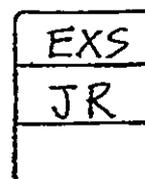


**INFORME
SOBRE
MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACIÓN
DEL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO RODANTE
EN
FERROCARRILES DEL ESTADO DE CHILE
1983**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



RY

704
63.6
EXS

INFORME
SOBRE
MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACIÓN
DEL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO RODANTE
EN
FERROCARRILES DEL ESTADO DE CHILE
1983

JICA LIBRARY



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 6. 28	704
登録No. 10447	63.6
	EXS

PREFACIO

El gobierno del Japón se ha realizado la cooperación técnica con el objeto de mejoramiento y racionalización del mantenimiento del equipo rodante de FF.CC. de Chile, a partir de noviembre de 1981 por medio del envío de experto de acuerdo con la solicitud del gobierno de la República de Chile.

El presente informe es el resumen, y la sugerencia inclusive, de resultado de la cooperación técnica relacionada con el mantenimiento y la racionalización del equipo rodante de FF.CC. de Chile que se ha realizado por el Señor Toshikazu Kitayama quien ha sido enviado a los Ferrocarriles del Estado en carácter de experto arriba referido, a partir de noviembre de 1981 hasta noviembre de 1982.

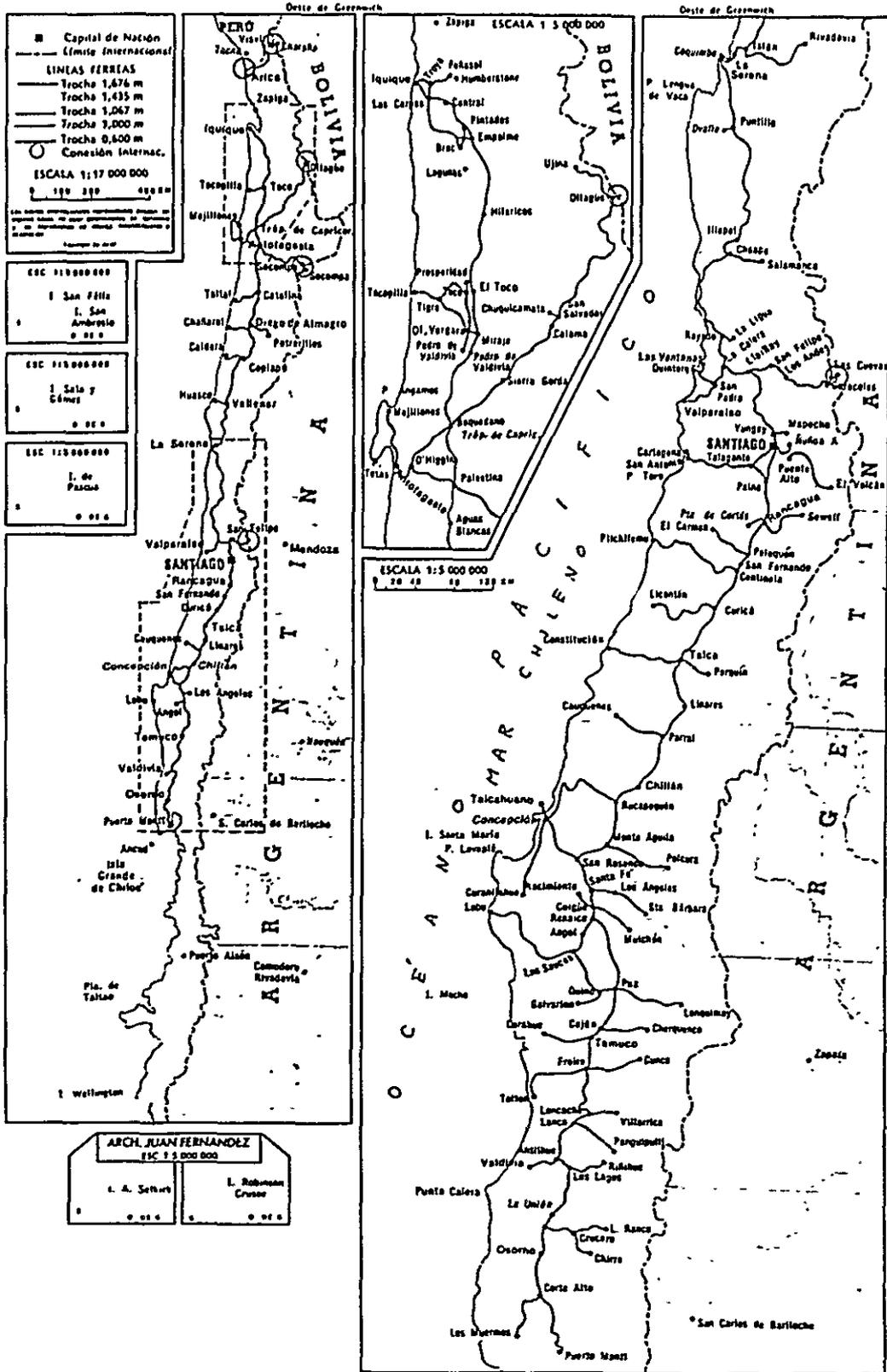
Nos sentiríamos muy feliz si el presente informe pudiera contribuir a la modernización de los Ferrocarriles del Estado de la República de Chile y a su vez si sirviera para intensificar aun más el enlace de amistad entre Chile y Japón.

Por último, quiero dejar constancia de nuestra profunda gratitud por valiosas atenciones y colaboraciones dispensadas por los señores relacionados con los Ferrocarriles del Estado y los señores funcionarios del gobierno de la República de Chile para llevar a cabo el trabajo de la presente cooperación.

Agencia de Cooperación Internacional del Japón
(JICA)

Director Ejecutivo: Kazuto Nakazawa

CHILE



I N D I C E

	(Página)
1. Introducción	1
2. Administración de Ferrocarriles y Mantenición de equipo rodante	4
3. Mantenición de equipo rodante de FF.CC. de Chile y de otros países ..	8
4. Sugerencias sobre la organización	21
4.1 Unificación de la organización de la gestión de mantenición de equipo rodante en F.C.S. de Ferrocarriles del Estado	21
4.2 Organización del mantenimiento del equipo rodante en Ferrocarriles extranjeros	25
5. Sugerencias sobre mantenición de equipo rodante	28
5.1 Clasificación de mantenición de equipo rodante	28
5.2 Funciones y carga de trabajo de Maestranzas en el Mantenimiento del equipo rodante	33
5.3 Reparación de motores de tracción	42
5.4 Reparación de plantas diesel	45
6. Reforzamiento de la capacidad de mantenimiento de Maestranzas	49
7. Reorganización de Maestranza San Bernardo	52
8. Sugerencias sobre la participación del sector privado en el mantenimiento del equipo ferroviario	61
9.1 Sistema de contabilidad exclusivo para Maestranzas de Ferrocarriles del Estado	67
9.2 Independización y privatización de la actividad de mantenimien- to de equipo rodante de Ferrocarriles del Estado	69
10. Observaciones y sugerencias sobre equipo rodante	72
10.1 Automotores	72
10.2 Locomotoras eléctricas	72
10.3 Locomotoras diesel	73
10.4 Coches	74
10.5 Buses carriles y Automotor diesel	76

	(Página)
10.6	Carros 78
10.7	Proyecto de aumentar de 4 a 6 los coches de Automotores japoneses AEZ y AEL 79
10.8	Proyecto de nuevo coche dormitorio transformable a coche con solo asientos 82
10.9	Proyecto de servicio de conexión a los trenes rápidos del sur por medio de automotores diesel 87
10.10.1	Vibración y confort de equipos rodantes 91
10.10.2	Sugerencias sobre mantención de amortiguadores de automotores japoneses 97

1. INTRODUCCIÓN

He tenido la oportunidad de desempeñarme durante un año en la Empresa de Ferrocarriles del Estado como asesor técnico desde el mes de Noviembre del año 1981.

Soy un experto en material rodante enviado por JICA (Japan International Cooperation Agency) dentro del marco del acuerdo de cooperación técnica entre los gobiernos de Chile y el Japón.

Mi papel ha sido el de un asesor en el área de equipo rodante y su mantención en los Ferrocarriles del Estado.

Francamente, creo que la situación del equipo rodante y su mantención en Ferrocarriles del Estado no son buenas.

Sin embargo, estimo que aunque se propusieran medidas cercanas a las ideales, todo sería inútil, es decir, serían como castillos en el aire, debido a la imposibilidad de la empresa de poder llevarlas a la realidad derivada de la grave situación financiera por la que atraviesa actualmente, debida a la suspensión total del subsidio estatal impulsada por la política de autofinanciamiento de las empresas del estado. Además de lo anterior, la empresa soporta una aguda competencia de otros medios de transporte como son los buses y los camiones.

Por estas razones he intentado proponer algunas soluciones que me han parecido viables dentro de la actual situación financiera de la empresa, considerando siempre no sólo la parte técnica sino también su costo necesario.

El alcance del trabajo que me fué encargado era sumamente amplio al incluir todo lo concerniente a las revisiones y reparaciones de toda clase de equipo rodante, incluida además la participación del sector privado en aquellos trabajos.

Desde un comienzo me pareció bastante claro que era prácticamente imposible que una sola persona pudiera efectuar todos los trabajos que incluyen el estudio exhaustivo de gran cantidad de pormenores concernientes al equipo rodante y a sus modalidades de mantención actuales, proporcionara información concreta sobre la forma de cómo efectuar los trabajos que se recomendaran y, además, analizara los efectos que los nuevos planes de mantención recomendados tendrían en la administración financiera de la empresa.

Por dichas consideraciones, he variado el método de trabajo a seguir y he optado por darle una orientación hacia la búsqueda de un sistema de mantención que fuera deseable para la empresa, en base a mi experiencia ferroviaria del Japón y la consideración de algunas suposiciones que he estimado

necesarias y convenientes para el caso chileno, además de haber tenido siempre presente los diferentes sistemas de mantención de equipo rodante tanto del Japón como de otros países principalmente europeos, después de haber analizado con el máximo de detalles la actual situación de mantención de material rodante de la empresa.

En este contexto, he presentado algunos proyectos de inversión en equipos rodantes que estimo son rentables desde el punto de vista comercial.

Se puede decir que el presente informe ha sido preparado de acuerdo a las impresiones e ideas que al respecto ha tenido un ingeniero de material rodante extranjero que ha trabajado durante un año en la empresa, es decir, pudiera pensarse que este informe no constituye un "estudio" propiamente tal, sino que correspondería a una "impresión y opinión".

La Empresa de Ferrocarriles del Estado tiene una historia sobre sus ferrocarriles más extensa y antigua que los Ferrocarriles del Japón y, por supuesto, una gran cantidad de experiencias.

Temo que algunos ingenieros que se desempeñan en esta empresa no compartan plenamente mis opiniones, al menos en algunos proyectos.

Aunque así fuera, no dudo que ellos tendrán la comprensión de que hay muchas opiniones e ideas diferentes en el mundo y espero que este trabajo ojalá pueda ser útil para el mejoramiento futuro de la empresa.

Este informe no tiene un plan de realización concreto porque corresponde a un escrito sobre la opinión personal sobre la empresa.

Sin embargo, si hubiera oportunidad, quizás podrá ser posible que JICA colabore con la empresa en la redacción de planes concretos. Los temas que creo necesarios y útiles para la empresa son los siguientes.

1. Reorganización de maestranzas y talleres y mejoramiento del sistema de mantención del equipo rodante.
2. Plan de recuperación de equipos rodantes detenidos.
3. Redacción de especificaciones de equipo rodante de nuevo diseño para el mejoramiento del transporte.

Al finalizar esta introducción, deseo dejar explícitos mis agradecimientos más sinceros al Señor Jorge Correa G., Gerente General de la Empresa de Ferrocarriles del Estado, por todas las atenciones de que he sido objeto durante mi estadía de un año en este país, como asimismo a otros funcionarios de Ferrocarriles del Estado que me han dispensado su atención y deferencia, y que han hecho que durante todo el tiempo que he estado aquí me haya sentido muy contento y complacido con mi trabajo. Deseo

agradecer especialmente al Ingeniero Señor Juan Monardes M., quien se ha desempeñado como mi contraparte, cumpliendo todas sus funciones esmerada y responsablemente.

Además, me corresponde expresar mis profundos agradecimientos por todas las atenciones recibidas de parte de la Embajada del Japón.

Santiago de Chile, Noviembre de 1982.

Toshikazu KITAYAMA

Experto enviado por JICA
Ingeniero de J.N.R.

2. ADMINISTRACIÓN DE FERROCARRILES Y MANTENCIÓN DE EQUIPO RODANTE

El precio del equipo rodante nuevo es varias veces más elevado que el precio de camiones y buses que son fabricados en serie.

Para que los ferrocarriles sobrevivan superando en la libre competencia a camiones y buses bajo aquella condición del equipo rodante adoptando las siguientes medidas:

- A. Extender la duración de la vida útil del equipo rodante mediante una mantención adecuada ya que su fabricación es más resistente que el bus o camión, cuyas vidas son de alrededor de 10 años, por lo que es necesario utilizar el equipo rodante más de 30 años, es decir, más de 3 veces.
- B. Al considerar el costo de amortización resulta antieconómico dejar los equipos detenidos, aunque estén averiados. Los equipos caros deben utilizarse eficazmente. En el cuadro siguiente se incluye el precio de cada equipo rodante, estimativamente.

Promedio de precios de equipos rodantes, referidos unitariamente.

Automotor eléctrico	US\$ 400.000
Locomotora eléctrica	800.000
Automotor diesel	400.000
Locomotora diesel	800.000
Coche	250.000
Carro	30.000

- C. Se debe tratar de elevar la rentabilidad de operación de cada equipo rodante, es decir, el kilometraje recorrido por día. Para lograr este objetivo, se deben acortar los días u horas de detención destinadas al mantenimiento y disminuir la frecuencia de revisión de pasada y de término de viaje sin afectar la confiabilidad del equipo rodante.
- D. Se debe ofrecer el servicio de transporte seguro, cierto, puntual, confortable y rápido para aumentar la demanda. Para ello es necesaria la mantención preventiva adecuada para aumentar la confiabilidad del equipo rodante.

En cuanto al servicio de pasajeros, se debe ofrecer coches limpios y confortables.

Todas estas medidas dependen principalmente de cómo efectuar la mantención del equipo rodante. Como se infiere, la mantención del equipo es un trabajo muy importante desde el punto de vista de la administración de ferrocarriles, por lo que ésta debe ser económica y eficiente dado que el costo de mantención es considerable.

Es decir, es muy importante conocer cómo efectuar la mantención del equipo rodante desde el punto de vista de la administración de ferrocarriles, tanto para aumentar las ventas como para disminuir los costos relacionados con el equipo rodante.

A continuación se examinarán dos aspectos importantes que se refieren al presupuesto de mantención del equipo rodante y a la cantidad de personal necesaria para efectuar la mantención del mismo.

2.1 Presupuesto de mantención de equipo rodante.

En ese caso, ¿Qué porcentaje del presupuesto hay que destinar para la mantención del equipo rodante desde un punto de vista general?

De acuerdo a los resultados de ferrocarriles particulares del Japón, con los cuales resulta adecuado efectuar una relación debido a su tamaño y cantidad de personal similares a Ferrocarriles del Estado de Chile y que además funcionan bajo el principio de autofinanciamiento, cuyos balances son positivos, el presupuesto de mantención de equipo rodante incluido el costo de personal y la adquisición de materiales es aproximadamente entre 10 a 13% del presupuesto total.

Aunque no se puede efectuar directamente la comparación debido a que las condiciones de circunstancias son diferentes entre Chile y el Japón, podría ser que fuese necesario mas que un 13% del presupuesto debido a la condición de mayor edad del equipo rodante chileno como asimismo por tener modelos relativamente anticuados.

2.2 Cantidad de personal para mantención de equipo rodante.

De acuerdo a los resultados de ferrocarriles particulares del Japón, el porcentaje de personal para mantención de equipo rodante es de 13%.

La cantidad de personal necesario para mantención según cada clase de equipo rodante se puede estimar por la siguiente norma simplificatoria:

Automotor eléctrico	1,0 persona
Locomotora eléctrica	1,5

Automotor diesel	1,5 persona
Locomotora diesel	2,0
Coche	0,8
Carro	0,1

Estas cifras incluyen el personal necesario para todo tipo de man-
tención desde revisión diaria hasta reparación general.

La proporción entre el personal de revisión y el de reparación es del 50% para cada uno según la clase de equipo correspondiente en cada caso. Por ejemplo, en el caso de Locomotoras Diesel, se necesita 1 persona para revisión y 1 persona para reparación. La revisión se refiere desde la revisión diaria o de término de viaje hasta la revisión bimensual o trimestral. La reparación se refiere a las reparaciones medianas y generales.

El resultado de la aplicación de estas cifras para el Ferrocarril Sur es el siguiente, suponiendo la cantidad de equipos necesarios para el servicio que se indica, en el que se excluye las Locomotoras a Vapor:

Clase de equipo	Cantidad de equipos	Cantidad de personal para mantención	
		Por un equipo	Por cada tipo de equipo
Autom. eléctrico	100 (1)	1,0	100
Locom. eléctrica	100	1,5	150
Buscarriles o Autom. diesel	5	1,5	7,5
Locom. diesel	100	2,0	200
Coche	200	0,8	160
Carro	4500	0,1	450
Total			1.067,5

- (1) Se considera la cantidad de coches motrices y portantes como una unidad cada uno.

La cantidad total de 1.067,5 operarios para mantención de equipos rodante corresponde al 13,9% del personal total del Ferrocarril Sur que a Enero de 1982 tenía 7.700 funcionarios.

La cantidad de personal que tiene en la actualidad el Ferrocarril Sur para mantención de equipo rodante es el siguiente:

Gerencia de Mantenimiento	625 (Se excluye Mtza. Vialidad)
Gerencia de Tráfico	447
Total	1.072 funcionarios

Estas cifras darán una pauta para examinar la suficiencia de personal para efectuar las revisiones y reparaciones del equipo rodante, excluyendo el servicio de Locomotoras a Vapor, es decir, se refieren a la cantidad de personal que debería haber después de la dieselización proyectada y en marcha.

Además, las cifras anteriores se refieren sólo al personal de mantención que labora directamente en los equipos rodantes, en general; no se refieren a aquel personal que trabaja en talleres de apoyo como Fundición, Mantención de Instalaciones, etc.

Sin embargo, aunque la cantidad de personal resultante fuera numéricamente aceptable, la realidad es que resulta imposible que dicho personal pueda efectuar toda la mantención necesaria por las siguientes razones:

- A. Los sistemas de mantención entre Chile y el Japón son diferentes.
- B. Las maestranzas y talleres de Ferrocarriles del Estado de Chile no están bien equipados para efectuar la mantención del equipo rodante.
- C. Debido a la exigua cantidad de equipo rodante que posee el Ferrocarril Sur, la eficiencia de la mantención no es buena.
- D. Dada la gran antigüedad de los equipos rodantes, en general, se debe hacer grandes esfuerzos para mantenerlos.

Por las razones expuestas, se debe recurrir habitualmente al sector privado para suplir el déficit de mantenimiento que la empresa no puede emprender.

Con el fin de disminuir el presupuesto destinado a la mantención del equipo rodante y establecer una buena administración financiera desde ahora, será necesario mejorar la eficiencia de mantención de casas de máquinas, talleres y maestranzas y preparar a la empresa para que pueda aumentar su capacidad de mantención con el personal actual, sin depender exclusivamente del concurso del sector privado. La preparación de la empresa se conseguiría mediante la adopción de métodos especiales de trabajo, el mejoramiento de sus instalaciones, la fijación de políticas de adquisiciones

y fabricaciones, etc., que se expondrán en los capítulos subsiguientes.

3. MANTENCIÓN DE EQUIPO RODANTE DE FF.CC. DE CHILE Y DE OTROS PAÍSES.

Recientemente han cambiado totalmente tanto las máquinas e instalaciones para reparar el equipo rodante como las dotaciones y sistemas de mantención de este equipo debido a la introducción de equipo rodante modernizado tales como Locomotoras Eléctricas, Locomotoras Diesel, etc., cuyas estructuras son muy diferentes de la Locomotora a Vapor.

En la actualidad todos los ferrocarriles del mundo se encuentran empeñados en reducir el tiempo dedicado a la mantención del equipo rodante, mejorar el rendimiento de servicio, disminuir el costo de operación y mantención e intentar utilizar el equipo rodante lo más económicamente posible.

Por ejemplo, el sistema de mantención alemán repara juntos los equipos y piezas que tienen aproximadamente la misma vida, aunque la vida de servicio de cada equipo o pieza sean diferentes. Es decir, se da importancia a la vida propia de cada pieza o equipo por separado y se efectúa la mantención sólo en el intervalo necesario.

Diferente es el caso del Japón y Francia, cuyos sistemas de mantención de equipo rodante difieren del sistema de mantención alemán. La característica principal es que la mantención se divide en cuatro etapas que son revisión diaria, revisión mediana, reparación mediana y reparación general. Este sistema está simplificado y uniformado.

Podría pensarse que el sistema alemán es más económico que el del Japón y Francia debido a que no efectúa reparaciones excesivas. Sin embargo, si no es posible precisar con exactitud la vida de cada pieza o equipo, ni se comprende el desgaste producido en ellas, el sistema de mantención de Alemania no puede producir ningún efecto positivo, sino administración complicada solamente.

En el caso que Ferrocarriles de Alemania quisiera aumentar el período de mantención, investiga la cantidad de desgaste de acuerdo al resultado obtenido en el equipo rodante destinado para estos fines y, una vez estudiados todos los factores, adopta la decisión de aumentar el intervalo de mantención a todo el equipo rodante de que se trate.

Los programas de mantención teóricos de Ferrocarriles del Estado de Chile se clasifican en aproximadamente diez tipos de grados para cada clase de equipo rodante, que es similar al sistema de Alemania. Pero en la práctica no se puede hacer la mantención como lo indica el programa teórico, debido a la falta de operarios, habiéndose eliminado algunos tipos de grados de mantención.

Por ejemplo, en el caso de Locomotoras Diesel, se hacen sólo cinco tipos de grados de mantención programada (Término de viaje, Revisión Trimestral, 1,5 años, 3 años y Reparación General), aunque se encuentran diez tipos de grados de mantención teórica. Pero aún depende de los trabajos que se efectúan con Contratistas Particulares, que son bastante caros, debido a la falta de capacidad de mantención de FF.CC. del Estado.

Ya que algunos tipos de equipos rodantes se han desgastado mucho, hay poca confiabilidad en la mantención actual, registrándose gran cantidad de reparaciones llamadas "fuera de programa", lo que baja el rendimiento del equipo rodante.

Estas situaciones tienden a ocurrir en las Locomotoras Diesel que es el poder tractor más importante en FF.CC. del Estado.

Al parecer, la causa sería que las cantidades de reparaciones medianas y generales de Locomotoras Diesel no son suficientes. Por este motivo se deben tomar medidas tan pronto sea posible.

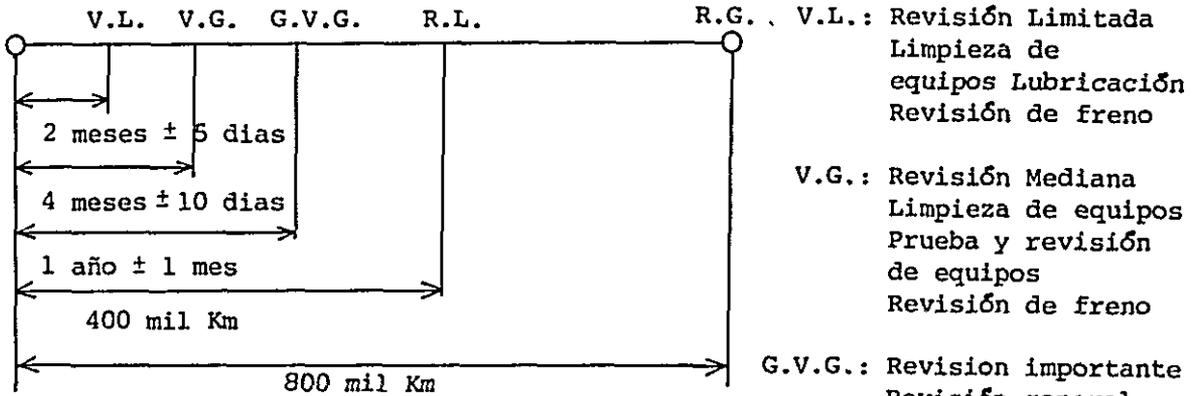
ANEXO

SISTEMAS DE MANTENCION DE EQUIPO RODANTE DE VARIOS PAISES

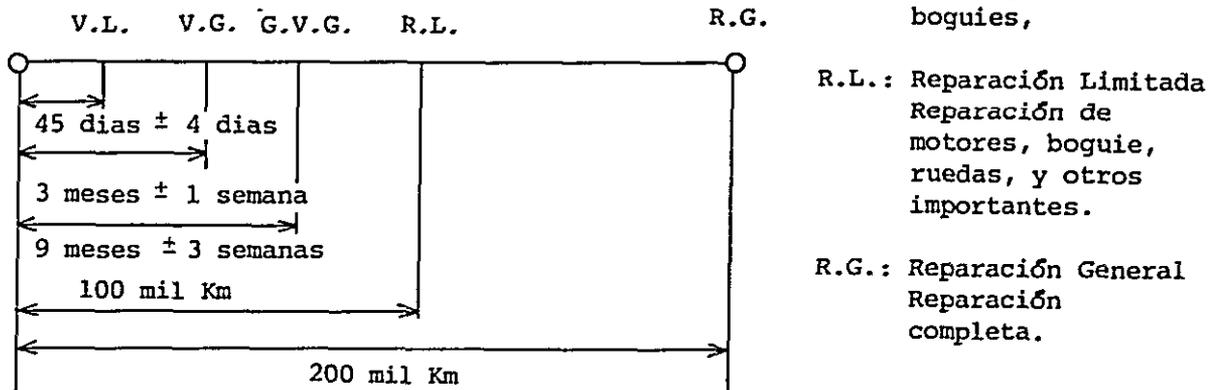
1. Locomotoras Eléctricas.

1.1 Ferrocarriles Franceses (1963)

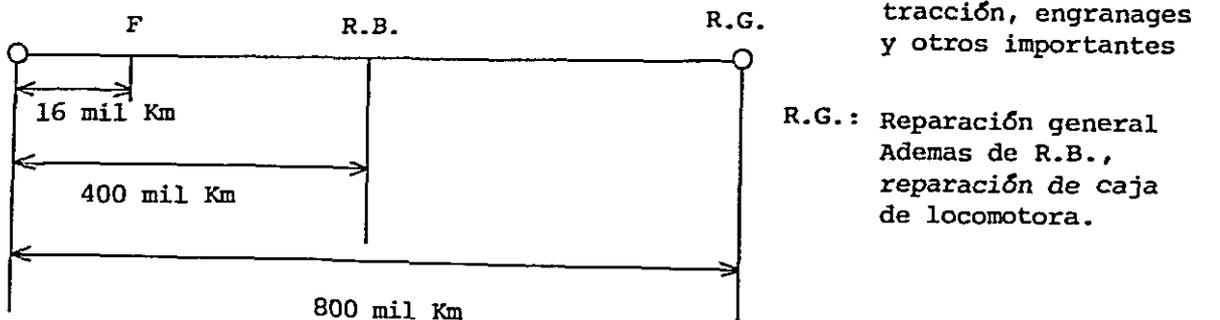
a. Locomotora de Línea



b. Locomotora de Patio



1.2 Ferrocarriles Alemanes. (1967)



Ordenamiento de revisiones F

$F_1-F_2-F_3-F_1-F_2-F_1-F_3-F_1-F_2-F_1-F_4$

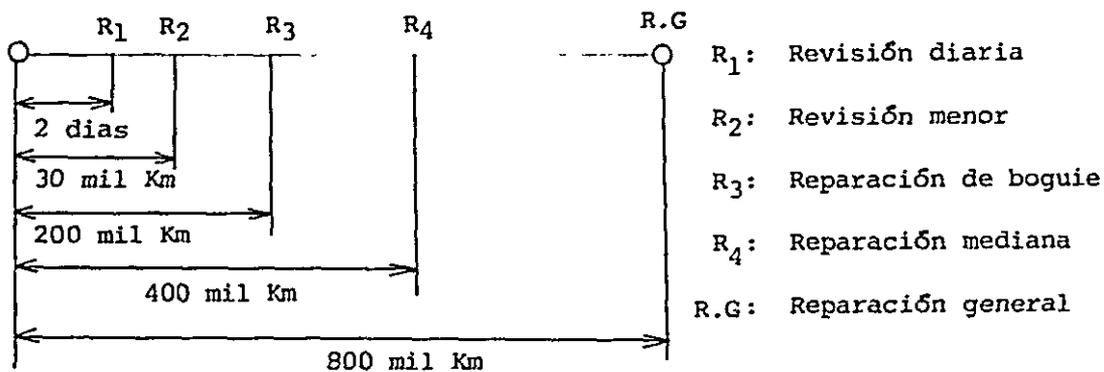
F_1 : Revisión y cambio de planchelas de Pantógrafo, zapatas y carbones.

F_2 : Además de F_1 , soplado a motores de tracción, revisión de enganche, cojinetes y batería.

F_3 : Además de F_2 , lubricación de cojinetes, limpieza de filtros, revisión de pantógrafo y compresor.

F_4 : Además de F_3 , medida de altura de enganche y parachoque. Revisión de engranaje de motor tracción y lubricación de rodamientos.

1.3 Ferrocarriles del Japón (1981)



1.4 Ferrocarriles de Chile (1981)

A. Teorico

- | | | |
|--|---|--------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) Termino de viaje (2) Semanal (3) Mensual (10.000 a 12.000 Kms.) (4) Trabajos Menores <li style="padding-left: 20px;">Cambio de elementos de facil acceso | } | Encargo de Gerencia de Trafico |
| <ul style="list-style-type: none"> (5) Trimestral (6) Semestral (7) Anuales (100.000 a 120.000 Kms.) (8) Bianuales (230.000 a 260.000 Kms.) (9) 4 años (460.000 a 520.000 Kms.) | } | Encargo de Gerencia de Mantenimiento |

- | | |
|---|---------------------------------|
| (10) Reparación de media vía (1.000.000 Kms.) | } Encargo de
Sección Privada |
| (11) Reparación General (2.000.000 Kms.) | |

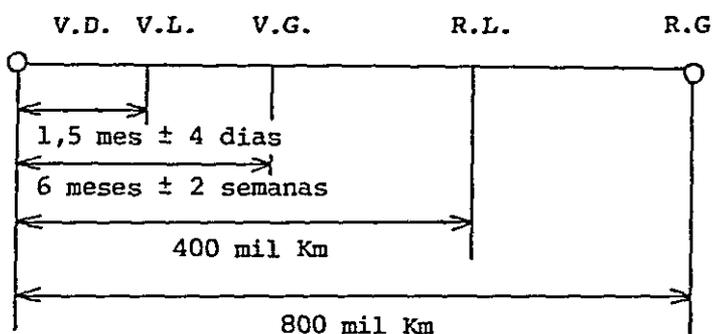
B. Rearidad

- Taller San Eugenio (Pertenece a Gerencia de Trafico)
 - (1) Termino de Viaje
 - (2) Trimestral (30.000 Kms)
 - (3) Bianual (240.000 Kms)
- Taller Barón (Pertenece a Gerencia de Trafico)
 - (1) Termino de Viaje
- Maestranza Barón (Pertenece a Gerencia de Mantenimiento)
 - (1) Trimestral
 - (2) Anuales
 - (3) Bianuales
- Sección Privada
 - (1) Recuperación de las detenidas (Según la necesidad)

2. Locomotoras Diesel

2.1 Ferrocarriles Franceses (1966)

Locomotora de Linca



V.D.: Revisión Diaria
Revisión previa a la partida.
Abastecimiento de combustible y agua.
Cambio de zapatas.

