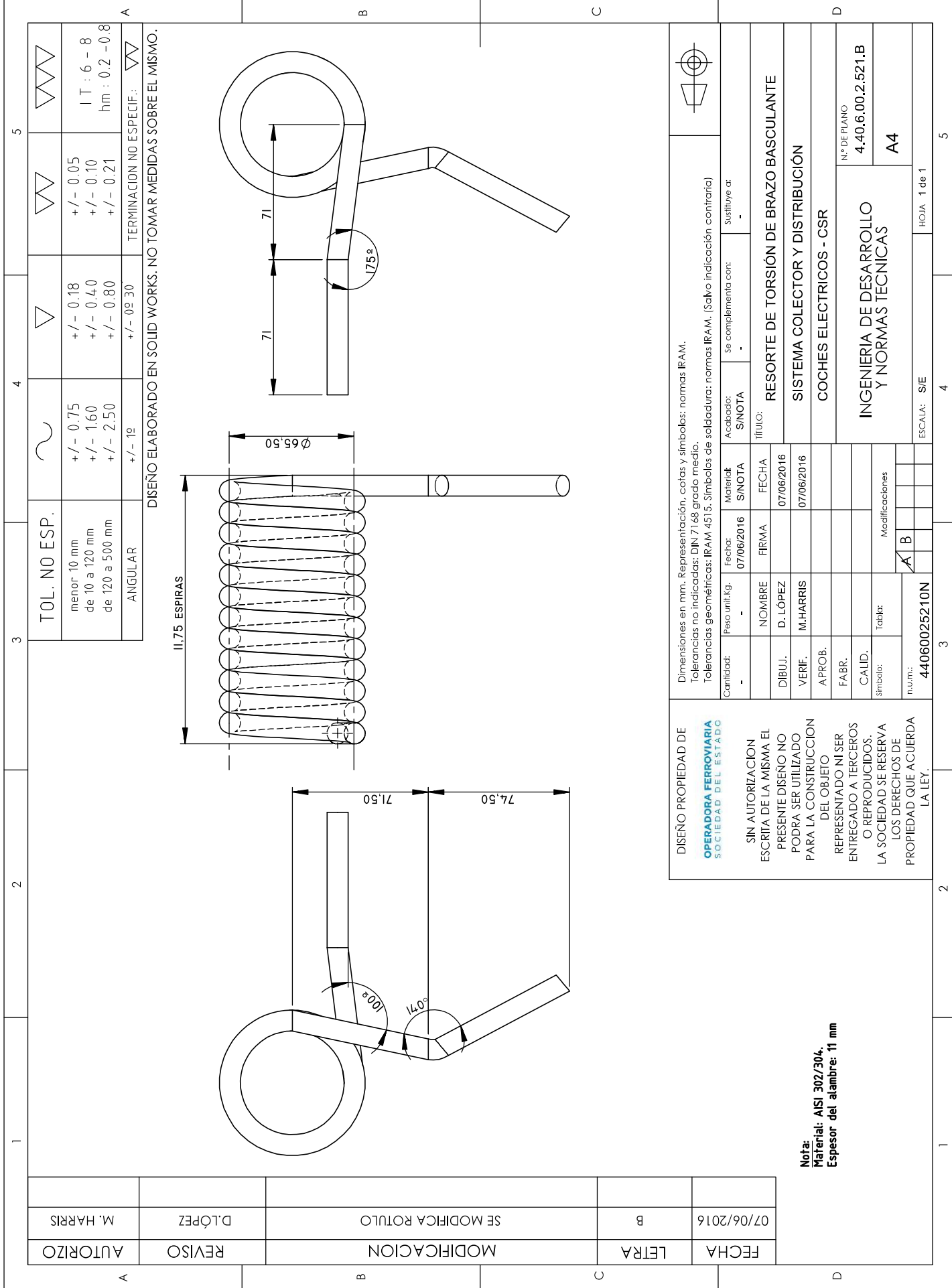


IMPORTANTE: EL PROVEEDOR DEBERÁ SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR SUBGERENCIA DE DESARROLLO ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE - FECHA DE APROBACIÓN: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_  
 ACLARACION: \_\_\_\_\_



DISEÑO ELABORADO EN SOLID WORKS. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL MISMO.

TOL. NO ESP.	3	4	5
menor 10 mm de 10 a 120 mm de 120 a 500 mm	~	+/- 0.75 +/- 1.60 +/- 2.50	+/- 0.05 +/- 0.10 +/- 0.21
ANGULAR	∠	+/- 09 30	TERMINACION NO ESPECIF.: ∇

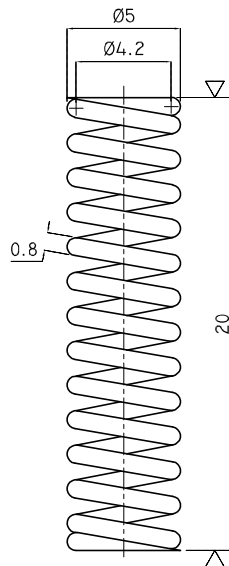
AUTORIZO	REVISO	MODIFICACION	LETRA	FECHA
M. HARRIS	D. LÓPEZ	SE MODIFICA ROTULO	B	07/06/2016

DISEÑO PROPIEDAD DE OPERADORA FERROVIARIA SOCIEDAD DEL ESTADO		Dimensiones en mm. Representación, cotas y símbolos: normas IRAM. Tolerancias no indicadas: DIN 7168 grado medio. Tolerancias geométricas: IRAM 4515. Símbolos de soldadura: normas IRAM. (Salvo Indicación contraria)	
Cantidad:	Peso unit. Kg.	Fecha:	Material
-	-	07/06/2016	S/NOTA
SIN AUTORIZACION ESCRITA DE LA MISMA EL PRESENTE DISEÑO NO PODRA SER UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCION DEL OBJETO REPRESENTADO NI SER ENTREGADO A TERCEROS O REPRODUCIDOS. LA SOCIEDAD SE RESERVA LOS DERECHOS DE PROPIEDAD QUE ACUERDA LA LEY.		Se complementa con:	Sustituye a:
TITULO: RESORTE DE TORSIÓN DE BRAZO BASCULANTE		-	
SISTEMA COLECTOR Y DISTRIBUCIÓN		-	
COCHES ELECTRICOS - CSR		-	
INGENIERIA DE DESARROLLO Y NORMAS TECNICAS		-	
N.º DE PLANO 4.40.6.00.2.521.B		-	
A4		-	
n.º m.:		44060025210N	
ESCALA: S/E		HOJA 1 de 1	

B

A

DISEÑO ELABORADO EN CAD. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL MISMO.



## DATOS:

- Ø ESPIRA: 0.8 MM
- CANTIDAD DE ESPIRAS: 12
- PASO: 1.5 MM
- EXTREMO CERRADO ESMERILADO
- ENROLLADO DERECHO
- MATERIAL ASTM 227 CII
- TERMINACION SUPERFICIAL ZINCADO PASIVADO PLATEADO

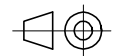
**IMPORTANTE:** EL PROVEEDOR DEBERÁ SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TÉCNICAS ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE – FECHA DE APROBACIÓN: – – –  
 FIRMA

DISEÑO PROPIEDAD DE  
**Trenes Argentinos**

Operadora Ferroviaria  
 SIN AUTORIZACION  
 ESCRITA DE LA MISMA EL  
 PRESENTE DISEÑO NO  
 PODRA SER UTILIZADO  
 PARA LA CONSTRUCCION  
 DEL OBJETO  
 REPRESENTADO NI SER  
 ENTREGADO A TERCEROS  
 O REPRODUCIDOS.  
 LA SOCIEDAD SE RESERVA  
 LOS DERECHOS DE  
 PROPIEDAD QUE ACUERDA  
 LA LEY.

