

Vagones cisterna para transporte de metanol en vías argentinas y normativa de seguridad

Tank wagons for methanol transport on Argentinean roads and safety standards

Rafael Gustavo Galeano

Ingeniero Mecánico (UNLP) e Ing. Ferroviario (UBA). Especializado en el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril e Higiene y Seguridad en el Trabajo.

rgaleano176@gmail.com

Palabras clave:

Vagones Cisterna - Seguridad Operacional - Metanol - Normativa - Transporte Ferroviario.

Keywords: Tank Cars, Safety - Methanol - Regulations - Rail Transport.

Recibido: 03/06/24

Aceptado: 10/06/24

Resumen

El artículo detalla las inspecciones realizadas a los vagones cisterna de Ferrosur Roca S.A., adaptados para el transporte de metanol en Argentina, siguiendo protocolos de la CNRT. Se evaluaron aspectos técnicos y de seguridad, como bogies, sistemas de freno y dispositivos de choque y tracción. También se verificaron certificados de habilitación y cumplimiento de normas internacionales como RID y Mercosur. Estas inspecciones garantizan la integridad estructural y la seguridad operativa, minimizando riesgos ambientales y de salud pública. Además, se resalta la importancia del mantenimiento y la revisión regular de los vagones para prevenir incidentes y asegurar la confianza pública en el transporte ferroviario.

Abstract

The article details the inspections carried out on Ferrosur Roca S.A.'s tank wagons, adapted for methanol transport in Argentina, following CNRT protocols. Technical and safety aspects were evaluated, such as bogies, braking systems and crash and traction devices. Certificates of qualification and compliance with international standards such as RID and Mercosur were also verified. These inspections guarantee structural integrity and operational safety, minimising environmental and public health risks. In addition, the importance of regular maintenance and overhaul of wagons is highlighted to prevent incidents and ensure public confidence in rail transport.

Introducción

En el contexto del transporte de mercancías peligrosas como el metanol, la seguridad y el cumplimiento de normativas son aspectos fundamentales. Este artículo presenta algunos de los resultados de las inspecciones realizadas por el autor del trabajo, solicitadas por la Municipalidad de Quilmes, enfocándose en la revisión de vagones cisterna destinados al transporte de metanol en vías argentinas. Dichas revisiones se llevaron a cabo con base en los protocolos establecidos por la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT).

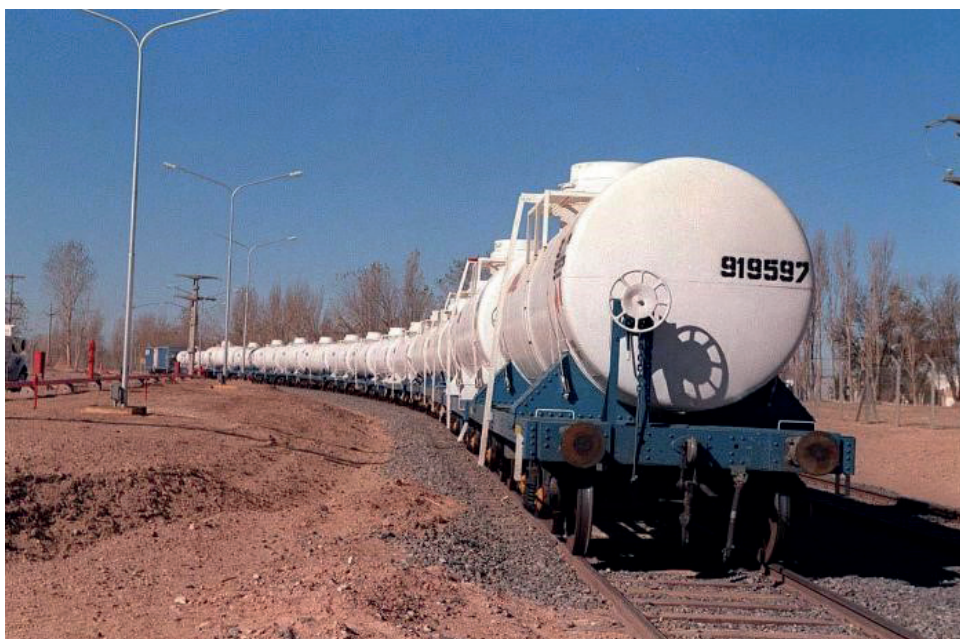
La importancia de estas pericias radica en garantizar la integridad de las operaciones, protegiendo al personal involucrado, al medioambiente y a la población en general. Las actividades incluyeron la evaluación de vagones cisterna dispuestos por Ferrosur Roca S.A. en la playa de maniobras de Neuquén el 3 de marzo de 2004, y la verificación de los protocolos de ensayo de cisternas presentados por la misma empresa ante la CNRT.