V.L.: Revisión Limitada
Limpieza y revisión de equipos. Cambio de filtros de aceite.
Verificación calidad del lubricante.
Inspección de frenos.

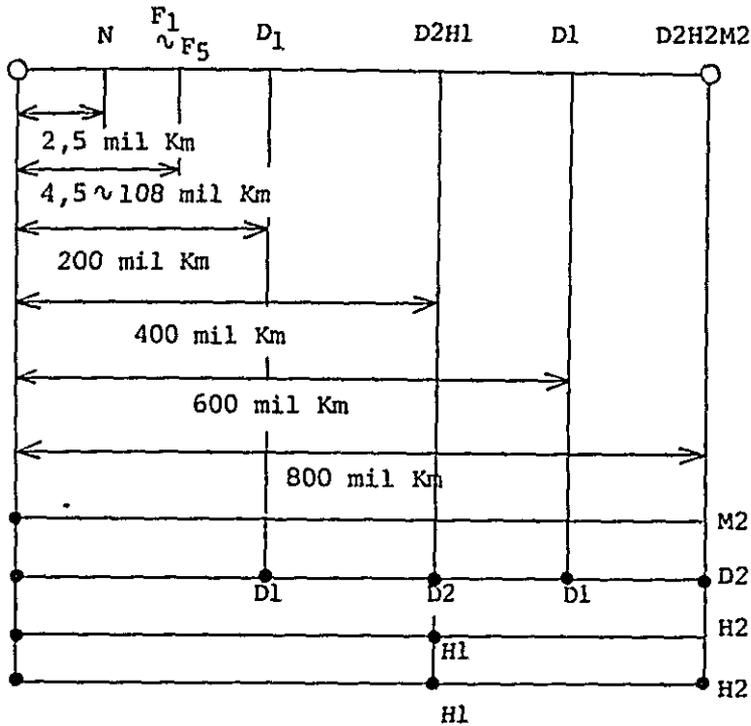
V.G.: Revisión mayor
Prueba de bombas de inyección y equipos eléctricos. Revisión de planta y boguies.

R.L.: Reparación Limitada
Reparación de planta sin desarmar. Reparación de boguies y otros importantes.

R.G.: Reparación General. Reparación completa.

2.2 Ferrocarriles Alemanes (1965)

a. Locomotora de Linea.



N: Término de viaje
Revisión e inspección
por recorrido.

F₁ ~ F₅: Revisión Menor
Revisión, inspección,
lubricación y lim-
pieza de filtros.

F1: 4.500 Km ó 12 dias

F2: 9.000 Km ó 24 dias

F3: 18.000 Km ó 48 dias

F4: 54.000 Km ó
144 dias

F5: 108.000 Km ó
288 dias

M2 Caja

D2 Bogue

H2 Planta

H2 Caja de engranajes

Ordenamiento de revisiones F:

F₁ - F₂ - F₁ - F₃ - F₁ -

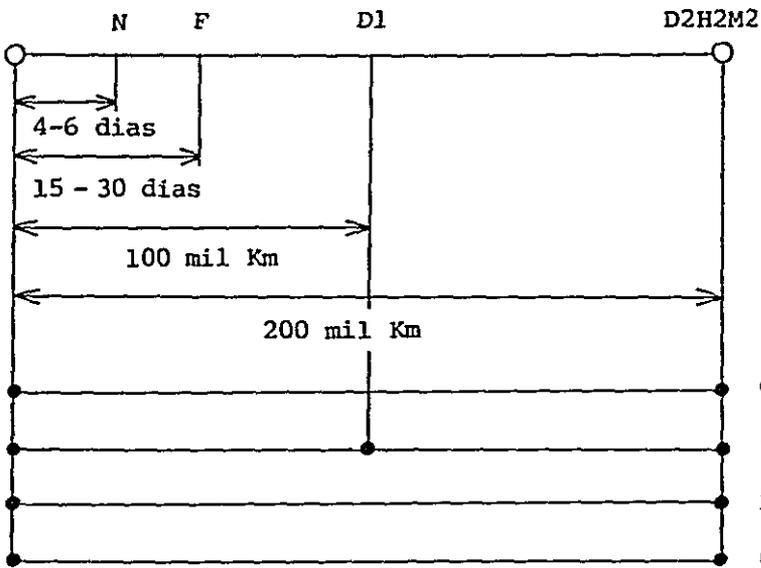
F₂ - F₁ - F₃ - F₁ - F₂ -

F₁ - F₄ - F₁ - F₂ - F₁ -

F₃ - F₁ - F₂ - F₁ - F₃ -

F₁ - F₅.

b. Locomotora de Patio.



Caja

Bogue

Planta

Caja de engranajes

D1 : Revisión Mediana

Inspección, reparación y prueba de ruedas, freno etc, sin desarme.

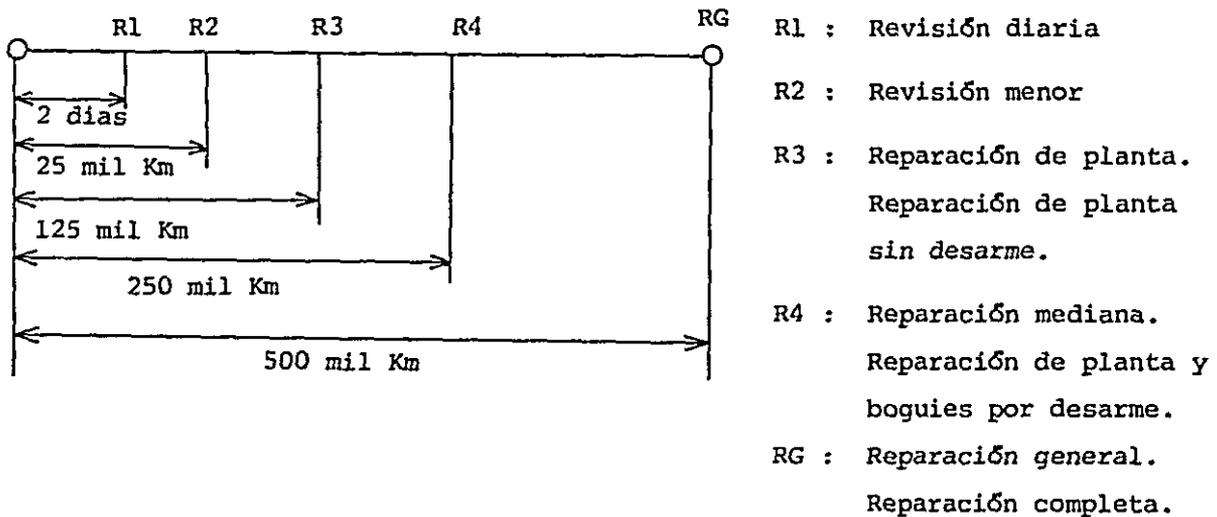
D2H1: Reparación Mediana.

Reparación de boguie, planta y caja de engranaje por desarme.

D2H2M2: Reparación General.

Reparación completa.

2.3. Ferrocarriles del Japón (1981)



2.4. Ferrocarriles de Chile (1981)

A. Teorico

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| (1) Terminó de Viaje | } | Encargo de Gerencia de Trafico |
| (2) Mensual | | |
| (3) Trabajos Menores
(Cambio de elementos de facil acceso) | | |
| (4) Bimensual | } | Encargo de Gerencia de Mantenimiento |
| (5) Trimestral | | |
| (6) Anuales a 1.5 años | | |
| (7) Bianaales | | |
| (8) 3 años | | |
| (9) 4 a 4.5 años | | |
| (10) Cambio Planta | | |
| (11) Reparaciones Generales (800.000 Kms.) | | Encargo de Sección Privada |

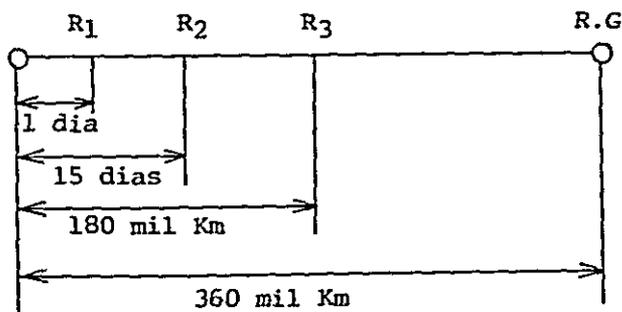
B. Realidad

- Taller San Eugenio (Pertenece a Gerencia de Trafico)
 - (1) Terminó de Viaje
 - (2) Bimensual
 - (3) 1.5 años (75.000 a 160.000 Kms.)
 - (4) 3 años (160.000 a 320.000 Kms.)
- Chillan (Pertenece a Gerencia de Mantenimiento)
 - (1) Trimensual
 - (2) 1.5 años (160.000 Kms.)
 - (3) 3 años (320.000 Kms.)
- Maestranza San Bernardo (Pertenece a Gerencia de Mantenimiento)
 - (1) 3 años
 - (2) Cambio Planta y Reparación General
- Sección Privada
 - (1) Cambio Planta y Reparación General
 - (2) Cambio de Trocha

3. Automotores Eléctricos.

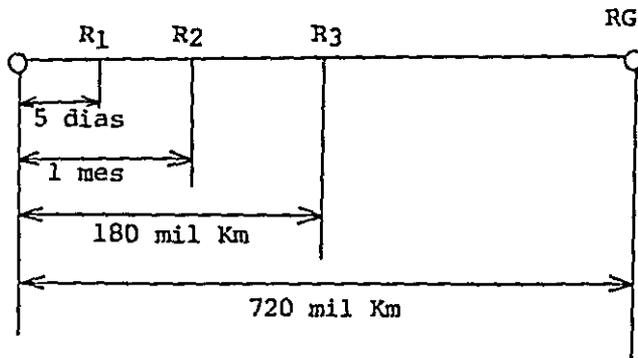
3.1. Ferrocarriles Argentinos (1981)

a. Automotor antiguo (Línea Sarmito)

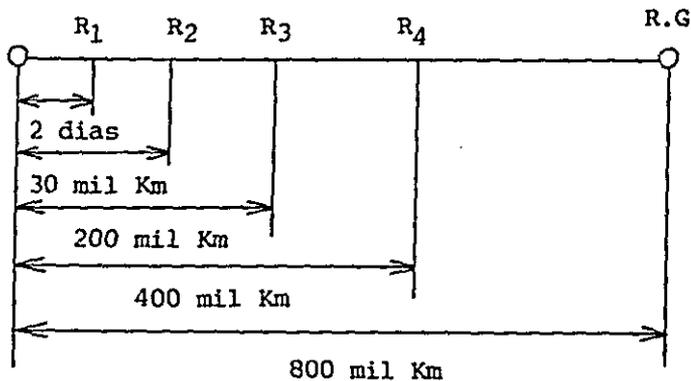


- R₁ : Revisión diaria
Revisión de ruedas, freno y motores de tracción.
- R₂ : Revisión menor
Además de R₁, revisión de freno, etc.
- R₃ : Reparación mediana
Reparación de boguies, motores de tracción, freno, etc.
- R.G : Reparación general
Reparación completa.

b. Automotor nuevo (Línea Urquiza)



3.2. Ferrocarriles del Japón (1981)



- R₁ : Revisión diaria
- R₂ : Revisión menor
- R₃ : Reparación de boguie
- R₄ : Reparación mediana
- R.G : Reparación general.

3.3. Ferrocarriles de Chile (1981)

A. Teorico

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| (1) Termino de Viage | } | Encargo de Gerencia de Trafico |
| (2) Mensual | | |
| (3) Trabajos Menores
(Cambio de elementos de fácil acceso) | | |
| (4) Trimestral (30.000 a 40.000 Kms.) | } | Encargo de Gerencia de Mantenimiento |
| (5) Semestral (60.000 a 80.000 Kms.) | | |
| (6) Anual (120.000 a 160.000 Kms.) | | |
| (7) Bianuales (240.000 a 320.000 Kms.) | | |
| (8) Bianuales (AES) | } | Encargo de Sección Privada |
| (9) 4 años (480.000 a 640.000 Kms.) | | |
| (10) Reparación General (1.500.000 Kms.) | | |

B. Realidad

- Taller San Eugenio (Pertener a Gerencia de Trafico)
- (1) Termino de Viage

(2) Trimestral

(3) Bianuales

— Taller Barón (Pertencer a Gerencia de Trafico)

(1) Término de Viage

— Maestranza Barón (Pertener a Gerencia de Mantenimiento)

(1) Revisión de 40.000 Kms.

(2) Revisión de 80.000 Kms.

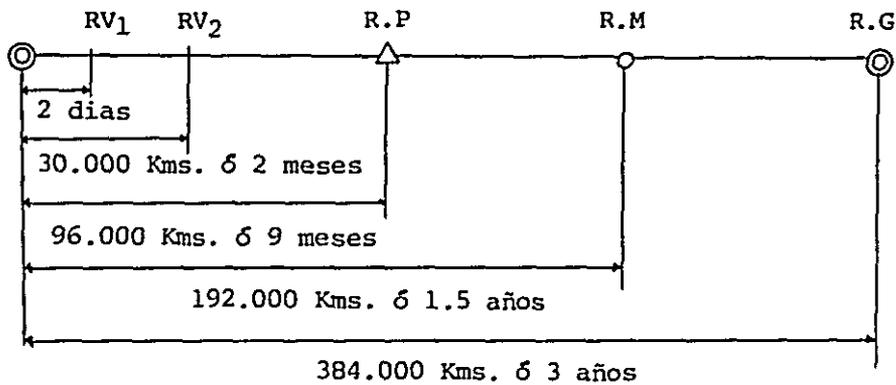
— Sección Privada

(1) Bianuales de AES (320.000 Kms.)

(2) Recuperación de las detenidas (Según la necesidad)

4. Buscarriles ó Automotor Diesel

4.1 Ferrocarriles del Japón



RV₁ : Revisión diaria

RV₂ : Revisión mediana

R.P : Reparacion Planta

R.M : Reparacion mediana

R.G : Reparacion General

4.2. Ferrocarriles del Chile (Realidad)

— Taller Temuco (Pertener a Gerencia de Mantenimiento)

(1) Semanal

(2) 15 días

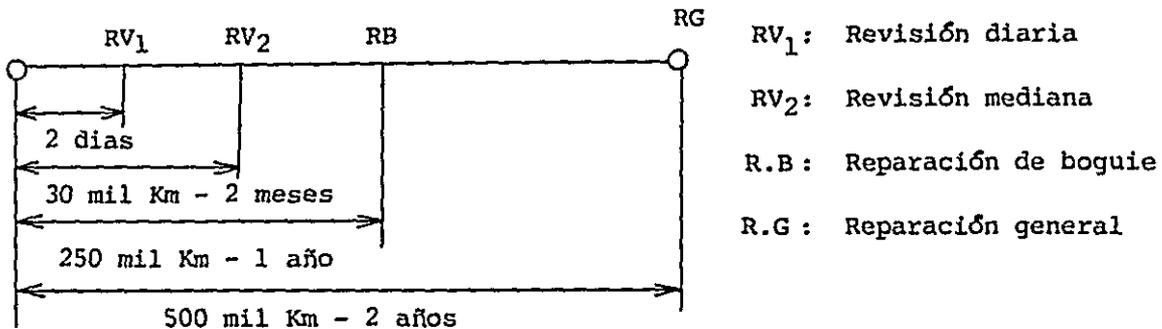
— Taller Chillan (Pertener a Gerencia de Mantenimiento)

(1) 20.000 Kms.

(2) Reparación General

5. Coches

5.1. Ferrocarriles del Japón



5.2. Ferrocarriles del Chile

A. Teorico

- (1) Revisión diarias Encargo de Gerencia de Trafico
 - (2) Anuales (R-1)
 - (3) Bianuales (R-2)
 - (4) 4 años (R-3)
 - (5) 8 años (R-4)
- } Encargo de Gerencia de Mantenimiento

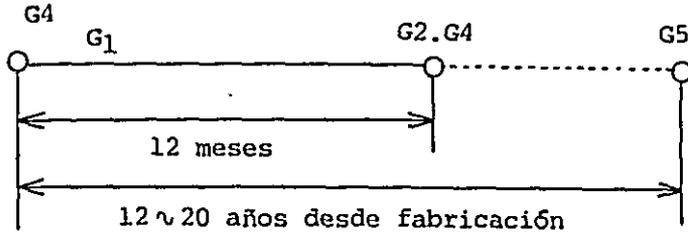
B. Realidad

- Taller San Eugenio (Pertenece a Gerencia de Mantenimiento)
 - (1) Término de Viaje
 - (2) 4 años
 - (3) 8 años
- Taller Temuco (Pertenece a Gerente de Mantenimiento)
 - (1) Bianuales
- Sección Privada
 - (1) Reparación General del coche "Salón"
 - (2) Recuperación del coche "Cama"
 - (3) Reparación General del coche "Primera Clase"
 - (4) Reforma del coche segunda clase al transportador de automobiles.

6. Carros

6.1. Ferrocarriles Alemanes (1966)

A. Carros para servicio rápido



G1: Revisión menor
Reparaciones menores que se pueden efectuar en menos de 15 horas.

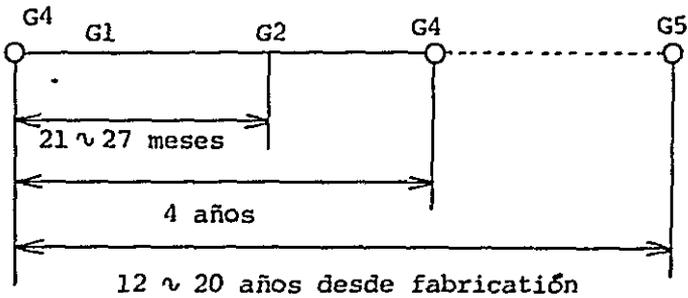
G2: Revisión de freno
Revisión y reparación en caso necesario de cojinetes, boguies y freno.

G3: Reparación fuera de programa
Reparaciones por accidentes que demoran más de 15 horas.

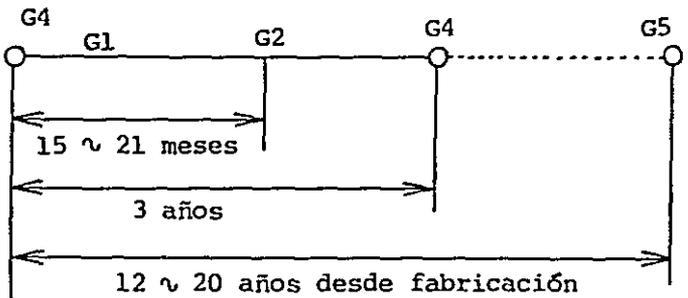
G4: Reparación general
Reparación de seguridad de operación

G5: Recuperación
Rehabilitación completa.

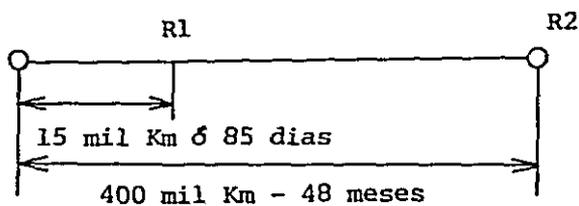
B. Carros para servicio normal



C. Otros carros



6.2. Ferrocarriles del Japón



R1: Revisión
Revisión de freno, boguies y ruedas.

R2: Reparación general

6.3. Ferrocarriles del Chile

A. Teorico

- | | | |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| (1) Revisión diarias | } | Encargo de Gerencia de Trafico |
| (2) Reparación menores | | |
| (3) 3 años (R-1) | } | Encargo de Gerencia de Mantenimiento |
| (4) 4 años (R-2) | | |

B. Realidad

- Taller San Eugenio (Pertenece a Gerencia de Trafico)
 - (1) Reparación menor
- Taller Temuco (Pertenece a Gerencia de Mantenimiento)
 - (1) 3 años (R-1)
- Maestranza Concepción (Pertenece a Gerencia de Mantenimiento)
 - (1) 3 años (R-1)
 - (2) 6 años (R-2)

4. SUGERENCIA SOBRE LA ORGANIZACION

4.1 Unificación de la organización de la gestión de mantención de equipo rodante en F.C.S. de Ferrocarriles del Estado.

En el F.C.S. de Ferrocarriles del Estado tanto la Gerencia de Mantenimiento como la Gerencia de Tráfico hacen el trabajo de mantención de equipo rodante. Generalmente la segunda efectúa las mantenciones pequeñas como "término de viaje" y "bimensual" y la primera efectúa la fabricación de repuestos y las reparaciones mayores. Pero ambas omiten o envían algunas reparaciones a firmas particulares debido a falta de personal y dinero efectivo para adquirir repuestos.

En talleres de San Eugenio, que pertenecen a la Gerencia de Tráfico, se ha empezado a hacer reparaciones medianas a Locomotoras Diesel, Locomotoras Eléctricas y Automotores, que originalmente correspondían a la Gerencia de Mantenimiento, debido a la falta de personal de ésta.

Se teme que la dualidad de la gestión de mantención de equipo rodante en el F.C.S. puede causar algunos desórdenes o situaciones poco económicas, ya que puede ocurrir que no haya nadie para ver en su totalidad la gestión de mantención del equipo rodante.

La idea de que la Sección Tráfico haga la mantención menor y que la Sección Mantenimiento haga la mantención mayor junto con la fabricación de repuestos corresponde a la época de las Locomotoras a Vapor.

La Locomotora a Vapor exige muchas Casas de Máquinas para el abastecimiento de agua y carbón, teniendo que pasar a ellas en forma frecuente. Este paso obligado por Casa de Máquinas permitía efectuar alguna reparación a las Locomotoras a Vapor, labor que tanto maquinistas como ayudantes y los operarios de conservación han efectuado. Entonces, era razonable que la Casa de Máquinas y Maquinistas y Ayudantes pertenecieran a la Gerencia de Tráfico ya que sus labores se relacionaban directamente con la operación de trenes.

Respecto a la reparación más importante de las Locomotoras a Vapor, en que se necesitaban instalaciones de mayor envergadura, maquinaria especializada y personal altamente capacitado, las Locomotoras a Vapor eran enviadas desde las Casas de Máquinas a la Maestranza donde el trabajo

de reparación era efectuado. Para efectuar la reparación de las Locomotoras a Vapor la Maestranza tenía que fabricar muchos repuestos, por lo que tenía que proceder al desarme completo de ellas. Por este motivo la reparación era esencialmente diferente de la mantención que efectuaba la Casa de Máquinas. Por dicha razón la Maestranza pertenecía a la Gerencia de Mantenimiento y no a la Gerencia de Tráfico.

Sobre las actividades de fabricación, reparación, revisión y operación de Locomotoras a Vapor, en relación con la atención que deben recibir después de fabricadas y estar en servicio, se puede decir que el fabricante participa con una parte, que corresponde a los repuestos de fábrica en lo que respecta a fabricación el taller reparador participa con una parte de fabricación y reparación en lo que corresponde a reparación y el operador, incluyendo las Casas de Máquinas y Depósitos, participa con la revisión y operación. En el gráfico indicado más adelante se pueden visualizar las ideas expresadas.

Pero la situación ya ha cambiado al ser eliminada la Locomotora a Vapor por la modernización de ferrocarriles y al empezar a usar Locomotoras Diesel, Locomotoras Eléctricas y Automotores.

En el caso de estos equipos rodantes, la mayor parte de los repuestos que se cambian en la reparación son los de adquisición a los fabricantes, lo que es diferente para el caso de las Locomotoras a Vapor. Se ha disminuido el papel de la Maestranza como fabricante y ésta ejecuta la reparación del equipo rodante por desarme y revisión, readecuando los repuestos cuando es necesario. Esta forma de operar constituye el quehacer principal de la Maestranza.

Estos equipos rodantes tienen esencialmente similar trabajo de reparación menor y revisión en Casa de Máquinas, aunque los grados de mantención son diferentes. Además los maquinistas han empezado a hacer poca revisión del equipo rodante debido a que este equipo es más complicado que la Locomotora a Vapor. En este sentido, los maquinistas se comportan igual que los pilotos de avión y los choferes de vehículos de carretera, los que no efectúan reparaciones y revisiones a su vehículo.

Es posible también separar los operarios de revisión de los operarios de operación para el caso de las Locomotoras Diesel, Locomotoras Eléctricas y Automotores, tal como puede hacerse con los aviones y vehículos de carretera.

En el diagrama que se indica a continuación puede distinguirse la participación relativa de las actividades de fabricación, reparación, revisión y operación en la atención de servicio que reciben los diferentes tipos de vehículos de transporte como Locomotoras a Vapor, Locomotoras Diesel, Locomotoras Eléctricas, Automotores, Aviones y Vehículos de carretera.

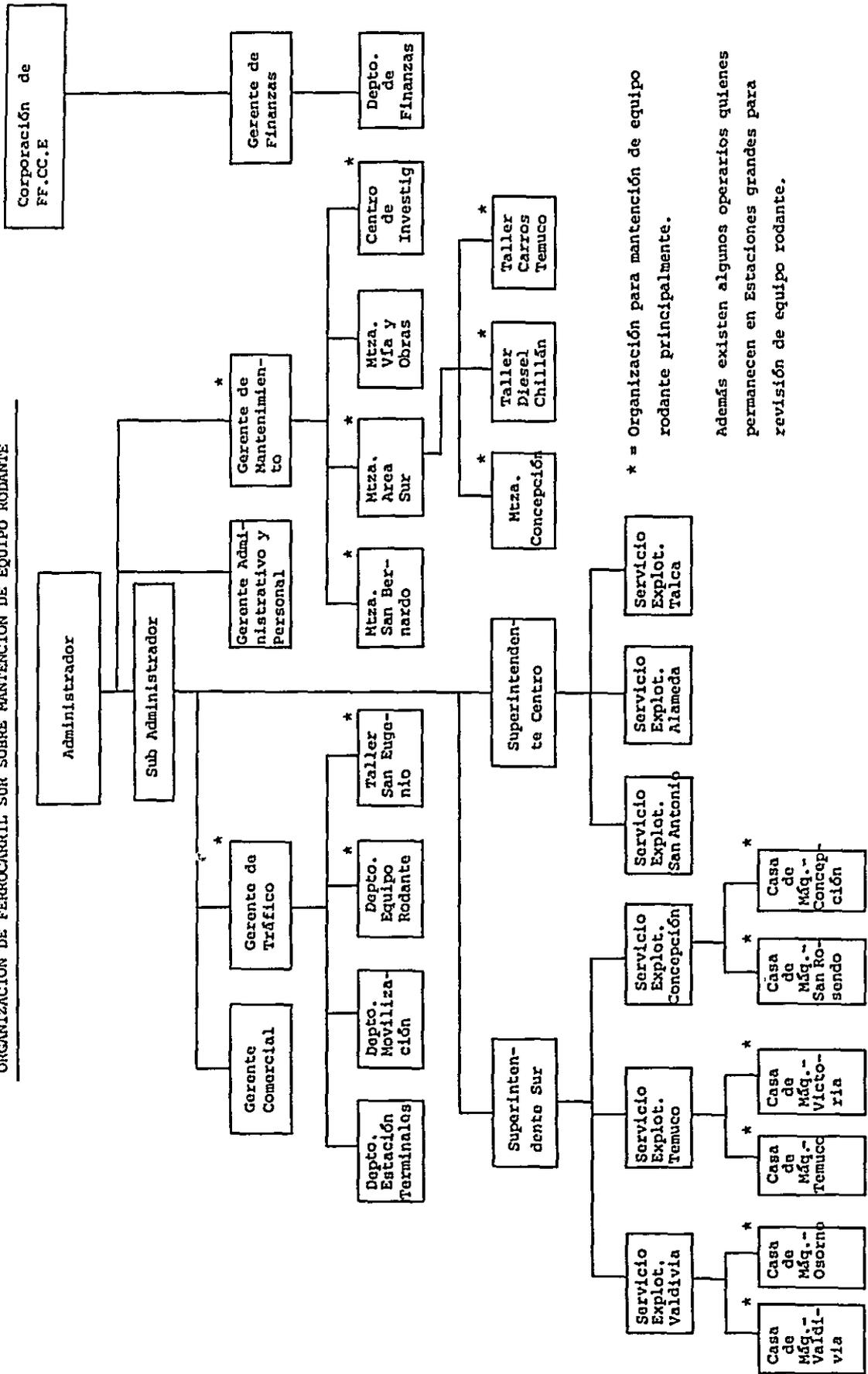
	Fabrica.	Reparac.	Revisión	Operación
Locomotora a Vapor	← A →	B	← B →	← C →
Locomotora Diesel Locomotora Eléctrica Automotor	← A →	B	← B →	← C →
Avión Vehículo carretera	← A →	← B →	B	← C →

A = Fabricante B = Reparador C = Conductor ó maquinista

En la actualidad, en F.C.S. las Locomotoras a Vapor están siendo reemplazadas por Locomotoras Diesel, de acuerdo al Plan de Dieselización, por lo que es posible que algunas Casas de Máquinas y Depósitos puedan ser eliminadas, centralizando el servicio de explotación sólo en algunas más grandes. En estas condiciones, se puede decir que la Casa de Máquinas grande tendrá el papel de Taller más que de Depósito.

Por esta razón, parece aconsejable a la administración de ferrocarriles, separar las labores de operación de las de mantenimiento, dejando la primera en la Gerencia de Tráfico y la segunda en la Gerencia de Mantenimiento. La Gerencia de Tráfico sólo se preocuparía de la operación y la Gerencia de Mantenimiento se encargaría de toda la mantención del equipo rodante, incluyendo las revisiones de "término de viaje" y las revisiones "bimensuales" y todas las demás de mayor envergadura, ejerciendo la unificación de la mantención del equipo rodante.

ORGANIZACION DE FERROCARRIL SUR SOBRE MANTENCION DE EQUIPO RODANTE



* = Organización para mantención de equipo rodante principalmente.

Además existen algunos operarios quienes permanecen en Estaciones grandes para revisión de equipo rodante.

