




**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS  
METRO S.A.  
DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN**

**CRITERIO DE DISEÑO DE TRAZADO DE VÍAS  
Y ANTECEDENTES DE GÁLIBO**

<b>0</b>	<b>31/01/18</b>	<b>Uso</b>	<b>Pablo Contreras</b>	<b>Christopher Heuser</b>	<b>R.Carrasco</b>
<b>REV N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>EMITIDO PARA</b>	<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
		<b>L2-150200-00-5VI86-CRD-0001</b>			<b>Página 1 de 23</b>
					<b>Revisión 0</b>

## **APROBACIONES**

<b>DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN</b>		<b>FIRMAS</b>	<b>FECHA</b>
<b>PREPARADO POR</b>	Pablo Contreras		
<b>REVISADO POR</b>	Christopher Heuser		
<b>APROBADO POR</b>	Roberto Carrasco		

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO.....</b>	<b>3</b>
<b>CONTROL DE CAMBIOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. DISEÑO DEL TRAZADO EN PLANTA.....</b>	<b>5</b>
3.1. Parámetros de diseño del trazado en planta .....	5
3.2. Peralte e insuficiencia de peralte .....	6
3.3. Curvas de transición.....	6
3.4. Márgenes de seguridad.....	7
3.5. Justificación de los datos .....	8
<b>4. DISEÑO DEL TRAZADO EN PERFIL.....</b>	<b>8</b>
4.1. Características generales.....	8
4.2. Curvas verticales .....	9
4.3. Pendiente equivalente.....	9
<b>5. APARATOS DE VÍAS PARA LÍNEA PRINCIPAL Y DE MANIOBRA .....</b>	<b>10</b>
<b>6. GÁLIBOS .....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO 1: DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA CLOTOIDE .....</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO 2: DEFINICIÓN Y EFECTO DE LA DERIVA.....</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO 3: GALIBO ESTÁTICO UNIFICADO.....</b>	<b>14</b>
<b>ANEXO 4: GALIBO DINÁMICO NOMINAL EN RECTA 80KM/H UNIFICADO .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO 5: GALIBO DINÁMICO NOMINAL EN RECTA ANDÉN 60KM/H UNIFICADO ...</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO 7: CORTE TRANSVERSAL DE DOS VEHÍCULOS EN RECTA .....</b>	<b>18</b>
<b>ANEXO 8: CORTE TRANSVERSAL DE DOS VEHÍCULOS EN CURVA .....</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO 9: REFERENCIA IMPLANTACIÓN OBRA CIVIL.....</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO 10: GÁLIBO TREN EN ESTACIÓN.....</b>	<b>21</b>

**ANEXO 11: GÁLBO DINÁMICO NOMINAL EN CURVA RADIO 90M UNIFICADO .....22****ANEXO 12: GÁLBO DINÁMICO NOMINAL EN CURVA RADIO 60M UNIFICADO .....23**

## **CONTROL DE CAMBIOS**

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada
0	General	N/A	Aprobación

## **1. INTRODUCCIÓN**

Metro de Santiago con la finalidad de dar respuesta a las demandas planteadas por el Plan de Infraestructura para el transporte Público de Santiago, ha planteado ampliar su servicio a nuevas comunas a través del Proyecto de Extensión de L2, el cual tiene sus cimientos en la seguridad y bienestar de los pasajeros. En este sentido es donde toman gran relevancia los criterios geométricos de la vía que se aplicarán dentro de nuestro sistema guiado de transporte colectivo, ya que en base a estos criterios se garantiza, tanto la seguridad de las circulaciones como el bienestar de los pasajeros durante su traslado.

## **2. OBJETIVO**

El presente documento tiene como objetivo entregar antecedentes de los criterios geométricos del sistema de vías, en conjunto con los antecedentes de gálíbos de las flotas de trenes que circulan en L2. Todo lo anterior con la finalidad de que sean considerados como referencia para los procesos de licitación de las ingenierías de Sistemas e Infraestructura del Proyecto de Extensión de L2.

## **3. DISEÑO DEL TRAZADO EN PLANTA**

### **3.1. Parámetros de diseño del trazado en planta**

Para el establecimiento del trazado en planta se deben considerar los parámetros de diseño de la tabla N°1.

**Tabla 1: Parámetros de diseño del trazado en planta**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Peralte máximo	160 mm
Insuficiencia de peralte máxima aceleración transversal máxima no compensada	150 mm $\leq 1 \mu/\sigma^2$
Variación de peralte máximo Gradiente de peralte máximo	$\leq 50 \mu\mu/\sigma$ $\leq 4 \mu\mu/\mu$
Variación de insuficiencia de peralte Variación de aceleración transversal no compensada	$\leq 75 \mu\mu/\sigma$ $\leq 0.5 \mu/\sigma^3$

### **3.2. Peralte e insuficiencia de peralte**

Dentro de cada curva, la velocidad (V), el peralte y el radio (R) de dicha curva están relacionados por la siguiente ecuación:

$$Pt = 11,8 \times \frac{V^2}{R}$$

Donde:

Pt = peralte teórico de equilibrio

- El peralte máximo permitido será de 160mm.
- La insuficiencia de peralte se deberá limitar a:
  - Máximo deseable: 110 mm
  - Máximo absoluto: 150 mm

El peralte aplicado se especificará por incrementos de 5mm.

### **3.3. Curvas de transición**

En general para todas las vías principales y de maniobra se suministrarán, donde sea requerido, curvas de transición entre una curva circular y una recta adjunta, entre los distintos radios de una curva compuesta y en los extremos adjuntos de las curvas circulares formando contra curvas.

Las curvas de transición serán de forma clotoide donde el desplazamiento 'Sh' se puede evaluar desde la longitud de transición L y el radio de la curva R mediante la expresión:

$$Sh = \frac{L^2}{24 R}$$

Para el dimensionamiento del largo de las curvas de transición se deben tomar en cuenta los diferentes criterios siguientes:

El gradiente de peralte deberá estar sujeto a los siguientes límites:

- Máximo absoluto: 4 mm/m
- Máximo preferido: 2,5 mm/m

La variación de peralte se deberá limitar a:

- Máximo absoluto: 50 mm/s
- Máximo preferido: 35 mm/s

La insuficiencia de peralte se deberá limitar a:

- Máximo absoluto: 150 mm (o aceleración transversal no compensada  $< 1\text{m/s}^2$ )
- Máximo preferido: 110 mm (o aceleración transversal no compensada  $< 0,75\text{m/s}^2$ )

La variación de insuficiencia de peralte (o Jerk) se deberá limitar a:

- Máximo absoluto: 75 mm/s (o Jerk  $< 0,5\text{ m/s}^3$ )
- Máximo preferido: 60 mm/s (o Jerk  $< 0,4\text{ m/s}^3$ )

Las curvas de transición normalmente no se necesitarán entre radios diferentes de una curva compuesta donde la variación del radio de la curvatura no exceda 15% del radio menor y siempre y cuando los criterios de insuficiencia de peralte no se excedan para cualquiera de las curvas.

