

# MANUAL DE MANTENIMIENTO DE VÍA FÉRREA DE LA LÍNEA 12

## TOMO II: COMPONENTES DE LA VÍA



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

**METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE VÍA FÉRREA DE LA LÍNEA 12

TOMO II: COMPONENTES DE LA VÍA

**FICHA DE IDENTIFICACIÓN**

<b>Contratante</b>	Dirección General Obras Públicas (DGOP)
<b>Proyecto</b>	Metro de la Ciudad de México
<b>Estudio</b>	Manual de Mantenimiento de vía férrea de la línea 12 Tomo II: Componentes de la vía
<b>Tipo de documento</b>	Especificación técnica
<b>Fecha</b>	29/12/2015
<b>Nombre del archivo</b>	MDM_TOMO II_Componentes de la via.docx
<b>Referencia</b>	L12-TRA-VIA-1713-MX-ETE-4
<b>Confidencialidad</b>	
<b>Idioma del documento</b>	Español
<b>Nombre de pages</b>	92

PS

**APROBACIÓN**

Versión	Nombre		Función	Fecha	Visa	Modificaciones
1	Redacción	HAH/DK/MS	Expertos vías	24/11/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	26/11/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	26/11/2015		
2	Redacción	HAH/DK/MS	Expertos vías	01/12/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	02/12/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	03/12/2015		
3	Redacción	HAH/DK/MS/CMS	Expertos vías	29/12/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	29/12/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	29/12/2015		
4	Redacción	HAH/DK/MS/CMS	Expertos vías	30/12/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	30/12/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	30/12/2015		

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 12</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>ABREVIACIONES</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>TEXTOS REFERENCIALES</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>TEXTOS EUROPEOS</b>	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b>TEXTOS FRANCESES</b>	<b>15</b>
<b>4.3</b>	<b>OTROS TEXTOS REFERENCIA</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>ESQUEMA DEL PROCESO</b>	<b>17</b>
<b>5.2</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO (MPS)</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>INSPECCIÓN DE LA VÍA</b>	<b>19</b>
<b>6.1</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>19</b>
6.1.1	TIPO DE INSPECCIONES	19
<b>6.2</b>	<b>INSPECCIÓN PERIÓDICA</b>	<b>19</b>
6.2.1	FRECUENCIAS DE LOS RECORRIDOS DE INSPECCIÓN	19
6.2.1.1	Inspección específica del riel RE115	20
6.2.2	ORGANIZACIÓN DE LOS RECORRIDOS DE INSPECCIÓN PERIÓDICA	20
6.2.2.1	Medios utilizables	20
6.2.2.2	Condiciones de realización del recorrido	20
6.2.2.3	Detalle de la misión	21
<b>6.3</b>	<b>INSPECCIÓN CONDICIONAL</b>	<b>21</b>
6.3.1	ORGANIZACIÓN DE LOS RECORRIDOS DE INSPECCIÓN PARTICULAR POR LA TEMPORADA DE CALOR	21
6.3.1.1	Definición del período de inspección relativo a la temporada de calor	22
6.3.2	REVISIÓN DE CONFORMIDAD PREVIA A LA TEMPORADA DE CALOR	22
6.3.3	ADAPTACIÓN RECORRIDOS DE INSPECCIÓN PERIÓDICA DURANTE LA TEMPORADA DE CALOR	23
6.3.3.1	Barras normales	23
6.3.3.2	LRS	23
6.3.4	CÓMO DETERMINAR SI LA TEMPERATURA DEL RIEL TIENE RIESGO DE LLEGAR A 45° PARA ACTIVAR CIERTOS RECORRIDOS	23
6.3.4.1	Maneras de conocer las medidas de temperatura	24
6.3.4.2	Decisión	24
6.3.5	RECORRIDO DE INSPECCIÓN DE PUNTOS PARTICULARES DURANTE LA TEMPORADA DE CALOR	25
6.3.6	RECORRIDO DE INSPECCIÓN DE ZONAS SENSIBLES	25
6.3.6.1	Clasificación en zona sensible	25
6.3.6.2	Fundamentos de la inspección de zonas sensibles	25

P  
RS

6.3.6.3	Recorrido matinal sobre las barras normales durante la temporada de calor	26
6.3.7	INSPECCIÓN DE LAS OBRAS	26
6.3.8	RECORRIDO ESPECIAL EN CASO DE INCLEMENCIAS DEL TIEMPO	26
6.3.9	RECORRIDO O VISITAS ESPECIALES EFECTUADAS A PETICIÓN	26
6.3.9.1	Desencadenante	26
6.3.9.2	Condiciones de realización	26
<b>6.4</b>	<b>REVISIÓN DE CONFORMIDAD EN VÍA GENERAL</b>	<b>27</b>
6.4.1	CONFORMIDAD DE LOS PERFILES E INTEGRIDAD DE BALASTO	27
6.4.1.1	Análisis/Intervención	27
6.4.2	ASPECTO DE LAS SOLDADURAS	27
6.4.3	CALIDAD DE LA GEOMETRÍA	28
6.4.3.1	Criterios de no-conformidad	28
6.4.3.2	Análisis/Intervención	28
6.4.4	ÍNDICES DE DESORDEN EFICACIA DEL SISTEMA DE FIJACIÓN	28
6.4.4.1	Análisis	28
6.4.4.2	Criterios de no conformidad	28
6.4.5	LA PRESENCIA Y LA EFICACIA DE LOS JUEGOS DE DILATACIÓN DE JUNTAS Y DEL RIEL DE SEGURIDAD	29
6.4.5.1	Criterios de no conformidad	29
6.4.5.2	Análisis/Intervención	29
<b>6.5</b>	<b>GLOSARIO</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>RIELES</b>	<b>31</b>
<b>7.1</b>	<b>CONTROL SISTEMÁTICO</b>	<b>31</b>
7.1.1	EXAMEN VISUAL DE LOS RIELES	31
7.1.1.1	Periodicidad de los exámenes visuales	31
7.1.2	CONTROL POR ULTRASONIDOS	31
7.1.2.1	Aplicación	32
7.1.2.2	Control US específico de las extremidades	32
7.1.2.3	Control US específico de los aparatos de vía	32
7.1.2.4	Control US específico de los aparatos de dilatación	33
7.1.2.5	Periodicidad de la prueba de ultrasonidos	33
7.1.3	CONTROL DEL ESTADO DE LA SUPERFICIE DE LOS RIELES POR ANÁLISIS DE LOS REGISTROS GEOMETRÍA	33
7.1.3.1	Periodicidad del análisis mediante registros geométricos	34
7.1.4	CONTROL DE LUBRICACIÓN DE LAS CURVAS	34
7.1.4.1	Generalidades	34
7.1.4.2	Seguimiento del estado de lubricación de los rieles	35
7.1.4.3	Periodicidad	35
7.1.4.4	Ejecución del control del estado de lubricación	35
7.1.4.5	Detección del estado de lubricación	35
7.1.4.6	Cuantificación del estado de lubricación	36
7.1.4.7	Evaluación del estado de lubricación	37
7.1.4.7.1	Combinación de los diferentes sectores para un engrasado correcto del riel	37
7.1.4.7.2	Combinación de diferentes sectores para un engrasado incorrecto del riel – valor de alerta	37

PS

7.1.4.7.3	Combinación de diferentes sectores para un engrasado incorrecto del riel – valor de intervención <sup>37</sup>	
7.1.4.8	Medidas que adoptar en caso de contaminación de los rieles	38
7.1.4.8.1	Antes de reanudar la operación	38
7.1.4.8.2	Después de un señalamiento	38
7.1.5	CLASIFICACIÓN, CODIFICACIÓN Y MARCADO DE LOS DEFECTOS DE RIELES	39
<b>7.2</b>	<b>INTERVENCIONES SISTEMÁTICAS</b>	<b>39</b>
7.2.1	LUBRICACIÓN	39
7.2.1.1	Lubricación de las zonas de cupones mixtos	39
<b>7.3</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>39</b>
<b>7.4</b>	<b>PRINCIPIOS DE CORRECCIÓN</b>	<b>39</b>
7.4.1	ESMERILADO DEL HONGO DEL RIEL MEDIANTE MAQUINARIA PESADA	39
7.4.1.1	Esmerilado preventivo inicial	39
7.4.1.2	Esmerilado curativo	40
7.4.1.3	Esmerilado anti-head checking	40
7.4.1.4	Reparación de defectos fisurados	41
7.4.1.5	Caso de esmerilado de los rieles 60 E1 y RE115	41
7.4.2	CONSOLIDACIÓN PROVISORIA DE LOS RIELES ROTOS O FISURADOS	42
7.4.2.1	Consolidación por embrizado de las rupturas de rieles	42
7.4.2.1.1	Dominio de aplicación	42
7.4.2.1.2	Fundamentos de la consolidación	42
7.4.2.1.3	Precauciones de puesta en práctica	43
7.4.2.1.4	Eficacia de la consolidación por embrizado de una ruptura	44
7.4.2.2	Consolidación por embrizado de las fisuras	44
7.4.2.2.1	Dominio de aplicación	44
7.4.2.2.2	Fundamentos de la consolidación	44
7.4.2.2.3	Precauciones de puesta en práctica	44
7.4.2.2.4	Eficacia de la consolidación por embrizado de una fisura	45
7.4.3	REPARACIÓN PROVISORIA EN VÍA GENERAL Y REPARACIÓN DEFINITIVA	45
<b>8</b>	<b>RIEL DE SEGURIDAD</b>	<b>46</b>
<b>8.1</b>	<b>CONTROL DE LA DILATACIÓN</b>	<b>46</b>
<b>8.2</b>	<b>CONTROL DEL SISTEMA DE FIJACIÓN</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>JUNTAS</b>	<b>46</b>
<b>9.1</b>	<b>CONTROL SISTEMÁTICO</b>	<b>46</b>
9.1.1	PRESENCIA Y EFICACIA DE LOS JUEGOS DE DILATACIÓN DE JUNTAS	46
9.1.1.1	Periodicidad	46
9.1.2	REGISTRO DE LA ABERTURA DE LAS JUNTAS	47
9.1.2.1	Modo operatorio	47
9.1.2.2	Definición de los juegos de dilatación	48
<b>9.2</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>49</b>
9.2.1	REGLAS RELATIVAS A LOS JUEGOS DE DILATACIÓN	49

PD

9.2.2	REGLAS RELATIVAS AL ESCUADRADO DE LAS JUNTAS	49
9.2.3	MANTENIMIENTO DE LAS JUNTAS CON DESMONTAJE	50
9.2.3.1	Examen	50
9.2.3.2	Eliminación de rebabas	50
9.2.3.3	Lubricación	51
9.2.3.4	Apriete de los pernos	51
<b>10</b>	<b>JUNTAS AISLANTES PEGADAS</b>	<b>51</b>
<b>10.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>51</b>
<b>10.2</b>	<b>CONTROL DURANTE LOS RECORRIDOS DE INSPECCIÓN</b>	<b>53</b>
10.2.1	OBJETIVOS	53
10.2.2	TIPOS DE DEFECTOS	53
<b>10.3</b>	<b>INTERVENCIONES SISTEMÁTICAS</b>	<b>54</b>
10.3.1	RENOVACIÓN PINTURA EPÓXICA DEL JAP	54
<b>10.4</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>54</b>
10.4.1	NIVELACIÓN	54
10.4.1.1	Corrección de la nivelación	54
10.4.1.2	Eliminación de virutas y/o desechos metálicos	54
10.4.1.3	Eliminación de rebabas en los extremos de los rieles	54
10.4.2	DEFECTOS CONSTITUTIVOS DE LOS RIELES	55
10.4.3	ANOMALÍA EN EL ESPACIAMIENTO DE DURMIENTES	55
10.4.4	DEFECTOS EN EL ENSAMBLAJE DE LA JUNTA	56
10.4.4.1	Fisura del cordón de pegamento	56
10.4.4.2	Defecto en el perfil aislante	56
10.4.4.3	Deslizamiento de los rieles en el emplanchuelado	56
10.4.4.4	Defecto de los componentes del ensamblado mecánico propiamente dicho (pernos y bridas)	57
10.4.5	DEFECTOS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO	60
<b>11</b>	<b>SISTEMA FIJACIONES VIPA</b>	<b>61</b>
<b>11.1</b>	<b>CONTROL SISTEMÁTICO</b>	<b>61</b>
11.1.1	PERIODICIDAD	61
11.1.1.1	Control sin desmontaje	61
11.1.1.2	Control con desmontaje	62
11.1.2	CABEZA DE DURMIENTE INEFICAZ	62
11.1.3	CLASIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LA FIJACIÓN	62
11.1.3.1	Determinación de los valores límite de sistema eficaz (E)	62
11.1.3.2	Determinación de los valores límite de sistema de eficiencia limitada (S)	62
11.1.3.3	Determinación de los valores límite de sistema ineficaz (I)	63
<b>11.2</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>64</b>
11.2.1	CABEZA DE DURMIENTE INEFICAZ	64
11.2.2	EFICACIA DE LA FIJACIÓN FASTCLIP	64
11.2.2.1	Mantenimiento Correctivo (MC)	64
11.2.2.2	Condiciones de realización de los trabajos de mantenimiento	64

11.2.3	BLOQUEO DE CLIP	65
11.2.4	TOPES LATERALES AISLANTES DE LA SILLA	65
<b>12</b>	<b>SISTEMA DE FIJACIONES NABLA EVOLUCIÓN</b>	<b>66</b>
<b>12.1</b>	<b>CONTROL SISTEMÁTICO</b>	<b>66</b>
12.1.1	PERIODICIDAD	66
12.1.2	CABEZA DE DURMIENTE INEFICAZ	66
12.1.3	CLASIFICACIÓN DE LA EFICACIA DEL SISTEMA DE FIJACIONES	66
12.1.3.1	Criterios de definición del estado de eficacia del sistema de fijaciones	66
<b>12.2</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>67</b>
12.2.1	CABEZA DE DURMIENTE INEFICAZ	67
12.2.2	EFICACIA DE FIJACIONES	67
12.2.2.1	Condiciones de realización de los trabajos de mantenimiento	68
<b>13</b>	<b>ALMOHADILLAS</b>	<b>69</b>
<b>13.1</b>	<b>CONTROL LOCALIZADO</b>	<b>69</b>
13.1.1	ESTADO DE LAS ALMOHADILLAS	69
13.1.2	POSICIONAMIENTO DE LAS ALMOHADILLAS	69
13.1.2.1	Definición de almohadilla “desplazada”	69
<b>13.2</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>69</b>
13.2.1	ESTADO DE LAS ALMOHADILLAS	69
13.2.2	POSICIONAMIENTO DE LAS ALMOHADILLAS	70
13.2.3	CONDICIONES DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	70
<b>14</b>	<b>DURMIENTES</b>	<b>71</b>
<b>14.1</b>	<b>CONTROL DURANTE LOS RECORRIDOS DE INSPECCIÓN</b>	<b>71</b>
14.1.1	DEFECTOS DE DURMIENTES	71
14.1.1.1	Durmientes despostillados o fisurados	71
14.1.1.1.1	Terminología	71
14.1.2	CABEZA DE DURMIENTE INEFICAZ	71
<b>14.2</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD</b>	<b>72</b>
14.2.1	DESPOSTILLADO(S) DE CONCRETO SIN ACERO DE REFUERZO APARENTE	72
14.2.1.1	Examen del material	72
14.2.1.2	Medidas a tomar	73
14.2.1.3	Plazo de sustitución o reparación	73
14.2.2	DESPOSTILLADO(S) DE CONCRETO CON ACEROS DE REFUERZO APARENTES PROVOCADOS POR GOLPES	73
14.2.2.1	Examen del material	73
14.2.2.2	Medidas a tomar	73
14.2.2.3	Plazo de sustitución o reparación	73
14.2.3	DESPOSTILLADO(S) DE CONCRETO CON ACERO CORRIDO O TORONES DE PRESFORZADO APARENTES	74
14.2.3.1	Examen del material	74
14.2.3.2	Medidas a tomar	74
14.2.3.3	Plazo de sustitución	74
14.2.4	DETERIORO DEL CONCRETO EN LA CARA INFERIOR	74

14.2.4.1	Examen del material	74
14.2.4.2	Medidas a tomar	74
14.2.4.3	Plazo de sustitución	75
14.2.5	FISURACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO	75
14.2.5.1	Examen del material	75
14.2.5.2	Medidas a tomar	75
14.2.5.3	Plazo de sustitución	75
14.2.6	DETERIORO DEL SOPORTE DEL DURMIENTE	75
14.2.6.1	Examen del material	75
14.2.6.2	Medidas a tomar	76
14.2.6.3	Plazo de sustitución	76
14.2.7	FISURA(S) HORIZONTAL(ES) DE LA BASE DEL DURMIENTE	76
14.2.7.1	Examen del material	76
14.2.7.2	Medidas a tomar	76
14.2.7.3	Plazo de sustitución	76
14.2.8	DAÑOS AL SOPORTE DEL SISTEMA DE FIJACIÓN PROVOCADOS POR GOLPES	76
14.2.8.1	Examen del material	76
14.2.8.2	Medidas a tomar	77
14.2.8.3	Plazo de sustitución	77
14.2.9	INSERTO DE ANCLAJE AISLANTE DAÑO EN DCP	77
14.2.9.1	Examen del material	77
14.2.9.2	Medidas a tomar	77
14.2.9.3	Plazo de sustitución o reparación	77
14.2.10	CABEZA DE DURMIENTE INEFICAZ	78
14.2.11	IMPLANTACIÓN DE LOS DURMIENTES	78
<b>14.3</b>	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)</b>	<b>79</b>
14.3.1	PRODUCTOS DE REPARACIÓN	79
<b>15</b>	<b>OPERACIONES ESPECÍFICAS DE LA VÍA</b>	<b>80</b>
<b>15.1</b>	<b>OPERACIONES DE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICAS</b>	<b>80</b>
15.1.1	MODALIDADES DE EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS	80
<b>15.2</b>	<b>LIBERACIÓN DE VÍA CON TENDIDO FASTCLIP Y NABLA EVOLUCIÓN</b>	<b>80</b>
15.2.1	MODALIDADES DE EJECUCIÓN DE LAS LIBERACIONES	80
<b>16</b>	<b>FICHAS MÉTODO</b>	<b>81</b>

**ÍNDICE DE IMAGENES**

Figura 1: Sinóptico metro Línea 12	13
Figura 2: Esquema del proceso de verificación de los componentes de vía	17
Figura 3: Esquema del perfil completo	27
Figura 4: Control Ultrasonidos específicos en las extremidades de riel	32
Figura 5: Partes de aparato de vía a auscultar	33
Figura 6: Aparato de dilatación: zona a auscultar mediante ultrasonidos	33
Figura 7: Esmerilado anti head checking	40
Figura 8: Zona de esmerilado del riel	41
Figura 9: Zona de esmerilado del riel perfiles RE 115 y 60E1	42
Figura 10: Diferentes tipos de Ces	42
Figura 11: Registro de la abertura; para las JA, colocar la galga sin forzar entre un extremo y el perfil aislante	47
Figura 12: Ejemplo de rebabas en los extremos	51
Figura 13: Orden apriete pernos juntas	51
Figura 14: Junta Aislante Pegada	52
Figura 15: Plano de una junta aislante pegada	53
Figura 16: Niveles de calidad deslizamiento rieles en el emplanchuelado	57
Figura 17: FastClip	61
Figura 18: Determinación del desgaste del aislador de clip Ui	62
Figura 19: Verificación de la deformación accidental de una fijación FastClip	63
Figura 20: Ejemplo de Fastclip ineficaz	63
Figura 21: Ilustración de la zona plana de bloqueo	65
Figura 22: Ejemplo de pestaña del clip desgastada	65
Figura 23: Gálibo de montaje	67
Figura 24: Ejemplos de diferentes casos de cabeza de durmiente ineficaz	72

P

P >

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	Abreviaciones	14
Tabla 2.	Textos referenciales europeos	15
Tabla 3.	Textos referenciales franceses	15
Tabla 4.	Otros textos referenciales	16
Tabla 5.	Frecuencias de los recorridos de vía y aparatos de vía en tren	19
Tabla 6.	Frecuencias de los recorridos inspección de vía y aparatos de vía a pie	19
Tabla 7.	Frecuencias de los recorridos de inspección de registro geométrico	20
Tabla 8.	Medios disponibles para recorridos de inspección	20
Tabla 9.	Abaco para identificar necesidad de recorrido o no	24
Tabla 10.	Glosario	30
Tabla 11.	Registro de la geometría de la vía - Alteración sobre el gráfico / Anomalías posibles	34
Tabla 12.	Periodicidad control sistemático juntas	47
Tabla 13.	Mínimo tolerado Jm del juego total para un numero de juntas correspondiendo a una longitud de 100 m	49
Tabla 14.	Reglas relativas a los juegos de dilatación	49
Tabla 15.	Reglas relativas al escuadrado de las juntas	49
Tabla 16.	Defecto de los constituyentes del ensamblado mecánico propiamente dicho: pernos.	
	Niveles de calidad.	58
Tabla 17.	Eficacia de fijaciones – Niveles de calidad	64
Tabla 18.	Criterios de definición del estado de eficacia del sistema de fijaciones	67
Tabla 19.	Eficacia de fijaciones – Niveles de calidad	68
Tabla 20.	Estado de las almohadillas – Niveles de calidad	70
Tabla 21.	Posicionamiento de las almohadillas – Niveles de calidad	70
Tabla 22.	Cabeza de durmiente ineficaz – Niveles de calidad	78
Tabla 23.	Implantación de los durmientes – Niveles de calidad	78

83

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este documento forma parte del Manual de Mantenimiento de vía férrea para la Línea 12 de la Ciudad de México, que tiene como objeto proporcionar un conjunto de recomendaciones para el mantenimiento de la vía basadas en la experiencia adquirida por SYSTRA así como en los textos reglamentarios franceses.

El propósito del Manual de Mantenimiento es definir un marco de referencia que resulte útil en el proceso de toma de decisiones del operador de transporte en la declinación de su estrategia de mantenimiento, el cual está conformado por todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión de una instalación, destinadas a mantenerla o restablecerla a un estado en el cual pueda cumplir su función requerida.

