

**INFORME
SOBRE
LOS ESTUDIOS DE UN PLAN DE NUEVA CONSTRUCCION
FERROVIARIA EN PARAGUAY**

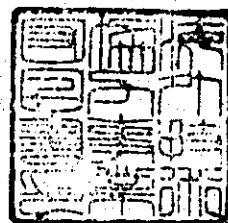
OCTUBRE 1964

**OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
(AGENCIA DE COOPERACION TECNICA CON ULTRAMAR)**

INFORME
SOBRE
LOS ESTUDIOS DE UN PLAN DE NUEVA CONSTRUCCION
FERROVIARIA EN PARAGUAY

OCTUBRE 1964

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
(AGENCIA DE COOPERACION TECNICA CON ULTRAMAR)

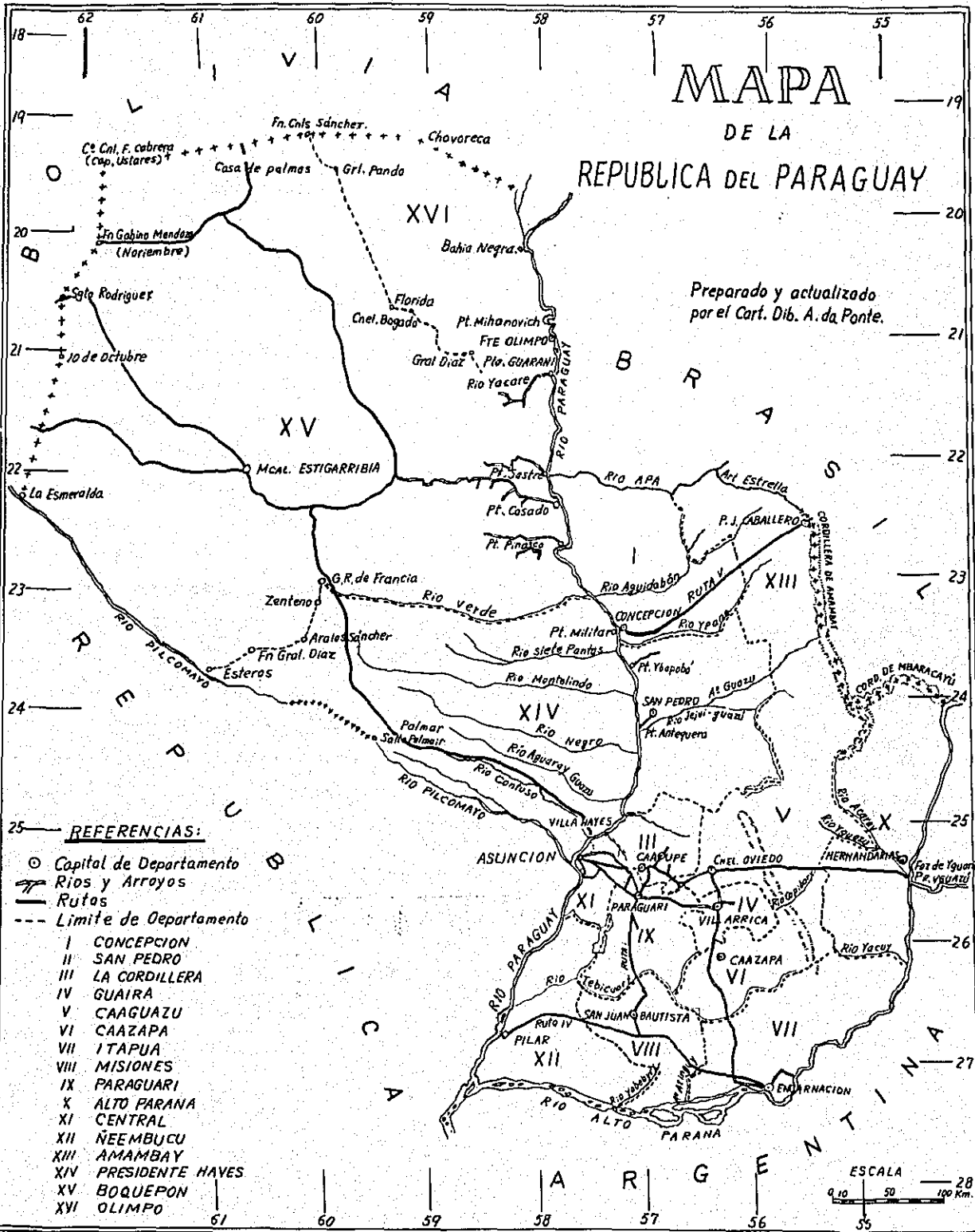


国際協力事業団	
受入 '84. 3. 23 月日	70.8
登録No. 01762	61.6
	KE

MAPA

DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY

Preparado y actualizado
por el Cart. Dib. A. da Ponte.



REFERENCIAS:

- ⊙ Capital de Departamento
 - Ríos y Arroyos
 - Rutas
 - - - Limite de Departamento
- I CONCEPCION
 - II SAN PEDRO
 - III LA CORDILLERA
 - IV GUAIRA
 - V CAAGUAZU
 - VI CAAZAPA
 - VII ITAPUA
 - VIII MISIONES
 - IX PARAGUARI
 - X ALTO PARANA
 - XI CENTRAL
 - XII NEEMBUCU
 - XIII AMAMBAY
 - XIV PRESIDENTE HAYES
 - XV BOQUEPON
 - XVI OLIMPO

ESCALA
0 10 50 100 Km.

PREFACIO

El Gobierno japonés, a petición del Gobierno del Paraguay, decidió realizar un estudio básico sobre la construcción de nuevas líneas ferroviarias del Ferrocarril Nacional de ese país y encargó su ejecución a esta Agencia de Cooperación Técnica con Ultramar, una organización ejecutiva de los proyectos del Gobierno. Esta entidad, para su eficaz realización, nombró una Misión compuesta de 6 especialistas, encabezada por el Ing. Tatsumi Wani de los Ferrocarriles Nacionales Japoneses, teniendo en cuenta la importancia que tiene la explotación ferroviaria para el Paraguay.

La Misión salió de Tokyo el día 28 de marzo de 1964 y, permaneciendo allí cerca de mes y medio, realizó estudios sobre varios aspectos del plan de la nueva construcción ferroviaria, reconociendo las rutas propuestas y recopilando los datos referentes. Los estudios se realizaron sin dificultades, gracias al especial respaldo y colaboración del Gobierno del Paraguay, pudiendo llegar a presentar este informe.

Nuestra entidad se estableció en junio de 1962, como una organización ejecutiva de los proyectos de la colaboración técnica con el exterior y ha venido realizando varias actividades del nivel gubernamental tales como el envío de misiones, recepción de los estudiantes extranjeros y ofrecimiento de servicios de consulta a los países en proceso de desarrollo.

Sería una alegría enorme para nosotros si este informe pudiese contribuir a la promoción del plan ferroviario que es una de las líneas principales de la política del Gobierno del Paraguay y así como a la de la relación fraternal y el intercambio económico de los dos países.

Para terminar queremos agradecer muy especialmente a las autoridades del Gobierno del Paraguay que han prestado a la Misión una asistencia preciosa, a los miembros de la Misión, a los diplomáticos japoneses que les han ayudado en la realización de los estudios y al Ministerio de Transporte, el Ministerio de Asuntos Exteriores y a los Ferrocarriles Nacionales que colaboraron en el envío de la Misión.

Overseas Technical Cooperation Agency

Gerente General



SHINICHI SHIBUSAWA

SUMARIO

	<u>Paginas</u>
Prefacio	
I. Constitución de la Misión y su programa	1
II. Programación de los estudios y su realización	3
1. Objeto	3
2. Orientación general	3
3. Contenido y método	3
III. Resultados de los estudios	5
1. Plan de modernización del Ferrocarril Central	5
1 - 1 Superestructura	5
1 - 2 Material rodante	17
1 - 3 Transporte	26
2. Plan de construcción de nuevas líneas	30
2 - 1 Líneas internacionales paraguayo-brasileñas..	30
2 - 2 Línea ENCARNACION - CARRENDY	30
3. Plan del puente internacional ENCARNACION - POSADAS sobre el río Paraná	60
IV. Conclusión	65

I. CONSTITUCION DE LA MISION Y SU PROGRAMA

1. Constitucion de la Mision

Calidades/Nombre y apellido	Organización a que pertenece y su oficio	Especialidades	Encargo en la Misión
Jefe	Jefe de la sección Obras Públicas de la Oficina Construcción y Mantenimiento	Planeamiento de la Construcción de líneas ferroviarias	Dirección en general
	Jefe Ayudante de la sección Construcción de Nuevas Líneas de la Oficina de Construcción	Asuntos referentes a las líneas de nueva construcción	Asuntos generales - Contabilidad
	Jefe de la sección Aumento de Vías de la Oficina Construcción de Morioka	Obras de arte de las líneas de nueva construcción	Encargado de artículos en general
	Jefe Ayudante de la sección Vías de la Oficina Construcción y Mantenimiento	Manutención de la superestructura de vía	Plan de enlace de las redes extranjeras con diferentes trochas
	Ingeniero Jefe de la Oficina Diseño para el Material Rodante	Explotación del material rodante	Plan de modernización y Renovación de las líneas existentes
Miembro	Jefe Ayudante de la sección Construcción Mantenimiento del Departamento de los Ferrocarriles Nacionales de la Oficina Supervisión de los Ferrocarriles del Ministerio del Transporte	Planeamiento de la explotación nacional y del desarrollo de los medios del transporte	Enjuiciamiento de la situación general de la economía, base para el planeamiento de la explotación ferroviaria

2. Programa de Estudios

Fecha		Salida	Llegada	Alojamiento	Medio de transporte	Advertencias	Tiempo
Mes	Día						
3	28 Sab.	Haneda	Nueva York	Nueva York			Claro
3	29 Dom.	Nueva York	Asuncion	Asuncion			Lluvia
3	30 Lun.			"			Claro
3	31 Mart.			"			"
4	1 Mier.			"			"
4	2 Juev.			"	Dos carros alquilados	(Arreglo preliminar con las autoridades interesadas sobre el contenido de los estudios etc.	"
4	3 Mier.			"	"	(Arreglo preliminar sobre el contenido de los estudios y el asunto de intérpretes	"
4	4 Sab.			"	"	(Pedido de los datos referentes a los estudios, hecho el contrato con dos intérpretes para durante la estadía	"
4	5 Dom.			"	"	(Visita a los alrededores de Asunción y la carretera principal	"
4	6 Lun.	Asuncion	Encarnacion	Encarnacion	Servicio aéreo nacional	Visita a Encarnación para hacer estudios sobre la línea para la explotación de las regiones del sur	"
4	7 Mart.	Encarnacion	Fram		Dos carros alquilados	Estudios sobre las rutas de las líneas ENCARNACION - Carrrendy y CARMEN-CARRENDY y ENCARNACION - POSADAS (localización del puente internacional)	"
4	7 "	Fram	Carmen		"		"
4	8 Mier.	Chirol	Altoparana	Chirol	Dos carros alquilados		"
4	9 Juev.	Altoparana	Encarnacion	Altoparana	"		"
4	10 Vier.	Altoparana	Asuncion	Encarnacion	Servicio aéreo nacional	Examen de los datos obtenidos; arreglo de la visita a YGUAZU y GUAYRA; visado para el Brasil	"
4	11 Sab.			"	"	El día 14, llegó el equipaje para los estudios	"
4	12 Dom.			"	"		"
4	13 Lun.			"	"		"
4	14 Mart.			"	"		"
4	15 Mier.	Asuncion	Stroessner		Dos carros alquilados		Duvia
4	15 Mier.	Stroessner	Yguazu	Yguazu	"	Visita a la carretera internacional ASUNCION - STROESSNER, estudios sobre la ruta VILLA RICA - GUAYRA; 2 peones contactados en servicio	"
4	17 Vier.	Yguazu	Yguazu	Asuncion	"		Duvia. Claro
4	18 Yguazu			"	"		"
4	19 Dom.			"	"	Visita al ramal ABAI, estudios sobre las rutas ABAI- YGUAZU y VILLA RICA - GUAYRA	"
4	20 Lun.	Asuncion	Sapucay	Sapucay	Dos carros alquilados		"
4	21 Mart.	Sapucay	Abai		"		"
4	21 "	Abai	Sapucay	Sapucay	"		Duvia
4	22 Mier.	Sapucay	Villa Rica		"		Nubuloso
4	22 "	Villa Rica	Asuncion	Asuncion	"		"
4	23 Juev.			"	"	Estudios de los datos obtenidos	"
4	24 Vier.			"	"		"
4	25 Sab.			"	"		"
4	26 Dom.			"	"	Asistencia acompañando al Presidente del Ferrocarril Central, al congreso paraguayo-brasileño sobre el enlace de las dos redes, celebrado en San Paulo (por avión)	Claro. Duvia
4	27 Lun.			"	"	El día primero, regreso a ASUNCION	"
4	28 Mart.			"	"		"
4	29 Mier.			"	"		"
4	30 Juev.			"	"		Nubuloso
5	1 Vier.			"	"		"
5	2 Sab.			"	"		Nubulos. Claro
5	3 Dom.			"	"		"
5	4 Lun.			"	"		"
5	5 Mart.			"	"	Reconocimiento aéreo de las ruta de las líneas propuestas	"
5	6 Mier.			"	"	Informe sumario sobre el resultados de estudios a las autoridades interesadas	"
5	7 Juev.			"	"	Salida para Japón	"
5	8 Vier.	Asuncion		"	"		"
5	9 Sab.			"	"		"
5	20	Haneda		"	"		"

II. PROGRAMACION DE LOS ESTUDIOS Y SU REALIZACION

1. Objeto

El objeto del envío de la Misión consiste en hacer estudios técnicos preliminares acerca del Plan de Construcción de Nuevas Líneas del Ferrocarril Nacional del Paraguay para ofrecer datos básicos para su realización posterior.

2. Orientacion general

2 - 1 De la actual situación económica, factor básico para el planeamiento de la explotación ferroviaria:

2 - 1 - 1 Recopilar todos los datos válidos que sean posibles de conseguir entre libros, documentos, informes ya existentes y las explicaciones de las personas interesadas, siendo imposible averiguarlo todo por nuestra propia cuenta debido a la escasez del tiempo y del número de miembros de la Misión.

2 - 1 - 2 De la situación actual del transporte. Tratar activamente de captar moviendonos amplia y enérgicamente para recopilar los datos y someterlos luego a un análisis minucioso.

2 - 2 De la construcción de nuevas líneas. Se dará más énfasis a la averiguación de las posibilidades técnicas y a la concretización del Plan más que al examen de la economicidad de las inversiones.

2 - 3 Se realizará el reconocimiento tanto aéreo como por tierra de la red ferroviaria existente, las posibles rutas de las nuevas líneas, ríos y carreteras.

2 - 4 Se tratará de conseguir la máxima precisión en los estudios y, por consiguiente, en la elaboración del plan de la nueva construcción ferroviaria y de otros planes.

2 - 5 Se dedicará la primera mitad de la estadía, sobre todo, al reconocimiento y la segunda mitad, a la recopilación de los datos y el análisis de ellos.

3. Contenido y metodo

3 - 1 Contenido de los estudios

Los objetos principales de los estudios serán:

3 - 1 - 1 Plan de Modernización del Ferrocarril Central

- cuyo objetivo consistirá en la elevación de la actual velocidad de 30 km/h a la de 60 - 70 km/h

3 - 1 - 2 Plan de la Construcción de nuevas líneas

(1) Líneas internacionales paraguayo-brasileñas

- a. línea ASUNCION - VILLA RICA - GUAYRA
- b. línea ASUNCION - ABAI - PTO. STROESSNER

(2) Línea para la explotación de las regiones del sureste donde se encuentran varias colonias ya en explotación

- línea ENCARNACION - PTO. STROESSNER

3 - 1 - 3 Plan del puente internacional ENCARNACION - POSADAS sobre el río PARANA.

- se tratará de recopilar todos los datos que sean posibles de conseguir entre libros, documentos, informes y las explicaciones de las personas interesadas para someterlos luego a un análisis, efectuando, al mismo tiempo, el reconocimiento del local.

3 - 2 Métodos a emplear al realizar los estudios

3 - 2 - 1 Conseguir como indicamos más arriba todos los datos que sean posibles del Gobierno y del Ferrocarril Central, pidiendo activamente al mismo tiempo las explicaciones de las personas interesadas.

3 - 2 - 2 De los mapas y fotografías aéreas se recurrirá no sólo a las organizaciones gubernamentales del Paraguay sino también a las oficinas locales de los E. E. U. U.

3 - 2 - 3 Se realizará el reconocimiento tanto aéreo como por carro y a pie de los locales, utilizando aparatos de medidas.

3 - 2 - 4 Del cordón de vehículos y barcos, se pedirá su realización al Gobierno en caso de que sea necesaria.

III. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

1 Plan de modernización del Ferrocarril Central

1 - 1 Superestructura

1 - 1 - 1 Objetos y fines de la modernización del Ferrocarril Central

La superestructura, especialmente los rieles, cambios de vía, durmientes, balasto etc. se encuentran generalmente en un estado mediocre. Es de desear que se proceda inmediatamente a elaborar un plan de renovación, si se desea el aumento de la capacidad del transporte y de la velocidad de los trenes en el futuro o la racionalización de la explotación en los momentos actuales.

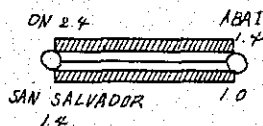
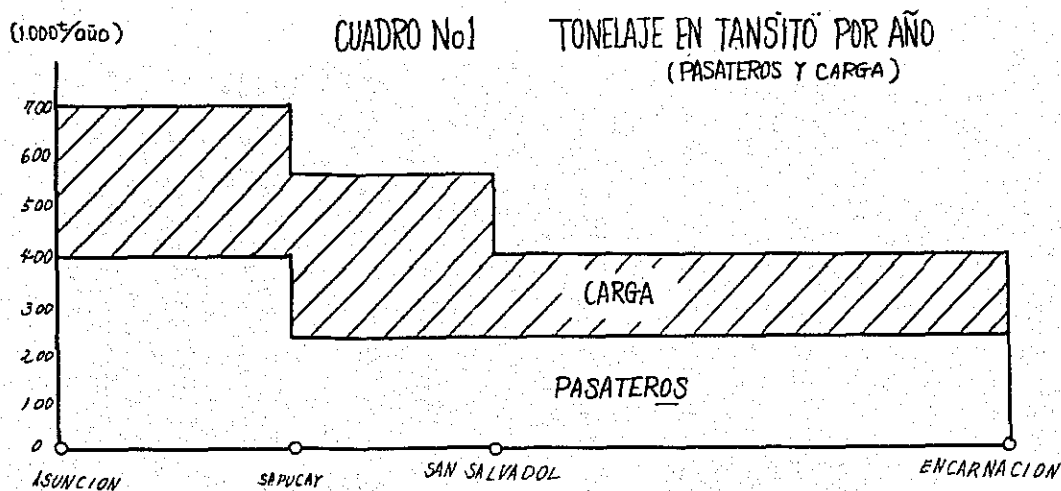
A continuación resumimos los objetos y fines concretos de la renovación:

- A. El trabajo principal encargado a esta Misión era hacer un estudio preparatorio sobre la posibilidad de construir nuevas líneas internacionales que conecten con la red brasileña. Construida estas nuevas líneas internacionales, es de suponer que se efectuarán operaciones directas entre éstas y el Ferrocarril Central y que aumentará el volumen de tráfico a compás del desarrollo industrial de las zonas servidas por las nuevas líneas. Por lo cual, se requerirá, también, la elevación de la velocidad de trenes. Es indispensable, por lo tanto, el refuerzo de la vías del Ferrocarril Central para que puedan satisfacer estas necesidades.
- B. Aun suponiendo que no se realice la construcción de las nuevas líneas en un futuro cercano, el volumen de tráfico y la velocidad de los trenes del Ferrocarril Central ya están a su límite máximo. Por lo tanto es también necesario el refuerzo de dichas vías, si se exige el aumento de la capacidad de transporte y la velocidad de los trenes.
- C. Aun prescindiendo del caso del posible desarrollo industrial de las zonas servidas por el Ferrocarril Central, su refuerzo es también indispensable para conseguir la elevación de la velocidad y la frecuencia de servicio para competir con el transporte carretero.
- D. Aun en el caso de que no se pueda esperar dicho desarrollo industrial ni el traspaso del volumen de tráfico carretero al ferrocarril, si se analizan los resultados de la explotación, es obvia la necesidad de la racionalización de la Red. Por ejemplo, sólo el hecho de que los gastos del personal sobrepasen el 70% de los gastos totales anuales es una muestra elocuente de que la explotación es anormal.
- E. Hemos enumerado las razones por las cuales se hace indispensable la modernización de la Red en los momentos actuales o en el futuro. Naturalmente hay casos en que estas razones puedan considerarse separadas pero en muchos casos dependen unas de otras. Sería necesario, por lo tanto, estudiarlas en sus mutuas relaciones orgánicas.

1 - 1 - 2 Capacidad de transporte

A. El tonelaje en tránsito (tonelaje bruto en tránsito anual incluyendo el peso del material motor y móvil) no se puede calcular con exactitud por carecer de estadísticas como las que mantienen los Ferrocarriles Nacionales Japoneses (J. N. R.). Los valores aproximados, calculados a base de la densidad de trenes, la composición de los mismos y el peso de las locomotoras, figuran en el gráfico No. 1. Es decir aproximadamente de 700 000 t/año en la sección ASUNCION - SAPUCAY y menos de 400. 000 t/año en la sección SAN SALVADOR - ENCARNACION. El tonelaje en tránsito en el futuro será:

- a. El tonelaje que entrará a la red existente de la nueva línea VILLA RICA - GUAYRA será aproximadamente de 200.000 t/año, de los cuales el 80% con dirección a ASUNCION y el 20% con dirección a ENCARNACION, según los cálculs de las autoridades del Ferrocarril Central. Cuando se construya una nueva línea ABAI - YGUAZU los porcentajes que se registrarán en SAN SALVADOR serán de 90% y el 10% respectivamente Sumando este supuesto volumen de tráfico al de la red existente el volumen de tráfico entre ASUNCION - SAPUCAY viene a ser aproximadamente de 900. 000 t/año, haciéndose todavía más grande que ahora la diferencia entre éste y el de SAN SALVADOR - ENCARNACION.



- b. Además de esto hemos calculado que será de 600. 000 t/año el aumento del volumen de tráfico debido a la modernización de la misma red y al traspaso

del volumen de tráfico carretero al ferrocarril gracias a la elevación de la velocidad y la frecuencia de servicio. Así, según nuestro cálculo el volumen máximo de tráfico viene a ser 1.500.000 t/año.

- c. La densidad de los trenes del Ferrocarril Central en los momentos actuales figura en el cuadro No. 1.

La densidad de circulación en el futuro dependerá considerablemente del tipo del material, la composición de trenes y el sistema de tracción, pero si la deducimos tomando como base de cálculo el actual tonelaje en tránsito, el tonelaje en tránsito estimado para el futuro y la densidad actual de trenes mostrada en el cuadro No. 1, viene a ser de 5 idas y vueltas de trenes de pasajeros y de carga en la sección ASUNCION - SAPUCAY, que aumentará a 7 u 8 idas y vueltas cuando se haga posible un servicio más frecuente con automotores Diesel.

CUADRO NO. 1 DENSIDAD ACTUAL DE TRENES
(IDAS Y VUELTAS POR DIA)

Seccion	LINEA PRINCIPAL			RAMAL ABAI
	ASUNCION-SAPUCAY	SAPUCAY-SANSALVADOR	SAN SALVADOR-ENCARNACION	SAN SALVADOR-ABAI
Viajeros	1 3/7	3/7	3/7	2/7
Carga	6/7	6/7	3/7	Trenes Mixtos
Total	2 2/7	1 2/7	6/7	2/7

- d. A propósito citamos algunos casos de las secciones con semejante volumen de tráfico de Los Ferrocarriles Nacionales Japoneses:

1. Línea TOMINAI (línea de 3 a clase)

riel: 30 kg, 13 durmientes / 10 m

altura de balasto: 150 mm, D D 13, 7 idas y vueltas

tonelaje en tránsito anual: 600.000 t, velocidad media: 40 km/h

2. Línea SETANA (línea local)

riel: 30 kg, 13 a 14 durmientes / 10 m

altura de balasto: 150 mm, C 11, 9 idas y vueltas

tonelaje en tránsito anual: 700.000 t, velocidad media: 40 km/h

3. Línea AMAGI (línea local)

riel: 30 kg, 13 a 14 durmientes / 10 m

altura de balasto: 120 mm, C 11, 12 idas y vueltas

tonelaje en tránsito anual: 700.000 t

En el caso de los Ferrocarriles Nacionales Japoneses es característica la alta densidad de trenes gracias al servicio frecuente compensando así la baja capacidad del vehículo debido a la trocha angosta.

- e. Peso máximo por eje

El peso máximo por eje que se registra actualmente es el de las locomotoras

No. 151 - 152, cuyo peso por eje en orden de marcha es de 14.52 t. En el Ferrocarril Central no está establecida la norma de la resistencia teórica contra la vía y las obras estructurales y se considera como la resistencia teórica el peso por eje de las locomotoras No. 151 - 152 acopladas. Por lo tanto, en caso de que se intente el aligeramiento del peso del material de tracción mediante la dieselización no hay posibilidad de que circulen las locomotoras cuyo peso por eje sobrepase la de ahora.

Las locomotoras que se usarán cuando queden construidas las nuevas líneas serán locomotoras Diesel de 13 t de peso por eje.

f. Velocidad de trenes y características del material motor

La velocidad media actual es de 30 km para los trenes de viajeros y 12 km para los de carga. Para competir con los microbuses que recorren el trayecto ASUNCION - ENCARNACION en 8 horas, la velocidad media de los trenes de viajeros tendrá que ser, a lo mínimo, de 50 km/h, siendo necesario, por lo tanto, que la velocidad máxima sea de 70 a 80 km/h. Y las características del material motor que se requieren para ello las consideramos más tarde, sólo indicando de momento que entonces se hará necesario un sistema de tracción tal como locomotoras Diesel o automotores Diesel. El peso máximo por eje que se puede prever en ese caso sería, a lo máximo, de 13 t y la carga lateral que da el vehículo a la vía no sobrepasará la de ahora, aun teniendo en cuenta la elevación de la velocidad, los radios de la curva y la situación de la vía reforzada.

1 - 1 - 3 Mejora de la vía en 8 horas, la velocidad media de los

A. Estructura de la vía

- a. Es bastante difícil establecer una norma para la estructura de la vía sobre la que se estima pasar un volumen de tráfico de 1.500.000 t/año. Citamos, como ejemplo, la norma para la estructura de la vía aplicada en J. N. R. para "las líneas de 4 a. clase", es decir, las líneas cuyo tonelaje en tránsito anual es menos de 2.000.000 t:

riel: 40 kg/m

durmientes: madera, 34 durmientes / 25 m (1.360 durmientes/km)

balasto: 150 mm

Y la estructura de la vía de las líneas en construcción de 4 a. clase (menos de 2.000.000 t/año) es:

riel: 30 kg/m

durmientes: madera, 29 durmientes / 20 m (1.450 durmientes / km)

balasto: 150 mm

Recomendamos, por lo tanto, lo siguiente para la estructura de la vía según las características del material motor cuyo peso por eje es aproximadamente de 13 t, que equivaldría mas p , emps a D D 20 (peso por eje: 13, 75 t, velocidad máxima: 70 km/h) y a D D 13 (peso por eje: 14, 15 t, velocidad

máxima: 70 km/h) de J. N. R. :

riel: 37 kg/m

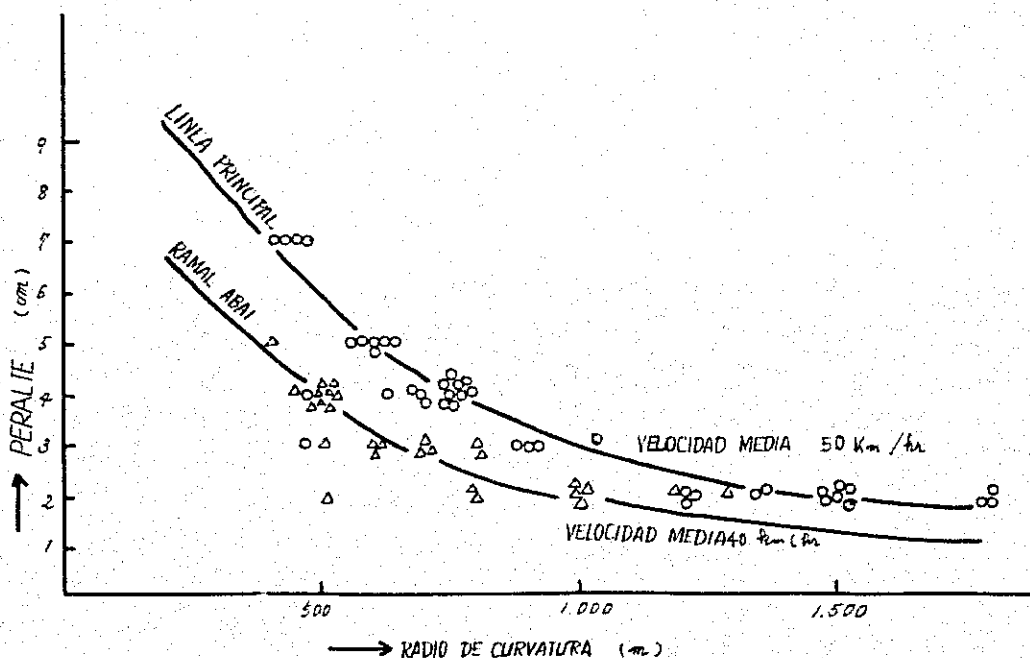
durmientes: $400 \text{ m} \geq R$, 15 durmientes/10 m (1.500 durmientes / km)

$400 \text{ m} \leq R$, 14 durmientes/10 m (1.400 durmientes / km)

b. Rectificación de peralte

El peralte del Ferrocarril Central parece que se ha establecido para una velocidad media de 50 km/h en la línea principal y 40 km/h en el ramal ABAI (vease Cuadro No. 2). Este peralte es un poco exagerado para la velocidad mínima actual pero sería adecuado para cuando se consiga la elevación de la velocidad y la velocidad máxima alcance a 70 a 80 km/h.

GRÁFICO No.2



c. Curva de acuerdo y curva vertical

Las curvas de la red no están dotadas de curva de acuerdo. Es indispensable la inserción de ésta para asegurar la velocidad máxima de 60 a 70 km/h, cuando se llegue a la elevación de la velocidad de trenes.

En caso de que falte esta curva de acuerdo es inevitable una disminución en comodidad debido al aumento lógico de la resistencia a la rodadura así como a la deformación de la vía. La longitud de la curva de acuerdo tendrá que ser, a lo mínimo, de 400 veces más de la del peralte.

Tomanos ahora como ejemplo el caso de una curva, cuyo $R=400 \text{ m}$ y ángulo de intersección $I=10^\circ$, por la que supongamos que los trenes pasan con la

velocidad máxima media de 60 km/h. El peralte y la longitud de la curva de acuerdo que se requieren en este caso son 102 mm y $102 \times 400 = 40.8$ m respectivamente y si se emplea una parábola cúbica el movimiento máximo que se requiere es de 500 mm. Para insertar la curva de acuerdo a toda la Red el volumen de las obras será bastante grande.

Cuando se registra un cambio de pendiente de más de $5^{\circ}/\infty$ es preferible insertar una curva vertical en el punto de cambio de pendientes.

Las consideraciones que hemos hecho hasta ahora obligan a las reparaciones siguientes.

d. Rieles y sus accesorios

i El peso de los rieles debe ser 37 a 40 kg para aguantar el volumen de tráfico de 1.500.000 t y el peso máximo por eje, 14 t. Los rieles de 30 kg son inconvenientes no sólo porque se rompen con facilidad sino también porque se requerirá mucho trabajo para su mantenimiento.

La longitud total de la vía dotada de rieles de 37 kg es solamente de 52 km (3.850 t.), que corresponde al 12% de del total de la enrielladura. Los rieles de 30 kg de los 43 km de la sección ASUNCION - SAPUCAY donde circula un gran volumen de tráfico, deben ser sustituidos por los de 37 kg dentro de 3 a 5 años.

Es de segunda urgencia la sustitución de los rieles de otras secciones por los de 37 kg.

ii La longitud del riel actual es 10 m en su mayoría, y aun en el caso de los rieles de 37 kg es de 12.4 m. Recomendamos que se haga todo lo posible para importar los rieles de 25 m, que no sería imposible, a nuestro juicio, si se hace el transporte fluvial en la época de aguas altas. Tampoco habrá grandes dificultades en transportarlos por vía ferroviaria, si los transportan sobre dos vagones descubiertos acoplados. Sólo se requiere más trabajo, en este caso, en el cargamento y descargue.

iii En el caso de que no haya más remedio que importar los rieles de 12,5 m, estos rieles deberían ser soldados con soldadura aluminotérmica. Debería evitarse todo lo posible la fijación que constituye uno de los puntos más problemáticos del mantenimiento de la vía.

iv Casi totalidad de los rieles de 30 kg en uso actual tienen más de 50 años de edad y parece que ya no se pueden utilizar de nuevo. Los gastos y el trabajo para reparaciones de estos rieles viejos deberían ser destinados a la compra y enrielladura con rieles de 37 kg.

v Actualmente se emplea el sistema de cubrir los rieles con el suelo natural dejando solo descubierta la superficie. Recomendamos la sustitución de este sistema por el de balasto de piedras trituradas y dejar descubiertos los rieles hasta su base, es decir, hasta la superficie de los durmientes. El desgaste o rotura de los rieles está más acentuado

en la parte lateral y en la base que en sentido vertical.

vi Estando cubierta la junta por el suelo natural, la corrosión de las eclisas y los pernos se acelera, provocando así el hundimiento de las juntas, que será causa, a su vez, del mal estado de la vía.

vii La longitud de los grapones depende naturalmente del tipo de los durmientes. Pero la fuerza de arranque de un grapón debería ser más de 600 kg.

