

Informe de Seguridad Operacional

Sucesos Ferroviarios



Descarrilamiento de tren de carga en Brazo Largo

Belgrano Cargas y Logística, línea General Urquiza

Tren N° A02, locomotora N° 9404

Cercanías de estación Brazo Largo, Ibicuy, provincia de Entre Ríos

19 de enero de 2021

EX06202248/2021



Ministerio de Transporte
Argentina



Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361, piso 8

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

(54+11) 4382-8890/91

www.argentina.gob.ar/jst

info@jst.gob.ar

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato [Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte].

El presente informe se encuentra disponible en www.argentina.gob.ar/jst



ÍNDICE

ADVERTENCIA	5
NOTA DE INTRODUCCIÓN.....	6
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	8
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	9
1.1. Reseña del suceso.....	9
1.2. Información del lugar del suceso.....	10
1.3. Estado final del tren.....	10
1.4. Información sobre el personal y los sistemas ferroviarios involucrados	15
1.4.1. Personal ferroviario	15
1.4.2. Material rodante.....	15
1.4.3. Infraestructura y superestructura	18
1.4.4. Sistema de señalización	19
1.5. Sistemas de comunicación	19
1.6. Afectación del servicio	20
1.7. Obras o trabajos en el lugar o cercanías	20
1.8. Activación del plan de contingencias ferroviarias y servicios públicos.....	20
1.9. Información meteorológica.....	20
1.10. Daños a personas	21
1.11. Daños materiales.....	21
1.11.1. En infraestructura de vía	21
1.11.2. En material rodante	22
1.11.3. Estado de la carga.....	25



1.12.	Daños al medio ambiente	26
1.13.	Entrevistas e investigaciones	26
1.14.	Información orgánica y de dirección.....	29
1.15.	Información adicional	29
2.	ANÁLISIS	31
3.	CONCLUSIONES	34
4.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	35
5.	ACCIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL	36
6.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	37
7.	ANEXO	38



ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es contribuir a la seguridad operacional mediante la determinación de las causas de los accidentes e incidentes ocurridos en el ámbito ferroviario, cuya investigación técnica corresponde instituir, y a través de la elaboración de recomendaciones eficaces dirigidas al sistema ferroviario, con el fin de evitar accidentes o incidentes futuros.

De conformidad con la Ley 27514, Resolución 170/18, Ley General de Ferrocarriles Argentinos 2873, la investigación de accidentes e incidentes tiene carácter estrictamente técnico, y la información y documentación contenida en el presente informe no debe generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Esta investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo establecido en el artículo 18 de la Ley 27514.



NOTA DE INTRODUCCIÓN

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST) adopta el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes del modo ferroviario, el cual fue validado y difundido por organismos líderes en la investigación de accidentes e incidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del modelo sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- ✓ Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento, constituyen los factores desencadenantes o inmediatos del evento. Estos son el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema ferroviario, así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- ✓ Las defensas del sistema ferroviario detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- ✓ Finalmente, los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas, están generalmente alejados en el tiempo y el espacio del momento de desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos y están vinculados estrechamente a elementos tales como el contexto de la operación, las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la seguridad operacional por parte de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La contribución del enfoque sistémico en la investigación de sucesos ferroviarios es tanto teórica como metodológica y práctica. Este promueve el desarrollo de recomendaciones de amplio alcance que contribuyen a una mejora del sistema y, en este sentido, se orientan a prevenir futuros accidentes o atemperar sus resultados.

El contenido que aquí se presenta incluye una descripción y análisis de la información recolectada por las y los investigadores del organismo. Sobre esta base, el informe también



establece los factores desencadenantes plausibles y las condiciones latentes identificadas para profundizar su análisis a nivel del sistema transporte ferroviario. Este Informe Final de Seguridad Operacional culmina con la presentación de los hallazgos y las recomendaciones emitidas por la JST.



LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

ASPO: Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio

AUV: Autorización de Uso de Vía

BCyL: Belgrano Cargas y Logística S.A.