El Manual de Mantenimiento se aplica al conjunto de la Línea 12, excepto a los talleres y colas de maniobras, para una velocidad de circulación máxima de 80km/h y un tonelaje diario de 100 000 T/día, lo que clasifica esta línea en el grupo 2, según la clasificación de la ficha UIC 714. La organización del mantenimiento estará construida sobre esta base en términos de criticidad, tanto para la regularidad de las inspecciones, de los controles y de las intervenciones, como para los niveles de calidad. Integrará el conjunto de componentes presentes sobre la totalidad de la línea, es decir, tanto el armado original como el rehabilitado, siendo este el objeto de los trabajos de rehabilitación para curvas horizontales con radio menor a 550m.

El Manual de Mantenimiento de la vía de la Línea 12 está formado por cinco tomos:

- Tomo I. Principios generales
- Tomo II. Componentes de la vía
- Tomo II. Anexo 1. Defectos de rieles
- Tomo II. Anexo 2. Soldaduras
- Tomo II. Anexo 3. Liberaciones
- Tomo III. Aparatos de vía y de liberación
- Tomo IV. Geometría de la vía
- Tomo V. Plan de mantenimiento

El presente Tomo II aborda el mantenimiento de los componentes de la vía propiamente dicha: rieles, juntas, sistemas de fijaciones, almohadillas y durmientes. También se desarrollan, en los correspondientes anexos las operaciones específicas de soldaduras y liberaciones.

P  
P>

## 2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 12

Como recordatorio, las principales características de la línea son las siguientes:

- Apertura de la línea 12 en octubre de 2012.
- Suspensión de la operación de la línea entre las estaciones Tláhuac y Atlalilco en marzo de 2014.
- Rehabilitación de la vía de la línea 12 entre las paradas Tláhuac y Culhuacán, durante 2015.
- Longitud desde la estación de Tláhuac hasta Mixcoac: 13,5≈km en viaducto y 10,6≈km en tramo subterráneo.
- Número de estaciones: 3 con andenes centrales y 17 con andenes laterales.
- La vía 1 es circulada en el sentido Tláhuac-Mixcoac y la vía 2 en el sentido Mixcoac-Tláhuac. El origen del trazo se sitúa a nivel de Tláhuac.
- Tipo de material rodante: CAF FE10 sobre rieles.
- Tipo de sistema de vía general: vía férrea soldada en LRS (Largo Riel Soldado) sobre durmientes monobloque de concreto y balasto.



Figura 1: Sinóptico metro Línea 12

PS

### 3 ABREVIACIONES

Apelación	Definición
LRS	Largo Riel Soldado
MPS	Mantenimiento Preventivo Sistemático
MPC	Mantenimiento Preventivo Condicional
MC	Mantenimiento Correctivo
BN	Barras Normales (emplanchuelado)
VO	Valor Objetivo
VA	Valor de Alerta
VI	Valor de Intervención
VR	Valor de Reducción temporal de velocidad
RTV	Reducción Temporal de Velocidad
ADV	Aparato de Vía
AD	Aparato de Dilatación
JAP	Junta Aislante Pegada
CBTC	Control de Trenes Basado en Comunicaciones
US	Ultrasonidos
CdV	Circuito de Vía
CI	Caja Inductiva
DCP	Durmiente de Concreto Presforzado
E	Sistema eficaz
I	Sistema ineficaz
S	Sistema eficacia límite

**Tabla 1. Abreviaciones**

88

85

## 4 TEXTOS REFERENCIALES

### 4.1 Textos Europeos

Documentos	Titulo
EN 13 230 1-2-5	Durmientes concreto monobloque
EN 13 231-1 à 8	Trabajos de vía con balasto - Calidad geométrica de la vía
EN 13 450	Granulados para balasto Vías de ferrocarril
EN 13 481-1 à 7	Sistemas de fijación
EN 13 674-1	Riel "Vignole" de masa superior o iguales a 46kg /m
EN 13 674-3	Riel de seguridad
EN 14 730-1-2	Soldadura Aluminotérmica

Tabla 2. Textos referenciales europeos

### 4.2 Textos Franceses

Documentos	Titulo
IN 2059	Rotura de riel
IN 0312	Recorridos de vigilancia
IN 2955	Sustitución de rieles o de soldaduras en LRS
IN 0218	Juntas aislantes
IN 0217	Junta Aislante Pegada
IN 2071	Modo operatorio de reparación de los rieles agrietados o rotos - Sustitución de rieles
IN 2070	Vigilancia de rieles en vías principales
IN 2060	Clasificación de defectos de rieles
IN 0285	Codificación de los defectos de los rieles
IN 0268	Mantenimiento de las vías principales emplanchueladas
IN 1897	Normas de mantenimiento de la apertura de las juntas y de los aparatos de dilatación
IN 1898	Normas de mantenimiento sobre la eficacia de los fijaciones
IN 0220	Fijaciones Nabla
IN 2073	Medidas a tomar posteriormente a la clasificación de defectos de los rieles
IN 0283	Liberación del LRS con tensores hidráulicos o a temperatura natural

Tabla 3. Textos referenciales franceses

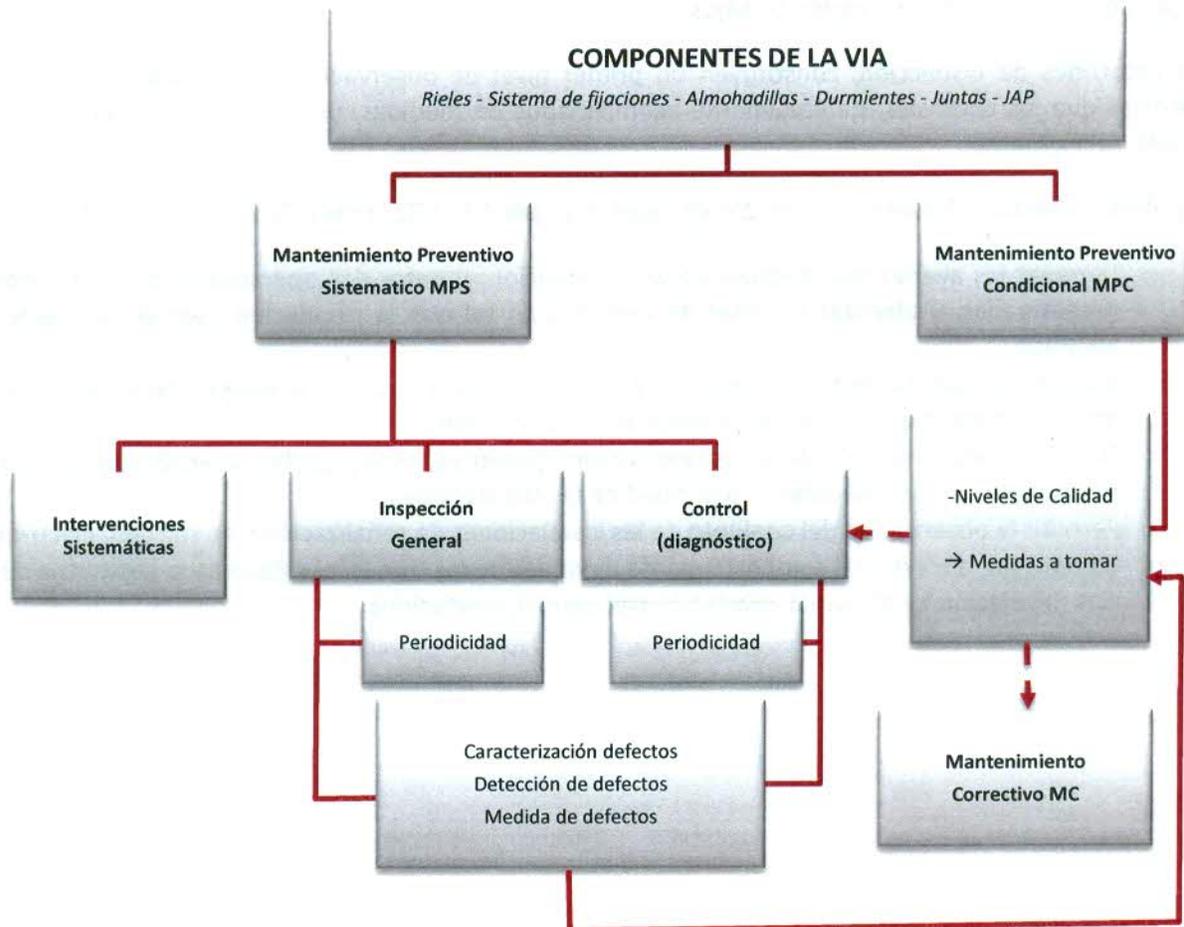
### 4.3 Otros textos referencia

Documentos	Título
ICA-ALSTHOM-CARSO	Especificación técnica para la ejecución de soldaduras aluminotérmicas en los rieles
ICA-ALSTHOM-CARSO	Especificación técnica para la liberación de esfuerzos en riel largo soldado

**Tabla 4. Otros textos referenciales**

## 5 PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

### 5.1 Esquema del proceso



**Figura 2: Esquema del proceso de verificación de los componentes de vía**

De forma resumida, el mantenimiento de la vía consiste en vigilar y controlar de forma periódica sus componentes; detectar y hacer un seguimiento de los defectos o fallos que pueden conllevar una reparación o reemplazo, en función del respeto de los niveles de calidad VA, VI, VR definidos para cada elemento. Asimismo se contemplan intervenciones sistemáticas en puntos o zonas cuya velocidad de degradación es significativa. Estas operaciones preventivas sobre la vía pretenden optimizar la preservación de la geometría de la vía, reducir el mantenimiento de tipo correctivo de sus componentes y, a nivel general, asegurar una mayor fiabilidad del sistema.

Los aspectos a tomar en cuenta en la definición de la estrategia de mantenimiento son por ejemplo el nivel de exhaustividad de la inspección y control en relación a la optimización económica del mantenimiento y de la regeneración.

## 5.2 Mantenimiento Preventivo Sistemático (MPS)

El mantenimiento preventivo sistemático permite asegurarse que los elementos de vía más críticos siguen en buen estado de funcionamiento.

El MPS se compone de las siguientes actividades sistemáticas: controles específicos y recorridos de inspección, así como determinados trabajos.

Los recorridos de inspección, constituyen un primer nivel de observación y a menudo son visuales. Mientras que los controles, habitualmente acompañados de medidas, permiten apreciar en detalle el estado del elemento.

Los objetivos principales de los recorridos de inspección periódica de la vía y de sus componentes son:

- ⇒ Detectar las averías que podrían darse (o evolucionar) entre dos operaciones de verificaciones programadas, y alcanzar un nivel de degradación tal que la circulación normal no pueda ser admitida.
- ⇒ Asegurarse que los componentes de la superestructura y sus ensamblajes no envejezcan de manera anormal entre dos operaciones de mantenimiento.
- ⇒ Detectar toda anomalía de la infraestructura (viaducto, túnel, galibo, posición de las vías,...) susceptible de comprometer la seguridad de las circulaciones.
- ⇒ Permitir la observación del conjunto de las instalaciones de señalización y de tracción eléctrica.
- ⇒ Comprobar, a través del comportamiento dinámico de los trenes, el estado de la geometría de las vías (nivelación longitudinal, nivelación transversal, alineación).

PS

## 6 INSPECCIÓN DE LA VÍA

### 6.1 Generalidades

#### 6.1.1 Tipo de inspecciones

La inspección de la vía férrea está basada en los recorridos, que pueden ser periódicos o en función de condiciones particulares así como de inspecciones a zonas localizadas. Esta incluye:

- La inspección periódica:
  - Recorridos periódicos a pie de la vía incluyendo los aparatos de la vía (agente de vía/responsable)
  - Recorridos periódicos en a bordo de cabina de tren (responsable)
  - Recorridos periódicos de registro geométrico (EM50 o maquinaria de sustitución homologada): acompañamiento de dispositivos de medición (responsable)
- La inspección condicional sujeta a las condiciones específicas, efectuada por los agentes de la vía y/o los responsables:
  - Recorridos particulares a la temporada de calor
  - Recorridos especiales en caso de mal tiempo
  - Recorridos o visitas especiales efectuadas según sea necesario (choques anormales...)

### 6.2 Inspección periódica

#### 6.2.1 Frecuencias de los recorridos de inspección

LÍNEA 12 DEL METRO A BORDO DE CABINA DE TREN	RANGOS DE PERIODICIDAD
Vía grupo UIC 2 con V < a 90 km/h	Entre 4 y 8 semanas

Tabla 5. Frecuencias de los recorridos de vía y aparatos de vía en tren

LÍNEA 12 DEL METRO A PIE		AGENTES: PERIODICIDAD RECOMENDADA	RESPONSABLES: PERIODICIDAD RECOMENDADA
Vía	Durmientes Sateba, ITISA o PRET (grupo 2 según la clasificación de la ficha UIC 714)	Cada 8 semanas	Cada 12 semanas
Riel	Riel RE115	Cada 2 semanas (1)	

Tabla 6. Frecuencias de los recorridos inspección de vía y aparatos de vía a pie

(1) Se prevé una inspección específica del riel RE115: ver §6.2.1.1.

fs

LÍNEA 12 DEL METRO REGISTRO	RANGOS DE PERIODICIDAD
Acompañamiento de dispositivos de medición para registro geométrico	Entre 4 y 8 semanas

Tabla 7. Frecuencias de los recorridos de inspección de registro geométrico

### 6.2.1.1 Inspección específica del riel RE115

Durante los trabajos de retiro del riel RE115, en el marco de las obras de rehabilitación del viaducto, se constató una degradación muy importante de dicho riel, el cual presentaba diversos defectos de desgaste ondulatorio así como inicios de fisuras al nivel del hongo.

Este tipo de riel sigue presente en diversos tramos de la Línea 12 (excepto en la curvas de radio < 550m rehabilitadas), y se considera un elemento frágil ya que su dureza no sería la más adecuada para los tonelajes diarios actuales.

Por este motivo, se propone una mayor inspección, con la periodicidad específica indicada en la tabla precedente, con tal de controlar la evolución de los defectos.

### 6.2.2 Organización de los recorridos de inspección periódica

#### 6.2.2.1 Medios utilizables

La siguiente tabla presenta los medios disponibles para efectuar los recorridos.

RECORRIDOS DE INSPECCIÓN PERIODICA	MEDIO	PERSONAL
Vía y Aparatos de vía	A pie	Agente → a pie en la vía
	Vehículo específico	Agente o responsable en una máquina de mantenimiento ferroviaria o específica desplazándose moderadamente para permitir la observación de los componentes de la vía y poder detenerse a lo largo un punto de la vía o de un aparato de vía para realizar observaciones precisas
	A bordo de cabina de tren	Agente (excepto para los aparatos de vía) o responsable tomando lugar en la cabina del conductor o en la cola del tren

Tabla 8. Medios disponibles para recorridos de inspección

#### 6.2.2.2 Condiciones de realización del recorrido

El recorrido de inspección periódica se lleva a cabo sobre el conjunto de la línea según la periodicidad indicada por el responsable, de día, desplazándose a pie sobre la vía a una velocidad media de 3 km/h.

p  
es

Los recorridos se efectúan alternativamente sobre una y la otra vía ya que no pueden realizarse por grupo de vías, especialmente en el viaducto.

El recorrido de inspección periódica puede llevarse a cabo a la ocasión de algunas tareas conduciendo a recorrer la línea a pie (apretado de pernos, ...).

### **6.2.2.3 Detalle de la misión**

La atención del agente que efectúa el recorrido debe caer principalmente sobre:

- Los defectos registrados o no de los rieles, fijaciones, piezas de los aparatos de vía o de dilatación,
- Los obstáculos que se den sobre la vía,
- Los desórdenes que pudieran producirse en el túnel,
- Los desórdenes que pudieran presentarse en los dispositivos de drenaje de agua,
- Los desplazamientos aparentes de la vía, particularmente en las curvas,
- Las anomalías del funcionamiento del chasis de la vía (trazos de movimientos entre riel y durmientes, expansión del balasto, etc.),
- La insuficiencia de balasto o su mal repartición,
- La anulación de la abertura de juntas sucesivas,
- La abertura de los aparatos o dispositivos de dilatación,
- El funcionamiento de las agujas,
- Las cabezas de durmientes ineficaces consecutivas

El agente también debe supervisar las zonas de inspección especial por causa de intemperies y las zonas emplanchueladas.

El agente verifica el estado de las instalaciones, en particular:

- Comportamiento de la vía al paso de las circulaciones - baile durmientes -, si el espacio disponible lo permite,
- Apertura de juntas (particularmente en temporada de calor),
- Eficacia de los elementos de fijación y apriete de los pernos,
- Lubricación de los cojinetes de los aparatos de vía,
- Conexiones rotas en vía y en los aparatos,
- Instalaciones eléctricas, estado y fijación de la señalización de CBTC
- Lubricación de las curvas

El agente proporciona un informe de su recorrido a su jefe directo inmediatamente, si existe urgencia, transmitiendo a su regreso la hoja del recorrido o el informe de ejecución de los trabajos, trayendo las constataciones hechas durante este recorrido. Además, el agente adopta las medidas necesarias en caso de constatar el rebasamiento de los valores definidos en los niveles de calidad.

## **6.3 Inspección condicional**

### **6.3.1 Organización de los recorridos de inspección particular por la temporada de calor**

La inspección de *las vías y de los aparatos de vía* denominada inspección particular por la temporada de calor, es objeto de tres secuencias diferentes; la primera desarrollándose antes de este periodo permitiendo oficializar el comienzo de la temporada de calor:

1. Una revisión de conformidad a la preparación de la temporada de calor destinada a verificar y, si es necesario, a reestablecer la conformidad de las instalaciones a los requisitos reglamentarios, antes de la temporada de calor.
2. La adaptación de la inspección periódica durante toda la temporada de calor.
3. Una inspección específica condicional derivada de un criterio de temperatura: en el transcurso de los primeros calores mientras la temperatura del riel sea susceptible de llegar a 45°C. Esta vigilancia incluye:
  - Inspección de los **puntos particulares** anotados en el cuaderno de particularidades.
  - En concomitancia, se prevé una inspección de las zonas presentado una mayor fragilidad frente al riesgo de deformación, generalmente, con un carácter esencialmente temporal. La inspección de estas zonas designadas **zonas sensibles** no está ligada únicamente a la temporada de calor y se puede producir fuera de la misma. La lista de zonas sensibles también se puede anotar en el cuaderno de particularidades.

#### **6.3.1.1 Definición del período de inspección relativo a la temporada de calor**

El período de inspección particular relativa a la temporada de calor corresponde al período en el cual las temperaturas son susceptibles de alcanzar y sobrepasar con frecuencia los 45°C en el riel.

Este período de aplicación del régimen de inspección particular relativa a la temporada de calor empieza desde que la temperatura del riel es susceptible de alcanzar los 45°C.

Este período empieza el **01 de Abril del año en curso hasta el 30 de junio** del mismo año.

#### **6.3.2 Revisión de conformidad previa a la temporada de calor**

Antes del período de subida de las temperaturas, es necesario proceder a una verificación de la conformidad y, si necesario, a una puesta de conformidad de las instalaciones sobre la totalidad de las rutas. El término « revisión de conformidad » cubre la totalidad de las operaciones a realizar para este efecto.

La revisión de conformidad debe permitir:

- asegurarse de la conformidad de las instalaciones
- verificar si todas las obras realizadas desde la revisión de conformidad anterior fueron llevadas a cabo así como si la situación restablecida está conforme .

El recorrido de conformidad debe llevarse a cabo:

- Por la vía general
- Los aparatos de vía

Este recorrido, siendo programado en el momento más cercano a la temporada de calor, debe terminarse al más tardar **3 semanas antes del 01 de Abril**. El período entre la realización del recorrido de conformidad y el 01 de Abril debe ser tomado en cuenta para asegurar un seguimiento de la

conformidad de las instalaciones hasta el lanzamiento de la inspección relativa a la temporada de calor.

Una vez el recorrido de conformidad llevado a cabo, el responsable prescribe las correcciones necesarias en LRS, así como en BN de manera a que las obras en curso, incluyendo la estabilización si necesario, sean acabadas antes del **01 de Abril**.

Los puntos de no-conformidad que subsisten después del **01 de Abril**, estarán incluidos en la lista de las **zonas sensibles**.

### 6.3.3 Adaptación recorridos de inspección periódica durante la temporada de calor

Los recorridos periódicos de inspección programados durante la temporada de calor deben respetar los criterios indicados a continuación.

#### 6.3.3.1 *Barras normales*

- Verificar que no existen anomalías en la abertura de las juntas
- Detectar los índices de deslizamiento del riel respecto al soporte
- Identificar las juntas bloqueadas
- Detectar las eventuales degradaciones de los perfiles de balasto

Estos recorridos se llevan a cabo a pie, vía por vía y de día, (en la mañana temprano).

#### 6.3.3.2 *LRS*

Estos recorridos sobre LRS (recorridos llevados a cabo en las mismas condiciones que para las barras normales) tienen como objetivo:

- Detectar la aparición de defectos de alineación (verificar en particular las zonas en las cuales subsisten o aparecen durante la temporada de calor los defectos de alineación en VI)
- Identificar los índices de desestabilización de la vía (aparición de baile por ejemplo)
- Detectar eventuales degradaciones de los perfiles de balasto.

Estos recorridos se llevan a cabo a pie o motorizados, de día.

### 6.3.4 Cómo determinar si la temperatura del riel tiene riesgo de llegar a 45° para activar ciertos recorridos

El presente capítulo tiene por objetivo dar una regla permitiendo anticipar lo suficientemente temprano en la mañana si los recorridos de calor deben ser llevadas a cabo a no.

Su aplicación necesita el conocimiento de dos temperaturas del **aire ambiente**:

- Temperatura mínima de la noche anterior (T1)
- Temperatura a las 10 de la mañana (T2)

**6.3.4.1 Maneras de conocer las medidas de temperatura**

- Uso de las medidas de la temperatura del aire tomadas localmente
- Uso de los datos proporcionados por el proveedor meteorológico de temperaturas.

