



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

INFORME FINAL
DE LA CIAF (IF)
SOBRE EL ACCIDENTE FERROVIARIO
(DESCARRILAMIENTO) Nº 0024/2017
OCURRIDO EL DÍA 12.05.2017 EN EL DESVÍO 514
DE LA ESTACIÓN (PAB) DE BRAZATORTAS (CIUDAD REAL)
EN EL P.K. 225+965, LÍNEA 010 MADRID PUERTA DE ATOCHA
A SEVILLA SANTA JUSTA.

La investigación técnica de los accidentes e incidentes ferroviarios llevada a cabo por la Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios tendrá como finalidad la determinación de sus causas y el esclarecimiento de las circunstancias en las que éstos se produjeron, formulando en su caso recomendaciones de seguridad con el fin de incrementar la seguridad en el transporte ferroviario y favorecer la prevención de accidentes.

*En ningún caso la investigación tendrá como objetivo la determinación de la culpa o la responsabilidad del accidente o incidente y será independiente de cualquier investigación judicial.
(R.D. 623/2014, de 18 de julio, artículos 4 y 7)*

Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios – CIAF

Subsecretaría
Ministerio de Fomento
Gobierno de España

Paseo de la Castellana, 67
Madrid 28071
España

NIPO: 161-19-023-1



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

1. RESUMEN.....	5
2. HECHOS INMEDIATOS DEL SUCESO.....	7
2.1. SUCESO.....	7
2.1.1. Datos.....	7
2.1.2. Descripción del suceso.....	7
2.1.3. Decisión de abrir la investigación.....	9
2.2. CIRCUNSTANCIAS DEL SUCESO.....	10
2.2.1. Personal ferroviario implicado.....	10
2.2.2. Los trenes y su composición.....	10
2.2.3. Descripción de la infraestructura.....	11
2.2.3.1. Datos de tráfico ferroviario.....	12
2.2.4. Sistemas de comunicación.....	12
2.2.5. Obras en el lugar o cercanías.....	12
2.2.6. Plan de emergencia interno-externo.....	12
2.3. VÍCTIMAS MORTALES, LESIONES Y DAÑOS MATERIALES.....	14
2.3.1. Víctimas mortales y heridos.....	14
2.3.2. Daños materiales.....	15
2.3.3. Interceptación de la vía. Minutos perdidos.....	19
2.4. CIRCUNSTANCIAS EXTERNAS.....	19
3. RELACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES E INDAGACIONES.....	19
3.1. RESUMEN DE LAS DECLARACIONES.....	19
3.2. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD.....	21
3.2.1. Sistema de Gestión de la Seguridad de Adif.....	21
3.2.1.1. Aspectos generales.....	21
3.2.1.2. Sistema de Gestión de la Seguridad de Adif.....	21
3.2.1.3. Manual del SGSC de Adif.....	22
3.2.1.4. Procedimientos del SGS de Adif.....	22



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

3.2.1.5.	Procedimientos y documentos aplicables al presente suceso	23
3.2.1.6.	Aplicación del SGS a este suceso.....	29
3.2.2.	Requisitos del personal	31
3.3.	NORMATIVA.....	31
3.3.1.	Legislación nacional.....	31
3.3.2.	Otras normas	32
3.4.	FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE FERROVIARIO E INSTALACIONES TÉCNICAS	32
3.4.1.	Material rodante.....	32
3.4.2.	Instalaciones técnicas e infraestructuras.....	36
3.4.3.	Medidas tomadas por el personal de circulación	46
3.5.	INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA DEL PERSONAL IMPLICADO.....	46
3.6.	OTROS SUCESOS ANTERIORES DE CARÁCTER SIMILAR.....	47
4.	ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	47
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS ACONTECIMIENTOS	47
4.2.	DELIBERACIÓN	49
4.3.	CONCLUSIONES	51
4.3.1.	Causas directas e inmediatas del suceso, incluidos los factores coadyuvantes relacionados con las acciones de las personas implicadas o las condiciones del material rodante o de las instalaciones técnicas	51
4.3.2.	Causas subyacentes relacionadas con las cualificaciones del personal ferroviario y el mantenimiento del material rodante o de la infraestructura ferroviaria.....	51
4.3.3.	Causas raíces relacionadas con las condiciones del marco normativo y la aplicación del sistema de gestión de la seguridad.....	51
4.4.	OBSERVACIONES ADICIONALES.....	52
5.	MEDIDAS ADOPTADAS.....	52
6.	RECOMENDACIONES.....	55

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

1. **RESUMEN**

El día 12 de mayo de 2017 a las 10:23 horas, en el puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas (p.k. 225+430) de la línea de alta velocidad 010 Madrid Puerta de Atocha a Sevilla Santa Justa, el tren de viajeros de larga distancia AVE 0043 de la empresa ferroviaria Renfe Viajeros procedente de Sevilla Santa Justa y destino Barcelona Sants, descarrila al paso por el cruzamiento del desvío 514 del (PBA) de Brazatortas, ocasionado por la rotura del corazón de punta móvil del cruzamiento, circulando descarrilado el rodal nº 8 del tren 0043 durante 3.489 metros hasta su detención.

Como consecuencia del accidente no se produjeron víctimas mortales ni heridos.

Se produjeron daños materiales en el tren y en la infraestructura de la vía (carril, traviesas, sujeciones, etc.) debido a los metros que circuló el tren descarrilado.

Conclusión:

Como causa directa del accidente se determina que se produjo por fallo de la infraestructura, debido a la rotura de la punta móvil del corazón del cruzamiento del desvío 514 a la altura de la plataforma del segundo motor, carril izquierdo (según el sentido de circulación del tren), por una rotura por plano transversal iniciado en la zona del patín, en la cual las microfisuras internas (debidas a los procesos de fabricación) han progresado por mecanismos de fatiga al producirse acumulación de tensiones en dichos puntos, debidos a los esfuerzos soportados por la estructura conjunta formada por el carril, sujeciones, traviesas, balasto y elementos móviles (punta del corazón del cruzamiento) al paso de las circulaciones soportadas.

Como causa subyacente (i) se determina que las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo no eran las adecuadas para detectar defectos en el estado interno de los carriles de los aparatos de vía, al no emplearse la auscultación adecuada en los mismos (SGS).

Como causa subyacente (ii) se considera la no implantación por parte de Adif desde 1992 de un programa de estudio, supervisión y seguimiento específico del estado y su evolución de los aparatos de vía durante su vida (SGS), con el fin de poder conocer el comportamiento de los mismos y diseñar planes de mantenimiento adecuados para dichos elementos dada la novedad y el tipo de uso de los mismos.

Como causa subyacente (iii) se estima la no adopción de medidas adecuadas incluidas en los planes de mantenimiento (SGS) tendentes a la detección y tratamiento de los defectos internos en los aparatos de vía.

Como causa raíz (i) se considera la falta de consistencia de los criterios de seguridad en el cuerpo normativo constituido por los procedimientos, normas técnicas, normas de mantenimiento y contratos para la regulación de las inspecciones y auscultaciones ultrasónicas de desvíos, así como para las sustituciones de elementos específicos de los mismos teniendo en cuenta su antigüedad y uso.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

Como causa raíz (ii) se considera el posible fallo organizativo en cuanto a las funciones y responsabilidades de la vigilancia y control de mantenimiento de los desvíos, delegadas en la contratación externa.

Destinatario	Implementador final	Número	Recomendación
Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF)	Adif	24/17-1	<p>Establecer una metodología adecuada para que en las labores de mantenimiento se pueda conocer la evolución del estado interno de los carriles de los aparatos de vía, de manera que se puedan detectar preventivamente los defectos internos y actuar en consecuencia. Aplicar dichos métodos en las redes de alta velocidad y convencional.</p> <p>Incluir dicha metodología dentro de los procedimientos e instrucciones técnicas comprendidas en el sistema de gestión de la seguridad (SGS) y se trasladen sus requisitos a los correspondientes pliegos y contratos de mantenimiento preventivo.</p>
Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF)	Adif	24/17-2	<p>Estudiar desde el punto de vista técnico-científico la conveniencia de definir un ciclo de vida útil para los distintos elementos que componen los aparatos de vía. Considerar en su caso la experiencia de otros países al respecto.</p>
Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF)	Adif	24/17-3	<p>Realizar un estudio detallado de la evolución de los estados internos de los distintos elementos de los aparatos de vía en función de su uso, con el fin de conocer el comportamiento de los mismos y poder anticipar medidas correctoras ante los posibles fallos que pudieran producirse en dichos elementos. Considerar en su caso la experiencia de otros países al respecto.</p>

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

2. HECHOS INMEDIATOS DEL SUCESO

2.1. SUCESO

2.1.1. Datos

Día / Hora:	12.05.2017 / 10:23:50
Lugar:	En el desvío 514 (p.k. 225+965) del puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas
Línea:	010 Madrid Puerta de Atocha a Sevilla Santa Justa
Tramo:	Brazatortas-Puertollano
Municipio:	Brazatortas
Provincia:	Ciudad Real

2.1.2. Descripción del suceso

El día 12 de mayo de 2017 a las 10:23 horas, en el puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas (p.k. 225+430) de la línea de alta velocidad 010 Madrid Puerta de Atocha a Sevilla Santa Justa, el tren de viajeros de larga distancia AVE 0043 de la empresa ferroviaria Renfe Viajeros procedente de Sevilla Santa Justa y destino Barcelona Sants, que circulaba en doble rama, formada por material Talgo de la serie 112 (rama 112.001, que circulaba en cabeza y 112.028 en cola) descarrila al paso por el cruzamiento del desvío 514 del (PBA) de Brazatortas.

El tren 0043 venía circulando con normalidad por la vía 1 de la línea 010 cuando a las 10:23:50 horas, a una velocidad de 268 km/h, al pasar por el desvío 514 (p.k. 225+965) del puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas, se produce el descarrilamiento del rodal nº8 (coche nº7 de la rama que circulaba en cabeza) iniciándose el descarrilamiento en la rueda izquierda, según el sentido de la marcha, ocasionado por la rotura del corazón de punta móvil del cruzamiento del desvío 514.

A las 10:23:57 horas se produce la aplicación automática del freno de emergencia del tren 0043 cuando circulaba a 267 km/h, al indicar el DMI (Driver Machine Interface) de la cabina, varios anuncios de averías graves (altura de suspensión anómala, inestabilidad del rodal, rueda bloqueada, etc.).

El tren 0043 continúa circulando descarrilado, de manera que la rueda derecha quedó fuera de la caja de la vía y la rueda izquierda dentro, de forma que el carril izquierdo (según el sentido de circulación el tren) quedó alojado entre el disco de freno y la rueda izquierda. Esta circunstancia hizo que sirviera de guía (el carril) a la rueda descarrilada circulando ésta descarrilada pero paralela al carril hasta el momento de la detención del tren 0043, impidiendo que se produjera un desplazamiento transversal de los coches.

El tren 0043 se detuvo a las 10:25:02 horas en el p.k. 222+400 habiendo circulado descarrilado durante 3.489 metros.



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

El maquinista se puso en contacto con el puesto de mando de la Banda de Puertollano Sevilla y el Centro de Gestión solicitando reconocer el tren.

Como consecuencia del accidente no se produjeron víctimas mortales ni heridos.

Se produjeron daños materiales en el tren y en la infraestructura de la vía (carril, traviesas, sujeciones, etc.) debido a los metros que circuló el tren descarrilado.

Croquis:





**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

2.1.3. Decisión de abrir la investigación

El jefe de investigación de accidentes de la Dirección de Seguridad en la Circulación del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), mediante mensajería móvil (SMS) a las 10:23:05 horas del día 12 de mayo de 2017, comunicó a la Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios que se había producido el suceso objeto de esta investigación.

De conformidad con los artículos 9 y 14 del Real Decreto 623/2014, de 18 de julio, el Presidente de la CIAF decidió abrir la investigación del presente suceso el 30 de mayo de 2017, oída la opinión de los miembros del Pleno reunidos en sesión plenaria celebrada en dicha fecha.

Asimismo, el equipo de investigación designado para este suceso (Art. 14.3 del R.D. 623/2014) queda integrado por un técnico adscrito a la Secretaría de dicha Comisión, designado por el Presidente (Art. 9 del R.D. 623/2014) como Investigador Responsable del presente suceso, con el apoyo de los miembros del pleno de la CIAF.

Se investiga el presente suceso en base a lo dispuesto en el Artículo 19.2 de la Directiva de Seguridad Ferroviaria 2004/49/CE, al tratarse de un suceso que en otras circunstancias hubiera podido tener unas consecuencias más graves.



Tren 0043 material Talgo serie 112 detenido en la vía 1 tras el descarrilamiento. Fuente Adif



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

2.2. CIRCUNSTANCIAS DEL SUCESO

2.2.1. Personal ferroviario implicado

Por parte de Renfe

El maquinista del tren 0043, matrícula 9680***.

Por parte de Adif

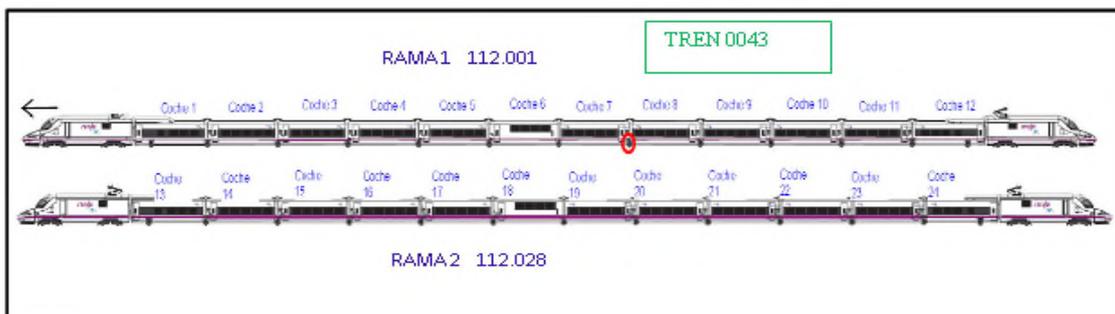
La responsable de circulación en el puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha, matrícula 2843***.