4.2. ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPO RODANTE EN FERROCARRILES EXTRANJEROS;

4.2.1. Japón.

J.N.R. (Japanese National Railway)

Las labores de mantenimiento del equipo rodante se encuentran divididos en la actualidad entre la Gerencia de Máquinas y la Gerencia de Operación.

La Gerencia de Máquinas tiene a su cargo todas las maestranzas donde se efectúan las reparaciones medianas y generales.

La Gerencia de Operación tiene a su cargo las Casas de Máquinas donde se efectúan las revisiones diarias y bimensuales.

- Las maquinistas pertenecen a la Gerencia de Operación, pero los conductores de trenes y el personal de las estaciones dependen de la Gerencia Comercial.

Esta organización en la actualidad se encuentra bajo estudio debido a que los resultados obtenidos no han sido del todo satisfactorios.

También se emplean los servicios de contratistas particulares aproximadamente en 20% a 25% de los trabajos de mantenimiento, como por ejemplo, reparación de pantógrafos, reparación de bancos de resistencias de control, etc., es decir, sólo trabajos parciales y no reparaciones completas de equipos rodantes.

El porcentaje de 20 a 25% está en la actualidad tendiendo a aumentar debido a que los servicios de los contratistas son más económicos que los del ferrocarril.

Cuando es posible, se envían a los propios fabricantes las reparaciones parciales de equipos, tal como los bancos de resistencias de control.

Además, JNR se encuentra intentando desarrollar firmas de contratistas particulares para reducir los costos de mantenimiento del equipo rodante y a la vez, asegurar trabajo a los jubilados del ferrocarril.

Mayoría de ferrocarriles particulares.

Las labores de mantenimiento del equipo rodante se encuentran bajo la dependencia del Departamento de Equipo Rodante que funciona en la

Oficina Central de cada ferrocarril particular.

Del Departamento de Equipo Rodante dependen las maestranzas y casas de máquinas. En las maestranzas se efectúan las reparaciones medianas y generales y en las casas de máquinas las revisiones diarias y bimensuales.

Los maquinistas, los conductores de trenes y el personal de las estaciones dependen del Departamento de Tráfico de la Oficina Central. Los servicios de contratistas particulares se emplean en alrededor del 100% de los trabajos de mantenimiento del equipo rodante, como por ejemplo, rebobinado de motores, válvulas reguladoras de presión barométrica, equipos de aire acondicionado, lavado y teñido de cortinas, reparación de asientos, etc.; es decir, aquellos trabajos muy difíciles pero alejados del quehacer ferroviario normal ó aquellos muy comunes en los que existe mucha oferta en el mercado.

Ferrocarril de Nágoya, un ferrocarril particular.

Todo el trabajo de mantenimiento de equipo rodante desde revisión diaria hasta reparación general lo efectúa una empresa filial unida al ferrocarril a través del sistema de acciones, como en las sociedades anónimas (Véase el capítulo 9, "Sistema de contabilidad exclusivo para Maestranzas"). En este caso, el ferrocarril posee más de la mitad de las acciones de la empresa filial, lo que le da ciertos derechos y también obligaciones.

El ferrocarril de Nágoya, a través del Departamento de Equipo Rodante, ubicado en la Oficina Central, administra indirectamente la empresa filial.

Por otra parte, la empresa filial por sí misma intenta crear otras áreas de actividades, aparte del mantenimiento del equipo rodante, para conseguir el mejoramiento de su situación financiera.

4.2.2 Alemania Occidental.

Ferrocarriles del Estado.

Las labores de mantenimiento del equipo rodante se encuentran repartidos entre las maestranzas y las casas de máquinas.

Las maestranzas efectúan los trabajos de reparación como fabricación de algunos equipos rodantes.

Las casas de máquinas, que dependen de otra gerencia, la Gerencia de Operación, efectúan las revisiones diarias y bimensuales y trabajos menores.

4.2.3 Francia.

Ferrocarriles del Estado

Las labores de mantenimiento se encuentran unificadas en la Gerencia de Equipo Rodante y efectúa todas las revisiones diarias y menores y todas las reparaciones en maestranzas.

Debido al gran número de equipo, las maestranzas se especializan según las clases de equipos rodantes, tal como Locomotoras Eléctricas, Locomotoras Diesel, Coches, Carros, Automotores, etc. y se ha adoptado el sistema centralizado para las producciones de piezas y repuestos principales.

Los servicios de contratistas particulares se emplean en la reparación de coches y carros, lo que no exige una ingeniería de muy alto nivel ni gran cantidad de investigación para dicho equipo.

4.2.4 Inglaterra

Ferrocarriles del Estado

Las labores de mantenimiento del equipo rodante se encuentran repartidos entre las casas de máquinas y una empresa filial unida al ferrocarril a través de un sistema de acciones, de la cual tiene más de la mitad de ellas.

Las casas de máquinas efectúan las revisiones diarias y las revisiones menores.

La empresa filial se encarga tanto de las reparaciones como de la fabricación de equipo rodante, tanto para el ferrocarril como para exportación. Esta empresa filial se encuentra separada físicamente del ferrocarril y en su funcionamiento es prácticamente autónoma. La contabilidad de la empresa filial es independiente del ferrocarril; si hay utilidad el ferrocarril toma su parte de acuerdo a la cantidad

de acciones que posee. Los materiales y repuestos para el funcionamiento de la empresa filial los adquiere directamente el ferrocarril y se los entrega a la empresa filial.

5. SUGERENCIAS SOBRE MANTENCIÓN DE EQUIPO RODANTE

5.1. Clasificación de mantención del equipo rodante.

A.- Revisión diaria.

Al parecer, a la revisión diaria se la llama revisión de "término de viaje" debido a que se ejecuta inmediatamente después del recorrido de cada tren. Es decir, es muy posible encontrar un cojinete de fricción quebrado inmediatamente después del recorrido. Pero en la actualidad la revisión se efectúa al día siguiente de la llegada del tren a su terminal en la noche o en día feriado. En todo caso, no hay problema debido a que el equipo con cojinete de fricción está disminuyendo, lo que es más conveniente y facilita la labor de los operarios.

Sin embargo, no es razonable hacer la misma revisión tanto al tren de San Antonio de corto recorrido como al tren de Puerto Montt de largo recorrido. Se puede decir que se hace revisión excesiva al tren de San Antonio. Por dicha razón es mejor efectuar esta revisión en base a una escala de tiempo en lugar de kilometraje recorrido. Considerando el desgaste de zapatas de freno y las planchuelas de pantógrafos es más apropiado efectuar la revisión diaria o de término de viaje cada dos días.

Un grupo de funcionarios efectúa la inspección visual de boguies, freno y otras partes importantes y proceden al cambio de piezas gastadas de corta vida en un tiempo estimado de 1 a 2 horas. A esta revisión se la debe llamar revisión diaria.

En el caso de carros la revisión diaria se hace en el terminal cada vez que se arma el tren, ya que es difícil controlarlos en las estaciones intermedias.

B.- Revisión mediana.

Es la revisión que se efectúa sin desarme ni desmontaje de caja y boguies. En esta revisión se efectúa el cambio de piezas gastadas o defectuosas, el engrase de aquellas partes necesarias, el relleno de agua a baterías, verificación y cambio o relleno de aceite al motor diesel si es necesario. Además, se realiza la prueba del motor diesel, motores de tracción, compresor, pantógrafo, controlador principal, grupo motor generador auxiliar, etc.

Se debe decidir el intervalo de esta revisión después de estudiarlo prudentemente. Pero en general es recomendable hacerla cada 1 a 2 meses o cada 20.000 Km. a 30.000 Km. de recorrido.

Un equipo de funcionarios efectúa esta revisión en medio día a dos días.

C.- Revisión de motor diesel.

Esta revisión se refiere especialmente a las locomotoras Diesel. En esta revisión se inspeccionan y reacondicionan algunas piezas de la planta diesel que se desmontan por desarme, sin sacar la planta desde la caja. Además se verifica y reacondiciona la bomba de petróleo, el regulador de velocidad, el desarme y limpieza o cambio de bomba de inyección e inyectores y válvulas, cambios de anillos de pistones, en caso de ser necesario después de revisar un par de cilindros únicamente a modo de exploración para cerciorarse de su estado general, cambio de aceite de planta diesel en caso de ser necesario según su estado, cambio de agua de radiador, etc. Resto de operaciones son las que correspondan a las de la revisión mediana, indicadas precedentemente.

Se debe decidir el intervalo adecuado de esta revisión después de estudiar el estado de conservación de la planta diesel como asimismo las condiciones de operación. Se estima en general que es recomendable hacerla cada cuatro a seis revisiones medianas.

En forma gráfica lo dicho sería como sigue:



● Revisión de motor diesel

○ Revisión mediana

D.- Reparación mediana.-

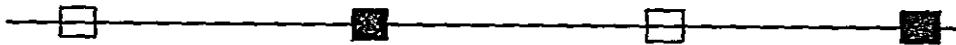
Esta se refiere al desmontaje y reparación completa de boguies, paradas de ruedas, frenos, motores eléctricos en general, motor diesel, pantógrafos, etc. y a la reparación parcial de algunos elementos interiores como ventanas, puertas, asientos, piso, baño, etc., aunque lo deseable sería que estos elementos interiores fueran intervenidos sólo en la reparación general.

Se estima de acuerdo a las condiciones de conservación y operación que esta reparación mediana se efectúe cada 200.000 Km. a 400.000 km. de recorrido o a una escala de tiempo de uno a dos años.

Para esta reparación se debe decidir la Carta Gantt normal ajustada a cada clase de equipo rodante de modo que resulte en el menor tiempo posible.

Se debe establecer el régimen y método de trabajo que permita efectuarla aproximadamente entre 7 a 15 días según la Carta Gantt normal.

En forma gráfica, se visualizaría como sigue:



■ Reparación mediana

□ Reparación general

Como guía para esta reparación mediana se inserta un cuadro que indica la intervención en diferentes partes del equipo rodante según se practica en el Japón.

Cuadro 5.1 CUADRO QUE INDICA EL GRADO DE INTERVENCIÓN EN EQUIPOS RODANTES DEL JAPÓN

	Clase de equipo rodante					Grado de Reparacion	
	Locomot. Eléctr.	Autom.	Locom. Diesel	Coche	Carro	Mediana	General
Pantógrafo	○	○				○	○
Interrupt. extrarráp.	○	○				▲	○
Eje de camos	○	○				□	○
Relé	○	○				□	○
Interr. principal	○	○				○	○
Banco de resistenc.	○	○				△	○
Motor de tracción	○	○				○	○
Motor Diesel			○			○	○
Convertidor de torque			○			○	○
Caja de engranajes	○	○	○			○	○
Marcha atrás			○			○	○
Ventana. Puerta		○		○		△	▲
Puerta					○		□
Asiento		○		○		△	▲
Calefacción		○		○		△	○
Acondic. de aire		○		○		▲	○
Enganche	○	○	○	○	○	○	○
Amortiguador	○	○	○	○	○	△	○
Marco de bogie	○	○	○	○	○	▲	▲
Bolster	○	○	○	○	○	○	○
Resorte	○	○	○	○	○	▲	▲
Rueda	○	○	○	○	○	○	○
Varillaje de freno	○	○	○	○	○	○	○
Compresor	○	○	○			○	○
Válvulas de freno	○	○	○	○	○	○	○
ATS Disp.aut.detenc.	○	○	○			○	○
Instrumentos	○	○	○	○		○▲	○▲

- Desmontaje y reparación por desarme
- △ Desmontaje e inspección sin desarme
- Reparación por desarme sin desmontaje
- △ Inspección sin desmontaje ni desarme

E.- Reparación General

Esta se refiere al desmontaje y reparación completa de boguies, paradas de ruedas, freno, motores eléctricos en general, motor diesel, pantógrafos, interruptor automático general extrarápido, resistencias de tracción y otras, instrumentos, enganches, etc., y otras piezas importantes y la reparación, pintado y hermosamiento de caja e interior.

El intervalo de esta reparación es aproximadamente cada 400.000 a 900.000 Kms. o 2 a 4 años en escala de tiempo. Se debe decidir considerando el estado de conservación y clase de equipo rodante para la fijación de este intervalo. En consecuencia, y tal como se trató en el caso de la reparación mediana, se debe definir la Carta Gantt que permita efectuar el proceso de reparación general en el menor tiempo posible, estableciendo el régimen y método de trabajo normal que la haga posible en aproximadamente 10 a 20 días.

Para mayor claridad, se indica en cuadro la intervención en diferentes partes de los equipos rodantes según práctica del Japón.

F.- Retorneo de ruedas en servicio fuera de programa.

Aunque se debe retornar ruedas en las reparaciones mediana y general, es necesario retornarlas cuando se encuentran en servicio con desgastes prematuros o encalladuras o pérdidas del perfil de la superficie de rodadura o de la pestaña.

En dichos casos resulta muy conveniente aprovechar el torno sumergido de San Eugenio que permite torneear las ruedas sin desmontar los bogies ni desarmarlos para aislar las paradas de ruedas. De ahí su utilidad y además la facilidad para operarlo.

Por medio de esta máquina se puede torneear una parada de rueda en aproximadamente una hora, por lo que es posible torneear todas las ruedas que necesiten retorneo de un equipo rodante en un día.

Es normal que se pueda usar las paradas de ruedas sin torneearlas durante 1 a 2 años o cada 200.000 Km. a 400.000 Km., que corresponde al intervalo de la reparación mediana.

Sin embargo, si las llantas tienden a desgastarse prematuramente aunque su composición y tratamiento térmico sean los adecuados, se puede utilizar un lubricador de pestaña.

En el cuadro siguiente se esquematiza el nuevo sistema de mantención propuesto.

Cuadro 5.2 NUEVO SISTEMA DE MANTENCION

	LOCOMOTORA DIESEL	LOCOMOTORA ELECTRICA	AUTOMOTOR	COCHE	CARRO
REVISION DIARIA	2 DIAS				AL HACER CONVOY
REVISION MEDIANA	1 a 2 MESES	20.000 Km - 30.000 Km.			1 a 2 MESES
REVISION DE MOTOR DIESEL	CADA 4 - 6 REV.-MEDIANAS 4 a 8 MESES 80.000 Km. a 120.000 Kms.				
REPARACION MEDIANA	1 a 2 AÑOS	200.000 Km - 400.000 Km.			3 AÑOS
REPARACION GENERAL	2 a 4 AÑOS	400.000 Km - 800.000 Km.			6 AÑOS

5.2. Funciones y carga de trabajo de Maestranzas en el mantenimiento del equipo rodante.

Recientemente han ocurrido muchos cambios en la situación de mantención del equipo rodante en la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Es decir,

Ahora se está eliminando la locomotora a vapor y se encuentra en ejecución el proyecto de dieselización en su lugar.

Se ha producido la disminución de personal y la disminución acentuada de presupuesto debido a la aplicación de la política de autofinanciamiento. Como consecuencia, ha sido imposible aplicar el sistema de mantención preventiva planeado cuidadosamente y que se había hecho en el pasado, pero que en la actualidad ha sufrido abreviaciones y emisiones en algunos trabajos de mantención.

Ambos Gerentes, el de Mantenimiento y el de Tráfico, empezaron a tomar a su cargo el mantenimiento del equipo rodante.

Parece que se pudieran detectar algunas irracionalidades y resultados poco económicos derivados de la actual organización del trabajo de mantención de maestranzas y talleres. Por dicho motivo se expone a continuación una proposición de reorganización de funciones y cargas de trabajo para las maestranzas y talleres.

A. San Eugenio.

Ambos talleres de Locomotoras Diesel y Eléctricas actuales eran originalmente Casas de Máquinas para revisiones de Locomotoras a Vapor. En la actualidad en ambos talleres se efectúan revisiones y reparaciones de Locomotoras Diesel y Eléctricas en las que se desmontan los boguies de sus cajas.

Sin embargo, los galpones son estrechos y tienen pocas instalaciones y máquinas adecuadas para realizar las reparaciones, tales como grúas, máquinas de ensayo, máquinas lavadoras de piezas, etc. Por dichos motivos, pareciera que la eficiencia del trabajo de reparación no fuera tan buena.

En San Eugenio es mejor hacer sólo el trabajo de revisiones de estos equipos rodantes en que no es necesario desmontar los boguies de sus cajas.

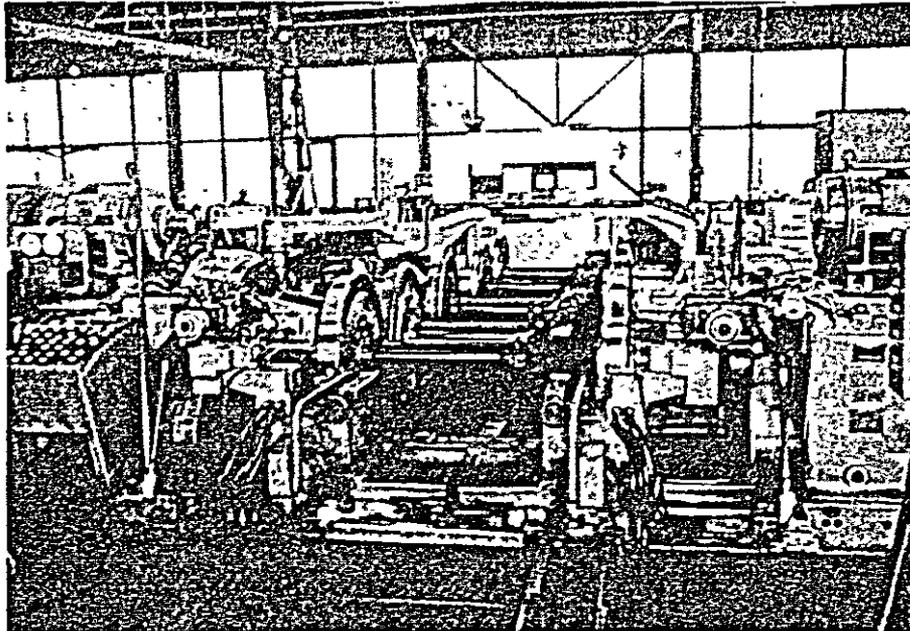
En el actual galpón de Automotores Eléctricos, que es bastante bueno, se pueden efectuar las revisiones de los Automotores que circulan entre Alameda y Concepción.

En el recientemente terminado galpón anexo al taller de automotores eléctricos, que tiene también muy buenas instalaciones, se pueden efectuar las reparaciones medianas y generales de coches. Las revisiones diarias y medianas de coches se pueden hacer en el actual galpón destinado a coches, el que tiene instalaciones adecuadas.

Las reparaciones y revisiones mayores de Locomotoras Eléctricas y Locomotoras Diesel que actualmente se ejecutan en San Eugenio se pueden hacer en la Maestranza San Bernardo, al igual que las reparaciones medianas y generales de Automotores Eléctricos, por



El taller diesel de San Eugenio de la forma circular.
Este fue construido para revisiones del locomotora a vapor y no
es adecuado para reparación grande del locomotora diesel o electrica.



Torno de ruedas de tipo nuevo (Japón). Se encuentra los tornos
muy antiguos en los talleres del FF.CC.E.

razones de mejor aprovechamiento de medios humanos y materiales, aumento de la eficiencia de mantención de equipo rodante y disminución de costos de reparación y revisión.

El torno de ruedas sumergido de San Eugenio se sigue utilizando para atender las necesidades fuera de programa de retorneo y perfilado de paradas de ruedas de Locomotoras Eléctricas, Locomotoras Diesel y Automotores y equipo remolcado en caso de ser necesario.

B. San Bernardo.

La Maestranza de San Bernardo tiene que efectuar todas las reparaciones medianas y generales de Locomotoras Diesel, Locomotoras Eléctricas y Automotores. Para este objetivo se podrá utilizar el gran edificio llamado Pabellón Central en el que se reparaban las Locomotoras a Vapor, estructura de concreto armado en buen estado de conservación que cuenta con varias naves.

La nave oriente de este gran edificio tiene una grúa-puente de 120 toneladas de capacidad de levante con la que se puede desmontar, montar y trasladar lateralmente las cajas del equipo tractor. La anchura de esta nave es insuficiente para utilizarla en el traslado de Locomotoras Eléctricas y Automotores, cuyos largos exceden de 20 m.

En la nave poniente del edificio hay una grúa-puente gemela que se puede trasladar a la nave oriente para poder levantar las cajas del equipo tractor una vez desmontadas de sus boguies utilizando las dos grúas-puente con las que se puede maniobrar con habilidad y depositarlas en cualquier lugar del piso dentro de la nave. Para obtener esta maniobrabilidad se deben construir dos vías férreas de acceso en esta nave oriente para poder entrar y salir con el equipo tractor.

En la zona sur de entrada a esta nave se ubica el sector de desmontaje y montaje de cajas y boguies. La zona central se dispone como taller de reparaciones de cajas y la zona norte como taller de pintado. Se deben rellenar los pozos bajo nivel de piso existentes los que eran utilizados en la inspección y armado final de las reparaciones generales de Locomotoras a Vapor.

En los talleres de reparación de cajas y pintado las cajas se ponen encima de cuatro sostenes trasladables, los que resultan mas convenientes que utilizar boguies auxiliares.

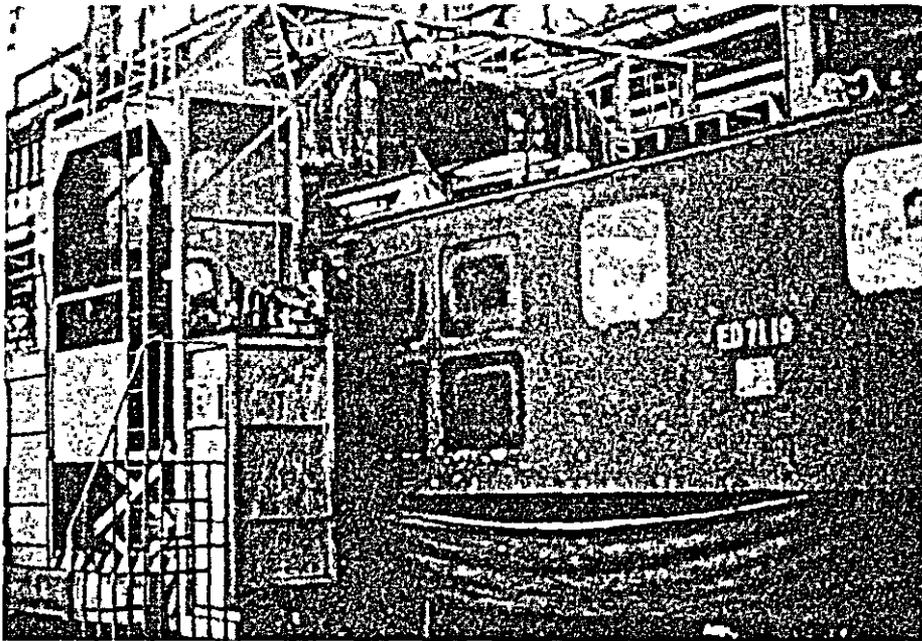
Las naves centrales y oriente del edificio se utilizan como taller de reparaciones de boguies y talleres de reparación de piezas y equipos del material tractor. El actual taller de Maquinarias que se encuentra disperso en la nave central se reúne en la zona norte que es la que tiene mayor concentración de máquinas-herramientas. A la reunión de talleres en este Pabellón Central se le llama taller síntesis.

A este taller síntesis se trasladan los trabajos de reparación de cajas y boguies de Locomotoras Diesel que en la actualidad se reparan en el Taller Diesel, que es un edificio alejado del Pabellón Central.

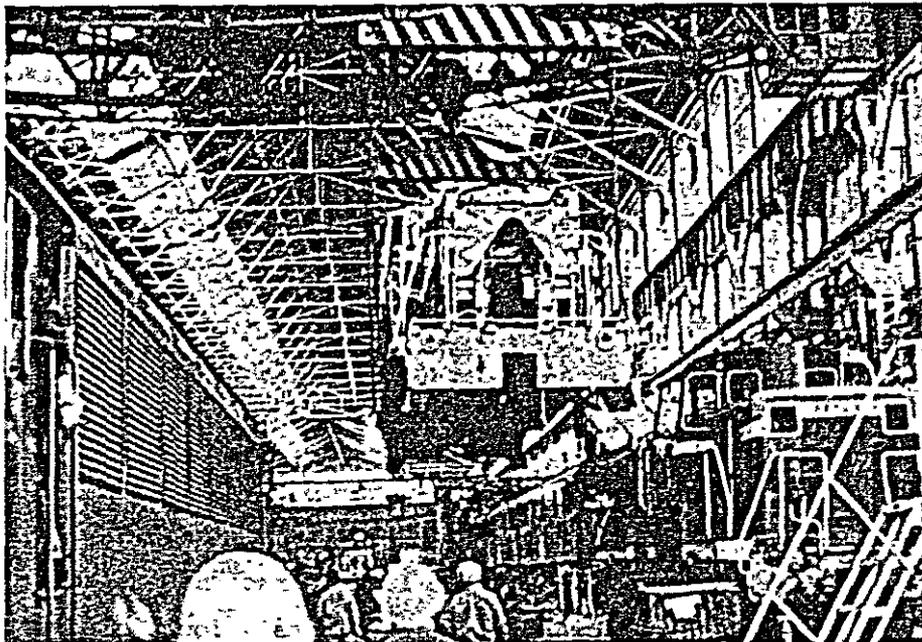
El actual Taller Diesel se utiliza como un centro de reparación de plantas diesel debido a que cuenta con numerosas maquinarias-herramientas adecuadas para la reparación de motores diesel, como también otras máquinas y dispositivos para ensayos y pruebas para este tipo de motores.

Los demás talleres importantes de San Bernardo continúan con sus actuales trabajos, tales como Fundición, Frenos, Herrería y Ruedas, el que tiene que reparar en su taller todas las paradas de ruedas de Locomotoras Eléctricas, Locomotoras Diesel y Automotores en forma completa y lo más independientemente posible de otros talleres. Además, se continúa como en la actualidad en la atención de reparaciones de elementos de zonas y otras producciones necesarias dentro de la propia Maestranza de San Bernardo como de otras maestranzas o talleres de Ferrocarriles del Estado o de particulares si el pedido de trabajo resulta lucrativo.

Los actuales trabajos de apoyo como las reparaciones de edificios, cañerías, grúas-puente, grúa horquilla, instalaciones eléctricas, sistemas de aire comprimido, de vapor, vehículos calle y otros, de albañilería, jardinería, etc., se piden a empresas particulares o a la Maestranza Vialidad.



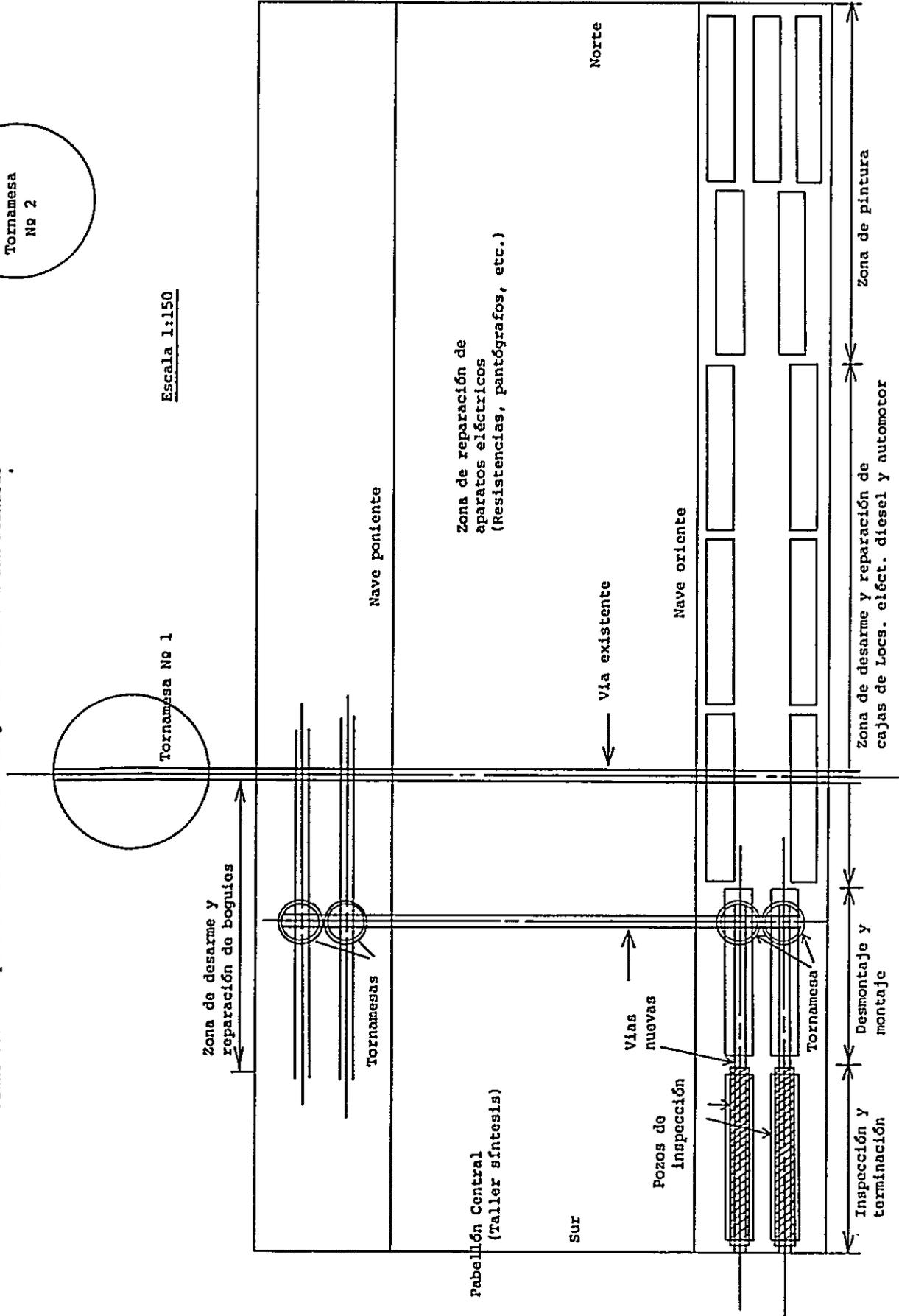
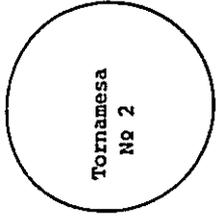
Maquina de pintura automatica (Japón)



El taller síntesis de J.N.R para locomotoras diesel, eléctricas y automotores.

Para mejorar la capacidad de la reparación de FF.CC.E., es deseable reconstruir la Máestranza San Bernardo como el taller síntesis.

Plano 5.3 Disposición de zonas de trabajo de Maestranza San Bernardo



Escala 1:150

Tornamesa No 1

El personal que se encuentra trabajando en estas labores de apoyo pasa a trabajar en el taller síntesis de Locomotoras Eléctricas, Diesel y Automotores.