Para los durmientes nuevos la longitud actual de los grapones es suficiente pero para los usados es insuficiente.

e. Cambios de Vía

i Todos los trenes de la red paran, en principio, en todas las estaciones y están obligados a bajar su velocidad a 20 km/h aproximadamente un kilómetro antes de llegar a la estación. Por lo tanto los cambios de Vía actuales no constituyen obstáculo para la elevación de la velocidad de los trenes y el aumento del volumen de tráfico. Pero es preferible la sustitución de ellos por aparatos más modernos para cuando circulen en el futuro los trenes en tránsito debido a la elevación de velocidad y la frecuencia de servicio.

ii De los 245 aparatos existentes en la Red, 119 son del número 10. Los cambios de vía No. 7 1/2 todavía utilizados en la línea principal deberían ser sustituidos por los del No. 10.

iii Algunos aparatos están dotados de rieles de 37 kg pero la mayoría son todavía de rieles de 30 kg. Es recomendable sustituir éstos, lo más posible, por los de 37 kg. Es preferible que los rieles para los cambios de vía sean más pesados que los rieles para la línea, desde el punto de vista del mantenimiento.

iv Se han observado averías en la punta de las agujas en algunos aparatos. Estas deben ser reemplazadas ya que pueden ocasionar el descarrimiento de los trenes.

f. Durmientes

i Recomendamos aumentar el número actual de 1.350 - 1.400 durmientes /km al de 1.500 durmientes/km. Por lo menos debería realizarse cuanto antes en las curvas.

ii Al aplicar el sistema del balasto de piedras, al que nos referimos más tarde, recomendamos dejar descubierta la superficie de los durmientes y conseguir así mayor eficacia en el desagüe para prolongar por lo menos, en un 50% la vida de los durmientes.

iii El número anual de los durmientes reemplazados es demasiado bajo. Aun suponiendo que el promedio de la vida sea de 10 años se necesita efectuar cada año el reemplazo de 60.000 durmientes. Aunque se prolongue la vida media de 10 años a 15 años gracias a la modificación del

Reglamento sobre Durmientes todavía se necesita reemplazar anualmente 40.000 durmientes. La cifra actual de 4.000 año es desproporcionadamente baja.

g. Balasto

i De los 440 km de la longitud total de la red el balasto de piedras existe sólo en 100 km y en 50 km un balasto parcial de las juntas.

ii El balastado no sólo contribuye al prolongamiento de la vida de los rieles y de los durmientes por hacer posible el mejor desagüe, sino también es un medio imprescindible del refuerzo de la vía para lograr así la elevación de velocidad, el aumento del volumen de tráfico y el aligeramiento del trabajo del mantenimiento.

iii Por consiguiente es de primera urgencia balastar los 290 km restantes que están por balastar.

iv La altura del balasto debajo de los durmientes debería ser de 150 mm.

v Es perjudicial cubrir los durmientes con las piedras. Debería dejarse descubierta la superficie de ellos.

vi El tamaño actual de las piedras trituradas es demasiado grande. El balasto debería tener una granometría regular apropiada, o sea, alrededor de 50 mm. La granometría actual es perjudicial y debilita la resistencia de los durmientes contra la carga lateral, dificultando, al mismo tiempo, el mantenimiento y la reparación de la vía. Es recomendable conseguir la regularidad de la granometría de las piedras trituradas utilizando el trommel.

vii La actual capacidad anual de producción del balasto en la vía férrea es de 73.000 m³, cantidad que permite el balastado de 50 km por año.

viii Aun después del balastado, se necesita un suplemento de balasto de unos 20 a 30 m³/km anualmente, es decir, 9.000 a 13.000 m³/año.

B. Obras de arte y cercados

a. Cunetas y muros de contención

Debido a la escasez de grandes trincheras y terraplenes, la red no necesita generalmente grandes instalaciones preventivas contra desastres. Pero hay algunas secciones muy cortas que son fáciles de inundar en la época lluviosa y que dificultan la circulación de los trenes, a las que hay que aplicar medidas radicales de prevención.

Sólo cunetas permeables excavadas existen en toda la red. En las partes afectadas a una continua inundación las cunetas deberían tener muros de cemento.

b. Obras estructurales

La mayoría de las obras estructurales, con excepción de algunos grandes

puentes, son de madera. Muchas de ellas están en mal estado, bien por *corrosión* o bien por *incendios* que acarrea el caldeo con leña de las locomotoras. Aun después de la dieselización del sistema de tracción, deberían ir sustituyéndose estas estructuras poco a poco por puentes metálicos o de concreto.

c. Pasos

El estado de via en los pasos es normal con excepción de uno o dos casos por donde circula un mayor número de automóviles. Pero no sólo carecen de instalaciones de seguridad sino en varios pasos de la red los trenes están obligados a bajar la velocidad hasta 5km/h. Es indispensable mejorar esta situación para conseguir la elevación de la velocidad y el aumento del volumen de tráfico en el futuro. Debería establecerse un reglamento que obligue al transporte carretero a construir algunas instalaciones adecuadas de seguridad tales como las barreras.

d. Cercados

La eficacia de los cercados en las regiones de cría de ganado es muy incierta. Los trenes se ven obligados frecuentemente a bajar la velocidad o hasta parar por el ganado que entra en la vía, lo cual, si sigue tal como está, imposibilitaría la elevación de la velocidad.

Actualmente el mantenimiento de los cercados corre generalmente por cuenta del Ferrocarril Central pero es natural que los propietarios del ganado compartan una parte de los gastos del mantenimiento. Y si es necesario algún decreto para obligarlo, el Ferrocarril debería procurar, sin perder tiempo, que se establezca. Esto es un problema de primera urgencia, que el Ferrocarril tiene que solucionar para poder conseguir la elevación de la velocidad.

C. Estaciones

a. Andenes y Cobertizos

La mejora de los andenes y los cobertizos de las estaciones será necesaria para atraer al ferrocarril a los viajeros del transporte carretero, ofreciéndoles mejor servicio. Pero esto se podría realizar en la segunda etapa o más adelante del programa de modernización, ya que será de primera urgencia la realización de la elevación de velocidad y la frecuencia de servicio.

b. Las mesas giratorias y los triángulos de vuelta que dispone actualmente la red son suficientes aun para cuando se realice cierto aumento del volumen de tráfico. Además, después de la dieselización la utilización de estas instalaciones naturalmente disminuirá.

c. Edificios

Todos los edificios son de madera de calidad, pero no se ha aplicado casi ninguna reparación en estos años. Hay algunos edificios muy

deteriorados, pero su reparación general debería incluirse también en el segundo programa, con excepción de algunas reparaciones indispensables.

d. Comunicaciones

Las comunicaciones entre las estaciones se efectúan por telégrafo de pilas con excepción de algunos casos limitados en que las comunicaciones telefónicas son posibles. Es necesario aumentar los circuitos telefónicos y hacer posibles las comunicaciones telefónicas entre las estaciones para hacer frente al aumento de la densidad de los trenes y la elevación de velocidad así como para conseguir una alta seguridad que se requerirá en el futuro.

Pero esto, como obliga gastos grandes, debería incluirse también en el segundo programa.

1 - 1 - 4 Reorganización del Mantenimiento

A. Efectivos

- a. El número de cuadrillas y efectivos (0,6 hombre por km entre capataces y peones) del sistema actual es razonable ya que el mantenimiento de la vía no está organizado según ciclos determinados.
- b. En el caso de líneas cuyo volumen de tráfico es semejante al del Ferrocarril es ventajoso, en principio, adoptar un ciclo de revisión anual de las vías paralelamente al progreso de la renovación. Pero recomendamos que se mantenga el sistema actual por varias dificultades provenientes de la situación actual en el Paraguay tales como la concentración de los efectivos.
- c. En el sistema actual parece que hay una clara división entre los trabajos del Inspector y el Capataz. Pero, como la red carece de un reglamento que determine cuantitativamente el estado de las vías y otras instalaciones de infraestructura, hay peligro de que intervenga el criterio subjetivo de los dos. Es de mucha urgencia, por lo tanto, establecer un "Reglamento de Inspección" que determine el límite cuantitativo del estado de las vías tal como la deformación de las vías.
- d. Sobre todo para elevar de una vez la velocidad actual de los trenes de 30 km/h hasta 60 a 70 km/h, no basta sólo con renovar los elementos de la vía que hemos mencionado arriba, sino que se requiere todavía más el ajustamiento de las vías.

Por ejemplo, es deseable que en el ajustamiento de las vías los valores sean inferiores a los que indicamos a continuación:

Trocha: + 7 mm - 4 mm

Nivel transversal: 10 mm en línea recta, 11 mm en curvas
(de menos de 800 de R.)

Nivel longitudinal: 11 mm (10 m de cuerda)

Aliveamiento: 9 mm en línea recta, 11 mm (10 m de cuerda)
en las curvas (de menos de 800 de R.)

- e. Recomendamos la adopción de un sistema permanente de recopilación de datos estadísticos tanto sobre los materiales y el trabajo invertidos para el mantenimiento efectuado, como sobre el estado de los materiales y las averías de los rieles. Sólo así será posible tener una administración económica y adecuada de los materiales de la vía.

Es necesario también tener estadísticas a largo plazo sobre los desastres. Sin estos datos sería imposible establecer un programa de prevención eficaz.

B. Herramientas y Talleres

- a. Se debería tratar de conseguir el tiempo suficiente para el trabajo del mantenimiento, utilizando los autos de vía para el traslado de las cuadrillas y materiales hasta los lugares de reparación. Esto es posible ya que el intervalo entre los trenes es suficientemente largo. Los cinco autos que dispone el Ferrocarril para toda la red son insuficientes.

- b. Por lo menos hasta los capataces deberían estar equipados con los aparatos de medición (aparatos de medición del ancho de vía dotado también de nivel) para asegurar la exactitud de los datos cuantitativos respecto al estado de vías. Es preferible, si es posible, proporcionarlos hasta a los peones, para acostumbrarlos al trabajo.

c. Herramientas

Las herramientas de las cuadrillas de mantenimiento de la vía son, en su mayor parte, vetustas. Sería necesario ir reemplazándolas.

d. Talleres

En el taller de SAPUCAY se lleva a cabo activamente la regeneración de los accesorios de los rieles pero son insuficientes la regeneración y la reparación de los mismos rieles y los cambios de vía. El sistema empleado hasta ahora de continuar usando los rieles rotos reparándolos con las eclisas en el mismo local, debería limitarse a casos de urgencia. Deberían también sustituirse en una ocasión apropiada por rieles sanos y regenerarlos o repararlos, si es posible, en los talleres.

Recomendamos el establecimiento de un taller especial donde se pueda efectuar la regeneración de los rieles usados con la soldadura aluminotérmica, ya puesta en práctica en el Ferrovarril. Podría decirse que hasta que no se efectue con mucho vigor la regeneración de los rieles, no se puede esperar la mejora de los estados de vías.

Lo mismo podría decirse sobre los cambios de vía. Al conseguir la elevación de la velocidad de los trenes, las averías de los aparatos aumentarían aceleradamente precisamente porque el porcentaje de averías de las partes móviles es mayor en el caso de los cambios de vía. Debería, por lo tanto, reforzarse la sección de los cambios de

vía en los talleres, paralelamente a la elevación de la velocidad.

1 - 1 - 5 Plan de inversión de Superestructura

A. Del contenido de la renovación de la superestructura, hemos trazado los siguientes planes concretos, tomando como fin principal la elevación de la velocidad, la frecuencia de servicio y el aumento del volumen de tráfico y esperando, al mismo tiempo, que se deje sentir una mejora en la explotación del Ferrocarril como consecuencia de la consecución de los primeros objetivos.

Consideramos, por lo tanto, que es conveniente dar la prioridad al refuerzo de las vías y esperar con ello el aumento de los ingresos.

B. El plan de la inversión para el refuerzo de vías debería establecerse teniendo en cuenta la escala del presupuesto y la capacidad de ejecución. Pero nos hemos limitado a aclarar solamente los costos de los materiales, sin hacer referencia tampoco a los gastos necesarios para obras generales, reajuste de peralte e inserción de las curvas de acuerdo etc.

Además hemos omitido los gastos de obras que no sean las del refuerzo de vías por haber considerado que éstos deberían calcularse después de establecer detalladamente los planes concretos.

C. Costo de materiales necesarios para el refuerzo de Vías:

a. Rieles

Levantamiento de los rieles de 30 kg de la sección ASUNCION - SAPUCAY

$$3.240 \text{ t} \times \text{US}\$170/\text{t} = \text{US}\$560.000$$

Sustitución de otras secciones por los rieles de 37 kg

$$25.900 \text{ t} \times \text{US}\$170/\text{t} = \text{US}\$4.400.000$$

Suma parcial US\$4.960.000

b. Cambios de Vía

i Sustitución por aparatos del No. 10

Serán necesario sustituir 42 aparatos, supuesto que una tercera parte de los 126 no sustituidos se encuentre en la línea principal.

ii Sustitución por rieles de 37 kg

Hemos calculado que es necesario sustituir la mitad de los 119 aparatos del No. 10, o sea, 58. Por lo tanto el costo es:

$$100 \text{ aparatos} \times \text{US}\$1.000 = \text{US}\$100.000$$

c. Durmientes

Para reemplazar, dentro de 5 a 10 años, los 620.000 durmientes en toda la red, se necesitarán:

$$620.000 \text{ durmientes} \times \text{US}\$1.7 = \text{US}\$1.100.000$$

d. Balasto (de piedras trituradas)

Para balastar los 340 km que están colocados directamente sobre el suelo natural y para el balasto suplementario después del balastado

(10.000 m³/año):

495.000 m³ x US\$1.7 = US\$842.000

e. La suma total de los gastos de a, b, c, d es:

US\$7.000.000

y los gastos por kilómetro, siendo 440 km la longitud total de la red:

US\$16.000/km

1 - 2 Material Rodante

1 - 2 - 1 Generalidades

El parque del material rodante debería ser dieselizado en su totalidad, reemplazando paralelamente el material existente.

Las locomotoras de vapor y su material remolcado serán sustituidos por el material Diesel puesto que la posibilidad de electrificación se encuentra muy lejana en la situación actual del Paraguay. Es decir, el servicio de pasajeros será efectuado con automotores Diesel y con remolques y los trenes de carga serán remolcados por locomotoras Diesel. La red tratará con ello de conseguir tanto la elevación de la velocidad como la racionalización de la explotación.

Los trenes de tracción Diesel tienen las siguientes ventajas sobre los de la tracción a Vapor:

- 1) Menos gastos de operación gracias al alto rendimiento térmico y a los combustibles menos costosos.
- 2) La elevación de velocidad es posible gracias a su mayor fuerza aceleratriz proveniente, a su vez, de su mayor peso de rueda motriz.
- 3) La elevación de velocidad es posible también, por carecer de efectos de martilleo, ocasionados por el contrapeso en el caso de las locomotoras de vapor, efectos que pueden afectar mucho a los rieles.
- 4) Son muy adecuados para operaciones a larga distancia por no tener necesidad de alimentar ni aceite ni agua en camino.
- 5) Carecen del humo que molesta a los pasajeros como ocurre en el caso de locomotoras de vapor.
- 6) Mayor comodidad gracias al uso del bogie con balancín transversal, posibilitado, a su vez, por la libertad en la disposición de ejes.
- 7) No tienen necesidad de maquinista ayudante por carecer del trabajo de alimentación de leñas.
- 8) Simplicidad de la conducción.
- 9) Mayor movilidad gracias al fácil arranque que aumentará el rendimiento del material y simplificará los trabajos en los depósitos.
- 10) No hay necesidad de instalaciones alimentadoras de carbón sino que basta solo con una sencilla estación alimentadora de petróleo.

De los tres sistemas de transmisión de energía, hidráulico, eléctrico y mecánico, el sistema hidráulico es el más ventajoso por las siguientes razones:

- 1) la posibilidad de aumentar la potencia por cada unidad peso gracias al peso ligero.

- 2) Menos costoso.
- 3) facilidad de reparación

Por estas razones el sistema hidráulico se viene adoptando en los ferrocarriles de varios países para sustituir al sistema eléctrico y consideramos que es el sistema más adecuado para El Ferrocarril Central.