DIMENSIONES EN MM. REPRESENTACIÓN, COTAS Y SÍMBOLOS: NORMAS IRAM.  
 TOLERANCIAS NO INDICADAS: DIN 7168 GRADO MEDIO.

TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS: IRAM 4515. SÍMBOLOS DE SOLDADURA: NORMAS IRAM. (SALVO INDICACIÓN CONTRARIA)

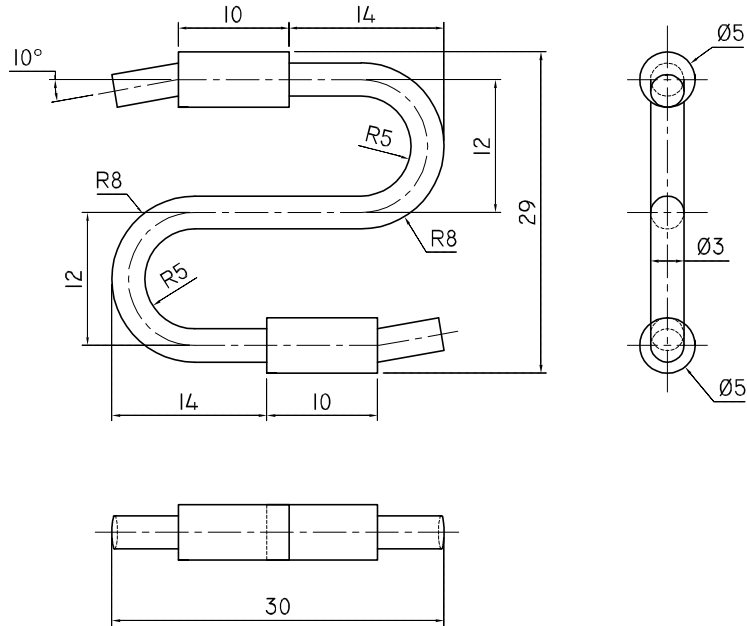


CANTIDAD: 2 x CERR.	PESO UNIT.KG. --	FECHA: 10/11/2015	MATERIAL: S/LISTA	ACABADO:	SE COMPLEMENTA CON: 4-40-3-01-2-013	SUSTITUYE A:
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: RESORTE DE COMPRESION		
DIBUJ.	G.FERRARI		10/11/2015	VENTANAS LATERALES		
VERIF.	M.HARRIS		10/11/2015	COCHES ELECTRICOS - CSR		
APROB.	M.SOLER		10/11/2015	SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TECNICAS		
FABR.				N.º DE PLANO 4-40-3-01-2-020-A		
CALID.				A4		
SÍMBOLO:	TABLA:	MODIFICACIONES				
N. U. M.: 44030120200N		A				
				ESCALA: S/E	HOJA 6 DE 7	

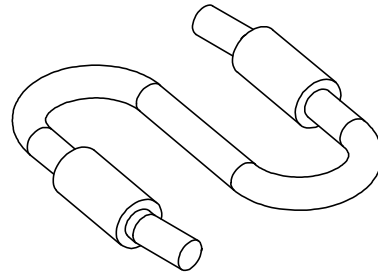
B

A

DISEÑO ELABORADO EN CAD. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL MISMO.



PERSPECTIVA



2	SUPLEMENTO	2	COBRE END.	--	ØEXT.5-ØINT.3-LARGO: 10 MM
1	RESORTE EQUILIBRADOR	1	ASTM 227 CII	--	Ø3 (S/PLANO)
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO UNIT.(KG)	NRO. DE PLANO / OBS.

<p><b>DISEÑO PROPIEDAD DE</b> <b>Trenes Argentinos</b> <b>Operadora Ferroviaria</b> SIN AUTORIZACION ESCRITA DE LA MISMA EL PRESENTE DISEÑO NO PODRA SER UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCION DEL OBJETO REPRESENTADO NI SER ENTREGADO A TERCEROS O REPRODUCIDOS. LA SOCIEDAD SE RESERVA LOS DERECHOS DE PROPIEDAD QUE ACUERDA LA LEY.</p>	DIMENSIONES EN MM. REPRESENTACIÓN, COTAS Y SÍMBOLOS: NORMAS IRAM. TOLERANCIAS NO INDICADAS: DIN 7168 GRADO MEDIO. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS: IRAM 4515. SÍMBOLOS DE SOLDADURA: NORMAS IRAM. (SALVO INDICACIÓN CONTRARIA)						
	CANTIDAD: 7	PESO UNIT.KG: --	FECHA: 10/11/2015	MATERIAL: S/LISTA	ACABADO:		SE COMPLEMENTA CON: 4-40-3-01-2-010
	DIBUJ. G.FERRARI	FIRMA	FECHA 10/11/2015	TÍTULO: RESORTE EQUILIBRADOR BANDEROLA			
	VERIF. M.HARRIS	10/11/2015		VENTANAS LATERALES			
	APROB. M.SOLER	10/11/2015		COCHES ELECTRICOS - CSR			
FABR.					SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TECNICAS		
CALID.					N.º DE PLANO 4-40-3-01-3-001-A		
SÍMBOLO:	TABLA:	MODIFICACIONES				A4	
N.U.M.: 44030130010N	A				ESCALA: S/E	HOJA --	

**IMPORTANTE:** EL PROVEEDOR DEBERÁ SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TÉCNICAS ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE - FECHA DE APROBACIÓN: - - - - -  
 ACLARACION: FIRMA

**SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TÉCNICAS**

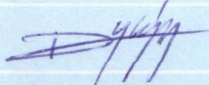
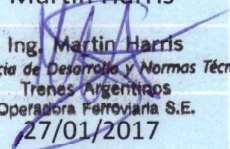
**GERENCIA DE INGENIERÍA**

**INFORME**

**INF-DNT-1023-V1.0**

**Análisis y homologación resorte de torsión para  
sistema de brazo basculante FFCC Sarmiento**

CANTIDAD TOTAL DE PÁGINAS (incluida esta carátula): 17 (Diecisiete)

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE	Gerardo Ferrari	Damián López	Martín Harris
FIRMA			 Ing. Martín Harris Subgerencia de Desarrollo y Normas Técnicas Trenes Argentinos Operadora Ferroviaria S.E.
FECHA	27/01/2017	27/01/2017	27/01/2017