El personal de San Eugenio que deja de trabajar en reparaciones y revisiones mayores de Locomotoras Eléctricas, Automotores y Locomotoras Diesel pasa también a San Bernardo, ya sea al taller síntesis o al Taller Diesel, debido al traslado de estos tipos de trabajos a la Maestranza San Bernardo.

C. Concepción.

Al parecer el resultado de la centralización de la reparación de carros en el taller de Concepción es muy bueno y la eficiencia de reparación también.

Por dicho motivo, el taller de Concepción continúa tal como está con el taller de carros. Más adelante se darán otros detalles, tal como el de pintado de carros.

D. Barón.

En Barón se efectúa el trabajo de revisión diaria y mediana de automotores y locomotoras eléctricas que circulan entre Mapocho y Valparaíso.

Barón debe pedir a Maestranza San Bernardo las reparaciones medianas y generales de Automotores y Locomotoras Eléctricas de su dotación una vez que se haya construido el taller síntesis de San Bernardo, debido a que Barón no cuenta con grúa-puente para transportar las cajas del equipo tractor.

El Taller de Baterías continúa con su actual desempeño debido a sus buenos resultados.

E. Chillán.

El Taller Diesel de Chillán efectúa la revisión mediana del motor diesel de Locomotoras que se utilizan en la zona sur, trabajo que se efectúa sin desmontar el motor diesel de la locomotora. Sin embargo, en algunas ocasiones fuera de programa se procede al desarme de

algunas piezas o elementos del motor diesel y si se constata que requiere una reparación mayor, la planta diesel se saca de la caja y se envía a su reparación a San Bernardo, donde se desarma completamente.

La caja y boguies se dejan en Chillán y si no tienen mayor daño se pueden reparar; si el daño es mayor se envía junto con la planta diesel a San Bernardo para su reparación.

Las reparaciones medianas y generales no las puede efectuar el Taller Diesel de Chillán debido a que no tiene grúa-puente de capacidad suficiente ni torno para reparar las paradas de ruedas.

F. Temuco.

Continúa con la reparación mediana de carros y provisional de coches. Al eliminar las Locomotoras a Vapor, se usa el taller de Locomotoras a Vapor para efectuar allí las revisiones diarias y medianas de Locomotoras Diesel.

G. Otras Casas de Máquinas o Depósitos.

En el futuro cercano debido a la eliminación de las Locomotoras a Vapor no hay necesidad del reabastecimiento de agua y carbón por lo que se eliminan algunas Casas de Máquinas y Depósitos pequeños de Locomotoras a Vapor, uniéndose a las grandes estaciones terminales para disminuir el costo de revisión de equipo rodante.

H. Maestranza Vialidad de San Eugenio.

La función principal de la Maestranza de Vialidad de San Eugenio es la de efectuar las reparaciones de máquinas y equipos destinadas a la mantención de la vía férrea y debe seguir en lo mismo en el futuro.

Sin embargo, esta Maestranza pertenece a la actual Gerencia de Mantenimiento que administra principalmente la mantención del equipo rodante.

Pareciera que dicha Maestranza se relaciona más con el actual Departamento de Instalaciones Fijas que con la Gerencia de Mantenimiento, por lo que la Maestranza de Vialidad debe pertenecer al Departamento de Instalaciones Fijas.

En el cuadro que se indica a continuación se resumen las ideas principales expuestas en relación a la organización de la mantención del equipo rodante en el Ferrocarril Sur de los Ferrocarriles del Estado.

Cuadro 5.4 Organización propuesta para la mantención del equipo rodante en el F.C. Sur de Ferrocarriles del Estado.

	Locomotora Diesel	Locomotora Eléctrica	Automotor	Coche	Carro
Revisión Mediana	San Eugenio Chillán Temuco	San Eugenio Barón		San Eugenio Temuco (Prov.)	San Eugenio (Prov.)
Revisión de Motor Diesel	San Eugenio Chillán	 			
Reparación Mediana	San Bernardo			San Eugenio	Concepción Temuco
Reparación General					Concepción
Torno de Ruedas (Fuera de Programa)	San Eugenio			Concepción Temuco San Eugenio	
Recuperación (Choque, incendio, etc.)	Empresa Particular			Concepción	

5.3. Reparación de motores de tracción

El taller de Locomotoras Diesel de San Bernardo y el taller de Locomotoras Eléctricas de Barón realizan la reparación de motores de tracción y otras máquinas eléctricas que se reduce solamente a una "periódica" que significa la limpieza y regulación del collar portaescobillas, rectificación del diámetro del colector, rebaje de la mica del colector, limpieza y engrase de los rodamientos, prueba de aislamiento y rebarnizado de bobinas.

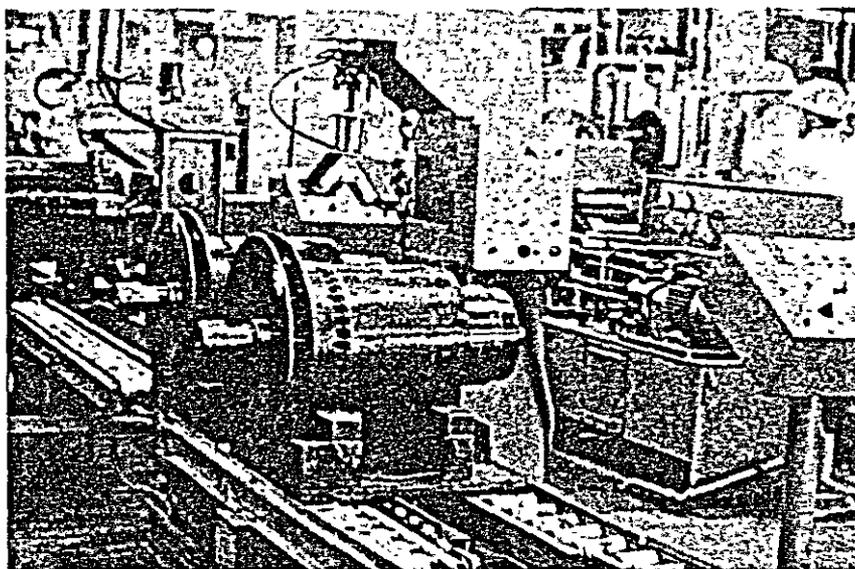
En la actualidad, Ferrocarriles del Estado no tiene capacidad de reparación de máquinas eléctricas que se han averiado la aislación de sus bobinados. Por tal motivo, se envían a reparación a las firmas de particulares, pero el costo es bastante elevado, algo así como US\$ 10.000 por cada una.

Además, parece que la confianza que existe en los motores eléctricos reparados por las firmas particulares no fuera tan grande, tal vez debido a que los talleres particulares son demasiado pequeños y no están bien equipados para ejecutarlas, por lo que tienen en definitiva poca capacidad de reparación.

Sin embargo, no se ha encontrado aún otra firma particular que pueda efectuar las reparaciones de los motores eléctricos.

Por lo expuesto, se estima que Ferrocarriles del Estado debe preparar sus propios talleres para efectuar la reparación de los motores eléctricos por sí mismo.

El trabajo de reparar la aislación eléctrica de las bobinas dañadas de los motores de tracción es bastante difícil y costoso. Afortunadamente, Ferrocarriles del Estado ha conservado muchos motores de tracción fallados que en la actualidad no puede reparar. Contando con esta gran existencia de motores de tracción fallados en servicio, la reparación de ellos no es difícil al utilizar los elementos buenos de unos en otros.



Taller moderno para motor electrico (Japón)

Es decir, se puede clasificar la averfa de la aislación de los motores como sigue:

- A. Terminal y barra de conexión
- B. Bobina de campo
- C. Bobina de armadura

Sobre A, es suficiente reparar sólo la parte fallada o defectuosa de la aislación.

Sobre B, se cambia la bobina mala por otra bobina en buen estado de otro motor fallado, haciéndose a continuación sólo el tratamiento de la aislación.

Sobre C, se corta la freta de la armadura, se sacan las bobinas dañadas desoldando la soldadura de los terminales con el colector y se colocan en su lugar otras bobinas en buen estado que se han sacado de otro motor fallado.

Al hacer las reparaciones en la forma indicada, es posible que se puedan reparar más de cinco motores eléctricos al mes ocupando sólo dos operarios especializados.

Este sistema es muy económico porque el sueldo de dos operarios es menor que US\$ 1.00 que resulta muy poco comparado con lo que cobra una firma particular por cinco motores de tracción, es decir, aproximadamente US\$ 50.000.

Sin embargo, para efectuar las reparaciones eléctricas se necesitan algunos instrumentos y algunos dispositivos. Como Ferrocarriles del Estado posee el equipo probador de alta tensión, probador de aislación Megger de tensión adecuada, horno eléctrico de secado, torno para fretado y máquina de equilibrado dinámico, tiene que preparar además un horno de vacío para penetración del barniz de aislación, una mesa de prueba para motores de tracción, un medidor de tangente delta, un medidor de caída de voltaje entre delgas, un medidor de delgas en cortocircuito, etc., entre los más importantes.

Parece que la situación económica actual de Ferrocarriles del Estado no permitirá la adquisición de Locomotoras Eléctricas o Automotores Eléctricos nuevos que cuestan alrededor de US\$ 800.00 o US\$ 400.00 cada uno. También puede ser difícil adquirir equipos usados más baratos de

otros países que utilicen 3.000 volts C.C. en sus líneas electrificadas.

Además de reparar los motores de tracción y otras máquinas eléctricas que se encuentran en desuso, se debe atender también todas las máquinas eléctricas de las actuales Locomotoras y Automotores en lo que respecta a su buena mantención. Por lo expresado, resulta imprescindible que Ferrocarriles del Estado tenga la capacidad propia de reparar todas las máquinas eléctricas que necesita para el servicio.

A continuación, se señalan algunos ferrocarriles de otros países que utilizan 3.000 Volts C.C. en sus líneas electrificadas.

<u>País</u>	<u>Loc. Eléctricas</u>	<u>Automotores Eléctricos</u>	<u>Trocha mm.</u>
Bélgica	249	466	1.435
Italia	1930	609	1.435
España	436	403	1.355,2

Unas partes 1.650 Volts. C.C. o 1.350 Volts C.C.

Brasil	49	389	1.600
--------	----	-----	-------

Otros países Polonia, URSS.

5.4. Reparación de plantas diesel.

Aunque Ferrocarriles del Estado tiene ahora 188 unidades de Locomotoras Diesel, tiene en servicio solamente 60 unidades, es decir, un tercio.

Parece que una causa es debida a que son locomotoras antiguas con edades de servicio entre 15 a 30 años.

Pero también provienen del hecho que no se ha hecho una mantención adecuada propia de locomotora diesel y además agravada por la falta de piezas o repuestos y del dinero para adquirirlas.

Naturalmente que el corazón de una locomotora diesel reside en su motor. Casi todas las causas de detención de los dos tercios de las locomotoras diesel son debidas a fallas y desperfectos del motor diesel y sus piezas auxiliares. Es indiscutible que la mantención de la planta es sumamente importante. La planta diesel consiste en una gran cantidad de piezas importadas muy valiosas y tiene una estructura tan complicada y un

acabado tan preciso que en un instante puede ocurrir la averfa inesperada y sufrir un gran daño si no se la mantiene adecuadamente.



Lavador del piezas de equipo rodante (Japón)
Es muy importante lavar bien para alargar la vida del motor diesel.

Es decir, la planta diesel puede sufrir una averfa grave como un incendio o la quebradura del cigüeñal del motor diesel, o quebradura del turbosobrecargador, etc. y se deben cambiar las piezas valiosas debido a los defectos pequeños como aflojamiento de un perno, fuga por empaquetadura, obstrucción de filtro, etc.

Para defenderse de estos problemas se debe preparar un sistema de mantenimiento preventivo completo de la planta diesel.

Lo que exige la planta no es la reparación después de que haya fallado sino la mantención periódica que consiste en el desarme parcial o total, inspección y limpieza de la planta.

Este es el único método para hacer durar mucho a la planta, mejorar la disponibilidad de locomotora en servicio y disminuir los costos de reparación y adquisición de piezas o repuestos.

El actual sistema de mantenimiento de planta en Ferrocarriles del Estado consiste principalmente en dos tipos de intervenciones. Uno es la revisión mediana que realizan los talleres de San Eugenio y Chillán por desarme parcial de piezas del motor diesel, su inspección y reparación, sin desmontar

la planta de la locomotora. El otro es la reparación mayor o general que realizan los talleres de San Bernardo y algunas firmas particulares por desarme total de piezas desmontando la planta desde la locomotora.

En los dos tipos de intervención se detectan problemas, especialmente en el último. En este caso, pareciera que el sistema de San Bernardo no es suficiente, como tampoco lo es el de particulares.

La planta diesel exige evitar completamente la suciedad y la acumulación de polvo interno, lo que es muy diferente en el caso de la locomotora a vapor.

Por dicho motivo se debe efectuar el lavado prolijo de piezas y la limpieza a fondo de la planta y sus piezas. Los depósitos sedimentarios que se alojan en diferentes partes de la planta después de utilizada son de composición tan compleja que resultan difíciles de sacar en la primera operación de lavador, por lo que se deben emplear diferentes métodos de lavado adecuados a cada necesidad.

Con referencia al desarme periódico que se efectúa a la planta, es también muy importante llevar un estricto control del tamaño y las medidas de las piezas, el control de pulimiento del cigüeñal, del eje del turbo, etc. y las pruebas no destructivas de cilindros, pistones y eje cigüeñal por medio de las pruebas de magnaflux para detectar fisuras del material por medio de arenas magnéticas.

Sin embargo, las locomotoras diesel de Ferrocarriles del Estado no han recibido los tratamientos enumerados en forma completa, por lo que pareciera que éstas no tendrían buena confiabilidad.

En la actualidad el Taller Diesel de San Bernardo dispone de algunos instrumentos y aparatos de medida para llevar el control de desarme periódico de piezas y partes de los motores diesel cuando las locomotoras son sometidas a las reparaciones mayores. Pareciera que el proyecto de mejoramiento del taller diesel de San Bernardo que consiste en el taller único dedicado exclusivamente a las reparaciones mayores de motores diesel, que centralizará todas las reparaciones por desarme completo, sea posible sólo por una inversión que no sea de gran envergadura, al tener que completarla con otros instrumentos y aparatos de medida.

Este proyecto requiere de mayor tiempo para su estudio por lo que es deseable que se pudiera llevar a efecto en el futuro.

Referente a las piezas de motores diesel que se han usado durante un tiempo y que por lo mismo han sufrido desgaste, daños y corrosión, no se pueden seguir usando y se deben cambiar por otras nuevas. Tal es el procedimiento actual seguido en la Maestranza de San Bernardo.

Sin embargo, es posible que se pueda seguir usando cierta clase de piezas que han sido abandonadas según el procedimiento anterior, principalmente aquellas piezas desechadas por tamaño, causado por desgaste normal. Es decir, las piezas desgastadas por el uso normal pueden ponerse otra vez en uso mediante la regeneración de medidas siguiendo algunos métodos especiales, o bien es posible prolongar la vida útil de piezas dos ó tres veces más si se emplea el sistema de sobremedida, con lo que se puede utilizar las piezas hasta que la resistencia mecánica de ellas lo permita debido a la disminución de tamaño.

La técnica de regeneración de medidas se aplica preferentemente a aquellas piezas más valiosas como por ejemplo los ejes de cigüeñal y otras costosas como por ejemplo pistones, cilindros, turbosobrecargadores, válvulas de escape, estas últimas que se desgastan mucho y además muy a menudo, o sea, en gran cantidad.

La recuperación de piezas valiosas por la técnica de regeneración de medidas se refiere a aquellos espesores por reponer que son más gruesos que una simple película de metal que recubra una superficie de trabajo, película dura de un metal o aleación de metales.

Para la regeneración de piezas se tienen que ejecutar los mismos trabajos que se hacen en el último proceso de producción de piezas, tal como el acabado de terminación por las máquinas-herramientas, el galvanizado de la película de metal o aleación necesaria y el proceso de encamisado, como por ejemplo, de cilindros con Steellite y metal blanco. La composición del Steellite utilizada es 74% Cobalto, 30% Gromo, 4% Trungsteno, 1% Carbono, 0,5% Manganeso, 0,5% Silicio, cuya dureza Rockwell es de 40, la resistencia a la tracción 74 kg./mm^2 , la temperatura de fusión 1.275°C , la densidad $8,35 \text{ Kg./dm}^3$.

Para los trabajos enumerados se necesitan algunas máquinas y personal especializado.

Ya que en la actualidad Ferrocarriles del Estado utiliza algunas técnicas de regeneración de piezas, pareciera que fuera conveniente estudiar

la posibilidad de profundizar en las técnicas de regeneración para disminuir el costo de adquisición de dichas piezas.

6. REFORZAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO DE MAESTRANZAS

La Maestranza de San Bernardo era antes la Maestranza más grande en Chile que efectuó la reparación de la Locomotora a Vapor. Pero al eliminar la Locomotora a Vapor, la Maestranza de San Bernardo efectúa en la actualidad la reparación general de sólo 5 ó 6 Locomotoras Diesel al año, además productos de Fundición y recuperación central de Frenos, Paradas de Ruedas y Resortes. Por dicho motivo, hay muchos edificios, instalaciones y máquinas que no se usan hoy en la Maestranza de San Bernardo.

La mayoría de estos edificios se han ido reduciendo a ruinas debido a la inactividad y su no utilización constituiría una gran pérdida para Ferrocarriles del Estado. La Maestranza de San Bernardo con sus edificios, instalaciones y máquinas es un conjunto de bienes muy importante, los que deben aprovecharse para los nuevos planes de mantención de equipo rodante.

Sería aconsejable que esta Maestranza fuera adaptada para efectuar las reparaciones medianas y generales de Locomotoras Eléctricas, Locomotoras Diesel y Automotores Eléctricos. Dentro de los planes previstos por Ferrocarriles del Estado se encuentra la decisión de entregar las reparaciones mayores de equipo rodante a contratistas particulares en un grado de participación importante. En la actualidad se encuentran trabajando algunos contratistas particulares en la reparación mayor de equipo rodante dentro de las instalaciones de Ferrocarriles del Estado.

En el caso que las reparaciones mayores del equipo rodante que se contratara con contratistas particulares tuvieran que hacerse en talleres o maestranzas ajenas a Ferrocarriles del Estado, sería muy difícil que dichos contratistas prepararan todas las instalaciones y maquinarias relativamente grandes necesarias para las reparaciones mayores del equipo rodante por sí mismos. Si fuera posible, ellos pedirían el costo excedente incluido en estas instalaciones y maquinarias, elevando los precios de contratación.

Es deseable, para reducir los costos de reparación del equipo rodante de los contratistas particulares, que Ferrocarriles del Estado reconstruya

las instalaciones de la Maestranza de San Bernardo para efectuar las reparaciones medianas y mayores de todo equipo tractor. De esta manera, una vez reconstruida se podrá arrendar al particular, quien trabajará en dichas instalaciones y con las máquinas grandes necesarias para la reparación del equipo rodante. Si FF.CC. del Estado cuenta en forma parcial o total con el personal necesario para efectuar las reparaciones del equipo rodante, podrá hacer contratos parciales o no, con los contrasistas particulares.

Ferrocarriles del Estado no tiene tanto equipo rodante como los Ferrocarriles desarrollados de otros países. Los equipos tractores que se encuentran en servicio son aproximadamente 100 Locomotoras Diesel, 100 Locomotoras Eléctricas y 100 Automotores Eléctricos, lo que da un total cercano a 300.

En este caso de tan reducida cantidad de equipo rodante no es beneficioso desde el punto de vista de las instalaciones y del personal, tener talleres de reparación mediana y reparación general para cada tipo de equipo rodante. En cambio, es deseable hacer el trabajo de reparación de locomotora diesel, locomotora eléctrica y automotor eléctrico en el mismo edificio y casi por el mismo "lay-out", consiguiendo con esto un mayor rendimiento y eficiencia de instalaciones, personal y un menor costo de reparación.

Más adelante se mostrará un plan en que se aprovecharán las instalaciones del Taller de Maquinarias o Pabellón Central de la Maestranza de San Bernardo para reparar todo equipo tractor como un taller único o común para todos los equipos tractores. Se estudiará esta idea con más detalles más adelante. Pero parece que es posible hacer casi toda la reparación mediana y general de equipo tractor con poca inversión si se adopta el sistema moderno de reparación. Además, parece que no será necesario aumentar la cantidad de personal para este trabajo y se pueda hacer con la actual dotación de personal de Maestranza San Bernardo.

La gran diferencia de reparación de equipo rodante entre Chile y otros países desarrollados como algunos europeos y el Japón, radica en el tiempo que se necesita para la reparación y en el control del proceso de reparación en base a la Carta Gantt. En el caso del Japón, el tiempo total a emplearse en reparación general es de sólo alrededor de 10 días y el trabajo se ejecuta exactamente según la Carta Gantt decidida con anterioridad.

Al contrario, en caso de FF.CC. del Estado el tiempo para reparación mediana y general es muy largo, como 30 a 60 días, y aunque existe una Carta Gantt, el tiempo para reparación es muy diferente para cada equipo rodante y no se efectúa el control del proceso de reparación.

En la actualidad nadie sabe cuándo saldrá el equipo rodante una vez que ha entrado a la maestranza para una reparación mayor.

Esta situación constituye un problema muy grande para el servicio encargado del tráfico, debido a que no puede hacer planes de itinerarios con exactitud.

Debido a la escasez de equipo rodante, los encargados del tráfico operan con el equipo en servicio sin enviarlo a la maestranza a pesar de que las fechas de programación les son conocidas, haciendo trabajar al equipo rodante hasta su falla o accidente, debiendo gastar el costo de materiales y repuestos correspondientes, horas-hombre de reparación por concepto de mano de obra y el mayor tiempo de reparación por corresponder a reparación fuera de programa, adicional a la reparación normal programada.

Esta situación ocurre a veces prácticamente.

Es por estas razones que es indispensable que los encargados del mantenimiento del equipo rodante tienen que repararlo en los días programados para ello y entregarlo al tráfico. Al revés, es también indispensable que los encargados del tráfico entreguen oportunamente los equipos que necesitan reparación programada a los encargados del mantenimiento, evitando de esta manera las fallas debidas al uso excesivo del equipo.

Una vez que se mantenga el proceso de reparación programada, es relativamente fácil programar la entrada y salida de maestranza del equipo rodante que se somete a reparación, sin concentrar en los talleres demasiado equipo que obstaculiza las labores propias de cada uno, evitando las pérdidas de tiempo originadas por la esperanza de reparación del equipo rodante.

Es necesario que Ferrocarriles del Estado estudie con mayor detalle las instalaciones donde se efectuarán los trabajos de reparación del equipo rodante, los "lay-out" correspondientes, las cantidades de repuestos y piezas reservados y reparados, dotación de personal, método de trabajo, etc., para cumplir con las reparaciones medianas y generales en el tiempo más corto y con el control del proceso más exacto.

Indudablemente que habría que hacer una inversión para obtener los beneficios señalados, pero como se poseen los edificios y algunas máquinas e instalaciones, resultaría pequeña en comparación. Aparte del costo de infraestructura, se deberá considerar el costo de puesta en marcha de este sistema moderno de reparaciones mayores de equipo rodante, cuyo monto parece no será tan elevado.

7. REORGANIZACIÓN DE MAESTRANZA SAN BERNARDO

7.1 Se efectuarán las reparaciones generales, las reparaciones medianas y las reparaciones fuera de programa de las unidades motrices (Automotores eléctricos, Locomotoras eléctricas y Locomotoras Diesel) en Maestranza San Bernardo.

7.2 Se supone que las Cantidades de equipo rodante que se necesita en servicio son las siguientes:

Automotores	100
Locomotoras Eléctricas	100
Locomotoras Diesel	100

Los 100 automotores corresponden a coches motrices y coches remolcados. Las cantidades de Locomotoras Eléctricas y Diesel son aproximadas.

7.3 Intervalo de reparación que se efectuará en Maestranza San Bernardo.

Tipo de Equipo	Reparación General	Reparación Mediana	Reparación fuera de programa,
Automotor	48 meses ó 800.000 Kms.	24 meses ó 400.000 Kms.	5%
Locomotoras Eléctricas	60 meses ó 800.000 Kms.	30 meses ó 400.00 Kms.	5%
Locomotoras Diesel	60 meses ó 500.000 Kms.	30 meses ó 250.000 Kms.	5%

7.4 Cantidades anuales y mensuales de reparaciones.

Tipo de Tipo de Equipo	Reparación General		Reparación Mediana		Reparación Fuera de prog.		Total	
	año	mes	año	mes	año	mes	año	mes
Automotor	28	3	28	3	5	1	61	7
Loc. Eléct.	22	2	22	2	5	1	49	5
Loc. Diesel	24	2	24	2	5	1	53	5
Totales	74	7	74	7	15	3	163	17

Las cifras indicadas en este cuadro suponen una atención con respecto al parque respectivo en los siguientes porcentajes, como asimismo su variación total.

Tipo de Equipo	Cantidad de reparación por año	Variación total
Automotor	25%	10%
Locomotoras Eléct.	20%	10%
Locomotoras Diesel	22%	10%

7.5. Horas-Hombre y cantidad de operarios.

A. Horas-hombre por cada equipo tractor.

	Reparación general	Reparación mediana	Reparación fue- ra de programa
	H.H	H.H	H.H
Automotor	1.716	778	58
Loc. Eléctrica	3.862	1.370	130
Loc. Diesel	3.827	2.274	170

B. Cantidades de Horas-Hombre anuales y de operarios.

		Automotor	Locomotora Eléctrica	Locomotora Diesel
H.H.	a. Trabajo directo en Equipo Tractor	70.120	115.750	147.280
	b. Trabajo indirecto (a 5,6%)	3.930	6.480	8.250
	c. Subtotal	74.050	122.230	155.530
Operarios	d. Operarios directos (c/1640)	45	75	95
	e. Subtotal		215	
	f. Operarios indirectos (e 25%)		54	
	g. Total		269	

En este cuadro se supone que cada operario trabaja efectivamente 1.640 H.H. al año.

C. Cantidad total de personal necesario para reparaciones medianas y generales de equipo tractor.

Con el nuevo sistema de mantención indicado en el punto 7.3, la cantidad total de personal para efectuar las reparaciones medianas y mayores de equipo tractor del Ferrocarril Sur es de sólo 269 operarios.

Como en la actualidad la Maestranza San Bernardo tiene alrededor de 380 trabajadores, pareciera que será posible que se pueda hacer todos estos trabajos si se preparan algunas condiciones.

7.6 Carta Gantt (proceso de reparación)

En cuardo 7.1 se indica la Carta Gantt para reparaciones generales de diferentes equipos rodantes tractor y remolcado que se utiliza en el Japón. Como se observa, dichas reparaciones generales no exceden de 8 días hábiles.

Para el caso de Chile, se estima que los tiempos de reparación

serían como un ejemplo los indicados en la Carta Gantt de cuadro 7.2 que incluye las reparaciones generales y reparaciones medianas de equipo tractor, los cuales son de mayor duración que los del Japón.

Una comparación entre la actual Carta Gantt de los Ferrocarriles del Estado, la que sólo es teórica y en general tarda mayor tiempo, y la propuesta, resulta muchos más conveniente y eficaz.

Para obtener la modernización y rebajar el costo de mantenimiento del equipo ferroviario en la Maestranza de San Bernardo, se debe diseñar la Carta Gantt adecuada a sus instalaciones, método de trabajo y necesidades del tráfico. Las instalaciones y método de trabajo se refieren a la Maestranza de San Bernardo reorganizada.

7.7 Programa diario de reparaciones durante un mes.

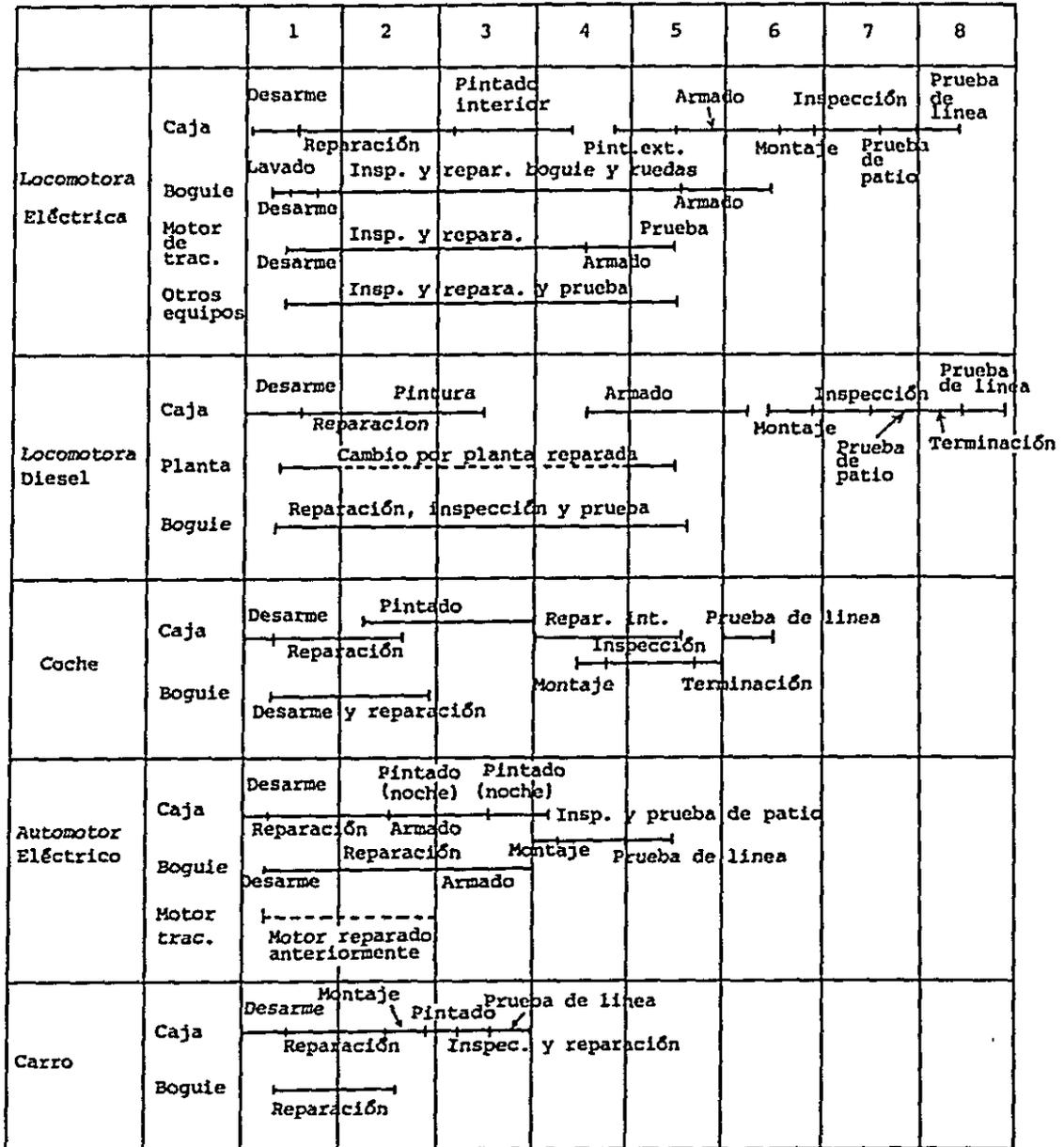
En cuadro 7.3 se indica un modelo de programación de actividad diaria de reparaciones medianas y mayores durante un mes, cuyo equivalente en la actualidad no existe.