Uso de las medidas de la temperatura del aire tomadas localmente:

- Termómetro a mínimo ubicado bajo protección
  - La temperatura mínima es medida con un termómetro maxi-mini; este debe estar puesto bajo una protección.
- Termómetro honda
  - Para medir la temperatura del aire sobre el lugar de trabajo, se usa un termómetro-honda. (\*)

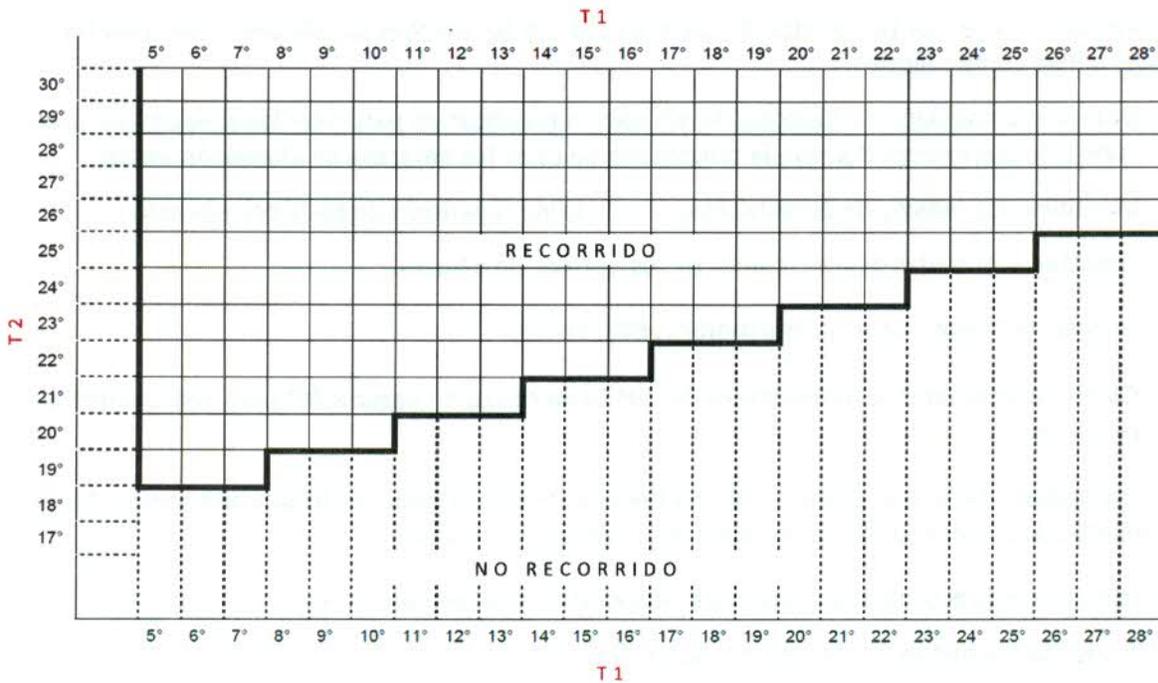
(\*) : Termómetro amarrado a un soporte ligero (cadenilla, chasis), que hacemos girar en el aire a la manera de una honda para obtener una buena ventilación y una medición exacta.

Uso de los datos proporcionados por el proveedor de temperatura:

El agente responsable llama al servidor telefónico del proveedor y anota los 5 valores de temperatura proporcionados para su zona de trabajo.

**6.3.4.2 Decisión**

A partir del siguiente ábaco, en función de T1 y T2 , se verifica la necesidad de recorrido o no.



**Tabla 9. Abaco para identificar necesidad de recorrido o no**

Metro de la Ciudad de México	L12-TRA-VIA-1713-MX-ETE-4
Manual de mantenimiento de la vía férrea de la línea 12	29/12/2015
Tomo II Componentes de la vía	

PS

### 6.3.5 Recorrido de inspección de puntos particulares durante la temporada de calor

Cada año, antes del principio del período de inspección relativo a la temporada de calor, una lista de los puntos destacados sobre cada sector está establecida por el responsable.

El objetivo de estas visitas de inspección (a pie) es de verificar durante los primeros calores, el comportamiento de zonas de vía comportando algunas anomalías, en particular:

- Los defectos de alineación de vía, marcas o señales de desplazamiento
- Las zonas extendidas de durmientes que bailan revelando una tendencia al levantamiento de la vía
- Las marcas de deslizamiento del riel en relación con el soporte
- Las marcas de deslizamiento del riel así como del soporte
- Las anomalías de apertura de AD
- Los defectos de escuadrado de los durmientes

Todos los días en los cuales la temperatura del riel es susceptible de alcanzar los 45°C.

Estas visitas se llevan a cabo durante el período del día en el cual esta condición puede ser alcanzada.

### 6.3.6 Recorrido de inspección de zonas sensibles

#### 6.3.6.1 Clasificación en zona sensible

Las zonas sensibles son zonas que presentan una mayor fragilidad en relación al riesgo de deformación de la vía.

A la diferencia de los puntos particulares, las zonas sensibles presentan normalmente un carácter esencialmente temporal.

La lista de las zonas sensibles es actualizada por el responsable de acuerdo a la revisión de conformidad, antes del principio del período de inspección.

Por otro lado, puede suceder que durante la temporada de calor aparezcan, sobre una zona de vía localizada, motivos llevando a la clasificación de esta parte de vía en zona sensible. Esta zona es entonces incluida a la lista y su inspección empieza de inmediato según el régimen previsto para las zonas sensibles.

#### 6.3.6.2 Fundamentos de la inspección de zonas sensibles

El objetivo de la inspección de zonas sensibles es identificar las deformaciones o principios de deformación y, en particular, sobre las barras normales, las juntas apretadas.

Esta inspección (recorridos a pie) se hace todos los días desde que la subida de temperatura a nivel del riel es susceptible de alcanzar y sobrepasar los 45°C.

Estos recorridos deben ser llevadas a cabo sobre la totalidad de las zonas implicadas, en las horas las más calientes del día.

Durante las visitas, la totalidad de la(s) zona(s) vigilada(s) debe ser el objeto de una **inspección visual después de cada circulación**.

### **6.3.6.3 Recorrido matinal sobre las barras normales durante la temporada de calor**

Sobre las zonas sensibles ubicadas sobre barras normales (AdV), la inspección está completada por 1 recorrido matutino semanal llevado a cabo a pie.

### **6.3.7 Inspección de las obras**

Los trabajos sobre la línea 12 del metro de México se realizan mientras la explotación de la línea está parada, es decir de noche. Por lo tanto no habrá restricciones en relación a temperaturas altas.

### **6.3.8 Recorrido especial en caso de inclemencias del tiempo**

Ciertas circunstancias excepcionales atmosféricas son susceptibles de crear un peligro para la circulación de los trenes o de perturbar el buen funcionamiento de las instalaciones (señales, catenaria, ...). Como por ejemplo lluvias torrenciales, vientos violentos, inundaciones, actividad sísmica...

Durante estas inclemencias graves de clima, la inspección de las vías es ejercida durante los recorridos o visitas especiales efectuadas por los agentes de los equipos de la vía.

### **6.3.9 Recorrido o visitas especiales efectuadas a petición**

#### **6.3.9.1 Desencadenante**

Los recorridos o visitas especiales se realizan por los agentes de la vía en caso de una señal de peligro sobre la vía o cuando sea necesario para localizar o buscar una causa que pudiera ser el origen de un incidente o de una anomalía señalada por un conductor, algún otro agente o un tercero.

En el caso de circunstancias particulares, pueden ser organizados recorridos especiales de inspección, bajo pedido del establecimiento o de la dirección.

El propósito y los términos específicos de ejecución de estos recorridos son precisados por el solicitante.

#### **6.3.9.2 Condiciones de realización**

En caso de señal de algún peligro en la vía o sus alrededores (choque, balanceo, movimientos anormales, incendio...) constatado en el camino por un agente de recorrido o un conductor, la visita de reconocimiento de la vía o de las vías involucradas, indicada a los agentes de los equipos de la vía, no debe estrictamente ser limitada a la zona o al punto reportado que pueden ser aproximativos, debe ampliarse a ambos lados de esta zona o elemento.

Si el agente considera que el peligro informado se opone al tránsito de trenes o lleva a limitar inesperadamente la velocidad de los trenes, deberá tomar todas las medidas necesarias para parar o hacer parar la circulación de los trenes.

## 6.4 Revisión de conformidad en vía general

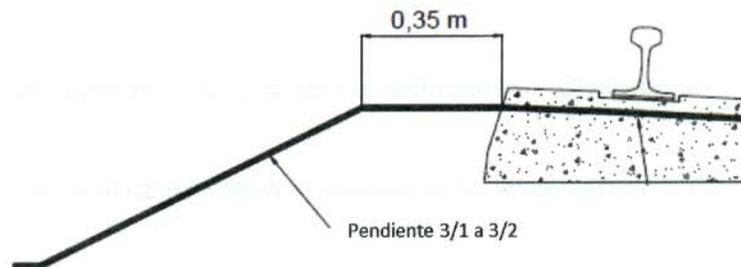
Las comprobaciones **anuales** se refieren a:

- La conformidad de los perfiles e integridad de balasto,
- El aspecto de las soldaduras
- La calidad de la geometría
- Los índices de desorden del sistema de fijación
- La presencia y la eficacia de los juegos de dilatación de juntas y del riel de seguridad

Las intervenciones decididas y realizadas en consecuencia de estas comprobaciones se enmarcarán en el Mantenimiento Preventivo Condicional.

### 6.4.1 Conformidad de los perfiles e integridad de balasto

La descripción de los perfiles de balasto de la línea 12 corresponden a un perfil completo.



**Figura 3: Esquema del perfil completo**

El balasto que a través de la resistencia que presenta al desplazamiento transversal y longitudinal de los durmientes contribuye de manera esencial a la estabilidad de la vía frente al riesgo de pandeo, defectos de geometría. Por lo tanto es necesario verificarlo de forma exhaustiva.

La verificación de los perfiles de balasto está completada por una búsqueda de indicios de movimiento (transversal y longitudinal) de los soportes en el balasto, pudiendo revelar un fallo de su anclaje.

#### 6.4.1.1 Análisis/Intervención

El análisis consiste en estimar la naturaleza de la intervención que hay que realizar:

- Falta general de balasto: colocación de balasto
- Mal reparto (fluencia en banquetas): reperfilado
- Deterioración del balasto (atrición, granulometría...): regeneración

### 6.4.2 Aspecto de las soldaduras

Ver Anexo 2 del Tomo II.

### 6.4.3 Calidad de la geometría

En el marco de la revisión de conformidad, la verificación atañe más particularmente los fallos cuya naturaleza es susceptible de generar una deformación de la vía, durante los calores fuertes.

La verificación consiste en asegurar, visualmente, la ausencia de:

- Fallo importante de geometría relativa susceptible de alcanzar VI (nivelación/ alineación)
- Baile importante (> 10 mm)

*Nota: el análisis previo del último registro de la geometría permite determinar los puntos que merecen una atención particular.*

#### 6.4.3.1 Criterios de no-conformidad

Se estipula una no conformidad cuando uno o varios fallos citados aquí son constatados con valor mínimo VI (Valor de Intervención). Para niveles de calidad de la geometría, consultar el Tomo IV.

#### 6.4.3.2 Análisis/Intervención

En caso de constatación de anomalía, una rectificación de la geometría debe realizarse antes de los primeros calores.

Una verificación del buen comportamiento de la geometría debe realizarse en los días siguientes a la intervención.

A la espera de asegurar la conformidad, la zona de anomalía será clasificada como «ZONA SENSIBLE».

### 6.4.4 Índices de desorden eficacia del sistema de fijación

La presencia de fijaciones defectuosas puede comprometer el comportamiento de la vía frente a los esfuerzos ligados a la elevación de la temperatura.

Esta verificación consiste en un control visual, para detectar anomalías evidentes de la integridad de las fijaciones (fijaciones faltantes, deterioradas o visiblemente aflojadas), o de signos evidentes de falta de eficacia (marcas de deslizamiento en el riel, ruido anormal al paso de la circulación,...).

#### 6.4.4.1 Análisis

En caso de descubrir una proporción importante de fijaciones defectuosas, haciendo temer alcanzar la clasificación VI, una verificación de la eficacia de las fijaciones debe, ser realizada.

#### 6.4.4.2 Criterios de no conformidad

Los resultados de la verificación de la eficacia de las fijaciones, realizada siguiendo el método descrito en los capítulos §11.1.3 (Fastclip) y §12.1.3 (Nabla), que define:

- Los criterios de desencadenamiento de la intervención

PS

#### 6.4.5 La presencia y la eficacia de los juegos de dilatación de juntas y del riel de seguridad

Esta verificación consiste en una estimación de la abertura de la junta y una verificación de la ausencia de bloqueo de la junta. También se comprueba la correcta posición de la junta.

En cuanto al riel de seguridad, se examina básicamente la interfaz con las balizas (ver capítulo §8.1).

La verificación de la junta consiste en:

- Bloqueo de la junta: verificar funcionamiento normal de la junta
- Registro de la abertura de la junta

##### 6.4.5.1 Criterios de no conformidad

En caso de junta apretada y abertura incoherente con la temperatura. Los resultados de la verificación de la abertura de la junta, se realiza siguiendo el método descrito en el capítulo §9 del presente Tomo II que define:

- Los criterios de desencadenamiento de la intervención

##### 6.4.5.2 Análisis/Intervención

En caso de no conformidad, se debe proceder a una regularización de la abertura de la(s) junta(s) antes de la temporada de calor.

## 6.5 Glosario

DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN
Responsable	Responsable designado de la unidad de Vía o agente que obtuvo una asignación formal. <b>Homónimo Línea 12: Responsable Sección Mantenimiento</b>
Agente de recorrido	Agente de equipos de mantenimiento de vía, encargado de hacer un recorrido a pie o en tren, cual sea el tipo de recorrido, debe de conocer el camino concerniente a la línea 12 y el registro de las particularidades asociadas. Operador a bordo de un vehículo de recorrido automatizado. Este toma medidas de urgencia en función de los registros observados. <b>Homónimos Línea 12: Ingenieros Supervisores, Personal de Inspección, Técnico Profesional, Personal Técnico de Vías</b>
Recorrido	Inspección de una instalación a pie o en tren, realizada en un tramo de la línea 12.
Temporada de Calor	Periodo durante el cual las temperaturas del riel son susceptibles de alcanzar y superar frecuentemente 45°C.

RC	Revisión de conformidad.
Puntos particulares	Tramo momentáneamente fragilizado con respecto a los riesgos ligados al aumento de temperatura y cuya inspección está asegurada durante las visitas (inspección in situ en las horas calurosas) y los recorridos de inspección (periódicos matinales sobre las zonas de vía emplanchuelada).
Zonas sensibles	Tramo de vía en el cual la velocidad de evolución de los defectos es tal que podamos sospechar que después de un registro, dicho tramo pueda verse afectado por uno o varios defectos "Valor de Reducción temporal de la velocidad" antes del próximo registro.
Recorrido especial	Recorrido de inspección no periódica cuyo origen es causado por acontecimientos inesperados: frío en intemperie, aumento de la temperatura fuera de la temporada de calor.
Cuaderno de particularidades	Documento que recoge los elementos difícilmente visibles o identificables naturalmente en el terreno y que necesitan inspección o una acción específica, momentánea o durable. También puede incluir los puntos particulares y las zonas sensibles.

**Tabla 10. Glosario**

## 7 RIELES

### 7.1 Control sistemático

El control de los rieles se organiza de cara a detectar los defectos que pudieran afectarles. Esta detección consiste en detectar las anomalías con ayuda de medios adaptados a la naturaleza de los defectos.

Los medios disponibles para efectuar esta exploración son:

- El control visual,
- El control por ultrasonidos,
- Los exámenes geométricos de la vía,
- El control de lubricación de las curvas.

Cada uno de estos controles tiene una periodicidad que le es propia.

#### 7.1.1 Examen visual de los rieles

Se realizan recorridos a pie específicos sobre el conjunto de rieles (plena barra, juntas, ADV...) con dos objetivos:

- ⇒ La detección visual de los defectos de riel y la verificación del estado de los defectos ya identificados,
- ⇒ La localización de zonas donde los límites de las normas de desgaste y de corrosión corren el riesgo de ser alcanzadas (pasando entonces a ser objeto de estudios exhaustivos regulares).

##### 7.1.1.1 Periodicidad de los exámenes visuales

**La periodicidad de los exámenes visuales de los rieles es determinada en función de la criticidad estimada de la vía, tomando siempre como base un ciclo de principio de: 1 año\***

\*NOTA: cada **6 meses** para el control del desgaste lateral/vertical y ondulatorio en curvas  $R < 305m$  y la curva 5 vía 2.

$R < 350m$

\*NOTA: cada **3 meses a 6 meses** sobre los cupones mixtos en función de los resultados constatados. Los CM se incluyen en la lista de puntos particulares para la temporada de calor.

\*NOTA: en cuanto al desgaste por corrosión en túnel, la frecuencia de medida del desgaste se puede aumentar en función del estado de humedad del túnel y de las condiciones de flujo de la corriente tracción.

#### 7.1.2 Control por ultrasonidos

Los ultrasonidos (US) permiten detectar y medir fisuras internas en el riel.

**7.1.2.1 Aplicación**

El control por ultrasonidos incumbe:

- Extremidades de vía general incluyendo los JAP
- Soldaduras
- Cupones mixtos **las JAP**
- Aparatos de vía (ADV):
  - Todos los rieles constitutivos del aparato de vía, incluyendo los rieles mecanizados (cambios de agujas y puntas móviles) así como extremidades incluyendo los JAP,

Las partes de vía situadas en el talón del aparato, por las cuales el riel roto no es detectado por el circuito de vía (CdV montado en paralelo).

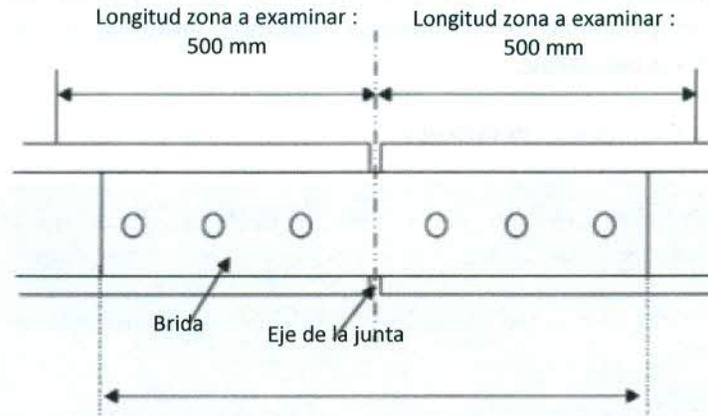
**las JAP**

- Aparatos de dilatación (AD)

Se prevé un control **US específica** para las extremidades, cupones mixtos, ADV y AD.

**7.1.2.2 Control US específico de las extremidades**

El control US específico a las extremidades **requiere auscultar manualmente una longitud fija de 50 cm de riel a cada lado y otra de cada extremidad final.**



**Figura 4: Control Ultrasonidos específicos en las extremidades de riel**

**7.1.2.3 Control US específico de los aparatos de vía**

Los aparatos de vía deben ser objeto de un control manual específico.

Caso de desvíos con junta de punta (ADV emplanchuelados)

es

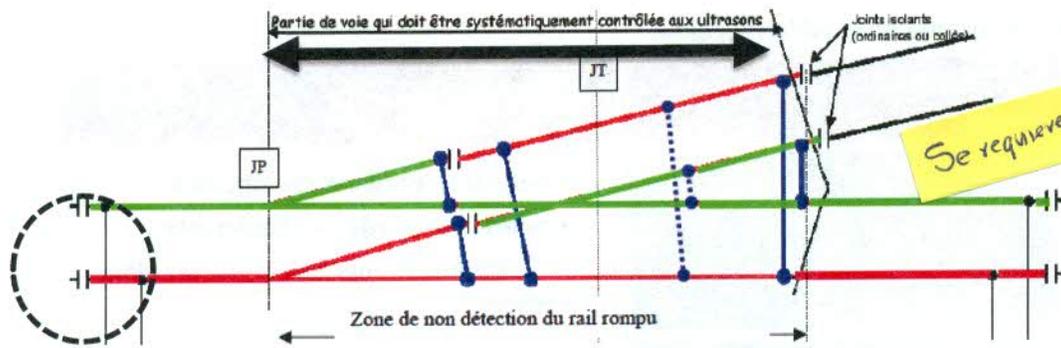


Figura 5: Partes de aparato de vía a auscultar

La zona indicada con la flecha y las dos extremidades de cada junta de punta deben ser revisadas.

#### 7.1.2.4 Control US específico de los aparatos de dilatación

Este control US debe retomar las partes de los rieles definidas a continuación:

AD para viaducto o LRS (abertura 180mm):

Las partes de rieles a auscultar corresponden a la parte libre, es decir, las partes de los rieles comprendidas entre los dos soportes equipados de fijaciones normales (no deslizantes) situadas de una parte y de otra del chasis del AD (soportes con cojinetes guía y fijaciones deslizantes).



Figura 6: Aparato de dilatación: zona a auscultar mediante ultrasonidos

#### 7.1.2.5 Periodicidad de la prueba de ultrasonidos

Extremidades de rieles, cupones mixtos, aparatos de vía y aparatos de dilatación,

Primera verificación : año 2016

Periodicidad entre dos controles por US sucesivas : 6 meses

#### 7.1.3 Control del estado de la superficie de los rieles por análisis de los registros geometría

El análisis de los registros geométricos de la vía efectuados mediante los vehículos habilitados, EM50 o maquinaria equivalente homologada, permite detectar ciertas anomalías relativas a los rieles.

Estas están sintetizadas en la tabla siguiente.

ALTERACION SOBRE EL GRÁFICO	ANOMALIAS POSIBLES
Defecto puntual de nivelación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• defectos puntuales de superficie</li> <li>• rieles deformados verticalmente</li> <li>• soldaduras angulosas en el plano vertical</li> </ul>
Defecto puntual de alineación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rieles deformados horizontalmente</li> <li>• soldaduras angulosas en el plano horizontal</li> </ul>
Aspecto denso de los registros (flecha y ancho de la vía)	Defectos importantes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• shelling</li> <li>• head checking</li> </ul>
Aspecto denso de los registros (nivelación)	Desgastes ondulatorios
Aumento del valor del ancho de vía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desgaste lateral del hongo</li> <li>• reducción del ala del patín del riel cuando atañe la zona de fijación de los rieles</li> </ul>
Disminución del valor del ancho de vía	Aplastamiento del plano de rodadura del hongo con formación de rebabas (lado interior de la vía)

**Tabla 11. Registro de la geometría de la vía - Alteración sobre el gráfico / Anomalías posibles**

### 7.1.3.1 Periodicidad del análisis mediante registros geométricos

**Registro geométrico cada 6 meses**

### 7.1.4 Control de lubricación de las curvas

#### 7.1.4.1 Generalidades

Los trenes de pasajeros proyectan grasa a su paso por las vías, que se mezcla con diversas materias formando cordones de grasa que se depositan en los flancos interiores de los rieles de rodadura.