Las razones, por las que se recomienda la adopción de los automotores Diesel y sus remolques para el transporte de pasajeros, son las siguientes:

- 1) encierran en una unidad las características tanto del material motor y del coche de pasajeros, por estar encerrado el motor en el coche mismo.
- 2) posibilidad de alta aceleración y elevación consiguiente de velocidad, gracias a la alta potencia tanto total como por cada unidad peso, facilitada, a su vez, por la dispersión de motores.
- 3) posibilidad de elevación de la velocidad gracias también al menor peso por cada unidad potencia y a la carencia de efectos dañosos consiguientes a los rieles.
- 4) la disposición del compartimiento para el maquinista en los dos extremos de los trenes facilita la operación en los terminales siendo innecesario el uso de mesas giratorias y aumenta así el rendimiento de los vehículos.
- 5) no difieren las características de operación según el número de remolques.
- 6) alta contribución a la racionalización de la explotación en las líneas de pequeño volumen de tráfico, gracias a un menor gasto de operación.

Hay ventajas también en poder reformar los coches de pasajeros y las locomotoras de vapor que sobren gracias a la adopción de los automotores Diesel.

1 - 2 - 2 Características del Material

El material debería tener las siguientes características, que enumeramos abajo, después de cumplidas las siguientes condiciones: enrielladura con rieles de 37 kg en toda la red; que la nueva línea sea de rieles de 37 kg, siendo, a la vez, 20 o/oo, la rampa máxima y 300 a 400 m, el radio mínimo de la curva; y que la red y la nueva línea usen material común para que la circulación continua entre las dos líneas sea posible.

- 1) Mayor peso por eje: aproximadamente de 13 t

No está bien determinado el límite del peso por eje, pero su valor es de 13 a 14 t en la mayoría del parque del material motor y de 10 a 12 t en la mayoría del material remolcado. La limitación del peso máximo por eje a 13 t sobre los rieles de 37 kg aseguraría un volumen de tráfico considerablemente grande.

- 2) Longitud máxima: unos 20 m

La longitud máxima de la caja de coche podría ser de unos 25 m si se atiende a la trocha que es de 1.435 mm. Pero sería más adecuada la de unos 20 m si se tiene en cuenta dicho límite del peso por eje y la conveniencia de utilizar los bogies de dos ejes de estructura simple y que ofrecen mucha comodidad.

La longitud máxima de los coches actuales en el Ferrocarril Central es de

20 m y el número de estos coches es abundante y se encuentran en un estado relativamente bueno. La adopción de esta longitud, por lo tanto, no resultaría difícil para el Ferrocarril Central.

3) Gálibo del Material

Según la sección de las locomotoras se puede deducir el gálibo del material que figura en el gráfico No. 1, pero no está incluido en el reglamento, que sólo determina el gálibo de carga que figura en el gráfico No. 2. No. existe correlación entre estos dos perfiles: la altura es más baja en el gálibo de carga que en el del material, y los hombros del gálibo de carga son más anchos que los del material.

Recomendamos el establecimiento del gálibo del material teniendo en cuenta la carga en el vagón. No habrá necesidad del gálibo de carga.

4) Velocidad máxima: 80 km/ hora

La velocidad actual de la red es muy baja, unos 30 km/h, debido al mal estado de la vía. El nuevo material será diseñado para funcionar a 80 km/h, teniendo en cuenta la elevación de la velocidad que se conseguirá paralelamente a la renovación de vías. Sin embargo locomotoras de maniobras serán diseñadas para funcionar a 65 km/h y aumentar así la fuerza tractiva.

5) Enganche

El nuevo material rodante estará equipado con el mismo enganche que el material existente, teniendo en cuenta la utilización mixta de los dos, pero debería tener una estructura que permita su ulterior sustitución por el enganche automático. Lo mismo tendría que hacerse con el material existente. El manejo del enganche actual es muy difícil y hasta peligroso.

Los automotores Diesel, que no se utilizarán mezclados con el material existente, serán equipados con el enganche automático para simplificar con ello el trabajo de enganche y desenganche y contribuir así al aumento del rendimiento del material.

FERROCARRIL CENTRAL DEL PARAGUAY

GRAFICO No.1

GALIBO DEL MATERIAL

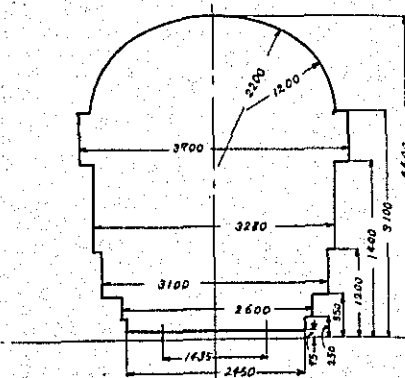


GRAFICO No.2

GALIBO DE CARGA

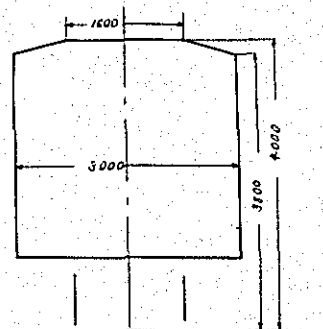
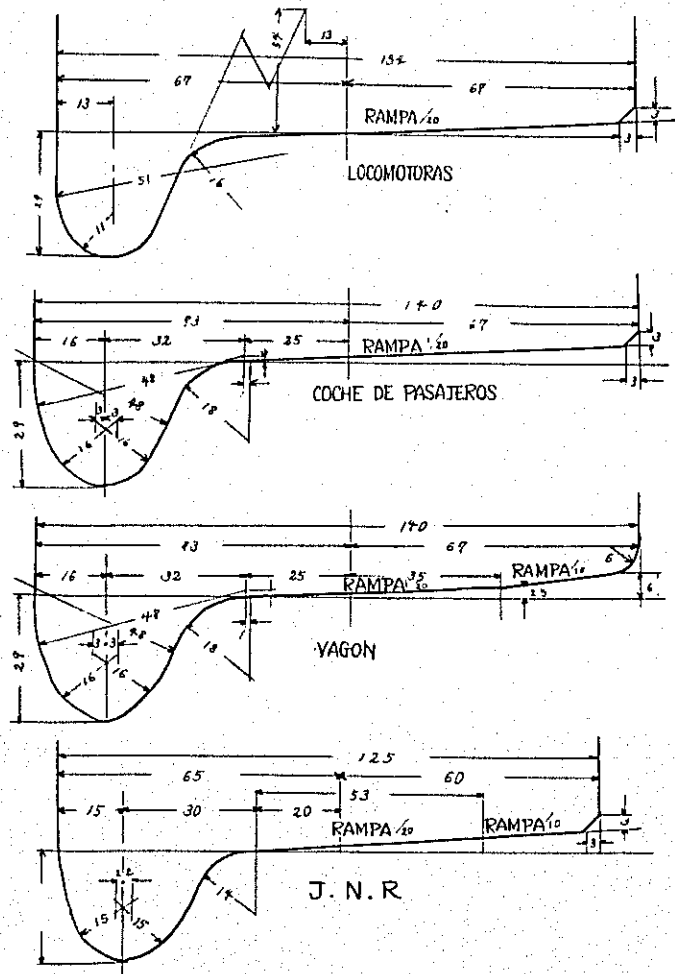


GRAFICO No.3 PERFIL DE LA RUEDA



6) Freno

Actualmente sólo los coches de pasajeros y los frugones están dotados del freno al vacío. Para conseguir la elevación de la velocidad es indispensable que todo el material esté equipado con freno automático de aire comprimido, porque entonces se hace corta la distancia de frenado. Además el freno automático de aire comprimido es más seguro para el desenganche.

Es necesario, por lo tanto, equipar con freno automático de aire comprimido al material existente que seguirá todavía prestando servicio.

7) Perfil de la rueda

Hay tres figuras diferentes del perfil de rueda: una para el material motor, otra para los coches de pasajeros y la tercera para los vagones de carga, como figuran en el grafico No. 3. Las tres coinciden en la rampa de la superficie de rodadura de 1/20 y en la altura de la pestaña de 29 mm pero

difieren en los otros detalles. La segunda rueda motoriz de las locomotoras no tiene pestaña.

Es necesario establecer un perfil de la rueda común para el material nuevo y el existente. El nuevo perfil podría establecerse basandose principalmente en tercera figura dotada de doble rampa para aumentar la fuerza de control cuando el desplazamiento lateral sea mayor. También habrá que fijar bien el perfil para el corte de la pestaña (6 mm).

8) Equipo de rodadura

Para los automotores Diesel y las locomotoras de línea que están obligados a operar a alta velocidad se usarán naturalmente los bogies de dos ejes, pero deberían usarse también los bogies de dos ejes para los vagones largos tales como vagones para transportar containers o los vagones-plataforma

A pesar de la conveniencia de la utilización de los vagones de dos ejes cuando se trate de un volumen reducido de tráfico, su adopción habrá que estudiarla cuidadosamente. Los vagones de dos ejes tiene la desventaja de un fácil descarrimiento en los rieles desnivelados, debido a la falta de los blandos resortes de ejes.

Recomendamos la adopción del cojinete de rodillos para simplificar el mantenimiento. En este caso, sin embargo, habrá que tomar las medidas de prevención contra el polvo impalpable cerrando bien la caja de los ejes. El lubricante tendría que ser bien escogido porque el cambio de la temperatura es muy acentuado.

Recomendamos la adopción de la rueda monobloque con el mismo diámetro para todo el materia l rodante, y la adopción también del mismo perfil, en cuanto sea posible, para las ruedas del material motor, automotores y vagones para racionalizar así el mantenimiento.

1 - 2 - 3 Automotores Diesel

Recomendamos que cada automotor esté dotado de un motor Diesel. La clasificación será: automotores de 1^a. clase, automotores de 2^a. clase, automotores de cercanías, automotores-restaurante y automotores con compartimiento para correo y encomiendas. Las características son las siguientes:

potencia	:	250 HP
velocidad máxima	:	80 Km/h
sistema de transmisión	:	hidraulico
peso (en orden de marcha)	:	30 - 40 t
longitud	:	20 m
bogie	:	bogie de dos ejes con balancín transversal (bogie motor a un lado)
capacidad	:	1a. clase unos 50 2a. clase unos 80 de cercanías unos 150 (incluyendo los de pie)

carga : correo 3t
 encomiendas 5t

compartimento de maquinista : medio compartimeinto instalado a un lado, pero los automotores de clase estarán dotados sólo con un simple equipo de operación

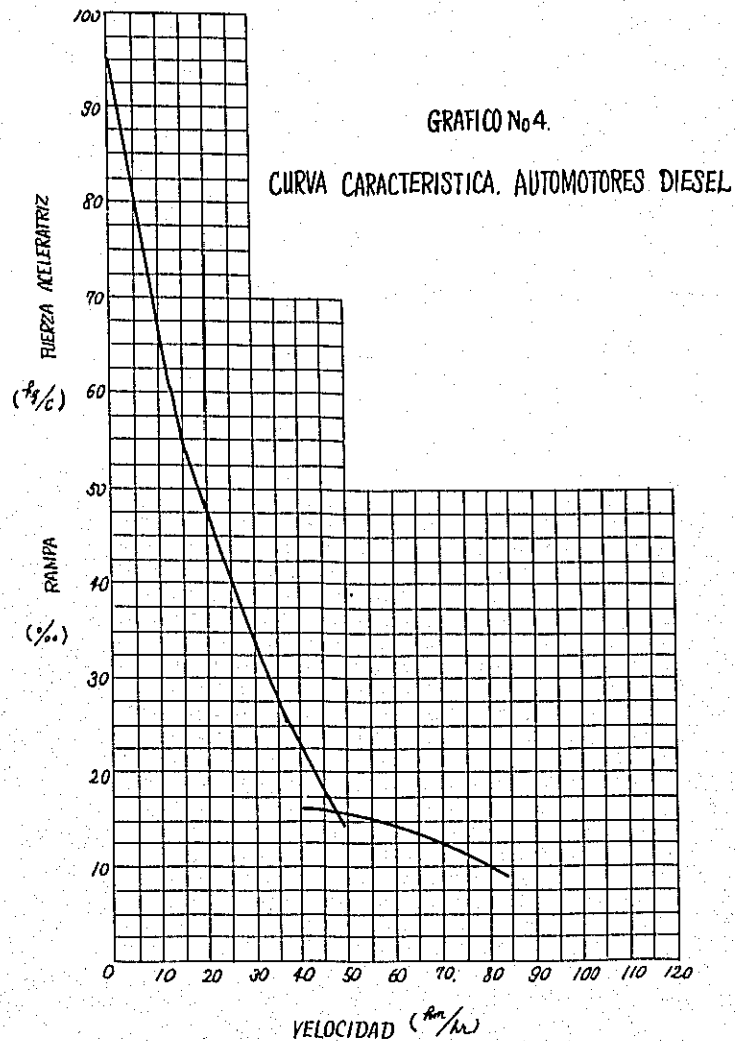
Estos coches estarán sujetos a control en unidades múltiples y los corredores estarán conectados para facilitar el paso de un automotor a otro.

La supuesta curva característica figura en el gráfico No. 4. La velocidad figura en el gráfico No. 4.

La velocidad de equilibrio en las diversas pendientes son:

0 o/oo	80 km/h
10 o/oo	80 km/h
15 o/oo	55 km/h
20 o/oo	45 km/h

siend posible una notable elevacion de la velocidad en comparacion con la actual.



1 - 2 - 4 Locomotoras Diesel

Las locomotoras Diesel para remolcar el material de carga se dividirán en locomotoras de línea y de maniobras.

Las características de las locomotoras Diesel de línea son:

potencia	:1000 HP
velocidad máxima	:65 km/h
sistema de transmisión	: hidráulico

peso (en orden de marcha) : 50 t
 disposición de los ejes : B - B
 bogie : bogie de dos ejes con balancin transversal
 compartimiento de maquinista : a un lado

Estas locomotoras estarán dotados solamente del compartimiento de maquinista en un lado. Pero, como se puede adoptar una disposición de aparatos y una forma del compartimiento adecuadas para la operación en ambos sentidos, o sea, hacia adelante y hacia atrás, no hay necesidad de cambiar la dirección de locomotoras en los terminales. Son adecuadas también para la maniobra de trenes largos.

La curva característica de estas locomotoras figura en el gráfico No. 5.

Las velocidades de equilibrio y los pesos acarreados en diversas rampas son:

	20 km/h	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h
0 °/oo	más de 1.000 t	más de 1.000 t	más de 1.000 t	más de 995 t	620 t
10 °/oo	690 t	450 t	275 t	220 t	150 t
15 °/oo	470 t	305 t	200 t	145 t	95 t
20 °/oo	350 t	225 t	140 t	100 t	65 t

Estas locomotoras deberían estar dispuestas para una posterior adopción del sistema del control en unidades multiples que se necesitará cuando aumente el volumen de tráfico.

Las locomotoras de maniobras serán lo más simple posible. Sus características son:

potencia : 500 HP
 velocidad máxima : 45 km/h
 sistema de transmisión : hidráulico
 peso (en orden de marcha) : 35 t
 disposición de los ejes : C
 compartimiento de maquinista : a un lado

Estas locomotoras serán equipadas, en cuanto sea posible, con los mismos aparatos y accesorios de las locomotoras de línea.

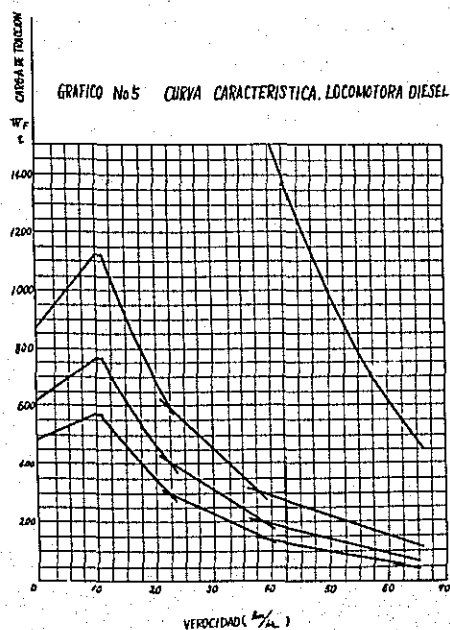
1 - 2 - 5 Material de carga

Es preferible poder hacer intercambios del material de carga entre la nueva línea y la red brasileña, debido a la necesidad de conseguir un tráfico común, pero la operación directa sería imposible porque la trocha de la red brasileña es de 1 m. Teniendo en cuenta los requisitos que tiene que cumplir el material para la nueva línea, recomendamos la adopción del sistema de transporte con container o de paleta de cargamento para la red actual.

El sistema de container, que consiste en transportar varios containers sobre el vagon - plataforma, tiene la ventaja de poder continuar el transporte en el territorio brasileño, efectuando el transbordo de los containers con el rastrillo elevador en la estación de enlace. El mismo sistema tiene además las siguientes ventajas: transporte directo de las cargas de menor cantidad desde puerta hasta puerta; abreviación del tiempo

de transporte gracias a la simplificación del trabajo de cargamento y descargue en las estaciones; y la mejora del servicio a los usuarios gracias a la simplificación de empaquetadura.