Dicho programa depende de la cantidad promedio de reparación de equipo rodante, indicado en el punto 7.4 y la Carta Gantt del cuadro 7.2.

Se debe preparar en la forma indicada la programación mensual, procurando efectuar el menor cambio de trabajo de reparación diario de equipo rodante, previa consulta entre Gerencias de Mantenimiento y Tráfico.

Este programa mensual y diario es sumamente importante para elevar la eficiencia del trabajo de cada taller y aumentar así la cantidad de equipo rodante en servicio.

Cuadro 7.1 Cartas Gantt de reparación general de equipos rodantes del Japón



	Días															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Automotor																
Rep. Gral.	✓			~~~~~						∧	====	⊙	△			
Rep. Med.	✓			~~~~~					∧	====	⊙	△				
F.de Prog.	✓			∧	====											
Loc. Eléct.																
Rep. Gral.	✓			~~~~~								∧	====		⊙	△
Rep. Med.	✓			~~~~~								∧	====	⊙	△	
F.de Prog.	✓			∧	====											
Loc. Diesel																
Rep. Gral.	✓			~~~~~					E			⊙	△			
Rep. Med.	✓			~~~~~					E			∧	====	⊙	△	
F.de Prog.	✓			∧	====											

Nota:

✓ Des montaje de boguie ~~~~~ Pintura E Montaje de planta ∧ Montaje de boguie == En pozo ⊙ Recorrido de ensayo △ Prueba de línea

Cuadro 7.3 UN MODELO DE PROGRAMACION DIARIA DURANTE UN MES.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
AUTOMOTOR	V	a	a	b	b	a	a	a	Λ	C	⊙	Λ	Λ						V	a	a	b	b
	V	a	a	b	b	a	a	a	Λ	C	⊙	Λ	Λ						V	a	a	b	b
	⊙	⊙	⊙	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	⊙	⊙	Λ	Λ	Λ
LOCOMOTORA ELECTRICA	c			V	Λ	Λ	Λ	Λ											C	C	C		
				Λ	Λ	Λ	Λ	Λ												Λ	Λ	Λ	Λ
				Λ	Λ	Λ	Λ	Λ												Λ	Λ	Λ	Λ
LOCOMOTORA DIESEL	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
DESMTAJE	2	1	1	2	1	0	0	1	0	2	1	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0		
MONTAJE	1	0	1	1	1	1	1	0	2	0	0	1	1	2	0	0	2	1	0	0	0		
TALLER DE a. CAJAS	2	5	5	3	4	5	3	3	3	4	5	5	3	2	4	4	3	2	2	5	5		
TALLER DE b. PINTURA	1	0	0	2	2	1	2	2	1	0	1	1	2	2	0	1	1	1	2	1	1		
C. POZO	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	0	1	1	3	2	1	2	3	1	0		

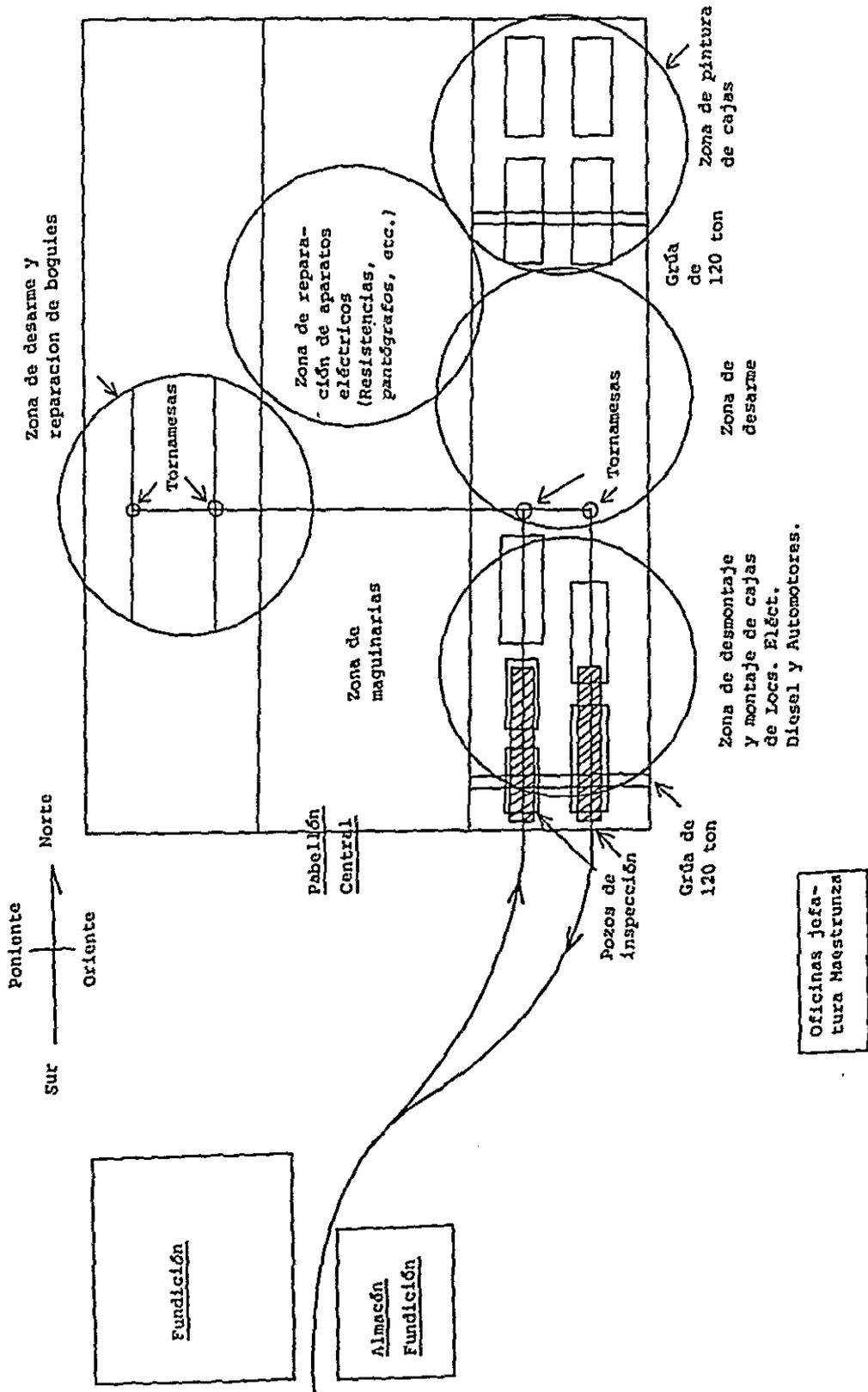
7.8 Lay-out de Maestranza San Bernardo reorganizada.

En cuadro anexo se indica un ejemplo de lay-out de Maestranza San Bernardo reorganizada. Es posible considerar muchas otras alternativas.

7.9 Varios.

Sobre el tema de reorganización de la Maestranza de San Bernardo se debe estudiar diferentes materias como estudio de detalles, planos, inversión necesaria y su eficiencia y otras alternativas. Si se dispusiera de la oportunidad se podría estudiar cada uno de ellos aisladamente.

Plano. 7.4 Esquema de reorganización de Maestranza San Bernardo.



8. SUGERENCIAS SOBRE LA PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO EN EL
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO FERROVIARIO

8.1 Finalidad de la participación del sector privado.

En la actualidad, Ferrocarriles del Estado ha adoptado la participación activa del sector privado en el mantenimiento del equipo rodante para suplir su falta de capacidad de mantenimiento debido a la disminución de sus efectivos.

Al parecer sus objetivos finales serían los siguientes:

- Mejorar la calidad de mantenimiento del equipo rodante y bajar su costo como consecuencia de la libre competencia del sector privado.
- Hacer participar al sector privado en aquellos trabajos que sean difíciles o poco eficientes para Ferrocarriles de Estado, aprovechando la técnica e instalaciones mejor dotadas de dicho sector.
- Eliminar el burocratismo de las empresas grandes del Estado que debido a su gran cantidad de funcionarios en su estructura tienden a ser menos eficientes en su trabajo.

8.2 Desventajas de la participación del sector privado.

Sin embargo, el costo del mantenimiento efectuado por el sector privado es tan alto por las razones que se dan a continuación que su influencia es contraproducente a la situación financiera de Ferrocarriles del Estado.

Es decir,

- El sueldo del sector privado es más alto que el de Ferrocarriles del Estado, por cuya razón el costo de la hora-hombre de trabajo del particular es también más alto.

Promedio de sueldo (pesos) Enero de 1982

<u>FF.CC.E</u>	<u>Promedio del país</u>	<u>Promedio Sector Público</u>	<u>Particular</u>
20.022	24.516	27.672	30.500

- En los países que se fabrican equipos ferroviarios como producción nacional, se puede pedir a los fabricantes la reparación de motores de tracción, motores diesel, etc. y también la recuperación de equipo ferroviario, para cuyos trabajos necesitan la tecnología y la maquinaria especial:

Pero en Chile no hay fabricantes de equipo ferroviario y si se pide estos trabajos al sector privado, éste debe preparar expertos y máquinas para poder efectuarlos, lo cual resulta de un costo muy alto.

En algún caso el costo del particular alcanza cuatro veces más caro que el costo del taller o maestranza de Ferrocarriles del Estado.

Además, es difícil la evaluación del costo del particular y es probable que deba pagársele los precios que él presente.

- Se necesita vía de acceso ferroviario para movilizar el equipo rodante al taller, lo que significa que en el taller del particular existe una restricción de espacio para trabajar. Además el trabajo de mantenimiento es especial y hay pocos particulares que puedan recibir los pedidos, no funciona el principio de competencia y al final el costo resulta muy alto.
- Para la reparación de equipo ferroviario se necesitan algunas clases de especializaciones como mecánico, electricista, frenos, soldador, carpintero, cañerías, etc.

Si se pide al particular el trabajo de reparación total de equipo ferroviario como la reparación general, el particular de pequeña escala tiene que preparar todas estas clases de operarios especializados, además de las máquinas y dispositivos para efectuar el trabajo.

Por los motivos expuestos, la eficiencia del personal y máquinas no será tan buena como se espera por lo que su costo será muy alto.

- El trabajo de reparación de equipo ferroviario comprende varios tipos diferentes de actividades como asimismo el grado y contenido de reparación es diferente en cada oportunidad en que debe repararse el equipo rodante. Por estas razones es difícil evaluar el costo exacto de la reparación antes de efectuar el trabajo y el valor del contrato

lo tratará de elevar lo más posible el contratista, especialmente en aquellos casos de reparaciones mayores como reparación general o recuperación de equipo tractor.

- Si se continúa reduciendo el trabajo de la empresa se continuará entregando cada vez más trabajo a los particulares, como es la tendencia actual. Por lo mismo, el costo de mantenimiento puede subir muy alto lo que repercutiría negativamente en la situación financiera de Ferrocarriles del Estado.

8.3 División del trabajo de mantenimiento de equipo rodante entre Ferrocarriles del Estado y el Sector Privado.

- El proyecto de racionalización para disminuir la cantidad de personal ya está a punto de alcanzar su objetivo debido a que ha sido reducido a un tercio de lo que había.

Si se continuara con la reducción de personal en el área de mantenimiento de equipo rodante, resultaría que habría que entregar al sector privado hasta los trabajos que son más económicos hacerlos a la empresa, lo que elevaría el costo total del mantenimiento a un nivel superior al actual.

Por esta razón no es aconsejable seguir reduciendo el personal encargado del mantenimiento de equipo rodante más allá de los límites actuales, de modo que con el personal existente se haga la mayor cantidad de trabajo que sea posible hacer.

Pero es difícil que se hagan todos los trabajos programados de mantenimiento de equipo rodante con el actual personal, por lo que se puede pedir al sector privado aquellos trabajos que no se alcancen a hacer debido a la falta de personal de la empresa.

- La empresa se reserva aquellos trabajos en los cuales puede aprovechar la técnica alcanzada hasta la actualidad utilizando las máquinas e instalaciones que, aunque sean de la época de las locomotoras a vapor, aún son verdaderamente útiles y preciosas.

Por consiguiente, la empresa debe dedicarse a hacer el trabajo de mantenimiento de equipo ferroviario propio, porque resulta más caro pedirlo al particular que lo haga, es decir, la empresa efectúa en

sus propios talleres los trabajos de frenos, ruedas, fundición de zapatas, boguies, etc.

- Sobre el trabajo común que no reviste ninguna especialización extraordinaria lo puede hacer cualquier taller particular y como hay muchos particulares que puedan encargarse de estos trabajos, el principio de competencia funciona muy bien entre ellos y el costo del contrato puede resultar tan conveniente que es deseable pedirselo a los particulares.

Además, la evaluación de los trabajos comunes resulta más sencillo por lo que no es dable esperar que ocurran problemas de fijación de precios.

Dentro de esta tónica se encuentran, a modo de ejemplo, la limpieza de trenes de pasajeros, pintura, reparación de ventanas, puertas y asientos, hermoseamiento de coches de pasajeros, etc., trabajos que son similares en cuanto a que cualquier firma los puede hacer, como por ejemplo las reparaciones y hermoseamientos de casas y departamentos destinados a habitación particular.

- Las reparaciones de edificios de instalaciones de canerías de agua, de instalaciones eléctricas, de motores eléctricos de inducción, de automóviles, de grúas-horquilla, etc., son trabajos comunes que muchas firmas particulares hacen en medio de gran competencia, lo que resulta ventajoso debido a que sus costos tienden a disminuir, por lo que es deseable pedirlos a los particulares.

Referente a los operarios que en la actualidad se encuentran trabajando en estas áreas, al efectuar la reorganización de personal, ellos pasan a desempeñarse en áreas más importantes como la reparación de equipo rodante, tanto tractor como remolcado.

- Los contratos totales de reparaciones de equipos rodantes con particulares como los que se efectúan en la actualidad son costosos, por lo que resulta ventajoso entregar a particulares sólo contratos parciales de reparaciones que sean convenientemente económicos para la empresa, la que se encarga del resto de cada una de las reparaciones del equipo rodante, hasta darles término.

Por ejemplo, en el caso de reparación general de automotor, se le da al particular el contrato de pintura y hermoseamiento del interior del coche y la empresa hace los trabajos de boguies, ruedas, freno, controlador principal, motores de tracción, motor generador, etc.

- Referente a la recuperación de locomotoras eléctricas o diesel y las reparaciones de motores diesel y motores de tracción, éstas resultan muy caras si se piden a los particulares debido a que ya la empresa no tiene suficiente capacidad en sus talleres para efectuarlos, por lo que debe preparar sus propias maestranzas para poder efectuar dichos trabajos y poder rebajar así el costo total de reparación del equipo rodante.
- En cuanto a equipo chocado, se pide al particular sólo la reparación del chasis, ya sea el frente o costado que pueden ser las partes chocadas, lo que necesita considerable cantidad de mano de obra, pero no es difícil evaluar la cantidad de horas-hombre, es decir, su costo. El trabajo periódico como la reparación general, que es también necesario efectuar, lo ejecuta la empresa.

De esta forma el costo total de reparación del equipo chocado puede ser rebajado.

- Los trabajos de reparación o transformación de caja o chasis, como por ejemplo la transformación de coches de segunda clase en carros transportadores de automóviles es adecuada para entregarla a particulares, ya que el trabajo es relativamente sencillo por lo que su costo debe ser razonablemente bajo.
- En la actualidad los distintos talleres de las maestranzas de la empresa generalmente se dedican a una variada gama de fabricaciones menores de elementos necesarios para las reparaciones de equipo rodante, tales como pernos, piezas varias de herrería, piezas varias de talleres de maquinarias, de carpintería, etc. Sobre este aspecto, resulta mucho más económico pedirselos a los particulares o adquirirlos en el mercado de entre los que circulan corrientemente.

De esta forma, el personal que se dedica a las labores de fabricación menor dentro de la empresa, se destina a tareas más importantes dentro

de la amplia gama de trabajos que requieren las reparaciones del equipo rodante que se ejecutan por el propio personal de la empresa.

8.4 Conclusión.

En la actualidad Ferrocarriles del Estado pareciera que entrega al sector privado los trabajos difíciles y costosos y sólo deja para sí mismo aquellos trabajos fáciles que, si se entregaran a los particulares resultarían baratos.

Este sistema no es conveniente porque el costo total de reparación del equipo rodante va elevándose cada vez más.

Para rebajar el costo total se debe hacer trabajar al limitado personal de mantenimiento de la empresa en los trabajos difíciles y, para complementar la mano de obra que falta en la empresa, se deben contratar los trabajos fáciles con los particulares, previa licitación.

No debe ser una condición de petición de trabajos a particulares si la empresa puede hacer el trabajo o no. La condición debe ser cuál resulta más barato, la empresa o el particular. Porque los trabajos dentro de la empresa podrán ser posibles, aunque ahora sean imposibles, si se preparan los talleres para hacer los trabajos por sí misma.

9. SISTEMA DE CONTABILIDAD EXCLUSIVO PARA MAESTRANZAS DE FERROCARRILES DEL ESTADO.

Ferrocarriles del Estado ha introducido el sistema GRECO para clarificar lo referente a costos de cada una de sus reparticiones.

Mediante dicho sistema es posible controlar el costo de algunas áreas, pero todavía se encuentra en período de prueba y no alcanza a controlar la totalidad de las diferentes áreas de la empresa.

Es deseable que el sistema GRECO pueda seguir desarrollándose de modo que éste le sea útil a la empresa para el mejoramiento de la situación financiera y la gestión comercial.

La introducción del GRECO en algunas actividades de la Gerencia de Mantenimiento ha tenido un avance relativamente importante con respecto a otras áreas de la empresa, pero se estima más conveniente ampliar dicho sistema y llegar al desarrollo de una contabilidad exclusiva para maestranzas, independiente de la contabilidad tradicional de la empresa. En otras palabras, habrían tres sistemas: El tradicional sistema de contabilidad de la empresa, el sistema de control de costos GRECO y el sistema de contabilidad exclusivo para maestranzas.

En la actualidad Ferrocarriles del Estado se encuentra incluido en la política económica de gobierno que consiste en el autofinanciamiento, por lo que despliega esfuerzos denodados para eliminar gastos inútiles y aumentar los ingresos. En el área de mantenimiento de equipo rodante su esfuerzo es también enorme y sus maestranzas y talleres operan de acuerdo al costo más bajo posible en relación con el equipo que la Gerencia de Tráfico necesita.

Cada una de las maestranzas puede ser considerada como una empresa independiente para poder aquilatar en forma precisa su desempeño, es decir, el resultado económico de su gestión. Para lograrlo, se puede introducir el sistema de contabilidad exclusivo de cada maestraza, como se explicó anteriormente.

El sistema de contabilidad exclusivo de cada maestraza aprovecha la estructura del sistema GRECO para obtener el "costo directo de fabricación" de piezas y materiales y reparación de equipo rodante y el "costo indirecto" de administración y mantención de maestranzas. Dentro de los costos

directos están los materiales y repuestos adquiridos, la mano de obra de los operarios, la energía eléctrica, agua y gas utilizados, etc. y en los costos indirectos están los gastos de personal superior, la amortización de maquinarias e instalaciones, etc.

Los costos directos de fabricación sumados a los costos indirectos forman los gastos, de donde es posible obtener valores unitarios de productos que constituirían los precios de venta. Si la suma de gastos anuales de una maestranza es igual al valor de la venta anual de producción la maestranza está autofinanciada.

Los precios normales de cada producción se deciden por consultas entre Gerente de Tráfico, antes de cada año fiscal considerando los datos del sistema GRECO y los resultados del año fiscal próximo pasado.

Por supuesto, hay muchas diferencias en el grado de reparación y en el número de cambios de piezas nuevas en cada reparación real de equipo rodante, aunque sea el mismo tipo de reparación programada. Por dicho motivo existen diferencias de horas-hombre y costo de piezas y materiales que ha utilizado la maestranza para un mismo tipo de reparación.

Sin embargo, estas variaciones no afectan a la venta de la maestranza debido a que los precios normales ya han sido fijados con anterioridad.

Si ocurriese que se presente una reparación especial o una reparación fuera de programa que no se le haya fijado su precio normal, se puede consultar en ese momento.

Con este sistema de contabilidad exclusivo de maestranza pueden ocurrir superhábits o déficits, pero es conveniente que este sistema funcione algunos años en carácter de prueba, hasta que se logre afinar los criterios que lo gobiernan.

Si se obtiene déficit, se buscan las causas y se hace esforzar al personal para reducir el déficit por medio de una mejor administración.

En ambos casos, es decir, con déficits o superhábits, debe ponerse especial atención al comportamiento de los precios normales fijados, por lo que es recomendable que el balance entregue idealmente el autofinanciamiento de la maestranza.

Sin embargo, el balance final recae en el ferrocarril al cual la maestranza pertenece, por lo que el ferrocarril absorberá los déficits o

superhábits de cada maestranza. La gran utilidad del sistema de contabilidad exclusivo para cada maestranza reside en el hecho que el ferrocarril puede saber con claridad el resultado de la gestión de cada maestranza y tomar las medidas que sean recomendables, ya sea alzando el esfuerzo de administración de cada maestranza, como la voluntad de trabajo de los operarios o premiando a los que sean acreedores a ello.

Otra gran utilidad de este sistema exclusivo de contabilidad para maestranzas es que sus precios se pueden comparar con los que tienen los contratistas particulares, lo que constituye una gran gufa para la clasificación de trabajos más económicos entre los particulares y la empresa.

Cuando por alguna razón disminuya el trabajo normal de la maestranza, produciéndose una disponibilidad de personal e instalaciones y maquinarias, se puede tomar otros trabajos ajenos a la empresa para aumentar las ventas.

A futuro, cuando hayan sido superadas las etapas de implantación y las de marcha normal del sistema de contabilidad exclusivo para maestranzas, se puede llegar a independizar completamente las maestranzas de la tutela del ferrocarril, a través de acciones de las maestranzas que conservará el ferrocarril para asegurar los trabajos de mantenimiento normales del equipo rodante, como asimismo otros trabajos ferroviarios propios. De esa forma, las maestranzas, como una sola maestranza, puede administrarse por sí misma e incluso, aumentar su campo de acción a trabajos ajenos al quehacer ferroviario, aumentando sus medios de producción, tanto humanos como materiales.

9.2 Independización y privatización de la actividad de mantenimiento de equipo rodante de Ferrocarriles del Estado.

Estimo muy conveniente independizar la actividad de mantenimiento de equipo rodante de la acción directa de la Empresa de Ferrocarriles del Estado, de modo que ésta se privatice y continúe en esa forma dentro de la organización futura.

Dentro de esta idea, la empresa puede arrendar u ofrecer gratuitamente a la nueva entidad privada de mantención los terrenos, instalaciones y maquinarias que posee en maestranzas y talleres.

A cambio de aquellos, la empresa obtiene la totalidad de las acciones de la nueva entidad de mantención. Si lo desea, la empresa podrá vender

una parte de dichas acciones al público después que la administración de la entidad esté desenvolviéndose normalmente.

Pero la empresa no debe abandonar su posición de la nueva entidad de mantención.

La privatización del área de mantenimiento de quipo rodante ya ha sido realizada en los Ferrocarriles Nacionales de Inglaterra y en el Ferrocarril de Mágoya del Japón. (Ver capítulo 4.2).

Los Ferrocarriles Nacionales del Japón se encuentran en la actualidad estudiando la introducción de este sistema.

Las ventajas de este sistema son los siguientes:

- A. Las funciones de mantenimiento son desarrolladas por una entidad privada que tiene la responsabilidad total del mantenimiento del equipo rodante.

Es dable esperar el mejoramiento de la eficiencia actual del trabajo por el acicate de que la nueva entidad debe tratar de obtener la mayor utilidad posible. Además, se estima que debería desaparecer el burocratismo propio de grandes empresas, lo que daría gran vitalidad a la actividad de mantención.

- B. Se pueden utilizar eficazmente las instalaciones, el personal y la tecnología ferroviaria de que dispone actualmente la empresa. Esto significaría que la nueva entidad ofrecería precios más económicos que otras empresas particulares.
- C. Al comparar el actual sistema de mantención que la empresa efectúa, a través de contratos con firmas particulares cada vez que se estima necesario, con la nueva entidad de mantención, sus costos resultarán más bajos como una consecuencia del alto porcentaje de utilización de instalaciones y maquinarias al recibir pedidos de mantención más estables de parte de Ferrocarriles del Estado.
- D. La nueva entidad de mantención podrá mejorar la tasa de utilidad al recibir otros trabajos ajenos a la empresa que le permitan obtener un mayor grado de utilización de instalaciones, maquinarias y tecnología actuales.

Dentro de esta categoría podrían estar, por ejemplo, la reparación de equipo rodante de otros ferrocarriles, la reparación de

maquinarias para movimiento de tierra, agrícola o construcción, la reparación de buses y camiones, la fabricación de productos de fundición, etc.

- E. Los beneficios que obtenga la nueva entidad de mantención se transpasan automáticamente a los Ferrocarriles, ya que éstos pueden percibir los dividendos de las acciones, o vender parte de las acciones a buen precio, o pedir un precio de mantenimiento más barato a la nueva entidad de mantención.
- F. La calidad del mantenimiento del equipo rodante se mejora mediante la utilización del sistema de garantía, ya sea de unos meses después de la reparación contra las averías, o por medio de la rebaja del precio de la reparación a cambio de la confiabilidad del equipo reparado.
- G. Puede ser posible que la nueva entidad de mantención extienda su actividad a la industria de equipo rodante como la fabricación de carros, coches corrientes y de automotores eléctricos, etc., ya que tendrá relativamente una gran envergadura, lo que contribuiría, indudablemente, a la industrialización del país.
- H. Después de la transferencia de todas las actividades de mantención de equipo rodante a la nueva entidad privada, Ferrocarriles del Estado se dedica sólo a las tareas inherentes al tráfico, sin tener que intervenir en nada relacionado con la mantención.

Esto traería como consecuencia que la empresa pudiera proyectar el transporte que le resultara más beneficioso y, a la vez, permitiría que el costo que se considerara para la mantención del equipo fuera siempre más exacto.

10. OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS SOBRE EQUIPO RODANTE.

10.1 Automotores.

- A. Al recorrer en automotor se detecta gran vibración vertical. Una causa es el desnivel de la vía. Otra causa es el no funcionamiento de los amortiguadores de resortes del boguie. Se producen problemas al no hacer las reparaciones de amortiguadores.
- B. En algunos automotores el velocímetro no funciona. Estos velocímetros deben repararse de modo que permitan la marcha del tren dentro de condiciones seguras.
- C. El automotor derrama la arena al riel. En el caso de Locomotoras esto es muy importante, pero en el caso de automotor no es necesario, excepto en día lluvioso.
- D. Los automotores japoneses tienen motores de tracción de gran capacidad en relación a la cuesta existente entre Puerto y Mapocho. Pero en la actualidad circulan entre Alameda y Concepción, sobrándoles capacidad.

Se puede aumentar el convoy del automotor enganchando dos coches portantes adicionales para aumentar la cantidad de asientos de pasajeros con la menor inversión económica. Estos coches portantes adicionales pueden ser japoneses o italianos, según la disponibilidad que haya en determinado momento.
- E. Los asientos de los automotores argentinos son demasiado pequeños, por lo que se deben cambiar por otros más confortables.

10.2 Locomotoras Eléctricas

- A. Hay muchas locomotoras eléctricas detenidas debido a accidentes por choque. Esto se ha debido a la menor potencia de frenado en comparación con la alta velocidad del tren. Por otra parte, los conductores de vehículos de carretera tienen dificultades para distinguir el tren en los cruces a nivel debido a que las locomotoras son muy oscuras y no se las ha pintado hace muchos años. Por este motivo, es mejor pintar de claro aunque sea sólo el frente de las locomotoras para evitar los choques en pasos a nivel de carretera.

Además existe la idea de que se refuerzan las trompas y frentes de locomotoras para disminuir los daños producidos por el choque a la caja de la locomotora.



Locomotora electrica saliendo de la estacion Alameda.
Parece que la suciedad de la locomotora sea el rasón de choque en el paso a nivel.

- B. Con el fin de eliminar el uso de lubricantes en copa de centro, soporte de enganche de acoplamiento y patines estabilizadores se debe utilizar resinas sintéticas antifricción. Este sistema, que también se utiliza en otros equipos rodantes, es muy beneficioso debido a que disminuye el trabajo de reparación de piezas sometidas a fricción por el uso y que sufren desgaste.

10.3 Locomotoras Diesel

- A. La disponibilidad de locomotoras diesel es muy baja. Se espera que aumentarán las locomotoras diesel debido a la puesta en marcha del proyecto de dieselización que permitirá la recuperación de 39 locomotoras diesel en 1982-83, proyecto que es de gran inversión para Ferrocarriles del Estado.

Este aumento de la disponibilidad de locomotoras diesel debe conservarse siempre en niveles altos para lo cual es necesario efectuar

la mantención preventiva de las locomotoras. Especial cuidado recae en el motor diesel, el que exige una mantención precisa. Los daños que sufra el motor diesel cuesta mucho repararlos, por lo que debe tenerse especial atención con su mantención. Aunque haya muchas piezas de repuestos importados en existencia en almacenes de Ferrocarriles del Estado, siempre se debe estar reabasteciendo de repuestos ya que a veces no se puede poner en servicio alguna locomotora debido a que sólo falta algún repuesto pequeño que puede ser de escaso valor.

- B. Se debe trasladar algunas locomotoras diesel de San Eugenio a la zona sur, dejando sólo aquellas que se utilizan en las líneas no electrificadas, como las de San Antonio y Pichilemu. La dotación de 60 locomotoras diesel de San Eugenio es grande en comparación con el servicio actual de trenes.
- C. Para dejar en servicio algunas locomotoras diesel se sacan piezas y repuestos de otras locomotoras detenidas. Estas formas de actuar no es conveniente debido a que posteriormente habrá problemas para recuperar estas locomotoras.

10.4 Coches.

- A. El trabajo principal de revisión diaria de coches es el cambio de zapatas de freno. Las zapatas se desgastan tanto que deben cambiarse muy seguido debido a que son de fierro fundido. Si se usara resina sintética antifricción las zapatas de freno se desgastarían aproximadamente un décimo de lo que se desgastan las actuales de fierro fundido, con lo que se simplificaría la revisión diaria.
- B. Los coches dormitorios son demasiado antiguos y tienen aproximadamente cincuenta años desde su fabricación. Se está haciendo el mejoramiento de un coche dormitorio por la elevada cantidad de US\$ 45.000, aproximadamente. Este mejoramiento no devolverá su estado como cuando nuevo al coche dormitorio y nuevamente al cabo de unos años habrá que repararlo otra vez.