## INFORME

### Análisis y homologación resorte de torsión para sistema de brazo basculante FFCC Sarmiento

#### Índice

1.	RESUMEN EJECUTIVO .....	3
2.	OBJETO .....	3
2.1	Análisis de rangos de trabajo .....	3
2.1.1	Montaje inicial – Resorte sin precarga .....	4
2.1.2	Posición inicial ( $\alpha_1$ ) - Bazo basculante en tope de regulación (Posición mínima) .....	4
2.1.3	Posición media de trabajo ( $\alpha_2$ ) – Brazo basculante en contacto con tercer riel .....	5
2.1.4	Posición final ( $\alpha_3$ ) – Bazo basculante en tope de regulación (Posición máxima) .....	5
2.1.5	Tabla de dimensiones referenciales .....	6
2.2	Parámetros de diseño – S/ EN 13906-3:2001 – Part.4 .....	6
2.2.1	Diseño Original CSR .....	6
2.2.2	Esquema - Resorte de torsión – CSR .....	7
2.2.3	Diseño Alambres Rumbos S.A. ....	7
2.2.4	Esquema - Resorte de torsión – Alambres Rumbos S.A. ....	8
2.3	Material de conformación .....	8
2.3.1	Material de conformación - Original CSR .....	8
2.3.2	Material de conformación - Alambres Rumbos S.A. ....	9
3	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	9
4	VERIFICACIÓN EN SERVICIO .....	10
5	IMÁGENES .....	11
6	CONCLUSIONES .....	11
7	LISTA DE MODIFICACIONES .....	11
8	APÉNDICE I – ESQUEMA PROTOTIPO ALAMBRES RUMBOS S.A. ....	12
9	APÉNDICE II – MEMORIA DE CÁLCULO .....	13

<< Espacio dejado en blanco expofeso >>

## INFORME

### Análisis y homologación resorte de torsión para sistema de brazo basculante FFCC Sarmiento

---

#### 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe detalla el estudio comparativo de resortes de torsión helicoidales, utilizados en el sistema de brazo basculante colector de corriente.

Dicho componente es utilizado en el conjunto “Soporte de brazo basculante – Línea Sarmiento” véase ET-DNT-LS-0002-V1.0-2016 - Resorte de torsión de brazo basculante (NUM: 44060025210N) – S/Plano: 4.40.6.00.2.521.B.

En el presente análisis se encuentran involucrados el resorte original (Cod.CSR 8ZT.957.001) y su alternativa de fabricación nacional de la marca Alambres Rumbos S.A.

Se realiza un análisis de características dimensionales, mecánicas y de laboratorio. Verificando que ambos resortes se encuentran constituidos de materiales acordes a la aplicación para la cual fueron diseñados.

Encontrándose ambos encuadrados en lo establecido en la normativa internacional BS EN 13906-3:2001 “Cylindrical helical springs made from round wire and bar – Calculation and design; Part 3: Torsion Spring”

Con dichos resultados podemos concluir que ambos componentes se encuentran dentro del rango de trabajo establecido por el fabricante.

Los parámetros analizados deben ser tomados como condición necesaria de cumplimiento para todo resorte alternativo, pero no suficiente para poder emitir una aceptación y posterior homologación.

#### 2. OBJETO

El objeto de este Informe es brindar al lector el análisis comparativo realizado entre ambos resortes. Demostrando su equivalencia en el rango de diseño establecido por el fabricante; utilizando los criterios de diseño mencionado en la norma que arriba se detalla.

##### 2.1 Análisis de rangos de trabajo

El sistema de brazo basculante se haya a ambos lados de cada bogie. Siendo el componente necesario para la toma de corriente desde el 3º riel a la formación.

Este sistema debe ser capaz de absorber las diferencias de infraestructura en un rango determinado.

A continuación se detallan cuatro posiciones de referencia, sobre las cuales se basará nuestro análisis.

### 2.1.1 Montaje inicial – Resorte sin precarga

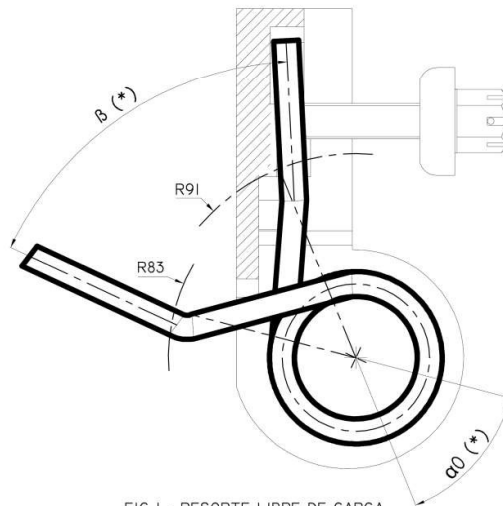


FIG.1 - RESORTE LIBRE DE CARGA

#### Parámetros:

- $\beta$ : Ángulo entre espiras de apoyo
- $\alpha 0$ : Ángulo entre espiras
- R: 91 mm Apoyo de espira en soporte
- R: 83 mm Apoyo de espira en brazo basculante

### 2.1.2 Posición inicial ( $\alpha 1$ ) - Bazo basculante en tope de regulación (Posición mínima)

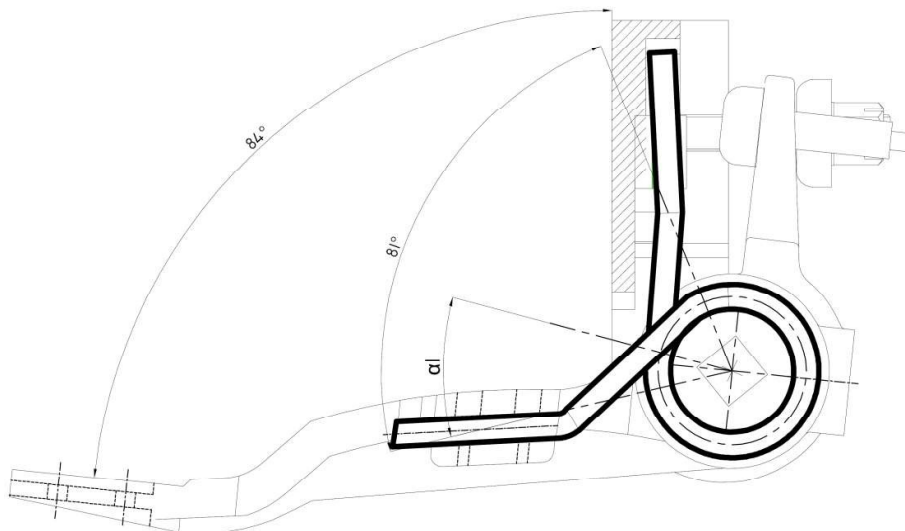


FIG.2 - POSICION INICIAL ( $\alpha 1$ )  
BRAZO BASCULANTE EN CONTACTO CON TOPE DE REGULACION

#### Parámetros:

- $\alpha 1$ : Ángulo torsional para mínima posición de trabajo de brazo basculante
- $84^\circ$ : Ángulo existente entre la superficie de contacto del brazo basculante y el soporte solidario a la viga patín.