2.2.2. Los trenes y su composición

El tren 0043 de viajeros de larga distancia AVE, de la empresa ferroviaria Renfe Viajeros, procedente de Sevilla Santa Justa y con destino Barcelona Sants, estaba compuesto por material Talgo de la serie 112, circulando en doble rama.

La rama formada por el autopropulsado 112.001 (NEV: 907171120013) circulaba en cabeza de la composición. Estaba compuesta por dos cabezas tractoras y doce coches, uno de ellos restaurante.

La rama formada por el autopropulsado 112.028 (NEV: 907171120286) circulaba en segundo lugar de



Descripción esquemática de las dos ramas que componían el tren 0043. En el círculo rojo se indica el rodal nº 8 que resultó descarrilado.

la composición. Estaba compuesta por dos cabezas tractoras y doce coches, uno de ellos restaurante.

El tren 0043 en su totalidad compuesto por 28 vehículos (4 cabezas tractoras y 24 coches, dos de ellos restaurante), 740 toneladas y 400 metros de longitud.

El material Talgo de la serie 112 dispone de un sistema de rodadura en ancho estándar (1.435mm) formado por rodales situados entre cada dos coches, excepto los coches extremos que disponen de dos rodales. Las cabezas tractoras disponen de dos bogies cada una.

Tipo 300 (velocidad máxima 300 km/h según el libro horario del tren).

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

2.2.3. Descripción de la infraestructura

El suceso tuvo lugar en la línea 010 Madrid Puerta de Atocha-Sevilla Santa Justa, en el puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas (p.k. 225+430), concretamente en el cruzamiento del desvío 514 situado en el p.k. 225+965.

La línea 010 dispone de doble vía banalizada en ancho estándar (1.435mm), electrificada a 1 x 25 kv 50 Hz (corriente alterna) y circulando al amparo del bloqueo de control automático (BCA) con sistema de protección automática de trenes (LZB), también dispone como respaldo el sistema ASFA 200.

El puesto de control de tráfico de la línea se encuentra en el puesto central de mando de Madrid Puerta de Atocha, desde donde se telemandan las estaciones de la línea mediante el sistema CTC-1000 de tecnología THALES.

El puesto de bloqueo y adelantamiento de Brazatortas, donde se produjo el suceso, consta de dos vías (la 1 por la que circulaba el tren 0043 y la vía 2), cuatro desvíos (502 y 514 por la vía 1 y 501 y 515 por la vía 2), cuatro señales avanzadas, cuatro señales de entrada y cuatro señales de salida. Estos elementos permiten la banalización y adelantamiento de trenes.

El suceso tuvo lugar en el desvío 514 situado en la vía 1, lado Sevilla Santa Justa. Es un desvío de tipo alta velocidad designado como DSIH-AV-60-10000/4000-0.0267-CCM, es decir es un desvío sencillo, de ancho estándar (1.435 mm), montado sobre traviesas de hormigón, diseñado para alta velocidad con carril de 60 kg/m (carril UIC 60). Estos desvíos fueron fabricados en 1989 por BWG (Alemania). Con curvatura de la vía desviada formada por una clotoide de meseta: la primera rama se inicia con un radio de 10.000 metros para llegar a 4.000 metros en la curva circular y posteriormente continuar con otra rama de clotoide de curvatura descendente hasta el final del corazón, en cuyo punto el radio es de 16.068 metros. El cruzamiento es curvo de corazón de punta móvil elástica, que se acopla alternativamente a una u otra pata de liebre, eliminando la "laguna" de los corazones de punta fija y haciendo innecesarios los contracarriles. Esta geometría permite que los trenes circulen a velocidades de 300 km/h por vía directa y 160 km/h por vía desviada. La punta móvil del corazón está constituida por un bloque de acero forjado, mecanizado y soldado en su talón a los carriles contiguos.

Las agujas del cambio son accionadas directamente por ocho motores y la punta móvil del corazón por tres motores, correspondiendo a cada motor un cerrojo de enclavamiento.

El descarrilamiento se inició en el p.k. 225+965 situado en el corazón de punta móvil del cruzamiento del desvío 514 (vía 1, carril izquierdo según el sentido de circulación del tren).

El perfil de vía en la zona del suceso es en pendiente de 0,61 milésimas según el sentido de circulación del tren.

Según el cuadro de velocidades máximas (CVM) la velocidad máxima permitida en el punto donde ocurrió el suceso es de 270 km/h (paso por vía directa).



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

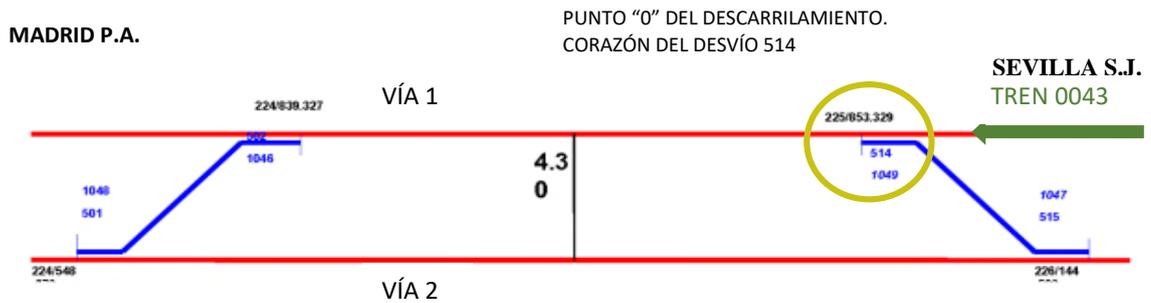
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

BRAZATORTAS (P.B.A.)

P.I.B.-8- P.K. 225/426.965



Esquema del puesto de bloqueo y adelantamiento de Brazatortas. Trayectoria del tren y situación del desvío 514.

2.2.3.1. Datos de tráfico ferroviario

Según el sistema de información CIRTRA (Circulaciones por Tramos) Tomo II de Adif-Circulación, la media semanal de circulaciones del tramo Puertollano-Conquista, tramo al que pertenece el punto kilométrico donde suceden los hechos, es de 583, desglosándose en 581 de larga distancia y 2 de servicio.

2.2.4. Sistemas de comunicación

La línea 010 Madrid Puerta de Atocha-Sevilla Santa Justa dispone de sistemas de radiotelefonía instalados en la línea: equipos GSM-R.

2.2.5. Obras en el lugar o cercanías

No existían obras de ningún tipo en el lugar del suceso ni en sus proximidades.

2.2.6. Plan de emergencia interno-externo

Notificación

A las 10:25 horas del día 12 de mayo de 2017 el maquinista del tren 0043 a la salida del PBA de Brazatortas detecta fallos graves a través del DMI (Driver Machine Interface) produciéndose la aplicación del freno emergencia de forma automática. El maquinista se pone en contacto con el puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha (banda Puertollano-Sevilla) y con el centro de gestión de Renfe Operadora, notificando lo sucedido y solicitando permiso para inspeccionar el tren, manteniéndose en contacto en todo momento mediante el uso del teléfono corporativo.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

A la misma hora personal de mantenimiento del Centro de Supervisión de Instalaciones comunica al puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha que se ha producido una falta de comprobación en el desvío 514 del PBA de Brazatortas.

Plan de emergencia interno

Conocido el suceso, el puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha se pone en contacto con el Centro de Gestión de Red H24, con el Centro de Protección y Seguridad de Adif (CPS), con la Gerencia Territorial de Seguridad en la Circulación Sur de Adif, con la Delegación Territorial en la Seguridad de Renfe Viajeros, con la Dirección de Seguridad en la circulación del grupo Renfe, con la Jefatura Técnica de Operaciones de Sevilla (Adif), con los servicios de infraestructura (Adif) y con el jefe de la Base de Mantenimiento de Calatrava.

Personal de mantenimiento, tras reconocer las instalaciones (desvíos 514 y 502 del PBA de Brazatortas) y el estado de la vía afectada, comunica al puesto de mando que se han producido daños importantes que imposibilitan la circulación por los desvíos 514 y 502.

El puesto de mando decide suspender la circulación de trenes por la vía 1 (donde se encuentran los desvíos 514 y 502) y establecer circulación por vía única en la vía 2 entre las estaciones de Venta La Inés y Puertollano.

A las 11:30 horas, personal del telemando de electrificación procede a alimentar la zona neutra del p.k. 222+500 para proporcionar confort a los viajeros del tren 0043 que continúa detenido en la vía.

Simultáneamente, en la estación de Madrid Puerta de Atocha se inicia la formación de una doble composición formada por las ramas 102.015 y 112.030, como tren 97066, para socorrer a los viajeros del tren 0043.

El puesto de mando ordena retroceso a la estación de Venta La Inés a los trenes 02093 y 02285. También se autoriza el rebase de las señales S503 y E468 de la vía 2 a las circulaciones siguientes, motivado por la falta de comprobación del desvío 514 y con la finalidad de asegurar la protección de flanco.

A las 11:44 horas, sale el tren 97066 con el objetivo de socorrer a los viajeros del tren 0043.

A las 11:50 horas, se da comprobación artificial al desvío 514.

A las 12:50 horas, el tren 97066 se estaciona en vía 2 paralelo al tren 0043.

A las 13:02 horas se inicia el transbordo de viajeros desde el tren 0043 accidentado al tren 97066, finalizando éste a las 13:45 horas.

El día siguiente, 13 de mayo, a las 00:58 horas sale de la estación de Calatrava la locomotora 319.242 con un vagón plataforma cargado con un cruzamiento nuevo con el objeto de sustituirlo en el desvío 514 del PBA de Brazatortas.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

A las 01:20 horas se realiza el corte de tensión en la línea aérea de contacto (LAC).

A las 01:30 horas comienzan los trabajos del camión taller para proceder a encarrilar los rodales número 8 del autopropulsado 112.001 que resultaron descarrilados.

A las 01:40 horas se da comienzo a los trabajos para sustituir el cruzamiento del desvío 514 del PBA de Brazatortas.

A las 06:15 horas se restablece la tensión en la línea aérea de contacto (LAC).

A las 06:20 horas, quedan finalizadas las labores de encarrilamiento del autopropulsado 112.001.

A las 07:00 horas, inician la marcha los autopropulsados 112.001 y 112.028 (que formaban el tren 0043 descarrilado) a una velocidad de 5km/h realizándose revisiones intermedias. Finalmente quedan apartados a las 09:26 horas en la estación de Puertollano.

El día 14 de mayo, a las 00:47 horas y a las 00:59 horas, se realiza la entrega de vía bloqueada (EVB) por las vías 2 y 1 respectivamente, para realizar trabajos de normalización en los desperfectos producidos en las instalaciones del PBA de Brazatortas.

A las 06:54 horas, se libera la entrega de vía bloqueada (EVB) de la vía 2.

A las 07:19 horas, se libera la entrega de vía bloqueada (EVB) de la vía 1, quedando establecida una limitación temporal de velocidad máxima, con cambio significativo de velocidad (LTV-CSV) a 30 km/h entre los pp.kk. 226+000 y 222+550 por la vía 1.

El día 20 de mayo, a las 07:45 horas, tras haber realizado la sustitución del desvío 514, y finalizada la reparación de los daños en las instalaciones, se suprime la LTV-CSV a 30 km/h y se establece una nueva LTV-CSV a 80 km/h entre los pp.kk 224+663 y 222+537 por la vía 1.

El día 24 de mayo, a las 05:01 horas, finalizados los trabajos de reparación, se suprime la limitación de velocidad LTV-CSV que estaba establecida a 80 km/h volviendo a las condiciones normales de explotación de la vía.

Plan de emergencia externo

No fue preciso activar el plan de emergencia externo.

2.3. VÍCTIMAS MORTALES, LESIONES Y DAÑOS MATERIALES

2.3.1. Víctimas mortales y heridos

No se produjeron víctimas mortales ni heridos.



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

2.3.2. Daños materiales

Como consecuencia del descarrilamiento se produjeron los siguientes daños:

- El tren 0043 sufrió daños importantes en ambas ramas como consecuencia de circular descarrilado durante 3,5 km.



En la foto superior se aprecia la rueda nº 8 izquierda (según el sentido de circulación del tren) descarrilada hacia el interior de la caja de la vía. Se aprecia como el carril está introducido entre la llanta de la rueda y su disco de freno.

En la foto inferior se aprecia la rueda nº 8 derecha caída hacia la parte exterior de la vía. (Fuente Adif)



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF



Detalle de daños ocasionados al tren 0043 por el descarrilamiento. Fuente Adif



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

- En la infraestructura se produjeron los siguientes daños:

- Desvío 514: rotura del cruzamiento y de una aguja, se producen daños en 6 traviesas, 90 placas intermedias, 6 bielas de cerrojos, en un tirante de comprobación y los accionamientos número 9 y 10, además de las sujeciones.
- Desvío 502: se producen daños en 7 traviesas, 8 tirantes de comprobación y 16 placas de asiento y sujeciones.
- Zona entre desvíos: se ocasionan daños en 1.681 traviesas, en las sujeciones y en la banqueta de balasto.
- En la zona hasta el lugar de la detención del tren: se producen 8 roturas de carril, daños en 3.547 traviesas y sujeciones y en las instalaciones de señalización del sistema LZB.