Además, el dormitorio tiene sólo 20 camas debido a su diseño antiguo y la eficiencia de transporte es mala en comparación del dormitorio de reciente diseño que consta de 30 a 40 camas por coche.

Al considerar el proyecto de inversión a futuro, pareciera que será más beneficioso adquirir dormitorios de diseño nuevo o dormitorios con poco uso dentro de unos años. El dormitorio de sala separada puede ser usado como dormitorio de noche y también como asiento de día.

Si se engancha coches dormitorios en los trenes entre Alameda y Concepción, los trenes podrían ir y volver a esa ciudad durante el día. En la actualidad se emplean dos días.

En Chile el hospedaje de hotel es muy caro en comparación con las tarifas de trenes y buses. Por esta razón, al inaugurar los trenes nocturnos con dormitorios cómodos y convenientes, se aumentará la demanda de pasajeros.

Las distancias a Concepción y Temuco son las ideales para el tren con dormitorio.

Al contar con coches dormitorios transformables en asientos, éstos podrán utilizarse como coches de pasajeros durante el día en los mismos trayectos de regreso.



Coche dormitorio muy antiguo (Chile)
Se Esperan que inauguren los nuevos para
aumentar la demanda de pasajeros

El actual automotor expreso diurno a Concepción (A1001, A1002) no sería necesario y se podría destinar a reforzar el servicio entre Alameda y Chillán. Valdría la pena estudiar este proyecto.

- C. Para aumentar la demanda de pasajeros debe darse especial atención al aspecto estético de los coches, como su pintura, decoración de interiores, ventanas, puertas, pasillos, etc. Sobre todo debe tenerse especial cuidado con el baño, que es muy fácil de ensuciar.

Los ferrocarriles no podrán ganar la competencia contra los buses de lujo de larga distancia si los coches persisten en su falta de limpieza actual.

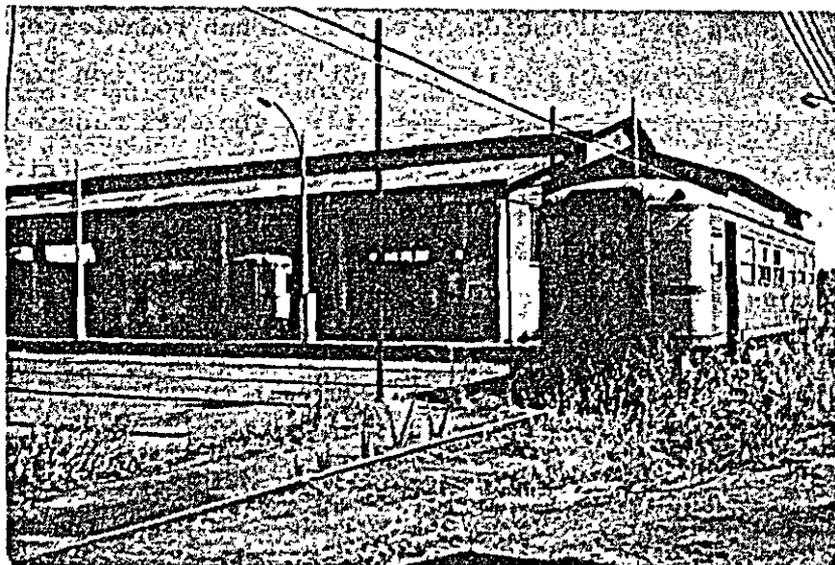
Resulta mejor cambiar el material del baño a plástico reforzado o acero inoxidable, los cuales son muy resistentes a la suciedad.

- D. Los fuelles y la plancha de piso entre coches deben arreglarse lo mejor posible, ya que da la impresión de ser peligrosa la pasada de uno a otro coche del tren, especialmente para niños y ancianos.
- E. El tren expreso 1/2 entre Alameda y Puerto Montt hace maniobra muy complicada en la estación Antilhue para dar la combinación con Valdivia.

Se puede eliminar dicha maniobra y reducir el tiempo de detención efectuando el trasbordo de pasajeros, al estilo de trenes europeos, ya que dicho tren no tiene dormitorio ni salón.

10.5 Buscarriles y Automotor diesel.

- A. Es económico utilizar buscarriles o automotores diesel como tren de conexión entre San Rosendo y Los Angeles, distantes 50 Km., y entre Antilhue y Valdivia, distantes 30 Km. aprovechando los buscarriles detenidos en Chillán, una vez que sean reparados. Este servicio disminuiría algunas locomotoras diesel del plan de dieselización.



Buscarriles deteriorados en el taller Chillan. Hay que utilizar como tren de conexión entre San Rosendo y Los Angeles, y entre Antilhue y Valdivia.

- B. Es deseable inaugurar la circulación de tren rápido a base de automotores diesel entre San Rosendo y Temuco, para darle combinación al tren japonés entre Santiago y Concepción, lo que aumentaría la demanda de pasajeros entre Santiago y Temuco.

Al automotor diesel le es posible aumentar la velocidad máxima alcanzada por los trenes con locomotoras debido a su menor peso por eje, lo que permitiría unir San Rosendo y Temuco, distantes 190 Km., en poco más de dos horas y en 8,5 horas Santiago y Temuco, distantes 700 Km.

Si el automotor diesel que uniera San Rosendo y Temuco se hiciera llegar a Concepción, se podría recorrer los 270 Km. que separan a Temuco de Concepción en alrededor de tres horas.

Los servicios de automotores diesel puede aumentar la demanda de pasajeros en la zona Concepción-Temuco-Valdivia como también entre Santiago y Temuco, para lo cual se necesitaría el mejoramiento de la vía entre San Rosendo y Valdivia que permita el aumento de velocidad.

10.6 Carros.

- A. Dos tercios de la dotación de carros tienen rodamientos. Se debe dar la preferencia a la reparación de carros con rodamientos entre los que se encuentren detenidos. De esta manera se podrá eliminar el trabajo de lubricación de cojinetes de fricción, como asimismo las quebraduras y hurtos de cojinetes.
- B. Actualmente está en uso la empaquetadura de moño de hebras de lana. Pero es mejor usar el sistema de almohadilla que consume muy poca cantidad de lubricante, el intervalo de lubricación es muy largo y es muy económico.

El cambio de sistema es muy fácil ya que sólo es necesario poner una almohadilla en turno al muñón.

En Japón se usa el cojinete de almohadilla para muchos carros y no tienen ningún problema

- C. La mantención de carros se hace en la actualidad por intervalo de tiempo. Si se adoptara el sistema de control de vagones por computador, hay que considerar la mantención por intervalo de recorrido, que es más económico.
- D. La grúa portacontenedores de la Planta Bitrochadora de La Cale-
ra prácticamente no se utiliza para esas funciones debido a que el sistema de ganchos que se han tratado de usar para poder tomar y trasladar los carros para el cambio de boguies de distinta trocha (1,676 m. y 1,000 m.) no han dado el resultado deseado.

La solución para este problema consiste en la fabricación de un gancho con estructura más sólida, similar a la utilizada en los talleres de ferrocarriles del Japón para el traslado de coches automotores, cuyo costo unitario oscilaría alrededor de US\$ 4.000 y que resultaría adecuado que se enviara a fabricar en la empresa privada.

Si la carga entre Norte y Sur aumenta en el futuro, puede ser que se necesite con urgencia efectuar estos trabajos.

10.7 Proyecto de aumentar de 4 a 6 los coches de Automotores Japoneses AEZ y AEL.

En el cuadro siguiente se indican las características principales de los automotores japoneses e italianos que se utilizan en la actualidad para el servicio expreso de largo recorrido y los automotores de los Ferrocarriles del Estado de Chile.

País	Japón	Italia	Chile			
			AEZ	AEL	AES	AMZ
Serie	483	ETR 300				
Veloc. máxima Km/h	160	160	160	140		160
Cantidad de coches en convoy	10	7	4	4	2	4
Peso del Convoy, ton.	402	324	277	260	122	204
Potencia tren, Kw.	2880	1800	2480	2480	770	1300
Potencia/peso, Kw/ton.	7,2	5,6	8,95	9,53	6,3	6,4

La potencia del automotor debe ser resuelta mediante el cálculo por el sistema RMS (Root Mean Square) de los motores de tracción, considerando totalmente las condiciones de velocidad máxima, pendiente o gradiente de vías, grado de aceleración y disminución de velocidad, distancia entre estaciones y uso o no de freno dinámico.

En la tabla se observa que las razones de potencia a peso de los automotores AEZ y AEL son relativamente mayores que los demás automotores. La misma razón para el automotor japonés serie 483 es también relativamente grande, lo que se debe a la gran cantidad de tramos con mucha inclinación que hay en el Japón.

Si los automotores AEZ y AEL, circulan entre Santiago y Concepción en vías de pequeña inclinación y a velocidades máximas de 120 Km./hr. en algunos sectores, la razón de 6 Kw/ton. es suficiente.

Si se intercala dos coches portantes adicionales al actual convoy de automotores AEZ y AEL, quedando con seis coches en total, los resultados se indican en la tabla siguiente, donde se observa que no habrá problemas en la capacidad de los motores de tracción.

	AEZ	AEL
Cantidad de Coches del Convoy	6	6
Peso del convoy, ton.	377	360
Potencia tren, Kw.	2480	2480
Potencia/peso, Kw/ton.	6,6	6,7

A continuación se demostrará lo anterior con la ayuda de las curvas características de los motores de tracción de estos automotores.

- Cuáles son los valores de esfuerzo de tracción e intensidad de corriente del inducido necesarios, cuando el AEZ de 6 coches con 377 ton. de peso circula en la vía con inclinación de 1,4% con alta velocidad?

La resistencia del tren a una velocidad entre 100 a 120 Km/hr. es aproximadamente de 7 Kg/ton. de peso del tren, de acuerdo al resultado de experiencias.

La resistencia debida a la inclinación de 1,4% de la vía es de 14 Kg/ton. de peso del tren.

En consecuencia, el esfuerzo de tracción es:

$$E = 377 \text{ ton. } (7 \text{ Kg/ton} + 14 \text{ Kg./ton.}) = 8.000 \text{ Kg/8 motores de tracción.}$$

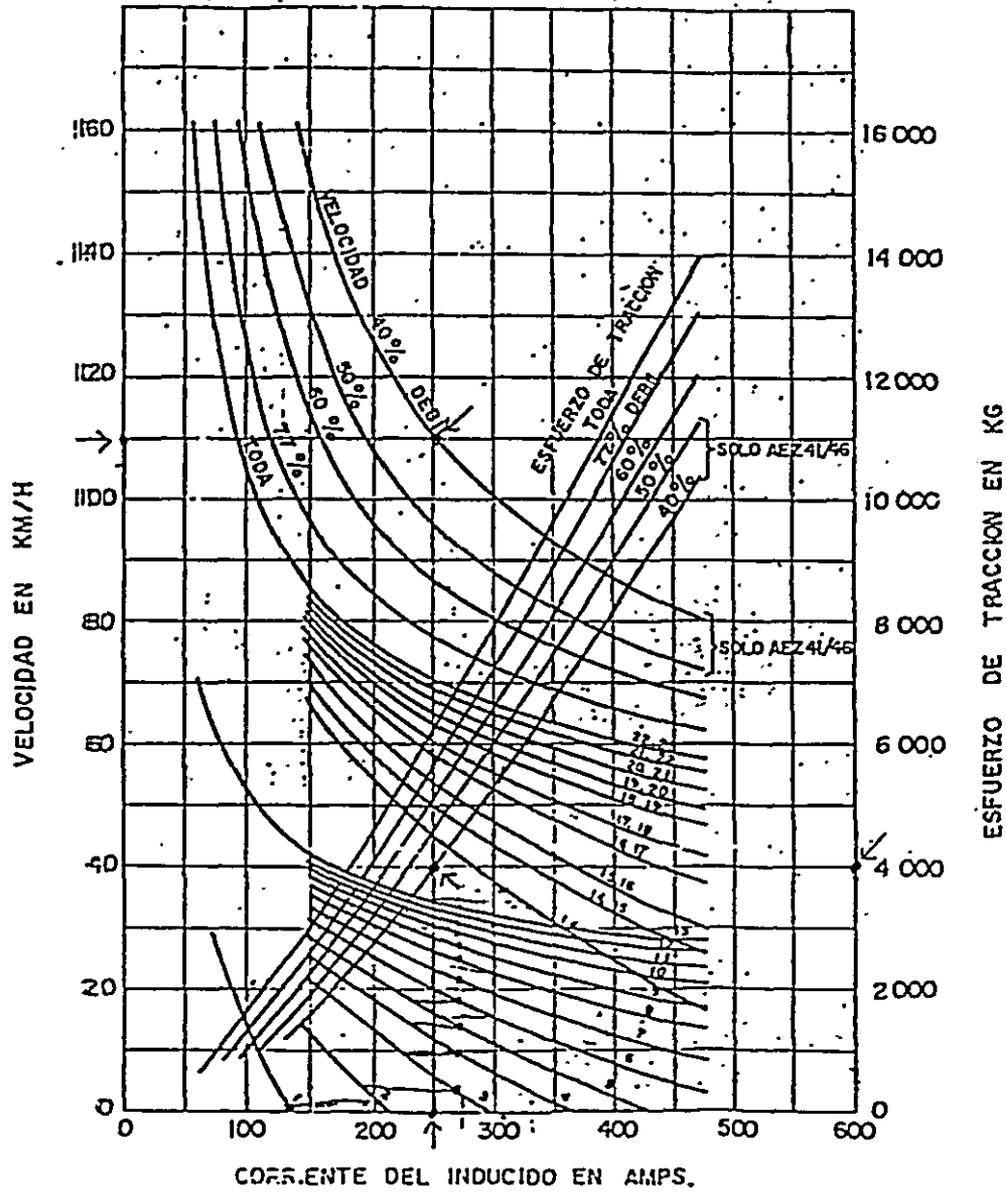
Se ve en las curvas de tracción de 4 motores que la intensidad de campo es de 250 Amp. y la velocidad es de 110 Km/hr. para el esfuerzo de tracción de 4.000 Kg. en la curva de 40% débil. No hay problema en la potencia de tracción porque la corriente de 250 Amp. es menor que 255 Amp., que corresponde al régimen horario del motor de tracción.

Es decir, el automotor AEZ tiene la potencia suficiente para circular con 6 coches a una velocidad de 110 Km/hr. y con una inclinación continua de vía de 1,4%.

Se puede agregar que es totalmente posible hacer circular los actuales automotores AEZ y AEL con 6 coches sin ninguna dificultad, debido a que la inclinación continua de 1,4% no existe entre Santiago y Concepción.

CURVAS DE TRACCION

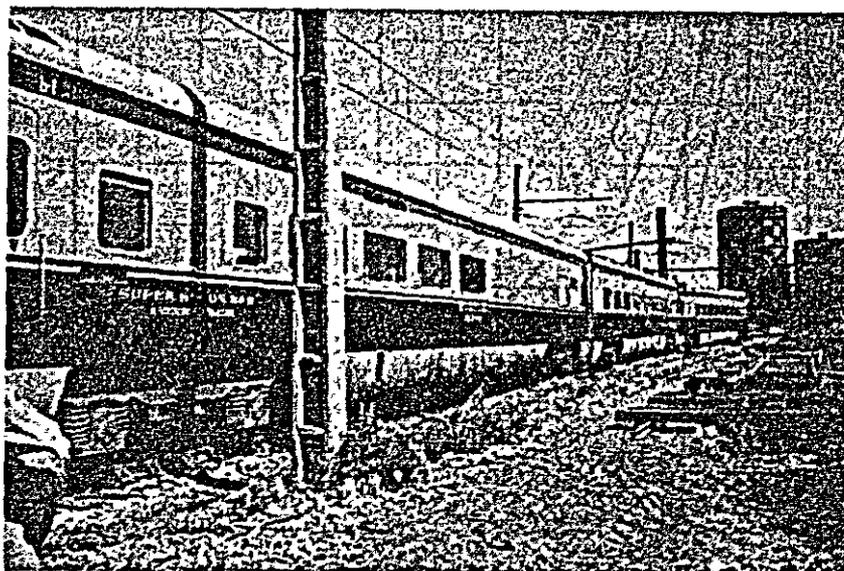
TENSION DE LINEA : 2 700V
 MODELO : SE - 615
 REDUCCION DE ENGRANAJES : 67/22 = 3.04
 DIAMETRO DE RUEDA : 1000 mm (CALCULO 552 mm)
 REGIMEN CONTINUO : 280KW -1350V -230A -120r.p.m
 REGIMEN HORARIO : 310KW -1350V -255A -1150r.p.m
 NUMERO DEL MOTOR : 4



Para los efectos presupuestarios se puede indicar que el valor aproximado nuevo de cada coche portante AEZ es de US\$ 350.000 y AEL es de US\$ 300,000.

La variación de número de asientos en los AEZ es de 252 a 412 y los AEL es de 356 a 540, lo que permitiría mejorar la eficiencia económica de estos automotores.

Se puede agregar que este proyecto acerca a la empresa al estilo de explotación de países como Italia y el Japón que utilizan 7 y 10 coches respectivamente en los servicios expresos de larga distancia con automotores eléctricos.



Automotor Japonés. Es posible aumentar de 4 a 6 coches. Por poca inversión.

10.8 Proyecto de nuevo coche dormitorio transformable a coche con solo asientos.

Este proyecto consiste en la alternativa de diseño de un nuevo coche dormitorio de 32 camas transformable a un coche corriente de 48 asientos.

Las características más importantes de este nuevo coche serían:

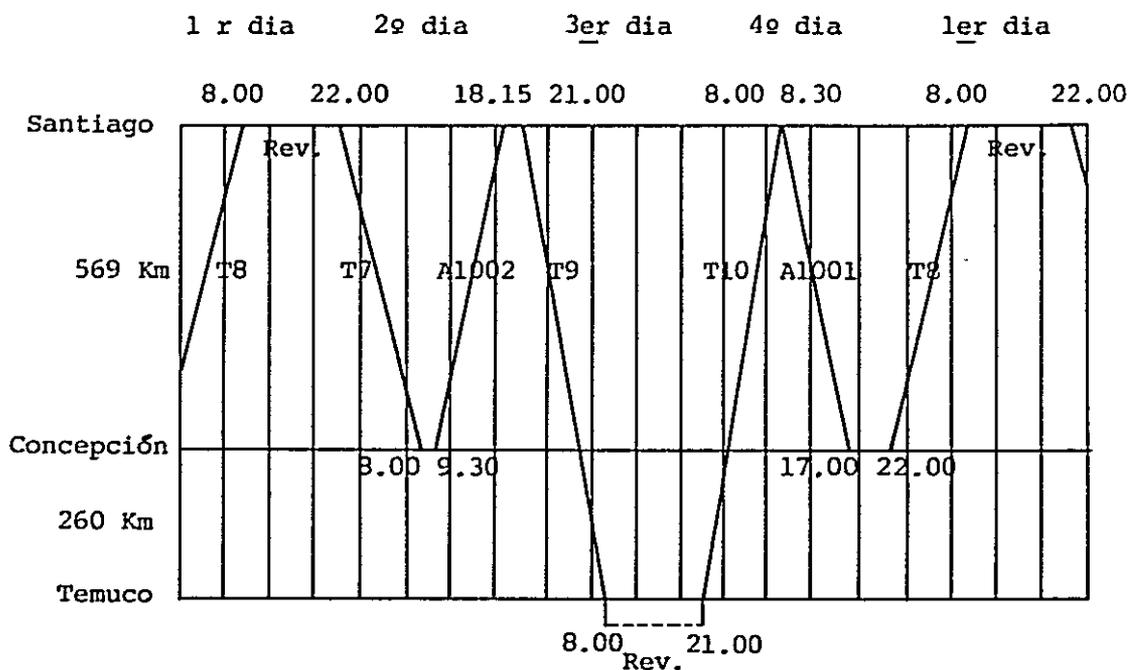
Dimensiones	21 x 2,9 x 4.0 m.
Peso	30 ton.
Estructura de la cama	Lateral
	Cama baja y alta fijas.

	Cama baja transformable a asientos.
Cantidad de camas	32
Cantidad de asientos	48
Velocidad máxima	130 Km/hr.
Calefacción	Por vapor
Precio nuevo, aproximado	US\$ 300.000

En el cuadro siguiente se indica una alternativa de utilización del nuevo coche dormitorio, por lo que se propone el uso de 4 trenes con 4 coches dormitorios cada uno, diariamente.

<u>Trayecto</u>	<u>Servicio</u>	<u>Tipo</u>	<u>Tren actual</u>
Santiago-Concepción	Ida y regreso	De día	A 1001/1002
Santiago-Concepción	Ida y regreso	Nocturno	T 7/8
Santiago-Temuco	Ida y regreso	Nocturno	T 9/10

El gráfico de servicio de trenes se indica a continuación:



Este servicio elimina la revisión de término de viaje y la revisión diaria se efectúa cada dos días debido a que son coches nuevos. La limpieza de los coches se efectúa en los terminales, Santiago y Temuco, diariamente.

Con este servicio quedan fuera de uso los actuales coches dormitorios de trenes 7/8 Santiago y Concepción y 9/10 Santiago y Temuco, los que son

reemplazados por los coches de nuevo diseño. Para los pasajeros que prefieran un servicio nocturno más económico, pueden seguir ocupando los actuales automotores 1009/1010 Santiago y Concepción y el recientemente inaugurado automotor 25/26 Santiago y Temuco.

Los automotores AEL de trenes A 1001/1002 Santiago y Concepción que quedan liberados por este nuevo servicio de coches dormitorios de nuevo diseño, se pueden utilizar en los trenes 21/22 Santiago-Talca y 3/4 Santiago-Chillán, ya que pueden ir y regresar en el día, liberando del actual servicio los coches antiguos y faltos de limpieza.

A continuación se examinará los efectos de la inversión al adquirir 16 coches dormitorios de nuevo diseño.

Adquisición de dormitorios (16 coches)	US\$ 4.800.000 (a)
Economía de operación	
- Precio de 2 automotores AEL	US\$ 3.200.000
- Recuperación de dormitorios Linke Hoffman de igual cantidad de camas US\$ 45.000 × 16 × 32/20	US\$ 1.152.000
	<hr/>
	US\$ 4.352.000 (b)

Para estimar la venta anual se supone que la demanda aumentará a 50 pasajeros por tren en 4 trenes dormitorios y el costo del pasaje en promedio es de \$ 1.200, es decir,

$$365 \times 4 \times 50 \times 1200 = \$ 87.600.000$$

$$\text{cambio 1 US\$} = \$ 60 \qquad \text{US\$ 1.460.000 (c)}$$

Se puede concluir que el efecto de la inversión es el siguiente:

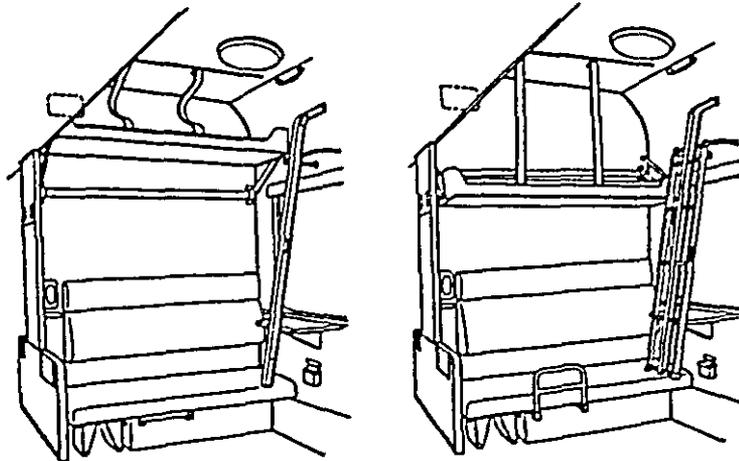
En el primer año (b) + (c) - (a)	US\$ 1.012.000
Desde el segundo año (c)	US\$ 1.460.000

Para fines de cálculo simplificado se puede esperar el beneficio de aproximadamente US\$ 1.000.000 en el primer año y de US\$ 1.500.000 desde el segundo año.

Además se puede esperar un aumento de la demanda de pasajeros, lo que asegurará una mayor venta y el reemplazo de los actuales trenes de coches antiguos y faltos de limpieza por los coches nuevos, por lo que se podrá eliminar el tren de coches antiguos que producen mala impresión a los pasajeros.

Cuando se presente la necesidad de efectuar la recuperación de coches Linke Hoffman en el futuro, se debe recordar este proyecto. En el caso que Ferrocarriles del Estado quisiera considerar coches de segunda mano, puede encontrar coches que no sean tan usados ni con muchos años.

En las figuras indicadas a continuación se puede observar la estructura que tendrían los coches dormitorios transformables a asientos durante el día.



Diurno (Asiento)

Nocturno (cama)



Coche dormitorio de tipo nuevo (Japón)

Se aprovechan como coche con solo asientos en el día.

PRINCIPALES TRENES Y AUTOMOTORES QUE CIRCULAN DIARIAMENTE DE SANTIAGO AL SUR
Verano de 1982.

ABREVIATURAS: T : Tren Z : Clase Salón
A : Automotor Sup : Super Salón
P : Primera Clase X : Automotor
S : Segunda Clase Y : Contenedor

Número Categoría Composición	T. 21 LOCAL P.S.	A. 1011 EXPRESO P.	T. 3 EXPRESO P.S.	A. 1003 RAPIDO Z.SUP.	A. 1007 RAPIDO Z.SUP.	A. 1005 EXPRESO P.	T. 27 LOCAL P.S.	T. 5 EXPRESO P.	A. 1011 RAPIDO Z.SUP.	A. 1003 RAPIDO Z.	T. 1033 RAPIDO P.Z.X.Y.	A. 1011 EXPRESO P.	A. 1009 EXPRESO P.	T. 4 EXPRESO Z.N.Y.P.	T. 1 EXPRESO P.Y.S.	T. 7 EXPRESO P.Y.S.	A. 1011 RAPIDO Z.SUP.
Alameda (Santiago)	7.30	8.00	8.30	9.00	14.30	15.00	15.15	16.00	17.00	18.00	18.30	19.00	19.30	21.00	21.30	22.00	23.00
Rancagua	8.54	9.05	9.42	12.30	16.06	16.43	16.41	17.11	17.56	19.01	19.33	20.03	20.35	22.14	22.42	23.14	
San Fernando	10.00	9.39	10.40	13.11	16.43	17.18	17.40	17.56		20.07	20.35	20.35	21.14	22.57	23.27	0.02	
Pichilemu	10.10	10.11	11.22	13.50	17.18	18.33	20.55	18.33		20.07	20.07	20.07	21.47	23.36	0.09	0.42	
Talca	12.25	10.57	12.22	14.35	17.18	18.00	19.32	19.32		20.52	21.22	21.48	22.30	0.35	1.05	1.38	2.02
Linares	11.35	11.35	13.08	12.20	17.53	20.14	20.14	20.14		21.27	21.22	22.25	22.30	1.19	1.49	2.23	2.41
Parral	12.03	12.03	13.46	12.48	18.21	20.49	20.49	20.49		21.54	23.10	22.52	23.30	2.23	2.23	2.55	3.17
Chillán	12.57	12.57	14.35	13.32	19.05	21.35	21.35	21.35		22.30	23.10	23.30		2.55	3.37	4.10	3.58
Concepción	16.25	16.25		16.30	22.05										8.25	8.09	7.00
Victoria	6.56														10.00		
Temuco	4.11														14.15		
Valdivia	8.22														15.05		
La Unión	9.10														16.09		
Osorno	9.53														18.30		
Pto. Varas	10.47														19.10		
Pto. Montt	10.59																

Rapido de la Araucanía A25. Santiago 22.00 Temuco 8.20 L. M. V. D.
A26. Temuco 22.00 Santiago 8.20 Ma. J. D.

DEL SUR A SANTIAGO

Número Categoría Composición	A. 1010 RAPIDO Z.SUP.	T. 8 EXPRESO P.X.Y.	T. 2 EXPRESO P.Y.S.	T. 10 EXPRESO P.Z.X.Y.	A. 1010 EXPRESO P.	T. 1024 RAPIDO P.Z.X.Y.	A. 1016 EXPRESO P.	T. 18 LOCAL P.S.	A. 1004 RAPIDO Z.	T. 6 EXPRESO P.	A. 1006 RAPIDO Z.SUP.	T. 22 LOCAL P.S.	A. 1002 EXPRESO P.	A. 1004 LOCAL P.	T. 4 EXPRESO P.	A. 1008 RAPIDO Z.SUP.	A. 1012 RAPIDO Z.SUP.
Pto. Montt	23.00	22.00	10.45	20.50		15.30					8.00						
Pto. Varas	2.15	2.22	11.44	3.06		16.00					11.09						
Osorno	2.59	3.15	14.03	4.31		18.15					11.51						
La Unión	3.50	3.49	15.09	5.26		19.05					12.19						
Valdivia	4.08	4.44	17.55	6.21		19.35					12.53						
Temuco	4.08	5.34	20.20	6.21		23.25					15.05						
Victoria			21.39	7.06							15.48						
Concepción		22.00		7.06							17.00						
Chillán		2.22	2.45	7.17							17.53						
Parral		3.15	3.37	7.17							18.34						
Linares		3.50	4.08	7.47							19.11						
Talca		4.08	5.00	8.00							19.11						
Curicó		4.44	5.51	8.00							19.11						
Pichilemu		5.34	6.35	9.00							19.11						
San Fernando		6.17	7.17	9.30							19.11						
Rancagua		7.03	8.30	10.35							19.11						
Alameda (Santiago)	7.00	8.15	8.30	10.35							19.11						

(1) La circulación de este automotor está sujeta a confirmación previa, (2) Excepto sábados, (3) Excepto domingos.