Preferiblemente se diseñarán curvas con transiciones pero en caso de tener restricción de inserción se podrá diseñar curvas sin peralte siempre y cuando la insuficiencia de peralte sea inferior a 50mm.

### **3.4. Márgenes de seguridad**

Para establecer el trazado de vías, se tendrán que dejar márgenes de seguridad suficientes de manera de permitir posibles ajustes futuros por cambios de trazado como consecuencia de una variación en la entrega del eje V0, o para absorber discrepancias de construcción del sistema de Vías.

Es por esto que se entregan siempre, además de los parámetros máximos absolutos que se deben respetar, máximos preferidos que deben ser considerados para el trazado preliminar.

### **3.5. Justificación de los datos**

Se tendrá que entregar junto con su trazado una tabla donde para cada curva aparezca:

- El radio de cada Vía,
- La longitud de clotoide
- El peralte teórico,
- El peralte practico aplicado en la vía,
- La insuficiencia de peralte,
- La variación de peralte (en mm/s) y gradiente de peralte (mm/m),
- La variación de insuficiencia de peralte,
- La aceleración transversal no compensada,
- La variación de aceleración transversal no compensada.

## **4. DISEÑO DEL TRAZADO EN PERFIL**

### **4.1. Características generales**

La rasante de las vías corresponde con la rasante del eje V0 y con la cota del riel (llamado también PR= Plano de Rodado). Por lo tanto, en recta, en una sección perpendicular al V0, los niveles de V1, V2 y V0 deben ser iguales.

En el caso de los tramos en curva con peralte, la cota de riel indicada sobre el perfil longitudinal corresponde a la elevación del riel más bajo.

Las pendientes se considerarán negativas cuando disminuye la cota con el avance del kilometraje y positivas en el caso contrario.

No se tendrá que rediseñar un perfil longitudinal sino que se tendrá que adaptar al perfil longitudinal del V0.

Sin embargo se tendrá que entregar junto con el trazado en planta un perfil longitudinal con la elevación de los diferentes elementos característicos: curvas horizontales, verticales, aparatos de vía, dando la correspondencia entre Pk V0 y PK de Vías.

Se han considerado los siguientes parámetros límite para el alineamiento vertical:



**Tabla 2: parámetros generales para el diseño del trazado en perfil**

Descripción	Valor
Pendiente máxima en vía	4,50%
Pendiente equivalente máxima	4,50%
Pendiente en estación	0,20%
Pendiente máxima en vía Z	0,30%
Pendiente máxima aparato de vía	1,50%
Radio Enlace Parabólico en vía principal (perfil)	$R_o \geq 2500$ m
Radio Parabólico en vía secundaria o vía de maniobras	$R_o \geq 1250$ m
Variación aceleración vertical máximo en vía principal	0.2 m/s <sup>2</sup>
Variación aceleración vertical excepcional en vía principal	0.25 m/s <sup>2</sup>

## 4.2. Curvas verticales

En lo posible evitar sobreponer las curvas verticales con las horizontales.

En las zonas de aparatos de vía, las curvas verticales no coincidirán con cualquier parte de la longitud general del aparato y serán separadas de él en un mínimo de 5m, para efectos de la curva de enlace a la rampa de peralte.

## 4.3. Pendiente equivalente

En casos donde una curva horizontal de radio, R, coincidiera con una pendiente se debe añadir al valor de la pendiente real (Pr) del terreno un complemento de pendiente (P') correspondiendo a la resistencia al avance del material rodante calculado como sigue:

$$P' = 0,8/R, \text{ con R en m}$$

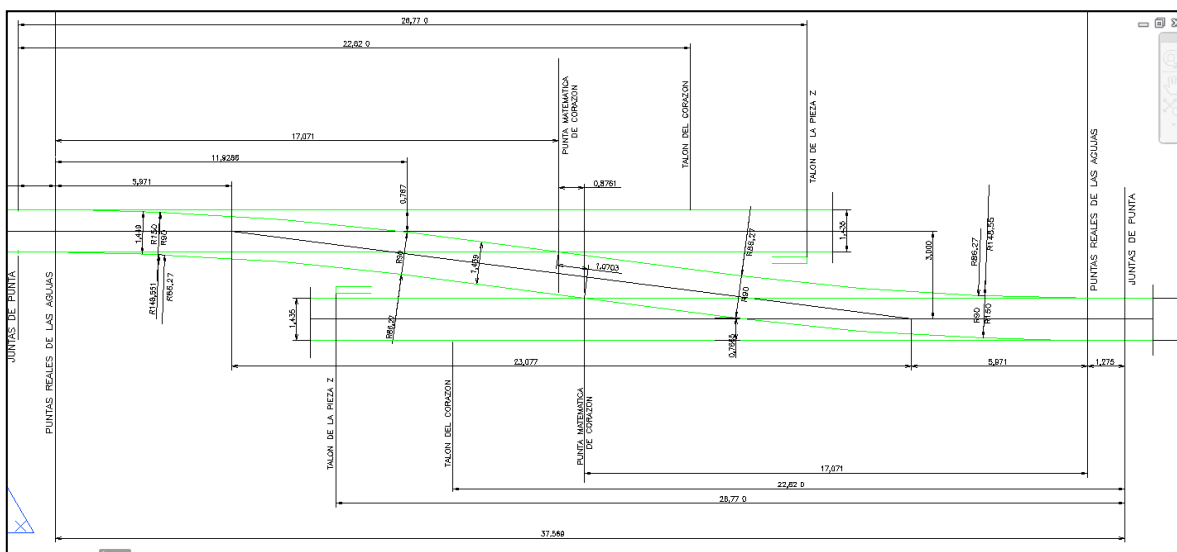
La pendiente equivalente (Peq) se calcula como sigue:

