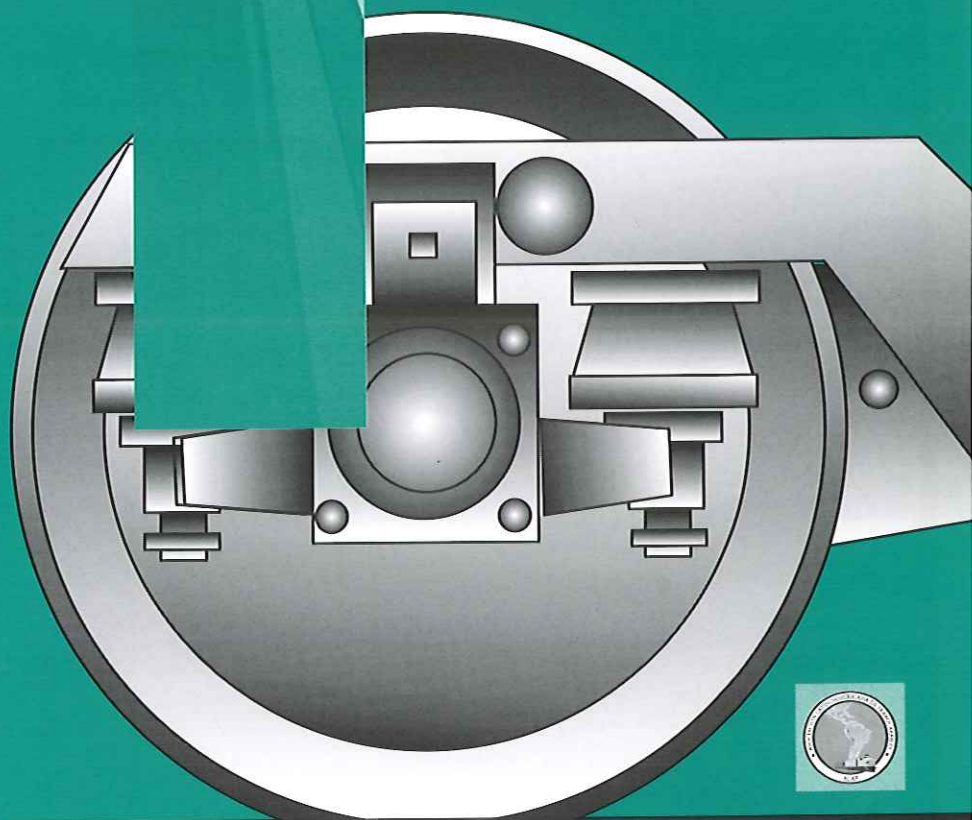


ALAF

TEMAS

DE DIVULGACION FERROVIARIA

5



ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FERROCARRILES  
ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE ESTRADAS DE FERRO



ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Dirección de Relaciones Internacionales

Publicación reimpressa con el aporte de ADIF,  
Administrador de Infraestructuras Ferroviarias,  
noviembre de 2006

**ALAF**

Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles  
Associação Latinoamericana de Estradas de Ferro  
Av. Belgrano 863, 1er. piso,  
(C1092AAI) Buenos Aires, Argentina  
Tel-Fax (54-11) 4342-7271 o 4345-4006  
E-Mail [alaf@alaf.int.ar](mailto:alaf@alaf.int.ar)  
Web: [www.alaf.int.ar](http://www.alaf.int.ar)

# EL FRIGOTREN

Elbio Armanazqui

La necesidad de dar respuesta permanente a las exigencias del mercado se convierte en un desafío a la imaginación y creatividad de los ingenieros de las empresas de transporte ferroviario, si lo que se pretende es absorber el mayor tonelaje posible de cargas.

Esta condición también tiene su compensación en el beneficio económico de una mejor tarifa como consecuencia del mayor grado de exigencia que surge de las particularidades de los productos especiales que se agregan a las mercancías tradicionalmente transportadas.

Ejemplo de un proyecto coherente con esta política comercial es lo que Ferrosur Roca S.A. de la República Argentina ha denominado "Frigotren".

## **Un tren a temperatura constante**

Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de transportar, bajo exigentes normas de seguridad en cuanto a controles de temperatura, productos alimenticios refrigerados y congelados en contenedores, desde los centros productores a los puertos de embarque.