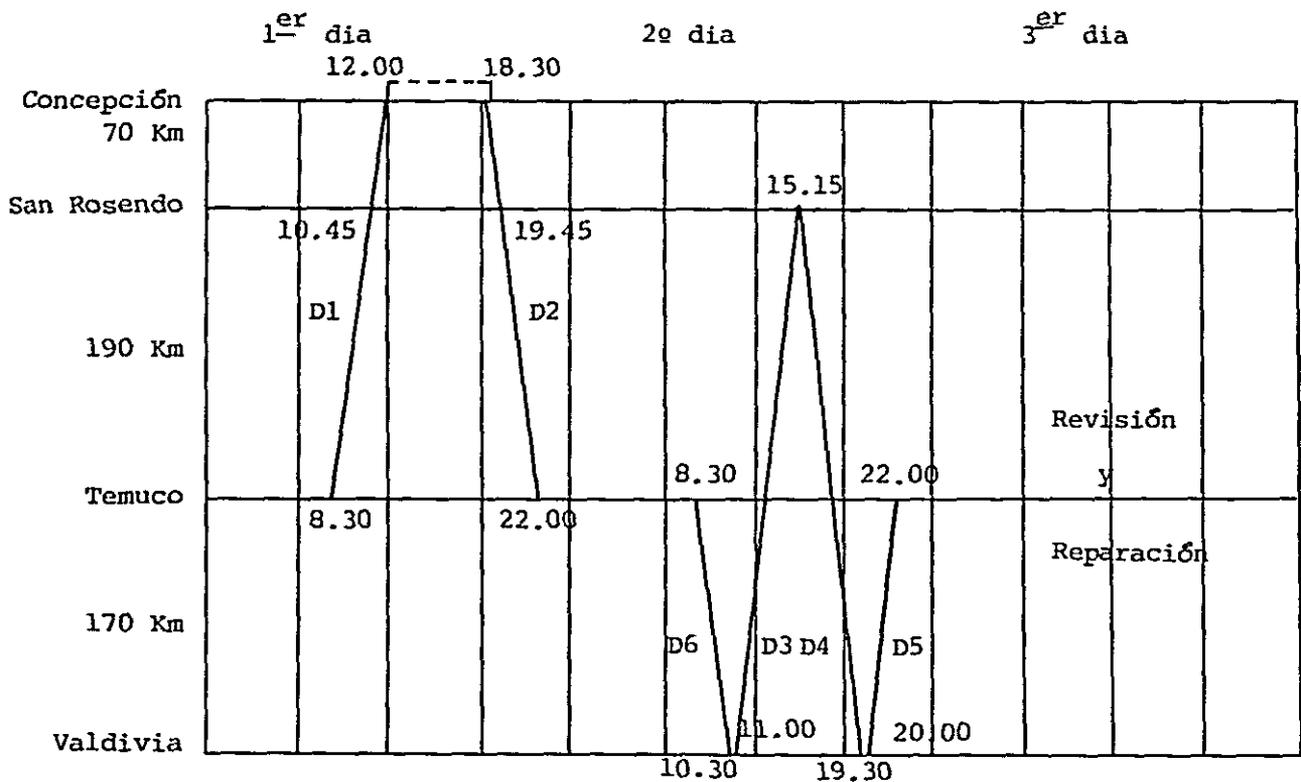
10.9 Proyecto de servicio de conexión a los trenes rápidos del sur por medio de automotores diesel.

(1) Una alternativa de especificación para el diseño de un automotor diesel de alta velocidad es la siguiente:

Dimensiones	21 × 2,9 × 4,0 m
Peso de cada coche	43 ton.
Cantidad de coches	2; ambos motrices
Cantidad de asientos	84 × 2
Velocidad máxima	120 Km/hr.
Motor diesel	500 HP, 1600 rpm. Con convertidor de torque hidráulico
Capacidad de combustible	1500 l.
Calefacción	Por petróleo
Precio nuevo, aproximado	US\$ 400.000 cada coche

(2) Su utilización se localizaría en San Rosendo, Concepción, Temuco y Valdivia para darle combinación a los actuales trenes rápidos 1005/1006/1007/1008 Santiago y Concepción y los trenes rápidos a Temuco y Valdivia.

En el gráfico siguiente se indica una alternativa de utilización del servicio de automotores diesel que necesita 3 unidades completas,

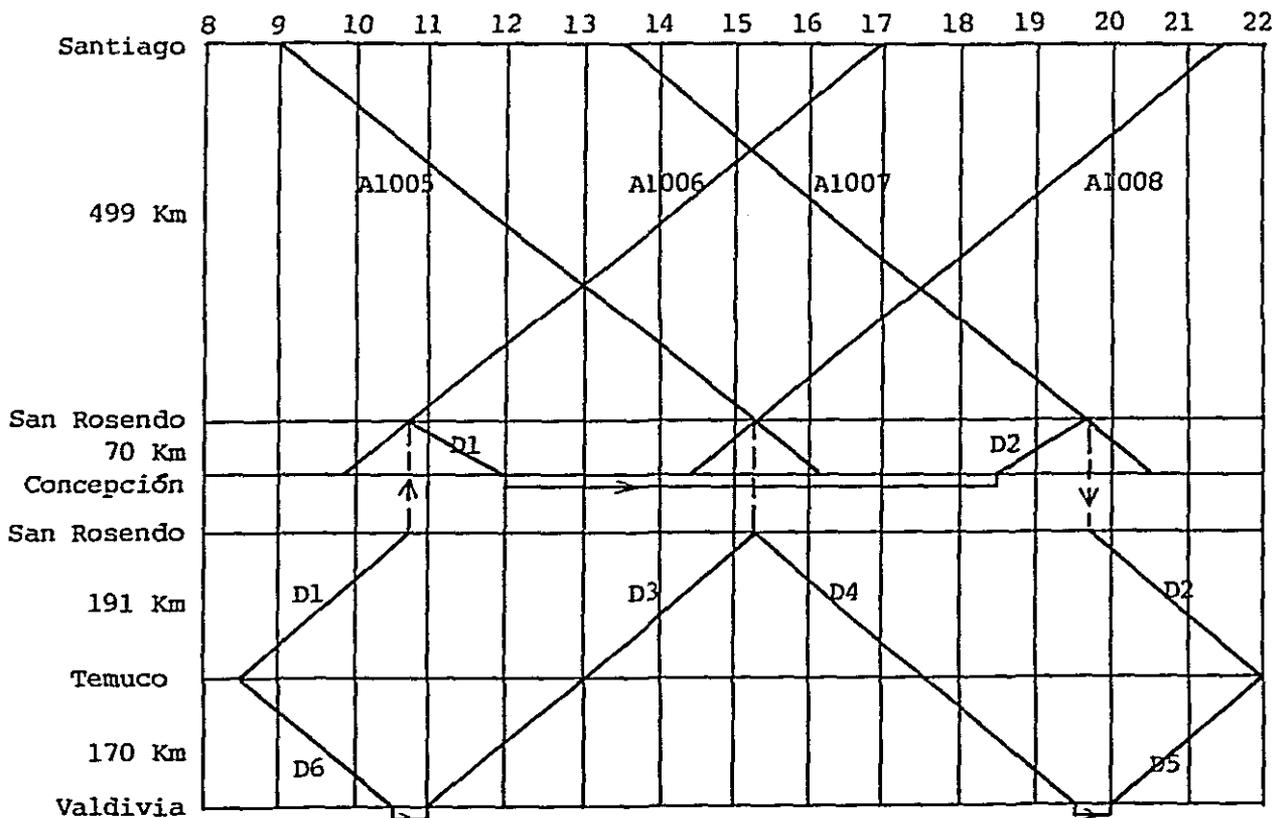


es decir, 6 coches motrices.

Cada tren está formado por 2 coches motrices, es decir, con una capacidad de 168 asientos cada tren. Para este servicio se usan 3 automotores diesel de 2 coches cada uno, de los cuales 2 hacen el servicio diario y el tercero se destina para la mantención, tanto la revisión como la reparación.

Algunas revisiones y reparaciones pequeñas se efectúan en taller de temuco y las reparaciones medianas y generales se efectúan en San Bernardo.

A continuación se indica el gráfico de servicio de automotores diesel que hacen la conexión con los trenes rápidos 1005/6/7/8, diariamente.



A 1005 al 1008 : Automotores Eléctricos japoneses

D1 al 6 : Automotores Diesel de conexión

La hora de salida del automotor 1007 se cambia de la actual 14,30 a 13,30 hrs. con el fin de dar la combinación y la llegada del automotor diesel D2 a Temuco a las 22 hrs.

(3) A continuación se verá los efectos de la inversión al adquirir 3 automotores diesel de 2 coches motrices cada uno. Se supone que la demanda promedio es de 100 pasajeros y la tarifa promedio de \$ 300.-

A. El ingreso anual es:

$$365 \text{ días} \times \$ 300 \times 6 \text{ trenes} \times 100 \text{ pasajeros} = \$ 65.700.000$$

$$\text{US\$ } 1.095.000 \text{ (a)}$$

A continuación se examinarán los gastos de combustible materiales y repuestos, de personal y de servicio de deuda al adquirirlos con crédito.

B. Costo de petróleo

Consumo de petróleo	0,7 litros/Km. por equipo
Kilometraje diario	$2 \times 4 \times 430 = 3.500 \text{ Km.}$
Consumo total anual	$3.500 \times 0,7 \times 365 = 894.250 \text{ litros}$
Precio de petróleo incl. I.V.A.	US\$ 330 por litro
Costo de petróleo por año	US\$ 295.000 (b)

C. Costo de materiales y repuestos.

Se supone que corresponde al 2% del precio del equipo nuevo

$$\text{US\$ } 400.000 \times 6 \times 0,02 \quad \text{US\$ } 48.000 \text{ (c)}$$

D. Costo de personal

Cantidad de personal	
Conductor y maquinista	10
Operario por mantención	9 (1,5 operario por cada equipo)
Costo de personal	$19 \times 12 \times \$20.00 = \$ 4.560.000$
	US\$ 76.000 (d)

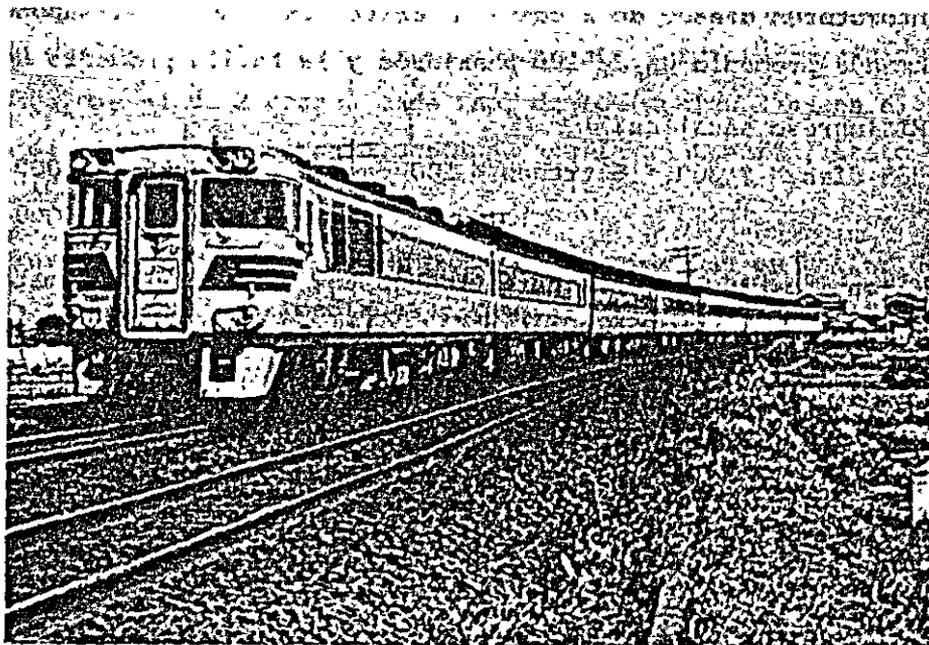
E. Servicio de deuda por crédito

Adquisición de automotores diesel US\$ 400.000 × 6

Se supone que el interés anual es de 7% y la condición de pago es de 15 años plazo.

$$\text{Pago anual} \quad \text{US\$ } 400.00 \times 6 \times \frac{1,07^{15}}{15} \quad \text{US\$ } 441.000 \text{ (e)}$$

F. Gasto total anual (b) + (c) + (d) + (e) US\$ 860.000 (f)



Automotor diesel del Japón para el tren rápido.

El proyecto de servicio de conexión a los trenes rápidos del sur por medio de automotor diesel podrá aumentar la demanda del pasajeros entre Santiago y Temuco, Valdivia, etc.

G. El beneficio anual es

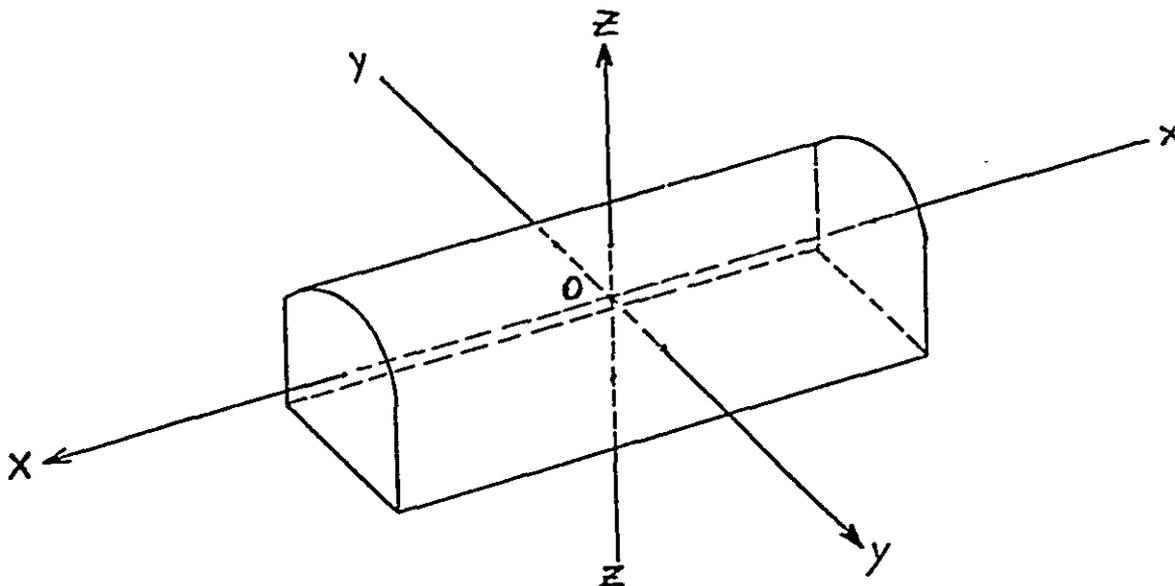
$$(a) - (f) = \text{US\$ } 235.000$$

Este proyecto puede ser realizable si Ferrocarriles del Estado utilizara el crédito preferencial.

10-10.1 Vibración y confort de equipos rodantes.

Cuando un equipo rodante se desplaza sobre sus ruedas, se producen vibraciones de distintas frecuencias, entre las cuales la vibración menor de 5 Hertz o ciclos por segundo, se conoce como traqueteo y la mayor de 10 ciclos por segundo se conoce como vibración pequeña.

El traqueteo es la resultante del movimiento de la caja como un cuerpo rígido y se pueden clasificar en seis tipos diferentes según se indica a continuación:



Movimiento lineal	{	Longitudinal	Dirección eje X - X
		Lateral	Dirección eje Y - Y
		Vertical	Dirección eje Z - Z
Movimiento Rotatorio	{	"Rolling" (rodadura)	Alrededor del eje X - X
		"Pitching" (cabeceo)	Alrededor del eje Y - Y
		"Yoing"	Alrededor del eje Z - Z

A la vibración pequeña se la acostumbra llamar vibración elástica y corresponde a la vibración en que la caja se mueve como una viga o, también,

a la resultante de vibraciones producidas por la resonancia propia de cada estructura contenida en la caja, como por ejemplo, puertas, ventanas, asientos, bancos de resistencias, etc., que tienen frecuencia de resonancia propia.

Las vibraciones más importantes desde el punto de vista del confort se producen en la zona del traqueteo, es decir, a vibraciones de una frecuencia menor de 5 Hertz. Se han efectuado innumerables experimentos basados en el comportamiento humano, llegándose a establecer una norma para el confort en función de la frecuencia y aceleración de la vibración, como se indica en el gráfico 10-10-1.

Por medio de esta norma se define el grado 1 de confort y a medida que la aceleración de la vibración aumenta a dos o tres veces más, se definen los grados de confort 2, 3, etc.

En la vibración del equipo rodante tienen gran influencia el diseño del boguie como el estado de la vía.

Siempre una vía bien mantenida es posible mejorarla para permitir que los trenes circulen a mayor velocidad y con mayor estabilidad. Sin embargo, además de dificultoso, es costoso mejorar completamente una vía férrea muy larga, por lo que han sido deseados y desarrollados diferentes tipos de boguies que permiten obtener buen confort en la calidad de marcha aunque la vía no sea del todo buena.

Puede ocurrir que aunque el diseño del boguie haya sido muy bueno, la calidad de marcha puede ser mala si se ha descuidado el mantenimiento del boguie; tal es el caso en que se encuentra el automotor "japonés" AEZ.

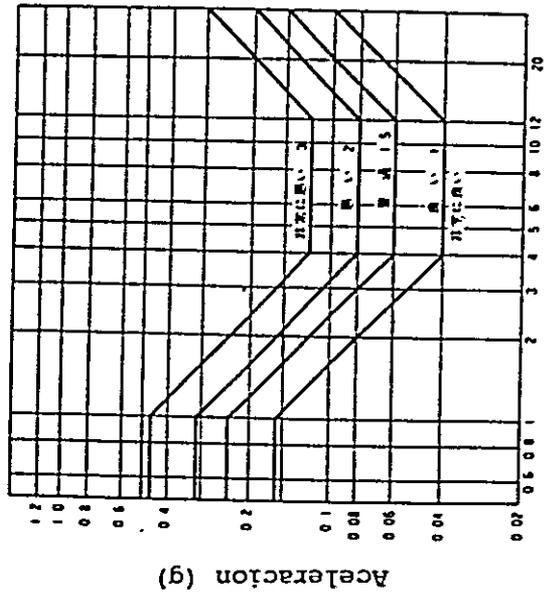
Aunque este automotor tenía excelente calidad de marcha cuando se le terminó de construir, se ha tenido que rebajar su velocidad de marcha en forma apreciable debido a que la vibración ha sido elevada, motivada principalmente por la falta de mantenimiento de sus boguies, aunque parte de esa mayor vibración también se ha debido a la mala condición de mantención de la vía.

El automotor AEZ cuando fue construido podía viajar a una velocidad máxima de 160 Km./h., pero en la actualidad no sobrepasa los 120 Km./h.

Por lo que se ha dicho, es deseable someter a mantenimiento urgente los boguies de estos automotores, ya que esta solución es de menor costo que mejorar la vía en muchos kilómetros.

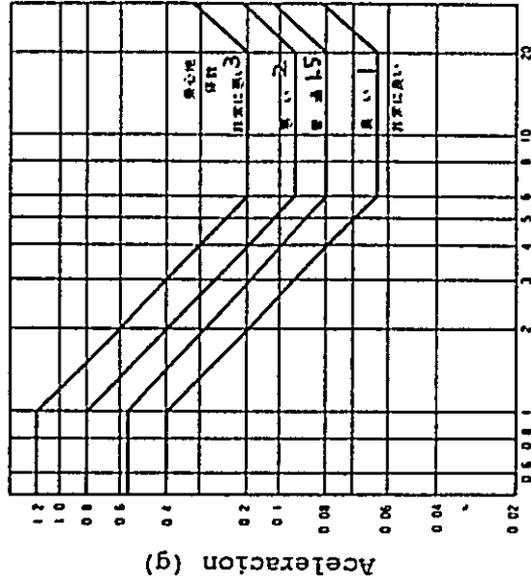
Norma de comodidad de equipo rodante

Vibracion lateral



Frecuencia (Hz)

Vibracion vertical



Frecuencia (Hz)

~ 1	Muy bueno
1 ~ 1.5	Bueno
1.5 ~ 2	Normal
2 ~ 3	Malo
3 ~	Muy malo

Para conocer el estado de los boguies existe un método simple, que consiste en medir la vibración de la caja del automotor cuando está efectuando un recorrido. Para estos fines, esta delegación japonesa trajo el medidor portátil de vibraciones donado por JICA a los Ferrocarriles del Estado de Chile. Con dicho instrumento se podrán efectuar múltiples mediciones a los diferentes equipos rodantes con las cuales se podrá detectar el estado de conservación de los boguies. Al mismo tiempo, se podrá controlar el estado de conservación de la vía (al respecto, véase el informe del Sr. Masaki Takada, experto de mantención de la vía)

Se necesitan muchas experiencias para analizar los gráficos de vibraciones de cajas de equipos rodantes en movimiento para llegar a obtener las posibles causas de los cambiantes gráficos.

A continuación se expondrán diversos tipos de gráficos de vibraciones causados por los boguies y su causa probable, además de incluir un gráfico 10-10-2 del sector Santiago-Rancagua, tomado del automotor AEZ-46, en un tramo de vía mala. Algunos de los tipos de vibraciones que se enumerarán se encuentran representados en el gráfico, mientras otros no lo están.

1. Vibración vertical

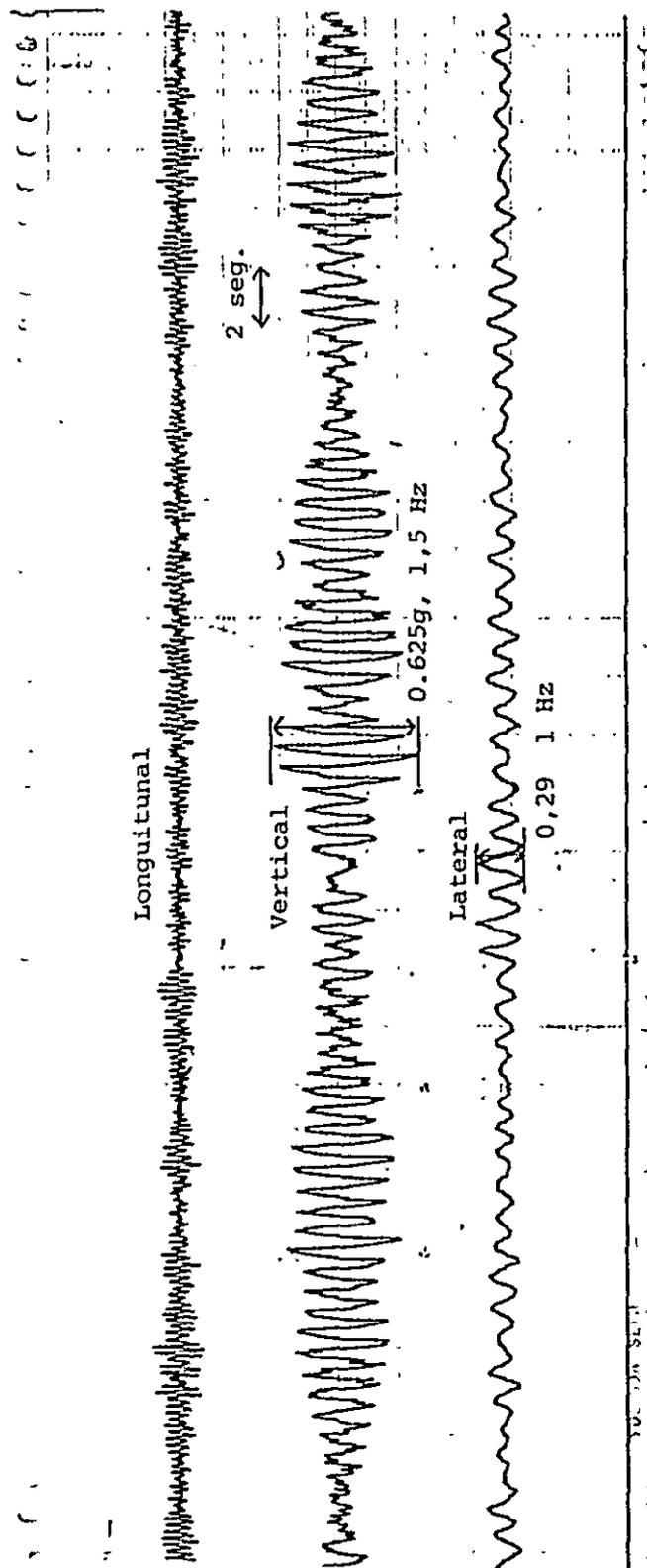
a) Gran amplitud y elevada frecuencia (no está representada en el gráfico).	Adherencia del resorte o amortiguador (resorte "sentado" o amortiguador "vencido"., como una barra).
b) La frecuencia es baja y se mantiene así en el gráfico (Se encuentra representada en el gráfico).	Mal funcionamiento del amortiguador - vertical (falta de fuerza de amortiguación)
c) Pequeña vibración proporcional a la velocidad del equipo rodante. (no está representada en el gráfico) Es de tipo intermitente.	Excentricidad de paradas de ruedas o encalladura de llantas.

2. Vibración lateral.

<p>a) Amplitudes decrecientes y crecientes a intervalos regulares con frecuencia preferentemente constante. Las crestas de mayor amplitud se suceden alternativamente hacia arriba y hacia abajo. (No está representada en el gráfico).</p>	<p>Serpenteo de boguies a lo largo de la vía, producido por:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Desgaste de llanta, ób) Tolerancias de huelgos entre pedestales de cajas graseras y cajas graseras excedidas, óc) Soltura del ancla de la cuna debida al desgaste o envejecimiento del ajuste de goma.
<p>b) Ondas de gran amplitud, parecidas a la de resonancia, con frecuencia preferentemente constante, que se mantienen sensiblemente con la misma amplitud. (No está representada en el gráfico).</p>	<ul style="list-style-type: none">a) Mal funcionamiento del amortiguador lateral (falta de fuerza de amortiguación), ób) Falta de fuerza de fricción en patines estabilizadores (No existe contacto de superficies superior e inferior).

Grafico 10-10-2. Vibracion de automotor "japones" AEZ 46
Santiago-Lancagua, un tramo de via mala

- Velocidad de papel 50 mm/seg.
- Sensibilidad de gravedad 40 mm/1 g.



10-10,2 Sugerencias sobre mantención de amortiguadores de automotores japoneses.

La vibración se registró mediante un Inscriptor de vibraciones donado por JICA a Ferrocarriles del Estado.

Fecha de la medición : 3 de Junio de 1982
Tramo : ALAMEDA - RANCAGUA
Automotor : AEZ-46
Posición del Instrumento : En el piso, sobre el punto de la copa de centro del boguie motriz delantero.

El gráfico 10-10-2 corresponde al registro de las vibraciones longitudinales, verticales y laterales en un sector del tramo Alameda-Rancagua donde, especialmente las magnitudes de la vibración vertical, fueron bastante elevadas, alcanzando hasta un máximo de 0,625 g. Lo ideal es que cualquier tipo de vibración no sobrepase de 0,4 g.

El valor de 0,625 g. es muy similar a la de baja frecuencia que se registra en un bus con suspensión neumática (air spring) que opera en exceso (1,5 Hz), que alcanza un valor máximo a una velocidad del orden de 80 a 100 Km/h. y disminuye a velocidades superiores.

El valor registrado en el AEZ-46 puede ser diferente al que pueda medirse en cualesquiera de los restantes automotores, entre los cuales podría existir alguno con vibraciones aún superiores.

El elevado registro de magnitudes de las vibraciones verticales se realiza justamente en aquellos sectores en que las condiciones de la vía son malas y, por tanto, dependen directamente de esta última. La vibración crece por causa de la resonancia que se establece cuando la frecuencia natural de los resortes coincide con la frecuencia de la vibración provocada por el riel. Generalmente se establece esta resonancia a velocidades del orden de 80 a 100 Km/h., la que se rompe a velocidades superiores porque ambas frecuencias se alejan de su punto de resonancia.

Los automotores japoneses fueron diseñados empleando, tanto en la suspensión primaria como secundaria, resortes de respuesta suave, cuya vibración es lenta y de gran amplitud. Además, para contrariar estas vibraciones se utilizan amortiguadores hidráulicos que trabajan paralelamente con ellos.

Da la impresión que, al cabo de transcurridos 10 años desde la fabricación de los automotores, los citados amortiguadores no han sido reparados debida y oportunamente. Con el objeto de que los automotores recuperen el confort y suavidad originales de la calidad de marcha, a continuación se hacen algunas sugerencias para ello.

A medida que se vaya explicando la estructura de los boguies, con auxilio de los planos respectivos, se irán dando las sugerencias del caso.

1. El plano 1 corresponde a la disposición general del boguie motrix, en tanto que el plano 2 indica lo mismo para el boguie portante. Se observa que tanto los resortes del eje (suspensión primaria) y los de la viga oscilante (suspensión secundaria) son del tipo helicoidal. Ambos boguies son del tipo llamado de viga oscilante.
2. El plano 3, corresponde al conjunto del amortiguador gufa del eje de la suspensión primaria. En este tipo de amortiguador, el paso del aceite por el orificio de la pieza 7 produce el efecto de amortiguación y a la vez el aceite actúa como lubricante del sistema.

Se pueden hacer las siguientes sugerencias:

- (1) Los fabricantes de los automotores recomiendan el empleo de un aceite de alta viscosidad como el SHELL TELLUS OIL 13 o el MOBIL GARGOYLE ARCTIC OIL LIGHT.
- (2) Controlar trimestralmente el nivel del aceite que debe mantenerse según se indica en el plano 3.
- (3) Verificar el desgaste del buje 3 y del cilindro 2 y comprobar si existe envejecimiento del sello de aceite 4 porque son fundamentales en la función del amortiguador.
- (4) Cuando nuevo, el buje 3 tiene un diámetro de 130 mm y se tolera un desgaste hasta que llegue a un diámetro de 128 mm. Con un diámetro inferior a 128 mm. este buje debe reemplazarse (véase plano 4).
- (5) Cuando nuevo, el cilindro 2 tiene un diámetro de 130 mm y se tolera un desgaste hasta que llegue a un diámetro de 132 mm. Con un diámetro superior a 132 mm este cilindro debe reemplazarse o proceder a encamisarlo (oversize) (ver plano 5).

- (6) Cuando se compruebe envejecimiento del sello de aceite 4, deberá cambiarse por otro nuevo, por cuanto hay riesgo de escape de aceite y la consiguiente pérdida de condiciones del amortiguador. (ver plano 6)
3. El plano 7 corresponde a la viga oscilante o viga de boguie y a la viga de cuna, ambas de la suspensión secundaria. Estos elementos sostienen la caja del automotor en tres puntos, copa de centro y patines estabilizadores. La viga de boguie es del tipo lateral oscilante.