$$Peq = Pr + P' \text{ en mm/m}$$

## 5. APARATOS DE VÍAS PARA LÍNEA PRINCIPAL Y DE MANIOBRA

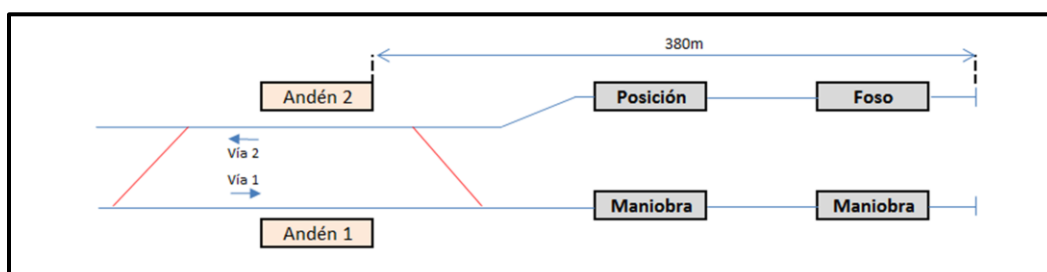
Los aparatos de vía para la línea principal y las vías de maniobra son de tipo Tg 0,13. Implantados en comunicación simple de entrevía 3 m. El largo de la comunicación (distancia entre juntas) en dirección dada por el eje V0 es 40 m en entrevía de 3 m.

El esquema de implantación del aparato:



**Figura 1: Esquema de implantación del aparato.**

El esquema de implantación en nueva estación terminal de la línea deberá respetar lo siguiente:



**Figura 2: Esquema de implantación en la vía.**

En la zona de cola de maniobra de la última estación se considerara entrevía de 4.30 m o más, dependiendo de implantación de foso mantenimiento

## **6. GÁLIBOS**

Dentro de los actuales materiales rodantes que operan en la actual L2, el gálibo consolidado que engloba todos los trenes, es el que se debe considerar para efectos de los diseños de túneles de estación e interestación en conjunto con los criterios y restricciones de vías antes mencionados. Para este fin se adjuntan planos y esquemas de donde se pueden visualizar los puntos particulares de los envolventes, los cuales quedan referenciados respecto al plano de rodamiento como al eje de la vía, elevado perpendicularmente sobre dicho elemento.

Cada anexo incluye, a partir del contorno estático del material rodante considerado, los siguientes contornos:

- Contorno dinámico,
- Contorno límite,
- Contorno nominal.

Material Rodante:

- Anexo n° 3; Galibo estático unificado
- Anexo n° 4; Galibo dinámico nominal en recta 80Km/h unificado
- Anexo n° 5; Galibo dinámico nominal en recta anden 60km/h unificado
- Anexo n° 6, Galibo bajo bastidor
- Anexo n° 7, Corte transversal dos vehículos en recta.
- Anexo n° 8, Corte transversal dos vehículos en curva
- Anexo n°10, Gálibo tren en estación
- Anexo n°11, Gálibo dinámico nominal en curva radio 90m unificado
- Anexo n°12, Gálibo dinámico nominal en curva radio 60m unificado

## ANEXOS

### ANEXO 1: DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA CLOTOIDE

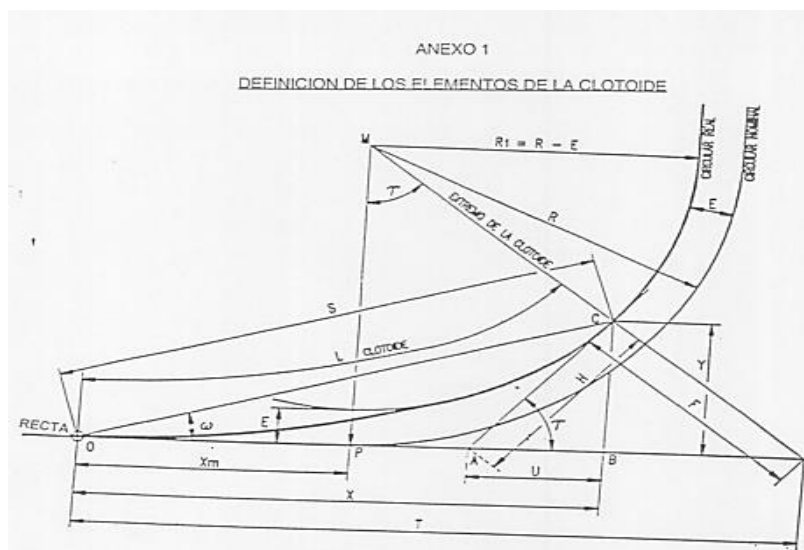


Figura 3: Elementos de la Clotoide.

- O : Origen de la Clotoide
- X, Y : Coordenadas Rectangulares
- S,  $\omega$  : Coordenadas Polares
- L : Longitud de la Clotoide
- R : Radio de la Circular Nominal
- R1 : Radio de la Circular Real
- E : Diferencia entre los Radios Nominal y Real
- C : Extremo de la Clotoide
- P : Punto de Tangencia entre la Recta y la Circular Nominal
- Xm : Abcisa del Centro de las Circulares
- T : x + Subnormal
- F : Normal
- H : Tangente
- U : Subtangente
- $\theta$  : Angulo de la Tangente con respecto a la Recta