Se entiende por mercancías peligrosas a aquellos productos que, aunque imprescindibles para la vida moderna, presentan riesgos para la salud humana, los bienes materiales o el medioambiente. La revisión de vagones que transportan este tipo de mercancías resulta crucial para la seguridad operacional ferroviaria, ya que pueden contener sustancias inflamables, tóxicas o corrosivas. Por ello, es esencial realizar controles rigurosos y regulares para identificar y mitigar posibles fallas antes de que puedan causar incidentes o accidentes graves.

Los controles periódicos permiten detectar problemas estructurales, como grietas en la cisterna, desgaste en los bogies y ruedas, y deficiencias en los sistemas de freno y suspensión. La identificación temprana de estos peligros no solo previene accidentes, sino que también evita el incumplimiento de normativas y estándares internacionales, como el Acuerdo Mercosur y las normas RID (Reglamento Internacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril)¹.

Además, estas evaluaciones verifican los sistemas de contención específicos de los vagones, como las válvulas de seguridad, elementos antiimpacto y dispositivos de puesta a tierra, diseñados para minimizar riesgos durante el transporte y las operaciones de carga y descarga. Estos procedimientos aseguran que las empresas ferroviarias demuestren su compromiso con la seguridad y la protección del entorno, manteniendo la confianza pública en el sistema de transporte ferroviario.

Figura 1. Fotografía de un vagón cisterna de la empresa Ferrosur Roca



Fuente: elaboración propia

¹ El RID es la norma legal y esencial que regula el transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril, y que además se aplica al transporte nacional en los países de la Unión Europea, con objeto de armonizar las condiciones del transporte de mercancías peligrosas, garantizando su adecuado funcionamiento.

Características técnicas y de seguridad de los vagones cisterna adaptados para el transporte de metanol

En marzo de 2004, se inspeccionó en la base de Neuquén un parque de 147 vagones cisterna con capacidades individuales de carga de 40, 50 y 60 m³, adaptados para el transporte de metanol (Código ONU 1230). Durante el proceso, se analizaron los certificados habilitantes, las especificaciones, las normas y los procedimientos de reparación junto a los planos, esquemas y registros fotográficos.

Cada vagón cisterna destinado al transporte de metanol debe cumplir con los estándares de seguridad establecidos por la legislación vigente en sus componentes principales: bogies, estructura portante y cisterna. Durante las inspecciones, se observó que los bogies de rodamiento de los vagones cisterna tenían una estructura propia que incluía el sistema de suspensión y las cuatro ruedas para movilizarse a lo largo de las vías férreas. La estructura portante consistía en un bastidor de acero, un sistema automático de freno de aire comprimido, un sistema de freno manual y dispositivos de choque y tracción.

Además, dicha estructura contenía dos cunas de acero con láminas de plomo donde se apoyaba la cisterna, zunchos de amarre y placas de acero soldadas que unían la cisterna a la estructura. Estos elementos son colocados normalmente para evitar el desplazamiento vertical y horizontal de los componentes fundamentales de los vagones.

Figura 2. Acople carga y descarga para retorno de gases



Fuente: Ferrosur Rosa SA

Figura 3. Acople sensor de nivel, puesta a tierra y dispositivo para válvula ventral



Fuente: Ferrosur Roca SA

Figura 4. Caja de seguridad para protección de manija de accionamiento



Fuente: Ferrosur Roca SA

Cada cisterna estaba construida con chapas de acero unidas por soldadura eléctrica. Tanto las chapas que conformaban su envoltorio como las de sus cabezales tenían espesores mayores a 7 mm, en cumplimiento del Reglamento Internacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID) de la Unión Europea y el Acuerdo del Mercosur para el transporte de este tipo de producto.

La parte superior central de cada cisterna contaba con un domo, sobre el cual se había instalado una nueva entrada de hombre y diversos accesorios protegidos contra impactos y vuelcos por una virola de seguridad. Entre los accesorios se encontraba la entrada de hombre con válvula de sobrepresión y vacío, la escotilla de inspección con cierre a presión, la válvula de retorno que permite la salida de vapores del producto durante la carga o la compensación de la depresión en la descarga, el protector de la válvula de retorno y, finalmente, el sensor óptico de nivel que proporciona información sobre el grado de llenado de la cisterna.