En el caso de la fruta refrigerada, cargada en el Alto Valle del Río Negro, en la Patagonia del sur argentino, peras y manzanas deben mantener en el extenso viaje hasta el puerto de Buenos Aires, una temperatura no menor a  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ni mayor a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Cuando de jugos o pescado congelado se trata, la temperatura debe mantenerse en el orden de los dieciocho gra-

dos centígrados bajo cero.

En ambos casos los valores que exige el cliente deben mantenerse y garantizarse durante todo el trayecto dentro de los márgenes que permiten las normas internacionales, y en tal sentido su variación es controlada y registrada gráficamente por los instrumentos propios de los contenedores.

### **Cómo se conforma el Frigotren**

Las exigentes condiciones de transporte señaladas se logran con la formación especial del Frigotren, que se integra con vagones portacontenedores preparados para recibir containers de 20' y 40', equipados, cada uno de ellos, con equipos de frío que son alimentados por un conductor eléctrico instalado de extremo a extremo de cada vagón y acoplado entre cada vehículo por medio de conexiones especiales.

Estas conexiones normalizadas están contenidas en cajas donde se han instalado también las llaves térmicas que protegen a los equipos, en tanto que el acople entre vagones se realiza mediante una manga flexible.

La alimentación eléctrica está a cargo de una unidad generadora montada sobre un vagón cubierto y con condiciones adecuadas de seguridad.

El generador tiene una potencia de 220 kva, con una capacidad de suministro eléctrico a 24 Reefers de 40 pies o 32 de 20 pies y cuenta con un tanque de combustible de 2.500 litros, lo que le da una autonomía de 100 horas de funcionamiento.

Entre otras condiciones de seguridad, el tablero de control del vagón generador cuenta con un interruptor termomagnético general, un disyuntor diferencial para eliminar riesgos personales, dos seccionadores para suministrar energía eléctrica a uno o ambos extremos del vagón; de esta manera se equilibra la carga en las líneas de los vehí-

culos portacontenedores y se protegen éstas de sobrecarga. A continuación de los seccionadores se ubican dos interruptores con fusibles, uno en cada línea.

interruptores con fusibles, uno en cada línea.

El tren completo, con la alimentación correspondiente, está conformado por un máximo de 28 vagones y la unidad correspondiente al equipo motogenerador.

También debieron realizarse adaptaciones menores para instalar el equipo generador en un vagón cubierto, y un depósito de combustible para dar la autonomía necesaria al sistema.

### **Vagones**

Se partió de vagones playos, no preparados originalmente para el transporte de contenedores, sin la modificación de instalación de amarres.

Cada vagón puede transportar dos contenedores de 20' o uno de 40' indistintamente, con amarras de sujeción normalizadas.

Cada unidad recibe la energía desde el grupo motogenerador en cajas de conexión ubicadas en los extremos del vehículo.

La alimentación eléctrica de los contenedores se realiza mediante un enchufe hembra normalizado colocado en las cajas que contienen las correspondientes llaves térmicas. Existen dos cajas y enchufes por cada vagón.

Se ha instalado en cada vagón, bajo el bastidor, un conductor eléctrico protegido por un tubo metálico continuo, entre las dos cajas de conexión ubicadas en los extremos.

La conexión entre vagones se realiza mediante una manga flexible que contiene los cables de alimentación, formando una "X" con la manga de freno de aire.

### **Unidad generadora**

- Se instalaron en vagones cubiertos grupos generadores de 220 Kva.
- Cuentan con tanques de combustible de 2.500 litros de capacidad lo que asegura una autonomía de 100 horas de funcionamiento
- Se colocaron tableros de control con llaves termomagnéticas, llaves con fusible y disyuntores diferenciales para eliminar riesgos al personal.
- Se elige mantener la cadena de frío dentro de los límites permitidos por cada producto específico según indica cada cliente.

Ejemplos:

Peras:	Entre -1 y -2 °C
Manzanas:	Entre 0 y -1 °C
Pescado congelado:	-18 °C
Golosinas:	Entre 6 y 8 °C
Jugo supercongelado:	-18 °C

### **Servicios prestados por el Frigotren**

#### **Exportación**

- Buenos Aires – Mar del Plata – Buenos Aires.

Mercadería:

Pescado y carne vacuna (congelada y/o enfriada).

Frecuencia:

Semanal (todo el año).

- Buenos Aires – Neuquén – Buenos Aires.