PS

La circulación de maquinaria o de herramientas en las vías durante las obras puede tener como consecuencia la deformación de esos depósitos de grasa y provocar:

- si el depósito es poco importante, la grasa sube progresivamente conforme van pasando los trenes;
- si el depósito es importante, la grasa sube inmediatamente hasta la superficie de rodadura.

Además, cuando el depósito es muy importante, paquetes de grasa pueden desprenderse del cordón con el paso de los trenes y proyectarse sobre el plano de rodadura.

La contaminación de la superficie de rodadura por la grasa provoca una pérdida de adherencia ocasionando un deslizamiento del tren en el momento de frenar.

Por otra parte, ciertas medidas que pueden tender a restablecer la adherencia, son susceptibles de deteriorar el contacto eléctrico riel-rueda hasta provocar que momentáneamente se corte el retorno de la corriente tracción e inducir una subida de potencial del tren.

La seguridad ferroviaria exige que se siga la evolución de la lubricación de los rieles de la Línea 12 mediante un control cíclico y que se realice un control sistemático de las zonas de obras antes de la reanudación del servicio de pasajeros.

#### **7.1.4.2 Seguimiento del estado de lubricación de los rieles**

En la Línea 12 se debe evaluar sistemáticamente la lubricación de los rieles mediante un ciclo de Mantenimiento preventivo sistemático.

Esta evaluación se hace a partir de una muestra fija, constituida por un cierto número de puntos de detección que permitan hacer el seguimiento de la evolución del estado de lubricación del riel. Estos puntos de detección se definen más adelante.

#### **7.1.4.3 Periodicidad**

Se realizará la verificación **cada dos meses** en las curvas de  $R < 550$  m y **todos los meses** en el resto de la línea.

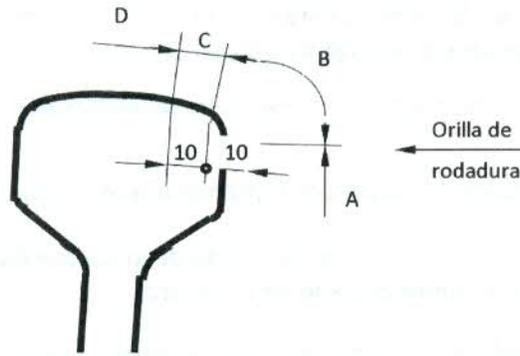
#### **7.1.4.4 Ejecución del control del estado de lubricación**

El control del estado grasoso de los rieles se efectúa sistemáticamente:

- cuando se utilizan maquinaria o herramientas rodantes en las obras, a todo lo largo de éstas;
- de acuerdo con el ciclo establecido anteriormente en los puntos de detección, que permita hacer el seguimiento del estado de lubricación del riel.

#### **7.1.4.5 Detección del estado de lubricación**

Se definen 4 sectores A, B, C y D en la superficie del riel:



El estado de lubricación, o la falta de lubricación de cada uno de esos sectores se anota del 0 al 4, de acuerdo con el aspecto de su superficie:

- 0 = limadura,
- 1 = seco,
- 2 = aspecto aceitoso,
- 3 = fina capa de grasa de un espesor menor igual a 2 mm,
- 4 = placas o cúmulos de grasa.

Atención, si la zona supervisada se encuentra **en la estación**, se deberá hacer la detección de la **zona indicada, así como los 50 metros anteriores a este zona.**

#### 7.1.4.6 **Cuantificación del estado de lubricación**

Para cada punto controlado:

- ⇒ **el engrasado se estima normal** cuando el estado de lubricación de cada sector del riel de rodadura está en la siguiente condición:

$$A = 1 \text{ ó } A = 2 \text{ ó } A = 3; B = 2 \text{ ó } B = 3; C = 1; D = 1$$

- ⇒ **se considera grasoso al riel** cuando el estado de lubricación de cada sector del riel de rodadura está en la siguiente condición:

$$A = 4; B = 4; C \geq 2; D \geq 2$$

- ⇒ **es riel está seco** cuando el estado de engrasado de los sectores del riel de rodadura A y B está en la siguiente condición:

$$A = 0; B \leq 1$$

ps

**7.1.4.7 Evaluación del estado de lubricación**

7.1.4.7.1 Combinación de los diferentes sectores para un engrasado correcto del riel

		Sectores del riel			
		A	B	C	D
Evaluación del estado grasoso	1	1	2	1	1
	2	2	2	1	1
	3	2	2	1	1
	1	1	3	1	1

7.1.4.7.2 Combinación de diferentes sectores para un engrasado incorrecto del riel – valor de alerta

Sea cual sea la fila del riel, clasificado en **valor de alerta**:

		Sectores del riel				
		A	B	C	D	
Urgencia 2						
Evaluación del estado grasoso	4	4	3	1	1	→ Si es puntual.
	3	3	3	1	1	
	2	2	3	1	1	
	4	4	2	1	1	

⇒ Programar la limpieza del riel en el transcurso del mes

7.1.4.7.3 Combinación de diferentes sectores para un engrasado incorrecto del riel – valor de intervención

Clasificado en **valor de intervención**:

		Sectores del riel				
		A	B	C	D	
Urgencia 1						
Evaluación del estado grasoso	4	4	4	≥ 2	≥ 2	
	3	3	4	≥ 2	≥ 2	
	4	4	4	1	1	
	4	4	3	1	1	→ De haber más de 2 puntos sucesivos
	3	3	4	1	1	
	1	1	4	1	1	
	2	2	4	1	1	

- ⇒ Indicar al jefe de regulación el engrasado anormal del riel;
- ⇒ Programar la limpieza del riel dentro de un plazo de 48 horas.

P 2

*Nota: sea cual sea la fila del riel y sea cual sea la evaluación del estado grasoso de A y B, si la evaluación de C o D es mayor o igual a 2 ( $\geq 2$ ), se ha alcanzado el valor para intervenir.*

#### **7.1.4.8 Medidas que adoptar en caso de contaminación de los rieles**

En caso de contaminación de los rieles por la grasa, se deben realizar tres tipos de acciones según si esta contaminación fue generada por la actividad de las obras antes de la reanudación del servicio de pasajeros, si aparece durante la operación en forma de una entrega de "riel grasoso", o se genera por un exceso de lubricación de los rieles en operación, detectado por el seguimiento de la evolución del estado de lubricación de los rieles.

##### 7.1.4.8.1 Antes de reanudar la operación

- **Limpiar cuidadosamente** toda la parte superior del riel de rodadura que presente huellas de grasa, antes de reanudar el servicio de pasajeros.
- **Esperar el paso de por lo menos dos trenes** en la zona implicada.
- **Verificar de nuevo si está limpio el riel** en toda la zona donde pasaron la maquinaria y herramientas que se hayan usado.
- **Alertar inmediatamente al Jefe de regulación** en el Puesto de Mando Centralizado en el caso de que se observe una extensión de grasa.

##### 7.1.4.8.2 Después de un señalamiento

Este tipo de señalamiento, por lo general durante la operación, se genera por la falta de adherencia de los trenes después de un depósito accidental de grasa en la superficie de rodadura.

Las disposiciones que siguen permiten evitar los riesgos de deshuntado intempestivo, asegurando el shuntado de por lo menos un bogie a nivel de cada carro.

En vías principales, fuera de las vías de distribución y patios, el medio más rápido para restablecer un coeficiente de adherencia correcto consiste en **enarenar**.

Las condiciones que se deben cumplir para el enarenado son las siguientes:

- sólo se autoriza una mezcla de arena y granalla de acero inoxidable;
- el enarenado se limita a una sola fila del riel;
- longitud de las zonas enarenadas de manera continua: 17 m máximo (longitud recomendada: 15 a 16 m);
- longitud de las zonas sin arena: 18 m mínimo (longitud recomendada: 19 a 20 m);
- imperativamente se deben interrumpir las zonas enarenadas más o menos cada 15 metros a ambos lados de las juntas aislantes;
- en la estación, el enarenado se limita a la primera mitad de la longitud del andén en el sentido

PS

de la marcha, siempre en una sola fila del riel.

### 7.1.5 Clasificación, codificación y marcado de los defectos de rieles

La clasificación de los defectos, su codificación y marcado se indican en el Anexo 1 del Tomo II.

## 7.2 Intervenciones sistemáticas

### 7.2.1 Lubricación

La lubricación de los rieles por el material rodante corresponde a una intervención preventiva automática.

Si necesario, en función de las condiciones de engrasado constatadas durante el control de lubricación, la lubricación de los rieles puede ser completada por un engrasado manual particularmente en curvas de radio inferior a 350 m.

#### 7.2.1.1 *Lubricación de las zonas de cupones mixtos*

Dado el riesgo particular propio a las zonas de transición, se requiere asegurar que la lubricación de los rieles en estas zonas por el Material Rodante, se realice con una periodicidad de **2 meses máximo**.

De no contar con la maquinaria especial para la lubricación, ésta podrá efectuarse de manera manual. En ambos casos la lubricación deberá realizarse sobre la cara activa del riel.

En el momento de los recorridos de inspección, la calidad de la lubricación será apreciada visualmente y al tacto, particularmente sobre el lado activo del riel.

Al observar un exceso de lubricación, la periodicidad en las zonas de transición podrá ser extendida a 4 meses.

## 7.3 Niveles de calidad

Las medidas a tomar posteriormente a la detección e identificación de los defectos de riel se presentan en el Anexo 1 del Tomo II.

## 7.4 Principios de corrección

### 7.4.1 Esmerilado del hongo del riel mediante maquinaria pesada

El reperfilado se realiza esencialmente mediante esmeriladora de rieles pesada.

#### 7.4.1.1 *Esmerilado preventivo inicial*

El esmerilado preventivo inicial consiste en pulir los rieles a una profundidad de alrededor 0,3mm.

Tiene por objeto principal la eliminación de la capa superficial descarbonada del hongo del riel susceptible a dar nacimiento a microfisuras de fatiga, en el contacto riel-rueda, pudiendo por lo consiguiente degenerar en un defecto de superficie.

Este esmerilado:

- Elimina las secuelas de daños de superficie debidas a los trabajos de balasto,
- Retrasa la aparición del desgaste ondulatorio,
- Mejora el conjunto de la vía, de las soldaduras y las condiciones de rodadura,
- Reduce los ruidos y las vibraciones.

Aumenta entonces la durabilidad del bateado y aporta una contribución económica al mantenimiento de la vía.

Esta operación se realiza en el caso de renovación total de la vía y balasto, vía nueva y reemplazo de riel en una longitud superior a 1000m.

#### **7.4.1.2 Esmerilado curativo**

El esmerilado curativo tiene por objetivo tratar las alteraciones de las superficies del hongo por:

- El restablecimiento del perfil longitudinal (desgaste ondulatorio, defectos de soldaduras...),
- La mejora del perfil transversal con el fin de reestablecer un contacto riel/rueda satisfactorio,
- La eliminación o la disminución de los defectos de superficie (achatamiento del plano de rodadura, marcas de balasto o de patinaje...).

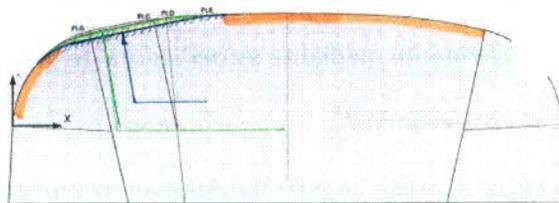
#### **7.4.1.3 Esmerilado anti-head checking**

En caso de aparición del defecto head-checking, se puede aplicar un perfil de esmerilado anti head-checking que consiste en un reperfilado específico del acuerdo cara activa-plano de rodadura. Aunque no elimine este defecto, lo retrasa desplazando la zona de contacto entre el riel y la rueda en la parte superior y el flanco del hongo.

Se efectúa:

- Bien en preventivo, cuando los rieles han sido sustituidos por causa de este defecto,
- Bien en curativo, cuando el defecto ya está presente en la curva.

AHCC= Anti Head Checking Curativo  
AHCP= Anti Head Checking Preventivo



**Figura 7: Esmerilado anti head checking**

#### 7.4.1.4 Reparación de defectos fisurados

Cuando los defectos fisurados son clasificados como “recargables”, pueden ser reparados mediante soldadura al arco.

a) Reparación de los defectos afectando la superficie del riel

Los defectos clasificados E alteran la calidad de la vía (geometría y material de vía) pueden ser reparados siguiendo la técnica indicada.

b) Reparación de los defectos debidos al desgaste y a la corrosión

Los desgastes verticales y laterales, así como la corrosión no pueden ser reparados. Conducen a término al reemplazo del riel.

#### 7.4.1.5 Caso de esmerilado de los rieles 60 E1 y RE115

No hay medida particular a aplicar en el esmerilado de los cupones mixtos que permiten la transición entre el riel 60E1 y las zonas equipadas del riel RE115.

En efecto, la zona de esmerilado de los rieles, representada sobre el esquema siguiente corresponde a una zona donde los perfiles de rieles 60E1 y RE115 son muy similares, con el perfil RE115 en verde y el perfil 60E1 en negro).

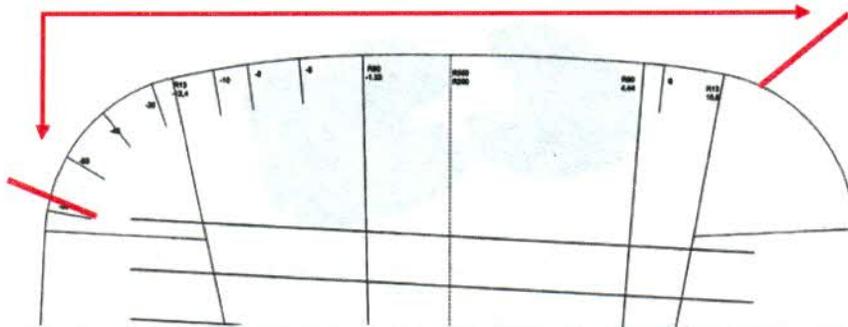


Figura 8: Zona de esmerilado del riel

PS

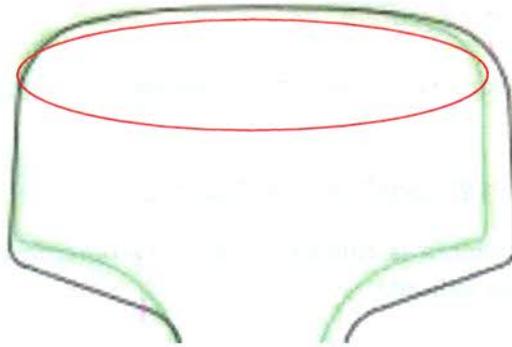


Figura 9: Zona de esmerilado del riel perfiles RE 115 y 60E1

#### 7.4.2 Consolidación provisoria de los rieles rotos o fisurados

En esta técnica, las bridas están sujetas por medio de bridas o pernos.



Figura 10: Diferentes tipos de Ces

Se deben llevar a cabo periódicamente, la verificación y el restablecimiento del ajuste correcto de las bridas (ajuste de los Ces y de los pernos).

##### 7.4.2.1 Consolidación por embridado de las rupturas de rieles

###### 7.4.2.1.1 Dominio de aplicación

Esta técnica se usa para las rupturas, para evitar que los extremos de la ruptura no «peguen» al paso de los trenes.

Esta técnica es la «consolidación provisional».

###### 7.4.2.1.2 Fundamentos de la consolidación

Si la línea está electrificada o equipada de circuitos de vía, la consolidación debe asegurar tanto la «continuidad mecánica» como la «continuidad eléctrica»:

Para cumplir con estas dos condiciones es necesario:

- Instalar conexiones provisionales,
- Utilizar bridas no-aislantes
- Utilizar prioritariamente las bridas con 6 hoyos,
- Cuadrar la ruptura con embridado, la distancia entre la ruptura y la extremidad más cercana de la brida debe ser al menos de 200 mm. En el caso contrario, la consolidación, siempre obligatoria, debe ser considerada como **ineficaz**.

Existen bridas especiales para las soldaduras permitiendo de puentear el cordón, el lado el más grande se instala de preferencia después de la ruptura.

#### 7.4.2.1.3 Precauciones de puesta en práctica

##### **Fijación de las bridas**

Las bridas deben ser mantenidas con la ayuda de al menos 3 Ces de sujeción dispuestas de un lado y del otro de la fisura, de preferencia dos Ces después. Los pernos de sujeción deben ser puestos al interior de la vía.

Si la instalación de Ces de sujeción es materialmente imposible, se debe taladrar de cada lado de la ruptura y mantener las bridas con tres pernos por lo menos.

##### **Balasto abajo de los Ces**

Antes de instalar los Ces, conviene de vaciar lo suficiente las casillas para evitar que la parte de abajo de los Ces toque el balasto (quitar la cantidad de balasto necesaria y no bajar debajo de la cara inferior del durmiente).

En el caso contrario, el pasaje de las circulaciones puede dañar los Ces y existe la posibilidad de perturbaciones en el funcionamiento de los circuitos de la vía.

##### **Fijación del riel a las bridas**

La instalación de las bridas necesita generalmente la desinstalación de las fijaciones de dos durmientes.

La reinstalación puede ser imposible, en este caso conviene usar fijaciones especiales hechas para las JAP (Juntas aislantes pegadas).

##### *Restricción de uso*

A veces, existen obstáculos que impiden la instalación de las bridas (conexiones...). Su desinstalación y su reposición provisional en patín permiten arreglar este problema.

A veces, el embridado de una ruptura tiene por consecuencia una no-liberación de zona (caso de una ruptura dentro de un bucle de inducción). Conviene entonces de hacer una reparación provisional lo más rápido posible después de la consolidación para eliminar la presencia de un embridado en este bucle.

PS

#### 7.4.2.1.4 Eficacia de la consolidación por embridado de una ruptura

Para que la consolidación por embridado de una ruptura sea considerada como **eficaz**, es necesario:

- Que prohíba cualquier movimiento relativo en el sentido vertical y en el sentido transversal de las diferentes partes bridadas del riel roto, incluso en caso de que la ruptura se agrave.
- Que no exista, a menos de 2 m de un lado y del otro de la ruptura consolidada, sobre la misma fila del riel, ninguna fisura visible o ubicada antes y clasificada como X (o S).

Sobre una junta normal o pegada el embridado normal debe ser considerado como ineficaz en cuanto a las rupturas.

#### 7.4.2.2 Consolidación por embridado de las fisuras

##### 7.4.2.2.1 Dominio de aplicación

Esta técnica se usa cuando se detectan defectos de fisura según la clasificación X1.

##### 7.4.2.2.2 Fundamentos de la consolidación

Sobre las líneas equipadas de circuitos de vía, la detección de la agravación de la fisura en ruptura debe ser resguardada, por lo tanto:

- No instalar ninguna conexión provisional
- Usar unas bridas con guarniciones aislantes
- Dar preferencia a las bridas con 6 hoyos
- Cuadrar la fisura con el embridado, la parte la más corta siendo superior a 200 mm. Si no, bridar al máximo y considerar el embridado como « ineficaz ».

Para las soldaduras, las bridas especiales que permiten puentear el cordón deben estar equipadas con guarniciones aislantes.

##### 7.4.2.2.3 Precauciones de puesta en práctica

#### Fijación de las bridas

Las bridas deben ser mantenidas con la ayuda de al menos tres Ces de apriete, dispuestos de un lado y del otro de la fisura, de preferencia dos Ces después. Los pernos de apriete deben ser instalados al interior de la vía.

Si la instalación de las bridas ces de apriete es materialmente imposible, el defecto no está bridado y se deben aplicar las reglas previstas para los defectos a consolidación por embridado **ineficaz** (perforación del riel fisurado prohibida).

PS

### Balasto abajo de los Ces

Antes de instalar los Ces, es necesario vaciar lo suficiente las casillas para evitar que la parte de abajo de los Ces toque el balasto (quitar la cantidad de balasto necesaria y no bajar debajo de la cara inferior del durmiente).

En el caso contrario, el pasaje de las circulaciones puede dañar los Ces y perturbaciones en el funcionamiento de los circuitos de vía son posibles.

### Sujeción del riel a las bridas

La instalación de las bridas necesita generalmente la desinstalación de las fijaciones de dos durmientes.

La reinstalación puede ser imposible, en este caso se debe utilizar unas fijaciones hechas especialmente para las JIC.

#### *Restricción de uso*

En ocasiones existen obstáculos que impiden la instalación de las bridas (conexiones...). Su desinstalación y su reposición provisional en patín permiten arreglar este problema.

A veces, el embridado de una fisura puede tener por consecuencia un mal funcionamiento de las instalaciones de seguridad (no-liberación de zona por ejemplo en el caso de una fisura en el bucle de inducción).

Si una anomalía está detectada dentro del funcionamiento de las instalaciones de seguridad, el embridado provisional debe ser desinstalado y se debe seguir las reglas previstas para los defectos a consolidación por embridado **ineficaz**.

#### 7.4.2.2.4 Eficacia de la consolidación por embridado de una fisura

Para que la consolidación por embridado de una fisura sea considerada como **eficaz**, es necesario:

- Que se prohíba cualquier movimiento relativo en el sentido vertical y en el sentido transversal de las diferentes partes del riel bridado, si una ruptura llegue a suceder a partir de la fisura bridada.
- Que no exista, a menos de 2 m de un lado y del otro de la fisura consolidada, sobre la misma fila del riel, una fisura visible o ubicada antes y clasificada como X2 (o S) que la naturaleza del defecto y su clasificación lo permitan.
- En las extremidades la eficacia del embridado normal es parcial.

### 7.4.3 Reparación provisoria en vía general y reparación definitiva

Ver fichas métodos II.3, II.4 y II.5 contenidas en el presente Tomo II.