ELEMENTOS INVARIANTES, INDEPENDIENTES DEL PARAMETRO A

$$\lambda = \frac{e}{r} = \frac{E}{R} \quad \xi = \frac{l}{r} = \frac{L}{R}$$

## ANEXO 2: DEFINICIÓN Y EFECTO DE LA DERIVA

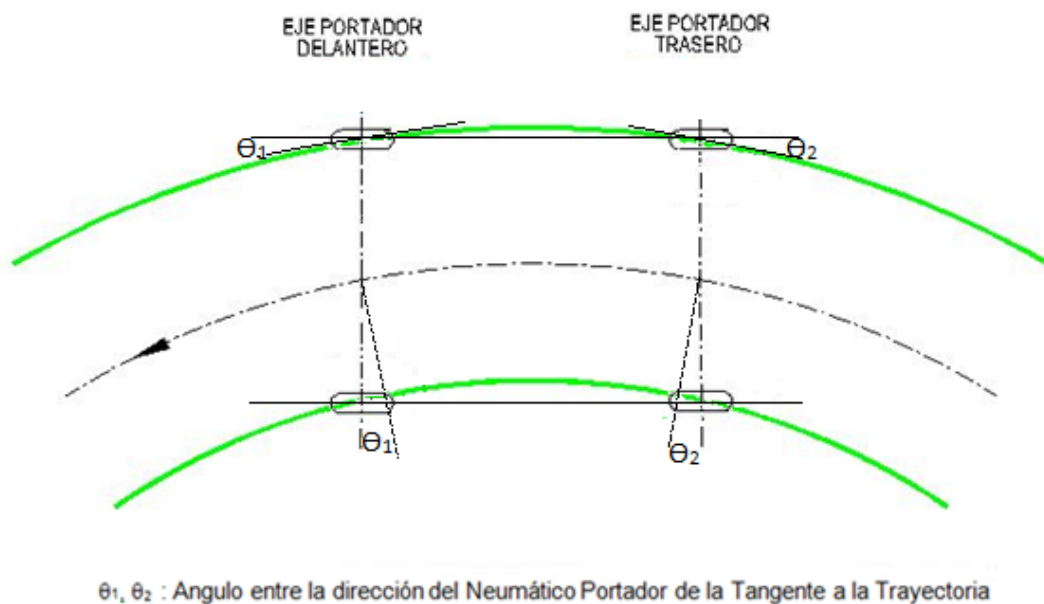


Figura 4: Definición de la Deriva.

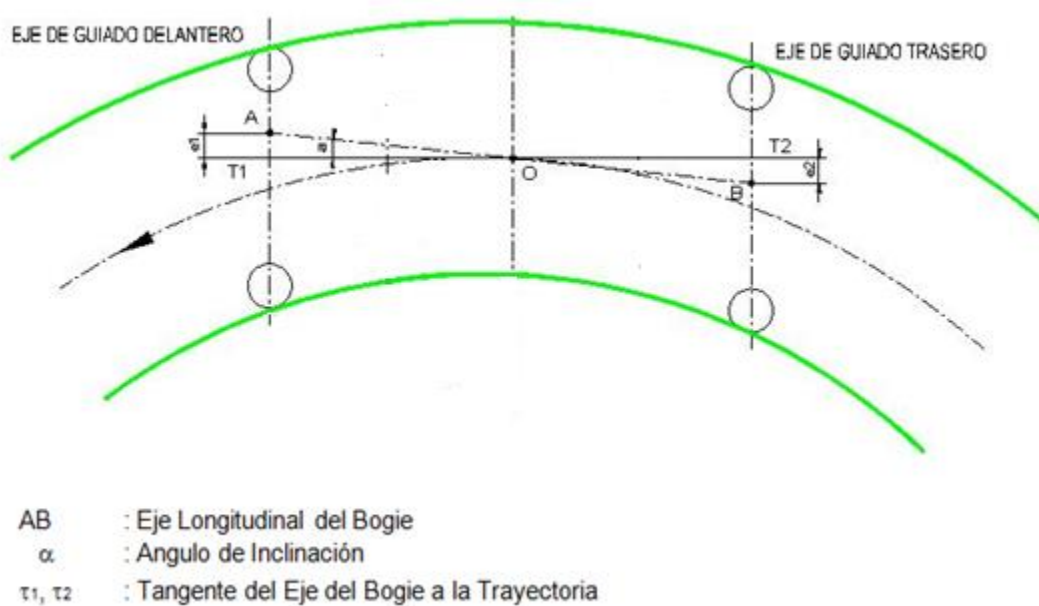
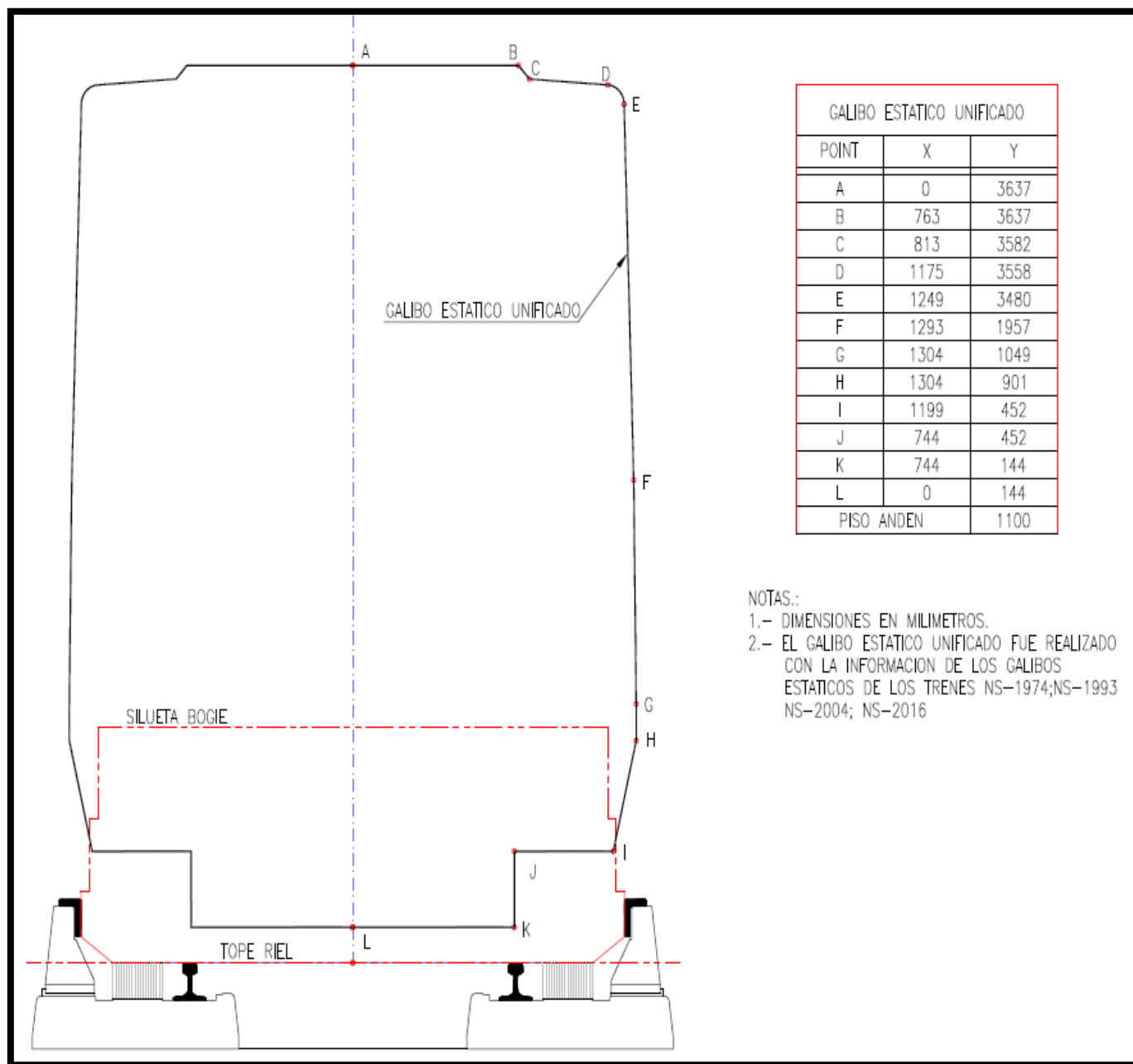


