

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-332



VEREDAS NACIONALES  
UNIVERSIDAD

Al Pasante señor MIGUEL ARRIAGA SORIA,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el profesor Ing. Gonzalo Cruz Beristáin, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.:

"AFUNTES DE FERROCARRILES PARA LA CLASE  
DE TRANSPORTE"

- I. Introducción
- II. Planeación
- III. Elementos de Proyecto

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 14 de diciembre de 1978  
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

JJE/OB/CH/ser



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## DEDICATORIA

A mis padres y hermanos,  
con todo cariño y afecto.

A la clase obrera y campesina.

A la familia universitaria,  
Profesores, amigos y compañeros.



EL FF. CC. : MEDIO DE TRANSPORTE PARA ALCANZAR UN  
OBJETIVO : EL DESARROLLO  
LA MONTAÑA : MEDIO FISICO PARA ALCANZAR UN OBJETIVO:  
LA CUMBRE

*Lej 12*

**UNAM**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**APUNTES DE FERROCARRILES**

**PARA LA CLASE DE TRANSPORTE**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA**

**MIGUEL ARRIAGA SORIA**



---

**MEXICO, D. F.**

**AGOSTO DE 1981**

		PAGINA
PROLOGO	.....	x
GLOSARIO	.....	xiii
CAPITULO I. INTRODUCCION		
I.1	Origen, evolución y estado actual de los ferrocarriles en México.	2
I.2	Contribución de los ferrocarriles al de- sarrollo.	8
I.2.1	Aportación de los transportes al P.I.B. (Producto Interno Bruto).	10
I.2.2	Producto Interno Bruto por habitante (Pe- ríodo 1968-1977).	11
I.2.3	Panorama económico durante 1977.	11
I.2.4	Los ferrocarriles como factor estructu- rante de un país.	16
I.2.5	Los ferrocarriles como instrumento de fo- mento económico.	17
I.3	Ventajas del sistema ferroviario en rela- ción con otros sistemas.	18
I.4	Clasificación de las vías férreas.	21
I.4.1	Clasificación según el movimiento de car- ga o según la velocidad de operación de- sus trenes.	21
I.4.2	Clasificación por frecuencia de utiliza- ción.	25
I.4.3	Clasificación por la amplitud de la vía.	25
I.4.4	Clasificación según su construcción	25
I.4.5	Clasificación según su forma de explota- ción.	26

I.5	Zona de influencia	27
I.5.1	Delimitación topográfica o física	27
I.5.2	Delimitación económica	28
I.5.3	Delimitación por comunicación existente.	29
I.6	Datos gráficos y estadísticos de los ferrocarriles en México.	30
	A) Criterio económico nacional en el renglón ferroviario.	33
	B) Criterio constructivo ferroviario.	60
	C) Criterio comparativo con el autotransporte.	69
<b>CAPITULO II. PLANEACION</b>		
<b>(PLANEACION, PROGRAMACION Y FINANCIAMIENTO DE LAS INVERSIONES EN VIAS FERREAS)</b>		
II.1	Planes.	91
II.1.1	Objetivos.	92
II.1.2	Política de transportes.	93
II.1.3	Objetivos específicos.	94
II.1.4	Diagnóstico.	96
II.1.5	Política de inversiones.	99
II.1.6	Previsiones de tráfico.	101
II.1.7	Evaluación de proyectos.	103
II.1.8	Criterios financieros y económicos.	103
II.1.9	Influencia del factor tiempo.	104
II.1.10	Criterios económicos de rentabilidad.	106
II.1.11	Cálculo de costos.	109
II.1.12	Cálculo de beneficios económicos.	110
II.1.13	Selección de alternativas y año óptimo.	114



	PAGINA
II.1.14	Efecto de red. 116
II.2	Programación. 117
II.2.1	Análisis de sensibilidad. 118
II.2.2	Tamaño de los proyectos. 119
II.2.3	Especificaciones y procedimientos. 120
II.2.4	Dispersión de esfuerzos. 121
II.2.5	Plazos de los programas. 121
II.2.5.1	Corto plazo. 121
II.2.5.2	Mediano y largo plazo. 122
II.2.6	Continuidad. 123
II.3	Financiamiento. 123
II.4	Conclusiones. 129
CAPITULO III	ELEMENTOS DE PROYECTO
III.1	Usuario y carga (Generalidades). 135
III.2	Clasificación de carga. 144
III.2.1	Unidades de tráfico. 145
III.2.2	Ciclo de carga. 145
III.2.3	Distribución del tráfico (Según el porcentaje de los vehículos y según los <u>tonelajes</u> detallados). 146
III.2.4	Valuación de tráfico. 146
	A) Método de matrices de flujo. 146
	B) Método racional. 149
III.3	Tipos de locomotoras y su clasificación. 154
III.3.1	Clasificación según el motor primo. 154
	A) Locomotoras de vapor. 155
	B) Locomotoras diesel. 155
	C) Locomotoras de turbina. 158

ANEXOS		PAGINA
	D) Locomotoras eléctricas.	158
III.3.2	Clasificación según el sistema de transmisión de la energía.	163
	A) Transmisión mecánica.	163
	B) Transmisión hidráulica.	163
	C) Transmisión eléctrica.	165
III.3.3	Clasificación según la clase de servicio.	166
	A) Locomotoras para servicio de patio -- (locomotoras de maniobras).	166
	B) Locomotoras de camino para servicio de pasajeros.	167
	C) Locomotoras de camino para carga.	168
III.3.4	Clasificación adoptada por los ferrocarriles asociados a la A.A.R. o de acuerdo con las normas establecidas por los fabricantes.	169
	A) Sistema Whyte.	169
	B) Sistema Alco (American Locomotive Co.).	172
	C) La Lima Locomotive Works Inc.	172
	D) Sistema Francés.	172
	E) Sistema Alemán o Continental.	173
	F) Sistema de clasificación de locomotoras diesel-eléctricas y de turbina.	173
III.4	Equipo de arrastre.	177
III.4.1	Equipo de carga.	177
III.4.1.1	Clasificación.	178
III.4.1.2	Equipos para trabajos de mantenimiento.	179
III.4.1.3	Normas generales de diseño	186

	<b>PAGINA</b>
<b>AMIGAS</b>	
<b>III.4.1.4</b>	<b>Materiales para la estructura del cuer</b> 187
	po. 188
<b>III.4.1.5</b>	<b>Artefactos del equipo rodante.</b> 192
	A) Acopladores. 192
	B) Aparejos de tracción. 193
	C) Truck o carretón. 193
	D) Ruedas y ejes. 194
	E) Tipos de ruedas. 195
	F) Ejes. 195
	G) Aparejo de freno. 196
<b>III.4.2</b>	<b>Coches de pasajeros.</b> 197
<b>III.4.2.1</b>	<b>Normas generales de diseño.</b> 199
	A) Trucks. 199
	B) Estructuras. 200
<b>III.4.2.2</b>	<b>Equipo de alumbrado y acondicionamiento</b> 200
	<b>de aire en los coches de pasajeros.</b>
<b>III.5</b>	<b>Dinámica de trenes.</b> 203
<b>III.5.1</b>	<b>Resistencias.</b> 206
<b>III.5.1.1</b>	<b>Resistencia de inercia.</b> 208
<b>III.5.1.2</b>	<b>Resistencia por pendiente.</b> 210
<b>III.5.1.3</b>	<b>Resistencia por curvatura.</b> 211
<b>III.5.1.4</b>	<b>Resistencia del aire.</b> 212
<b>III.5.2</b>	<b>Ecuación básica de equilibrio.</b> 213
<b>III.5.3</b>	<b>Perfil virtual y perfil real.</b> 215
	A) Método analítico. 218
	B) Método gráfico de pendientes de ace- 219
	leración.
<b>III.6</b>	<b>Etapas del proyecto.</b> 221
<b>III.6.1</b>	<b>Selección de la ruta.</b> 221

	PAGINA
III.6.2	Localización de la ruta. 222
III.6.3	Proyecto de la línea. 223
III.6.3.1	Características. 225
III.6.3.2	Recomendaciones generales. 225
III.6.3.3	Curva de masas. 226
III.6.3.4	Alineamiento horizontal. 227
	A) Curvas circulares, <u>elementos</u> y <u>cálculo</u> . 228
	lo. 228
	B) Curvas de transición, <u>elementos</u> y <u>cálculo</u> . 231
III.6.3.5	Alineamiento vertical. 234
	A) Curvas verticales, <u>elementos</u> y <u>cálculo</u> . 234
	lo. 234
III.6.4	Sobreelevación. 239
III.6.5	Pendiente compensada por curvatura. 239
III.7	Vía (infraestructura). 242
III.7.1	Secciones tipo. 242
III.7.2	Elementos de una vía. 244
III.7.3	Proceso de construcción. 247
III.7.3.1	Terracerías. 247
	A) Desmonte. 247
	B) Despalmes. 248
	C) Corte. 248
	D) Terraplén. 250
III.7.4	Drenaje. 252
III.7.4.1	Drenaje superficial. 253
	A) Cunetas. 254
	B) Contracunetas. 254
III.7.4.2	Drenaje superficial transversal. 255

ANEXOS

		<b>PAGINA</b>
III.7.4.3	A) Alcantarillas.	255
	Drenaje subterráneo.	257
III.7.4.4	A) Subdrenes.	258
III.7.4.5	Localización.	258
III.8	Area hidráulica necesaria.	258
III.8.1	Vía (superestructura).	263
III.8.1.1	Balasto.	263
	A) Clasificación.	263
III.8.1.1.1	Definiciones.	263
III.8.1.2	Requisitos para el material pétreo.	264
	A) Requisitos granulométricos.	265
	B) Muestreo y manejo.	265
	C) Medición.	265
III.8.1.3	Colocación del balasto en la vía.	266
III.8.1.4	Compactación del balasto.	266
III.8.1.5	Espesores de la capa de balasto.	266
III.8.2	Sub-balasto.	271
	A) Clasificación.	271
	B) Métodos de construcción y medición.	271
III.8.3	Durmientes.	272
III.8.3.1	Durmientes de madera para una vía estándar.	272
III.8.3.2	Durmientes de concreto.	276
	A) Especificaciones.	276
	B) Reglas para el manejo y colocación - de los durmientes de concreto postensados.	278
III.8.3.3	Durmientes de acero.	280
III.8.3.4	Durmientes mixtos (concreto y acero).	281

	PAGINA
AMICAP III.8.3.5	Espaciamiento de los durmientes. 284
CCS III.8.3.6	Esfuerzos en los durmientes. 284
PCS III.8.4	Rieles. 286
CCS III.8.4.1	Objetivos de las partes del riel. 290
CCS	A) Hongo 290
CCS	B) Patín. 291
CCS	C) Alma del riel. 291
III.8.4.2	Tipos de falla en rieles. 292
CCS III.8.5	Accesorios de los rieles. 294
CCS	A) Planchuelas de conexión 294
CCS	B) Pernos de conexión. 294
CCS	C) Roldanas de presión 294
CCS	D) Placas de asiento metálicas. 297
CCS	E) Placas de hule. 297
CCS	F) Tirafondos. 300
CCS	G) Pernos de sujeción. 303
CCS	H) Grapas elásticas. 303
CCS	I) Plaquetas ranuradas. 303
CCS	J) Anclas para riel. 305
III.8.6	Cambios o desvíos de trenes. 310
III.8.7	Terminales 316
	A) Estación de pasajeros. 316
	B) Terminales de carga. 319
	C) Talleres. 322
III.8.8	Señalización. 326
III.8.9	Puentes. 328
	A) Infraestructura. 329
	B) Subestructura. 329
	C) Superestructura. 329

		<b>PAGINA</b>
<b>III.8.10</b>	<b>Túneles.</b>	<b>331</b>
<b>III.8.10.1</b>	<b>Construcción.</b>	<b>333</b>
<b>III.9</b>	<b>Sistemas constructivos modernos de vía.</b>	<b>337</b>
<b>III.9.1</b>	<b>Introducción.</b>	<b>337</b>
<b>III.9.2</b>	<b>Sistemas constructivos de vía en los -- que se utilizan tramos de vía prefabri- cados.</b>	<b>338</b>
<b>III.9.2.1</b>	<b>Síntesis del procedimiento.</b>	<b>341</b>
<b>III.9.2.2</b>	<b>Descripción de los campamentos.</b>	<b>342</b>
	<b>A) Campamento de montaje.</b>	<b>343</b>
	<b>B) Campamento de desmontaje.</b>	<b>343</b>
<b>III.9.2.3</b>	<b>Explicación en detalle del procedimien- to de construcción o rehabilitación de vías de la S.N.C.F. (Sociedad Nacional- de Ferrocarriles Franceses), utilizando los tramos de vía prefabricada.</b>	<b>345</b>
<b>III.9.3</b>	<b>Sistema constructivo en el que los dur- mientes se distribuyen directamente y - sobre estos se fijan los largos rieles- soldados.</b>	<b>353</b>
<b>III.9.3.1</b>	<b>Síntesis del procedimiento.</b>	<b>353</b>
<b>III.9.3.2</b>	<b>Explicación detallada del sistema cons- tructivo de vía elástica utilizando los equipos "SECMAFER".</b>	<b>354</b>
<b>III.10</b>	<b>Conservación de la vía.</b>	<b>364</b>
<b>III.10.1</b>	<b>Reparaciones.</b>	<b>366</b>
	<b>A) Parciales o por tramos.</b>	<b>366</b>
	<b>B) Continuas o generales.</b>	<b>366</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>.....</b>	<b>369</b>

PAGINA

331	Túneles.	III.8.10
333	Construcción.	III.8.10.1
337	Sistemas constructivos modernos de vías.	III.9
337	Introducción.	III.9.1
338	Sistemas constructivos de vías en los -- que se utilizan tramos de vía prefabricados.	III.9.2
341	Sistemas de procedimientos.	III.9.2.1
342	Descripción de los procedimientos.	III.9.2.2
343	A) Procedimiento de montaje.	
343	B) Procedimiento de desmontaje.	
345	Explicación en detalle del procedimiento de construcción o rehabilitación de vías de la U.C.F. (Unidad Nacional de Ferrocarriles Urbanos), así como los tramos de vía prefabricada.	III.9.2.3
351	Alcance constructivo en el que los sistemas de vía prefabricada se aplican directamente y - - - - -	III.9.3
352	Alcance de procedimientos.	III.9.4
353	Alcance de detalles de montaje y - - - - -	III.9.5
354	Alcance de detalles de desmontaje y - - - - -	III.9.6
355	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.7
356	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.8
357	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.9
358	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.10
359	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.11
360	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.12
361	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.13
362	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.14
363	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.15
364	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.16
365	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.17
366	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.18
367	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.19
368	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.20
369	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.21
370	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.22
371	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.23
372	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.24
373	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.25
374	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.26
375	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.27
376	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.28
377	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.29
378	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.30
379	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.31
380	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.32
381	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.33
382	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.34
383	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.35
384	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.36
385	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.37
386	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.38
387	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.39
388	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.40
389	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.41
390	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.42
391	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.43
392	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.44
393	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.45
394	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.46
395	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.47
396	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.48
397	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.49
398	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.50
399	Alcance de procedimientos de montaje y - - - - -	III.9.51
400	Alcance de procedimientos de desmontaje y - - - - -	III.9.52



PR O L O G O

La edición de esta tesis, sobre el ilimitado tema ferro-

viario, obedece al siguiente objetivo:

Formar conjuntamente con los sistemas carretero, aero-  
portuario y portuario, los apuntes de la clase de Sistemas -  
de Transporte, de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

Todo lo expuesto en este texto, es el resultado de una  
amplia recopilación de datos, no tienen como intención hacer  
una exposición exhaustiva de los temas, más bien, pretenden  
introducir al lector al estudio del sistema ferroviario.

Previamente a la presentación de la obra, se expone un  
glosario de términos (los más comunes) de la actividad ferro  
viaria.

En el Capítulo I, y a manera de introducción vemos cuál  
fue el origen y evolución y cuál el estado actual de los fe  
rocarriles en México; su contribución al Desarrollo Económi  
co, así como las ventajas con los otros sistemas de transpor  
te; clasificación de las vías férreas y definición de su zona  
de influencia.

El final del capítulo comprende los Datos Gráficos y Es  
tadísticos de nuestro Sistema Ferroviario. Lo anterior se ba  
sa en tres criterios: Criterio económico nacional; criterio-  
constructivo ferroviario y criterio comparativo con el auto-  
transporte.

El Capítulo II está compuesto íntegramente por el traba  
jo intitulado "La Planeación, Programación y Financiamiento  
de las Inversiones en Vías Férreas" del Ing. Francisco J. --  
Gorostiza.

En él se hace referencia a los planes; objetivos; polí-

tica de transportes y objetivos específicos; al diagnóstico; política de inversiones, previsiones del tráfico; a la evaluación de proyectos y sus criterios financieros y económicos, así como la influencia del factor tiempo; criterios económicos de rentabilidad; cálculos de costos y de beneficios económicos, así como la selección de alternativas y año óptimo y finalmente efectos de red.

En lo referente a la programación, se estudia el análisis de sensibilidad y tamaño de los proyectos; especificaciones y procedimientos; dispersión de esfuerzos; plazos de los programas y su continuidad. Finalmente se estudia el financiamiento de las inversiones y conclusiones.

El Capítulo III, llamado Elementos de Proyecto comprende el desarrollo de temas como:

Usuario y carga, clasificación de la carga; tipo de locomotoras y su clasificación; equipo de arrastre, equipo de carga y pasajeros, así como sus normas generales de diseño; dinámica de trenes, resistencias y perfil virtual; etapas de proyecto, selección y localización de la ruta, características del alineamiento horizontal y vertical.

En lo referente a la Infraestructura de la Vía, se describen las secciones tipo; elementos de vía, proceso de construcción; drenaje superficial, transversal y subterráneo. En tanto que, en la Superestructura de la Vía, se estudian el balasto y el sub-balasto; durmientes de madera, concreto, acero y mixtos; rieles y sus accesorios de sujeción y conexión; cambios o desvíos de trenes; terminales de pasajeros, de carga y talleres; señalización; puentes y túneles.

Finalmente el capítulo termina con la descripción de los sistemas constructivos modernos de vía y la conservación.

Debo aclarar que esta tesis se empezó a elaborar en el año de 1979, empleándose los datos estadísticos de la época (Estadística Ferroviaria de 1976 y 1977), por lo que al momento de la publicación, deberán actualizarse los mismos.

Vale la pena insistir en que esta tesis busca ser una herramienta útil para el estudio de transportes, tanto para el alumno, como para el profesor.

Todo lo aquí expuesto, es el fruto de otros tantos trabajos y publicaciones: Libros de texto; estadísticas y estudios; revistas, tesis, apuntes y especificaciones de proyecto, y resultaría largo de citar a cada uno de los autores, a quienes realmente se debe esta tesis. En la Bibliografía que dan consignadas fielmente las fuentes de información y documentación.

En lo personal, al aceptar desarrollar este tema, lo hice con plena conciencia de que el ferrocarril como elemento de desarrollo económico, deberá en el futuro llevarnos a disfrutar del progreso en forma colectiva. Por lo tanto, el papel del Ingeniero Civil es relevante, ya que tendremos que llevar a cabo los estudios y proyectos ferroviarios que demande el país.

Por último deseo hacer patente mi agradecimiento a todas aquellas personas, que por sus consejos y colaboración hicieron fructificar esta tesis.

Miguel Arriaga Soria.

Después de haberse elaborado en esta tesis se empleó a elaborar en el año de 1979, empleándose los datos estadísticos de la época (Estadísticas Ferroviarias de 1976 y 1977), por lo que al momento de la publicación, deberán actualizarse los mismos.

Valga la pena indicar en que esta tesis busca ser una herramienta útil para el estudio de transportes, tanto para el alumno, como para el profesor.

Toda la parte expositiva, en el título de otros tantos trabajos y publicaciones: libros de textos, enciclopedias y otros libros; revistas, tesis, artículos y especialidades de proyectos, a nivel de esta tesis de otros autores, a nivel de esta tesis de otros autores. No se limitará a las conclusiones de las tesis de otros autores y conclusiones.

La parte de la tesis de otros autores, en el título de otros tantos trabajos y publicaciones: libros de textos, enciclopedias y otros libros; revistas, tesis, artículos y especialidades de proyectos, a nivel de esta tesis de otros autores, a nivel de esta tesis de otros autores. No se limitará a las conclusiones de las tesis de otros autores y conclusiones.

La parte de la tesis de otros autores, en el título de otros tantos trabajos y publicaciones: libros de textos, enciclopedias y otros libros; revistas, tesis, artículos y especialidades de proyectos, a nivel de esta tesis de otros autores, a nivel de esta tesis de otros autores. No se limitará a las conclusiones de las tesis de otros autores y conclusiones.

- Acarreo libre: Es el transporte de materiales, efectuado en una distancia fijada en el proyecto y por el cual no se hace ningún pago directo.
- Alineamiento horizontal: Proyección horizontal del eje de una vía férrea.
- Alineamiento vertical del proyecto: Es la subrasante de las terracerías: posición de la subrasante en el plano vertical que la contiene. De una vía férrea: es la línea definida por la intersección de la superficie de rodamiento con el plano vertical que contiene el eje de la vía.
- Ampliación del escantillón: Aumento que se da al escantillón en las curvas, del lado del riel interior.
- Ancho de cama: Base inferior de la sección transversal de un corte, al nivel de la subrasante.
- Ancho de corona: De las terracerías: base superior de la sección transversal de un terraplén o parte de la base de la sección transversal en un corte, limitada por las aristas superiores de las cunetas. De balastado: base superior de la sección transversal del balastado colocado.
- A.R.A.: Siglas de la Asociación de Ferrocarrileros Americanos (Am. Ry. Asn.) empleados en dimensiones de rieles y accesorios.
- A.R.E.A.: Siglas de la Asociación Americana de Ingenieros-Ferrovianos (Am. Ry. Eng. Asn.), que formula las especificaciones generales y los rieles RE.
- Armón: Carro de cuatro ruedas automotor o manual y descubierto que se desliza sobre dos rieles; es fácilmente quitable y lo usan los trabajadores de vía.

mensuales, o anuales, transportadas por un ferrocarril.

**Departamento de Vía y Estructuras:** Dependencia que tiene a su cargo la construcción y conservación de Vías, Puentes,

Edificios, Muelles, Plantas de Agua y Combustible, Plantas de Impregnación, Servicio de Básculas, Talleres de Puentes

y Edificios y de Motores, manejo de Autoarmones y toda clase de Maquinaria y aditamentos que en lo futuro se introduzcan, también tiene a su cargo la vigilancia y control del derecho de vía.

**Distrito:** Una de las partes en que se divide una división, estando a cargo de un Supervisor de Distrito. El Distrito se subdivide en Secciones.

**División:** Una de las partes territoriales en que está dividido un Sistema, estando a cargo de un Ingeniero de División.

La División se subdivide en Distritos.  
**Durmiente:** Travesa, talla.

**E:** Sobreelevación del riel.  
**E:** Exsecante o externa de una curva circular.

**E.C.:** Exsecante o externa de una curva circular con espirales.

**Empalme:** Lugar de conexión de dos o más vías férreas.

**Entallar:** Alisar el asiento de los durmientes para soportar placas y rieles.

**Escantillón:** Distancia entre los costados interiores de los hongos de los rieles, medida normalmente al eje de una vía férrea (galibo de la vía).

**Espiral:** Curva compuesta por arcos circulares subtendidos por cuerdas de igual longitud, cuyo grado de curvatura varía en forma constante para hacer la transición entre una curva circular y una tangente o entre dos curvas circula-

función de la cama de un corte sin contar las cunetas. De haberse considerado el talud de la cama y el talud de la cuneta, el talud de la cama se consideraría y se consideraría el talud de la cuneta.

**Cortavía:** Tramo de vía en forma de "S", que une dos vías adyacentes.

**Cuerda:** Línea recta que subtiende los extremos de un arco.

**Cuneta:** Sanja alojada en los cortes, paralelamente al eje de la vía, en la intersección de la cama con el talud de un corte, a fin de drenar éste.

**Curva circular:** Arco circular del eje de una vía férrea, en el alineamiento horizontal.

**Curva compuesta:** Aquella formada por dos o más curvas circulares del mismo sentido y de distintos grados de curvatura, en el alineamiento horizontal.

**Curva vertical:** Arco parabólico que une dos tangentes, en el alineamiento vertical.

**Curva vertical en cima:** Curva vertical cuya concavidad queda hacia abajo.

**Curva vertical en columpio:** Curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba.

**d:** Desalojamiento paralelo de la tangente a una curva circular, para permitir el desarrollo de la espiral.

**D:** Distancia del centro de la curva circular a la tangente, cuando existe espiral.

**$\delta$ :** Angulo de deflexión de una espiral.

**$\Delta$ :** Angulo de deflexión de una curva circular.

**Densidad de tráfico de pasajeros:** Pasajeros-kilómetro diarios, mensuales, o anuales, transportados por un ferrocarril.

**Densidad de tráfico de carga:** Toneladas-kilómetro diarias,

res de diferente grado de curvatura, en el alineamiento ho-  
rizontal.

**Empala:** Tramo de vía conectado a otra vía por un solo ex-  
tremo.

**Estación:** Del alineamiento, punto del eje de una vía fér-  
rea que dista del origen un múltiplo de 20 metros. De la  
vía férrea: lugar designado en el horario con un nombre, y  
destinado a paradas de trenes. De medición: unidad de lon-  
gitud de 20 metros.

**Externa:** Distancia mínima entre el punto de intersección  
de dos tangentes consecutivas con deflexión menor de  $180^\circ$   
y la curva que las une.

**f:** Flecha.

**Flecha:** Ordenada central de un arco circular respecto de  
su cuerda.

**G:** Grado de curvatura.

**Gálibo:** Sección mínima adoptada, transversal al eje de la  
vía, que debe estar libre de obstáculos para permitir el  
paso de un tren.

**Grado de curvatura:** Angulo que subtende una cuerda de 20  
metros.

**Grado máximo de curvatura:** Límite superior del grado de  
curvatura que debe usarse en el alineamiento horizontal.

**Guardavía:** Trabajador encargado de la vigilancia de la vía  
en su Sección.

**Hongo del riel:** Parte superior del riel sobre la cual ruede  
el equipo ferroviario.

**Horario:** Documento que sirve para autorizar los movimien-  
tos de los trenes regulares, sujetos al reglamento para la  
operación ferroviaria.



**Indicación de la señal:** La información que se comunica por medio del aspecto de la señal que se observa.

**Ingeniero de División o Residente Representante del Jefe del Departamento de Vía de una División.**

**Itinerario:** La parte de un horario que determina la clase, dirección, número y movimiento de un tren regular.

**Jefe de Vía:** Jefe encargado de la conservación de la Vía y

**Estructuras en una División o Territorio,** asignado dentro de la misma.

**Jurisdicción:** Determinado número de kilómetros para el desempeño de sus labores al personal del Departamento de Vía en las Divisiones, Distritos, Secciones, Talleres y en el Sistema.

**1. Longitud de una espiral.**

**L:** Del alineamiento horizontal: longitud de una curva circular. Del alineamiento vertical: longitud de una curva parabólica.

**Ladero o escape:** Vía auxiliar de la vía principal, destinada al encuentro o paso de trenes y conectada en dos puntos.

**Lorry:** Carritos de uno y dos ejes, usados para transportar material de vía durante la construcción o el mantenimiento; pudiéndose formar trenes de Lorrye.

**Máquina o motor:** Una unidad impulsada por cualquier forma de energía o una combinación de tales unidades operadas desde un solo control, destinada al servicio de trenes o de movimientos en patios.

**Máquina de patio:** Una máquina o locomotora asignada al servicio de patio y trabajando dentro de los límites del mismo.

**Mayordomo:** Jefe de una sección o cuadrilla de trabajadores.

**P.C.:** Punto donde principia una curva, en el alineamiento horizontal.

**P.C.C.:** Punto de enlace de una curva circular con otra o con una espiral, del mismo sentido, en el alineamiento horizontal.

**P.C.R.:** Punto de inflexión de dos curvas circulares cuyas deflexiones son de sentido contrario, en el alineamiento horizontal.

**P.C.V.:** Punto donde principia una curva en el alineamiento vertical.

**P.I.:** Punto donde se intersectan dos tangentes consecutivas, en el alineamiento horizontal.

**P.I.V.:** Punto donde se intersectan dos tangentes consecutivas, en el alineamiento vertical.

**P.L.:** Punto de liga, en una nivelación.

**P.S.C.:** Punto sobre curva, en el alineamiento horizontal.

**P.S.T.:** Punto sobre tangente, en el alineamiento horizontal.

**P.T.:** Punto donde termina una curva, en el alineamiento horizontal.

**P.T.V.:** Punto donde termina una curva, en el alineamiento vertical.

**Paso inferior:** Cruzamiento de una vía férrea bajo otra vía terrestre de comunicación.

**Paso superior:** Cruzamiento de una vía férrea sobre otra vía terrestre de comunicación.

**Paso a desnivel:** Cruzamiento a distinta elevación de dos o más vías terrestres de comunicación, que permite el tránsito alternado de ellas.

**Paso a nivel:** Cruzamiento a una misma elevación, de una

vía férrea con otra vía terrestre de comunicación, que solo admite el tránsito alternado de ellas.

**Patio:** Un sistema de vías dentro de los límites definidos por medio de las señales fijas denominadas "límite de patio", destinado a la formación de trenes, almacenamiento de carros u otros fines y sobre las cuales pueden efectuarse movimientos no autorizados por el horario ni por órdenes de tren, pero sujetos a las señales y reglas prescritas, o a instrucciones especiales.

**Pendiente compensada:** Pendiente de un tramo de vía donde las curvas del alineamiento horizontal tienen pendientes equivalentes a la pendiente gobernadora de las tangentes, reducida en función de sus diversos grados de curvatura.

**Pendiente gobernadora:** Límite superior de las pendientes en cada tramo de una vía férrea, que rige al proyecto de acuerdo con una operación determinada.

**Pendiente máxima:** La mayor pendiente geométrica del eje de una vía férrea, limitativa en vías principales o en auxiliares.

**Pendiente mínima:** La menor pendiente geométrica del eje de una vía férrea, limitativa en los cortes.

**Pendiente real:** Pendiente geométrica del eje de una vía férrea.

**Pendiente virtual:** Pendiente dinámica de un tren, al recorrer una vía férrea.

**Perfil virtual:** Perfil de cargas de velocidad de un tren, al recorrer una vía férrea.

**Piggy Back:** Cargar camiones o remolques sobre plataformas de ferrocarriles.

**Piloto:** Un empleado asignado a un tren cuando el conductor,

el maquinista o ambos no están completamente familiarizados con las características físicas de la vía o con las Reglas en vigor, en el trayecto que ha de recorrer el tren.

Planta de enclavamiento: Un conjunto de cambios y señales operados manual o automáticamente, desde una torre situada en los patios, cruceos o conexiones de ferrocarril, para dar paso a los trenes sobre la vía que corresponda.

Precaución: Una señal de precaución es la indicación que da una señal de aproximación para que los trenes vayan preparados a detenerse en la próxima señal, si ésta es a parada.

Punto de libraje: Punto situado en el eje de una vía próxima a su empalme con otra, que determina la ubicación extrema del equipo rodante en la primera y que permite el tránsito seguro de trenes por la segunda.

R: Radio de una curva circular.

Rasante: Del proyecto: proyección vertical del desarrollo de la intersección de la superficie de rodamiento, con los planos verticales que contienen su eje en las tangentes y el eje del riel interior en las curvas. De la vía férrea: línea definida por la intersección de la superficie de rodamiento con los planos verticales que contienen su eje en las tangentes y el eje del riel interior en las curvas.

Reparador de vía: Trabajador dedicado a la reparación y conservación de la vía.

Residencia: Terminal, casa de sección o carro campamento en que residen o habitan los trabajadores del Departamento de Vía y Estructuras.

Ruta: El recorrido o camino que se recorre o se recorrerá.

S.A.: Sobreacarreo.

**S.T.:** Subtangente de una curva circular, en el alineamiento horizontal.

**Sección:** Una de las partes en que se divide un distrito, estando a cargo de un mayordomo de sección y que consta de determinada extensión de kilómetros, para atender la conservación de la vía. Llámase también a uno de dos trenes que corren bajo el mismo itinerario exhibiendo señales o para el cual se exhiben señales.

**Sección transversal:** Proyección vertical de una sección normal al eje de una vía férrea.

**∑:** Angulo de deflexión total de una curva circular con sus espirales.

**Señal:** Una indicación que comunica cierta información.

**Señal fija:** Una señal de localización fija para indicar una condición que afecta el movimiento de un tren o máquina. Se consideran como tales: las de cambios, de ordenes de tren, automáticas de aproximación, semáforos, límites de patio, placas de velocidad, de precaución u otras que exhiban cualquier indicación o condición para gobernar el movimiento de un tren o máquina.

**Señal automática:** Una señal que funciona automáticamente.

**Señal semi-automática:** Una señal que se controla desde la planta del Despachador o que funciona automáticamente al paso de un tren o máquina.

**Señal de luz de color:** Una señal fija, cuya indicación es dada por el color de la luz.

**Señal de semáforo:** Una señal que, durante el día, da indicaciones por medio de la posición del brazo del semáforo, y durante la noche, por medio de señal de luz de color.

**Señal de tramo permisiva:** Una señal de una unidad, de colo

caación fija, a la entrada de un tramo, que sirve para go-  
bernar el movimiento de los trenes que lo invaden.

Señal de distancia: Una señal fija que anuncia la proximi-  
dad de otra.

Señal de aproximación: Una señal fija que indica la aproxi-  
mación a una señal absoluta.

Señal absoluta: Una señal fija de dos unidades, colocadas  
a la entrada de un tramo, para gobernar el movimiento de  
trenes o máquinas, sobre el mismo.

Señal enana: Una señal fija que se encuentra colocada en  
un pequeño pedestal y que sirve para gobernar el movimien-  
to de los trenes o máquinas, para salir del escape a la  
vía principal.

Señal automática de crucero: Una señal automática que sir-  
ve para proteger el paso de vehículos en cruces con cami-  
nos a nivel.

Sistema: El conjunto de vías principales y secundarias in-  
cluyendo el derecho de Vía, Puentes, Edificios, Muelles, -  
Plantas de Agua y Combustible, de Señales, de Enclavamien-  
to, de Impregnación, etc., que utiliza la Administración -  
en sus servicios de transporte y conexos.

Sistema "A.P.B.": (Bloque Automático Permisivo). Denomi-  
nación con que se designa el Sistema Automático de Señales,  
para el espaciamento de trenes.

Sistema "C.T.C.": (Control de Tráfico Centralizado). Deno-  
minación que se aplica a un sistema para operar ferrocarril-  
les por medio del cual el movimiento de trenes sobre deter-  
minadas rutas y a través de tramos designados de vía o  
vías, es gobernado por señales controladas desde un punto-  
fijo sustituyendo la superioridad conferida por el horario

y sin que se requiera el uso de las órdenes del tren.

**Sistema automático de tramos:** Una serie de tramos consecutivos gobernados por señales de tramo, las cuales son operadas por un tren o máquina, o por cualquiera otra condición que afecte el uso del tramo.

**Sistema de tramos:** Una serie de tramos consecutivos.

**Sobreacarreo:** Transporte de materiales que se efectúa en una distancia en exceso de la del acarreo libre, y hasta el límite fijado en el proyecto.

**Sobreelevación:** De terracerías: desnivel transversal entre los puntos extremos de la corona, en una curva del alineamiento horizontal. Del riel: desnivel transversal entre los hongos de los rieles en una curva, del alineamiento horizontal.

**Subrasante:** Del proyector: proyección vertical del desarrollo del eje de la corona.

**Subtangente:** Distancia entre el punto de intersección de dos tangentes consecutivas y el punto de tangencia de una curva circular simple o compuesta, con o sin espirales.

**Superficie de rodamiento:** Aquella definida por la parte superior de los hongos de ambos rieles, sobre la que transitan los trenes.

**t:** Tangente de una espiral.

**T:** Tangente.

**T.S.T.:** Subtangente de una curva circular simple o compuesta con espirales en el alineamiento horizontal.

**Tangente:** Tramo recto del alineamiento horizontal o vertical.

**Tipo de tráfico:** Distinción que se hace en los servicios de transporte que efectúa un ferrocarril.

**Tráfico:** Transporte de carga o de pasajeros en una vía férrea.

**Tramo absoluto:** Es un tramo de vía cuyo uso se basa en el principio fundamental de que ningún tren deberá entrar a él mientras esté ocupado por otro tren.

**Tramo absoluto de permiso:** Término usado para denominar el sistema automático de señales de tramo en una vía sencilla, entre puntos fijos, y entre los cuales existen señales de PARADA ABSOLUTA (de dos unidades o enanas) que se usan para movimientos opuestos, y señales de PARADA Y PROCEDER (de una unidad), que se usan para movimientos en una dirección.

**Tramo de vía:** Una longitud de vía entre límites bien definidos.

**Tránsito:** Movimiento de un tren a lo largo de una vía férrea, en un solo sentido.

**Tren:** Una máquina o un motor, o más de una máquina o motores acoplados, con carros o sin ellos exhibiendo marcadores, indicadores y/o banderas.

**Tren extra:** Un tren que no está autorizado por el horario. Debe designarse del modo siguiente:

**Extra:** Cualquier tren extra con dirección determinada, excepto extra de trabajo.

**Extra de trabajo:** Un tren extra de trabajo sin dirección determinada, con tiempo y límites de territorio definidos. Un tren extra o extra de trabajo sólo será autorizado por medio de órdenes de tren.

**Tren regular:** Un tren autorizado por un itinerario de un horario.

**Velocidad baja:** Una velocidad que no exceda de 25 K.P.H.



Velocidad máxima autorizada: La máxima velocidad autorizada en un tramo de vía, por los horarios o por placas de velocidad.

Velocidad media: Es una velocidad superior a 25 K.P.H. y que no exceda de 45 K.P.H.

Velocidad de operación: Velocidad media de un tren entre paradas en estaciones.

Velocidad de patio: Una velocidad que no exceda de 25 K.P.H. o que permita detenerse antes de la mitad de la distancia libre que se tenga a la vía, dentro de los límites de un patio.

Velocidad de proyecto: Velocidad fijada para normar el proyecto de un ferrocarril o de un tramo del mismo.

Vía auxiliar: Tramo de vía conectado a la principal o a otra auxiliar, sobre la cual se operan trenes, se mueven o se estacionan carros, no sujetos a Horario ni Orden de Tren; pero sí a las señales y a las reglas prescritas y/o instrucciones especiales.

Vía principal: Vía que, pasando los patios y/o las estaciones y sobre la cual se operan los trenes según un Horario y/o Orden de tren, o cuyo uso está gobernado por un sistema automático de señales.

Y: Vía auxiliar anexa a otra vía, compuesta de dos ramas unidas entre sí, con una prolongación llamada cola, y que sirve para virar trenes.

Truck o carretón: Conjunto de piezas de la estructura que soporta el cuerpo del carro en cada uno de sus extremos. En términos generales está constituido por: un travesero de cuerpo, dos bastidores, ejes, ruedas y sistema de suspensión.

Locomotoras: Todo vehículo ferroviario productor de potencia, o bien transformador de la que recibe del exterior (locomotora eléctrica), destinado a desplazar y -- arrastrar otros vehículos.

Según la clase de la potencia utilizada, se distinguen las locomotoras de vapor, eléctricas, diesel, etc.

Locotractor: Se denomina a todo vehículo motor (pequeña locomotora) de una potencia en el gancho inferior a 150 C.V.

Se usan habitualmente en el interior de talleres, almacenes, puertos, fábricas, etc.

Locomotoras a vapor: Todas aquellas locomotoras que utilizan cualquiera de los combustibles siguientes: carbón, madera, aceite.

Locomotoras y autovías eléctricas: No solamente aquellos que circulan por sus propios medios sobre líneas -- electrificadas, sino también aquellos accionados por -- energía eléctrica procedente de acumuladores, cualquiera que sea su potencia.

Autovía: Todo vehículo motor acondicionado para el ---- transporte sobre carril de pasajeros y equipajes. Existen autovías de tracción eléctrica y térmica.

Ténder: Vagón especial que se engancha inmediatamente -- detrás de la locomotora y es complementario de ésta, ya que sirve para transportar el agua y el combustible que la misma necesita para su funcionamiento. En el mate--- rial de tracción moderno, si la locomotora consume carbón, el ténder tiene un sistema para alimentar mecánica--- mente el hogar de la caldera; si consume combustible lí--- quido el ténder lo lleva en un tanque especial.

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

1.1 ORIGEN, EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE

LOS FERROCARRILES EN MÉXICO

Para 1873 el Presidente Don Sebastián Lerdo de Tejada

inauguró el primer ferrocarril completo en México (1873) y en

DEFINICIÓN

FERROCARRILES: se designa por ferrocarriles al sistema de transporte terrestre, constituido por el conjunto que forman las instalaciones y medios de transportación, locomotoras y otros equipos rodantes, y a las rutas establecidas por medio de las vías, las cuales consisten generalmente de rieles paralelos de acero tendidos a un escantillón uniforme y fijados a durmientes.

Es decir, el término ferrocarril además de la vía propiamente dicha y equipo rodante, incluye los terrenos, edificios, estructuras, etc.

El ferrocarril tiene su origen a principios de la era industrial (fines del siglo XVIII), y es el resultado de la combinación de dos inventos, el de la máquina de vapor y el del uso de carriles. En México se remonta su origen a mediados del siglo XIX.

En 1837 se otorgó la primera concesión para construir "un ferrocarril de México al puerto de Veracruz, con un ramal a Puebla" a don Francisco de Arrillaga.

En 1842 tiene lugar la concesión a José Garay para lograr una vía interoceánica por el Istmo de Tehuantepec, mediante la navegación y los tramos de vía férrea necesarios. Este mismo año los acreedores del camino Perote-Veracruz aceptan la obligación de construir el ferrocarril Veracruz-Río San Juan.

Para 1850 entra en operación el tramo de ferrocarril: Veracruz-El Molino con 13 kilómetros, mismos que formaron

el eslabón inicial del Ferrocarril Mexicano del Puerto de Veracruz a la Ciudad de México.

Para 1873 el Presidente Don Sebastián Lerdo de Tejada - inaugura el primer ferrocarril completo en México (423.7 km) que se distingue, por su importancia de canal de tráfico entre el Puerto de Veracruz y la Ciudad de México.

Los Ferrocarriles, que desde entonces representaron una obsesión, por ser los introductores del progreso, recibieron notable ayuda. Las diversas líneas ferroviarias fueron construidas debido a concesiones otorgadas por el Estado a particulares, los cuales reciben una subvención estatal por kilómetro construido, que era en promedio hasta de \$10,000.00.

Bajo estas normas surgen el Ferrocarril Central, de México a Cd. Juárez; el Ferrocarril Nacional, de México a Nuevo Laredo. Ambas troncales constituyen la vía de salida de materias primas a los Estados Unidos, por lo que su localización se hace pasar por los centros mineros de mayor riqueza y las zonas agrícolas más productivas del territorio.

Durante el Gobierno de Don Porfirio Díaz, se destaca el cambio en la política del Estado en materia de Ferrocarriles, que se pone en práctica bajo el influjo del ministro de Hacienda, Lic. José Ives Limantour.

En 1908 el Estado creó una empresa de participación estatal (51 por ciento del capital social) denominada Ferrocarriles Nacionales de México (8 343 km). La organización de esta empresa nace de fusionar el Ferrocarril Nacional, el Central y el Internacional, compañías en quiebra.

En el año de 1910 se inicia el movimiento social revolucionario que cambió las estructuras del país y dió margen a una nueva política en ferrocarriles.

Esa política consistió básicamente en la nacionaliza-  
ción de toda la red ferroviaria; supresión de líneas antieco-  
nómicas; construcción de nuevas líneas, para comunicar racio-  
nalmente a todo el país; uniformizar el escantillón y el e-  
quipo, para dar mayor agilidad al movimiento de mercancías y  
personas a lo largo y ancho de la nación.

Por lo tanto se ha señalado el año de 1910, para descri-  
bir a grandes rasgos la evolución y situación ferroviaria en  
México.

La evolución del ferrocarril en México se puede estu-  
diar en tres etapas, que se definen claramente por el predom-  
inio de las políticas gubernamentales durante las mismas.

1a. De 1837 a 1897. Estímulo a las inversiones en ferro-  
carriles, otorgando a las compañías (casi todas extranjeras),  
concesiones, subsidios y privilegios, a cambio de un mínimo-  
de obligaciones (no debemos olvidar, que el trazo de todas -  
las vías de comunicación en nuestro país, atendieron a las -  
conveniencias de naciones extranjeras en explotar nuestros -  
recursos naturales).

2a. De 1897 a 1937. Período de transición y perturbacio-  
nes, durante el cual se inicia la intervención estatal, me-  
diante controles y reglamentaciones de carácter legal. Las -  
cuantiosas pérdidas en instalaciones y equipo, derivadas del  
movimiento armado, impusieron al gobierno el doble compromi-  
so de indemnizar a las empresas y rehabilitar el sistema.

3a. De 1937 a la fecha. La expropiación de 1937 abrió -  
el camino a un mejor desarrollo de los ferrocarriles y la  
fundación de la empresa descentralizada de los Nacionales de  
México, principal sistema ferroviario del país (F.N.M. perte-  
necía a una empresa privada extranjera que había sido -----

integrada después de una fusión de otras empresas independientes. El control y la operación de esta empresa fue puesto en manos del Sindicato de Trabajadores Ferrocarrileros de la República Mexicana en 1938; pero regresó al Gobierno Federal en 1941) señaló el comienzo de un proceso de rehabilitación que adquirió mayor intensidad de 1946 a 1960 y continuó con buen ritmo en los años posteriores. Desde aquella época, tanto con recursos propios como con la ayuda financiera del exterior, se ha continuado con la tarea de renovar rieles, mejorar el tendido de balasto, relevar durmientes, reforzar terraplenes, modernizar talleres, mejorar los sistemas de telecomunicaciones, sustituir la fuerza de vapor por diesel eléctrica y adquirir equipo de arrastre adicional.

Surgen el actual ferrocarril Sonora-Baja California (522 km) y el ferrocarril del Sureste (589 km), iniciados en 1936 y que incorporan al macizo nacional; la Península de Baja California y la Península de Yucatán respectivamente. El ferrocarril Sud-Pacífico de México, filial de la Southern Pacific Co., fué adquirido por el Gobierno a fines de 1951, constituyéndose en el ferrocarril del Pacífico, S.A de C.V.

En esa forma el Gobierno Federal ha llegado a adquirir el control total de la red ferroviaria nacional. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por medio de su Dirección General de Ferrocarriles en Operación, tiene a su cargo la política ferroviaria, planea nuevas vías y regula el funcionamiento de los ferrocarriles del país conforme a las disposiciones de las leyes y reglamentos vigentes.

Para 1969 los ferrocarriles en operación eran los siguientes:

FERROCARRILES	CENTRALES	KILOMETRAJE DE VIAS
Coahuila y Zacatecas	Saltillo	193.9
Chihuahua al Pacifico Del Pacifico	Chihuahua Guadalajara	1752.0 2737.6
Nacionales de México	D.F.	213.4
Occidental de México	Culiacan	38.3
Sonora-Baja California Tijuana y Tecate	Mexicali Tijuana	624.7 79.1
Unidos del Sureste	Mérida	1480.8
<b>TOTAL</b>		<b>24 119.8</b>

FUENTE: Dirección General de Ferrocarriles en Operación

S.C.T.

En el curso de 1970 quedó nacionalizada la red ferroviaria del país en su totalidad y en 1971 estaban en operación 23 762 km. de vías férreas, de las cuales 22 460 km. eran de escantillón ancho (1.435 m.); 1 208 km. de 0.914 m. y 94 km. de escantillón de diversas medidas.

En 1961 se finalizan las obras del ferrocarril Chihuahua al Pacífico (938 km. desde Ojinaga hasta Topolobampo). - En 1965 la S.C.T. adquiere el ferrocarril Sonora-Baja California. Se construyó el ramal Naco-Agua Prieta (37 km.) para



unir el ferrocarril de Nacozari con el del Pacífico. En 1968

tienen lugar dos incorporaciones: el ferrocarril de Coahuila y Zacatecas a los Nacionales y el de Nacozari al ferrocarril del Pacífico. En 1969 se constituyó el sistema de los Ferrocarriles Unidos del Sureste, mediante la fusión del ferrocarril del Sureste con los Unidos de Yucatán. Para 1970, el último ferrocarril en poder de una empresa extranjera, el Tijuana-Tecate, de 71 km., pasa al dominio de la Nación.

En la anterior administración 1970-1976 se construyen las siguientes vías férreas: La Vía Férrea del Sur, que sustituye a la antigua vía angosta México-Cuatla-Atotonilco-Atencingo-Puebla. Se construyó con escantillón de 1.435 m. (vía ancha) y con un alineamiento de características superiores a las del trazo antiguo; el tramo México-Cuatla-Pastor, sitio éste en el que se conecta con la vía procedente de Puebla y tiene una longitud de 147 km.; la vía férrea de acceso a las nuevas instalaciones de Puerto Madero, Chiapas; el Puente Internacional "Dr. Rodolfo Robles" entre México y Guatemala (sobre el Río Suchiate); el tramo Aragón-Ahorcado, que es parte de la nueva vía México-Querétaro, que resulta ser una de las que soporta la mayor intensidad de tráfico de todo el sistema ferroviario nacional, es decir 785.9 millares de ton. netas-mes, en 1977, por lo que es la primer vía férrea de dos carriles, electrificada y automatizada en operación con que contó el país, y en consecuencia el primer ferrocarril de altas velocidades; el libramiento ferroviario del norte de la Cd. de México-Xaltocan-Teotihuacán, que permite desviar el tráfico para solucionar en forma definitiva, las demoras de los trenes al entrar y salir del Valle de México y liberar el tramo Teotihuacán-Xalostoc a fin de funcio

nar exclusivamente como vía de servicio industrial; se está realizando la construcción de una vía adicional entre Leche-  
ría y Xaltocan. Se terminó la construcción de la vía Uruapan  
-Lázaro Cárdenas, que dará servicio al Puerto Marítimo y a  
la Siderúrgica, trabajándose actualmente en la rectificación  
del tramo Coróndiro-Caltzontzin.

Estas obras una vez concluidas, más las que se emprenden a corto plazo, constituirán un sólido apoyo al desarrollo económico del país.

## 1.2 CONTRIBUCION DE LOS FERROCARRILES AL DESARROLLO

La función del Estado moderno es (principalmente) hacer propicio el desarrollo económico, a diferencia del Estado de los siglos XVIII y XIX, en los que bajo el principio de "Laissez Faire, Laissez Passer", dejaba la evolución económica en manos de particulares. Hoy un Estado además de vigilar la paz social, vigila el desarrollo integral de la economía.

México, con su estructura actual de Estado Democrático-motivó a la industria ferroviaria a integrarse al fenómeno estatal, que se caracteriza por no perseguir un fin en sí mismo, sino que se proyecta como regulador e impulsor de la economía nacional. Como factor importante en el incremento de la producción (etapa indispensable en el desarrollo económico) se encuentran los transportes.

El transporte es una industria de servicio de tal naturaleza, que se considera una de las más importantes.

De sus cinco modalidades: ferroviario, carretero, aéreo, marítimo y ductos, veamos cuál es la contribución de la primera, es decir, del ferrocarril al desarrollo. El transporte de productos no es el único fin de los ferrocarriles, sino -

que también resulta ser un eslabón dentro del ciclo de la --  
producción, que se origina desde las fuentes de las materias  
primas y finaliza con los productos ya terminados puestos en  
manos del consumidor. Se puede aceptar que la transportación por ferrocarril  
es la más económica y contribuye a abaratar el costo de la --  
vida, facilitando con cuotas reducidas el intercambio cons--  
tante de productos, llena también el importante papel de de--  
sarrollo cultural de los pueblos, al transportar millares de  
pasajeros anualmente.

Este sistema de transporte es el más importante factor--  
para el progreso económico y social de un país y se toma co--  
mo índice de desarrollo.

El mercado para consumo de servicio de transporte ferro--  
viario en México es prácticamente ilimitado, ya que la exten--  
sión territorial es de 1 967 183 km.<sup>2</sup>, y la población para --  
1980, según datos estadísticos preliminares es de 67 395 826  
millones de habitantes (Resultados Preliminares del X Censo--  
Gral. de Pob. y Vivienda, SPP). Datos que por si solos indi--  
can la necesidad de contar con una vasta red de comunicacio--  
nes y medios de transporte para integrar así y comunicar ade--  
cudamente nuestro territorio; además dicha red debe servir--  
de base para desarrollar la economía nacional, pues se cuen--  
ta en la actualidad con amplias zonas destinadas a la agri--  
cultura y se están llevando a cabo grandes proyectos de Inge--  
niería Hidráulica para abrir nuevas tierras al cultivo y ge--  
nerar energía eléctrica; se impulsa con especial atención la  
industrialización del país, tanto en lo que se refiere a la--  
extracción de recursos minerales, como a la industria de la--  
transformación; se está desarrollando nuestra ganadería me--

diante la planeación adecuada e intervención conjunta del capital privado más inversiones del Gobierno; la explotación e industrialización de nuestros recursos pesqueros se intensifica, pues contamos con 10 000 km. de costas aproximadamente. Finalmente dos conceptos muy importantes de tomar en cuenta son el comercio y el turismo.

En resumen, por medio del ferrocarril se transporta tanto pasajeros como cualquier tipo de carga, ya sea ésta minera, agrícola, ganadera, materias primas, productos elaborados o semielaborados, etc.

Las condiciones económicas de los países en desarrollo originan que el capital invertido en la industria ferroviaria favorezca la industrialización y en general la producción. Tanto la actividad ferroviaria como la industrial deben su crecimiento a la dotación de mejores condiciones infraestructurales.

**I.2.1 APORTACION DE LOS TRANSPORTES AL P.I.B.**  
**(PRODUCTO INTERNO BRUTO)**

En los últimos años el transporte (ferroviario, carretero, aéreo, marítimo y de ductos) ha observado un ascenso paralelo al que registra la actividad industrial.

El transporte por ferrocarril y carretera, moviliza el grueso de la producción industrial, agrícola y extractiva, facilitando su distribución a través del territorio nacional y actuando como factor estabilizador de sus precios.

El valor monetario del Servicio en 1977 ascendió a 11 991 millones de pesos, que son el 2.93% del Producto Interno Bruto, que ese año alcanzó una cifra de 409 500 millo-

nes de pesos, según datos preliminares del Banco de México, S.A. La red de ferrocarriles juega un papel muy importante dentro del desarrollo económico de un país, ya que a través de ésta se realiza la parte distributiva de bienes y servicios. Un buen servicio ferroviario estimula la economía nacional y un mal funcionamiento del mismo, la limita e impide el flujo normal de mercancías entre los centros productores y consumidores, siendo causa de fenómenos especulativos que provocan el alza en los precios.

**I.2.2 PRODUCTO INTERNO BRUTO POR HABITANTE (PERIODO 1968-1977)**

Este producto medio ascendió en 1968 a 5 823.68 pesos por habitante y en 1977 a 6 339.6 pesos, mostrando una leve mejoría de 515.92 pesos en el período indicado, pero permaneciendo dentro de los límites que son propios de regiones en desarrollo (atrasadas) como Asia, Africa y el área de Latinoamérica a la cual pertenece México.

Lo anterior, se puede atribuir entre otros factores a: la carencia de recursos técnicos, financieros y de mano de obra altamente calificada por parte de nuestro aparato productivo a nivel nacional. El desarrollo mismo del país nos obliga a anular dichas carencias y permitir así el mejoramiento de la productividad estimada por habitante.

**I.2.3 PANORAMA ECONOMICO DURANTE 1977**

El producto interno bruto a precios constantes se elevó al 3.2%, superior al 1.7% registrado en 1976 (la tasa anual-

# PRODUCTO INTERNO BRUTO

MILES DE PESOS DE 1960

## PRODUCTO INTERNO BRUTO

006

TIPO DE ACTIVIDAD	(Millones de pesos de 1960)						TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO		
	1973	1974	1975	1976	1977*	1968-1970	1975	1976	1977
	<b>TOTAL</b> .....	254 100	273 000	290 300	296 000	409 000	7.0	4.1	1.7
<b>ACTIVIDADES PRIMARIAS</b>	26 179	27 175	27 511	26 499	27 400	2.7	0.0	2.3	2.7
Agricultura.....	21 209	22 070	21 921	20 291	20 500	2.0	0.7	7.2	2.4
Cuadrería.....	13 076	12 907	13 242	14 202	14 600	4.0	3.9	2.9	2.0
Pesca.....	1 222	1 202	1 327	1 399	7 499	2.7	10.4	4.2	3.1
Mina.....	452	457	481	510	510	1.0	3.0	6.0	3.3
<b>INDUSTRIA</b> .....	123 000	139 100	138 000	144 379	151 200	8.8	4.3	2.2	4.7
Alcohol.....	3 100	3 600	3 200	3 474	3 200	2.2	-0.1	2.0	0.9
Textil y cuero.....	14 672	16 243	18 177	20 100	22 000	9.2	7.0	10.0	12.0
Química.....	08 000	08 000	08 000	08 000	08 000	2.0	2.0	0.0	2.4
Construcción.....	18 016	19 079	20 203	19 222	19 200	0.2	2.0	1.9	2.0
Electricidad.....	6 907	7 643	8 000	8 407	9 200	9.2	3.0	7.4	7.0
<b>SERVICIOS</b> .....	152 025	202 691	218 853	215 100	230 000	6.8	4.2	1.3	3.3
Transporte.....	9 422	10 423	11 509	11 600	11 200	0.0	0.0	0.7	2.2
Comercio.....	2 923	3 371	3 820	4 200	4 000	0.0	12.0	10.7	10.4
Comunicación.....	111 048	117 773	121 777	120 200	122 000	7.3	3.4	1.0	2.0
Salud.....	23 492	23 416	23 183	20 494	21 000	0.7	10.0	2.2	1.0
Otros servicios.....	44 000	46 648	47 804	48 000	49 000	5.2	2.2	2.2	2.2

\* Datos preliminares.  
FUENTE: Banco de México, S.A.

### CUADRO No. 3

### INDICES ECONOMICOS NACIONALES

001  
001  
001

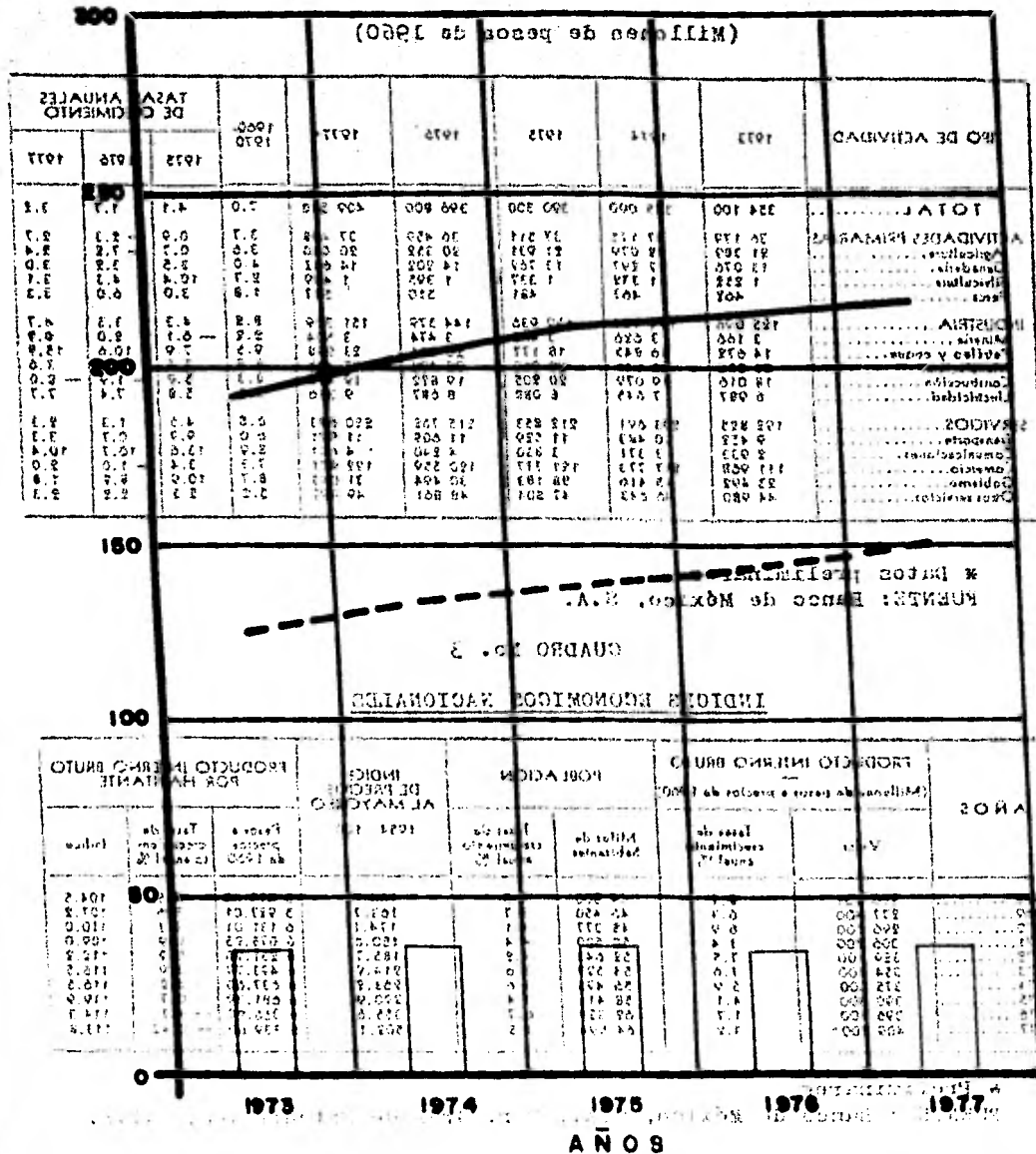
AÑOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO (Millones de pesos a precios de 1960)		POBLACION		INDICE DE PRECIOS AL MAYOREO 1954=100	PRODUCTO INTERNO BRUTO POR HABITANTE		
	Valor	Tasa de crecimiento anual %	Millas de habitantes	Tasa de crecimiento anual %		Peso a precios de 1960	Tasa de crecimiento anual %	Índice
	1968.....	200 001	2.1	44 900	2.2	100.2	4 500.00	4.90
1969.....	177 000	6.3	46 450	2.7	103.7	3 927.01	2.6	107.2
1970.....	206 000	6.9	48 377	4.1	114.1	6 131.01	26.7	110.0
1971.....	206 000	3.4	50 500	4.4	120.6	6 075.25	0.9	109.0
1972.....	229 100	7.5	52 648	4.2	125.7	6 251.00	2.9	112.2
1973.....	254 100	7.6	54 529	3.6	124.0	6 493.79	3.9	116.3
1974.....	273 000	5.9	56 494	3.6	103.8	6 637.00	2.2	116.3
1975.....	290 300	4.1	58 416	3.4	120.9	6 681.39	0.7	119.9
1976.....	296 000	1.7	60 289	6.7	135.6	6 366.20	-4.7	114.3
1977.....	409 000*	3.2	64 594	3.5	202.1	6 339.60	-0.42	113.8

\* Preliminares  
FUENTES: Banco de México, S.A., Dir. Gral de Estadística, S.P.P.

# PRODUCTO INTERNO BRUTO

MILES DE MILLONES DE PESOS DE 1960

FIGURAS GRÁFICAS I



de baja desde 1953), el producto interno por habitante arrojó una tasa negativa de 0.42%, superior también al -4.7% de 1976.

La producción de bienes de consumo creció en 4.2%, comparada con 2.4% en 1976, representando la producción de bienes no duraderos un aumento de 5.5% después de haber mostrado un incremento del 2.8% el año anterior. Se registró en el año una tasa negativa de 3.4%, para bienes duraderos, y que fue signo del virtual estancamiento sufrido el año anterior.

Las actividades primarias generaron una tasa de crecimiento de 2.7%, la producción agrícola mostró un incremento favorable de 2.4%, así la ganadería, silvicultura y pesca presentaron en promedio una tasa de 3.2%, ligeramente inferior a la obtenida en 1976.

Por su parte la producción industrial creció en 4.7%, - sufriendo variaciones negativas al principio y recuperándose al final del año.

La producción minera fue 0.9% inferior a la del año anterior, de 2.0%, debido en parte a las desfavorables condiciones de la demanda exterior, para los minerales y concentrados industriales. La industria del petróleo y sus derivados creció 15.9%, superior al 10.6% de 1976.

En cuanto a la producción manufacturera creció a 3.6% - superior a la tasa del año anterior, manteniendo un ritmo de actividad mayor la siderurgia, los minerales no metálicos y la industria maderera. Así la industria de la construcción - mostró una tasa negativa de 2.0%, reflejando poca dinámica - en la inversión pública y privada.

En la generación de energía eléctrica se estimó una tasa de crecimiento de 7.7% ligeramente acelerado.



En el renglón de servicios, se observa un incremento en la tasa de crecimiento que es de 2.5% comparado con el 1.3% del año anterior, representando el volumen de transportes 3.3%; de comunicaciones 10.4% (registra un decremento con respecto al año anterior), éste renglón presentó una tendencia descendente favoreciendo en el transcurso del año a tractores, carrocerías, vehículos, construcción y reparación de equipo ferroviario, así como armado de camiones. El renglón comercio presenta una tasa de crecimiento superior a la de 1976 (2.0%).

Los salarios mínimos se incrementaron en 10.0%, en tanto que el índice nacional de precios al consumidor según la durabilidad de los bienes fué de 1976 a diciembre de 1977 de 20.7%, tasa inferior a la de 27.2%, alcanzada en 1976.

Por su parte la producción industrial creció en 4.7%,

al final del año.

La producción creció en 4.7% durante el año, la del año anterior de 4.0%, debido en parte a una leve recuperación económica de la industria, que se reflejó en un aumento de la producción industrial, el cual se reflejó en un aumento de la producción industrial.

El crecimiento de la producción industrial se reflejó en un aumento de la producción industrial, el cual se reflejó en un aumento de la producción industrial.

El crecimiento de la producción industrial se reflejó en un aumento de la producción industrial, el cual se reflejó en un aumento de la producción industrial.

El crecimiento de la producción industrial se reflejó en un aumento de la producción industrial, el cual se reflejó en un aumento de la producción industrial.

El crecimiento de la producción industrial se reflejó en un aumento de la producción industrial, el cual se reflejó en un aumento de la producción industrial.

El crecimiento de la producción industrial se reflejó en un aumento de la producción industrial, el cual se reflejó en un aumento de la producción industrial.

## 1924 LOS FERROCARRILES COMO FACTOR ESTRUCTURANTE

DE UN PAIS

Los ferrocarriles mexicanos han desempeñado en el pasado y en la actualidad, un papel de significativa importancia en el proceso de desarrollo económico del país. En su etapa inicial contribuyeron decisivamente a la integración del territorio y de hecho, durante muchos años, la infraestructura para el transporte en nuestro país, estuvo representada exclusivamente por vías férreas. En 1977, la red ferroviaria era de 25 046.652 km., siendo factor determinante en el progreso de México al constituir la parte de esa infraestructura, destinada al transporte masivo de pasajeros y al movimiento de grandes volúmenes de carga a grandes distancias.

Dicha infraestructura para el transporte resulta ser un factor importante para controlar y regular la urbanización del país, evitando que ésta siga creciendo desordenadamente, por lo tanto la planeación de la infraestructura para el transporte está contribuyendo a sentar las bases para un ordenamiento del territorio nacional, al ir formando una auténtica red de comunicaciones, propiciando el desarrollo armónico del Municipio, del Estado, de la Región y, por lo tanto del País, al integrarlo en un todo. Apoyándose en la infraestructura, se están llevando a cabo nuevos programas muy importantes, como son los de apoyo al Plan Nacional de Desarrollo Urbano, realizándose en coordinación con los gobiernos de las Entidades Federativas y de los Municipios, así como también con los particulares, tendiendo a propiciar un sano crecimiento de los asentamientos humanos, es decir, las grandes, medianas y pequeñas ciudades. La Ley de Asentamientos H.

da coherencia a los propósitos que a nivel nacional representan las acciones nuevas y las que tradicionalmente se han venido realizando sin obtener, hasta ahora, todos los beneficios para todos los sectores que integran la comunidad mexicana, ya que un ordenamiento del territorio nacional y especialmente un ordenamiento urbano, permite en última instancia un mejor aprovechamiento de los recursos de toda índole y, en consecuencia, una vida más digna, más humana para todos los habitantes de nuestra nación.

### 1.2.5 LOS FERROCARRILES COMO INSTRUMENTO

#### DE FOMENTO ECONOMICO

La sola posibilidad de sustituir al transporte ferroviario por el autotransporte traería como consecuencia a largo plazo, un incremento en los costos sociales de transporte de muchos productos, en otras palabras, "debe aceptarse que el ferrocarril sigue siendo el medio más económico de transporte masiva", por ello a lo más que puede pensarse, es en reducir aquellas líneas de menor importancia (ramales de poco tráfico y cortos), ya que las grandes troncales siguen ofreciendo condiciones de transporte económica desde el punto de vista de la economía pública.

Es por definición necesario que los países cuyas dotaciones de capital son bajas, incrementen en lo posible sus coeficientes de explotación de sus diferentes medios de transporte; cabe señalar que para los ferrocarriles deben aplicarse los principios de la economía pública en sustitución de los principios económicos que rigen la economía privada.

Esta actitud de enfocar al transporte ferroviario como parte de la economía pública, plantea diferencias con la actitud que en los países desarrollados existe respecto al mismo, en estos últimos tratándose básicamente de un servicio público dado en concesión a empresas privadas, la preocupación más importante es la contabilidad de la empresa en la prestación del servicio con el objeto de obtener utilidades, en los países subdesarrollados la preocupación básica es: obtener eficiencia en el servicio que redunde en una operación económica del mismo.

Los ferrocarriles en la actualidad, sobre todo en los países en vías de desarrollo, se originan como empresas públicas, que mediante subsidios mantienen el servicio de transporte que aunque aparentemente parecen ser incontestables, económicamente se demuestra que no lo son. La incontestabilidad se deriva de la anarquía y desigualdades en la prestación de los diferentes servicios de transporte.

El ferrocarril como empresa pública se constituye así en un instrumento de política económica por lo que, busca optimizar la relación económico-social al vender sus servicios por debajo del costo medio, y operar necesariamente con déficit.

### I.3

## VENTAJAS DEL SISTEMA FERROVIARIO EN

### RELACION CON OTROS SISTEMAS

El ferrocarril constituye la espina dorsal del sistema de transporte terrestre por su economía en potencia y en mano de obra, así como por su capacidad para manejar grandes volúmenes de carga en una sola operación.

La Crisis de Energéticos, ha hecho tomar conciencia en cuanto a los hidrocarburos como recurso no renovable. Esto mismo le otorga ciertas ventajas del transporte por ferrocarril.

El transporte de una tonelada de carga a una distancia de un kilómetro, consume en el autotransporte de tres y media a cuatro veces más combustible que el requerido por el ferrocarril en la misma operación.

Un tren compuesto por 70 carros, transporta 4 000 toneladas de carga utilizando una tripulación de 10 personas. Para transportar por carretera esta misma carga se requieren 200 trailers (20 ton. c/u) con un mínimo de 200 choferes. La industria siderúrgica, que requiere de grandes volúmenes de materias primas así como el transporte de grandes toneladas de sus productos terminados, no se concibe sin la planeación del servicio ferroviario.

El comercio exterior, a través de las ciudades fronterizas de Mexicali, Nogales, Cd. Juárez, Piedras Negras, Matamoros, Nuevo Laredo, así como de los grandes puertos de altura como Veracruz, Tampico, Coatzacoalcos, Manzanillo, Masatlán, Guaymas, etc., no podría llevarse a cabo sin los servicios que presta el ferrocarril en la actualidad. El transporte oportuno y económico de las grandes cosechas de granos básicos de la alimentación en nuestro país, se efectúa y conviene que se siga realizando por medio del ferrocarril.

El transporte de personas es necesario en el sistema ferroviario, ya sea dentro de las ciudades en las que el tren se denomina "metropolitano", ya sea para el transporte masivo de personas que viven en la periferia de las grandes ciudades y se tienen que desplazar al centro y viceversa, o fi-

nalmente, entre los grandes asentamientos humanos que dada la evolución de la sociedad moderna tienden a ser cada vez de mayor magnitud.

El desarrollo de la actividad ferroviaria en México, es paralelo al crecimiento demográfico y económico. Ultimamente se ha tomado conciencia del papel que juega el ferrocarril - en el transporte, el Gobierno, a través de programas de inversiones ha realizado una ampliación de la capacidad de transporte del ferrocarril, de acuerdo con las necesidades de nuestro crecimiento en la población y en la economía.

Ante las escasas posibilidades de desarrollar un sistema de transportación fluvial completo, es el ferrocarril de entre los medios de transportación terrestre el más adecuado para suplirlo.

En resumen se concluye que los diversos medios de transportación tienen ventajas entre sí, y son en esencia complementarios unos de otros y no competitivos.

Del ferrocarril podemos enumerar como ventajas:

- a) Rapidez.- Actualmente se tienen velocidades comerciales del orden de 100 km/hr.
- b) Seguridad.- Este factor se refleja únicamente al observar el índice de accidentes de los otros medios de comunicación.
- c) Regularidad.- Los retrasos que pueda tener el ferrocarril son insignificantes, ya que se cifran en minutos y no en horas como sucede en los barcos o en los aviones.
- d) Confort.- El ferrocarril es el único medio de transporte, a excepción de los grandes trasatlánticos, que permite viajar de una manera confortable.

**I.4 CLASIFICACION DE LAS VIAS FERREAS**

**I.4.1 CLASIFICACION SEGUN EL MOVIMIENTO DE CARGA O SEGUN**

**LA VELOCIDAD DE OPERACION DE SUS TRENES**

Desde el punto de vista de sus especificaciones, las vías se clasificarán en la forma siguiente.

a) **Clase A.** - Para un tráfico de carga mínimo anual de 5 millones de toneladas o para un tráfico de trenes de pasajeros o de carga que circulen a las velocidades mínimas de operación consignadas en el cuadro siguiente.

**CUADRO No. 4**

**VIAS FERREAS CLASE A**

CARACTERISTICAS	UNIDADES	X	Y	Z
TRAFICO MINIMO DE CARGA ANUAL	MILLONES DE TON.	5	5	5
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE CARGA	KM/H	75	60	55
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE PASAJEROS	KM/H	100	80	70

X: TERRENO PLANO Y LOMERIO SUAVE

Y: TERRENO MONTAÑOSO Y LOMERIO FUERTE

Z: TERRENO MONTAÑOSO MUY ESCARPADO

b) Clase B. - Para un tráfico de carga anual variable entre 2 y 5 millones de toneladas o para un tráfico de trenes de pasajeros o de carga que circulen a velocidades de operación consignadas en el cuadro siguiente.

CUADRO No. 5

VÍAS FERREAS CLASE B

CARACTERISTICAS	UNIDADES	X	Y	Z
TRAFICO MINIMO DE CARGA ANUAL	MILLONES DE TON.	2 a 5	2 a 5	2 a 5
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE CARGA	KM/H	55 a 75	45 a 60	40 a 55
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE PASAJEROS	KM/H	80 a 100	65 a 80	55 a 70



et 4) Clase C.- Para un tráfico de carga anual variable entre 0.5 y 2 millones de toneladas o para un tráfico de trenes de pasajeros o de carga que circulan a velocidades de operación que fluctuen entre los valores mostrados a continuación.

CUADRO No. 6  
VIAS FERREAS CLASE C

CARACTERISTICAS	UNIDADES	X	Y	Z
TRAFICO MINIMO DE CARGA ANUAL	MILLONES DE TON.	0.5 a 2	0.5 a 2	0.5 a 2
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE CARGA	KM/H	35 a 55	30 a 45	25 a 40
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE PASAJEROS	KM/H	60 a 80	50 a 65	40 a 55

d) Clase D. Para un tráfico de carga anual de 0.5 millones de toneladas o para tráfico de trenes de pasajeros o de carga que circulen a velocidades de operación que fluctúen entre los valores mostrados a continuación.

**CUADRO No. 7**

**VÍAS FERREAS CLASE D**

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	1	2	3
TRAFICO MINIMO DE CARGA ANUAL	MILLONES DE TON.	0.5	0.5	0.5
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE CARGA	KM/H	35	30	25
VEL. MINIMA DE OP. EN TRENES DE PASAJEROS	KM/H	60	50	40

#### I.4.2 CLASIFICACION POR FRECUENCIA DE UTILIZACION (b)

Además de lo anterior, las vías correspondientes a las clases A, B y C pueden subdividirse en dos categorías:

- a) Vías Principales o de tráfico intenso. - Vías denominadas troncales, sobre las cuales los trenes se manejan por horario, ordenes de tren o de servicio con señales reglamentarias.
- b) Vías Secundarias o de tráfico ligero. - Vías denominadas auxiliares, y son las que permiten el movimiento de trenes o equipo, dejando expeditas las troncales.

#### I.4.3 CLASIFICACION POR LA AMPLITUD DE LA VIA

- a) Vía Ancha. - Vía generalizada en los sistemas modernos para cargas pesadas, se caracteriza por tener un escantillón de 1 metro 435 milímetros.
- b) Vía Angosta. - Vía para cargas ligeras, que está constituida por un escantillón de 914 milímetros.
- c) Vía Especial. - Es el tipo especial de vía de explotación en obras públicas, minería, grandes explotaciones agrícolas, etc... Comumente se le designa con el nombre de: Vía de ferrocarril Decauville, la distancia entre rieles es de 400 a 600 milímetros.

#### I.4.4 CLASIFICACION SEGUN SU CONSTRUCCION

- a) Vía Tradicional. - Es la vía que está constituida de tramos de riel ordinario, cuya longitud varía entre los 33' (10.05 metros) y 39' (11.887 metros) de cualquier -

calibre, unidos entre sí por medio de planchuelas, y son fijados al durmiente de madera por medio de clavos de acero.

b) Vía Elástica.- Es la vía que está constituida de largos tramos de riel soldado (IRS) convencionalmente fijados a los durmientes de madera, acero o concreto, mediante un sistema adecuado de fijación elástica que evita el deslaminamiento o flexión de los rieles y amortigua sus vibraciones e impactos.

Por último cabe hacer la siguiente clasificación de las vías férreas (líneas) según su forma de explotación.

#### I.4.5 CLASIFICACION SEGUN SU FORMA DE EXPLOTACION

- a) Régimen de Libre Competencia.- Considerando que los ferrocarriles son una empresa de transportes, no hay impedimento para dejarlos bajo el régimen ordinario de cualquier empresa. Este régimen se observa en Inglaterra y Estados Unidos.
- b) Régimen Estatal.- Explotación por el Estado, denominada también por Administración, y que se observa en algunos países: Alemania, Austria, Bélgica, Hungría, URSS, México, etc.
- c) Régimen de las Concesiones.- Clasificado como Mixto entre los dos anteriores, es empleado en algunos países europeos.

## I.5

### ZONA DE INFLUENCIA

- y ,abandonados se cubren por la zona de influencia ,entonces

-sevilla se cubren por zonas de influencia de las zonas de

#### DEFINICION

**ZONA DE INFLUENCIA:** Es el área que resulta beneficiada por una línea de transporte para un producto determinado.

Las zonas de influencia son variables en función de los costos de producción de transporte y del precio de venta de cada producto.

#### ZONA DE INFLUENCIA DE UNA VIA FERREA: Este medio de

transporte no puede recibir ni entregar embarques en cual-

quier punto de sus estaciones, y por consiguiente su zona de

influencia queda representada por arcos de círculo con cen-

tro en cada una de sus estaciones. La distancia entre esta-

ciones o sea los puntos de carga y descarga, influyen en las

dimensiones de su zona de influencia.

No hay reglas para determinar de antemano y en forma in-

variable, ni la extensión ni la magnitud de la zona de influ-

encia de un sistema de transporte, en nuestro caso el ferro-

carril. Ello porque la zona de influencia propende a cambiar

en el espacio y en el tiempo. Todo depende del desarrollo de

la población, de la dinámica económica correspondiente y de-

la forma en que se desarrolle el tipo de comunicación, en

los aspectos auxiliares, complementarios o competitivos del

ferrocarril.

#### I.5.1 DELIMITACION TOPOGRAFICA O FISICA

Fenómenos de orden geográfico, como el relieve y consti-  
tución del suelo, la hidrología y el clima son poderosos fac-  
tores que limitan la construcción de vías férreas, por lo --

que el sistema ferroviario se observa irregularmente extendido, como en la Antioquia y con algunas líneas en áreas montañosas.

La vegetación se halla relacionada con el clima, así se tiene la selva, de clima tropical lluvioso, que se erige impenetrable y dificulta el trazo de vías terrestres; el desierto, de clima seco, que limita las posibilidades de producción y la consiguiente oportunidad de extender las rutas de transporte.

La distribución de la población, que es determinada por los factores geográficos antes mencionados, limitan también la zona de influencia del ferrocarril, estando estrechamente ligados por factores de tipo económico y social.

En resumen, la zona de influencia queda delimitada por las características topográficas y demográficas de la vía en estudio.

### 1.5.2 DELIMITACION ECONOMICA

Es útil estudiar hasta que punto un producto dado puede originar corrientes de tráfico en un sistema de transporte, en nuestro caso el ferrocarril. Para ello se localizan los productos únicamente en áreas geográficas bien definidas: -- productos minerales; agrícolas; forestales; ganaderos; sin olvidar los productos manufacturados (industriales y comerciales). Hay que analizar las relaciones entre las materias primas, el producto acabado y las distancias entre los centros de producción y de consumo, como elementos para determinar las corrientes de tráfico y por consiguiente la zona de influencia.

Tanto la delimitación económica de la zona de influencia como la física están ligadas estrechamente, ya que en la medida en que se intensifique la producción, se irán venciendo los obstáculos que plantean las condiciones topográficas, esto se explica al observar que al crear centros de producción, los sistemas de transporte se intensifican y, viceversa al desarrollarse éstos, aquellos se incrementan.

### I.5.3 DELIMITACION POR COMUNICACION EXISTENTE

El estudio de localización coordinada implica considerar la posición de la vía dentro del sistema vial de la zona y dentro del sistema de transporte nacional; otros ferrocarriles, caminos existentes, rutas aéreas, líneas marítimas y las derivaciones probables del sistema portuario. Debe tenerse presente la misión de cada medio de transporte, considerando que tipo (s) de locomoción son viables en el caso específico de tráfico regional y sus relaciones con el resto del país.

Todo depende de las características particulares del medio de transporte de que se trate: radio de acción, capacidad, costo de operación, velocidad, tarifas, horarios, etc., Las rutas alimentadoras del ferrocarril al integrarse con raíles bien localizados y de penetración adecuada, fijan con precisión su zona de influencia.

**I.6 DATOS GRAFICOS Y ESTADISTICOS DE LOS FERROCARRILES EN MEXICO**

Habiendo expuesto en forma general, el origen y evolución de los ferrocarriles en México, procede destacar su importancia económica. Para ello se estima práctico suministrar datos concretos en forma gráfica y estadística, mismos que nos definen el estado actual, en todos los aspectos, de los ferrocarriles que integran el Sistema Ferroviario Nacional. La selección de los datos gráficos y estadísticos (1968-1977), se deben a los siguientes criterios:

**A) CRITERIO ECONOMICO NACIONAL EN EL SECTOR FERROVIARIO**

Y al efecto se incluye:

- a) Cuadro y gráfica de la inversión pública total.
- b) Gráfica general (ingresos --- gastos) de explotación de las vías férreas mexicanas.
- c) Gráficas de ingresos de operación por renglones (flete, - pasaje).
- d) Gráfica comparativa de ingresos de operación y sueldos-pagos al personal activo.
- e) Gráfica del tráfico de carga.
- f) Gráfica de la composición de la carga transportada, de productos agrícolas, minerales e industriales.
- g) Gráfica del tráfico de pasajeros.
- h) Cuadro de relación de vías férreas y carreteras.
- i) Cuadro de extensión de la red de carreteras y vehículos circulando en carreteras.



j) Cuadro de tráfico de carga y pasajeros. Transporte marítimo. FERROVIARIAS EN MEXICO

k) Cuadro de tráfico de carga y pasajeros. Transporte aéreo.

l) Gráficas del ciclo de cargadura del equipo de arrastre representado en días.

m) Matriz origen-destino de la carga transportada.

n) Ejemplo de los Penamex; Entidad receptiva Veracruz.