Se aprecian fragmentos de la punta móvil del corazón fracturados. Fuente Adif



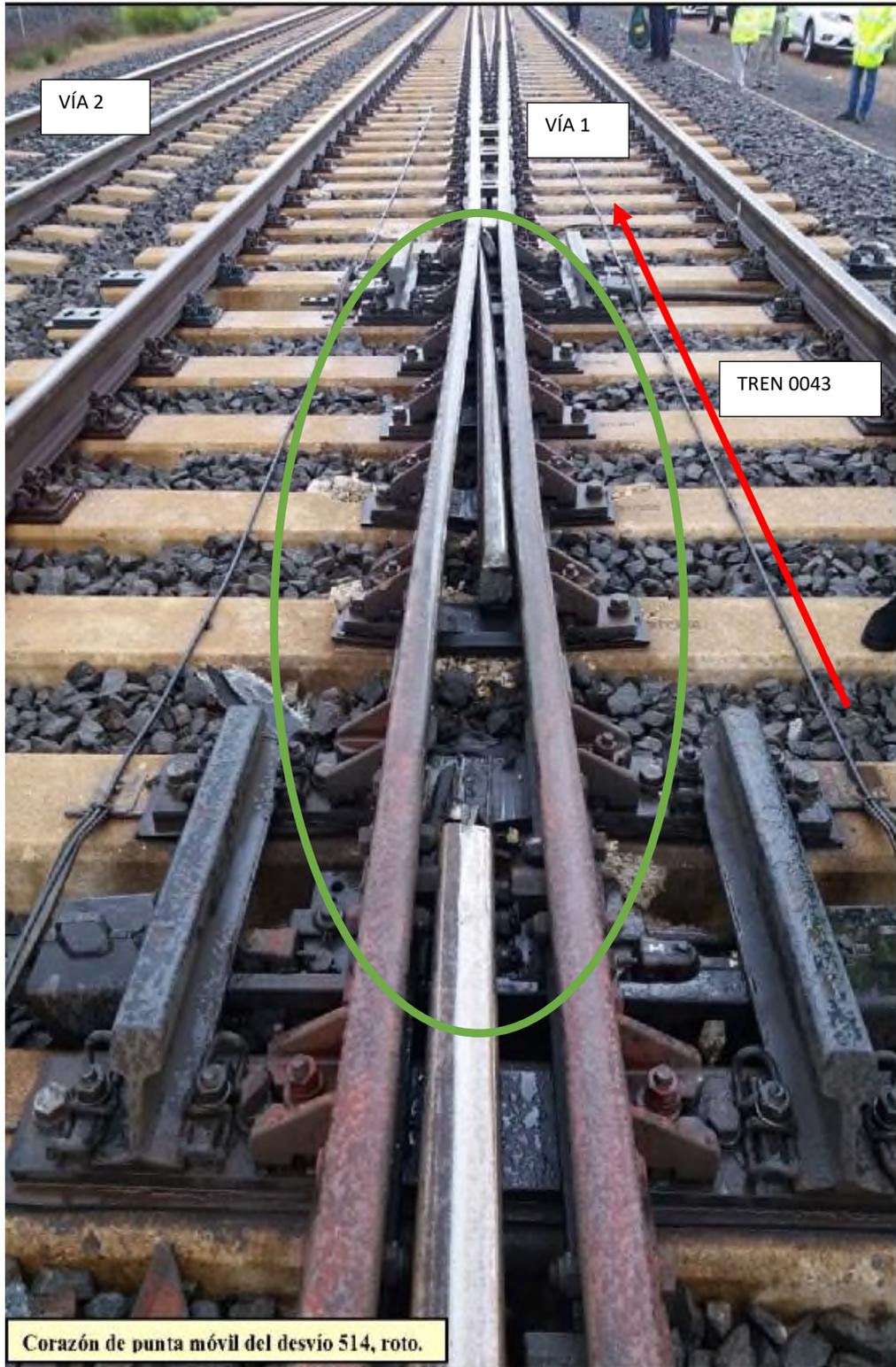
MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF



Se aprecia la aguja del corazón móvil del desvío 514 dañada al paso del tren 0043

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

2.3.3. Interceptación de la vía. Minutos perdidos

Interceptación de vía: Como consecuencia del accidente ocurrido en el desvío 514 de la vía 1 del PBA de Brazatortas, el mismo día del accidente, el puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha suspende la circulación por la vía 2 estableciendo condiciones de circulación por vía única en la vía 2, entre las estaciones de Venta La Inés y Puertollano. Esta circunstancia ocasionó retrasos en las circulaciones durante los días que estuvo establecida la circulación en vía única.

El día 14 de mayo se reestablece la circulación por la vía 1 con una limitación temporal con cambio significativo de velocidad (LTV-CSV) a 30 km/h entre los pp.kk. 226+000 y 222+550.

El día 20 de mayo se suprime la anterior limitación de velocidad (LTV-CSV) a 30 km/h y se establece una nueva LTV-CSV a 80 km/h entre los pp.kk 224+663 y 222+537 por la vía 1.

El día 24 de mayo se suprime la limitación de velocidad LTV-CSV que estaba establecida a 80 km/h en la vía 1 volviendo a las condiciones normales de explotación de la vía.

No fue necesaria la activación del Plan Alternativo de Transporte (PAT).

Minutos perdidos: desde el día del accidente hasta que se reestablecieron las condiciones normales de circulación en el tramo se produjeron retrasos en 383 trenes AVE, con un total de 4.571 minutos, y en 17 trenes AVANT, con un total de 124 minutos. El tren 0043, accidentado, una vez transbordados los pasajeros al tren 97066 se le considera un retraso de 209 minutos.

Por lo que se produjo un retraso total de 4.904 minutos perdidos. No se produjo la supresión de ningún tren.

2.4. CIRCUNSTANCIAS EXTERNAS

En el momento del accidente era de día y existían unas condiciones meteorológicas de chubascos intermitentes.

3. RELACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES E INDAGACIONES

3.1. RESUMEN DE LAS DECLARACIONES

De la ficha de toma de declaración realizada al maquinista del tren 0043 el día 23 de junio de 2017 en Córdoba, se extrae lo siguiente:

Que a la salida del PBA de Brazatortas se detectan averías de índole grave sin haber percibido por su parte golpes ni movimientos bruscos al paso por la misma, que las averías que se manifestaron fueron: señalización avería luminosa, suspensión anómala en coche 8, inestabilidad de rodadura a nivel 2, bloqueo de rueda, alarmas de incendio en motriz de cola y emergencia.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

Que considera muy probable que la alarma de incendios en la motriz de cola fuera provocada por la polvareda formada al ir el tren descarrilado.

Que el freno de emergencia actuó de forma automática ante las anomalías detectadas.

Que una vez detenido el tren informó al puesto de mando de la banda de Sevilla Puertollano mediante el GSM-R y también contactó con el Centro de Gestión de Renfe. También solicitó reconocer el tren, y que fue autorizado por el puesto de mando.

Del informe especial realizado por el maquinista del tren 0043 el día 18 de mayo de 2017, se destacan los aspectos que puedan complementar la declaración anterior:

Que el tren quedó detenido tras la parada de emergencia en la zona neutra del cambio de fase.

Que desde la vía estuvo en continua comunicación con el puesto de mando a través del teléfono corporativo, y que informa que el rodal en posición 8 estaba totalmente descarrilado.

Que se habían producido rotura de cristales en los coches 8, 9 y 3 sin afectar al interior de los habitáculos.

Que los coches permanecían totalmente equilibrados sobre la vía sin afectar al gálibo de la vía 2, circunstancia que comunica al Centro de Gestión para que se pudiera realizar una pronta evacuación y transbordo del pasaje, ya que ningún viajero había sufrido lesiones ni estaba afectado por lo sucedido.

Que solicitó al puesto de mando energizar lo antes posible la zona neutra para poner en marcha los equipos de aire acondicionado y recuperar el confort de los viajeros.

Que a las 12:56 horas llega el tren de socorro y se procede a hacer el transbordo del pasaje.

Del informe realizado por la responsable de circulación el día 23 de mayo de 2017 en Madrid, se extracta lo siguiente:

Que a las 10:25 horas observó como el tren 0043 al pasar por la estación de Brazatortas [PBA] deja sin comprobación la aguja 514 y queda ocupado el circuito de vía de la aguja 502, produciéndose la detención del tren a continuación en la zona neutra.

Que el maquinista informó que se encontraban descarrilados.

Que el suceso se puso en conocimiento del regulador y el mando superior para que se adoptaran las medidas oportunas para solucionar la incidencia.

De las conversaciones mantenidas con responsables de diferentes organizaciones

Con diferentes representantes de la Subdirección de Operaciones de Alta Velocidad de Adif se han mantenido reuniones y conversaciones y se ha solicitado informaciones complementarias,

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

principalmente con el fin de conocer cómo se realizan las labores de mantenimiento en los aparatos de vía, centrándose principalmente en las auscultaciones ultrasónicas. También se ha solicitado información sobre los procedimientos, instrucciones y normas aplicadas en dichas labores de mantenimiento. Se ha procedido en dichas reuniones a detallarse las medidas adoptadas por la subdirección tras el suceso ocurrido.

Se han mantenido también conversaciones con representantes del laboratorio Centro Tecnológico de Vía de Valladolid, con el fin de ampliar información sobre las causas de la rotura de la punta del corazón móvil.

Se han mantenido conversaciones con responsables de la empresa actual contratada con especialidad en las técnicas de auscultación de carriles por ultrasonidos con el objeto de conocer dichos procedimientos, su alcance y limitaciones en el suceso que nos ocupa.

3.2. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

3.2.1. Sistema de Gestión de la Seguridad de Adif

3.2.1.1. Aspectos generales

La Directiva 2004/49/CE establece en su artículo 4 que los administradores de la infraestructura ferroviaria se responsabilizarán de una explotación segura y que, para cumplir con esta responsabilidad, tendrán que establecer un Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS).

La vigente ley 38/2015 del sector ferroviario en su artículo 67 (Autorización de seguridad) indica:

- 1. Para ejercer las funciones de administración de la Red Ferroviaria de Interés General los administradores de infraestructuras ferroviarias deberán disponer de una autorización de seguridad.*
- 2. La autorización de seguridad acredita que los administradores de las infraestructuras ferroviarias tienen establecido un sistema propio de gestión de la seguridad y están en condiciones de cumplir los requisitos específicos necesarios para la administración de las infraestructuras en condiciones de seguridad, incluidos los referidos a los conocimientos y requisitos exigibles a su personal relacionado con la seguridad en la circulación, así como, en su caso, los relativos al mantenimiento y explotación de los sistemas de control del tráfico y de señalización.*

Con fecha 27 de noviembre de 2015 se estableció la autorización de seguridad vigente de Adif.

3.2.1.2. Sistema de Gestión de la Seguridad de Adif

El Sistema de Gestión de Seguridad de ADIF (SGS) tiene como objetivo garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y normativos, y establece los criterios que le son de aplicación en todas las actividades relacionadas con la seguridad en la circulación. Se compone documentalmente de la Política de Seguridad, el Manual del SGSC y los Procedimientos, así como de los Anexos que los complementan.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

El Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) estableció un sistema de gestión de la Seguridad (aprobado por su presidente con fecha 6 de abril de 2010), recibiendo la Autorización de Seguridad por parte de la extinta Dirección General de Ferrocarriles (DGF), mediante Resolución de fecha 29 de abril de 2010 y con una vigencia de cinco años. Todo ello según lo dispuesto en el RD 810/2007 por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad en la circulación de la RFIG.

El 30 de junio de 2014 ADIF presentó su Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS) a la extinta (DGF), con el fin de obtener la renovación de la Autorización de Seguridad, otorgándose ésta por parte de la ya creada Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF) el 27 de noviembre de 2015.

3.2.1.3. Manual del SGSC de Adif

El Manual del SGSC, se configura como el pilar del SGSC de ADIF y su finalidad consiste en promover el logro de sus objetivos empresariales de forma segura y el cumplimiento de todas las obligaciones de seguridad que le incumben (RD 810/2007, Reglamentos (UE) nº 1169/2010 y 1078/2012).

ADIF desarrolla la Seguridad en la Circulación mediante una gestión por procesos. Identificando dichos procesos en primer lugar y posteriormente las relaciones entre ellos.

Los procesos de ADIF se clasifican en: Procesos Estratégicos (PR-01); Procesos Clave y Procesos soporte (PR05). Los denominados procesos clave se subdividen en: Construcción (PR-02), Mantenimiento (PR-03) y Explotación (PR-04). Los procesos se desarrollan a través de procedimientos que cubren las distintas actividades.

De interés en la investigación del presente suceso es lo relativo a mantenimiento. Adif realiza un conjunto de actividades para la conservación, reparación o reposición y actualización de las infraestructuras ferroviarias, con el objetivo de que se mantengan en condiciones adecuadas para su operativa segura. Para cubrir este objetivo establece procedimientos para garantizar que dichas actividades de mantenimiento se realizan de forma segura y de acuerdo a las necesidades de la red.

3.2.1.4. Procedimientos del SGS de Adif

Los procedimientos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- Procedimientos Generales:

Son documentos que describen la forma de desarrollar ciertas actividades generales del SGSC, indicando responsabilidades, quién, cómo y cuándo se deben realizar.

- Procedimientos Específicos:

Son documentos que describen la forma de desarrollar ciertas actividades del SGSC, indicando responsabilidades, quién, cómo y cuándo se deben realizar.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

- Procedimientos Operativos:

Son documentos que describen la forma de desarrollar ciertas actividades del SGSC, específicas de las Áreas de actividad (Dirección General o Dirección), indicando responsabilidades, quién, cómo y cuándo se deben realizar. Estos documentos derivan de alguna de las actividades descritas en los Procedimientos Generales o Procedimientos Específicos y se elaboran por las Áreas de actividad de ADIF a las que apliquen.

De interés en la investigación del presente suceso son los procedimientos del SGSC relativos a mantenimiento de la infraestructura en la red de alta velocidad, más concretamente a aparatos de vía, que son los siguientes:

- Procedimiento Operativo SGSC-PO-24.00.01. Procedimiento operativo para el control de los trabajos de mantenimiento en las líneas de alta velocidad, de mayo de 2015.
- Procedimiento Operativo SGSC-PO-24.00.02. Gestión del mantenimiento alta velocidad, de junio de 2015.
- Instrucción Técnica: ADIF-IT-301-001-VÍA-10-SC. Tratamiento de la información de auscultaciones de vía en alta velocidad, de mayo de 2015.

3.2.1.5. Procedimientos y documentos aplicables al presente suceso

Procedimiento Operativo SGSC-PO-24.00.01. Procedimiento operativo para el control de los trabajos de mantenimiento en las líneas de alta velocidad

Este procedimiento establece las directrices para el control de los trabajos de mantenimiento y explotación en las líneas de alta velocidad.

El Reglamento UE nº 1169/2010, de 10 de diciembre, específica que Adif deberá aplicar procedimientos con el objetivo de garantizar que el mantenimiento de la infraestructura se lleva a cabo de forma segura, incluido un control claro de la gestión y una auditoria e inspección documentadas. También deberá garantizar que el mantenimiento de la infraestructura satisfaga las necesidades específicas de la red y determinará las reglas que gobiernen el mantenimiento y la dotación de material.