El sistema de paleta consiste en transportar cargas sobre la paleta, efectuando el transbordo con el rasrtillo elevador. Es un sistema edecuado para el transporte de las cargas de menor volumen que el de container. En el transbordo no hay necesidad de mover cada una de las cargas.



Como hemos indicado, el material de carga principal serán los vagones container, pero además la red tendrá que disponer de vagones cubiertos (paleta etc.), vagones descubiertos (carbón, arena etc.), vagones ventilador (verduras, frutas etc.), vagones refrigerador (carne, pescado etc.), vagones para ganado (vacas, puercos, etc.) vagones tanque (petroleo etc.), vagones-dolva (cemento, carbon, balasto etc.). Es preferible que los vagones tanque sean privados debido a su variedad de tipos.

Es preferible también que estos vagones sean de acero y de bogies de dos ejes (carga: 30 a 40 t), pero también podrían ser los vagones de dos ejes (carga: 10 a 20 t) teniendo en cuenta el posible caso de carga de pequeño volumen por vagón. Pero en este caso es indispensable como indicamos más arriba, que las vías se encuentren en un estado sano para evitar el desarrimiento.

1 - 2 - 6 Renovación del material existente

Los vagones y coches del material existente irán desguazándose paralelamente al avance de la dieselización, empezando el desguace, naturalmente, por los de mayor edad. Pero, debido a la variedad del tipo, sería recomendable que se desguacen primero las series de menor número de unidades, dejando así las de mayor número de unidades para conseguir mayor eficacia en la disposición revision y reparacion del material.

Recomendamos también que se proceda cuanto antes al desguace de las unidades que sobren o que se encuentren actualmente fuera del servicio.

El desguace de coches se efectuará con cierta normalidad gracias a la sucesiva sustitución de ellos por los coches motores Diesel.

Los vagones actuales seguirán utilizándose todavía por cierta temporada, como referimos más adelante. Sería necesario, por lo tanto, concentrarse en reparación de los vagones necesarios, dando mayor importancia al refuerzo de chasis y órganos de rodadura. Desde el punto de vista de la reparación sería conveniente que las cajas sean tal como han sido hasta ahora, o sea, de madera. Pero es indispensable que se sustituyan todo lo posible por vagones nuevos.

1 - 2 - 7 Renovación de talleres

Paralelamente a la dieselización del material rodante sería necesario instalar en los talleres equipos completos para la reparación del material Diesel. Estas instalaciones Diesel pueden ser de una escala menor ya que las unidades Diesel serán sometidas a inspección cada uno o dos años. Los aparatos y equipos necesarios para la reparación Diesel son:

medidor de potencia

taladradora de precisión de doble eje para bielas

taladora de precisión para recubrimiento de cilindros

refrentador de válvulas

medidor para aparatos eléctricos

equipo descargador de motores

bancos de desmontaje y montaje

cubas lavadoras de piezas

La reparación del material Diesel consistirá, en su mayoría, en el cambio de piezas por los repuestos o materiales en almacén, siendo muy escasa la fabricación y reparación de piezas. Sería indispensable, por lo tanto, asegurar los aprovisionamientos de repuestos u otros materiales, reforzando la organización para ello.

Como la estructura es más complicada en el material Diesel, debería establecerse un reglamento para la inspección y reparación que determine claramente las partes que deben repararse, su período y el sistema de trabajo. El límite de la utilización del material rodante tendrá que ser fijado, también, para mantenerlo, así, siempre en un buen estado, reparando inmediatamente los que se encuentren en mal estado antes de llegar a su límite de utilización. Los trabajos básicos serán objeto también de las normas de trabajo.

El sistema actual de la reparación del material rodante no se hace periódicamente. Recomendamos la adopción inmediata de una reparación sistemática con una periodicidad adecuada de inspecciones para poder aplicar así mantenimiento preventivo al material que exige especialmente un alto grado de seguridad. Es necesario para ello tener a mano las estadísticas de deterioros para estudiar con ella a dónde y cuándo hay que efectuar las reparaciones. La estadística de las piezas reparadas o cambiadas en los talleres es

también importante.

Para la modernización de talleres es indispensable la energía eléctrica. Se necesita instalar inmediatamente una generatriz Diesel, capaz de suministrar al taller suficiente energía eléctrica, que permitiera la modernización de máquinas herramientas y el llevar a cabo trabajos pesados.

La importancia del factor volitivo de los trabajadores no debe despreciarse. Podrían organizarse reuniones en las que se discuta sobre el mejoramiento de sus trabajos o adoptar el sistema de invenciones por ellos.

Recomendamos las siguientes rectificaciones en los trabajos de talleres. La adopción del sistema de acumulación metálica a la pestaña gastada debe decidirse después de hacer un estudio comparativo de los gastos del material y los del personal, porque la parte reparada de esa manera no goza de larga vida. La parte acumulada con otro metal se desgasta más rápidamente que la parte que atada.

Sería mejor evitar la aplicación del mismo método a la roseta de la mangueta que puede ocasionar la deformación de la misma y por consiguiente la quemadura del eje. Estos desgastes se deben a que el intervalo de la reparación es demasiado largo. Recomendamos la inserción de la reparación intermedia de los órganos de rodadura entre las reparaciones generales.

Una hoja del muelle de ballesta reparada con soldadura, como se hace actualmente, se rompe con facilidad en las partes contiguas al punto reparado. Recomendamos la sustitución inmediata de ella por otra nueva sin usar la reparación con soldadura. En las operaciones del mantenimiento, es deseable determinar el proceso del trabajo: desmontaje, recocción, reajuste de la forma, endurecimiento, inspección de piezas, montaje y revisión total.

1 - 2 - 8 Depósitos

Los depósitos del material motor serán 4, de los cuales 2 son para los coches motores Diesel ubicados en Asunción y Encarnación, y otros 2 para las locomotoras ubicados en Sapucay y San Salvador.

El trabajo principal del depósito es la inspección diaria, efectuando al mismo tiempo, cambios de piezas sencillas. Basta, por eso, con que estén dotados de herramientas sencillas.

1 - 2 - 9 Formación del personal

Para llevar a cabo la dieselización es indispensable la formación intensa del personal de todas las ramas: maquinistas, jefes de tren, inspectores, mecánicos, encargados de materiales etc. Recomendamos el sistema de formar primero especialistas en las ramas de operación, inspección y reparación, y aprovisionamiento para que luego ellos enseñen a los demás la estructura y el manejo del material Diesel.

Es preferible establecer, centros de enseñanza y entrenamiento.

1 - 3 Transporte

1 - 3 - 1 Servicio de pasajeros:

- dar mayor importancia a la sección ASUNCION - ENCARNACION y aumentar el

servicio actual de 3 idas y vueltas por semana a 3 idas y vueltas diarias.

- conseguir la uniformidad de la formación de los trenes de la rama internacional con destino a BUENOS AIRES. Estos trenes pueden prestar el servicio hasta ENCARNACION o PACUCUA sólo con coches de asientos, sin remolcar coches camas puesto que durante el recorrido por territorio paraguayo no se usan éstos.

La incorporación de los coches motores Diesel en el servicio se realizará según los tres programas siguientes:

1) Primer programa - Gráfico No 6 - 1

Hasta que se lleve a cabo la completa dieselización, los trenes a tracción vapor actuales seguirán prestando el servicio. El servicio de los trenes expresos será efectuado por los trenes de automotores Diesel, que recorrerán ASUNCION - ENCARNACION en 10 horas (actualmente en 13 horas), saliendo a las 7 y llegando a las 17. Su velocidad máxima será 60 km/h y la media, 40 km/h.

En este caso la regularidad tiene que ser rigurosa debido a los pasos y cruces de trenes que se efectúan en SAN SALVADOR. 2 trenes serán necesarios.

2) Segundo programa - Gráfico No. 6 - 2

Después de terminada la dieselización, se pondrán en circulación los trenes expresos, los trenes ordinarios y los trenes de cercanías ASUNCION - SAPUCAY y ENCARNACION - CARMEN.

El tiempo de recorrido de los trenes expresos y los ordinarios será 8 horas y 10 horas respectivamente. La velocidad media de aquellos se elevará a 45 km/h, siendo misma la velocidad máxima de 60 km/h. Harán el recorrido ASUNCION - SAPUCAY en 2 a 2,5 horas (actualmente 3,3 horas). Se pondrá en circulación también un tren nocturno que hace su recorrido en 9 horas más o menos para llegar a tiempo a las horas puntas de la mañana.

3) Tercer programa - Gráfico No. 6 - 3

Paralelamente a la marcha del refuerzo de vías, se elevará la velocidad para que los trenes expresos hagan el recorrido ASUNCION - ENCARNACION en 6 horas y los trenes ordinarios, en 8 horas. La velocidad máxima de los trenes expresos se elevará a 80 km/h y la velocidad media a 60 km/h.

Este tiempo de recorrido permitirá que un tren haga una ida y vuelta en un día y que salgan trenes diarios de ambos extremos, uno por la mañana y el otro por la tarde. Además en el caso de un recorrido en 6 horas el ferrocarril resultará favorecido frente a la competencia con el transporte carretero, puesto que el ferrocarril ofrece más comodidad y un viaje agradable.

Se aumentará la densidad de los trenes de cercanías. El tiempo de recorrido hasta SAPUCAY será 2 o 1,5 horas.

La composición de los trenes es la siguiente:

trenes expresos: 2da + 2da + coche restaurante + lera + 2da, en total 5.

trenes ordinarios: 2da + 2da + lera + 2da + furgón para correo, en total 5.

trenes de cercanías: 2da + 2da + 2da + 2da. . .

cercanías de
ASUNCION, 8
coches
cercanías de
ENCARNACION,
4 coches

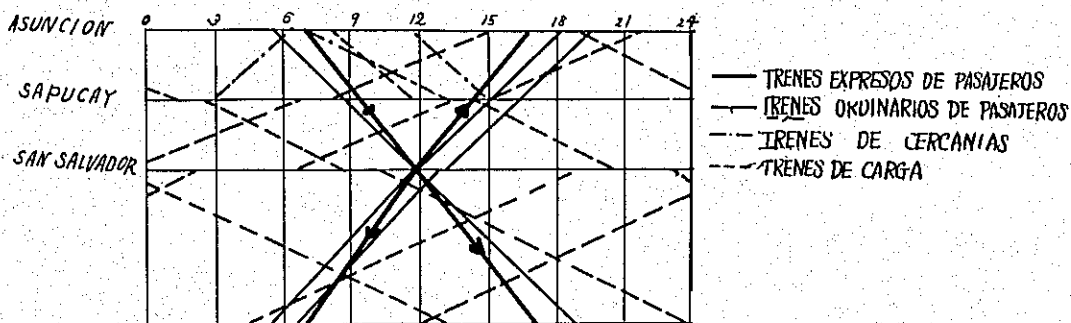
Estas son las composiciones básicas y pueden ser completadas por otros coches según el volumen de tráfico.

El parque del material móvil necesario es el siguiente:

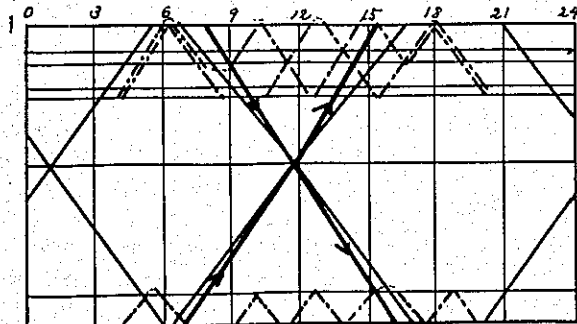
	primer programa		segundo programa	
	en uso	reserva	en uso	reserva
lera	2	2	4	2
2da	6	2	12	3
coche restaurante	2	1	4	2
furgón para correo			2	1
coches cercanías			12	4
suma parcial	10	5	34	12
total	15		46	

GRAFICO No.6 GRAFICO DE MARCHA

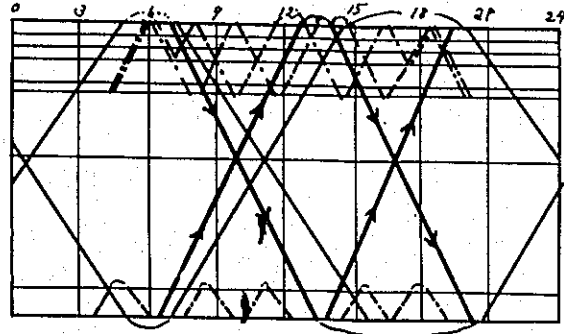
1. PRIMER PROGRAMA



2. SEGUNDO PROGRAMA



3. TERCER PROGRAMA



1 - 3 - 2 Servicio de carga

Será una ida y vuelta, con 400 t de peso transportado, en las secciones de las líneas existentes donde se encuentren muy pocas rampas siendo 10 ‰ su pendiente máxima.

Entonces la velocidad del tren será 30 km/h aún en la pendiente de 10 ‰, y aun teniendo en cuenta la pérdida de tiempo en la operación de cargamento y descargue o maniobras en las estaciones intermedias, podrá lograrse una velocidad media de 30 km/h gracias a la lisura de la mayor parte del trayecto. Se abreviará enormemente el tiempo del recorrido resultando 5,5 horas entre ASUNCION y SAN SALVADOR (actualmente 14 horas) y 10,5 horas entre ASUNCION y ENCARNACION (actualmente 29 horas).

Los depósitos de las locomotoras de línea serán ubicados en ASUNCION y ENCARNACION, y los de las de maniobras, además de las dos estaciones mencionadas, serán ubicados en SAPUCAY y SAN SALVADOR.

El parque necesario de locomotoras es:

	de línea	de maniobras
en uso	2	8
reserva	2	2
total	4	10

El elevado número de las locomotoras de reserva es para prever el aumento de la densidad de trenes.

Por cierta temporada los vagones existentes serán remolcados por las locomotoras Diesel.

El parque necesario de vagones no lo podemos precisar debido a la falta de

datos sobre las características de la carga a transportar, pero para responder a variadas demandas, consideramos que serán necesarios los siguientes vagones:

		carga
vagón para container	20 unidades	32 t
vagón cubierto	40 "	15 "
vagón abierto	20 "	15 "
vagón-plataforma	10 "	35 "
vagón-ventilador	10 "	15 "
vagón refrigerador	10 "	15 "
vagón para ganado	5 "	12 "
vagón -tolva	5 "	30 "
container	200 piezas	5 "

2. Plan de Construcción de Nuevas Líneas

2 - 1 Líneas Internacionales Paraguayo-Brasilenas

2 - 1 - 1 Línea ASUNCION - VILLA RICA - GUAYRA

2 - 1 - 2 Línea ASUNCION - ABAI - P. R. STROESSNER

2 - 2 Línea ENCARNACION - CAARRENDY

2 - 1 Líneas Internacionales Paraguayo-Brasilenas

Los intercambios exteriores del Paraguay se dependen casi exclusivamente de las dos rutas que conectan el Paraguay con la Argentina: una fluvial del río Paraná y la otra ferroviaria del Ferrocarril Central que se conecta con el Ferrocarril Urquiza de la Argentina. El Paraguay, por lo tanto, se ha visto sometido a muchos inconvenientes porque sus intercambios exteriores se ven influidos tanto por las condiciones fluviales del río como por las circunstancias del país vecino. Esta es la razón por la que el Paraguay planeó la construcción de una nueva ruta hacia Paranaguá, puerto libre de Brasil, que se encuentra a más corta distancia y que puede servir al Paraguay como puerto hacia el mercado internacional. La explotación de esta ruta es muy razonable aun sólo desde el punto de vista de la distancia, puesto que la distancia de 1.200 km entre ASUNCION y PARANAGUA es más corta que la de 1.400 km entre ASUNCION y BUENOS AIRES.

En cuanto a la línea ferroviaria entre ASUNCION y PARANAGUA hay tres rutas posibles.

La primera ruta es la que va desde CONCEPCION hasta PUNTAPORA del territorio brasileño pasando por P. J. CABALLERO. Esta ruta no es ventajosa porque 1) obliga la construcción de una nueva línea entre ASUNCION y CONCEPCION, 2) hay que construir nuevamente, por lo tanto, una longitud total de 650 km, y 3) la distancia a recorrer en el territorio brasileño, PUNTAPORA - PARANAGUA, resulta más larga que la de otras dos rutas.

