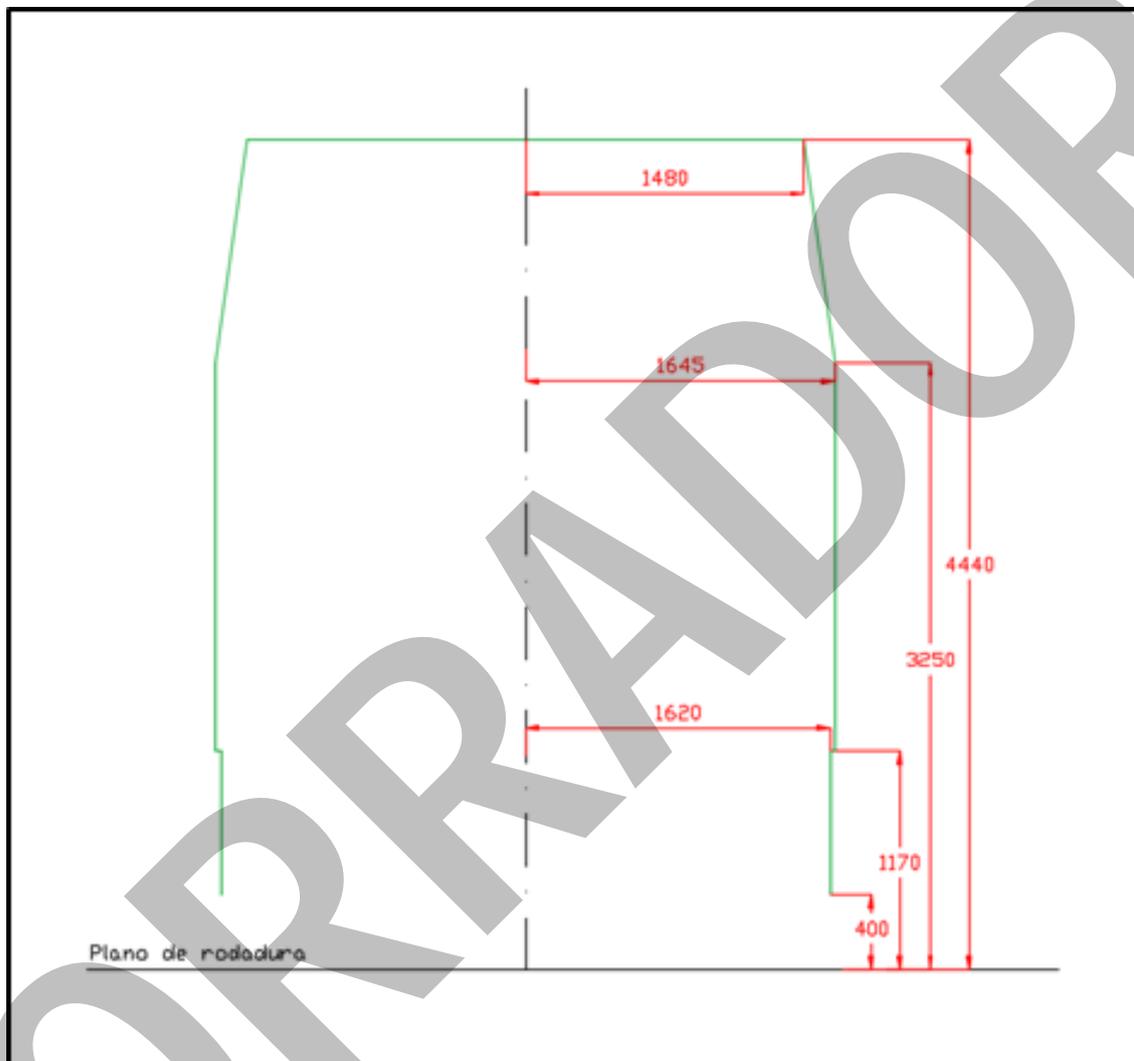


Ilustración 10. Contorno de referencia de gálibo cinemático P410 - Vagón poche - Ancho estándar.

### 7.5.1.-Gálibo uniforme de implantación de obstáculos

Se presenta el gálibo uniforme de implantación de obstáculos en base a los parámetros más desfavorables, con el fin de aportar una referencia para el análisis de viabilidad del conjunto vagón + cargamento en las líneas o trayectos que lo requieran.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta: 250 m.
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $R_v = 2.000$  m.
- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 160$  mm.

- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{max} = 150$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

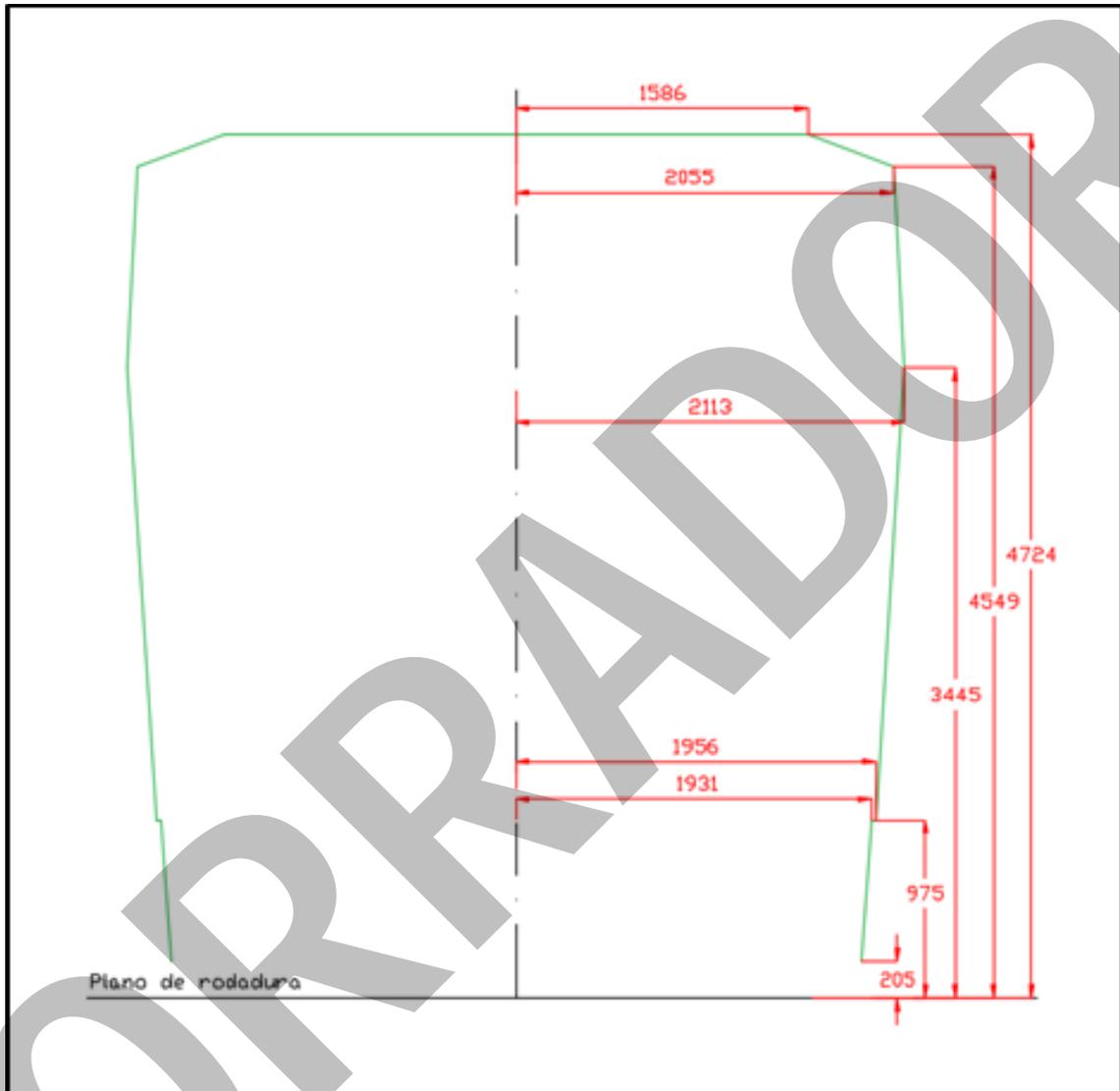


Ilustración 11. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos P410 – Vagón Poche – Ancho estándar.