CRITERIO CONSTRUCTIVO FERROVIARIO

a) Gráfica de avance de la construcción de la red ferroviaria. Se complementa con:

b) Secuencia histórica de la red ferroviaria en México.

c) Cuadro esquemático de la red ferroviaria actual.

d) Cuadro ordinal de empresas y líneas con expresión de clasificación de vías, escantillones, kilometrajes, etc.

Se trata de una tabla de kilometraje de vía en la República Mexicana.

e) Cuadro de vías construidas en los estados de la República Mexicana y su relación con el número de habitantes y su extensión territorial.

CRITERIO COMPARATIVO CON EL AUTOTRANSPORTE

a) Cuadro de inversión pública federal periodo 1965-1976.

b) Mapa de la red ferroviaria 1977.

c) Mapa de la red carretera 1977.

d) Cuadro del transporte ferroviario, longitud y tipo de la vía.

- e) Autotransporte. Evolución de la red carretera por tipo de camino.
- f) Cuadro de transporte ferroviario, efectivos de la fuerza tractiva.
- g) Gráfica de ferrocarriles, equipo tractivo.
- h) Cuadro de transporte ferroviario, efectivos del material rodante.
- i) Gráfica de ferrocarriles, equipo de arrastre para pasaje y carga.
- j) Cuadro de autotransporte, vehículos en circulación.
- k) Gráfica de autotransporte, parque automotriz.
- l) Cuadro de transporte ferroviario, tráfico de pasajeros.
- m) Cuadro de autotransporte, tráfico de pasajeros.
- n) Cuadro de transporte ferroviario, tráfico de carga.
- o) Gráfica de ferrocarriles, pasaje y carga transportada por el Sistema Ferroviario Nacional.
- p) Gráfica de ferrocarriles, composición de la carga transportada.
- q) Cuadro de autotransporte, tráfico de carga.
- r) Gráfica de autotransporte, tráfico de pasaje y carga.
- s) Cuadro de transporte ferroviario, ingresos y gastos totales de operación.
- t) Gráfica de ferrocarriles, resultados económicos de la operación del Sistema Ferroviario Nacional.

- \*) Autotransporte. Evolución de la red carretera por tipo de camino.
- f) Cuadro de transporte ferroviario, efectivos de la flota y tractiva.
- g) Gráficas de ferrocarriles, equipo tractivo.
- h) Cuadro de transporte ferroviario, efectivos del material rodante.
- i) Gráficas de ferrocarriles, equipo de material para vías de carga y de viajeros.
- j) Cuadro de autotransporte, vehículos en circulación.
- k) Gráficas de autotransporte, material rodante.
- l) Cuadro de transporte ferroviario, tráficos de pasajeros.
- m) Cuadro de transporte, tráficos de pasajeros.
- n) Cuadro de transporte ferroviario, tráficos de carga.
- o) Gráficas de ferrocarriles, carga y carga transportada por el material rodante.
- p) Gráficas de ferrocarriles, composición de la carga transportada.
- q) Cuadro de autotransporte, tráficos de carga.
- r) Gráficas de autotransporte, tráficos de carga y viajeros.
- s) Cuadro de transporte ferroviario, ingresos y gastos totales de explotación.
- t) Gráficas de ferrocarriles, resultados económicos de la explotación del material rodante.

- e) Autotransporte. Evolución de la red carretera por tipo de camino.
- f) Cuadro de transporte ferroviario, efectivos de la fuerza tractiva.
- g) Gráfica de ferrocarriles, equipo tractivo.
- h) Cuadro de transporte ferroviario, efectivos del material rodante.
- i) Gráfica de ferrocarriles, equipo de arrastre para pasaje y carga.
- j) Cuadro de autotransporte, vehículos en circulación.
- k) Gráfica de autotransporte, parque automotriz.
- l) Cuadro de transporte ferroviario, tráfico de pasajeros.
- m) Cuadro de autotransporte, tráfico de pasajeros.
- n) Cuadro de transporte ferroviario, tráfico de carga.
- o) Gráfica de ferrocarriles, pasaje y carga transportada - por el Sistema Ferroviario Nacional.
- p) Gráfica de ferrocarriles, composición de la carga transportada.
- q) Cuadro de autotransporte, tráfico de carga.
- r) Gráfica de autotransporte, tráfico de pasaje y carga.
- s) Cuadro de transporte ferroviario, ingresos y gastos totales de operación.
- t) Gráfica de ferrocarriles, resultados económicos de la - operación del Sistema Ferroviario Nacional.

A) CRITERIO ECONOMICO NACIONAL EN EL  
REGLON FERROVIARIO

RESEARCH REPORT ON THE HISTORY OF THE

REPUBLICAN PARTY

## LA INVERSION TOTAL Y LA INVERSION EN EL TRANSPORTE TERRESTRE

S. OM ONGAUD

La inversión pública se incrementa año con año. Así el desarrollo infraestructural en términos de carreteras y medios de transporte requeridos por el país, se ha impulsado, creando nuevos caminos que conduyan al desarrollo (programas de construcción de caminos vecinales y de mano de obra) y tienen como fin comunicar a las pequeñas zonas productivas.

En cuanto a los ferrocarriles, las inversiones efectuadas han sido ejercidas por las administraciones de las cinco empresas ferrocarrileras que operan en todo el país, siendo aprovechadas en la adquisición de nuevo equipo y conservación de las vías y estructuras, así como en el avance de estudios y proyectos.

La inversión pública total ascendió a 170 924 millones de pesos (1977) que comparados con los 170 291 millones invertidos en 1976, representa un 0.37% de incremento.

Fueron asignados 30 920 millones de pesos al renglón comunicaciones y transportes, de los cuales correspondieron

8 498 millones a la Secretaría de Obras Públicas, destinándose 5 833 millones de pesos a la construcción de carreteras.

La inversión en ferrocarriles fue de 6 154 millones de pesos, de los cuales fueron destinados 838 millones de pesos a la construcción de nuevas líneas.

LA INVERSION EN EL TRANSPORTE TERRESTRE  
LA INVERSION TOTAL Y LA INVERSION EN EL

**CUADRO No. 8**

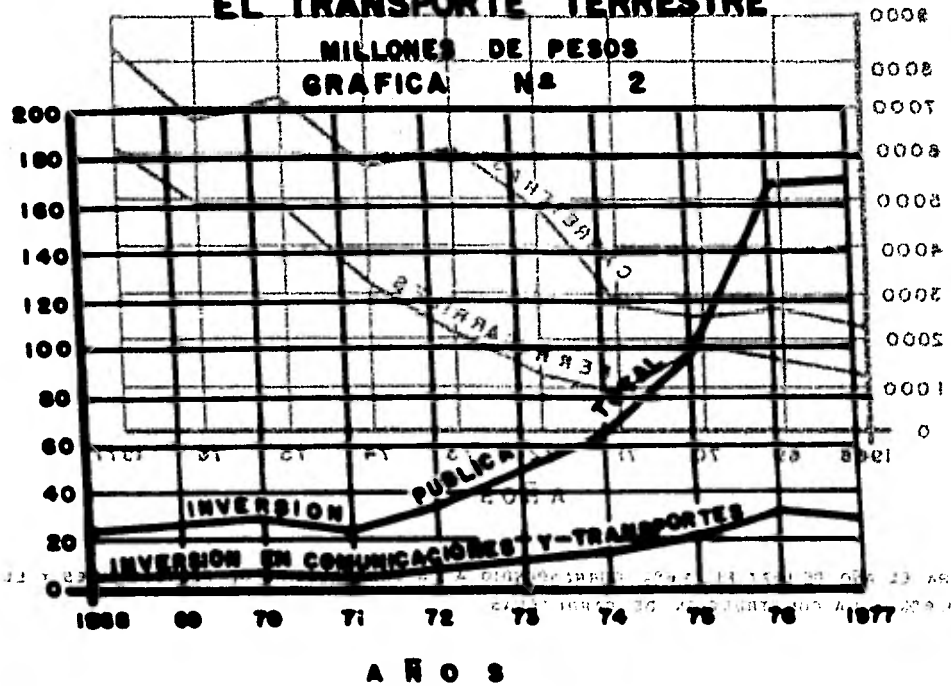
La inversión pública se incrementa año con año. Así el -  
- la inversión pública total y la inversión en el transporte terrestre -  
- millones de pesos a precios corrientes -  
- de construcción de caminos vecinales y de mano de obra y -  
- y también como las inversiones en las carreteras y

AÑOS	INVERSION PUBLICA TOTAL	INVERSION EN COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	INVERSION EN FERROCARRILES		INVERSIONES EN CARRETERAS	
	A	B	C	D	E	F
1966.....	15 475	2 908	692	2 216	1 066	1 250
1967.....	27 009	4 503	353	4 150	1 770	2 380
1968.....	23 314	4 461	277	4 184	2 210	1 974
1969.....	26 330	5 841	1 605	4 236	2 778	1 312
1970.....	30 250	6 500	1 921	4 579	2 809	1 772
1971.....	32 559	6 509	2 14	4 395	2 792	1 608
1972.....	34 723	8 777	1 132	7 645	4 932	2 713
1973.....	35 000	12 051	1 121	10 930	6 131	4 800
1974.....	64 815	13 341	2 200	11 141	6 215	4 926
1975.....	99 053	21 091	4 908	16 183	7 292	4 192
1976.....	170 001	35 519	7 941	27 578	6 783	4 778
1977.....	20 000	20 000	2 252	17 748	2 400	1 600

La inversión autorizada. Incluye la compra de riel de años anteriores. FUENTES: Banco de México, S.A., Dir. Gral. de Estadística, S.P.P. Com. Ant. de la columna D y provisión de la Dir. Gral. de Análisis de Inversiones, SAHOP.

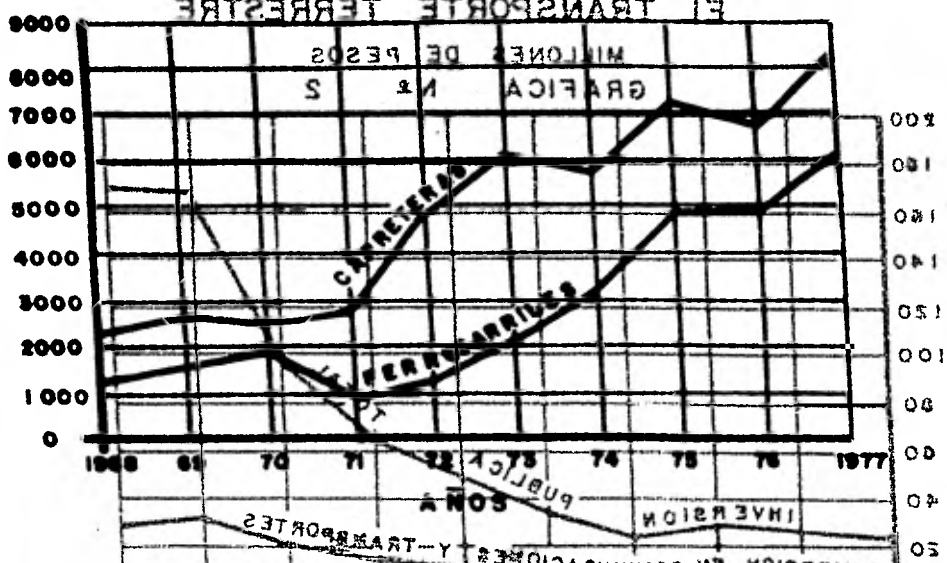


INVERSION EN FERROCARRILES Y CARRETERAS  
**INVERSION PUBLICA TOTAL Y LA INVERSION EN  
 EL TRANSPORTE TERRESTRE**



# INVERSION EN FERROCARRILES Y CARRETERAS

INVERSION PUBLICA EN EL TRANSPORTE TERRESTRE



PARA EL AÑO DE 1977 EL 3.6% CORRESPONDIO A LA CONSTRUCCION DE FERROCARRILES Y EL 96.4% A LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS.

C O N T

## INGRESOS Y GASTOS FERROVIARIOS

### INGRESOS

Los ingresos totales ascendieron a la cantidad de 8 562 238 (miles de pesos), presentando un incremento del 43.9% con respecto a los del año 1976, debido principalmente al aumento de las tarifas.

El incremento se observó como se indica a continuación:

**CUADRO No. 9**

INGRESOS	MILES DE PESOS	POR CIENTO
TRAFICO DE CARGA	7 017 159	82.0
TRAFICO DE PASAJE ROSE.Y	454 897	5.3
ACCESORIOS AL TRAFICO DE PASAJEROS Y DE CARGA	315 024	3.7
AJENOS AL TRAFICO	775 158	9.0
<b>TOTAL</b>	<b>8 562 238</b>	<b>100.0</b>

Por empresas, estos ingresos se distribuyeron como se indica a continuación.

**CUADRO No. 10**

EMPRESA	MILES DE PESOS	POR CIENTO
N D M	6 617 806	77.3
P C P	1 226 743	14.3
C H P	294 337	3.4
U D S	256 602	3.1
S B C	166 750	1.9
<b>TOTAL</b>	<b>8 562 238</b>	<b>100.0</b>

IMPRESOS Y GASTOS

El importe de los gastos totales durante el ejercicio - 1977, fué de 14 993 773 (miles de pesos) que comparados con los del año anterior, 12 466 998 (miles de pesos), presenta un aumento del 20.3%, que se refleja en la forma siguiente.

CUADRO No. 11

GASTOS	MILES DE PESOS	POR CIENTO
ADMINISTRACION GENERAL	1 228 824	8.2
MOVIMIENTO Y TRAFICO	2 633 804	17.6
TRACCION	1 119 238	7.5
MATERIAL RODANTE	3 403 583	22.7
INSTALACIONES FIJAS	2 251 492	15.0
DIVERSOS Y OTROS TRAFICOS	3 309 651	22.1
RETIROS Y PENSIONES	1 047 181	6.9
<b>TOTAL</b>	<b>14 993 773</b>	<b>100.0</b>

El 50.8% de éstos gastos, corresponde a los gastos de personal, que muestra los siguientes índices (con respecto a los gastos) por área:

Administración General, 77.2%; Movimiento y Tráfico, -- 85.6%; Tracción, 47.7%; Material Rodante, 43.2%; Instalaciones Fijas, 60.0%; y Diversos y otros Tráficos, 0.4%.

# EXPLOTACION

Por empresas, en miles de pesos distribuido de la siguiente forma. GRAFICA N.º 4

GRANDE No. 12

EMPRESA	MILES DE PESOS	POR CIENTO
N D N	11 502 092	77.4
P C P	1 921 825	12.8
C H P	534 735	4.2
U D S	515 387	3.5
S B C	449 714	2.9
<b>TOTAL</b>	<b>14 993 713</b>	<b>100.0</b>

## DEFICIT

El déficit de explotación en 1977 fue de 6 431 535 (en miles de pesos), observándose una disminución del 1.4% en comparación a 1976, el cual quedó distribuido de la siguiente forma.

GRANDE No. 13

EMPRESA	POR CIENTO
N D N	77.5
P C P	10.8
C H P	5.3
U D S	4.0
S B C	2.4
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>

El coeficiente de explotación en 1977 fue de 175.12%.

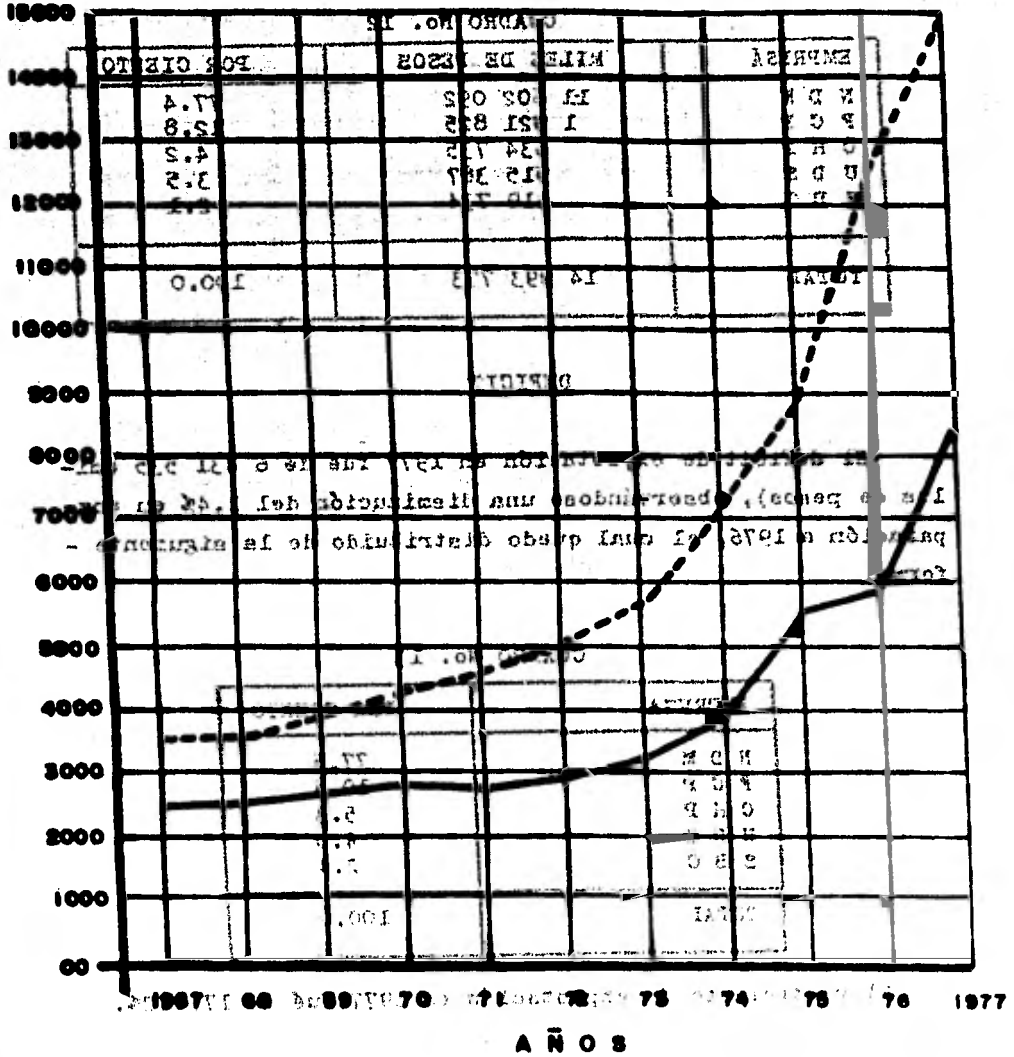
B O Ñ A

# EXPLOTACION

Por empresas de explotación de hidrocarburos

GRAFICA N° 4

en millones de dólares



----- GASTOS

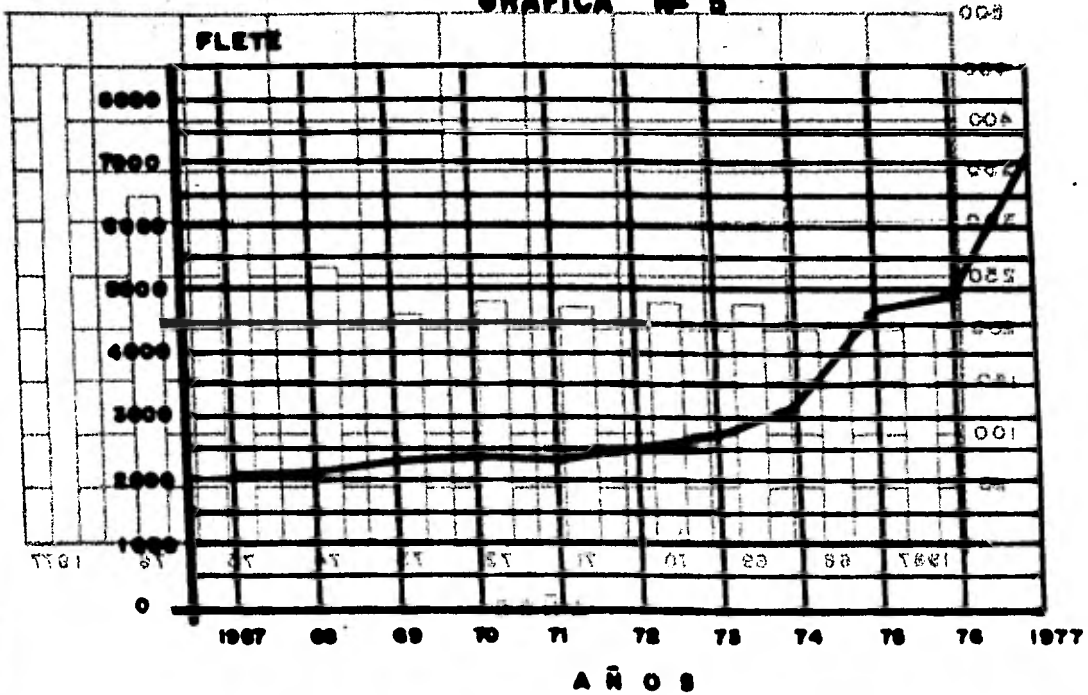
————— INGRESOS 41

INGRESOS DE OPERACION  
MILLONES DE PESOS

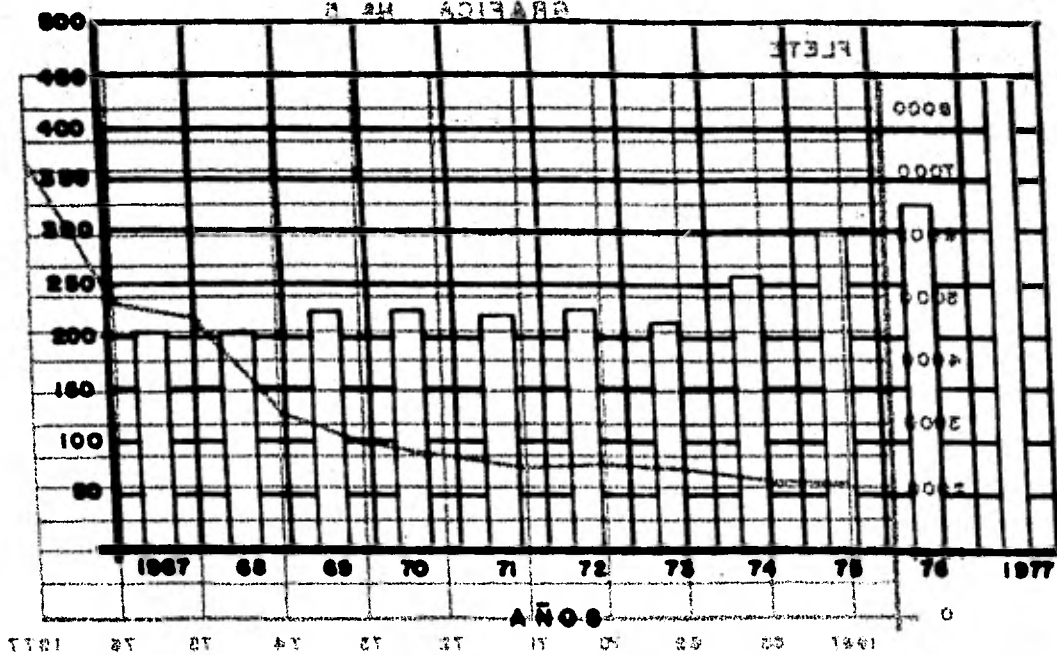
INGRESOS DE OPERACION

MILLONES DE PASAJEROS

GRAFICA Nº 5



**INGRESOS DE OPERACION**  
**MILLONES DE PESOS**  
**INGRESOS DE OPERACION**  
**PASAJEROS DE PESAJEROS**

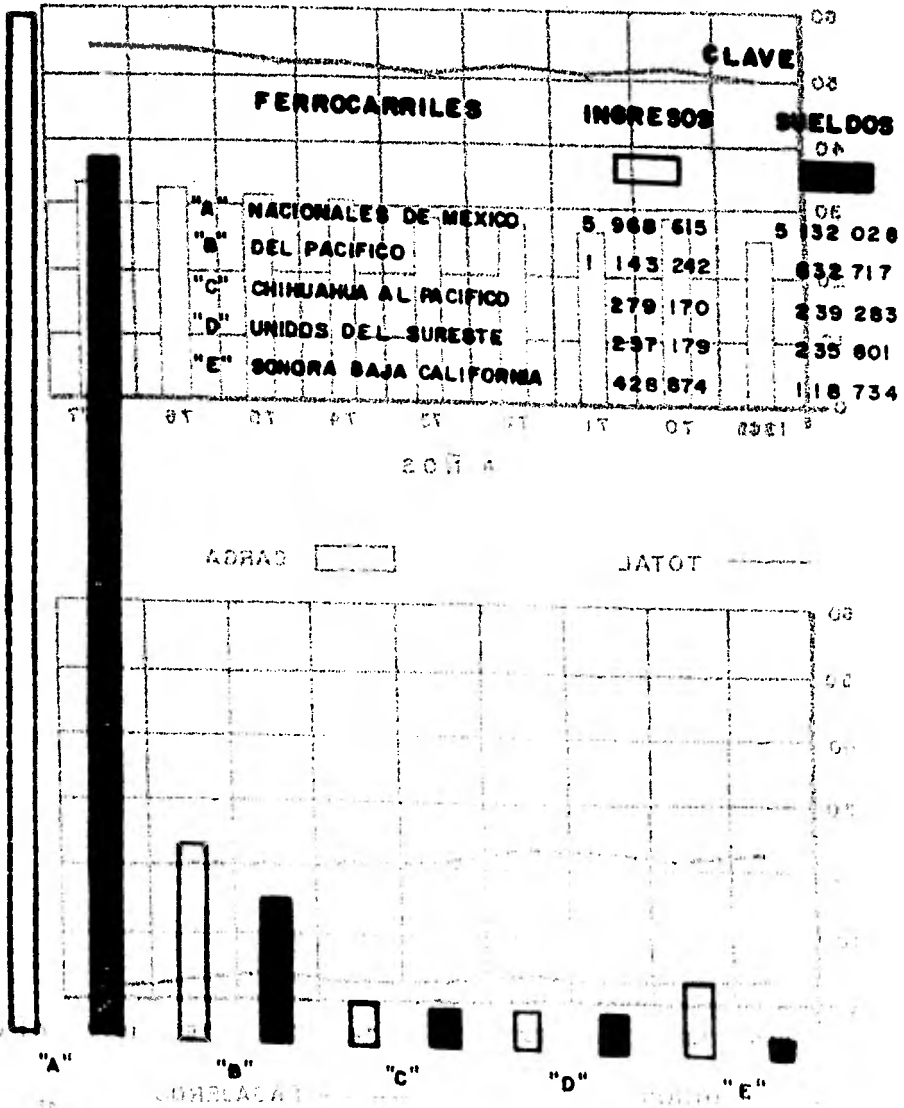


S O H A



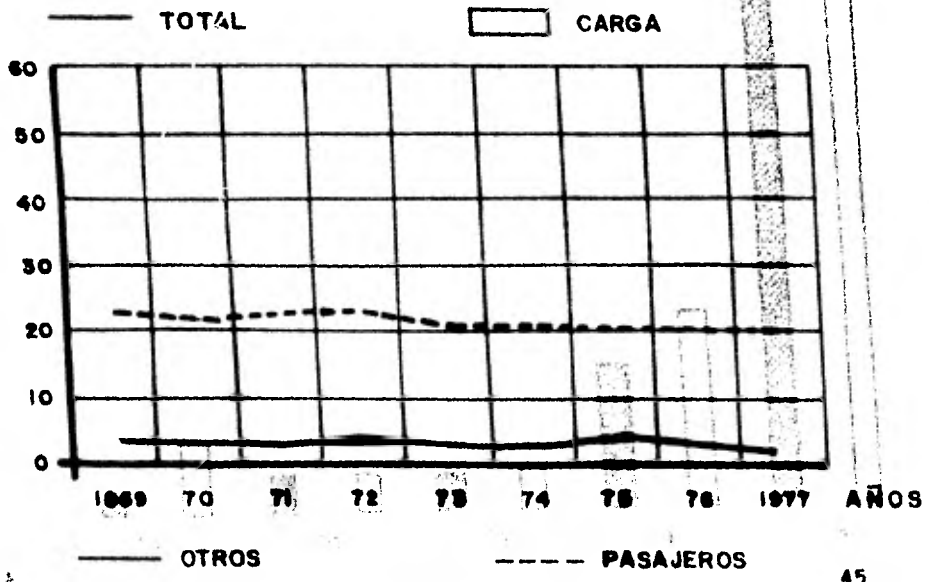
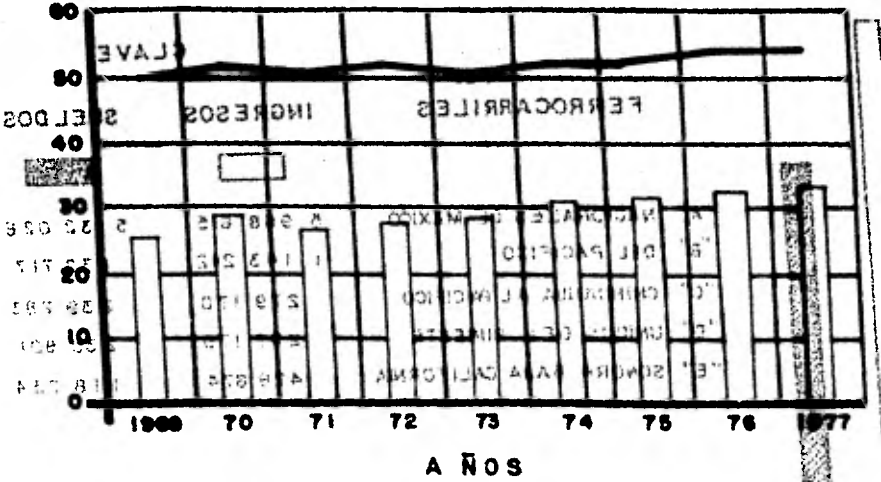
# RELACION ENTRE LOS INGRESOS DE OPERACION Y SUELDOS PAGADOS DEL PERSONAL ACTIVO

GRAFICA N° 7



RELACION ENTRE LOS INGRESOS DE  
**TRÉNSITO** Y SUELDOS PAGADOS DEL  
**PERSONAL ACTIVO**  
 MILLONES

GRAFICA N.º 7



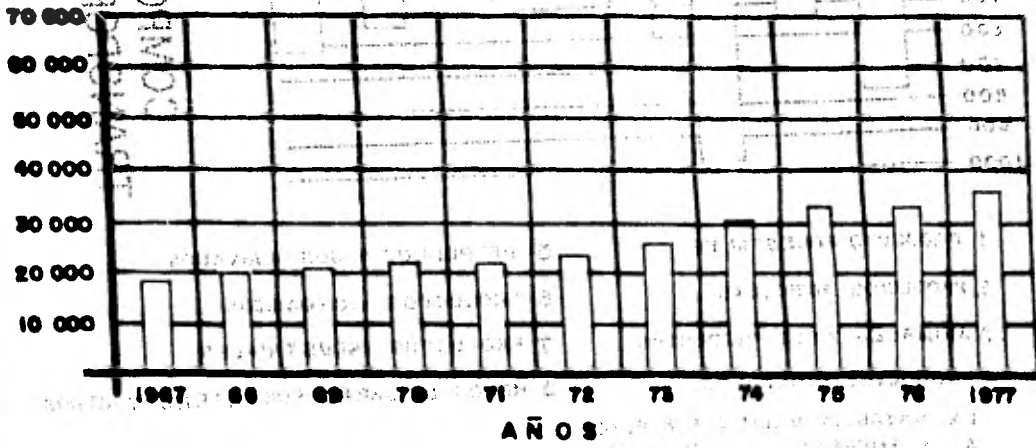
# TRAFICO DE CARGA

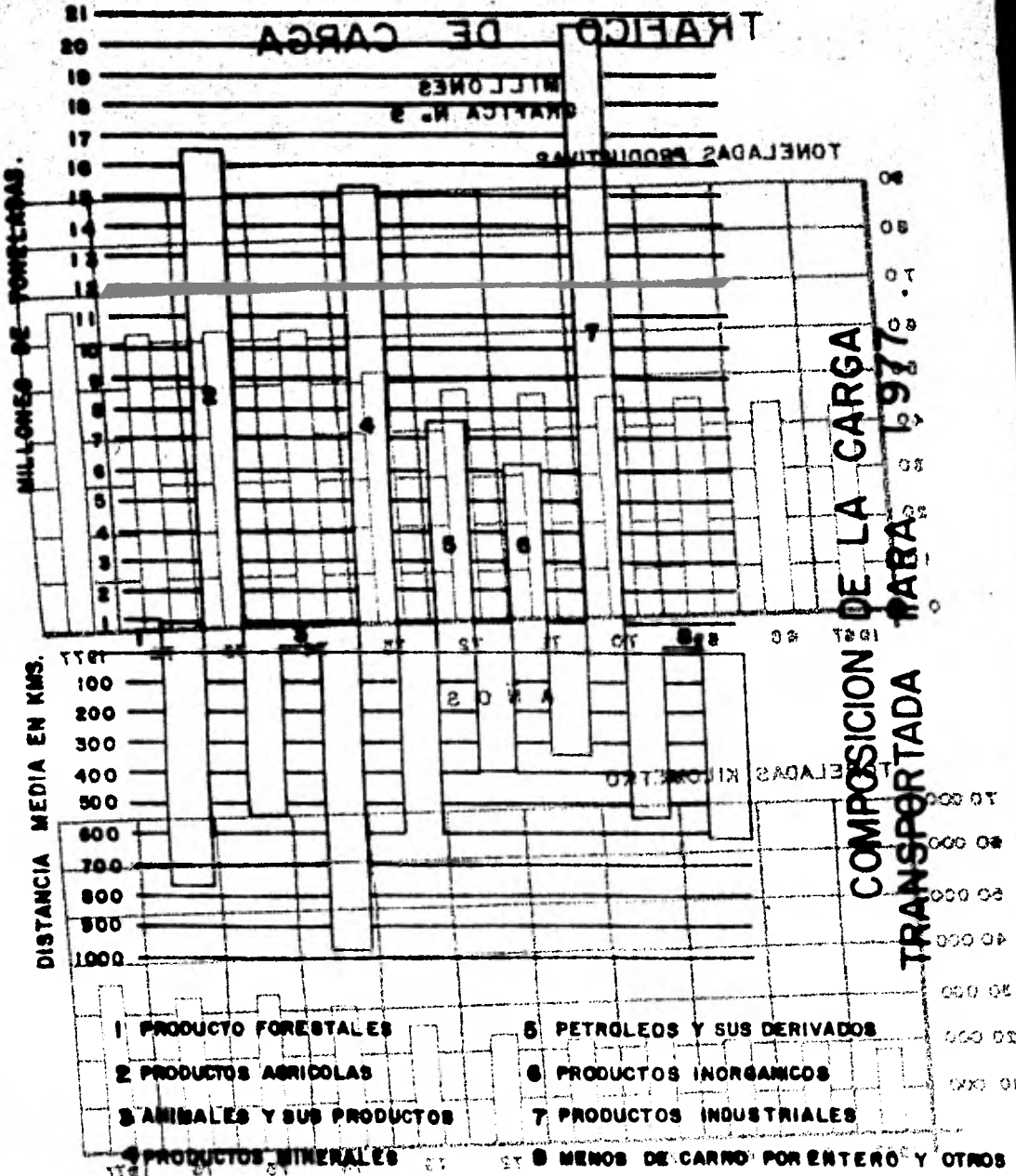
MILLONES  
GRAFICA N. 9

TONELADAS PRODUCTIVAS



TONELADAS KILOMETRO



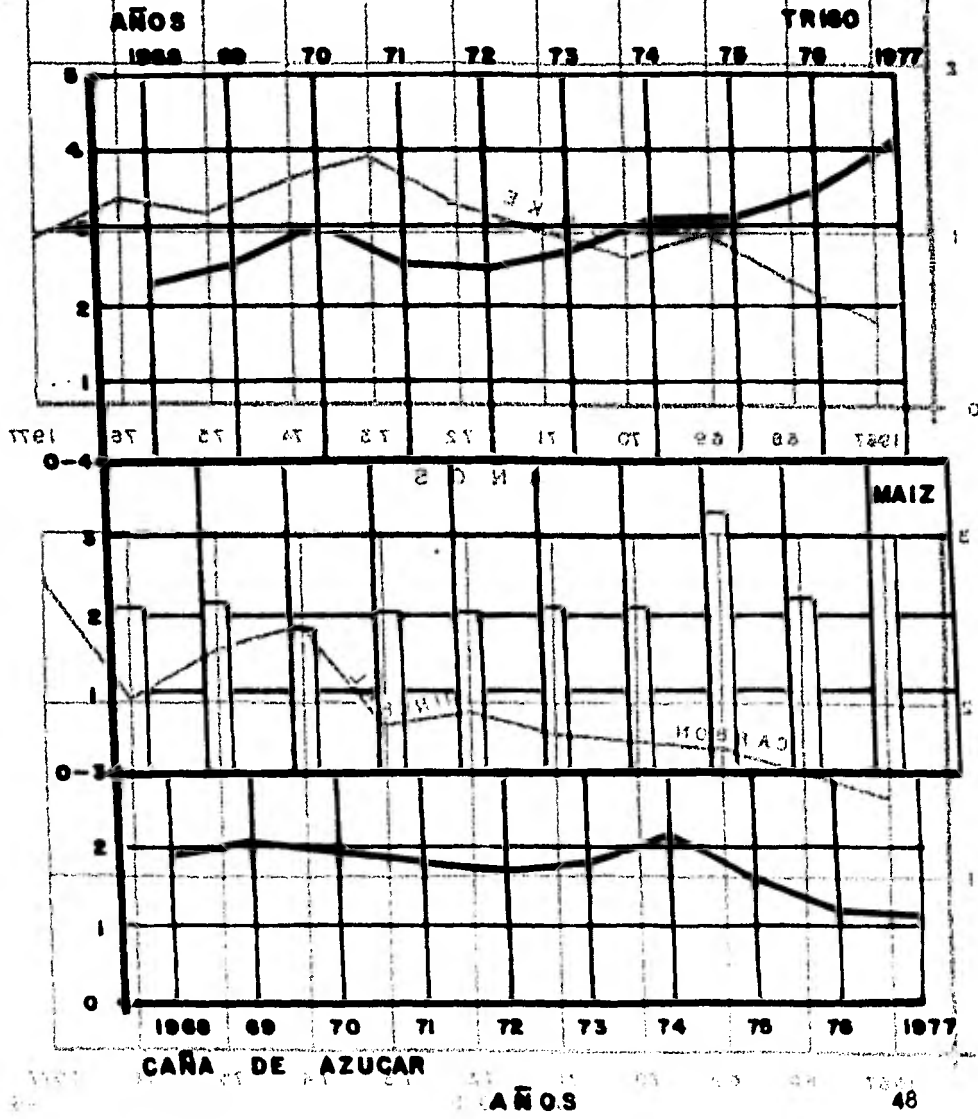


# PRODUCTOS MINERALES

CARGA TRANSPORTADA  
MILLONES DE TONELADAS

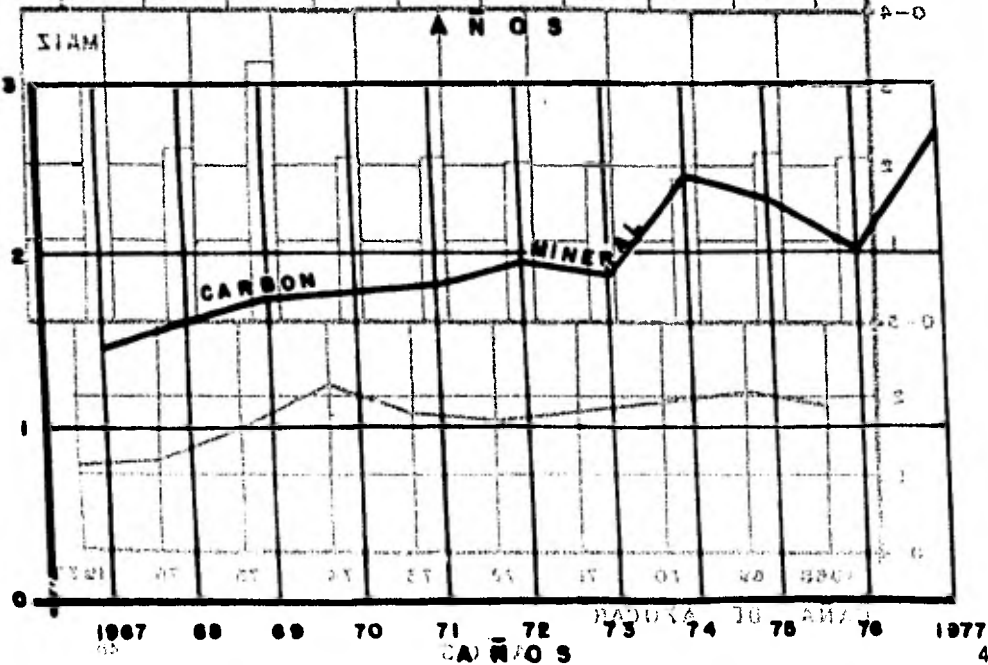
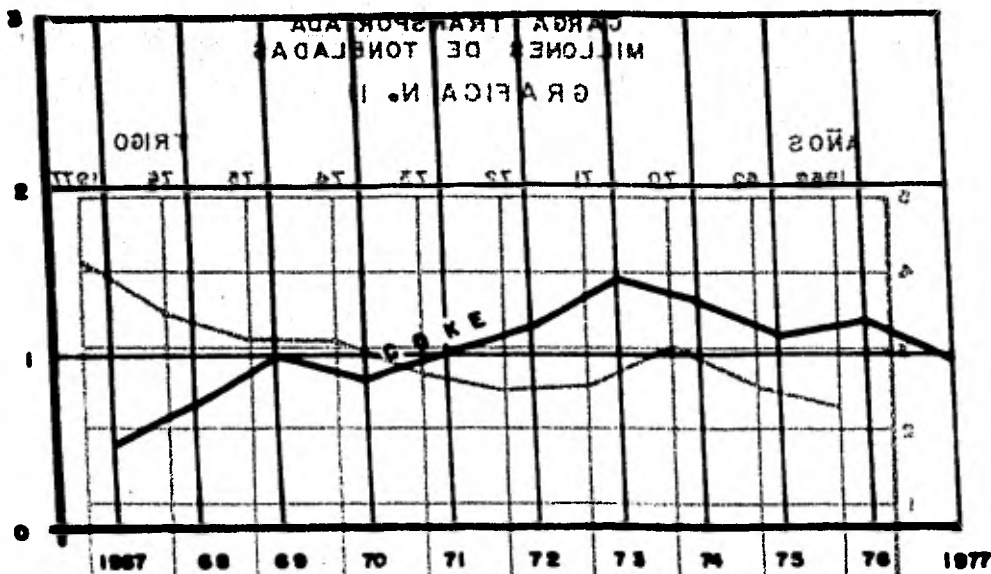
# PRODUCTOS AGRICOLAS

CARGA TRANSPORTADA  
MILLONES DE TONELADAS  
GRAFICA N.º II



# PRODUCTOS MINERALES

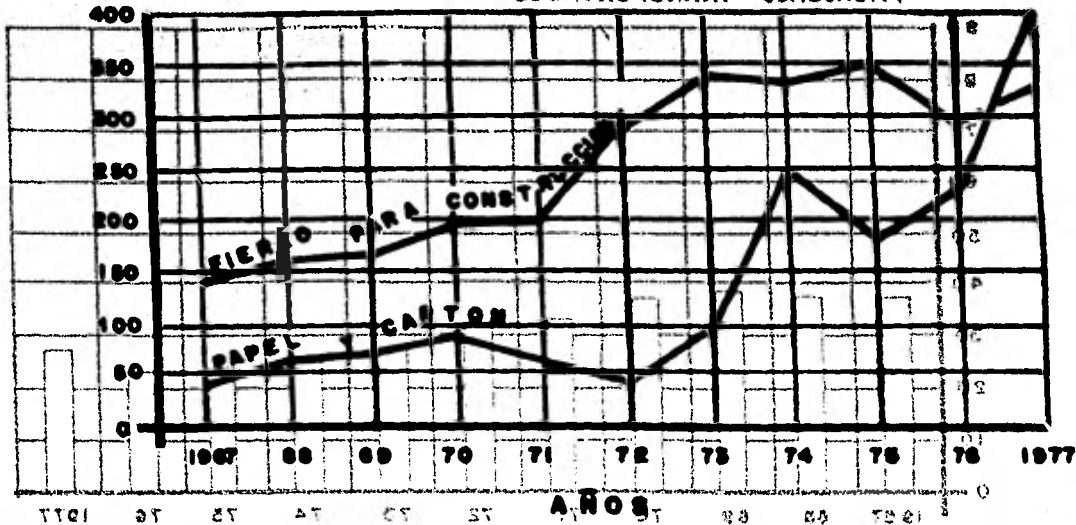
CARGA TRANSPORTADA  
MILLONES DE TONELADAS  
PRODUCTOS AGRICOLAS



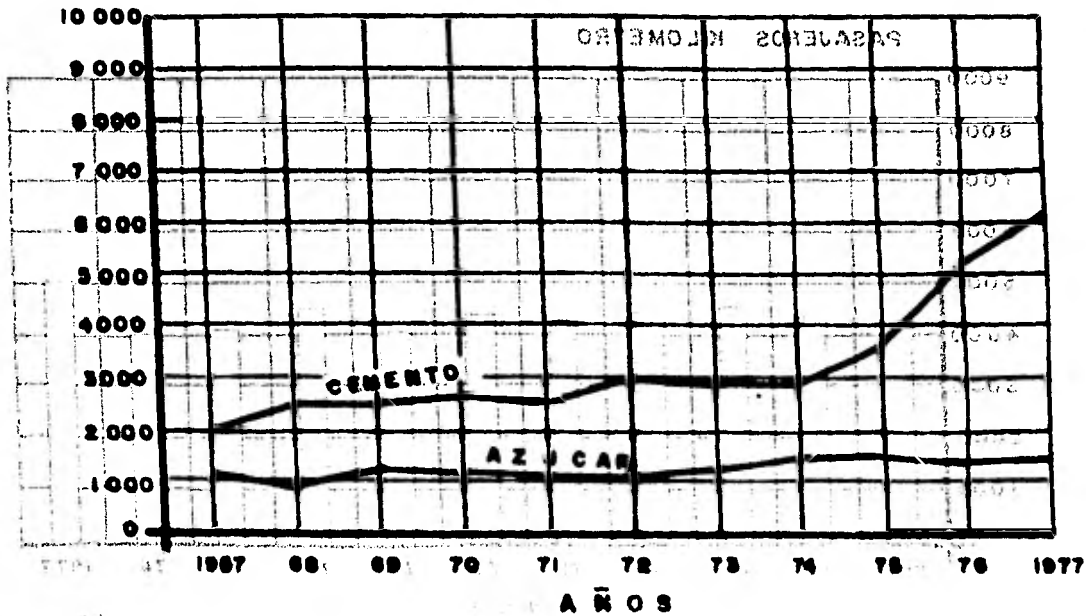
# SELECCIÓN DE PRODUCTOS INDUSTRIALES

CARGA TRANSPORTADA  
MILES DE TONELADAS  
GRÁFICA N.º 14

PASAJEROS TRANSPORTADOS



AÑOS

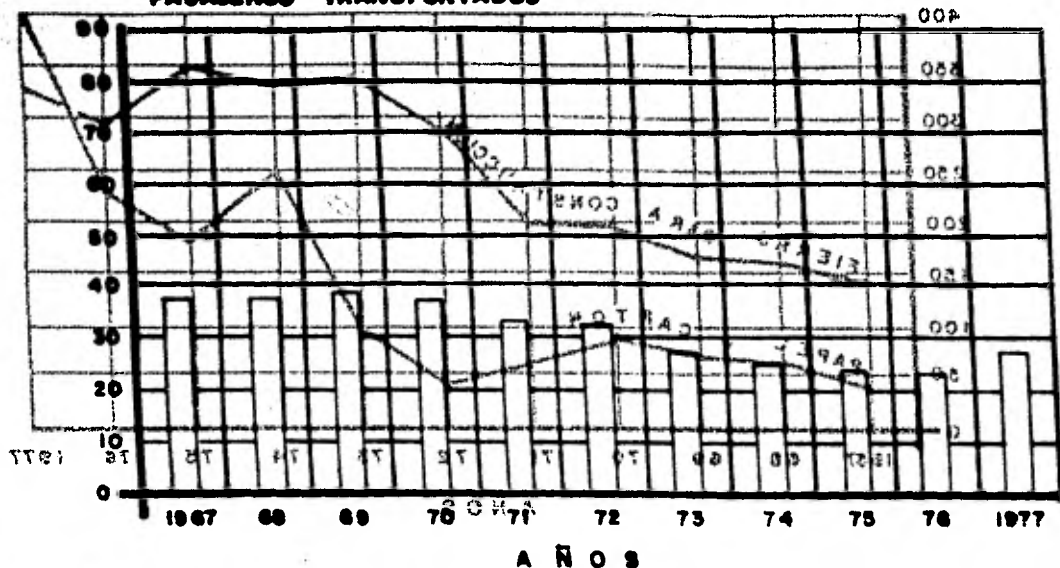


AÑOS

# SONENABAO DE PASAJEROS

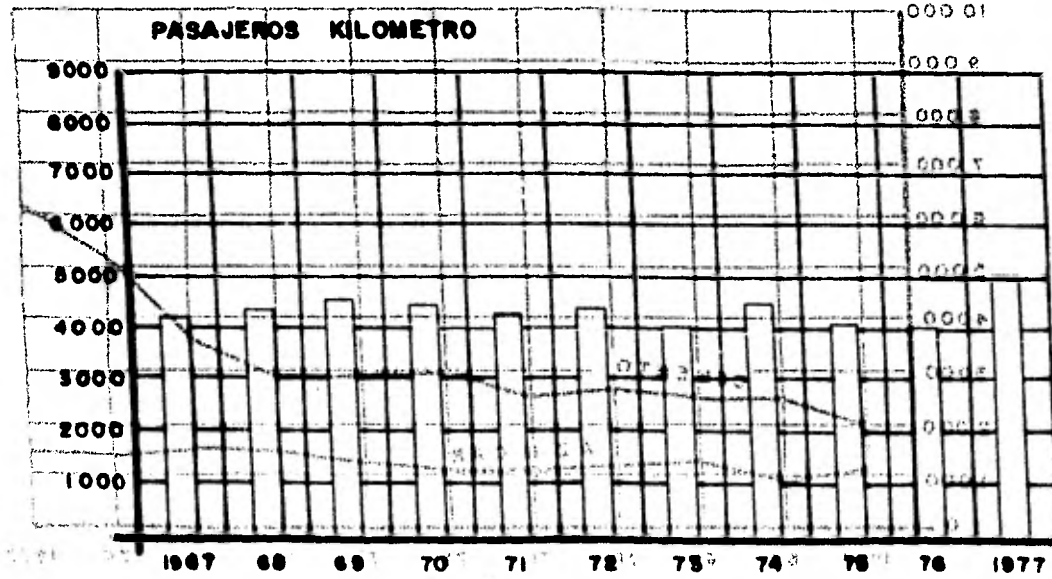
TRANSPORTADA  
 MILONES DE TONELADAS  
 GRAFICA N. 14

PASAJEROS TRANSPORTADOS



AÑOS

PASAJEROS KILOMETRO



AÑOS



EL CUADRO No. 14

**TRAFICO DE PASAJEROS POR EMPRESA**

REGISTRO Y CARGAS DE VEHICULOS DE TRANSPORTACION

EN EMPRESA A BARRERAS SIN BARRERAS	AÑO	
	1976	1977
	PASAJEROS TRANSPORTADOS	
N D M	19 107 092	22 304 501
F C P	1 265 765	1 740 111
G H P	487 173	550 557
U D S	3 028 470	3 309 956
S B C	545 495	624 910
<b>TOTAL</b>	<b>24 433 995</b>	<b>28 529 535</b>

EMPRESA	AÑO	
	1976	1977
	PASAJEROS-KILOMETRO	
N D M	2 507 573	3 112 049
F C P	881 501	1 165 740
G H P	128 169	143 888
U D S	315 227	361 145
S B C	225 602	257 627
<b>TOTAL</b>	<b>4 058 072</b>	<b>5 040 449</b>

CUADRO No. 15

AGENCIA NACIONAL DE ESTADÍSTICA

RELACION EN LONGITUD DE VIAS FERREAS Y CARRETERAS

AÑOS	LONGITUD DE LAS VIAS FERREAS	EXTENSION DE LA RED DE CARRETERAS	RELACION DE CARRETERAS A FERROCARRILES
	Kilómetros	Kilómetros	
1930	23 345	11 426	0.06
1940	22 979	9 929	0.43
1950	23 332	21 422	0.91
1950	23 369	44 948	1.92
1965	23 672	61 252	2.59
1970	24 468	71 520	2.92
1971	24 501	74 052	3.02
1972	24 700	124 391	5.04
1973	24 670	156 706	6.35
1974	24 864	175 389	7.05
1975	24 912	186 218	7.47
1976	24 952	193 290	7.75
1977	25 046	200 060	7.98

■ Incluye vías auxiliares.

■ Incluye brechas.

■ Datos preliminares.

En 1972 se incorporaron a la red 30 071 km. de caminos, construidos por distintos organismos, susceptibles de prestar servicio público.

FUENTES: Dirección General de Ferrocarriles en Operación, S.C.T. Dirección General de Análisis de Inversiones, S.A.H.O.P.

**ESTADÍSTICA DE LOS VEHÍCULOS DE MOTOR EN EL PERÚ**  
**CARRA Y PASAJEROS TRANSPORTADOS EN AUTOS Y CAMIONES**  
**(Miles de vehículos)**

AÑO	Autos	Camiones	TOTAL
1949	10 742	10 742	21 484
1950	10 840	10 840	21 680
1951	10 938	10 938	21 876
1952	11 036	11 036	22 072
1953	11 134	11 134	22 268
1954	11 232	11 232	22 464
1955	11 330	11 330	22 660
1956	11 428	11 428	22 856
1957	11 526	11 526	23 052
1958	11 624	11 624	23 248
1959	11 722	11 722	23 444
1960	11 820	11 820	23 640
1961	11 918	11 918	23 836
1962	12 016	12 016	24 032
1963	12 114	12 114	24 228
1964	12 212	12 212	24 424
1965	12 310	12 310	24 620
1966	12 408	12 408	24 816
1967	12 506	12 506	25 012
1968	12 604	12 604	25 208
1969	12 702	12 702	25 404
1970	12 800	12 800	25 600
1971	12 898	12 898	25 796
1972	12 996	12 996	25 992
1973	13 094	13 094	26 188
1974	13 192	13 192	26 384
1975	13 290	13 290	26 580
1976	13 388	13 388	26 776
1977	13 486	13 486	26 972

Se incluye brechetas.  
 En el 1972 se incorporaron a la red 30 072 km. de caminos, construidos por distintos organismos susceptibles de prestar servicios públicos.

Los datos son preliminares.

FUENTE: Dir. Gral. de Análisis de Inversiones, S.A.H.O.P.

**ESTADÍSTICA DE LOS VEHÍCULOS DE MOTOR EN EL PERÚ**  
**CARRA Y PASAJEROS TRANSPORTADOS EN AUTOS Y CAMIONES**  
**(Miles de vehículos)**

AÑO	Autos	Camiones	TOTAL
1949	10 742	10 742	21 484
1950	10 840	10 840	21 680
1951	10 938	10 938	21 876
1952	11 036	11 036	22 072
1953	11 134	11 134	22 268
1954	11 232	11 232	22 464
1955	11 330	11 330	22 660
1956	11 428	11 428	22 856
1957	11 526	11 526	23 052
1958	11 624	11 624	23 248
1959	11 722	11 722	23 444
1960	11 820	11 820	23 640
1961	11 918	11 918	23 836
1962	12 016	12 016	24 032
1963	12 114	12 114	24 228
1964	12 212	12 212	24 424
1965	12 310	12 310	24 620
1966	12 408	12 408	24 816
1967	12 506	12 506	25 012
1968	12 604	12 604	25 208
1969	12 702	12 702	25 404
1970	12 800	12 800	25 600
1971	12 898	12 898	25 796
1972	12 996	12 996	25 992
1973	13 094	13 094	26 188
1974	13 192	13 192	26 384
1975	13 290	13 290	26 580
1976	13 388	13 388	26 776
1977	13 486	13 486	26 972

Se incluye los vehículos fronterizos y los importados.

Los datos son preliminares.

FUENTE: Dir. Gral. de Estadística, S.P.P.

CUADRO No. 18

TRANSPORTE AEREO

**CARGA Y PASAJEROS TRANSPORTADOS POR COMPAÑIAS NACIONALES Y EXTRANJERAS EN ALTURA Y CAROTAJE**

AÑOS	CARGA EN TONELADAS			PASAJEROS		
	CARGA		ALTURA	PASAJEROS		DESCUENTOS
	En toneladas	En toneladas		En personas	En personas	
1966.....	7 900 000	9 118 000	1 423 000	91 000	4 378	5 169
1967.....	7 431 000	9 348 000	1 548 000	110 000	4 000	5 367
1968.....	8 486 000	9 334 000	1 870 000	117 000	5 277	5 061
1969.....	9 300 000	9 937 000	2 444 000	130 000	3 400	5 100
1970.....	9 648 000	9 704 000	3 376 000	144 000	4 000	4 341
1971.....	10 500 000	9 308 000	4 008 000	170 000	2 200	3 700
1972.....	10 723 000	10 154 000	5 040 000	223 000	3 000	3 164
1973.....	13 000 000	11 003 000	10 254 000	330 000	10 201	10 600
1974.....	17 630 179	13 260 040	8 001 040	340 000	10 201	10 254
1975.....	19 951 307	13 000 475	9 200 704	370 000	10 201	9 000
1976.....	23 500 000	14 100 000	10 000 000	400 000	10 201	7 200
1977.....	25 400 000	19 600 000	12 000 000	450 000	10 201	7 500

FUENTE: Dir. Gral. de Estadística, S.R.E. Inst. Dir. Gral. de Estadística

CUADRO No. 19

TRANSPORTE AEREO

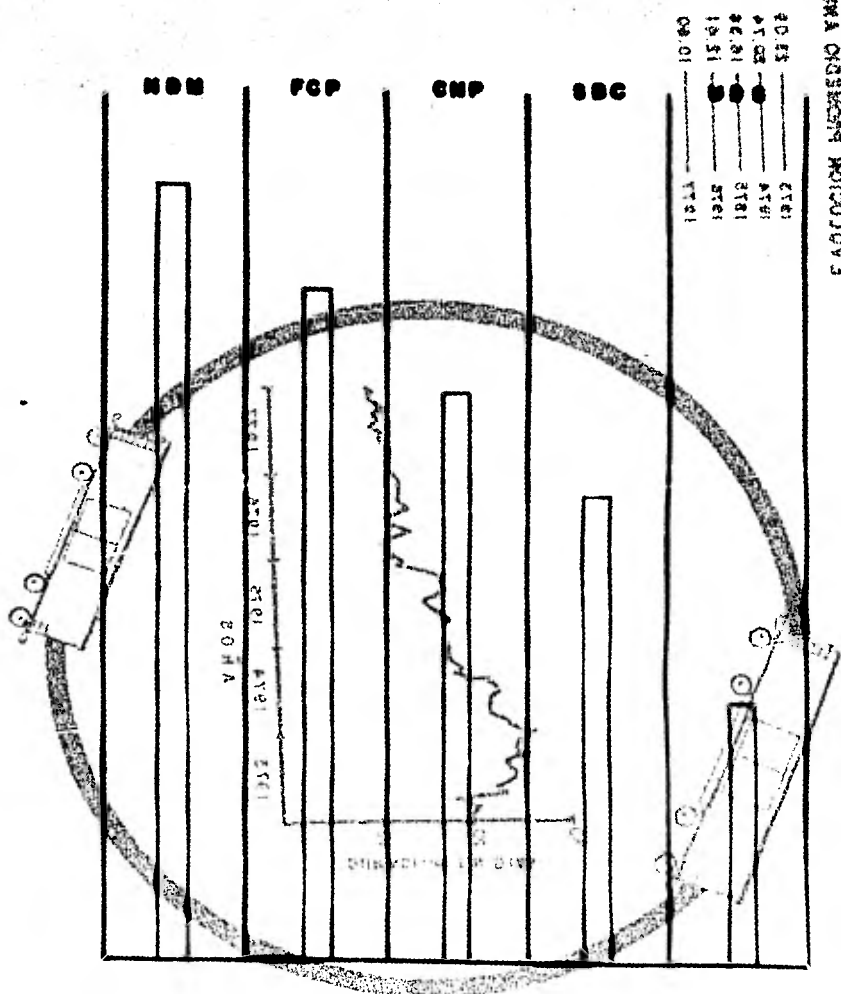
**CARGA Y PASAJEROS TRANSPORTADOS POR COMPAÑIAS NACIONALES Y EXTRANJERAS**

AÑOS	CARGA (Toneladas)			PASAJEROS (En miles)		
	COMPAÑIAS NACIONALES		EXTRANJERAS	COMPAÑIAS NACIONALES		EXTRANJERAS
	Carga Internacional	Carga Nacional		Pasajeros Internacionales	Pasajeros Nacionales	
1966.....	3 190	28 812	19 817	1 033	998	
1967.....	3 289	28 222	18 006	1 073	1 101	
1968.....	4 200	28 031	16 400	1 141	1 375	
1969.....	4 374	28 545	19 148	2 100	1 410	
1970.....	6 779	28 801	19 316	2 200	1 600	
1971.....	9 204	28 331	18 234	2 400	1 400	
1972.....	9 644	28 098	20 333	3 216	2 103	
1973.....	11 906	37 115	27 237	3 887	2 245	
1974.....	15 000	41 100	32 901	4 630	2 414	
1975.....	18 000	50 173	38 648	6 040	2 320	
1976.....	15 100	59 710	31 447	7 112	2 100	
1977.....	22 600	63 840	36 977	7 991	2 110	

# CICLO DE CARGADURA DEL EQUIPO DE ARRASTRE REPRESENTADO EN DIAS

GRAFICA N. 15

CICLO DE CARGADURA



JAYMA OHSBROOK MOCILUOVA

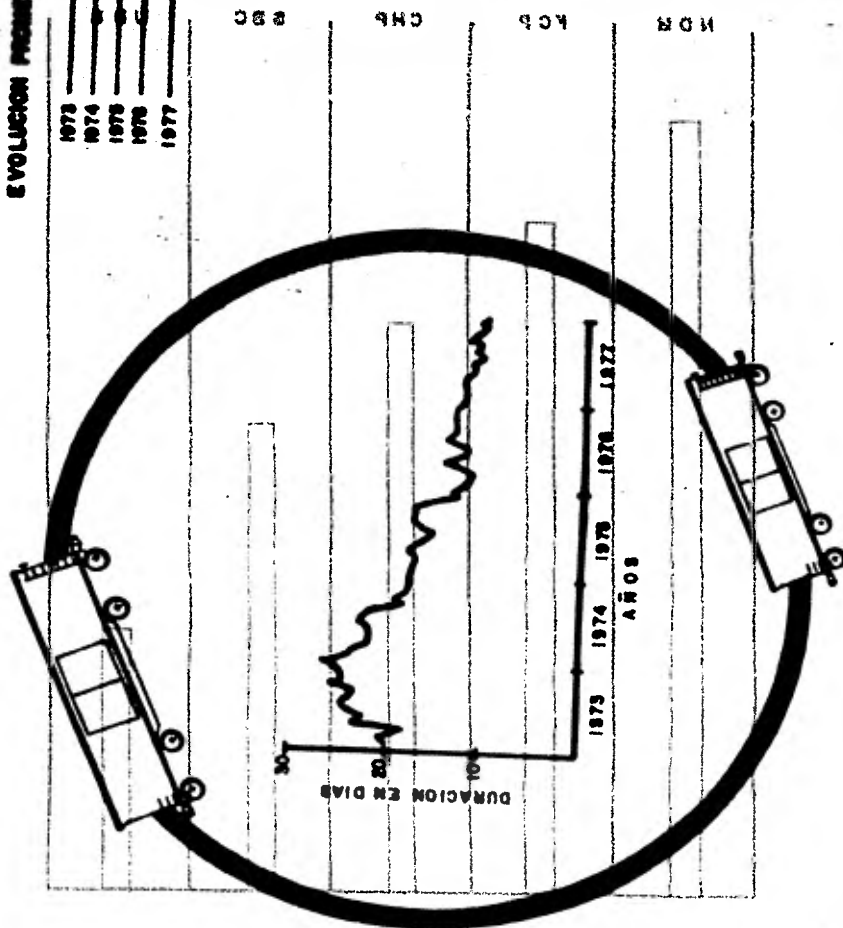
NACIONALES DE MEXICO	15	DIAS
DEL PACIFICO	13	"
CHIHUANUA AL PACIFICO	11	"
SONORA BAJA CALIFORNIA	9	"
UNIDOS DEL SURESTE	5	"

# DE ARRASTRE PERMANENTE EN DIAS CICLO DE CARGADURA DEL EQUIPO

GRAFICA N.º 18

EVOLUCION PROMEDIO ANUAL

1973	18.00
1974	20.74
1975	18.00
1976	18.41
1977	19.00



CICLO DE CARGADURA

MAQUINARIAS DE TRACCION  
DE TRACCION  
DE TRACCION  
DE TRACCION  
DE TRACCION

**MATRIZ ORIGEN DESTINO DE LA CARGA TRANSPORTADA**  
**POR LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO**  
**ENTIDAD REMITENTE: VERACRUZ**

ENTIDAD RECEPTORA	TO	FRENTE	RECEPTOR	CANTIDAD	VALORES	RECEPTOR	VALORES	RECEPTOR	VALORES	RECEPTOR	VALORES	RECEPTOR	VALORES	RECEPTOR	VALORES	TOTALES	
																RECEPTOR	VALORES
Aguascalientes	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Bahia de los Angeles	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Campeche	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Colima	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Guatemala	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Hidalgo	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Morelos	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Oaxaca	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Puebla	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Quintana Roo	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Tlaxcala	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Veracruz	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Yucatán	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104

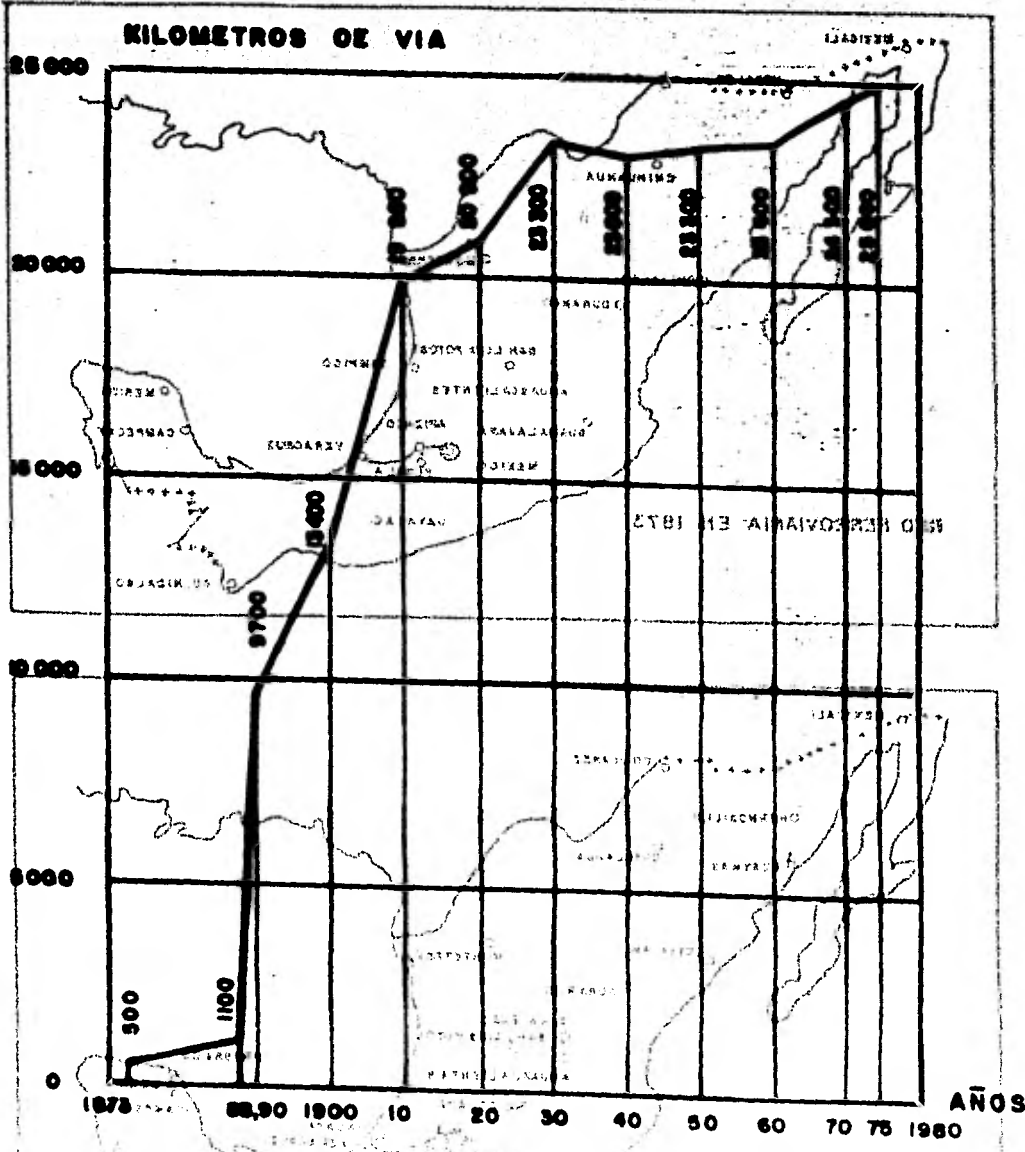
CUADRO No. 20  
 MATRIZ ORIGIN MEXICANA DE LA FUENTE TRANSFORMADA  
 (CONTINUACION)  
 POR LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
 ENLACE DE MANTENIMIENTO: VARIACION

ENTIDAD RECEPTORA	RESERVA GENERAL	RESERVA AGRICOLA	ANUALIDAD Y RESERVA	RESERVA GENERAL	RESERVA DE SERVICIO	RESERVA GENERAL	RESERVA GENERAL	TOTALES
Chiapas	43 000						21 166	64 166
Colima	30 641 721						3 379 337	34 021 058
Coahuila	9 000						10 927 823	10 936 823
Guatemala	75 774 000						9 326 513	85 099 513
Hidalgo	2 137 426						121 346	2 258 772
Jalisco	30 286 127						30 629 141	60 915 268
Morelos	22 042 376						14 132 323	36 174 699
Nuevo Leon	9 000						11 923	20 923
Oaxaca	22 042 376						25 725 221	47 767 597
Queretaro	17 079						1 004 736	1 021 815
Sinaloa	30 286 127						10 979 547	41 265 674
Tamaulipas	2 137 426						4 407 775	6 545 201
Tlaxcala	2 137 426						16 824	18 961
Veracruz	30 286 127						3 237 695	33 523 822
Yucatan	2 137 426						20 271 221	22 408 647
Zacatecas	2 137 426						9 626 726	11 764 152
TOTAL	200 000 000						100 000 000	300 000 000

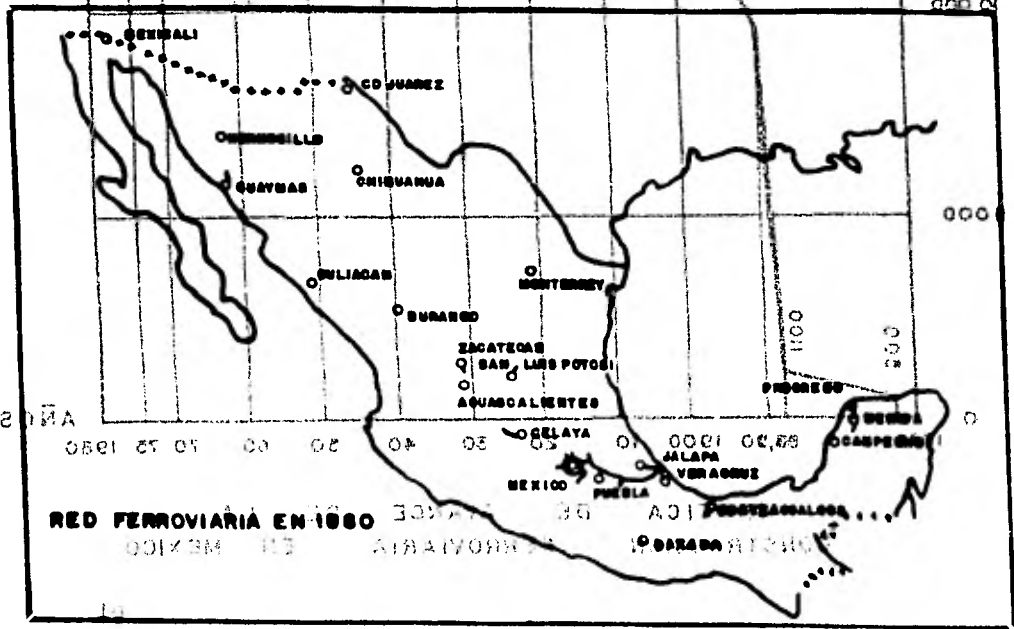
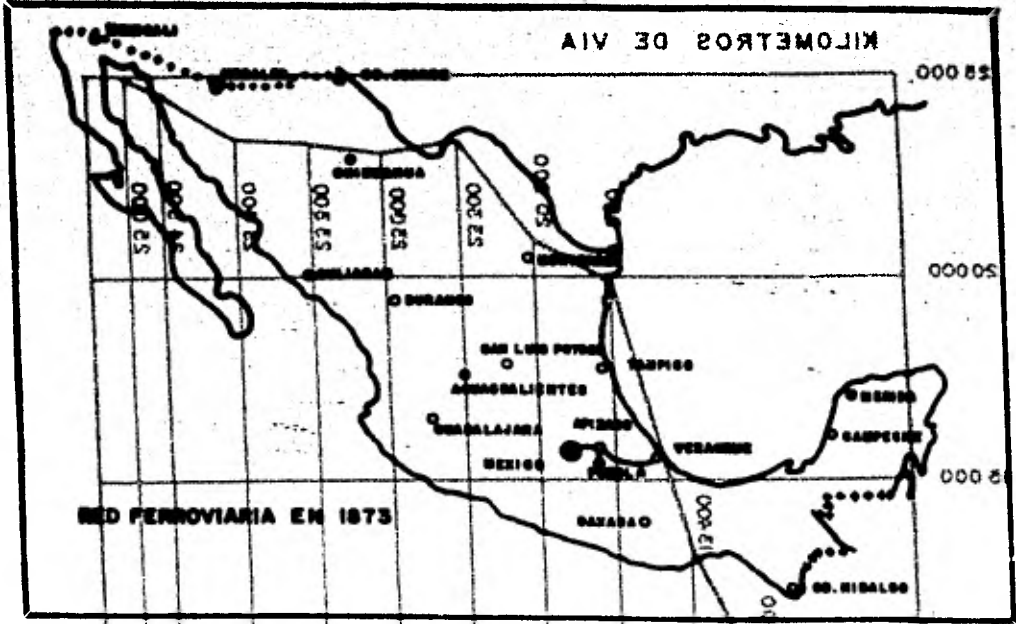


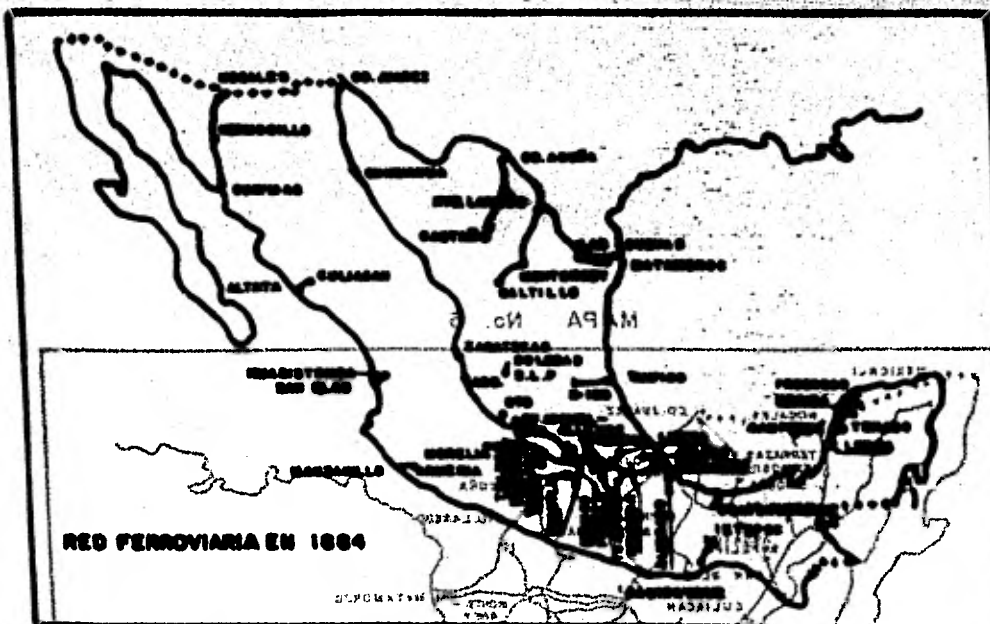
**B) CRITERIO CONSTRUCTIVO FERROVIARIO**

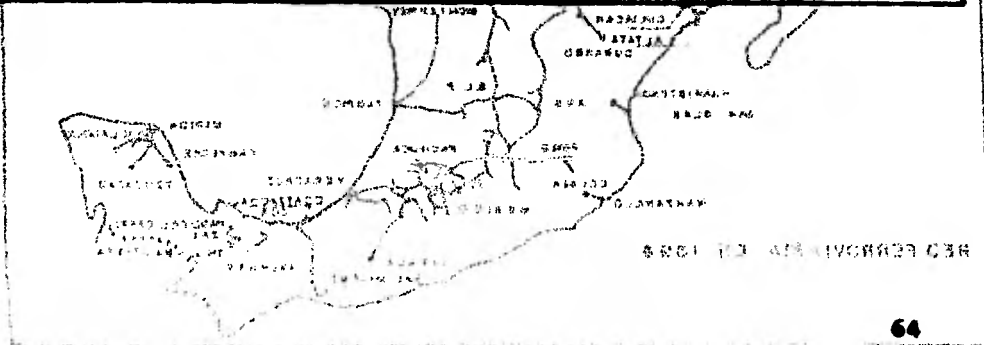
B) ORIENTEHO GOOFRUCTIVO FERRONVIRIO

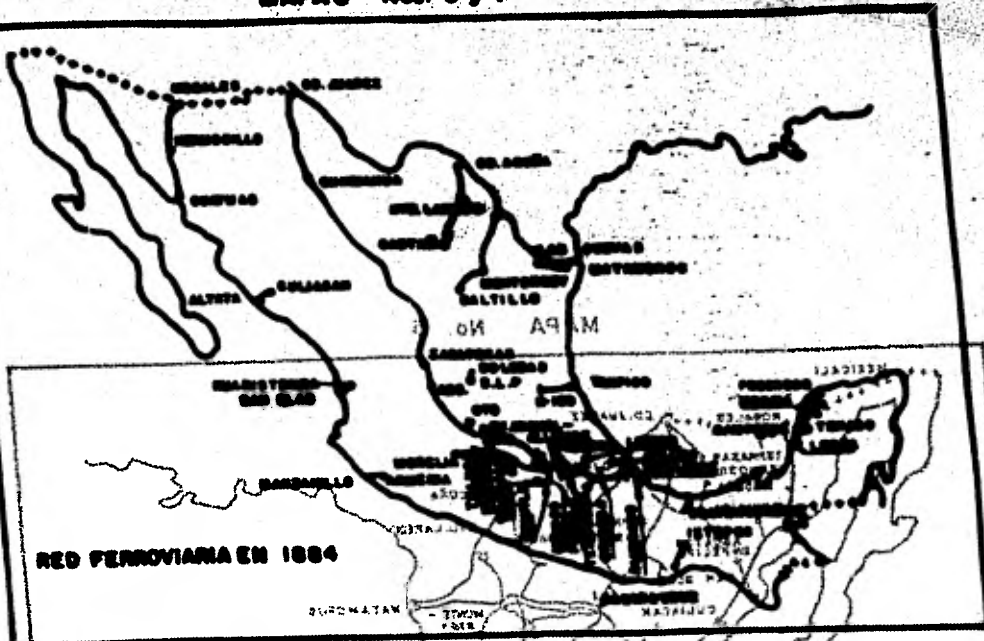


GRAFICA DE AVANCE DE LA CONSTRUCCION FERROVIARIA EN MEXICO









CUADRO No. 21

RED FERROVIARIA ACTUAL



# RED FERROVIARIA NACIONAL DEPARTAMENTO DE VIA Y ESTRUCTURAS

## CUADRO ESQUEMATICO DE LA RED FERROVIARIA NACIONAL



SIMBOLO	ABREVIATURA	EMPRESA
—————	N. O. M.	NACIONALES DE MEXICO
—————	F. C. P.	FERROCARRIL DEL PACIFICO
—————	C. H. P.	CHIHUAHUA AL PACIFICO
—————	U. D. S.	UNIDOS DEL SURESTE
—————	S. B. C.	SONORA BAJA CALIFORNIA
—————		OTRAS

CUADRO No. 22

ESTADO DE GUAYAMA  
 AYAS GOVERNATORIA DE GUAYAMA  
 REPUBLICA DE GUAYAMA

LINEAS NO. ELECTRICIDAD	VIA SENCILLA	VIA DOBLE	K I L O M E T R O S	ESTRUCTURAS		TOTAL
				ESTRUC.	ESTRUC.	
1	13 846.599		13 846.599			13 846.599
2	363.039		363.039			363.039
3	2 310.148		2 310.148			2 310.148
4	1 508.649		1 508.649			1 508.649
5	935.870		935.870			935.870
6	424.280		424.280			424.280
7	610.162		610.162			610.162
8	19 211.388		19 211.388			19 211.388
9	787.319		787.319			787.319
10	<b>TOTAL 1977</b>		<b>19 998.707</b>			<b>19 998.707</b>

LINEAS NO. ELECTRICIDAD	VIA SENCILLA	VIA DOBLE	LINEAS EXPLOTADAS EN TRAFICO		LINEAS NO. ELECTRICIDAD	TOTAL
			PASAJEROS	CARGA		
1	13 441.804		13 442	13 442	13 846.599	3 924.816
	166.865		167	167	363.039	6.468
2	2 310.148		2 310	2 310	2 310.148	588.554
3	1 508.649		1 492	1 509	1 508.649	255.037
4	935.870		927	936	935.870	161.096
	424.280		425	425	424.280	14.917
5	610.162		534	606	610.162	97.057
6	18 806.633		18 705	18 803	19 211.388	5 026.560
	591.145		592	592	787.319	21.385
7	19 397.778		19 297	19 395	19 998.707	5 047.945

VIAS CONSTRUIDAS EN LOS ESTADOS DE LA REPUBLICA

Y SU RELACION CON EL NUMERO DE HABITANTES

Y SU EXTENSION TERRITORIAL

ENTIDADES FEDERATIVAS	KMS. DE VIA	NUMERO DE HABITANTES	KMS. DE VIA POR CADA MIL HAB.	SUP. EN KM2.	KMS. DE VIA/1000 KM2. DE TERRITORIO
Aguascalientes.....	219.344	448	0.489	5 589	39.204
Baja California N....	193.968	1 320	0.146	70 133	2.766
Baja California S....	189.544	188	1.116	73 877	7.515
Campeche.....	2 169.389	1 364	1.590	51 833	14.312
Colima.....	192.388	332	0.579	5 455	35.256
Chiapas.....	540.587	1 984	0.272	73 887	7.315
Chihuahua.....	2 635.353	2 062	1.278	247 087	10.665
Distrito Federal.....	333.154	9 234	0.2036	1 499	222.250
Durango.....	1 175.022	1 149	1.022	119 648	9.820
Guanaajuato.....	994.888	2 896	0.343	30 385	32.517
Guerrero.....	104.207	2 075	0.1050	20 575	1.633
Hidalgo.....	645.581	1 435	0.450	20 987	20.760
Jalisco.....	997.093	6 294	0.159	80 137	12.441
México.....	1 062.499	6 684	0.159	21 461	49.504
Michoacán.....	916.302	2 873	0.319	59 864	15.306
Morón.....	372.346	906	0.411	4 941	75.358
Nayarit.....	326.239	725	0.450	27 622	11.811
Nuevo León.....	993.853	2 477	0.404	54 155	15.395
Oaxaca.....	650.475	2 178	0.274	95 344	16.820
Puebla.....	974.468	3 133	0.311	33 919	20.729
Queretaro.....	270.830	639	0.423	11 769	23.012
Quintana Roo.....	0	1 139	1	50 350	
San Luis Potosí.....	1 201.470	1 961	0.770	62 840	19.117
Sinaloa.....	1 174.763	841 787	0.657	40 581	20.222
Sonora.....	1 876.545	761 468	1.278	106 894	10.147
Tabasco.....	302.179	1 101	0.274	24 661	12.253
Tamaulipas.....	894.319	1 969	0.454	79 829	11.202
Tlaxcala.....	310.817	512	0.607	3 914	79.425
Veracruz.....	1 713.955	5 091	0.337	72 815	23.538
Yucatán.....	595.682	926	0.643	39 340	15.141
Zacatecas.....	820.031	1 115	0.735	75 040	10.977
SUMAS Y PROMEDIOS...	25 046.651	64 594	0.388	1 967 183	12.732
AÑO DE 1972.....	24 699.995	54 273	0.455	1 967 183	12.556
AÑO DE 1973.....	24 670.256	56 161	0.439	1 967 183	12.541
AÑO DE 1974.....	24 864.044	58 117	0.427	1 967 183	12.639
AÑO DE 1975.....	24 911.831	60 145	0.414	1 967 183	12.664
AÑO DE 1976.....	24 952.481	62 329	0.400	1 967 183	12.684

c) CRITERIO COMPARATIVO CON  
EL AUTOTRANSPORTE

EL AUTOMATISMO  
CON CRITERIO COMPARATIVO (3)

CUADRO No. 24

INVERSION PUBLICA FEDERAL REALIZADA EN EL PERIODO 1965 - 1976

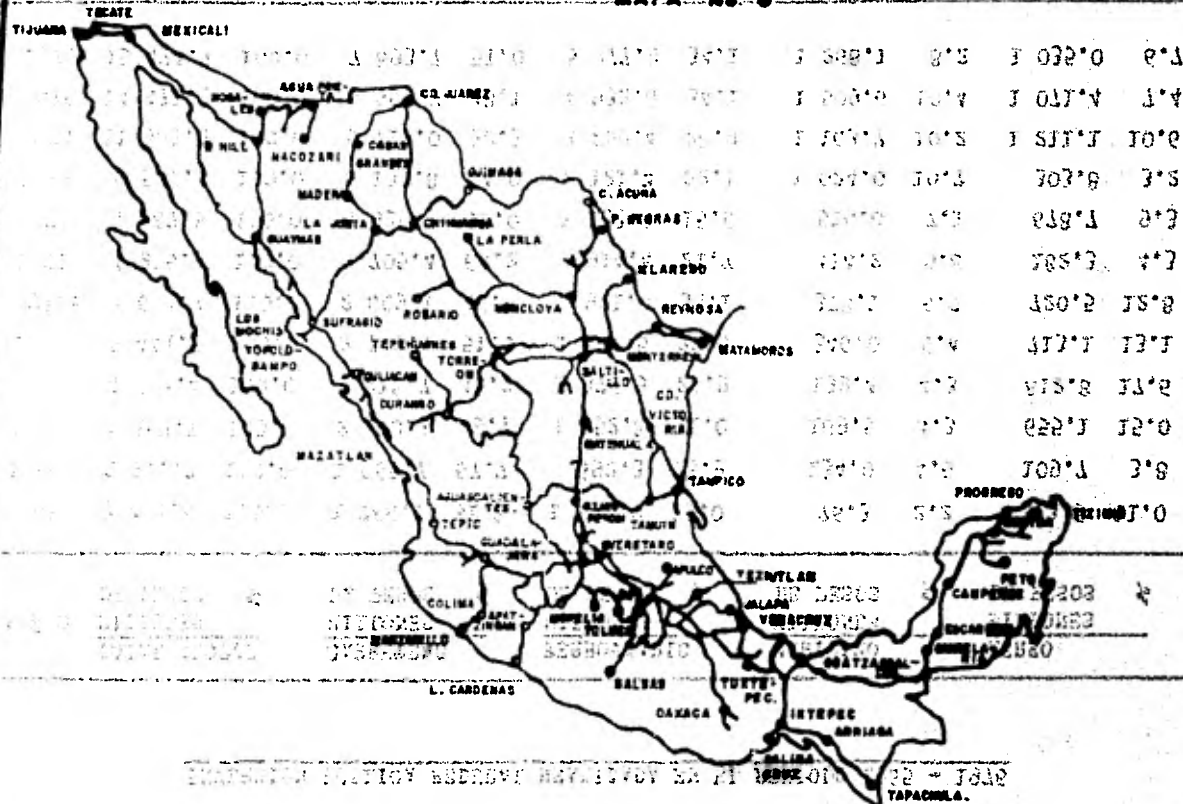
AÑO	TOTAL SECTOR		CARRETERO		FERROVIARIO		MARTIMO		AEREO	
	MILLONES DE PESOS	%	MILLONES DE PESOS	%	MILLONES DE PESOS	%	MILLONES DE PESOS	%	MILLONES DE PESOS	%
1965	3 408.5	100.0	1 756.7	51.8	1 192.0	35.0	76.3	2.2	373.5	11.0
1966	2 901.7	100.0	1 965.7	67.7	692.3	23.9	134.0	4.6	109.7	3.8
1967	4 367.7	100.0	2 170.3	49.7	1 352.8	31.0	189.5	4.3	655.1	15.0
1968	4 607.4	100.0	2 218.7	48.2	1 376.5	29.9	199.4	4.3	812.8	17.6
1969	5 441.5	100.0	2 777.6	51.0	1 604.8	29.5	346.0	6.4	713.1	13.1
1970	5 628.7	100.0	2 609.1	46.4	1 921.0	34.1	378.1	6.7	720.5	12.8
1971	4 216.3	100.0	2 705.4	64.2	914.4	21.7	414.2	9.8	182.3	4.3
1972	7 267.5	100.0	4 938.7	68.0	1 133.3	15.6	516.8	7.1	678.7	9.3
1973	9 580.0	100.0	6 130.8	64.0	2 121.4	22.1	1 024.0	10.7	303.8	3.2
1974	11 383.2	100.0	5 719.0	50.3	3 289.4	28.9	1 163.7	10.2	1 211.1	10.6
1975	14 471.3	100.0	6 957.7	48.1	4 932.6	34.1	1 509.6	10.4	1 071.4	7.4
1976	15 474.7	100.0	7 893.7	51.0	5 277.9	34.1	1 268.1	8.2	1 035.0	6.7

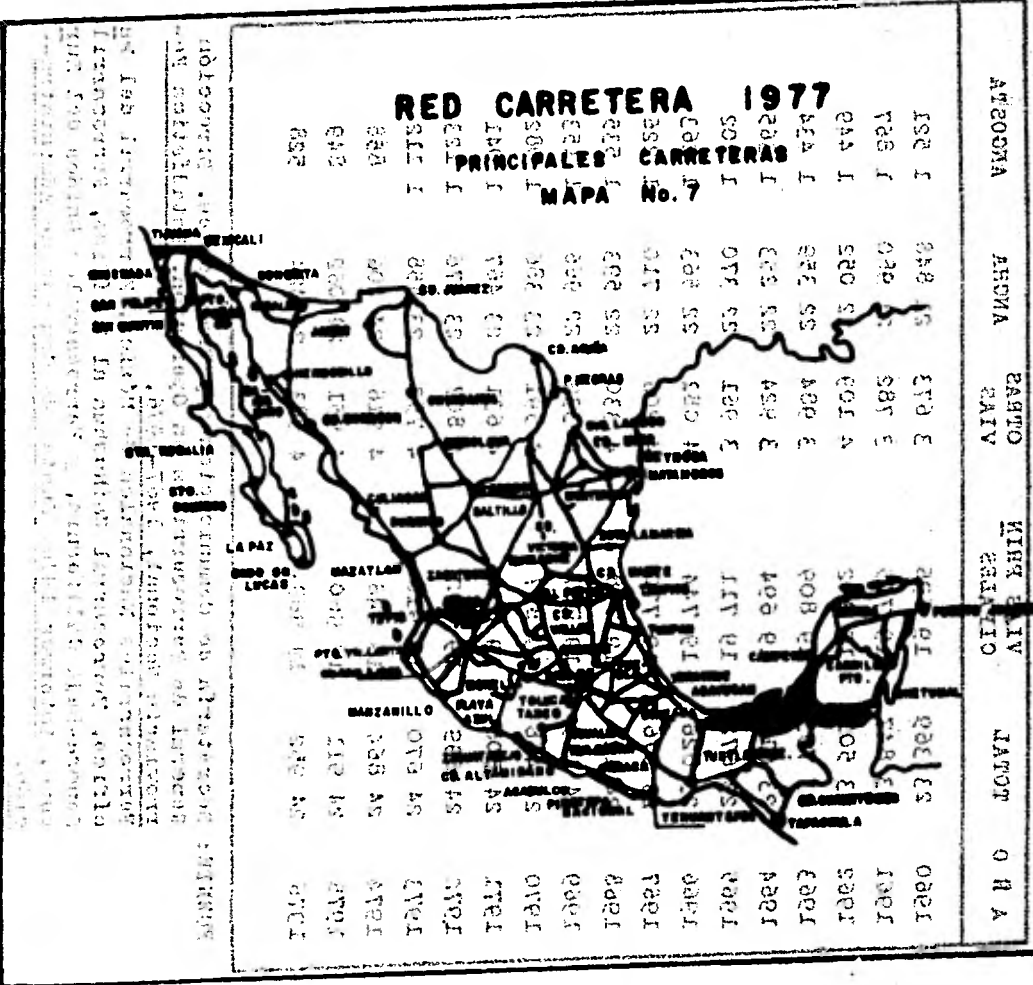
■ Inversión Autorizada.