CCO: Centro de Control de Operaciones

CCPT: Centro de Control de Personal de Trenes

CNRT: Comisión Nacional de Regulación del Transporte

DNISF: Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Ferroviarios

FFCC: Ferrocarril

HOA: Hora Oficial Argentina

HP: *Horse Power* (caballo de fuerza)

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

km: kilómetro

m: metro

mm: milímetro

OBC: *On Board Computer* (computadora de a bordo)

S.E.A.L: Señalamiento Eléctrico Automático Luminoso

Tn: tonelada

UTC: Tiempo Universal Coordinado

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe, se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas en inglés u otro idioma extranjero.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del suceso

El 19 de enero de 2021, el tren de carga N° A02, traccionado por la locomotora N° 9404 y compuesto por 42 vagones tolva granero, sufrió un descarrilamiento en cercanías de la estación Brazo Largo, en la provincia de Entre Ríos. El día del suceso el tren partió de la estación Irazusta a las 10:47 (HOA) y arribó a la estación Libertador General San Martín a las 15:48, para luego continuar su viaje por la División 02 hacia Brazo Largo. A las 16:45 (19:45 hora UTC); el tren descarriló y volcó 18 vagones cargados con trigo a granel en el km 141,5.



Figura 1. Vista general del descarrilamiento, en sentido a la estación Libertador Gral. San Martín. Fuente: JST, 2021



1.2. Información del lugar del suceso

La zona donde ocurrió el accidente presenta humedales y bañados alrededor de la traza ferroviaria. Por debajo de la vía, cruza una alcantarilla subterránea compuesta por dos tubos de 2,5 metros de diámetro aproximadamente. La vegetación del lugar es abundante, con arbustos, maleza y algunos árboles aislados ubicados a los márgenes de la vía.

1.3. Estado final del tren

Cuando los investigadores de la JST arribaron al lugar el 20 de enero de 2021, parte del tren se encontraba sin encarrilar, por lo cual se pudo observar su posición final luego del descarrilamiento.

La locomotora 9404 no sufrió daños aparentes, y una vez liberada por las autoridades competentes, continuó su viaje con el resto de los vagones que no se vieron afectados por el descarrilamiento (posición N° 1 a la N° 22). El tren detuvo su marcha en el desvío de la firma Puerto del Guazú S.A., en Villa Paranacito.

Los vagones ubicados desde la posición N° 23 hasta la N° 36, volcaron sobre el margen noreste de la traza. Este último vagón quedó suspendido sobre un bañado del lado izquierdo de la vía en sentido de circulación del tren.



Figura 2. Tren N° A02 en destino. Fuente: JST, 2021



Figura 3. Vagón en posición N° 36 volcado sobre el bañado. Fuente: JST, 2021

El vagón en posición N° 37 volcó 100 metros antes de la alcantarilla, y los vagones en posición N° 38 y N° 39 quedaron enterrados en el terraplén de la vía.

El vagón en posición N° 40 sufrió el descarrilamiento de uno de sus bogies y los vagones en posición N° 41 y N° 42 permanecieron sobre la vía, sin descarrilar.



Figura 4. Vagón en posición N°37 volcado al margen de la vía y vagones en posición N° 38 y 39 enterrados en el terraplén de la vía. Fuente: JST, 2021



Figura 5. Árbol impactado por uno de los vagones del tren N° A02. Fuente: JST, 2021

Respecto al punto inicial del descarrilamiento, se observaron marcas en el riel de la vía debajo de la posición final del vagón N°40. Asimismo, se registraron varios metros de durmientes afectados por el descarrilamiento.



Figura 6. Marcas del punto inicial del descarrilamiento debajo del vagón N° 40. Fuente: JST, 2021



Figura 7. Imagen de las marcas en los durmientes una vez retirado el vagón N°40. Fuente: JST, 2021

1.4. Información sobre el personal y los sistemas ferroviarios involucrados

1.4.1. Personal ferroviario

El personal ferroviario afectado al tren N° A02 al momento del accidente, fueron el conductor y el jefe de tren. Las habilitaciones y certificaciones de ambos cumplían con la reglamentación vigente, según los registros de la CRNT.

1.4.2. Material rodante

El tren de carga N° A02 era traccionado por la locomotora diésel-eléctrica N°9404.