En los tramos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, será necesario un estudio específico para la obtención del gálibo nominal de implantación de obstáculos.

### 7.5.2.-Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos

Como complemento al gálibo uniforme de implantación de obstáculos para unos parámetros suficientemente desfavorables, se presenta el gálibo nominal calculado en las condiciones más favorables.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta:  $\infty$ .
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $\infty$ .

- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 0$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $I_{max} = 0$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

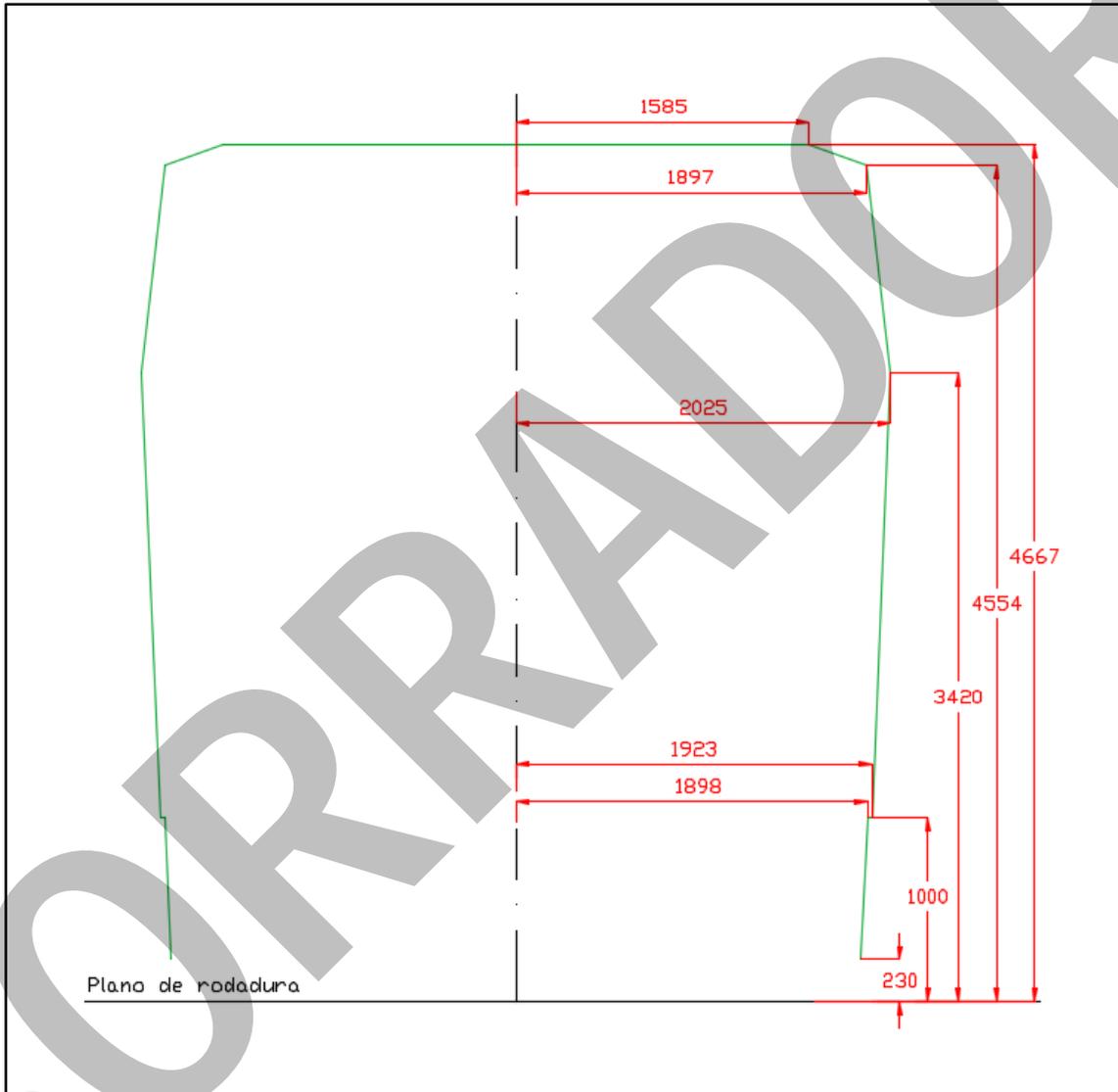


Ilustración 12. Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos P410 - Vagón Poche - Ancho estándar.

## 8.-GÁLIBO AF4.2-P

Se analiza el desarrollo del contorno de referencia de semirremolque de 4,20 metros sobre vagón tipo poche.

### 8.1.-PERFIL DE REFERENCIA

Para la definición del perfil de referencia del conjunto vagón + semirremolque catalogado como P420, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

- Se partirá del contorno real del cargamento sin aplicar el procedimiento definido en la ficha UIC 596-6.
- Según RD 2822/1998, de 23 de diciembre, las dimensiones máximas autorizadas para poder circular de un semirremolque son las que se detallan, pudiendo circular semirremolques de dimensiones superiores con autorizaciones especiales:
  - Altura máxima de los vehículos incluida carga, como norma general de 4.000 mm de alto
  - Anchura máxima autorizada como regla general de 2.600 mm.

Los semirremolques de cuatro metros veinte centímetros podrán circular por carretera al amparo de una Autorización Complementaria de Circulación (ACC), que se concede para la circulación del vehículo y sus conjuntos por determinados tramos de carreteras, durante el período de tiempo establecido

Se establece como semirremolque de referencia cualquiera que, teniendo la anchura máxima autorizada, después del descenso de suspensiones a posición de transporte en vagón ferroviario y bloqueadas, quede a una altura máxima de 4.200 mm.

- Se considera una tolerancia transversal por efecto de la deflexión lateral de las ruedas del semirremolque de 10 mm.

### 8.2.-CARACTERÍSTICAS DEL VAGÓN DE REFERENCIA

Al igual que en el caso anterior, las especificaciones técnicas que se incluyen en la tabla de parámetros son consecuencia de los datos aportados por fabricantes de material ferroviario con capacidad para transportar semirremolques catalogados como P420.

Para este análisis se tendrán en consideración las mismas características del vagón de referencia para el cálculo del gálibo AF4.0-IP.

### 8.3.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (REGLAS ASOCIADAS) GÁLIBO AF4.2-IP Y AF4.2-EP

Se tendrán en cuenta las consideraciones presentadas para el gálibo AF4.0-IP.

Desarrollando el procedimiento de forma análoga al gálibo al gálibo AF4.0-IP obtenemos los siguientes resultados de aplicación:

Perfil de referencia (mm)		Incrementos (mm)	
$h_p$	$b$	$E_i$	$E_a$
4.540	1.300	148	143

Punto previo de referencia del vagón + semirremolque.

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.540	1.448

Una vez definidos el nuevo punto a considerar en el Contorno de Referencia del Gálibo Cinemático en base a la información aportada por los fabricantes de material ferroviario y multimodal de carretera y aplicando todas las consideraciones expuestas sobre holguras laterales, centro de rotación y flexibilidad, y considerando el factor de redondeo de 10 mm, nos encontramos con el punto característico de referencia del vagón + semirremolque.