PUENTE: Secretaría de la Presidencia, Dirección de Inversiones Públicas, Inversión Pública Federal 1965-1970, México 1971-1976 Inversión Pública Federal.

# RED FERROVIARIA 1977

MAPA No. 6





-XITOMEXIC-  
 TOMILOS Y LISO DE IV AIV 1980-1981

MEXICAN STATE HIGHWAYS

MAPA No. 52



CUADRO No. 25

**TRANSPORTE FERROVIARIO**  
**LONGITUD Y TIPO DE LA VIA 1960-1976**  
**-KILOMETROS-**

AÑO	TOTAL	VÍAS PRINCIPALES	OTRAS VÍAS	ANCHA	ANGOSTA
1960	23 369	19 696	3 673	21 848	1 521
1961	23 847	19 705	3 782	21 980	1 867
1962	23 501	19 392	4 109	22 052	1 449
1963	23 781	19 809	3 984	22 359	1 434
1964	23 615	19 694	3 924	22 253	1 365
1965	23 672	19 711	3 961	22 370	1 302
1966	23 626	19 744	4 082	22 563	1 263
1967	23 976	19 770	4 206	22 710	1 226
1968	24 128	19 748	4 330	22 593	1 535
1969	24 119	19 787	4 332	22 966	1 153
1970	24 468	19 877	4 591	23 386	1 082
1971	24 508	19 877	4 631	23 467	1 041
1972	24 699	19 892	4 807	23 576	1 123
1973	24 670	19 916	4 792	23 558	1 112
1974	24 864	19 948	4 916	24 006	858
1975	24 911	19 960	4 951	24 062	849
1976	24 952	19 969	4 983	24 424	528

FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Ferrocarriles en Operación. Estadística Ferrocarriliar Nacional, 1967-1976. Ferrocarriles Nacionales de México, Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California, y Ferrocarriles Unidos del Sureste. Informes 1976, Juntas de Consejo de Administración.

CUADRO No. 26  
EVOLUCION DE LA RED CARRETERA POR TIPO DE CAMINO 1954-1976  
AUTOTRANSPORTE

-KILOMETROS-

AÑO	TOTAL	F. E. D. E. R. A. L E S LIBRES	ESTATALES CUOTA	VEGICINALES	RURALES
1964	60 440	27 808	494	26 373	5 765
1965	61 252	28 608	562	25 387	6 695
1966	63 616	29 168	749	27 863	5 826
1967	65 095	28 958	886	28 386	6 865
1968	67 057	29 044	961	29 115	7 937
1969	69 781	29 792	1 010	30 425	8 009
1970	71 520	30 002	1 002	31 504	7 530
1971	74 052	30 951	1 002	32 517	7 500
1972	124 391	34 216	1 002	35 069	7 371
1973	156 706	36 983	1 070	38 327	7 398
1974	175 389	38 195	1 070	40 182	9 977
1975	186 218	40 381	1 062	38 561	13 489
1976	193 400	41 979	1 062	40 048	14 009

\* Datos preliminares

FUENTE: Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.  
 Dirección General de Programación.

**CUADRO No. 27**  
**CUADRO No. 28**  
**TRANSPORTE FERROVIARIO**

ESTADÍSTICA DE LA FERROVIARIA TRACTIVA 1960-1976 DE MEXICO

**ESTADÍSTICA DE LA FERROVIARIA TRACTIVA 1960-1976 DE MEXICO**

**-LOCOMOTORAS-**

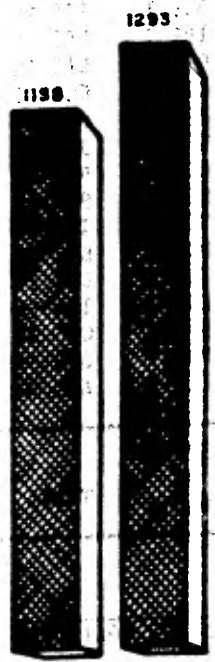
AÑO	TOTAL	DIESEL ELECTRICAS	VAPOR	ELECTRICAS
1960	1 158	598	550	10
1961	1 508	655	443	10
1962	1 061	702	349	10
1963	1 982	762	210	10
1964	1 031	894	128	9
1965	1 024	941	74	9
1966	1 001	936	56	9
1967	1 026	972	45	9
1968	1 048	013	26	9
1969	1 025	014	2	9
1970	1 019	008	2	9
1971	1 059	048	2	9
1972	1 097	086	2	9
1973	1 207	1 201	2	4
1974	1 220	1 217	2	1
1975	1 308	1 308		
1976	1 293	1 293		

**FUENTE:** Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Ferrocarriles en Operación. Estadística Ferroviaria Nacional 1967-1976. Ferrocarriles Nacionales de México, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California y Ferrocarriles Unidos del Sureste. Informes 1976, Juntas de Consejo de Administración.

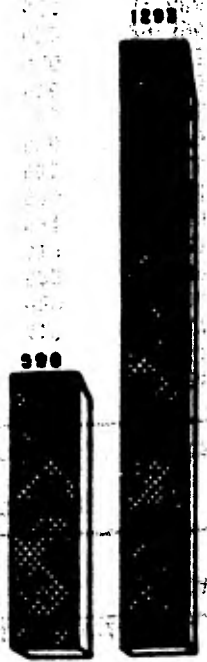
# FERROCARRILES

EQUIPO TRACTIVO No DE UNIDADES

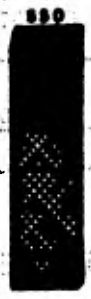
GRAFICA No 18



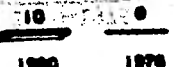
TOTAL LOCOMOTORAS



DIESEL - ELECTRICAS



VAPOR



ELECTRICAS.

1960	1198	990	880	710
1961	1200	1000	880	710
1962	1200	1000	880	710
1963	1200	1000	880	710
1964	1200	1000	880	710
1965	1200	1000	880	710
1966	1200	1000	880	710
1967	1200	1000	880	710
1968	1200	1000	880	710
1969	1200	1000	880	710
1970	1200	1000	880	710
1971	1200	1000	880	710
1972	1200	1000	880	710
1973	1200	1000	880	710
1974	1200	1000	880	710
1975	1200	1000	880	710
1976	1293	1293	~10	~10

CUADRO No. 28

TRANSPORTE FERROVIARIO

EFFECTIVOS DEL MATERIAL DE PASAJEROS, EXPRESS Y CORREO Y DE CARGA 1960-1976

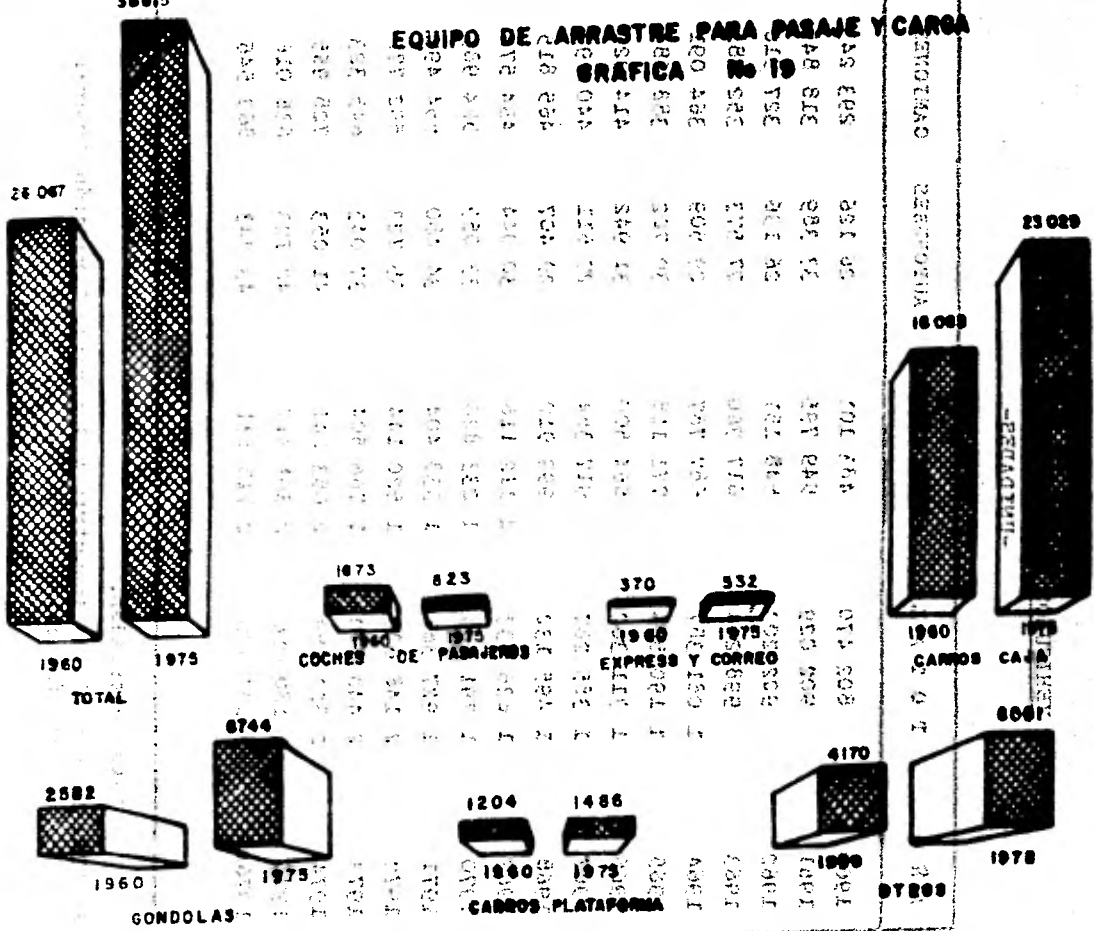
--UNIDADES--

AÑO	TOTAL	COCHES DE PASAJEROS	EXPRESS Y CORREO	SUBTOTAL	C A R G A			
					CARGOS CAJA	GONDOLAS	PLATAFORMA	OTROS
1960	26 067	1 673	370	24 024	16 068	2 882	1 204	4 170
1961	26 639	1 684	361	24 594	16 705	3 050	1 155	4 684
1962	26 980	1 746	417	24 817	15 992	3 166	1 024	4 635
1963	26 991	1 867	520	24 604	15 580	3 310	1 234	4 480
1964	27 142	1 981	522	24 639	15 467	3 769	1 191	4 212
1965	28 249	2 014	512	25 723	16 204	3 696	1 062	4 761
1966	28 811	2 131	531	26 149	16 420	3 581	1 009	5 139
1967	29 186	2 160	538	26 488	16 107	3 695	1 034	5 572
1968	28 756	1 659	581	26 526	16 175	3 975	985	5 381
1969	29 146	1 691	576	26 879	16 334	5 223	1 044	4 278
1970	29 769	1 682	586	27 501	16 703	4 241	992	5 565
1971	30 209	1 660	576	27 973	17 320	4 210	1 111	5 332
1972	30 979	1 556	610	28 813	17 928	4 466	1 343	5 076
1973	31 569	1 561	612	29 396	18 181	5 594	1 328	4 293
1974	34 616	1 336	594	32 686	20 377	5 486	1 244	5 579
1975	38 615	823	532	37 260	23 029	6 744	1 486	6 001
1976	40 838	723	575	39 540	24 081	8 331	1 283	5 845

FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Ferrocarriles en -  
Operación. Estadística Ferroviaria Nacional 1967-1976.

NOTA: De 1968 a 1975 sólo se incluyen los Coches de la. y 2a. Clase Metálicos.

# FERROCARRILES



ES. ON ORLAUD

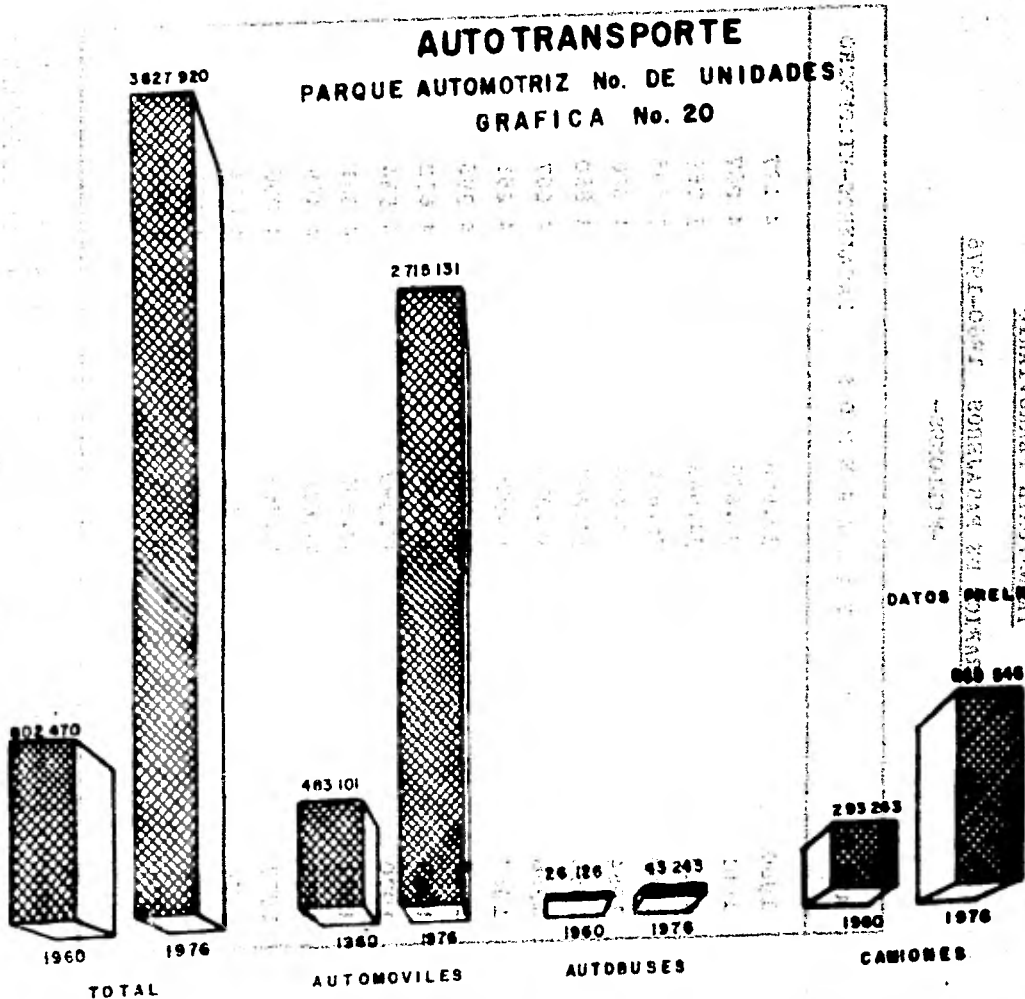
CUADRO No. 29

VEHICULOS EN CIRCULACION 1960-1976  
-UNIDADES-

AÑO	TOTAL	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES
1960	802 470	483 101	26 126	293 243
1961	902 029	549 795	33 389	318 845
1962	902 203	548 151	26 136	327 916
1963	998 214	617 960	27 573	352 681
1964	1 081 387	687 787	29 509	364 091
1965	1 190 504	771 118	30 702	388 684
1966	1 311 362	864 500	31 942	414 920
1967	1 385 287	917 384	27 611	440 292
1968	1 495 132	999 910	29 407	465 815
1969	1 636 733	1 112 116	30 044	494 573
1970	1 791 868	1 233 824	33 059	524 985
1971	1 927 381	1 338 404	34 480	554 497
1972	2 148 639	1 520 144	35 723	592 772
1973	2 448 870	1 766 504	37 043	645 323
1974	2 823 259	2 053 241	41 053	728 965
1975	3 180 056	2 301 317	42 723	836 016
1976*	3 627 920	2 715 131	43 243	869 546

\* Datos estimados.

FUENTE: Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística.



DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA

DATOS PRELIMINARES  
 BOLETIN DE ESTADISTICA JURIDICA  
 DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA  
 GOBIERNO DE CHILE  
 SANTIAGO DE CHILE



CUADRO No. 30

TRANSPORTE FERROVIARIO

TRAFICO DE PASAJEROS 1960-1976

-MILLONES-

AÑO	PASAJEROS	PASAJEROS-KILOMETRO
1960	32.586	4 127
1961	33.606	4 287
1962	34.546	3 769
1963	35.690	3 898
1964	37.456	4 096
1965	37.267	3 880
1966	38.014	4 067
1967	38.926	4 251
1968	38.758	4 398
1969	39.496	4 632
1970	37.399	4 534
1971	33.500	4 361
1972	33.678	4 485
1973	28.753	4 056
1974	25.393	4 614
1975	24.729	4 122
1976	24.433	4 058

FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Ferrocarriles en Operación. Estadística Ferroviaria Nacional 1967-1976. Ferrocarriles Nacionales de México, Ferrocarril del - Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California y Ferrocarriles Unidos del Sureste. Informes 1976, Juntas de Consejo de Administración.

CUADRO N.º 31

AUTOTRANSPORTE

TRAFICO DE PASAJEROS 1960-1976

-MILLONES-

AÑO	AUTOMOVILES		AUTOBUSES	
	PASAJEROS	PAS-KM	PASAJEROS	PAS-KM
1960	67	13 328	182.198	43 728
1961	76	15 168	232.849	55 884
1962	76	15 122	182.268	43 744
1963	85	17 048	192.289	46 149
1964	95	18 975	205.790	49 389
1965	106	21 274	214.110	51 386
1966	119	23 850	222.758	53 461
1967	127	25 309	192.554	46 212
1968	138	27 585	205.079	49 218
1969	153	30 680	209.521	50 285
1970	170	34 039	230.547	55 331
1971	185	36 924	240.457	57 209
1972	210	41 938	249.126	59 790
1973	244	48 234	258.331	61 999
1974	283	56 645	286.296	68 711
1975	317	63 489	297.943	71 506
1976*	374	74 905	301.576	72 376

\* Datos estimados.

PUNTE, Secretaría de Industria y Comercio,  
Dirección General de Estadística.

CUADRO No. 32

TRANSPORTE FERROVIARIO

TRAFICO DE CARGA 1960-1976

ESTADÍSTICA DE TRAFICO DE CARGA

-MILLONES-

-SEMIANUAL-

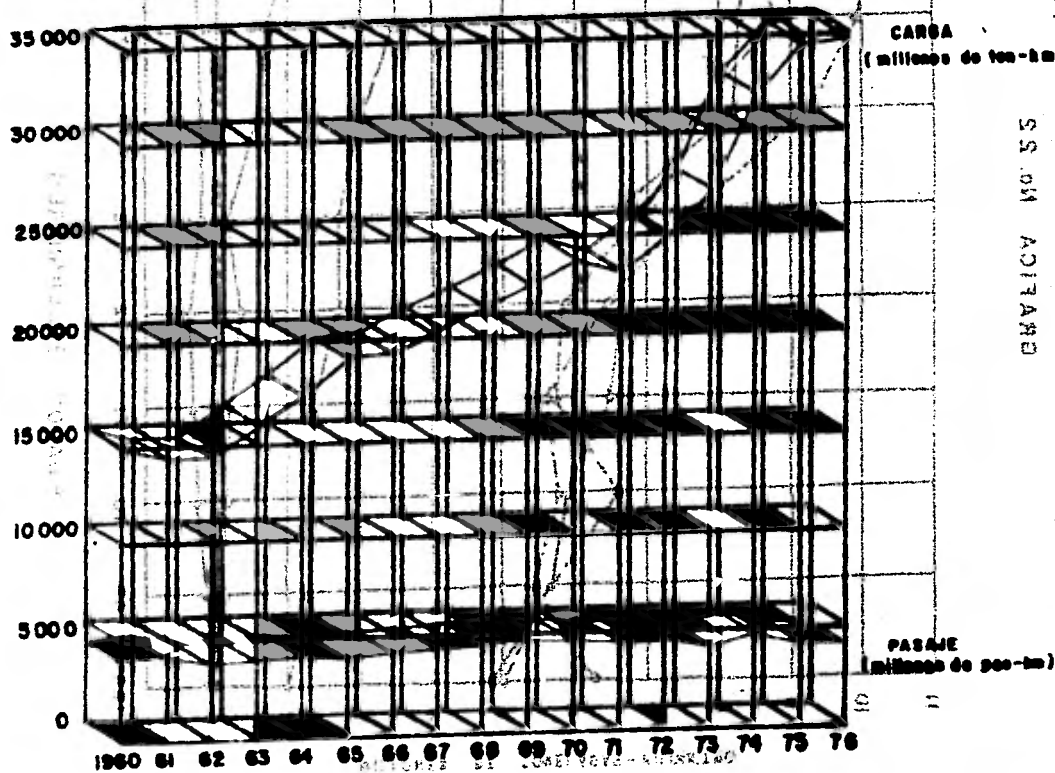
AÑO	TONELADAS		TONELADAS-KM	
	NETAS	NETAS	NETAS	NETAS
1960	34.359	14.946		
1961	32.614	14.383		
1962	32.603	14.378		
1963	36.335	15.878		
1964	39.582	17.258		
1965	42.947	19.197		
1966	42.303	19.248		
1967	45.183	20.513		
1968	46.886	21.252		
1969	49.410	22.431		
1970	49.186	23.701		
1971	50.365	23.079		
1972	52.516	24.809		
1973	55.227	27.130		
1974	63.823	31.784		
1975	65.356	34.447		
1976	65.398	34.821		

FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Ferrocarriles en Operación, Estadística Ferroviaria Nacional 1967-1976.

Ferrocarriles Nacionales de México, Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California y Ferrocarriles Unidos del Sureste. Informes 1976, Juntas de Consejo de Administración.

# FERROCARRILES

PASAJE Y CARGA TRANSPORTADA POR EL SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL (60-76)  
GRAFICA No. 21

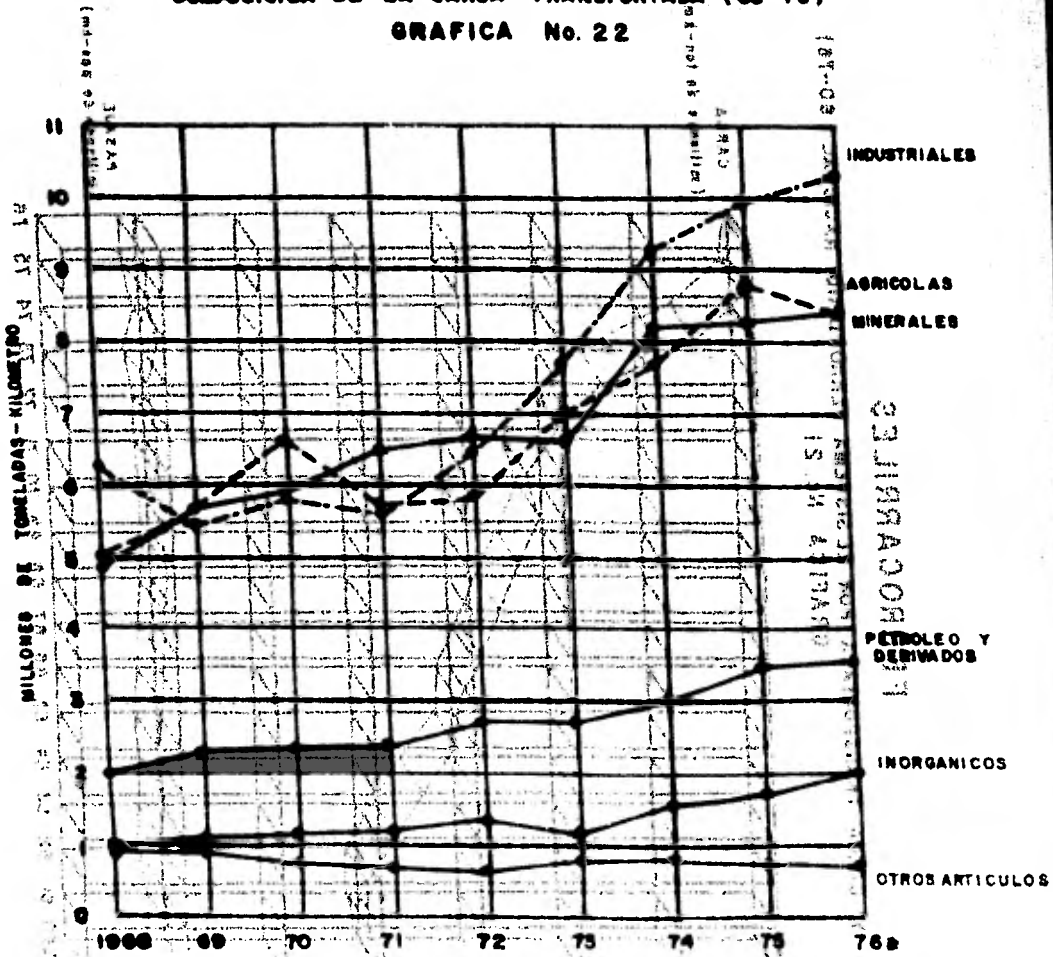


COMISIÓN DE LA CARGA INVERSIÓN (60-68)  
 SERVICIO AGRAIC AL PASAJERO (68-76)  
 SERVICIO ACIARO

# FERROCARRILES

COMPOSICION DE LA CARGA TRANSPORTADA (68-76)

GRAFICA No. 22



\* DATOS PRELIMINARES

**CUADRO N<sup>o</sup>. 33**  
**AUTOTRANSPORTE**  
**TRAFICO DE CARGA 1960-1976**  
**-MILLONES-**

AÑO	C A R G A	
	TONELADAS	TON-KM
1960	67.959	27 183
1961	74.112	29 644
1962	76.166	30 466
1963	81.977	32 790
1964	84.629	33 851
1965	90.346	36 138
1966	96.444	38 577
1967	102.341	40 936
1968	108.274	43 390
1969	114.958	45 983
1970	122.027	48 811
1971	128.887	51 554
1972	137.784	55 133
1973	149.999	59 999
1974	169.440	67 776
1975	194.324	77 729
1976*	202.117	80 846

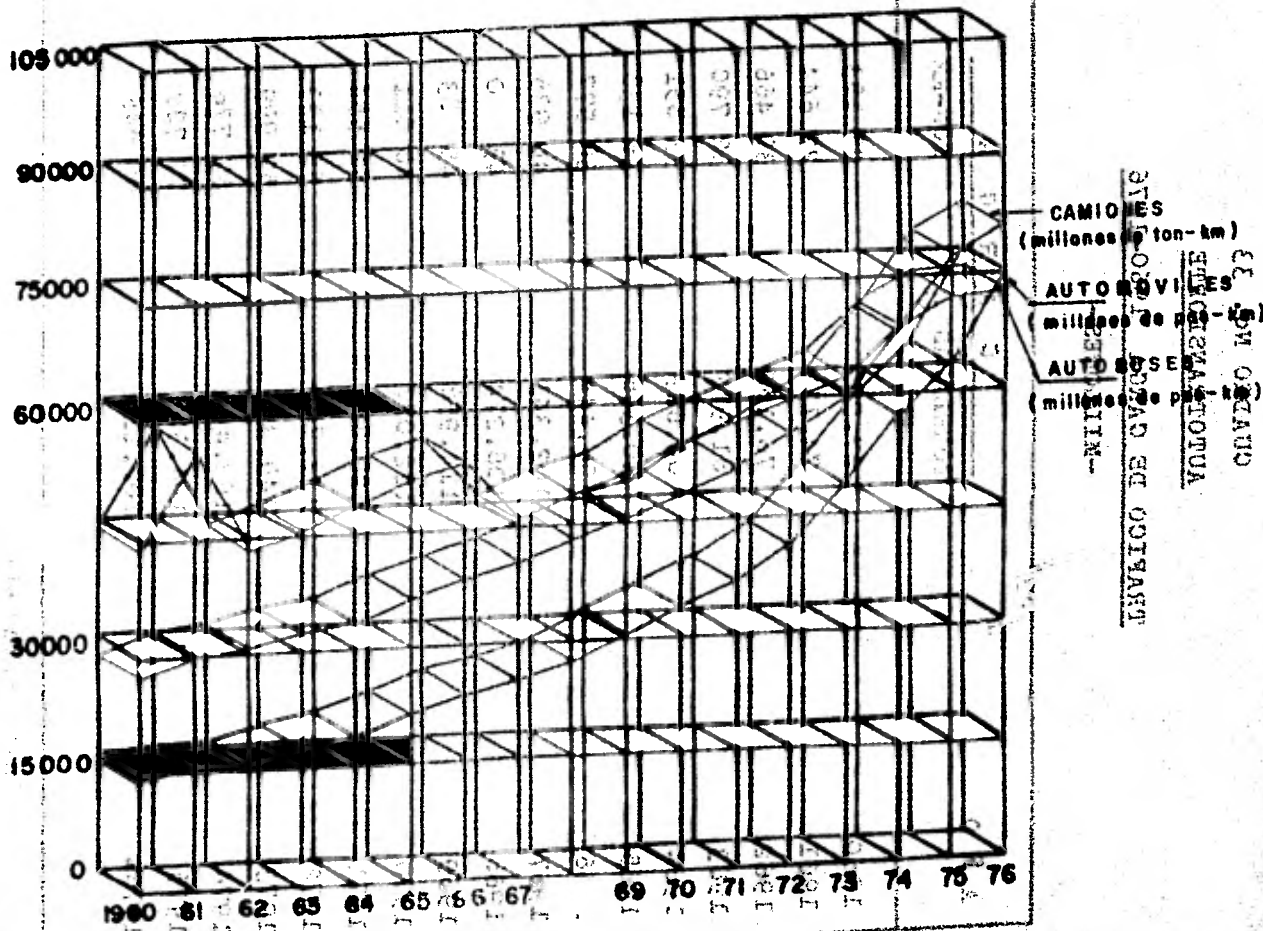
\* Datos estimados.

FUENTE : Secretaría de Industria y Comercio.  
Dirección General de Estadística.

# AUTOTRANSPORTE

TRAFICO DE PASAJE Y CARGA

GRAFICA No. 23



FERROCARRILES

RESULTADOS ECONÓMICOS DE LA OPERACIÓN  
DEL SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL

TRANSACCIONES FINANCIERAS

**INGRESOS Y GASTOS TOTALES DE OPERACIÓN 1960-1976**

-MILES DE PESOS-

AÑO	INGRESOS	GASTOS	DEFICIT	CORPONENTE DE OPERACIÓN
1960	1 853 295	1 993 931	140 636	1.076
1961	1 784 555	2 152 693	368 138	1.206
1962	1 787 048	2 230 637	443 589	1.248
1963	1 939 175	2 402 893	463 718	1.239
1964	2 152 671	2 905 878	753 207	1.350
1965	2 335 618	2 909 282	573 664	1.246
1966	2 339 229	3 053 394	714 165	1.305
1967	2 487 616	3 343 600	855 984	1.345
1968	2 382 896	3 215 980	833 084	1.350
1969	2 561 706	3 522 368	960 662	1.375
1970	2 641 206	3 818 976	1 177 770	1.444
1971	2 556 534	4 119 567	1 563 033	1.611
1972	2 729 366	4 478 709	1 749 343	1.640
1973	2 981 764	5 125 078	2 143 314	1.718
1974	3 522 158	6 455 476	2 933 318	1.832
1975	5 069 887	8 017 874	2 947 987	1.581
1976*	5 744 800	9 302 100	3 557 300	1.619

\* Datos preliminares.

FUENTE : Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Ferrocarriles en operación. Estadística Ferroviaria Nacional 1967-1976. Ferrocarriles Nacionales de México, Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California y Ferrocarriles Unidos del Sureste. Informes 1976, Junta de Consejo de Administración.



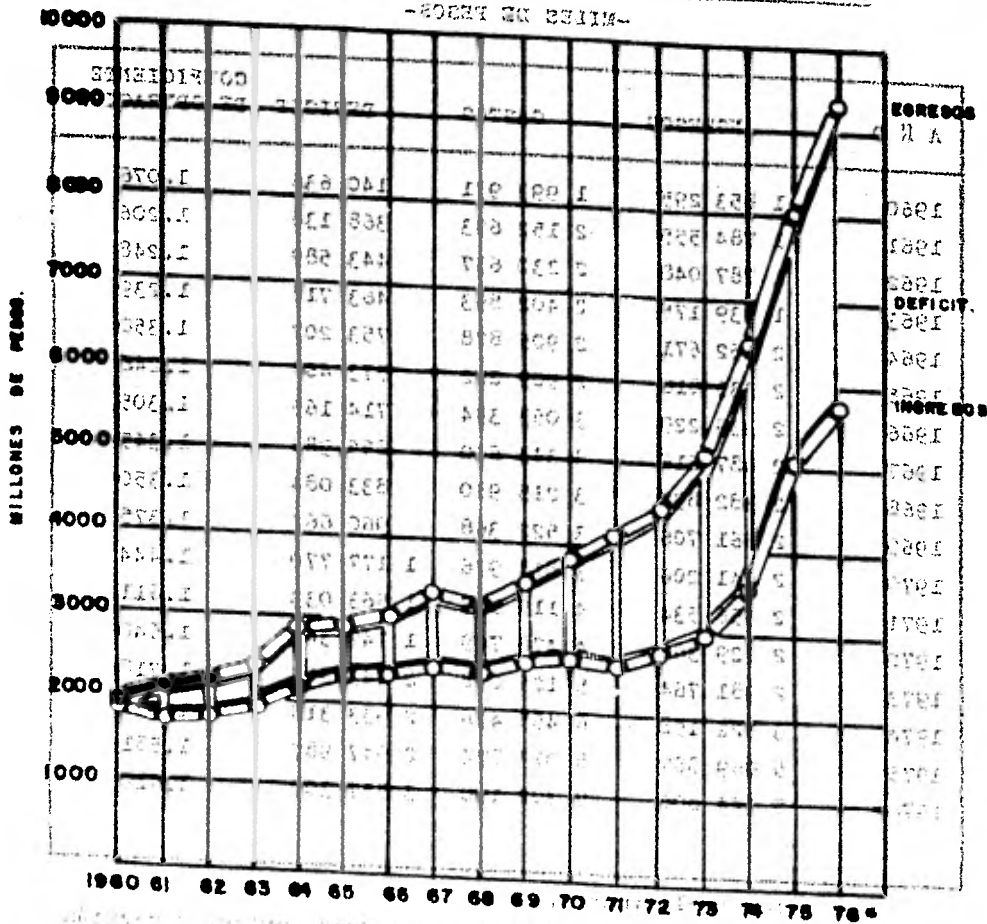
# FERROCARRILES

RESULTADOS ECONOMICOS DE LA OPERACION  
DEL SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL

GRAFICA No. 24

INGRESOS Y GASTOS TOTALES DE OPERACION 1960-1976

-MILLONES DE PESOS-



\*DATOS PRELIMINARES

CAPITULO II

P L A N E A C I O N

11 0200110

0000000000

**PLANEACION, PROGRAMACION Y FINANCIAMIENTO**

**DE LAS INVERSIONES EN VIAS FERREAS**

**II.1 PLANES**

El reconocimiento de que los recursos necesarios para las inversiones en obras y equipo ferroviario y en general para todo tipo de gastos en creacion y ampliacion del capital social básico que permite promover y sostener la evolucion armónica y acelerada de la sociedad en que vivimos, son muy superiores a los disponibles, hace evidente la necesidad de racionalizar su uso, de tal suerte que sea posible obtener el máximo rendimiento de ellos para el pronto logro de los objetivos buscados.

En el análisis de las distintas alternativas de desarrollo del sector ferroviario, las técnicas de planeación y programación resultan un valioso instrumento, pero éstas no tienen carácter universal ni pueden aplicarse indiscriminadamente, sobre todo en países como el nuestro que tienen problemas específicos, aunque análogos, que demandan soluciones particulares, por lo que es necesario hacer serias reflexiones e implantar métodos y procedimientos acordes a nuestra realidad y medios disponibles.

Esas técnicas pueden ir desde esquemas formales que contienen las acciones a realizar, hasta planteos sencillos usados en la toma de decisiones, sin pretender que constituyan marcos rígidos que condicionen totalmente las tareas por realizar, y su utilidad y validez radica en la coherencia que aseguran entre objetivos y medios disponibles.

Entre las bases fundamentales en la elaboración de planes de inversiones en obras de infraestructura y equipos para ferrocarriles, destacan la fijación de objetivos y de lineamientos de política general para el sector; la preparación de un diagnóstico de la situación prevaleciente; los pronósticos del tráfico por categorías y su distribución; la proposición de mejoramientos y medidas a tomar para asegurar el movimiento del tráfico futuro y el equilibrio en el mercado de los transportes; los juicios que permitan probar la factibilidad económica de las iniciativas y su coherencia con el logro de las metas fijadas; la integración de un programa que tome en cuenta las prioridades establecidas y los recursos asignados en el tiempo a cada uno de los proyectos; y el análisis de las fuentes probables de financiamiento.

En ese orden de ideas se tratará lo referente a cada una de esas etapas del proceso de planeación de las inversiones ferroviarias, y en primer término se marcarán los objetivos primordiales para el sector.

**II.1.1 OBJETIVOS**

Difícilmente se podrá encontrar una actividad productiva y aspectos de la vida social, política, cultural y administrativa de un pueblo, que no estén ligadas de alguna manera directa o indirecta con el fenómeno del traslado de personas y bienes de servicio, por lo que los objetivos de un plan de transportes, en los que se inscriban los programas de inversiones en infraestructura y equipo ferroviario, deben ir más allá de los problemas internos del propio sector y formar parte inseparable de los planes de desarrollo econó

nico y social de la nación.

Es por esas razones que los objetivos de los planes de transporte no podrán ser diferentes de los de crecimiento económico, industrialización, descentralización de actividades, desarrollo regional, aprovechamiento de recursos existentes, creación y fortalecimiento de los polos de desarrollo, ordenación del uso de los espacios urbanos, fomento del comercio exterior, distribución del ingreso y salvaguarda de los valores y cultura propios y en general el mejoramiento de los niveles de bienestar y cambio en las estructuras sociales, preocupaciones que son común denominador a todos los países que tratan, como nosotros de impulsar su desarrollo con independencia y estabilidad.

#### II.1.2 POLITICA DE TRANSPORTES

Entre otros problemas que más adelante se detallan, cabe mencionar uno que es frecuente que tenga lugar en los países del Tercer Mundo, y que es el de la falta de una política de transportes, en la cual puedan ubicar sus acciones las empresas ferroviarias, las que al carecer de orientaciones y directrices específicas, actúan haciendo los mejores esfuerzos que les permite el tiempo, los recursos y su propia organización sin que necesariamente sean los que más beneficien al transporte y al país en su conjunto.

En tal virtud una tarea importante e inaplazable por realizar y sin la cual es difícil y muchas veces estéril cualquier esfuerzo de planeación, es la de definir una clara y precisa política de transportes, en la cual de manera natural se apoyen los planes de transporte, los programas de inversiones en infraestructura, las estrategias para produc---

ción e importación de equipos y refacciones y los planes de aprovechamiento y uso de los energéticos. Las medidas políticas deberán también basarse en las medidas reglamentarias, tarifarias e impositivas que en su conjunto conduzcan al logro de los objetivos nacionales, a la mejor aprovechamiento de los recursos existentes, a una coordinación entre los diferentes modos de transporte y en general a la máxima contribución del sector al desenvolvimiento del país. De otra manera podemos incurrir en gastos y desperdicios innecesarios, en deformaciones en la economía y en cargas excesivas para el Estado.

### II.1.3

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

Las metas específicas del sector inscritas en el contexto del logro de los objetivos nacionales y dentro del papel que en el proceso de desenvolvimiento general los ferrocarriles deben desempeñar, pueden resumirse como sigue:

- A) Satisfacer las demandas de transporte de personas y bienes con mucha eficiencia y un costo tal que la vía férrea absorba la parte del tráfico que económicamente más conviene a la nación, teniendo en cuenta las necesarias transformaciones que operarán en el sector transporte en los próximos años, y buscando en forma permanente el mejor uso de los recursos de toda índole que se manejan, destacando los humanos, los energéticos y los de inversión en infraestructura y equipos.
- B) Tender a la mejor coordinación y complementación entre los diferentes modos de transporte, de tal suerte que cada uno de ellos tome a su cargo el tráfico que le co-

responda dentro de un deseable equilibrio en el mercado de los transportes.

C) **Disminuir al máximo posible los costos totales de transportación de bienes y personas que, por su naturaleza y distancia de recorrido, encuentran en el transporte ferroviario el modo más indicado para su movilización y**

**al mismo tiempo hacer posible que los precios por los servicios sean tales que se tienda al equilibrio financiero de las empresas, aliviando la carga para el Estado, eliminando las nocivas deformaciones que a la economía pueden ocasionar los subsidios al transporte y proporcionando las ventajas, libertad y flexibilidad que la autosuficiencia da a las administraciones ferroviarias.**

D) **Extender los sistemas, ampliar y modernizar las instalaciones, y diversificar los servicios y sus modalidades**

**para contribuir en la mayor medida posible al alcance de los objetivos nacionales ya mencionados y constituir junto con otros medios del Estado, un instrumento eficaz para el fomento de las acciones de desarrollo y de distribución del ingreso.**

Para lograr lo anterior es necesario tomar una serie de medidas operativas, tarifarias, de reformas a la administración y a la organización; buscar en forma permanente la reducción de costos y la más alta productividad y eficiencia en todos los sentidos; así como de la canalización de importantes recursos de inversión para mejoramiento y adquisiciones de todo tipo que en su conjunto permitan la coherencia y compatibilidad de los planeamientos mencionados.

A continuación nos referiremos solo a las inversiones y



mencionaremos los más importantes problemas que sobre el particular afrontan los Ferrocarriles Mexicanos.

**11.1.4 DIAGNOSTICO**

Parte importante de los esfuerzos en la preparación de los planes de inversiones en vías férreas, deben orientarse al diagnóstico de la situación prevalectiente y al levantamiento de un inventario de los medios disponibles, que deberá cubrir no solo el estado físico de las instalaciones y el material existente, sino de su grado de utilización, y en general de la identificación de los problemas y obstáculos que impiden el mejoramiento en la calidad de los servicios y ab-

sorber la demanda que dentro del mercado de transportes le corresponde a la vía férrea.

Cabe reconocer que en la mayor parte de nuestros países ya se cuenta con un sistema básico ferroviario bastante competitivo y sobrecapaz en relación con el tráfico que abarca y que los inventarios de fuerza motriz y equipo de arrastre alcanzan cifras de consideración, lo que constituye un patrimonio del que debemos obtener el máximo rendimiento.

Como consecuencia de la concentración regional de las actividades que caracteriza a la mayor parte de los países en desarrollo, las redes ferroviarias presentan en general una alta densidad de tráfico en parte de sus instalaciones, en las cuales frecuentemente ya hay serios problemas de saturación y en las que por el fuerte crecimiento de la demanda que se espera, será necesario realizar importantes inversiones en el futuro próximo, para garantizar la capacidad y niveles de servicio adecuados, así como para no incurrir en costosas demoras y deficiencias que podrían traducirse en

desviaciones de parte del tráfico a otros modos de transporte.

En contraste existe un alto porcentaje de las líneas e instalaciones fijas que tienen muy bajo índice de utilización, lo que constituye una nociva inmovilización de inversiones y conduce a la necesidad de sostener en algunos casos, cuando hay presiones políticas y condicionantes sociales inevitables, servicios y ramales improductivos que afectan seriamente las finanzas de las empresas. Otro fenómeno que vale la pena citar es la existencia de muchas obras provisionales y de baja capacidad, y en el caso de México, es el de los cuentes el que más nos preocupa, lo que además de los elevados gastos de mantenimiento en que se incurre, constituyen un riesgo en la operación y no permiten el uso del equipo moderno de grandes pesos por eje en gran parte de la red.

Conviene destacar en materia de vías el hecho de que un gran número de líneas datan del siglo pasado y principios del presente y que sus especificaciones geométricas ya no corresponden a las características modernas del equipo, ni a las necesidades actuales del transporte, por lo que es preciso canalizar esfuerzos importantes al mejoramiento y modernización de muchas de las instalaciones.

Asimismo, subsisten aún centros de actividad económica donde existen recursos potenciales que para su aprovechamiento y desenvolvimiento requieren de los servicios del transporte ferroviario de alta calidad, lo que en muchos casos se traduce en la necesidad de construir nuevas líneas o acortamientos en las redes existentes.

Otro aspecto que debe preocuparnos es el de las necesidades de expansión de los patios, terminales y talleres de-

mantenimiento del equipo, en zonas en las que por el crecimiento de las poblaciones no existen posibilidades de ampliación y se precisa de cambios de localización a sitios donde los terrenos disponibles son escasos. Es por lo tanto indispensable hacer las previsiones con la suficiente anticipación para adquirir el derecho de vía oportunamente y tener en cuenta las expectativas de desarrollo y evolución deseable de las ciudades, en cuya orientación y limitación pueden influir considerablemente las instalaciones ferroviarias.

Uno de los problemas más importantes que tienen que resolver las administraciones ferroviarias y que constituye frecuentemente la médula de los programas de fuerza motriz, es la adquisición de carros de carga y coches de pasajeros, para absorber el crecimiento de la demanda y para satisfacer las necesidades de reposición de equipo, y en menor escala los requerimientos de maquinaria para talleres de reparación y mantenimiento de vía.

Este renglón debe ser motivo de cuidadosos análisis en razón de la gran cantidad de recursos en divisas extranjeras que se requieren y por las grandes posibilidades que existen de aumentar los índices de rendimiento que en la actualidad son sumamente bajos.

En términos de la necesidad de dar mejor uso y aprovechamiento a nuestros recursos energéticos, en el futuro próximo se operarán transformaciones radicales en el transporte sobre todo en lo que toca a la suerte del autotransporte de carga a largas distancias, y el papel de los ferrocarriles para el transporte interurbano de pasajeros a medianas distancias y el tráfico suburbano en las grandes zonas metropolitanas, circunstancia que debe ser motivo de nuestra preocup

...planificación y desarrollo de actividades

...y el estudio de las necesidades tecnológicas y científicas que  
deberán manejarse y porque se trata de proyectos de largo  
periodo de maduración.

**11.1.5**

**POLITICA DE INVERSIONES**

En ese estado de cosas, podemos resumir las necesida  
des más apremiantes en materia de inversiones y los concep  
tos a considerar en la formulación de planes en la materia  
de la siguiente manera:

A) Tener implícita la idea de dar primordial importancia y  
asignar alta prioridad a las labores de conservación de  
las instalaciones fijas y equipo existente, a efecto de  
obtener de ellas el máximo rendimiento y prolongar lo  
más posible su vida útil y evitar que por su desaten  
ción nos veamos obligados a realizar inversiones prema  
turas e innecesarias. Lo anterior supone en primer tér  
mino actualizar los trabajos de mantenimiento que equi  
vocadamente o por falta de recursos se han venido difi  
riendo.

B) Prestar especial atención a las inversiones en aumento  
de la capacidad y mejoramiento de los niveles de servi  
cio a través de la ampliación de laderos, patios, ter  
minales, talleres, estaciones y otras edificaciones.  
Cuando las ampliaciones signifiquen cambio de localiza  
ción habrá que tomar en cuenta el hecho de que las in  
versiones futuras deben influir en una verdadera plani  
ficación del ordenamiento urbano, un óptimo aprovecha  
miento del suelo disponible y un efectivo apoyo al des  
envolvimiento de las actividades industriales y a las -

políticas de descentralización y desarrollo regional.

C) **Canalizar importantes recursos al mejoramiento y aumento de la seguridad y eficiencia en la explotación, a través del desarrollo de las telecomunicaciones e implantación de sistemas de control de operaciones, cuando los beneficios derivados de los proyectos superen a las inversiones necesarias.**

D) **Continuar los estudios y medidas encaminadas a la supresión de servicios, líneas y ramales improductivos, cuando no existan razones económicas para seguirlos sosteniendo, ni subsistan grupos de población que por la falta de recursos o de otros medios de comunicación, encuentran en el transporte ferroviario la única vía de acceso con el resto del territorio nacional.**

E) **Proseguir, conscientes de que no será una meta alcanzable en el corto plazo, el proceso de sustitución de puentes y en general obras provisionales por definitivas, dando prioridad a las líneas que por los volúmenes y naturaleza del tráfico soportado, o por las características del clima, sea más urgente y económicamente justificable su atención.**

F) **Intensificar las labores de rehabilitación integral de las vías más congestionadas, incluyendo el cambio de riel y aumento de su calibre, cuando su estado físico y la economía así lo justifiquen, e introduciendo los adelantos tecnológicos en materia de vía elástica y soldadura de tramos de gran longitud, así como impulso a trabajos que van desde el refuerzo de terracerías y taludes, hasta la relocalización de tramos de alta pendiente y curvatura, cuando la magnitud de los ahorros en --**

costo de transporte y mantenimiento, garanticen la redituabilidad del capital involucrado en las inversiones.

G) Construcción de nuevas líneas y acortamientos entre tramos existentes, cuando su influencia en la promoción del desarrollo de otros sectores, su participación en el logro de los objetivos nacionales o la magnitud de los volúmenes de tráfico, justifiquen la realización de los proyectos.

H) Adquisición de la fuerza motriz y equipo de arrastre que vaya demandando la evolución del tráfico y los requerimientos de sustitución de equipo obsoleto o en mal estado físico, teniendo en cuenta el indispensable aumento de la productividad y la capacidad de la industria nacional para hacer frente a parte de las necesidades de producción y las transformaciones tecnológicas que se esperan, especialmente la electrificación parcial de los sistemas.

I) Iniciar los estudios, proyectos y tomar las medidas necesarias, así como canalización de fondos presupuestales, para anticiparse a los requerimientos que en el futuro demandará el transporte masivo de pasajeros.

## II.1.6 PREVISIONES DE TRAFICO

Definidos los principales lineamientos de política de inversiones, la evaluación del tráfico futuro es una tarea esencial. Como las inversiones en obras y equipos ferroviarios generalmente tienen una duración de vida considerable, las decisiones sobre el particular implican necesariamente previsiones de tráfico a largo plazo que son riesgosas y difíciles de establecer. Sin embargo es evidente que será ne-

... hacer hipótesis gruesas o cuabienas que podemos estar -- equivocados, que no hacerlas. Si se van a hacer, se deberían hacer -- teóricamente las previsiones de tráfico deberían desa- -- rrollarse globalmente siguiendo tres fases fundamentales: la -- identificación de los sitios y volúmenes de la producción y -- consumos futuros, incluyendo las importaciones y las exporta- -- ciones e hipótesis en cuanto a la importancia relativa que -- tendrán los núcleos de actividad; la conversión de esos da- -- tos en volúmenes de tráfico, clasificados por origen y desti -- no; y por último, el reparto de esos flujos por modos de -- transporte, entre los que se cuenta desde luego la vía fé- -- rrrea.

Sin embargo un método como el descrito tiene dificultades reales en su aplicación en los países como el nuestro, -- ya que las previsiones entrañan la existencia de planifica-- ción de otros sectores que en la mayor parte de las veces ca -- recemos, y de la disponibilidad de pronósticos a largo plazo en cuanto a la evolución de los mismos que casi siempre se -- desconocen, a excepción de unas cuantas industrias básicas -- en las que afortunadamente ya existe un panorama más o menos claro de sus niveles de producción a un horizonte tal que -- permite hacer especulaciones en cuanto al comportamiento fu-- turo del tráfico de ese tipo de artículos.

Es por eso que puede ser más práctica la aplicación de -- métodos econométricos simples que relacionen algunas varia-- bles independientes, o parámetros para el horizonte seleccio -- nado, con la demanda del tráfico, o bien considerar la evolu -- ción de los flujos de transporte en el tiempo y efectuar ex -- trapolaciones de las tendencias del pasado para hacer previ -- siones al futuro, métodos que no obstante su poca confiabili

dad han sido hasta el momento frecuentemente utilizados en estudios de transporte en países de desarrollo económico relativamente bajo.

Las informaciones anteriores nos permitirán hacer previsiones en cuanto al grado de utilización que tendrán las instalaciones fijas y los equipos disponibles, y al compararlo, con su capacidad y estado físico, servirán de base para la generación de las iniciativas y alternativas de inversión que posteriormente se evaluarán para establecer las prioridades y programas de acción, atendiendo a sus efectos primordiales.

### II.1.7

### EVALUACION DE PROYECTOS

La planeación de las inversiones va desde los planteamientos teóricos y conceptuales, hasta las fases prácticas y ejecutivas, en las que las técnicas de evaluación de proyectos son instrumentos valiosos, tanto para el análisis de alternativas, como para el establecimiento de prioridades, cuantificación de la medida en que se alcanzan los objetivos buscados y el cálculo del rendimiento del capital involucrado en cada una de las iniciativas, por lo que conviene esbozar a grandes rasgos los principales criterios y orientaciones en esa materia.

### II.1.8

### CRITERIOS FINANCIEROS Y ECONOMICOS

Con los sistemas actuales de tarifas y características del mercado de los transportes, la evaluación de inversiones basada exclusivamente en consideraciones financieras entraña serias dificultades y no deja de ser demasiado parcial, ya que subsisten problemas de evaluación económica, al tratar -



- de analizar servicios públicos indispensables e proyectos de  
- costo extremadamente elevado, en los que los efectos no son  
- apropiados para estudios fundamentados en mecanismos exclusi-  
- vamente financieros; por otro lado, en muchos  
- casos, el equilibrio financiero es bien deseable, en muchos  
- casos no constituye el objetivo básico de la gestión de las  
- empresas ferroviarias, y dado el papel promotor e instrumen-  
- to valioso de política económica que constituye este modo de  
- transporte, el Estado contribuye generalmente a hacer frente  
- a los requerimientos de inversión en ampliación y moderniza-  
- ción de las instalaciones y a soportar déficits de operación  
- que casi siempre son de consideración.

V.I.II

En esas circunstancias las discusiones sobre inversio-

nes en lo general deberán estar apoyadas en análisis económi-  
cos a nivel de colectividad, sin que sus conclusiones deban  
ser definitivas ni únicas, ya que habrá que considerar otros  
elementos que por su naturaleza no sea posible expresarlos -  
en términos monetarios, como las implicaciones de índole po-  
lítica y social, y la medida en que las acciones permitan el  
logro de los objetivos y metas nacionales y sectoriales.

### II.1.9

### INFLUENCIA DEL FACTOR TIEMPO.

La esencia de las inversiones obliga a hacer comparacio-  
nes entre situaciones que ocurren en momentos diferentes, y  
por lo que es necesario hacer intervenir procedimientos que  
permitan hacer confrontaciones a partir de flujos de gastos-  
y beneficios durante el horizonte económico de los proyec-  
tos. Un método frecuentemente usado es el de la actualiza-  
ción, o sea el empleo de una tasa (i) que por definición im-  
plica que la posesión de una unidad monetaria en el año ----

(n-1) sea igual a (1+i) unidades en el año (n). De ahí que la disponibilidad de una unidad monetaria en el año (n) sea equivalente a  $1/(1+i)^n$  en el momento presente.

La aplicación del criterio anterior presenta dos dificultades: una de índole práctica; consistente en aplicar frecuentemente, salvo casos especiales, una tasa de actualización única; y otra de carácter teórico, que es el empleo de intervalos de un año para efectos comparativos, en lugar de lapsos más pequeños que conducirían a una tasa de actualización continua.

Intimamente ligado con el problema de la determinación de la tasa de actualización se encuentra el del establecimiento del período de análisis del proyecto. En los transportes, y especialmente en la infraestructura, la vida útil es frecuentemente muy larga, tanto que teóricamente se podría aceptar que con una conservación adecuada la duración física de la misma podría ser indefinida. Sin embargo, para fines de análisis de inversiones ferroviarias, no conviene llevarlos estadios más allá de 25 o 30 años, ya que por el efecto de la actualización, tanto los costos como los beneficios que ocurren en un año muy lejano ejercen poca influencia en el valor presente; asimismo, hay que tener en cuenta la dificultad de hacer previsiones a tan largo plazo.

Otra dificultad radica en la selección de la tasa de actualización que interpreta la productividad que se está exigiendo por el uso del capital. Cuando en un sistema económico el capital es escaso, su valor debe ser alto, pues el costo de oportunidad del recurso tiende a elevarse como resultado de una demanda insatisfecha y por la existencia de empleos alternativos más rentables en el propio sector ferroviario o en otros de la economía.

## II.1.10 CRITERIOS ECONOMICOS DE RENTABILIDAD

El objeto primordial de la evaluación económica de los proyectos es medir los costos y los beneficios asociados a su realización, para probar su factibilidad y hacer posible su comparación con otras alternativas, tanto del propio sector ferroviario como con iniciativas de otros sectores de la economía donde también existen problemas y necesidades que atender.

Esa idea parece clara pero requiere sin embargo de algunas precisiones. Primeramente, habrá que seleccionar el criterio de evaluación más indicado para cada caso y, posteriormente, fijar las consideraciones necesarias para verificar su coherencia con los planes y objetivos nacionales, las repercusiones indirectas y los beneficios sociales, cuya cuantificación monetaria es difícil y discutible.

Una vez que los costos y los beneficios hayan sido medidos, los resultados de la evaluación pueden ser presentados en términos del beneficio neto actualizado, el coeficiente beneficio-costos o la tasa anual de retorno y aunque existe mucho escrito sobre el particular, no hay desafortunadamente uniformidad de criterios en lo que concierne a su aplicación.

Entre diferentes alternativas de una inversión será necesario seleccionar aquella que reporte el máximo beneficio neto actualizado, que es el resultado de deducir los costos de los beneficios, en valor presente, y en base al costo de oportunidad del capital, lo cual será aceptado en principio si dicho valor es positivo. Sin embargo habrá que tomar en cuenta que los recursos financieros no son ilimitados y el hecho de que otras iniciativas alternativas puedan tornarse con-

el tiempo más rentables, al favorecerse por cambios en las -  
 lencos on ob etnainevnocat la exsist ,okn le tatlil ob antlucot  
 circunstancias o por la evolución en los niveles de tráfico.  
 -omoc astánev sai ob otnat ,odmoit la na nòicnivoa al asteb  
 El beneficio neto actualizado puede expresarse de la siguiente

te manera:

-si sup toryam san cttaco-citlited etnolictitob la cttano  
 -ne etceyora lo ,stá nò (B<sub>i</sub>-I<sub>i</sub>) on ob vnat vna vna ,ttobina  
 -lòicnivoa na ,otn ,ttob (I<sub>i</sub> . a<sup>i</sup>) a bttetvoff ttobob oitvttob  
 - ne on sup asténev saicvttobvna a ttetvttob a ttetvttob etnab  
 -ne etnab ttetvttob a ttetvttob a ttetvttob a ttetvttob a ttetvttob  
**B = Beneficio neto actualizado**

**n = Número de años del horizonte económico**  
**B<sub>i</sub> = Beneficio en el año (i)**  
**I<sub>i</sub> = Inversión en el año (i)**

- ttetvttob a ttetvttob a ttetvttob a ttetvttob a ttetvttob  
**a = Tasa de actualización**

- ne ttetvttob la ,ttobina ttetvttob ttetvttob a ttetvttob  
**El coeficiente beneficio-costo se ha utilizado en ava-**  
**luación de inversiones de transporte ferroviario en formas**  
**diversas: ya sea calculando el cociente entre los beneficios**  
**y los costos actualizados.**

$$C_{B/C} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} B_i (1+a)^{-i}}{\sum_{i=0}^{n-1} I_i (1+a)^{-i}}$$

**C<sub>B/C</sub> = Coeficiente de beneficio-costo**

**B<sub>i</sub> = Beneficio en el año (i)**

**I<sub>i</sub> = Inversión en el año (i)**

**a = Tasa de actualización**

**n = Número de años del horizonte económico**

o bien calculando la relación entre los beneficios y los cog-  
 tos en un año determinado, (B<sub>i</sub>/I<sub>i</sub>), lo cual además de la di-

- así no podría ser que se produjera un cambio en la facultad de fijar el año, tiene el inconveniente de no considerar la evolución en el tiempo, tanto de las ventajas como de las erogaciones.

Cuando el coeficiente beneficio-costos sea mayor que la unidad, para una tasa de actualización dada, el proyecto en principio podrá llevarse a cabo, sin embargo, su aplicación puede tender a favorecer a inversiones pequeñas que no son las que conducen al beneficio-neto-máximo, lo cual puede ser válido por la limitación en los recursos financieros.

El inconveniente más importante de la aplicación del coeficiente-beneficio-costos y el beneficio-neto-actualizado, estriba en la necesidad de seleccionar una tasa de interés que refleje el costo de oportunidad del capital, el cual es frecuentemente desconocido y difícil de estimar sin correr el riesgo de incurrir en fuertes errores.

Este inconveniente puede atenuarse en cierta medida, utilizando una noción más accesible, que consiste en evaluar los proyectos en términos de la tasa anual de retorno de las inversiones, o sea, por definición, la tasa que hace iguales los valores presentes de los flujos de costos y beneficios asociados a una iniciativa, es decir:

$$\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=0}^n \frac{I_i}{(1+r)^i} \quad (3)$$

- B<sub>i</sub> = Beneficio en el año (i)
- I<sub>i</sub> = Inversión en el año (i)
- n = Número de años del horizonte económico
- r = Tasa anual de retorno.

Existen teóricamente un inconveniente de utilizar la tasa anual de retorno que es el de proporcionar respuestas ambiguas en el sentido de que varias tasas pueden ser capaces de igualar los beneficios y los costos actualizados de un proyecto, pero esto se presenta pocas veces en los proyectos de transporte ferroviario, en los que los gastos más fuertes se concentran en los primeros años y los beneficios se manifiestan más tarde.

CALCULO DE LOS COSTOS

En la mayor parte de los casos y en contraste con lo que sucede con los beneficios, existe generalmente suficiente experiencia para calcular los costos de inversión, mantenimiento y explotación en los que se incurre cuando se lleva a cabo un proyecto, los cuales dependen fundamentalmente de los estudios de diseño, las especificaciones seleccionadas y del conocimiento de los precios y los factores que influyen en su variación.

En el caso del sector ferroviario se pueden distinguir dos tipos de inversiones: las obras para el mejoramiento y ampliación de la infraestructura y la adquisición de equipos y maquinaria de toda índole para el servicio de transporte y las labores de mantenimiento, que en su conjunto incrementan el activo fijo de las empresas.

En ambos casos habrá que considerar no solamente la adquisición de equipos, materiales y mano de obra, sino también cierta cantidad de imprevistos y gastos indirectos subordinados a los proyectos, así como la necesidad de llevar a cabo acciones complementarias sin las cuales no es posible el funcionamiento de los proyectos.

En el cálculo de los costos de mantenimiento y explotación habrá que hacer provisiones a lo largo del horizonte económico de los proyectos y tener en cuenta las variaciones probables en los precios y en la productividad de los factores, así como las eventuales inversiones en reconstrucciones y reparaciones que tengan que realizarse durante el lapso de análisis.

En los países en vías de desarrollo en los que no se producen gran parte de los equipos ferroviarios, en la evaluación de los costos y para efectos de financiamiento y de medida del impacto de las inversiones en la balanza de pagos, habrá que considerar la componente extranjera de las mismas, ya sea directa cuando se trate de importaciones, o indirecta, en la proporción en que se utilicen insumos de procedencia extranjera en la producción de los bienes de origen nacional.

**II.1.12. CALCULO DE LOS BENEFICIOS ECONOMICOS**

La medida de los beneficios económicos que resultan de los proyectos es ordinariamente más difícil que la estimación de los costos. Existen ciertos efectos directos de las inversiones que aunque se identifican perfectamente, no son cuantificables monetariamente; hay muchas ventajas de orden económico que exigen provisiones a largo plazo que son difíciles de establecer; y un gran número de efectos indirectos necesitan de otras inversiones, en otros sectores distintos del ferroviario, para llegar a materializarse.

Las ventajas más considerables que pueden resultar de los proyectos de inversiones ferroviarias son: el abatimiento de gastos de explotación, la reducción en costos de mante

cimientos, la disminución del número de accidentes y daños a las mercancías, las economías en tiempo a los pasajeros y a la carga, el mejoramiento en la comodidad y regularidad en el servicio y el estímulo a la actividad económica, entre otras. Los beneficios que son más fáciles de cuantificar son los que se desprenden de las inversiones en ampliación y modernización de las instalaciones y adquisición de equipos, los que se traducen en ahorros en costos de explotación y mantenimiento de los medios existentes, incidiendo en forma inmediata en el mejoramiento de empresas ferroviarias, pero a la larga transmiten sus efectos a otros grupos económicos.

Entre las inversiones que producen ahorros en costos de operación y gastos de mantenimiento destacan la rehabilitación de las vías, la construcción de nuevas líneas y acortamientos, las relocalizaciones para mejorar el alineamiento vertical y horizontal, la adquisición de maquinaria de vía y de talleres, y las obras de electrificación, entre otras.

Las economías en tiempo son elemento de gran importancia en el análisis de la mayor parte de los proyectos de inversiones ferroviarias. Sin embargo, su evaluación es frecuentemente difícil, por lo que es conveniente separar el transporte de pasajeros del de mercancías.

En el transporte de carga los elementos principales a retener y que proporcionan la mayor parte de los beneficios, son los ahorros en fuerza tractiva y equipo de arrastre que permiten una reducción en el capital destinado a ese fin, las economías en tiempo del personal dedicado al transporte y la menor movilización de las mercancías.

La dificultad de cuantificar monetariamente los ahorros en tiempo de los pasajeros es aun más grande, en razón de



las diferentes categorías de usuarios. Sin embargo, en las condiciones actuales de nuestro país, en las que existen fuertes problemas de desempleo y subempleo, y en la que la mayor parte de los usuarios usan el servicio de segunda clase por su bajo precio, no debe considerarse significativo el valor del tiempo, ya que no se considera factible que el tiempo ganado sea utilizado en una tarea productiva, ni que exista el tráfico disminuyendo la duración de los recorridos.

En cambio en el futuro próximo, en que se esperan transformaciones radicales en el transporte masivo de pasajeros por vía férrea, fundamentalmente en el tráfico interurbano a medianas distancias y el servicio suburbano a altas velocidades y frecuencias, el valor del tiempo puede llegar a tener valores que incluso por sí sólo justificará las grandes inversiones que serán necesarias.

Ciertos proyectos tienen por objeto fundamental el aumento de la seguridad, tales como las señales, los pasos a desnivel, las telecomunicaciones, etc. La evaluación de las pérdidas materiales que se evitan al disminuir el número y la importancia de los accidentes no ofrece dificultades conceptuales serias. En cambio la cuantificación económica de los daños sufridos por las personas ha encontrado frecuentemente oposición y ha sido objeto de grandes controversias. Sin entrar en grandes detalles, señalemos únicamente la necesidad de adoptar métodos de análisis que auxilien en la toma de decisiones orientadas a disminuir las pérdidas humanas -- que tanto preocupan a las administraciones ferroviarias.

En la mayor parte de los países, la construcción de nuevas líneas ferroviarias que constituyen una extensión a las redes existentes no es motivo de especial preocupación,

en razón de que ya han alcanzado un grado de evolución aceptable y prestan niveles de servicio bastante adecuado. Sin embargo, subsisten algunos proyectos para completar los sistemas, sobre todo hacia aquellos sitios donde, para la explotación de los recursos disponibles, el transporte ferroviario es una condición indispensable.

Para la evaluación económica de los proyectos de nuevas líneas ferroviarias se toma como base el estímulo a la actividad económica y la medida en que las obras contribuyen al logro de objetivos en materia de distribución geográfica del desenvolvimiento, y apoyo a las políticas de descentralización demográfica y de desarrollo regional.

La expresión económica de los beneficios en esos casos la constituye el incremento en el producto bruto nacional atribuible a los nuevos proyectos. Sin embargo, lo anterior presenta la dificultad de estimar qué parte de ese valor agregado a la economía corresponde realmente a las obras ferroviarias y cuál a las acciones paralelas en otros sectores económicos, por lo que en estos casos se sugiere tratar las iniciativas como paquetes integrantes de desarrollo regional, cuya justificación y prioridades debe presentarse globalmente, dando seguridad y coherencia a los planteamientos financieros.

Pocas dificultades se tienen que sortear para calcular los beneficios atribuibles a la adquisición de fuerza motriz y equipo de arrastre para hacer frente al crecimiento de la demanda y para sustituir equipo obsoleto ó en mal estado físico. En el primer caso, se estima el flete que se diferiría a otros modos de transporte por la incapacidad de absorberlo por falta de equipo suficiente, siendo la diferencia en cos-

tos de operación la expresión monetaria de los beneficios; y en el segundo, el incremento en gastos de mantenimiento en que se incurriría al tratar de sostener las unidades en servicio habiendo llegado ya al final de vida útil.

**II.1.13 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y AÑO ÓPTIMO**

Entre varias alternativas de un proyecto, ya sea por su dimensión o por la solución técnica adoptada, se seleccionará aquella que produzca el más grande beneficio social neto actualizado, incluyendo la posibilidad que implica una inversión nula, o sea el mantener la situación existente, solución válida como cualquier otra, y para la que es posible estimar el flujo de beneficios y costos en un lapso dado.

El problema de la selección del año óptimo de la realización de proyecto no varía en esencia con el del análisis de selección de alternativas. En efecto un proyecto realizado en los años 1, 2, ..., j, ..., no obstante que teóricamente corresponde a una sola variante, puede económicamente considerarse como diversas alternativas, ya que por regla general habrá beneficios netos actualizados  $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots$ , diferentes según el año de su puesta en servicio.

Si se supone una inversión (I) para la cual los beneficios ( $b_n$ ) dependen solamente del año en cuestión y no del de su puesta en servicio, y la vida del proyecto se considera de (N) años; el beneficio neto actualizado ( $B_j$ ) correspondiente a la puesta en el año (j), es equivalente a:

$$B_{j+1} = \sum_{n=1}^{N+j-1} \frac{bn}{(1+i)^n} - \frac{I}{(1+i)^{j-1}} \quad (4)$$

Y análogamente

$$B_{j+1} = \sum_{n=j+1}^{N+j-1} \frac{bn}{(1+i)^n} - \frac{I}{(1+i)^j} \quad (5)$$

y consecuentemente

$$B_j - B_{j+1} = \frac{I}{(1+i)^j} \left( b_j - \frac{b_{N+j}}{(1+i)^N} \right) \quad (6)$$

Dicha diferencia será más grande, igual o menor que cero dependiendo si

$$b_j \lesseqgtr I + \frac{b_{N+j}}{(1+i)^N} \quad (7)$$

La conveniencia de realizar el proyecto en el año (j) o de diferirlo hasta el año (j+1) dependerá del signo de esta desigualdad. Si despreciamos el término

$$\frac{b_{N+j}}{(1+i)^N} \quad (8)$$

por ser demasiado pequeño, cuando (N) es grande y la tasa de actualización (i) elevada, la expresión es más simple

$$b_j \lesseqgtr I \quad (9)$$

o sea, que conviene retardar la puesta en servicio del proyecto del año (j) al año (j+1), si los beneficios perdidos ( $b_j$ ) son más pequeños que la ventaja de posponer la inversión un año, tomando en cuenta el efecto de la actualización. La fecha óptima (j) de realización del proyecto será aquella

en la que se cumpla que

$$b_j \geq \frac{b}{(1+i)^j} - 1 \frac{nd}{(1+i)^n} = 10\%$$

en la que toda anticipación o posposición en la ejecución de la inversión entraña una pérdida para la colectividad.

Estas consideraciones permiten decidir sobre la inclusión o no de un proyecto en el programa de inversiones de un año (j) calculando el coeficiente de rentabilidad inmediata ( $b_j/I$ ), y verificando que sea mayor que la tasa de actualización.

#### II.1.14

#### EFFECTOS DE RED

Muchas de las inversiones en vías férreas, sobre todo en infraestructura, están interrelacionadas unas con otras, de tal suerte que las consecuencias de un proyecto considerado aisladamente, no son iguales a las que se obtendrían si se le analiza como parte de un sistema o red, en cuyo caso se trata de buscar un programa de efecto óptimo.

En general, dos proyectos A y B considerados uno con relación al otro, son independientes si la realización de uno de ellos no modifica el beneficio neto actualizado del otro, y son interdependientes en el caso contrario. En este último caso A es complementario de B, si su realización aumenta el beneficio neto actualizado de este último y sustitutivo si conduce a una disminución de dicho valor.

Si se consideran (n) proyectos interdependientes  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , se pueden formar  $2^n - 1$  proyectos diferentes combinándolos entre si de todas las maneras posibles, siendo factible asignar a cada uno de ellos un beneficio neto actuali-

zudo, y el más atractivo será el que corresponda al valor máximo. Sin embargo cuando el número de iniciativas es elevado, el método descrito es difícil de aplicar, por lo que habrá que buscar una simplificación o auxiliarse de la computadora.

## II.2

### PROGRAMACION

La existencia de limitaciones presupuestarias obliga a posponer la realización de proyectos que actualmente son atractivos desde el punto de vista económico, por lo que es necesario utilizar métodos de análisis que tomen en cuenta la disponibilidad financiera y la evolución de los beneficios de los proyectos atendiendo a la fecha de su puesta en funcionamiento.

Si denominamos  $I_{jkh}$  la inversión necesaria para el proyecto ( $A_j$ ), afectando recursos financieros ( $I_n$ ) disponibles durante el año ( $h$ ), suponiendo que los trabajos fueron iniciados en el año ( $k$ ), y designamos por ( $B_{jk}$ ) el beneficio neto actualizado asociado al proyecto, el problema será encontrar las variables ( $a_{jk}$ ) que tomarán valores iguales a la unidad, si es proyecto incluido, y a cero, si es excluido de la solución óptima, que conducen al beneficio neto actualizado máximo ( $B$ ), considerando los ( $n$ ) proyectos que se analizan. La función objetivo será entonces:

$$\text{Max } B = \sum_k \sum_{j=1}^n a_{jk} B_{jk}$$

sujeto a las siguientes restricciones:

$\sum_{j=1}^n a_{jk} \geq 1$  para toda  $n$ .  
 A)  $\sum_{j=1}^n a_{jk} \geq 1$

Con el propósito de que la inversión asignada al conjunto de proyectos en el año (h) no sea superior a la disponibilidad presupuestal (I).

B)  $0 \leq a_{jk} \leq 1$  entero

Es decir que las variables  $a_{jk}$  tomarán valores enteros e iguales a la unidad o a cero.