### 2.1.3 Posición media de trabajo ( $\alpha_2$ ) – Brazo basculante en contacto con tercer riel

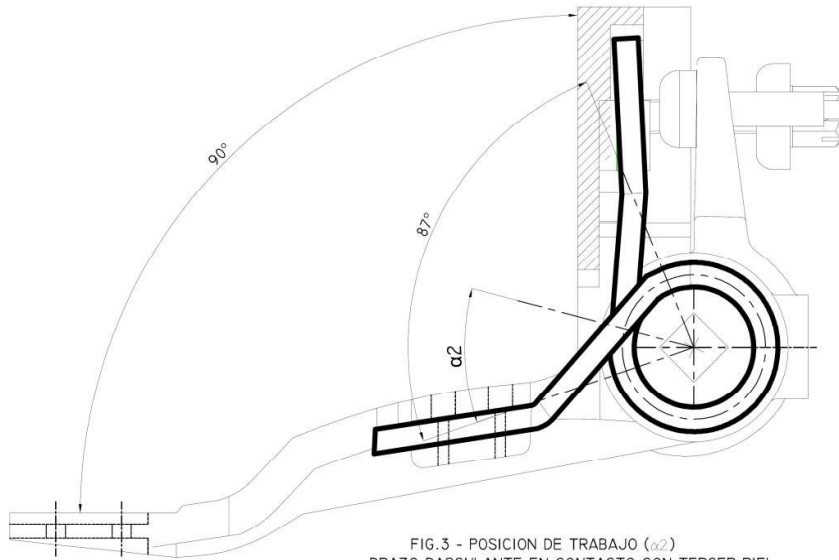


FIG.3 - POSICION DE TRABAJO ( $\alpha_2$ )  
BRAZO BASCULANTE EN CONTACTO CON TERCER RIEL

#### Parámetros:

- $\alpha_2$ : Ángulo torsional para posición media de trabajo de brazo basculante
- $90^\circ$  Ángulo existente entre la superficie de contacto del brazo basculante y el soporte solidario a la viga patín.

### 2.1.4 Posición final ( $\alpha_3$ ) – Brazo basculante en tope de regulación (Posición máxima)

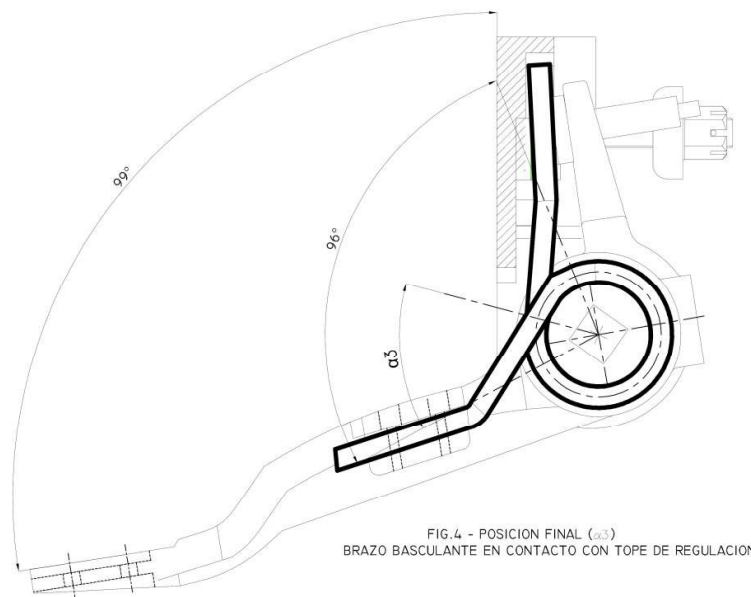


FIG.4 - POSICION FINAL ( $\alpha_3$ )  
BRAZO BASCULANTE EN CONTACTO CON TOPE DE REGULACION

#### Parámetros:

- $\alpha_3$ : Ángulo torsional para máxima posición de trabajo de brazo basculante
- $99^\circ$  Ángulo existente entre la superficie de contacto del brazo basculante y el soporte solidario a la viga patín.



### 2.1.5 Tabla de dimensiones referenciales

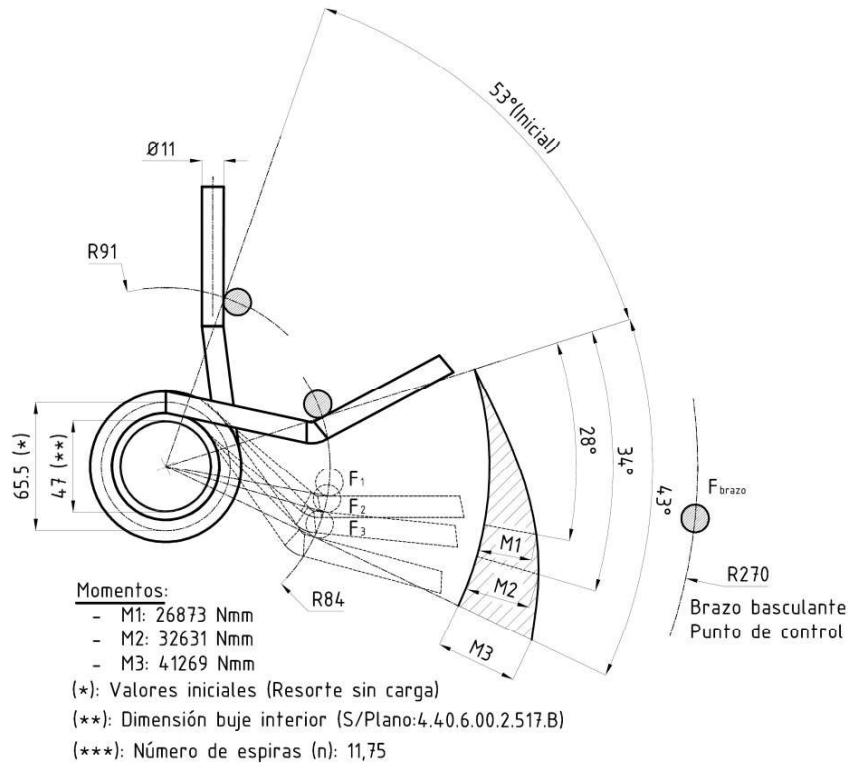
Dimensiones de referencia			
Descripción	Parámetro	Original CSR	Alambres Rumbos
Ángulo entre espiras de apoyo	$\beta$ (°)	62	71
Ángulo entre espiras	$\alpha_0$ (°)	53	62
Ángulo torsional para mínima posición de trabajo de brazo basculante	$\alpha_1$ (°)	28	19
Ángulo torsional para posición media de trabajo de brazo basculante	$\alpha_2$ (°)	34	25
Ángulo torsional para máxima posición de trabajo de brazo basculante	$\alpha_3$ (°)	43	34

## 2.2 Parámetros de diseño – S/ EN 13906-3:2001 – Part.4

### 2.2.1 Diseño Original CSR

- $D = 65.5 \text{ mm}$  → Diámetro medio de alambre
- $d = 11 \text{ mm}$  → Diámetro nominal del alambre
- $F_1, F_2, \dots$  →  $N$  → Fuerza del resorte para los ángulos torsionales  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$  (Véase determinación en apéndice)
- $M_1, M_2, \dots$  →  $Nmm$  → Momento del resorte para los ángulo  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$  (Véase determinación en apéndice)
- $n = 11.75$  → Número de espiras activas
- $\alpha_1, \alpha_2, \dots$  → Grados sexagesimales → Ángulos torsionales según  $M_1, M_2, \dots$  y las fuerzas  $F_1, F_2, \dots$
- $\alpha_{\text{inicial}} = 53^\circ$
- $\alpha_1 = 28^\circ$
- $\alpha_2 = 34^\circ$
- $\alpha_3 = 43^\circ$
- $r = 84 \text{ mm}$  → Radio de acción de espira del resorte
- $rb = 270 \text{ mm}$  → Radio de acción de brazo basculante (Punto de control)