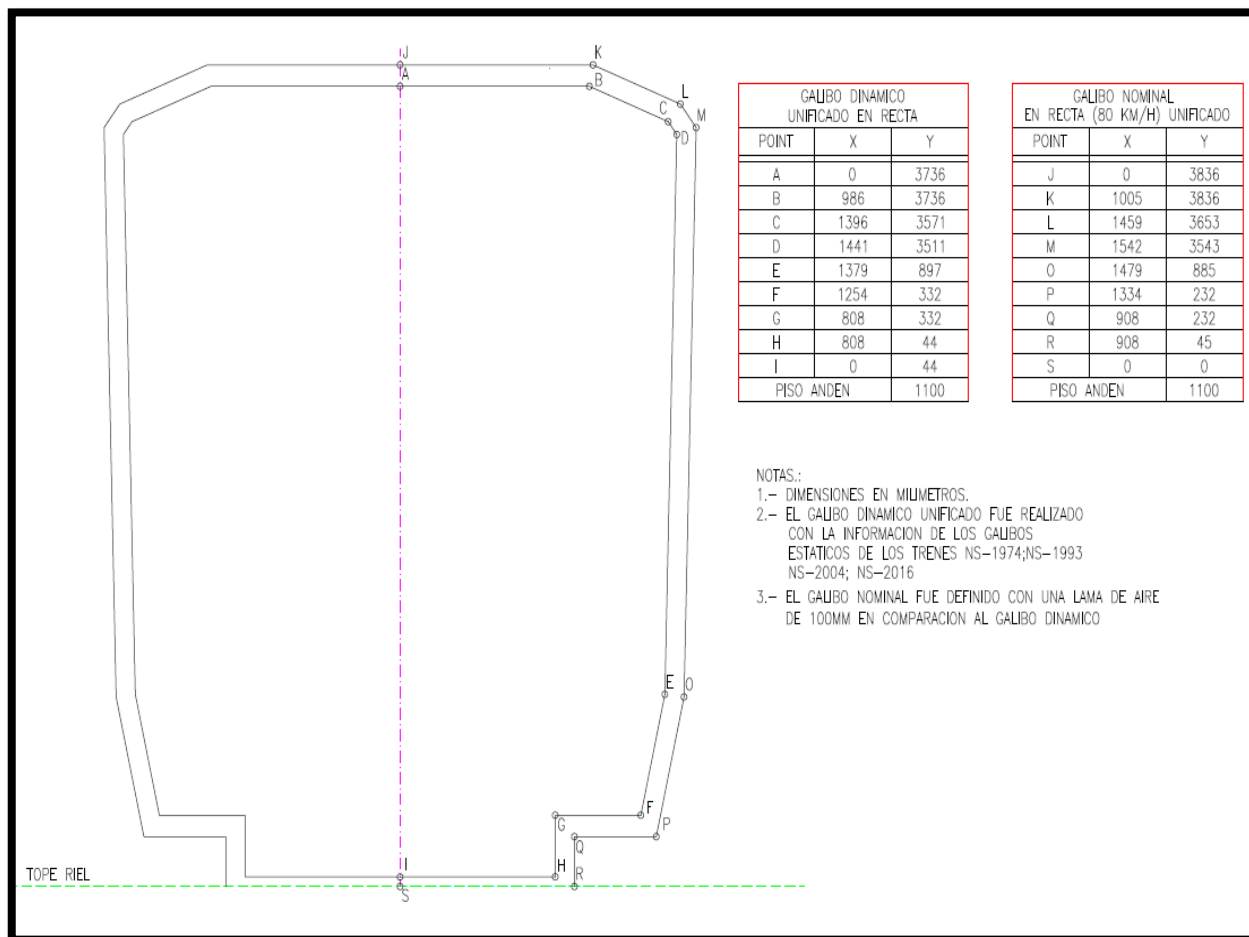
Figura 5: Efecto de la Deriva.