C)  $\sum_{k=1}^n a_{jk} \geq 1$

Lo que significa que un proyecto (A<sub>j</sub>) puede ser iniciado solamente en un año (k) o en ninguno, pero no en varios.

Los índices  $k$  y  $h$  variarán desde uno hasta el número de años incluidos en el programa o ejercicios presupuestales que se consideren.

**II.2.1. ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

A lo largo del capítulo hemos hecho referencia a la incertidumbre en el conocimiento de algunos datos básicos para los estudios económicos que servirán en la toma de decisiones de inversión. En los costos de inversión las diferencias entre las estimaciones y la realidad suelen ser de consideración y las previsiones a diferentes plazos que involucra el cálculo de los beneficios son discutibles y difíciles de sostener.

Una aproximación posible es el suponer que los valores estimados no son valores particulares de las variables aleatorias correspondientes e intentar determinar las funciones

de distribución de probabilidad de la ocurrencia de esas variables, lo que permite el cálculo de intervalos de confianza para las estimaciones realizadas. Sin embargo, sin rechazar la utilidad de un procedimiento como el descrito, su aplicación en las condiciones actuales es demasiado difícil, a causa del poco conocimiento que podemos tener de las variables. Una simplificación más realista es efectuar los cálculos con las estimaciones que se consideran más probables y además dos posiciones extremas; una optimista y otra pesimista. Antes de pasar a los aspectos financieros del sector, en el que se describirán someramente algunos de los principales problemas que afectan a los ferrocarriles en México, nos referiremos a algunas características que deben contener los programas de inversiones en el área y los errores que deben de evitarse.

## II.2.2 TAMAÑO DE LOS PROYECTOS

Las importantes inversiones que tienen que realizarse en nuevas obras, aumento de capacidad instalada, modernización y reconstrucción de los medios existentes, y en adquisición de equipos de toda índole, para hacer frente a los requerimientos de transporte, obligan, para no incurrir en erogaciones excesivas o prematuras a diseñar las iniciativas de acuerdo al tamaño justo de la demanda presente y del futuro previsible, sin utilizar técnicas y procedimientos que han sido concebidos para otras condiciones y que para las nuestras resultan dispendiosas, y significan la inmovilización



de importantes recursos que se usan con muy bajo rendimiento y productividad, siendo recomendable recurrir a modalidades que se adapten periódicamente a la revolución de las necesidades, que tener capacidad en demasía, no es habilitar al trabajador obsoleto en minutos de ocio así no habilita

**II.2.3** En las ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS de los sistemas de trabajo se debe tener en cuenta las experiencias extranjeras, si bien en un gran número de casos con de gran utilidad, hay que evitar su implantación indiscriminada, porque no todas son adecuadas a nuestros sistemas -teniendo en cuenta nuestra realidad económica, social y de organización- y a la naturaleza y magnitud de nuestros recursos, principalmente los humanos. Es por eso que antes de adoptar una innovación habrá que llevar a cabo estudios detallados que nos permitan tomar las decisiones más convenientes.

Particularmente hay que tener en cuenta que el sector -transportes está caracterizado por el empleo de gran cantidad de mano de obra; y por otra parte los fuertes problemas de desempleo y subempleo que subsisten en los países en vías de desarrollo, por lo que hay que dar alta prioridad a las técnicas de uso intensivo de mano de obra en los diferentes trabajos y limitar el uso del equipo y la maquinaria a aquellos procesos en los que el tiempo es un factor primordial o la naturaleza de los mismos o su costo social justifique su utilización. No hay que engañarnos con eventuales ahorros en fuerza de trabajo que en algunos casos son discutibles y fuera de nuestra realidad.

**II.2.4** DISPERSION DE ESFUERZOS

— La otra gran causa de fracaso es la dispersión de esfuerzos y actividades. Otro error que hay que evitar en materia de planeación y programación de inversiones en obras y equipos ferroviarios, es la dispersión excesiva de los esfuerzos, iniciándose o teniendo al mismo tiempo demasiados proyectos en ejecución, que no tengamos la seguridad de concluir o implementar en lapsos razonables. Es por eso que en las políticas de inversiones debe darse especial prioridad a la terminación de los proyectos en proceso, a efecto de no prolongar excesivamente los periodos de realización y de obtener de ellos los efectos benéficos a la mayor brevedad posible, sin incurrir en inmovilización de recursos de capital que se tornan improductivos por largos periodos.

**II.2.5** PLAZOS DE LOS PROGRAMAS

Muchos son los factores que explican la duración de los planes. Algunas empresas ferroviarias tienen imperativos internos de orden político y administrativo que obligan a la selección de los plazos de los planes.

**II.2.5.1** CORTO PLAZO

Los planes y programas a corto plazo tienen la desventaja de que no pueden contribuir al cambio de estructuras más que en una pequeña medida, ya que no proporcionan tiempo suficiente para estudiar soluciones o movilizar recursos y de hecho no constituyen instrumentos eficaces para modificaciones fundamentales. Un programa demasiado corto no deja tiem-

po necesario para elaborar y poner en servicio proyectos de gran magnitud y frecuentemente en ese plazo no hay otra alternativa que continuar y concluir las acciones en proceso y atacar problemas que son tan graves y evidentes que no podemos diferir su solución, sin correr el riesgo de causar graves daños a la economía.

II.2.5.2b MEDIANO Y LARGO PLAZO

En esas circunstancias la mayor parte de las empresas ferroviarias han tenido que optar por planes a más largo plazo. En la práctica, es deseable asignarles una duración lo suficientemente breve para permitir proyecciones y estimaciones de tráfico razonablemente precisas, pero un tanto largas para permitir la gestación de un suficiente número de proyectos clave.

D.S.II

Los programas demasiado largos en general y particularmente en materia de vías férreas pierden su claridad y utilidad en lo que se refiere al logro de las metas para los años más lejanos, de los que en gran medida se depende de elementos imprevisibles, sobre todo en este sector en el que se esperan grandes transformaciones, y de los resultados de los primeros años.

D.S.II

Sin embargo, lo que es más importante retener es el hecho de que debemos preocuparnos por el mediano y el largo plazo. El futuro es incierto y hay decisiones que tenemos que preparar, las cuales afectarán seriamente el porvenir de los ferrocarriles y que si bien podemos tomarlas hoy libremente, por su naturaleza y carácter irreversible, no podremos tomarlas mañana, sin vernos sujetos a restricciones y li

limitaciones que nos lo impedirán o harán más difíciles y costosas las soluciones.

## II.2.6 CONTINUIDAD

Los programas de inversiones independientemente de su plazo, deben estar formulados de tal suerte que aseguren los objetivos a largo plazo, y la planeación debe ser un proceso continuo en el que las coyunturas políticas o administrativas deberán tratar de operarse insensiblemente. El problema del encadenamiento no es fácil y las transiciones algunas veces se presentan de manera ineficaz, tanto por la falta de proyectos, como por el hecho de que su terminación se concentra muchas veces durante los últimos años del plan, dando como resultado una nociva baja de actividad cuando entra en vigor uno nuevo.

## II.3 FINANCIAMIENTO

El notable crecimiento que ha experimentado el sistema ferroviario en su conjunto en México, es debido, en gran medida, a la importante canalización de recursos financieros que se han destinado por parte del Sector Público a este rubro del transporte; y eso ha sido posible mediante la ampliación y diversificación de las fuentes financieras, lo cual no bastaría, dadas nuestras condiciones, si paralelamente no se hace un vigoroso esfuerzo para su aplicación más racional.

La insuficiencia de los ingresos de los ferrocarriles los imposibilitan para hacer, por sí mismos, frente a sus requerimientos de inversión, y el gobierno se ve obligado a --

- contribuir con recursos que proceden de la recaudación gene-  
ral o que cupa del ahorro interno para ampliar y consolidar  
los medios con que cuentan las empresas para la prestación -  
de los servicios de transporte masivo que asegura la vía fér-  
rea.

- Pero la capacidad de esas fuentes internas no resultan-  
suficientes para resolver los problemas de todo tipo que tie-  
ne la nación y la necesidad de adquirir equipos y maquinaria  
que no se fabrica en el país, por lo que se precisa, como ha-  
sido hasta el momento, del concurso de fuentes externas, en-  
planteando problemas de muy diversa índole, que se refieren-  
tanto a la procedencia de los fondos, como a la regularidad  
y flexibilidad en su uso.

Entre las fuentes externas, podemos distinguir dos cla-  
ses; la primera, que es la constituida por créditos de provee-  
dores que generalmente se canaliza a través de la banca pri-  
vada que promueve las exportaciones de los países industria-  
lizados; y la segunda, la que proviene de fondos de Institu-  
ciones Internacionales de Fomento del Desarrollo de los paí-  
ses miembros de las mismas.

Los créditos directos tienen la ventaja de su mayor --  
accesibilidad y menores requerimientos para su obtención. --  
Sin embargo, las tasas de interés son altas y los períodos -  
de gracia y plazos de amortización reducidos, lo cual origi-  
na problemas de capacidad de endeudamiento y de limitación -  
en la disponibilidad de recursos a corto plazo para hacer --  
frente a los compromisos de pasivo.

En cambio las Instituciones Internacionales de Fomento -  
del Desarrollo, generalmente prestan a más bajas tasas y  
mayores plazos de amortización y fomentan el desarrollo de

gentes en cuanto a los estudios justificativos de las inversiones en cuyo financiamiento participan, lo cual ha incidido favorablemente en la creación de conciencia de la necesidad y utilidad de la planeación y en la implantación de técnicas de evaluación y programación de las inversiones, en los países que se benefician con los préstamos mencionados.

Entre los problemas que resultan del empleo de estos últimos recursos externos, es necesario mencionar que los organismos citados basan sus acciones en estudios de selección que, de acuerdo a las técnicas de evaluación, prueban la bondad de los proyectos y permiten su jerarquización en base al monto de los recursos disponibles. El hecho es que esas técnicas han sido concebidas y desarrolladas en países que han logrado etapas de evolución muy superiores a las que nos caracterizan y, en ocasiones, se apoyan en planteamientos que son ajenos a nuestra realidad y en información que en la mayor parte de las veces no se tiene disponible.

Eso puede provocar que los planes y programas financiados con créditos de esas instituciones se relacionen con inversiones en mejoramientos y modernizaciones, que si bien garantizan la reutilización de los fondos que se manejan, pueden distorsionar el logro de determinados objetivos, por implicar gastos que aunsiendo convenientes, no son los que más contribuyen a los efectos que dentro de nuestra evolución general tanto hemos insistido, corriéndose el riesgo de comprometerse en ciertos proyectos, más por la oportunidad de los recursos que por la eminente urgencia de los mismos.

Conviene resaltar que el financiamiento de los barcos corresponde sólo a una parte del costo de los proyectos y que el monto de su participación varía, dependiendo de la na

turalidad de las iniciativas y del país de que se trata. En la mayoría de los casos, el monto de los préstamos corresponde a la magnitud que se derive del contenido importado o componente extranjero de los proyectos.

Lo anterior favorece el uso de las técnicas que emplean mayoritariamente equipo, lo cual es contradictorio con las políticas de empleo que se inclinan por el uso intensivo de mano de obra y sobre todo en las empresas ferroviarias en las que por la abundancia de los recursos humanos, es necesario buscar en forma permanente procedimientos que permitan su máxima utilización y productividad.

Un problema más en el uso de los fondos provenientes de las fuentes ya mencionadas, es el hecho de que al obligar a una licitación internacional para la adquisición de equipos de todo tipo, en algunos casos ello conduce a una inconveniente diversificación de técnicas que desarticulan los sistemas y crean problemas en la operación y mantenimiento, y dificultan la obtención de refacciones de todos tipos y procedencias. En México, lo anterior ha obligado a que en muchos rubros de inversión se opte por prescindir de los servicios de esas instituciones y recurrir a otros créditos con menores ventajas, tanto en plazo como en intereses.

Otro aspecto que no debemos pasar por alto su señalamiento, es el de algunas exigencias de las Instituciones de Fomento que son impuestas como condicionantes al otorgamiento de los créditos, y aceptando que siempre benefician a los países prestatarios y son medidas que quizá de otra manera nunca se implantarían, en muchas ocasiones se relacionan con decisiones que corresponden única y exclusivamente a estos últimos sin ingerencias ni presiones externas de ningún tipo.

Sin embargo cabe reconocer que las Instituciones de Crédito están conscientes de estos y muchos otros problemas y hacen esfuerzos, dentro de las normas que los rigen, para mejorarlos. Los procedimientos para preparación, identificación y evaluación de los programas se revisan permanentemente; los tiempos de gestión se han logrado reducir; se ha dado flexibilidad al manejo de recursos; se han buscado fórmulas para proteger a las industrias nacionales; se ha comenzado a dar prioridad a los objetivos sociales y se han dado facilidades para la realización de estudios de preinversión y proyectos de ingeniería.

Dados los inconvenientes y problemas que significa el uso de fuentes de crédito externas, es necesario que las empresas ferroviarias se preocupen por fortalecer sus finanzas y por utilizar al máximo los equipos y materiales de fabricación nacional, impulsando la industria conexas con el sector.

Es difícil en el corto plazo y dado el estado actual de las cosas, el alcanzar un equilibrio entre los gastos y los ingresos del ferrocarril, y mucho menos la posibilidad de generar excedentes que puedan servir para el financiamiento de las inversiones, en razón de los altos costos y compromisos que tienen que afrontar y servicios que sostener.

Sin embargo, para disminuir el desequilibrio financiero es indispensable, como ya hemos mencionado, la toma de medidas y acciones en materia de aumento de la productividad y eficiencia en la operación, que conduzcan a menores requerimientos de inversión y consecuentemente a menores compromisos de crédito y endeudamiento externo.

Es también de vital importancia la disminución de costos y la revisión frecuente de tarifas que ajustándose a la-



realidad del mercado de los transportes, reduzcan el monto de la carga que actualmente los ferrocarriles representan para el Estado, y permitan tender a la autosuficiencia.

Además de las medidas citadas, y en el dominio comercial, es necesario mejorar la calidad y diversificación de los servicios. Sin embargo en México, poco puede decirse del servicio de carga, cuya demanda está perfectamente definida. Se presta un servicio que, aunque es susceptible de superación, puede asegurarse que satisface en buena medida las exigencias de los usuarios, pero deben continuarse los esfuerzos dirigidos a la implantación de mayor número de trenes unitarios y directos, aumentar la velocidad comercial y promover el desarrollo del tráfico de remolques sobre plataformas, el transporte de contenedores y el uso de vagones especiales que den más flexibilidad a los usuarios.

En cambio el transporte de pasajeros debe reestructurarse definitivamente, mejorando y transformando radicalmente los servicios masivos entre ciudades cuyo tráfico generado así lo justifique y el transporte suburbano de personas, para lo cual será necesario aumentar la velocidad y frecuencia de las corridas, realizar cuantiosas inversiones y lo que es más importante, el asegurar el cumplimiento de los horarios, para restituir la confianza de los usuarios.

Para concluir, podemos afirmar que muchas de nuestras preocupaciones en materia de planeación, programación, evaluación de proyectos y financiamiento de las inversiones en vías férreas, se tienen en otros países en vías de desarrollo y que es necesario y conveniente unir esfuerzos y establecer una estrecha coordinación y colaboración entre los mismos para hacer el mejor uso de nuestros recursos y contri-

En la mayor medida en los procesos de transformación económica y social que caracteriza a nuestros pueblos:

CONCLUSIONES

Los ferrocarriles han contribuido en México, y en la mayor parte de los países, a impulsar su desarrollo en todos los sentidos y es de esperarse que el papel que jueguen en el futuro será de mucha mayor significación.

El crecimiento económico y las transformaciones sociales que se presentarán en los próximos años, el congestionamiento de la circulación en las redes viales urbanas e interurbanas, la crisis de energéticos y materias primas, requieren de nuevas categorías y modalidades de transporte ferroviario, que permitan invertir las tendencias actuales, ofreciendo medios alternativos para los usuarios, concebidos a una nueva escala social, geográfica y económica, y no de proporcionalidad indiscriminado de todo tipo de servicios, sino caracterizarse por absorber la demanda que conduca a una

complementación de funciones entre los distintos modos de transporte y, que en su conjunto signifique un costo mínimo para la colectividad.

Es necesario contemplar las consecuencias que significa el desarrollo progresivo de las tendencias actuales. De no tomarse medidas energéticas de reestructuración radical de los servicios, se causarán graves daños a diferentes sectores de la economía, que son difíciles de predecir. Sin embargo, todo lo anterior significa una transformación profunda de mentalidades, de hábitos y de métodos, que sabemos exige voluntad y decisión; así como esfuerzos permanentes encaminados

al aumento de la productividad y eficiencia en todos los sentidos, a la disminución de costos, reformas a la administración y de políticas vigorosas de comercialización; y lo que es muy importante, de la canalización de cuantiosos recursos de inversión, al mantenimiento, ampliación, mejoramiento y consolidación de las instalaciones y equipos disponibles.

En esas circunstancias, es necesario y urgente el impulso a la planeación y programación oportuna de esas actividades y buscar las fuentes más convenientes de su financiamiento, teniendo en cuenta los objetivos específicos para el sector y la necesaria compatibilidad con las políticas y objetivos nacionales.

Son muchos y urgentes los problemas que actualmente viven los ferrocarriles, pero no todos son tan graves ni tan urgentes, y dada la limitación de recursos, es necesario definir prioridades en su ejecución, para lo cual resultan de gran utilidad las técnicas específicas de análisis y evaluación de proyectos, las que no obstante que en algunos casos constituyen ventajosas herramientas, otras veces su aplicación entraña la irracional utilización de los recursos internos o externos del sector.

En suma y sin tratar con ello de subestimar las metodologías tradicionales de análisis y jerarquización de proyectos, sino con la intención de llamar la atención sobre las limitaciones en su aplicación, habrá que señalar que en los métodos clásicos de evaluación, si bien se toman en cuenta los ahorros en costos de operación y mantenimiento, que generalmente son cifrables monetariamente, consideran frecuentemente ganancias en tiempo y seguridad que escapan algunas veces a toda estimación económica precisa, así como que dichos

procedimientos difícilmente pueden incorporar muchos beneficios que dependen en gran medida de otras acciones paralelas y sobre todo de ventajas indirectas que en ocasiones, con la información disponible no son claramente cuantificables.

También no hay que olvidar la idea de servicio público, que no siempre es sinónimo de rentabilidad. Debe buscarse la conciliación entre los aspectos puramente económicos y financieros, y lo que es posible imponer a los usuarios, siendo el costo social el que debe predominar. Asimismo es necesario tomar en cuenta lo valioso que son los ferrocarriles como instrumento de política económica y social para el Estado.

Por otra parte, en la formulación de planes y programas de inversiones es indispensable tener implícita la idea de dar alta prioridad a los trabajos de mantenimiento y de continuar y concluir los proyectos en proceso, a efecto de obtener los beneficios que de ellos se derivan a la brevedad posible, así como tener en cuenta plazos razonables y asegurar la continuidad de los esfuerzos, de acuerdo con nuestra realidad administrativa, y buscar el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles, la aplicación de técnicas y procedimientos propios a nuestra economía y características sociales y a las limitantes que nos impone la propia organización.

La máxima racionalidad no solamente se deriva de las consideraciones citadas, sino también de la necesidad de buscar fuentes más ágiles y flexibles de financiamiento, con un mínimo de compromisos que limiten nuestra evolución futura, tratando de depender en menor medida del exterior y de tecnologías extrañas, y de fortalecer económicamente a las empresas para gozar de las ventajas de la autosuficiencia.

Por último, los problemas, soluciones y perspectivas de

**maiores de los países latinoamericanos son muy sencillas y  
deben hacer esfuerzos para intercambiar experiencias y  
de encontrar los caminos a la superación del sector en cuyo  
mejoramiento todos estamos interesados.**

También no hay que olvidar la idea de servicio público, que es una de las más importantes en el campo de la actividad económica y financiera. Esta actividad es esencial para el desarrollo de los países latinoamericanos y debe ser considerada como una de las prioridades en el programa de reformas y mejoras. En este sentido, es necesario promover la participación de los sectores privados y mejorar la eficiencia de los servicios públicos. Asimismo, se debe fomentar la inversión en infraestructura y en el desarrollo humano, para asegurar un crecimiento sostenible y equitativo. En conclusión, el éxito de los países latinoamericanos depende de la capacidad de sus gobiernos para implementar reformas estructurales y promover el intercambio de experiencias con otros países. Solo así podremos superar los desafíos que enfrentamos y lograr un futuro próspero y equitativo para todos.

CAPITULO III

ELEMENTOS DE PROYECTO

III CANTINAO

Q137087 10 24 1945

## ELEMENTOS DE PROYECTO

(GENERALIDADES) OBRAS Y OBRAS

I. III

### DEFINICION

**SISTEMA DE TRANSPORTE FERROVIARIO:** Es el conjunto de elementos estrechamente interrelacionados entre sí, que hacen posible el intercambio de bienes de servicio o transporte de personas.

Estos elementos pueden agruparse de la siguiente forma:

**INFRAESTRUCTURA:** Conjunto de instalaciones tales como vías, patios, terminales, laderos, estaciones, etc.

**ESTRUCTURA:** Vehículos, trenes constituidos a su vez por máquinas locomotoras, vagones, carros tanque, góndolas, cabooses, etc.

**SUPERESTRUCTURA:** Usuarios, carga y pasajeros.

Dado que estos elementos son con sus interrelaciones los que integran el sistema, son ellos, los elementos básicos para cualquier proyecto. Por este motivo, se describen en las siguientes páginas las principales características de cada uno de ellos.



**III.1. USUARIO Y CARGA (GENERALIDADES)**

El ferrocarril como empresa, es una industria que produce y vende servicio de transporte. Al igual que cualquier producto, el servicio ferroviario está sujeto a las variaciones de la oferta y la demanda en el mercado y por lo tanto, es indispensable que las empresas ferroviarias conozcan al detalle y en todo momento las condiciones del mercado en el cual es factible la utilización del servicio de transporte por ferrocarril.

La transportación tanto de pasajeros como de carga con las diferentes variantes que las necesidades del usuario requiere, exige un conocimiento profundo del mercado, zonas de influencia, corrientes de tráfico, así como estudios detallados de las necesidades específicas de los usuarios y una documentación estadística completa sobre los resultados de años anteriores.

Como consecuencia de lo anterior, los servicios ofrecidos al público, deben ser tan variados, que puedan llenar las diferentes necesidades de éstos, en tal forma que la planeación de los trenes se presente bajo muy diversas formas, como ejemplo citaremos algunos de los servicios que son ofrecidos, independientemente del estudio detallado de sus horas de salida y llegada.

- a) Trenes ómnibus.— Trenes de velocidad reducida que proporcionan servicio a todas las estaciones en su recorrido.
- b) Trenes expresos.— Trenes de velocidad alta que propor-

... servicio únicamente a ciertas estaciones de im-  
... una de las ventajas de este tipo de trenes (b)  
**portancia en su recorrido.**

... y que han aprovechado los otros medios de transporte  
c) **Trenes directos.-** Trenes de velocidad alta sin paradas  
intermedias y que ligam en un corto lapso de tiempo a  
dos poblaciones de importancia.

Por lo que se refiere al servicio de carga, citaremos  
los trenes rápidos y unitarios, mismo que es prestado por  
los Ferrocarriles Nacionales de México.

Una de las innovaciones más importantes realizadas en  
el Area Operacional ha sido la reorganización de los trenes  
rápidos y la creación de los trenes unitarios y nuevos rápi-  
dos.

Los trenes unitarios y rápidos de carga están permitien-  
do mejorar el sistema modal del transporte ferroviario toda-  
vez que desde su establecimiento en 1975 se ha logrado incre-  
mentar hasta tener a la fecha 16 **TRENES UNITARIOS** que sirven  
principalmente a la industria y 14 **TRENES RAPIDOS** que mueven

productos varios de los usuarios; con esto se ha logrado cum-  
plir gradualmente con los requerimientos de los clientes de  
la empresa, además de alcanzar eficiencia en el servicio y  
un alto rendimiento de los recursos. El satisfacer las nece-  
sidades de los usuarios, es el objetivo, por lo que el Area-  
de Operación está dedicando sus mayores esfuerzos para este  
fin.

Para llevar a cabo la implantación de este tipo de tre-  
nes unitarios y rápidos, se hicieron minuciosos estudios, en  
compatibilidad con las experiencias de la operación que se  
venía realizando, evaluando adecuadamente las ventajas que  
se obtendrían con esta nueva modalidad del transporte ferro-  
viario.

**a) trenes unitarios.** - Una de las desventajas del ferrocarril y que han aprovechado los otros medios de transporte alternativos, es el servicio puerta a puerta, toda vez que las empresas ferroviarias normalmente requieren de los transbordos en las Terminales y Estaciones; al tratar de solucionar este problema de atención al usuario, se generaron en parte los trenes unitarios que en realidad se pueden considerar verdaderos trenes industriales.

El concepto del tren unitario es el ideal de los ferrocarriles para una operación eficiente y en términos generales se define como: un tren destinado al transporte de un solo tipo de mercancía, de un solo remitente a un solo destinatario, con fuerza motriz y equipo asignado específicamente, recorridos con paradas indispensables, sin cortes en terminales intermedias, regresando al equipo vacío.

Este tipo de trenes permite aprovechar al máximo las facilidades para incrementar las velocidades y fundamentalmente reducir los tiempos en Terminales intermedias y se ha establecido como principal objetivo correr los trenes con el menor número de paradas, para lograr la agilización en el movimiento de la carga y descongestión de las líneas y terminales.

Los trenes unitarios han ayudado en la elaboración de estrategias para cambios en los itinerarios, el desarrollo de facilidades y nuevas políticas de operación de trenes, permitiendo atender las necesidades de los usuarios en forma individual.

En seguida se presenta una gráfica y cuadro sobre los

trenes unitarios actualmente establecidos con sus particularidades.

- e) Trenes rápidos.— Estos trenes ofrecen el servicio de carga directa entre los principales polos de producción y consumo del país, con grandes recorridos, manejando flete diverso, sin cortes en terminales intermedias y basándose en un patrón de tráfico, estos trenes están sujetos a un itinerario.

Mucho del tráfico, en particular el de importación y exportación, puede beneficiarse en la utilización de este servicio.

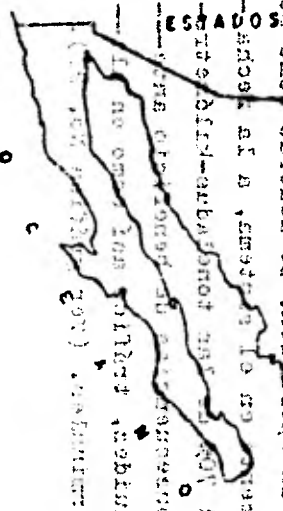
En seguida se presenta una gráfica y cuadro en donde se muestran los trenes rápidos actualmente establecidos, igualmente con sus particularidades.

Los trenes unitarios y rápidos han servido para aliviar el congestionamiento innecesario en las terminales y se ha logrado expeditar el tráfico con un ahorro sustancial en los gastos del transporte y nos permite afrontar una mayor demanda tanto en el volumen como en el servicio.

El movimiento de trenes a base de unitarios y rápidos ha mejorado sustancialmente la operación. De acuerdo como se han ido implantando gradualmente en el sistema, a la fecha se mueven aproximadamente el 70% de las toneladas-kilómetro brutas manejadas, con las consecuencias de beneficio anteriormente mencionadas, en fluidez, tráfico así como en alivio del movimiento en las terminales. (Ver gráfica No. 27).

- 1. - TALLER DE REPARACIONES
- 2. - TALLER DE REPARACIONES
- 3. - TALLER DE REPARACIONES
- 4. - TALLER DE REPARACIONES
- 5. - TALLER DE REPARACIONES
- 6. - TALLER DE REPARACIONES
- 7. - TALLER DE REPARACIONES
- 8. - TALLER DE REPARACIONES
- 9. - TALLER DE REPARACIONES
- 10. - TALLER DE REPARACIONES
- 11. - TALLER DE REPARACIONES
- 12. - TALLER DE REPARACIONES
- 13. - TALLER DE REPARACIONES
- 14. - TALLER DE REPARACIONES

TRENES MILITARES



El servicio de trenes militares en México se organiza para facilitar el transporte de tropas y material de guerra. Las rutas principales conectan las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey y Toluca. Los trenes operan en ambos sentidos, permitiendo el movimiento rápido de unidades militares y suministros necesarios para las operaciones en el campo.

El servicio de trenes militares en México se organiza para facilitar el transporte de tropas y material de guerra. Las rutas principales conectan las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey y Toluca. Los trenes operan en ambos sentidos, permitiendo el movimiento rápido de unidades militares y suministros necesarios para las operaciones en el campo.

El servicio de trenes militares en México se organiza para facilitar el transporte de tropas y material de guerra. Las rutas principales conectan las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey y Toluca. Los trenes operan en ambos sentidos, permitiendo el movimiento rápido de unidades militares y suministros necesarios para las operaciones en el campo.



## FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

SUBGERENCIA DE OPEACION

## TRENES RAPIDOS

- 1.-RAPIDO "CO" COLIMA-MONTERREY
- 2.-RAPIDO "B" MEXICO-NVL. PARADO
- 3.-RAPIDO "M" MEXICO-MONTERREY
- 4.-RAPIDO "RSP" MEXICO-MONTERREY
- 5.-RAPIDO "VC" MEXICO-VERACRUZ
- 6.-RAPIDO "CO" MEXICO-COATZACOALCO
- 7.-RAPIDO "GA" MEXICO-GUADALAJARA
- 8.-RAPIDO "GB" MEXICO-GUADALAJARA
- 9.-RAPIDO "GC" MEXICO-GUADALAJARA
- 10.-RAPIDO "H" MEXICO-CD. FRONTERA
- 11.-RAPIDO "DK" DOÑA CECILIA-ESCOBEDO
- 12.-RAPIDO "NY" IRAPUATO-TORREON
- 13.-RAPIDO "FB" MATAMOROS-MEXICO
- 14.-RAPIDO "CZ" MEXICO-COATZACOALCO

REPUBLICA MEXICANA

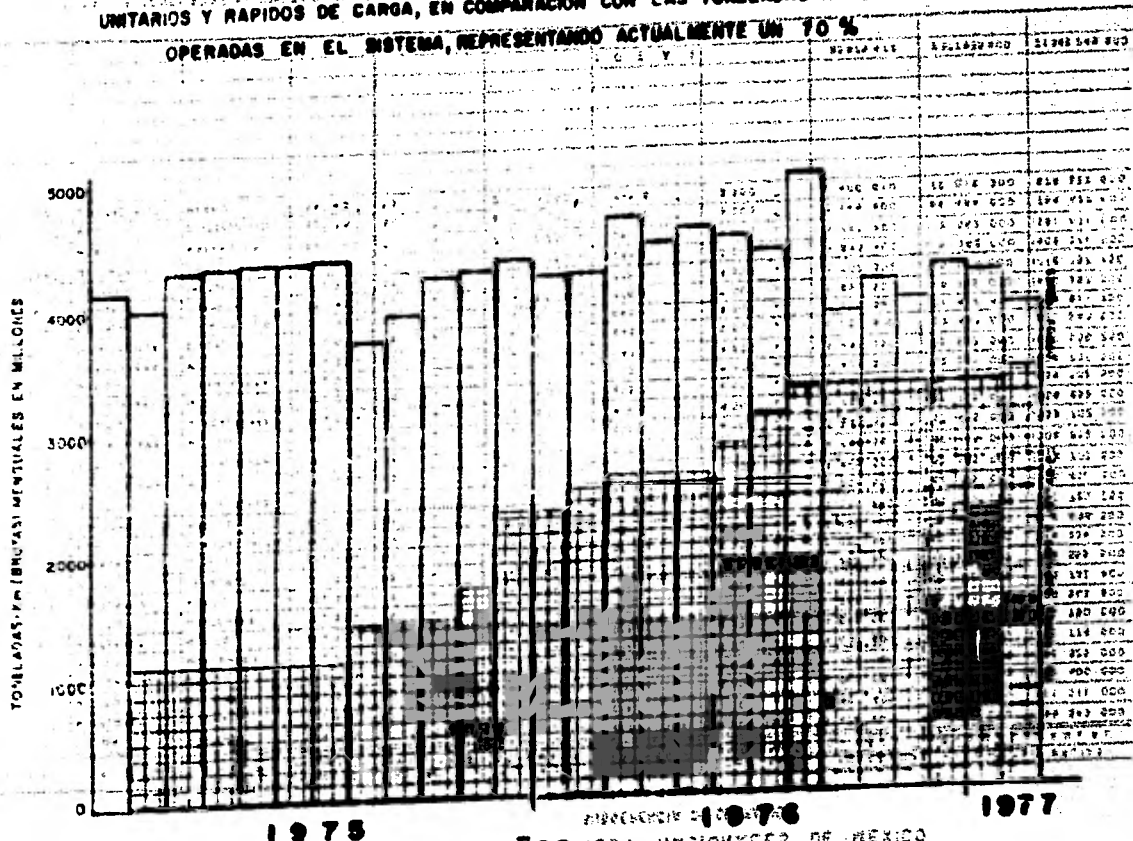
COMISION FEDERAL DE FERROCARRILES





# GRAFICA No. 27

GRAFICA DEL CRECIMIENTO DE LAS TONELADAS-Km BRUTAS MOVIDAS EN LOS TRENES UNITARIOS Y RAPIDOS DE CARGA, EN COMPARACION CON LAS TONELADAS-Km BRUTAS OPERADAS EN EL SISTEMA, REPRESENTANDO ACTUALMENTE UN 70 %



SENER  
 SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA  
 AÑO DE LOS ANIMALES  
 ESTADÍSTICAS MENSUALES DE MEXICO  
 SEPTIEMBRE DE 1978

Se puede clasificar el transporte según la urgencia de la entrega, el confort, la regulación de la temperatura, etc. en que se estipule el flete por realizar.

En orden, existe clase express, flete perecedero (que requiere refrigeración y tren rápido), trenes de ganado, etc., al igual que tren pullman, tren rápido, coches de primera o segunda clase, trenes ordinarios o mixtos, todos para pasajeros.

La clasificación estadística, divide a la carga por su origen en productos inorgánicos, animales, agrícolas, manufacturados, etc., en tanto que las clasificaciones con objetivo tarifario consideran al peso volumétrico, la facilidad de carga y descarga, la duración de riesgos, etc.

Los carros de ferrocarril, tienen capacidad o volumen disponible que hace variar el peso comercial transportado según su densidad o sus limitaciones.

Cada zona exporta excedentes e importa faltantes a su consumo, el tráfico refleja esa característica regional. La producción total regional debe analizarse para definir su porteador (producto por producto), así como sus necesidades de importación.

El ferrocarril maneja lo esencial a la industria y lo barato de flete para la alimentación popular. Se estima en México, que en un futuro próximo, nuestra clase de carga promedio, será como se indica a continuación:

**CARGA****FERROCARRIL****CARRERA. III**

<b>Agrícola</b>	<b>23%</b>	<b>20%</b>
<b>Animal</b>	<b>3%</b>	<b>10%</b>
<b>Forestal</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>
<b>Mineral</b>	<b>47%</b>	<b>5%</b>
<b>Mercancía</b>	<b>20%</b>	<b>60%</b>

**TOTAL** **100%** **100%**

Cada región tiene su carga promedio y ello debe calcularse para conocer los vehículos adecuados y las tarifas e ingresos consecuentes y hasta los movimientos del tráfico según las corrientes que siempre se dirigen de la zona de producción (oferta) a la zona de la demanda o centro de consumo.

**UNIDADES DE TRAFICO**

La tonelada métrica o short ton. de 2 000-lbs., son las unidades de carga neta y del peso bruto que incluye el peso del vehículo o tara.

La tonelada-kilómetro y el pasajero-kilómetro son las unidades de tráfico, mientras que el recorrido de un tren en 1 kilómetro es la unidad para el cálculo de costos de operación.

**CICLO DE CARGA**

El recorrido medio por carro, locomotora, o tren y el tiempo medio entre dos cargaduras consecutivas de un carro, definen su ciclo, que señala la eficiencia de los resultados en la velocidad, su distancia media, los tiempos en terminales, en carga y descarga, etc.

-dono de modo de carga sencilla entre sí y de las, debidamente  
-reducido lo más posible, en forma de un solo bloque al o, asista

**III.2.3** -registro de **DISTRIBUCION DEL TRAFICO** en materia de  
-información, así (**SEGUN EL PORCENTAJE DE LOS VEHICULOS**) así como  
-información de **SEGUN LOS TONELAJES DETALLADOS**) y (de los, así)

-señalar y señalar los diferentes sectores, así como  
**Los ferrocarriles emplean una forma para la remisión de to-**  
**-dos sus fletes denominada FORMA E-2, donde se anotan el tone-**  
**-laje, clase y consignatario, etc., por lo que es relativamen-**  
**te sencillo el uso de estadísticas anuales de los tonelajes-**  
**-transportados, clasificados para distintas distancias.**

--señalar además de obtener un análisis, estadístico y estadístico  
así como los diferentes sectores, así como los 000 000 de toneladas

**III.2.4** **VALUACION DE TRAFICO** .obtienen

---señalar, estadístico, así como los diferentes sectores, así como  
de o **Existen varios procedimientos y es recomendable darles**  
**-peso y promediarlos; no existe ninguna valuación exacta para**  
**medir el futuro tráfico y solamente por medio de una proyec-**  
**-ción a corto plazo, obtendremos una predicción aproximada**  
**-que se funda en la incierta medición del tráfico presente.**

---señalar (información de los diferentes sectores, así como los diferentes  
-forma **A) METODO DE MATRICES DE FLUJO** .obtienen

Este método es una recomendación del economista en **---**  
**transportes Sr. Michael Saphir, técnico de las Naciones Uni-**  
**-das.**

Se divide el territorio del país o de la extensa zona o  
estado que se analiza, en regiones donde se conoce aproxima-  
damente su potencial exportador y sus necesidades de importa

esta división, según sea municipal o distrital económica, o la geográfica que se adopte, según se prefiera en cada caso.

Se forman grandes cuadros cuadrantes de origen-destino para todas las subdivisiones territoriales (Estados, Municipios, etc.) y se suman los excedentes hasta los territorios importadores, según menores distancias aproximadas y físicamente realizables, formando los tráficos totales en ambas direcciones, los cuales deberán distribuirse entre los diversos porteadores, atendiendo características locales y usando datos estadísticos y tendencias políticas de desarrollo.

Supongamos que el municipio X y el Z, sus producciones actuales y deficiencias, señalan un tráfico en ambas direcciones de 200 000 ton/año, con números balanceados para cada sentido.

QUIVANT EN MOICAMIAV

A. S. III

Ese tráfico puede asignarse entre carretera, ferrocarril, ducto, barco o avión y puede realizarse por todos o sólo por uno o dos de los porteadores, según se encuentre el tráfico potencial sobre una ruta general o sobre un ramal secundario.

La topografía, señala la posibilidad de un camino relativamente corto, o la improcedencia de un ferrocarril demasiado largo por sus suaves pendientes y la hidrografía indicará si las barcazas deben intervenir o si los ductos son lo recomendable por la clase de carga.

Si se carece de información regional detallada se deben usar datos estadísticos, por ejemplo: asignar ese tráfico potencial 50% ferrocarril; 45% carretera y 5% avión.

Los tonelajes clasificados (por porteadores) se acumulan a los efectuados por las mismas rutas, forjando con ello

datos preliminares para calcular la necesidad de construir un camino o un ferrocarril y sus características.

Se debe considerar en los cuadros, el tráfico internacional (exportador-importador) según las aduanas de entrada y salida y estos cuadros de flujo pueden usarse tanto para carga como para estudios de pasajeros.

Se anexa un cuadro del Método de Flujo del Sr. Saphir y una tabla similar, formada por el Ingeniero Mexicano M. Díaz Morlet para analizar tráfico agrícola en forma similar.

CUADRO No. 37

	NORTE	NE	NW	SUR	SE	SW	CENTRO	EXP.
NORTE		↑						
NE		↑						
NW		↑						
SUR		↑						
SE		↑						
SW	→	▨						
CENTRO								
IMP.								

-- riantrano de Sabbascon al raluolao anqz arannimilqz notab  
 .asqzefretarozua **DESTINO** o m r o onimo n  
 --arretat oclitit la ,corbauo col ne y bianoo **COEFICIENTES**  
 -sbartne de anuana al anqza (robator i-robator) **TECNICOS**  
 -- anqz oitst arau **INSUMOS** **FERROCARRIL** **25%** **TONS.**  
 .soretasq **CARRETERA** **35%** **TONS.**  
 y rido **ORIGEN** **DUCTO** **15%** **TONS.**  
 and **AVION** **10%** **TONS.**  
 .ralizia aruo **PRODUCTOS** **BARCANA** **15%** **TONS.**  
↑  
→

VE .ON ONCAUD

100% = TONS.

Los coeficientes técnicos dependen de las posibilidades físicas de construcción de camino, ducto, ferrocarril, etc. entre las localidades origen-destino del flujo que se analiza y sus distancias resultantes.

ORIGEN	WE	SE	SW	SE	ORIGEN
Las regiones analizadas pueden fraccionarse por municipios.					
B) <u>METODO RACIONAL</u>					

Se debe determinar los linderos de la zona de influencia para cada dirección de tráfico y fraccionar estos territorios según regiones productivas e improductivas o áridas.

Las zonas productivas de flete, deben a su vez clasificarse en: agrícolas, ganaderas, forestales, mineras o industriales y en estas regiones clasificadas, se debe definir el cultivo, o los cultivos rotativos que se estima deberan utilizarse.

Este aspecto es de gran trascendencia, pues una hectá--

rea dedicada a caña, alfalfa, etc., puede producir hasta 30 veces mayor tonelaje anual, que otros cultivos como maíz, trigo, etc.

A modo de tosca aproximación se adjunta la tabla de datos de producción media anual en regiones agrícolas similares a México, con técnicas poco mecanizadas y otros adelantos modernos.

Los datos de producción media anual en regiones agrícolas similares a México, con técnicas poco mecanizadas y otros adelantos modernos, se basan en estadísticas y estudios de campo en las zonas de influencia analizadas por el "Método Racional".

**FACTORES APROXIMADOS PARA VALUAR TONELAJES DE PRODUCCIÓN ANUAL POR HECTAREA, PARA ESTIMACIONES PRELIMINARES DEL TRAFICO PROBABLE EN ZONAS DE INFLUENCIA ANALIZADAS POR EL "METODO RACIONAL".**

Ajonjolí	0.7	Ton/Ha/año	Linaza	0.9	Ton/Ha/año
Alfalfa	46.0	"	Maíz	0.9	"
Arroz	1.8	"	Naranja	14.1	"
Algodón	0.3	"	Olivo	3.0	"
Café	0.3	"	Plátano	8.0	"
Cacahuete	1.2	"	Papa	5.3	"
Caña	45.0	"	Sorgo	2.5	"
Cebada	1.3	"	Tabaco	1.4	"
Chicharo	3.9	"	Trigo	1.2	"
Chile verde	1.0	"	Tomate	7.8	"
Garbanzo	1.1	"	Uva	7.0	"

Promedio agrícola: 3 Ton/Ha/año

Flete ganadero: de 0.01 a 1 Ton/Ha/año

Flete forestal (racional): de 0.3 a 0.7 Ton/Ha/año

Flete minero zona carbonífera o siderúrgica (aprox.):

100 Ton/Ha (1 Ton. de hierro fundido requiere 3 Ton. de mineral, carbón y caliza).

NOTA: Cada país tiene sus propios rendimientos agrícolas derivados de métodos, suelos, clima, etc., al igual que en asuntos ganaderos o de explotación carbonífera y



Forestales; en consecuencia, los datos anexos solo son una tosca aproximación que debe verificarse para el estudio de cada problema en particular.

Los bosques deben ser analizados con serios estudios de sonómicos para determinar el flete anual de su explotación racional que depende de la densidad y crecimiento anual, etc.

Las zonas mineras, precisan estudios especializados y ubicar los yacimientos, siendo el carbón coquizable, el hierro, el cobre, y el plomo, los minerales de mayores volúmenes en comparación con el escaso flete directo de los minerales como el oro, plata, etc., en los cuales, el flete mayoritario no es el metal concentrado sino los explosivos, combustibles, alimentos, mercancía en general requerida por la industria extractiva y su población.

Se anexan dos cuadros del pronóstico del tráfico de carga (período 1978-2000), empleados por los Ferrocarriles Nacionales de México.

	1978	2000
"	0.2	0.8
"	0.8	2.5
"	2.5	8.0
"	8.0	25.0
"	25.0	80.0

**PRODUCTOS BÁSICOS DE INTERÉS  
 COMERCIAL DE LOS ESTADOS UNIDOS  
 MOCASTRADO Y MONSTRADO DE ALMORZADO  
 PRODUCTOS DEL TERCER TRIMESTRE DE 1968  
 (DATOS EN MIL DÓLARES)**

**CUADRO 52-26**

Código	Descripción	Trimestre										Total																				
		1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968																					
<b>PRODUCTOS ABEOLADOS</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000									
000	<b>Total</b>	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000										
<b>PRODUCTOS MEXICANOS</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000									
000	<b>Total</b>	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000										
<b>PRODUCTOS Y SUB-PRODUCTOS</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000									
000	<b>Total</b>	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000										
<b>PRODUCTOS MEXICANOS</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000									
000	<b>Total</b>	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000										
<b>PRODUCTOS INDUSTRIALES</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000									
000	<b>Total</b>	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000										
<b>OTROS ARTICULOS DIVERSOS</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000									
000	<b>Total</b>	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000										
<b>TOTAL GENERAL:</b>												11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000

ALVARO CAMARILES MEDICALER DE MEXICO  
 MEDICACION  
 SERVICIOS DE PLANTAS Y GUARDIANIA

BASE - ESTI OCUPIA 2500 M<sup>2</sup> DE PLANTAS DE GUARDIANIA  
 PROMEDIO DEL TRAFICO DE CARRO POR EL PERIODO 1990 - 2000  
 CANTIDAD DE TRAFICO - 1000000

**CORREO SUICAO**

DESCRIPCION	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>PRODUCTOS AGRICOLAS</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
110.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
110.2											
110.3											
110.4											
110.5											
110.6											
110.7											
110.8											
110.9											
110.10											
<b>PRODUCTOS MINERALES</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
120.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
120.2											
120.3											
120.4											
120.5											
120.6											
120.7											
120.8											
120.9											
120.10											
<b>PRODUCTOS DE PETROLIO Y GAS</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
130.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
130.2											
130.3											
130.4											
130.5											
130.6											
130.7											
130.8											
130.9											
130.10											
<b>PRODUCTOS QUIMICOS</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
140.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
140.2											
140.3											
140.4											
140.5											
140.6											
140.7											
140.8											
140.9											
140.10											
<b>PRODUCTOS METALURGICOS</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
150.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
150.2											
150.3											
150.4											
150.5											
150.6											
150.7											
150.8											
150.9											
150.10											
<b>PRODUCTOS TEXTILES</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
160.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
160.2											
160.3											
160.4											
160.5											
160.6											
160.7											
160.8											
160.9											
160.10											
<b>OTROS ARTICULOS DIVERSOS</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
170.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
170.2											
170.3											
170.4											
170.5											
170.6											
170.7											
170.8											
170.9											
170.10											
<b>TOTAL SUBTOTALS DE CATEGORIAS</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
180.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
180.2											
180.3											
180.4											
180.5											
180.6											
180.7											
180.8											
180.9											
180.10											
<b>RUBTOTAL</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
190.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
190.2											
190.3											
190.4											
190.5											
190.6											
190.7											
190.8											
190.9											
190.10											
<b>TOTAL GENERAL</b>	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
200.1	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
200.2											
200.3											
200.4											
200.5											
200.6											
200.7											
200.8											
200.9											
200.10											

### III.3 TIPO DE LOCOMOTORAS Y SU CLASIFICACION

Dentro de esta clasificación quedan las locomotoras que

#### **DEFINICION**

**LOCOMOTORAS:** Todo vehículo ferroviario productor de potencia, o bien transformador de la que recibe del exterior - (locomotora eléctrica), destinado a desplazar y arrastrar -- otros vehículos.

A medida que se han desarrollado los ferrocarriles han aparecido diferentes tipos de locomotoras que se distinguen entre sí tanto por el tipo de máquina prima como por el de la transmisión de la fuerza motriz a las ruedas así llamadas, por el servicio al que han de destinarse y la disposición de las ruedas motrices o de guía. De aquí que haya la necesidad de establecer una clara clasificación entre todos los tipos de locomotoras que se han usado y se emplean en la actualidad en la tracción ferroviaria. Tal clasificación suele ser la siguiente:

1.- Clasificación según el motor primo.

2.- Clasificación según el tipo de transmisión de la fuerza.

3.- Clasificación según la clase de servicio.

4.- Clasificación adoptada por los ferrocarriles que forman parte de la Asociación de los Ferrocarriles Americanos (A.A.R.), o de acuerdo con las normas establecidas por el fabricante.

#### III.3.1 CLASIFICACION SEGUN EL MOTOR PRIMO

De acuerdo con esta clasificación se toma en cuenta el motor primo con que está equipada la locomotora para generar

Dentro de esta clasificación quedan las locomotoras que se indican a continuación.

DEFINICION

LOCOMOTORAS

**A) LOCOMOTORAS DE VAPOR**

El vapor es generado en una caldera, y usado para impulsar motores, los cuales transmiten su fuerza a las ruedas motrices por medio de un sistema adecuado de mecanismos.

En un principio el combustible empleado era la leña, luego fué el carbón y finalmente se construyeron hogares para quemar petróleo crudo.

Al mejorar la construcción de locomotoras de vapor se fué aumentando la presión y la temperatura de éste que pasó de 4 o 5 Kg/cm<sup>2</sup> a 24 Kg/cm<sup>2</sup> y temperaturas del orden de 400°C, y obteniéndose un mayor rendimiento de las máquinas de este tipo, logrando en consecuencia mayor velocidad de circulación y mayor capacidad de arrastre.

También hubo mejoras en los mecanismos relacionados con la distribución del vapor y su inyección a los cilindros, y en los sistemas de transmisión mecánica de la potencia desarrollada por éstos a las ruedas motrices. (Ver Cuadro No. 40).

**B) LOCOMOTORAS DIESEL**

En este tipo de locomotoras la máquina prima es un motor diesel que puede ser de dos o cuatro tiempos, acoplado directamente a un generador eléctrico, el cual transmite su potencia a motores de tracción acoplados directa o indirectamente a las ruedas motrices.

(IP) DE CUADRO No. 40. OBLIGATORIO TABLA DE BSB

**LOCOMOTORAS DE VAPOR QUE HAN SIDO MAS  
USUALES EN LOS FERROCARRILES E.D.E.**

LOCOMOTORAS DE VAPOR DIRECTAS

CONSTRUCTOR	ALCO	ALSTHOM	BRUNNER	ALCO	ALCO	ALCO
CLASE	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1
ANOS DE SERVICIO						
NUM. DE LA MOTRIZ (NB)						
TOTAL MOTRICES (NB)						148 NB
TOTAL MAQ. Y TENDER (TONS)	162	225	193	212	208	220
BASE RIGIDA (CM)	4726	5105	3650	3652	3654	3660
CILINDROS: DIAMETRO X CARRERA (CM)	63.5 X 76.2	65 X 76.2	63.5 X 71.1	57.1 X 71.1	63.5 X 76.2	68 X 71.1
PUEBLOS MOTRICES, DIAMETRO (CM)	167.5	160	170	185.4	177.8	185.4
MECANISMO DE VALVULA	BAKER		BAKER			BAKER
PRESION DE TRABAJO (KG/CM <sup>2</sup> )	14.04		12.88			14.08
LARGO DE TUBOS (M)	4.08		5.67	5.16		6.21
FLUSES: CANTIDAD Y DIAMETRO (MM)	30/30	40/140	38/136	43/136		95/140
TUBOS: CANTIDAD Y DIAMETRO (MM)	188/31	218/33	231/31	178/31	49/37	161/37
SUPERFICIES DE CALEFACCION (M <sup>2</sup> )						
FOGON	16.99	28.30	20.61	26.12	21.60	26.20
TUBOS	102.99	100.00	216.86	108.47	104.70	207.90
FLUSES	57.31	101.67	90.62	96.08	205.69	106.99
TERMOFON	NO TIENE	NO TIENE	NO TIENE	6.25	9.01	5.56
TENDER: CAPACIDAD (LITROS)						
AGUA	30785	37884	32178	32178	36781	37884
ACERE COMBUSTIBLE	11816	15142	13298	13888	12212	16042

Suelen incluirse en este tipo de locomotoras las equipadas con un motor de combustión interna, aunque no sea del tipo diesel, que consuma gasolina, petróleo o gas. Pero la potencia que pueden desarrollar estos motores es relativamente baja y por ello no suelen aplicarse al arrastre de trenes pesados, sino más bien para efectuar maniobras en patios de fábricas o talleres a velocidades pequeñas y arrastrando car-

Gas de valor reducido. (Ver Circular No. 41)

LOCOMOTORES DE VAPOR QUE HAN SIDO

USUARIOS EN LOS FERROCARRILES N.D.M.

LOCOMOTORES DIESEL-ELECTRICAS EMPLEADAS

CONSTRUCTOR	ALCO	EMERSON	GENCO	EMD	ALCO	EMD
DESIGNACION AAR	18-B-1	8-910-8	8-9	8-C	8-R-1	8-R
FERROCARRIL	N 44 M	N 44 M	CH-P	N 44 M	N 44 M	N 44 M
SERVICIO	PATIO	CARRINO	CARRINO	CARRINO	CARRINO	CARRINO
TIPO	PATIO	CARRINO	P-C	P-C	P-C	P-C
POTENCIA NOMINAL PARA TRAC.						
CION W.P. (II)	1000	9000	1800	1800	2400	2900
RELACION DE ENGRANES	75/16	62/15	74/18	62/15	74/18	61/16
F.T. CONTINUADA (KG) (II)	15453	30905	24102	18205	20960	20771
VELOCIDAD MINIMA CONT. (KPH)	13.2	17	18	21.2	26.5	27.8
VELOCIDAD MAXIMA (KPH)	94.5	105	103	105	115	124
PESO TOTAL (TONS)	104.5	284	118	128	148.5	180.5
PESO ADHERENTE (KG)	104500	186000	111800	112600	148900	120500
MOTOR DIESEL						
CONSTRUCTOR						
CICLO (TIEMPOS)	4	4	3	2	4	2
REV. CILINDROS	6-LINEA	6-LINEA	6-LINEA	16-V	16-V	16-V
DIAMETRO Y CARRERA (MM)	317.5/330.2	325.8/380	330.8/334	113.0/254	228.8/380	253.8/334
RELACION DE COMPRESION	13:1	13:1	14:1	18:1	13:1	14.5:1
R.P.M. MAXIMAS/NOLOAD	740/250	625/315	850/300	835/275	1025/400	900/315
ALIMENTACION DE AIRE	TURBO	TURBO	SOPLADOR	SOPLADOR	TURBO	TURBO
EQUIPO ELECTRICO						
GENERADOR CARGA CONTINUA						
(AMPERES) A 500 VOLTS	1380	1700	2875	1800	2800	2900
INVERSOR DE TRACCION CARRINO						
POR UNIDAD	4	8	4	8	4	4
CARGA CONTINUADA (AMPS)	830	900	1085	900	1185	1000
MUEDAS MOTRICES, DIAM. (CM)	1016	1067	1016	1016	1016	1016
BASE RUEDA TRUQUE (CM)	243.8	50.4	299.3	370.7	364.4	243.8
CAPACIDADES (LT)						
COMBUSTIBLE	2403	13249	3407	6037	7371	4542
LUBRICANTE	303	1438	138	757	946	820
AGUA ENFRIAMIENTO	908	2460	692	785	1211	1041

(1) a 305 m.s.n.m. y 15.5°C.

(2) Dos motores diesel por unidad.

(3) Cilindros con dos émbolos opuestos.

**C) LOCOMOTORAS DE TURBINA**

Se han hecho ensayos para utilizar como motor primo una turbina ya sea de vapor o de gas, en sustitución del motor diesel de las locomotoras antes descritas. El resto del equipo es semejante al de las locomotoras diesel.

La necesidad de generar el vapor o de utilizar el gas para impulsar la turbina obliga en muchas ocasiones a equipar las locomotoras con un tender adicional, con lo cual la máquina en sí resulta más cara que la locomotora diesel.

En las locomotoras diesel-eléctricas se ha llegado a lograr potencias del orden de 4 500 H.P. En cambio con las locomotoras de turbina se han logrado en máquinas experimentales potencias del orden de 8 000 H.P. Algunos ferrocarriles norteamericanos siguen experimentando con este tipo de locomotoras, habiendo logrado resultados que permiten esperar la

posible utilización de éstas máquinas en sustitución de las diesel-eléctricas por sus rendimientos superiores a éstas últimas.

**D) LOCOMOTORAS ELECTRICAS**

Desde el punto de vista del desarrollo de la tracción ferroviaria la locomotora eléctrica fué la que siguió a la de vapor. Tanto en los EE.UU. como principalmente en la mayor parte de los países industrializados de Europa se empleó la locomotora eléctrica para la tracción ferroviaria.

En un principio se utilizaron locomotoras con un solo motor que recibía la energía eléctrica desde subestaciones adecuadas a través de conductores elevados, sobre los cuales



se desliza el colector de corriente para el motor, y la --  
transmisión de la potencia de éste se hacía por mecanismos --

que impulsaban las ruedas motrices. Posteriormente, al ir --  
progresando los medios de aprovechamiento de la energía eléc-  
trica, la conducción de la electricidad se hacía directamen-  
te a motores eléctricos acoplados a los ejes de las ruedas --  
motrices combinándolos entre sí en serie, serie-paralelo, o --  
paralelo, con ayuda de los accesorios adecuados.

La tracción eléctrica se justifica únicamente cuando el --  
tráfico es muy intenso o cuando las condiciones de la región --  
que se haya de recorrer implicara peligros si se efectuara --  
la tracción con máquinas de vapor que despidieran gran canti-  
dad de humo. En túneles largos el efecto del humo y de las --  
cenizas sobre los pasajeros y sobre las tripulaciones de los --  
trenes significaba un peligro que se eliminó sustituyéndolas --  
en esos tramos por lo general de gran pendiente, por locomo-  
tores eléctricas.

La tracción por medio de locomotoras eléctricas requie-  
re de una inversión inicial muy elevada y además obliga a em-  
plear un sistema de señales especial, que no sería necesario --  
en el caso de emplear tracción de vapor.

En un comienzo la locomotora eléctrica se alimentaba --  
por corriente continua a voltajes del orden de 600, 1 500 o --  
3 000 voltios, utilizándose la energía en corriente alterna-  
producida en las centrales de este tipo y transportada a lo --  
largo de la línea ferroviaria hacia subestaciones convertido --  
en corriente alterna a voltajes ele-  
vados y frecuencias del orden de 16 2/3 períodos por segundo; --  
últimamente se han construido locomotoras capaces de funcio-  
nar con gran rendimiento alimentadas directamente por co---

rientes alternas a 50 o 60 períodos por segundo.

De todo lo anterior se puede deducir que la locomotora eléctrica se puede subclasificar en los siguientes tipos:

- a) Locomotoras de corriente continua.- Vehículos cuyos motores se alimentan directamente de la línea de contacto a través de los conmutadores y resistencias de control adecuados.
  - b) Locomotoras de corriente alterna.- Estas se alimentan por la línea aérea de contacto y cuya energía llega a los motores a través de transformadores montados en la propia locomotora, cuyo voltaje de salida se modifica por medio de derivaciones.
  - c) Locomotoras con grupo motor-generador.- Estas reciben la energía en corriente alterna de la fuente generadora, la cual actúa un motor que impulsa un generador de corriente continua que transmite la suya propia a los motores de tracción.
  - d) Locomotoras con rectificadores.- Vehículos que reciben la energía de la línea de contacto y se transforma en corriente continua para impulsar los motores de tracción a un voltaje del orden de 600 voltios.
- (Ver Cuadro No. 42 y Figs. 1 y 2)

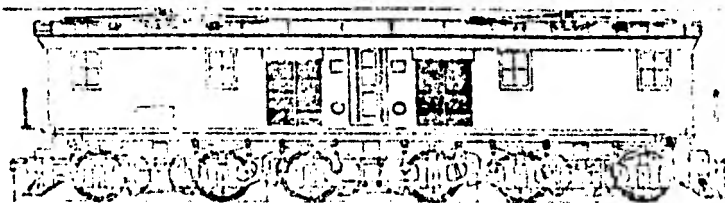


Fig. 1 Locomotora eléctrica para trenes de carga

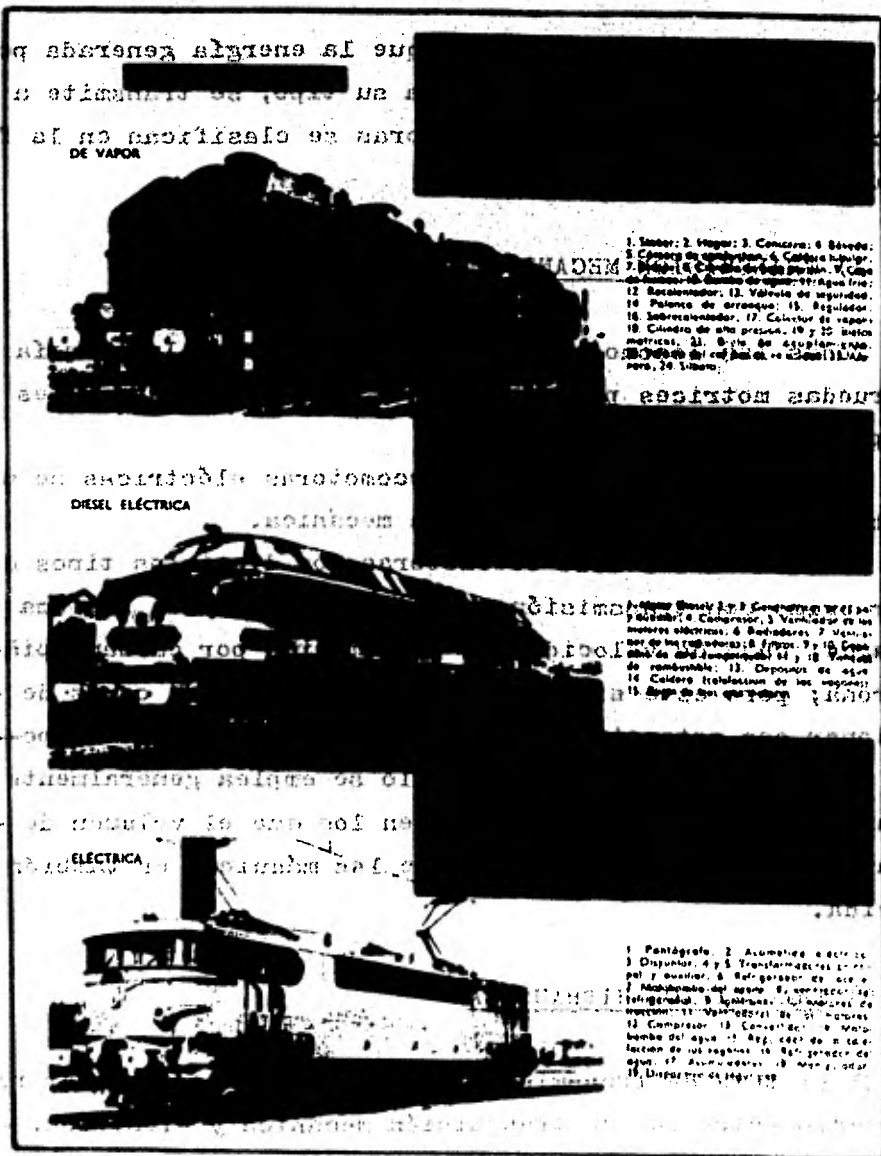
CUADRO No. 42

**CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS**

CONSTRUCTOR	ALSTOM	SIEMENS	GENERAL ELECTRIC	WESTINGHOUSE
DESIGNACION AAR	B-18-B	B-9	2-C1C-2	B-200-A
FERROCARRIL	N. DEM.	SNCF (FRANCIA)	PENNSYLVANIA	Gr. NORTHERN
C.D. o C.A.	C.D.	CA.	CA.	CA.
VOLTAJE NOMINAL	3000	25 KV.	25 KV.	25 KV.
FRECUENCIA (C.P.S.)	—	50	25	25
MOTORES DE TRACCION: NUMERO	6	4	6 (TWIN)	12
C.D. o C.A.	C.D.	C.D.	C.A.	C.D.
RELACION DE ENGRANES	5.0	—	3.21	4.8
PUELDAS MOTRICES, DIAMETRO (CM)	116.0	125	144.8	166.7
BASE BUNDA (CM)	278.4	320	416.4	510.6
PESOS				
ADHERENTE (MG)	440	600	725	278
TOTAL (TONS)	140.4	84	217	327
ADHERENCIA: 25% DE ADHESION				
URINORARIA	35110	21000	34431	61818
CONTINUADA	24543	—	—	—
POTENCIA				
URINORARIA	2752	2880	3043	5400
CONTINUA	2520	4920	4620	5000
VELOCIDAD (Km/H): URINORARIA	305	—	—	—
CONTINUA	—	95	110	231
MAXIMA	—	160	160	105
CON REGENERACION	—	—	—	—
OPERACION EN MULTIPLE	SI	SI	SI	SI

CLASIFICACION SEGUN EL SISTEMA  
DE TRANSMISION DE LA ENERGIA

III.3.5



DE VAPOR

1. Motor; 2. Vapor; 3. Condensador; 4. Bóveda;
5. Cámara de condensación; 6. Cámara de vapor;
7. Motor; 8. Cámara de vapor; 9. Cámara de condensación; 10. Cámara de vapor; 11. Cámara de condensación; 12. Cámara de vapor; 13. Cámara de condensación; 14. Cámara de vapor; 15. Cámara de condensación; 16. Cámara de vapor; 17. Cámara de condensación; 18. Cámara de vapor; 19. Cámara de condensación; 20. Cámara de vapor; 21. Cámara de condensación; 22. Cámara de vapor; 23. Cámara de condensación; 24. Cámara de vapor.

DIESEL ELÉCTRICA

1. Motor Diesel; 2. Generador; 3. Transformador; 4. Línea de transmisión; 5. Motor; 6. Generador; 7. Transformador; 8. Línea de transmisión; 9. Motor; 10. Generador; 11. Transformador; 12. Línea de transmisión; 13. Motor; 14. Generador; 15. Transformador; 16. Línea de transmisión; 17. Motor; 18. Generador; 19. Transformador; 20. Línea de transmisión; 21. Motor; 22. Generador; 23. Transformador; 24. Línea de transmisión.

ELECTRICA

1. Pentágono; 2. Acumulador de agua; 3. Depósito; 4. y 5. Transformador; 6. Línea de transmisión; 7. Motor; 8. Generador; 9. Línea de transmisión; 10. Motor; 11. Generador; 12. Línea de transmisión; 13. Motor; 14. Generador; 15. Línea de transmisión; 16. Motor; 17. Generador; 18. Línea de transmisión; 19. Motor; 20. Generador; 21. Línea de transmisión; 22. Motor; 23. Generador; 24. Línea de transmisión.

**CLASIFICACION SEGUN EL SISTEMA  
DE TRANSMISION DE LA ENERGIA**

que la energía generada por la locomotora, cualquiera que sea su tipo, se transmite a las ruedas motrices. Las locomotoras se clasifican en la forma que

**A) TRANSMISION MECANICA**

Todas las locomotoras de vapor transmiten la energía a las ruedas motrices por sistema mecánico. Es decir

utilizan un sistema de transmisión mecánica.

Existen diversos tipos de locomotoras con distintos tipos de motor primo con transmisión mecánica. Se emplea un sistema de embrague, caja de velocidades, transmisión por cardanes, pignon y corona; pero este sistema de transmisión no es capaz de funcionar con potencias elevadas, más allá de un límite superior de unos 300 H.P. y por ello se emplea generalmente en patios de fabricación e talleres en los que el volumen de carga es pequeño y la velocidad de las máquinas es también reducida.

**B) TRANSMISION HIDRAULICA**

El sistema de transmisión hidráulica puede considerarse intermedio entre los de transmisión mecánica y eléctrica. Permite hacer arranques y paradas suaves del convoy con un

mayor rendimiento.

(C) TRANSMISION HIDRAULICA

La aplicación de la transmisión hidráulica se ha ido generalizando en los llamados autocarriles y en los coches motores de servicio (ambulancia). En cambio en las locomotoras para servicio de carga o de pasajeros este sistema no se ha desarrollado plenamente.

En la transmisión hidráulica se utiliza como medio auxiliar para enviar la energía del motor primo a los elementos que producen el arrastre: el aceite que, impulsado por una turbina arrastra una bomba centrífuga que actúa sobre los mecanismos de acción directa sobre las ruedas. El aceite, que por lo general se calienta, requiere de un sistema adicional para su enfriamiento.

La transmisión hidráulica permite remolcar trenes pesados a baja velocidad y vencer mayores pendientes que la directa en las máquinas diesel-eléctricas.

Los ensayos realizados con este tipo de transmisión han permitido llegar a la conclusión de que se puede obtener una potencia en caballos, mayor en relación al peso de la locomotora, que es posible arrastrar mayores tonelajes a mayor velocidad, que requieren relativamente de pocas refacciones y escasas reparaciones, y por todo ello serían preferibles a las transmisiones directas usuales en las locomotoras diesel-eléctricas.

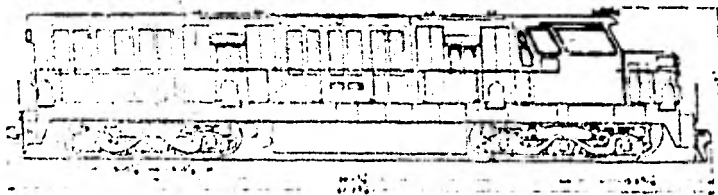


Fig. 3 Locomotora diesel-hidráulica.

### C) TRANSMISION ELECTRICA

Este sistema de transmisión es simple tanto en locomotoras diesel-eléctricas, como en las eléctricas y de turbina. Al hablar de la clasificación según el motor primo, se indicaron algunos sistemas de transmisión de la energía eléctrica a los motores de tracción propiamente dichos, de hecho la transmisión eléctrica permite un arranque muy suave de los convoyes, una amplia gama de regulación de su velocidad, paradas también suaves y cómodas para el pasaje y en algunos casos es posible también recuperar la energía de movimiento del tren para devolver energía eléctrica a la línea de transporte.

La transmisión eléctrica se puede considerar que ha llegado a un alto grado de desarrollo y no se espera en el futuro grandes modificaciones.

### III.3.3 CLASIFICACION SEGUN LA CLASE DE SERVICIO

De acuerdo con el servicio que deban prestar las locomotoras suelen clasificarse en la forma que sigue:

#### A) LOCOMOTORAS PARA SERVICIO DE PATIO (LOCOMOTORAS DE MANIOBRAS)

Los patios de clasificación de los sistemas ferroviarios pueden ser muy diferentes entre sí, ya que su capacidad de almacenamiento de trenes, vagones y locomotoras puede ser muy distinta y el volumen del movimiento de unidades dentro del patio puede ser muy variable.

Las locomotoras empleadas para servicio de patio deben tener como característica fundamental la de que exista el máximo peso posible sobre las ruedas motrices, ya que con esto se logra una gran fuerza tractiva aunque sea a baja velocidad y además deben proporcionar una visibilidad perfecta en ambos sentidos.

Las potencias usuales en este tipo de locomotoras es del orden de 660, 1 000 y 1 200 H.P.

Las locomotoras de vapor destinadas al servicio de patio no tienen carretillas guía ni de arrastre y además el tender se procura que sea lo más reducido posible para evitar que parte de la potencia desarrollada por la locomotora tenga que utilizarse para arrastrarlo como carga muerta. Las ruedas motrices suelen ser de menor diámetro que en las locomotoras destinadas al servicio de camino sobre todo cuando se destinan al arrastre de trenes de pasajeros.

Se emplean también como locomotoras de patio las diesel



eléctricas, y en algunas de ellas se tiene el control de joro  
 ba que permite el manejo de trenes pesados a bajas veloci-  
 dades, cuestión que es de importancia en el manejo de trenes -  
 en los patios de clasificación.

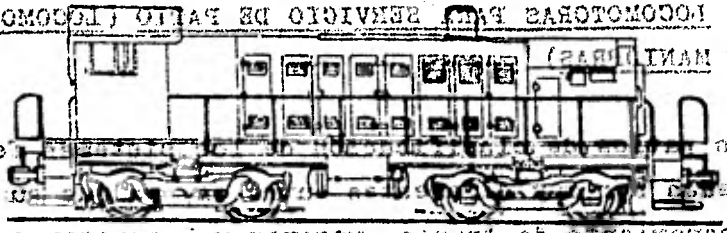


Fig. 4 Locomotora diesel-eléctrica para servicio de pa-  
 tio.

**B) LOCOMOTORAS DE CAMINO PARA SERVICIO DE PASAJEROS**

La característica principal de este tipo de locomotoras  
 debe ser la de desarrollar altas velocidades aún cuando por-  
 ello haya que sacrificar la capacidad de arrastrar grandes  
 toneladas.

Las locomotoras de vapor empleadas para este servicio  
 tenían ruedas motrices que podían llegar a tener diámetros  
 del orden de 1.70 m.

Tanto las locomotoras de vapor como las diesel-eléct-  
 cas o eléctricas empleadas para el arrastre de trenes de pa-  
 sажeros pueden acoplarse en múltiple para lograr las veloci-  
 dades altas que requieran los itinerarios establecidos.

La locomotora para arrastrar trenes de pasajeros, debe  
 disponer de un generador de vapor, que a su vez alimenta los  
 sistemas de calefacción en los vagones de pasajeros, cuando -

la temperatura baje de un determinado límite y lograr así -- una mayor comodidad para los usuarios. En las locomotoras -- eléctricas el servicio de calefacción pueda lograrse también por medio de resistencias eléctricas de calefacción.

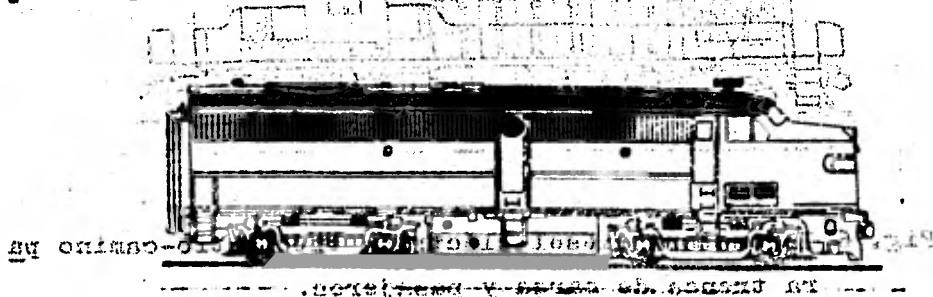


Fig. 5 Locomotora diesel-eléctrica para trenes de pasajeros.

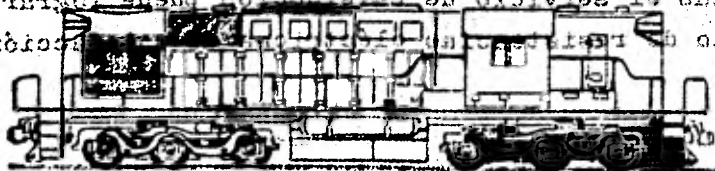
**C) LOCOMOTORAS DE CAMINO PARA CARGA**

Aun cuando los mismos tipos de locomotoras empleadas para el arrastre de trenes de pasajeros se emplean de hecho para el arrastre de trenes de carga, se han diseñado locomotoras especialmente destinadas al arrastre exclusivo de trenes de carga.

Estas locomotoras pueden estar destinadas a arrastrar trenes pesados a baja velocidad, colocadas a la cabeza del convoy. O bien trenes pesados y largos a baja velocidad con locomotoras colocadas a la cabeza del convoy y en algún punto intermedio del mismo. Por último trenes de carga ligeros que deban circular a velocidades mayores con locomotoras acopladas a la cabeza del convoy.

Se puede en ciertas ocasiones formar trenes con dos o más máquinas operadas en múltiple.

-- las ruedas y ejes administrados no se está sometiendo al  
 -- en los motores en las locomotoras para los servicios de pasajeros y  
 -- también se utiliza en el servicio de carga y pasajeros.



**Fig. 6 Locomotora diesel-eléctrica tipo patio-camino para trenes de carga y pasajeros.**

... de la locomotora...

**III.3.4 CLASIFICACION ADOPTADA POR LOS FERROCARRILES ASOCIADOS A LA A.A.R. O DE ACUERDO CON LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR LOS FABRICANTES**

Existen varios sistemas de clasificación de las locomotoras ya sea de vapor, diesel-eléctricas o eléctricas, que varían de un país a otro, o son aceptados por los sistemas ferroviarios teniendo en cuenta sus propias conveniencias.

Por lo general todos los sistemas de clasificación se basan en la disposición de las ruedas o de los ejes.

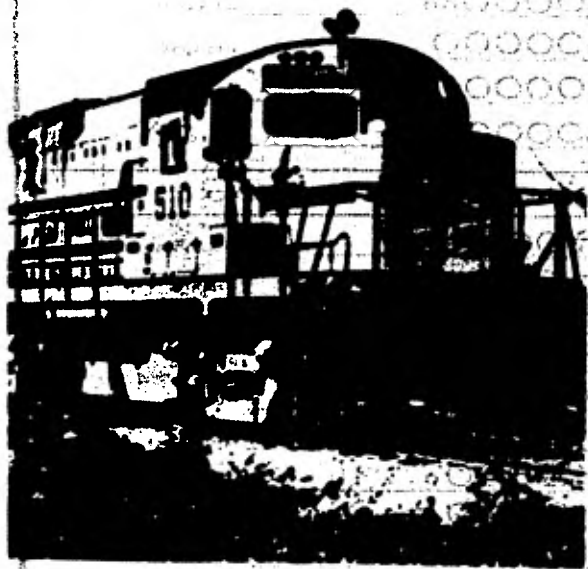
**A) SISTEMA WHYTE**

Es el sistema más usual en los ferrocarriles mexicanos, y debe su nombre a que fué propuesto por F.M. Whyte.

Consiste básicamente en la utilización de dígitos para representar el número de ruedas en cada grupo, comenzando por el frente de la locomotora. El primer dígito representa...

el número de ruedas de la carretilla guía; el segundo, el número de ruedas motrices; y el tercero, el número de ruedas de la carretilla de arrastre.

En las locomotoras articuladas se asigna un dígito a cada grupo de ruedas motrices. Normalmente todos los dígitos se separan por guiones. El diagrama del Cuadro No. 43 muestra la designación por este sistema de algunas de las locomotoras de vapor más conocidas. El triángulo situado a la izquierda de los diagramas representa el frente de la locomotora.



En la columna de CUADRO No. 43 se da el número de ruedas de tracción de cada locomotora.

**DESIGNACION DE LAS LOCOMOTORAS MAS CONOCIDAS**

**DE ACUERDO CON EL SISTEMA WYATT**

En el diagrama se muestra el número de ruedas de tracción de cada locomotora.

Las locomotoras con 2 ruedas en la carretilla guía se designan como sigue:

Diagrama	Designación
2-4-0	4-Coupled
2-4-2	Columbia
2-6-0	Mogul
2-6-2	Patric
2-8-0	Consolidation
2-8-2	Mikado
2-8-4	Berkshire
2-10-0	Decapod
2-10-2	20-20
2-10-4	20-20

Diagrama	Designación
4-4-0	2-2-Wheel
4-4-2	2-2-Wheel
4-6-0	2-2-Wheel
4-6-2	2-2-Wheel
4-6-4	2-2-Wheel
4-8-0	2-2-Wheel
4-8-2	2-2-Wheel
4-8-4	2-2-Wheel
4-10-0	2-2-Wheel
4-10-2	So. Pacific
4-12-2	Union Pacific

**B) SISTEMA ALCO (AMERICAN LOCOMOTIVE CO.)**

Es similar al anterior, con la diferencia de que se utilizan los guiones que separan los dígitos.

A los dígitos que designan el tipo de locomotora se agregan las siguientes letras que representan las características que se indican:

**O** Significa compound

**S** vapor sobrecalentado

**T** con tanque integral, es decir, sin tender independientes.

Después de estas letras se añade un número que representa

el peso de la locomotora en miles de libras. Así por ejemplo,

una locomotora designada 282S241 indica que es del tipo

NIKADO, de vapor sobrecalentado y con un peso de 241 000

libras. Una máquina designada con 2882-OS563 indica una locomo-

tora articulada compound y con vapor sobrecalentado con un

peso de 563 000 libras.

**C) LA LIMA LOCOMOTIVE WORKS INC.**

Esta fábrica emplea un sistema de clasificación similar

al anterior, con la diferencia de que en él se intercalan

guiones entre los grupos de números o letras.

**D) SISTEMA FRANCES**

En un principio es el sistema Whyte; pero en lugar de que los dígitos representen ruedas indican número de ejes, y por tanto los dígitos del sistema Whyte se reducen a la mi-

tad, ya que cada eje soporta dos ruedas.

En el sistema francés una locomotora tipo PACIFICO se designa con la notación 2-3-1, mientras que en el sistema Whyte se haría con los dígitos 4-6-2.

### B) SISTEMA ALEMÁN O CONTINENTAL

Se le ha dado el nombre de continental por ser el más empleado en el continente europeo. En él se utilizan las letras mayúsculas en orden alfabético para indicar el número de pares de ruedas o ejes motrices, y los números para denotar el número de los ejes de las carretillas de guía o de arrastre.

La locomotora PACIFICO tipo 4-6-2 en el sistema Whyte, se designaría en el sistema alemán con 2-C-1.

En este sistema no se emplea el número cero (0) como en el sistema Whyte, ya que una locomotora sin carretilla guía o de arrastre quedaría bien definida con la letra correspondiente al número de ejes motrices. Así, una máquina B representa una locomotora con dos ejes motrices.

### P) SISTEMA DE CLASIFICACION DE LAS LOCOMOTORAS DIESEL-ELECTRICAS, ELECTRICAS Y DE TURBINA

El sistema normal de clasificación adoptado por la A.A.R. en 1932 y revisado en 1949 se basa en el sistema alemán, descrito en párrafos anteriores.

El sistema Whyte, específico de las locomotoras de vapor, se aplica también con frecuencia a las locomotoras diesel-eléctricas, si bien no es capaz de describirlas con cla-

ridad, ya que los símbolos utilizados no establecen diferencia alguna entre las ruedas motrices y las libres.

En el sistema normal de la A.A.R. el primer símbolo descriptivo se refiere al eje al frente de la locomotora, cuando ésta tenga una sola cabina de mando, o a cualquiera de los frentes, cuando la máquina disponga de dos cabinas y su construcción sea simétrica.

Las letras representan el número de ejes motrices; los números indican los ejes guía o de arrastre y los signos (+) o (-) las conexiones que puedan existir entre trucks.

10.- El número de ejes motrices adyacentes, ya sea en una base rígida o en un truck se representa por la letra mayúscula que ocupe el mismo orden en el alfabeto.

A, indica un eje motriz,

B, " dos ejes motrices,

C, " tres ejes motrices,

D, " cuatro ejes motrices.

20.- El número de ejes libres adyacentes en una misma base rígida o en trucks se representa por un número arábigo.

1, representa un eje libre,

2, " dos ejes libres.

30.- Los trucks que tengan tantos ejes motrices como libres en la misma base rígida, se designan con una letra y un número colocados uno a continuación del otro en el orden adecuado, así:

1A, representa un truck con un eje libre y uno motriz; 1B, representa un truck con un eje libre y

dos ejes motrices adyacentes; A1B, representa un



**40.-** truck con un eje motriz, un eje libre y ejes motrices adyacentes.

**40.-** El signo (+) se usa para indicar:

a) Juntas articuladas entre trucks de una misma locomotora.

b) Conexiones permanentes entre unidades acopladas para operación en múltiple (barras de enganche).

**50.-** El signo (-) se emplea para indicar:

a) Separación entre trucks tipo basculante no articulados.

b) Separación en una misma base rígida de cualquier grupo de ejes motrices y ejes guía adyacentes, o trucks de arrastre no conectados mediante juntas articuladas.

c) Conexiones de separación rápida, tales como acopladores A.A.R., entre unidades de locomotora en operación múltiple.