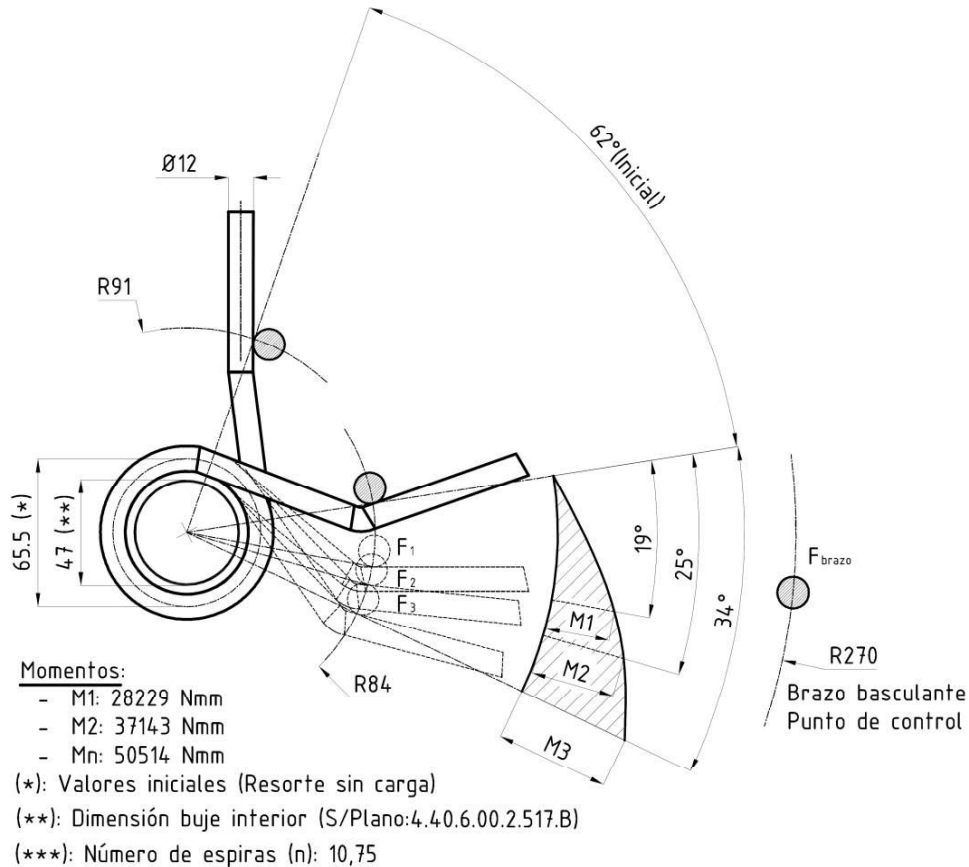
### 2.2.2 Esquema - Resorte de torsión – CSR



### 2.2.3 Diseño Alambres Rumbos S.A.

- $D = 65.5 \text{ mm}$  → Diámetro medio de alambre
- $d = 12 \text{ mm}$  → Diámetro nominal del alambre
- $F1, F2, \dots \rightarrow N \rightarrow$  Fuerza del resorte para los ángulos torsionales  $\alpha1, \alpha2, \dots$  (Véase determinación en apéndice)
- $M1, M2, \dots \rightarrow Nmm \rightarrow$  Momento del resorte para los ángulo  $\alpha1, \alpha2, \dots$  (Véase determinación en apéndice)
- $n = 10.75 \rightarrow$  Numero de espiras activas
- $\alpha1, \alpha2, \dots \rightarrow$  Grados sexagesimales → Ángulos torsionales según  $M1, M2, \dots$  y las fuerzas  $F1, F2, \dots$
- $\alpha \text{ inicial} = 62^\circ$
- $\alpha1 = 19^\circ$
- $\alpha2 = 25^\circ$
- $\alpha3 = 34^\circ$
- $r = 84 \text{ mm} \rightarrow$  Radio de acción de espira del resorte
- $rb = 270 \text{ mm} \rightarrow$  Radio de acción de brazo basculante (Punto de control)

### 2.2.4 Esquema - Resorte de torsión – Alambres Rumbos S.A.



### 2.3 Material de conformación

A continuación se analizan los materiales de conformación de cada uno de los componentes.

#### 2.3.1 Material de conformación - Original CSR.

- Material según norma SAE J405/98 – Aleación n° 304
- Microdureza Vickers – 309  $\mu$ HV (Núcleo) – 282  $\mu$ HV (Superficie) <sup>1</sup>
- Tratamiento térmico: Corresponde a una deformación plástica y posterior recocido a baja temperatura. <sup>2</sup>
- Estructura: Matriz de granos austeníticos maclados con presencia de carburos dispersos. <sup>3</sup>
- Composición química <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Determinación de laboratorio - Corporación ABS – N° de OT: 16-033444

<sup>2</sup> Determinación de laboratorio - Corporación ABS – N° de OT: 16-033445

<sup>3</sup> Determinación de laboratorio - Corporación ABS – N° de OT: 16-033445

<sup>4</sup> Determinación de laboratorio - Corporación ABS – N° de OT: 16-033442

# 304 S/SAE J405/98		
Composición química (g%g)		
Elemento	Norma	Laboratorio
C	0,08 máx	0,07
Si	1,00 máx	0.45
Mn	2,00 máx	1.23
P	0,045 máx	0.009
S	0,030 máx	0.013
Cr	18 a 20	19.6
Ni	8 a 10,5	8.3
Mo		0.13

- Equivalencia entre norma EN 10270-3 y EN 10088-3 – Nombre: X5CrNi 18-10 – Número: 1.4301

### 2.3.2 Material de conformación - Alambres Rumbos S.A.

- Material según norma SAE J405/98 – Aleación n° 302
- Composición química <sup>5</sup>

# 302 S/SAE J405/98		
Composición química (g%g)		
Elemento	Norma	Laboratorio
C	0,12 máx	0,069
Si	1,00 máx	0,42
Mn	2,00 máx	1,14
P	0,045 máx	0,040
S	0,030 máx	0,003
Cr	17 a 19	18,22
Ni	8 a 10,5	8,10
Mo		-

- Equivalencia entre norma EN 10270-3 y EN 10088-3 – Nombre: X10CrNi 18-8 – Número: 1.4310

## 3 ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se adjunta una tabla comparativa entre ambas propuestas. Las mismas fueron analizadas en los rangos de trabajo especificados en el punto 2.1.

Se utilizó para este análisis información indicada por el fabricante del material rodante en sus especificaciones técnicas.

<sup>5</sup> Información de composición provista por proveedor – Origen MP Raajratna Metal Industries Limited.

En la cual se indica que el brazo basculante en la posición media de trabajo (Pto 2.1.3 Fig.3) debe ejercer una fuerza equivalente entre 120 N a 180 N (12.2 Kg a 18.36 Kg).<sup>6</sup>

Por otro lado se verifica que el diámetro interior del resorte en el máximo ángulo torsional (Pto 2.1.4 Fig.4) no sea igual o inferior al componente utilizado como guía ( $\emptyset$  Ext. 47 mm).<sup>7</sup> A modo de evitar el cierre de las espiras en el buje tubular impidiendo el correcto funcionamiento.