Mercadería:

Fruta (manzana y pera).

Frecuencia:

Semanal (en temporada - febrero/junio).

- Buenos Aires – Bahía Blanca – Buenos Aires.

Mercadería:



Pescado y carne vacuna (congelado y/o enfriado).  
Frecuencia: Según demanda (aproximadamente 1 viaje mensual todo el año).

### Importación

• Buenos Aires – Neuquén (procedencia Sudáfrica).

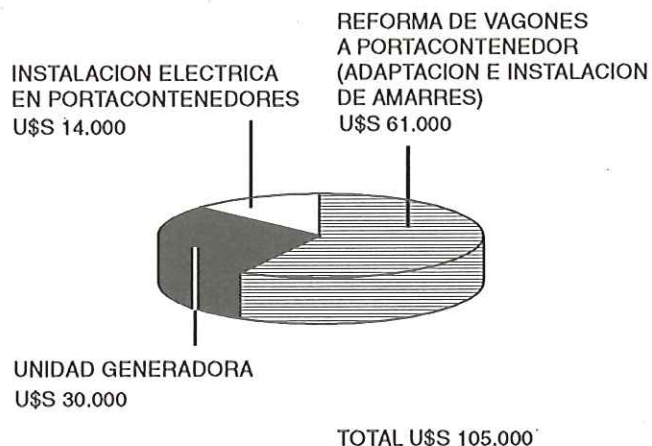
Mercadería:

Pescado (congelado).

Frecuencia:

Según demanda (aproximadamente 1 viaje quincenal todo el año).

### Costo de la remodelación de vagones y unidad generadora



Los datos son aproximados y para una formación de 28 vagones

---

El ing. Elbio Armanazqui es Gerente de Recursos Operativos de Ferrosur Roca S.A., Argentina





# VIDA ÚTIL DE LA INFRAESTRUCTURA DE VÍA

José Julián Mendoza Fernández

## **Ordenes de magnitud de estas vidas útiles medias a lo largo de todo el trazado**

- 15 a 40 años para los carriles dependiendo del tráfico
- 50 a 60 años para las traviesas
- 20 a 35 años para los sistemas de sujeción
- 15 a 30 años para el balasto dependiendo del tráfico y de la calidad de la plataforma.

Es importante señalar que el hecho significativo a la hora de definir la depreciación sistemática de este subsistema es el tráfico acumulado soportado por la línea para el carril y los sistemas de sujeción, mientras que el balasto y las traviesas también se ven afectados por las condiciones climatológicas, donde  $T_f$  es un tonelaje ficticio utilizado en el cálculo de la clasificación UIC ponderado por la velocidad, las toneladas por eje, la naturaleza del tráfico (mercancías o de pasajeros), etc, en la que se indica (no literalmente):

“La clasificación de las vías de las líneas ferroviarias se establece sobre la base de un tráfico virtual o ficticio ( $T_f$ ), de acuerdo con la ficha UIC 714 R, y calculado según la fórmula siguiente:

$$T_f = S_v \cdot (T_v + K_t \cdot T_{tv}) + S_m \cdot (K_m \cdot T_m + K_t \cdot T_{tm})$$

donde:

- $T_v$ : cuantifica las toneladas medias diarias de tráfico de pasajeros, expresado en toneladas brutas remol-

cadadas.

- $T_m$ : representa las toneladas medias diarias de tráfico de mercancías, expresado en toneladas brutas remolcadas.
- $T_{tv}$ : representa las toneladas medias diarias de maquinaria de tracción utilizadas para el tráfico de pasajeros, expresado en toneladas. Incluye el tonelaje de los automotores con carga por eje superior a 17 T. Podemos suponer, a falta de otros datos  $T_{tv} = 0,2 T_v$ .
- $T_{tm}$ : representa las toneladas medias diarias de maquinaria de tracción utilizadas para el tráfico de mercancías, expresado en toneladas.
- $K_m$ : es un coeficiente de mayoración que tiene en cuenta, a la vez, la influencia de la carga y de la agresividad de los ejes de mercancías, expresado en toneladas que normalmente adopta el valor; para líneas exclusivamente de viajeros,  $K_m = 1,15$ .