**60.-** Cuando dos o más locomotoras similares con acoplamiento automático entre sí, y teniendo cada una de ellas el mismo tipo de truck se operan en múltiple como una sola unidad, el número de máquinas se indica anteponiendo éste a la designación de una máquina encerrada entre paréntesis.

Quando dos o más unidades con trucks de diferente tipo se operan en múltiple, la designación del conjunto se expresa indicando la notación de cada unidad comenzando en el frente de la primera de ellas, separando cada máquina por medio de paréntesis y poniendo los signos (+) o (-) en los lugares que corresponda para representar conexiones articu

ladas o acopladores automáticos respectivamente. -

70.- Ejemplos de distintas disposiciones de ejes en trucks de unidades sencillas o conectadas en múltiple, así como de conexiones entre trucks y eji-

nas se muestran en el diagrama del Cuadro No. 44.

En la segunda columna del cuadro la letra M ruedas o ejes motrices, y la letra I ruedas o ejes libres.

La tercera columna del cuadro indica la designación A.A.R. de las combinaciones a que éste se refiere, teniendo en cuenta las reglas que se acaban de mencionar.

DESIGNACION DE ACUERDO CON EL SISTEMA A.A.R. DE TRUCKS Y LOCOMOTORAS SIMPLS O ACOPLADAS EN MULTIPLE

DESCRIPCION DEL TRUCK O LOCOMOTORA	Diagrama del eje	Designación A.A.R.
(a) Con eje solo	⊙	1
(b) Con todos los ejes motrices	⊙⊙⊙⊙	4
(c) Con todos los ejes libres	⊙⊙⊙⊙	1
(d) Con eje solo motriz	⊙	1
(e) Con todos los ejes motrices	⊙⊙⊙⊙	4
(f) Con todos los ejes libres	⊙⊙⊙⊙	1
(g) Con eje solo motriz	⊙	1
(h) Con todos los ejes motrices	⊙⊙⊙⊙	4
(i) Con todos los ejes libres	⊙⊙⊙⊙	1
(j) Con eje solo motriz y de arrastre	⊙⊙	10
(k) Con los dos primeros ejes libres	⊙⊙⊙⊙	10
(l) Con eje solo motriz	⊙	1
(m) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres	⊙⊙⊙⊙	2-2
(n) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1
(o) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1
(p) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1-1
(q) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1-1-1
(r) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1-1-1-1
(s) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1-1-1-1-1
(t) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1-1-1-1-1-1
(u) Con 2 ejes motrices y 2 ejes libres y un eje de arrastre y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno y un eje de freno	⊙⊙⊙⊙⊙	2-2-1-1-1-1-1-1-1-1

### III.4

### EQUIPO DE ARRASTRE

#### III.4.1

#### EQUIPO DE CARGA

##### GENERALIDADES

Varios millones de carros de carga de diversos tipos se utilizan en América para transportar una gran variedad de artículos. Los fabricantes de carros de carga basan su programa de producción en un principio económico: aumentar la carga que paga en relación a la que no produce ingresos, es decir aumentar el tamaño y capacidad del equipo, sin que aumente proporcionalmente su peso.

Esta tendencia a la disminución de peso en relación con la carga que paga, ha conducido a la necesidad de utilizar materiales de gran calidad, como los aceros de alta resistencia a la tensión y aleaciones ligeras.

La construcción soldada que reemplaza al antiguo remachado, ha contribuido también a producir carros más ligeros.

Para el aumento de la capacidad en volumen de los carros es necesario que sean largos, debido a que la altura y la anchura están limitadas por el gálibo (espacio de libre movimiento a lo largo de las vías).

Cuando los carros son de mayor longitud, los centros de los trucks quedan más separados, lo que requiere una subestructura más fuerte, para que soporte el aumento de carga. Actualmente la totalidad del equipo rodante se construye con bastidores de acero.

Los carros de carga se clasifican de acuerdo con el servicio que prestan, en los siguientes tipos:

- a) Carro caja o furgón. Clase "X".— El carro caja o furgón para servicio general es un vagón empleado para la carga que no puede transportarse a la intemperie; tiene puertas en los costados y ocasionalmente en los extremos. Se construyen también para llevar automóviles y sus refacciones, muebles, etc. (Ver fig. 7)
- b) Carro jaula. Clase "G".— Un carro para transporte de ganado en pie, con uno o dos pisos, equipado con rejas y puertas laterales, con o sin comederos y bebederos. Se construyen también para caballos, aves de corral, etc. (Ver fig. 8)
- c) Carro góndola. Clase "G".— Carro sin techo, con costados fijos, extremos fijos o móviles y piso firme para transportar armazones de acero estructural o máquinas. Se construye de varios tipos, entre los cuales se menciona el que puede vaciarse por la parte inferior por medio de puertas articuladas, para descargar entre rieles o fuera de ellos. (Ver fig. 9)
- d) Carro tolva. Clase "H".— Carro de planos inclinados para descarga por gravedad con costados y extremos fijos; el piso forma dos o más tolvas divididas con puertas articuladas para descargar entre rieles o fuera de ellos. (Ver fig. 10)
- e) Carro plataforma. Clase "P".— Carro sin frentes ni costados, adaptados para el transporte de tubos, trozas, vidrios, espejos, etc. Algunos llevan adaptaciones espe-

ciales para transportar automóviles en tres niveles y otros tienen el fondo a bajo nivel para cargas especiales o de gran altura. (Ver fig. 11)

f) Carro refrigerador. Clase "R". - Carro especialmente diseñado para transportar líquidos, frutas, vegetales, carnes, productos empacados, etc., conservados en frío. La refrigeración se produce ya sea por medio de hielo, dióxido de carbono sólido, o por equipos mecánicos. (Ver fig. 12)

g) Carro tanque. Clase "T". - Tanque diseñado de acuerdo con la carga a transportar, como: combustibles, aceites, vinos y aislado con recubrimiento especial cuando se utiliza para transportar ácidos: sosa, ácidos sulfúrico, clorhídrico, nítrico, etc. (Ver fig. 13)

h) Carro caboose. Clase "N". - Carro acondicionado para proporcionar comodidad a las tripulaciones de los trenes de carga, equipado con literas, estufa, calefacción, depósito de agua potable, lavabo, W.C. y caja de herramientas, y una cúpula de observación en el techo. (Ver fig. 14)

### III.4.1.2 EQUIPO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

a) Matayerba (Weed Exterminator). - Carro con autopropulsión o arrastrado, equipado con quemadores o rociadores para eliminar la maleza a lo largo de la vía.

b) Cuneteadora (Ditching Car). - Carro con autopropulsión o arrastrado, para excavar las cunetas a los lados de la vía.

c) Corta riel (Rail Saw). - Carro equipado con següeta mecánica

nica para cortar rieles y material similar.

d) Carro para rieles (Rail Bender). - Carro equipado con maquina para para el doblado de rieles y material similar.

e) Cortayerva (Grass Cutter). - Carro equipado con maquina para cortar la hierba sobre la via.

f) Carro para tendido de via (Track Layer). - Un carro con autopropulsión o arrastrado, equipado con maquinaria para el tendido de via.

g) M W B. Carro balastro. - Carro usado en el transporte de balasto, para el tendido de via. Generalmente se usa un tipo de góndola con descarga en el centro o los costados.

h) M W C. Caboese y carro de herramientas. - Similar a un carro para herramientas, pero teniendo un extremo equipado como caboese, empleado en cualquier trabajo de via o en trenes de auxilio.

i) M W D. Carro de volteo. - Usado para la construcción de terraplenes. El cuerpo del carro se volteo por medio de contrapesos, por aire o por operación manual.

j) M W E. Carro Balastadora y afinadora. - Un carro equipado con cuchillas para la distribución uniforme del balasto.

k) M W F. Carro plataforma. - Usado para transportar rieles, durmientes, balasto, chatarra o trucks de emergencia, etc. Estos carros a veces están equipados con costados bajos de 0.254 o 0.304 m. de altura.

l) M W G. Autoarmón de sección o de inspección. - Con o sin asientos o cajas de herramientas y equipado con motor de gasolina de uno o dos cilindros.

m) M W H. Armón de empuje. - Armón montado en cuatro ruedas

para ser impulsado manualmente.

- n) M W J. Descargador de balasto.- Un carro equipado con maquinaria especial para descargar el balasto de otros carros.
- o) M W K. Barrenieva.- Carro equipado con dispositivos especiales para quitar la nieve entre y a lo largo de la vía.
- p) M W L. Armón.- Armón con o sin asientos, montado en cuatro ruedas e impulsado por medio de palanca de mano.
- q) M W M. Carro almacén.- Carro equipado para el transporte y distribución de material para uso general del ferrocarril.
- r) M W P. Piloteadora.- Carro equipado con máquina especial para hincar pilotes.
- s) M W S. Excavadora de vapor.- Un carro que tiene montada una pala mecánica impulsada con motor de vapor. Puede estar acondicionado con autopropulsión o arrastrado por una locomotora, debiendo tener el equipo necesario para acoplarlo a trenes de carga. La capacidad de la pala deberá indicarse después de las letras de clasificación.
- t) M W T. Carro de herramientas y bloques.- Un carro para conducir herramientas y bloques de todas las medidas usuales. Es cerrado y tiene puertas en los extremos, y costados, y generalmente ventanas. Tiene plataformas en los extremos y su interior está equipado con dispositivos para almacenar herramientas.
- u) M W U. Grúa de auxilio.- Es una plataforma dotada de grúa y guía fija con malacate que se mueve a mano. Para moverla se requiere una locomotora.
- v) M W V. Grúa de auxilio.- Una grúa empleada en trabajos-

de auxilio que tiene un motor auxiliar para accionarla, montado en una plataforma elevada; general y dispositivos de seguridad para ser accionada por locomotora. La capacidad en toneladas se indica por medio de números.

- w) M. W. X. Carro para el personal en obra (comedor, cuartos, lavabos, etc.) con dormitorio, cocina, etc.

Fig. 6 Carro caja, clase "X"



Fig. 7 Carro caja o furgón, clase "X"





Fig. 8 Carro jaula, clase "S"



Fig. 9 Carro góndola, clase "G"

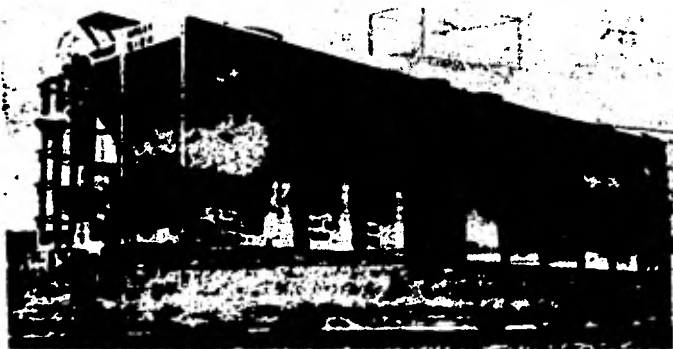


Fig. 10 Carro tolva, clase "H"

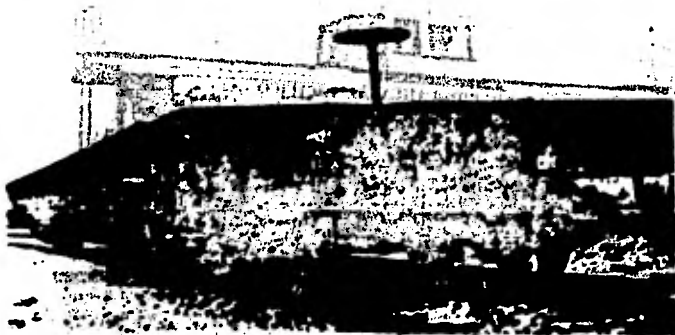


Fig. 11 Carro plataforma, clase "P"

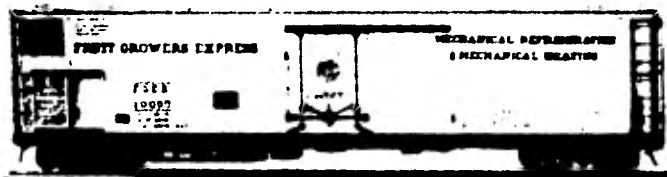


Fig. 12 Carro refrigerador, clase "R"

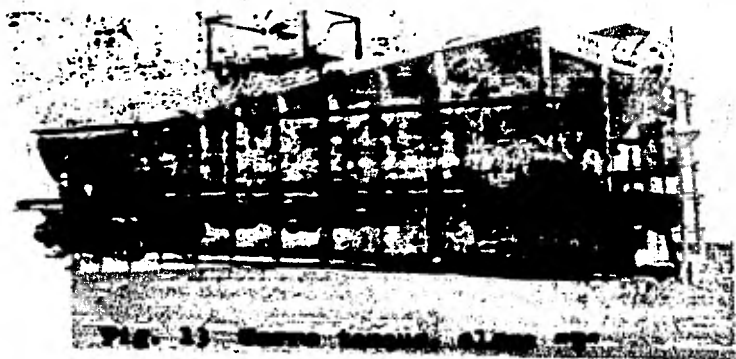


Fig. 13 Carro caboose, classe "N"

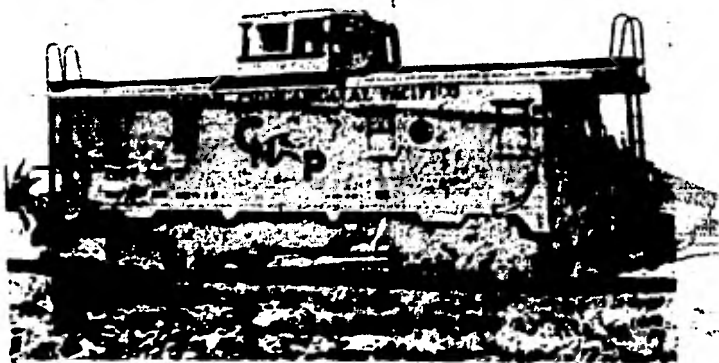


Fig. 14 Carro caboose, classe "N"

Fig. 14 Carro caboose, classe "N"



III.4.1.3 NORMAS GENERALES DE DISEÑO

El propósito de las definiciones presentadas es el de

**DEFINICIONES**

1a.- Máximo peso sobre rieles. El peso máximo sobre rieles es la tara (peso del vehículo vacío) del carro más el peso máximo de la carga.

2a.- Carga muerta. Es el peso de la estructura del cuerpo del carro, de todos los accesorios instalados permanentemente y todos los auxiliares que se consideren parte del carro. Para los análisis de esfuerzos es admisible emplear la tara estimada del carro completo menos el peso de los trucks.

3a.- Límite de carga. El límite de carga es el peso máximo de la carga, o sea la diferencia entre la tara marcada en el carro y el máximo peso sobre los rieles.

4a.- Carga viva. La carga viva es igual al límite de carga o a un porcentaje de éste especificado para designar la carga.

5a.- Tara. La tara es el peso total del carro vacío, incluyendo los trucks y todos los auxiliares considerados como parte del carro.

6a.- Capacidad nominal. La capacidad nominal es la capacidad marcada sobre el carro en múltiplos de mil libras o de mil kilogramos basada en la tara, en el peso máximo sobre los rieles y en la medida de muñones. En ningún caso la capacidad nominal marcada en el carro o como se indica en el "Registro Oficial de Equipo" puede exceder el límite de carga. Obsérvese la "Regla de Intercambio 30" de la A.A.R.

En la construcción de los carros se debe cumplir con los siguientes requisitos de las figuras 15 y 16.

17.- Altura del centro de gravedad. La altura del centro de gravedad del carro totalmente cargado (incluyendo el peso de los trucks), no debe ser mayor que  $0.2485 \text{ m.} (98")$  sobre el plano del suelo.

- Para calcular la altura del centro de gravedad de un carro cargado, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

18.- Los carros caja deben cargarse a toda su capacidad volumétrica y hasta su capacidad límite de carga.

19.- Las tolvas cubiertas se cargan a toda su capacidad volumétrica y hasta su capacidad límite de carga.

20.- Los carros abiertos, excepto las plataformas, se cargan a toda su capacidad volumétrica, considerándolos colados  $0.254 \text{ m.} (10")$  en promedio y hasta su capacidad límite de carga.

40.- El centro de gravedad de las plataformas, se determina solamente cuando están vacías.

#### III.4.1.4 MATERIALES PARA LA ESTRUCTURA DEL CUERPO

El material usado en la construcción de carros de carga será de tipo estructural. Únicamente como guía, se indican los materiales que intervienen en la fabricación de carros de carga.

Todos los aceros definidos por las especificaciones que se mencionan a continuación, se fabricarán por uno o más de los siguientes procesos: horno abierto, horno eléctrico, o -

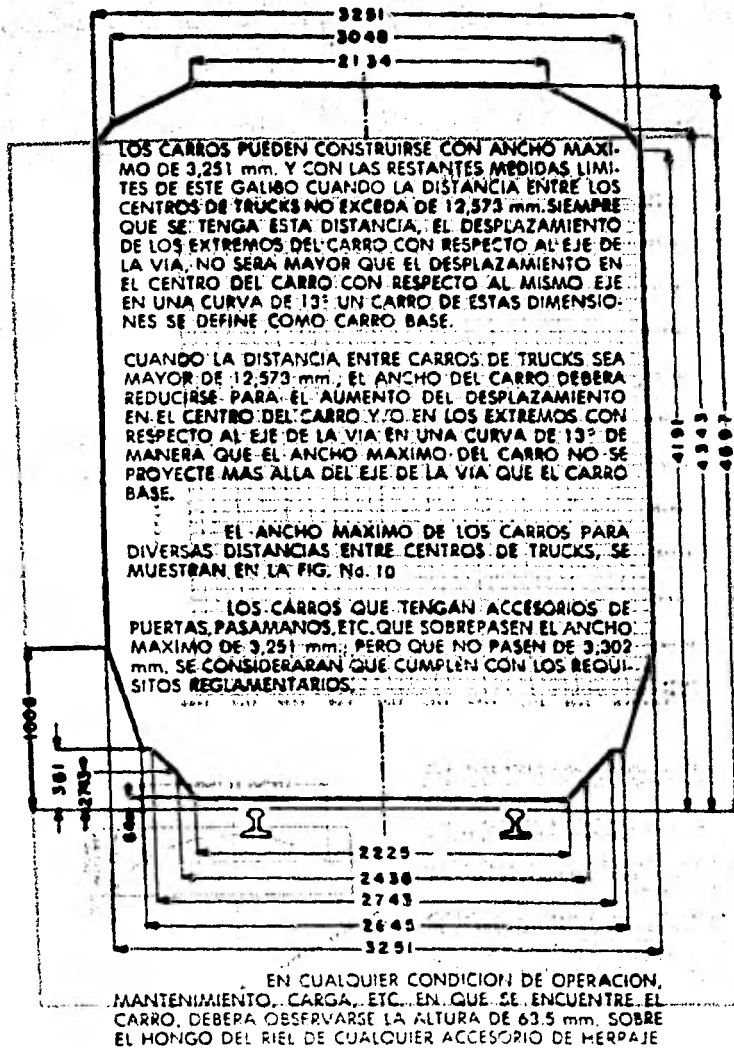


Fig. 15 Diagrama de libramientos (gálibo)

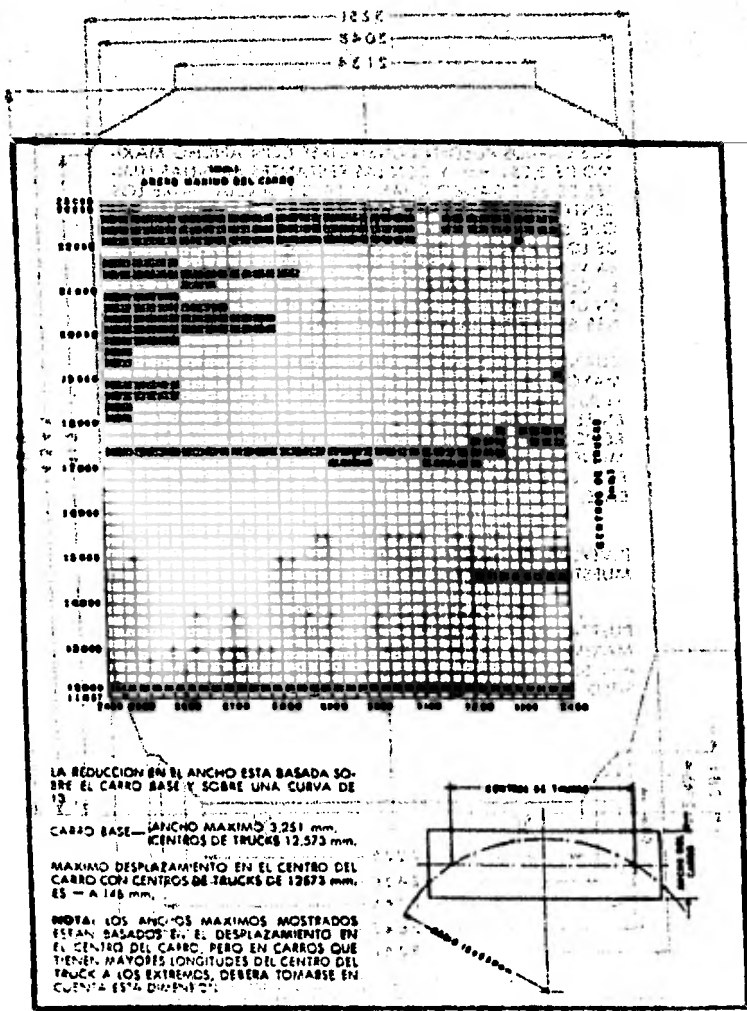


Fig. 16 Ancho máximo de carros

de oxígeno básico.

a) Láminas, perfiles y barras de acero al carbono:

Acero estructural, ASTM-A36; acero estructural para locomotoras y carros, ASTM-A113; acero estructural para soldadura, ASTM-A373; barras de acero al carbono, ASTM-A107; placas de acero al carbono, ASTM-283; perfiles, láminas y barras con características AISI (Instituto Americano del Hierro y el Acero) para calidad de aceros al carbono; etc.

b) Láminas de acero al carbono sin recubrimiento:

Láminas, de calidad estructural, ASTM-A245; calidad-comercial, ASTM-A415 y ASTM-A366.

c) Tiras de acero al carbono sin recubrimiento:

Aceros ASTM-A303; ASTM-A425 y ASTM-A109.

d) Láminas de acero al carbono, con recubrimiento:

Lámina de hierro o acero con recubrimiento de zinc (galvanizado), ASTM-A93; lámina de acero con recubrimiento de zinc, ASTM-A446.

e) Láminas, perfiles y barras de acero de alta resistencia y baja aleación:

Aceros estructurales, ASTM-A242; ASTM-A440 (no se recomienda para construcciones soldadas); acero al vanadio, ASTM-A441.

f) Láminas y tiras de alta resistencia y baja aleación:  
Láminas y tiras de acero laminado, ASTM-A374 y ASTM-A375.

g) Aceros forjados:

Aceros al carbono, forjados, AAR-M126, ASTM-A236; aleaciones de acero forjadas, AAR-M127, ASTM-A238.

h) Aceros fundidos:



**Aceros fundidos, AAR-M201; ASTM-A27; ASTM-A148.**

**i) Acero para remaches:**

**Acero para remaches estructurales, ASTM-A141; alta resistencia, ASTM-A195; ASTM-A406.**

**j) Tornillos y tuercas de acero:**

**Tornillos, tuercas y roldanas de acero de alta resistencia, para juntas estructurales, ASTM-A325.**

**k) Electrodo y alambre para soldadura:**

**Electrodos de acero dúctil, ASTM-A233; electrodos de acero de baja aleación, recubiertos, ASTM-A316.**

**l) Hierro fundido:**

**Fundición de hierro gris, ASTM-A48; hierro nodular, ASTM-A339; hierro nodular de alta resistencia, ASTM-A396.**

**m) Hierro maleable:**

**Fundición de hierro maleable, ASTM-A47; ASTM-A220.**

**n) Aluminio forjado.**

**Perfiles estructurales, de aleaciones de aluminio, laminados o extrudidos, ASTM-B308; ASTM-B221.**

**o) Láminas y placas de aluminio:**

**Láminas y placas de aleaciones de aluminio, ASTM-B209.**

**p) Aluminio forjado:**

**Aleaciones de aluminio, ASTM-B247.**

**q) Fundición de aluminio:**

**Fundiciones, ASTM-B26; ASTM-B108.**

**r) Remaches de aluminio:**

**Remaches de aleaciones de aluminio, varillas y alambre para pernos en frío, ASTM-B316.**

**s) Varillas y electrodos para soldar aluminio:**

Electrodos para soldar aluminio y aleaciones de aluminio. ASTM-B184; ASTM-B285.

t) Trozas y madera de construcción:

Trozas AAR-M907.

u) Pintura

Debido a la incompatibilidad entre la pintura de base y la final y el rotulado, que puede ser la causa de fallas prematuras, es necesario siempre que sea posible, que los materiales sean proporcionados por el mismo fabricante. En caso necesario, debe establecerse que las diferentes pinturas sean compatibles entre sí.

### III.4.1.5 ARTEFACTOS DEL EQUIPO RODANTE

A) ACOPLADORES: El acoplador es el dispositivo mecánico empleado para enganchar entre sí los elementos de equipo rodante, ya sean carros, coches o locomotoras.

El acoplador en los primeros trenes consistía en una barra de acoplamiento que se fijaba manualmente por medio de un perno. En la actualidad se emplea el tipo automático cuyas funciones son:

- a) Abrir para que los carros puedan separarse.
- b) Poner el candado en posición de volverse a acoplar.
- c) Cierre automático al recibir el impacto del otro acoplador.

El acoplador reglamentario empleado en la actualidad es el tipo "E" con zanco rígido de 15.88 x 20.32 cm. (6-1/4" x 8").

Las partes principales del acoplador son: cuerpo, muela

candado, tirador de la rueda, perno pasador, palanca elevado  
ra del candado, barra accodada y elevador del candado.

B) APAREJOS DE TRACCION: El aparato de tracción es el aparato que establece la conexión entre el sistema de acople y el larguero central. Su finalidad es recibir los impactos debidos al movimiento del tren y al acoplamiento de los carros amortiguando la fuerza de impacto.

C) TRUCK O CARRETON: El truck es el conjunto de piezas de la estructura que soporta el cuerpo del carro en cada uno de sus extremos. En términos generales está constituido por: un travesero de cuerpo, dos bastidores de truck, ejes, ruedas y sistema de suspensión. El cuerpo del carro asienta en los platos centrales de los traveseros de truck y se conecta a aquéllos por medio de un perno central que permite el giro del truck. (Ver fig. 17)

El truck se diseña y construye, teniendo en cuenta los siguientes factores:

1o.- Su diseño y construcción debe tener la resistencia suficiente para soportar al carro con su máxima carga, y que tenga cuando menos, la vida estimada del equipo de carga (25 a 30 años). Algunas partes que forman el truck tienen que reponerse de vez en cuando como: resortes charolas para resortes, guardapolvos, etc., y es muy raro que se deseché un truck completo a consecuencia de choques y descarrilamientos.

2o.- Su construcción debe dar la suficiente flexibilidad, es decir debe rodar sin interferir con otras

partes del carro y debe permitir que las ruedas toquen las curvas sin montarse sobre el riel, ni provocar descarrilamientos.

30.- El truck debe diseñarse procurando que las piezas principales que puedan necesitar reparación sean accesibles o se puedan cambiar en forma económica.

40.- Las piezas del truck deben ser de igual diseño, para que puedan cambiarse rápidamente. La fig. 17 presenta un carretón en forma esquemática.

**D) RUEDAS Y EJES:** Los trabajos en ruedas y ejes son de los más importantes que desempeñan las superintendencias de maquina de los ferrocarriles, y la compra de estos artículos, así como la mano de obra necesaria para su montaje y conservación requieren gastos anuales muy considerables. Estos gastos justifican los esfuerzos que deben hacerse para establecer buenos sistemas de organización de la mano de obra.

El factor más importante es el de la seguridad. Las fallas en ruedas y ejes no sólo causan grandes pérdidas de equipo, sino que ponen en peligro vidas humanas. Es necesario que no se deje pasar oportunidad para evitar tales fallas en cuanto sea posible, y es imperativo que las empresas ferroviarias y el personal de los talleres hagan cuanto esfuerzo sea necesario para perfeccionar sus prácticas de trabajo, en tal forma que se obtengan los mejores resultados.

Es indispensable que el personal de talleres responsable del trabajo de ruedas y ejes y el que verifica su inspección en las líneas, tenga un conocimiento cabal de sus atribuciones.

**E) TIPOS DE RUEDAS:** Las ruedas se clasifican generalmente de acuerdo con los materiales y con el proceso empleado en su fabricación. Los tipos más conocidos son los siguientes:

**a) De fierro fundido.**— Este tipo de ruedas era el más usado en el equipo de carga; pero en la actualidad, todo el equipo nuevo, de acuerdo con lo que señalan las "Reglas de intercambio de la A.A.R.", deberá tener ruedas de acero fundido o rolado, si bien todo el equipo fabricado con anterioridad puede usarse con las ruedas de acero fundido, hasta que se agote su existencia.

**b) Ruedas de acero rolado.**— Se utilizan en coches de pasajeros, en ténדרes de locomotoras y también en trucks.— Las máquinas de alta capacidad y carros de carga. Las ruedas de acero rolado se fabrican de una sola vida: "1W" (interneables), de dos vidas: "2W" (torneables una sola vez) y de vida múltiple: "MW" (torneado múltiple). Las "1W" y "2W" son las ruedas de peso más ligero, diseñadas para usarse en los carros de carga.

**c) Ruedas de acero rolado tratadas térmicamente.**— Se usan en gran escala en locomotoras y coches de pasajeros, en los que la magnitud de la carga o las condiciones de operación requieren mejores propiedades físicas del acero. En estas ruedas no se produce el agrietamiento debido al calentamiento por el freno.

**d) Ruedas de acero fundido.**— Se utilizan generalmente en carros de carga, en algunos ténדרes de locomotoras y en coches de pasajeros.

**F) EJES:** Los procedimientos empleados por los distintos fabricantes de ejes difieren ligeramente en los detalles, pero

todos son fundamentales en el diseño y su objetivo es producir ejes que satisfagan los requisitos de las especificaciones de la A.A.R.

**g) APAREJO DE FRENO:** Los elementos fundamentales que deben tenerse en cuenta para el diseño del aparejo de freno, son los siguientes:

**Frenos, palancas, tirantes, conexiones y pernos y resortes del aparejo de freno.**

**Bases del diseño:** relación de frenado; presión equilibrada en el cilindro del freno; presión máxima en el cilindro del freno, para calcular los esfuerzos críticos; esfuerzos máximos en: palancas, tirantes, horquillas, al corte en los pernos, al aplastamiento en pernos, etc. (No se presenta el estudio de los diferentes sistemas de frenos).



Fig. 17 Esquema de un carretón

### **III.4.2** COCHES DE PASAJEROS

Entre las demandas que se imponen a los diseñadores de coches modernos de pasajeros, se pueden mencionar: un amplio margen de resistencia para lograr la máxima seguridad y ligereza del coche. Además de estos requisitos hay una demanda, siempre creciente de coches de mayores dimensiones para mejorar la comodidad de los pasajeros. La comodidad significa algo más que la eliminación de movimientos bruscos; contribuyen también a ella un rodamiento suave, la eliminación de tirones, vibraciones y oscilaciones, la regulación de la temperatura y una buena iluminación.

Un coche de pasajeros se define como un coche convenientemente construido para formar trenes de pasajeros, con las siguientes características:

- 1a.- Todo de acero, bastidor inferior de acero o construcción equivalente.
- 2a.- Equipo de frenos de aire especificado para tren de pasajeros o para funcionar con otro equipo similar. Esto incluye el freno "AB" modificado para trenes de pasajeros o el AB-1/B, con o sin válvula de servicio rápido.
- 3a.- Trucks.
  - a) Con barras igualadoras (con o sin pedestales), para la distribución uniforme de la carga sobre todos los muñones en cada lado del truck.
  - b) Disposición adecuada de muelles, ya sea combinando los helicoidales y elípticos, o resortes con otros medios para amortiguar el movimiento vertical.

- c) Ruedas de acero forjado, de acero fundido (con y sin tratamiento térmico) o de acero laminado y de acero.
- d) Medios para amortiguar las sacudidas laterales usando sistemas de columpio, de fricción u otros.

e) Frenos adecuados.

1.2.2. III

4a.- Líneas de aire, para señales y vapor.

La designación reglamentaria de la división mecánica de la A.A.R., de los coches de pasajeros es como sigue: y habilitada:

- a) Clase "B". Equipaje.— Esta designación se usa con alguna letra adicional de acuerdo con el tipo específico de la que está destinado, para coches de servicios auxiliares en trenes de pasajeros, tales como: express y equipaje, refrigerador, etc.
- b) Clase "C". Combinados.— Coches auxiliares para servicio de trenes de pasajeros, tales como coches combinados para pasajeros y equipaje, coches para hombres de negocios, coche club, equipaje, dormitorio y cocina, etc.
- c) Clase "D".— Esta clase designa el equipo que proporciona servicio de alimentación, comedor, buffet, coches-café, café-observatorio, etc.
- d) Clase "M". Correo.— Equipo que está destinado principalmente para el servicio de equipaje y correo, estando equipados los coches con aparatos adecuados para la distribución y la clasificación de las piezas postales, y con o sin ganchos para recoger los sacos del correo, o para transportar periódicos y grandes bultos postales.
- e) Clase "P". Pasajeros.— Clase empleada exclusivamente para coches de pasajeros, como de primera y segunda clase, dormitorios, observatorios, turistas, etc.



no) Clase de Instrucción. Esta clase se refiere a los coches de instrucción usados para el personal trenista, y para el transporte, al por lo general, en trenes de pasaje.

### III.4.2.1 NORMAS GENERALES DE DISEÑO

**TRUCKS:** Los pasajeros desean viajar con seguridad, facilidad y comodidad. A medida que se han ido alcanzando mayores velocidades, se ha prestado más atención al diseño de los trucks y a la condición de las ruedas. Los trucks pueden ser de 4 o 6 ruedas. El de cuatro ruedas es el adecuado al nuevo equipo, debido a la reducción de peso lograda con los materiales modernos, y está equipado con resortes helicoidales en lugar de muelles elípticos, en combinación con amortiguadores hidráulicos, para reducir las oscilaciones verticales.

Los trucks estarán sujetos al cuerpo del carro. La resistencia de la unión será equivalente como mínimo a un esfuerzo de corte de 113,200 ton. (250,000 lbs.).

Los cojinetes de rodillos se emplean ampliamente en los coches de pasajeros. Se han diseñado diversos artefactos para detectar el calentamiento de una caja. Se instala freno de zapata doble en los trucks con elementos antivibratorios.

Se han verificado pruebas de servicio con frenos del tipo de disco rotatorios, que se espera mejoren las condiciones de frenado y, en consecuencia, aumente la vida útil de las ruedas.

Las mejoras introducidas en los trucks, contribuirán a reducir los costos de conservación, así como la calidad del-

rodamiento.

**B) ESTRUCTURAS:** La estructura del carro debe resistir una carga estática mínima de 362.5 ton. (800 000 lbs.) aplicada en los extremos, en los topos de los aparejos de tracción sobre la línea de centro, sin que ninguno de los miembros de aquella sufra deformación permanente.

La deflexión máxima vertical, medida en el centro del carro sobre una línea que une los centros de los trucks, no debe pasar de 2.54 cm. (1").

La resistencia del larguero central, estará basada en una carga de extremo de 181.2 ton. (400 000 lbs.) aplicada a lo largo de la línea longitudinal del centro del carro en un punto medio entre la línea del centro del aparejo de tracción y la línea de centro de la viga de tope.

Los coques deben diseñarse para resistir una carga horizontal de 227.0 ton. (500 000 lbs.) aplicada a lo largo de la línea longitudinal del centro del carro, en un punto sobre la viga del tope, 30.5 cm. (12") por encima de la línea de centro del aparejo de tracción, sin que sufra deformación permanente en ninguno de los miembros de la estructura del coche.

#### III.4.2.2 EQUIPO DE ALUMBRADO Y ACONDICIONAMIENTO

DE AIRE EN LOS COCHES DE PASAJEROS

El sistema de alumbrado eléctrico usado en ferrocarriles tiene como elemento principal un generador movido por un eje del truck, acoplados ya sea por medio de bandas y poleas o por otro sistema de transmisión. El generador está fijado a la parte inferior del carro o montado a los bastidores del

truck. Un regulador gobierna el voltaje y la potencia de salida del generador a cualquier velocidad del motor. Un interruptor automático abre el circuito o invierte la corriente con el fin de evitar la descarga de la batería a través del generador. Cuando los coches no están en movimiento y, en consecuencia, no funciona el generador, un juego de baterías asegura un constante abastecimiento de corriente eléctrica.

Generalmente el voltaje aplicado al circuito de lámparas se gobierna por medio de un regulador. Este no es necesario en los sistemas que usan un generador de voltaje constante.

El equipo de alumbrado, además del generador, cuenta con los siguientes artefactos:

Regulador del generador, regulador de carga, inversor de corriente o combinadores de polaridad y baterías.

Los voltajes nominales empleados en los sistemas de alumbrado y de aire acondicionado son de 40V, 80V, y 140V.

Por lo que respecta al aire acondicionado, tiene por objeto conservar en los coches de pasajeros una atmósfera agradable, enfriándola, refrescándola o calentándola, según se requiera.

Los elementos principales del equipo de acondicionamiento de aire de la "Safety Electrical Equipment Corp.", son:

Un compresor, un condensador, un aparato de acondicionamiento de aire (serpentin de expansión y sopladores), un intercambiador de calor, repartidores de aire de rendijas, tres ventiladores extractores, nueve ventiladores estáticos, tres ventiladores dobles especiales, seis filtros de aire fresco primario, seis filtros de aire secundarios y seis fil

En cambio un equipo de calefacción se compone de los siguientes elementos:

Cuatro reguladores de admisión de vapor; dos válvulas distribuidoras de vapor, dos de mando manual, dos terminales; dos mitades de acoplamiento articulado; radiadores de aletas; una válvula magnética; dos calentadores de agua y dos válvulas mezcladoras.

**RUEDAS DE FERROCARRIL**

**RUEDAS DE FERRO VACIADO DE 33" DE DIAMETRO PARA SERVICIO DE FERROCARRIL**

Las ruedas se fabrican con una mezcla de composición tal, que soportadas en molduras con templadora y un tratamiento térmico conveniente, adquieren las propiedades físicas y el temple en la llanta, que prescriben la especificación M-400 de la "Association of American Railroads", (Asociación Americana de Ferrocarriles).

Para hacer pedidos envíen el dibujo y la tabla siguientes.



**TABLA PARA ELEGIR LAS RUEDAS DE DISCO SIMPLE CON NERVIOS**

PESO NOMINAL EN LIBRAS DE LA RUEDA (Equivalentes en Kilos)	430 194.84	700 317.32	750 340.19
PESO TOTAL DEL CARGO DE 8 RUEDAS SOBRE EL RIEL	44720 Kg. (100000 lbs.)	41648 Kg. (124000 lbs.)	74457 Kg. (167000 lbs.)
CAPACIDAD NOMINAL DEL CARGO	37200 Kg. (80000 lbs.)	34300 Kg. (80000 lbs.)	45340 Kg. (100000 lbs.)
DIAMETRO "A" DEL AGUJERO DEL CORAZON DE LA MAZA	132.3 mm. (5 1/4")	142.4 mm. (6")	146.1 mm. (6 1/8")
EJES: DIMENSIONES MUÑON NUEVO	107.9x703.3 mm. (4 1/4"x28")	127.0x738.6 mm. (5"x29")	139.7x794.0 mm. (6 1/4"x31")

### III.5

### DINAMICA DE TRENES

El estudio de la Dinámica de Trenes se refiere al análisis del complejo problema del comportamiento de los trenes en movimiento, en función de las características geométricas y físicas de la vía, de las resistencias al movimiento presentada por el equipo rodante, de las fuerzas tractivas disponibles, el equilibrio temporal, entre la suma de resistencias y la fuerza total y la aceleración (positiva o negativa) que puede incrementar o reducir la velocidad de los trenes hasta obtener el equilibrio entre fuerzas y resistencias.

Las principales resistencias al movimiento, son las pendientes de la vía, la rozadura adicional en las curvas; las fricciones internas de los carros y locomotoras; las fricciones entre ruedas y rieles y las relacionadas con las fricciones del equipo con el viento.

Las fuerzas tractivas, son la normal utilización de la potencia máxima de la locomotora por tiempo indefinido o la fuerza extra máxima que es posible mantener durante cortos períodos de tiempo, la asistencia debida a la gravedad que impulsa al movimiento de translación de los trenes descendiendo por un plano inclinado, y el potencial que contiene el tren cuando aprovecha su energía cinética al variar su velocidad.

#### DEFINICION

TREN: Es desde una locomotora remolcando carros o coches, o transitando sólo, por una vía sujeta a reglamentos denominados órdenes de tren.

Los trenes recorren las vías con instrucciones concre-

... las condiciones entre el tren y el terreno con respecto a las velocidades máximas permitidas, el tiempo mínimo entre las estaciones y las órdenes de restricción o de velocidad restringida en tramos defectuosos sujetos a reparación, así como velocidades en el caso de las estaciones o la parada total del tren para realizar un encuentro con trenes en sentido opuesto, o el alcance de un tren más rápido.

El derecho de los trenes (de acuerdo con su clase) compete al despachador que regula las órdenes, ya sea por escrito, con señales y banderas o semáforos.

Nuestro problema consiste en considerar la vía en las mejores condiciones posibles para no restringir la velocidad (por defectos remediados de conservación o reconstrucción, ni las velocidades lentas, etc.), sino que la vía, entre las estaciones, represente (en su trazo y perfil) la posibilidad de ser operada en condiciones óptimas, usando no solo la fuerza total disponible, sino también el mejor aprovechamiento de la energía cinética proveniente del uso de la gravedad como fuerza de aceleración o freno.

Se indica que una vía proyectada con pleno conocimiento de la dinámica de trenes es eficiente en su operación, por ahorrar combustible para ascender trenes; balatas para frenar sus descensos y ruedas y rieles para tomar las curvas a las velocidades permitidas por sus sobrellevaciones.

El perfil de la vía, debe permitir una rápida aceleración de los trenes al salir de las estaciones y un frenado mecánico reducido al mínimo, al entrar a esas zonas de velocidad restringida o de parada total.

La conservación de vía, la vida del riel, el mantenimiento de niveles y línea, son tanto mejores, cuanto mayor -

es la concordancia entre el perfil y el trazo con respecto a la dinámica de trenes.

El tren motiva esfuerzos longitudinales y transversales a la vez, además del desgaste mutuo de rieles y ruedas.

Reducir ese desgaste, mejorar horarios, poder manejar trenes más pesados a mayor velocidad y reducir al mínimo el número de accidentes, es la meta del análisis de la dinámica

de trenes y su aplicación al proyecto de una vía férrea.

En forma de resumen podemos decir que los principales factores que influyen en el comportamiento de los trenes son entre otros:

**PENDIENTE:** Se determina cual es la pendiente gobernadora o reguladora que sirve de base para la operación de los trenes, ya que en ella las locomotoras han de desarrollar su potencia máxima, durante un tiempo prolongado.

Conviene hacer notar que la pendiente gobernadora no es, necesariamente la de más alto valor, sino que es aquella que por su longitud no puede dominarse a base de sobrecargas a tiempo limitado o que por ser la predominante no puede operarse a base de locomotoras en servicio de ayuda.

**CURVATURA:** Factor que influye en la velocidad que los trenes pueden desarrollar, así como en las resistencias que el tren opone a la tracción de la locomotora.

**ESTADO DE LA VIA:** Limita el paso de las unidades motrices y la velocidad de operación.

**VELOCIDAD:** Su influencia afecta la operación en dos for-

mas:

- a) Limita la fuerza tractiva que la locomotora es capaz de desarrollar.
- b) Es factor determinante de las resistencias del tren.

**HUMEDAD Y TEMPERATURA AMBIENTES Y LA ALTURA SOBRE EL NI-**

**VEL DEL MAR:** La primera afecta la adherencia entre rueda y riel y las restantes a la potencia desarrollada por la máquina.

### III.5.1

### RESISTENCIAS

Se entiende por resistencias al conjunto de fuerzas que se oponen al movimiento.

Las resistencias de un tren propiamente dichas, deben ser definidas como el conjunto de fuerzas contrarias a la tractiva (no se consideran las resistencias internas de la locomotora).

Sería un problema muy complejo el tratar de valorizar cada una de las resistencias del tren, porque son muy variadas las causas de que provienen. En general se trata de obtener resultados globales de las resistencias, haciendo experiencias en vías en pendiente y empleando el carro dinamómetro.

1) Para el efecto, se requiere conocer las características del equipo tractivo:

- a) La función fuerza tractiva-velocidad.
- b) Su peso.
- c) El número de ejes.



**4) Área de la sección transversal.**

- a) Eficiencia.

**5) Coeficientes de resistencia al rodamiento.**

**2) En cuanto al equipo de arrastre se requiere conocer:**

- a) Su peso.

- b) Número de ejes.

**6) Área de la sección transversal.**

**4) Eficiencia del equipo de frenado.**

- c) Coeficientes de resistencia al rodamiento.

**3) Las características de cada uno de los tramos de la vía son:**

- a) Superficie de rodamiento.

- b) Alineamiento.

- c) Rigidez de la vía, especialmente en las juntas.

- d) Escantillón, por lo que se refiere al juego de las ruedas.

- e) Curvatura.

- f) Pendiente.

**4) Las condiciones del tiempo:**

- a) Temperatura (para bajas temperaturas, la fuerza en la barra de tracción disminuye y las resistencias aumentan).

- b) Viento (reduce la tracción de la locomotora y aumenta la resistencia de los carros).

**5) Condiciones en los cambios de velocidad:**

- a) Inercia.

6) Otros factores:

Iluminación, clima artificial, etc.

RESISTENCIA DE INERCIA

**INERCIA:** Es una propiedad de los cuerpos de oponerse a los cambios de movimiento.

La resistencia debida a la inercia no se considera generalmente como una resistencia de tren, porque la energía cinética que se almacena puede ser utilizada para vencer otras resistencias.

Pero cuando se trata de saber la influencia que tiene en la fuerza tractiva, es un capítulo importante, sobretodo cuando se quiere tener al poco tiempo de arrancar el tren la velocidad normal. También es útil conocer la inercia del tren para cualquier cambio de velocidad.

La fuerza tractiva necesaria para efectuar un cambio de velocidad en tren, se calcula en la forma siguiente.

Notación: 
$$\frac{S}{I} v^2 M + \frac{S}{I} v^2 M \frac{1}{g} = \left( \frac{S}{I} v^2 M \frac{1}{g} \right) + \frac{S}{I} v^2 M \frac{1}{g} = \frac{S}{I} v^2 M \frac{1}{g}$$

- $E_1, E_2$  = Energía cinética del tren a las velocidades  $v_1$  y  $v_2$  respectivamente.
- $M$  = Masa del tren.
- $W$  = Peso del tren.
- $g$  = Aceleración de la gravedad.
- $I_0$  = Momento de inercia de ruedas y ejes con respecto a su eje de giro.
- $w_1, w_2$  = Velocidad angular de las ruedas respecto a su eje, para las velocidades  $v_1$  y  $v_2$  respectiva--

mente.

(2) Otros factores

**S** = Espacio recorrido del tren en el cambio de velocidad.

**F<sub>1</sub>** = Fuerza tractiva necesaria para efectuar el cambio de velocidad.

INERTIA: En una proporción de los cuerpos de que se componen a

En un movimiento plano, la energía cinética total es igual a la suma de energía de translación mas la de rotación para las velocidades que se estudian;

$$E_1 = \frac{1}{2} M v_1^2 + \frac{1}{2} I_0 \omega_1^2 \quad \text{--- (12)}$$

en la fuerza tractiva, en un caso, al cambiar la velocidad. Pero cuando se trata de saber la influencia que tiene cuando se quiere tener al poco tiempo de avanzar el tren la

$$E_2 = \frac{1}{2} M v_2^2 + \frac{1}{2} I_0 \omega_2^2$$

En la práctica moderna se considera que la cinética de rotación vale el 5% de la del carro, dada la tendencia de aumento en la capacidad del equipo.

Por lo tanto se tiene:

$$E_1 = \frac{1}{2} M v_1^2 + 0.05 \left( \frac{1}{2} M v_1^2 \right) = 0.525 M v_1^2$$

$$E_1 = 0.525 M v_1^2 \quad \text{--- (14)}$$

$$E_2 = 0.525 M v_2^2 \quad \text{--- (15)}$$

Tomando en cuenta la definición de energía cinética, se tiene que la variación de energía es igual al trabajo desarrollado por la fuerza tractiva al desalojarse el espacio en el que se efectuó el cambio de velocidad, es decir:

$$P_2 = \frac{W}{g} \left( \frac{v_2^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} \right) \quad \text{Por lo tanto } P = W \times \text{pendiente}$$

$$P_1 = 0.525 \frac{W}{g} (v_2^2 - v_1^2) \quad \text{RESISTENCIA POR CURVATURA} \quad \text{16}$$

III.5.1.3

O bien:

La causa principal de la resistencia en las curvas es -

$$P_1 = 0.525 \frac{W}{g} (v_2^2 - v_1^2) \quad \text{17}$$

(n) Debido a que las ruedas están rigidamente unidas al eje

Para el cálculo de la resistencia exterior  $P_1$ , en Kg.  $W$ , en Ton. ;  $v$ , en Km./hr. ;  $g$ , en m./seg.<sup>2</sup>

$$P_1 = 0.525 \frac{1000 W}{9.81 \times 8} \times \frac{(1000)^2}{(60 \times 60)^2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 = 4.13 \frac{W}{g} (v_2^2 - v_1^2) \quad \text{18}$$

Es fácil observar que en los cálculos anteriores se consideró el movimiento del tren uniformemente acelerado, que es la forma en que se puede tomar en la práctica, aunque no sea rigurosamente exacto.

Experimentalmente se observó que la resistencia es

**RESISTENCIA POR PENDIENTE**

La resistencia por pendiente  $P_p$  es la componente tangencial del peso  $W$  de un cuerpo colocado en la pendiente.

Se llamará  $\alpha$  al ángulo que la vía forma con la horizontal, entonces:

$$P_p = W \cdot \text{sen } \alpha \quad \text{19}$$

Para ángulos pequeños, como los usados en ferrocarril, el seno y la tangente del ángulo se confunden. A la tangente

del ángulo se le conoce como pendiente de la vía =  $\frac{S}{V}$   
 Por lo tanto:  $P_p = W \times \text{pendiente}$ .

III.5.1.3

RESISTENCIA POR CURVATURA

inad G

La causa principal de la resistencia en las curvas es -  
 la fricción originada por:  $(\frac{S}{V} - \frac{S}{V}) \frac{W}{2B}$

- a) Debido a que las ruedas están rigidamente unidas al eje y el riel exterior en una curva es de mayor longitud que el interior, o las ruedas tanto exterior como interior patinan hacia atrás o hacia adelante.

Longitud de patinaje:  $\frac{S(0001)}{S(0001)} \times \frac{W(0001)}{2B}$

$$P = L_e - L_i = (R + g) \Delta - R \Delta ; P = g \Delta$$

P = Patinaje

$L_e$  = Longitud del riel exterior

$L_i$  = Longitud del riel interior

$g$  = Escantillón

$\Delta$  = Angulo central, en radianes.

- b) Experimentalmente se observó que la posición que toma un truck en una curva es la de su eje posterior radial a la curva, es decir, solo la ceja de la rueda anterior exterior está en contacto con el riel, lo que hace que sirva de guía para el truck, haciéndolo girar alrededor de la rueda posterior interior. El ángulo de incidencia de la ceja de la rueda con el riel exterior varía con la separación de los ejes del truck y con el grado de la curva, el deslizamiento lateral de la rueda guía es igual a la longitud del riel exterior multiplicada por el seno del ángulo de incidencia.

c) Otra causa de resistencia es la fricción con el riel y la coxa de la rueda guía.

La resistencia por curvatura depende también de lo gastado del riel, de la velocidad, la sobre-elevación, etc. Para fines prácticos se acostumbra "compensar por curvatura",

es decir, la resistencia por curvatura se transforma en un equivalente de pendiente encontrado experimentalmente. Cuando se trata de un proyecto, se disminuye la pendiente en las curvas, y si se trata de una línea ya construida, en las curvas se aumenta la pendiente.

tanto en un caso como en otro, la "compensación por curvatura" se hace en lo que la experiencia aconseja.

III.5.1.4

RESISTENCIA DEL AIRE

Cuando un tren se mueve, el aire opone cierta resistencia que depende de muchos factores, que a continuación se

En donde  $F_r$  es la fuerza reactiva de la locomotora (gr. f)  $F_r = H + P + H + P + H + P = 3H + 3P$

- a) Sección transversal del tren y su velocidad.
- b) Dirección y velocidad del viento.
- c) Forma de la parte anterior y posterior del tren.
- d) Composición del tren (separación de carros, forma, etc.)
- e) Túneles (si se trata de ellos).

Prácticamente se acostumbra expresar la resistencia debida al viento, considerando solo los factores principales.

$F_v = c A V^2$  21

$F_v$  = Resistencia debida al viento  
 c = Factor de forma del tren

A = Sección transversal  
 V = Velocidad

En los últimos años ha tomado mayor importancia esta resistencia, por las velocidades que se han alcanzado y por las pruebas que se pueden hacer en los túneles de aire.

### III.5.2 ECUACION BASICA DE EQUILIBRIO

Las resistencias de los trenes al rodamiento se agrupan en una fórmula general que están de acuerdo con el origen del equipo de arrastre y forma del mismo; pues existen equipos con trucks de un eje, de dos y de tres ejes, así como una gama de coches y locomotoras, haciendo variar las resistencias.

La ecuación básica de equilibrio es:

$$F_t = MR = R_{rod} + R_{pen} + F$$

En donde  $F_t$  es la fuerza tractiva de la locomotora (según la potencia propia medida en las motrices),  $R_{rod}$  es la resistencia al rodamiento,  $R_{pen}$  es la resistencia a la pendiente,  $F$  es la fuerza de aceleración (+) o deceleración (-).

La resistencia al rodamiento en sí, varía con la velocidad a la primera potencia afectada de un coeficiente y con la misma velocidad a la segunda potencia afectada de otro coeficiente. Esta resistencia de los carros de los trenes al rodamiento es inversamente proporcional al área de la sección frontal por el cuadrado de la velocidad, por eso resulta que la resistencia unitaria de un carro vacío es mayor que la de un carro cargado.

Se citan a continuación algunas fórmulas americanas y europeas para el cálculo de la resistencia al rodamiento:

a) Para una locomotora DE:

$$R_{rod} = 0.65 + 13.16/W + 0.0024V + (0.0046/WN) A V^2$$

b) Para carros de carga con dos trucks de dos ejes cada uno:

$$R_{rod} = 0.65 + 13.16/W + 0.014 V + (0.0009/WN) A V^2$$

c) Para coches de pasajeros con dos trucks de dos ejes cada uno:

$$R_{rod} = 0.65 + 13.16/W + 0.0094V + (0.00064/WN) A V^2$$

En donde:

W = Carga por eje, en toneladas métricas.

V = Velocidad, en Km/hr.

N = Número de ejes.

A = Área frontal (transversal), en m<sup>2</sup>

R = Resistencia, en Kg/Ton.

Las anteriores fórmulas americanas fueron desarrolladas

por W. J. Davis.

d) Para trenes de carga rápidos (fórmula de Schmitz):

$$R_{rod} = 3.2 + 0.016 V + 0.0013 V^2$$

Resistencia en Lb/Ton. corta; V en millas/hr.

e) Para trenes de carga lentos (fórmula de Tuthill):

$$R_{rod} = 0.45 + 0.015 V + 0.003 V^2$$

Resistencia en Lb/Ton. corta; V en millas/hr.

f) Para trenes de carga franceses:

$$R_{rod} = 1.45 + 0.0008 V^2 \quad (\text{Kg/Ton.})$$



Se citan a continuación algunas fórmulas para trenes de pasajeros (franceses) y para trenes de mercancías (alemán):  
 $R_{rod} = 0.00046 v^2 + 0.0006 v + 0.0001$  (Kg/ton.)  
 Para una locomotora DR:

h) Para locomotora eléctrica (fórmula de General Electric):  
 $R_{rod} = 0.65 + 1/W (13 + 0.006 v^2) + 0.009 v$  (Kg/ton.)

Existen gráficas que dan la resistencia para carros cargados, carros vacíos y para locomotora donde se conoce la velocidad y al pasar de la primera velocidad al eje X que aparece en las curvas. En el eje Y está el valor de la resistencia en Kg/ton.

En síntesis, la resistencia al rodamiento es directamente proporcional a la velocidad e inversa a la carga.

Existen también gráficos de Fuerzas y Resistencias, contra velocidad, que marcan claramente en la intersección de sus curvas, donde ocurre el equilibrio y la zona donde existe un saldo de fuerza disponible para acelerar.

De la ecuación básica de equilibrio, podrán deducirse todos los elementos necesarios para el proyecto del ferrocarril en su operación y diseño geométrico, a través del aspecto dinámico que se puede observar en gráficas Pendiente de Equilibrio-Velocidad o Tonelaje-Velocidad-Pendiente, etc., y en particular mediante el estudio del perfil virtual.

III.5.3 PERFIL VIRTUAL Y PERFIL REAL

**DEFINICION**

**PERFIL REAL:** Se conoce como perfil real, el perfil definitivo de la superestructura o altura de hongo de riel.

**PERFIL VIRTUAL:** El perfil virtual se llama así porque -

no tiene significado absoluto en relación con la posición de la rasante de la vía, representando tan solo las características del movimiento del tren a partir del tonelaje del mismo y de los valores de proyecto de la línea en estudio (velocidad, pendientes, grados de curvaturas, etc.).

En consecuencia, el perfil virtual tiene lugar cuando existe algún tren en movimiento, originándose dos puntos importantes en él: cuando el tren inicia su movimiento y cuando se detiene, por ejemplo cuando se parte de la estación --

"X" y se llega a la estación "Y".  
Un tren en movimiento puede aumentar su velocidad, si la fuerza tractiva  $P_t$  es mayor que el conjunto de las resistencias del tren por rodamiento y por pendiente. Cuando la suma de las resistencias del tren es igual a la fuerza tractiva disponible en el acoplador de la locomotora, el tren -- permanece con velocidad uniforme, o sea que no existe fuerza alguna que modifique su movimiento. Si el valor de la resistencia total del tren es mayor que  $P_t$  disponible, el tren -- disminuye su velocidad y si esto sucede indefinidamente, el tren puede detener su movimiento en cualquier momento.

En el inicio de un columpio, la gravedad impulsa al tren incrementándole su velocidad, alcanzando sin dificultad el otro extremo (PTV), si no se encuentra muy lejos. En tanto que en una cima, las resistencias disminuyen la velocidad del tren dificultándole la llegada.

Sabemos que :  $M = \frac{W}{g}$

$E_p = W h$  ----- Energía potencial; donde  $h$  es la altura con respecto a un plano de referencia

energía cinética  $\frac{1}{2} m v^2$

En consecuencia, el perfil virtual tiene lugar cuando

existe algún tren en movimiento  $h = \frac{v^2}{2g}$  Carga de velocidad. 25

por tanto, cuando el tren se mueva en movimiento y cuando

El valor de la carga de "v" velocidad "h" se incrementa en 5% para tomar en cuenta la energía de rotación del tren, así que al sustituir g tenemos:

$h = 1.05 \frac{v^2}{2g} = 0.0535 v^2$  26

La velocidad en el momento de la locomotora, el tren tiene disponible en el momento de la locomotora, el tren

Dichas alturas son cantidades proporcionales al cuadrado de la velocidad de un tren a lo largo de un tramo. En el caso de columpios, "h" va aumentando, mientras que en cimbras "h" va disminuyendo.

Las ordenadas para "h" tienen origen en el perfil real y terminan en el perfil virtual, correspondiendo cada una de ellas a cadenas preestablecidas, siendo estos últimos las abscisas.

Existen dos procedimientos para construir el perfil virtual:

- a) Método analítico.
- b) Método de pendientes de aceleración.

A) METODO ANALITICO: El método analítico toma en cuenta el tiempo transcurrido para pasar de una velocidad a otra, así como la distancia recorrida, el tiempo acumulado y el espacio total.

Al arrancar el tren, la  $P_t$  hace que éste se ponga en marcha y vence la inercia. Como "h" aumenta al incrementarse la velocidad, cuando se alcanza la velocidad máxima, entonces "h" adopta su máximo valor, permaneciendo constante durante todo el tiempo en que aquella velocidad no varíe.

En ese intervalo se tendrá lo que se llama pendiente de aceleración nula, siempre que el tramo permanezca en tangente y a nivel; lo cual significa que la  $P_t$  y las fuerzas de resistencia son iguales.

El perfil virtual se llama también perfil de velocidad porque en cualquier instante medido nos determina la velocidad que lleva el tren y la capacidad del mismo para llegar a un punto posterior a partir del inicial.

El perfil de velocidades se llama también perfil dinámico porque representa la energía dinámica almacenada en un instante dado en un tren, no indica el exceso o déficit de  $P_t$  correspondiente a ese instante pero sí la capacidad del tren para poder avanzar.

Si unimos los extremos de las ordenadas correspondientes a las cargas de velocidad, obtenemos un perfil que guarda una relación muy estrecha con el perfil real. Este nuevo perfil nos indica el movimiento de un tren con respecto a las características de la rasante, principalmente por pendiente y curvatura.

La carga de velocidad se expresa en metros o en pies; cada ordenada representa también la energía cinética que tie

se el tren en cada uno de los puntos considerados y por consiguiente, la altura que pueda vencer; así es que en lugar de expresar la velocidad en Kph., podemos usar cargas de velocidad "h" con cuyos valores se dibuja sobre el perfil de la rasante el nuevo perfil llamado perfil de velocidades virtual o dinámico.

**B) METODO GRAFICO DE PENDIENTES DE ACELERACION:** Para construir el perfil de velocidades se usa el método seguido por la A.R.E.A. y por los Pa.No.Mex.

El procedimiento es como se detalla a continuación: Conocida la  $P_t$  para distintas velocidades y restándole las resistencias internas en tangente y a nivel correspondientes a nuestro tren se obtiene la fuerza tractiva neta disponible en el acoplador para cada una de las velocidades.

Esta cantidad se divide entre el peso del tren, el resultado nos da las pendientes de aceleración, al dividir nuevamente entre la resistencia por pendiente:

$$P_{\text{aceleración}} = \frac{W_{\text{total}} \cdot R_{\text{neta}}}{P_{\text{resistencia}}}$$

Generalmente se toman velocidades de 5 en 5 kph. y para trazar el perfil virtual se parte del origen del perfil real, con la pendiente de aceleración correspondiente a una velocidad inicial de 5 kph.; marcándola en el papel milimétrico hasta llegar al punto en que la carga de velocidad "h" sea la correspondiente a esos 5 kph. terminando ahí nuestro primer trazado de la pendiente de aceleración.

A partir de ese primer punto, se traza otra pendiente de aceleración que corresponda ahora a la velocidad de 10

... hasta llegar al segundo punto, la velocidad de la carga de velocidad de 20 km/h es la correspondiente a esa velocidad. Seguir la pendiente de aceleración para 15 km/h y así sucesivamente.

Para la elección de la ruta se requiere un procedimiento sistemático, el perfil virtual es un conjunto de tramos que tiene por objeto obtener una idea general de los rasgos cada una de las cuales posee una longitud horizontal igual a la dada por la pendiente y una longitud vertical equivalente a la magnitud de la fuerza o energía cinética y a la potencial.

Cada locomotora produce un perfil virtual distinto para un tramo de vía considerado; así también cada tren tiene su propio perfil virtual en un mismo tramo de vía considerado.

La variación es consecuencia de los diferentes pesos de arrastre y carga por jalar, así como del grado de eficiencia de las locomotoras y sus marcas.

Ahora bien, tratándose de un tren homogéneo, es decir - vacío totalmente o cargado al 100%; al llevar una misma mercancía y jalar un mismo tipo de vagones, o sea el llamado tren unitario, mejorará su tiempo de recorrido, traduciendo en esto un ahorro de combustible y disminución del tiempo de maniobras.

Para la elección de la ruta se requiere un procedimiento sistemático, el perfil virtual es un conjunto de tramos que tiene por objeto obtener una idea general de los rasgos cada una de las cuales posee una longitud horizontal igual a la dada por la pendiente y una longitud vertical equivalente a la magnitud de la fuerza o energía cinética y a la potencial.

El tren se le llama unitario, cuando es uno su origen y uno su destino; es decir no se pierde tiempo en estaciones intermedias para maniobras y puede tener vía libre.

III.6

ETAPAS DEL PROYECTO

habituales que se encuentran en el terreno a ser estudiado.

III.6.1

ELECCION DE LA RUTA

Para la elección de la ruta se requiere un reconocimiento aéreo que tiene por objeto obtener una idea general de los problemas que habrá de afrontar y cuales serán las posibles soluciones. Para la elección de rutas se usa la fotogrametría, en ferrocarriles para un primer reconocimiento, se toman fotografías 1: 10 000 y en ellas se puede estudiar la ruta definitiva, con ayuda del estereoscopio. Una vez seleccionada la ruta se procede a fotografíar nuevamente la zona pero ahora solamente una pequeña franja, por donde pasará la línea definitiva, la escala de estas fotografías deberá ser tal que permita una restitución fotogramétrica, escala 1: 2 000 y curvas de nivel a cada dos metros, en este plano que representa aproximadamente un kilómetro de ancho, se fue de elaborar el proyecto de la línea definitiva.

Una vez definida la ruta, es conveniente realizar un reconocimiento directo, principalmente desde el punto de vista constructivo.

Para la elección de la ruta definitiva deben tomarse en cuenta los puntos obligados por los que deberá pasar la línea.

En lo que se refiere al alineamiento vertical y horizontal se deben elegir las especificaciones geométricas y estructurales a las cuales se debe sujetar la línea, se deberá establecer cual es el máximo grado de curvatura que se va permitir, así como la pendiente máxima, características de la vía y de los materiales de construcción, tamaño de los

cortes, etc.

Otro de los factores que interviene en la localización definitiva de la línea con la geología del terreno, el drenaje, los puentes y alcantarillas, localización de los bancos de materiales de construcción.

Con los datos topográficos y los obtenidos del reconocimiento directo, el trazo de la línea se acercará lo más posible a lo que será la definitiva.

**III.6.2 LOCALIZACIÓN DE LA RUTA**

Una vez elegida la ruta, debe llevarse a cabo la materialización de la línea en el terreno por medio de una brigada que resolverá los problemas directos, con el objeto de acercarse lo más posible a la ruta elegida, con un máximo de economía en la construcción.

El trazador se encargará de seguir los alineamientos por medio de una poligonal, se procura cadenciar a cada 20 m. dejando las estacas y las referencias de los puntos de inflexión.

La nivelación conviene llevarla para acotar las estacas a cada 20 m., que servirán para apoyar las secciones transversales, es recomendable, también nivelar otros puntos críticos, como el cruce de la línea con barrancas, caminos, las líneas de paso, etc. Así mismo conviene dejar bancos de nivel fuera del eje de la línea para que durante la construcción no se dañen.



### III.6.3

### PROYECTO DE LA LÍNEA

Para el proyecto de la línea es necesario contar con un plano escala 1: 2 000 con curvas de nivel a cada 2 m.

Se señalan los puntos obligados de paso de la línea y una vez establecidas las especificaciones que deberá tener la línea, se dibuja lo que se llama línea a pelo de tierra; para dibujar esta línea se utiliza una abertura de compás que permita a la escala correspondiente ir cortando las curvas de nivel de tal forma que se satisfagan las especificaciones en cuanto a pendiente.

La línea a pelo de tierra es muy quebrada por lo que deberá afinarse por medio de rectas y estas a su vez se ligan entre sí por medio de curvas, las cuales deberán ajustarse a las especificaciones antes citadas.

En nuestro caso las especificaciones que regulan el proyecto geométrico de las vías férreas, son las correspondientes ESPECIFICACIONES S.O.P., aunque en términos generales se apliquen las NORMAS A.R.E.A. (American Railway Engineering Association) y las NORMAS U.I.C. (Union International des Chemins de Fer).

Las normas geométricas de las vías férreas clasificadas como se indica en el Cuadro No. 45, variarán según las características topográficas de los terrenos que atraviesan. En estos se considerarán las siguientes clases:

- X) Terreno suave y lomerío suave.
- Y) Terreno montañoso y lomerío fuerte.
- Z) Terreno montañoso muy escarpado.

CUADRO No. 45

El proyecto de construcción y características generales de las vías férreas que trata en el presente documento incluye los datos de las características topográficas de las vías férreas.

CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS

CLASE	CARACTERISTICAS	UNIDADES	1	2	3
A	TRAPICO MINIMO	MILLONES	2 a 5	2 a 5	2 a 5
B	DE CARGA	ME DE	0.5 a 2	0.5 a 2	0.5 a 2
C	ANUAL	TONS.	0.5	0.5	0.5
D					
A	VELOCIDAD MINIMA DE OP. EN TRENES DE CARGA.	KM/H	75	60	55
B			55 a 75	45 a 60	40 a 55
C			35 a 55	30 a 45	25 a 40
D			35	30	25
A	VELOCIDAD MINIMA DE OP. EN TRENES DE PASAJEROS.	KM/H	100	80	70
B			80 a 100	65 a 80	55 a 70
C			60 a 80	50 a 65	40 a 55
D			60	50	40
A	ANCHO DE CORONA EN TANGENTES.	M.	5.5 a 7.0	5.5 a 7.0	5.5 a 7.0
B			5.5 a 6.6	5.5 a 6.6	5.5 a 6.6
C			5.0 a 6.2	5.0 a 6.2	5.0 a 6.2
D			5.0 a 5.6	5.0 a 5.6	5.0 a 5.6
A	ANCHO DE CAMA EN TANGENTES.	M.	7.0 a 8.5	7.0 a 8.5	7.0 a 8.5
B			7.0 a 8.1	7.0 a 8.1	7.0 a 8.1
C			6.5 a 7.7	6.5 a 7.7	6.5 a 7.7
D			6.5 a 7.1	6.5 a 7.1	6.5 a 7.1
A	ESPESOR DEL BALASTO O DEL CONJ. BALASTO SUB-BALASTO.	CM.	20 a 60	20 a 60	20 a 60
B			20 a 50	20 a 50	20 a 50
C			15 a 40	15 a 40	15 a 40
D			15 a 30	15 a 30	15 a 30
A	CALIBRE MINIMO DEL RIEL.	KG/M	55	60	65
B			45	50	55
C			40	45	50
D			40	40	40
A	CURVATURA MAXIMA.		2	3	4
B			3	4.5	6
C			4	6	8
D			6	8	10
A	PENDIENTE GOBERNADORA.		0.5	0.7	1.0
B			0.7	1.0	1.5
C	MAXIMA.		1.0	1.5	2.0
D	COMPENSADA.		1.5	2.0	2.5

III.6.3.1

CARACTERISTICAS

2A .OM ONDAUD

El proyecto de las vías férreas debe hacerse de tal manera que, tanto su infraestructura como su superestructura, correspondan a soluciones de conjunto que incluyan todos los elementos constructivos correspondientes.

<p>El proyecto de las vías férreas debe ajustarse a los anchos de corona, balastó y al calibre del riel indicados en el Cuadro No. 45; los valores dados en él para las otras características, solo son de carácter limitativo.</p>	<p>clase A, B, C y D, debe</p>	<p>al espesor del</p>	<p>- A B C D A B C D</p>
<p>III.6.3.2 RECOMENDACIONES GENERALES</p>			
<p>De acuerdo con las conclusiones del estudio que justifique la construcción o la rehabilitación de una vía férrea, en función del volumen de tráfico existente y el tráfico estimado para un futuro de 10 a 15 años, así como del tipo de fuerza motriz elegido o existente, debe determinarse la clase de dicha vía que gobierna su proyecto.</p>	<p>de acuerdo con las conclusiones del estudio económico</p>	<p>de dicha vía que gobierna su proyecto.</p>	<p>- A B C D A B C D</p>
<p>Debe buscarse la solución que responda al costo anual mínimo de construcción, operación y conservación teniendo especial atención en el efecto de las pendientes y del rendimiento de las locomotoras.</p>	<p>la solución técnica y económica que co-</p>	<p>responda al costo anual mínimo de construcción, operación y conservación</p>	<p>- A B C D A B C D</p>
<p>La clasificación, se hace en base a las condiciones actuales del tráfico ferrocarrilero, representa las aspiraciones, en cuanto a características geométricas, que deben satisfacer las actuales vías férreas para una rehabilitación o operativa eficiente y las que necesitan cumplir las nuevas vías férreas por construir, para lograr su función esencial.</p>	<p>base a las condiciones actuales del tráfico ferrocarrilero, representa las aspiraciones, en cuanto a características geométricas, que deben satisfacer las actuales vías férreas para una rehabilitación o operativa eficiente y las que necesitan cumplir las nuevas vías férreas por construir, para lograr su función esencial.</p>	<p>base a las condiciones actuales del tráfico ferrocarrilero, representa las aspiraciones, en cuanto a características geométricas, que deben satisfacer las actuales vías férreas para una rehabilitación o operativa eficiente y las que necesitan cumplir las nuevas vías férreas por construir, para lograr su función esencial.</p>	<p>- A B C D A B C D</p>

La clase A es la ruta de las principales vías del sistema; las clases B y C corresponden a todas aquellas que son secundarias indispensables o complementarias; y la clase D corresponde a ramales de poca importancia.

Las nuevas vías férreas y las que se rehabiliten, deben sujetarse al escantillón de 1.435 m.

### III.6.3.3. CURVA DE MASAS

Es un diagrama que tiene por ordenadas, los volúmenes acumulativos de terracerías, para la construcción del diagrama se considera con signo positivo los volúmenes excavados y con signo negativo a los volúmenes en terraplén.

El coeficiente de abundamiento es variable, pero comúnmente es de 20%.

Para el cálculo de volúmenes se utiliza el método de la media de áreas, que consiste en tomar el promedio del área de la sección inicial y la sección final, multiplicando por veinte metros, da el volumen por estación.

Para el cálculo de los acarrees se fijan las distancias que los limitan, y para ello se definen cada uno de ellos.

a) ACARREO LIBRE: Es el efectuado en una distancia fijada en el proyecto (veinte metros o sea una estación) y por el cual no se hace ningún pago directo, quedando entendido que está incluido en el precio unitario del material excavado.

b) SOBRES-ACARREO: Es el transporte que se efectúa en una distancia en exceso de la de acarreo libre y hasta el límite económico fijado en el proyecto (cinco estaciones y media -- por ejemplo).

c) ACARREO LARGO: Es el que se efectúa en distancias mayo-

estas (de la línea) para el sobre-elevado (kilómetros por hora).  
- Para dibujar la curva masa de ceflisa, una escala conveniente al dibujo, por ejemplo 2 000 m por centímetro, etc.  
- El perfil a la vez se dibuja a una escala vertical conveniente, por ejemplo 1: 200 y a una escala horizontal igual a la empleada en el trazo de la curva de masa, es decir 1: 2 000, y ambas curvas siguen el cañamiento de la línea.

III.6.3.4 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

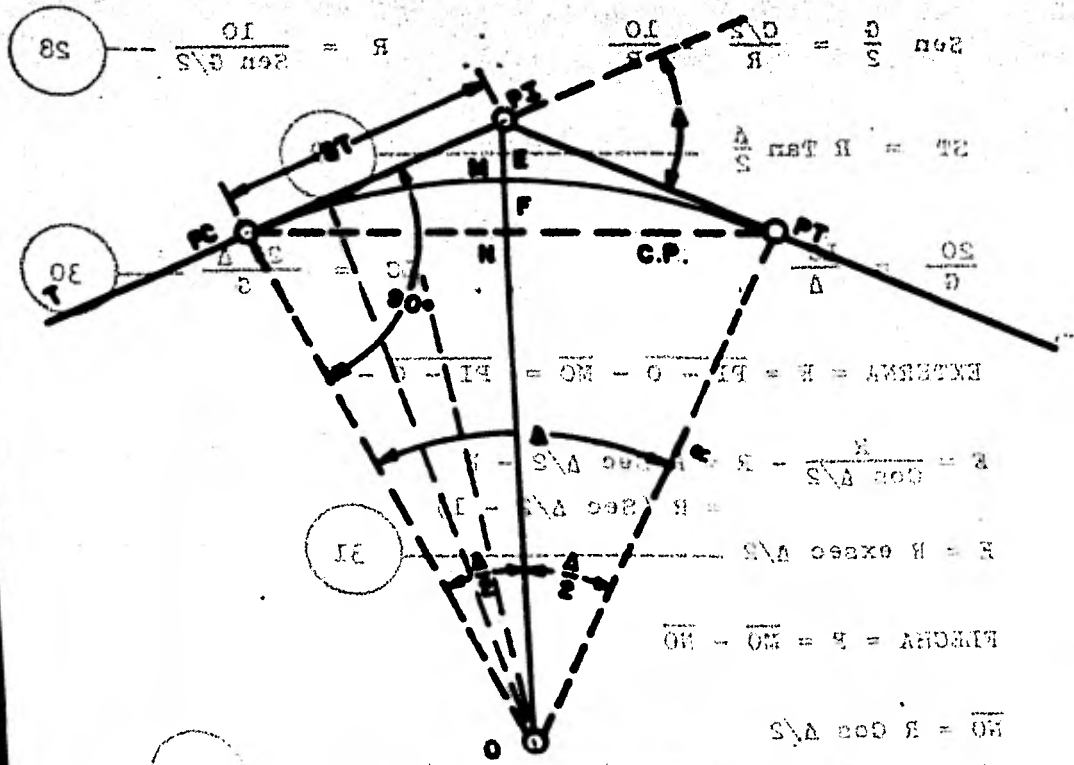
El alineamiento horizontal es la proyección horizontal del eje de una vía férrea y corresponde a la subrasante. El alineamiento horizontal está constituido por rectas y curvas ligadas entre sí. Dos tangentes sucesivas se unen por medio de una curva circular o de una curva de transición.

En ferrocarriles se usan las curvas de transición al entrar un tren en una curva, viniendo de una tangente, tiene un cambio brusco de dirección, cambio que se efectúa rápidamente en perjuicio del equipo. Una curva de transición es aquella cuya proporción de curvatura aumenta gradualmente de cero hasta la curva circular central. La sobre-elevación del riel externo empieza con la curva de transición y aumenta gradualmente hasta donde comienza la curva circular central.

En ferrocarriles, donde la fricción de las ruedas aumenta con la curvatura afectando la fuerza de tracción, el radio mínimo que ordinariamente se acepta es  $R = 200 \text{ m}$ , que corresponde aproximadamente a  $G = 6^\circ$ .

▲)

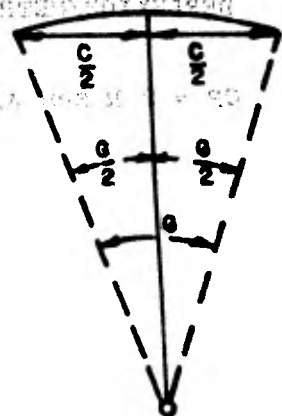
**CURVAS CIRCULARES ELEMENTOS Y CALCULO**



**ELEMENTOS:**

**CUERDA DE 20 METROS**

- T = TANGENTE
- PC = PRINCIPIO DE CURVA
- PT = PRINCIPIO DE TANGENTE
- ST = SUBTANGENTE
- PI = PUNTO DE INFLEXION
- R = RADIO DE CURVATURA
- Δ = DEFLEXION
- E = EXTERNA
- F = FLECHA
- O = CENTRO DE LA CURVA
- CP = CUERDA PRINCIPAL
- LC = LONGITUD DE CURVA
- G = GRADO DE CURVATURA
- C = CUERDA DE 20 m.



$$\text{Sen } \frac{\Delta}{2} = \frac{C/2}{R} = \frac{10}{R} \quad R = \frac{10}{\text{Sen } \Delta/2} \quad (28)$$

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2} \quad (29)$$

$$\frac{20}{G} = \frac{LC}{\Delta} \quad LC = \frac{20 \Delta}{G} \quad (30)$$

$$\text{EXTERNA} = E = \overline{PI} - O - \overline{NO} = \overline{PI} - O - R$$

$$E = \frac{R}{\text{Cos } \Delta/2} - R = R \text{Sec } \Delta/2 - R = R (\text{Sec } \Delta/2 - 1) \quad (31)$$

$$E = R \text{exsec } \Delta/2$$

$$\text{FLECHA} = F = \overline{MO} - \overline{NO}$$

$$\overline{NO} = R \text{Cos } \Delta/2$$

$$F = R - R \text{Cos } \Delta/2 = R (1 - \text{Cos } \Delta/2) \quad (32)$$

CONTENIDO DE LA ARCADE

$$F = R \text{Senoverso } \Delta/2 \quad (33)$$

$$\text{DEFLEXION/METRO} = 1.5 G \quad (\text{EN MINUTOS}) \quad (34)$$

$$CP = 2 R \text{Sen } \Delta/2 \quad (35)$$



**EJEMPLO NUMÉRICO DEL CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE UNA CURVA CIRCULAR.**

ELEMENTOS:

**DATOS**

**INCOGNITAS**

PI = 6 + 195.30

$\Delta = 43^\circ 15' = 43.25^\circ$

G = 4°

**CÁLCULOS:**

$R_{x^\circ} = \frac{1145.92}{G_{x^\circ}} = \frac{1145.92}{4} = 286.48 \text{ m.}$

ST = 286.48 Tan  $\frac{43.25}{2} = 113.57 \text{ m.}$

LC = 20  $\frac{43.25}{4} = 216.25 \text{ m.}$

PC = PI - ST = 195.30 - 113.57 = 81.73 m.

PT = PC + LC = 81.73 + 216.25 = 297.98 m.

PC = 6 + 81.73

PT = 6 + 297.98

CP = 2 (286.48) Sen  $\frac{43.25}{2} = 211.15 \text{ m.}$

NOTA:  $R = \frac{10}{\text{Sen } 0/2} = \frac{10}{\text{Sen } 4/2} = 286.537 \text{ m.}$

En ferrocarriles es muy usual el empleo de la fórmula -

$R_{x^\circ} = R_{1^\circ} / G_{x^\circ}$



CURVAS DE TRANSICION

**ELEMENTOS:**

- SATIR000KI 20TAC
- $P_c$  = PRINCIPIO DE CURVA.  $08.221 + 8 = 14$
- $P_{cc}$  = PRINCIPIO CURVA CIRCULAR SIMPLE.  $21 \text{ } 08 = A$
- $P_t$  = PRINCIPIO DE TANGENTE.  $08 = 8$
- $\delta$  = ANGULO CENTRAL DE LA ESPIRAL.
- $A$  = ANGULO CENTRAL DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE.
- $\Sigma$  = ANGULO TOTAL DE LAS DOS ESPIRALES Y LA CURVA CIRCULAR.  $8010117$
- $\approx 84.288 = \frac{88.2411}{4} = \frac{88.2411}{0.4} = 0.8$
- ST = SUBTANGENTE DE LA ESPIRAL.
- TST = TANGENTE A LA SUBTANGENTE.  $88.48 \text{ } 88.288 = T2$
- T = TANGENTE DE LA ESPIRAL.
- PI = PUNTO DE INTERSECCION.  $\frac{88.24}{4} \text{ } 08 = 01$
- D = DISTANCIA PERPENDICULAR DEL CENTRO DE LA CURVA CIRCULAR A LA TANGENTE ORIGINAL.  $88 - 19 = 69$
- d = DIFERENCIA ENTRE D Y EL RADIO DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE.  $88.708 \text{ } 88.288 + 87.180 \text{ } 88 = 01 + 08 = 09$
- G = GRADO DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE.
- R = RADIO DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE.  $17.180 \text{ } 88 = 01$
- Y = ORDENADA DEL  $P_{cc}$ , MEDIDA SOBRE LA TANGENTE ORIGINAL.
- X = ABCISIA DEL  $P_{cc}$ , MEDIDA DESDE EL  $P_c$ .  $88.708 \text{ } 88 = 01$
- l = LONGITUD DE LA ESPIRAL EN METROS.
- L = LONGITUD DE LA CURVA CIRCULAR CENTRAL.



SEGUNDA CURVA.