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.540	1.479

En base a la practicidad a la hora de realizar cualquier actuación en la infraestructura y teniendo en cuenta las consideraciones citadas, el punto característico de referencia del vagón + semirremolque será:

Punto significativo (mm)	
$h_p$	$b_p$
4.540	1.480

#### 8.4.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO IBÉRICO AF4.2-IP

Teniendo en cuenta el punto significativo calculado, se obtiene el siguiente contorno de referencia para ancho Ibérico:

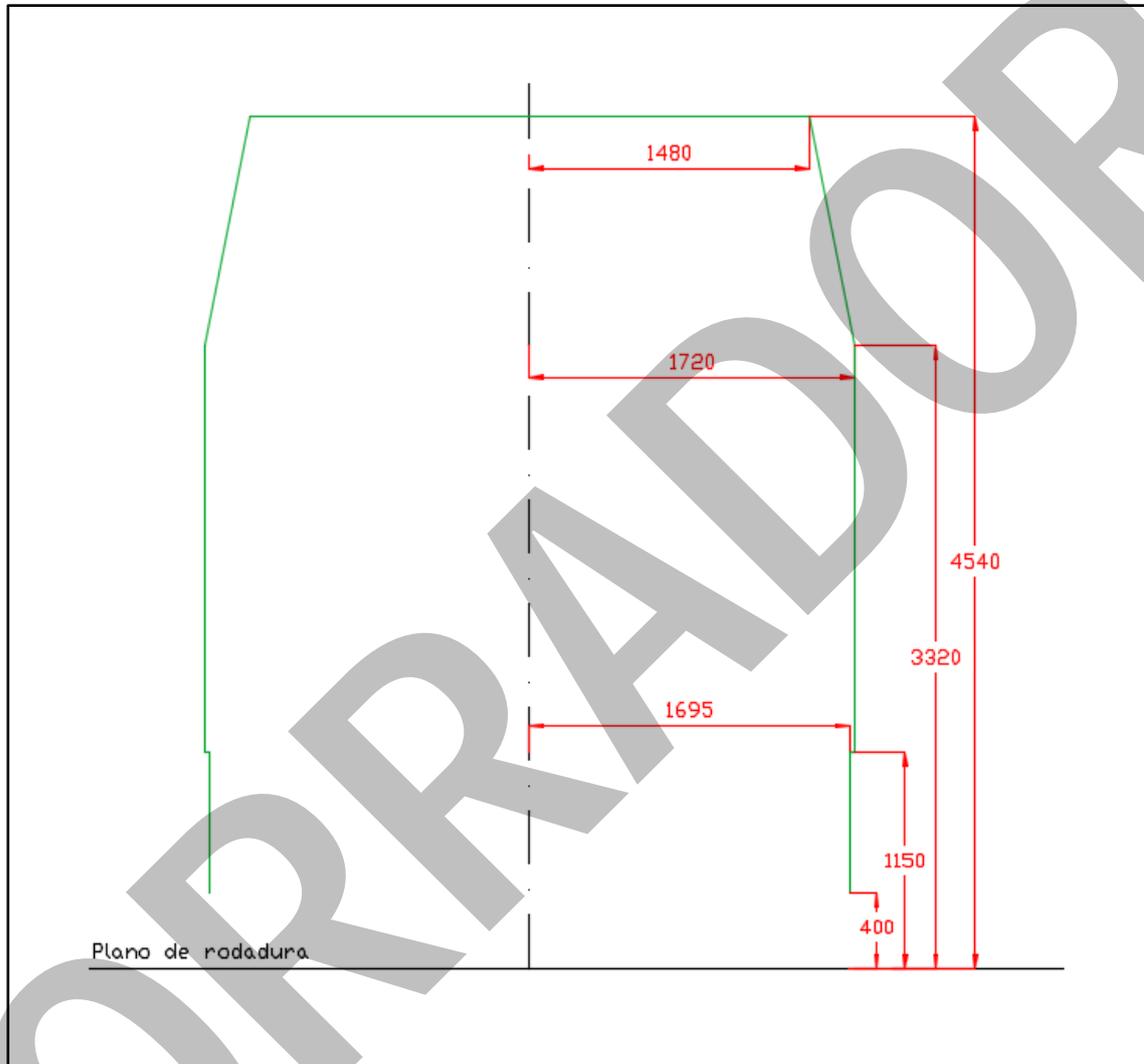


Ilustración 13. Contorno de referencia de gálibo cinemático P420 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

##### 8.4.1.-Gálibo uniforme de implantación de obstáculos

Se presenta el gálibo uniforme de implantación de obstáculos en base a los parámetros más desfavorables, con el fin de aportar una referencia para el análisis de viabilidad del conjunto vagón + cargamento en las líneas o trayectos que lo requieran.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta: 250 m.
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $R_v = 2.000$  m.
- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 160$  mm.

- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{max} = 175$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

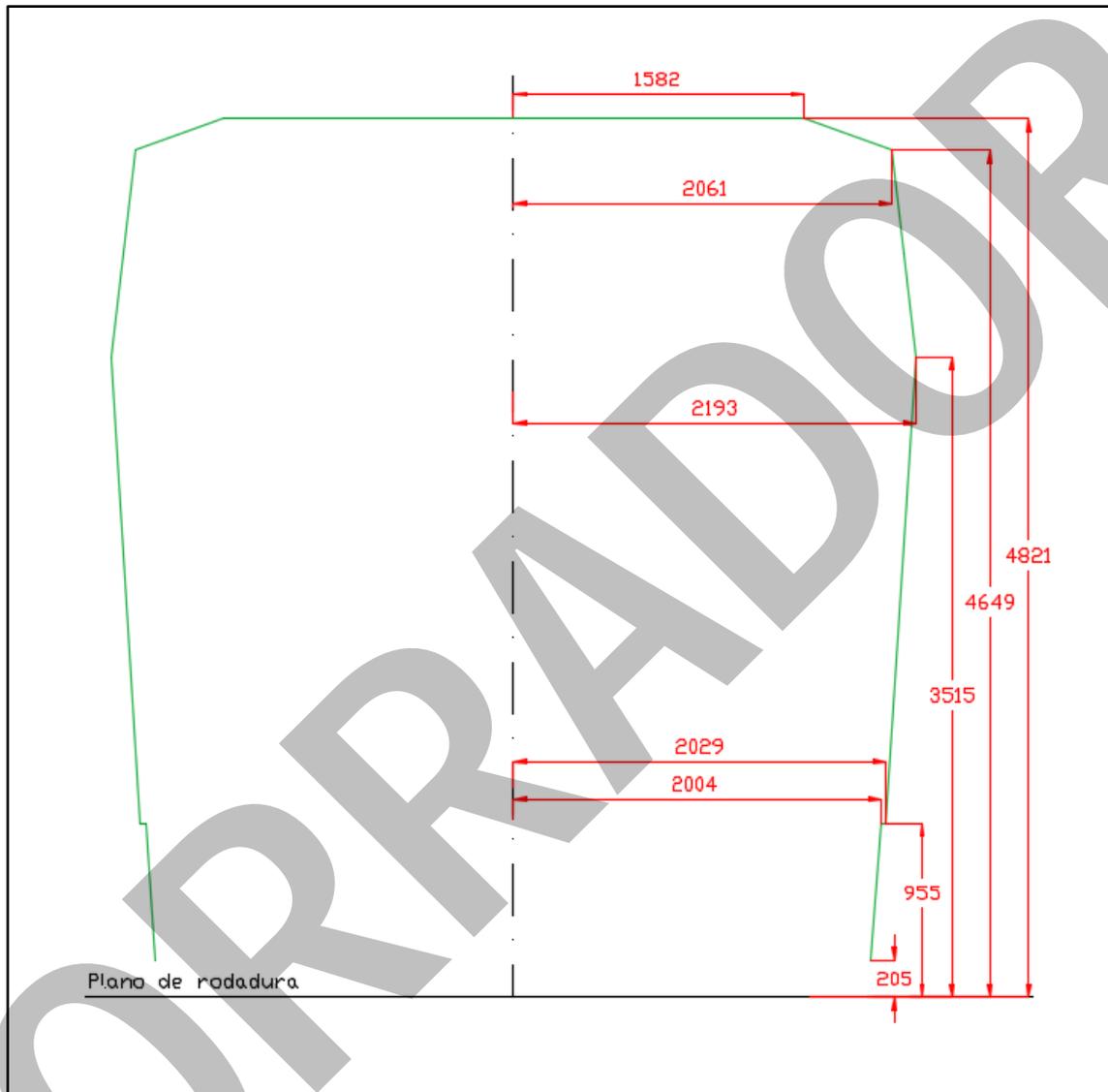


Ilustración 14. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos P420 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

En los tramos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, será necesario un estudio específico para la obtención del gálibo nominal de implantación de obstáculos.

#### 8.4.2.-Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos

Como complemento al gálibo uniforme de implantación de obstáculos para unos parámetros suficientemente desfavorables, se presenta el gálibo nominal calculado en las condiciones más favorables.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta:  $\infty$ .
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $\infty$ .

- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 0$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $I_{max} = 0$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

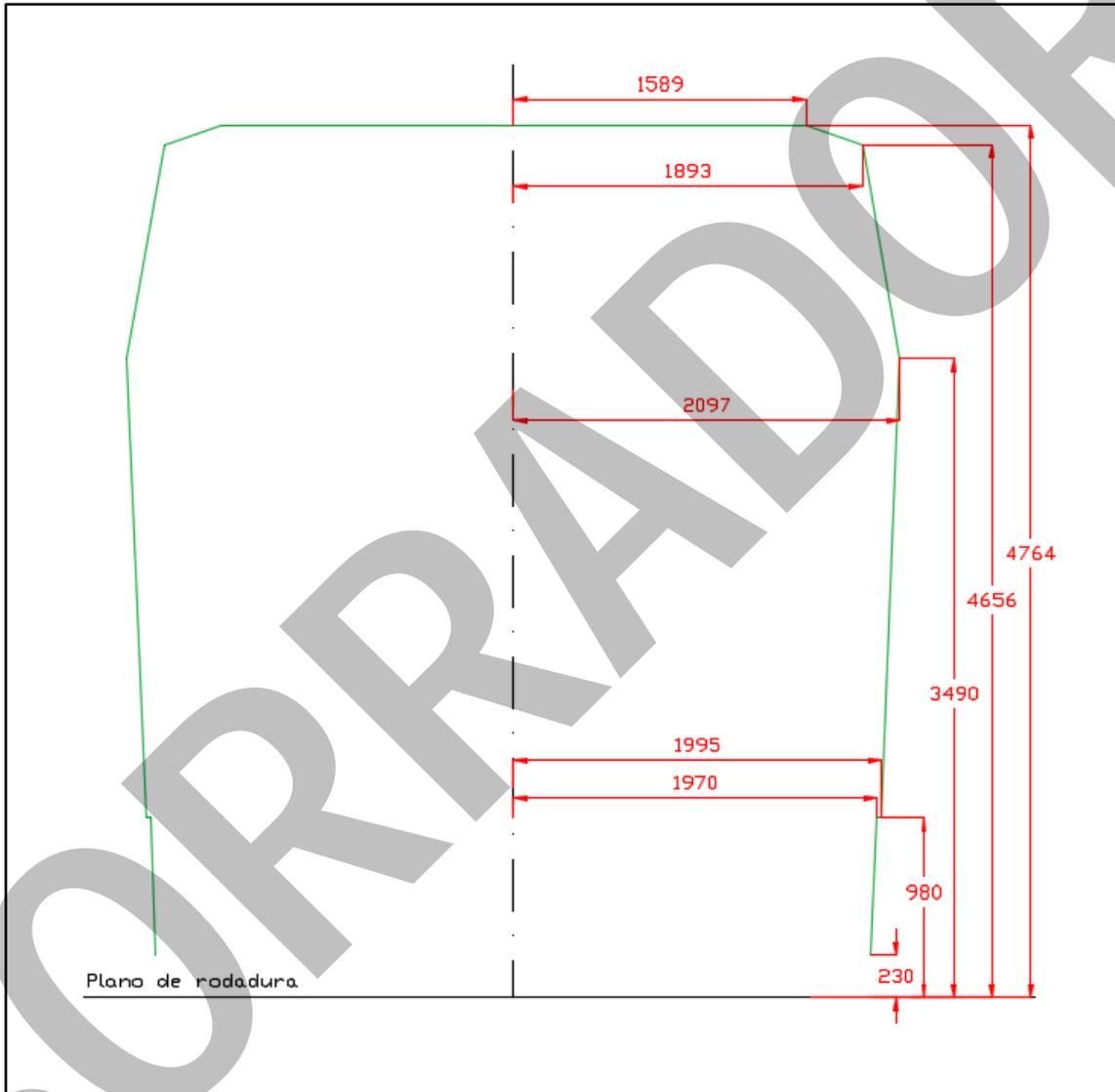


Ilustración 15. Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos P420 - Vagón Poche - Ancho Ibérico.

### 8.5.-CONTORNO DE REFERENCIA DE GÁLIBO CINEMÁTICO PARA ANCHO ESTÁNDAR AF4.2-EP

Teniendo en cuenta el punto significativo calculado, se obtiene el siguiente contorno de referencia para ancho estándar:

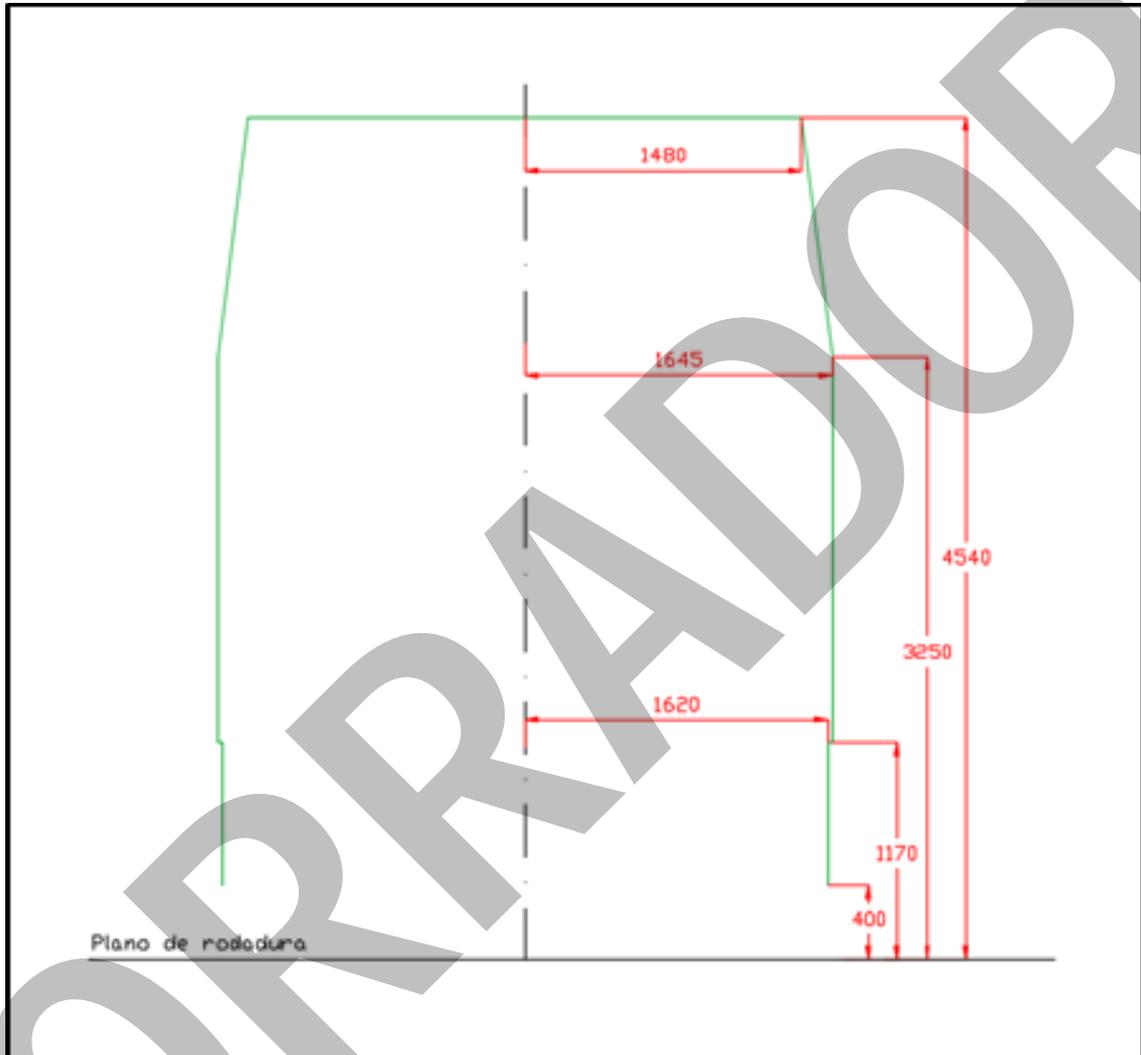


Ilustración 16. Contorno de referencia de gálibo cinemático P420 - Vagón poche - Ancho estándar.