## 8 RIEL DE SEGURIDAD

### 8.1 Control de la dilatación

El riel de seguridad no constituye un elemento central del control del buen funcionamiento del riel largo soldado. No estando sometido a sollicitaciones dinámicas muy fuertes, su comportamiento mecánico es estable en el tiempo.

En este contexto, la apertura de las juntas de los rieles de seguridad ha sido ajustada durante la colocación; este arreglo inicial es suficiente para asegurar un buen funcionamiento de la dilatación de los rieles de seguridad durante toda la vida útil de la vía.

Sin embargo, es necesario un control particular en **la interfaz con las balizas** ya que un desplazamiento incontrolado del riel de seguridad (situado entre balizas y por lo tanto no sujeto con crucetas) puede impactar las sujeciones de las balizas. Este control se puede efectuar durante la revisión de conformidad. Este fenómeno está asociado a la diferencia de altura entre el riel y el durmiente del armado con VIPA, consecutivo a las obras de rehabilitación, que entra en conflicto con las fijaciones de las balizas.

### 8.2 Control del sistema de fijación

El sistema de fijaciones sobre los soportes en concreto es objeto de un control anual visual y manual periódico.

En caso de descubrimiento de un sistema de fijaciones aflojado, su reparación deberá realizarse lo antes posible.

## 9 JUNTAS

### 9.1 Control sistemático

#### 9.1.1 Presencia y eficacia de los juegos de dilatación de juntas

Una abertura reducida de las juntas, ordinarias y aislantes, apunta a mejorar tanto en vía general como en aparatos de vía:

- La conservación de la nivelación
- La comodidad para los pasajeros

##### 9.1.1.1 Periodicidad

OPERACION	PERIODICIDAD	OBSERVACIÓN
Juntas	Anual	De tal manera que cuando empiece la temporada de calor, los juegos de

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de la abertura de las juntas, antes del inicio de la temporada de calor (revisión de conformidad)</li> </ul>		dilatación estén rectificadas a su valor nominal.
<p>Juntas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección con desmontaje, antes del inicio de la temporada de calor (revisión de conformidad)</li> </ul>	Cada 3 años	Se desmonta y se controlan los elementos constituyentes de la junta. Se lubrica la superficie de contacto del embrizado antes de volver a montar.

**Tabla 12. Periodicidad control sistemático juntas**

Caso particular: en las zonas de deslizamiento sistemático (zonas de aceleración o deceleración) se efectúan registros complementarios durante la temporada de calor, en el caso de detectar anomalías durante las inspecciones o recorridos programadas.

### 9.1.2 Registro de la abertura de las juntas

#### 9.1.2.1 Modo operatorio

El modo de operación del registro de la abertura de las juntas es el siguiente:

1. El registro de la abertura de las juntas es una verificación sistemática anual
2. Registrar la temperatura
  - Colocar el termómetro especial sobre el riel,
  - Esperar 10 minutos antes de hacer la lectura de la temperatura
3. Medir los juegos
  - Introducir la galga calibrada a mitad de altura del hongo sin tomar en cuenta las rebabas (que se deben reportar si son importantes)



**Figura 11: Registro de la abertura; para las JA, colocar la galga sin forzar entre un extremo y el perfil aislante**

Estos registros se efectúan de noche.

Si el estudio de los registros de la abertura de las juntas conduce a una regularización, el jalado del riel debe apuntar a reestablecer:

- El juego medio de apertura de las juntas en la zona de vía o aparato de vía
- El escuadrado de las juntas de punta de los aparatos de vía
- La cancelación de la abertura de las juntas de punta y de talón de los aparatos de vía

**9.1.2.2 Definición de los juegos de dilatación**

**j:** abertura de las juntas en el tendido de los rieles y durante la verificación en el momento de la recepción de las obras (valores objetivo) medida en mm.

**t :** temperatura medida en el riel, en grados Celsius, durante la medida de juegos de dilatación.

**J:** suma de los juegos registrados en las n juntas correspondiendo a una longitud de 100m de riel, medida en mm.

**Jm:** valor mínimo admisible, para el juego J, según el tipo de fijaciones y la temperatura del riel.

<b>t</b> <b>TEMPERATURA DEL</b> <b>RIEL EN °C</b>	<b>Jm</b> Sobre un total de: 8 juntas para rieles de 12 m 6 juntas para rieles de 15 m a 18 m 5 juntas para rieles de 22 m 4 juntas para rieles de 24 m 3 juntas para rieles de 30 m a 36 m
35	0
34	1
32	3
30	5
28	7
26	9
24	11
22	13
20	15
18	18
16	20
14	22
12	24
10	26
8	28
6	30
4	32
2	34
0	36
-2	39
-4	41
-6	43
-8	45
-10	47

PS

Tabla 13. Mínimo tolerado  $J_m$  del juego total para un número de juntas correspondiendo a una longitud de 100 m

## 9.2 Niveles de calidad

### 9.2.1 Reglas relativas a los juegos de dilatación

La repartición de los juegos es estudiada por el Responsable sobre la medidas realizadas por los Agentes. Para determinar si es necesario intervenir, el Responsable calcula para cada fila y para cada junta, según el método expuesto anteriormente, el total  $J$  de juegos medidos sobre la junta en cuestión y las juntas situadas a continuación representando en total una longitud de 100 m aproximadamente. Se compara este juego total  $J$  con el juego total mínimo  $J_m$  definido en la tabla precedente.

Dicho esto, las reglas de intervención y de corrección son las siguientes:

	UMBRAL Y MEDIDAS QUE APLICAN
Zonas normales	Zonas donde $J \geq J_m \rightarrow$ no se interviene  Zonas donde $J < J_m \rightarrow$ se procede a una corrección que reestablece: $J > J_m + 5$ si se está en una zona objeto de control con desmontaje $J > J_m$ en los otros casos
Zonas de deslizamiento sistemático	Zonas donde $J \geq J_m + 5 \rightarrow$ no se interviene  Zonas donde $J < J_m + 5 \rightarrow$ se procede a una corrección que reestablece: $J > J_m + 5$

Tabla 14. Reglas relativas a los juegos de dilatación

### 9.2.2 Reglas relativas al escuadrado de las juntas

NIVELES DE CALIDAD	UMBRAL	MEDIDAS QUE APLICAN
VO	El valor del falso escuadrado en punta deberá ser inferior o igual a <b>5mm</b>	
VA	Las condiciones de alerta se alcanzan cuando el valor del falso escuadrado es de <b>20mm</b>	Intervenir durante un trabajo de mantenimiento programado
VI	Intervenir si el falso escuadrado ha alcanzado <b>25 mm</b>	Antes de la temporada de calor

Tabla 15. Reglas relativas al escuadrado de las juntas

### 9.2.3 Mantenimiento de las juntas con desmontaje

La conservación de las juntas sólo se emprende después de haber reestablecido la calidad geométrica adecuada.

Un examen visual de las juntas debe preceder el desmontaje con el fin de detectar posibles anomalías de ensamblaje y desgastes de los componentes de las agujas.

Para facilitar el desmontaje de las tuercas, quizá sea necesario aplicar un producto aflojante en los pernos antes.

#### 9.2.3.1 Examen

Después del desmontaje, se realiza un examen de todos los elementos constitutivos de la junta. Las bridas fisuradas o rotas, así como los pernos y arandelas dañadas, se sustituyen.

En las líneas electrificadas o equipadas de circuitos de vía, se debe verificar el buen estado de las conexiones eléctricas de riel a riel, y de ser preciso, proceder a su sustitución provisional o definitiva.

Antes de cualquier limpieza, con la ayuda de un espejo se busca si hay fisuras en los extremos.

Los extremos de los rieles - una vez limpios y frotados con un cepillo metálico - se reexaminan con particular atención para ver si hay:

- Fisuras horizontales en las uniones alma-hongo y alma-patín
- Fisura "estrellada" de los agujeros del riel
- Fisuras verticales longitudinales del hongo del riel
- Anomalías de barrenado o de corte
- La búsqueda de fisuras (en los acuerdos alma-hongo) se efectúa mediante el procedimiento de exudación (líquido penetrante) y por observación con espejo

#### 9.2.3.2 Eliminación de rebabas

Las rebabas en los extremos se eliminan mediante esmerilado o lima.



PS

Figura 12: Ejemplo de rebabas en los extremos

### 9.2.3.3 Lubricación

La grasa se aplica en:

- La superficie de contacto de las bridas,
- La superficie de contacto del riel con la brida,
- La parte en rosca de los pernos.

### 9.2.3.4 Apriete de los pernos

El atornillado se realiza con la ayuda:

- De aparatos de apriete de pernos mecánicos cuyo par de apriete se ajusta de tal forma que no altera la eficacia del dispositivo elástico antiaflojamiento,
- De llaves manuales.

Después de volver a montar, los pernos se terminan de apretar con la llave dinamométrica autocontrolada, en el siguiente orden:

- 1) Pernos centrales,
- 2) Pernos de extremidades,
- 3) Pernos intermedios.

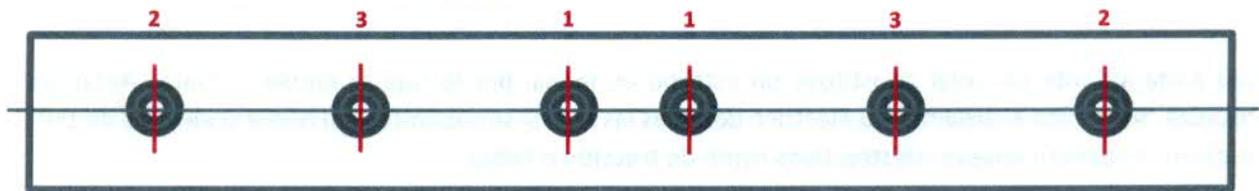


Figura 13: Orden apriete pernos juntas

En la práctica, el par medio admisible expresado en m.daN corresponde al diámetro del perno expresado en mm (ejemplo: par de apriete de 20 m.daN para un perno de 20 mm). Un nuevo apriete de los pernos por lo general es necesario un tiempo después de haber vuelto a montar la junta (seguimiento durante las inspecciones de la MPS).

## 10 JUNTAS AISLANTES PEGADAS

### 10.1 Descripción

Las Juntas Aislantes Pegadas en rieles separan circuitos eléctricos en la vía y en los aparatos de vía. Se colocan en vía en el Largo Riel Soldado y deben de transmitir las fuerzas longitudinales de la vía. Hay modelos de JAP con corte perpendicular o en ángulo.

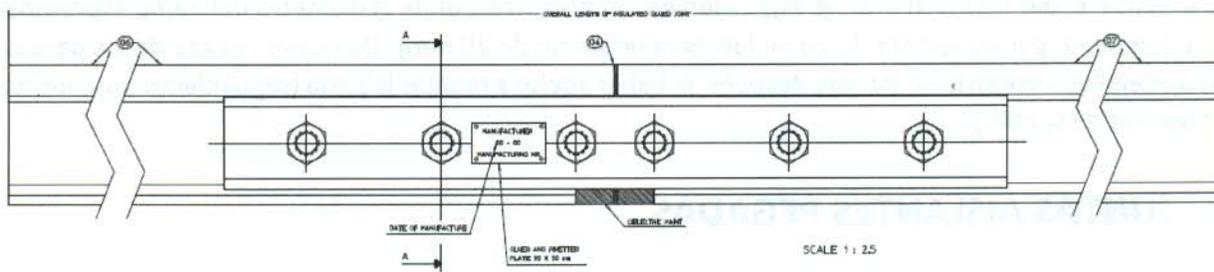
En general se suministran como juntas prefabricadas pegadas en cupones de riel de 9 metros. Los JAP con corte perpendicular también se pueden hacer en la propia vía. Donde se aplican JAP, la vía debe de cumplir unos requisitos mínimos en cuanto a estabilidad, bateado y calidad de los durmientes. Se recomienda recortar el JAP nuevo para preparar los futuros reemplazos.



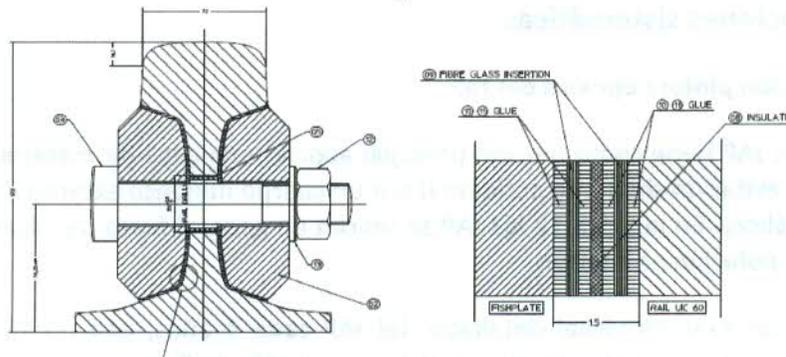
**Figura 14: Junta Aislante Pegada**

Una junta aislante sin colar constituye un estorbo en la vía, por lo que se emplean Juntas Aislantes Pegadas. Se verifica el aislamiento eléctrico de todas las JAP. Si se suministra un número elevado de JAP, también se realizan ensayos destructivos como de tracción o fatiga.

Una JAP consiste de dos cupones de riel separados, dos bridas de acero, el número correspondiente de pernos de alta torsión, separadores aislantes, casquillos aislantes y topes fabricados en material sintético y placas de fibra de vidrio.



PS



**Figura 15: Plano de una junta aislante pegada**

## 10.2 Control durante los recorridos de inspección

### 10.2.1 Objetivos

Las JAP deben ser objeto de atención particular durante los recorridos de inspección, con el fin de detectar:

- La aparición de baile (→ inestabilidad), a nivel de los 6 durmientes que enmarcan la junta
- Un deterioro de la nivelación en la JAP, pero también en las zonas adyacentes (del orden de 10 m por ambas partes)
- Una anomalía en el espaciamiento de los durmientes específico de la JAP (que es función de la posición de las cajas inductivas)
- La presencia de virutas o desechos metálicos en torno a la JAP
- La formación de rebabas en los extremos de los rieles

La evolución de esos defectos es particularmente rápida cuando afectan las JAP. Los incidentes relacionados con las JAP influyen directamente sobre los circuitos de vía, por ende, su corrección debe realizarse lo más rápidamente posible.

Además de la observación visual, los JAP son objeto de un control por Ultrasonidos (ver capítulo §7.1.2).

### 10.2.2 Tipos de defectos

Los incidentes que relacionados con las JAP pueden ser de diversos tipos:

- Defectos de nivelación
- Defectos constitutivos de los rieles
- Anomalía en el espaciamiento de durmientes
- Defectos en el ensamblaje de la junta
- Defecto de deslizamiento de los rieles en el ensamblaje
- Defectos de aislamiento eléctrico

### 10.3 Intervenciones sistemáticas

#### 10.3.1 Renovación pintura epóxica del JAP

La pintura de los JAP tiene como función principal aportar una capa de materia aislante en el exterior de la junta para evitar un shuntado accidental por un cuerpo metálico externo (lata, hilo metálico, ...) o por virutas metálicas. En la Línea 12 los JAP se ubican en general fuera del alcance del público, por lo que el riesgo de polución es inferior.

Se recomienda un examen visual detallado del JAP cada 3 años, con renovación de pintura si es necesario, y una renovación de esta pintura sistemática cada **6 años**.

### 10.4 Niveles de calidad

#### 10.4.1 Nivelación

##### 10.4.1.1 *Corrección de la nivelación*

Los ajustes localizados de la nivelación de la JAP deben extenderse por lo menos 10 durmientes a ambos lados de la junta y la supresión del baile de los durmientes debe realizarse tomando todas precauciones para no crear un "punto alto" en la junta, que sería perjudicial para su resistencia.

Estos ajustes se desencadenaran en función de las anomalías constatadas durante los registros de geometría efectuados con el vehículo EM50 o maquinaria de mantenimiento de la geometría (multicalzadoras) habilitada para las operaciones de registro.

##### 10.4.1.2 *Eliminación de virutas y/o desechos metálicos*

Las virutas o desechos metálicos en las inmediaciones de la junta se deben eliminar mediante imanes en cuanto se descubren (en un plazo de 24h).

La protección de la JAP mediante pintura epóxica, es una solución eficaz contra la acumulación de virutas metálicas en la junta, y facilita su limpieza.

En los sitios identificados como susceptibles de tener presencia de virutas metálicas, las JAP antiguas sin pintar, deben pintarse en la vía.

##### 10.4.1.3 *Eliminación de rebabas en los extremos de los rieles*

La formación de rebabas en los extremos de los rieles, también provoca deterioro de la parte superior del perfil aislante y se debe proceder a su eliminación en cuanto se descubran durante los recorridos de inspección a pie (en un plazo de 24h).

La eliminación de las rebabas conducirá a eliminar las rebabas de metal pero también a sustituir la parte superior del perfil aislante.

Se trata de una operación delicada, con riesgo de provocar cortocircuitos temporales, así como el deterioro de las bridas. En efecto, consiste en eliminar las rebabas de metal y la parte "hongo" del perfil

PS

aislante con la ayuda de una sierra para rieles o de esmeriladora ligera, cuidando muy particularmente no deteriorar las bridas.

La parte que se quita del perfil aislante se sustituirá con su equivalente de la parte correspondiente, recortada en un perfil nuevo e introducida en la laguna después de haber previamente aplicado el pegamento (Resina epoxi bicompuesta).

En cuanto al ensamblaje mecánico de la JAP propiamente dicho, no se requiere de operación particular de mantenimiento alguna, ya que la junta es no es desmontable por su diseño.

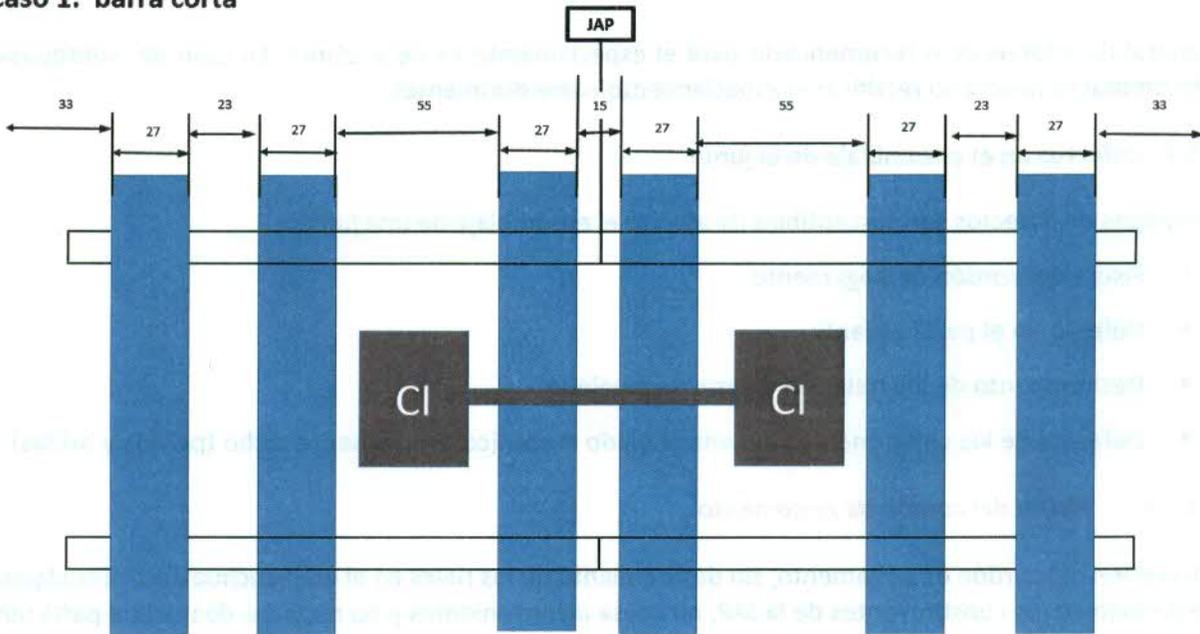
**10.4.2 Defectos constitutivos de los rieles**

Estos defectos, correspondientes a la parte riel, se tratan como se indica en el Anexo 1 del Tomo II.

**10.4.3 Anomalía en el espaciamiento de durmientes**

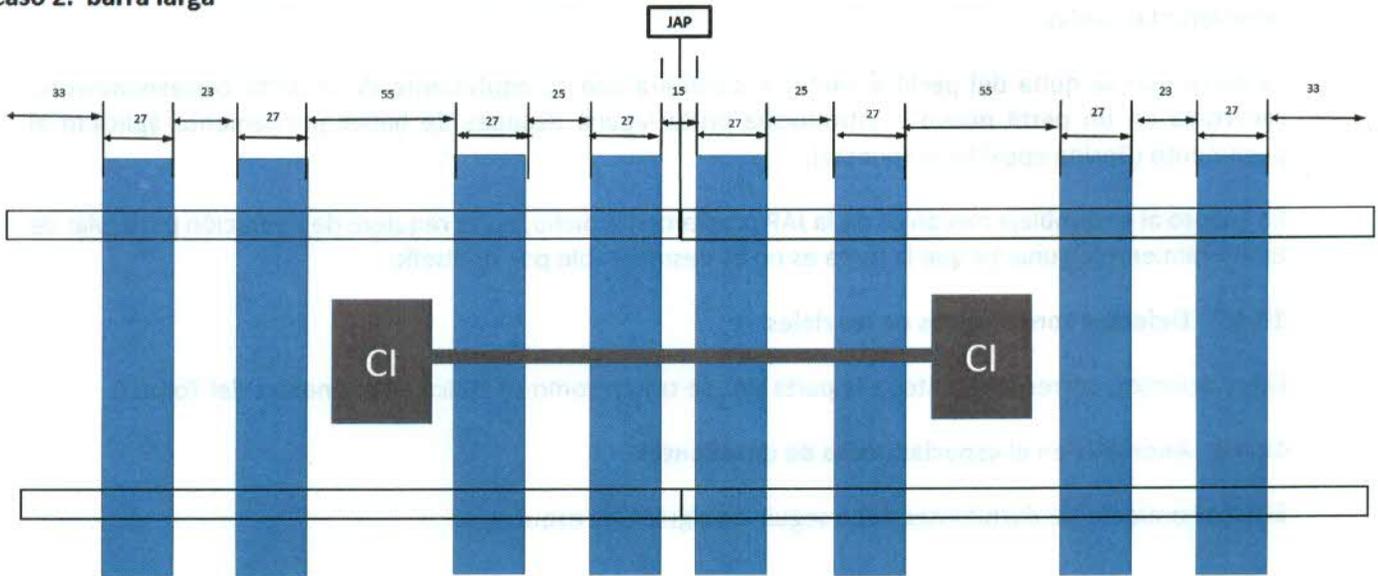
El espaciamiento de durmientes debe seguir los siguientes esquemas:

**Caso 1: barra corta**



ps

**Caso 2: barra larga**



El umbral de intervención recomendado para el espaciamiento es de  $\pm 25\text{mm}$ . En caso de sobrepasar dicho umbral es necesario rectificar el espaciamiento entre durmientes.