Este documento tiene como objeto definir las actuaciones a tener en cuenta durante el control de los trabajos de mantenimiento, inspecciones etc. de la superestructura, infraestructura e instalaciones, con la finalidad de velar por la seguridad y fiabilidad de la LAV en explotación, garantizando los niveles adecuados de conservación y modernización y asegurando su mantenimiento.

Los requisitos específicos necesarios para la gestión de la calidad del mantenimiento se encuentran recogidos en el Procedimiento Operativo SGSC-PO-24.00.02. Gestión del mantenimiento alta velocidad.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

En el punto 1 del Anexo II del citado documento (Procedimiento Operativo SGSC-PO-24.00.01.) se hace referencia a las inspecciones de vía y aparatos de vía, indicando que se elaborará un informe por cada base de mantenimiento. El jefe de base será responsable de supervisar que el alcance de las inspecciones realizadas se ajuste a lo descrito en este anexo, así como supervisar los resultados de las mismas.

En el punto 1.3. denominado "Aparatos de vía" (Anexo II) se detalla la necesidad de realizar un inventario de los aparatos de vía de las líneas, elaborando fichas e control, etc. También hace referencia a la necesidad de realizar inspecciones en los desvíos.

En el punto 1.4. "Auscultación de vía y aparatos de vía realizadas por la Subdirección de Planificación y Recursos" hace referencia a la realización de auscultaciones dinámicas de la vía (con el tren Séneca o vehículo comercial instrumentado) recomendando una periodicidad mensual. En cuanto a la auscultación geométrica de vía se recomienda una periodicidad cuatrimestral. **No hace referencia a la auscultación ultrasónica, ni tampoco detalla los controles sobre los aparatos de vía.**

Procedimiento Operativo SGSC-PO-24.00.02. Gestión del mantenimiento alta velocidad

Este procedimiento tiene por objeto establecer los requisitos específicos necesarios para la gestión de la calidad del mantenimiento en la Subdirección de Mantenimiento de la Dirección de Mantenimiento y Operaciones de Alta Velocidad.

La Subdirección de Mantenimiento es responsable del mantenimiento, de las instalaciones realizadas en la red de alta velocidad en materia de comunicaciones, catenaria, infraestructura, vía y **desvíos**, control del tráfico, etc.

Para ello realiza labores de revisiones programadas en las instalaciones, detección, identificación y resolución de averías y pequeñas obras de inversión.

Este documento tiene por objeto definir los requisitos específicos que le son de aplicación a la Subdirección de Mantenimiento en las actividades de control y gestión del mismo, tanto correctivo como preventivo, en la red de alta velocidad.

Tras la finalización de los proyectos constructivos, éstos se entregan a "mantenimiento", dicha gestión en la red de alta velocidad es responsabilidad de la Subdirección de Mantenimiento, siendo realizadas las actividades propias de dicho mantenimiento por empresas mantenedoras a través del correspondiente procedimiento de contratación de Adif.

Entre los servicios de mantenimiento que son contratados se incluyen contratos de mantenimiento de infraestructura, vías y aparatos de vía.

En una segunda fase, se inicia la contratación de las actividades de mantenimiento, para ello se requiere cierta documentación: solicitud de contratación y pliego de condiciones técnicas particulares.



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

El Área responsable de contratación procede a la licitación del contrato, desarrollándose el procedimiento de contratación establecido hasta la adjudicación del contrato a la empresa mantenedora.

En la última fase, realización de las actividades de mantenimiento, éstas son realizadas por las empresas adjudicatarias conforme a lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas incluidas en el contrato firmado entre Adif y las empresas mantenedoras.

El mantenimiento de la red de alta velocidad se encuentra organizado en: mantenimiento preventivo, correctivo y acciones de mejora.

Para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo, la empresa adjudicataria elabora una propuesta de "Programa de Mantenimiento Anual", que será revisada y aprobada por el responsable designado por la Subdirección de Mantenimiento. A partir del "Programa de Mantenimiento Anual", la empresa adjudicataria elaborará una "Propuesta de Mantenimiento Mensual", para cada una de las bases de mantenimiento, que será aprobada también por el responsable designado por la Subdirección de Mantenimiento. La programación mensual aprobada, junto con el estado de los trabajos programados pendientes de semanas anteriores, son la base para realizar la "petición de trabajos semanales" de mantenimiento.

En las reuniones periódicas, como mínimo mensuales, entre el representante designado por la Subdirección de Mantenimiento y la empresa adjudicataria de dicho mantenimiento se analiza el cumplimiento de la programación mensual acumulada, estableciendo y adoptando, en caso de ser necesaria, la aportación de medios adicionales para alcanzar los objetivos marcados en la programación anual de mantenimiento.

Todas las actividades que afectan al mantenimiento correctivo y preventivo se regulan mediante los siguientes documentos: Pliego de condiciones administrativas y particulares, Pliego de condiciones generales, Pliego de condiciones técnicas y Contrato firmado por ambas partes.

Paralelamente se realiza de forma periódica el seguimiento de la actividad, mediante el análisis de los datos de indicadores contenidos en el Cuadro de Mando, de la Dirección Adjunta de Mantenimiento y Explotación de Alta Velocidad.

Instrucción Técnica: ADIF-IT-301-001-VÍA-10-SC. Tratamiento de la información de auscultaciones de vía en alta velocidad

Este documento describe el proceso de seguimiento desde que se planifica la auscultación de vía del ámbito de un trayecto, jefatura o dirección, hasta que se realizan las correcciones correspondientes dentro del marco de mantenimiento preventivo según estado. También describe los sistemas de auscultación geométrica, dinámica y ultrasónica de la vía.

Tiene como objeto analizar y clasificar los defectos encontrados según diferentes niveles de gravedad después de estudiar los valores de los distintos parámetros registrados en las auscultaciones de vía de cada uno de los trayectos de la red de alta velocidad.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

Para cada uno de estos sistemas de auscultación se establecen unos umbrales que determinan que las acciones preventivas puedan ser de vigilancia o resolución programada o correctiva, a corto plazo o bien han de llevarse a cabo con carácter urgente.

Este procedimiento es extensivo a toda la red de alta velocidad. La Subdirección de Mantenimiento es la responsable de promover y dirigir los contratos de las auscultaciones ultrasónicas de vía, así como de realizar las actuaciones derivadas de estas auscultaciones.

Se realizarán auscultaciones geométricas de vía, para ello se utilizarán equipos específicos embarcados en un autopropulsado (Séneca). El documento incluye un cuadro detallando los parámetros geométricos que deberán medirse y sus rangos.

Se realizarán auscultaciones dinámicas de la vía, definiendo en el documento las aceleraciones a medir y su localización, incluyendo un cuadro con los umbrales de los valores de los parámetros medidos. Estas mediciones también se realizan con el tren Séneca.

El documento también describe la auscultación dinámica con "maleta de confort".

Por último hace referencia a la auscultación ultrasónica de carriles, y de forma literal dice:

"Adif realiza auscultaciones periódicas por ultrasonidos del estado interno de los carriles. La operación consta de las siguientes fases:

- 1. Localización, mediante ultrasonidos, de los defectos internos existentes en los carriles, en tiempo real, a bordo de una máquina preparada al efecto.*
- 2. Evaluación del riesgo potencial, inmediatamente a la captación para prevenir afecciones a la seguridad de la circulación.*
- 3. Recomendación de las acciones a realizar en función de la magnitud medida.*
- 4. Reconfirmación sistemática por medios manuales de los defectos detectados. Se realiza con un equipo portátil y requiere una ubicación y marcaje previos del punto defectuoso detectado mediante la auscultación principal del vehículo."*

Descripción de las bases de mantenimiento de la línea 010 y Pliego de Condiciones Técnicas para el mantenimiento

El mantenimiento de la línea 010 Madrid-Sevilla se encuentra distribuido en tres bases de mantenimiento a lo largo de la línea, a cada una de las cuales le corresponde la conservación de un determinado tramo.

Las bases de la línea 010 son las siguientes:

- Mora (Toledo), en el p.k. 88, se ocupa del mantenimiento desde las toperas de Madrid Atocha hasta el lado norte de la estación de Ciudad Real. Una longitud total de 192 km.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

- Calatrava (Ciudad Real), en el p.k. 196, comprende el mantenimiento desde el lado norte de la estación de Ciudad Real hasta el lado norte del PB de Adamuz. Una longitud total de 147 km. A la base de Calatrava corresponde el mantenimiento del PBA de Brazatortas donde ocurrió el suceso que se investiga en este informe.
- Hornachuelos (Córdoba), en el p.k. 388, se ocupa del mantenimiento desde el lado norte de Adamuz hasta Sevilla, con una longitud de 154 km.

La dirección de cada base está encomendada al jefe de base. En cada una de las bases se destinan cinco personas de la empresa adjudicataria, con la cualificación, experiencia y medios necesarios para realizar las tareas encomendadas en el contrato.

Pliego de Condiciones Técnicas para el Mantenimiento de Infraestructura, Vía y Aparatos de Vía. Línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla. Ámbito: Bases de Mora y Calatrava.

El objeto de este pliego es recoger las condiciones técnicas, funcionales y operativas, así como los procedimientos básicos que han de regir el mantenimiento y conservación de la infraestructura (plataforma), vía y aparatos de vía de la LAV Madrid-Sevilla en el ámbito cubierto por las bases de Mora y Calatrava.

Las actividades contempladas en este pliego están orientadas tanto a garantizar la seguridad de las circulaciones y fiabilidad de los elementos componentes del subsistema como a alcanzar el máximo grado posible de confortabilidad de los viajeros.

En este pliego se pone de manifiesto que se llevarán a cabo las actividades necesarias para, entre otros conservar la calidad de la geometría y estado de los aparatos de vía.

El ámbito geográfico y funcional de la base de Calatrava, situada en el p.k. 196, incluye el PBA de Brazatortas.

En los procesos de inspección y auscultación, el Pliego considera "la conservación de la geometría de la vía *según estado*, siendo los umbrales de vigilancia e intervención tan exigentes como requiere una línea de alta velocidad, basándose tanto en estándares internacionales de referencia como en aquellos desarrollados durante la experiencia de la explotación de las líneas de alta velocidad de Adif. La base de este sistema de mantenimiento consiste en una vigilancia intensiva continua de los elementos constitutivos y de la geometría de la vía."

Se realizarán los siguientes procesos de trabajo:

- Auscultación geométrica,
- Auscultación dinámica,
- Auscultación mediante "maleta de confort",

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

- Auscultación ultrasónica de carriles,
- Evaluación de tensiones de carril in situ, recorrido en cabina,
- Inspección in situ, en plena vía y en puntos singulares, acompañada de instrumentos portátiles de medición y control,
- Inspección videográfica y/o visuales automáticas sobre vehículos,
- **Inspecciones generales y especializadas sobre aparatos de vía.**

Todos los procesos reseñados podrán contar durante el período de vigencia del contrato con una instrucción técnica elaborada por Adif.

En el apartado referente a los procesos y sistemas de auscultación de la vía se destaca que, en cuanto a la auscultación geométrica y dinámica, se detallan los parámetros a evaluar y sus tolerancias, pero en lo referente a la auscultación ultrasónica de carriles solo se indica que se realizarán mediciones periódicas por ultrasonidos, preferentemente sobre vehículo y con comprobación de equipos de tipo manual.

En cuanto a los recorridos en cabina, se hace referencia a que se harán mensualmente o cuando el jefe de base o de área lo considere necesario.

De los recorridos a pie, se indica que se harán al menos una vez al año por personal especializado. Se realizará una inspección a pie de la superestructura de la vía, revisando todos aquellos aspectos que pudieran tener influencia en el normal desarrollo de la explotación.

En otro apartado del pliego se hace referencia a una "inspección especializada de aparatos de vía", en la que se describe la complejidad de dichos elementos, en cuanto a sus materiales, funcionamiento, respuesta al paso de los vehículos, constitución de partes fijas y móviles, etc. Indica que ciertas cuestiones que pueden afectar al funcionamiento y seguridad de los aparatos pueden ser detectadas mediante los sistemas de auscultación ya expuestos, pero las "inspecciones especializadas" aportan aspectos fundamentales y más precisos sobre el conocimiento de su estado y comportamiento.

En el apartado anterior, dentro de la inspección especializada de aparatos de vía, se hace referencia a los desvíos de alta velocidad, diciendo que "*se consideran como tales los situados en las vías generales. En ellos la velocidad por vía directa puede llegar a 350 km/h (si sus características y el trazado lo permiten) y por desviada 220, 160, 100 y 80 km/h según su geometría. **Requieren, por las solicitudes que reciben, un mantenimiento muy especializado y de gran calidad.***"

En el pliego se determina que las inspecciones se llevarán a cabo al menos seis veces al año en los desvíos de alta velocidad.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

Consideraciones

De todo lo expuesto puede destacarse que:

-Las auscultaciones por ultrasonidos no vienen prescritas para desvíos en los procedimientos correspondientes (SGSC-PO-24.00.02 y Adif-IT-301-VIA-10-SC) ni en el Pliego de condiciones técnicas para el mantenimiento de infraestructura, vía y aparatos de vía en la línea. La no prescripción puede ser una explicación de la no ejecución de actuaciones por parte de los ejecutores de procedimientos de mantenimiento (especialmente contratistas), pero no de la organización y responsables de mantenimiento.

-En el Procedimiento SGC-PO-24.00.01, en lo referente a control de trabajos en vía se indica que los sondeos se realizarán con "la periodicidad que establezca el jefe de base", por lo que no parece que intervengan en la decisión los responsables técnicos y de gestión de alta velocidad. Por otro lado, en lo referente a actuaciones de trabajos en aparatos de vía, el documento establece recomendaciones y no mínimos de periodicidad.

Por todo ello, debería considerarse que los procedimientos en lo referente a auscultaciones, inspecciones y otras actuaciones, no recomienden sino que establezcan requisitos e intervalos de actuación en mantenimiento preventivo, incluyendo éstos en los pliegos para la contratación del mantenimiento.

Más concretamente, se debería considerar la revisión de los procedimientos, instrucciones técnicas, pliegos de mantenimiento y contratos para la regulación de las auscultaciones ultrasónicas de desvíos y las frecuencias de los controles e inspecciones, pudiéndose para ello considerar la antigüedad y estado de los elementos de vía. Podría ser útil conocer la experiencia de otros países al respecto.