Tabla 1. Aspectos generales de la locomotora titular N° 9404

Características	Descripción
Marca	General Motors
Modelo	GT-26 CW-3
Fabricante	General Motors South África (GMSA) - Port Elizabeth, South África
Características	Descripción
Tipo	Co-Co
Trocha	1435 mm
Potencia nominal	3300 HP
Peso con suministros completos	113 Tn
Alto	3,95 metros
Ancho	3,14 metros
Largo	19,2 metros
Observaciones: al momento del suceso, la locomotora circulaba con capot corto hacia adelante.	

Fuente: datos recabados durante la investigación. Elaboración: JST, 2021



Figura 8. Locomotora titular del tren N° A02. Fuente: JST, 2021

Tabla 2. Aspectos generales de los vagones

Características	Descripción
Cantidad de vagones	42
Cantidad de vagones cargados	42
Cantidad de vagones vacíos	0
Tipos de vagones intervinientes	Vagones tolva granero-CRRC (Yangtze Co. Ltd., 2016)
Máximo peso por eje	20 Tn/eje
Peso total	2717 Tn
Cantidad de ejes	168 ejes
Cantidad de ejes con frenos	168 ejes

Tipo de enganche	Semiautomático-mandíbula Alliance
Observaciones: todos los vagones correspondían al mismo modelo.	

Fuente: datos recabados durante la investigación. Elaboración: JST, 2021



Figura 9. Vagón tolva granero de trocha media. Fuente: Manual de Uso y Mantenimiento de Vagón Tolva De Granos, 2016

Información técnica sobre el tipo de enganche semiautomático-mandíbula Alliance

En este tipo de enganche o acople de vagones conocido como “mandíbula”, se compone de un cuerpo fijo con una mordaza móvil unida con un perno. Al momento de unir los vehículos, el operario acciona el afloje del seguro de las mandíbulas y cada mordaza ingresa en el espacio de alojamiento de la otra mandíbula, complementándose

mutuamente. Una vez realizada la unión, se accionan automáticamente los seguros que liberó el operario, impidiendo que los mismos vuelvan a abrirse.