**10.4.4 Defectos en el ensamblaje de la junta**

Varios tipos de defectos son susceptibles de afectar el ensamblaje de una junta:

- Fisura del cordón de pegamento
- Defecto en el perfil aislante
- Deslizamiento de los rieles en el emplanchuelado
- Defectos de los componentes del ensamblado mecánico propiamente dicho (pernos y bridas)

**10.4.4.1 Fisura del cordón de pegamento**

La fisuración del cordón de pegamento, sin deslizamiento de los rieles en el emplanchuelado, ni cualquier otro defecto en los constituyentes de la JAP, no causa inconvenientes y no requiere de medida particular alguna.

**10.4.4.2 Defecto en el perfil aislante**

La parte dañada del perfil aislante debe sustituirse siguiendo el método indicado en el punto §10.4.1.3.

**10.4.4.3 Deslizamiento de los rieles en el emplanchuelado**

El valor del deslizamiento del JAP riel respecto al riel LRS en vía general o al corazón del aparato de vía define si es necesaria una intervención de corrección.

PS

En caso de descubrir un deslizamiento de los rieles en el ensamblado, sin ningún otro defecto en los pernos o bridas, las medidas que aplican se describen a continuación:

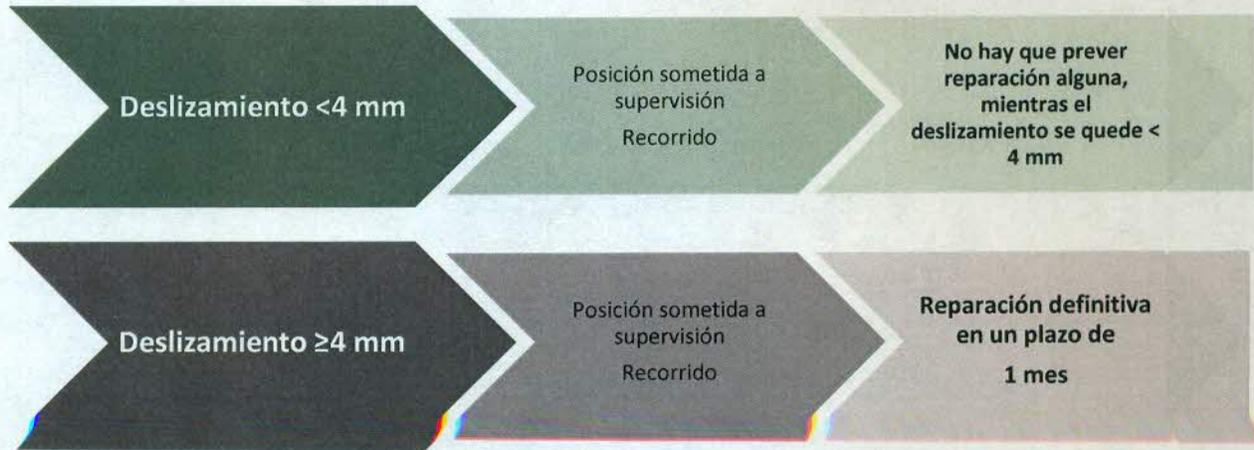


Figura 16: Niveles de calidad deslizamiento rieles en el emplanchuelado

**10.4.4.4 Defecto de los componentes del ensamblado mecánico propiamente dicho (pernos y bridas)**

Las medidas a adoptar dependen del defecto observado, así como de la posible concomitancia de 2 tipos de defectos (especialmente pernos rotos + bridas fisuradas).

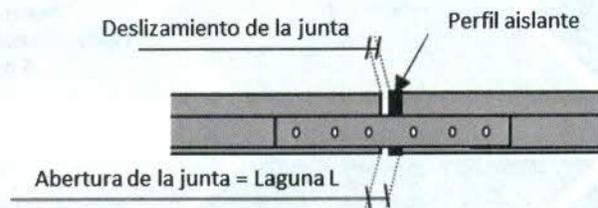
En cuanto el defecto consista en ruptura de varios pernos o en ruptura de bridas, las medidas a adoptar corresponden a las de un riel roto.

Para mayor sencillez, las medidas a adoptar de urgencia se sintetizan en las tablas y flujogramas siguientes.

NIVELES DE CALIDAD	CONDICIONES	MEDIDAS QUE APLICAN
VI	<p><b>Un solo perno roto:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Verificar que el perno roto es realmente el único constituyente dañado (demás pernos, bridas y rieles constitutivos íntegros)</li> <li>2) La existencia de un deslizamiento de la JAP no requiere de una medida inmediata particular</li> <li>3) Verificación de la observación realizada: falta de defecto en los demás constituyentes</li> </ol>	Reparación definitiva, en un plazo de 24 horas
VR	<p><b>Varios pernos rotos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Parar y detener la circulación de los trenes</li> <li>2) Verificar si los demás constituyentes diferentes a los pernos están íntegros (bridas y rieles constitutivos)</li> </ol>	Autorizar la reanudación de la circulación, o mantener el paro de los trenes, en función del valor medido de la laguna "L":

ES

- 3) De ser posible, retirar los pernos rotos o torcidos
- 4) Medir la abertura de la junta = laguna "L", de acuerdo con el esquema:



**L ≤ 60 mm : Autorizar la reanudación de la circulación a 10 km/h**

**L > 60 mm : Conservar el paro de la circulación**

**Consolidación provisional**

La consolidación provisional consiste en este caso en colocar Ces de apriete. En cuanto se colocan Ces de apriete, se considera la consolidación provisional realizada y eficaz. Las condiciones de circulación se definen en función del valor de laguna, medido de acuerdo con las condiciones indicadas.

**L ≤ 60 mm: autorizar la circulación a V = 40 km/h**

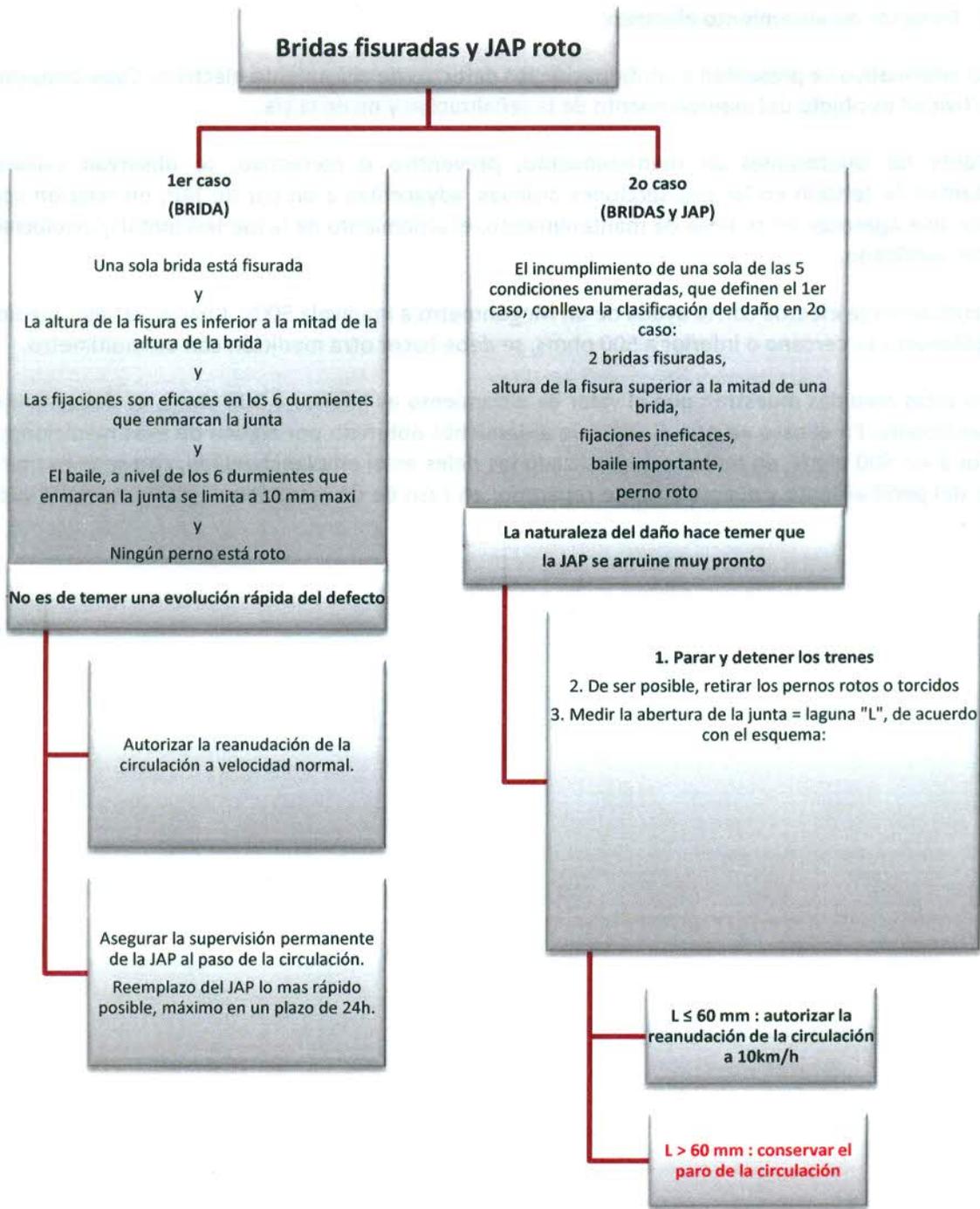
**60 mm < L ≤ 100 mm: autorizar la reanudación de la circulación a V = 10km/h**

**L > 100 mm: conservar el paro de la circulación**

**Tabla 16.**

**Defecto de los constituyentes del ensamblado mecánico propiamente dicho: pernos. Niveles de calidad.**

PS



PS

#### 10.4.5 Defectos de aislamiento eléctrico

A título informativo se presentan a continuación los defectos de aislamiento eléctrico. Cabe destacar que esta actividad es objeto del mantenimiento de la señalización y no de la vía.

Si durante las operaciones de mantenimiento, preventivo o correctivo, se observan variaciones importantes de tensión en las dos secciones aisladas, adyacentes a un par de JAP, en relación con los registros que aparecen en su ficha de mantenimiento, el aislamiento de la (de las) junta(s) involucrada(s) debe ser verificado.

Esta verificación se efectúa con la ayuda de un Megóhmetro a manivela 500V. Cuando el valor medido en el Megóhmetro es cercano o inferior a 500 ohms, se debe hacer otra medición con un multímetro.

Cuando estas medidas muestran que el valor de aislamiento es inferior a 500 ohms, se debe sustituir la JAP involucrada. En el caso en que el valor de aislamiento obtenido por alguna de esas mediciones, sea superior a los 500 ohms, de no haberse deslizado los rieles en el emplanchuelado, conviene examinar el estado del perfil aislante y eventualmente repararlo; en caso de un resultado negativo, se debe sustituir la JAP.

29

87

## 11 SISTEMA FIJACIONES VIPA

### 11.1 Control sistemático

Dada su especificidad propia a la línea, el sistema de fijación VIPA (RAILTECH) deberá ser objeto de un mantenimiento particular.

#### 11.1.1 Periodicidad

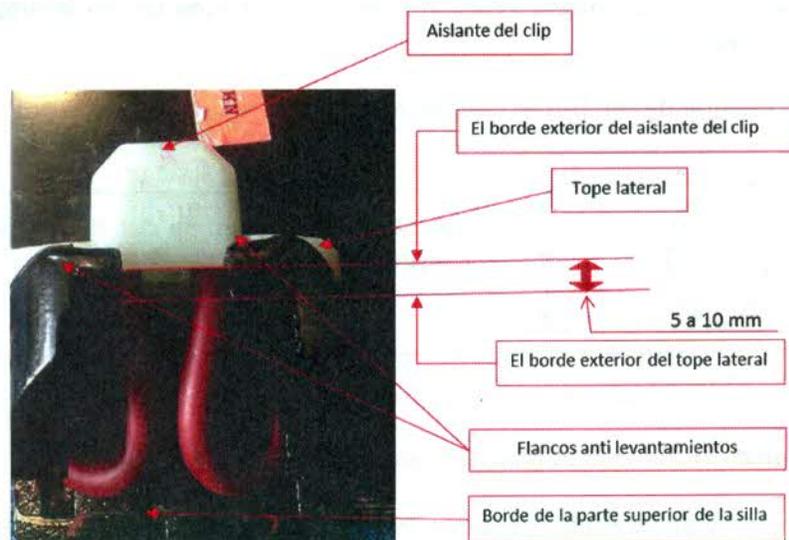
##### 11.1.1.1 Control sin desmontaje

Un diagnóstico visual y manual debe ser realizada, con una periodicidad bianual y referirse a:

- La presencia de la totalidad del sistema de fijación
- Su buen funcionamiento (el tirafondo no puede ser aflojado a mano; fijación en apoyo sobre el riel y no libre)
- En caso de desorden constatado, se realizará un sondeo para verificar el apriete correcto de los tirafondos sobre la silla VIPA a 300N.m; dicho sondeo se realizará en tirafondos interiores y exteriores de ambos rieles, **en 15 durmientes por zonas de 200 m** que deben:
  - Ser representativos del estado promedio de la zona de 200 metros,
  - Ser tomados en los 100 primeros metros del LRS cuando la zona de respiración está incluida en la zona de sondeo.

De forma intercalada, un diagnóstico visual y manual del conjunto del resorte FastClip debe ser realizada, con una **periodicidad de 6 meses**, sobre:

- La eficacia de la fijación Fastclip



**Figura 17: FastClip**

Se recomienda realizar uno de los controles Fastclip en el marco de la Revisión de conformidad; ver

PS

capítulos §6.3 y §6.4 del presente Tomo II.

**11.1.1.2 Control con desmontaje**

Aproximadamente cada 6 años, se prevé una inspección con desmontaje del Fastclip para controlar los parámetros que sólo se pueden verificar de esta forma.

Para medir el desgaste de las extremidades exteriores del clip, se tiene que hacer respetando un máximo de 20% de anclajes retirados al mismo tiempo del mismo lado del riel.

**11.1.2 Cabeza de durmiente ineficaz**

Ver capítulo §14.1.2.

**11.1.3 Clasificación de la eficacia de la fijación**

La clasificación del sistema está establecida teniendo como base 3 principios:

- El sistema es eficaz: **E**
- El sistema tiene una eficacia límite: **S**
- El sistema no es eficaz: **I**

**11.1.3.1 Determinación de los valores límite de sistema eficaz (E)**

- Todos los componentes del sistema están presentes y en buen estado
- La fijación está correctamente puesta
- La holgura entre las extremidades exteriores del clip y el tope lateral inferior a 3 mm (diagnóstico con desmontaje)
- El desgaste del aislador de clip ( $U_i$ ) es inferior a 2 mm



La cota « e » es medida con la ayuda de un vernier  
 $U_i = (26 - e) \text{ mm}$

**Figura 18: Determinación del desgaste del aislador de clip  $U_i$**

**11.1.3.2 Determinación de los valores límite de sistema de eficiencia limitada (S)**

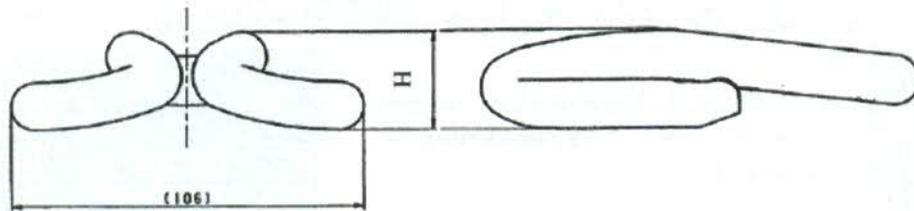
Todos los componentes del sistema están presentes. Pero el desgaste del aislador de Clip ( $U_i$ ) está comprendido entre 2 y 4 mm.

PS

**11.1.3.3 Determinación de los valores límite de sistema ineficaz (I)**

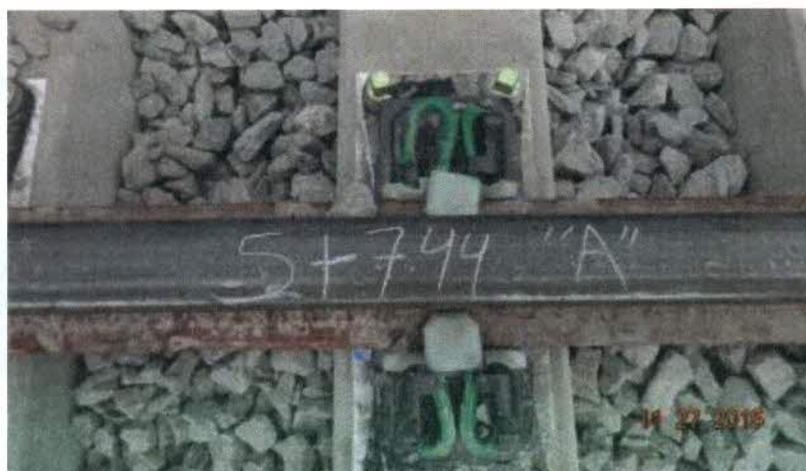
El sistema está considerado como ineficaz si por lo menos uno de los criterios a continuación es comprobado:

- Fijación ausente o rota,
- Fijación deformada accidentalmente con  $H \geq 35 \text{ mm}$ ,



**Figura 19: Verificación de la deformación accidental de una fijación FastClip**

- Fijación que no ejerce ningún esfuerzo de presión:
  - o fijación abierta
  - o fijación que presenta una holgura entre las extremidades exteriores del clip y el tope lateral superior a 3 mm (diagnóstico con desmontaje)
- Inserto roto
- Fijación de Clip hendido o deteriorado
- El desgaste del aislador de Clip ( $U_i$ ) es superior a 4 mm
- Rastros de deslizamiento sobre el patín del riel en zona de respiración de LRS



**Figura 20: Ejemplo de Fastclip ineficaz**

## 11.2 Niveles de calidad

### 11.2.1 Cabeza de durmiente ineficaz

Ver capítulo §14.1.2.

### 11.2.2 Eficacia de la fijación Fastclip

NIVELES DE CALIDAD	EXAMEN	MEDIDAS
VA	Si el número de fijaciones S e I, tomado sobre un sondeo de 15 durmientes, es superior al 20 %	Programar una restauración total o parcial en un plazo de <b>3 meses</b> . Realizar una verificación en un plazo de <b>1 mes</b> para con el fin de asegurarse que no se alcance VI o VR.
VI	Si el número de fijaciones S o I, sobre un sondeo de 15 durmientes, es superior al 30%	Programar una operación de sustitución de las fijaciones (y/o topes aislantes) sobre la zona de 200 m considerada, y esto en un plazo de <b>96h</b> después del descubrimiento del defecto.

Tabla 17. Eficacia de fijaciones – Niveles de calidad

⇒ Con este fin, unos 400 clips FastClip (y sus topes aislantes) deben ser permanentemente conservados en almacén, para poder responder a las necesidades rápidas de mantenimiento de las zonas de defecto

#### 11.2.2.1 Mantenimiento Correctivo (MC)

Si durante los recorridos de inspección, es decir fuera del control sistemático propio a las fijaciones, se constata que el umbral llega a ser sobrepasado, la reparación o la sustitución del elemento dañado tiene que ser realizado en un plazo de **72h**.

#### 11.2.2.2 Condiciones de realización de los trabajos de mantenimiento

Está prohibido aflojar o desmontar al mismo tiempo las fijaciones en más de 2 durmientes consecutivos, ni en más de 20% de los durmientes en una longitud máxima de 20m. El paso de los trenes no podrá ser autorizado hasta el montaje de todas las fijaciones.

PS

### 11.2.3 Bloqueo de clip

El clip de la fijación está equipado de una zona plana de bloqueo que ajusta el clip con ayuda de la pestaña de bloqueo. Cuando esta pestaña sufre un desgaste de 2mm el clip deberá de ser reemplazado.

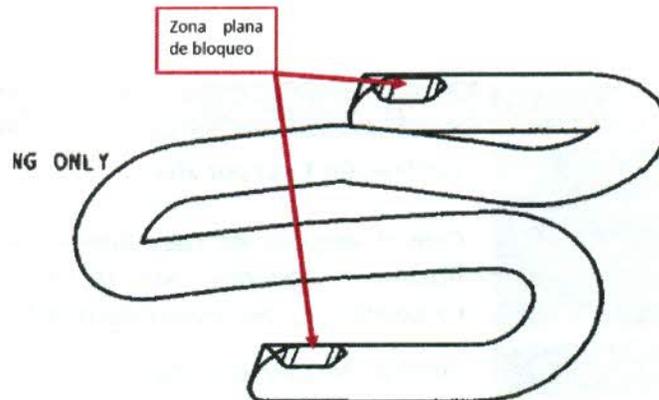


Figura 21: Ilustración de la zona plana de bloqueo

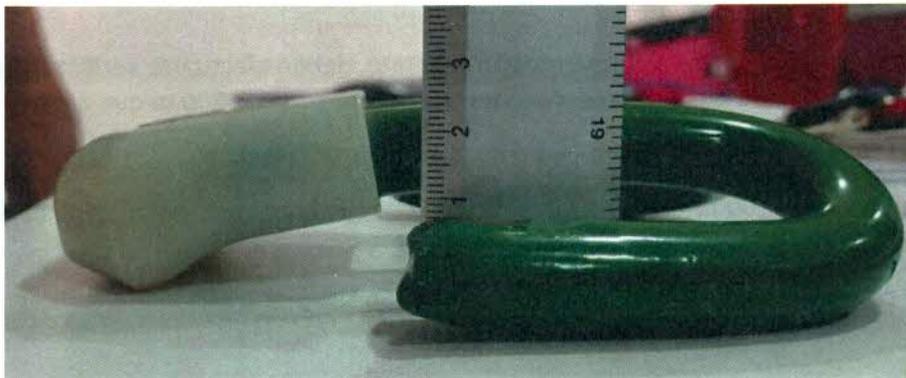


Figura 22: Ejemplo de pestaña del clip desgastada

### 11.2.4 Topes laterales aislantes de la silla

El desgaste conduce a un ancho de vía fuera de norma.