Análisis de esfuerzos según el ángulo torsional - Original CSR												
Parámetro	Momento (M)		Fuerza espira (Fe)		Fuerza brazo (Fb)		Diámetro interior (Di)		Diámetro exterior (De)			
	Cod.	Valor	U/M	Valor	U/M	Valor	U/M	Valor	U/M	Valor	U/M	
$\alpha 1$	28	°	26.873	Nmm	320	N	-	N	-	mm	-	mm
$\alpha 2$	34	°	32.631	Nmm	388	N	121	N	-	mm	-	mm
$\alpha 3$	43	°	41.269	Nmm	491	N	-	N	53,8	mm	77,2	mm

Análisis de esfuerzos según el ángulo torsional - Alambres Rumbos												
Parámetro	Momento (M)		Fuerza espira (Fe)		Fuerza brazo (Fb)		Diámetro interior (Di)		Diámetro exterior (De)			
	Cod.	Valor	U/M	Valor	U/M	Valor	U/M	Valor	U/M	Valor	U/M	
$\alpha 1$	19	°	28.229	Nmm	336	N	-	N	-	mm	-	mm
$\alpha 2$	25	°	37.143	Nmm	442	N	138	N	-	mm	-	mm
$\alpha 3$	34	°	50.514	Nmm	601	N	-	N	52,9	mm	78,1	mm

#### 4 VERIFICACIÓN EN SERVICIO

Para verificación funcional del prototipo se ha instalado en una formación en servicio, a fin de realizar un seguimiento evaluatorio del componente.

Las inspecciones se realizan de manera quincenal, conjuntamente con el mantenimiento programado realizado por la línea con cada una de las formaciones.

A continuación se indican los valores de referencia sobre la última verificación realizada.

- Formación: RC13 – SM 116 – M4 – Lado norte – Bogie: 2
- Fecha de puesta en servicio del prototipo: 28/10/2016
- Kilometraje de la formación al momento de la instalación: 227.213 Km
- Última inspección realizada

<sup>6</sup> Manual de mantenimiento CSR - MM 0520 Instalación de colector de corriente – Página 9

<sup>7</sup> NUM44060025170N – Buje tubular de brazo basculante

- Fecha: 18/01/2017
- Kilometraje: 252.447 Km
- Total de kilómetros acumulados desde inicio de prueba: 25.234 Km
- Total de días bajo ensayo: 82 días

A partir de la última inspección visual realizada, podemos confirmar que el resorte no presenta inconvenientes o signos de mal funcionamiento.

Hemos podido confirmar mediante instrumento dinamométrico, que el prototipo conserva las propiedades elásticas en los mismos valores iniciales.

Por estas razones creemos conveniente continuar con el proceso de ensayo funcional en la formación.

## 5 IMÁGENES



Imagen frontal inferior – Montaje inicial



Imagen trasera inferior – Montaje inicial



Imagen frontal inferior – Última inspección



Imagen trasera inferior – Última inspección

## 6 CONCLUSIONES

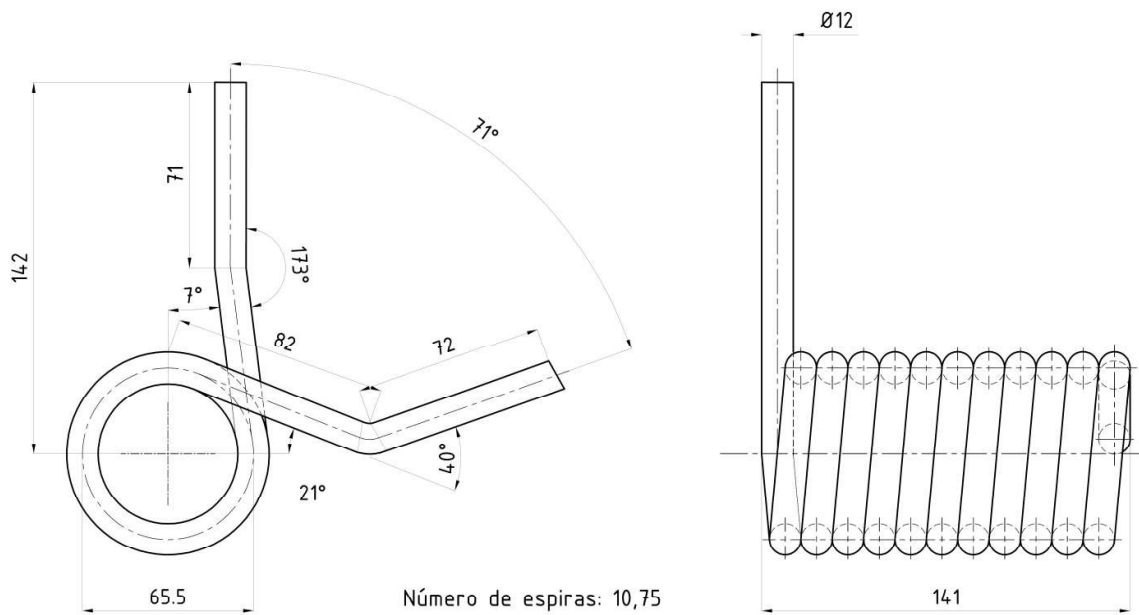
Ambos componentes poseen parámetros equivalentes, o que en su defecto se aproximan notoriamente en el rango de trabajo del brazo colector de corriente.

En base a los resultados obtenidos hasta la fecha podemos concluir que el resorte provisto y analizado en el presente informe de la empresa Alambres Rumbos, puede ser considerado como una adecuada alternativa para esta aplicación.

## 7 LISTA DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
1.0	27/01/2017	Emisión Original

**8 APÉNDICE I – ESQUEMA PROTOTIPO ALAMBRES RUMBOS S.A.**



ESQUEMA PROTOTIPO ALAMBRES RUMBOS S.A.

## 9 APÉNDICE II – MEMORIA DE CÁLCULO

### Simbología, unidades y terminología

- $D = (D_e + D_i)/2 \rightarrow mm \rightarrow$  Diámetro medio de alambre
- $d \rightarrow mm \rightarrow$  Diámetro nominal del alambre
- $E \rightarrow N/mm^2 \rightarrow$  Módulo de elasticidad
- $F \rightarrow N \rightarrow$  Fuerza del resorte
- $F_1, F_2, \dots \rightarrow N \rightarrow$  Fuerza del resorte para los ángulos torsionales  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$
- $M \rightarrow Nmm \rightarrow$  Momento del resorte
- $M_1, M_2, \dots \rightarrow Nmm \rightarrow$  Momento del resorte para los ángulo  $\alpha_1, \alpha_2, \dots$
- $n \rightarrow$  Numero de espiras activas
- $W \rightarrow Nmm \rightarrow$  Esfuerzo del resorte
- $\alpha \rightarrow$  Grados sexagesimales  $\rightarrow$  Ángulo torsional
- $\alpha_1, \alpha_2, \dots \rightarrow$  Grados sexagesimales  $\rightarrow$  Ángulos torsionales según  $M_1, M_2, \dots$  y las fuerzas  $F_1, F_2, \dots$
- $L \rightarrow mm \rightarrow$  Desarrollo de espiras activas (excluidos los extremos)
- $r \rightarrow mm \rightarrow$  Radio de acción de espira del resorte
- $rb \rightarrow mm \rightarrow$  Radio de acción de brazo basculante (Punto de control)
- $T \rightarrow ^\circ C \rightarrow$  Temperatura de funcionamiento

### Datos

Fabricante: CSR Qingdao Sifang Co.