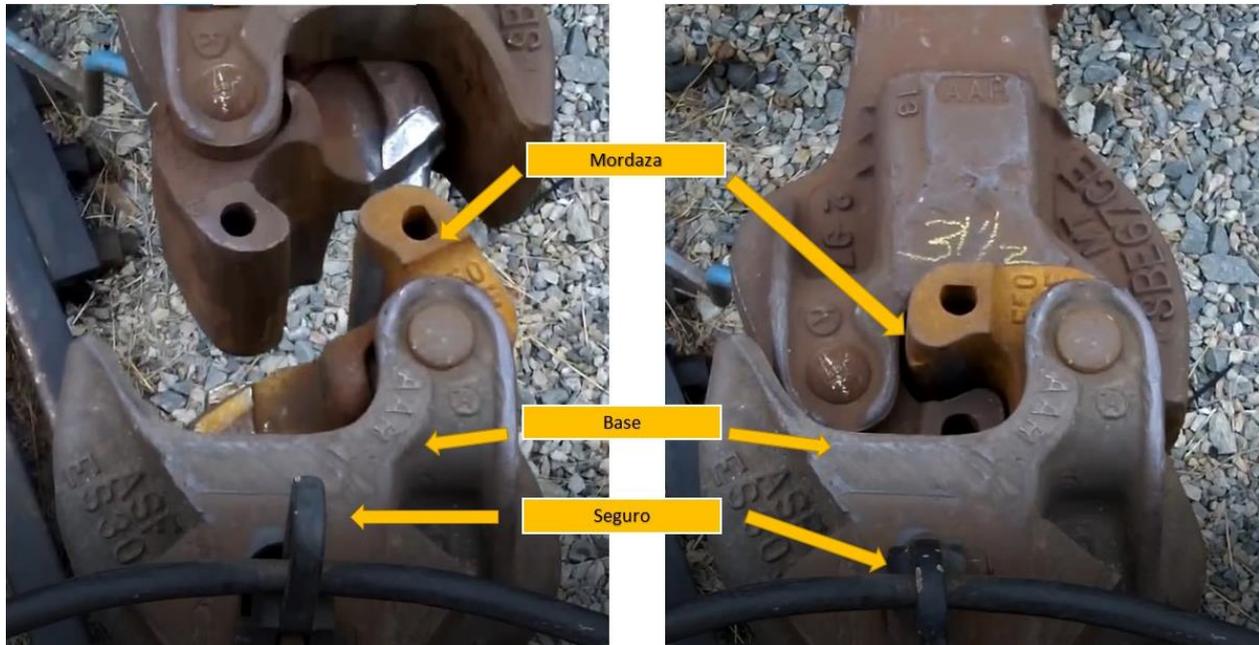


Figura 10. Imagen de un enganche “mandíbula”. Fuente: Manual de Uso y Mantenimiento de Vagón Tolva De Granos, 2016

Los enganches “mandíbula” se vinculan a los vehículos a través de una barra llamada yugo, con un mecanismo de amortiguación. Dentro de sus funciones, permiten la tracción o transmisión del esfuerzo entre los vehículos tractivos y remolcados cuando se ponen en movimiento. A su vez, cumplen la función de choque, es decir, la transmisión de esfuerzos de compresión entre los vehículos al momento de la detención o el frenado de los mismos. A diferencia de otros tipos de enganches utilizados en Argentina, los enganches “mandíbula” poseen mayor rigidez y son resistentes a la torsión debido a su estructura y diseño, y tiene mayor capacidad de tracción.

1.4.3. Infraestructura y superestructura

La vía donde ocurrió el suceso fue inaugurada en 1977, como parte del complejo ferroviario Zárate-Brazo Largo.

Tabla 3. Aspectos generales de la estructura de vía

Características	Descripción
Línea	General Urquiza-Mesopotámico
Ramal/División	División 02
Trocha	1435 mm
Tipo de vía	Sencilla
Kilómetro del suceso	141,362
Coordenadas geográficas	33° 50' 32.9" S - 58° 58' 55.1" W
Sentido de circulación	Ascendente y descendente
Perfil de riel	U50 SOMISA, de 36 metros
Tipo de balasto	Piedra partida
Durmiente	Durmientes de quebracho colorado
Tipo de fijación	Tirafondos con nabra rectangular
Tipo de junta	Juntas eclisadas con barra de 6 agujeros

Fuente: datos recabados durante la investigación. Elaboración: JST, 2021

1.4.4. Sistema de señalización

El sistema de señalización original S.E.A.L., instalado en 1977 en el marco de la construcción del complejo ferroviario Zárate-Brazo Largo, se encuentra fuera de servicio. Sus funciones son realizadas por diferentes sistemas de comunicación desarrollados en el siguiente punto.

1.5. Sistemas de comunicación

En la circulación del tren N° A02 se utilizó AUV (autorización de uso de vía), mediante el sistema OBC o computadora de a bordo.



A lo largo de la línea existe cobertura tren-tierra, mediante la cual los conductores pueden comunicarse con el Centro de Control de Personal de Trenes (CCPT). Este sistema de comunicación opera de forma particular, donde los mensajes emitidos por la computadora de a bordo son recibidos por todas las partes involucradas.

Asimismo, en caso de ser necesario, el personal del tren puede comunicarse por medio de radios portátiles con el responsable de circulación en las estaciones en mando local (señaleros, jefe de estación, supervisor de base).

1.6. Afectación del servicio

El suceso derivó en la afectación del material rodante y en el cierre de la vía principal de la División 02 entre las 16:45 del 19 de enero, y las 19:20 del 22 de enero de 2021. Los servicios afectados tenían como origen/destino Zárate y el desvío particular de Puerto del Guazú S.A., en Villa Paranacito.

1.7. Obras o trabajos en el lugar o cercanías

No se registraron trabajos en el lugar del suceso ni en zonas cercanas.

1.8. Activación del plan de contingencias ferroviarias y servicios públicos

Una vez detectado el accidente, se procedió según el protocolo:

- Se interrumpió la circulación en el sector.
- Se dio aviso al CCPT, quien se comunicó con las áreas afectadas.
- El CCPT dio aviso a la fiscalía correspondiente.