Alrededor del domo se encontraba una plataforma de seguridad construida con perfiles de acero y cubierta de metal desplegado antideslizante, desde la cual los operadores podían acceder de manera segura al equipamiento ubicado en el interior de la virola. Para acceder a esta plataforma, se disponían dos escaleras metálicas antideslizantes a cada lado de la cisterna.

En la parte inferior central de la cisterna y el bastidor se localizaban los elementos y accesorios necesarios para la carga, el transporte y la descarga de materiales peligrosos líquidos, todos protegidos con jaulas antiimpacto.

Figura 5. Escotilla con tapa de inspección cerrada, sensor de nivel y recuperación de gases



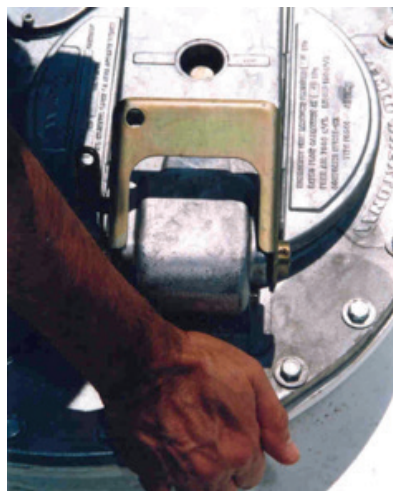
Fuente: Ferrosur Roca SA

Figura 6. Escotilla con tapa de inspección abierta donde se observa la válvula de seguridad en la tapa



Fuente: Ferrosur Roca SA

Figura 7. Accionamiento para apertura de tapa de inspección



Fuente: Ferrosur Roca SA

El proceso de carga y descarga era del tipo ventral (bottom loading), uno de los más seguros para el manejo de productos peligrosos, como se explica en el siguiente apartado.

Válvula ventral de seguridad (VVS)

En el marco de las pericias, se constató que la VVS (válvula ventral de seguridad) estaba instalada en el fondo de cada cisterna mediante una brida de fijación en un alojamiento especialmente diseñado. Esta válvula permanece herméticamente cerrada desde la carga hasta la operación de descarga. Además, su diseño incluye una sección fusible que predetermina la posible fractura en caso de accidentes, manteniendo el cierre hermético de la válvula para evitar el derrame de material peligroso, incluso después de un posible accidente.

Inmediatamente debajo de la VVS, se encontraba un amortiguador antivibratorio, construido con un fuelle de acero inoxidable soldado sobre bridas de acero al carbono. Este dispositivo está diseñado para evitar la transmisión de vibraciones a la válvula ventral durante el transporte. Bajo el amortiguador antivibratorio, se observó el acoplamiento del ramal T, construido con un tubo de acero especial de 4 pulgadas, dispuesto transversalmente y sujeto a la estructura del bastidor mediante abrazaderas.

En uno de los extremos del ramal T se localizaba un acople especial de 4 pulgadas para la carga y descarga del producto peligroso. Este acople evita derrames, ya que actúa como una válvula que se habilita únicamente cuando

la pieza hembra de la manguera correspondiente a la instalación fija se conecta correctamente. La válvula o acople contenía una tapa de seguridad.

El accionamiento de la VVS se realiza mediante un dispositivo instalado sobre el bastidor, dentro de una caja de protección en una posición cómoda y segura para su operación. Al mover una palanca del dispositivo, se acciona un cable de acero que desplaza el brazo lateral de la válvula, venciendo el resorte que empuja el obturador de la VVS. Esta válvula estaba enclavada con la válvula de retorno (VR) y se accionaban simultáneamente mediante un vástago que las vinculaba.

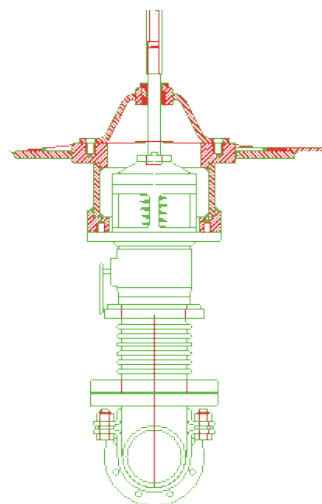
Durante la carga, el producto ingresa por la parte más baja de la cisterna, desplazando los gases y vapores hacia la VR. En las pericias se observó que esta válvula estaba conectada a una cañería de 3 pulgadas que terminaba en un acople rápido. A su vez, este acople se conectaba mediante mangueras herméticas a la instalación fija que recibe los gases, evitando en todo momento que el producto y sus vapores entraran en contacto con la atmósfera y la contaminaran.