La segunda ruta es la ASUNCION - PARANAGUA, que necesitará la prolongación de la línea existente ASUNCION - SAN SALVADOR - ABAI hasta P. R. Stroessner para

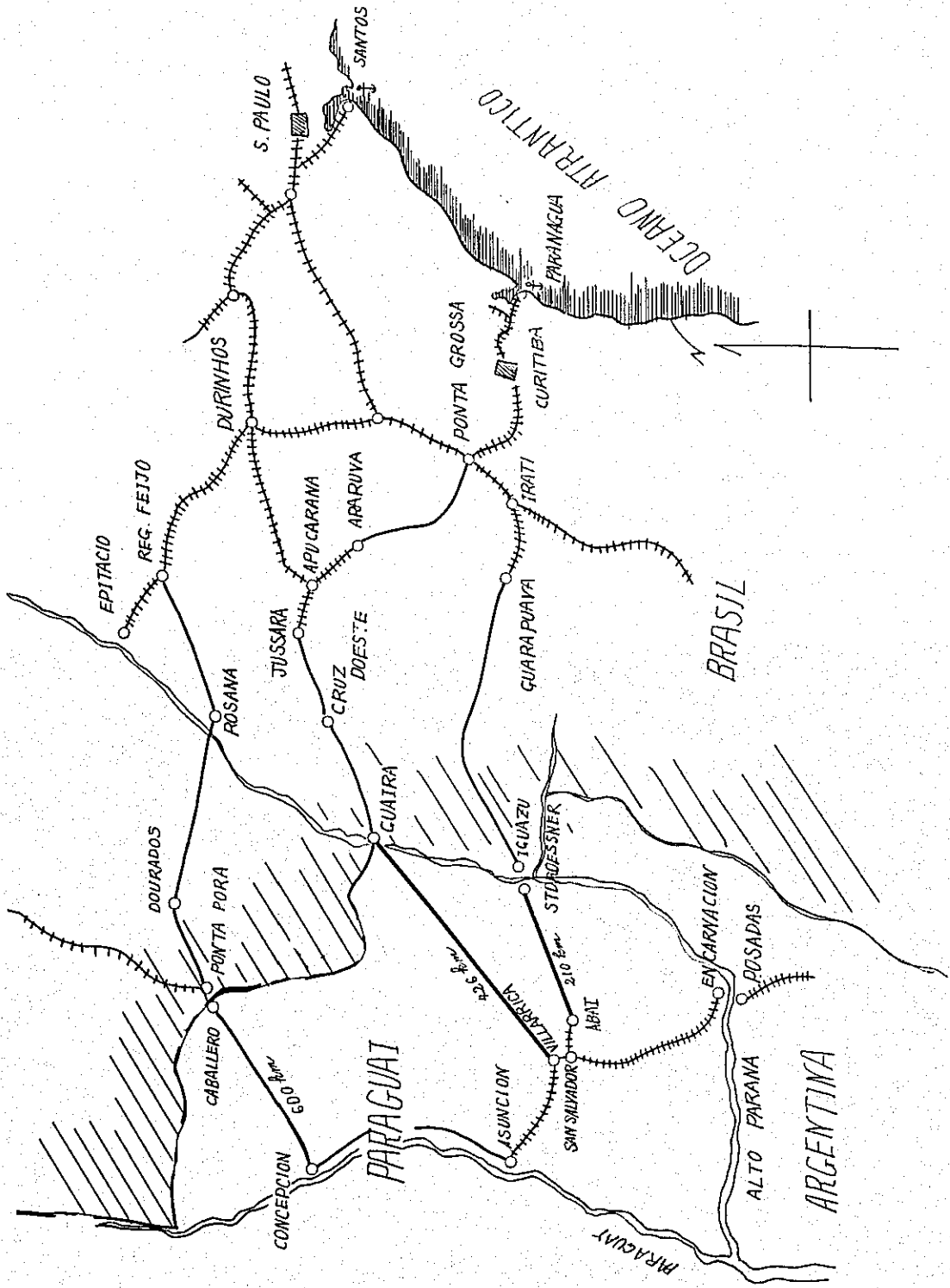
seguir después hasta el puerto brasileño pasando por YGUZA. (Vease Plano No. 1). Paralelamente a esta ruta posible ya existe una carretera internacional recién construida que va desde ASUNCION hasta P. R. STROESSNER se terminará en brevedad la pavimentación de toda la carretera. Esto disminuye la importancia que pueda tener la nueva línea tanto para la relación con Brasil como para el plan nacional de explotación del Paraguay. Esta ruta tampoco es ventajosa porque el programa brasileño de la construcción de nueva línea YGUZA - PARANAGUA no parece, hasta ahora, que haya marcado mucho avance.

La tercera ruta es la ASUNCION - PARANAGUA pasando por GUAYRA. Se necesita construir una línea hasta GUAYRA que parte de VILLA RICA de la sección ASUNCION - VILLA RICA. (149, 920 km desde ASUNCION). Esta ruta no es solo ventajosa sino necesaria por las siguientes razones: 1) en cuanto a las secciones que están por construir entre GUAYRA y PARANAGUA en el territorio brasileño se están haciendo programas o ya están en obras (vease Plano No. 1) y se puede esperar su terminación en un futuro cercano; 2) las zonas paraguayas que servirá la línea ASUNCION - GUAYRA son de tierra fértil y además enormemente ricas en recursos forestales, que no están explotadas por carecer de medios de transporte, ni fluvial ni carretero.

El único problema es que esta línea tendrá que atravesar no solo las vertientes de las dos cordilleras TAYAOPAU y ARACANGUY sino también selvas y lugares donde nacen muchos ríos. Los gastos de la construcción, por lo tanto, serán elevados, siendo no fáciles las obras. Consideramos, sin embargo, que para estas zonas una línea ferroviaria es más adecuada que una carretera por las siguientes razones: 1) la carga a transportar serán maderas en su mayoría; 2) el suelo es de tierra rosa y; 3) gracias al progreso del programa de la construcción de la línea brasileña será posible conseguir un transporte directo por la línea internacional.

A continuación nos referimos a la tercera ruta. Pero el problema de la articulación de las líneas proveniente de la diferencia de trochas (1.435 la del Paraguay 1.000 la del Brasil) habrá que estudiarse entre los dos países.

PLANO No.1 PLANO DE LAS RUTAS DE LAS NUEVAS LINEAS INTERNACIONALES PARAGUAYO-BRASILEÑAS



2 - 1 - 1 Línea ASUNCION - VILLARRICA - GUAYRA

A. Características de la nueva línea.

Como acabamos de exponer, la línea ferroviaria resulta más ventajosa que ningún otro medio de transporte por constituir una parte integrante de la línea internacional y también por ser la carga, en su mayoría, productos forestales y agrícolas. Consideramos que sería mejor que los trenes para la nueva línea sean de una capacidad de transporte media o inferior a media, teniendo en cuenta el volumen, cualidad y características de la carga a transportar, y también que la vía sea de estructura menor que deja posibilidades para el posterior desarrollo, para bajar así los gastos de construcción. La estructura menor es adecuada también a la configuración del suelo de aquellas regiones. Debería hacerse que los trenes funcionen a una velocidad superior a la del transporte carretero para poder suministrar velozmente al mercado los productos.

(Mostramos, como punto de referencia, la relación entre la velocidad y las características de la vía, deducida de las características del material motor de estos días pero sin tener en cuenta su fuerza tractiva. Generalmente la velocidad de los trenes se determina en función de pendientes y curvas. Los valores a proxímados son:

radios de la curva	velocidades límite
800 m	100 km/h
600 "	90 "
500 "	85 "
400 "	75 "
300 "	65 "
250 "	60 "
200 "	50 "

Según este cuadro el radio de curva mínimo tiene que ser entre 300 y 400 m para que la velocidad de trenes sea siempre más de 70 km/h.

Las limitaciones normales de la velocidad en las líneas de pendientes de descendentes figuran en el cuadro siguiente. En casos concretos estas limitaciones

pueden variar según las características del material motor, tipo del material móvil y el número de ejes a freno.

Pendientes descendentes	Trenes de pasajeros	Trenes de carga
menos de 5/1000	100 km/h	75 km/h
10/1000	95 "	70 "
15/1000	90 "	65 "
20/1000	85 "	60 "
25/1000	80 "	55 "
30/1000	75 "	50 "

Según este cuadro, para que la velocidad de los trenes de pasajeros sea más de 70 km/h la máxima rampa descendente tiene que ser menos de 30/1000.

En este caso la fuerza tractiva del motor no está considerada.

Al construir una nueva línea que estudiar cuidadosamente. primero, el volumen, cualidad y característica de la carga a transportar, para determinar, luego, la capacidad de, es transporte, es decir, establecer un plan para trenes (velocidad de operación, fuerza tractiva) y un plan para el material rodante (tipo y número del material móvil utilización, inspección y reparación, combustibles etc.), las características de la vía, las instalaciones y finalmente personal necesario.

Generalmente el volumen total a transport está en proporción directa al cuadrado del número de la población de las zonas servidas por la línea.

Pero es muy difícil determinar el volumen y característica de la carga de esta línea, que, por una parte es una línea internacional y por otra parte su objetivo consiste en contribuir a la explotación de las zonas. Por ejemplo en el caso del transporte de maderas que forman recursos infinitos en la región no se puede calcular con exactitud el volumen de la demanda interior y exterior Hacemos, sin embargo un calculo aproximado suponiendo que se transporte por la nueva línea una cantidad equivalente al volumen total de madera que se exportó a la Argentina en 1961, o sea 110, 000 t.

En el caso de que se trabaje 300 días al año, habrá que transportar diaria - mente un promedio de 370 t para despachar los 110, 000 t. Y si el transporte se efectúa sólo por una rama entonces la fuerza tractiva del material motor tendrá

que ser aproximadamente de 620 t. El tipo adecuado de locomotora Diesel, cuya adopción es recomendable por las razones que examinaremos más adelante, será una semejante a la D. D. 20 (1000 H P- de los Ferrocarriles Nacionales Japoneses, cuya velocidad media en las pendientes de 10°/00 es 20 a 25 km/h. La fuerza tractiva de la misma locomotora, en caso de que opere a 20 - 25 km/h en las pendientes de 20°/00 bajará a la mitad de lo que es en el caso de las pendientes de 10°/00. Es preferible, por lo tanto, una pendiente máxima de la línea sea de 10°/00, ya que en el caso de 20 °/00 se necesitarían dos ramas en vez de una rama.

Por otra parte, sin embargo, los gastos de la construcción de la línea de 10 °/00 será doble que la de 20 °/00, lo que requeriría una suma enorme para la primera inversión debido a la configuración accidentada del terreno.

Teniendo en cuenta estas circunstancias y la conveniencia de adoptar, como indicamos más arriba, trenes con una capacidad de transporte media o inferior a la media, consideramos que la adopción de la máxima pendiente de 20 °/00 para esta línea es más razonable. Al aumentar el volumen del transporte en el futuro habrá que tomar medidas tales como la adopción de locomotoras más potentes o el añadir a los trenes locomotoras auxiliares o también aumentar la densidad de trenes.

Respecto a la ruta ASUNCION - GUAYRA puede pensarse en la posibilidad de construir una nueva línea que tenga la siguiente ruta: ASUNCION -al norte del lago YPACARAY - ALTOS - TOBATI - CARAGUATAY - al norte de COLONEL OVIEDO y CAAGUAZU - al sur de la cordilleras TAYAOPAU y ARACANGUY - GUAYRA. Pero recomendamos aprovechar la sección ASUNCION - VILLARRICA de la línea principal del Ferrocarril por las siguientes razones: 1) entre ASUNCION y CAAGUAZU ya existe un excelente transporte carretero por la carretera internacional, 2) se ahorran los gastos de la construcción de la nueva línea, y 3) la conveniencia de dejar estas zonas al transporte carretero, teniendo en cuenta el futuro movimiento de pasajeros y carga en la nueva línea. Se construirá una línea que parte de la estación VILLARRICA y que va hasta GUAYRA pasando por CAAGUAZU (longitud total de 426 km)

B. Servicio de tráfico y material rodante

En principio se establecerá una división entre el servicio de pasajeros y el de carga. Los trenes de pasajeros se dividirán entre los trenes internacionales y los trenes para el servicio nacional y aquellos serán espresos y éstos, ordinarios. Es preferible utilizar automotores Diesel (capacidad por unidad: 60 a 80 pasajeros) y al tren automotor se puede agregar 1 ó 2 vagones según las necesidades. El recorrido de un extremo a otro extremo entre ASUNCION y GUAYRA (aproximadamente de 570 km) durara 8 horas en el caso del tren expreso, cuya velocidad media será 70 km/h.

Si se toman las horas comprendidas entre las 6:00 y 18:00 como tiempo de operación entonces una rama efectuará sólo una ida.

Pero si se opera desde las 5:00 hasta las 21:00 una rama podrá efectuar diariamente una ida y vuelta. Y si suponemos que la composición mínima de un tren internacional sea de 4 coches (1 de 1^a, 1,5 de 2^a, 1 de coche restaurante y 0,5 de encomiendas; sistema de mando en unidades múltiples), entonces una rama puede transportar unos 150 pasajeros en una ida.

Para la tracción de los trenes de carga se usarán locomotoras Diesel(1.000HP, 50t), cuya fuerza tractiva será, como ya hemos mencionado, unos 350 t cuando su velocidad de equilibrio sea 20 km/h en la pendiente de 20°/00 y unos 230 t a 30 km/h. (si es en la pendiente ascendente de 10°/00 la fuerza tractiva en la velocidad de equilibrio de 20 km/h será 700 t y 450 t en 30 km/h, 300 t en 40 km/h respectivamente.)

El material de carga será, en principio, de bogies de cuatro ejes. Pero es preferible mezclar vagones de dos ejes para facilitar el transporte de la carga de pequeño embalaje. El total de la carga útil que transportará una rama (una locomotora Diesel 1.000 HP con 9 vagones de 25 t), será unos 210 a 220 t por cada ida diaria en la línea, cuya máxima pendiente ascendente es 20 °/00. Será por lo tanto, unos 75.000 t/año si se opera los 350 días del año y 65.000 t/año en el caso de 300 días de operación. (La velocidad media de los trenes de carga será 45 km/h. El recorrido de 570 km durará 13 horas.)

La distancia entre estaciones será 15 a 20 km. Sería suficiente, aun para el

futuro, con esrablecer cada 15 a 20 km vias de carga.

C. Características de la vía e instalaciones

La características de la vía e instalaciones apropiades para los tren y et mate-
rial rodante que hemos estudiamos hasta ahora serán las siguientes:

- características de la vía:

trocha	1.435 mm
radio de curva mínimo de la línea principal	más de 300 m
pendiente máxima de la línea principal	20°/00 sin reducción de la pendiente en las curvas
pendiente máxima en las estaciones	3 °/00, pero 10°/00 cuando no se efectue la clasificación
capacidad de aguante de puentes	K.S. 14, permisible la estructura de madera. Es deseable que la infraestructura permanente de grandes puentes sea de K.S 16.
riel	37 kg/m tanto para la línea principal como para la línea lateral
número de durmientes	1.500 durmientes /km
altura de balasto	200 mm
ancho mínimo de la plataforma de vía	5.300 mm
longitud útil de la línea principal en la estación	400 m, pero la longitud de la baja pendiente en la estacion sera mas de 1.000 m para prevención para el futuro

- estaciones:

andén no se construirá en principio
instalación para cargamento y descargue

- instalaciones para operación:

placa giratoria o instalaciones semejantes no son necesarias
instalación para aprovisionamiento de agua en GUAYRA
instalación para aprovisionamiento de aceite en ASUNCION y AUAYRA
zanja cenicera no es necesaria

- inataciones de seguridad y de señalización:

sistema de bloqueo a boletos
enclavamiento aparatos de 2da. clase
sistema de señalización señal semafórica
telecomunicaciones 2 circuitos

D. Selección de la ruta

Las zonas que servirá esta nueva línea son, en su mayor parte, selvas abundantes en ríos y terrenos pantanosos con pampas esparcidas. No hay, por lo tanto, puntos especialmente importantes por los que la nueva línea se ven obligada a pasar, con excepción de dos ciudades principales en estas regiones: CORONEL OVIEDO y CAAGUAZU, Hemos adoptado la ruta por CAAGUAZU, teniendo en cuenta la situación actual del transporte carretero y la configuración del terreno. COLONEL OVIEDO y sus cercanías, ricas en productos agroforestales, no sentirán mucha inconveniencia, porque se puede efectuar el transporte directo hasta ASUNCION o VILLARICA por la carretera internacional. La ruta por CAAGUAZU permite abreviar la longitud total de la línea a construir y evitar, al mismo tiempo, las zonas con una configuración relativamente complicada del terreno y también las tierras que se convierten en pantanos en la época lluviosa, que se encuentran al norte de VILLARICA.

La ruta desde CAAGUAZU para adelante tendrá que ser determinada teniendo en cuenta 1) que atravesase, lo mas posible, las zonas forestales, eligiendo, al mismo tiempo, los lugares menos costosos para la construcción; 2) que sea lo más grande posible el radio de la curva, que podría ser obstáculo, en caso de que sea pequeño, para la elevación de la velocidad del material motor en el futuro; 3) evitar, lo más posible, la vía nivelada sin pendientes para obtener mayor eficacia en el desagüe; 4) hay que procurar que no se prolongue la longitud total de la línea y también que se combinen diferentes grados de pendientes por querer disminuir las obras de trinchera y terreplén; 5) evitar la variación en vano de la pendiente de la línea y; 6) habrá que efectuar, para todo ello, algunas grandes obras de tierra.