#### 8.5.1.-Gálibo uniforme de implantación de obstáculos

Se presenta el gálibo uniforme de implantación de obstáculos en base a los parámetros más desfavorables, con el fin de aportar una referencia para el análisis de viabilidad del conjunto vagón + cargamento en las líneas o trayectos que lo requieran.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta: 250 m.
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $R_v = 2.000$  m.
- Sobreancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{max} = 160$  mm.

- Insuficiencia de peralte máxima:  $l_{\max} = 150$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

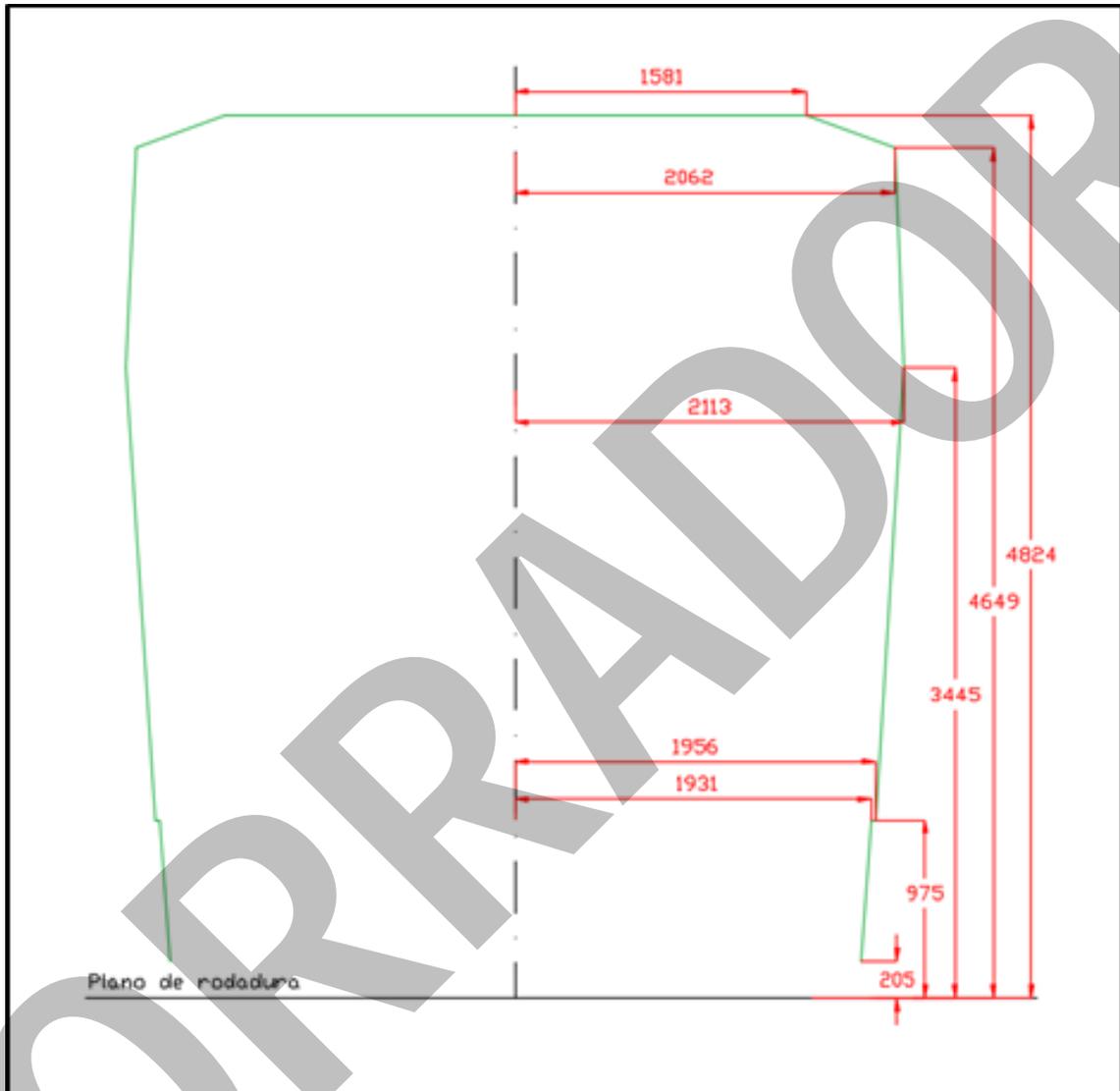


Ilustración 17. Gálibo uniforme de implantación de obstáculos P420 - Vagón Poche - Ancho estándar.

En los tramos donde no se cumplan las hipótesis anteriores, será necesario un estudio específico para la obtención del gálibo nominal de implantación de obstáculos.

### 8.5.2.-Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos

Como complemento al gálibo uniforme de implantación de obstáculos para unos parámetros suficientemente desfavorables, se presenta el gálibo nominal calculado en las condiciones más favorables.

Hipótesis consideradas para su desarrollo:

- Radio mínimo en planta:  $\infty$ .
- Radio mínimo de acuerdo vertical:  $\infty$ .

- Sobrancho máximo 30 mm.
- Peralte máximo  $D_{\max} = 0$  mm.
- Insuficiencia de peralte máxima:  $I_{\max} = 0$  mm.
- Vía en balasto, en mal estado.

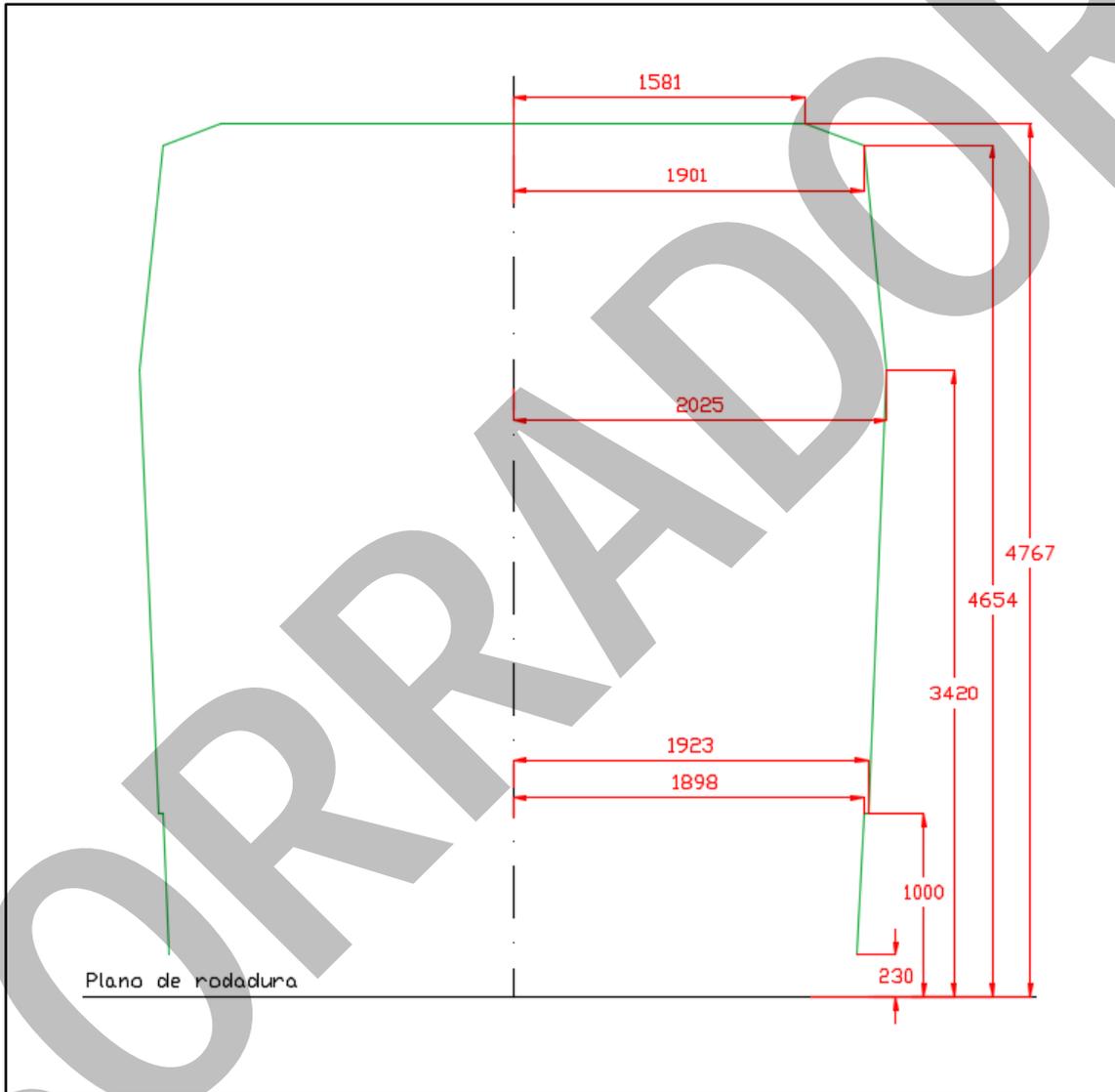


Ilustración 18. Gálibo nominal óptimo de implantación de obstáculos P420 - Vagón Poche - Ancho estándar.