## ANEXO 3: GALIBO ESTÁTICO UNIFICADO



**Figura 6: Galibo estático unificado**

## ANEXO 4: GALIBO DINÁMICO NOMINAL EN RECTA 80KM/H UNIFICADO



**Figura 7: Galibo dinámico nominal en recta 80km/h unificado**

## ANEXO 5: GALIBO DINÁMICO NOMINAL EN RECTA ANDEN 60KM/H UNIFICADO

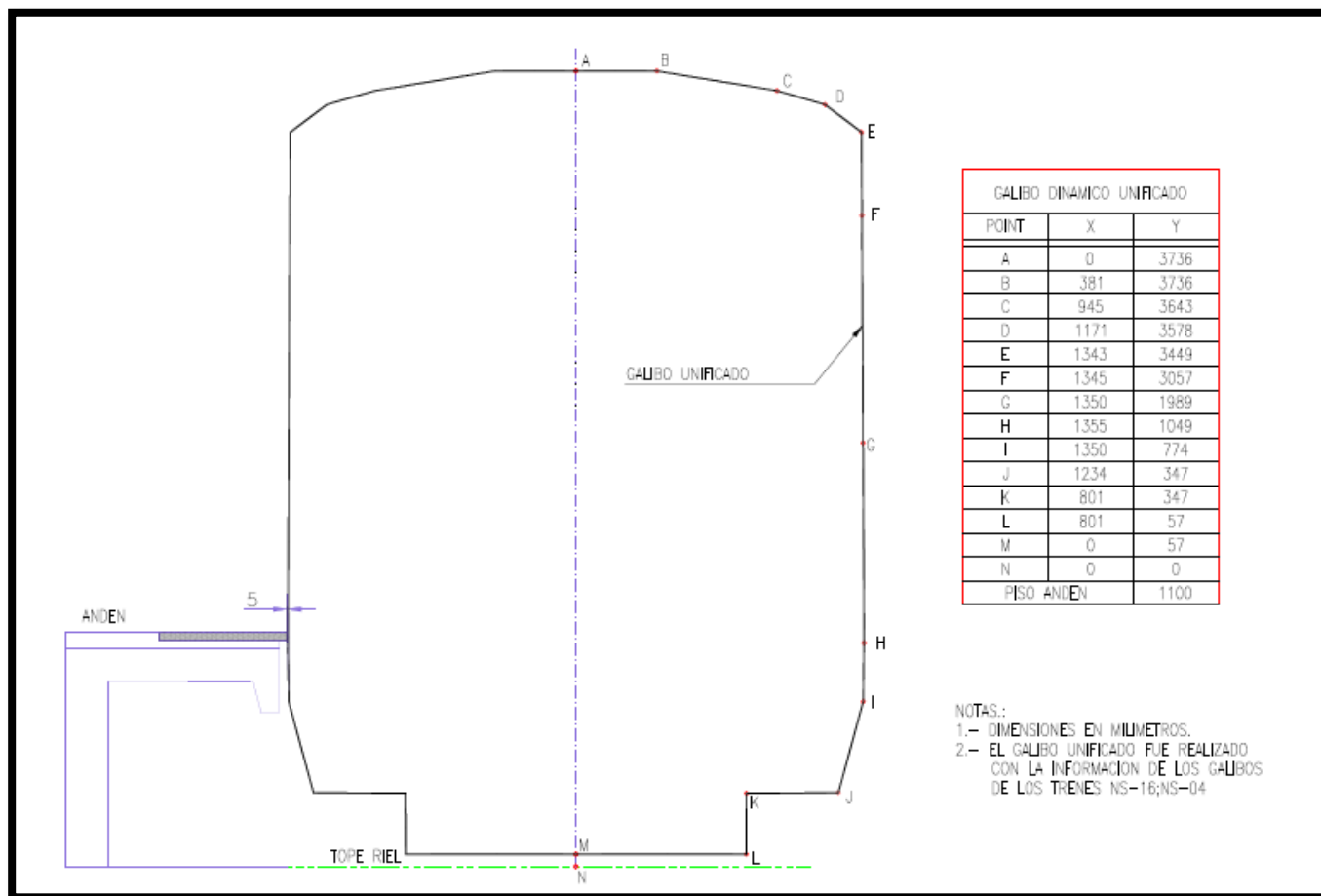


Figura 8: Galibo dinámico nominal en recta paso por andén a 60km/h



## ANEXO 6: GÁLIBO BAJO BASTIDOR

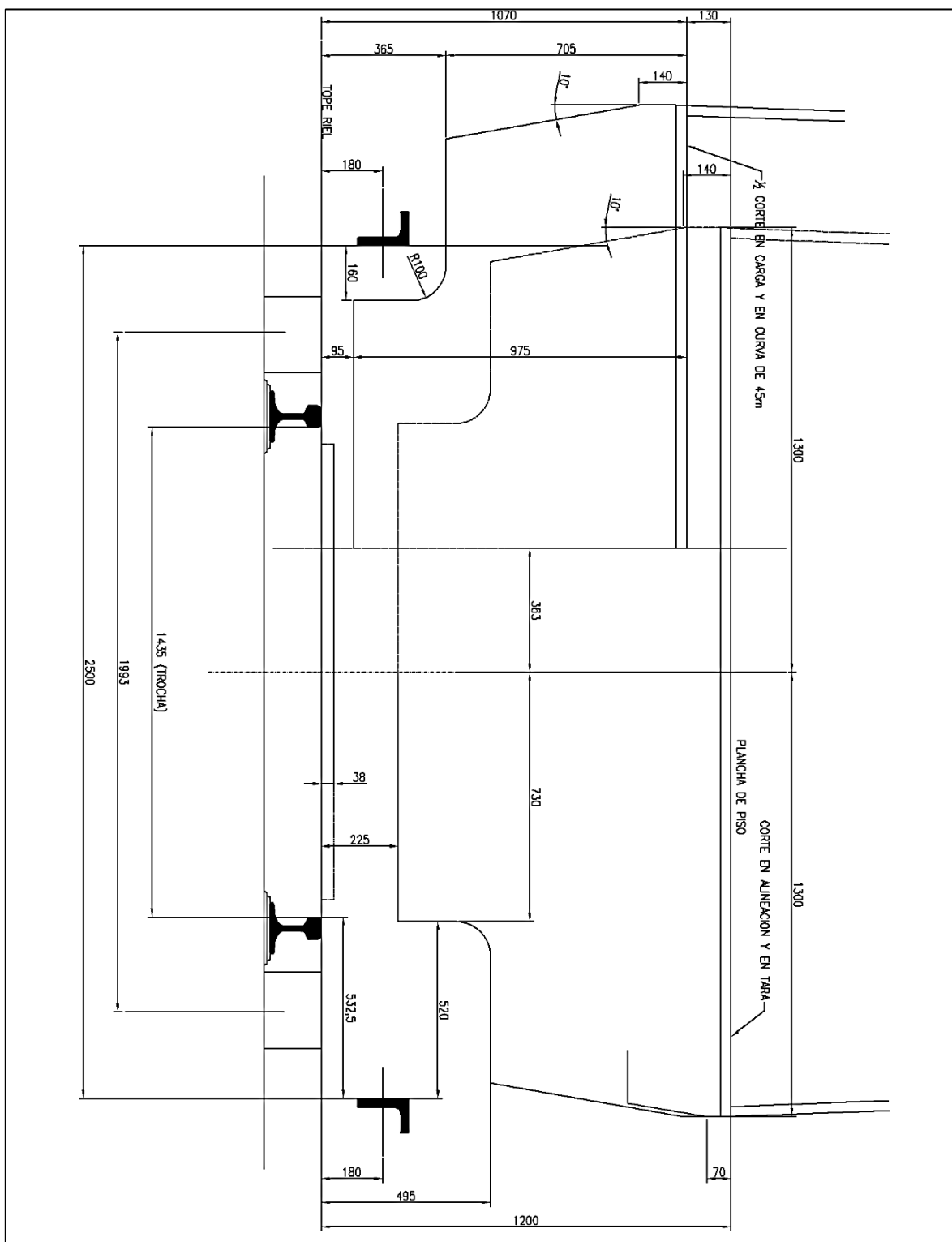
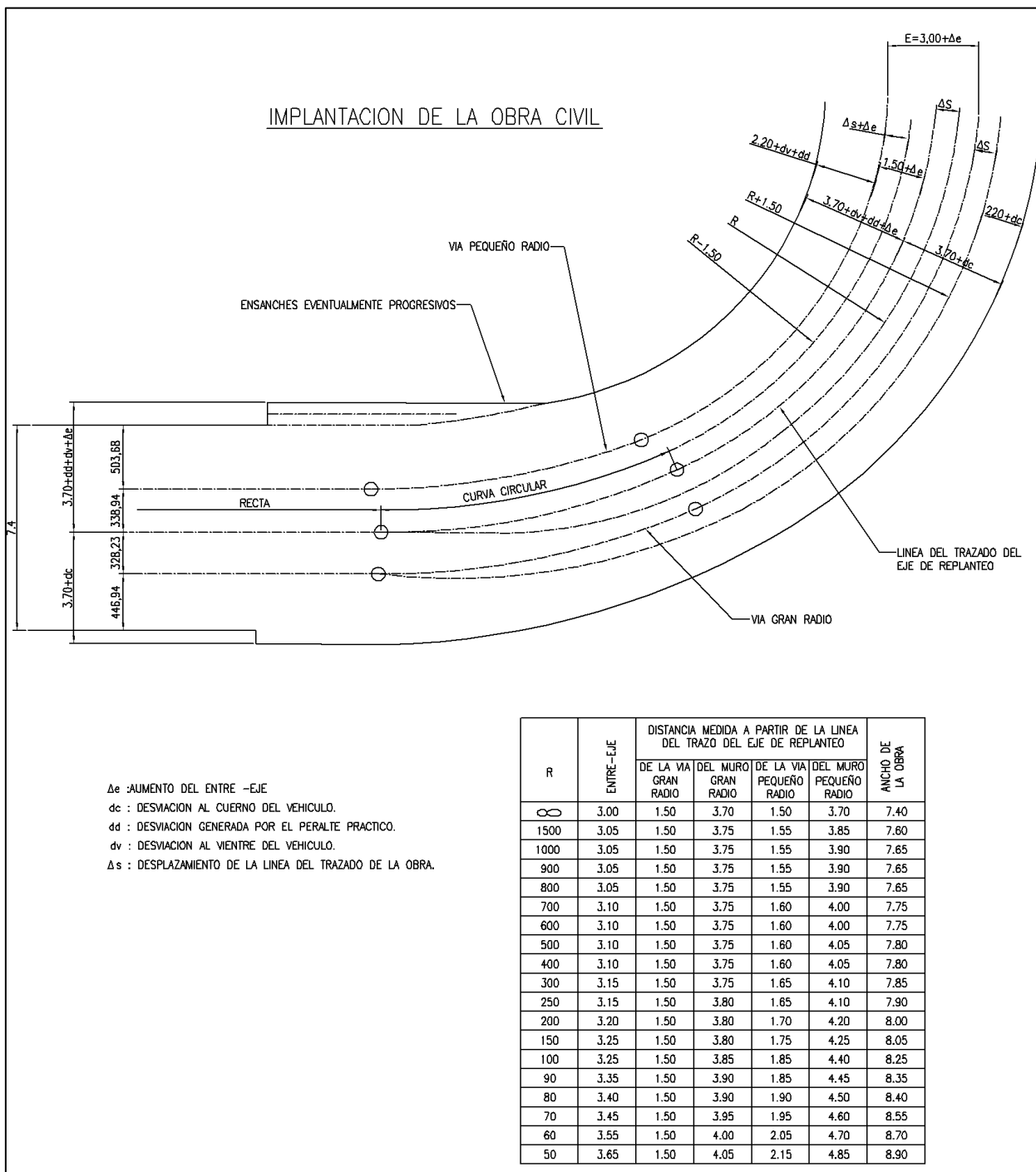