Figura 8. VVS y amortiguador antivibratorio



Fuente: Ferrosur Roca SA

Figura 9. Detalle de la VVS



Fuente: Ferrosur Roca SA

Los vagones inspeccionados también contaban con un conector para la puesta a tierra, que descarga la electricidad estática del vagón. El sistema operativo para el llenado y vaciado del vagón tenía un enclavamiento que impedía la carga o descarga si el equipo no estaba conectado a tierra². Además, los rodantes estaban equipados con un sensor óptico de nivel que, conectado al sistema fijo, controlaba la operación de carga y descarga, evitando derrames innecesarios por exceso de llenado.

Normativas de seguridad de los vagones cisterna

El material rodante involucrado en el transporte de mercancías peligrosas debe cumplir con disposiciones legales aplicables en los contratos de concesión del servicio público ferroviario de carga. En este contexto, el Decreto N.º 1141/91 establece una serie de requisitos específicos que deben cumplirse, incluyendo lo siguiente:

Ningún material rodante podrá ser librado al servicio público sin el previo reconocimiento y certificado habilitante, el cual deberá ser otorgado por el concesionario del servicio público por medio de un representante técnico designado conforme a los procedimientos derivados de la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería. Cuando, por la reparación general o deterioro grave, se retirase del servicio público algún material rodante, no podrá restituirse al servicio sin nuevo reconocimiento y autorización. (Decreto N.º 1141/91, art. 3)

El decreto también indica lo siguiente:

Todo material rodante en servicio deberá estar provisto del certificado de habilitación firmado por el representante técnico de la empresa concesionaria. Dicho certificado será colocado en lugar visible y en él se hará constar que ha sido sometido a los ensayos periódicos reglamentarios. (art. 3)

Todos los vagones cisterna inspeccionados y adaptados para el transporte de metanol contaban con un certificado de habilitación. A su vez, habían sido sometidos a reparación tipo B, según la especificación FAT V-2038 emitida en marzo de 1984 por el área técnica de Ferrocarriles Argentinos (FAT) para vagones, la cual sigue vigente hasta la fecha. Esta reparación implica un proceso profundo en taller, donde se intervienen todas y cada una de las partes del vagón.

Figura 10. Estructura seguridad encima del tanque



Fuente: Centro Argentino de Ingenieros

² La puesta a tierra implica toda la ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección, de sección suficiente entre ciertos componentes o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Su propósito es evitar diferencias potenciales peligrosas en la instalación y, al mismo tiempo, permitir el paso a tierra de corrientes de falla o de descarga atmosférica.

Controles y revisiones efectuadas a los vagones cisterna

La especificación técnica establece la secuencia y oportunidad de las operaciones de reparación o mantenimiento, la metodología de dichas operaciones, así como los documentos técnicos que rigen su control de calidad, las condiciones de inspección y de su nueva puesta en servicio.

En los vagones cisterna evaluados, la reparación tipo B implicó la intervención de varios componentes. Se realizaron trabajos en los bogies, los pares montados, la estructura portante, los sistemas de choque, tracción, freno manual y neumático, así como en la misma cisterna. Además, se instalaron nuevos equipos, accesorios y protecciones relacionados con los sistemas de carga, descarga, recuperación de gases, puesta a tierra, control de nivel de producto y plataforma de seguridad.

De acuerdo con la normativa vigente, la documentación consultada y la inspección realizada a los vagones cisterna, se pueden mencionar los diferentes controles y las revisiones que se efectuaron en materia de seguridad:

- Los bogies fueron revisados y reparados con los procedimientos que se establecen en la especificación FAT V 2006 (Norma Técnica de Ferrocarriles Argentinos).
- El bastidor recibió un control de los componentes estructurales y se repararon todas las partes deformadas o debilitadas.
- El sistema de tracción y choque se reparó de acuerdo con la especificación FAT V 2004 (Norma Técnica de Ferrocarriles Argentinos).
- El sistema de freno automático de aire comprimido se reparó y probó de acuerdo con lo que determina la especificación FAT V 1409 (Norma Técnica de Ferrocarriles Argentinos). En todos los casos se utilizan zapatas de freno de composición antichispas con bajo coeficiente de fricción tipo NC 110 (especificación del fabricante).
- Las soldaduras de la cisterna sufrieron controles visuales y radiográficos de acuerdo con procedimientos de calidad. Las soldaduras fueron realizadas por personal calificado según el procedimiento RP 117 (soldadores calificados).
- A la cisterna se le controlaron los espesores de envoltente y cabezales para determinar que el grosor de las láminas no esté por debajo de los 7 mm.
- Se le realizó la prueba de estanqueidad hidrostática normalizada para detectar posibles escapes. Además, se realizaron pruebas de funcionamiento en vacío y con agua para comprobar el perfecto funcionamiento de las válvulas y los conectores.
- Adicionalmente, se observó que, aunque no lo exigen las reglamentaciones, las cisternas fueron pintadas de color blanco a fin de disminuir la absorción del calor solar.
- Cada cisterna cuenta con señalización de seguridad para la intervención segura de bomberos ante emergencias. Así, en cada lateral y en extremos opuestos se halló pintado el rombo de seguridad reglamentario que identifica al metanol como líquido inflamable (3). Además, se observó el rectángulo, ubicado cerca del rombo, que indica el número identificador de las Naciones Unidas (1230) de la sustancia y el número de riesgo (48) correspondiente.
- Cada vehículo cuenta con franjas reflectivas laterales de seguridad para ser visualizado en los pasos a nivel por los móviles carreteros.