## 9.-COORDINACIÓN DE CONTORNOS DE REFERENCIA EN VAGONES POCHE

Una vez definidos los nuevos contornos de referencia resulta imprescindible establecer una visión global del alcance de los nuevos contornos de referencia cinemáticos para transporte de semirremolque tipo P400, P410 y P420 sobre vagones Poche, respecto de los contornos de referencia cinemáticos contenidos en la IFG.

En primer lugar, se muestran los contornos de referencia de gálibo cinemático de la IFG tanto para ancho Ibérico como para ancho estándar con el fin de presentar una perspectiva dimensional entre ellos.

La gráfica, presenta una superposición de todos los contornos cinemáticos de la IFG para ancho Ibérico (GHE16, GEA16, GEB16 y GEC16).

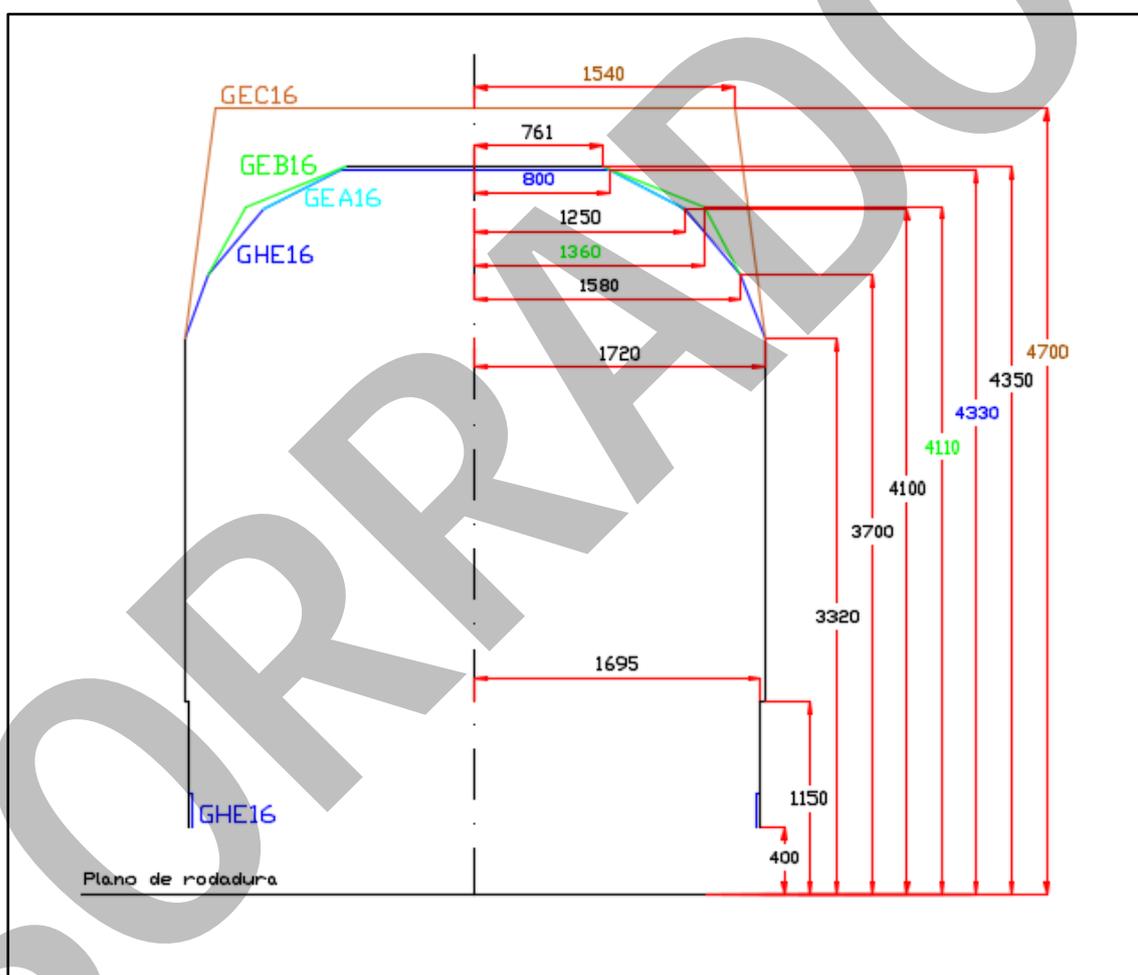


Ilustración 19. Contornos de referencia de gálibo cinemático GHE16, GEA16, GEB16 y GEC16.

Se puede apreciar el paralelismo existente entre el GHE16 y el GEA16 en el que se hacen patentes las diferencias asociadas al estrechamiento en la parte inferior del GHE16 y el pequeño incremento en altura asociado al GEA16. La altura del GEA16, igual a la del GEB16 es dos centímetros superior al GHE16 con su consiguiente adecuación de semiancho.

En la siguiente gráfica se establece una visión de los contornos de referencia cinemático de los semirremolques P400, P410 y P420 sobre vagones Poche para ancho Ibérico. La comparativa se realiza respecto de los contornos de referencia GEB16 y GEC16.