Durante los trabajos de reparación de vía y encarrilamiento, intervino personal de Vía y Obra perteneciente a las bases de Zárate, Enrique Carbó y Concordia. También intervino personal de Mecánica de la base de Zárate y un tren de auxilio que fue trasladado desde Concordia. No intervinieron en el suceso personal de bomberos, fuerzas de seguridad ni personal de salud.

1.9. Información meteorológica

Según la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), no se registraron precipitaciones ni vientos fuertes el día del suceso. Tampoco se registraron avisos de nieblas u otro tipo de advertencias.

Durante el relevamiento de campo realizado el 20 de enero de 2021, se registró una temperatura máxima de 35°C.

1.10. Daños a personas

No se registraron víctimas fatales, el conductor y el jefe de tren resultaron ilesos. Luego de comunicarse con el Centro de Control de Personal de Trenes (CCPT) y de recibir las instrucciones pertinentes, ambos continuaron con la circulación del resto del tren que no se vio afectado por el accidente.

1.11. Daños materiales

1.11.1. En infraestructura de vía

Mediante el relevamiento de campo se observaron 600 metros de infraestructura de vía afectada por el suceso. Dentro de dicho sector, un tramo de 150 metros presentaba daños de gravedad, con rieles rotos, barras de eclisas dañadas y durmientes destruidos.



Figura 11. Infraestructura de vía dañada y durmientes destruidos. Fuente: JST, 2021

En el lugar donde se observaron las marcas del inicio del descarrilamiento (debajo del vagón en posición N° 40), se observó una deformación perpendicular al eje de la superestructura de vía, conocida como pandeo o torcedura de vía.



Figura 12. Torcedura de vía, en sentido a la estación Libertador Gral. San Martín. Fuente: JST, 2021

1.11.2. En material rodante

Locomotora/as:

Tabla 4. Estado de la locomotora

	Número	Observaciones
Locomotora	9404	No sufrió daños durante el suceso

Fuente: datos recabados durante la investigación. Elaboración: JST, 2021



Figura 13. Locomotora 9404, sin daños luego del accidente. Fuente: JST, 2021

Vagones:

Tabla 5. Estado de los vagones

	Posición	Observaciones
Disposición de los vagones	1 al 42	Vagones cargados
Vagones no afectados por el descarrilamiento	1 al 22	Vagones sin daños. Continuaron hacia destino luego del suceso
Vagón N° 3001245	23	Daños en la carrocería
Vagón N° 3000668	24	Daños en la carrocería
Vagón N° 3000114	25	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000072	26	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000858	27	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral



Vagón N° 3000254	28	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000569	29	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3001369	30	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000635	31	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000445	32	Daños en la carrocería. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3001195	33	Daños en la carrocería. Daños menores en sus bogies y parte mecánica. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000148	34	Daños en la carrocería, en sus bogies y parte mecánica. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3001039	35	Daños en la carrocería, en sus bogies y parte mecánica. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000007	36	Daños importantes en la carrocería, bogies y parte mecánica. Con pérdida de carga. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000775	37	Daños importantes en la carrocería, bogies y parte mecánica, con pérdida de carga. Volcado sobre un lateral
Vagón N° 3000973	38	Daños leves en su parte mecánica. Enterrado en el terraplén de la vía
Vagón N° 3001138	39	Daños leves en su parte mecánica. Enterrado en el terraplén de la vía
Vagón N° 3000502	40	No sufrió daños de gravedad. Descarriló uno de sus bogies
Vagón N° 3000718	41	No sufrió daños. Permaneció encarrilado
Vagón N° 3000627	42	No sufrió daños. Permaneció encarrilado

Fuente: datos recabados durante la investigación. Elaboración: JST, 2021



Figura 14. Bogies dañados y vagones volcados. Fuente: JST, 2021

1.11.3. Estado de la carga

Tabla 6. Estado de la carga

	Tipo	Observaciones
Estado de la carga	Trigo a granel	Se observó pérdida de carga del vagón N° 3000007, que se encontraba ubicado en la posición N° 36 del tren.