El reemplazo aislado de un tope lateral deteriorado se prevé únicamente si éste no cumple su función aislante (riesgo de incidente de señalización).

La metodología para la sustitución deberá ser la siguiente:

- Abrir la fijación completamente
- Extraer el tope con la ayuda de alguna herramienta adecuada
- Poner un nuevo tope y fijarlo completamente
- Cerrar la fijación

## 12 SISTEMA DE FIJACIONES NABLA EVOLUCIÓN

### 12.1 Control sistemático

#### 12.1.1 Periodicidad

PARAMETRO	CONTROL
EFICACIA DEL APRIETE	Verificación <b>1 vez por año</b>  Control después de cada intervención sobre las fijaciones requerida por su estado (apriete, consolidación, reemplazo masivo del material)
ELASTICIDAD	Verificación <b>1 vez por año</b>

Realizar el control en el marco de la Revisión de conformidad; ver capítulos §6.3 y §6.4 del presente Tomo II.

En caso de desorden constatado, para durmientes en concreto, deben efectuarse verificaciones de apriete de las fijaciones por sondeo de **15 durmientes consecutivos, por zona de 200 m** que deben:

- Ser representativos del estado promedio de la zona de 200 metros,
- Ser tomados en los 100 primeros metros del LRS cuando la zona de respiración está incluida en la zona de sondeo.

Para durmientes en madera, las verificaciones de apriete son sistemáticas.

Es necesario:

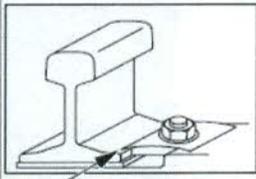
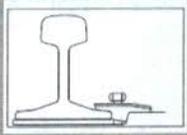
- Marcar y numerar los 15 durmientes escogidos,
- Limpiar el patín del riel,
- Apretar la zona a 20 m.daN antes de medir el curvado.

#### 12.1.2 Cabeza de durmiente ineficaz

Ver capítulo §14.1.2.

#### 12.1.3 Clasificación de la eficacia del sistema de fijaciones

##### **12.1.3.1 Criterios de definición del estado de eficacia del sistema de fijaciones**

Tipo de fijación	Sistema eficaz (E)	Sistema insuficientemente apretado (S)	Sistema ineficaz (I)
Grapa NABLA	<p>Curvado residual* <math>\leq 2,5</math> mm</p> <p>Después del par de apriete de 25 (+0, +2) m.daN.</p>	<p>Nabla (parte metálica) en contacto con el patín del riel en una de sus extremidades <math>\rightarrow</math> desgaste significativo del tope y apriete reducido</p> 	<p>Fijación ausente o perno aflojado</p> 

**Tabla 18. Criterios de definición del estado de eficacia del sistema de fijaciones**

*\*Nota: La verificación del curvado residual se realiza con ayuda de un gálibo:*



**Figura 23: Gálibo de montaje**

## 12.2 Niveles de calidad

### 12.2.1 Cabeza de durmiente ineficaz

Ver capítulo §14.2.10.

### 12.2.2 Eficacia de fijaciones

PS

NIVELES DE CALIDAD	PARAMETROS CARACTERISTICOS	UMBRAL FUNCION DE E, I, S+I	MEDIDAS QUE APLICAN
VO	Valores a alcanzar para E y para I después de una intervención de mantenimiento en las fijaciones	$E \geq 80\%$ $e I \leq 5\%$	
VA	Valores para S+I	$20\% < S+I \leq 30\%$	Programar una restauración total o parcial en un plazo de 6 meses. Realizar una verificación en un plazo de 3 meses para con el fin de asegurarse que no se alcance VI o VR.
VI	Valores para I y S+I	$S+I > 30\%$ o $I > 30\%$	Implica una restauración total o parcial de las fijaciones en un periodo de <b>96h</b>
VR	Valores del porcentaje I	$I > 66\%$	Implicando una restricción de RTV : 40 Km/h

Tabla 19. Eficacia de fijaciones – Niveles de calidad

**12.2.2.1 Condiciones de realización de los trabajos de mantenimiento**

Está prohibido aflojar o desmontar al mismo tiempo las fijaciones en más de 2 durmientes consecutivos, ni en más de 20% de los durmientes en una longitud máxima de 20m. El paso de los trenes no podrá ser autorizado hasta el montaje de todas las fijaciones.

## 13 ALMOHADILLAS

### 13.1 Control localizado

#### 13.1.1 Estado de las almohadillas

El diagnóstico sobre el estado de las almohadillas se llevará a cabo:

- En las zonas donde los controles sobre la eficacia de las fijaciones condujeron a la clasificación VI o VR de la zona, según las reglas sobre la eficacia de las fijaciones,
- En las zonas donde ha sido constatado visualmente, especialmente durante la sustitución de los rieles, un mal estado de las almohadillas

Por zona de 200 metros, retiro para examen de las almohadillas de 15 durmientes no consecutivos distribuidos por toda la zona.

#### 13.1.2 Posicionamiento de las almohadillas

La verificación del posicionamiento de las almohadillas se llevará a cabo en:

- Las zonas donde los controles sobre las fijaciones condujeron a la clasificación VA, VI o VR de la zona según la eficacia de las fijaciones.
- En las zonas donde ha sido constatado visualmente, principalmente el momento de los recorridos, un número importante de las almohadillas mal posicionadas.

La realización de las verificaciones se efectuara por zona de 200 m en la que se examina la posición de todas las almohadillas.

#### 13.1.2.1 Definición de almohadilla "desplazada"

Una almohadilla se denomina «desplazada» si esta excede:

- Más de 20 mm el borde del durmiente de concreto

## 13.2 Niveles de calidad

### 13.2.1 Estado de las almohadillas

NIVELES DE CALIDAD	PARAMETRO CARACTERISTICO	CONDICIONES Y MEDIDAS QUE APLICAN
VI	Estado de las almohadillas	<p>El reemplazo de las almohadillas de las 2 filas de la zona es a prever si más del 30% de las almohadillas examinadas (o sea, más de 9 almohadillas) presentan una o varias de los defectos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoyo,</li> </ul>

PS

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotura,</li> <li>• Espesor inferior a:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 mm en el caso de almohadillas de 9 mm</li> </ul> </li> </ul>
--	--	---

**Tabla 20. Estado de las almohadillas – Niveles de calidad**

**13.2.2 Posicionamiento de las almohadillas**

NIVELES DE CALIDAD	PARAMETRO CARACTERISTICO	CONDICIONES Y MEDIDAS QUE APLICAN
VI	Desplazamiento de las almohadillas	El reposicionamiento de las almohadillas desplazadas es a prever si el número de almohadillas desplazadas es superior o igual a 25% del total de éstas por zona de 200 m.

**Tabla 21. Posicionamiento de las almohadillas – Niveles de calidad**

**13.2.3 Condiciones de realización de los trabajos de mantenimiento**

Está prohibido aflojar o desmontar al mismo tiempo las fijaciones en más de 2 durmientes consecutivos, ni en más de 20% de los durmientes en una longitud máxima de 20m. El paso de los trenes no podrá ser autorizado hasta el montaje de todas las fijaciones.

P  
PS

## 14 DURMIENTES

### 14.1 Control durante los recorridos de inspección

No se prevé control periódico específico a los durmientes. El control de los durmientes se efectuará durante los recorridos de inspección a pie previstos en el programa general.

El agente de mantenimiento de la vía analiza el estado del durmiente y del sistema de fijación así como su implantación.

#### 14.1.1 Defectos de durmientes

##### 14.1.1.1 *Durmientes despostillados o fisurados*

Se definen los daños que pueden afectar los durmientes monobloque de concreto presforzado.

Estos durmientes pueden presentar daños que afectan al concreto mismo (fisuraciones, despostilladuras), los aceros de refuerzo, los torones o los propios alambres de presforzado (varillas aparentes, alambres aparentes o rotos), o incluso anclajes de los sistemas de fijaciones (corrosión, rupturas).

##### 14.1.1.1.1 Terminología

- Durmiente de concreto presforzado (DCP): durmiente de una sola pieza en concreto presforzado (monobloque).
- Soporte de apoyo del riel: superficie en la que se apoya el patín del riel mediante una almohadilla de hule, una silla o una platina.
- Aceros de refuerzo pasivos. varillas de acero cilíndricas corrugadas o lisas, sin tensar, dispuestas en los durmientes de concreto presforzado y destinadas a mejorar su resistencia mecánica.
- Aceros de refuerzo de presforzado: varillas de acero cilíndricas lisas o corrugadas, tensadas y destinadas al presforzado del concreto.
- Resina: producto que se presenta en forma de pasta más o menos fluida, destinada al relleno.
- Mortero hidráulico: producto que se presenta en forma de polvo para mezclar con una cierta cantidad de agua con el fin de obtener una pasta flexible destinada a la reparación del concreto.
- Producto curador: producto antievaporante que se aplica con pincel o pulverización, con el fin de formar una película delgada y estanca que permita reducir la rápida evaporación del agua de los morteros y del concreto fresco.
- Producto pasivador: producto de protección que se aplica a los aceros de refuerzo aparentes de un concreto deteriorado, para una protección anticorrosiva antes de reparar el concreto.

#### 14.1.2 Cabeza de durmiente ineficaz

La cabeza ineficaz es la cabeza de durmiente cuyo sistema de fijación, situado de un mismo lado del riel, ya no se opone más a la inclinación del riel o a su tope lateral, por ejemplo para Fastclip:

- Tirafondo (fijación primer nivel) roto o faltante o inserto roto,
- Clip (fijación segundo nivel) ausente o roto,
- Tope lateral ausente

A continuación, se muestran imágenes de cabezas ineficaces.



**Figura 24: Ejemplos de diferentes casos de cabeza de durmiente ineficaz**

Para Nabla:

- Anclajes (pernos, clavijas o tirafondos) rotos o faltantes
- Tope (Nabla u otro) roto o faltante
- Grapas ineficaces ("I") que, además, ya no aseguran el tope lateral del riel

## 14.2 Niveles de calidad

### 14.2.1 Despostillado(s) de concreto sin acero de refuerzo aparente

#### 14.2.1.1 Examen del material

Durmiente que presenta uno o varios despostillados de concreto superficiales, sin acero de refuerzo aparente. El examen no detecta ninguna fisura visible.



**14.2.1.2 Medidas a tomar**

Se puede conservar el durmiente en la vía. Para evitar el deterioro del concreto y de los aceros de refuerzo por falta de recubrimiento, es necesario proceder a la reparación el concreto con ayuda de mortero o de resina de reparación (véase capítulo §13.3.1).

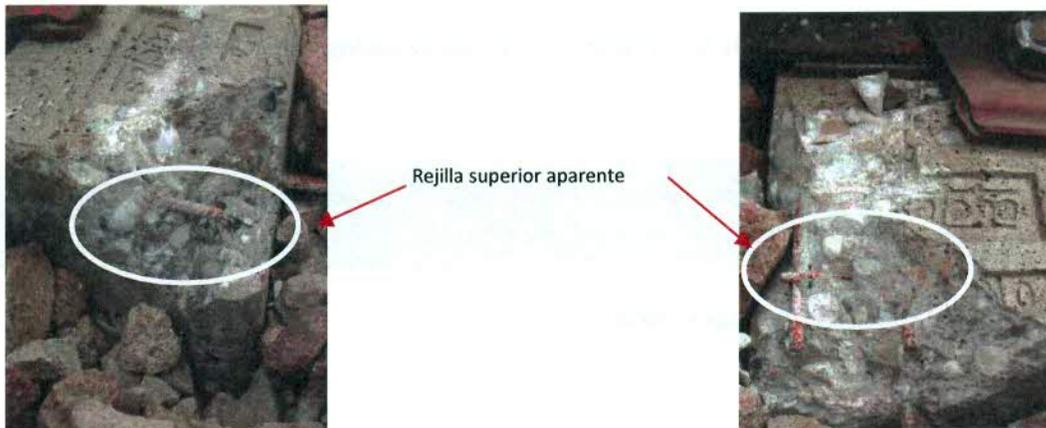
**14.2.1.3 Plazo de sustitución o reparación**

1 año

**14.2.2 Despostillado(s) de concreto con aceros de refuerzo aparentes provocados por golpes**

**14.2.2.1 Examen del material**

Durmiente que presenta uno o varios despostillados de concreto superficiales, sin acero de refuerzo aparente. El examen del durmiente no detecta ninguna fisura visible.



**14.2.2.2 Medidas a tomar**

Se puede conservar el durmiente en la vía. Para evitar el deterioro del concreto y de los aceros de refuerzo, es preciso proceder a la reconstitución de la parte dañada con la ayuda de un mortero o de una resina de reparación, después de proteger los aceros de refuerzo contra la corrosión (véase capítulo §13.3.1). Un durmiente que presente un despostillado de ancho, longitud o altura superior a 5 cm no puede repararse.

**14.2.2.3 Plazo de sustitución o reparación**

1 año

PS

### 14.2.3 Despostillado(s) de concreto con acero corrido o torones de presforzado aparentes

#### 14.2.3.1 Examen del material

Durmiente de concreto presforzado que presente uno o varios despostillados con acero corrido o torones aparentes en la parte superior.



#### 14.2.3.2 Medidas a tomar

Un durmiente de concreto presforzado que presente este tipo de daños debe ser sustituido.

#### 14.2.3.3 Plazo de sustitución

El plazo de sustitución debe calcularse según la cantidad de durmientes afectados por este daño, la importancia de los despostillados y el tipo de vía de que se trate.

### 14.2.4 Deterioro del concreto en la cara inferior

#### 14.2.4.1 Examen del material

Durmiente presforzado que presente un deterioro importante de la subcara que cause un apoyo defectuoso en el balasto, susceptible de descubrir las varillas y llegar a la fisuración. En general, este daño se debe al excesivo baile (desconsolidación) en una zona lodosa.



#### 14.2.4.2 Medidas a tomar

Los durmientes que presentan este tipo de deterioro deben sustituirse con depuración de la zona.

RS

#### 14.2.4.3 Plazo de sustitución

La sustitución se debe programar rápidamente, por estar el durmiente o el soporte cercano a la ruina.

#### 14.2.5 Fisuración de durmientes de concreto presforzado

##### 14.2.5.1 Examen del material

Durmiente de concreto presforzado que presenta fisuraciones longitudinales que parten de la cara superior del durmiente para ir avanzando por toda la longitud y extenderse a otras caras del DCP, que se presenta como "reticulado" conduciendo a un deterioro del concreto.



##### 14.2.5.2 Medidas a tomar

Los durmientes que presentan este tipo de fisuración deben sustituirse en cuanto las fisuras alcanzan el ancho de 3 mm o se pueda temer una desagregación rápida del durmiente debido al reticulado. Fisuras horizontales bajo el soporte, el soporte del riel o del sistema de fijación deteriorado o aparición de alambres de presforzado son también motivo de sustitución.

##### 14.2.5.3 Plazo de sustitución

Por iniciativa del responsable, de acuerdo con el número de DCP consecutivos afectados por este defecto.

#### 14.2.6 Deterioro del soporte del durmiente

##### 14.2.6.1 Examen del material

Durmiente que presenta un deterioro del soporte del riel. Este defecto es sobre todo generado por defectos en la superficie del riel, combinados con una almohadilla de hule desgastada que ya no amortigua lo suficiente por la disminución de su espesor.



**14.2.6.2 Medidas a tomar**

El durmiente que presenta este tipo de deterioro y que no permite ya un apoyo correcto del riel, debe ser sustituido. Si el deterioro es limitado, es conveniente sustituir la almohadilla para proteger el durmiente y limitar el deterioro.

**14.2.6.3 Plazo de sustitución**

Sin demora, si ya no proporciona un apoyo correcto al riel.

**14.2.7 Fisura(s) horizontal(es) de la base del durmiente**

**14.2.7.1 Examen del material**

Durmiente de concreto presforzado que presente fisuración horizontal en la parte inferior. El origen de este defecto se debe esencialmente a un montaje inadecuado de los tirafondos especiales (demasiado largos) en los insertos de anclaje aislantes.



**14.2.7.2 Medidas a tomar**

Los durmientes que presentan este tipo de daños deben sustituirse.

**14.2.7.3 Plazo de sustitución**

De acuerdo con el número de DCP consecutivos afectados por este defecto. El responsable de mantenimiento lo definirá.

**14.2.8 Daños al soporte del sistema de fijación provocados por golpes**

**14.2.8.1 Examen del material**

Durmiente de concreto que presenta uno o varios despostillados de concreto. El examen no detecta ninguna fisura visible. El apoyo lateral del sistema de fijación está dañado.

PS



Defecto < al 50% del apoyo



Defecto > al 50% del apoyo

#### 14.2.8.2 Medidas a tomar

El durmiente que presenta un apoyo lateral > del 50%, puede conservarse en la vía. Sin embargo, la fijación que ya no cumple con su papel de sostén del riel, debe considerarse ineficaz. La eventual sustitución del durmiente dependerá del estado de los durmientes adyacentes.

#### 14.2.8.3 Plazo de sustitución

Cumplimiento de los niveles de calidad "cabezas de durmiente clasificadas ineficaces"

#### 14.2.9 Inserto de anclaje aislante daño en DCP

##### 14.2.9.1 Examen del material

Durmiente que presenta un deterioro del inserto de anclaje aislante hembra que no permite el apriete correcto del tirafondo especial.



Concreto  
Tirafondo especial  
Inserto aislante hembra



##### 14.2.9.2 Medidas a tomar

El sistema de fijación es ineficaz. Si el durmiente o el soporte no presentan otros daños que requieran de sustitución, es conveniente reparar el inserto de anclaje aislante.

##### 14.2.9.3 Plazo de sustitución o reparación

Cumplimiento de los niveles de calidad "cabezas de durmiente clasificadas ineficaces"

**14.2.10 Cabeza de durmiente ineficaz**

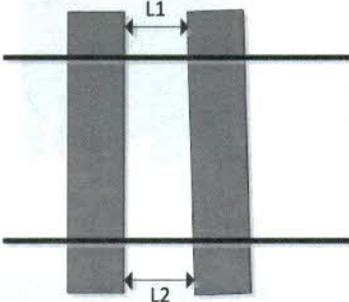
La totalidad de las fijaciones debería ser funcional y eficaz. Sin embargo, será admitido que algunas fijaciones no sean funcionales a razón de una fijación cada 5 durmientes como máximo. A continuación se presentan los niveles de calidad que aplican para las fijaciones tipo Nabla y Fastclip.

NIVELES DE CALIDAD	EXAMEN	MEDIDAS
VI	2 cabezas de durmientes ineficaces del mismo lado del riel sobre una zona de 5 durmientes consecutivos	Una acción en un <b>plazo de 72h</b> debe ser realizada para proceder a la restauración de la zona (reemplazo de los elementos dañados).
VR	3 o más cabezas de durmientes ineficaces del mismo lado del riel sobre una zona de 5 durmientes consecutivos	<b>Interrupción</b> de las circulaciones hasta el tratamiento de la zona.

**Tabla 22. Cabeza de durmiente ineficaz – Niveles de calidad**

Para la corrección, se procede si posible a la reparación del elemento dañado (vaina, tirafondo, clip) y en última instancia a la sustitución o reparación del durmiente.

**14.2.11 Implantación de los durmientes**

NIVELES DE CALIDAD	PARÁMETRO CARACTERÍSTICO	UMBRAL Y MEDIDAS QUE APLICAN
VI	Espaciamiento entre soportes	$\pm 30\text{mm}$ → Programar intervención
VI	<p>Escuadrado</p> 	$(L1-L2) \leq 15\text{mm}$ → Programar intervención

**Tabla 23. Implantación de los durmientes – Niveles de calidad**

### 14.3 Mantenimiento correctivo (MC)

#### 14.3.1 Productos de reparación

Lista únicamente a título indicativo:

TIPO DE PRODUCTOS	NOMBRE DEL PRODUCTO	USO
Mortero hidráulico de reparación	BETEC 180	Reparación del concreto
	PAGEL M10	
	SIKATOP 122 F	
Mortero hidráulico de sellado	MASTERFLOW 928E	Sellado de insertos de anclaje aislantes en el concreto
	SELTEX	Sellado de clavija-tirafondos con o sin empaquetadura THIOLLIER
	EXPANSIM	Sellado de insertos de anclaje aislantes en el concreto
Productos especiales	SIKATOP Armatec 108	Pasivación Protección de aceros contra la corrosión
	SIKATOP 71 Curing	Producto curador Protección de morteros contra la desecación
Resinas de sellado	CELRAIL	Reparación de insertos de anclaje aislantes de sellado de clavija-tirafondo especial

## 15 OPERACIONES ESPECÍFICAS DE LA VÍA

### 15.1 Operaciones de soldadura aluminotérmicas

Estas operaciones de mantenimiento de riel podrán ser frecuentes y con el fin de evitar todo riesgo de permanencia en el tiempo de un defecto de vía, convendrá almacenar suficientes kits de soldadura 60E1 de dureza 350HT y de 115RE, además de riel suficiente de los dos tipos, lo que permitirá realizar rápidamente toda operación de sustitución de cupón en vía.

#### 15.1.1 Modalidades de ejecución de las soldaduras

Ver anexo 2 del Tomo II.

### 15.2 Liberación de vía con tendido FastClip y Nabla evolución

Según las posibilidades meteorológicas, la liberación de la vía puede hacerse:

- **Por sensores hidráulicos** (metodología preconizada para asegurar un buen seguimiento de las temperaturas neutras del riel)
- **A temperatura natural**, si la temperatura en el riel al momento de la liberación está comprendida entre 28 y 40°C

#### 15.2.1 Modalidades de ejecución de las liberaciones

Ver Anexo 3 del Tomo II.