3.2.1.6. Aplicación del SGS a este suceso

Consideradas las acciones de mantenimiento llevadas a cabo por la base de mantenimiento de Calatrava, base de la que depende el PBA de Brazatortas, se determina que se ha cumplido lo dispuesto en los procedimientos operativos, las instrucciones técnicas y el pliego de condiciones técnicas para el mantenimiento de infraestructuras, aplicable a la base de Calatrava.

Se realizaron las auscultaciones tanto geométricas como dinámicas conforme a los procedimientos, habiéndose realizado por el tren Seneca las últimas auscultaciones (geométrica y dinámica) el día 8 de mayo de 2017, cuatro días antes del suceso y sin detectar anomalías importantes, sólo defectos superficiales.

El tren auscultador ultrasónico ZPS realizó la auscultación de la vía 1 en el trayecto Córdoba Calatrava el día 4 de septiembre de 2015.

Se realizaron las inspecciones de desvíos prescritas, habiéndose realizado la última al desvío 514 el día 22 de febrero de 2017, sin detectar defectos relevantes, que pudieran haber tenido relación con la rotura que se produjo en dicho desvío.



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

Se realizaron inspecciones a pie (seis veces al año), siendo las últimas de noviembre de 2016 y febrero de 2017. Haciendo referencia en dichas inspecciones a la detección de defectos superficiales.

En cuanto a las inspecciones en cabina, también se cumplió el mantenimiento, siendo la última del día 10 de mayo de 2017.

Consideraciones:

Durante el proceso de investigación de este suceso y mediante la revisión de documentación solicitada (procedimientos, instrucciones, pliegos de condiciones técnicas, etc.), la celebración de reuniones y conversaciones mantenidas con personal de Adif, con el laboratorio metalográfico, con la empresa de tecnología en auscultación por ultrasonidos, etc.; se ha podido determinar lo siguiente:

Los aparatos de vía con elementos complejos (puntas de corazón móviles), tanto por su composición como por su función en la vía y por los esfuerzos a los que se ven expuestos durante su vida en servicio.

Los desvíos colocados en la línea 010 en el año 1989 eran de tecnología novedosa, sin referencias en el mundo ferroviario, es decir elementos nuevos que, en principio no se podía saber, a priori, cómo iban a evolucionar una vez puestos en servicio. No se disponía de planes de mantenimiento específicos para dichos elementos suministrados por el fabricante.

En los documentos que hacen referencia al mantenimiento de las líneas de alta velocidad y concretando en el mantenimiento de los aparatos de vía, se puede considerar que en dichos documentos se aprecia una clara insuficiencia a la hora de tratar el mantenimiento de dichos elementos.

Se fundamenta el mantenimiento de los aparatos de vía en las inspecciones a pie y en las específicas de desvíos se miden principalmente parámetros geométricos y se comprueba el estado superficial de los carriles y demás elementos que componen los desvíos. La otra parte del mantenimiento descansa en la auscultación tanto geométrica como dinámica realizada por el tren auscultador. Por último, la auscultación ultrasónica se realiza con equipos embarcados en un tren auscultador, pero esta auscultación ultrasónica sólo se realiza en los carriles de la vía y no en los aparatos de vía, ya que los datos que se obtienen con dichos equipos no son fiables.

En los documentos examinados no se hace referencia en ningún momento al uso de algún método más específico para poder conocer el estado interno de los carriles de los desvíos, como los equipos manuales de ultrasonidos de tecnología "phased array".

El pliego de condiciones técnicas de mantenimiento de aplicación en la base de mantenimiento de la que depende el desvío 514, se refiere a inspecciones generales y específicas de aparatos de vía, incluso cita la importancia de los mismos, dadas las especiales condiciones de uso. Hace referencia a las velocidades de paso por vía directa y desviada y de forma explícita el documento dice **"requieren por las solicitudes que reciben, un mantenimiento muy especializado y de gran calidad"**.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

El último párrafo describe una situación bien entendida, pero luego el documento no parece suficiente para conseguir lo dicho anteriormente.

Se puede concluir que el mantenimiento llevado a cabo por Adif desde que se inició la explotación de la línea no ha sido eficaz en cuanto a los aparatos de vía se refiere y sobre todo en cuanto a la necesidad de conocer en todo momento el estado interno de los elementos que componen los desvíos.

Hay que insistir además, que la zona en la que se inicia la rotura de la punta del corazón móvil se localiza en el patín del carril, zona ésta del carril que es de muy difícil control incluso con la auscultación ultrasónica manual phased array.

3.2.2. Requisitos del personal

El maquinista del tren 0043 posee el título B de conducción y está habilitado conforme a la Orden FOM/2520/2006, de 27 de julio. (Título V – Personal de conducción - en vigor hasta el 11 de enero de 2019, en virtud de la disposición transitoria octava de la Orden FOM/2872/2010, de 5 de noviembre, modificada por la Orden FOM/679/2015, de 9 de abril de 2015).

Tiene una antigüedad como maquinista desde el 2/01/2007.

Posee habilitación de la línea 010 desde Córdoba a Madrid Puerta de Atocha desde el 21/04/2006 y del vehículo desde el 04/12/2012.

Realizó su último reciclaje formativo el 11.06.2014 y su último reconocimiento médico y psicotécnico el 05.05.2016, conforme a la normativa vigente.

La responsable de circulación del puesto de mando dispone de habilitación como responsable de circulación conforme a la Orden FOM/2872/2010, de 5 de noviembre. Realizó su último reciclaje formativo y último reconocimiento médico y psicotécnico el 05.04.2017, conforme a la normativa vigente.

3.3. NORMATIVA

3.3.1. Legislación nacional

Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario.

Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

Real Decreto 810/2007, de 22 de junio, por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad en la circulación de la Red Ferroviaria de Interés General.

Real Decreto 623/2014, de 18 de julio, por el que se regula la investigación de accidentes e incidentes ferroviarios y la Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios.

Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviario (RCF).

Orden FOM/233/2006, de 31 de enero, por la que se determina el régimen de homologaciones de los centros de material rodante y sus condiciones de funcionamiento.

Título V de la Orden FOM/2520/2006, de 27 de julio, por la que se determinan las condiciones para la obtención de títulos y habilitaciones que permiten el ejercicio de las funciones del personal ferroviario relacionadas con la seguridad, así como el régimen de los centros de formación de dicho personal y de los de valoración de su aptitud psicofísica.

Orden FOM/2872/2010, de 5 de noviembre, por la que se determinan las condiciones para la obtención de títulos y habilitaciones que permiten el ejercicio de las funciones del personal ferroviario relacionadas con la seguridad, así como el régimen de los centros de formación de dicho personal y de los de valoración de su aptitud psicofísica.

Orden FOM/679/2015, de 9 de abril, por la que se modifica la Orden FOM/2872/2010, de 5 de noviembre, por la que se determinan las condiciones para la obtención de los títulos habilitantes que permiten el ejercicio de las funciones del personal ferroviario relacionadas con la seguridad en la circulación, así como el régimen de los centros homologados de formación y de los de reconocimiento médico de dicho personal.

3.3.2. Otras normas

Procedimiento para la investigación técnica de accidentes e incidentes ferroviarios de la Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios (junio de 2015).

3.4. FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE FERROVIARIO E INSTALACIONES TÉCNICAS

3.4.1. Material rodante

Los equipos de seguridad del tren 0043 (freno, LZB, etc.) funcionaron correctamente.

Registrador de seguridad

Del análisis del registrador de seguridad TELOC 2500 embarcado en la cabeza tractora de la rama 112.001 que circulaba en cabeza se observa que en el momento del suceso circulaba al amparo del LZB.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

- A las 10:23:50 horas se estima el paso por la aguja 514 del PBA de Brazatortas, circulando a una velocidad de 268 km/h.
- A las 10:23:57 horas se registra el disparo de alarmas en el DMI embarcado en la cabeza de la tractora que circulaba en cabeza, activándose el freno de emergencia general del tren de forma automática, cuando éste circulaba a 267 km/h y habiendo transcurrido 7 segundos y recorridos 774 metros desde el paso por la aguja 514 donde se había producido el descarrilamiento.
- A las 10:25:02 horas el tren 0043 queda detenido en la vía, habiendo transcurrido 1 minuto y 5 segundos desde la aplicación del freno de emergencia y habiendo recorrido 2.815 metros desde ese momento hasta su detención.
- El tren 0043 recorrió descarrilado un total de 3.489 metros en 1 minuto y 12 segundos desde el punto de descarrilamiento hasta el lugar de su detención.
- El tren 0043 circulaba a una velocidad de 268 km/h, inferior en todo momento a los 270 km/h que estaban fijados como velocidad máxima en dicho tramo.



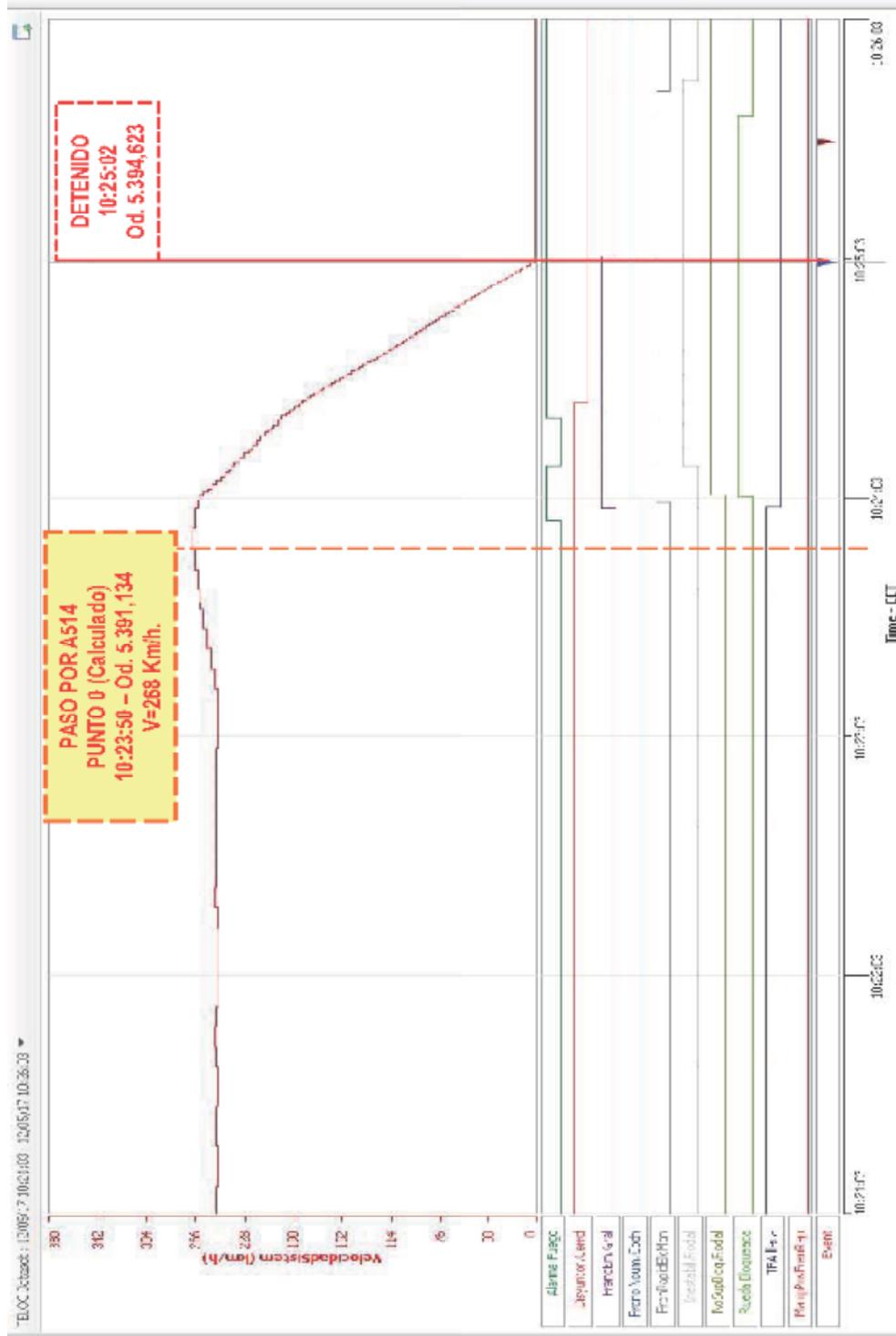
MINISTERIO DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF



Pantallazo del registrador del tren 0043. Se aprecia el paso por el punto "0" y detención.