Fuente: datos recabados durante la investigación. Elaboración: JST, 2021



Figura 15. Pérdida de carga de trigo del vagón en posición N° 36. Fuente: JST, 2021

1.12. Daños al medio ambiente

No se registraron daños al medio ambiente.

1.13. Entrevistas e investigaciones

Relevamiento en el tramo de la vía afectada

Como se indicó en el punto 1.11.1, durante el relevamiento de campo se observó una torcedura o pandeo de la vía debajo del vagón en posición N° 40. Cuando se tomaron las medidas de la trocha en la zona donde se registró el inicio del descarrilamiento, uno de los valores arrojó 1426 mm, lo que sugiere una reducción de la trocha de -9mm en relación a su valor nominal (1435 mm).



Figura 16. Achicamiento de la trocha debajo del vagón en posición N° 40 e imagen de la torcedura de vía.

Fuente: JST, 2021

Manuales y normativa

A partir de la consulta en manuales de vía basados en consideraciones prácticas, se identificaron los siguientes factores como posibles causantes de la torcedura de vía o pandeo:

- Altas fuerzas de compresión de los rieles, causadas por la dilatación.
- Reducida temperatura neutra (riel largo soldado), o temperatura de cierre (vía eclisada).
- Inestabilidad de la vía debido a condiciones del perfil de balasto.
- Carga dinámica por el paso de los trenes.
- Sobre la primera de las causas, la Norma Técnica de Vía y Obra N°15 (NTVO, 1981) define lo siguiente:
 - La longitud de los rieles está afectada por las variaciones de temperatura.
 - A partir del momento en que los extremos de los rieles consecutivos toman contacto, todo aumento de temperatura se traduce en una elevación del valor de la compresión.

- Para impedir que estas compresiones alcancen valores importantes que podría favorecer la deformación de una vía eclisada, se dejan luces (espacios libres) entre las caras de los rieles.
- En las vías con rieles de 36 metros y fijaciones elásticas, los extremos de los rieles entran en contacto por efecto de dilatación a partir de los 43°C.



Figura 17. Imagen de la luz de una junta de riel. Fuente: JST, 2021

Entrevistas

El 26 de mayo de 2021 se realizaron entrevistas al conductor y al jefe de tren. Ambos manifestaron haber sorteado varios puntos de pandeo o torcedura de la vía antes de que se desencadene el descarrilamiento. Por tal motivo, y en consonancia con las buenas



prácticas de conducción, indicaron haber circulado a una velocidad precautoria (35 km/h), menor a la definida por itinerario (50 km/h).

No se pudo determinar de forma precisa la velocidad del tren al momento del descarrilamiento, ya que no se obtuvo una respuesta formal sobre cuestión por parte de la operadora.

1.14. Información orgánica y de dirección

Belgrano Cargas y Logística (BCyL), también conocido como Trenes Argentinos Cargas, es la empresa estatal que tiene a cargo la prestación de servicios de transporte ferroviario de cargas, el mantenimiento del material rodante y de la infraestructura ferroviaria utilizada para el transporte de cargas. En cuanto a la gestión de la seguridad operacional, la empresa cuenta con una Gerencia de Seguridad Operacional, en cumplimiento con la Resolución 170/2018 (primera directiva de seguridad operacional ferroviaria).

La CNRT tiene como función controlar y fiscalizar el transporte terrestre de jurisdicción nacional. En cuanto al ámbito ferroviario, su competencia abarca los trenes de la región metropolitana, los trenes de pasajeros de larga distancia y el transporte ferroviario de cargas. Debe fiscalizar la actividad realizada por el concesionario de transporte y controlar el cumplimiento de las normas vigentes y la ejecución del contrato de concesión. Mediante la Gerencia de Control Técnico Ferroviario, ejerce el control de todos los ferrocarriles del país en materia de mantenimiento, seguridad y accidentes.

El Ministerio de Transporte, a través de sus Secretarías de Gestión, Planificación y Articulación de Transporte y de la Subsecretaría de Transporte Ferroviario, se constituye como la institución reguladora del sistema de transporte, con la potestad de definir contratos, normas y procedimientos vigentes.