$$K_m = 1.45 \text{ ejes } 22.5 T > 0.50 \times T_m \text{ o ejes } 20T > 0.75 \times T_m$$

$$K_m = 1.30 \text{ } 0.25 \times T_m < \text{ ejes } 22.5 T \leq 0.50 \times T_m \text{ o } \\ 0.50 \times T_m < \text{ ejes } 20T \leq 0.75 \times T_m$$

$$K_m = 1.15 \text{ ejes } 22.5 T \leq 0.25 \times T_m \text{ o ejes } 20T \leq 0.75 \times T_m$$

- $K_t$  es un coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la agresividad de los ejes de la maquinaria de tracción y que adopta el valor de  $K_t = 1,40$ .
- $S_v$  y  $S_m$  son coeficientes que tienen en cuenta la agresividad del tráfico debida a la velocidad de circulación de los trenes.  $S_v$  se determina por la velocidad de los trenes de viajeros más rápidos y  $S_m$  por la de los trenes de mercancías o pesados que circulen por la línea.

V (km/h)	Sv	Sm
$V \leq 60$	1.00	1.00
$60 < V \leq 80$	1.05	1.05
$80 < V \leq 100$	1.15	1.15
$100 < V \leq 130$	1.25	1.25
$130 < V \leq 160$	1.35	
$160 < V \leq 200$	1.40	
$200 < V \leq 250$	1.45	
$250 < V$	1.50	

Las vías de las líneas se clasifican, según el valor de su tráfico ficticio, en 6 grupos separados según los umbrales indicados a continuación:

- Grupo 1:  $130.000 \text{ ton/día} < T f$
- Grupo 2:  $80.000 \text{ ton/día} < T f < 130.000 \text{ ton/día}$ .
- Grupo 3:  $40.000 \text{ ton/día} < T f < 80.000 \text{ ton/día}$ .
- Grupo 4:  $20.000 \text{ ton/día} < T f < 40.000 \text{ ton/día}$ .
- Grupo 5:  $5.000 \text{ ton/día} < T f < 20.000 \text{ ton/día}$ .
- Grupo 6:  $T f < 5.000 \text{ ton/día}$ "

Por otra parte el envejecimiento de cada constituyente depende también en parte del estado de los otros constituyentes.

Es conocido que tras el período de estabilización de las instalaciones, toda vía colocada por primera vez o renovada se degrada en el tiempo de forma cuasi lineal en una primera etapa, para seguir luego una forma más bien exponencial pero, *tras el paso de varios cientos de millones de toneladas*.

A partir de un cierto grado de deterioro, la degradación de la vía se acelera bajo la influencia de los esfuerzos dinámicos y cualquier defecto de vía (muecas en la superficie del carril, inestabilidad de las traviesas, machaqueo de balasto) se amplifica de forma extremadamente rápida en

detrimento de la calidad de rodadura.

El mantenimiento trata por tanto de sostener en el tiempo una calidad mínima bajo los efectos del proceso de fatiga, es decir:

- Asegurar un confort aceptable.
- Evitar poner en peligro la seguridad de las circulaciones.
- Evitar la degradación irreversible o la destrucción de los materiales constituyentes de la vía.
- Conservar una capacidad de explotación satisfactoria.