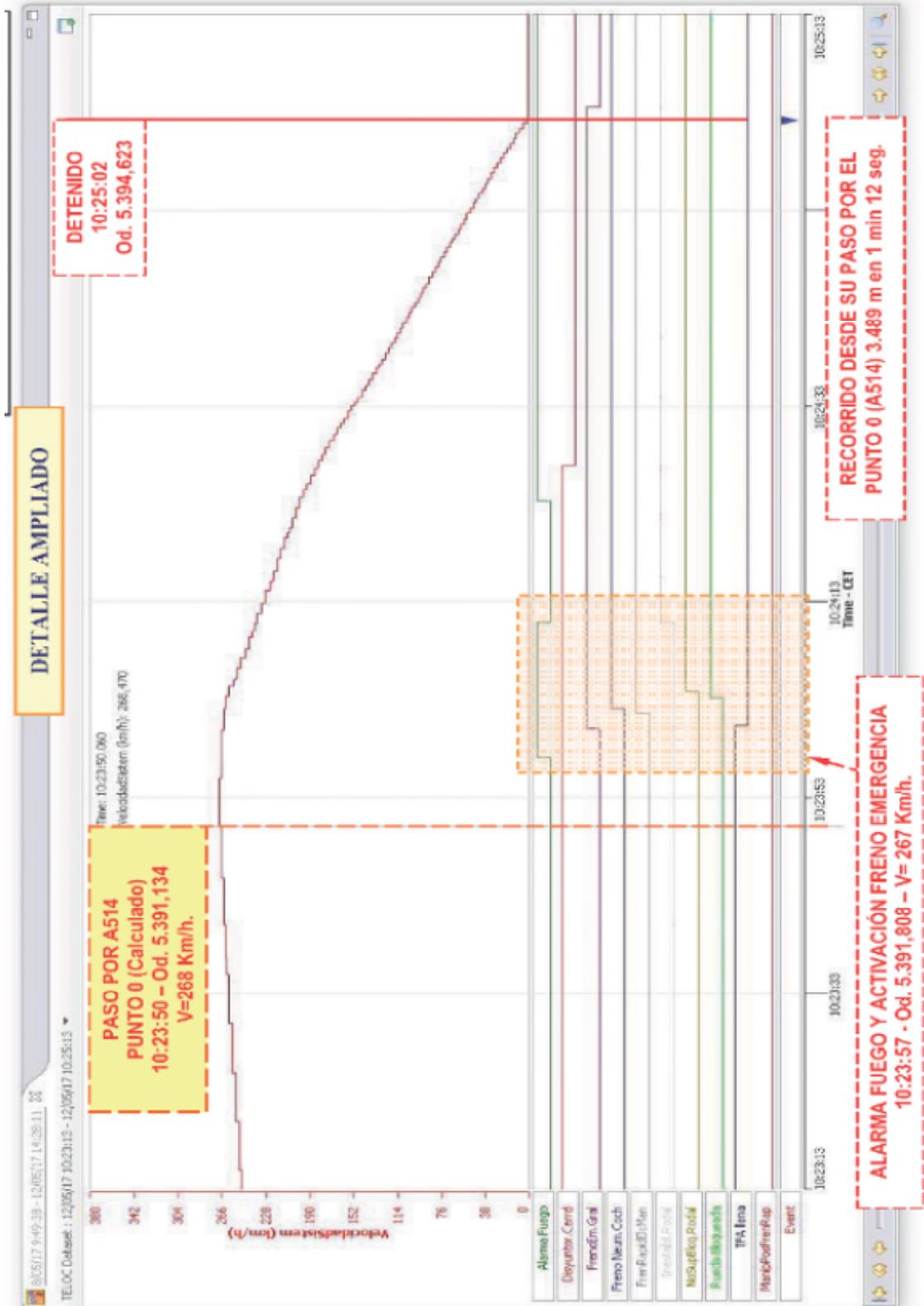
MINISTERIO DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF



Detalle de la activación de las alarmas que se produjeron en el momento del descarrilamiento.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

Mantenimiento y parámetros de rodadura

Los autopropulsados 112.001 y 112.028 que conformaban las dos ramas del tren 0043 habían cumplido las revisiones establecidas en el plan de mantenimiento del material Talgo serie 112 código PM.1121.10, EDICIÓN 1 de 26.03.2010 y REVISIÓN 4 de 14.11.2016, habiendo pasado sus últimas revisiones en el taller mantenedor consistentes en intervenciones "IS" con fechas de 11.05.2017 y de 09.05.2017 de los autopropulsados 112.001 y 112.028 respectivamente.

No se realizaron medidas de los parámetros de rodadura del tren el día del descarrilamiento, pero se dispone de mediciones de dichos parámetros de la rama 112.001 del día 10.05.2017 y de la rama 112.028 del día 11.05.2017, estando los valores de dichos parámetros dentro de tolerancia.

3.4.2. Instalaciones técnicas e infraestructuras

Análisis de la moviola del CTC del puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha

No aporta ningún dato significativo para la investigación del accidente.



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF



Superficie de fractura original del corazón de punta móvil: el cambio de color debido al óxido diferencia la fisura previa de la rotura asociada al descarrilamiento.



Daños en la superficie de rodadura, ya con depósitos de óxido, en el punto de rotura de la punta móvil del corazón.

Se aprecian depósitos de óxido en la superficie de rodadura en el punto de rotura de la punta móvil del corazón. Fuente Adif



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF



Detalle del punto donde se inicia la rotura de la punta del corazón móvil. Fuente Adif



Plano transversal de rotura de la aguja. Se aprecia el cambio de coloración del acero. Fuente Adif



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

Datos de la infraestructura

Datos técnicos:

El desvío 514 situado en la vía 1, lado Sevilla Santa Justa, donde se produjo el descarrilamiento del tren 0043, es un desvío de tipo alta velocidad designado como DSIH-AV-60-10000/4000-0.0267-CCM, es decir es un desvío sencillo, de ancho estándar (1.435 mm), montado sobre traviesas de hormigón, diseñado para alta velocidad con carril de 60 kg/m (carril UIC 60).

Las agujas del cambio son accionadas directamente por ocho motores y la punta móvil del corazón por tres motores, correspondiendo a cada motor un cerrojo de enclavamiento.

Con respecto a los valores de los parámetros de vía tras el accidente, no se realizó la medición de dichos parámetros en la zona anterior y posterior al punto "0" del descarrilamiento.

Se debe considerar que estos desvíos fueron fabricados en 1989 por BWG (Alemania), y llevaban en explotación 25 años desde su puesta en servicio hasta la fecha del accidente, no existiendo ningún criterio técnico que determinara un posible ciclo de vida útil de los elementos de los aparatos de vía dispuestos en la línea 010.

Consideraciones sobre los desvíos de la línea 010 que han sufrido roturas similares:

Se considera importante hacer mención a la rotura de la punta móvil del corazón del cruzamiento 501 ubicado en la vía 2 lado Madrid, también en el PBA de Brazatortas, ocurrido el 29 de diciembre de 2016 (seis meses antes de la rotura que se investiga en el presente informe). En el laboratorio se llegó a la conclusión de que la rotura ocurrida tiene el mismo origen que la del desvío 514. También su localización es similar al desvío referido, es decir, a la altura de la placa del segundo motor de la punta móvil.

También se debe considerar los defectos observados en los desvíos 813 y 802 de la estación de Guadajoz en la línea 010. En el desvío 813 se detectaron en el laboratorio defectos en la zona inferior del alma y patín que habían dado lugar a fisuras del mismo tipo de las que produjeron las roturas en los otros desvíos. En el desvío 802 también se detectaron defectos en la zona inferior del alma y patín compatibles con una futura rotura de la aguja.

Informe del Laboratorio del desvío 514

En el Centro de Tecnología de Vía Laboratorio metalográfico de Valladolid (CTV) se realizaron ensayos a las muestras procedentes de la rotura de la punta móvil del corazón del cruzamiento del desvío 514 de Brazatortas.

Se llevó a cabo por este laboratorio ensayos consistentes en inspección visual, ultrasonidos, dureza, macrografía, micrografía y análisis químico.



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

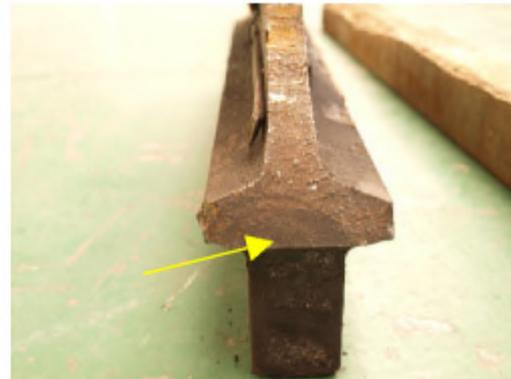
Informe final de la CIAF



Reconstrucción de los trozos del corazón móvil en el laboratorio.

De la inspección visual se destaca:

- que la rotura está producida por una fisura transversal progresiva iniciada y desarrollada a partir de un defecto situado en la zona inferior del patín.



Detalle de la zona del patín donde se iniciaron los procesos de fatiga en las microfisuras existentes que originaron la rotura de la punta móvil del corazón del desvío 514.

De los ensayos de ultrasonidos se destaca:

- que no hay indicaciones en las zonas examinadas.

De los ensayos de macrografía se destaca:

- que hay una zona oscura de 85 mm de longitud desde la cabeza que corresponde al tratamiento térmico realizado (zona de perlitizado fino). No se han detectado defectos apreciables de segregación, porosidad, rechupe u otro tipo de estructuras que hubieran podido dar lugar al deterioro anticipado del carril.

De los ensayos de dureza se destaca:

- que los datos obtenidos están de acuerdo con un carril endurecido mediante tratamiento térmico en parte de la cabeza y en la parte superior del alma.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

- Se observa una disminución de la dureza en la parte interior de la cabeza, zona donde la temperatura alcanzada en el tratamiento térmico ha sido menor.
- En la zona del patín se observa una dureza inferior en 17 unidades a la exigida por la norma (243 en vez de 260) que corresponde con un acero R 260.



Probeta extraída del patín de la punta móvil del corazón sometida al ensayo de dureza

De las conversaciones mantenidas con el laboratorio se puede determinar que esta falta de dureza influye en un desgaste más acelerado, sobre todo en la zona de la cabeza, pero no en las capacidades mecánicas de la pieza para resistir las tensiones debidas a las sollicitaciones que debe soportar el carril al paso de las circulaciones.

De los ensayos de micrografía se destaca:

- No se observan en ninguna de las muestras analizadas signos de estructuras reticulares u otro tipo de efecto que pudiera fragilizar el carril.

Del análisis químico, se destaca:

- Que, salvo pequeñas variaciones, los resultados son acordes con los que se esperan de un acero R 260 con tratamiento térmico.

Conclusión del laboratorio:

“En los ensayos de laboratorio realizados no se han apreciado defectos significativos que den lugar a la rotura prematura del carril.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

El acero base en la zona del patín presenta una dureza inferior a la de un acero R 260.

Todo parece indicar que la rotura se debe a la aparición de microfisuras en la zona inferior del patín (defecto de fabricación), estas pequeñas fisuras van creciendo por fatiga del material hasta que la falta de sección provoca la rotura transversal”.

Extracto de lo más destacable de los informes del CTV de Valladolid (desvíos 501, 813 y 802)

El laboratorio CTV realizó informe de la rotura de la punta móvil del corazón del cruzamiento 501 ubicada en la vía 2 del PBA de Brazatortas, y que tuvo lugar (la rotura) el 29 de diciembre de 2016.

De la inspección visual se observa una fisura vertical transversal progresiva desarrollada a partir de un defecto en la zona inferior del patín. La rotura se encuentra situada a la altura de la placa del segundo motor, el mismo lugar de la rotura de la aguja del desvío 514.

De los ensayos macrográficos, micrográficos y de dureza, se desprenden que la calidad del acero es acorde con un acero de carril endurecido mediante tratamiento térmico, sin observarse defectos apreciables de segregación, porosidad, rehecho u otro tipo de estructuras que pudieran dar lugar al deterioro anticipado del carril. En la conclusión del informe se sugiere que el defecto que dio origen a la rotura surge por microfisura interna (por defecto de fabricación) que progresa por mecanismos de fatiga.

Se puede apreciar que el informe del desvío 501 es prácticamente igual (en cuanto a las causas) al del desvío 514 que nos ocupa en este informe.

Es interesante, también, destacar que el laboratorio CTV de Valladolid analizó en fechas posteriores a la rotura del 514 dos desvíos (813 y 802) instalados en la estación de Guadajoz (línea 010).

En el informe de laboratorio del desvío 813, se aprecia que los carriles presentaban fuertes defectos superficiales detectables a simple vista en la parte superior de la cabeza y a la mitad del alma, también se concluye que hay defectos en la zona del patín como los que han dado lugar a la rotura de la aguja (fisura). En la misma conclusión del informe del laboratorio se remarca que estos defectos son muy difíciles de localizar con la técnica actual de auscultación por ultrasonidos.

De forma análoga, en el informe de laboratorio del desvío 802, en las conclusiones también se detectan defectos en la zona del patín y se remarca la dificultad de su localización.

Consideraciones

De lo aportado en el informe del laboratorio del desvío 514, del análisis de los informes de laboratorio de los desvíos 501, 813 y 802 y de las conversaciones mantenidas con responsables del mismo, se puede puntualizar varios aspectos:

- o La falta de dureza detectada en el carril (17 unidades menos de las requeridas por un acero R 260) afecta a un desgaste más acelerado sobre todo en la parte de la cabeza del carril

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

donde se produce el contacto llanta/carril, por lo que no influiría en una posible falta de resistencia del acero que afectara a la capacidad mecánica del mismo para soportar las tensiones producidas por las sollicitaciones a las que se ve expuesta la estructura al paso de las circulaciones.

- De los ensayos de micrografía, macrografía y análisis químicos se puede considerar que el acero cumplía con lo esperado para un acero de esas características en todos los casos.
- Los ensayos de ultrasonidos, realizados con equipos manuales, no obtuvieron ninguna indicación. Ahondando en este procedimiento (auscultación por ultrasonidos) se puede inferir que descubrir defectos en el estado interno de los carriles en la zona del patín supone una gran dificultad para los equipos actuales. En el caso de que el acero esté tratado al manganeso la auscultación con dichos sistemas es totalmente improductiva.
- En la conclusión se indica que la rotura se inicia en unas microfisuras en la zona inferior del patín, por defecto de fabricación. Se debe hacer constar que este tipo de microfisuras son prácticamente inherentes al proceso de laminación del carril, por lo que hubiera sido muy difícil detectarlas al principio de su vida útil.
- Todo esto lleva a suponer que la zona en la que se inician las fisuras que van progresando por mecanismos de fatiga a lo largo del tiempo, es una zona de acumulación de tensiones provocadas por la manera de distribuirse dichas tensiones en la estructura (carril, aguja, traviesa, sujeción, capas de asiento, tirantes, motores del movimiento de la punta, etc.).

Roturas en aparatos de vía en la línea 010

De los datos aportados por la Subdirección de Operaciones de Alta Velocidad se han agrupado los datos de roturas en aparatos de vía ocurridos en la línea 010 Madrid Puerta de Atocha- Sevilla Santa Justa ocurridos desde el año 1992 hasta el año 2017. Los datos que aparecen en la tabla siguiente corresponden a roturas de elementos de los desvíos, principalmente centrándose en roturas de corazón y elementos cercanos, de forma que tengan una correlación con la rotura que se estudia en este informe. Se han relacionado por orden cronológico desde el más antiguo al más moderno.

De los datos referentes a las roturas de corazones incluidos en la tabla anterior hay que comentar que en algunos de ellos la rotura se produjo en las patas de liebre y que de las once roturas de corazones, ocho son puntas móviles como las del accidente que se investiga.