1.15. Información adicional

Según lo dispuesto en la Resolución 1770/08 de la CNRT, los planes de mantenimiento de vía se presentan formalmente antes del inicio del año calendario.

Ante la solicitud de dicho plan, la operadora informó que el mismo fue presentado ante la CRNT sin la definición de tareas en la zona del suceso, debido a que el capataz titular de



Zárate, encargado de los trabajos RI (revisión integral) y FRI (fuera de revisión integral), se encontraba aislado durante la primera etapa de Asilamiento Social Preventivo Obligatorio decretado por el ejecutivo nacional, en el marco de la pandemia por COVID 19. La operadora manifestó haber gestionado su reemplazo por personal operativo local que estuvo en servicio hasta julio de 2021, momento en el cual las tareas de RI y FRI fueron reanudadas por el capataz titular.

2. ANÁLISIS

A partir de la información fáctica obtenida del relevamiento de campo, las entrevistas, manuales y normativa vigente, se analizan los factores desencadenantes y sistémicos identificados durante la investigación del descarrilamiento del tren N° A02 en cercanías de la estación Brazo Largo.

Condiciones de la superestructura de vía

Como se detalla en el punto 1.4.3, la vía donde ocurrió el suceso está conformada por rieles de 36 metros y fijaciones elásticas. Según la NTVO°15 (1981), para este tipo de vías, los extremos de los rieles entran en contacto por efecto de dilatación a partir de los 43°C. Cuando se supera dicha temperatura, la compresión de los rieles puede causar la torcedura de la vía.

Durante el relevamiento de campo realizado el día posterior al descarrilamiento, se midieron 35°C de temperatura máxima. Considerando que las temperaturas entre el 19 y 20 de enero de 2021 superaron los 30°C en toda la zona, según la información del SMN, se calculó la temperatura estimada de los rieles a partir del registro ambiental del día 20. Para tal fin, se aplicó la fórmula establecida en el Manual Integral de Vías de NCA:

- Fórmula de manual

Temperatura del riel= $1,25 \times \text{temperatura del aire} + 7^\circ\text{C}$ (APROX +/- 3°)

- Fórmula aplicada por los investigadores el día posterior al suceso

Temperatura del riel= $1,25 \times 35^\circ\text{C} + 7^\circ\text{C} = 50,75^\circ \pm 3$

En función a las fórmulas aplicadas, se estima que, durante el día del suceso, la temperatura de los rieles pudo haber alcanzado los $50,75^\circ\text{C} \pm 3$, superando la temperatura de cierre indicada por la norma. La dilatación de los rieles a elevada temperatura provoca fuerzas de compresión que se manifiestan en esfuerzos longitudinales de la superestructura de vía. Posiblemente, cuando el conjunto de la superestructura de vía ya no pudo soportar los esfuerzos de compresión, se produjeron diferentes puntos de pandeo o torcedura de la vía.



Figura 17. Torcedura o pandeo de la vía. Fuente: JST, 2021

En el relevamiento de campo se constató que, en el lugar donde se habían registrado las marcas del inicio del descarrilamiento, la torcedura de la vía provocó el cierre de la trocha de 1435 mm (valor nominal) a 1426 mm. Este achicamiento de -9 mm, sumado a los movimientos de oscilación inherentes a la circulación de los vehículos ferroviarios, pudo haber provocado que el tren no logre sortear el pandeo, desencadenándose el descarrilamiento en el km 141,5.

Durante el proceso de investigación no se obtuvo evidencia sobre la vigencia de sistemas o mecanismos de monitoreo de la temperatura de los rieles, que permitan advertir sobre las deformaciones y torceduras de vía cuando se exceden las temperaturas máximas de diseño.



Características técnicas del tipo de enganche de los vagones

La evidencia recabada no permitió establecer que el estado del material rodante haya influido en el accidente. Ahora bien, respecto a las características técnicas de los vagones, se identificó que el tipo de enganche “mandíbula” pudo haber provocado el vuelco de una cantidad importante de vagones que no habían descarrilado de forma inicial (posición N° 23 a la N°32), generando un accidente de mayor magnitud.