## 16 FICHAS MÉTODO

Visita a pie	Ficha método II.1
<p><b>1 OBJETIVO</b></p> <p>El recorrido a pie, a realizar de preferencia de día, consiste en observar visual y auditivamente (de día) las instalaciones, con la finalidad de:</p> <p>⇒ Estar al pendiente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de la seguridad de la circulación,</li> <li>▪ de la resistencia del equipo en vía.</li> </ul> <p>⇒ Efectuar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ las reparaciones menores (volver a apretar los pernos, las bridas, las fijaciones, quitar rebabas de las juntas...),</li> <li>▪ el retiro de los objetos que estorben el gálibo o el escurrir del agua,</li> <li>▪ la verificación del exceso de engrasado o de viruta,</li> <li>▪ la señalización del desgaste ondulatorio,</li> <li>▪ la detección de zonas con riesgo de incendio (acumulación de papel, de desechos).</li> </ul> <p>⇒ Adoptar las medidas correctivas correspondientes, en particular para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ el defecto de perfil de balasto en vías aéreas,</li> <li>▪ el defecto de riel de rodadura, (fisura o ruptura),</li> <li>▪ estado grasoso del riel,</li> <li>▪ defecto de nivelación o de alineación,</li> <li>▪ fijaciones del riel rotas, flojas o ineficaces,</li> <li>▪ defecto en las agujas de los aparatos de vía (pegado de las láminas de las agujas, deformaciones, melladuras y fisuras)</li> <li>▪ defecto de los tirantes de espaciamento</li> <li>▪ defecto de protección de las puntas del corazón (punta con manchas o trazos en el flanco de la pata de liebre)</li> <li>▪ defecto en la contra-aguja del aparato. (Durante el recorrido no se maniobran los aparatos de vía).</li> </ul>	
<p><b>2 HERRAMIENTAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Llave inglesa</li> <li>▪ Rascador</li> <li>▪ Metro doble</li> </ul>	

PS

- Lima para quitar rebabas.

**3 PROCEDIMIENTO:**

⇒ El recorrido a pie debe efectuarse:

- de día, después de haber colocado protecciones de seguridad
- continuas, sin omitir zona alguna,
- vía por vía;
- caminando al contrario de la dirección de los trenes dentro de la vía o en el andén cuando se encuentre junto a la vía visitada.
- a nivel de las estaciones en los dos andenes al lado de la vía para visualizar los rieles y su fijación de cada lado.

⇒ Las tareas elementales realizadas durante el recorrido a pie se registran en una lista de actividades elementales efectuadas durante el recorrido (véase más adelante). En particular, se visitan los aparatos de vía que se encuentren en la vía involucrada. En los huecos de los corazones se limpia el exceso de grasa.

⇒ Se localizan, identifican y anotan en la lista las anomalías detectadas. Estas serán objeto, según su importancia, de reparación inmediata, de notificación o de adopción inmediata de medidas a pie de obra si esta anomalía entra en el marco de la aplicación de la guía práctica "mantenimiento correctivo".

⇒ Se anotan también las anomalías importantes detectadas en la otra vía.

⇒ Los defectos de riel o de aparato de vía darán lugar a la elaboración de una "Ficha de daño".

⇒ Las vías de túneles donde se prohíbe la circulación de día, así como los tramos centrales donde no se puede habilitar la protección para la circulación a contraflujo, se visitan de noche.

⇒ Los puntos sensibles (aparatos de vía, colocación VIPA, zonas de obras,...) se deben vigilar particularmente, sobre todo observando el comportamiento de la vía y de sus elementos constitutivos al paso de los trenes.

**4 LISTA DE ACTIVIDADES ELEMENTALES EFECTUADAS DURANTE EL RECORRIDO****4.1 Estado general de la vía**

- Detección auditiva de anomalías o de defectos de vía
- Control visual de riesgos de estorbo del gálibo
- Retiro de objetos que puedan estorbar el gálibo del tren
- Control visual de la limpieza y notificación de zonas sucias
- Control visual del estado de la plataforma y de los drenes
- Control visual del perfil de balasto
- Control visual de la nivelación, de la alineación y del baile
- Control visual del desgaste de les perfilados (riel, contra-riel)

**4.2 Aparatos de vía, aparatos de dilatación**

- Control visual de las hojas de las agujas de AD
- Verificación y eventual apriete de las placas guía (AD)
- Control visual del estado de los semicambios (punta de aguja, desgaste, rebabas y fisuras)
- Detección de virutas (ausencia de engrasado)
- Verificación y eventual limpieza de los huecos de las agujas (cuerpos extraños)
- Control del acople de las agujas
- Control visual de bridas, topes y patas de articulación
- Apriete de pernos en los semicambios
- Control visual del estado de los corazones (punta, extremos, patas de liebre)
- Verificación, apriete o sustitución de pernos de bridas de las juntas mecánicas y aislantes

**4.3 Riel**

- Control visual del estado del riel
- Detección de virutas (ausencia de engrasado)
- Control visual del estado de las soldaduras
- Control visual de las juntas aislantes y del estado de los perfiles aislantes
- Control visual de las juntas mecánicas
- Verificación, apriete o sustitución de pernos de bridas
- Verificación, eventual apriete de las Ces y conexiones provisionales (bridas provisionales)
- Verificación, eventual apriete de las fijaciones de riel
- Verificación, eventual apriete de las fijaciones de riel de seguridad
- Control del estado grasoso del riel
- Control visual o auditivo de la presencia de desgaste ondulatorio

**4.4 Diversos**

- Control visual del estado de los durmientes
- Control visual del espaciamiento y del escuadrado de los durmientes
- Control visual de la posición de las placas kilométricas y de las referencias geométricas

Visita en cabina	Ficha método II.2
<p><b>1 OBJETIVO:</b></p> <p>La verificación de la seguridad de la circulación en las vías principales y la inspección de la nivelación y de la alineación, particularmente en las zonas de obras, se efectúa en recorrido en cabina. Este recorrido permite la continuidad en la observación auditiva y visual, de lo que se deriva el adecuado seguimiento de la evolución de los defectos.</p> <p>El recorrido en cabina complementa el recorrido a pie mediante la observación del comportamiento dinámico de la vía.</p> <p>El recorrido se efectúa vía por vía en la cabina del conductor a la cabeza o a la cola del tren.</p>	
<p><b>2 HERRAMIENTAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lámpara para las vías en túnel</li> </ul>	
<p><b>3 PROCEDIMIENTO:</b></p> <p>⇒ Localizar y evaluar las anomalías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ balanceo, golpes en la vía</li> <li>▪ desgaste ondulatorio (control visual y auditivo)</li> <li>▪ ruido anormal</li> <li>▪ golpe de arco (en las juntas aislantes)</li> <li>▪ infiltraciones</li> <li>▪ depósitos que pueden estorbar el gálibo,</li> </ul> <p>y anotarlos.</p> <p>⇒ Vigilar en particular los puntos sensibles (zonas de obra, aparatos...)</p> <p>⇒ Si la anomalía detectada parece comprometer la seguridad de la circulación o del personal, interrumpir el recorrido e ir al lugar para analizar la situación después de haber tomado las medidas de seguridad con respecto a la circulación de los trenes.</p> <p>⇒ Adoptar medidas inmediatas en caso de anomalía grave.</p>	

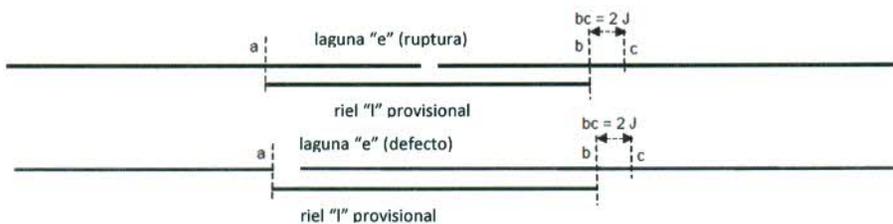
85

**Reparación provisional de vía general**

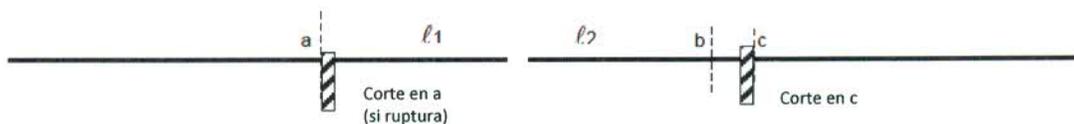
Ficha método  
II.3

**1. PROCEDIMIENTO:**

- 1) Medir la temperatura "t" del riel.
- 2) De no haber ruptura: cortar el riel en el lugar de la extremidad futura.
- 3) Aflojar las fijaciones en la longitud correspondiente a la longitud del riel "l provisional".
- 4) Medir la apertura de la laguna "e" (en mm); el valor de contracción de los dos extremos del LRS es:
  - $r = e$ , en el caso de ruptura,
  - $r = e - 5$  (valor del corte en la cortadora), en ausencia de ruptura.
- 5) Presentar el riel suministrado "l provisional" sobre LRS y dibujar con lápiz dos trazos finos a y b en cada uno de sus extremos; de no haber ruptura, hacer que coincida el extremo del riel suministrado con el extremo a del LRS que se conservó.



- 6) A partir de b, fuera de ab, trazar con lápiz como:  $bc = 2 \times J$  (en mm), con
  - $J = 15 - t/2$  de noviembre a febrero,
  - $J = 20 - t/2$  en marzo, abril u octubre,
  - $J = 30 - t/2$  de mayo a septiembre.
- 7) Cortar en a (en el caso de ruptura) y en c, dejando apenas visibles los trazos de referencia en la parte restante de la vía y retirar el o los injerto(s) de riel l1, l2.



- 8) Colocar el riel "l provisional"; poner los dos extremos en contacto en a; medir y registrar el valor de las juntas logrado ( $2Jr$ ) en c; repartir el valor de las juntas ( $Jr$ ) en los dos extremos.
- 9) Montar las bridas en las juntas del injerto de riel provisional.

**2 PRECAUCIONES PARA LA EJECUCIÓN**

**2.1 Fijación de las bridas**

PS

Colocar bridas en el injerto de riel por medio de bridas ordinarias de preferencia de 6 agujeros fijados como mínimo por 2 Ces de fijación en los extremos del riel que se mantiene en la vía y por 3 pernos en cada extremo del injerto de riel provisional. Al igual que en el caso de la consolidación provisional, el apriete de las Ces o de los pernos se debe vigilar periódicamente.

## **2.2 Fijación del riel en las bridas.**

Por lo general, la colocación de las bridas requiere que se desmonten las fijaciones de los dos durmientes. La vuelta a montar puede ser imposible, por lo que en esta situación se deben usar fijaciones especiales diseñadas para las juntas aisladas pegadas.

## **2.3 Prescripciones complementarias LRS**

Antes de emprender una reparación provisional, verificar y restablecer eventualmente el apriete correcto de las fijaciones en unos 50 m a ambos lados del injerto de riel que se depositará.

- ⇒ Mantener en el lugar el injerto de riel para poder hacer el cálculo de la longitud del pedazo de riel definitivo.

<b>Practica de colocación de injertos de riel</b>	<b>Ficha método II.4</b>
---	--------------------------

**1 PROCEDIMIENTO**

**1.1 Guía de las operaciones**

Para que esta operación se realice de la mejor forma posible, se debe colocar el segmento de riel y ejecutar las dos soldaduras prohibiendo la circulación (período de noche).

**1.2 Longitud práctica del injerto de riel**

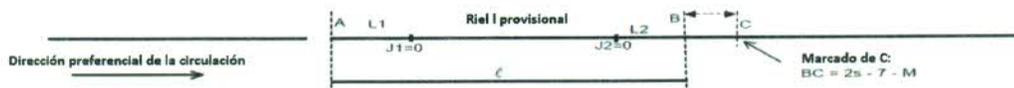
La longitud del injerto de riel debe ser suficiente para cumplir con las siguientes condiciones:

- Responder a las condiciones de la posición de las soldaduras (Tomo II, Anexo 2).
- Responder a los requisitos de calidad geométrica de las soldaduras, eliminando la zona esmerilada de las soldaduras.
- Mejorar el trazo de la vía y la geometría de las soldaduras del injerto de riel, haciendo que su longitud alcance los 6 metros en las curvas de menos de 1000 m de radio.
- Suprimir en la cercanía un defecto O, E, una anomalía, una soldadura, una recarga que permita en el futuro ahorrar una operación de mantenimiento o reducir el riesgo de que aparezca algún defecto.

**1.3 Preparación y trazado**

Después de haber suministrado el injerto de riel:

- 1) Registrar la temperatura del riel.
- 2) Medir la longitud del riel suministrado "l" (en mm)
- 3) Aflojar las fijaciones en la longitud correspondiente a la longitud del riel suministrado "l".
- 4) Medir la apertura de las juntas provisionales J1 y J2 (en mm) y calcular la contracción  $r = J1 + J2 - M$ .
- 5) Preguntar al soldador el valor del intercalado de soldadura "s" (en mm). La cantidad de metal que corresponde a la aportación de la soldadura aluminotérmica después de su enfriamiento es igual a  $(s-1)$  mm.
- 6) Ejecutar un corte en el extremo A futuro y desplazar los injertos de riel "l" provisional" y L1 para anular las juntas J1 y J2 (para la realización en dos fases, el extremo A de preferencia se situará del lado del inicio de la circulación).
- 7) Presentar el riel suministrado "l" en LRS y posicionar su extremo a nivel del extremo a del injerto de riel L1 por colocar; dibujar con lápiz un trazo fino en el otro extremo B (1).
- 8) A partir de B, fuera de AB, dibujar C con lápiz, como:  $BC = 2s - 7 - M$  (en mm).



12

9) Colocar el injerto L1 y el riel I provisional y terminar la reparación definitiva como se indica más abajo.

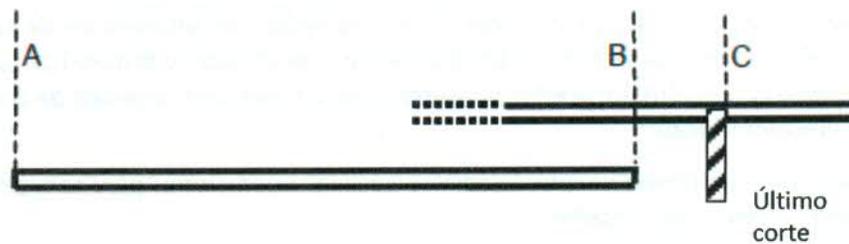
PS

**Colocación en la vía del riel definitivo y realización de las soldaduras**

Ficha  
método  
II.5

**1 PROCEDIMIENTO**

- 1) Cortar:  
En C, conservando apenas visible el trazo de referencia sobre la parte que permanece en la vía, para realizar inmediatamente las 2 soldaduras.



- 2) Retirar el injerto de riel y colocar el riel suministrado "I".
  - 3) Ajustar la laguna en A al valor de "s".
  - 4) Realizar la primera soldadura en A.
  - 5) En C, reducir la laguna al valor "s" necesario para la ejecución de la 2a soldadura:
    - Por tracción en los dos extremos con ayuda de un tensor de riel, (2)
  - 6) Dibujar una referencia fija en los dos durmientes que enmarcan la soldadura, situados lo más cerca posible de la laguna, las fijaciones de estos dos durmientes deben haberse aflojado; cuando se reduce la laguna a "s", dibujar frente de cada referencia fija un trazo sobre el patín del riel.
  - 7) Los dos puntos de referencia quedan uno frente al otro durante la ejecución de la soldadura, mientras mantener la tracción o seguir con el calentamiento con una intensidad adecuada hasta el final y enfriamiento de la soldadura a una temperatura que permita su puesta en servicio (25 minutos después de haber vertido el metal para una SA de intercalado normal, 30 minutos para una SA de amplio intercalado).
- 10 - En cuanto sea posible, efectuar la puesta en servicio de la soldadura, asegurándose cumplir con lo indicado en el Tomo II, Anexo 2.

<p style="text-align: center;"><b>Riel de rodadura</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Recarga en vía general</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Ficha método II.6</b></p>
<p><b>1 OBJETIVO:</b></p> <p>Las recargas permiten regenerar la superficie de contacto RUEDA/ RIEL para compensar los desniveles locales de la superficie de rodadura.</p> <p>La recarga es una técnica de soldadura en arco con aportación de metal. El metal aportado se obtiene de la fusión de un electrodo o de un alambre de soldadura bajo la acción de un arco eléctrico que surge entre este electrodo o este alambre y el metal de base. Se puede depositar manualmente o con automática, la elección entre esos dos métodos depende de la importancia del trabajo y de las condiciones locales.</p> <p>La renovación del riel elemental puede solicitarse si las operaciones para recuperar el estado mediante recarga fuesen demasiado pesadas.</p> <p>Los metales de aporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los electrodos recubiertos,</li> <li>- Los alambres forrados,</li> <li>- Los alambres desnudos,</li> <li>- Los flujos.</li> </ul>	
<p><b>2 HERRAMIENTAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planta de soldadura,</li> <li>▪ Dispositivo de precalentamiento,</li> <li>▪ Electrodo,</li> <li>▪ Martillo para picar,</li> <li>▪ Cepillo metálico,</li> <li>▪ Esmeriladoras,</li> <li>▪ Reglas de 1 metro</li> <li>▪ Necesario para Inspección por Líquidos Penetrantes.</li> </ul>	
<p><b>3 PRELIMINAR</b></p> <p>Si se desea conservar la estructura de acero y evitar un efecto de "temple", se debe precalentar el riel que se recargará.</p> <p>Las temperaturas de trabajo deberán estar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entre 300° y 350° en el caso de rieles de grado normal,</li> <li>▪ Entre 350° y 400° en el caso de rieles llamados "naturalmente duros", caso general en la actualidad.</li> </ul> <p>Ciertos rieles especiales requieren de temperatura específica de precalentamiento.</p>	

### 3.1 Criterios de aspecto

Cualquier huella y daño despostillado son recargables, salvo algunos casos particulares. Cuando no están despostillados, es posible repararlos si el desnivel de la superficie de rodadura, que se deriva, no rebasa los 0.7 mm y si no presentan un deterioro visible en el flanco del hongo. La medida se efectúa con regla de 500 mm colocada en el eje de la banda de rodadura.

### 3.2 Criterios de espaciamiento

Se prohíbe reparar un defecto situado a menos de 2 m:

- De una junta (ya sea pegada o no lo sea), salvo si previamente se tiene la certeza de que está libre de fisuras,
- De una soldadura aluminotérmica ejecutada desde hace menos de tres años o, de ser más antigua, si presenta defectos que causen o han causado el estar en observación.

Esta cota de 2.00 m se mide desde el eje del defecto por reparar al final del riel, o al eje de la soldadura.

### 3.3 Recarga de soldaduras aluminotérmicas

Para poderse recargar no deben presentar otras anomalías fuera de una desnivelación localizada en la superficie de rodadura (desgaste o desbaste) o defectos de superficie provocados por un daño accidental durante el corte o el esmerilado.

Soldaduras con fisuras o porosidad visible que hagan dudar de su salud interna, o cuyo "hueco" es consecuencia de un defecto de fundición como resultado de un incidente de ejecución, en ningún caso son susceptibles de repararse con soldadura de arco.

## 4 DIMENSIÓN DE LAS RECARGAS

### 4.1 Recarga de los extremos

La longitud del depósito en ningún caso debe ser inferior a los 60 mm.

La longitud máxima autorizada es de 300 mm debido a la longitud de los electrodos. Sin embargo, para obtener la continuidad del plano de rodadura, es necesario rebasar este valor por lo que es conveniente proceder por recarga prolongada, por zona de 300 mm.

El ancho de la recarga debe permitir la reconstrucción del perfil superior del hongo.

### 4.2 Recarga de defectos de superficie y de soldadura hueca

La longitud mínima de tal recarga es de 60 mm.

La longitud máxima autorizada no debe rebasar los 300 mm por la longitud de los electrodos utilizados. Es posible aumentar esta longitud en caso de defectos extendidos. Sin embargo, para obtener la continuidad del plano de rodadura, es necesario rebasar este valor por lo que es conveniente proceder por recarga prolongada, por zona de 300 mm.

Se puede proceder a una recarga llamada "de ancho limitado" que sólo involucre medio ancho del hongo cuando el daño por reparar se encuentre cerca de los bordes del hongo.

### 4.3 Repetición de recarga

El antiguo depósito debe raspase cuidadosamente hasta obtener un metal de base sano, por tanto, la nueva recarga siempre abarcará más extensión que la de la recarga defectuosa.

## 5 PROCEDIMIENTO

La operación de recarga en la superficie de rodadura de un riel consta de las siguientes fases.

- Esmerilado de preparación,
- Inspección por líquidos penetrantes
- Precalentamiento,
- La recarga propiamente dicha,
- El esmerilado de reducción,
- El esmerilado de terminado,
- Y posteriormente, el esmerilado final.

### 5.1 Esmerilado de preparación

Además de la limpieza del metal para facilitar el cebado del arco, el esmerilado de preparación tiene el objeto de eliminar:

- La capa superficial dañada, las escamas, las exfoliaciones, las rebabas, las posibles fisuras superficiales.
- Las zonas alteradas y fisuradas del hongo (entre otros casos los daños y huellas de patinaje empeoradas),
- El antiguo depósito en el caso de una nueva recarga

#### → Longitud del esmerilado

Para tener la seguridad de que los cordones están de principio a fin sobre una superficie libre de cualquier fisura y para facilitar el cebado del arco, se debe "blanquear" la superficie de rodadura 20 mm de ambos lados de la zona que se reparará. En el caso de que las partes blanqueadas presenten grietas, éstas se esmerilarán y se blanqueará una nueva zona.

Cuando se está en presencia de huellas de patinaje muy recientes que presenten efectos importantes por compresión (patinaje prolongado en el lugar) y no tenga fisuras, el esmerilado puede limitarse a la eliminación del metal dañado.

#### → Profundidad de esmerilado

La profundidad máxima de esmerilado es normalmente de 10 mm. Se puede llegar a los 15 mm si se efectúa el trabajo con interrupción de la circulación.

#### → Modo de operación

El fondo del esmerilado se debe conectar con una pendiente de una longitud igual a cinco veces la profundidad del esmerilado en el sentido longitudinal. Las variaciones bruscas de sección, provocadas por raspados locales, deben prohibirse.