Tipo de espira: Circular

$D = 65.5 mm$

$d = 11 mm$

$n = 11.75$  espiras

Material: AISI 304 (S/ American Iron and Steel Institute)  $\rightarrow$  X5CrNi18-10 (S/EN 10088-3)

$E = 185000 N/mm^2$

$\alpha_1 = 28^\circ$

$\alpha_2 = 34^\circ$

$\alpha_3 = 43^\circ$

$r = 84 mm$

$rb = 270 mm$

$T = 20^\circ C$

### Cálculo del momento del resorte en los ángulos característicos

$$M = \frac{d^4 E \alpha}{3667 D n}$$

- Sea  $\alpha_1 = 28^\circ$

$$M_{\alpha_1} = \frac{(11mm)^4 185000 N/mm^2 28^\circ}{3667 65.5mm 11.75}$$

$$M_{\alpha_1} = 26873 Nmm$$



Análisis y homologación resorte de torsión para sistema de brazo basculante FFCC Sarmiento

---

- Sea  $\alpha_2 = 34^\circ$

$$M_{\alpha_2} = \frac{(11\text{mm})^4 185000 \text{ N/mm}^2 34^\circ}{3667 65.5\text{mm} 11.75}$$

$$M_{\alpha_2} = 32631 \text{ Nmm}$$

- Sea  $\alpha_3 = 43^\circ$

$$M_{\alpha_3} = \frac{(11\text{mm})^4 185000 \text{ N/mm}^2 43^\circ}{3667 65.5\text{mm} 11.75}$$

$$M_{\alpha_3} = 41269 \text{ Nmm}$$

Cálculo de la fuerza del resorte ejercida por la espira

$$F = \frac{M}{r}$$

- Sea  $\alpha_1$  y  $r$

$$F_{\alpha_1} = \frac{M_{\alpha_1}}{r} \rightarrow F_{\alpha_1} = \frac{26873 \text{ Nmm}}{84 \text{ mm}}$$

$$F_{\alpha_1} = 320 \text{ N}$$

- Sea  $\alpha_2$  y  $r$

$$F_{\alpha_2} = \frac{M_{\alpha_2}}{r} \rightarrow F_{\alpha_2} = \frac{32631 \text{ Nmm}}{84 \text{ mm}}$$

$$F_{\alpha_2} = 388 \text{ N}$$

- Sea  $\alpha_3$  y  $r$

$$F_{\alpha_3} = \frac{M_{\alpha_3}}{r} \rightarrow F_{\alpha_3} = \frac{41269 \text{ Nmm}}{84 \text{ mm}}$$

$$F_{\alpha_3} = 491 \text{ N}$$

Cálculo de la fuerza del resorte ejercida en el brazo (punto de control)

- Sea  $\alpha_2$  y  $r_b$

$$F_{\text{brazo}} = \frac{M_{\alpha_2}}{r_b} \rightarrow F_{\text{brazo}} = \frac{32631 \text{ Nmm}}{270 \text{ mm}}$$

$$F_{\text{brazo}} = 121 \text{ N (12,3 Kg)}$$

Cálculo del diámetro interior del resorte para máximo ángulo de apertura ( $\alpha_3$ )

$$D_{ia} = \frac{D n}{n + \left(\frac{\alpha^3}{360}\right)} - d$$

$$D_{ia} = \frac{65,5mm \cdot 11,75}{11,75 + \left(\frac{43}{360}\right)} - 11mm$$

**$D_{ia} = 53,8 \text{ mm}$**

Cálculo del diámetro exterior del resorte para máximo ángulo de apertura ( $\alpha_3$ )

$$D_{ea} = \frac{D n}{n - \left(\frac{\alpha^3}{360}\right)} + d$$

$$D_{ea} = \frac{65,5mm \cdot 11,75}{11,75 - \left(\frac{43}{360}\right)} + 11mm$$

**$D_{ea} = 77,2 \text{ mm}$**

---

Datos

Fabricante: Alambres Rumbos S.A.

Tipo de espira: Circular

$D = 65.5 \text{ mm}$

$d = 12 \text{ mm}$

$n = 10,75 \text{ espiras}$

Material: AISI 302 (S/ American Iron and Steel Institute)  $\rightarrow$  X10CrNi18-8 (S/EN 10088-3)

$E = 185000 \text{ N/mm}^2$

$\alpha_1 = 19^\circ$

$\alpha_2 = 25^\circ$

$\alpha_n = 34^\circ$

$r = 84 \text{ mm}$

$r_b = 270 \text{ mm}$

$T = 20^\circ\text{C}$

Cálculo del momento del resorte en los ángulos característicos

$$M = \frac{d^4 E \alpha}{3667 D n}$$

- Sea  $\alpha_1 = 19^\circ$

$$M_{\alpha_1} = \frac{(12mm)^4 \cdot 185000 \text{ N/mm}^2 \cdot 19^\circ}{3667 \cdot 65.5mm \cdot 10.75}$$

**$M_{\alpha_1} = 28229 \text{ Nmm}$**

- Sea  $\alpha_2 = 25^\circ$

$$M_{\alpha_2} = \frac{(12\text{mm})^4 185000 \text{ N/mm}^2 25^\circ}{3667 65,5\text{mm} 10,75}$$

$$M_{\alpha_2} = 37143 \text{ Nmm}$$

- Sea  $\alpha_3 = 34^\circ$

$$M_{\alpha_3} = \frac{(12\text{mm})^4 185000 \text{ N/mm}^2 34^\circ}{3667 65,5\text{mm} 10,75}$$

$$M_{\alpha_3} = 50514 \text{ Nmm}$$

Cálculo de la fuerza del resorte ejercida por la espira

$$F = \frac{M}{r}$$

- Sea  $\alpha_1$  y  $r$

$$F_{\alpha_1} = \frac{M_{\alpha_1}}{r} \rightarrow F_{\alpha_1} = \frac{28229 \text{ Nmm}}{84 \text{ mm}}$$

$$F_{\alpha_1} = 336 \text{ N}$$

- Sea  $\alpha_2$  y  $r$

$$F_{\alpha_2} = \frac{M_{\alpha_2}}{r} \rightarrow F_{\alpha_2} = \frac{37143 \text{ Nmm}}{84 \text{ mm}}$$

$$F_{\alpha_2} = 442 \text{ N}$$

- Sea  $\alpha_3$  y  $r$

$$F_{\alpha_3} = \frac{M_{\alpha_3}}{r} \rightarrow F_{\alpha_3} = \frac{50514 \text{ Nmm}}{84 \text{ mm}}$$

$$F_{\alpha_3} = 601 \text{ N}$$

Cálculo de la fuerza del resorte ejercida en el brazo (punto de control)