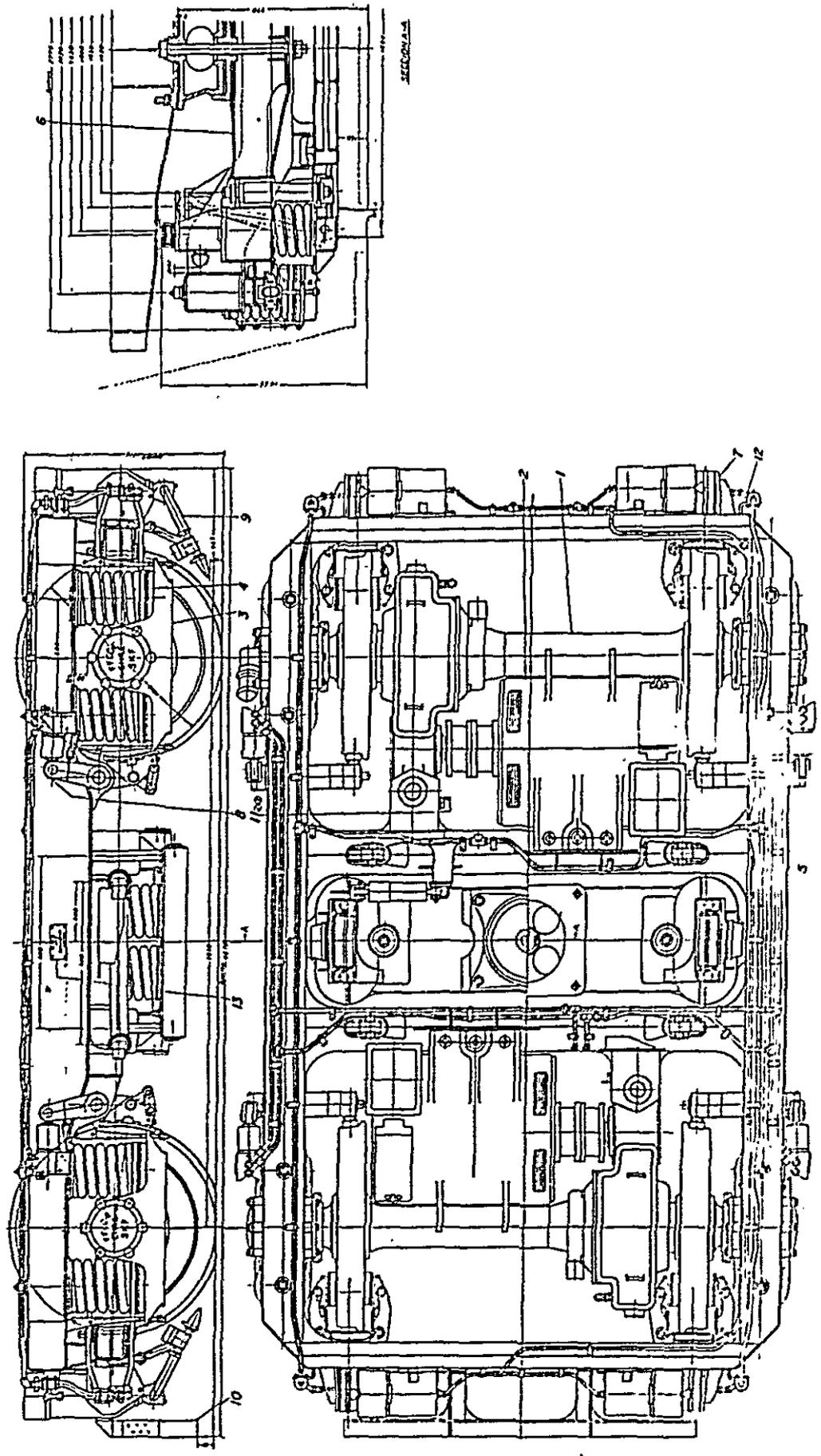
La componente vertical de las fuerzas se transmite por los resortes 3 y amortiguadores verticales 8. Por su parte, la componente lateral se transmite a través del amortiguador horizontal 17 y la longitudinal por el ancla 10 de la viga oscilante.

Como se ha dicho, la elevada vibración vertical registrada en el AEZ-46 podría deberse, en parte, al envejecimiento de los amortiguadores verticales. (Ver plano 8). En este plano se señala que el coeficiente de amortiguación de estos amortiguadores es $C = 110$ Kg/cm/seg. y, por lo tanto, la fuerza de amortiguación debiera ser de 550 Kg. a una velocidad de 5 cm/seg. del pistón o de 1100 Kg. cuando esta velocidad es de 10 cm/seg. En ambos casos se permite una tolerancia de $\pm 15\%$.

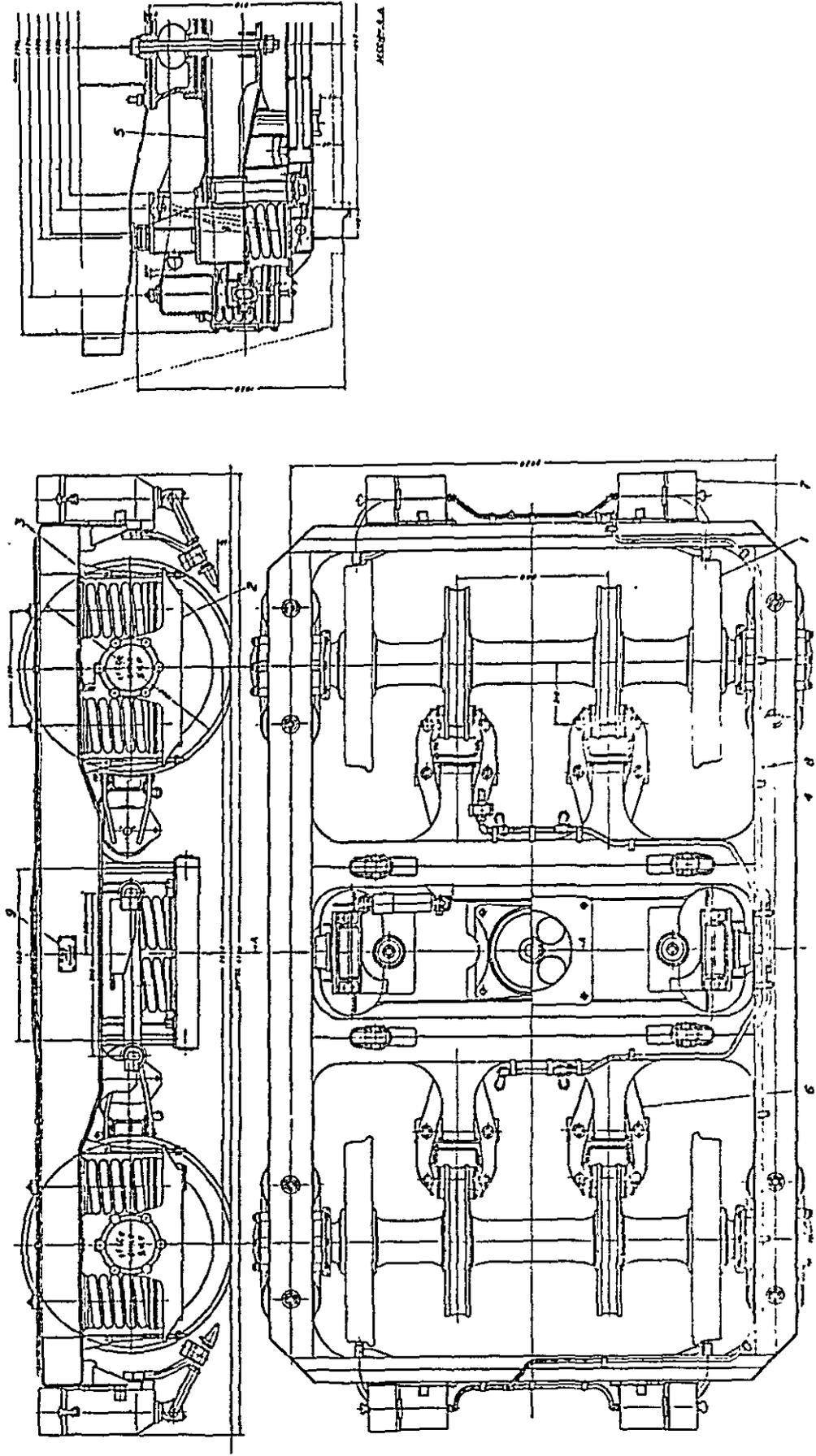
Continuación de sugerencias:

- (7) Probar mediante un método eficaz todos los amortiguadores a fin de verificar las características de operación antes señaladas. Es posible que actualmente no estén trabajando eficientemente y sean causantes en cierta medida de la excesiva vibración vertical registrada.
- (8) Es práctica en Japón que los amortiguadores sean reparados o reemplazados cada 2 ó 4 años según se haya determinado, lo que podría adaptarse a las condiciones de servicio de Ferrocarriles del Estado.

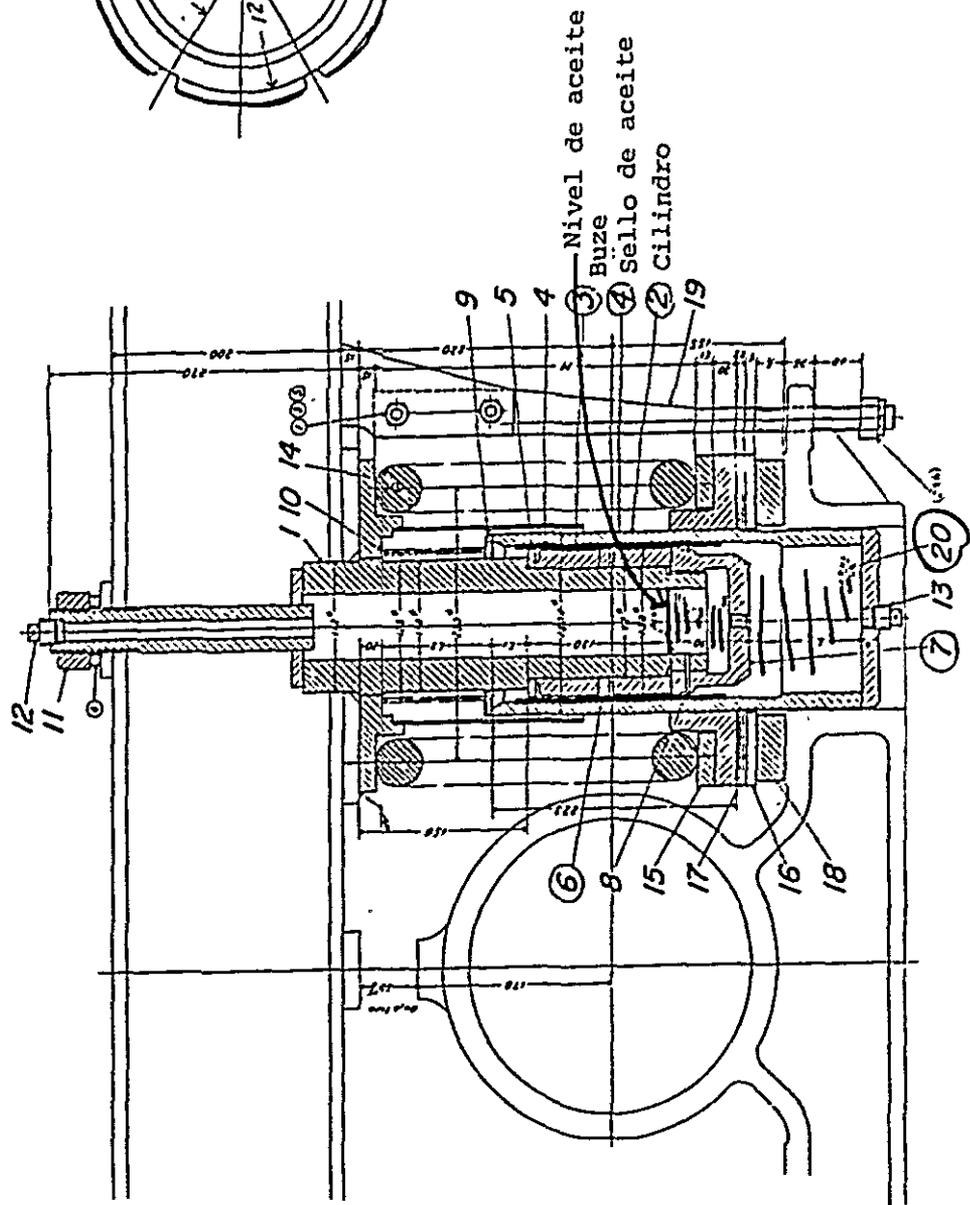
Plano 1 Disposición general del bogie motriz (Automotor AEZ y AEL)



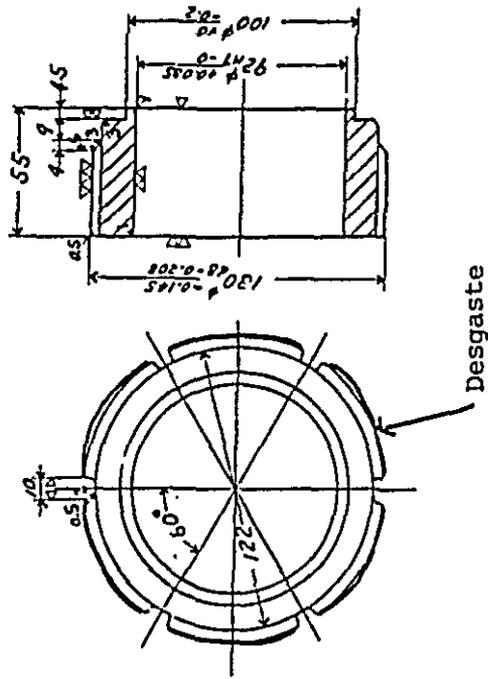
Plano 2 Disposición general del bogie portante (Automotor AEZ y AEL)



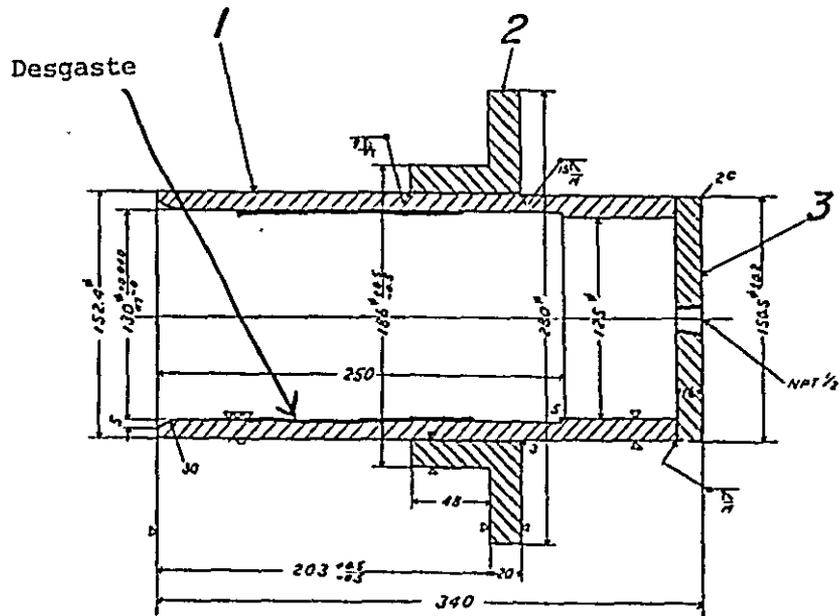
Plano 3 Amortigador-Guia del eje conjunto de la suspension primaria



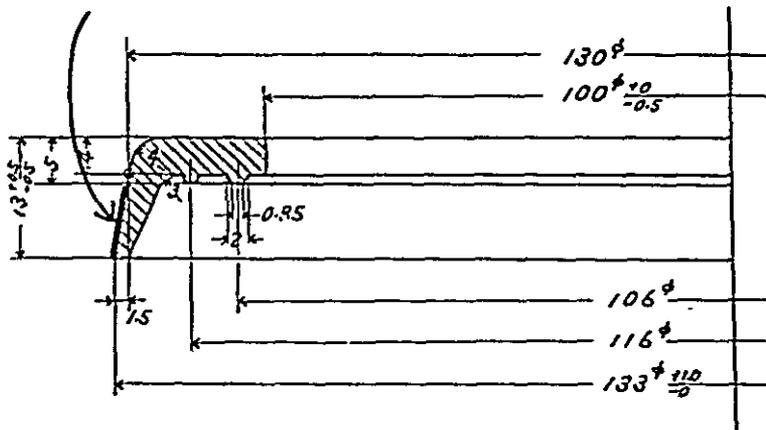
Plano 4 Buje



Plano 5 Cilindro



Plano 6 Sello de aceite



Notas:

1. Dureza: JIS 90°
2. Esfuerzo de tracción: 250 Kgs/cm²
3. Alargamiento: 290%
4. Rango de temperatura: -10°C a +100°C

Amortiguador vertical

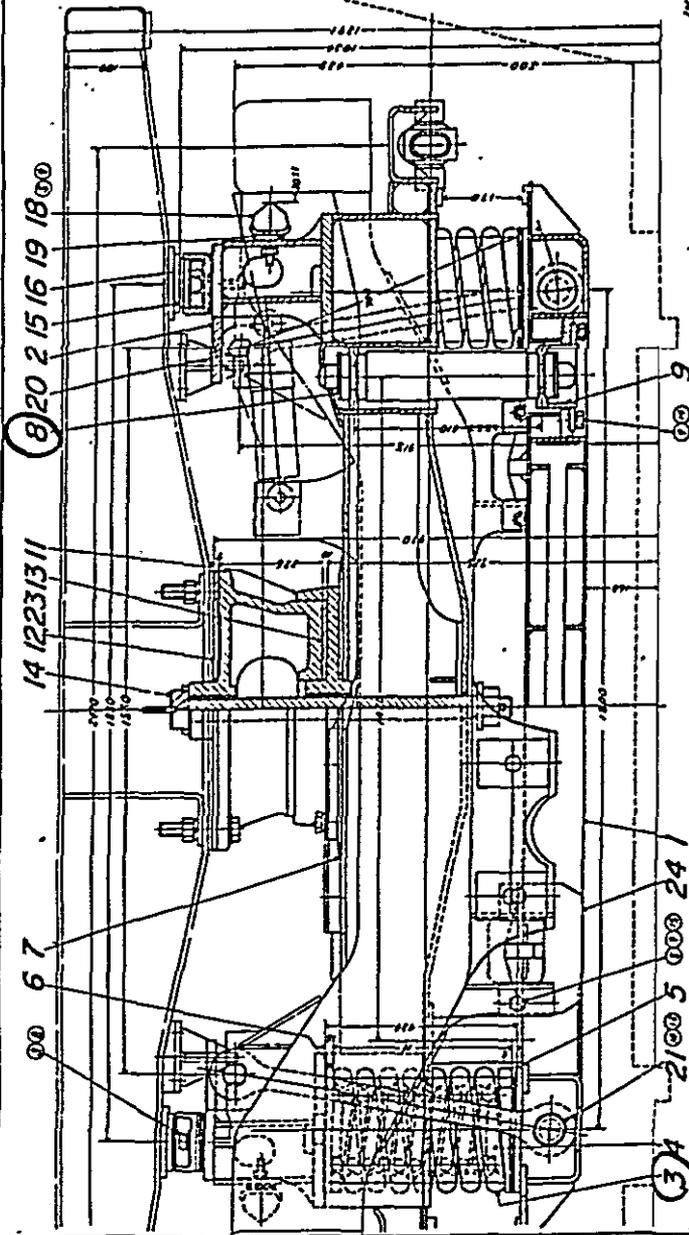


Figura 1 (Largo amortiguador)

Part	Material	Quantity
1	Acero	1
2	Acero	1
3	Acero	1
4	Acero	1
5	Acero	1
6	Acero	1
7	Acero	1
8	Acero	1
9	Acero	1
10	Acero	1
11	Acero	1
12	Acero	1
13	Acero	1
14	Acero	1
15	Acero	1
16	Acero	1
17	Acero	1
18	Acero	1
19	Acero	1
20	Acero	1
21	Acero	1
22	Acero	1
23	Acero	1
24	Acero	1

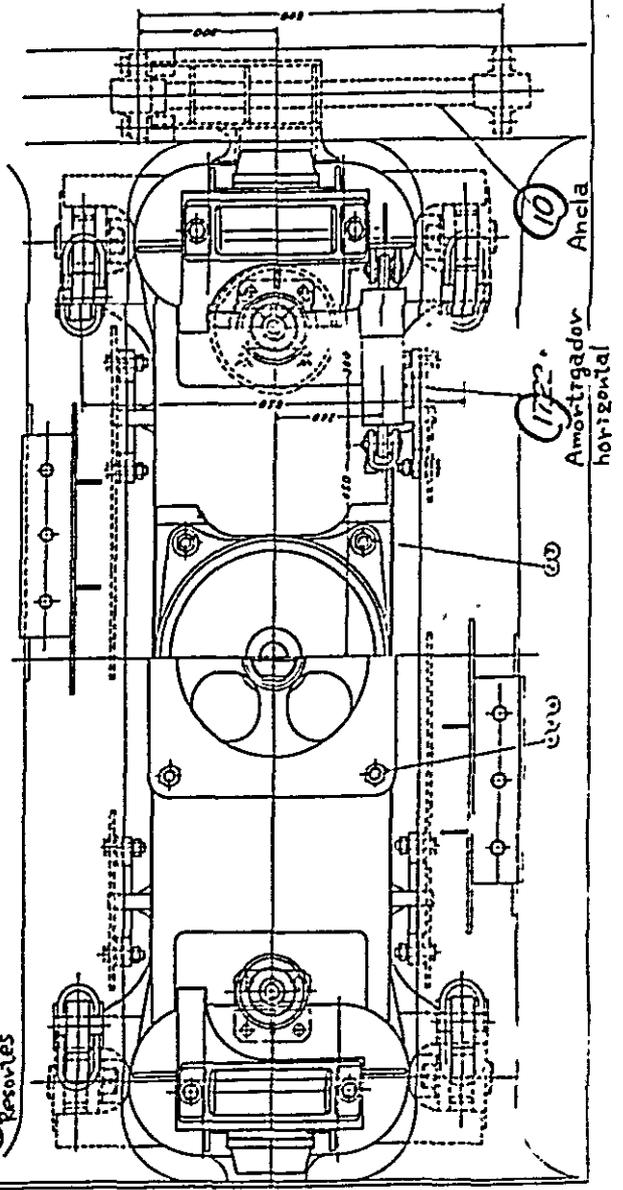
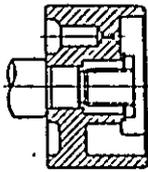
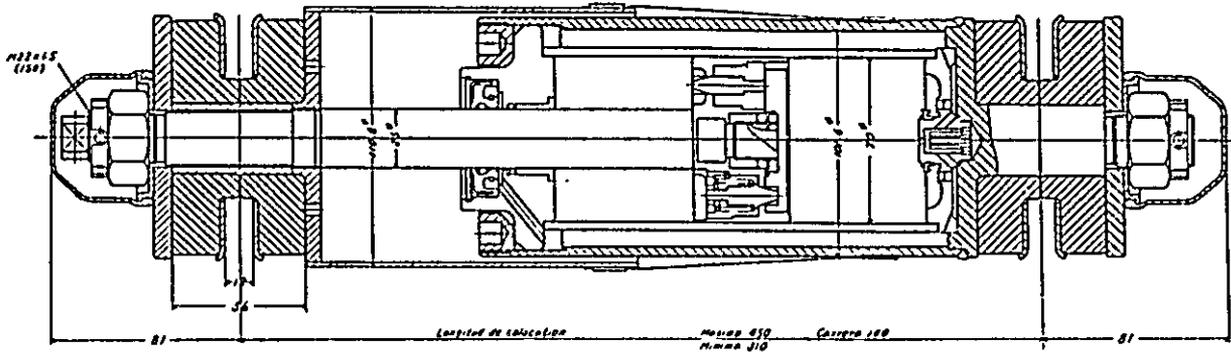


Figura 2 (Largo amortiguador)

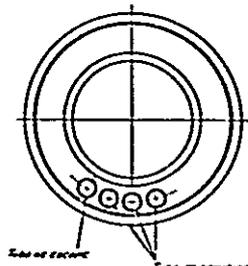
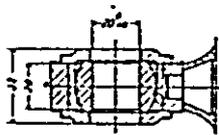
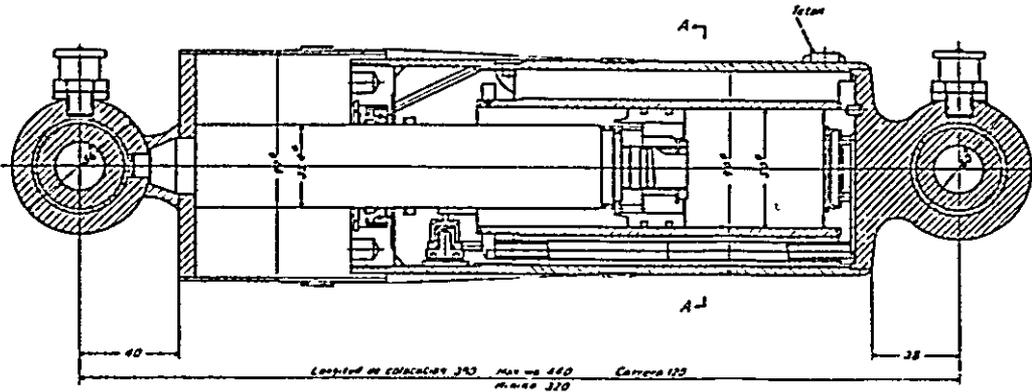
Plano 7 Vigas de bogie y cuna-suspension secundaria

Plano 8 Amortigador vertical



NOTA:
 1 Dependiente de amortiguacion C=10³Pa/s
 2 Fuerza de amortiguacion
 F=550183 Pa Con pistón veloc de 50%
 F=1700165 Pa Con pistón veloc de 100%

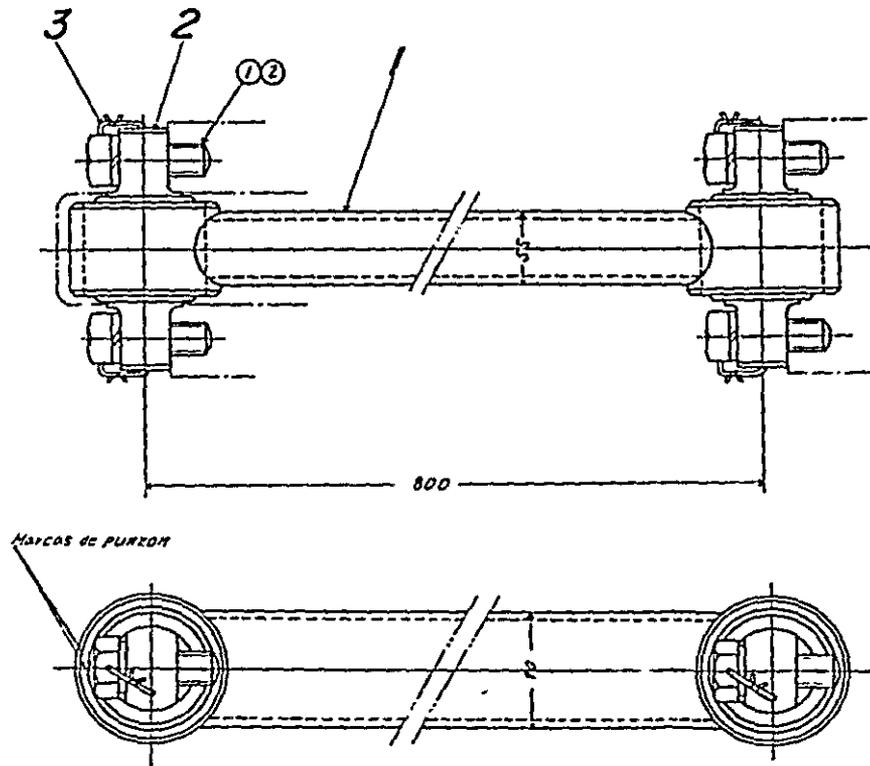
Plano 9 Amortigador horizontal



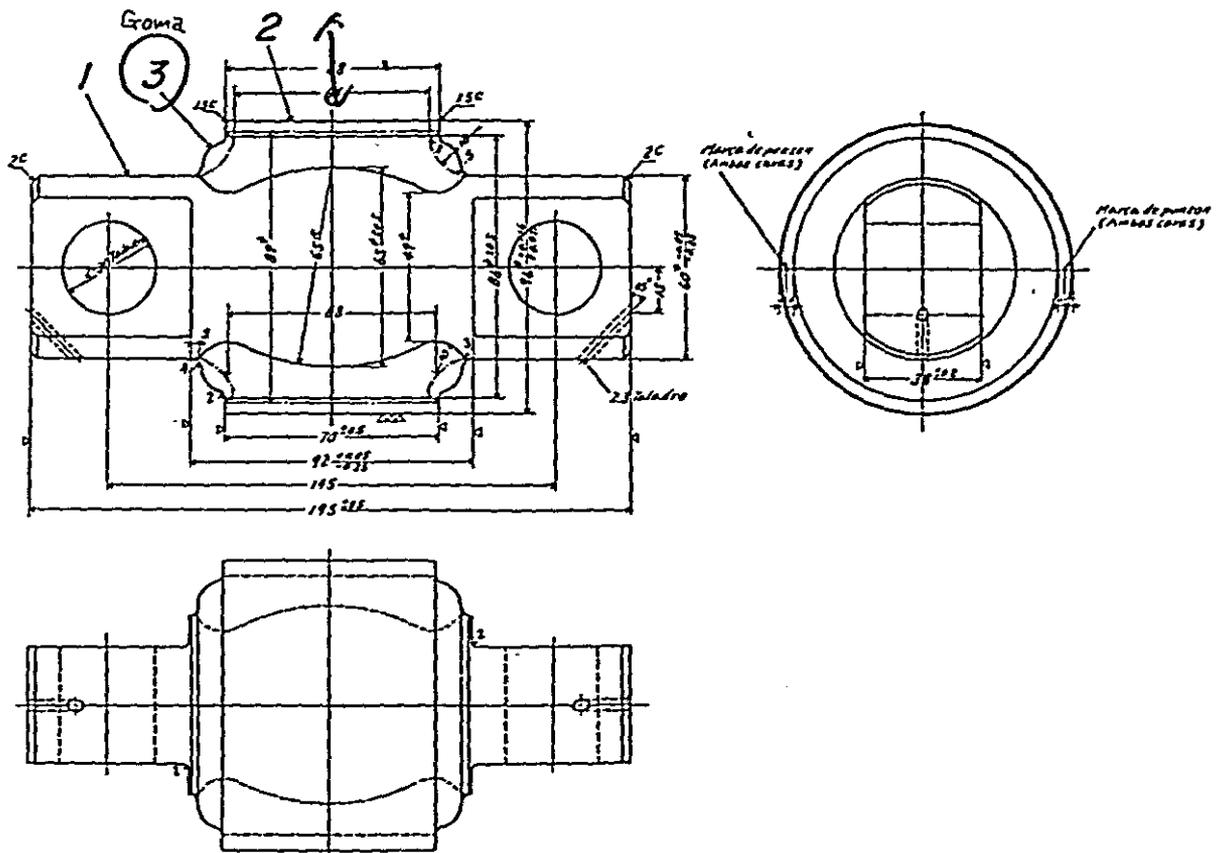
SECCION TRANSVERSAL A-A

NOTAS:
 1 F=...
 F=60020 Pa Con pistón veloc de 50%
 F=120040 Pa Con pistón veloc de 100%

Plano 10 Suspension secundaria Ancla Viga de bogie



Plano 11 Amortiguador goma de ancla



JICA

7
6
E

LIE