De los datos anteriores se puede inferir que desde su puesta en servicio hasta el año 2013 los datos de rotura en aparatos de vía son poco significativos. A partir del año 2013 empieza a haber roturas todos los años llegando al año 2017 donde se produce la rotura del presente informe.



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

RELACIÓN DE ROTURAS EN APARATOS DE VÍA EN LA LÍNEA 010 DESDE SU PUESTA EN SERVICIO HASTA EL AÑO 2017 POR AÑO Y TIPO

Año	Nº de roturas/año	Descripción
<2000	1	CORAZÓN
2004	1	AGUJA RECTA
2009	1	CORAZÓN
2013	2	CORAZÓN
2014	2	CORAZÓN
2015	3	CORAZÓN (2) Y AGUJA/CONTRAGUJA (1)
2016	2	CORAZÓN
2017	3	CORAZÓN (1), AGUJA RECTA (1) Y AGUJA/CONTRAGUJA (1)

En el año 2013 los aparatos de vía llevaban en servicio 25 años, parece entonces significativo que a partir de ese momento se incremente ese tipo de sucesos. Hay que considerar que no se han realizado estudios técnicos/científicos con objeto de conocer el comportamiento de los elementos de estos aparatos de vía sometidos al tráfico diario y conocer sus estados tensionales, que pudieran llegar a detectar zonas de acumulación de tensiones que ocasionaran el inicio de fisuras nuevas o bien de fisuras por defecto de fabricación y que, progresando por mecanismos de fatiga, ocasionasen la rotura de alguno de los elementos del aparato de vía. Más aún cuando los aparatos colocados en la línea 010 correspondían a una tecnología novedosa y no existían elementos de comparación a los que atenerse.

Se destaca que, tras el accidente en el corazón del cruce 514 del PBA de Brazatortas, se realizaron campañas de inspección mediante equipos manuales de auscultación ultrasónica con tecnología *phased array*. De la primera campaña de reconocimientos realizada entre los días 23.05.2017 y 22.09.2017 se detectaron daños en corazones y agujas que obligaron a implantar velocidades temporales de velocidad máxima en las estaciones de Mora, Urda, Malagón, Ciudad Real, Calatrava, Venta La Inés, Villanueva, Hornachuelos y Guadajoz. Esta información ahonda más en el peligro latente de los aparatos de vía dispuestos en la línea 010.



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

Hipótesis más probable de la rotura de la punta del corazón móvil del desvío 514

El descarrilamiento del tren 0043 ocurrido en el cruzamiento del desvío 514, p.k. 225+965, fue como consecuencia de la rotura de la punta del corazón móvil del cruzamiento, carril izquierdo de la vía I (según el sentido de circulación del tren 0043).

Como hipótesis se puede considerar que al paso del tren 0043 se produce la rotura de la aguja del cruzamiento fragmentándose en varios trozos. Al paso del rodal número 8 (posición número 12 contando la cabeza tractora) se produce el descarrilamiento del rodal de forma que la rueda izquierda queda dentro de la caja de la vía y el freno de disco de dicha rueda por el lado exterior, quedando el carril izquierdo alojado entre los dos de manera que actúa como guía del vehículo impidiendo que éste se cruzara, y permitiendo que circulara de esta forma hasta el lugar de la detención (3,5 km). La rueda derecha del octavo rodal circuló por el lado exterior de la caja de la vía.

La rotura de la punta del corazón móvil se produjo por un plano transversal iniciado en la zona inferior del patín por microfisuras internas (originadas en los procesos de fabricación), las cuales fueron progresando por mecanismos de fatiga al paso de las circulaciones.

De todo lo visto hasta el momento cabe destacar los siguientes aspectos:

- La antigüedad de los carriles (25 años)
- Que las microfisuras internas en los procesos de fabricación son inherentes a ellos (los carriles) y de muy difícil detección.
- Que en las labores de mantenimiento los equipos de ultrasonidos embarcados para la auscultación de la vía no son válidos sobre los aparatos de vía
- Que no se realizaban auscultaciones de forma manual de los diferentes elementos de los aparatos de vía
- Que la detección en la parte del patín resulta altamente complicada con los sistemas de ultrasonidos manuales (aun siendo la mejor opción para detectar los defectos en el estado interno de los carriles)
- Que nunca se estudió la evolución del estado de los aparatos de vía, colocados a finales de los años 80 y teniendo en cuenta que se trataba de una tecnología nueva sin experiencia contrastada, de forma que se obtuvieran los estados tensionales de los diferentes elementos con la finalidad de detectar puntos de acumulaciones de tensiones que pudieran ocasionar zonas de fisuración o progreso de fisuras internas que produjeran la rotura de alguno de los elementos del aparato, al estar sometidos éstos a las cargas de trabajo ocasionadas por las circulaciones y los elementos móviles del sistema.

Así pues y en base a lo investigado, se puede llegar a suponer como hipótesis probable que la rotura iniciada en el patín a la altura de la placa del segundo motor progresa por mecanismos de fatiga,

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

produciendo una fractura transversal del carril, debida a la acumulación de tensiones en la zona de inicio. Es decir, que debido a la forma de distribuir las tensiones derivadas de las sollicitaciones a las que se ve expuesta la estructura (carril, sujeciones, traviesa, capas de asiento, elementos móviles, etc.) en su conjunto se originan puntos de tensiones que pueden con el tiempo llegar a originar fracturas, si como es el caso en la zona existen microfisuras por defectos de fabricación. Dichas fisuras por defectos de fabricación son consecuencia del proceso de fabricación del carril y de muy difícil detección en origen (incluyendo ultrasonidos manuales).

Todo lo anterior lleva a suponer que dado que estos aparatos de vía eran una nueva tecnología y no se tenían datos de su evolución con el uso en la explotación, se debería haber realizado un seguimiento desde el principio para conocer dicha evolución y conocer su comportamiento. Se debería haber estudiado su comportamiento como estructura, para poder conocer sus debilidades y poder aplicar o en su caso desarrollar los mejores y más eficaces métodos para establecer un mantenimiento como dice literalmente el pliego de condiciones técnicas: "especializado y de gran calidad".

3.4.3. Medidas tomadas por el personal de circulación

Una vez conocido el suceso por el puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha, éste se puso en contacto con el Centro de Gestión de Red H24, con el Centro de Protección y Seguridad (CPS) y con la Gerencia Territorial de Seguridad en la Circulación Sur de Adif; con la Delegación Territorial de la Seguridad de Renfe Viajeros, con la Dirección de Seguridad en la circulación del grupo Renfe, con la Jefatura Técnica de Operaciones de Sevilla (Adif), con los servicios de infraestructura (Adif) y con el jefe de la Base de Mantenimiento de Calatrava de Adif con el fin de iniciar el plan de contingencias.

Se decide suspender la circulación de trenes por la vía 1 (donde se encuentran los desvíos 514 y 502) y establecer circulación por vía única en la vía 2, entre las estaciones de Venta La Inés y Puertollano.

El día 14 de mayo se establece una limitación temporal de velocidad máxima, con cambio significativo de velocidad (LTV-CSV) a 30 km/h entre los pp.kk. 226+000 y 222+550 por la vía 1.

El día 20 de mayo se suprime la LTV-CSV a 30 km/h y se establece una nueva LTV-CSV a 80 km/h entre los pp.kk 224+663 y 222+537 por la vía 1.

El día 24 de mayo se suprime la limitación de velocidad LTV-CSV que estaba establecida a 80 km/h volviendo a las condiciones normales de explotación de la vía.

3.5. INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA DEL PERSONAL IMPLICADO

Jornada laboral del maquinista del tren 0043:

- el día 12 de mayo (día del suceso): jornada laboral 01:07 horas (de conducción efectiva 40 minutos)
- el día 11 de mayo: jornada laboral 07:14 horas (de conducción efectiva 4 horas y 52 minutos)

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

- el día 10 de mayo: jornada laboral 06:56 horas (de conducción efectiva 2 horas y 50 minutos)

Al maquinista del tren 0043, no se le realizaron pruebas de alcoholemia y drogas.

Jornada laboral de la responsable de circulación del puesto de mando:

- el día 12 de mayo (día del suceso): jornada laboral 03:25 horas (hasta el momento del accidente)
- el día 11 de mayo: jornada laboral 08:00 horas
- el día 10 de mayo: jornada laboral 08:00 horas

De las entrevistas realizadas y de la información recabada en la presente investigación no parece haber indicios de que personal implicado presentara problemas de fatiga o de exceso de carga de trabajo en el momento del suceso.

3.6. OTROS SUCESOS ANTERIORES DE CARÁCTER SIMILAR

Como ya se ha comentado en el apartado anterior, con fecha 29 de diciembre de 2016 se detectó la rotura de la punta móvil del corazón del cruzamiento del desvío 501 del Puesto de Bloqueo y Adelantamiento (PBA) de Brazatortas.

El maquinista del tren 11280 notificó al puesto de mando que al paso por el desvío 501 había notado un fuerte golpe, circunstancia que llevó a detectar la rotura del corazón móvil.

El desvío 501 se encuentra ubicado en el p.k. 224+548 de la vía 2 en el PBA de Brazatortas. Es un desvío de las mismas características técnicas que el desvío 514 que nos ocupa en este informe.

La rotura de la punta móvil del corazón se localiza a la altura de la placa del segundo motor, misma localización que la rotura del desvío 514.

La rotura presenta un plano transversal y del informe del laboratorio se desprende que las causas de la rotura son similares a las que se produjeron seis meses después en el cruzamiento del desvío 514.

4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ACONTECIMIENTOS

El día 12 de mayo de 2017 a las 10:23 horas, en el puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas (p.k. 225+430) de la línea de alta velocidad 010 Madrid Puerta de Atocha a Sevilla Santa Justa, el tren de viajeros de larga distancia AVE 0043 de la empresa ferroviaria Renfe Viajeros procedente de Sevilla Santa Justa y destino Barcelona Sants, que circulaba en doble rama, formada por material Talgo de la serie 112 (rama 112.001, que circulaba en cabeza y 112.028 en cola) descarrila al paso por el cruzamiento del desvío 514 del (PBA) de Brazatortas.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

El tren 0043, que había realizado su salida de la estación de Sevilla Santa Justa a las 08:50 horas, venía circulando con normalidad por la vía 1 de la línea 010 cuando a las 10:23:50 horas, a una velocidad de 268 km/h, al pasar por el desvío 514 (p.k. 225+965) del puesto de bloqueo y adelantamiento (PBA) de Brazatortas se produce el descarrilamiento del rodal nº8 (coche nº7 de la rama que circulaba en cabeza) iniciándose el descarrilamiento en la rueda izquierda, del rodal nº8, según el sentido de la marcha, ocasionado por la rotura del corazón de punta móvil del cruzamiento del desvío 514.

A las 10:23:57 horas, siete segundos desde su paso por la aguja 514 y después de recorrer 774 metros, se produce la aplicación automática del freno de emergencia del tren 0043 cuando circulaba a 267 km/h, al indicar el DMI (Driver Machine Interface) de la cabina varios anuncios de averías graves (altura de suspensión anómala, inestabilidad del rodal, rueda bloqueada, etc.).

Simultáneamente desde el puesto de mando de Madrid Puerta de Atocha se observó la pérdida de comprobación del desvío 514 y la ocupación del circuito de vía de la aguja 502.

El tren 0043 continúa circulando descarrilado de manera que el rodal derecho quedó fuera de la caja de la vía y el rodal izquierdo dentro, de forma que el carril izquierdo (según el sentido de circulación el tren) quedó alojado entre el disco de freno y la rueda izquierda. Esta circunstancia hizo que sirviera de guía (el carril) al rodal descarrilado circulando éste descarrilado pero paralelo al carril hasta el momento de la detención del tren 0043, impidiendo que se produjera un desplazamiento transversal de los coches.

El tren 0043 se detuvo a las 10:25:02 horas en el p.k. 222+400 habiendo circulado descarrilado durante 3.489 metros, desde el lugar del descarrilamiento y 2.815 metros desde la aplicación del freno de emergencia. En total el tren 0043 circuló descarrilado durante un minuto y doce segundos.

El maquinista se puso en contacto con el puesto de mando de la Banda de Puertollano Sevilla y el Centro de Gestión solicitando reconocer el tren.

Como consecuencia del accidente no se produjeron víctimas mortales ni heridos.

Se produjeron daños materiales en el tren (en ambas ramas) y en la infraestructura de la vía, en los desvíos 514 y 502, (cruzamiento, agujas, traviesas, bielas de cerrojos, tirantes de comprobación, etc.), y daños en la vía hasta el lugar de la detención produciéndose roturas de carril y daños en traviesas, sujeciones e instalaciones de señalización del LZB en 3.500 metros.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

4.2. DELIBERACIÓN

Los sistemas de seguridad del tren 0043 funcionaron correctamente.

El tren no superaba la velocidad máxima permitida al paso por el desvío 514.

El personal de conducción cumple la normativa vigente en cuanto al título, habilitaciones, reciclaje y reconocimiento médico y psicotécnico.

El maquinista no pudo detectar el descarrilamiento, pero los sistemas de seguridad embarcados detectaron anomalías que hicieron actuar de forma automática el freno de emergencia.

Los valores de los parámetros de rodadura del tren medidos en la IS unos días antes del accidente se encontraban dentro de tolerancia.

El descarrilamiento del tren 0043 se produjo por la rotura de la punta del corazón móvil, a la altura de la placa del segundo motor, del desvío 514 del PBA de Brazatortas situado en la vía 1.

Se constata que descarrila completamente el rodal número 8 que circulaba en la posición 12 de la composición (incluyendo la cabeza tractora). El descarrilamiento se inicia en la rueda izquierda del rodal 8 al pasar por la punta del corazón móvil en el que se ocasiona la rotura.

La rueda izquierda del rodal número 8 queda en el interior de la vía y por el exterior el disco de freno, alojándose entre los dos el carril izquierdo (según el sentido de circulación del tren). Esta circunstancia es la causante de que el coche descarrilado circulase durante 3,5 km guiado por el carril impidiendo que se cruzara y pudiendo haber ocasionado consecuencias mucho más graves de haberse producido dicha circunstancia.

La rotura de la punta del corazón móvil del cruzamiento es ocasionada por una fractura transversal del carril, iniciada en la parte inferior del patín, al progresar por mecanismos de fatiga microfisuras internas ocasionadas por los procesos de fabricación del carril.