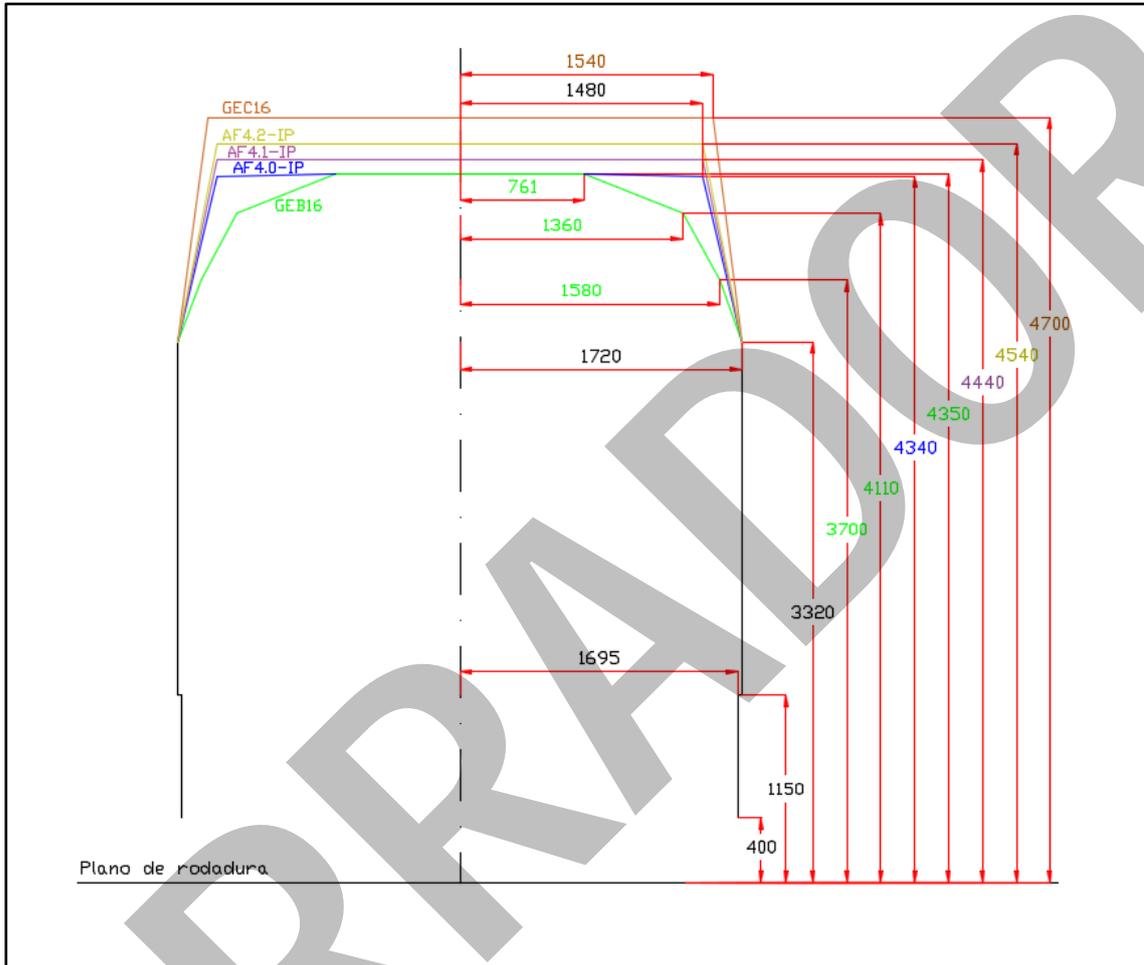


Ilustración 20. Contornos cinemáticos en ancho Ibérico VS contornos de la IFG.

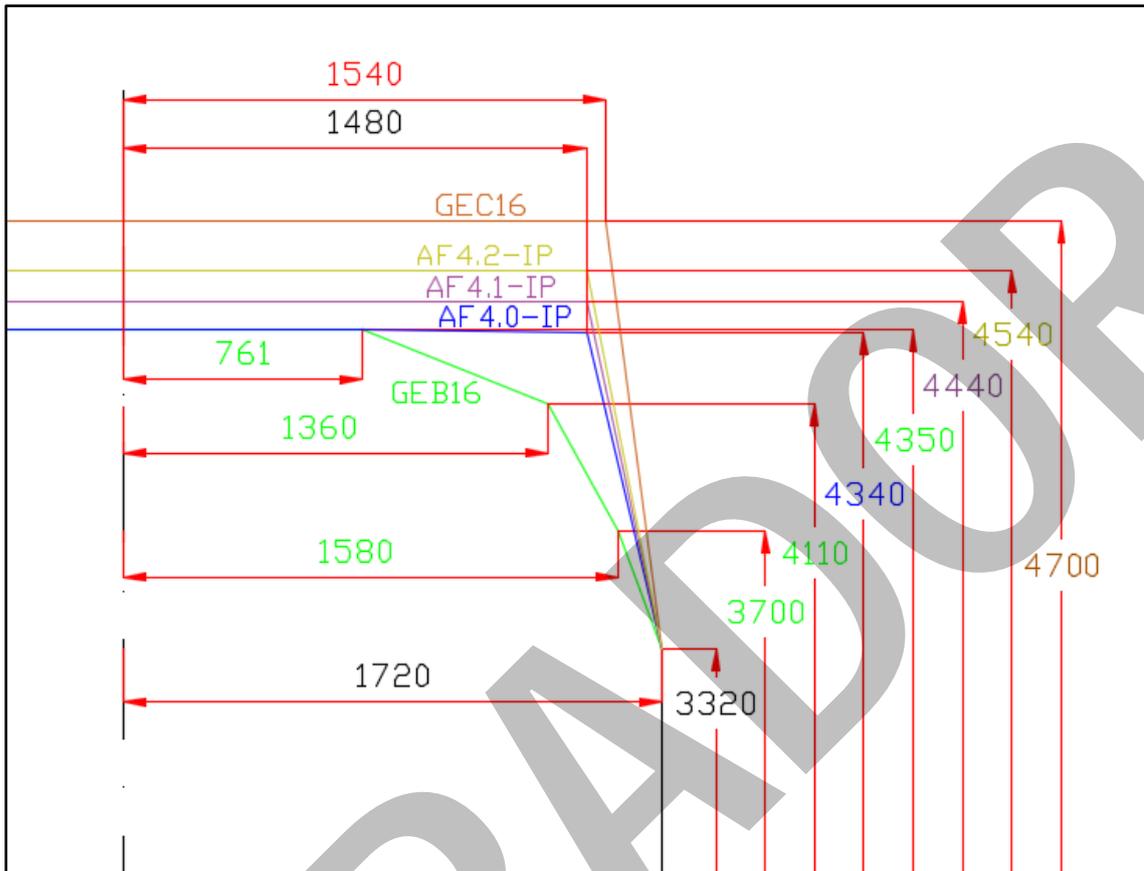


Ilustración 21. Detalle de los contornos cinemáticos en ancho Ibérico VS contornos de la IFG.

La gráfica, presenta una superposición de todos los contornos cinemáticos de la IFG para ancho estándar (GA, GB y GC).

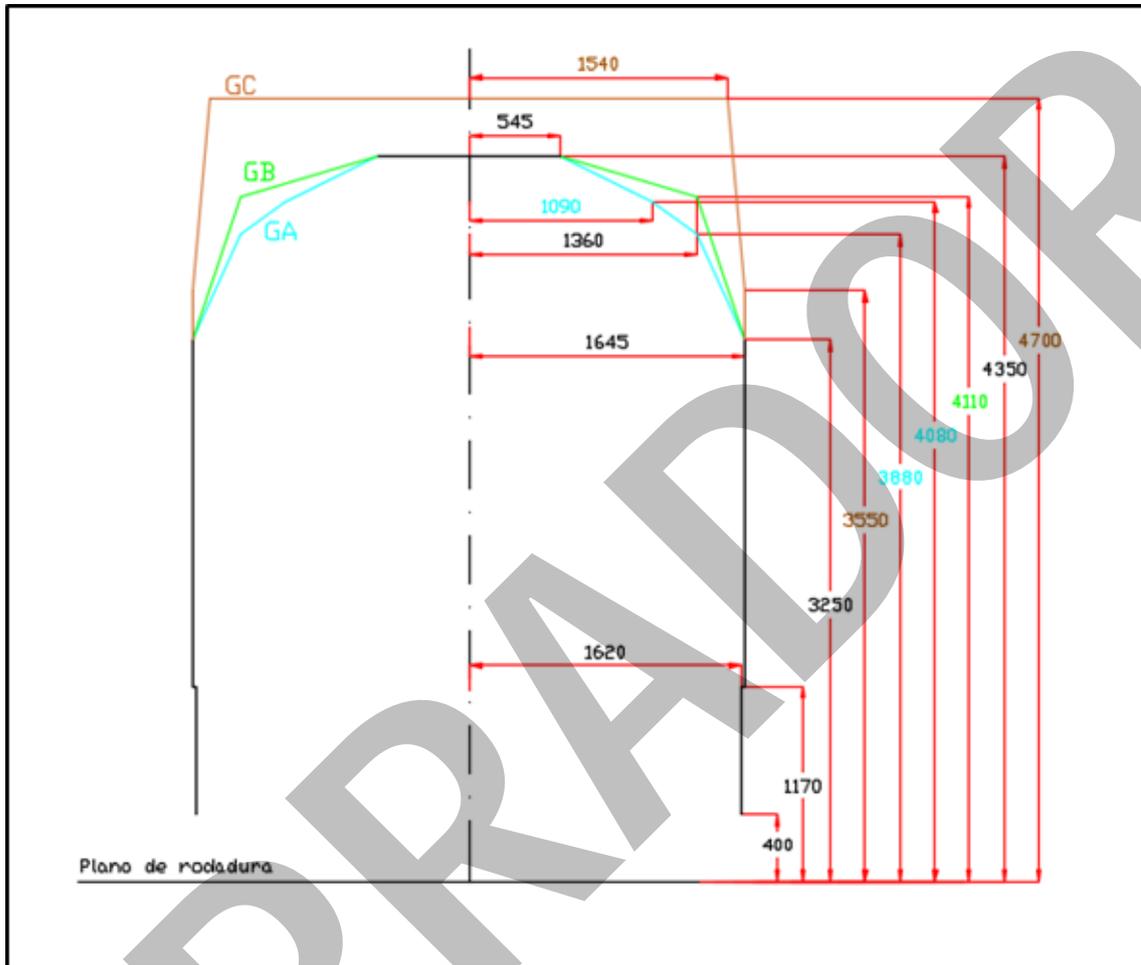


Ilustración 22. Contornos de referencia de gálibo cinemático GA, GB y GC.