Figura 9: Gálíbo bajo bastidor





## ANEXO 9: REFERENCIA IMPLANTACIÓN OBRA CIVIL

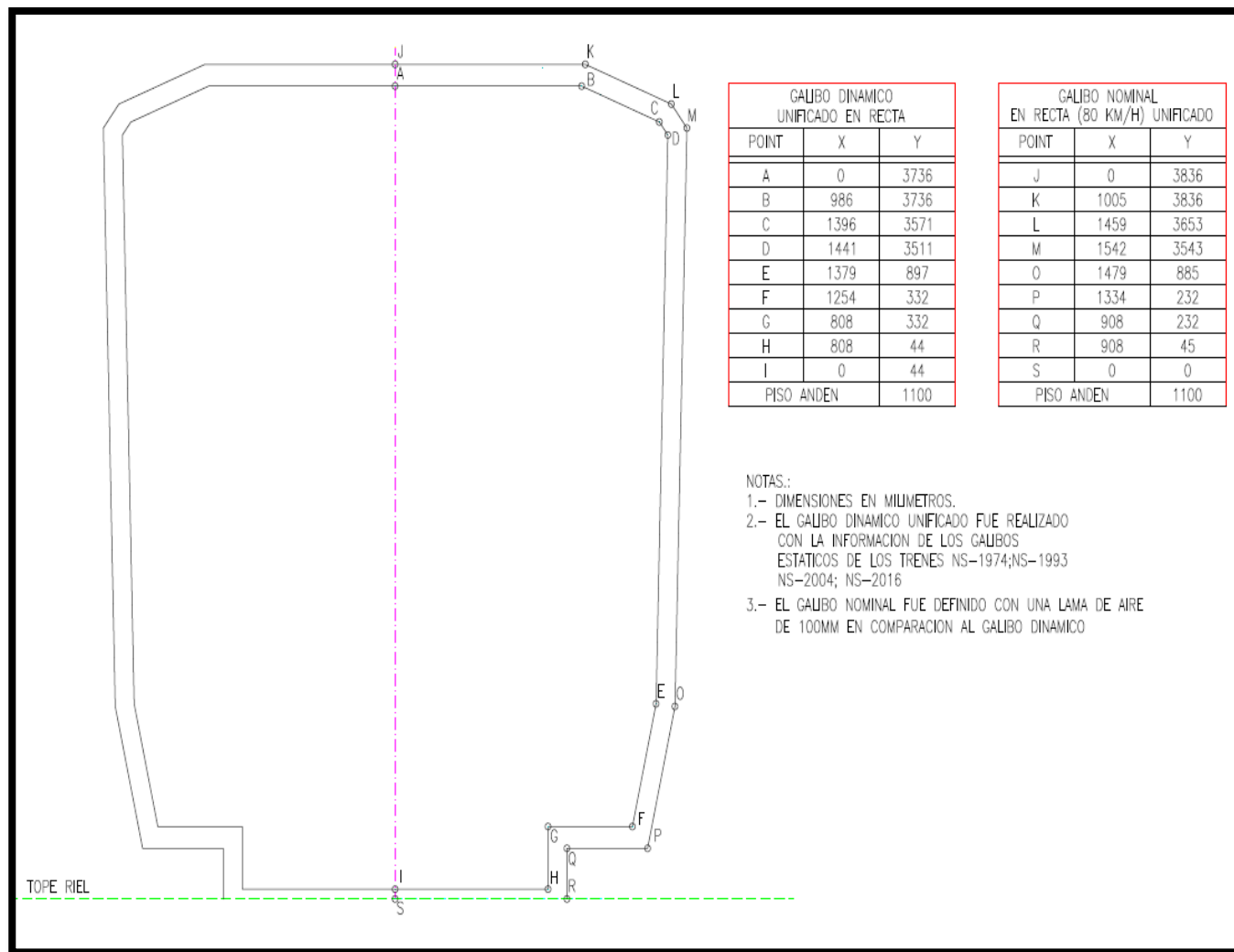


Implantación solo para sistema de vías, no considera anchos de canaletas de cableado de alta tensión, pasillos de circulación y bandeja de cable de baja tensión

**Figura 52: Referencia implantación obra civil.**



## ANEXO 11: GÁLIBO DINÁMICO NOMINAL EN CURVA RADIO 90M UNIFICADO



**Figura 14: Gálibo dinámico nominal en curva de radio 90m unificado.**

## ANEXO 12: GÁLIBO DINÁMICO NOMINAL EN CURVA RADIO 60M UNIFICADO

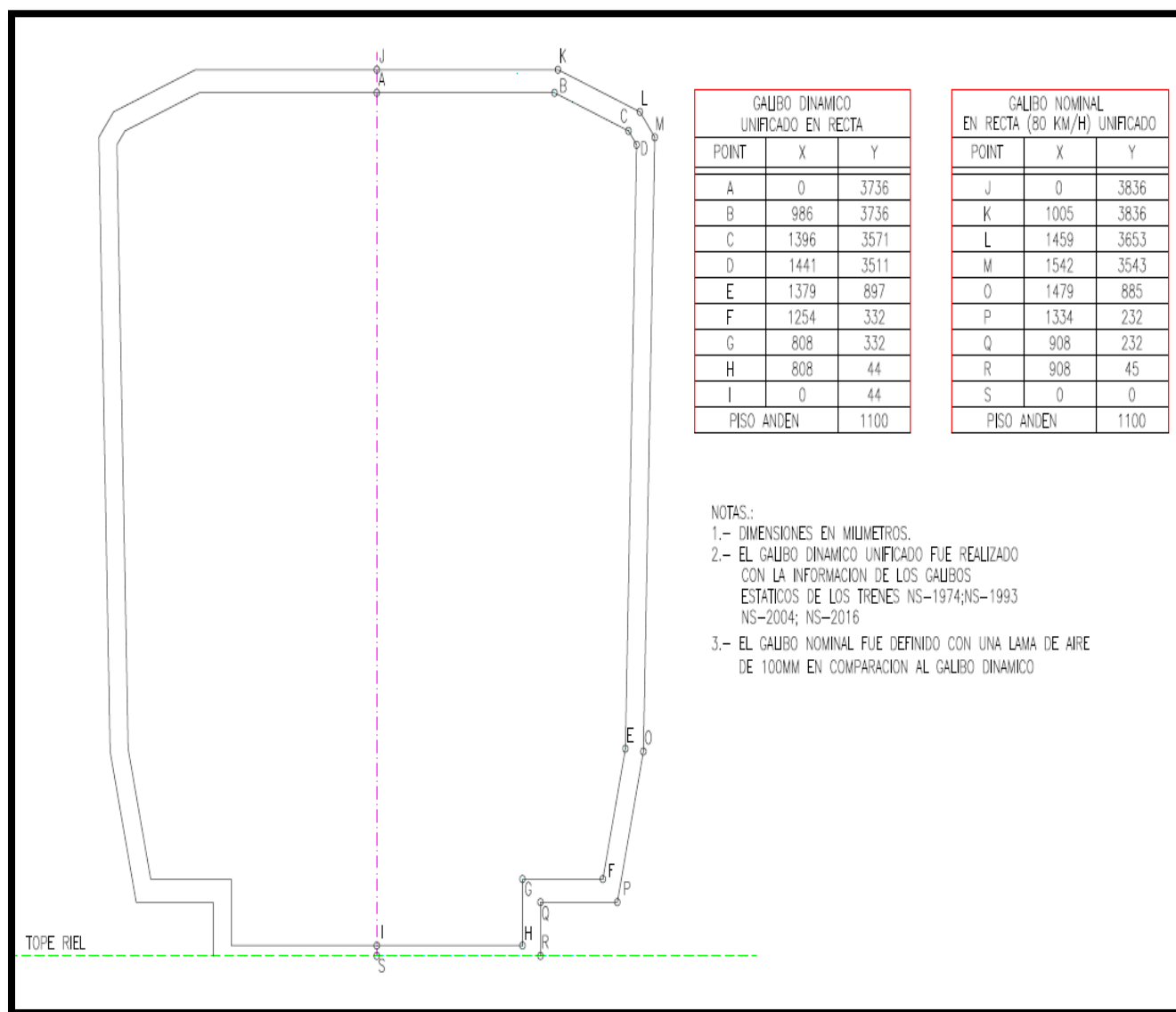


Figura 15: Gálíbo dinámico nominal en curva de radio 60m unificado.