Figura 11. Simbología de seguridad



Fuente: SOLVAY S.A.I.C.

Conclusiones

El mantenimiento adecuado de los vagones cisterna utilizados en el transporte de mercancías peligrosas resulta crucial para garantizar la seguridad operacional y la integridad del sistema de transporte. Según las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas de Naciones Unidas, el mantenimiento regular y sistemático de estos vehículos previene accidentes y minimiza los riesgos asociados. Esto incluye inspecciones periódicas, reparaciones oportunas y el cumplimiento estricto de normativas técnicas y de seguridad. Un mantenimiento adecuado no solo asegura el funcionamiento óptimo de los equipos y la prevención de fugas o deterioros que puedan comprometer la seguridad, sino que también contribuye a la protección del medioambiente y la seguridad pública durante todo el ciclo de transporte de mercancías peligrosas (Naciones Unidas, 2009).

Las pericias del parque de Ferrosur Roca S.A. concluyeron que cada uno de los componentes de los vagones cisterna inspeccionados fue intervenido en taller bajo una reparación tipo B, lo que los habilita para su uso. Se realizó el mantenimiento adecuado, con una duración de 6 años o 150.000 kilómetros, según las especificaciones, normas y procedimientos FAT emitidos por el área técnica de la Gerencia de Mecánica de Ferrocarriles Argentinos, vigentes a la fecha.

Todos los vagones cisterna contaban con un certificado habilitante, conforme a lo establecido por el Poder Ejecutivo Nacional mediante el Decreto N.º 1141/91. Además, estos vehículos cumplían con el Acuerdo Mercosur (equivalente a la normativa europea RID) para el transporte ferroviario de materiales peligrosos, incluido el metanol.

Estas medidas son fundamentales para asegurar la integridad estructural, la operatividad segura y el cumplimiento normativo en el transporte ferroviario, protegiendo así al personal involucrado, a las comunidades cercanas a las vías y al medioambiente.

Bibliografía

U.S. Department of Transportation (1998). Track safety standards (Title 49, Part 213, Code of Federal Regulations). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

U.S. Department of Transportation (1998). Carriage by rail (Title 49, Part 174, Code of Federal Regulations). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Organización de la Naciones Unidas (2009). Recomendaciones r elativas al Transporte de Mercancías Peligrosas. Reglamentación Modelo (ST/SG/AC.10/1/Rev.16, Vol. I). Disponible en: [https://www .argentina.gob. ar/sites/default/files/dpma_lista_pr oducto.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/dpma_lista_producto.pdf)

Normativa

Decreto N.º 1.141 de 1991 (Argentina). Disponible en: <http://www.saij.gob.ar/1141-nacional-normas-aplicables-concesiones-ferroviarias-dn19910001141-1991-06-14/123456789-0abc-141-1000-1991soter ced>

Acuerdo Sectorial sobre el Transporte Terrestre de Mercancías Peligrosas MERCOSUR\CMC\DEC N.º 2/94. Disponible en: https://normas.mercosur.int/simfiles/normativas/26384_DEC_002-1994_ES_Acuerdo%20Transporte%20Mercan%20Peligrosas.DOC

Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril, que figura como apéndice C al Convenio relativo a los transportes internacionales ferroviarios (COTIF), celebrado en Vilna el 3 de junio de 1999. Disponible en: [https://www .boe.es/boe/dias/2023/06/02/pdfs/BOE-A-2023-13090.pdf](https://www.boe.es/boe/dias/2023/06/02/pdfs/BOE-A-2023-13090.pdf)