En la siguiente gráfica se establece una visión de los contornos de referencia cinemático de los semirremolques P400, P410 y P420 sobre vagones Poche para ancho estándar. La comparativa se realiza respecto de los contornos de referencia GB y GC.

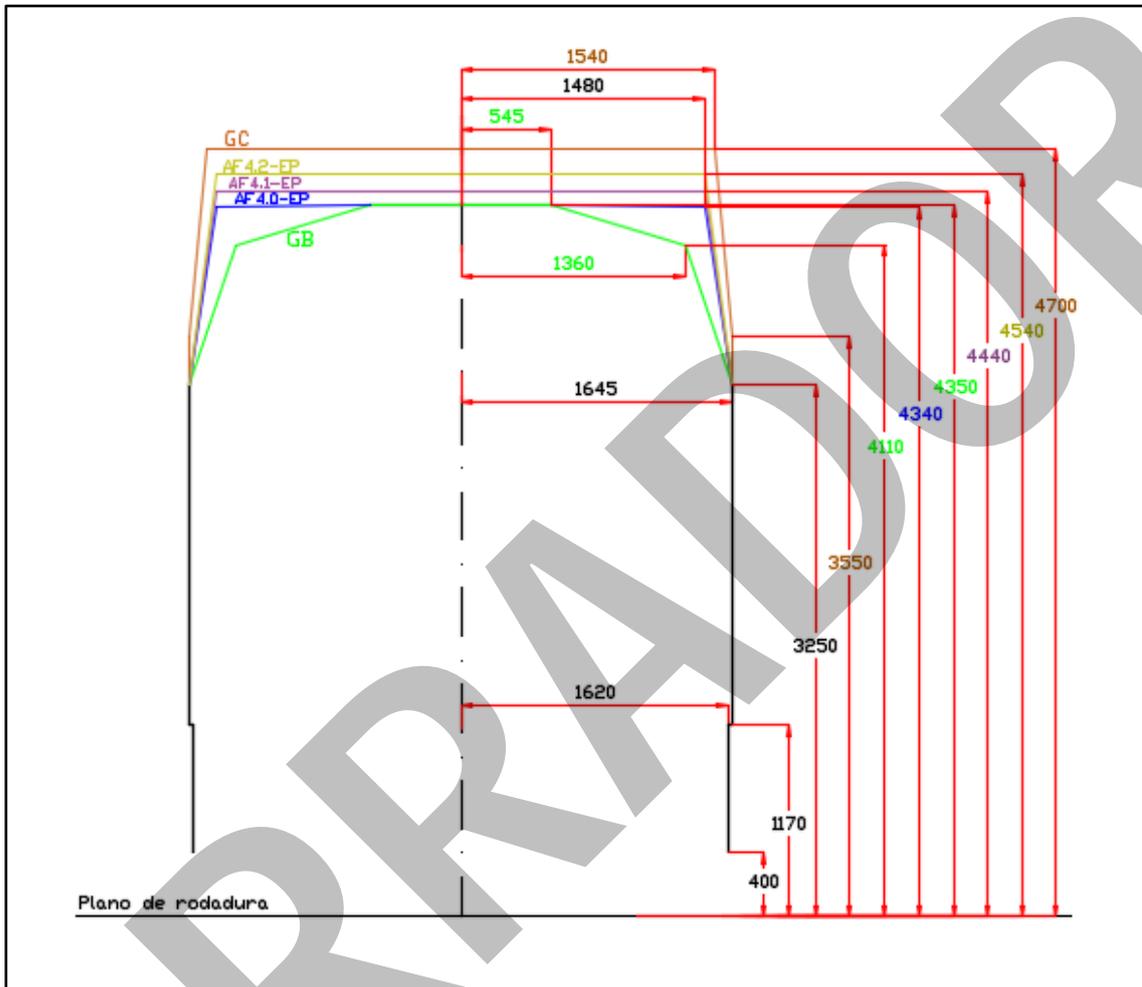


Ilustración 23. Contornos cinemáticos en ancho estándar VS contornos de la IFG.

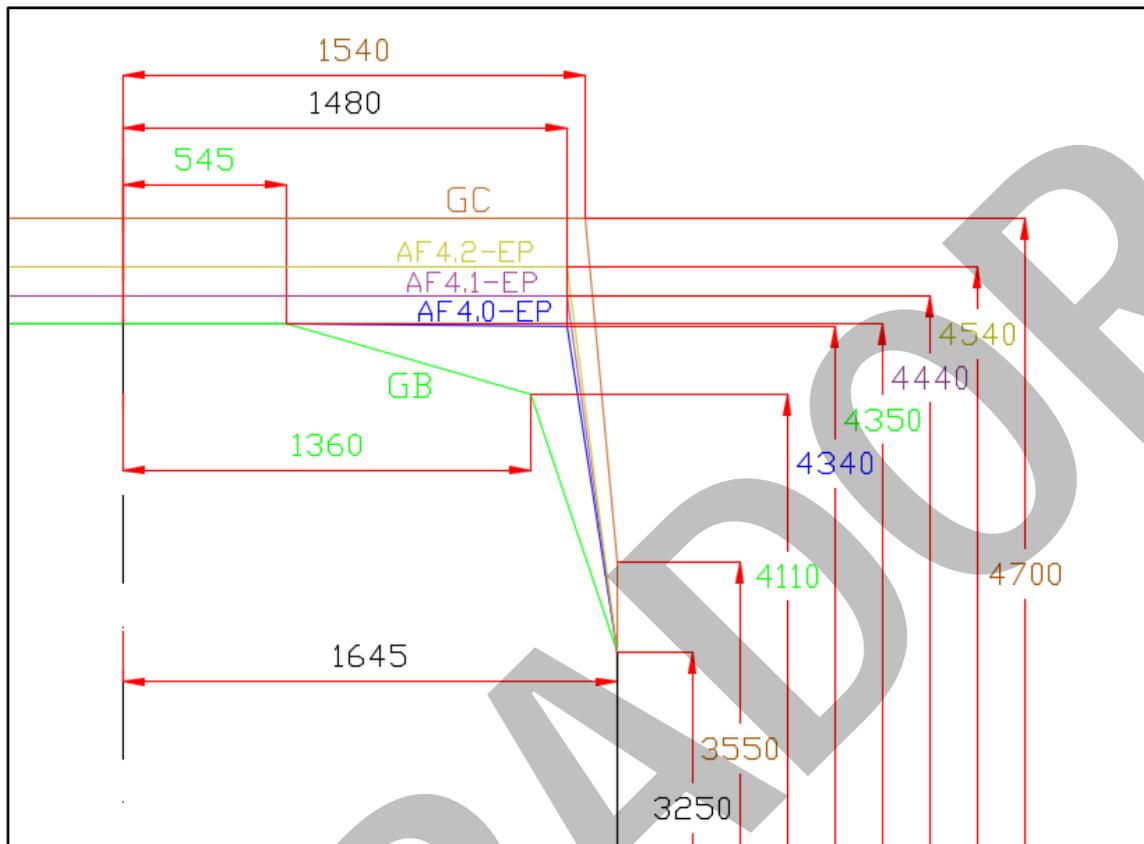


Ilustración 24. Detalle de los contornos cinemáticos en ancho estándar VS contornos de la IFG.

## 10.-NORMATIVA DE REFERENCIA

- Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos".
- EN 15273-1:2013:2017, "Norma de Aplicaciones ferroviarias. Gálibos".
- RD 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el "Reglamento General de Vehículos".
- UIC 505-1. "Material de transporte ferroviario. Gálibo de construcción del material rodante".
- UIC 506. "Règles pour l'application des gabarits agrandis GA, GB, GB1, GB2, GC et GI3".
- UIC 596-5. "Transport of road vehicles on wagons – Technical Organisation – Conveyance of semi-trailers with P coding or N coding on recess wagons".
- UIC 596-6. "Conditions for coding intermodal loading units in combined transport, combined transport lines and wagons".

## 11.-NORMATIVA DEROGADA

El presente documento no deroga ninguna norma.

## 12.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

El presente documento entrará en vigor en la fecha de su aprobación.



BORRADOR