Los desvíos instalados en la línea 010 tenían una antigüedad en uso de 25 años en el momento del suceso.

Los planes de mantenimiento se habían cumplido en cuanto a las auscultaciones geométricas, dinámicas e inspecciones realizadas al desvío, según lo dispuesto en los planes de mantenimiento.

También se había realizado el paso con el tren auscultador ultrasónico, pero este sistema no realiza mediciones de los aparatos de vía debido a que los datos obtenidos no son fiables.

El control del estado de los carriles de los aparatos de vía se realiza mediante los controles geométricos, dinámicos y las inspecciones visuales. De esta forma es prácticamente imposible detectar una anomalía en el estado interno del carril y sobre todo en la parte del patín.



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

Los procedimientos e instrucciones hacen mención a la auscultación ultrasónica de la vía, pero no se establece ninguna metodología a aplicar a los aparatos de vía.

Los procedimientos operativos, instrucciones técnicas y pliegos de condiciones técnicas no han sido del todo adecuados para definir un mantenimiento eficaz sobre los aparatos de vía.

Actualmente se emplean métodos modernos de auscultación ultrasónica con equipos manuales conocida como "phased array", siendo los sistemas más eficaces que se conocen actualmente, pero su eficacia disminuye mucho al tratar las zonas del patín, incluso con el carril desmontado.

Las roturas de elementos, especialmente corazones, se han visto incrementadas a partir del año 2013 (25 años desde su puesta en servicio). Además, seis meses antes del suceso que nos ocupa, se produjo una rotura similar en el corazón del aparato 501, también de Brazatortas. En este caso, no se produjo el descarrilamiento del tren.

Así pues, se han detectado casos en los que aparecen las mismas deficiencias que ocasionaron la rotura de Brazatortas, no habiéndose tomado medidas que disminuyan esta tendencia.

De lo investigado en este suceso, analizando la documentación, manteniendo reuniones y conversaciones con representantes de Adif, laboratorio metalográfico, empresas expertas en tecnología de ultrasonidos, se llega a la conclusión que se debería estudiar técnicamente la determinación de un ciclo de vida para los diferentes elementos de los aparatos de vía.

El administrador de la infraestructura, desde la puesta en explotación de la línea 010 en el año 1992, no ha llevado a cabo ninguna acción encaminada a estudiar el comportamiento de los aparatos de vía sometidos a los esfuerzos originados por las circulaciones a través de los años, con el objeto de conocer los estados internos tensionales y poder detectar puntos de acumulaciones de tensión que pudieran llevar a una fisuración y una rotura del carril, de manera que se pudieran adoptar medidas de control que, una vez incluidas en los documentos de los planes de mantenimiento, pudieran hacer que dicha labor fuera más eficaz.

La hipótesis más probable, visto todo lo anterior, es que la fisura se iniciara en una zona con microfisuras internas y de acumulación de tensiones debido a los esfuerzos soportados por la estructura. Considerando la estructura el conjunto de los carriles, sujeciones, traviesas, capas de asiento, elementos móviles y sus movimientos. Dicha estructura debe soportar el paso de las circulaciones a elevada velocidad. Todo esto hace pensar que los aparatos de vía en las líneas de alta velocidad son elementos que necesitan un cuidado y seguimiento específico.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

4.3. CONCLUSIONES

Por tanto, vista la descripción de los hechos y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se concluye que:

4.3.1. Causas directas e inmediatas del suceso, incluidos los factores coadyuvantes relacionados con las acciones de las personas implicadas o las condiciones del material rodante o de las instalaciones técnicas

El accidente se produjo por fallo de la infraestructura, debido a la rotura de la punta móvil del corazón del cruzamiento del desvío 514 a la altura de la plataforma del segundo motor, carril izquierdo (según el sentido de circulación del tren), por una rotura por plano transversal iniciado en la zona del patín, en la cual, las microfisuras internas (debidas a los procesos de fabricación y de muy difícil detección en origen) han progresado por mecanismos de fatiga al producirse acumulación de tensiones en dichos puntos debido a los esfuerzos soportados por la estructura conjunta formada por el carril, sujeciones, traviesas, balasto y elementos móviles (punta del corazón del cruzamiento) al paso de las circulaciones soportadas.

4.3.2. Causas subyacentes relacionadas con las cualificaciones del personal ferroviario y el mantenimiento del material rodante o de la infraestructura ferroviaria

(i) Se determina que las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo no eran las adecuadas para detectar defectos en el estado interno de los carriles de los aparatos de vía, al no emplearse la auscultación adecuada en los mismos (SGS).

(ii) Se considera la no implantación por parte de Adif desde 1992 de un programa de estudio, supervisión y seguimiento específico del estado y su evolución de los aparatos de vía durante su vida (SGS), con el fin de poder conocer el comportamiento de los mismos y diseñar planes de mantenimiento adecuados para dichos elementos dada la novedad y el tipo de uso de los mismos. (Recomendaciones 24/17-3 y 24/17-2).

(iii) Se estima la no adopción de medidas adecuadas incluidas en los planes de mantenimiento (SGS) tendentes a la detección y tratamiento de los defectos internos en los aparatos de vía. (Recomendación 24/17-1).

4.3.3. Causas raíces relacionadas con las condiciones del marco normativo y la aplicación del sistema de gestión de la seguridad

(i) Se considera la falta de consistencia de los criterios de seguridad en el cuerpo normativo constituido por los procedimientos, normas técnicas, normas de mantenimiento y contratos para la regulación de las inspecciones y auscultaciones ultrasónicas de desvíos, así como para las sustituciones de elementos específicos de los mismos teniendo en cuenta su antigüedad y uso.

(ii) Se considera el posible fallo organizativo en cuanto a las funciones y responsabilidades de la vigilancia y control de mantenimiento de los desvíos, delegadas en la contratación externa.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

4.4. OBSERVACIONES ADICIONALES

En el proceso de investigación de este suceso se ha detectado que tras producirse el descarrilamiento del tren 0043 el 12.05.2017 no se realizaron mediciones, por parte de la empresa ferroviaria, de los parámetros de rodadura del tren de forma inmediata como se recoge en los procedimientos (sin ser en este caso relevante).

Por otro lado, tras el descarrilamiento tampoco se llevaron a cabo las operaciones para realizar las mediciones, por parte de Adif, de los parámetros de vía en la zona anterior y posterior al punto cero del descarrilamiento (sin ser en este caso relevante).

5. MEDIDAS ADOPTADAS

Por parte de Adif

1. Actuaciones inmediatas tras el suceso.

1.1. Se contrata y programa por parte de Adif una campaña para la realización de auscultaciones ultrasónicas de aparatos de vía con equipos manuales con tecnología *phased array*. Estos equipos manuales incluyen la última evolución tecnológica y presentan la posibilidad de disponer de información del estado interno de los desvíos de punta móvil, incluidas las agujas.

Se realiza una primera campaña entre los días 23.05.2017 y 22.09.2017. Se detectaron daños en corazones y agujas que obligaron a implantar limitaciones temporales de velocidad máxima en las estaciones de Mora, Urda, Malagón, Ciudad Real, Calatrava, Venta La Inés, Villanueva, Hornachuelos y Guadajoz.

Se realizó una segunda campaña de auscultaciones en los días 31.10.2017 y 17.11.2017, que obliga a bajar la limitación de velocidad temporal en Hornachuelos.

Se realiza una tercera campaña entre los días 27.11.2017 y 16.12.2017 con el objeto de comprobar la evolución de los defectos detectados en las revisiones anteriores.

Con este mismo fin se realiza una cuarta ronda de auscultaciones manuales entre los días 08.01.2018 y 20.01.2018 resultando todo estable.

Se realiza una quinta inspección de ultrasonidos manual que comenzó en abril de 2018, detectándose un defecto de la pata de liebre del desvío 102 de Los Gavilanes.

1.2. Cautelamente se refuerzan las vigilancias de los aparatos, de forma que se realiza una inspección programada bimensual, inspección mensual de auscultación con equipos manuales y una inspección visual de control con carácter quincenal hasta la sustitución de los aparatos que presentan defectos.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

2. Mejoras de procedimientos:

Con fecha 08.02.2018 entra en vigor la Instrucción Técnica ADIF-IT-301-001-VÍA-11, "Tolerancias y limitaciones en las mediciones de desvíos mediante la técnica de ultrasonidos". En esta instrucción se recogen los niveles de importancia de los defectos y las limitaciones temporales de velocidad a implantar según los mismos.

3. Planes de actuación

3.1. Auscultaciones

Tras entender que son imprescindibles las auscultaciones ultrasónicas manuales de desvíos, se han contratado los servicios de la empresa REDALSA para realizar las auscultaciones ultrasónicas con tecnología *phased array*.

3.2. Mejoras provisionales

Al no ser posible la inmediata y total sustitución de los aparatos de vía de la línea 010, debe realizarse la explotación con los niveles debidos de seguridad y calidad. Esto implica una mejora de los aparatos de vía que permita la eliminación de defectos y por consiguiente la elevación o eliminación de las limitaciones temporales de velocidad. Para ello se han realizado las siguientes acciones:

- Se ha contratado con la empresa JEZ el suministro de corazones de punta móvil para las bases de Calatrava y Hornachuelos. En total corresponde a 18 corazones de punta móvil. Esta acción se encuentra en ejecución a fecha del presente informe.
- Con material en stock de las bases de mantenimiento se han realizado tres corazones, dos para el PAET de Calatrava y uno para el PAET de Mora, colocados entre marzo y abril de este año 2018.
- Se encuentra en redacción un pliego para la compra de agujas para desvíos de radio 10.000 y 760 metros.
- Hasta el momento actual no se consideraba posible con la tecnología existente la corrección de defectos superficiales en partes móviles de desvío, empleando el método de recargues. La aparición de electrodos adecuados, unida a la dureza de los carriles de los aparatos de vía actuales (a los que se exige una dureza de 350 unidades Brinell) y a la experiencia del personal de vía, ahora esta posibilidad se recoge en la "Instrucción Técnica de Recargue en Aparatos de Vía de Alta Velocidad" IT-301-001-VÍA-12. Esta instrucción se aprobó el 07.02.2018 y permitirá reparar y aumentar la solidez y la vida útil de los desvíos, en especial de las partes móviles.
- Se plantea, y está en estudio como posible tratamiento, realizar un amolado correctivo, es decir un amolado intensivo con tren amolador compacto con retirada de varios milímetros de espesor.

	MINISTERIO DE FOMENTO	SUBSECRETARÍA	<i>Investigación del accidente nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017</i>
		COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES FERROVIARIOS	Informe final de la CIAF

3.3. Mejoras definitivas. Reposiciones de desvíos completos.

En la línea 010 Madrid Puerta de Atocha-Sevilla Santa Justa hay dispuestos 137 desvíos y travesías. Se ha considerado necesario sustituirlos y para ello se ha realizado una programación en varias fases:

-En una primera fase está previsto la sustitución de 63 desvíos de alta velocidad durante los años 2018, 2019 y 2020.

-En una segunda fase se sustituirán los 74 restantes durante los años 2021, 2022 y 2023.

Por parte de AESF:

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, (en adelante AESF), de acuerdo con lo establecido en el artículo 65.4 de la ley 38/2015, del sector ferroviario, y en el artículo 9 del Estatuto de la AESF, (aprobado por RD 1072/2014), podrá llevar a cabo todas las inspecciones e investigaciones que sean necesarias para el cumplimiento de sus funciones.

En base a dichas competencias, el Plan de Acción 2017 de la AESF recoge los objetivos generales de las actividades de supervisión a realizar durante el año 2017. A este respecto, el punto SUP-10 del apartado "Supervisión de los administradores de infraestructura" establece la realización de auditorías específicas para el seguimiento del cumplimiento de las recomendaciones de la Ciaf dirigidas a Adif y Adif-Alta Velocidad.

Así pues, en el desarrollo de acciones en la Subdirección General de Infraestructuras de la AESF, a partir del Plan de acción aprobado por el Consejo Rector, se concreta dicha acción en la realización de una **auditoría individual sobre prevención de las roturas de carril en Adif y Adif-Alta Velocidad. Vía General y aparatos de vía. Auscultación y mantenimiento** de conformidad con el acuerdo 107.2 de la CIAF.

A fecha de este informe se encuentra en marcha la auditoría establecida por la AESF al respecto, estando prevista su finalización para el primer semestre del año 2019.

En dicha auditoría se estudiará todo lo relacionado con el mantenimiento de vía, incluyendo lo relativo a la auscultación ultrasónica de carriles y aparatos de vía, incluyendo el análisis de los procedimientos operativos, su cumplimiento, los equipos técnicos (dimensionamiento, adecuación a la función prevista, etc.) y humanos (capacitación técnica, número de efectivos, etc.).



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017

Informe final de la CIAF

6. RECOMENDACIONES

Destinatario	Implementador final	Número	Recomendación
Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF)	Adif	24/17-1	<p>Establecer una metodología adecuada para que en las labores de mantenimiento se pueda conocer la evolución del estado interno de los carriles de los aparatos de vía, de manera que se puedan detectar preventivamente los defectos internos y actuar en consecuencia. Aplicar dichos métodos en las redes de alta velocidad y convencional.</p> <p>Incluir dicha metodología dentro de los procedimientos e instrucciones técnicas comprendidas en el sistema de gestión de la seguridad (SGS) y se trasladen sus requisitos a los correspondientes pliegos y contratos de mantenimiento preventivo.</p>
Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF)	Adif	24/17-2	<p>Estudiar desde el punto de vista técnico-científico la conveniencia de definir un ciclo de vida útil para los distintos elementos que componen los aparatos de vía. Considerar en su caso la experiencia de otros países al respecto.</p>
Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF)	Adif	24/17-3	<p>Realizar un estudio detallado de la evolución de los estados internos de los distintos elementos de los aparatos de vía en función de su uso, con el fin de conocer el comportamiento de los mismos y poder anticipar medidas correctoras ante los posibles fallos que pudieran producirse en dichos elementos. Considerar en su caso la experiencia de otros países al respecto.</p>



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES FERROVIARIOS

*Investigación del accidente
nº 0024/2017 ocurrido el 12.05.2017*

Informe final de la CIAF

Madrid, 25 de enero de 2019