- Sea  $\alpha_2$  y  $r_b$

---

$$F_{brazo} = \frac{M\alpha^2}{r_b} \rightarrow F_{brazo} = \frac{37143 \text{ Nmm}}{270 \text{ mm}}$$

$$F_{brazo} = 138 \text{ N (14 Kg)}$$

Cálculo del diámetro interior del resorte para máximo ángulo de apertura ( $\alpha_3$ )

$$D_{ia} = \frac{D n}{n + \left(\frac{\alpha^3}{360}\right)} - d$$

$$D_{ia} = \frac{65,5\text{mm} \cdot 10,75}{10,75 + \left(\frac{34}{360}\right)} - 12\text{mm}$$

$$D_{ia} = 52,9 \text{ mm}$$

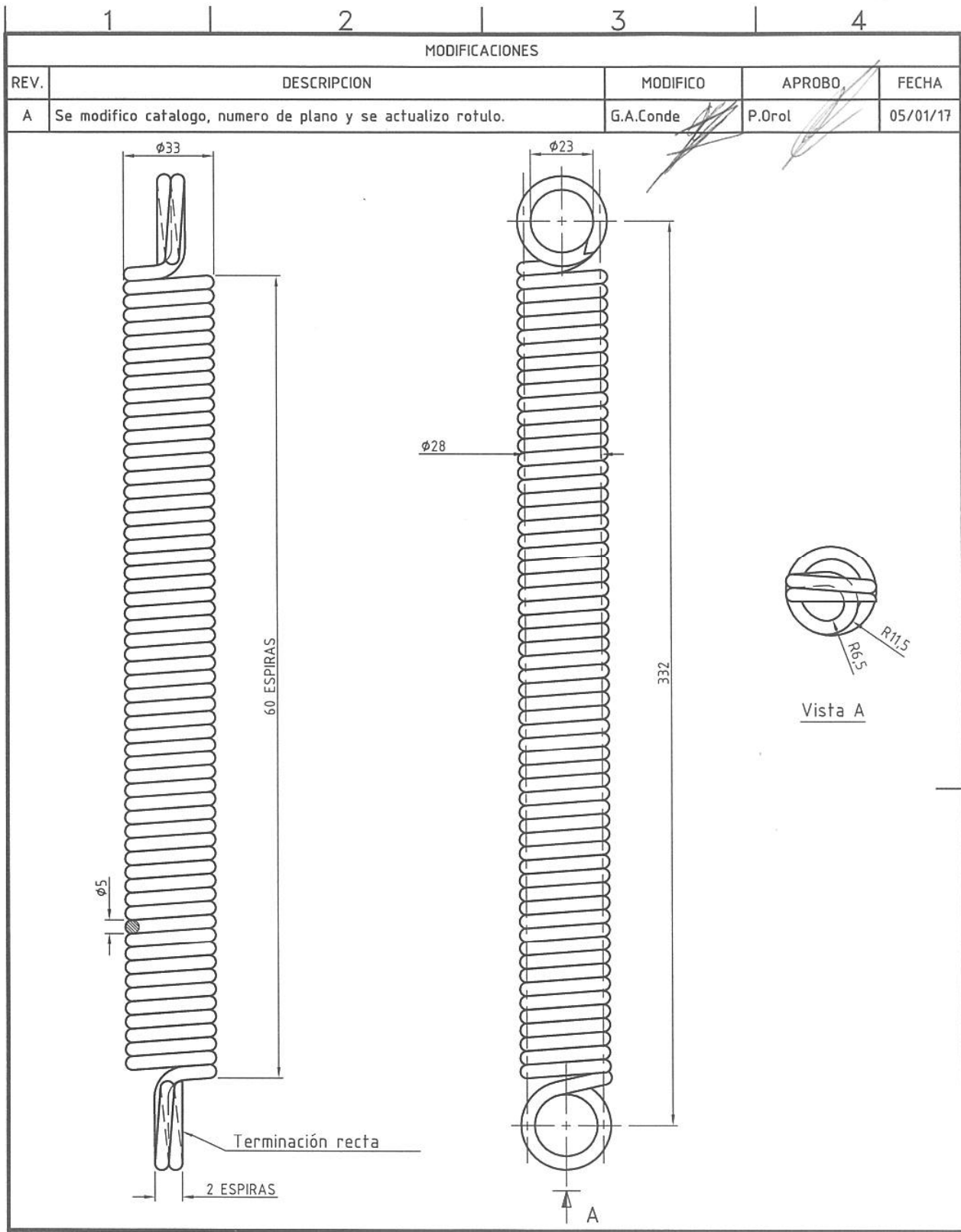
Cálculo del diámetro exterior del resorte para máximo ángulo de apertura ( $\alpha_3$ )

$$D_{ea} = \frac{D n}{n - \left(\frac{\alpha^3}{360}\right)} + d$$

$$D_{ea} = \frac{65,5\text{mm} \cdot 10,75}{10,75 - \left(\frac{34}{360}\right)} + 12\text{mm}$$

$$D_{ea} = 78,1 \text{ mm}$$

IMPORTANTE: EL PROVEEDOR DEBERA SUMINISTRAR UNA MUESTRA, LA CUAL DEBE SER APROBADA POR LA SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TECNICAS ANTES DE LA ENTREGA DEL PRIMER LOTE



MATERIAL: Acero SAE 1070 Templado y revenido. Terminación zincado. Espesor 100 µm.

<b>TRENES ARGENTINOS</b> <b>OPERACIONES</b>	<b>RESORTE DE SUJECIÓN INFERIOR INTERNA</b> <b>FUELLE ENTRE COCHES</b> <b>COCHES ELECTRICOS - CSR MITSUBISHI</b>					
	<b>GERENCIA DE INGENIERIA</b>					
<b>SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y</b> <b>NORMAS TECNICAS</b>	RELEVO:	G.A.Conde	07/05/2015	PLANO N°: <b>4.40.5.01.1125</b>		
	DIBUJO:	G.A.Conde	20/05/2015			
<b>AREA MATERIAL RODANTE</b>	REVISO:	M.Cominotti	28/05/2015	SE COMPLEMENTA CON:		
	APROBO:	P.Orol	28/05/2015			
Representación cotas y símbolos: Normas IRAM. Tolerancias no indicadas según IRAM: 2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K.			ESCALA 1:2	FORMATO A4	HOJA 1 / 1	CATALOGO: <b>NUM4405011250N</b>

MODIFICACIONES				
REV.	DESCRIPCION	MODIFICO	APROBO	FECHA
A	Se modifico catalogo, numero de plano y se actualizo rotulo.	G.A.Conde	P.Orol	05/01/17

MODIFICACIONES				
REV.	DESCRIPCION	MODIFICO	APROBO	FECHA
A	Se modifico constante elástica del resorte.	G.A.Conde	P.Orol	21/10/15

*Terminación cuadrada y rectificada.*

Nota:

- Espiras totales: 16,5.
- Espiras Activas: 15.
- Constante Elástica: 4,1 N/mm.

**MATERIAL:** Acero SAE 1070, templado y revenido. Terminación superficial: Cromado.

DISEÑO PROPIEDAD DE <b>Trenes Argentinos</b> <i>Operadora Ferroviaria</i> SIN AUTORIZACION ESCRITA DE LA MISMA EL PRESENTE DISEÑO NO PODRA SER UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCION DEL OBJETO REPRESENTADO NI SER ENTREGADO A TERCEROS O REPRODUCIDOS. LA SOCIEDAD SE RESERVA LOS DERECHOS DE PROPIEDAD QUE ACUERDA LA LEY.	<b>SUBGERENCIA DE DESARROLLO Y NORMAS TECNICAS</b>				
	<b>AREA:</b>	<b>RESORTE DE RETRACCION DEL PASADOR</b>			
	<b>MATERIAL RODANTE</b>	<b>MARCO FUELLE ENTRE COCHES</b>			
	<b>COCHES CSR - MITSUBISHI</b>				
	HOJA 1/1	Representacion, cotas y simbolos: Normas IRAM. Tolerancias no indicadas según IRAM: 2768-1 Clase m y 2768-2 Clase K.		PLANO N°: 4.40.5.01.1161	
	ESCALA 1:1	FORMATO A4	RELEVO:	G.A.Conde	25/08/15
			DIBUJO:	G.A.Conde	27/08/15
			REVISO:	P,Orol	03/09/15
APROBO:			M.Cominothi	03/09/15	
				CATALOGO: NUM44050111610N	