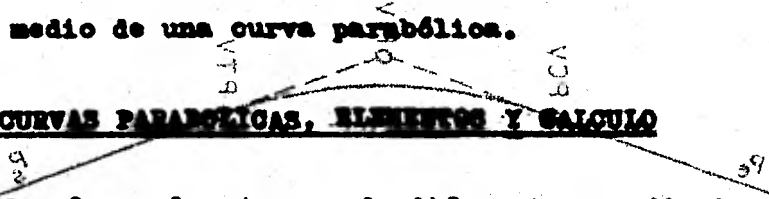
$PI = 10 + 296$  ;  $\alpha = 25^\circ 11'$  ;  $\beta = 2^\circ$   
 $RE = 572.96$  m. ;  $v = 15' \times 10$  metros  
 $TST = 573.446 \times \tan 12^\circ 35' + 34.994$   
 $TST = 573.446 \times 0.22322 + 34.994 = 162.999$   
 $X = 69.972$   
 $Y = 1.527$  : CALCULO DE CURVA DE TRANSICION  
 $\delta = 3^\circ 30'$

PRIMERA CURVA.

$PI = 10 + 296.000$   
 $P_c = 10 + 133.001$   
 $P_{cc} = 10 + 203.001$   
 $P_{cc} = 10 + 384.801$   
 $PT = 10 + 454.801$

El alineamiento vertical es la proyección vertical del eje de una vía férrea y corresponde a la subrasante en las terracerías. El alineamiento vertical está constituido por rectas y curvas ligadas entre sí. Dos tangentes sucesivas se unen por medio de una curva parabólica.

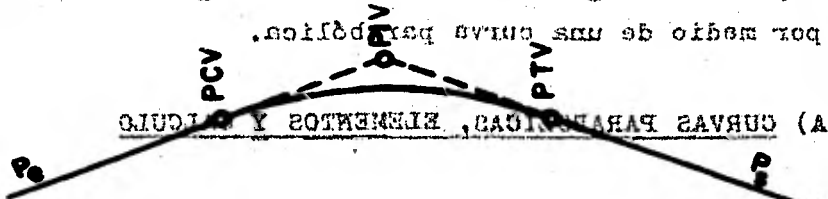
A) CURVAS PARABÓLICAS, ELEMENTOS Y CÁLCULO



Para enlazar los tramos de diferentes pendientes, se utilizan lo que se llaman curvas verticales parabólicas, con el objeto de pasar insensiblemente de una pendiente a otra, eliminándose de esta manera los choques bruscos entre carros. Cuando el punto de intersección de pendientes se encuentra hacia abajo se llaman columpios y cuando está hacia arriba se llaman ojos. El procedimiento de cálculo es el siguiente:

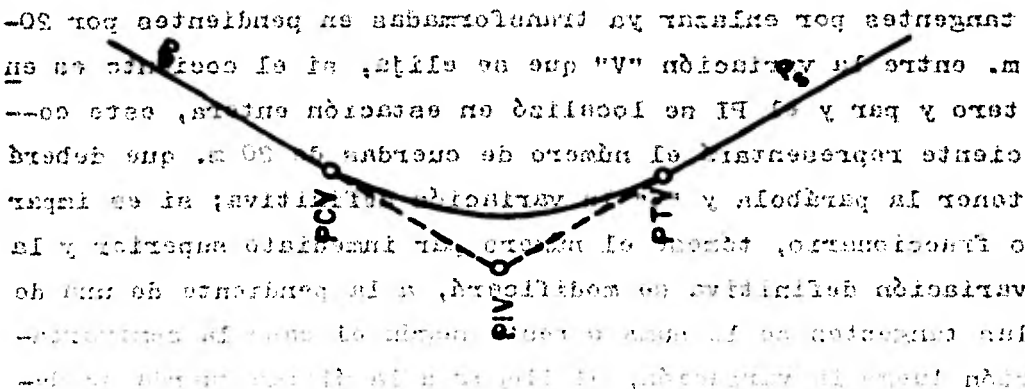
Se divide la diferencia algebraica de pendientes de las tangentes por enlazar ya transformadas en pendientes por 20-m. entre la variación "V" que se elija, si el cociente es entero y par y el PI se localizó en estación entera, este cociente representará el número de cuerdas de 20 m. que deberá tener la parábola y "V" la variación definitiva; si es impar o fraccionario, tómesse el número par inmediato superior y la variación definitiva se modificará, a la pendiente de una de las tangentes se le suma o resta según el caso la semivariación luego la variación, al llegar a la última cuerda se debe encontrar por comprobación numérica, la pendiente de la última tangente. Si el PI se localiza en una media estación, el número de cuerdas debe ser impar procediendo de la misma-

El alineamiento vertical es la proyección vertical del eje de una vía férrea y corresponde a la superficie en las terracerías. El alineamiento vertical está constituido por rectas y curvas ligadas entre sí. Dos tangentes sucesivas se unen por medio de una curva parabólica.



Para unir las rectas de diferentes pendientes, se utilizan lo que se llama CURVA VERTICAL EN COLUPIO, con el objeto de pasar insensiblemente de una pendiente a otra.

**PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL** es el punto de intersección de las rectas de pendiente de entrada y salida.  
**PUNTO DE INTERSECCIÓN** es el punto de intersección de las rectas de pendiente de entrada y salida.  
**PUNTO DONDE TERMINA LA CURVA VERTICAL** es el punto de intersección de las rectas de pendiente de entrada y salida.



CURVA VERTICAL EN COLUPIO

**EJEMPLO NUMÉRICO DEL CALCULO DE CURVAS VERTICALES.**

**EJEMPLO 1**  
 pendiente de la 1a. cuerda  $-0.020$   
 cota punto 1  $1\ 627.750$   
 pendiente de la 2a. cuerda  $-0.030$   
 cota punto 2  $1\ 627.750$   
 pendiente de la 3a. cuerda  $-0.050$   
 cota punto 3  $1\ 627.750$   
**PIV** =  $1\ 628.000$   
 pendiente de la 1a. cuerda  $-0.020$   
 cota punto 1  $1\ 627.750$   
**P** =  $0.02$  p/v para curvas  
 pendiente de la 1a. cuerda  $-0.020$   
**P** =  $0.03$  p/v para curvas  
 pendiente de la 2a. cuerda  $-0.030$   
**P** =  $0.05$  p/v para curvas  
 pendiente de la 3a. cuerda  $-0.050$   
**P** =  $0.18$  p/v = diferencia algebraica  
 pendiente de la 1a. cuerda  $-0.020$   
**P** =  $0.18$  p/v = 9 cuerdas de la 1a. cuerda  
 pendiente de la 1a. cuerda  $-0.020$

Como el PIV se encuentra en media estación, el mismo número de cuerdas debe ser impar.

**COTA DEL PIV** =  $1\ 628.000$   
**COTA DEL PCV** =  $(1\ 628.000 + 0.0 \times 90) = 1\ 628.000$   
**COTA DEL PTV** =  $(1\ 628.000 - 0.05 \times 90) = 1\ 627.550$   
**Semivariación** =  $\frac{0.02 + 0.05}{2} = 0.035$

**CALCULO**

pendiente de la primera tangente  $0.000$   
**COTA DEL PCV** =  $1\ 628.000$   
 pendiente de la 1a. cuerda  $-0.010$   
 cota punto 1  $1\ 627.990$   
 pendiente de la 2a. cuerda  $-0.030$   
 cota punto 2  $1\ 627.960$   
 pendiente de la 3a. cuerda  $-0.050$   
 cota punto 3  $1\ 627.910$

<u>-0.070</u>	pendiente de la 4a. cuerda	<u>-0.070</u>	
<u>-0.020</u>			1 627.840 cota punto 4
<u>-0.090</u>	pendiente de la 5a. cuerda	<u>-0.090</u>	
<u>-0.020</u>			1 627.750 cota punto 5
<u>-0.110</u>	pendiente de la 6a. cuerda	<u>-0.110</u>	
<u>-0.020</u>			1 627.640 cota punto 6
<u>-0.130</u>	pendiente de la 7a. cuerda	<u>-0.130</u>	
<u>-0.020</u>			1 627.510 cota punto 7
<u>-0.150</u>	pendiente de la 8a. cuerda	<u>-0.150</u>	
<u>-0.020</u>			1 627.360 cota punto 8
<u>-0.170</u>	pendiente de la 9a. cuerda	<u>-0.170</u>	
<u>-0.010</u>			1 627.190 cota PIV
<u>-0.180</u>	pendiente de la segunda tangente		

**EJEMPLO 2**

$$COTA DEL PIV = 1627.190$$

$$COTA DEL PCV = 1627.190 + (-0.010) \times 6.6 = 1627.134$$

$$COTA DEL PTV = 1627.134 + (-0.180) \times 6.6 = 1626.918$$

$$PIV = 11 + 060$$

$$V = 0.01 \text{ p/u en columpios}$$

$$P_e = -0.9\% = -0.18 \text{ p/u}$$

$$P_s = -0.57\% = +0.114 \text{ p/u}$$

$$-0.066 \text{ p/u} = \text{diferencia algebraica}$$

$$\frac{0.066}{0.010} = 6.6$$

Como el número de cuerdas es fraccionario, debe ser par entonces el inmediato superior que es ocho de donde la variación real es:

$$\frac{0.066}{8} = 0.00825$$

$$\text{Semivariación} = \frac{0.00825}{2} = 0.00412$$

COTA DEL PIV = 1 617.65

COTA DEL PCV = 1 617.65 + 80 (0.009) = 1 618.370

COTA DEL PTY = 1 617.65 - 80 (0.0057) = 1 617.194

CALCULO

-0.1800

pendiente de la primera tangente

+0.0041

1 618.3700 cota PCV

-0.1759

pendiente de la 1a. cuerda

-0.1759

1 618.1941 cota punto 1

+0.0083

-0.1676

pendiente de la 2a. cuerda

-0.1676

1 618.0265 cota punto 2

+0.0083

-0.1593

pendiente de la 3a. cuerda

-0.1593

1 617.8672 cota punto 3

+0.0083

-0.1510

pendiente de la 4a. cuerda

-0.1510

1 617.7162 cota punto 4

+0.0083

04

-0.1427

pendiente de la 5a. cuerda

-0.1427

1 617.5735 cota punto 5

+0.0083

-0.1314

pendiente de la 6a. cuerda

-0.1314

1 617.4391 cota punto 6

+0.0083

-0.1261

pendiente de la 7a. cuerda

-0.1261

1 617.3130 cota punto 7

+0.0083

-0.1178

pendiente de la 8a. cuerda

-0.1178

1 617.1952 cota punto 8

+0.0041

-0.1137

pendiente de la segunda tangente



**III.6.4**

**SOBREELEVACION**

Cuando un tren corre en un tramo de vía en curva, está sujeto a la acción de la fuerza centrífuga, que actúa radialmente hacia afuera de la curva. Para contrarrestar esta fuerza se levanta el riel externo en una dimensión "e" sobre el riel interno, lográndose el equilibrio, cuando las dos ruedas del eje cargan igual sobre ambos rieles.

$$e = \frac{a V^2}{g R}$$

R = radio de la curva circular central.

e = sobreelevación.

V = velocidad, en m/seg.

a = ancho de la vía.

g = aceleración de la gravedad, en m/seg.<sup>2</sup>

de donde transformando esta expresión se obtiene:

$$e = 0.0009846 V^2 G \pm 0.01 V^2 G$$

e = sobreelevación, en mm.

V = velocidad, en Km/h.

G = grado de curvatura.

La sobreelevación máxima que se da en ferrocarriles es de 150 mm. (Se anexa cuadro de sobreelevación del riel exterior en las curvas).

**III.6.5**

**PENDIENTE COMPENSADA POR CURVATURA**

Quando un tren corre por una curva, la resistencia es mayor que si corriera por un tramo en tangente, la resistencia por curvatura se considera que varía en relación directa

0100010+

0000-01800

1000.00+

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

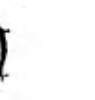
0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000

0000-01000



con el grado de curvatura. La resistencia por curvatura se acostumbra

CORTE

ESTACIONES

(SECCIONES)

41

Sin embargo, la resistencia por curvatura se acostumbra

representar como pendiente equivalente a 0.05%

La pendiente real se va a disminuir, en una cantidad

tal, que la pendiente convertida sea uniforme.

CUADRO No. 46

SOBREELEVACION DEL RIEL EXTERIOR EN LAS CURVAS

OTRAJAS

GRADO DE CURVATURA	VELOCIDAD EN KILOMETROS POR HORA																			
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120	130	140
0.50	2	3	4	5	6	8	10	13	16	21	28	36	45	55	67	81	97	115	135	158
1.00	3	5	7	10	13	18	23	30	38	48	60	75	92	111	132	155	181	210	242	278
1.50	5	8	12	16	21	28	36	45	55	67	81	97	115	135	158	181	210	242	278	318
2.00	8	12	18	24	30	40	50	60	72	85	98	113	128	145	165	185	210	240	270	310
2.50	10	15	22	30	38	48	58	68	80	95	110	125	140	155	175	195	220	250	280	320
3.00	12	18	27	36	45	55	65	75	88	105	120	135	150	165	185	210	240	270	300	340
4.00	15	22	33	42	52	62	72	82	95	110	125	140	155	170	190	215	245	275	305	345
5.00	20	30	42	52	62	72	82	92	105	120	135	150	165	180	200	225	255	285	315	355
6.00	25	36	48	58	68	78	88	98	110	125	140	155	170	185	205	230	260	290	320	360
7.00	30	42	54	64	74	84	94	104	115	130	145	160	175	190	210	235	265	295	325	365
8.00	35	48	60	70	80	90	100	110	120	135	150	165	180	195	215	240	270	300	330	370
9.00	40	52	64	74	84	94	104	114	124	140	155	170	185	200	220	245	275	305	335	375
10.00	45	58	70	80	90	100	110	120	130	145	160	175	190	205	225	250	280	310	340	380

Las sobreelevaciones están dadas en mm.



la y subterráneas así se indican en los planos de las terracerías, así  
**III.7. VIA (SUBRASANTE)**

de las obras, y se indican en los planos de las terracerías, así  
de las obras, y se indican en los planos de las terracerías, así

**III.7.1 SECCIONES TIPO**

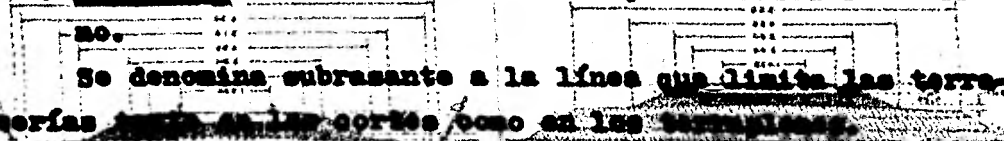
Generalmente se usan secciones estándares de las obras, y se indican en los planos de las terracerías, así

La infraestructura comprende todo aquello que es necesario construir para permitir las instalaciones de una vía férrea, es decir, las terracerías y obras de drenaje.

Las vías terrestres requieren apoyarse en estructuras de tierra que por lo general reciben después de acabadas, el nombre de terracerías.

Se presentan dos casos en general:

- a) **Corte.** Cuando la subrasante queda bajo el terreno.
- b) **Terraplén.** Cuando la subrasante queda arriba del terreno.



Se denomina subrasante a la línea que limita las terracerías, así en los cortes como en los terraplenes.

Se llaman secciones en balcón, a las que son una combinación de corte y terraplén.

El peso de los trenes, de la vía y del balasto, es soportado por la infraestructura de una manera uniforme y transmitido al terreno. La infraestructura facilita además el drenaje y da una superficie regular, sobre la que la sección de balasto y la estructura de la vía pueden tenderse.

En la ejecución de un corte, hay que tratar de no aumentar mucho la profundidad, ya que más allá de cierto límite, es mejor emplear túneles; pero este límite es variable según la naturaleza de los terrenos que atraviesan.

Las características geométricas de la sección transversal, están determinadas en parte, por el ancho de la sección del balasto. La sección del balasto depende de muchas varia-

bles, incluyendo el tipo de material de las terracerías y el balasto, resistencia y tamaño de los sarrientes, peso de la vía, volumen y velocidad del tráfico y peso de los trenes.

Generalmente se usan secciones estándar de las terrac

rias y balasto, variando la inclinación de los taludes de acuerdo con las características del suelo.

En corte son usuales taludes de 1:1 o 0.5:1 y en terraplén se usa 1.5:1, a continuación se anexan secciones tipo en corte y terraplén, en tangente y en curva de dos grados, a una velocidad de 80 km/h.

(a) Corte. Cuando la subestante queda bajo el terreno.

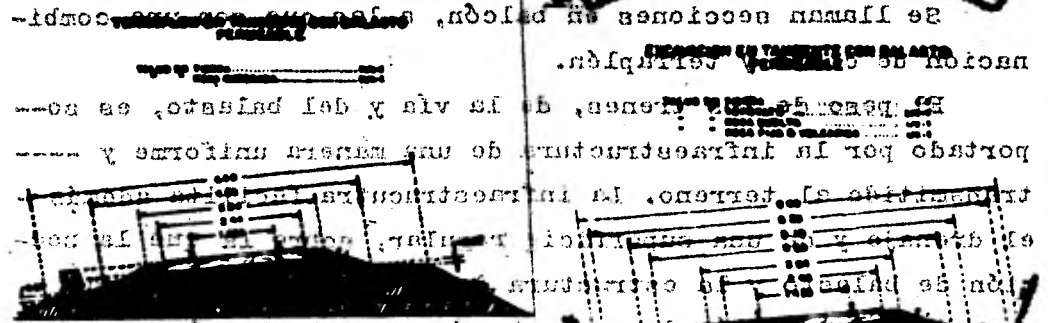


Fig. 18(A)

Fig. 18(B)

Tipos de lechos en vía ancha.

**ELEMENTOS DE UNA VIA**  
(INFRAESTRUCTURA)

**TERRAPLENES:** Son las estructuras de forma y dimensiones definidas por el proyecto, construidas sobre el terreno con el material adecuado, producto de un corte o de un préstamo, para formar la subrasante y los taludes correspondientes.

**ESCALON DE LIGA:** Es el que se forma en el área de desplante de un terraplén, cuando la pendiente transversal del terreno es poco menor que la inclinación del talud a fin de obtener una liga adecuada entre ellos y evitar un deslizamiento del terraplén.

**MUROS DE CONTENCIÓN:** Cuando la línea de ceros del terraplén no llega al terreno natural es necesario construir muros de retención, cuya ubicación y altura estarán dadas como resultado de un estudio económico.

**CORTES:** Son las excavaciones del terreno natural y la remoción de los materiales producto de las mismas, para la formación de la subrasante, los taludes, las cunetas y escalones correspondientes.

**TALUD DEL TERRAPLEN:** Es la inclinación del paramento de los terraplenes, expresado numericamente por el recíproco de la pendiente.

**TALUD DEL CORTE:** Es la inclinación que queda como resultado de la intervención humana en una obra de ingeniería.

**CORONA:** Superficie comprendida entre las aristas superiores de los taludes de un terraplén o superficie de la cama de un corte sin contar las cunetas.

**CAMA:** Superficie comprendida entre las aristas inferiores de los taludes de un corte al nivel de la subrasante.

**BARRERA:** Es la obra que se construye con el fin de dar mayor estabilidad a los taludes.

**BASANTE DEL PROYECTO:** Proyección vertical del desarrollo de la intersección de la superficie de rodamiento con los planos verticales que contienen su eje en las tangentes y el eje del riel interior en las curvas.

**CUNETETA:** Zanja alojada en los cortes, paralelamente al eje de la vía, en la intersección de la cama con el talud de corte, a fin de drenar éste.

**CONTRACUNETETA:** Generalmente son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan aguas arriba de la línea de cerros del corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

**SUB-DRENES:** Son elementos de drenaje que desalojan las aguas subterráneas a través de los taludes de corte.

**ALCANTARILLA:** Obra de drenaje que se construye transver

sal al eje de la vía y que permite el paso del agua de las -  
 numerosas corrientes y escurrideros, para el mejor servicio  
 de la vía.

**SOBRELEVACION:** En las terracerías, es el desnivel --  
 transversal entre los puntos extremos de la corona en una --  
 curva del alineamiento horizontal.

**GALIBO:** Sección mínima adoptada transversal al eje de --  
 la vía, que debe estar libre de obstáculos para permitir el --  
 paso de un tren.

**ANCHO DE LA CORONA:** Base superior de la sección trans-  
 versal de un terraplén o parte de la base de la sección --  
 transversal en un corte, limitada por las aristas superiores --  
 de las cunetas.

**DERECHO DE VIA:** Es la faja que se requiere para la cons-  
 trucción, conservación y operación adecuada de esa vía y de  
 sus servicios auxiliares. El derecho de vía es de 15 m. a ca-  
 da lado del eje, tomándose en cuenta los siguientes casos:

- a) Cuando la altura del terraplén o corte arroje los cerros  
 fuera de los 15 m., entonces se tomará en cuenta el an-  
 cho necesario para que estos casos queden dentro de un  
 nuevo derecho de vía.
- b) En el caso de pasar por poblaciones con terrenos de al-  
 to valor o que estén muy edificados y no haya posibili-  
 dad de futuras instalaciones para el ferrocarril, enton-  
 ces podrá reducirse el derecho de vía hasta 10 m. a ca-  
 da lado del eje.



### III.7.3

### PROCESO DE CONSTRUCCION

Los datos que se requieren para la construcción están constituidos por una planta en donde se indica el alineamiento horizontal del ferrocarril y el perfil del terreno que contiene el alineamiento vertical del eje del ferrocarril.

Para iniciar las actividades de campo, primeramente se organiza el personal, distribuyéndolo en brigadas de topografía y de laboratorio, las cuales se encargan de realizar una serie de trabajos, por ejemplo la brigada de topografía, es la que se encarga de la relocalización del eje de la vía por lo general en este tipo de obras, el organismo oficial al momento de localizar y trazar deja marcas claras sobre el terreno, mismas que deben ser encontradas por la compañía constructora, una vez localizadas estas señales, la brigada verifica el trazo y coloca los datos de construcción.

La brigada de laboratorio se encarga del muestreo de los materiales para determinar la calidad de los mismos, con el fin de empesar a construir las terracerías con el material aprobado por esta brigada.

### III.7.3.1

### TERRACERIAS

**A) DESMONTE:** Después de haber marcado los datos, se procede a hacer un desmonte completo mismo que comprende las siguientes operaciones en conjunto: Tala de árboles y arbustos; ejecución de la roza, que consiste en quitar maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras; ejecución del desentraque, que consiste en sacar los troncos o tocones con todo y raíz-

o cortándolos; limpia y quema del producto del desmonte y --  
las desperdicios vegetales quemados todo lo no utilizable.

El desmonte se lleva a cabo en todo el derecho de vía e  
en la superficie del mismo que se indique en el proyecto.

-- Es conveniente adelantar este trabajo, por lo menos 1-  
km. con respecto a las terracerías y obras de drenaje, para  
no entorpecer el avance de las demás operaciones, pero no de  
be rebasar demasiado el avance programado ya que con frecuen-  
cia después de dejar un tiempo el desmonte vuelve a aparecer  
hierta, ocasionando la repetición del trabajo.

-

B) **DESPAINE:** Consiste en desalojar la capa superficial de  
tierra vegetal que por sus características no es adecuada pa-  
ra la construcción de los terraplenes, esta operación solo  
se lleva a cabo en los desplantes de terraplenes, en los --  
préstamos y en los bancos. Aun cuando cuando está considera-  
da como una operación separada del desmonte, esta se ejecuta  
casi al mismo tiempo.

El mantenimiento de los cortes se logra mediante un  
--  
C) **CORTE:** Son todas las excavaciones y remoción de los ma-  
teriales producto de las mismas, ejecutadas a cielo abierto  
en el terreno natural, para preparar y formar la subrasante,  
las cunetas y los desplantes de los terraplenes correspon-  
dientes a la obra vial como lo indique el proyecto.

Es importante señalar que conforme se avanza, con el --  
corte, el mismo tractor va formando una plantilla por el cen-  
tro de la línea o lo más cercano posible de los cerros en los  
cortes muy altos, con el objeto de dar acceso para abastecer  
de materiales para la construcción de alcantarillas y muros-  
de contención.



Para la perforación se usan las perforadoras de oruga - (Track-Drill). En los lugares en que el tractor no puede operar por lo inaccesible y duro del material, después del desmonte, se procede a hacer una plantilla con perforadoras manuales, las cuales gracias a que es posible alargar las mangueras de salida de los compresores, pueden alcanzar los lugares más inaccesibles; con el fin de meter el equipo grande de barrenación.

**D) TERRAPLEN:** Para construir un terraplén lo primero que se tiene que hacer es excavar o remover el material de la superficie no adecuada para el desplante, esta operación se ejecuta con los tractores bulldozer, los cuales aflojan el material con el ripper, para después emplear la cuchilla y retirar el material fuera del derecho de vía, para dejar completamente limpia la superficie expuesta es decir, acondicionar la plantilla, consistiendo esta operación en escarificar con motoconformadora toda la superficie para después aplicar el agua necesaria hasta obtener la humedad cercana a la óptima, debido a que después de escarificar el material queda extendido y suelto; una vez adicionada el agua, con la cuchilla se acamellona el material y nuevamente se vuelve a tender para ser compactado debidamente; generalmente este proceso de compactación se hace por medio de rodillos vibratorios tipo remolque tirados por un tractor agrícola, esta etapa en la construcción se hace con el fin de poder ligar en forma correcta la plantilla con la primera capa de terraplén.

Una vez compactada la plantilla, se sigue con la construcción de la primera capa de terraplén con el material dis

puesto para ello, ya sea obtenido del corte, del banco de préstamo o del préstamo lateral, las capas así formadas, serán de un espesor de 20 a 30 cm.

Hay casos en que la topografía del terreno (depressiones profundas y angostas, laderas muy pronunciadas, etc.) hace inaccesible el paso al equipo de construcción, por lo que en estos casos se procede a rellenar parcialmente a volteo, hasta la última altura necesaria para formar la plantilla en la que pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas.

En cuanto a la compactación, se ejecuta uniformemente en todo lo ancho de la sección, y se da al material la humedad necesaria, ya sea aplicando agua durante el préstamo o en el terraplén mismo. En algunos casos, es necesario escarificar la capa compactada y se agregará agua si es necesario antes de atender la siguiente capa con el fin de tener una liga adecuada entre capas.

En tangente, la compactación se inicia de las orillas hacia el centro, mientras que en las curvas, la compactación se inicia de la parte inferior hacia el exterior de la curva.

III.7.4 que el drenaje sea DRENAJE mejor que el drenaje de los  
o en las vías de drenaje en un drenaje en un drenaje en un drenaje

El drenaje de una vía férrea tiene por objeto, en pri-  
m<sup>er</sup> lugar, reducir la cantidad de agua que llega a las dife-  
rentes partes de la vía y, en segundo lugar, dar salida expe-  
dita al agua cuyo acceso a la vía sea inevitable.

Ahora bien, el agua llega a la vía por: precipitación -  
directa; escurrimiento del agua de terrenos adyacentes; cre-  
cientes de ríos o arroyos y filtración a través del subsuelo  
de la vía.

Así pues el objetivo del ingeniero de drenajes es conse-  
guir: reducción de la entrada de agua por cualquiera de las  
fuentes mencionadas; desalojo rápido del agua que pueda lle-  
gar a la vía.

Para que la vía tenga buen drenaje, debe evitarse que:

a) El agua circule en cantidades excesivas por la vía for-  
mando bolsas de agua en el balasto o sub-balasto.

b) que el agua de las cunetas laterales remoje y reblandez-  
ca los terraplenes originando asentamientos, con el con-  
siguiente perjuicio en la superestructura de la vía.

c) que los cortes se saturen de agua con peligro de derrum-  
bes, deslizándose los cortes y en algunos casos desli-  
zándose la vía.

d) que el agua de arroyos y hondonadas sea remansada por  
los terraplenes con el peligro de lavarlos y destruir-  
los.

e) que el agua subterránea reblandezca la subrasante o des-  
truya la superestructura.

Como se ve, el drenaje adecuado es una de las fases más  
importantes en una vía, por lo que debe procurarse por todos

los medios el mejor drenaje que sea posible. La experiencia nos enseña que un drenaje inadecuado, daña muchas vías o --

bien les ha hecho perder eficiencia. El drenaje debe preverse y estudiarse desde la localización misma de la vía, debiéndolo tener presente (siempre) el Ingeniero localizador, con el fin de evitar, en lo posible, el trazo de vías por terrenos que no se drenen por sí mismos, -- pues en este caso se requerirá drenaje artificial.

Así pues, el Ingeniero siempre tratará de localizar la vía en suelos permeables y naturalmente drenados, sin embargo, la necesidad de rutas más directas, de reducciones de -- pendiente y la poca uniformidad de las condiciones topográficas requieren hacer grandes volúmenes de obra en toda clase de suelo, por lo que no siempre puede evitarse el paso de la vía por suelos permeables, o impermeables; manantiales, filtraciones y exceso de humedad, por lo que se requiere el empleo apropiado de sistemas diseñados de drenaje artificial -- para dar al suelo la estabilidad necesaria.

En resumen, el Ingeniero localizador debe guiarse por -- las normas establecidas en lo relativo al drenaje de la vía -- y que se refieren a la localización en plantas y a la localización en perfil o proyecto de rasante.

### III.7.4.1. DRENAJE SUPERFICIAL

En el drenaje superficial se estudian las dos fases mencionadas desde un principio para el drenaje en general.

Las obras de drenaje longitudinal, comprenden las cunetas que se construyen en las orillas de los cortes; las contracunetas que son canales auxiliares que se construyen gene

ralmente a lo largo de la vía, pero especialmente en los cortes.

LABORATORIO NACIONAL DE INVESTIGACIONES

S.A.V.III

A) **CUNETAS:** Son zanjas que se construyen a ambos lados de la vía con el único objeto de recibir el agua pluvial de la mitad de la vía (o de la totalidad en las curvas); el agua que escurre por los cortes de la vía, y a veces también la que escurre en pequeñas áreas adyacentes.

En algunas ocasiones las cunetas son de sección triangular sampedada o de concreto, con pendiente que varía entre el 1 y 3% de modo que las cunetas triangulares de 30 cm. de profundidad por 1 m. de ancho, sólo admite velocidades entre 1 y 1.5 m/seg. (dependiendo de la rugosidad) con gastos máximos promedio de 0.2 m<sup>3</sup>/seg. que demandan frecuentes caños de alivio.

B) **CONTRACUNETAS:** Son pequeños canales que se construyen a un lado de la vía en la parte superior de ésta, para evitar que llegue a las cunetas más agua de aquella para la cual fué proyectada.

El área hidráulica tanto de las contracunetas como de las cunetas, se determina en función del área por drenar y de la precipitación pluvial, aplicándose la fórmula de Burkli-Ziegler. Por ser obras que conducen mayor gasto que las cunetas, tienen mayor sección. En material muy compacto, la sección usual está formada por una base de 0.50 m. de ancho con taludes 1 x 1.

Quando se proyectan las contracunetas, no solamente es importante conocer el sitio en que deben construirse, sino buscar también la pendiente más adecuada para su correcto --



funcionamiento.

### III.7.4.2

### DRENAJE SUPERFICIAL TRANSVERSAL

Este drenaje tiene por objeto dar paso expedito al agua que tiene que cruzar de uno a otro lado de la vía.

Ordinariamente se denominan Obras de Arte y comprenden los puentes y alcantarillas.

Los puentes son estructuras de más de 6 m. de claro, que se emplean para salvar un obstáculo natural o artificial.

Las alcantarillas por su parte son estructuras pequeñas (menos de 6 m. de claro) que se usan para dar paso al agua de pequeños arroyos o el agua de lluvia a través de la vía.

**A) ALCANTARILLAS:** Una alcantarilla consiste de dos partes: el cañon y los muros de cabeza. El cañon forma el canal de la alcantarilla y es la parte esencial de la estructura. (Los muros de cabeza sirven para evitar la erosión alrededor del barril, para guiar la corriente y para evitar que el terreno plén invada el canal.

Las alcantarillas se pueden dividir en:

- a) Alcantarillas de tubo: rígido flexible abovedados.
- b) Alcantarillas de cajón: cubiertos de rieles o durmientes. cubiertos por losa de concreto reforzado.
- c) Alcantarillas de bóveda.

a) Alcantarillas de tubo.— Las alcantarillas de tubo tienen el cañon hecho con algunos de los siguientes mate-

riales: concreto reforzado, metal corrugado. Y son de:

Tubo rígido.— Se fabrican de concreto reforzado y se ubican ya sea a tope o machihembrados.

Tubo flexible.— Tubos de lámina corrugada "Arco". Se facilita su instalación, siendo ésta inmediata, además son de empleo lógico y económico en ciertos lugares.

Tubo abovedado.— Tubos rebajados o elípticos, generalmente de láminas atornillables "multiplate".

b) Alcantarillas de cajón.— Alcantarillas tipo, cuyas lambas son de mampostería y su cubierta consiste en una cama de rieles o durmientes o en el mejor de los casos de

una losa de concreto reforzado.

c) Alcantarillas de bóveda.— Son los tipos más sindicados cuando el terraplén es alto y la cimentación firme. Son

semejantes a las alcantarillas de cajón, con la sola diferencia que su cubierta va en arco. Se usan arcos de

mampostería, concreto simple o reforzado. Resulta económica la alcantarilla de bóveda rebajada, usándose donde

no se disponga de altura suficiente (entre el cause del río y la rasante).

En las alcantarillas de cajón y en las bóvedas, se construyen partes suplementarias, aguas arriba y aguas abajo de la estructura para evitar la erosión del terraplén, formando un ángulo determinado con el eje de la alcantarilla. Estas partes suplementarias se llaman aleros.

Los requisitos que debe llenar un buen proyecto de alcantarillas son los mismos que se señalaron para el proyecto de drenaje longitudinal.

### III.7.413 DRENAJE SUBTERRANEO

Las estructuras mostradas anteriormente, garantizan un drenaje adecuado de la vía en condiciones normales. Sin embargo, cuando se trate de condiciones difíciles, tales como el nivel de aguas freáticas muy superficial, humedad capilar o flujos de agua subterránea, resulta indispensable considerar estructuras de drenaje especiales de tipo subterráneo. Deberá tenerse en cuenta que los drenajes subterráneos no son útiles en terrenos de naturaleza impermeable y que en todos los casos se requerirán salidas por gravedad. La instalación de los mismos deberá ajustarse a las condiciones siguientes:

1a.- Se utilizarán tubos y/o cajas metálicos perforados o ranurados o de concreto o arcilla vitrificada tenidos con las juntas abiertas. El número, dimensión y distribución de las aberturas deberán ser cuidadosamente elegidos para evitar riesgos de asolvamiento.

2a.- El material de relleno deberá ser cuidadosamente escogido, utilizando gravas y arenas (nunca grandes rocas) y la porción superior de las zanjas deberá ser cubierta con material impermeable. No debiendo pretenderse combinar el drenaje superficial con el subterráneo, extendiendo el material filtrante hasta la superficie.

3a.- Los tubos deberán colocarse cuando menos 1.0 m. por debajo del nivel al que se pretende abatir el nivel freático.

**A) SUBDRENES:** Son estructuras que consisten en una zanja de 1 a 1.5 m. de profundidad abajo de la línea de la subra-  
sante de los cortes, que se rellena con material pétreo y en  
su interior se colocan tubos perforados que recogen las a-  
guas freáticas conduciéndolas hacia una alcantarilla.

El drenaje subterráneo drenará las aguas producto de --  
las filtraciones y corrientes subterráneas provenientes de --  
manantiales, cavidades internas, etc.

**LOCALIZACION**

**III.7.4.4**

En general la localización de las alcantarillas que de-  
be adoptarse, será la adecuada para evitar el azolve, la so-  
cavación o desviación del cruce, aun cuando ello signifique-  
esviar el eje respecto al perfil; se deberá evitar usar --  
fuerzas pendientes que produzcan velocidades elevadas sin lo  
grar incrementar los gastos máximos críticos, cuando el ti-  
po de tubo o la bóveda, antes de iniciar el inconve-  
niente funcionamiento ahogado.

**III.7.4.5**

**ARBA HIDRAULICA NECESARIA**

Son cuatro los procedimientos para el proyecto hidráuli-  
co de una alcantarilla y son:

a) Por comparación. - Se aplica cuando se trata de constru-  
ir una nueva alcantarilla en un lugar donde ya había o-  
tra; o bien cerca de otra alcantarilla existente en el  
mismo arroyo.

En este caso sirven de base las huellas visibles o --  
los informes de gente del lugar, relativos al nivel más

alto alcanzado por el agua durante un periodo de tiempo razonable, en la alcantarilla existente.

b) Procedimiento empírico. - Consiste en emplear una fórmula la por medio de la cual se calcula el área hidráulica de la alcantarilla en función del área por drenar y de las características de la cuenca.

Este procedimiento es el único aplicable si no existe ninguna estructura y especialmente cuando no hay datos respecto del gasto máximo del arroyo, ni de la precipitación pluvial.

MOICANILADOL

P.A.V.III

Generalmente se usan las fórmulas de Talbot para calcular el área hidráulica. (Ver Cuadro No. 47)

$$a = 0.183 C \sqrt{A^3}$$

42

a = Área hidráulica que deberá tener la alcantarilla, en m.<sup>2</sup>

A = superficie por drenar, en hectáreas.

C = coeficiente de rugosidad que depende de las características topográficas del terreno.

c) Procedimiento de sección y pendiente. - Reporta datos exactos, cuando el cauce es bien definido y las huellas

de los niveles extraordinarios sean claras y precisas; que correspondan realmente a la creciente máxima y que se escoja un coeficiente de rugosidad adecuado a las características del arroyo.

El gasto máximo se calcula en función de la pendiente hidráulica que es aproximadamente igual a la del fondo del arroyo y de los elementos hidráulicos de la sección como son: área hidráulica, perímetro.

Obteniéndose la velocidad por medio de la siguiente -

**Fórmula:**

$$v = \sqrt{2gH \left[ \frac{1}{C^2} + \frac{1}{2g} \left( \frac{A_1}{A_2} + \frac{A_2}{A_1} \right) \right]} \quad (43)$$

H = desnivel de la superficie del agua entre las -

dos secciones consideradas para obtener los da-  
tos necesarios.

v = velocidad promedio, en m/seg.

L = longitud entre las mismas secciones.

A<sub>1</sub> = área de la primera sección.

A<sub>2</sub> = área de la segunda sección.

A = promedio de las áreas A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>.

r<sub>1</sub> = radio hidráulico de la primera sección.

r<sub>2</sub> = radio hidráulico de la segunda sección.

r = radio hidráulico promedio.

El radio hidráulico es igual al área entre el perí-  
metro mojado.

$$r = \frac{A}{P} \quad (44); \quad v = \frac{1}{N} r^{2/3} \quad (45)$$

El valor del gasto se obtiene por la fórmula de la con-  
tinuidad:

$$Q = v A \quad (46)$$

Conviene obtener el gasto máximo en más de dos seccio-  
nes del arroyo, aceptando el mayor de los valores obtenidos.

d) Procedimiento racional, mediante la precipitación plu-  
vial. - Este método es aplicable cuando se cuenta con da-  
tos de precipitación, en función de los cuales se calcu

El **escurrimiento probable**, tomando en cuenta las características de la cuenca para proporcionar la **alcantarilla**. Este método se aplica principalmente en aquellos casos en que las huellas de las aguas máximas, no son precisas.

De las fórmulas de escurrimiento más usuales, mencionare solo la siguiente:

**BUNKLI-ZIEGLER.** Se emplea para calcular el gasto máximo producido en una alcantarilla, debido a un aguacero intenso en una **área tributaria pequeña** (menos de 250 Has.).

$$Q = 0.022 \cdot C \cdot A \cdot h \sqrt[4]{\frac{A}{s}}$$

Q = **gasto de la alcantarilla, en m<sup>3</sup>/seg.** aportado por cada hectárea tributaria.

C = **coeficiente que depende de la clase de terreno que forma la cuenca o área tributaria de la alcantarilla.**

h = **precipitación correspondiente al aguacero más intenso (de 10 minutos de duración total), en cm/hr.**

s = **pendiente del terreno, en m/km.**

A = **área tributaria, en has.**

de denominación de la material seleccionada

NATURALEZA DEL TERRENO	
0.2	PLANO
0.3	CASI PLANO
0.4	POCO ONDULADO
0.5	MUY ONDULADO
0.6	CON LOMERIO SUAVE
0.8	CON LOMERIO FUERTE
1.0	MONTAÑOS Y ESCARPADO.

de acuerdo a la naturaleza de terreno

Área hidraulica (a), en función de la superficie (A) y del coeficiente (c)

A	c=0.2	c=0.3	c=0.4	c=0.5	c=0.6	c=0.8	c=1.0
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.12	0.18	0.25	0.31	0.37	0.49	0.61
10	0.21	0.31	0.41	0.52	0.62	0.82	1.03
15	0.28	0.42	0.56	0.70	0.84	1.12	1.40
20	0.35	0.52	0.69	0.87	1.04	1.39	1.73
25	0.41	0.61	0.82	1.02	1.23	1.64	2.05
30	0.47	0.70	0.94	1.17	1.41	1.85	2.35
35	0.53	0.79	1.05	1.32	1.58	2.11	2.64
40	0.59	0.87	1.17	1.46	1.75	2.33	2.91
45	0.64	0.95	1.27	1.59	1.91	2.55	3.18
50	0.69	1.03	1.36	1.72	2.07	2.76	3.44
55	0.74	1.11	1.46	1.85	2.22	2.96	3.70
60	0.79	1.18	1.58	1.97	2.37	3.16	3.95
70	0.88	1.33	1.77	2.22	2.66	3.55	4.43
80	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.92	4.90
90	1.07	1.61	2.14	2.68	3.21	4.28	5.35
100	1.16	1.74	2.32	2.90	3.48	4.63	5.79
110	1.24	1.87	2.49	3.11	3.73	4.98	6.22
120	1.33	1.99	2.66	3.32	3.99	5.31	6.64



**III.8**

**VIA (SUPERESTRUCTURA)**

**III.8.1**

**BALASTO**

CUADRO Nº 1

Se denomina balasto (lastre) al material seleccionado -

que se coloca sobre la subbase en las terracerías, con el objeto de repartir las cargas, permitir la nivelación de la vía, mantener los durmientes en correcta posición y lograr un drenaje adecuado.

**A) CLASIFICACION**

De acuerdo a lo anterior, se podría utilizar como balasto

diversos materiales naturales o artificiales tales como gravas o arenas gruesas de río, piedra triturada, escorias de fundición, etc. Sin embargo se citan a continuación, las

gravas de río o piedra triturada y las especificaciones que deben cumplir.

**III.8.1.1**

**DEFINICIONES**

**BALASTO COMUN:** Material compuesto por partículas de rocas sanas, duras, fuertes y durables; libre de sustancias deleznales y con tamaño máximo y mínimo tales que pasen por una malla con agujeros de 38 x 38 mm. y sean retenidas por una malla de 19 x 19 mm., obtenidas por trituración y cribado de material de banco o por simple extracción, cribado y en casos necesarios lavado de gravas de río.

**BALASTO FINO (SCREENING):** Material que constituye un subproducto en el proceso de cribado del balasto común, constituido por partículas que pasan la malla de 19 mm. y son retenidas por la malla de 6 mm. Se utiliza para -

balastar vías de patios y ~~en las zonas de maniobras o ya~~  
 ra enrasar las entrevías en las mismas.

III.8.1.2 REQUISITOS PARA EL MATERIAL PÉTREO

Tanto para el balasto común como para el balasto fino, el material pétreo utilizado deberá cumplir con los requisitos siguientes (y todos aquellos que marque el proyecto).

10.- Densidad mínima: 2 500 kg/m <sup>3</sup> .	OTERIAN
20.- Fatiga de ruptura mínima: 400 kg/cm <sup>2</sup> .	MUNGO
30.- En la prueba de "solubilidad" no deberá aparecer ninguna coloración en el agua de lavado.	OTERIAN
40.- En la prueba de desgaste y durabilidad, el material disgregado que pase por la malla de 13 mm. no deberá exceder del 40%.	

50.- En la prueba de absorción, está no deberá exceder de 16 litros de agua por m<sup>3</sup>. de material escurrido.

60.- En la prueba de cementación las muestras deberán presentar un esfuerzo de compresión menor de 0.28 kg/cm<sup>2</sup>.

70.- Las sustancias deleznablees no deben presentarse en exceso de las cantidades siguientes.

- Material suave y frágil: 5.0%
- Material que pasa la malla #200: 1.0%
- Partículas de arcilla: 0.5%

80.- La prueba de sanidad deberá realizarse de acuerdo con las Normas ASTM designación C-88.

**A) REQUISITOS GRANULOMETRICOS**

Los requisitos granulométricos a que deberán sujetarse los materiales para balasto son los siguientes:

MATERIAL	PORCIENTO EN PESO QUE PASA MALLA DE				
	38 mm.	25 mm.	19 mm.	13 mm.	6 mm.
BALASTO COMUN	100%	40-75%	0-10%	-	-
BALASTO FINO	-	-	90-100%	25-60%	0-05%

**B) MUESTREO Y MANEJO**

Las muestras de balasto para realizar la determinación de la granulometría y las otras pruebas requeridas, deberán ser representativas, pesar no menos de 50 kg. y se tomarán cada 1.000 m<sup>3</sup> de material.

En cuanto al manejo del balasto, deberá ser de forma tal que se mantenga libre de materias extrañas.

**C) MEDICION**

La unidad de medición será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material suelto, que podrá ser cubicado directamente en las pilas de almacenamiento, en los camiones o góndolas utilizados para su transporte, o preferentemente pesado en báscula, ob-

teniendo el volumen en función de un peso volumétrico cuidadosamente determinado.

Para casos especiales e inclusive en casos en que se presenten las siguientes figuras, que muestran los espesores de concreto en las vigas de concreto.

### III.8.1.3 COLOCACION DEL BALASTO EN LA VIA

La descarga del balasto podrá realizarse por cualquier procedimiento que garantice una distribución uniforme y adecuada del mismo (camiones de volteo, góndolas ferroviarias de descarga inferior, etc.). Sin embargo deberán tomarse precauciones especiales para el caso de vías construidas con durmientes de concreto pretensado.

### III.8.1.4 COMPACTACION DEL BALASTO

La compactación del balasto podrá realizarse manualmente, utilizando gatos para levantar la estructura de rieles y durmientes y barras calzadoras para compactar el balasto o preferentemente maquinaria específica para este trabajo.

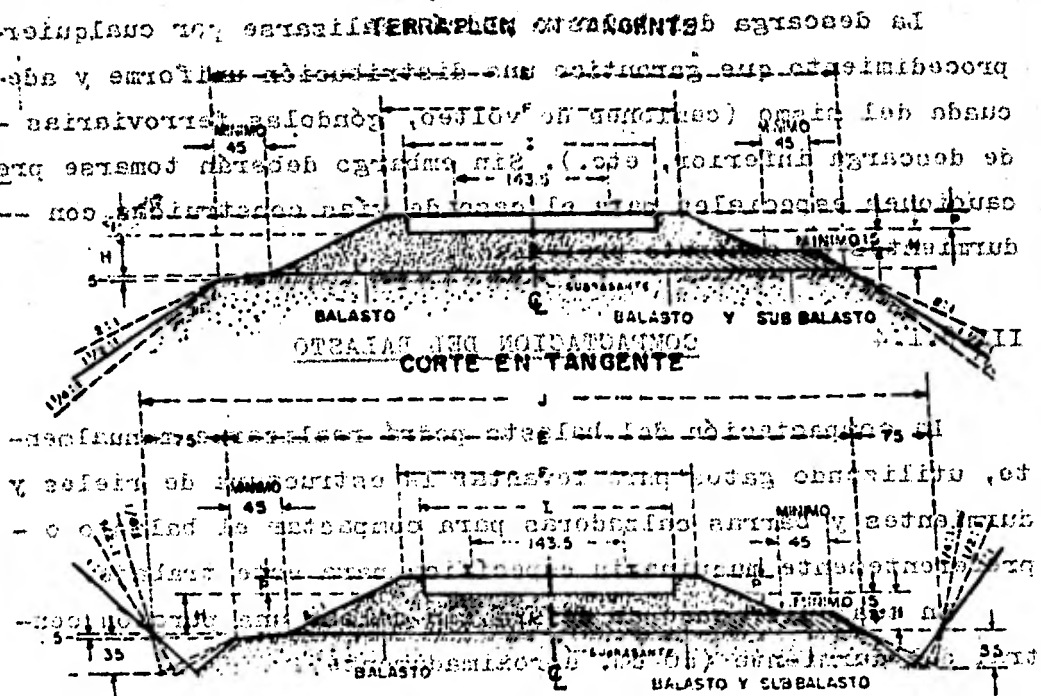
En cualquier caso se dejará sin calzar una porción central del durmiente (60 cm. aproximadamente).

### III.8.1.5 ESPESORES DE LA CAPA DEL BALASTO

Los espesores del balasto medidos desde la superficie de arroyo inferior del durmiente hasta la subrasante de las terracerías o la cama de sub-balasto serán como mínimo las siguientes:

- a) Para durmientes de madera: 20 cm.
- b) Para durmientes de concreto: 25 cm.
- c) Para durmientes metálicos: 30 cm.

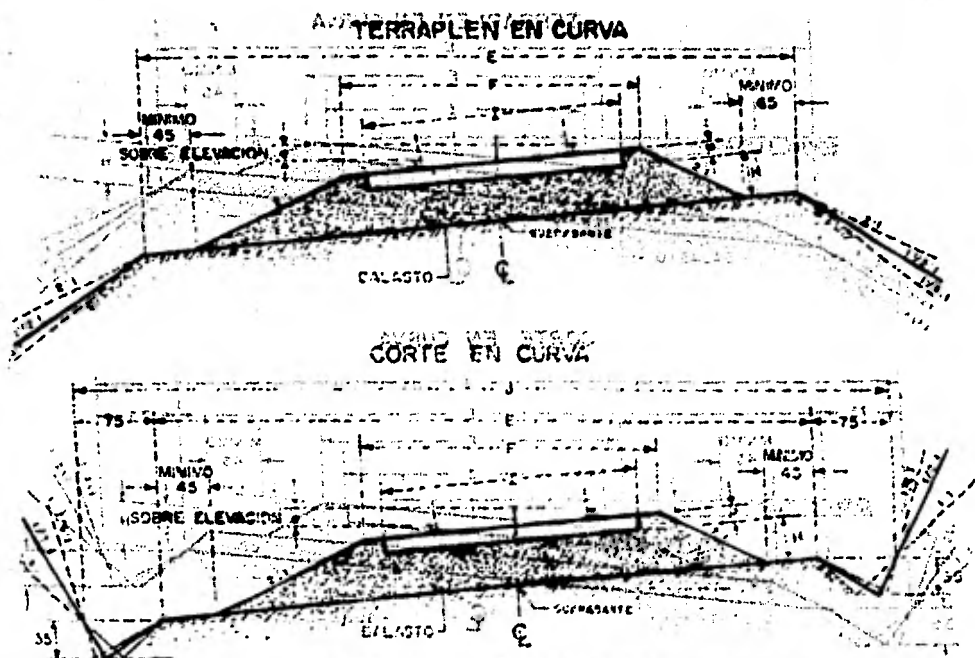
Los espesores anteriores corresponden a vías de tipo común. Para casos especiales e inclusive vías de tipo común, se presentan las siguientes Figuras, que muestran los espesores de conjunto (balasto-sub balasto) 8.1.6.III



VIAS FERREAS	E	F	H	I	J	P
CLASE Y A	565 a 700	290	20 a 50	350	700 a 250	20
" B	550 a 660	280	25 a 50	244	700 a 610	20
" C	500 a 620	270	15 a 40	244	650 a 770	15
" D	500 a 660	260	15 a 20	244	650 a 710	18

EN VIAS CON CATEGORIZACION ELECTRICA LA CORCHA DEL BALASTO DEBE CULGAR 5 CM. 4/10 DE LA CARA SUPERIOR DEL PUNTO. LAS DIMENSIONES ESTAN EN CENTIMETROS.

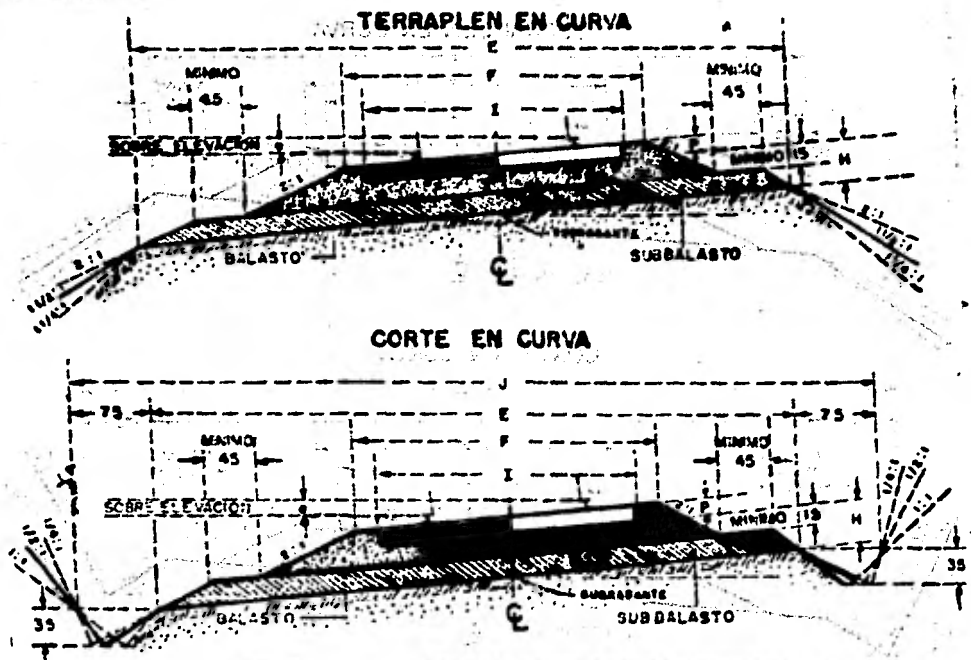
Fig. 20



VÍAS FERREAS	E	F	H	I	J	P
CLASE A	550 a 710	290	20 a 60	200	700 a 650	20
CLASE B	550 a 600	280	20 a 50	244	700 a 810	20
CLASE C	510 a 620	280	15 a 30	244	660 a 770	12
CLASE D	510 a 570	240	15 a 30	231	660 a 720	10

DETERMINADOS E, F, H, Y LOS TALUJOS DE LA TERRACERIA, PROYECTESE LA SECCION CON BERMAS DE 10000 ANCHO EN AMBOS LADOS, MANTENIENDO PATA DELA LA CORONA DE LA TERRACERIA A LA COTA CALASTO E I O P CALASTO. LAS LAS CONFORMACION ELECTRICA LA CORONA DEL CALASTO O SUPERFICIE DELA COTA CALASTO DE LA CARA INTERIOR DELA OBLIVANDO LAS CONFORMACIONES DE LA CARA EXTERIOR DELA OBLIVANDO

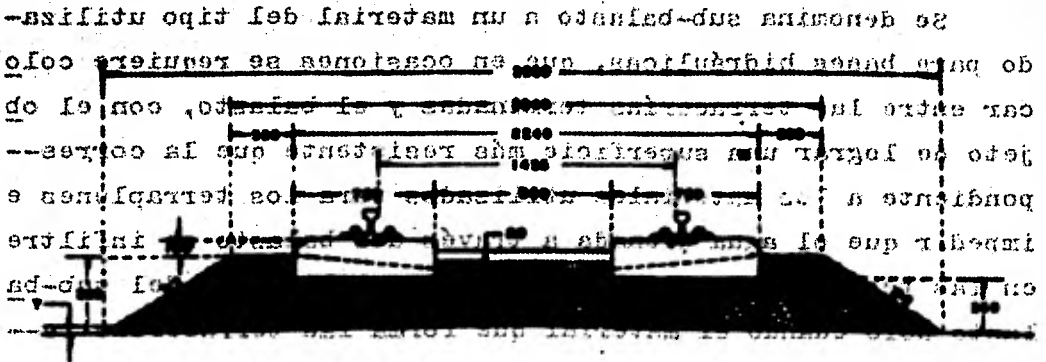
Fig. 21



VIAS FERREAS		E	F	H	I	J	P
CLASE A	4	550 a 710	290	20 a 60	260	700 a 860	20
"	2	550 a 660	280	20 a 50	244	700 a 810	20
"	C	500 a 620	280	15 a 40	244	650 a 770	18
"	D	500 a 580	280	15 a 30	244	650 a 720	18

DETERMINADOS E, F, H, Y LOS TALUDES DE LA TERRACERIA, PROYECTESE LA SECCION CON BENVAS DE IGUAL ANCHO EN AMBOS LADOS, MANTENIENDO PARALELA LA CORONA DE LA TERRACERIA A LA DEL BALASTO Y EL SUB-BALASTO. ENVIAS CON SEÑALIZACION ELECTRICA LA CORONA DEL BALASTO DEBE QUE DAR 5 CM. ABAJO DE LA CARA SUPERIOR DEL DURMIENTE. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN CENTIMETROS.

Fig. 22



**SECCION DE BALASTO PARA VIA ELASTICA (A)**

Se podrá utilizar como sub-balasto, cualquier material material-  
 de banco que sea compactable y adherir **Fig. 23** que muestra un ejemplo de un  
 material que es relativamente blando, pero que se compacta fácilmente  
 y que al compactarse se vuelve bastante firme. Este tipo de material  
 se utiliza en la práctica para la construcción de vías de ferrocarril  
 en terrenos blandos y húmedos. El diagrama muestra una sección transversal  
 de una vía de ferrocarril con una capa superior de balasto y una capa  
 inferior de sub-balasto. El sub-balasto se compacta y se adhiere al  
 terreno subyacente, proporcionando una base firme para el balasto.  
 Este tipo de construcción es especialmente útil en áreas con suelos  
 blandos y húmedos, donde el uso de balasto solo no sería suficiente  
 para soportar el peso de los vagones y locomotoras.

**(B) METODOS DE CONSTRUCCION Y MEDICION**

Los métodos de construcción y medición de las vías de ferrocarril  
 deben ser cuidadosamente supervisados para garantizar la calidad y  
 la durabilidad de la construcción. El diagrama muestra una sección  
 transversal de una vía de ferrocarril con una capa superior de balasto  
 y una capa inferior de sub-balasto. El sub-balasto se compacta y se  
 adhiere al terreno subyacente, proporcionando una base firme para el  
 balasto. Este tipo de construcción es especialmente útil en áreas con  
 suelos blandos y húmedos, donde el uso de balasto solo no sería  
 suficiente para soportar el peso de los vagones y locomotoras.  
 Los métodos de construcción y medición deben ser cuidadosamente  
 supervisados para garantizar la calidad y la durabilidad de la  
 construcción. El diagrama muestra una sección transversal de una vía  
 de ferrocarril con una capa superior de balasto y una capa inferior  
 de sub-balasto. El sub-balasto se compacta y se adhiere al terreno  
 subyacente, proporcionando una base firme para el balasto. Este tipo  
 de construcción es especialmente útil en áreas con suelos blandos y  
 húmedos, donde el uso de balasto solo no sería suficiente para  
 soportar el peso de los vagones y locomotoras.



Se denomina sub-balasto a un material del tipo utilizado para bases hidráulicas, que, en ocasiones se requiere colocar entre las terracerías terminadas y el balasto, con el objeto de lograr una superficie más resistente que la correspondiente a los materiales utilizados para los terraplenes e impedir que el agua drenada a través del balasto se infiltre en las terracerías. Se considerará la utilización del sub-balasto solo cuando el material que forma las terracerías resulte inadecuado como soporte para el balasto.

#### A) CLASIFICACION SECCION DE BALASTO PARA VIA

Se podrá utilizar como sub-balasto, cualquier material de banco que resulte susceptible de compactarse y adquirir una resistencia e impermeabilidad, considerablemente mayores que las correspondientes al material colocado en la subrasante de las terracerías.

#### B) METODOS DE CONSTRUCCION Y MEDICION

Los materiales utilizables como sub-balasto se someterán a pruebas de laboratorio para determinar el espesor de las capas y los procedimientos de compactación más adecuados escogiendo los bancos de extracción más convenientes dentro de los límites económicos de acarreo.

La distribución del sub-balasto sobre las terracerías no deberá hacerse con equipo ferroviario.

En cuanto a la medición, tendrá como unidad el metro cúbico ( $m^3$ .) medido en banco.

(tipo pino), sembradas (tipo encino) o duras (tropicales) pero en todos los casos los durmientes serán aserrados por sus cuatro caras, con aristas vivas y perfectamente cuadradas. Las cabezas deberán cortarse en ángulo recto y las

**DURMIENTES**

los durmientes en que se apoyan los rieles, son de diferentes tipos, según el material. Se citan a continuación los siguientes:

**Durmientes de madera**

concretos y aceros

**Mixtos (concreto y acero)**

Una de las funciones del durmiente es mantener el escantillo constante e igual a 1 m. 435 mm. para vía estándar y 914 mm. para vía angosta.

En general los durmientes proporcionan los apoyos para conservar una vía alineada y nivelada, proporcionando la vida útil al riel. Son dos los requerimientos pedidos a

los durmientes: que su vida útil sea equiparable con la duración del riel y que presente alta resistencia a las cargas transmitidas por las ruedas de los trenes, a través de los rieles.

**III.8.3.1 DURMIENTES DE MADERA PARA UNA VÍA ESTÁNDAR**

A excepción de las piezas de madera especiales para colocación de herrajes de cambio, se considera únicamente la utilización de durmientes de madera de dimensiones estándar

18 x 20 x 244 cm. (7" x 8" x 8'). Cuando se requieran durmientes dobles, se obtendrán flejando dos piezas comunes.

Se podrá considerar la utilización de maderas suaves

(tipo pino), semiduras (tipo encino) o duras (tropicales), - pero en todos los casos los durmientes serán aserrados por sus cuatro caras, con aristas vivas y perfectamente cuadrados; las cabezas deberán cortarse en ángulo recto y las fibras de la madera no deberán tener una distorsión mayor de 1:15 respecto al eje longitudinal de la pieza.

Para los casos de maderas suaves y semiduras (tipos pino y encino) invariablemente los durmientes deberán ser impregnados con creosota u otras sustancias preservativas y para el caso de maderas duras tropicales, invariablemente deberán flejarse las cabezas del durmiente para evitar la aparición posterior de rajaduras o grietas.

En términos generales, la madera deberá ser compacta y deberá ser posible apreciar en la sección transversal del

durmiente cuando menos 6 anillos de crecimiento anual en un espacio de 3 cm. medidos en sentido radial. No se aceptarán durmientes de maderas con estructura esponjosa (álamo, ceiba, palma, etc.).

Todos los durmientes crudos (antes del tratamiento de impregnación) deberán estar libres de cualquier principio de putrefacción o infestación por hongos y defectos tales como rajaduras, grietas, agujeros, nudos, torceduras, etc. que perjudiquen su resistencia y durabilidad.

Deberán rechazarse los durmientes que presenten los tipos de defecto siguiente:

Deberán rechazarse los durmientes que presenten los tipos de defecto siguiente:

- a) Agujeros o bolsas de resina de diámetro mayor a 3 cm. o más de 6 cm. de profundidad, dentro de la zona "A" del durmiente (ver fig. 24).
- b) Agujeros o bolsas de resina de diámetro mayor a 5 cm. o más de 8 cm. de profundidad, aún fuera de la zona "A".

c) Nudos de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

d) Nudos dobles (nudos de palma) aun fuera de la zona "A".

e) Grietas radiales y tangenciales con anchura de 7 mm. de longitud vertical a las caras del durmiente.

f) Durmientes que presenten rajaduras mixtas (combinación de angular con radial) de cualquiera dimensiones.

Los durmientes que requieran tratamiento de impregnación con preservativos deberán ser aserrados y perforarse los agujeros que se proporcionan para facilitar la colocación de los tirafondos, justamente antes de someterlos al proceso de impregnación; la colocación de flejes cuando estos resulten necesarios, se hará también previamente al tratamiento de impregnación.

Los durmientes de maderas suaves deberán someterse durante un mínimo de 30 días después de ser sometidos al proceso de impregnación, almacenándolos en un lugar adecuado y relativamente abrigado, de manera que la reducción en su contenido de humedad no sea demasiado rápida, para evitar la formación de grietas y rajaduras.

Por lo que respecta a los durmientes de maderas duras (tropicales) para los cuales se ha considerado la posibilidad de utilizarlos flejando sus cabezas y sin ningún tratamiento de impregnación, la colocación de los flejes deberá hacerse inmediatamente después de aserrarlos y deberán someterse a un proceso de sazোনamiento y secado antes de ser colocados en la vía. La preparación de agujeros para la colocación de los tirafondos podrá realizarse en el aserradero protegiéndolos con tapones o preferentemente al momento de armar la vía.

(c) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de --  
 cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(d) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(e) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(f) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(g) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(h) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(i) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(j) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(k) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(l) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(m) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(n) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(o) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(p) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(q) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(r) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(s) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(t) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(u) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(v) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(w) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(x) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(y) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

(z) Muestras de más de 5 cm. de diámetro o nudos sueltos de cualquier dimensión dentro de la zona "A".

**Fig. 24**

**DURMIENTES DE MADERA NO ACEPTABLES.**

Se usan varios tipos de durmientes de concreto, según su procedencia, resistencia y construcción de ellos citamos:

**Durmiente de concreto pretensado DIVERSAS tipo B-58 adaptado para la sujeción elástica del tipo "RNV" Modificada, para calibres de riel 115 R.E. y 100 R.E. (ver fig. 25).**

Puede considerarse en un proyecto la utilización de otros diseños de durmiente prefabricado (pretensado o postensado) o reforzado siempre que correspondan al tipo monolítico (sin superficies metálicas expuestas a la corrosión), que sean susceptibles de adaptarse a la sujeción tipo "RNV", y susceptibles de fabricarse en el país en forma económicamente competitiva.

Dependiendo de las cargas máximas por eje y de los calibres de riel considerados, los durmientes de concreto podrán ser colocados con las separaciones centro a centro siguientes:

- a) Separación mínima 50 cm.
- b) Separación máxima 60 cm.

En cualquier tipo de vía que se construya con durmientes de concreto el espesor mínimo del balasto será de 25 cm. y la curvatura máxima admisible será:

- a) Para vía continua  $G \ 2^\circ$  (R = 572.96 m.)
- b) Para vía común  $G \ 4^\circ$  (R = 286.54 m.)

**A) ESPECIFICACIONES**

Las especificaciones para la fabricación de durmientes de concreto postensados son:

la.- La fabricación de los durmientes de concreto DWI-DAG tipo B-58 deberá ajustarse a los requisitos indicados en la Norma DIN 4227 para diseño y fabricación de elementos de concreto preesforzado.

2a.- Los detalles de diseño correspondientes a los cables de acero y adaptación de los durmientes B-58 al tipo de fijación se consignará en los planos reglamentarios de los P.C.N.E.Mex.

3a.- Todos y cada uno de los durmientes deberá marcarse con las siglas del fabricante, el año de fabricación, etc.

4a.- El concreto deberá resistir los siguientes esfuerzos mínimos:

Esfuerzo de compresión a los 28 días  
(prueba cúbica)  $600 \text{ kg/cm}^2$ .

Esfuerzo de compresión al aplicar el preesfuerzo  $450 \text{ kg/cm}^2$ .

Esfuerzo de tensión a los 7 días  
(prueba de flexión)  $65 \text{ kg/cm}^2$ .

5a.- Únicamente se podrá utilizar cemento tipo B.A.T. (exento de aluminato tricálcico), Cruz Azul o similar.

6a.- Las barras para preesfuerzo y todos los elementos de acero deberán ajustarse a las Normas DIN 4227.

7a.- La superficie de apoyo de los durmientes deberá estar exenta de poros y cavidades notables.

8a.- La superficie de los durmientes sobre el balasto deberá ser rugosa pero a nivel y no podrá diferir de la superficie plana indicada en los planos más de  $\pm 3 \text{ mm}$ .

9a.- No se aceptarán defectos en la superficie prevista para apoyo del riel.

10a.- Las ranuras y cavidades previstas en el durmiente para la introducción de los pernos "T" deberán estar libres de cualquier sustancia extraña.

11a.- Los agujeros previstos en los extremos del durmiente para el anclaje de las barras del preesfuerzo - deberán ser cubiertos con mortero de cemento que tenga a los 28 días una resistencia mínima de 300 kg/cm<sup>2</sup>. de manera de garantizar un sello permanente y definitivo.

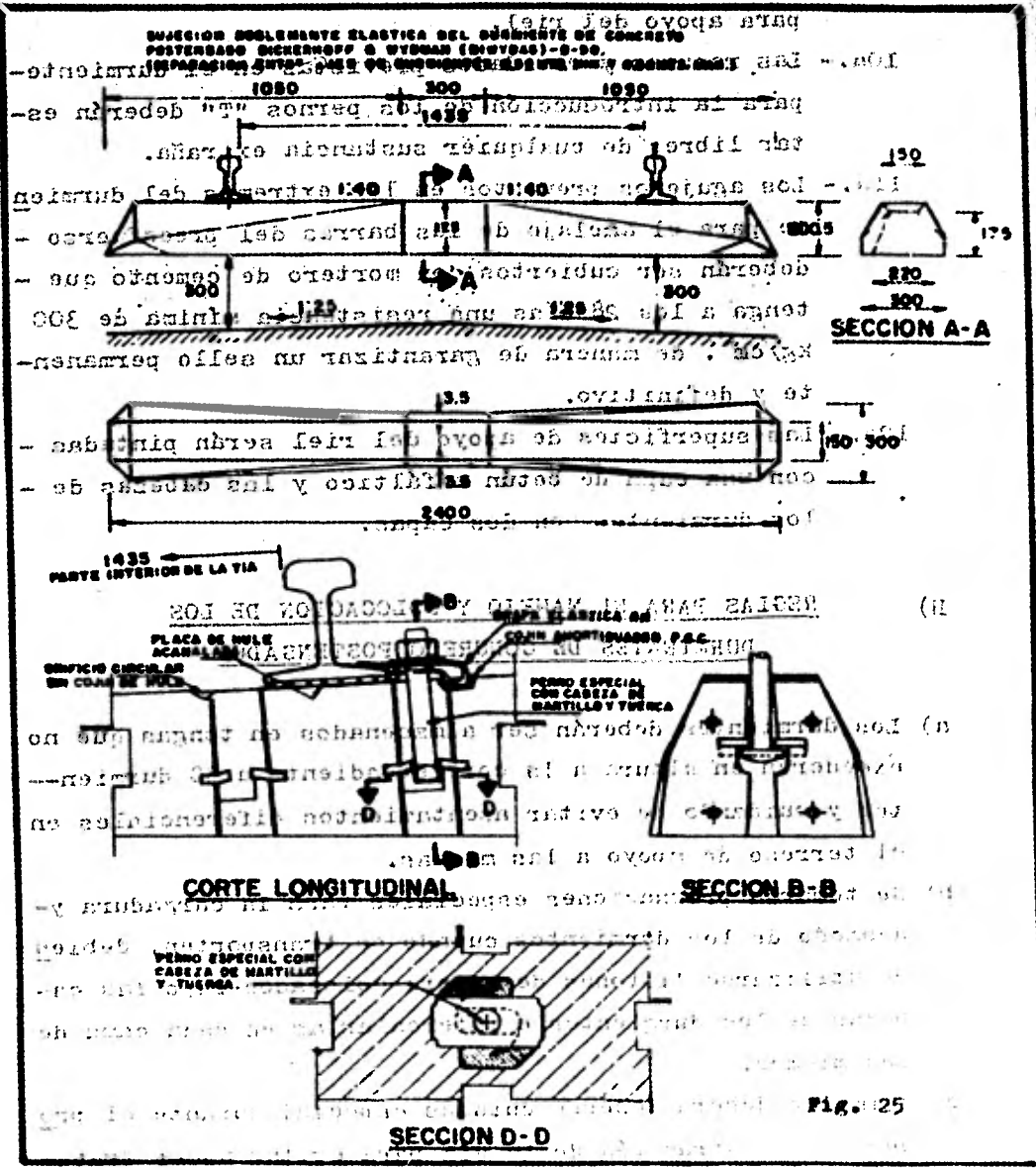
12a.- Las superficies de apoyo del riel serán pintadas con una capa de betún asfáltico y las cabezas de los durmientes con dos capas.

B) REGLAS PARA EL MANEJO Y COLOCACION DE LOS DURMIENTES DE CONCRETO POSTENSADOS

- a) Los durmientes deberán ser almacenados en tongas que no excederán en altura a la correspondiente a 30 durmientes y cuidando de evitar asentamientos diferenciales en el terreno de apoyo a las mismas.
- b) Se tomarán precauciones especiales para la cargadura y acomodo de los durmientes cuando se transporten, debiendo utilizarse listones de madera colocados bajo las cabezas de los durmientes e intercalarlas en cada cama de los mismos.
- c) Asimismo deberá tenerse cuidado especial durante el proceso de construcción de la vía para evitar hacer trabajar a los durmientes en condiciones desfavorables.



Fig. 25 - No se necesitan detalles en la superficie prevista



DURMIENTES DE ACERO

habitualmente de que se utilizan secciones del tipo

para ser utilizados únicamente en los casos en que este es indispensable, se considera la utilización de los tipos de durmiente siguientes:

a) Durmiente de tipo "L" (ligero) que se utilizará en vías ahogadas en concreto.

b) Durmiente de tipo "R" (reforzado) que se utilizará en casos especiales ya sea lastrándolo y sobre una cama de balasto o anclados (parcialmente ahogados) sobre una losa de concreto.

Para la fabricación de ambos tipos de durmiente se considera la utilización de secciones comerciales de perfiles laminados o formados en frío. Sin embargo podrá considerarse la utilización de durmientes metálicos comerciales de diseño convencional, siempre que estos puedan ser fabricados en el país.

(OMEGA Y OTROXIM) DURMIENTES METÁLICOS 8.3.111

En cuanto al sistema de fijación riel-durmiente, podrá ser del tipo rígido o elástico, utilizando pernos del tipo "A", que se colocan introduciendo la cabeza a través de una ranura en el durmiente, para durmientes ligeros en vías ahogadas en concreto se podrá utilizar un inserto de madera, tirafondos y una grapa única para sujetar al riel principal y al contrarriel (ver fig. 35), en cualquier caso deberá considerarse un drenaje adecuado para el espacio libre entre rieles y contrarriel y la colocación de una placa de hule corrida bajo los rieles de manera de proporcionar apoyo continuo a los mismos.

Para el caso de vías construidas con durmientes metálicos, sobre balasto o parcialmente ahogadas en concreto, inde

pendientemente de que se utilicen sujeciones del tipo elástico o rígido, deberá considerarse la colocación de placas de hule entre el riel y el durmiente, en los casos en que por razones especiales (ocurrimientos de aguas calientes o metal fundido) no resulte posible utilizar placas de hule. Se les sustituirá con placas especiales tipo "sandwich", hule-azbesto o placas de madera tratada para hacerla incombustible que podrán fabricarse cortándolas de láminas delgadas de madera contrachapada (triplay). Además de lo anterior podrán lastrarse los durmientes llenándolos con arena o mineral de hierro secos, con lo cual se logra una mejor estabilidad de la vía sobre balasto y una notable disminución del nivel de sonoridad, debido a la disipación de energía que se produce en el lastre.

### III.8.3.4 DURMIENTES MIXTOS (CONCRETO Y ACERO)

Señ los más usados en la actualidad, el diseño es de dos blocks de concreto sobre los que descansarán los rieles y un perfil laminado de unión. El elemento de unión puede ser una barra ligera de acero (ángulo, tubo, T, etc.).

El durmiente mixto resulta más económico que los de concreto. El más empleado es el de diseño francés llamado durmiente "RS", cuyas características son: dos blocks de 22 x 22 x 30 cm. de concreto armado, con inclinaciones hacia el centro de la vía 1:20 o 1:40 y achaflanados para el apoyo de los rieles, el acero de refuerzo está constituido por 4 varillas con separadores de alambón, ligados además por un zunchado helicoidal de 15 cm. de  $\phi$  y 4 cm. de paso.

El acero de refuerzo pesa 6.4 kg. (en los dos blocks),-

la barra metálica de unión tiene 2 m. de longitud y un peso de 9 kg. para tráficos livianos y en regiones de baja oxidación; para tráficos pesados o vías clase A, la barra de unión llega a pesar 15 kg. Para prevenir la oxidación, se efectúa una aplicación de pintura ahulada.

Claramente, el peso de los durmientes mixtos es menor

que el de los durmientes monolíticos. Su peso es de 197 kg. por durmiente para vías clase A; el volumen de concreto para los dos blocks es de 0.076 m<sup>3</sup>. Para el control de calidad de

los blocks, se efectúan pruebas de resistencia a la flexión, usando cargas de 30 ton. en cada block y pruebas de resistencia a la abrasión del concreto que al tenderse en el balasto sufrirá desgastes, frotando sus caras en las aristas del balasto a la hora del paso de los trenes.

A través de los blocks se transmiten casi uniformemente las cargas al balasto, en tanto que la barra de unión evita los esfuerzos; a causa de su pequeña sección transversal no recibe reacciones provenientes del balasto, además de permitir

cierta flexibilidad dicha barra. El concreto de los durmientes mixtos "RS" resiste 400 kg/cm<sup>2</sup>. a los 28 días y solo 25 kg/cm<sup>2</sup>. a la tensión.

A la hora del manejo de los durmientes para el montaje, se debe evitar ocasionar flexiones en la barra de unión, cargando los tramos de vía de hasta 48 m. con gruas enganchadas en los rieles de vía. Pues el durmiente mixto pretensado presenta la menor sección precisamente en el centro, disminuyendo al máximo el contacto del balasto con la zona central del durmiente.

La sujeción del riel al durmiente "RS", se efectúa usando grapa RS que presenta dos contactos cuya función es amor-

... tigar las grandes cargas y sujeta con tirafondos o tornillos con tuercas. Dicha grapa elástica de un apriete dinámico de 2.5 ton.; también bajo el patín del riel se pone una placa estriada o acanalada de hule para amortiguar impactos; el hule acanalado va en forma de zig-zag. La grapa elástica sujeta al patín vertical y lateralmente, yendo dos grasas en cada block.

... Todos los durmientes se dañan al ocurrir descarrilamientos, sin embargo el durmiente mixto tiene reparación, soldando la barra de unión nuevamente.

... Aquí en México se construyen durmientes mixtos y algunas veces como barra de unión se emplean rieles ligeros viejos, susceptibles de resistir a la oxidación. En el P.C. Chihuahua-Pacífico se emplearon durmientes mixtos "RS" para soportar rieles de 90 lb/yd.

Resumiendo las ventajas que implica el uso de durmientes "RS" en nuestras vías podemos citar:

- a) Son más económicos que los monolíticos para su conformación.
- b) Dado que nuestro tráfico ferroviario no se compara con el de otros países desarrollados, se recomienda usar el durmiente "RS" económico con barra central de 9 kg. de peso.
- c) No todas las terracerías son tan perfectas en cuanto a su V.R.S. (Valor relativo soporte) y espesor de balasto.
- d) El durmiente "RS" posee una resistencia al desplazamiento lateral 60% mayor que la del durmiente monolítico y 2.5 veces mayor que la de los durmientes de madera.

### **III.3.7 ESPACIAMIENTO DE LOS DURMIENTES**

Como uno de los objetivos de los durmientes es proporcionar un apoyo uniforme a los rieles, la separación de los durmientes en las vías debe ser constante, por lo que su distancia se fija según el tipo de vía.

En las vías troncales, se colocan 20 durmientes por riel con longitud de 10 m. y 24 durmientes para el riel de 12 m.

En las ramales y vías secundarias, se colocan entre 16 y 18 durmientes por riel de 10 m.

En las uniones de los rieles, el espaciamiento centro a centro de los durmientes varía entre 0.38 y 0.43 m. según el tamaño de las planchuelas, pues cada calibre de riel tiene su correspondiente planchuela.

### **III.3.8 ESFUERZOS EN LOS DURMIENTES**

Haciendo un resumen, diremos que los durmientes quedan sujetos a esfuerzos de compresión y de tensión, así como a esfuerzos laterales de desplazamiento o empujes transversales al eje de la vía; además de ocurrir desplazamientos longitudinales paralelos a la propia vía.

Las cargas excéntricas ocurren en las curvas horizontales con alta o baja velocidad, siendo directamente proporcionales al grado de curvatura y al cuadrado de la velocidad (aquí ocurren las tensiones).

Al centro del durmiente se provoca un momento flexionante negativo por efecto de las cargas rodantes sobre la vía.

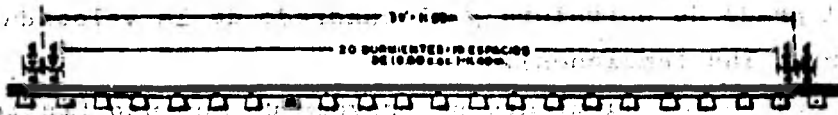
En las tangentes verticales, cuando el tren desciende, éste debe ir aplicando un frenaje que produce golpes, tensiones y

presiones, buscando que el tren descelere. Si el tren va a SPIRI  
 exceso de velocidad y el frenaje falla, se produce un desca-  
 rrilamiento al acelerarse el tren por la acción de la grave-  
 dad, si la pendiente es prolongada.

En las curvas verticales del alineamiento, los rieles  
 se levantan, influyendo los climas cálidos y demasiado fríos;  
 aquí la vía se desplaza longitudinalmente, inclusive hacia -  
 adelante en pendiente ascendente.

Cuando ocurren descarrilamientos, los rieles quedan tor-  
 cidos; los durmientes mixtos rotes en la barra de unión, los  
 durmientes de madera se parten, los de concreto sufren des-  
 concamientos; esto es hablando solo del subconjunto riel-  
 durmiente. La fuerza destructora lateral es capaz de romper  
 los clavos, los tirafondos, astillar los durmientes, aflex-  
 ionar los rieles y desplazar el balasto.

Por último, existen fuerzas destructoras de las vías, ITI  
 sin necesidad de que pasen los trenes, tal es el caso de los  
 efectos sísmicos, que levantan y tuercen los rieles con todo  
 y durmientes, quedando la vía totalmente destruída, suspen-  
 diéndose la comunicación en dicho tramo; también ocurren  
 grandes grietas en los terraplenes, obligando a conformar to-  
 talmente las terracerías.



DISTRIBUCION DE LOS DURMIENTES "RS" EN LOS TRAMOS PRE-FABRICADOS

Fig. 26

**TIPOS.** Los rieles son perfiles laminados de acero que en una vía férrea sirven al equipo móvil, además de sustentar las cargas. Son tres las partes que caracterizan al riel: el hongo en su parte superior, el patín en su parte inferior y el alma del riel.

El ancho del hongo es de 6 a 7 cm., la altura de unos 4 cm.; el ancho del patín es de unos 14 cm.; el espesor del alma es de alrededor de 1.5 cm.; la altura del riel es de 17 cm. aproximadamente. Los datos anteriores corresponden aproximadamente al riel de mayor peso usado en México (115 RE).

Se presenta a continuación el Cuadro No. 48, que muestra detalladamente las características de los distintos rieles construidos en México.