En el mapa adjunto figura la ruta propuesta, que se ha trazado sólo según las fotografías aéreas y datos obtenidos por reconocimiento, por carecer de mapas topográficos de las zonas. Suponemos que si se realiza una minuciosa medición topográfica se podría trazar una línea más ventajosa que la que proponemos, en cuestión del radio de curva y de la pendiente.

E. Proyecto y ejecución de obras

En el trazado de la sección VILLARICA - CAAGUAZU deberían evitarse las zonas fáciles de inundar en la época lluviosa, que se extienden a lo largo de río, arriba del TEBICUARY. La altura de terrepleno será la altura del suelo natural + 0,5 m. El suelo de estas regiones, a pesar de ser tierra rosa es arcilloso con mucha arena cienosa. La pendiente por terrepleno tendrá que ser, por lo tanto, muy suave y habrá que plantar hierbas en el terreplén inmediatamente después terminadas las obras. No habrá dificultades en emplear grandes máquinas en las obras. Recomendamos igual que en otros casos de la construcción la organización de la obra según los datos climatológicos por meses.

Tos terrenos del tramo que va de CAAGUAZU hasta al sur de YHU no causarán dificultades especiales ya que son pampas en su mayor parte.

Habrá que tener especial cuidado tanto en los proyectos como en la ejecución de obra del tramo que va desde del sur de YHU hasta GUAYRA pasando al sur de BELLAVISTA, debido a la configuración muy complicada del suelo. En la mayor parte será posible el uso de grandes máquinas, pero cuando la cantidad del agua contenida en el suelo se eleve por la lluvia, deberán suspenderse las obras hasta que el suelo quede nuevamente seco.

Los puentes serán de concreto sobre los ríos grandes, pero para los ríos pequeños podrían emplearse maderas tales como Lapacho que se produce en cantidades abundantes en estas zonas para reducir con ello el costo de construcción.

La superficie de las trincheras y terraplenes será determinada según la naturaleza del suelo, pero sería preferible cubrirla con hierbas inmediatamente para prevenir desastres. Debería hacer se que tenga mucha eficacia el desagüe.

El puente sobre el río Parana en la entrada de GUAYRA será construido cerca de las cataratas de GUAYRA. No hace falta que sea de grandes luces porque no hay problema de navegación, además de ser el fondo de roca y las aguas bajas. Por eso más bien deseable que sea de luces económicas dando mayor importancia al aspecto estético. También sería preferible que sea un puente combinado con el carretero teniendo en cuenta la posibilidad del posterior desarrollo de la red carretera (incluida la del turismo).

F. Materiales de obra y mano de obra

Habrá que traer toda clase de máquinas y herramientas para la obra ya que no se encuentra ninguna en el local. Las maderas las hay abundantes y sólo bastaría llevar máquinas para aserrar. Las maderas aserradas serán utilizadas para varias clases de estructuras. La arena para hormigón suponemos que no se podrá conseguir en las zonas de la construcción. Habrá que traerla de los ríos Paraguay o Parana o, si no, habrá que fabricarla en el local triturando rocas o piedras. Tampoco podrá conseguirse cascajo del río y se tendrá que fabricarlos triturando rocas. Las rocas a triturar se encuentran abundantes en cercanías de ASUNCION y se podrán hallar otras canteras adecuadas a lo largo de la ruta, cosa que, desgraciadamente, no pudimos hacer debido a la brevedad de nuestra estadía. El agua de buena calidad se consigue excavando un pozo de 15 metros de hondo. Cemento y explosivos pueden conseguirse dentro del país (vease el cuadro No. 1). Se pueden importar también de la Argentina según la necesidad. Se consiguen ladrillos a un precio muy reducido.

Cuadro No. 1 Precio de materiales de la obra (según los datos del Ministerio de Obras Públicas) 1-V-1964

Articulos	Figura	Unidad	Precio	Advertencias
			(guaranies)	
Tubo de arcilla	D: 1m	m	1.200	entrega en ASUNCION
Arena		m ³	125-140	
Piedras trituradas		t	280	
Maderas	tabla (1 clase)	m ²	14	
Materiales de acero	para moldes	m ²	4 - 8	entrega en ASUNCION
		t	33.000	
Cemento		50 kg	220	
Gasolina		L	15	
Aceite ligero		L	12	
Lubricantes		L	80	

Cuadro No. 2 Jornal de Obreros (según los datos del Ministerio de obras Públicas) 1-V-1964

Clasificación	Unidad	Precio (guaranies)	Advertencias
Carpinteros	día	300 (429)	
Peones	"	200-250 (268-358)	
Soldadores	"	300 (429)	
Conductores (de rosadoras etc.)	mes (1a. clase)	10.000 (14.300)	
	mes (2a. clase)	7.500 (10.720)	
Alquiler de camiones	8 horas	5.000	
Camiones con conductores	día	7.000	

Nota: Los numeros en () incluyen los gastos del seguro social.
Los gastos del Seguro Social corresponden al 43% de los haberes y los abonan al Gobierno los empresarios.

En cuanto a la energía eléctrica para las obras y alumbrado, como no se puede conseguir en el local, habrá que producirla con motores de combustión interna o con generadores Diesel. Ya existen caminos de acceso, pero son muy estrechos siendo sólo posible el paso de jeeps. Habrá que ampliarlos y repararlos para que entren camiones.

Los obreros de toda clase podrán conseguirse dentro y en las cercanías de ASUNCION, CAAGUAZU, COLONE LOVIEDO, y VILLARICA. Sería necesario construir dormitorios o instalaciones semejantes para ellos en el local de la construcción. En esas zonas parece que no hay contratistas o suministradores de mano de obra pero hay algunos destajeros o intermediarios. El jornal de obreros figura en el cuadro No. 2. Habrá, sin embargo, que estudiar bien las leyes referentes ya que el sistema de seguros sociales está muy avanzado en el Paraguay. Las enfermedades endémicas tales como malaria y fiebre amarilla no las hay en estas regiones igual que en las otras. Sería necesario, sin embargo, tomar algunas medidas protectoras de la salud del personal, por ejemplo, la adopción de una estructura adecuada en los edificios que será también medio preventivo contra el calor y el uso de insecticidas, debido a la abundancia de moscas y mosquitos al comienzo de la obra.

Deberá haber médicos y enfermeras en el local de las obras que se ocupen de tratamientos sencillos. Los que sufran alguna enfermedad complicada o daños que necesitan largo tiempo de hospitalización sería mejor llevarlos a ASUNCION donde están ubicadas las mejores instalaciones de medicina. Las medicinas se pueden conseguir en ASUNCION con excepción de algunas especiales.

2 - 1 - 2 La línea ASUNCION-ABAI - P. R. STROESSNER

A. Generalidades

Esta línea ferroviaria consiste, como hemos referido antes, en la prolongación del ramal ABAI (63 km) hasta P. R. STROESSNER donde se conectará con el ferrocarril brasileño para constituir una línea internacional: ASUNCION → SAN SALVADOR → ABAI ↗ P. R. STROESSNER ↗ IGUAZU ↗ CASCAVEL ↗ GUARAPUAVA → PONTAGROSSA → CURITIBA → PARANAGUA con una longitud de 1.130 km (↗ indica ramos por construir y → ramos ya existentes). Esta ruta es muy significativa para el Paraguay, constituyendo el máximo acortamiento para el puerto PARANAGUA.

Del tramo SAN SALVADOR - P. R. STROESSNER hay un proyecto por ingleses fundándose en la medición y reconocimiento realizados entre 1912 y 1913. Según este proyecto las características de vía tienen una pendiente máxima de 10 ‰, radio de curva mínimo de 170 m y el trayecto dibuja un zig-zag al atravesar las

zonas montañosas que se extienden más allá de ABAI. Este proyecto, a nuestro juicio, no es práctico para el momento actual. Lo habrán planeado de esta manera porque 1) una pendiente de más de 10°/00 era inadecuada para la fuerza tractiva de las locomotoras de entonces y 2) preferían seguir fielmente la curva de nivel para reducir el costo de construcción reduciendo a un mínimo las obras de trinchera, terraplenado etc.

No sabemos si la razón de haber elegido para esta línea la ruta de ABAI rechazando la ruta de la actual carretera internacional es que creyeron que aquella era la mejor por no disponer de mapas topográficos o si intentaron con ello la explotación de los bosques que se extienden a lo largo de la ruta.

Con todo, la construcción del tramo SAN SALVADOR - ABAI se realizó pero el tramo ABAI - P. R. STROESSNER quedó sin construir. Y la posibilidad de construcción de esta línea ha quedado todavía más lejos debido a la apertura en 1958 de la carretera internacional ASUNCION - P. R. STROESSNER, así como la paralización del proyecto del tramo IGUAZU - GUARAPAVA en el BRASIL.

Pero esta línea será, después de construída, una de las líneas principales de la red ferroviaria del Paraguay, junto con otras dos rutas ASUNCION - VILLARICA - GUAYRA y ENCARNACION - P. R. STROESSNER - GUAYRA, y contribuirá enormemente como las otras dos tanto al desarrollo industrial del país como a los intercambios exteriores con BRASIL y la ARGENTINA. Y la importancia de esta línea aumentará todavía más si se tiene en cuenta la existencia de colonias importantes en las zonas que servirá y el plan de construcción cerca de STROESSNER de una planta hidroeléctrica con la producción de 12.000.000 KW que permitirá, a su vez, la industrialización de estas zonas. Se podría decir, por lo tanto, que esta línea ferroviaria es necesaria, a pesar de la existencia de la carretera internacional.

De dicha carretera internacional sólo 80 km de los 327 Km entre ASUNCION y P. R. STROESSNER están por pavimentar a fines de abril de 1964. La pendiente máxima de ella es 60 °/00, el radio de curva mínimo es 400 m, el ancho del firme de la carretera es de 11,0m y el de la pavimentación es de 6,0 m. Se espera la apertura en breve tiempo del puente internacional sobre el río PARANA (la longitud total es de 550 m, longitud del claro central del arco del hormigón armado es de 330 m y está a una altura de 70 m sobre la corriente del río) del que sólo queda por hacer una parte de la superestructura. El servicio de buses entre ASUNCION y P. R. STROESSNER efectúa diariamente 15 o 16 idas y vueltas, haciendo todo el recorrido en 5 a 6 horas los expresos, y en 8 a 9 horas los regulares. Cuando quede terminada la pavimentación total no habrá lugar a cortes de comunicaciones por la lluvia.

B. Construcción de la línea

Esta línea ferroviaria necesitará ofrecer un servicio cuya velocidad sea igual

o mayor que la del transporte carretero ya que correrá más o menos paralela a la carretera internacional. Pero, a pesar de ello, no se librará nunca de una competencia muy fuerte con el transporte carretero.

Consideramos, con todo, que es necesario desarrollar el plan de la construcción de esta línea al compás del desarrollo del plan brasileño de la construcción de la línea arriba mencionada, debido a la conveniencia del transporte directo a larga distancia de los productos paraguayos a exportar.

En vista de ello, recomendamos para cuando se realice la construcción, la adopción de automotores Diesel y locomotoras Diesel para los trenes, para que la línea pueda ofrecer un servicio más rápido y menos costoso que el transporte carretero. Estos trenes se dotarán de una capacidad del transporte media o inferior a la media y operarán a alta velocidad. La máxima pendiente no deberá ser más de 20 ‰ debido a la configuración topográfica y el radio de curvatura mínimo será de 400 a 600 m, siendo excepcionalmente de 300 m en las zonas montañosas. No podrá, por lo tanto, evitarse cierto aumento de obras estructurales. Debería elegirse una ruta más corta evitando una ruta serpentina como la propuesta por los ingleses.

Se necesitaría, entonces, el refuerzo del tramo de 170 km entre ASUNCION y SAN SALVADOR así como del ramal ABAI de 63 km.

C. Plan para transporte y material rodante

Los trenes se dividen, en principio, en los de pasajeros y los de carga. Los trenes de pasajeros se dividirán, a su vez, en los expresos internacionales y los regulares para el interior del país, y se usarán los automotores Diesel en ambos casos. A los trenes regulares se podrá añadir un vagón según las necesidades. Si los trenes expresos circulan a una velocidad de 70 km/h entre ASUNCION y P. R. STROESSNER (44 km) resulta que el recorrido dura 6,5 horas. Y si tomamos las horas comprendidas entre las 6:00 y 19:00 como tiempo de operación, una rama puede efectuar una ida y vuelta por día. Podría destinarse a otro servicio la rama, después de realizada la ida, para obtener así mayor flexibilidad en la utilización del material.

Los trenes de carga tendrán las mismas características que las del caso de la línea ASUNCION - GUAYRA. Entonces el recorrido total durará 11 horas (la velocidad media será de 45 Km/h). Por lo tanto, una rama de 9 vagones de 25t remolcados por una locomotora Diesel podrá transportar en una ida diaria unos 210 a 220 t, Y el volumen total transportado por año será 75.000 t si se efectúa la operación los 350 días del año y 65.000 t/año por 300 días de operación.

D. Características de vía y otras instalaciones

Son las mismas que las que hemos indicado para la línea ASUNCION - GUAYRA.

E. Elección de la ruta

El tramo que va de ABAI hasta la divisoria de aguas necesitaría, como hemos referido antes, ciertas obras grandes de tierra, para obtener una ruta ideal en su forma. Para la ruta a lo largo del río MONDAY debería evitar cuidadosamente las partes fáciles de inundar en la época lluviosa. La ruta cerca del terminal P.R. STROESSNER tendrá que determinarse teniendo en cuenta la conexión con la línea que viene de ENCARNACION, así como el lugar del puente sobre el río APRANA y el del terminal de la línea brasileña.

F. Proyecto, ejecución, materiales de la obra, y mano de obra

Son más o menos idénticas de lo que referimos para la línea ASUNCION - GUAYRA.

2 - 2 La línea ENCARNACION - CARRENDY

Esta línea será construida en la altiplanicie, de unos 4.200 Km² limitada al oeste por una línea de 55 km entre COLONEL BAGADO y ENCARNACION y al noreste por un línea de 75 km, con objeto de constituir una vía principal para la explotación y el transporte de pasajeros y los productos agro-pecuarios de las zonas donde se encuentran las colonias tales como FRAM, OBRIGADO y ALTOPARANA. Esta altiplanicie ondulante con una diferencia de nivel de unos 50 m es, en su mayoría, selvas con excepción de las colonias, en la que no hay grandes ríos a atravesar, pero en la época lluviosa se inundan las partes bajas a lo largo de los ríos.

En las colonias, abiertas hace bastante tiempo por los inmigrantes alemanes y japoneses, está ya casi por terminar el proyecto de la red carretera y la división del terreno. Los productos agrícolas varían mucho: tung, mate, mandiocas, caña de azúcar, maíz, algodón, batatas, trigo, agrios, uva, soja, cacauete, arroz, cebolla, tabaco, patata, y otras verduras. De los productos pecuarios, carne, queso, mantequilla y huevos ya hay para exportar. Además con la posibilidad de la explotación forestal (maderas duras de calidad tales como QUEBRACHO, LAPACHO hay en abundancia) se espera el desarrollo cada vez mayor de estas zonas. La mayoría de estos productos se exportan a la ARGENTINA, BRASIL y otros mercados exteriores excepto cierta cantidad de verduras y frutas que se consumen en ASUNCION.

Los medios actuales de transporte de estas zonas son carretero, fluvial y aéreo.

La red carretera consiste en dos carreteras principales de más de 7 metros de ancho que corren hacia el sureste y el noreste y otras menores de unos 3 metros de ancho que corren entre las principales. La mayoría de estas carreteras se han construido económicamente siguiendo la topografía, por carecer de mapas y no están sometidas a normas, sin constituir, por lo tanto, una red bien ordenada. Pero tampoco causan generalmente grandes dificultades en el transporte de los productos y de pasajeros. Además hay terreno de 10 a 50 metros

de ancho para poder ampliar estas carreteras cuando se aumente el tráfico. Pero en la situación actual, cuando llueve se prohíbe la circulación de vehículos, menos en algunos casos especiales, con el fin de prevenir desastres y también por la dificultad del mantenimiento. El suelo de estas regiones es de tierra rosa muy conglomerada, con arena y cieno mezclados. La permeabilidad de este suelo es, en general, bastante baja (coeficiencia de estas regiones será unos 10^{-7}) por lo que con la lluvia sólo el suelo polvorizado de 1 a 5 centímetros se vuelve lodo, siguiendo dura como antes la capa inferior. Esto es muy peligroso para la circulación de vehículos ya que se da un efecto semejante a la circulación sobre el hielo.