Como se describió en el punto 1.4.2, este tipo de enganche es resistente a la torsión, por lo cual, si se produce el vuelco de uno de los vagones, se supera fácilmente el límite del ángulo entre los ejes, generándose esfuerzos de torsión sobre los vagones adyacentes, que solo pueden evitar su vuelco si se rompe alguno de los componentes constitutivos del acople.



3. CONCLUSIONES

En base a los datos obtenidos durante la investigación y su análisis posterior, se concluye lo siguiente:

- ✓ La elevada temperatura registrada el día del suceso pudo haber provocado la dilatación de los rieles generando altas fuerzas de compresión en la superestructura de vía. El paso de la formación, sumado a dichas fuerzas de compresión, generó posiblemente torceduras o pandeos de la vía. Se sugiere que en el tramo donde la torcedura provocó el achicamiento de la trocha de 1435 mm (valor nominal) a 1426 mm, el tren N° A02 no logró sortear el pandeo, generándose el descarrilamiento y el vuelco de vagones.
- ✓ Durante la investigación no se constató la vigencia de mecanismos de monitoreo de la temperatura de los rieles que permitan advertir sobre los riesgos de torcedura de vía cuando se exceden las temperaturas máximas de diseño.
- ✓ Se infiere que el vuelco en cadena de una importante cantidad de vagones que no habían descarrilado de forma inicial, se produjo por el comportamiento del tipo de enganche “mandíbula” de los vagones.



4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

A Belgrano Cargas y Logística (BCyL), Línea Urquiza

RSO FE-0009-22

- ✓ Implementar un sistema de monitoreo de temperatura en ejes, ruedas y rieles, que aporte datos precisos a tener en cuenta en la operación de los servicios de la línea General Urquiza.



5. ACCIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL

A Belgrano Cargas y Logística (BCyL), Línea Urquiza

ASO FE-BRAZO LARGO-001-22

- ✓ Realizar un análisis comparativo entre los enganches “mandíbula” de origen extranjero incorporados al servicio ferroviario en los últimos años y los enganches existentes en vagones de fabricación nacional utilizados en otras líneas de la misma operadora, para determinar si existen diferencias de comportamiento en la torsión de los mismos.

A Subsecretaria de Transporte Ferroviario

ASO FE- BRAZO LARGO-002-22

- ✓ Realizar un análisis comparativo entre los enganches “mandíbula” de origen extranjero incorporados al servicio ferroviario en los últimos años y los enganches existentes en vagones de fabricación nacional utilizados en otras líneas de la misma operadora, para determinar si existen diferencias de comportamiento en la torsión de los mismos.



6. FUENTES DE INFORMACIÓN

Relevamiento de campo

Se realizó el relevamiento de campo en cercanías de la estación Brazo Largo, provincia de Entre Ríos, el 20 de enero de 2021.

Entrevistas

Se realizaron entrevistas con personal de conducción el 28 de mayo de 2021.

Informes recibidos

Investigadores de la JST recibieron la información de los certificados del personal de conducción por parte de la CNRT en marzo de 2021, y la información sobre el plan de mantenimiento de vía por parte de la operadora BCyL en julio de 2021.

Normativa

Resolución 170 de 2018. Por medio de la cual se aprueba la primera directiva nacional de seguridad operacional ferroviaria. 3 de abril de 2018. B.O. N° 33842. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-170-2018-308333>

Secretaría de Transporte de la República Argentina, Reglamento Interno Técnico Operativo, 1958 con modificaciones hasta 1993. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/rito.pdf>

Comisión Nacional de Regulación del Transporte, Normas de Vía y Obra N° 15. Vigilancia de las luces de dilatación y corrección del corrimiento. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/cnrt/normas-de-y-obras>

Bibliografía

Nuevo Central Argentino S.A. (2014). Manual Integral de Vías. Disponible en: <https://archivoferroviario.com.ar/manual-integral-de-vias/>

CRRC Yangtze S.L. (2016), Manual de Uso y Mantenimiento de Vagón Tolva De Granos.

7. ANEXO