**CUADRO No. 48**

**DIMENSIONES Y PESO DE LOS RIELES**  
(MANUAL AHMSA)

Identificación por Peso	Peso en Kg/m	DIMENSIONES EN MILIMETROS						DIMENSIONES EN MILIMETROS				PROPIEDADES				
		P. rebte	BARRA		CABEZA		EN ALMENDRAS		Gr.	Ago.	Area	EJE				
			Ancho	Espesor	Archo		Esp. Min.	ALMB				I	S	r	y	
					Sup	Inf.										cm
115	33.70	168.3	139.7	26.8	11.3	66.4	69.0	13.1	96.8	73.0	30.2	71.03	272.3	299.4	6.17	76.2
100	30.35	152.4	136.5	27.0	9.9	64.2	63.3	14.3	83.2	63.8	30.7	66.19	202.9	266.3	5.61	69.6
85	25.18	131.8	131.8	22.8	7.4	63.1	63.1	14.3	69.8	57.5	31.8	53.74	125.9	181.9	4.83	62.7
80	39.78	127.0	127.0	22.0	7.3	63.5	63.8	13.9	69.8	55.6	31.8	50.79	109.8	142.9	4.63	60.2
60	29.76	107.9	107.9	19.4	7.0	60.3	60.3	12.3	57.5	48.2	25.4	33.26	60.77	109.3	3.99	52.3
30	14.88	78.4	78.4	13.5	6.8	42.9	42.9	6.3	43.6	35.3	19.0	19.35	17.07	41.8	2.97	38.6
23	12.40	69.8	69.8	12.3	4.2	38.1	38.1	7.5	37.7	31.1	15.9	15.48	10.41	28.8	2.59	33.8
20	9.93	60.7	60.7	11.3	3.4	34.1	34.1	6.3	27.3	29.8	15.9	12.90	8.03	23.1	2.49	32.0
16	7.94	60.3	60.3	9.5	2.6	29.8	29.8	5.6	25.3	26.8	15.9	10.06	5.17	16.4	2.26	29.0



Generalmente el riel es denominado por su calibre, en lb/yd.; así se dice por ejemplo riel de 100 RE, riel de 115-RE, correspondiendo las siglas a la casa o asociación diseñadora. Se presentan al detalle en las figuras No. 27 y No. 28 respectivamente los rieles antes mencionados, mismos que se emplean en vías secundarias (100 RE) y vía principal (115 RE) y para otros casos especiales, se utilizarán rieles de mayor calibre, según lo marque el proyecto.

Todos los rieles deberán ser fabricados siguiendo las Normas AREA, pudiendo utilizarse indiferentemente rieles fabricados por el procedimiento de "Enfriamiento Controlado" o por el de "Degasado al Vacío".

Se utilizarán tramos continuos de riel soldado únicamente cuando resulte posible colocarlos en longitudes mayores de 250 m. En caso contrario se utilizarán tramos medianos o largos (78', 117' o 156') obtenidos soldando por cualquier procedimiento admisible (eléctrico o aluminio-térmico, etc.) tramos de riel cortos (39') o medianos (78').

De acuerdo a las Normas AREA los rieles deberán ser marcados para indicar su calidad y clasificación, en la forma siguiente:

a) Riel sin color (extremos sin pintar).

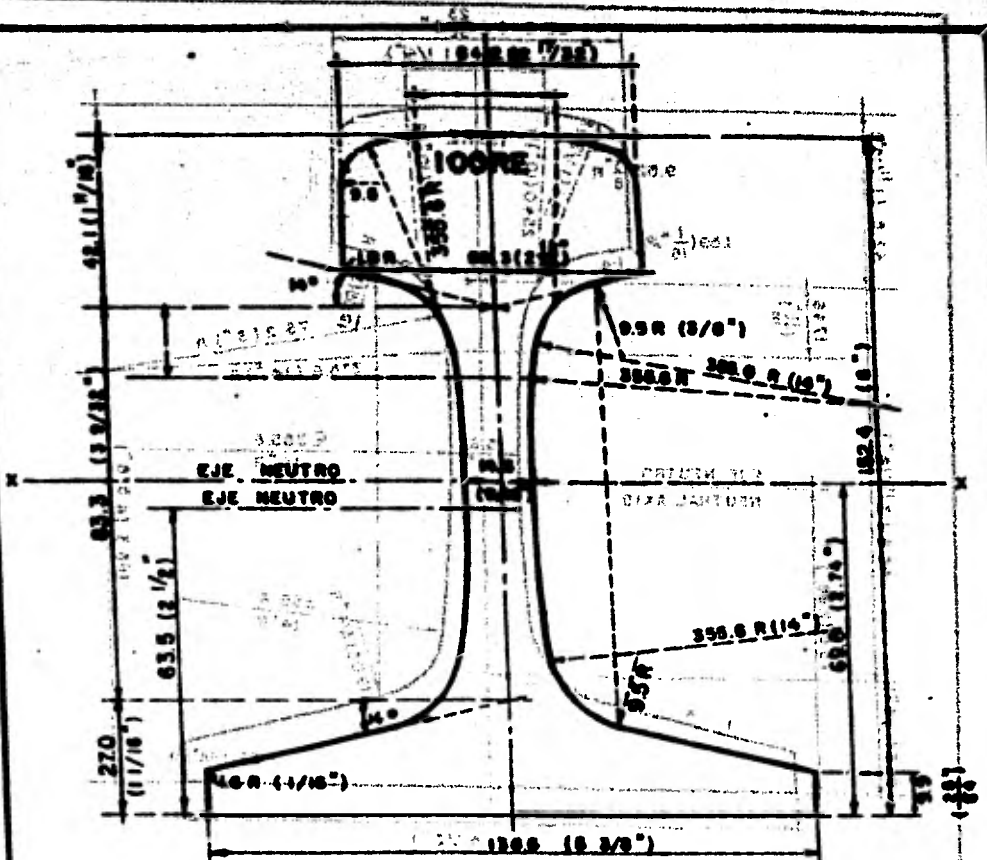
Riel de primera clase utilizable en cualquier condición.

b) Rieles "A" (extremos pintados de amarillo).

Rieles de primera clase procedentes del extremo de un lingote y que deberán utilizarse en vías secundarias.

c) Rieles verdes (extremos pintados de verde).

Rieles de primera clase con longitudes menores a la estándar (25', 39') utilizables en curvas y para fabricación de herrajes de cambio.



	Area
	cm <sup>2</sup>
Hongo del riel	24.82
Alma del riel	14.82
Patin del riel	29.16
Total	64.10

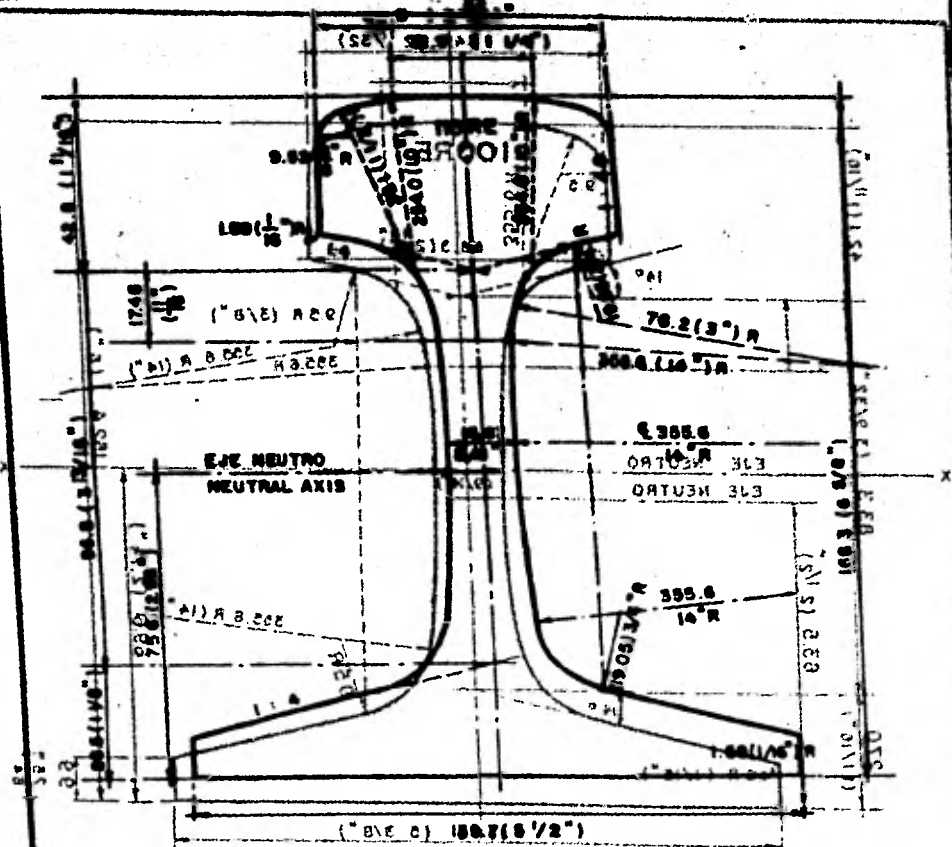
Momento de Inercia	2022.9 cm <sup>4</sup>
Modulo de seccion hongo	244.2 cm <sup>3</sup>
Modulo de seccion patin	290.6 cm <sup>3</sup>
Momento de Inercia	4.5279 cm <sup>2</sup>
Area	
Modulo de seccion	3.804 cm
Area	

Fig. 27

**CARACTERISTICAS DEL RIEL**

100 RE

$$\frac{\text{Altura}}{\text{Patin}} = \frac{1524}{1365} = 1.116$$
 Peso calculado = 101.5 #/yd = 5035 kg/m



Area	cm <sup>2</sup>	72.59
Hongo del riel	cm	25.23
Alma del riel	cm	19.68
Patin del riel	cm	27.68
Momento de inercia	cm <sup>4</sup>	2730.27

Momento de inercia	cm <sup>4</sup>	2730.27
Modulo de seccion hongo	cm <sup>3</sup>	295.02
Modulo de seccion, patin	cm <sup>3</sup>	40.58
Momento de inercia	cm <sup>4</sup>	37.60
Area	cm <sup>2</sup>	4.06

Fig. 28

**CARACTERISTICAS DEL RIEL**

115 RE

Altura = 12  
 Patin = 1.2  
 Peso calculado = 114.7 #/yd = 57.047 kg/m

d) Rieles blancos (extremos pintados de blanco); que presentan entallamientos, segregación u otros defectos, en grado tolerable únicamente para su utilización en las tangentes de vías; no se recomendará su uso en curvas.

Los rieles nunca deberán ser cortados usando flama de acetileno; deberá utilizarse seguetas cercaperles mediante una bajadera haciéndoles previamente una muesca. Los cortes en cualquier caso deberán ser limpios, lisos, cuadrados, y sin rebordes o rebabas que dificulten el ajuste de las planchas.

4.4. OBJETIVOS DE LAS PARTES DEL RIEL

4.4.1. HONGO: Observando los datos de los rieles vemos que la altura del hongo es menor que el ancho de los mismos; el ancho es para el deslizamiento de las ruedas y con su gran ta-

lante se evita la concentración de las cargas que transmiten las mismas en una zona limitada del hongo, prolongando la vida del riel al disminuirse su fractura.

La banda de rodamiento tiene un bombeo lateral a partir del centro, la pared vertical del riel (112 RE) tiene una inclinación en los costados del hongo con relación 1:40. La altura de la banda de rodamiento es un margen razonable para el desgaste del hongo y el aplanamiento del mismo según la intensidad del tráfico.

Con el bombeo se mejora la estabilidad durante el paso del tren ya que el punto de aplicación de las cargas, se desplaza sobre todo en las curvas; las esquinas superiores del hongo están rebajadas según una curva circular que para el riel citado, es de 2.54 cm. de radio (1") y 0.95 cm. (3/8")

de otro radio, como se observa en las figuras (b) y (c) de la placa (extremas de diámetros de 100 mm y 150 mm).  
- Con la inclinación de 1:40 se disminuye el contacto entre las caras de las ruedas y el hongo cuando el tren va en tangente; en curvas el contacto ayuda a contrarrestar la fuerza centrífuga, desgastándose ambos elementos y disminuyendo por lo tanto su vida útil.

Las dimensiones del hongo actuales que se equilibran la acción de éste con la masa del patín a través del alma del riel, en caso de que se desbalance el caso de un riel de 200 mm de ancho y 100 mm de alto, con un peso de 20 kg y una velocidad de 100 km/h.

B) PATIN: El ancho del patín es dos veces mayor que el ancho del hongo a fin de darle rigidez al riel su espesor al centro para el riel de 200 mm de ancho es de 28 mm variando su espesor lateralmente según una inclinación 1:4 a ambos lados. Esta presentación tiende a equilibrar la sección del patín con la del hongo, fatiga menos a los durmientes y evita que el riel tienda a torcerse o pandearse.  
El conjunto hongo, alma y patín proporciona alta resistencia a la tensión, compresión y torsión en mayor o menor grado según la rigidez, lograda en la sujeción entre riel y durmientes y rieles.

C) ALMA DEL RIEL: El alma resiste los esfuerzos cortantes, el abocardamiento y aplastamiento, además del flambéo lateral a lo largo de la vía. Esto es para vías atornilladas en cada 12 m. más o menos, lo cual no sucede en vías soldadas en esas juntas de rieles.  
La unión con el hongo lo mismo que con el patín, es curva con radio superior de 0.95 cm. (3/8") e inferior de 1.59 cm. (5/8"), para el mismo riel ya citado.

En el alma ocurre la concentración de esfuerzos que le transmite el hongo y el riel que puede fracturarse con el tiempo, máxime si es una vía principal y de tráfico voluminoso y pesado. Por ello la sección es más ancha en las uniones entre el hongo y el patín.

### TIPOS DE FALLAS EN RIELES

Los rieles puestos en servicio deben ser inspeccionados periódicamente con el objeto de cuantificar las fallas (defectos) como consecuencia del trabajo a que están sometidos.

Se citan a continuación una serie de fallas que ocurren en el riel, tanto en el hongo, patín, como en el alma del riel.

- a) Patín roto.— Que es cualquier rotura a lo largo de la base del riel.
- b) Alma partida.— Es una cuarteadura a lo largo del alma del riel extendiéndose dentro o a través de la misma.
- c) Cabeza aplastada.— Falla en el hongo a consecuencia de la acción del frenaje.
- d) Cabeza abierta verticalmente.— Esta fractura se presenta a través o cerca del hombro del riel, se conoce por una línea horizontal oscura a lo largo del hombro del riel o bien una cortadura o línea oxidada que va abajo de la cabeza junto al alma, a veces se producen roturas de media luna en un lado de la cabeza del riel.
- e) Falla por quemadura de máquina.— Es una falla que se origina generalmente en el hongo del riel originando un aplanaamiento, la fractura aparece como una cuarteadura a lo largo del riel que llega a veces a los lados de la cabeza.

En el alma ocurre la siguiente deficiencia de material:

a) Falla por desdoblamiento.- Es una falla que se produce y está en la cabeza del riel producida por una fractura de la talleza que es fácilmente detectable por el ojo.

b) Falla por entubamiento.- Es una falla que se presenta en el alma del riel longitudinalmente.

1) Fallas en el patín.- En las vías clavadas, el patín se coloca sobre una placa metálica asentada en el durmiente de madera. Cuando su colocación es defectuosa aparece un grieta cercana al filete inferior del alma que se extiende hacia el borde del patín, llegando éste a romperse. En estas deficiencias una serie de líneas que se extiende en el riel, tanto en el fondo, hasta, como en el alma del riel.

a) Falla por rotura.- Que en cualquier rotura a lo largo de la parte del riel.

b) Alma partida.- En una rotura a lo largo del alma del riel extendiéndose dentro o a través de la misma.

**HONGO**

c) Cabeza partida.- Falla en el fondo a consecuencia de la acción del hongo.

d) Cabeza partida vertical.- Esta fractura se produce en el riel a través de la cabeza y se conoce por una línea horizontal que atraviesa la cabeza del riel a lo largo de su espesor. En esta deficiencia se produce una rotura de la cabeza tanto en el alma, a lo largo de la cabeza del riel como en el lado de la cabeza del riel.

**PATIN**

e) Falla por rotura.- En una deficiencia que se produce en el riel a través de la cabeza y se conoce por una línea horizontal que atraviesa la cabeza del riel a lo largo de su espesor. En esta deficiencia se produce una rotura de la cabeza tanto en el alma, a lo largo de la cabeza del riel como en el lado de la cabeza del riel.



**A) PLANCHUELAS DE CONEXION**

Se utilizaron planchuelas de cordón de 4 taladros con diseño correspondiente al tipo denominado "Articulado", fabricadas de acero endurecido al carbón y por laminación de un perfil con sección transversal de diseño específico para cada uno de los antes mencionados calibres de riel 115 RE y 100 RE de acuerdo a las Normas AREA (ver fig. 29).

Las planchuelas fabricadas por la Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey para riel de calibre 112 RE son utilizables para el riel 115 RE, modificando únicamente la posición de los taladros en los rieles.

**B) PERNOS DE CONEXION**

Se utilizaron tornillos de cabeza redonda y hombro ovalado con diámetros nominales de la rosca y de la caña de 2.70 cm. y 2.54 cm. respectivamente, longitud total de 15.24 cm. rosca estándar con longitud de 5.71 cm y tuerca hexagonal, fabricados de acuerdo a las Normas AREA correspondientes (ver fig. 30).

Para el caso de rieles de calibre 110 RE, se colocarán 2 roldanas, con objeto de estandarizar el perno de conexión.

**C) ROLDANAS DE PRESION**

Se utilizaron roldanas de presión de 2.86 cm. de diámetro interior para tornillos con diámetro nominal de la rosca



**PLANCHUELAS DE CONEJOS**

Se utilizan planchuelas de conejos de cordón de 4 taladros con diámetro correspondiente al tipo de conejos "Articulados", las planchuelas de acero endurecido en cordón y por laminación de un perfil con sección transversal de tipo "C" y un diseño específico para cada uno de los antes mencionados calibres de riel 115 RR y 100 RR de acuerdo a las Normas UNE (ver Fig. 29).

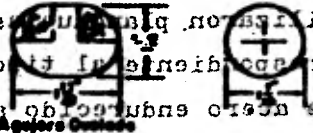
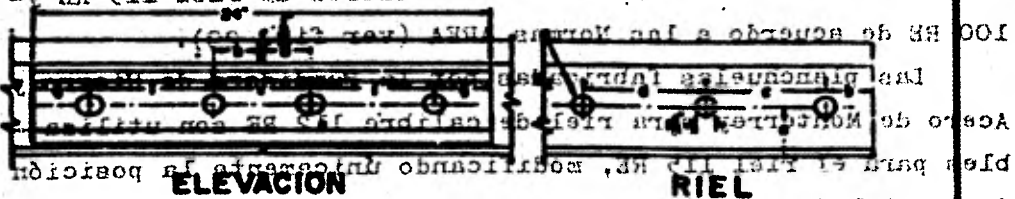
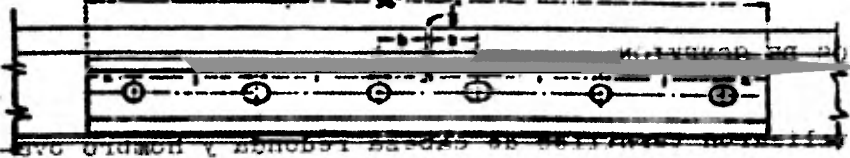


Fig. 29

**TALADROS DE LAS PLANCHUELAS**



**ELEVACION RIEL**  
**PLANCHUELA DE 4 PERFORACIONES CON DIMENSIONES DE 4 Y 6 TALADROS**



Indicados con diámetros nominales de la rosca y de la caña de 5.7 cm. y 5.24 cm. respectivamente. Longitud total de 15.24 cm.

**ELEVACION**  
**PLANCHUELA DE 6 PERFORACIONES**

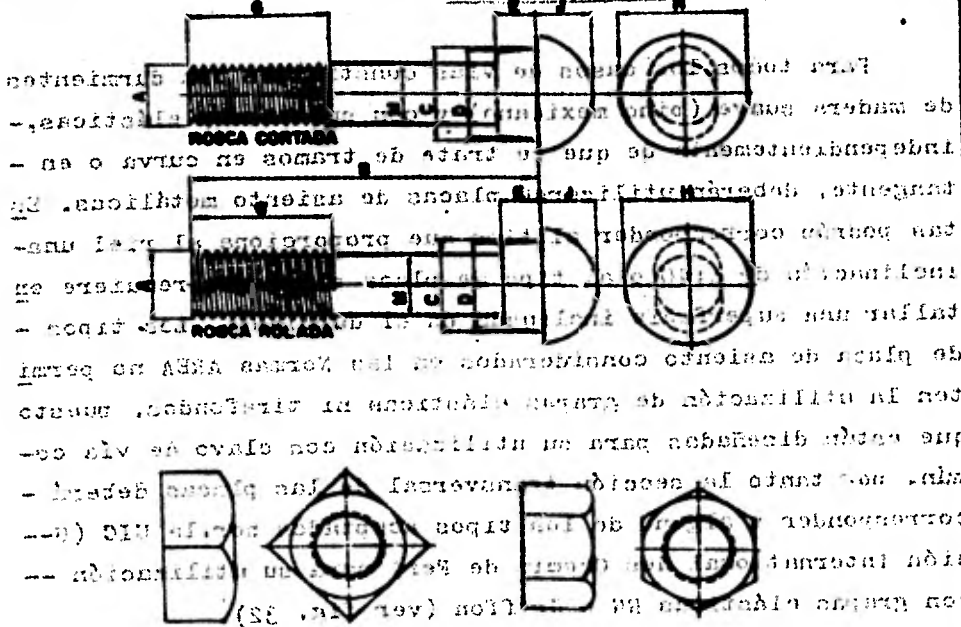
	DIMENSIONES EN IN.	
	100 RR	115 RR
a	2 11/16"	2 7/8"
b	2 11/16"	2 11/16"
c	5 1/2"	6"
d	5 1/2"	6"
<b>PLANCHUELA DE 26" DE LARGO CON 4 PERFORACIONES</b>		
e	5 1/8"	7 1/8"
f	5 1/2"	6"
g	3 3/4"	2 7/16"
<b>PLANCHUELA DE 38" DE LARGO CON 6 PERFORACIONES</b>		
h	5 1/2"	7 1/8"
i	5 1/2"	6"
j	5 1/2"	6"
k	4 1/4"	2 7/16"

- las a cubren de la capacidad de los cables de acero de 2.70 mm.

**TORNILLOS DE FERROCARRIL**

**Fig. 30**

(D) PREGA DE ALIENTO METALICA



**TUERCA CUADRADA**

**TUERCA HEXAGONAL**

SIEMPRE DE PREGA DE ALIENTO

PARA RIELES DE	DIAMETRO DE LA CAÑA M	DIAMETRO NOMINAL EN LA ROSCA A	LARGO B	CABEZA			HOMBRO			LARGO DE LA ROSCA ROLADA O CORTADA C
				H	J	C	D	E		
Lbs./Yd	mm.	mm.	mm.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	mm.	
100 RE	25.4	27.0	139.7	1 1/16	5/8	1 3/8	1 1/32	9/16	2 1/4 (57.1)	
115 RE	25.4	27.0	139.7	1 1/16	5/8	1 3/8	1 1/32	9/16	2 1/4 (57.1)	

de 2.70 cm., fabricadas de acero especial de acuerdo a las -  
Normas AREA correspondientes (ver fig. 31).

FORMULOS DE FERROCARRIL

DE 1912

D) PLACAS DE ASIENTO METALICAS

Para todos los casos de vías construidas con durmientes de madera suave (pino mexicano) y con sujeciones elásticas, independientemente de que se trate de tramos en curva o en tangente, deberán utilizarse placas de asiento metálicas. Estas podrán corresponder al tipo que proporciona al riel una inclinación de 1:40 o al tipo de placa plana que requiere en tallar una superficie inclinada en el durmiente. Los tipos de placa de asiento considerados en las Normas AREA no permiten la utilización de grapas elásticas ni tirafondos, puesto que están diseñadas para su utilización con clavo de vía común, por tanto la sección transversal de las placas deberá corresponder a alguno de los tipos aceptados por la UIC (Unión Internacional des Chemin de Fer) para su utilización con grapas elásticas RN o Griffon (ver fig. 32).

FORMULOS DE FERROCARRIL

DE 1912

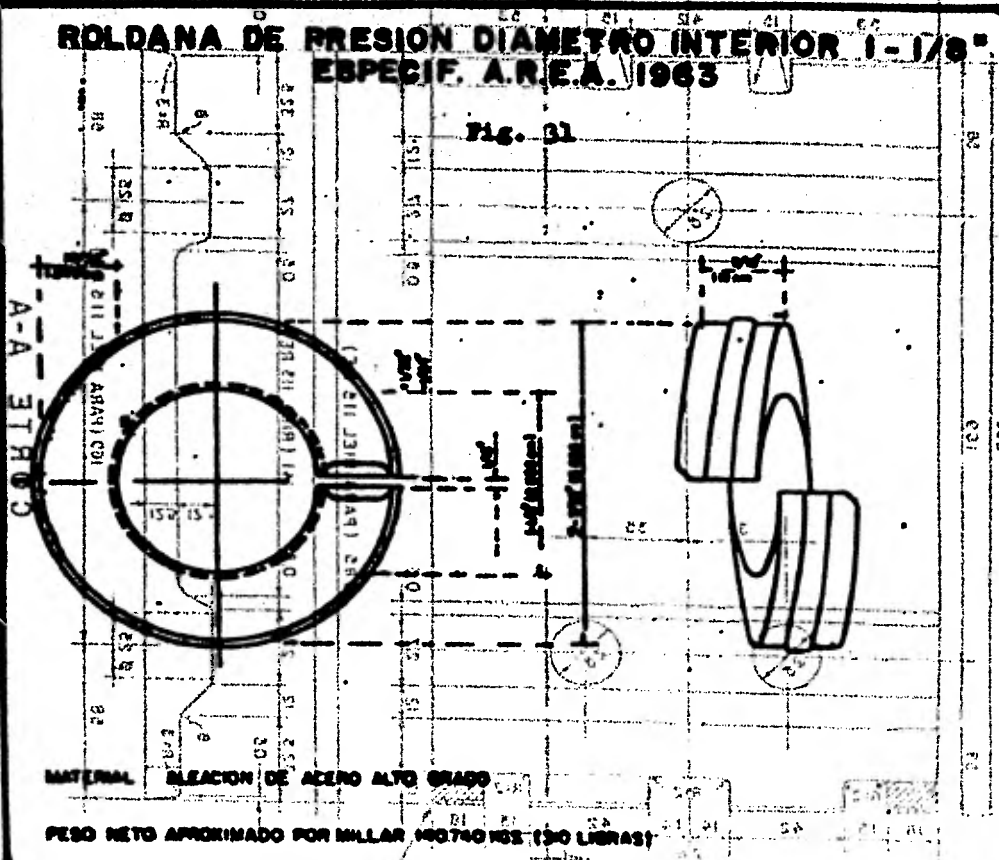
E) PLACAS DE HULE

Con excepción de casos especiales siempre que se utilice una sujeción del tipo elástico, deberá considerarse la colocación de una placa de hule entre las superficies del patín del riel y el durmiente o la placa metálica de asiento.

La fabricación de las placas de hule deberá ajustarse a las Normas UIC 864-5-0 de la Unión Internacional de Ferrocarriles, las dimensiones y detalles de diseño para los diferentes calibres de riel y tipos de durmiente se señalan en los

**ROLDANA DE PRESION DIAMETRO INTERIOR 1-1/8" ESPECIF. A.R.E.A. 1963**

**Fig. 01**



**MATERIAL: ALEACION DE ACERO ALTO GRADO**

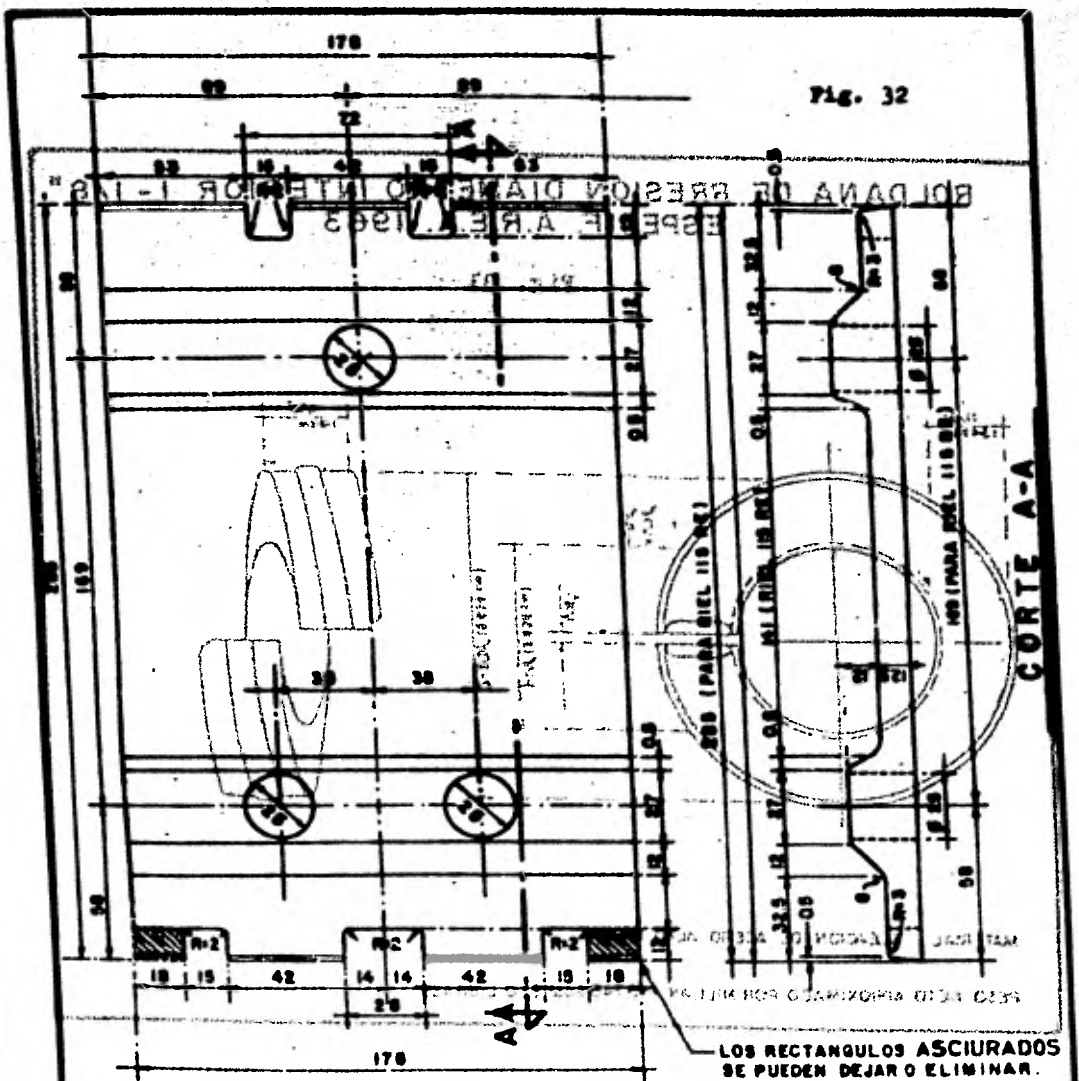
**PESO NETO APROXIMADO POR MILLAR 400740 LBS (100 LIBRAS)**

SE HAN DE ENTREGAR 30 UNIDADES ASOCIADAS A LOS RECIPIENTES ASOCIADOS

PLACA DE ALUMINIO PARA SER USADA COMO GUÍA EN EL MONTAJE DE LA MADERA EN LA -

002

Fig. 32



PLACA DE ASIENTO PARA RIEL 115RE CON FIJACION-ELASTICA SOBRE DURMIENTES DE MADERA ENTALLADOS.

planos correspondientes a placas con un ramurado tipo "Chev-  
ron"

Todas las placas deberán marcarse, grabando en una de sus caras con caracteres de 5 mm. de altura, los datos siguientes:

- 1) Marca del fabricante.
- 2) Año de fabricación.
- 3) Las siglas de la empresa.

Las placas deberán tener bordes perfectos, superficies lisas y las ramuras deberán estar abiertas en toda su longitud y en los extremos. Las tolerancias dimensionales serán las siguientes:

Largo 5 mm.; Ancho 2 mm.; Espesor 0.5 mm.

#### F) TIRAFONDOS

Para la sujeción del riel en todos los casos de vías --  
construidas con durmientes de madera, deberán utilizarse tira-  
fondos con longitudes y diseño de cuerda adecuados a la ca-  
lidad de la madera utilizada:

- a) Para durmientes de maderas suaves (pino) deberán utilizarse tirafondos tipo JAB largos (23x153 mm.) (ver fig. 33).
- b) Para durmientes de maderas duras y semiduras deberán utilizarse tirafondos tipo JAB normales (23x173 mm.) (ver fig. 34).

Los tipos de tirafondos anteriores podrán utilizarse en combinación con grapas elásticas del tipo RN, con grapas rígidas o en forma simple sujetando el patín del riel con la cabeza del tirafondo.







### G) PERNOS DE SUJECION

Para el caso de durmientes de concreto se utilizarán pernos de cabeza de martillo de diseño específico para la sujeción tipo ES (ver fig. 35).

Estos pernos se colocan introduciéndolos a través de una ranura perpendicular al riel y girándolos 90° de manera que la marca "a" quede paralela al riel, introduciendo posteriormente la grapa elástica, la arandela plana y la tuerca hexagonal.

También para el caso de durmientes metálicos colocados sobre balasto o parcialmente ahogados en concreto independientemente de que se utilicen sujeciones del tipo elástico o rígido, se considera la utilización de pernos "T" de diseño especial.

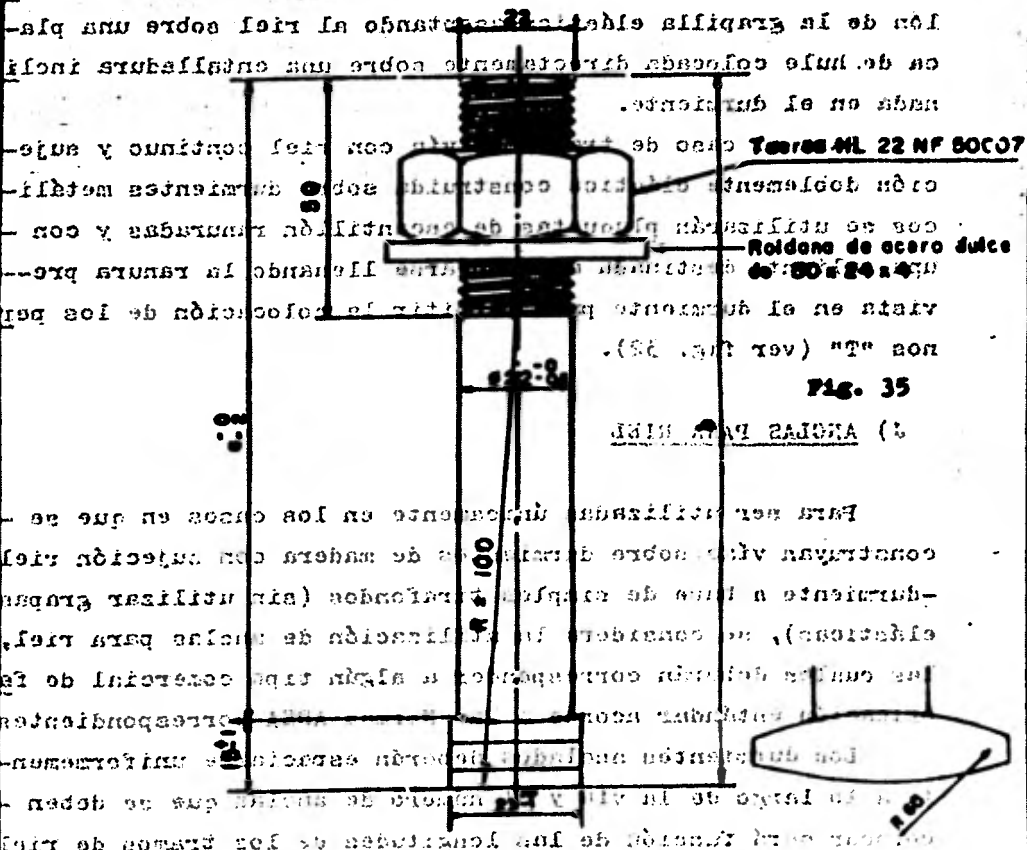
### H) GRAPAS ELÁSTICAS

Para todos los casos en que se construya vía con sujeciones elásticas, independientemente de que se utilicen durmientes de madera, concreto o metálicos, se utilizarán grapas RN o grapillas "GRIFPON" fabricadas de acuerdo al diseño modificado de los Fe.Ne.Mex. para ser utilizado con las secciones de patín de riel correspondientes a los calibres 115-RE y 100 RE antes mencionados (ver figs. 27 y 28).

### I) PLAQUETAS RANURADAS

Para el caso de tramos de vía en tangente o con curvaturas menores a  $G = 2^\circ$  construidas con durmientes de maderas -

**PERNO ESPECIAL R 8 (Negro ó Galvanizado)**



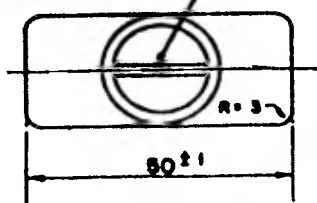
Terros ML 22 NF 80C07

Roldano de acero dulce  
100 x 24 x 40

Fig. 35

1) ANCHURA PARA MARI

Resaca perpendicular al eje del tornillo



DIMENSIONES		
	PERNO	
	NORMAL	CORTO
a	135	110
b	150	125

curva o semicurva, sin utilizar placas de asiento metálicas, se colocarán plaquetas metálicas para apoyar el talón de la grapilla elástica asentando al riel sobre una placa de hule colocada directamente sobre una entalladura inclinada en el durmiente.

Para el caso de tramos de vía con riel continuo y sujeción doblemente elástica construida sobre durmientes metálicos se utilizarán plaquetas de escantillón ranuradas y con una saliente destinada a encajarse llenando la ranura prevista en el durmiente para permitir la colocación de los pernos "T" (ver fig. 32).

**J) ANCLAS PARA RIEL**

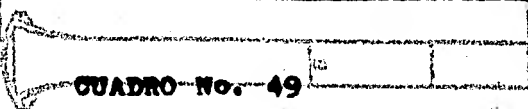
Para ser utilizadas únicamente en los casos en que se construyan vías sobre durmientes de madera con sujeción riel-durmiente a base de simples tirafondos (sin utilizar grapas elásticas), se considera la utilización de anclas para riel, las cuales deberán corresponder a algún tipo comercial de fabricación estándar acorde a las Normas AREA correspondientes.

Los durmientes anclados deberán espaciarse uniformemente a lo largo de la vía y el número de anclas que se deben colocar será función de las longitudes de los tramos de riel utilizados, de acuerdo a las recomendaciones siguientes:

DIMENSIONES

R 1000		R 1500	
LONGITUD	NÚMERO	LONGITUD	NÚMERO
1000	1	1500	1
1500	2	2000	2
2000	3	2500	3

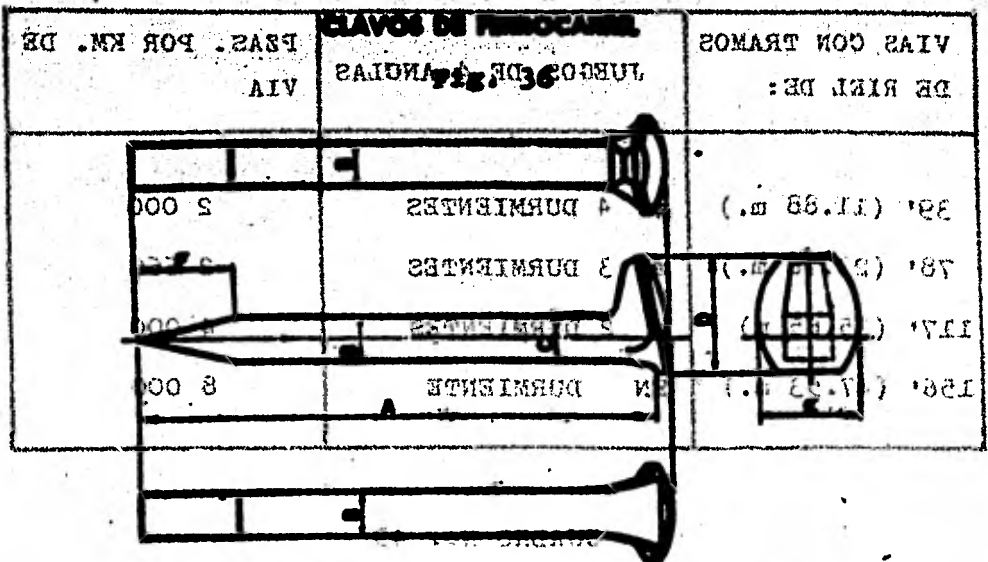
VIAS CON TRAMOS DE RIEL DE:	CLAVOS DE FERROCARRIL JUEGOS DE 4 ANGLAS	PEAS. POR KM. DE VIA
39° (11.88 m.)	4 DURMIENTES	2 000
78° (23.76 m.)	3 DURMIENTES	2 666
117° (35.65 m.)	2 DURMIENTES	4 000
156° (47.53 m.)	EN DURMIENTE	8 000



**CANTIDADES DE MATERIAL DE VIA PARA UN KILOMETRO DE LONGITUD DE LA MISMA**

TIPO DE VIA	Longitud de tramo	Número de juegos de anclas	TORNILLOS		Clavos	Placas de vía	Anclas de vía	Números de balasto	
			de cabeza	de cola					
39°	16	210	678	1214	1793	7008	2204	1793	1298
78°	16	210	678	1214	1971	7004	2202	1971	1293
117°	16	100	708	1194	1993	6888	2194	1993	1298
156°	16	100	708	1194	1791	7164	2202	1791	1298
39°	22	100	708	1194	2000	7000	2200	1999	1295
78°	22	100	678	1014	1530	7400	2718	1999	1289
117°	24	100	678	1014	2028	8112	4008	2028	1279

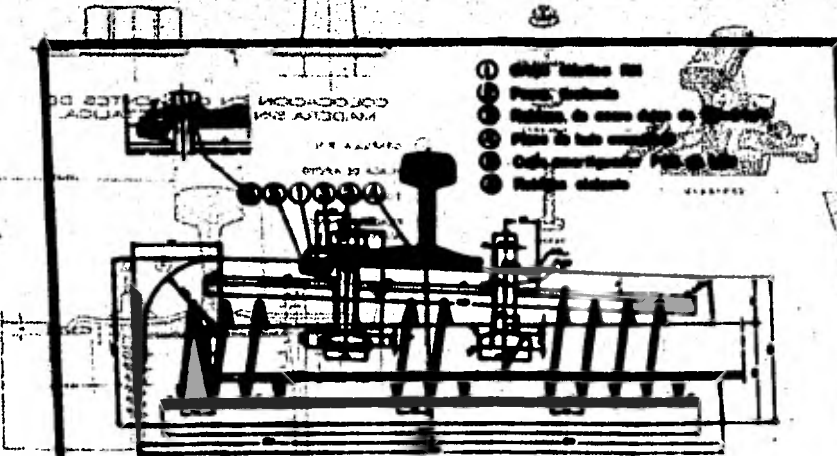
Para vía principal en curva agregar al número de clavos el 20%, y si la curva es de 45° o mayor considerar 25% varillas de escantillón o más a criterio del Ingeniero.



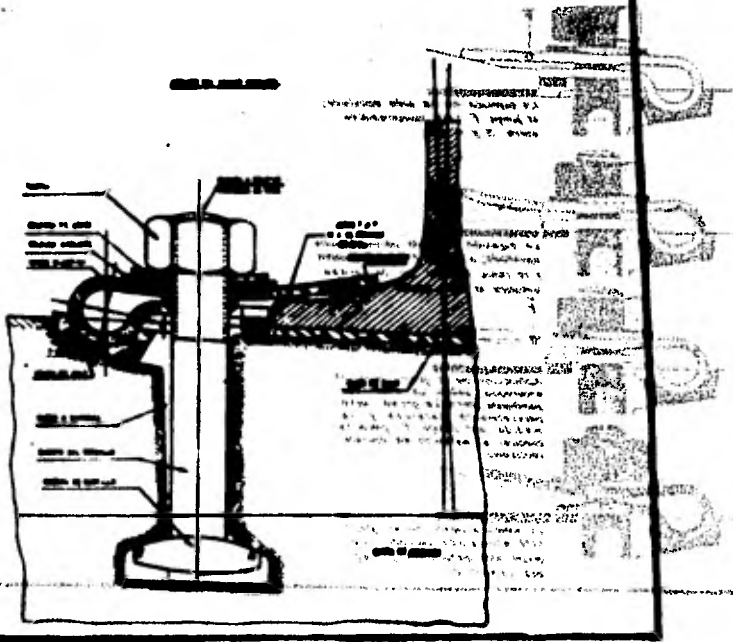
UNIFORMES DE LONGITUD DE LA PUNTA  
 CANTIDADES DE MATERIAL DE VIA PARA

PARA RIELES DE	CABESA										KILOS DE CLAVO EN KM. DE VIA	
	LARGO		GRUESO		GRUESO		LARGO		ANCHO			LARGO
	A	B	C	D	E	F	G	H				
Lbs/Yd.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
100 RE 666	152.4	15.9	15.9	15.9	39.7	33.3	31.7	2 170				
115 RE	152.4	15.9	15.9	15.9	39.7	33.3	31.7	2 170				

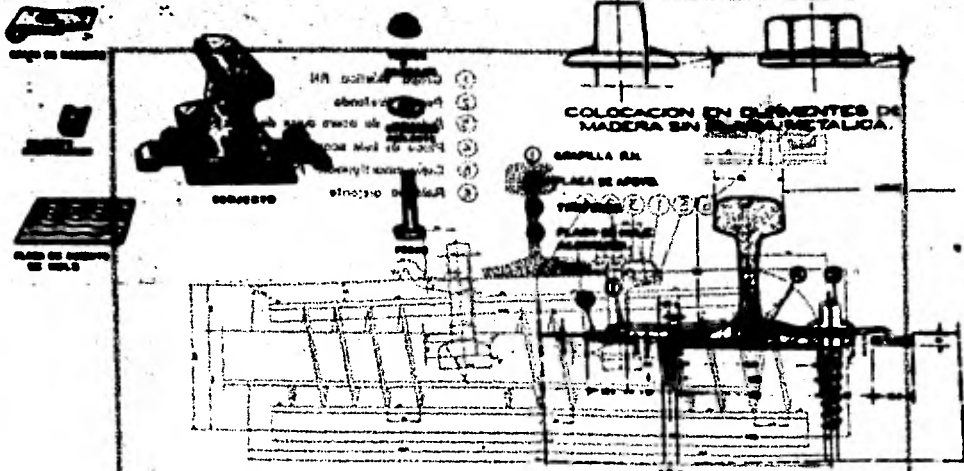
**ELEMENTOS DE LA SUJECION DOBLEMENTE ELASTICA**



**ESQUEMA DE CONJUNTO**

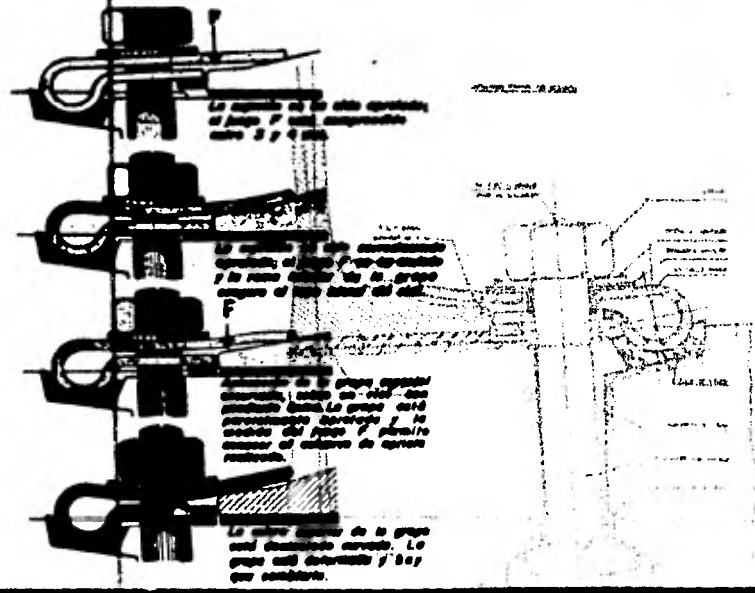


ELEMENTOS DE LA SUJECION DORTAMENTE ELASTICA



ESQUEMA DE CONJUNTO

Aplicacion en un caso



## CAMBIOS O SERVICIOS DE TRENES

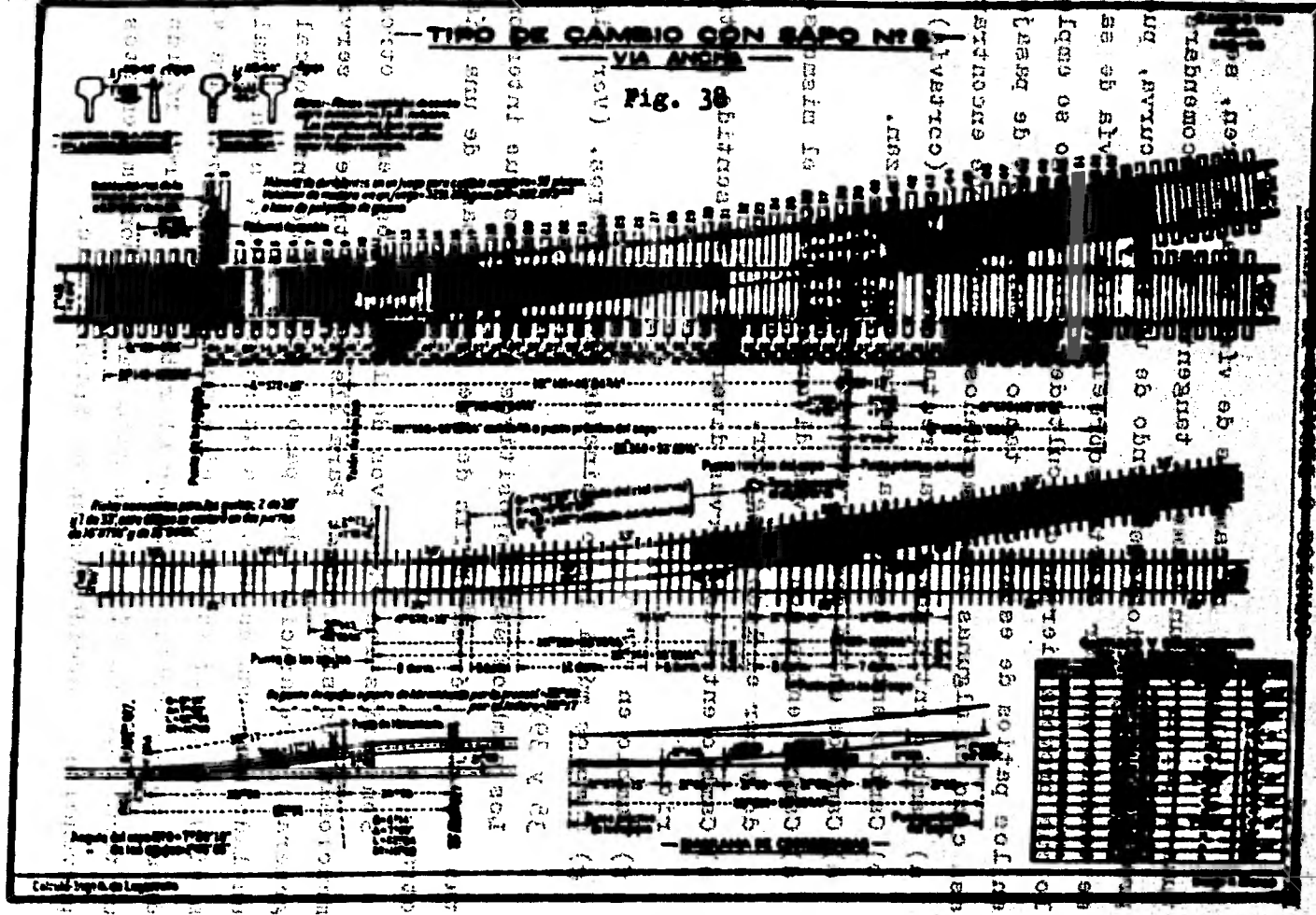
Generalmente los cambios de vía para un tren, se efectúan a partir de un tramo en tangente. No se recomienda no recomendarse no recomendarse saliendo de un tramo en curva, pues se corre el riesgo de dar cierta sobresaturación a la vía de salida lo que provoca ciertas dificultades. Sin embargo se emplean en los patios de estaciones tanto de carga como de pasajeros, así como en algunas zonas montañosas pudiéndose encontrar:

- a) Cambio entre dos líneas rectas paralelas (cortavía).
- b) Cambio entre dos líneas rectas que se cruzan.
- c) Cambio entre dos curvas paralelas.
- d) Cambio entre dos curvas divergentes, con el mismo sentido y por el lado exterior.
- e) Cambio entre dos curvas divergentes de sentido contrario.
- f) Cambio en "Y".
- g) Cambios múltiples o peine de vía y laderos. (Ver figs.- 38 y 39)

Los cambios son dispositivos auxiliares que interconectan dos vías férreas a fin de que un tren pase de una vía a otra.

Son varios los objetivos de los cambios, entre otros se mencionan los siguientes: Para llevar los trenes al servicio general; a reparación; dar paso a un tren de una troncal a un ladero, a una espuela o a un peine de vía, a un ramal, o a vías de patio; facilitar el encuentro de trenes para vías de un solo carril; facilitar el rebase de un tren rápido con un tren lento en vías de un solo carril; son implementos de prevención de accidentes en el tráfico; etc.



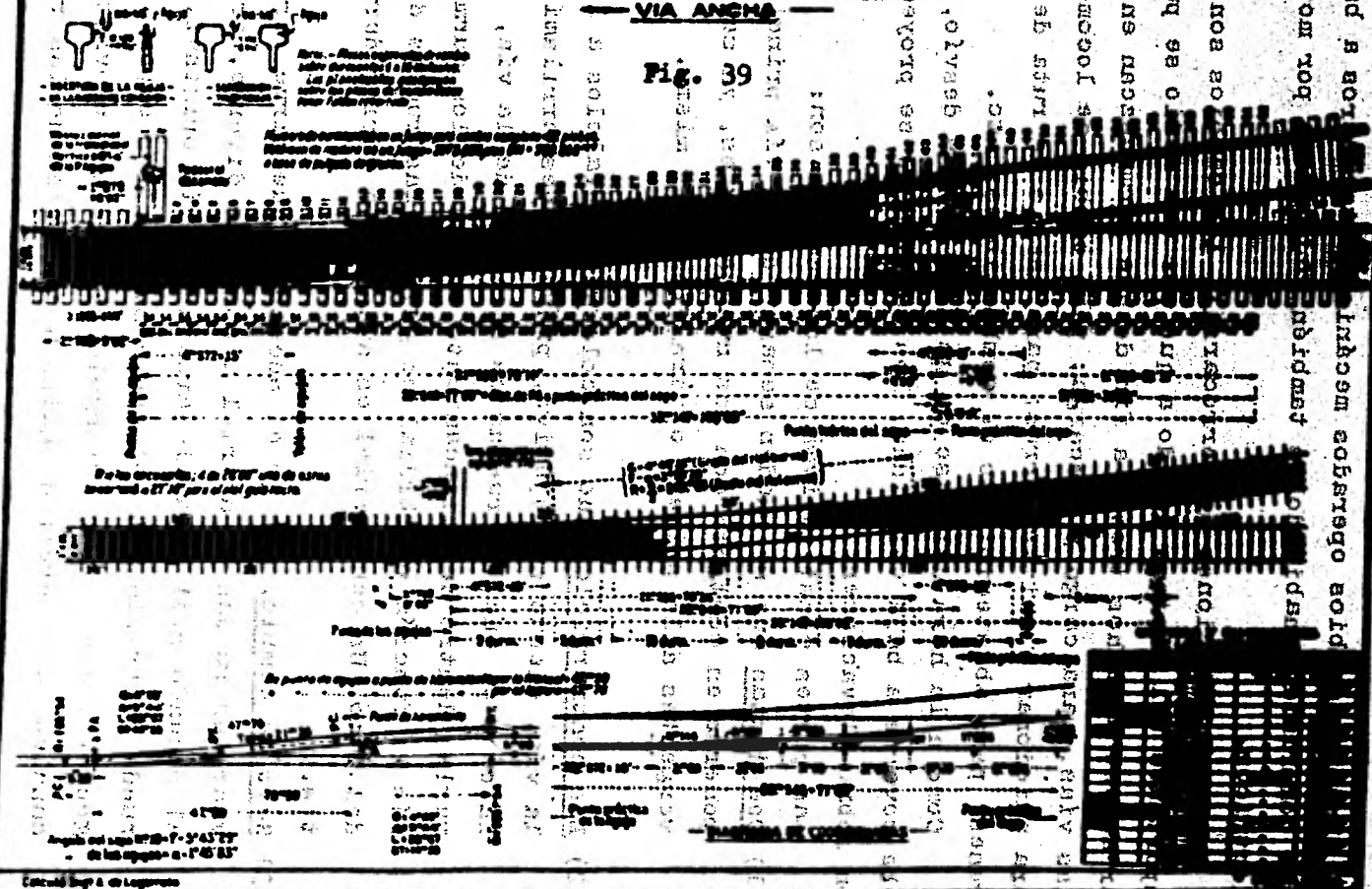


Carroll, S. de L. y C.

# TIPO DE CAMBIO CON SAPO N310

VIA ANCHA

Fig. 39



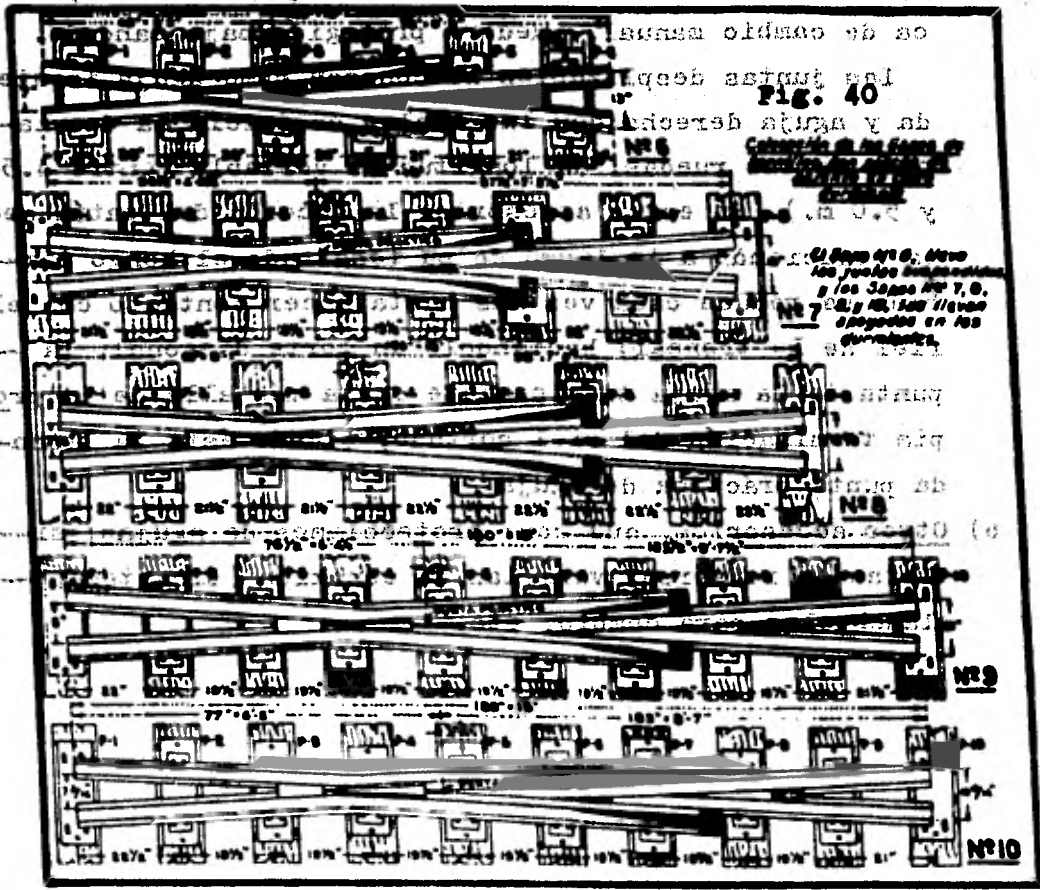
Los cambios operados mecánicamente por a base de  
habituales también accionados por motor-  
es.  
En las estaciones de ferrocarril, los cambios son parte  
importante del sistema debido a que por un solo se puede  
dar acceso a muchos trenes a fin de que permanezcan en va-  
rias vías, para carga y descarga; para cambio de locomotora;  
para adicionar o quitar carros; para cambio de ruta de los  
trenes; para abastecimiento de combustibles; etc.

Como a la hora del paso de un tren por un desvío, éste  
debe moverse a baja velocidad, los cambios no se proyectan  
con sobre-elevaciones.

Las partes constitutivas de los cambios son:

- 1) Las juntas que se pueden separar de la vía principal y  
ponerse en contacto con los nuevos rielas, ya sea, di-  
vergentes a la primera o paralelos a la misma.
- 2) Los contrarrieles que son colocados paralelos a los de-  
la vía, siendo su objetivo, prevenir descarrilamientos.  
En caso de que las ruedas se salieran de la vía, conser-  
varlas dentro del alineamiento encima de los durmientes.  
Más la función primordial es guiar a las ruedas dentro  
del sape. Un contrarriel es sujetado a varios durmien-  
tes.
- 3) Sape de cambio, que es el accesorio que sirve para des-  
viar las ruedas de un riel a otro que diverge, cruzando  
al segundo riel para alejarse de la vía original. La  
rueda contraria tan solo es desviada. Los sape forman-  
geométricamente dos triángulos isósceles, provistos de  
canales para servir de guías a las cejas de las ruedas;

- sio con las mallas de frente a la intersección de los riales, -  
 quedando en punta orientada hacia esa intersección. Son  
 esta fabricación especialmente para su mayor durabilidad, pues -  
 - se quedan sujetos a la acción del tráfico (ver fig. 40).  
 en el momento que el cambio que se ha de hacer se está haciendo  
 - cuando se va a cambiar el sistema de la vía para el mantenimiento de la



4) Juegos de durmientes para cambios de longitud mayor que los comunes o estándar y de iguales espesores (se colo-

- La punta de la aguja práctica hasta la cola -

- El poste de bandera que indica la existencia de un cambio deberá ser visible para el maquinista. La palanca de cambio manual, quedará protegida bajo candado.

Las juntas deslizables se conocen como aguja izquierda y aguja derecha con las cuales se inicia la desviación de las ruedas. Su longitud es variable (entre 4.5 y 5.0 m.). En estos accesorios la sección del patín se va reduciendo a lo largo de su longitud; el hongo también se reduce cada vez más hasta hacer contacto con el riel de la troncal; haciéndole un corte diagonal, la punta de la aguja teóricamente queda más allá de la propia terminación del riel cortado, siendo ésta la llamada punta práctica de aguja.

- 6) Otros accesorios, que son: protecciones de agujas; silletas de refuerzo; varillas de conexión (tirantes), planchuelas para cambio, etc.

cientos metros de comunicaciónes mixtas.  
terrenos, a nivel, etc.) o también estaciones marítimas don

**DEFINICION.**

**ESTACION DE PASAJEROS:** De acuerdo con el Reglamento de Transportes  
en México, una ter-  
minal o estación es el lugar designado que proporciona servi-  
cio de carga y pasaje.

Por tanto, las terminales pueden dividirse en:

a) De pasajeros: De paso y de cabecera.

b) De carga: Patios.

c) De máquinas y carros: Talleres.

**ESTACION DE PASAJEROS:** Es un conjunto de instalaciones  
construidas para proporcionar una forma adecuada de salida,  
llegada o paso por una ciudad, a los pasajeros de un Ferroc-  
rril.

El usuario utiliza el edificio momentáneamente, ya que  
practica movimientos secuenciales que terminan con el aborda-  
je al tren que lo llevará a su destino; cuando llega, utili-  
za el edificio de la terminal hasta que lo abandona, ya sea  
usando sus propios medios de transporte o bien por servicios  
urbanos disponibles.

También puede transbordar de tren a tren, tomando un  
tiempo de estancia en la estación, sea de minutos, horas o  
días, que originará en último caso, la permanencia en la ciu-  
dad de paso en un hotel.

Esto indica que la estación debe ser tanto más conve-  
niente conforme a la cercanía de una ciudad, siendo el acce-  
so y salida del edificio en forma fácil, rápida y funcional.  
Esto se logra mediante la coordinación adecuada de los sufi-

cientes medios de comunicación, generalmente terrestres (subterráneos, a nivel, etc.) o también estaciones marítimas con de la comunicación sea mixta.

DEFINICIÓN

Las estaciones, para su configuración, deben localizarse en un plano regulador de la ciudad, ya que sus necesidades afectan a los estudios de planeación, pudiéndose indicar las modificaciones que ocurren en el sistema vial, restricción de áreas y absorción de éstas mismas, así como la contaminación ambiental en su zona de influencia.

(a) De Pasajeros  
(b) De Carga

**ESTACIONES DE PASO:** En estas estaciones las oficinas se hallan colocadas paralelamente a la vía y dependiendo de su importancia, tendrán más o menos el número de tramos adyacentes de acuerdo con el volumen de carga o de pasajeros que se mueva por éstas.

Los trenes que se detienen lo hacen paralelamente a la vía troncal, la cual permanece siempre libre para dar paso a otros trenes que se muevan sobre la vía.

Los inconvenientes que se presentan son tales que cuando se presenta la necesidad de construir más ramales, el edificio se va alejando, haciendo necesario cruzar las vías. La solución podría ser la construcción de una rampa que una a las oficinas con los andenes que se hallan a los costados de las vías. La vía troncal siempre estará libre para evitar percances (ver fig. 41).

**TERMINALES DE CABECERA:** En estas terminales el edificio queda a la cabeza, además cada vía tiene dos andenes y cada andén dos vías (Estación de Buenavista). De esta forma se pueden colocar un número ilimitado de vías con una longitud

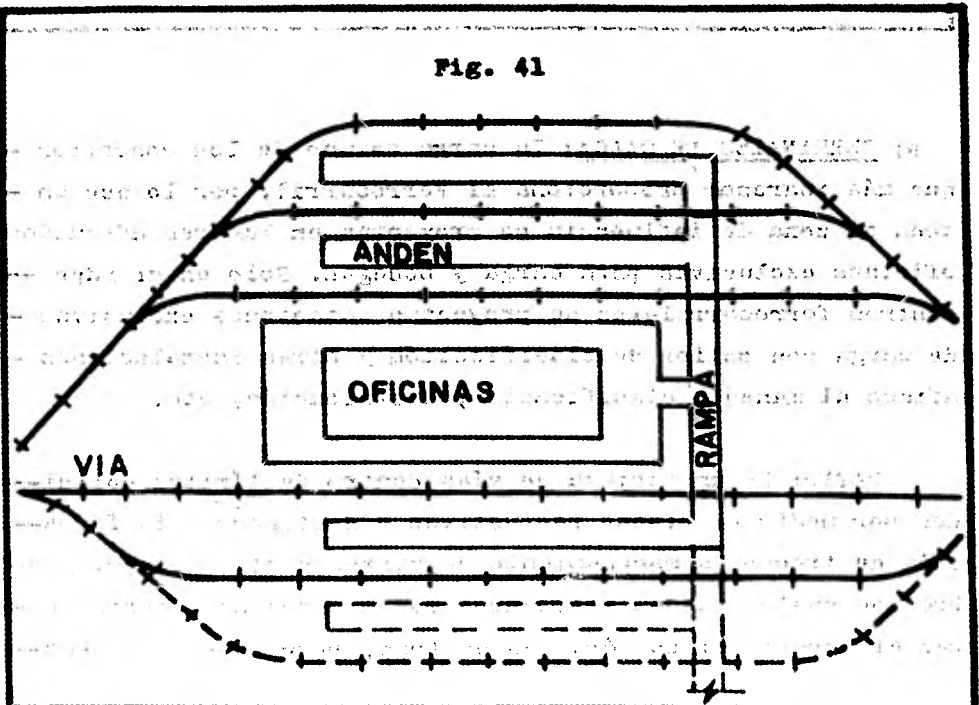
que no es afectada por la longitud de los trenes.

Estas terminales son apropiadas para aquellos lugares donde el movimiento de trenes es fuerte y que pueden llegar a salir varios trenes a la vez y cargar o recibir pasajeros simultáneamente.

La localización del edificio es mejor que la anterior, el tránsito de personas es más directo y puede disponerse de estacionamientos para autos y transportes urbanos.

El inconveniente es que se presenta una zona donde nace un cuello de botella, que en caso de existir un accidente de ja a la terminal paralizada total o parcialmente (ver fig. 42).

Fig. 41





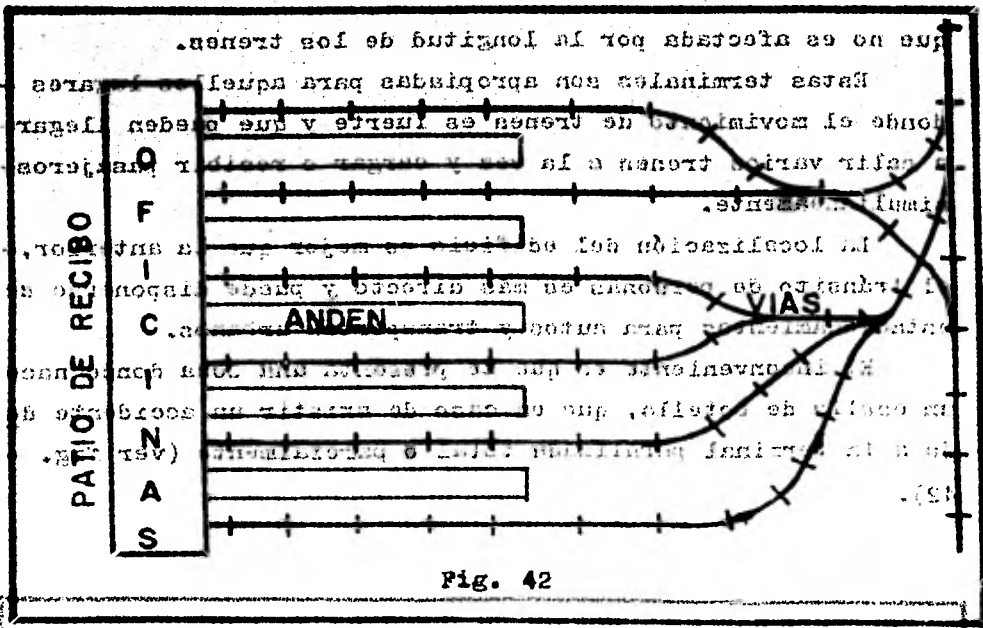


Fig. 42

Fig. 41

B) TERMINALES DE CARGA: La carga es uno de los conceptos que más ingresos proporciona al Ferrocarril, por lo que en toda su zona de influencia se proyectan en lugares adecuados oficinas exclusivas para carga y bodegas. Solo en grandes centros ferrocarrileros se proyectan estaciones exclusivas de carga con patios de clasificación y otras instalaciones afines al manejo, clasificación, distribución, etc.

PATIO: Es un sistema de vías dentro de límites definidos por medio de placas respectivas y destinado a la formación de trenes, almacenamiento de carros u otros fines, y sobre los cuales pueden efectuarse movimientos no autorizados por el horario ni por órdenes de tren, pero sujetos a seña-

los y reglas prescritas o a instrucciones especiales.  
 Por medio de una zona de control, las terminales de carga pueden ser divididas en dos grupos con respecto a la forma como se ordenan los trenes:  
**ESTACIONES A NIVEL:** El ordenamiento de los trenes se hace totalmente por medio de máquinas, al igual que el desbaratamiento.

**TERMINALES DE GRAVEDAD O DE JOROBAS:** Son terminales que para formar trenes utilizan esencialmente la fuerza de la gravedad proporcionada por una elevación en una colina de 5.0 a 6.0 m. mayor que los terrenos planos colindantes.

Dicha colina puede ser natural o artificial, cuidando en el último caso que su peso no exceda la capacidad de soporte del suelo natural.

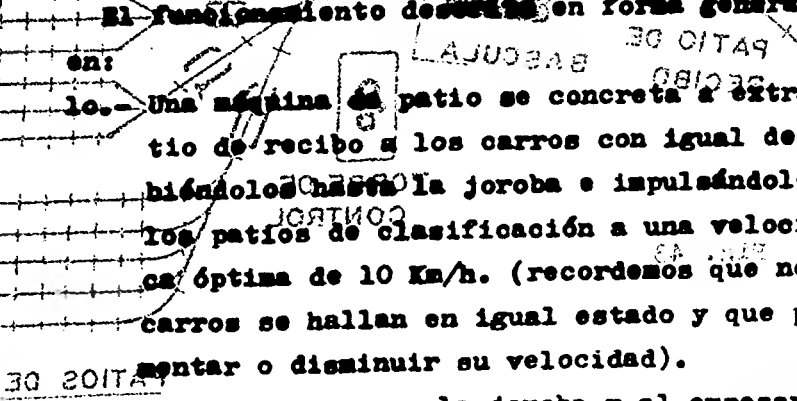
El funcionamiento de estas en forma general, consiste en:

10.- Una máquina de patio se concreta a extraer del patio de recibo a los carros con igual destino, subiéndolos hasta la joroba e impulsándolos hacia los patios de clasificación a una velocidad teórica óptima de 10 Km/h. (recordemos que no todos los carros se hallan en igual estado y que pueden aumentar o disminuir su velocidad).

20.- Los carros cruzan la joroba y al empezar a descender pasan por la báscula que determina su peso bruto de carga.

30.- Continúan su marcha hasta llegar a la zona de retardadores que son placas que aprisionan ligeramente las cejas de las ruedas y disminuyen su movimiento evitando así choques perjudiciales al equipo.

AGUIAS



po con los trenes en formación.

40.- Por medio de una torre de control, se abren o se cierran cambios automáticos (operación actual), para dirigir los carros hasta el ramal donde se hallan los trenes de una misma clasificación. (Ver fig. 43).

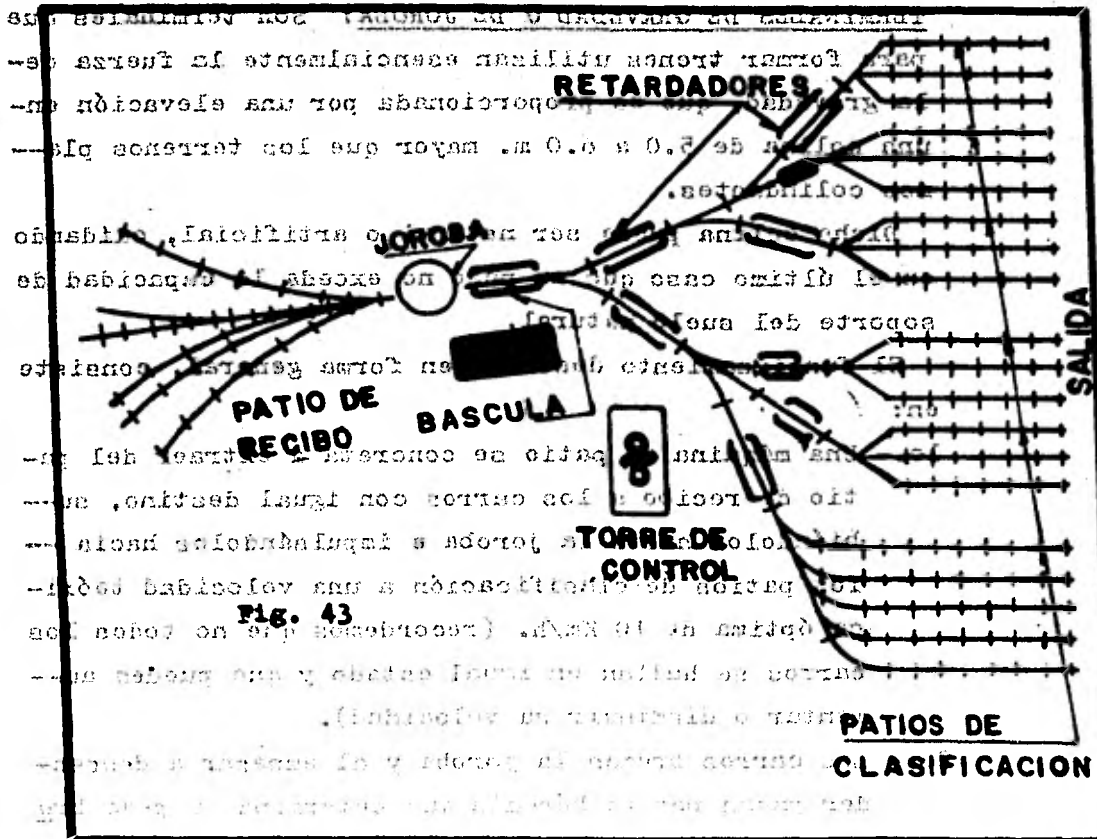


Fig. 43

**C) TALLERES:** Como los Ferrocarriles poseen equipo diesel - para fuerza tractiva, se hace necesario establecer edificios

para el mantenimiento, reparaci3n e inspecci3n de esas loco- motoras. Un taller de reparaci3n es un local para alojar las

locomotoras siendo su capacidad la suficiente para el distri- to ferroviario de que se trate, debiendo contar con las vfas destinadas a la reparaci3n.

La distribuci3n del trabajo puede ser bajo dos seccio- nes, una para reparaciones ligeras y otra para reparaciones-

pesadas en donde se requiere el desarmado de grandes piezas, como por ejemplo para el ajuste de trucks.

Una locomotora puede entrar al taller para recibir ser- vicio de alimentaci3n de combustible, llenado de arena, lu- bricaci3n y lavado. Lo cual puede hacerse en vfas adyacentes paralelas a la vfa principal del taller, a fin de no interfe-

rir con aquellas m3quinas que requieren reparaciones a largo plazo.

Contar3n tambi3n con instalaciones como son: gr3as via- jeras; equipos elevadores (gatos hidr3ulicos); fochas de ins- pecci3n; mesas giratorias; talleres el3ctrico, de desmantela- do de motores, para el revisado de partes pequefias; local pa- ra pintura, etc.

**CASA REDONDA:** La casa redonda presenta en planta un sec- tor circular y las vfas vienen siendo radios que convergen ha- cia el centro donde se encuentra la mesa giratoria. Sobre- esta mesa central se encuentra una vfa con capacidad para -- una locomotora y que se puede conectar en todo momento con -- cualquier vfa radial, intercomunicando los diferentes loca- les en que existen locomotoras, adem3s alrededor de dicha me-

(O) TALLERES: Como los Ferrocarriles poseen un tipo diesel de reparaciones se encuentra la fosa de inspección. Para hacer necesario establecer edificios para hacer trabajos, se hace necesario establecer edificios.

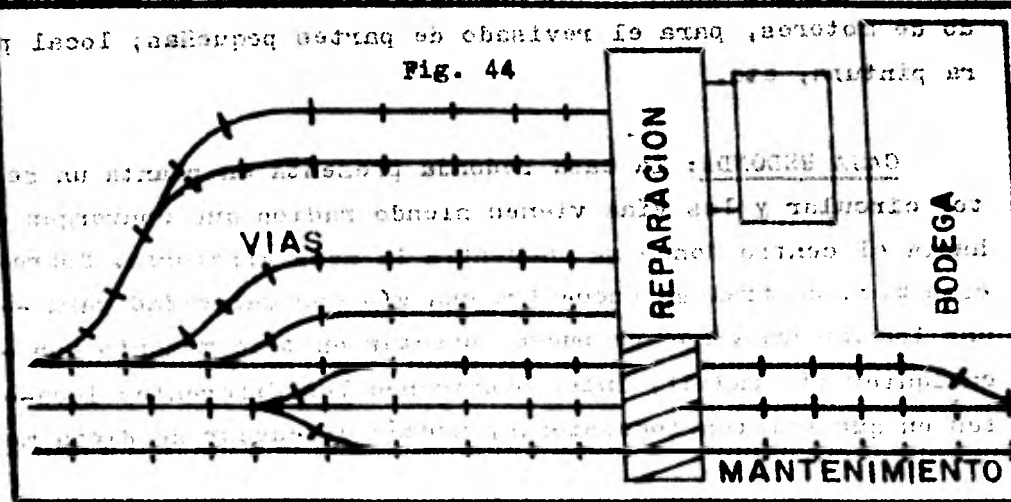
Existen también talleres para carros de pasajeros y carga. Un taller de pasajeros en un local para pasajeros, que por ahora no se detallan.

Resumiendo, los elementos que se requieren para el mantenimiento en una pequeña estación son:

- 1) Fosa de inspección para locomotoras, en donde se observa el interior de la máquina abajo de ésta y en los cogidos.
- 2) Planta de combustible, en donde se recibe, almacena y se hace entrega a la locomotora del combustible previamente filtrado.
- 3) Planta de agua, ya sea por medio de almacenamiento en tanque y red de distribución, o por medio de pozos o acarreos.
- 4) Bodega, que es un almacén de refacciones, partes y elementos indispensables para la reparación de máquinas y carros.

(Ver fig. 44).

Fig. 44







esta máquina de C.T.C. tiene impreso en su diagrama de  
**III.8.8** **SEÑALIZACIÓN**  
de las estaciones y líneas de ferrocarril.

Tomando en cuenta que los trenes que en la actualidad transitan en las líneas férreas nacionales tienden día con día a incrementar sus velocidades de operación, paralelamente a las exigencias y necesidades del usuario, y que con seguridad depende en gran parte de las orientaciones correctas y oportunas que reciben los maquinistas y conductores por medio de señales y órdenes, se observa en forma palpable la urgente necesidad de dotar a estas líneas de un sistema de señalización adecuado que facilite la interpretación inmediata de una instrucción.

Indiscutiblemente que esta señalización dependerá del tonelaje y densidad de tráfico que sobre cada una de las líneas se maneja.

Dentro de estos tipos de señalización se pueden destacar dos grupos: señales fijas y señales eléctricas de control de tráfico. Dado su alto costo de instalación, el segundo grupo solo justifica su instalación en aquellas líneas troncales de

**gran densidad de tráfico. Existe un sistema de señales para el movimiento de los trenes denominado CONTROL CENTRALIZADO DEL TRAFICO (C.T.C.), el cual es a base de electrónica. En este sistema se usa un tablero en el que aparecen todas las líneas principales, auxiliares; la indicación de las señales, la posición de los cambios; el paso de los trenes, y es controlado desde la oficina del despachador para el movimiento de trenes.**

Hay sistemas C.T.C. para un tráfico medio de 15 a 20 trenes diarios; también los hay para movilizar más de 100.



Esta máquina de C.T.C. tiene impreso en su diagrama de-  
 sosa, las distancias entre ~~ladero~~ y ladero; la capacidad de-

VOICASHIAÑE

8.8.III

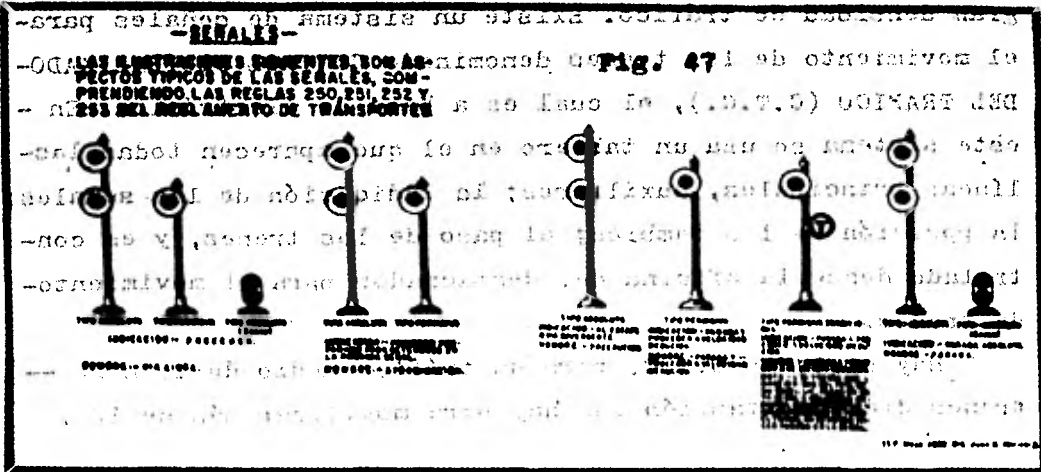
laderos; tiene los controles de las señales; de las máquinas  
 de cambio y su ubicación. Su utilización facilita la óptima-  
 planeación en el movimiento de los trenes, pues proporciona-  
 informaciones tales como las condiciones del tránsito en --  
 cualquier instante, y en la forma más completa.

Para la instalación del sistema C.T.C. en un distrito --  
 dado, se deben analizar los cruzamientos de trenes, el tipo-  
 de vía existente, la cantidad de tráfico, el volumen actual-  
 y futuro y los períodos de máximo tráfico, etc.

La aplicación de este sistema se justifica cuando la --  
 cantidad de trenes que se operan en una línea, hace ya inope-  
 rante el sistema de espaciamiento por tiempo y órdenes de --  
 tren, al no obtenerse un movimiento fluido y con seguridad, --

habiendo pérdidas de tiempo y dinero.