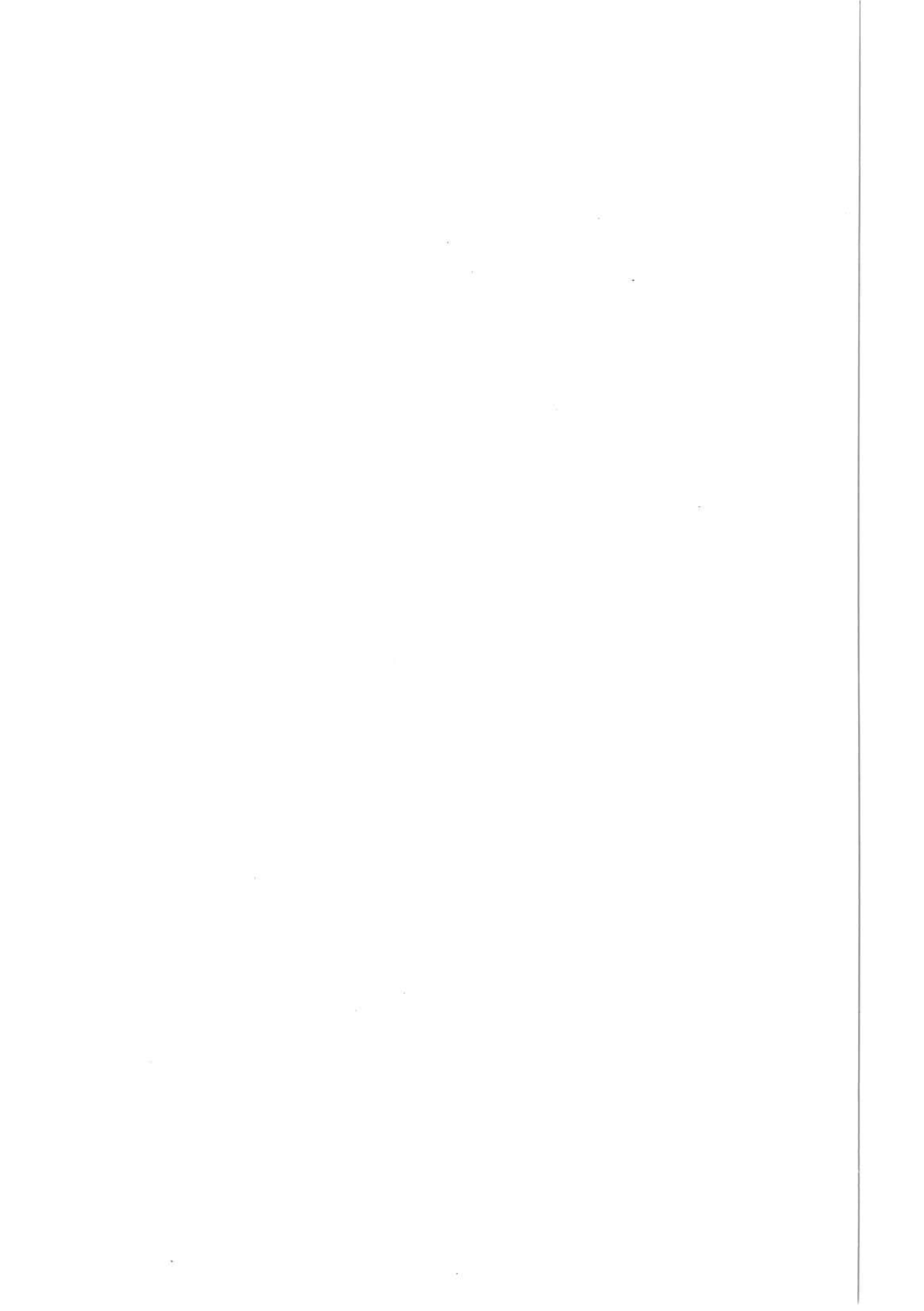
Este mantenimiento, sabiendo que conlleva un riesgo tan bajo como es razonablemente posible, deberá permitir minimizar:

- La repercusión de las operaciones de mantenimiento sobre los costes de explotación.
- Los costes de puesta a punto e interrupción necesarios.
- Las perturbaciones de las bandas de explotación comercial.

**CUADRO RESUMEN DE LAS VIDAS UTILES**

En este apartado se incluye un cuadro resumen de las vidas útiles de las instalaciones de vía correspondientes a las estandar en España.

SUBSISTEMA	ELEMENTO	VIDA UTIL
VIA SOBRE BALASTO	Carril UIC-54	500 millones Tf
	Traviesas de hormigón	50 a 60 años
	Placas de asiento	500 millones Tf
	Sistema de sujeción	500 millones Tf
	Anclaje Wfp	60 años
	Placa acodada	500 millones Tf
	Clip SKL-1	1.000 millones Tf
	Balasto	30 años
APARATOS DE VIA	Carril	425 millones Tf
	Traviesas de madera dura	20-30 años
	Placas de asiento	425 millones Tf
	Sistema de sujeción	425 millones Tf
	Placas metálicas: agujas, corazones de cruzamiento	100 a 150 millones Tf
	Balasto	30 años
	Aparatos de maniobra	25 a 30 años



---

**ALAF**

*Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles*

*Associação Latinoamericana de Estradas de Ferro*

*Edición y producción gráfica: analog@ar.inter.net.*

*Impreso en el mes de noviembre de 2006.*



**TEMAS**

**DE DIVULGACION FERROVIARIA**

---

**ALAF**

**ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FERROCARRILES  
ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE ESTRADAS DE FERRO**