El primer grupo comprende aquellas señales de localiza-  
 ción de kilometraje, puentes, alcantarillas, restricción de-  
 velocidades, límites de División, límites de patio, silbato,  
 cruzamiento, etc.



**GENERALIDADES**

**PUNTES:** Para que estas estructuras sirvan con seguridad

al fin que se les destina, deben proyectarse y construirse cumpliendo con varias condiciones de estabilidad, las que serán impuestas por las diferentes sollicitaciones a que estarán sujetas durante su vida útil, principalmente: el peso de los trenes cargados, la presión del viento sobre el tren y sobre la propia estructura, el empuje del agua, el frenaje de las cargas rodantes, los empujes de tierra, los sismos y naturalmente su peso propio.

Deben permitir el libre flujo del agua con gasto máximo así como el de los cuerpos flotantes que ésta pueda llevar en suspensión; en algunos casos además, deben dejar paso a embarcaciones cuando el río sea navegable, por lo que la longitud de sus claros entre apoyos y el espacio libre vertical deberá proporcionarse consecuentemente.

Sus dimensiones estarán regidas por la altura de la rasante, la topografía del terreno adyacente, la sección hidráulica en el cruce, el perfil del cauce con su sinuación y el perfil de suelos; lo anterior determinará su longitud total, la altura de las pilas y estribos así como el tipo de cimentación y normalmente la longitud de sus claros; estas condiciones determinarán los datos para el proyecto del cual se obtendrá el costo probable del puente.

Por razones económicas, conviene emplear los materiales de la región, planeando los procedimientos de construcción más adecuados y fijando el programa de obras por los métodos modernos tendientes a obtener los menores costos.

La estructura de un puente se integra por las siguientes partes principales:

GENERALIDADES

a) infraestructura o cimentación,

b) subestructura y

c) superestructura.

**A) INFRAESTRUCTURA O CIMENTACION:** La forman los elementos de apoyo de la subestructura como son: aplicaciones de base, pilotes, cajones o cilindros.

**B) SUBESTRUCTURA:** La constituyen los elementos de apoyo de la superestructura o sean los bancos (puentes provisionales), los estribos, las pilas y caballetes.

**C) SUPERESTRUCTURA:** Es la parte del puente que cubre los claros entre apoyos y sobre la que transita la carga rodante.

- Se proporcionan con vigas de madera (puentes provisionales);

- trabes de concreto reforzado, preesforzado o postensado; tra-

- bres de acero estructural de alma llena con o sin presfuerzo

en los patines inferiores; trabes de acero estructural de al-

ma llena con cubeta de concreto reforzado trabajando de con-

- junto; trabes de este mismo tipo con presfuerzo en el patin

- inferior. Para claros mayores de 35ms. resulta económico, em-

- plear armaduras de acero estructural remachado o soldado.

- Se emplean también estructuras en arco o sistemas de pi-

- so suspendidos de cables de acero, estacos, para el caso de

- claros grandes.

- Para la selección del tipo de puente más adecuado, con-

- viene desarrollar varios anteproyectos, basados en los estu-

- dios toponidráulicos y de suelos, eligiendo entre ellos el

- que resulte más económico, tanto en costo como en programa

- de construcción.

Los estudios fundamentales para determinar el puente

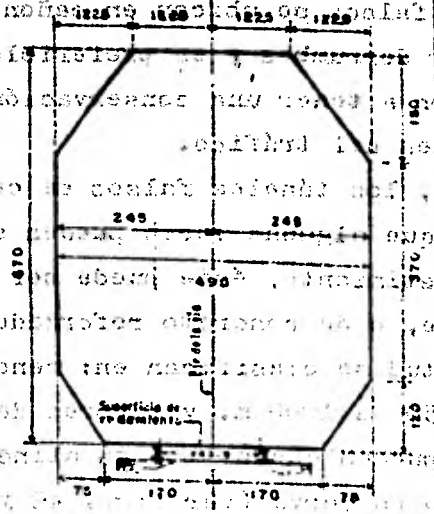
que económicamente resuelva el cruce dado, son en general --

los intitulados: Informe Para Proyecto de Puentes, Informe Preliminar de Suelos y el Estudio de Suelos propiamente dicho.

Se debe observar una pendiente uniforme y logrando una adecuada conservación de los frentes de los tramos de los puentes.

**CÁLICO PARA Puentes**

**Fig. 48**



DIMENSIONES EN CENTIMETROS

### III.8.10

### TUNELES

Los túneles son obras subterráneas cuya finalidad es mejorar el trazo de una vía al evitar desarrollos innecesarios, conservando una pendiente uniforme y logrando una operación continua en el tráfico de los trenes. Los túneles pueden ser revestidos, sin revestir y túneles falsos.

Los túneles se ubican en la parte alta de una montaña o cima de un perfil que a la vez puede ser un puerto orográfico. También pueden quedar en ladera o falda de la montaña.

Los túneles falsos se ubican en cañones o tajos en donde se van a tener derrumbes y es preferible efectuar gastos en su construcción a tener una conservación constante y posibles interrupciones del tráfico.

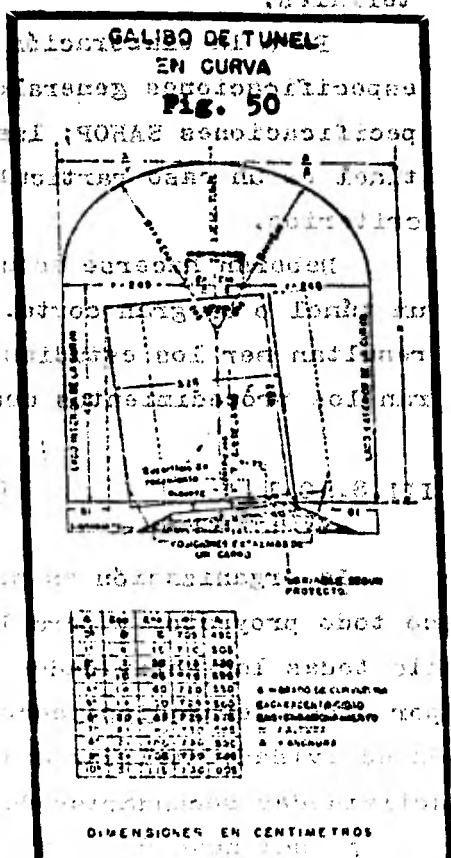
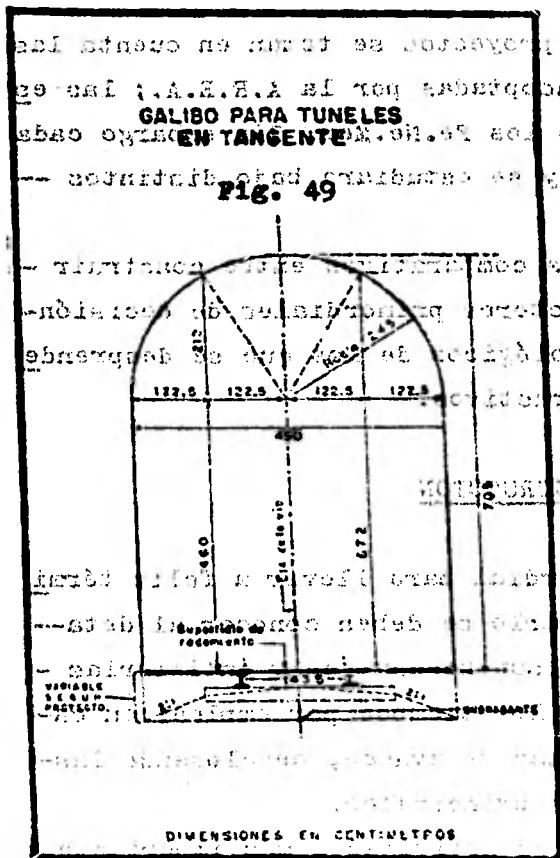
Generalmente, los túneles falsos se construyen de concreto armado, aunque algunas veces pueden ser de mampostería. En cuanto al revestimiento, éste puede ser de mampostería, de concreto simple, o de concreto reforzado.

Por su longitud se clasifican en: menores de 150 m.; de 150 a 500 m.; de 500 a 1000 m. y mayores de 1000 m.

Los túneles pueden quedar por su alineamiento horizontal, en tangente o en curva (ver figs. 49 y 50). Por su alineamiento vertical, en pendiente ascendente o descendente. El gálibo de túnel en curva es mayor que en tangente.

El túnel es semejante a una bóveda con aleros, muros laterales, su clave, drenes para los escurrimientos. Son partes constitutivas de los túneles, las banquetas laterales -- con anchos de 0.75 a 1.0 m., medida desde el riel hasta la pared del revestimiento, pudiendo alojar ahí las cunetas para el drenaje longitudinal.

Existen otras obras necesarias de los túneles como son los nichos o purladeros construidos en las paredes laterales como obra de seguridad para los trabajadores a la hora del paso de un tren, o bien como botegas para herramientas y materiales.



Dist.	Alt.	Dist.	Alt.
0	0	0	0
10	10	10	10
20	40	20	40
30	90	30	90
40	160	40	160
50	250	50	250
60	360	60	360
70	490	70	490
80	640	80	640
90	810	90	810
100	1000	100	1000

Existen otras obras accesorias de los túneles como son los nichos o burladeros contruidos en las paredes laterales, como obras de seguridad para los trabajadores a la hora del paso de un tren, o bien como bodegas para herramientas y materiales.

Para la elaboración de proyectos se toman en cuenta las especificaciones generales adoptadas por la A.R.E.A.; las especificaciones SAHOP; las de los Fe.No.Mex. Sin embargo cada túnel es un caso particular y se estudiara bajo distintos criterios.

Deberán hacerse estudios comparativos entre construir un túnel o un gran corte. Factores primordiales de decisión resultan ser los estudios geológicos de los que se desprenderan los procedimientos constructivos.

### III.8.10.1

#### CONSTRUCCION

La organización es primordial para llevar a feliz término todo proyecto, y para lograrlo se deben conocer al detalle todas las actividades que son necesarias y enlistarlas por orden jerárquico; conocer los tiempos por emplear en cada actividad; utilizar diagramas de avance, desglosando las actividades secundarias de las principales.

A continuación se citan las actividades más importantes:

- a) Trazo del túnel.— En el comienzo del túnel se establecen mojoneras o referencias para estar verificando la posición del eje tanto longitudinal como vertical durante el avance interno de la excavación.

El túnel se traza primero por encima de la montaña; se lleva a cabo una nivelación fijando bancos de nivel-

Los trabajos se realizan en la boca de la entrada de los portales; se fijan puntos sobre las terracerías de acceso al túnel; se delimita el frente de ataque de la sección del túnel, pintándolo.

b) Barrenación.— Se marca la posición de los barrenos; se efectúa el taladrado, usando maquinaria como son compresores y pistolas neumáticas. El tiempo de barrenación

se incrementa cuando se usan barrenos de hasta 3 m. Para perforar horizontalmente, se emplea el método de barrenos de cuña en forma de "V"; empleándose también el método de barrenación paralela.

c) Carga y detonación.— En este proceso se hace uso de plantillas en que aparece la plantilla de dinamita, la planta de banqueo, elevación longitudinal y la posición de los barrenos; en cada círculo se dibuja un número que indica el tiempo en que explotará la carga por colocación (entre 25 y 100 milisegundos); dos de ellos tienen detonación instantánea colocando las letras INS; para las demás cargas el tiempo es en décimas de segundos.

Cada barrenación debe ser cargada con su explosivo correspondiente, proporcionándose tomando como base 1 m<sup>3</sup>.

d) Ventilación del frente.— Su finalidad es sustituir el aire contaminado, pues el dióxido de carbono es un gas tóxico, y además en toda excavación se concentran gases naturales (procedentes del terreno natural). Al efectuar las detonaciones se vicia la atmósfera, igualmente los gases del escape de los motores de los compresores, vician el aire interior.

Por todo lo anterior, se requiere inyectar aire fresco y expulsar el aire impuro, ya sea por medio de ventiladores eléctricos, y algunas veces por los mismos com-



presores. Los ventiladores son colocados en la boca del túnel, siendo unos extractores y otros extractores.

Los extractores se conectan a ductos de lámina que descargan al exterior todo el aire cargado de impurezas y gran cantidad de polvo producto de la barrenación y tronado.

e) Resaga. - Después del tronado, se requiere la remoción del material de desperdicio utilizando diversos medios de arrastre, desde góndolas pequeñas de ferrocarril hasta carretillas de mano, así como la resagadora con crepa de malacate para cargar.

f) Peinar y afinar. - Frecuentemente algunas cargas no toman, dejando salientes que es necesario remover empleando nuevamente dinamita, operación a la que se le llama peinado del túnel. El piso deberá quedar limpio dando el nivel o altura proyectada, afinándolo dentro de ciertas tolerancias, hasta lograr el gálibo del túnel.

g) Ademe de túneles. - Cuando el terreno por excavar es francamente inestable, se hace necesario el empleo de ademes en tanto se proporciona la estructura definitiva de soporte. El ademe puede ser de madera y en algunos casos aislados de grandes desprendimientos se emplean marcos de acero hechos con vigas H. El ademe queda definitivamente ahogado en el revestimiento posterior del túnel.

Los revestimientos tienen espesores de 50 a 60 cm. Un túnel puede requerir revestimiento total de concreto o mampostería o parcial de los mismos materiales.

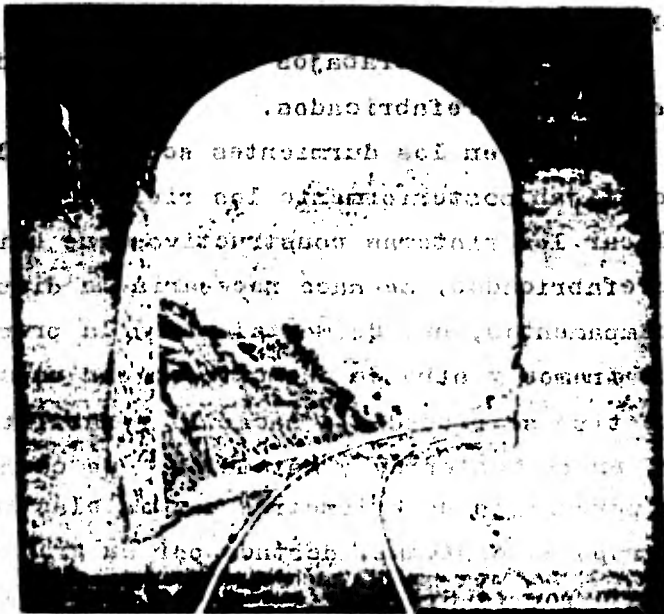
Cuando la bóveda es de mampostería, se cuela una clave de concreto. La bóveda puede ser totalmente de con-

creto. Los portales de entrada y salida de un túnel, son necesarios para evitar filtraciones, grietas y derrumbes, siendo su longitud mínima de 3 m.

**b) Prolongación de instalaciones.**— Conforme se va avanzando se tendrá que ir prolongando la vía para el resaque; la instalación de la luz eléctrica; los ductos de los extractores; los drenajes para escurrimientos y filtraciones.

Por último mencionaremos que la pendiente en túneles debe ser aquella mínima necesaria para desalojar el agua de filtraciones y la que penetre por la propia sección longitudinal de la vía, desde los portales de entrada o de salida.

El área de la sección transversal de un túnel puede variar desde 42 m<sup>2</sup> en tangente hasta 54 m<sup>2</sup> para curvas de 10°.



III.9 **SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MODERNOS DE VIA**

III.9.1

**INTRODUCCION**

El incremento tecnológico de nuestra época, así como las crecientes necesidades, obligan a las empresas ferroviarias a incrementar sus servicios; esto implica una rehabilitación y modernización de las vías, en un momento en el que la disponibilidad de la mano de obra calificada presenta una marcada disminución, se hace necesario utilizar sistemas altamente mecanizados a fin de obtener rendimientos que estén de acuerdo a las exigencias del servicio, requiriéndose avances del orden de 350 m/h en sustitución de vías antiguas por vías nuevas; estos avances se logran a través de los sistemas constructivos modernos que pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- a) Los que utilizan los trabajos de montaje y desmontaje de tramos de vía prefabricados.
- b) Los que consisten en los durmientes sobre balasto y sobre éstos fijan posteriormente los rieles.

Para aplicar los sistemas constructivos que utilizan tramos de vía prefabricados, se hace necesaria la disponibilidad de dos campamentos, uno de montaje para la preparación de los nuevos tramos y otro de desmontaje; con un sistema parecido a este tipo se procedió a hacer la rehabilitación en la línea "F", entre Monterrey y Matamoros, que cuenta actualmente con un porcentaje de kilómetros de vía elástica; dentro de este grupo de sistemas, destaca por su gran importancia el utilizado por la S.N.C.F. que tiene como base la descarga de los tramos de vía prefabricados por medio de una

de un organismo de los camiones de transporte.

Los sistemas constructivos pertenecientes al segundo grupo presentan la ventaja de no necesitar los campamentos tradicionales, entre otros debe hacerse un énfasis especial al procedimiento que actualmente están utilizando los Ferrocarriles Nacionales de México en la rehabilitación con vía elástica de la línea "I", entre Irapuato y Guadalajara, con la aplicación de los equipos "SECHAVEN", este sistema tanto por su alto rendimiento como por las innovaciones técnicas que aporta, constituye el más moderno y revolucionario sistema constructivo conocido hasta el presente.

### III.9.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE VIA EN LOS QUE SE UTILIZAN TRAMOS DE VIA PREFABRICADOS

Como ya se indicó para llevar a cabo los trabajos de construcción y rehabilitación con estos sistemas es necesario contar con un campamento de montaje y uno de desmontaje, en estos campamentos se prefabrican por una parte los tramos de vía necesarios para el desarrollo del trabajo y por otra se desmonta y clasifica el material de recobro, almacenándolo para futuras utilidades.

Para la organización de un campamento se han efectuado estudios tomando en cuenta los trabajos que se realizan en los frentes de renovación de vías y balasto, adaptados a la colocación de la vía moderna, a fin de limitar hasta sea posible las perturbaciones ocasionadas a la circulación de trenes, y disminuir los gastos directa o indirectamente ocasionados por la ejecución de dichos trabajos.

Para definir correctamente los datos de base del estudio

de una organización de los campamentos de renovación de vías, **deben tomarse en cuenta los siguientes factores:**

a) **GASTOS:** Los gastos relativos a suministro de material, tanto de vía como de balasto, constituyen la parte más importante, pero los gastos ocasionados por los mismos trabajos ya sea directa o indirectamente son bastante elevados.

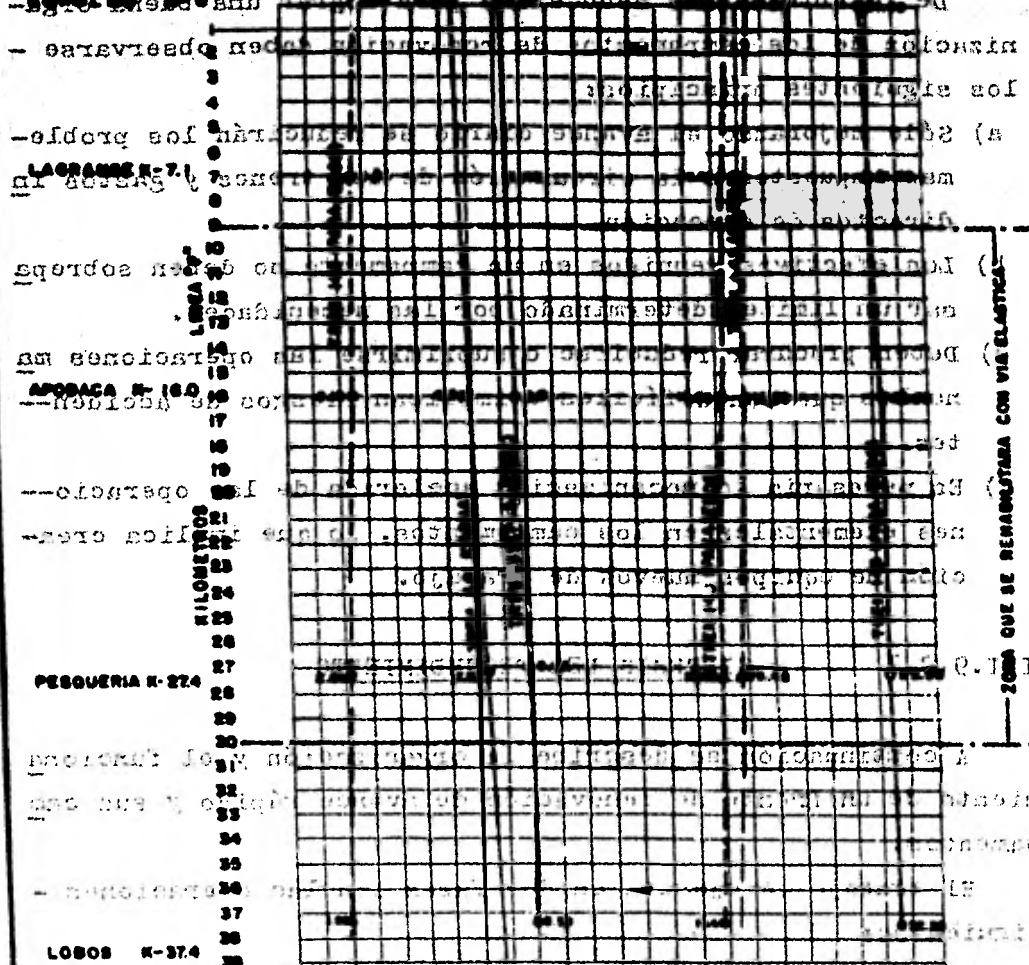
b) **MANO DE OBRA:** La ejecución de una renovación de vía y de balasto obliga a concentrar en el campamento un gran número de trabajadores, de los que en general sólo una mínima parte es reclutada en el lugar. Esto ocasiona que los gastos de personal constituyan un renglón muy importante de los gastos totales.

c) **LA MECANIZACIÓN DE LOS CAMPAMENTOS:** Debido a que los avances medios de las máquinas y equipos son muy diferentes, una mecanización alta de las operaciones de los campamentos conduce a tener equipo ocioso. El avance diario de un campamento está en función de la máquina más lenta, por lo que son a menudo mal empleadas las posibilidades técnicas de mucha maquinaria.

d) **FRECUENCIA DE LA CIRCULACION DE LOS TRENES:** La disponibilidad de lapsos suficientes para la ejecución de los trabajos, en función de la mecanización, produce molestias en ocasiones onerosas para la circulación de los trenes comerciales. Todo lo anterior obliga a los ingenieros encargados de los trabajos, a planear éstos de tal modo que se aprovechen al máximo los intervalos autorizados, para lo cual deben basarse en los horarios gráficos (ver fig. 51), en los que se representa en las abscisas las 24 horas del día y en las or-

... LINEA "P" ENTRE K-8 AL K-30 ...

... LOS INTERVALOS DISCONTINUALES ...



LINEA "P"  
 ENTRE K-8 AL K-30

PEND. ENTRE	0.25 AL 0.75 %
CURVATURA	1°

denotar el kilometraje de la línea, marcando con diferentes líneas los recorridos de los trenes, esto permite observar

los intervalos disponibles.

De la anterior se deduce que para lograr una buena organización de los campamentos de renovación deben observarse los siguientes principios:

- a) Sólo mejorando el avance diario se reducirán los problemas impuestos a la circulación de los trenes y gastos indirectos de ejecución.
- b) Los efectivos reunidos en un campamento no deben sobrepasar un límite determinado por las necesidades.
- c) Deben procurar reducirse o suprimirse las operaciones manuales que son difíciles e implican riesgos de accidentes.
- d) Es necesaria la mecanización acelerada de las operaciones elementales en los campamentos, lo que implica creación de equipos nuevos de trabajo.

**IMI.9.2.1 SINTESIS DEL PROCEDIMIENTO**

A continuación se describe la organización y el funcionamiento de un frente de renovación de avance rápido y sus campamentos.

El trabajo se ejecuta en dos fases con las operaciones siguientes:

la. fase. Colocación de una vía armada con rieles provisionales.

- a) En un campamento se arman los tramos de vía constituidos con rieles provisionales de 39' u otra longitud y con los durmientes y sujeciones de la vía nueva.

b) Se transportan por medio de trenes de plataformas especiales los tramos armados previamente en el campamento de montaje hasta el frente de renovación, en donde se llevarán a cabo los trabajos:

c) En el frente de renovación durante el lapso autorizado en la circulación de los trenes, se retira la vía existente que se carga en un tren de trabajo y mecánicamente se colocan los tramos de vía nueva que se toman del tren de trabajo que viene del campamento de montaje. Esta etapa se explicará con todo detalle posterior.

d) La vía antigua se transporta del frente al campamento de desmontaje.

e) En fase: Reemplazo de los rieles provisionales por rielos nuevos.

f) Se transportan en trenes de plataformas especiales, los nuevos rieles, generalmente "largos rieles soldados" de la planta de soldadura y el frente de colocación.

g) Se descargan los rieles nuevos durante una o varias interrupciones en la circulación de los trenes, sustituyendo a los rieles provisionales.

h) Se transportan al campamento de montaje estos rieles con vista a su posterior utilización por el mismo tren especial.

### III.9.2.2 DESCRIPCION DE LOS CAMPAMENTOS

Lo más conveniente para poder proporcionar un avance rápido es que los campamentos de montaje y desmontaje estén en una posición tal que sean suficientes para la alimentación del frente de construcción o renovación y para el reco-





Fig. 52 PLANO ESQUEMATICO DEL CAMPAMENTO DE MONTAJE DE TRAMOS DE VIA

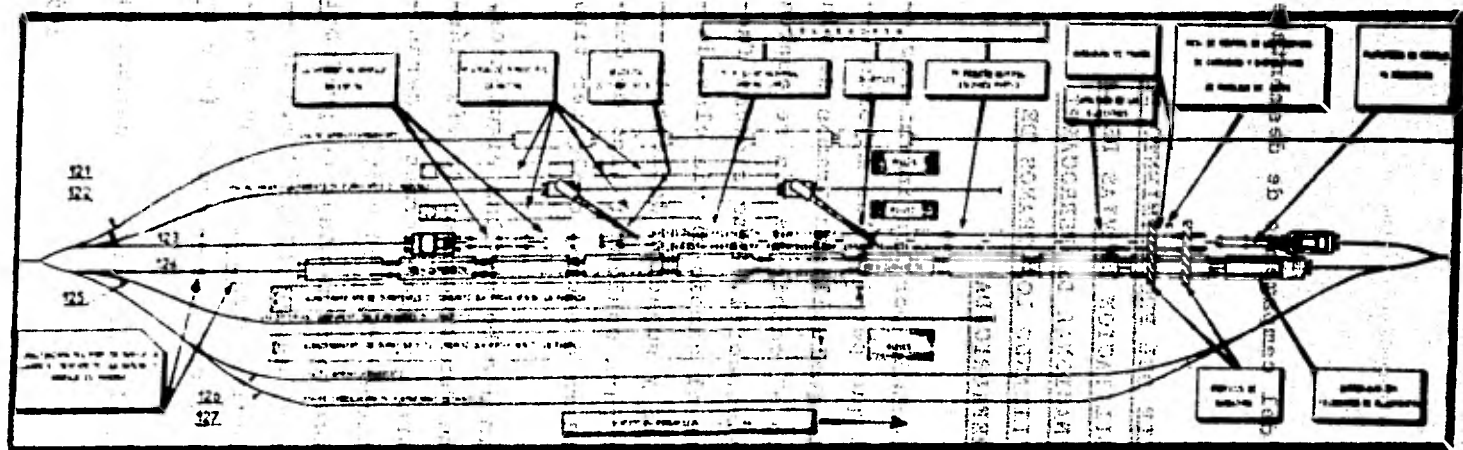
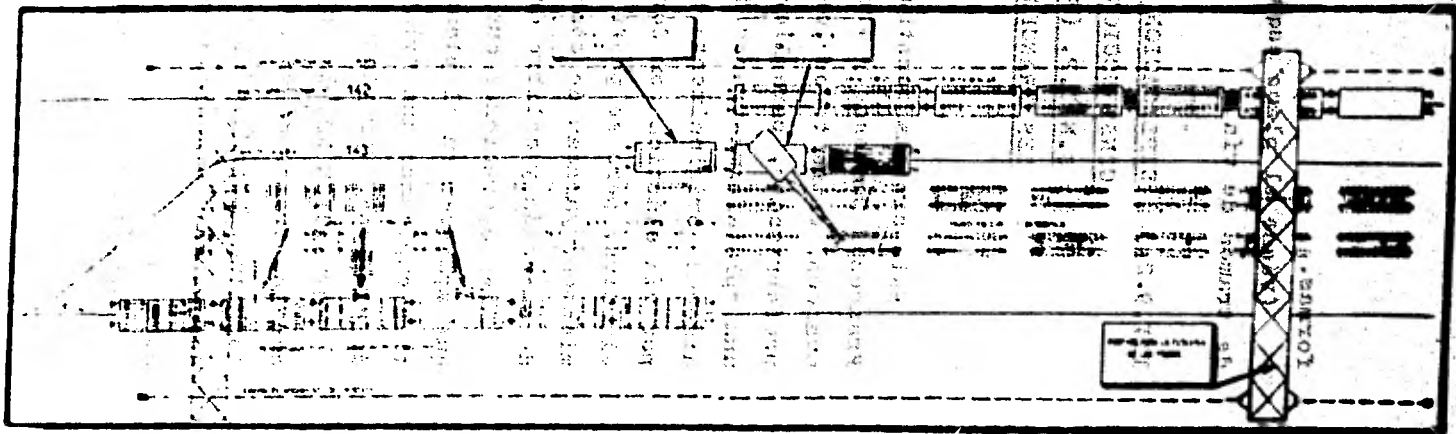


Fig. 53 PLANO ESQUEMATICO DEL CAMPAMENTO DE DESMONTAJE DE TRAMOS DE VIA



formas.

(Véase el plano esquemático del campamento de montaje de tramos de vía.)

**XII.9.2.3 EXPLICACION EN DETALLE DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION O REHABILITACION DE VIAS DE LA S.N.C.F. (SOCIEDAD NACIONAL DE FERROCARRILES FRANCESES), UTILIZANDO LOS TRAMOS DE VIA PREFABRICADA**

Este sistema constructivo diseñado por los ingenieros Franceses Duquesne y Giral es el que permite los mayores avances, entre todos los sistemas que utilizan tramos de vía prefabricados, para llevar a cabo el cambio de vía se emplea una "plataforma-trabe" de diseño especial. Este sistema fue diseñado originalmente para hacer el cambio de vía clavada por vía elástica con durmientes RS y sujeción doblemente elástica, pero se puede utilizar para cualquier tipo de durmientes, ya sean de concreto, madera o acero, cualquier tipo de sujeción y calibre de riel.

Las operaciones que se llevan a cabo son las siguientes, que aparecen en el plano "Sistema Constructivo" de vía elástica empleando una "plataforma-trabe y plataformas ligeras de "lorrys". (Ver planos esquemáticos: fig. 54 y 55).

OPERACION NO. 1: En el campamento de montaje se prefabrican los tramos de vía, lo más usual es 39' (11.887 m.) de longitud, pero pueden tener cualquier otra, con el auxilio de una grúa viajera o con una grúa auxiliar adecuada (ver figura 1).

OPERACION NO. 2: Los tramos así construidos se cargan en

FIG. Nº 1

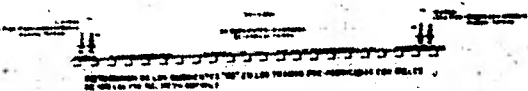
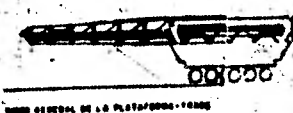


FIG. Nº 2



SECRETARIA DE ECONOMIA  
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FIG. Nº 3

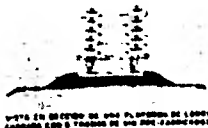


FIG. Nº 4

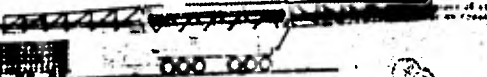


FIG. Nº 6



FIG. Nº 7

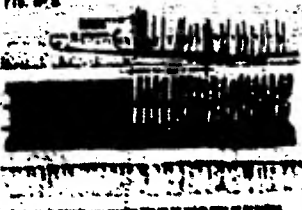


FIG. Nº 8

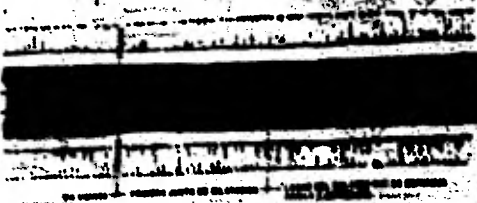


FIG. Nº 9

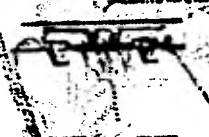


FIG. Nº 10



FIG. Nº 11



FIG. Nº 12



Fig. 54

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
SISTEMA CONSTRUCTIVO DE "UN PLATAFORMA-TORRE"

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE "UN PLATAFORMA-TORRE"  
EMPLEANDO UNA PLATAFORMA-TORRE Y  
PLATAFORMA-TORRE DE LANTERNA

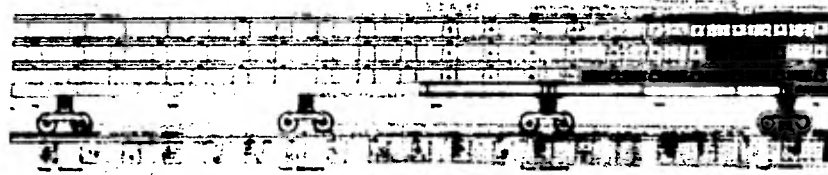
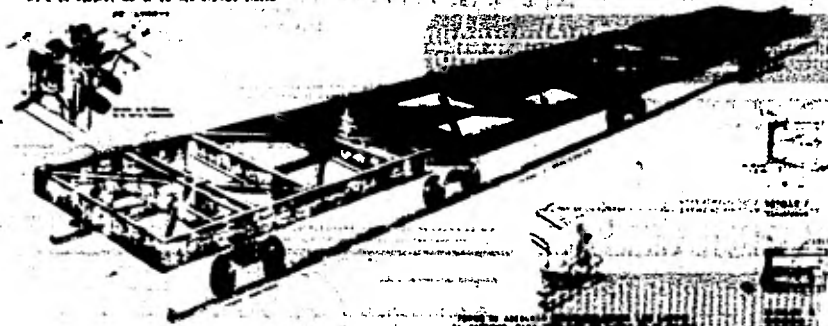
SECRETARIA DE ECONOMIA

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

PLANO DE PROYECCION DE LAS PLATAFORMAS LIGERAS

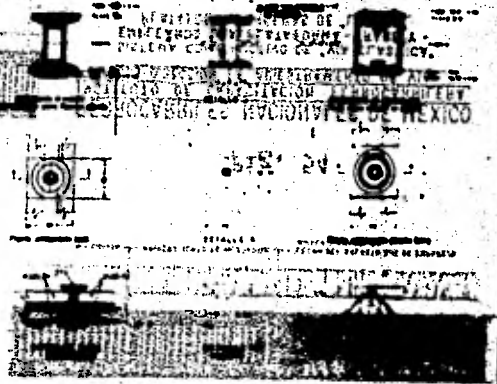


SECCION TRANSVERSAL ELEVACION PLANO LIGERO POR EL CENTRO



ESTRUCTURA DEL BASTIDOR

ENTRONS



FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FERROVIARIAS  
 SUB DIRECCION DE INVESTIGACION DE VEHICULOS  
 PLANO ESQUEMATICO PARA LA CONSTRUCCION  
 DE LAS PLATAFORMAS LIGERAS DE VEHICULOS

EN ESCALA



Fig. 55

plataformas ligeras de "lorrys" y utilizando la gran cama de balasto, siendo los tramos de vía prefabricados con un ancho de 12 x 1,60 m. con trucks pequeños, como puede apreciarse en el "plan" esquemático para las plataformas ligeras de "lorrys" y pueden soportar el peso de 5 tramos (ver figura 3).

**OPERACION NO. 3:** Una vez cargadas las plataformas ligeras en forma al tren de trabajo, el cual estará compuesto de la plataforma-trabe que tiene sistema propio de tracción y frenado (ver figura 2) e irá al frente, seguido de las plataformas ligeras cargadas, llevando en la parte posterior una máquina de patio con motores industriales de 35 HP o una máquina de patio (ver figura 4).

**OPERACION NO. 4:** El tramo de vía por sustituir se desarma y se coloca fuera de la cama de balasto, depositándose en un sopleado de la vía (ver figura 5). La superficie del balasto (se empareja) consolida, de manera que puedan depositarse los tramos de vía prefabricados, asimismo se corta uno de los rieles de la antigua vía para dejar los extremos frente a frente y poder unirlos a la primera junta de dilatación o en el primer tramo por colocar por medio de un emplanchado provisional (ver figura 6 y 7).

**OPERACION NO. 5:** Mediante la "plataforma-trabe" que dispone de unos malacates con ganchos, se toma de la plataforma de "lorrys" el primer tramo de vía prefabricado y ya levantado (ver figura 4a) el mecanismo de dicha plataforma lo llevará hacia adelante (ver figura 4b), quedando sobre el balasto preparado (ver figura 2a); los malacates permiten que el tramo baje lentamente hasta que asiente en la cama de balasto, poniéndose a tope con el tramo anterior y realizando el em-

planchuelado provisional (ver figura 5 y 6). Deben dejarse  
entre los extremos de los tramos una cantidad de superón  
necesario para garantizar el pasaje de la moldura, cuando  
esta se realice en el lugar mediante la aplicación de moldu-  
ras alumínicas.

**OPERACION NO. 6:** El tren de trabajo en estas condiciones  
avanzará una longitud igual a la de los tramos prefabricados  
quedando la "plataforma-trabe" sobre el tramo anteriormente  
descargado, procediendo a descargar el siguiente tramo y así  
sucesivamente hasta haber descargado (totalmente) la platafor-  
ma de "lorry".

**OPERACION NO. 7:** La "plataforma-trabe" descarga la plata-  
forma de "lorry" fuera de la vía ya que tiene un sistema de  
vigas laterales en cantilever y molacates viajeros que le per-  
miten realizar esta maniobra y depositarla en el terreno ad-  
yacente a la vía, este descarga se hace del lado contrario  
al que se depositó el material de recobro (ver figura 9).

**OPERACION NO. 8:** Los autogermos de la máquina de patio,  
empujarán las siguientes plataformas de "lorry" hasta la  
"plataforma-trabe" para repetir las secuencias explicadas, a  
cada uno de los tramos descargados deberá planchuelarse en  
forma provisional (figura 7 y 8) al anterior para dejar la  
vía en condiciones tales que permitan la circulación de los  
trenes.

**OPERACION NO. 9:** Al terminarse interrumpir los trabajos,  
se empalmará el último tramo de vía nueva con la antigua por  
medio de unas agujas aseguradas con prensas (ver figura 10).

La S.N.C.F. ha logrado avances de 350 m/h de vía total-  
mente rehabilitada utilizando el procedimiento descrito pero  
con una mayor mecanización. Se utiliza una "plataforma-trabe"

para la descarga de los tramos de vía prefabricados tal como se explicó, pero en lugar de desarmar manualmente la vía antigua, primero se descustrapan las juntas si es necesario de tal modo que queden éstas una frente a la otra. Los tramos de vía antigua se retiran de la vía utilizando otra "plataforma-trabe" que los carga en plataformas de "lorrys" montadas sobre una plataforma de ferrocarril, sobre la cual está adaptada una vía provisional, y va delante de la mencionada "plataforma-trabe". Una vez cargadas las plataformas de "lorrys" se desplazan hacia la plataforma de ferrocarril vacía jaladas por un malacate, para permitir la cargadura de la siguiente plataforma de "lorrys" vacía que es subida a la plataforma de ferrocarril por medio de la "plataforma-trabe" mediante el sistema de vigas laterales en cantilever y malacates viajeros explicado (ver figura 9). Para la descarga de los tramos de vía nueva prefabricados se utiliza la primera "plataforma-trabe" que trabaja en la misma forma que se destalló mediante las 9 operaciones citadas.

El trabajo final consistirá en el cambio de riel, para lo cual los nuevos rieles (L.R.S.) se descargan por el lado exterior por medio de trenes especiales llevándose a cabo la sustitución por procedimientos mecanizados, moviendo los rieles de recobro y colocando los nuevos rieles a su debido escantillón. Los rieles de recobro se cargan en plataformas por empuje del tren (ver figuras 12, 13 y 14) y se procede con una reguladora de balasto, una calzadora y una alineadora a terminar todos los trabajos de rehabilitación de la vía soldándose con soldadura aluminotérmica las juntas de los largos rieles soldados o de los tramos de 12 m. nuevos según proceda.



**SUSTITUCION MECANICA DE RUJES**

**PRINCIPIO DEL METODO**

**FIG. 56**

**ESCAZILLON NORMAL**

**RIEL NUEVO**

**RIEL POR RETIRAR**

**1040**

**DESPUES DE HABER PASADO EL PRIMER EQUIPO**

**1040**

**DESPUES DE HABER PASADO EL SEGUNDO EQUIPO**

**ESCAZILLON**

**NORMAL**

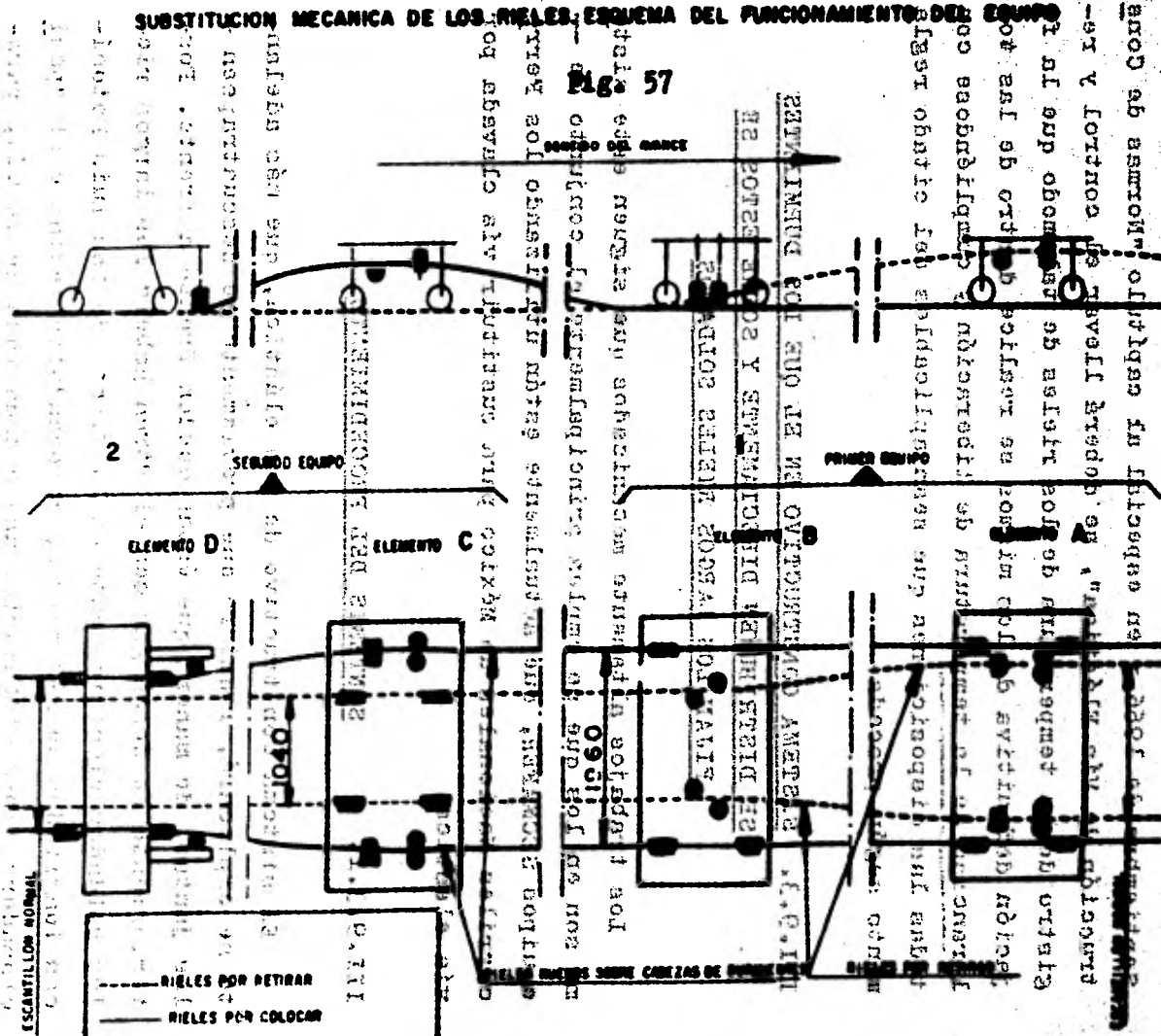
**RIEL NUEVO EN SU LUGAR**

**RIEL RETIRADO**

**1040**

ESCAZILLON NORMAL

--- RIELES POR RETIRAR  
— RIELES POR COLOCAR



2

ELEMENTO D

ELEMENTO C

SEGUNDO EQUIPO

1040

1960

Fig 57

En las partes que se indican en el dibujo se han de sustituir los rieles por los que se indican en el dibujo.

Para dar cumplimiento al Reglamento de Vía y Estructuras para los Ferrocarriles Mexicanos en vigor desde el 10. de Septiembre de 1966, y en especial al capítulo "Normas de Construcción de Vía Elástica", se deberá llevar el control y registro de la temperatura de los rieles de tal modo que la fijación definitiva de los mismos se realice dentro de las tolerancias de la temperatura de liberación y cumpliéndose con todas las disposiciones que sean aplicables del citado reglamento según proceda.

**III.9.3. SISTEMA CONSTRUCTIVO EN EL QUE LOS DURMIENTES SE DISTRIBUYEN DIRECTAMENTE Y SOBRE ESTOS SE FIJAN LOS LARGOS RIELES SOLDADOS**

Los trabajos altamente mecanizados que siguen este sistema son en los que se emplea principalmente el conjunto de equipos SECNAFER, que actualmente están utilizando los Ferrocarriles Nacionales de México para sustituir vía clavada por vía elástica.

**III.9.3.1. SÍNTESIS DEL PROCEDIMIENTO**

El sistema constructivo de vía elástica, que más adelante se explicará, requiere que previamente se descuatrapeen las juntas, de manera que éstas queden frente a frente. Posteriormente se descargan con el "tren Robel" los largos rieles soldados eléctricamente en la Planta de San Luis Potosí con longitudes de 272 metros, colocándolos mediante el "posicionador" sobre el balasto, uno a cada lado de la vía, para formar una vía auxiliar de escantillón de 3.90 metros.

Posteriormente, con los equipos SECMAFER, cargados en un tren de trabajo, se levantan los tramos de vía clavada de 12 m. de longitud, utilizando un sistema de "pérticas-viga" y se van depositando en plataformas vacías del propio tren.

Estos "pérticas-viga", tomarán los durmientes de concreto nuevos, de las plataformas en que vienen cargados y los distribuirán y colocarán espaciadamente sobre la cama de balasto que previamente fue nivelada y consolidada con un equipo denominado "conformadora".

Con el equipo llamado "colocador de rieles", se trasladan los largos rieles soldados y se depositan sobre los durmientes a los cuales ya previamente se les colocaron las placas de hule, quedando así ambos rieles a su escantillón estándar de 1.435 m. Con "atornilladoras" adecuadas se colocan y aprietan las fijaciones doblemente elásticas y finalmente utilizando la "reguladora" de balasto, la "calsadora" y la "alineadora" se deja totalmente terminada la vía, soldándose con soldadura aluminotérmica los largos rieles soldados de las longitudes ya mencionadas anteriormente.

OPERACION NO. 1: Con el "tren Robel" o con el auxilio de III.9.3.2 EXPLICACION DETALLADA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

DE VIA ELASTICA UTILIZANDO LOS EQUIPOS

"SECMAFER"

La explicación que a continuación se desarrolla debe complementarse viendo el plano de las distintas operaciones que se anexa al final de la descripción.

OPERACION NO. 1: Varios kilómetros adelante, una Cuadrilla Sistemal auxiliada con un track-mobile o utilizando tenazas irá llevando a efecto la operación del "descuadrado de rieles".

Posteriormente con equipos SECMAPER las juntas" de la vía clavada, para lo cual tendrá primera- Si se observa al ir de avanzar se observa que cortar la longitud de un medio riel, en uno de los hilos de los rieles como se ilustra en el plano. Se deben quitar todas las anclas de este hilo y levantar o quitar los clavos por el lado interior de la vía, así como desemplan- chuelar dichos rieles, de manera de poder mover con faci- dad los rieles hacia adelante en el sentido que indica la flecha, utilizando la fuerza tractiva del track-mobile o sen- cillamente mediante tenazas con un grupo suficiente de traba- jadores.

En la figura que ilustra la operación No. 1, se indica como se encontraba la vía "antes" de efectuar el descuatra- peo y como quedó la vía "después" de efectuado donde ya se observan las juntas frente a frente; lógicamente que debe volverse a emplanchuelar, anclar y clavar la vía para que continúe la circulación de los trenes, porque lo lógico es que esta cuadrilla, que está dedicada al descuatrapeo, esté adelante varios kilómetros de donde se va a efectuar la operación de rehabilitación de la vía con los equipos "SECMAPER".

**OPERACION NO. 2:** Con el "tren Robel" o con el auxilio de grúas, se descargarán los largos rieles soldados eléctrica- mente, que con longitud de 272 metros se están soldando en la planta fija de soldadura eléctrica existente en San Luis- Potosí. Como se aprecia en la figura que ilustra la opera- ción No. 2, los largos rieles soldados son descargados sobre la cabeza de los durmientes, situándolos en las posiciones "A" por el lado exterior de los rieles que constituyen la vía clavada.

**OPERACION NO. 3:** Con el equipo llamado "posicionador" se efectúan las dos operaciones que a continuación se explican:

a) Mediante la utilización de unas cuchillas que se adaptan a los brazos laterales del "posicionador" se nivelan los hombros del balasto en la forma indicada en la figura.

(Generalmente es necesario descargar alguna cantidad adicional de balasto para permitir efectuar este trabajo).

b) Cambiando las cuchillas por unas tenazas hidráulicas se traslapan los vigas o largos rieles soldados de las posiciones "A" a las posiciones "B", quedando los largos rieles descargados sobre el balasto anteriormente conformado y existiendo un escantillón entre ambos rieles soldados, situados en "B" del orden de 3.90 m. Los rieles colocados en "B" constituirán una vía provisional en la cual se van a mover los distintos equipos "SECMAPER" de los que hablaremos a continuación.

**FORMACION DEL TREN DE TRABAJO:** Según se muestra en el dibujo, el tren de trabajo está constituido al frente por una locomotora seguida por varias plataformas. Algunas de estas plataformas están vacías y servirán para cargar el material que se recobrará de la vía clavada, otras plataformas vienen totalmente cargadas con durmientes de concreto nuevos y las restantes plataformas vienen cargadas con los distintos equipos "SECMAPER" como son los "pórticos", la "viga", el "acoplador" y la "conformadora".

También constituyen parte del tren de trabajo el equipo denominado "posicionador", del que ya hablamos anteriormente y que está adaptado sobre una plataforma. También forma el tren de trabajo el equipo denominado "colocador de rieles" que aunque tiene tracción propia se mueve conjuntamente con el tren de trabajo a la salida y regreso del campamento.

Lógicamente antes de iniciar las labores y por tanto an-

tes de la salida del tren de trabajo, tiene que pedir la autorización de la oficina Despatchadora y proteger el lugar donde se va a trabajar de acuerdo con la regla 98.

**OPERACION NO. 4:** Los pórticos que vienen cargados en una de las plataformas del tren de trabajo se descargan utilizando sus propios motores y mecanismos hidráulicos, como se ilustra en la figura correspondiente, de manera que los 2 pórticos puedan circular sobre la vía auxiliar de 3.90 metros de escantillón a que nos referimos en la operación No. 3, dichos pórticos con su propia tracción tomarán de la plataforma correspondiente la viga que viene cargada en la misma y acoplándose los 2 pórticos con la viga constituyen un solo equipo que denominaremos "pórticos-viga", que se podrá mover libremente a través de la vía de 3.90 metros de escantillón para efectuar las operaciones que se van a explicar.

La vía clavada ya con sus juntas frente a frente se ha desemplanchuelado y el conjunto "pórticos-viga", mediante unas tenzas según se ilustra en la figura de la operación No. 4, agarra los hongos de los 2 rieles de la vía clavada y los levanta, pudiendo tomar después del primer tramo otro del 2o. tramo y trasladándose con la tracción de este equipo irá depositando los tramos de vía clavada (escaleras) en las plataformas vacías que vienen en el tren de trabajo.

Inmediatamente se traslada este conjunto "pórticos-viga" sobre las plataformas donde están cargados los durmientes nuevos de concreto y tomará utilizando unas uñas o paletas que tienen las vigas para levantar por los extremos cada camada de durmientes de concreto, los cuales descargarán en los lugares que se explicará en la operación No. 6.

**OPERACION NO. 5:** El balasto libre de la vía clavada, que

se desnivelado por los cajones o buces, donde estaban los durmientes de acero, tal como se ilustra en la figura de la operación No. 5 en el detalle "antes". La "conformadora" que viene cargada en una de las plataformas del tren de trabajo es descargada por sus propios sistemas hidráulicos, tal como se ilustra en la vista correspondiente y la misma también circulará sobre la vía auxiliar formada por los largos rieles soldados con escantillón de 3.90 metros y con su propia propulsión se moverá hasta el balasto desnivelado que ha quedado libre de la vía clavada y mediante las cuchillas y los rodillos vibratorios y demás mecanismos de la "conformadora", después de varias pasadas sobre el balasto desnivelado, logrará emparejar y nivelar el mismo, así como lo consolidará y lo conformará a la sección y al nivel que se ilustra en la figura correspondiente. (Detalles indicados "después".)

Obsérvese cómo se deja una zanja, al centro de la vía en la sección ya conformada del balasto, esta zanja tiene por objeto evitar el apoyo central de los durmientes monolíticos para evitar los momentos negativos que se producirían y que podrían provocar la fractura de los durmientes de concreto.

OPERACION NO. 6: Utilizando el conjunto "pórticos-viga" que según explicamos en la operación No. 4 habían cargado ya una camada de durmientes de concreto nuevos, se trasladarán los mismos desde la plataforma de durmientes hasta el tramo de balasto que quedó debidamente nivelado y conformado en la operación anterior.

Utilizando el sistema hidráulico los pórticos depositarán sobre el balasto los durmientes nuevos uno sí y uno no, ya que en la plataforma los durmientes vienen en contacto



...de los durmientes, de acuerdo con el espacio de 30 centímetros, de  
centro a centro, pero en cambio utilizándose los durmientes in-  
dividuales y alternos de las "paleas" una de las vigas que  
agarran los durmientes, al descargarlos "enfrentados", quedan en  
espaciadas en la vía a 60 centímetros centro a centro, de mane-  
ra que en cada operación de descarga de durmientes utilizán-  
do los partidos quedan distribuidos y espaciados los durmien-  
tes que entran en 24 metros de vía.  
OPERACION NO. 7: Sobre los durmientes así colocados (2  
trabajadores) uno por cada lado irán distribuyendo a mano las  
placas de hule y colocando sobre los durmientes las grapas y  
pernos de fijación.  
En esta operación debe tomarse especial cuidado en ba-  
rrer la superficie del concreto antes de depositar las pla-  
cas para evitar que se dañen las mismas.

OPERACION NO. 8: Esta operación consistirá en trasladar  
los largos rieles soldados del escantillón de 3.90 metros --  
hasta situarlos sobre las placas de hule y sobre los durmien-  
tes del escantillón estándar de 1.435 metros para lo cual se  
utilizará el equipo denominado "colocador de rieles", el cual  
se ilustra en planta y en elevación en la figura que explica  
la operación No. 8.  
Obsérvese que este equipo tiene propulsión propia, circula  
sobre la vía estándar de 1.435 metros y mediante la plú-  
ma en cantilever de 9 metros que tiene hacia el frente y con  
las tenazas que tienen sus brazos a cada lado, la misma aga-  
rra los largos rieles soldados por sus hongos, los levanta y  
los va cerrando del escantillón de 3.90 metros hasta el de -  
1.435 metros, el cual es alcanzado en el momento que deposi-  
ta suavemente los rieles sobre las placas de hule que ya fue

ron colocadas sobre los durmientes. En parte del espacio de 9 metros que media entre el extremo de la pluma y el primer truck del colocador de rieles, precisamente donde el riel ya ha hecho contacto con los durmientes, varias trabajadoras irán colocando a mano los pernos y las grapas y le dan un apriete provisional a mano para mantener el escantillón de 1.435 metros entre ambas rieles, ya que sobre el mismo va a continuar avanzado el "colocador de rieles".

**OPERACION NO. 9:** Inmediatamente atrás del "colocador de rieles" y con la utilización de 4 atornilladoras mecánicas, 2 por cada hilo de riel, se terminará el apriete de las grapas, utilizando los calibradores adecuados para garantizar que el apriete termine en el momento preciso que se produce el 2o. contacto de la grapa RM.

**OPERACION NO. 10:** Al terminarse la colocación de la viga ra al final de cada jornada de trabajo y con el fin de acelerar las operaciones de trabajo y no tener que cortar la viga ra que no siempre coincidirán los extremos de los largos rieles soldados de 272 metros con los extremos de los rieles de la vía clavada, se utiliza para esto un dispositivo denominado "acoplador", el cual viene cargado en una de las plataformas del tren de trabajo.

Este dispositivo está constituido por unas agujas especiales que vienen fijadas a un juego de madera especial y como el conjunto es pesado el mismo es cargado y descargado en el lugar para su colocación utilizando los "pórticos-viga".

Como se ve en la figura de la operación No. 10 el acoplador es descargado sobre el balasto inmediatamente después de los últimos durmientes de concreto, colocados de manera tal que las vigas puedan ser adaptadas a las agujas del acopla

deberá ser terminada diariamente la jornada de trabajo y mediante una serie de puentes y dispositivos de fijación por los cuales se restablecerá la circulación de los trenes sobre el accionador y a través del tramo de vía que acaba de rehabilitarse con vía elástica, con orden de precaución, hasta tanto se den por terminados los trabajos de afinación de la vía que son las operaciones que a continuación se van a explicar.

**OPERACION NO. 11:** Durante esta operación mediante una "reguladora" especial de balasto quedará debidamente conformada la sección reglamentaria de balasto.

**OPERACION NO. 12:** Mediante una calzadora Matisa del tipo auto-niveladora se procederá a consolidar y alisar el balasto al mismo tiempo que se nivela la vía, siguiendo la rasante marcada con estacas de nivel colocadas por los ingenieros.

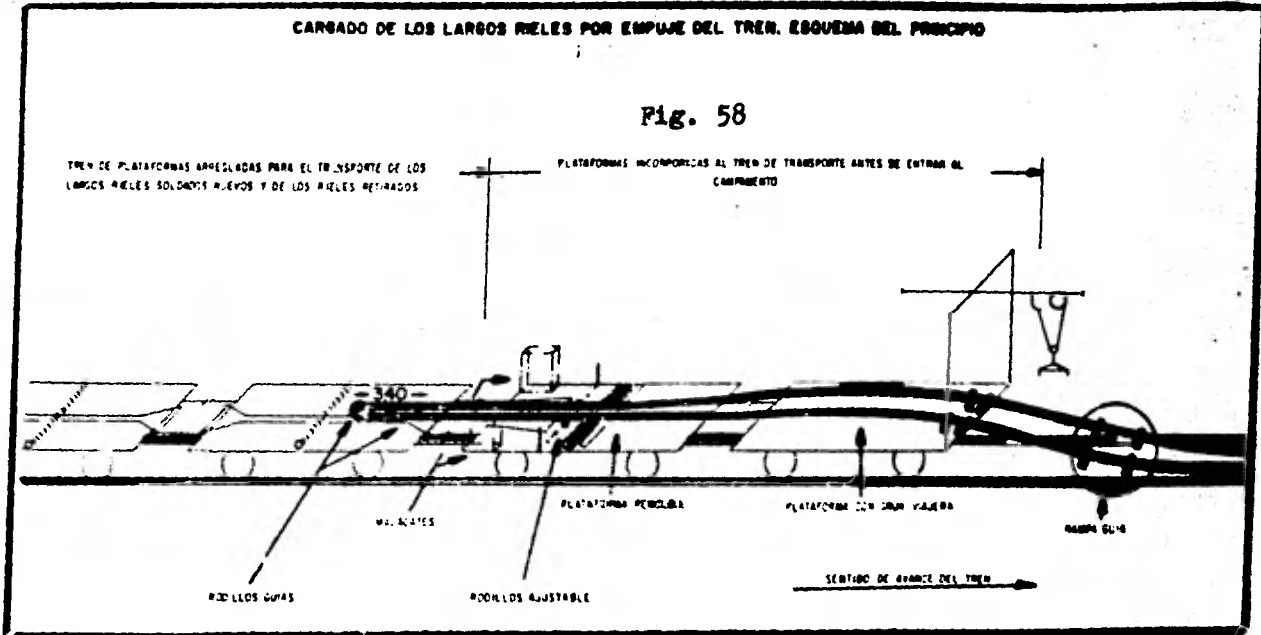
**OPERACION NO. 13:** Mediante una "alineadora especial" se procederá al alineamiento final de la vía siempre teniendo un control topográfico, mediante estacas o mojeneras colocadas por los ingenieros utilizando el tránsito.

En el momento más adecuado entre las operaciones 8 y 13 los largos rieles soldados eléctricamente de 272 metros deberán ser soldados entre sí, con soldadura aluminotérmica ejecutada en el terreno, llevando el debido control y registro de temperatura de los rieles, de manera que la fijación definitiva de los mismos se efectúe dentro de las tolerancias de la "Temperatura de Liberación" y cumpliéndose como es natural, con todas las disposiciones del capítulo denominado Normas para la Construcción y Conservación de Vía Elástica que oficialmente está aprobado y por tanto es de obligatorio cumplimiento en el Reglamento de Conservación de Vía y Estructu

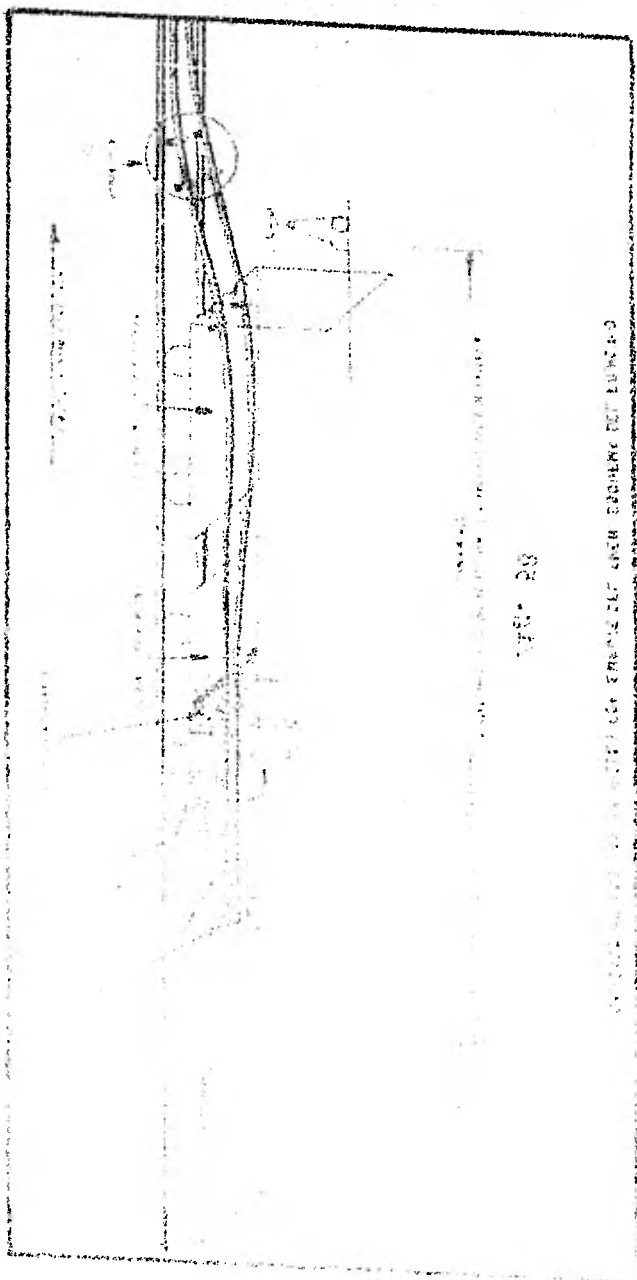
tras para los ferrocarriles Mexicanos, que está en vigor desde el 10. de septiembre de 1966.

CARGADO DE LOS LARGOS RIELES POR EMPUJE DEL TREN. ESQUEMA DEL PRINCIPIO

Fig. 58

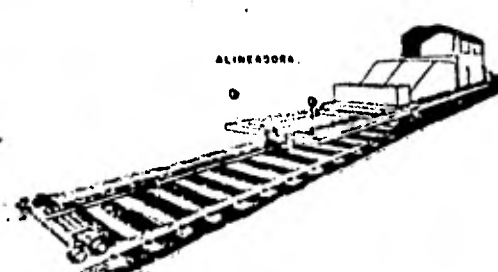
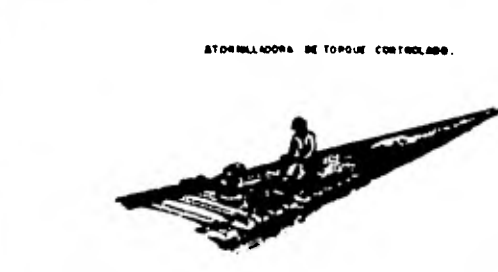
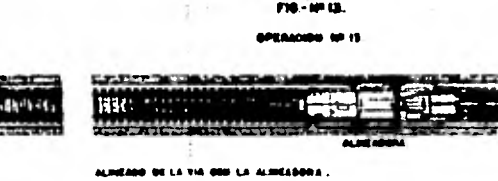
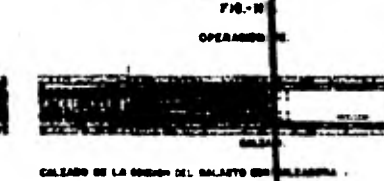
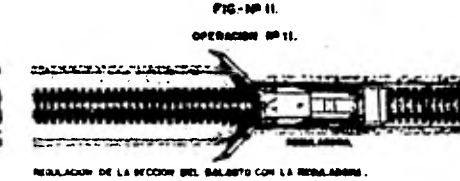
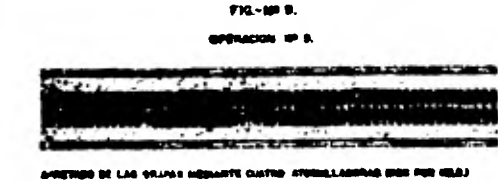
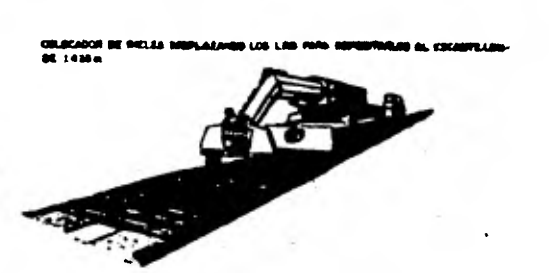
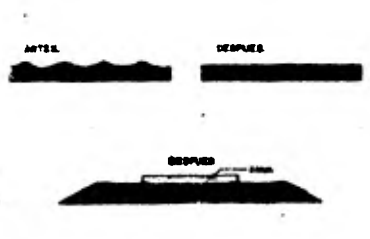
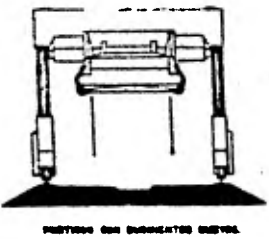
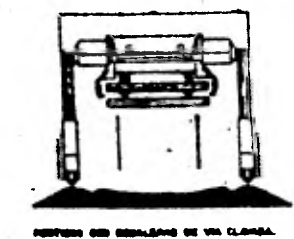
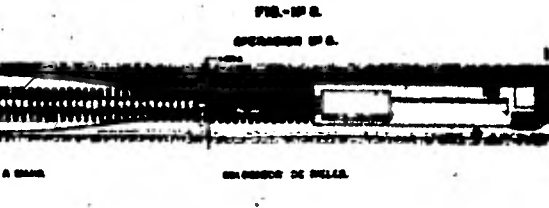
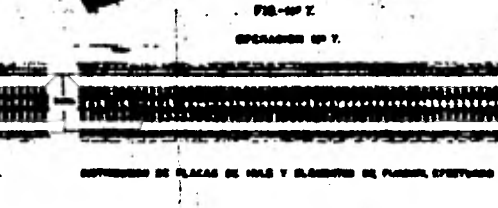
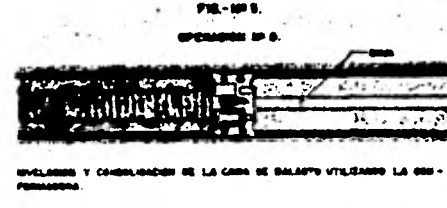
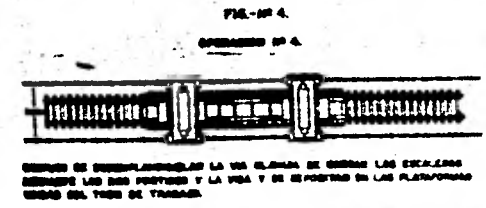
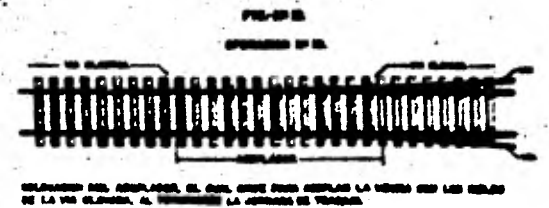
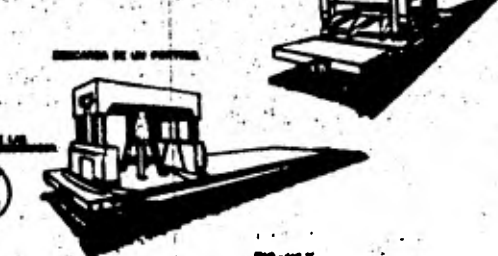
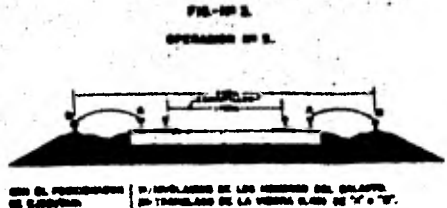
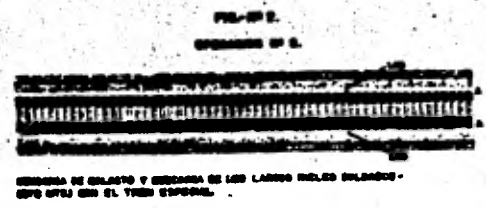
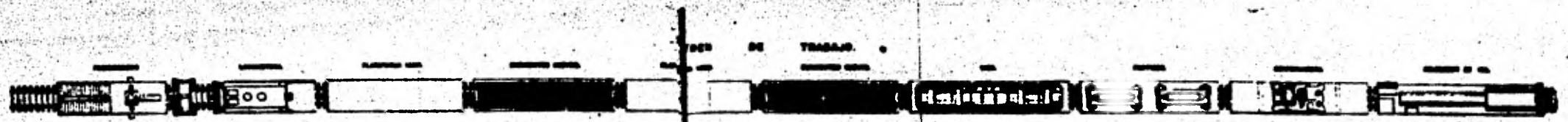
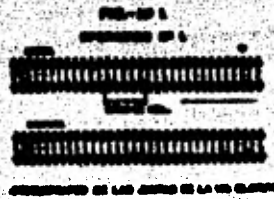


de el fo. de septiembre de 1966.  
en las líneas ferroviarias Mexicanas, que está en vigor des-



1966-20

CONSTRUCCION DE LA LINEA FERROVIARIA DE Toluca a Mexico D.F.



**FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO**  
**INSTITUTO DE CAPACITACION FERROCARRILERA**  
 SUB-DIRECCION DE ADIESTRAMIENTO DE VIA  
**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIA ELASTICA**  
 UTILIZANDO EQUIPOS ESPECIALIZADOS

SECRETARIA DE ECONOMIA  
 INSTITUTO DE CAPACITACION FERROCARRILERA  
 SUB-DIRECCION DE ADIESTRAMIENTO DE VIA  
 AV. DE LA VERA CLAS DE "V" O "W" N° 100  
 CDMX, MEXICO

So. -- Inspecciones extraordinarias o especiales. Que son

La indispensable que al término de la construcción de una vía férrea o cuando exista alguna en operación, se le debe dar un mantenimiento adecuado y evitar con esto, que la vía pueda desgastarse o deteriorarse.

La conservación como, que tiene por objeto corregir defectos menores antes de que lleguen a los límites de inseguridad, consiste en:

- a) Mantenimiento de la permeabilidad del balasto para un correcto drenaje.
- b) Intercambio de materiales defectuosos en forma oportuna.
- c) Cuidado de las fijaciones riel-durmientes y mantenimiento de las juntas con planchas, alfileres de tornillos y conservación de escantillón.
- d) Mantenimiento del apoyo de los durmientes sobre el balaste para evitar la formación de bolsas de agua.
- e) Rectificación y alineamiento y nivelación de la vía.

La rehabilitación de una vía férrea puede formar parte de la obtención de un mejoramiento superior a la misma, (con objeto de soportar diferentes volúmenes de tráfico o tener mayor velocidad en éste y puede tener actividades tales como el cambio de balaste, de durmientes o de diferentes calibres de riel.

Para poder controlar la conservación de una vía, se sigue el proceso de inspecciones que pueden ser de dos tipos:

- 1o.- Inspecciones periódicas. Que son establecidas de acuerdo con las condiciones topográficas, naturaleza y estado de la superestructura, naturaleza e importancia del tráfico, de las obras de drenaje, --

**2o.- Inspecciones extraordinarias o especiales.** Que son

inspecciones extraordinarias o especiales que se hacen en los tramos especiales de la vía, cuando se presentan anomalías de carácter excepcional, o cuando se requiere la inspección de los trabajos de conservación de la vía en los tramos especiales.

a) Jefes de vía.- Cuyos recorridos se hacen en autoarrión,

de una manera que cuando menos cubra los recorridos mensuales sobre la división a su cargo, haciendo inspecciones a pie cuando lo amerite un tramo especial de vía, habiéndose

b) Supervisores de vía.- Cuyos viajes especiales se hacen

en autoarrión a velocidad máxima de 20 Km/h., debiendo recorrer a pie algunos tramos de su distrito. Verifican la alineación, la elevación y el alineamiento de las curvas e inspeccionan los cambios de la vía principal.

c) Mayordomos de sección.- Que recorren a pie con la frecuencia que se requiera el tramo a su cuidado, verificando en cada recorrido los cambios y demás instalaciones de su sección.

d) Guardavías.- Que recorren diariamente a pie el tramo de su sección, haciendo revisión y corrigiendo los defectos de los cambios y juntas, ejecutando en general aquellos trabajos que puedan desempeñar por sí solos.

Con base a los resultados de las inspecciones, los trabajos de conservación de la vía están directamente encomendados a las cuadrillas de sección, cuando éstos son ejecutados en reparaciones parciales o por tramos, siendo los mayordomos de las mismas los únicos responsables directos de las condiciones físicas que tenga la vía a su cargo.



Finalmente cabe mencionar que las siguientes son las principales reparaciones que se realizan en las vías férreas.

**A) PARCIALES O POR TRAMOS:** Comprende cualquier clase de reparaciones en uno o más puntos distantes, cuya naturaleza puede ser la siguiente: supresión de raíles; sustitución de golpes; cambio de durmientes; entalle de durmientes; sustitución de raíles y accesorios de vía; limpieza de canchales, con tracunetas, ranjas, así como el desaholve en puentes y alcantarillas; barrajes de cambio, etc.

**B) CONTINUAS O GENERALES:** Abarcan un tramo largo de vía y comprenden diversas clases de trabajos que se ejecutan al mismo tiempo (no se incluye la elevación de la vía con balasto nuevo). Así se menciona: cambio de durmientes (si es posible todos los clasificados con dos rayas amarillas, que indican que se encuentran en péximo estado); espejamiento de durmientes; nivelación; alineamiento y calzado de juntas; apriete y reposición de tuercas y tornillos, rotes e faltantes; reclavado de clavos - zancos y reposición retaqueado; ajuste y reposición de anclas; reposición de planchuelas agrietadas o rotas; inspección minuciosa de vía, raíles y accesorios, etc.

Existe otro aspecto de la conservación de una vía que consiste en la reconstrucción del balasto de la misma, cuyo trabajo comprende la reparación general y la nivelación con la aplicación de nuevo balasto, renovación de durmientes y elevación de la vía en tramos continuos.

Este trabajo es ejecutado por cuadrillas sistémicas a las que se ha proporcionado para los fines de la nivelación, de máquinas multicalzadoras y reguladoras de balasto y oca-

Finalmente cabe mencionar que las brigadas de los Fe. No. 1 y 2, en las que se encuentran los talleres de reparación de vagones, deben estar organizadas de tal manera que permitan atender a las reparaciones de los vagones en un tiempo razonable.

- a) Reparación de los vagones en un tiempo razonable.
- b) Reparación de los vagones en un tiempo razonable.
- c) Reparación de los vagones en un tiempo razonable.

Resumiendo, una vez construida la vía férrea, es de fundamental interés la conservación de ésta, ya que así se asegura la vida útil y por lo tanto se reduce al costo final en su utilización a través de ciertos períodos de tiempo. La conservación tiene que guardar las propiedades fundamentales de los diferentes elementos constitutivos, para mantener un equilibrio estático y elástico en la naturaleza de la vía, no solo en lo concerniente a las instalaciones fijas, sino también a las instalaciones móviles (equipos rodantes) que transitan por la misma. Por lo tanto, para la conservación de la vía está constituida por el mantenimiento y reposición de la vía férrea y conservación de las terracerías y obras de drenaje.

2) Renovación del surtiente y balasto

- 1) Conservación de rieles y accesorios.
- 2) Conservación del alineamiento y sobre-elevación de las curvas.
- 3) Conservación de cambios.



1974

CAPITULO I

SEMINARIO SUS "EL FERROCARRIL", SUS ORIGENES, HISTORIA Y DESARROLLO EN MEXICO. -- D.O.M.O.D

1.- **ECONOMIA DE LOS TRANSPORTES.**

1974 **F.C.E.** 1956

2.- **ESTRUCTURA ECONOMICA Y SOCIAL DE MEXICO.**

**F.C.E.** 1959

3.- **FERROCARRILES 1969**

**F.C.E.** 1969

4.- **ESTUDIO ECONOMICO DE FERROCA-**

**RILES. (TESIS PROFESIONAL)**

**F.C.E.** 1972

5.- **"LOS FERROCARRILES DE MEXICO"**

**UNA VISION SOCIAL Y ECONOMICA.**

**F.C.T.** 1974

6.- **PROBLEMAS ECONOMICOS DE MEXICO.**

**U.N.A.M.** 1975

7.- **SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS**

**MEXICO 1970-1976.**

8.- **X CONGRESO NACIONAL DE INGENIE-**

**RIA CIVIL.**

9.- **"EL SISTEMA FERROCARRILERO ME-**

**XICANO, UN BREVE BOSQUEJO".**

**MEXICO** 1976

9.- **ESTADISTICA FERROVIARIA NACIO-**

**NAL.**

**F.C.E.** 1976

**F.C.E.** 1977

1974

1977

1976

1977

369

10.- S.C.T.  
D.G.F.O.

A I F A R O **POLITICA EN COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES.**

I O I U **MEXICO** 1976

11.- BIBLIOTECA FE.NE.MEX. "EL FERROCARRIL, SUS ORIGENES,  
IMPORTANCIA Y DESARROLLO".

MEXICO 1977

12.- MIGUEL SANCHEZ ORTIZ "PROGRAMA PARA LA CLASE DE FERRO-  
CARRILES (VIAS TERRESTRES

IV) DE LA CARRERA DE INGENIERO  
CIVIL (TRES PROFESIONALES)

I.P.N.O. 1977

13.- ING. GONZALO MEDINA V. "APUNTES DE VIAS FERREAS"  
U.N.A.M.

14.- COMISION NACIONAL MEXI "REVISTA TECNICA: FERROCARRILES  
CANA DE LA ASOCIACION MEXICANOS

DEL CONGRESO PANAMERI "NATURALEZA ECONOMICA DE LAS  
CANO DE FERROCARRILES. EMPRESAS FERROVIARIAS".

LIC. U. AUGUSTO ROBLES H. "LIC. U. AUGUSTO ROBLES H.  
AÑO 3 NUM. 10 4o. TRIM. 1968

"PLANEACION DEL SERVICIO DE  
TRANSPORTE FERROVIARIO".

ING. AURELIO DIAZ ARZOB. "ING. AURELIO DIAZ ARZOB.  
AÑO 5 NUM. 16 2o. TRIM. 1970

"INFORMACION ESTADISTICA NECES-  
SARIA PARA ORIENTAR OPORTUNA-

MENTE LA EXPLOTACION DEL FERRO  
CARRIL".

ING. ARIEL MORALES R. "ING. ARIEL MORALES R.  
AÑO 4 NUM. 11 1er. TRIM. 1969

AÑO 5 NUM. 15 1er. TRIM 1970

- 15.- **S.C.O.P.** **REVISITA DE FERROCARRILES EN MEXICO**.  
**TRANSPORTES.**  
**FERROCARRILES Y CAMIONES EN EL SIGLO XIX.**  
**EPOCA II NUM. 11 JUL-SEP 1968**  
**MEXICO**
- 16.- **ING. FRANCISCO COROZ** **"LA PLANIFICACION, PROGRAMACION Y EJECUCION DEL FINANCIAMIENTO DE LAS INVERSIONES EN VIAS FERREAS"**.  
**REVISTA TECNICA: FERROCARRILES**  
**MEXICANA (EPOCA III) DIVISION DE FERROCARRILES (PARA INGENIERIA)**  
**NO 3 NUM. 10 DIC. 1975**  
**M.F.I.**
- 17.- **S.C.O.P.** **ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE PARTE TERCERA**  
**PARTE QUINTA**  
**MEXICO 1957**
- 18.- **ING. HUMBERTO LOPES G.** **DINAMICA DE TRENES**  
**MEXICO 1958**
- 19.- **FRANCISCO COROSTIETA P.** **EVALUACION Y ANTEPROYECTO DEL FERROCARRIL GUADALAJARA-SALTILLO. (TESIS PROFESIONAL)**  
**U.N.A.M. 1966**
- 20.- **FE.NE.MEX.** **REGLAMENTO DE CONSERVACION DE FERROCARRILES Y ESTRUCTURAS.**  
**MEXICO 1967**

- 21.- **JOSÉ ANTONIO VILLALBA** **TRATADO DE FERROCARRILES** MEXICO 1969
- 22.- **IGNACIO Y CARRERAS** **NORMAS DE INGENIERIA PARA VIAS** MEXICO 1975  
**DE FERREAS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA.**
- 23.- **FRANCISCO M. TOÑO** **II FERROCARRILES** R.S.I. 1976
- 24.- **JOSE ANTONIO VILLALBA** **ALGUNOS PUNTES SOBRE CARRETERAS PARA LA ASIGNATURA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE. (TESIS PROF.)** U.N.A.M. 1979
- 25.- **SILVIO MANUEL SEDA** **PUNTES DE FERROCARRILES (PARA UN CURSO SEMESTRAL).** I.P.N. 1979
- 26.- **COMISION NACIONAL MEXICANA DE LA ASOCIACION MEXICANOS. (VARIAS)** **SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MODERNOS DE VIA.** MEXICO 1973  
**ING. MATIAS CARRASCO CARMONA**  
**ING. NIGUOL PALMER SANCHEZ**
- 27.- **LIBRAIRIE LAROUSSE** **PEQUEÑO LAROUSSE ILUSTRADO** 1977