Si se permite la circulación de vehículos en esta circunstancia la capa de lodo se ahondará poco a poco, lo que dificultará mucho la reparación después de la lluvia. Además como son carreteras construidas económicamente siguiendo las pendientes naturales para reducir a lo mínimo las obras de cortes, terra plenados, alcantarillas tubulares y viaductos, algunas partes son de una rampa muy fuerte por la que bajan las aguas formando una corriente muy fuerte que daña, a su vez, la superficie de las carreteras. Las partes bajas donde concurren las aguas a veces hasta se derrumban. Para hacer que las carreteras sean circulables aún en la lluvia debería efectuarse el reajuste de las rampas, la instalación de alcantarillas tubulares, renovación de los puentes y viaductos y el balastado de 8 a 20 cm de altura con piedras trituradas sobre el que se efectúa el asfaltado de 3 a 5 cm.

Del transporte fluvial sólo el río PARANA es navegable. ENCARNACION había sido el único puerto donde se podía realizar el cargamento y descargue de barcos de unas 200 t que circulan por el río. Los productos agripecuarios de las colonias FRAM, OBRIGADO y ALTOPARANA tenían que ser transportados primero por camiones hasta ENCARNACION donde se transbordaban a los barcos que los llevaban a BUENOS AIRES o a otros puertos extranjeros. Recientemente para evitar este inconveniente se ha construido un muelle sencillo de madera en CAARENDEY de la región ALTOPARANA, donde se efectúa actualmente el cargamento a mano.

Pero este transporte fluvial se ve obligado a suspenderse con mucha frecuencia debido a los bajíos y arrecifes que se encuentran cerca de CORRIENTES así como la marcada diferencia del nivel del agua que llega hasta 5 metros. Es muy difícil, por lo tanto, obtener regularidad del transporte de la carga para llevarla a un puerto para la fecha fijada o para exportarla cuando el precio internacional oscila en favor de ella. Esto obliga a llevar por camiones los productos a exportar hasta el puerto ASUNCION del río PARAGUAY

Esto obliga al transporte ferroviario o carretero de los productos hasta el puerto ASUNCION (unos 370 km de recorrido) dotado de instalaciones de carga a máquina, en el que entran barcos de 1.000 a 2.000 toneladas. Pero esta ruta tampoco asegura la regularidad del transporte, teniendo que depender de las condiciones del río PARAGUAY, de la carretera ENCARNACION - ASUNCION y del ferry-boat de

VILLARICA. A pesar de todo, respecto al transporte terrestre hasta ASUNCION es más seguro el ferroviario que el carretero aunque resulte más costoso.

Podría decirse que el PARAGUAY, país que no tiene ninguna salida al mar, tenía que depender, a pesar de sus inconvenientes, del transporte fluvial por los dos ríos PARANA y PARAGUAY, que era un medio más fácil y menos costoso para la exportación de los productos nacionales.

Finalmente, el transporte aéreo todavía es de menor escala: es efectuado por el Transporte Aéreo Militar con aviones a hélice DC-3 que vuelan sólo entre ENCARNACION y algunas partes de las colonias; realizan tres idas y vueltas por semana (lunes, miércoles y sábados) tardando en el recorrido hora y cuarto; la tarifa es 925 guaraníes para una ida y 1.670 guaraníes para ida y vuelta. Sólo tienen servicio de pasajeros y además es muy costoso. Se puede esperar el desarrollo de este servicio aéreo de pasajeros por aviones a hélice en el futuro gracias a la topografía apropiada para la construcción de aeropuertos. Pero no puede pensarse el desarrollo del transporte aéreo de carga porque los productos son, en su mayoría, materias primas, con algunos productos primarios.

B. Plan para la construcción de la línea ferroviaria

En vista de lo que acabamos de decir sobre los transportes carretero, fluvial y aéreo, una nueva línea ferroviaria tendrá que satisfacer los requisitos de alta seguridad, certeza, alta velocidad, menor precio y mayor volumen de transporte para compensar, con ello, los defectos de los transportes carretero y fluvial. Y no debería ser un medio complementario de los otros medios existentes sino el medio principal del transporte.

Recomendamos, en vista de lo cual, la adopción, para el transporte de pasajeros, de un servicio frecuente efectuado por los automotores Diesel de alta velocidad y de los trenes remolcados por locomotoras Diesel con una capacidad de transporte media o inferior a media, para el servicio de carga. Recomendamos también la adopción de una vía menos costosa tanto en su construcción como en su mantenimiento que permita, al mismo tiempo, la circulación a una velocidad más elevada que la del transporte carretero. El sistema de la explotación debería ser racionalizada y moderna. Se utilizarán automotores Diesel y locomotoras Diesel de las mismas características que los propuestos para la línea ASUNCION - GUAYRA. Tendrá que estar prevista la posibilidad de aumentar las instalaciones que permitan el aumento de la densidad de trenes para cuando se eleve el volumen de transporte. Esto podrá solucionarse también sustituyendo las locomotoras por otras más potentes o añadiendo locomotoras auxiliares. Pero si el objeto de esta línea está en el transporte de los productos de estas regiones hasta ENCARNACION o ASUNCION, sería mejor que sea un ferrocarril de campaña con una trocha, por ejemplo, de 760 mm 600 mm. En caso de que se realice la ampliación del puerto CAARENDA la combinación del transporte carretero con el fluvial resultaría más

económica aunque es más inconveniente que el ferroviario. En caso de que se quiera construir esta línea es preferible, por lo tanto, que se planee una línea que pueda constituir una parte integrante de la propuesta línea ENCARNACION - P. R. STROESSNER. El enlace de esta línea no sólo con el Ferrocarril Central ASUNCION - ENCARNACION sino también con el ferrocarril argentino mediante la construcción del puente internacional entre ENCARNACION y POSADAS, permitirá el transporte directo de los productos por los trenes internacionales. La construcción de esta línea debería tener parte en el Plan de Desarrollo Ferroviario del Paraguay junto con el programa de modernización del Ferrocarril Central y la construcción de las líneas propuestas VILLARRICA - GUAYRA y P. R. ATROESSNER - GUAYRA. Esta línea, cuando esté construída, contribuirá enormemente a la explotación nacional de la tierra fértil del Paraguay.

C. Plan para el transporte y el material rodante

Hemos elaborado el plan para el transporte y el material rodante considerando el tramo ENCARNACION - CAARRENDY de unos 90 km como un rama del Ferrocarril Central.

En principio, se establecerá la división entre el servicio de pasajeros y el de carga, pero como no se puede averiguar el volumen del tráfico, no habrá más remedio que adoptar el sistema mixto para cierta temporada después de su puesta en servicio.

El servicio de pasajeros será efectuado por los automotores Diesel (con una capacidad por unidad de 60 a 80 pasajeros y dotados de la posibilidad del mando en unidades múltiples). Es preferible que se realicen a lo mínimo 4 a 6 idas y vueltas por día debido a la densidad de la población de estas regiones. Si los trenes hacen el recorrido de 90 km a una velocidad media de 70 km, un recorrido durará 1,5 hora. Y si tomamos las horas comprendidas entre las 6:00 y 18:00 como tiempo de operación una rama efectuará cuatro idas y vueltas. Bastará, por lo tanto poner en servicio dos ramas para alcanzar la densidad de tren necesaria. Como no habrá necesidad del empleo de coche-restaurante ni la distinción entre la 1ª y 2ª clase, una rama puede ser un automotor Diesel. Y aunque una tercera parte del coche se destine a las encomiendas se podrá realizar el transporte, con dos automotores Diesel, de unos 500 pasajeros por día. Si es necesario podría añadirse a estos automotores un vagón de 2 ejes de la clase No. 10. Para la tracción de los trenes de carga se usarán las locomotoras Diesel del mismo tipo que para la línea ASUNCION - GUAYRA, pero podrá pensarse en el uso provisional de las locomotoras de vapor alimentadas con leña que prestan actualmente el servicio en el Ferrocarril Central. Los vagones serán de bogies de 4 ejes pero sería conveniente usar también vagones de 2 ejes de 10 a 20 t teniendo en cuenta el género de los productos a transportar.

Si se usan dichas locomotoras Diesel (1.000 HP) y los trenes operan a una

velocidad media de 45 km, el recorrido total de 90 km entre ENCARNACION y CAARRENDY durará 3 horas (incluyendo el tiempo para maniobras etc. en los dos terminales), lo que permitirá efectuar dos idas y vueltas durante la zona del tiempo de operación entre las 6:00 y las 18:00. Una rama de 9 vagones remolcados por una locomotora Diesel, por lo tanto, transportará unos 420 a 440 t por día, y 150.000 t/año y 130.000 t/año siendo 350 y 300 días respectivamente los días de operación.

D. Características de la vía y las instalaciones

Serán las mismas que indicamos para la propuesta línea ASUNCION - GUAYRA.

E. Localización de la ruta

Hay dos rutas posibles para esta línea cuyo objeto es el transporte de los productos y de pasajeros de estas regiones. La primera ruta es la que sube al noreste después de salir de ENCARNACION, siguiendo a lo largo del río PARANA para llegar a CAARRENDY que se encuentra en el borde de las colonias, cuya longitud total es de 90 km. La segunda ruta es la que parte de la estación CARMEN del Ferrocarril Central (que está a 36 km desde ENCARNACION con dirección a ASUNCION) y sube hacia el noreste atravesando la colonia FRAM para bajar hacia el sur por la colonia ALTOPARANA para llegar a CAARRENDY, cuya longitud total será de unos 118 km. (vease el mapa anexo).

Si se da más importancia en la explotación de las zonas que se extienden a lo largo del río PARANA sería mejor elegir la primera ruta que constituirá una parte integrante de la línea antes propuesta ENCARNACION - CAARRENDY - P. R. STROESSNER por donde pasa la carretera internacional paraguayo-brasileña. Además en esta ruta, en comparación con la segunda ruta, el costo de la construcción será menor y la obra, más fácil. En ambos casos no hay pungos especiales por los que tienen que pasar la línea. Ha de elegirse, por lo tanto, una ruta que, siendo relativamente económica, sea más conveniente para las colonias.

Las dos rutas dibujadas en el mapa tuvimos que trazarias según un mapa de 1/500.000 (sin curva de nivel) y según nuestro reconocimiento. Según tenemos entendido se hará en breve tiempo un mapa topográfico de 1/50.000 de estas zonas que permitiría la localización exacta de la ruta. Esta Misión Japonesa estará dispuesta a encargarse de ello, pero recomienda, al mismo tiempo, la medición aérea y análisis del suelo por una compañía japonesa de medición aérea y el planeamiento y proyecto por otra compañía especializada en hacer proyectos.

F. Proyecto y obra

En la construcción de la primera ruta, que atravesará la altiplanicie ondulant eligiendo los puntos donde se necesitan menos obras a lo largo del río, no se harán grandes cortes y terraplenados. El suelo de los cortes será de arcilla, siendo muy bajo el porcentaje de la arena y cieno contenidos en él aunque varía mucho según lugares. En la mayoría de los casos se podrán realizar los cortes mediante razadoras, rascadores, motoniveladores y rasgadores excepto algunos

casos en que será necesario el uso de dinamita.

Como el suelo es arcilloso, es apropiado para el uso de maquinarias pesadas pero en cambio habrá que organizar la obra con mucho cuidado en la época de lluvia. El ancho de la plataforma y otras características de la obra de tierra figuran en la gráfico anexo. Sería suficiente que la pendiente por cortes sea de 1 : 1,5; y 1 : 0,4 a 1 : 1,2 la pendiente por terraplenados. Se necesitaría la construcción de varios puentes cuyos claros son 20 a 30 m y dos puentes con los claros de 40 a 50 m. No hace falta que sea grande la distancia entre soportes en los puentes sobre los ríos de 20 a 30 m de ancho. Estos puentes podrán ser construídos con maderas que se suministran en el local para reducir así el costo de la construcción. Sólo en caso de que las alas se construyan también con maderas habrá que tener especial cuidado en su proyecto y ejecución de la obra para que las aguas no se lleven las tierras detrás de las alas.

De la segunda ruta podría decirse casi lo mismo que de la primera ruta. Pero como es una línea de montañas será mayor el volumen de las obras. Será necesario la construcción de varios puentes, cuyo claro es de 5 a 10 metros así como dos puentes cuyo claro es de 30 a 40 m.

En ambos casos las tierras producidas por los cortes serán usadas para los terraplenados. Al construir el terraplén es preferible sacar tierras de los dos lados de la plataforma, aprovechando, al mismo tiempo, las partes excavadas para construir grandes cunetas para obtener así mucha eficacia en el desage de la plataforma. Por la misma razón deberá evitarse una vía plana sin pendientes. La altura del terraplenado deberá ser de más de 0,5 a 1,0 m sobre el nivel del suelo natural, menos en los terrenos secos, para prevenir las inundaciones.

Las canteras para sacar tierras y los lugares donde se echan tierras sobrantes son fáciles de conseguir gracias a la topografía. Pero sería preferible que el Gobierno se encargase de la disposición de ello porque podría gravar mucho al costo de las obras, cuando aquellos lugares son de propiedad privada.

G. Materiales de obra y mano de obra.

No se podrán suministrar en el local las máquinas y herramientas para la obra. Tampoco podrá esperar en el empleo de las máquinas que dispone la oficina local del Ministerio de Obras Públicas porque son destinadas al mantenimiento de las carreteras. Las maderas se pueden conseguir en abundancia en el local, pero habrá que llevar máquinas de aserrar debido a la escasez de serrerías. Los materiales de acero no se pueden conseguir en el local. Tampoco hay cascajos del río pero se encuentran abundantes rocas de buena calidad para la producción de piedras trituradas. Aunque el local dispone de cierta capacidad de trituración habrá que llevar máquinas de triturar si se necesita una cantidad abundante de piedras en breve tiempo. La arena se podría sacar del río PARANA pero no es de buena calidad siendo demasiado pequeño su granímetro (menos de 0,5 mm). Habrá que fabricar, por lo tanto, arena de piedras trituradas, si se necesita una arena de buena calidad para

mezclarla con cemento. El agua de buena calidad se consigue de pozos de 15 m de fondo. Cemento y explosivos se pueden suministrar dentro del país o, si se quiere, se pueden importar de la Argentina.

Los precios por unidad de materiales figuran en el cuadro No. 1 de la página 40. La energía eléctrica para la obra y el alumbrado habrá que producirlas en el local con motores de combustión interna o generadores Diesel. Las condiciones de los caminos de acceso ya las indicamos al comentar el transporte carretero.

Los obreros (carpinteros, peones, conductores de camiones etc) son bastante fáciles de conseguir. Pero en caso de que se necesite un gran número de obreros sería necesario traerlos de otras partes y construir en el local dormitorios o instalaciones semejantes para ellos. En estas regiones no se encuentran contratistas o suministradores de mano de obra que están en servicio permanente, pero hay algunos destajeros o intermediarios. El jornal de los obreros figura en el cuadro No. 2 de la página 40. Habrá que estudiar bien las leyes referentes a ello ya que el sistema de seguros sociales está muy avanzado en el Paraguay.

No hay enfermedades endémicas tales como malaria y fiebre amarilla. Sería sin embargo necesario tomar algunas medidas protectoras de la salud del personal, tales como la adopción de una estructura adecuada en los edificios que será también un medio preventivo contra el calor y el uso de insecticidas debido a la abundancia de moscas y mosquitos, al comienzo de la obra. Hay varios centros de radioemisión tanto estatales como privados, pero no hay ningún centro de televisión. Será indispensable el uso de radios MF bidireccionales para la comunicación entre las oficinas y los locales de trabajo o dormitorios.

Presupuesto de la construcción VILLARRICA - CUAYRA 426 Km

Conceptos	US\$	Advertencias
Adquisición de terrenos	239.000	
Obras de tierra	27.363.000	
Puentes	794.000	
Vías	15.794.000	
Estaciones	233.000	
Instalaciones eléctricas y comunicaciones	1.775.000	
Gastos auxiliares	461.980	el 10% del costo total de la obra
TOTAL	508.178.000	

(nota): No están incluidos los gastos generales y el presupuesto para el material rodante

Análisis del costo de la construcción VILLARRICA - GUAYRA 426 km

Conceptos	Especificación	Cantidades	Precio medio por unidad	Costo	Total	Advertencias
Adquisición del Terreno	terreno de línea	86,000 areas	2.78	239,000	239,000	incluidos los terrenos para estaciones y desplazamiento de ríos y arroyos
Obras de tierra	trincheras	6,021,000 m ³	1.94	11,706,000	27,363,000	
	terraplenes	7,359,000 "	1.39	10,222,000		
	muros de acompañamiento	21,000 "	22.2	4,666,000		
	cercados y estacas divisorias	426 km	417	177,000		
	alcantarillas tubulares	426 "	1,389	592,000		
Puentes	puentes	505 m	1,111	561,000	794,000	
	alcantarillas	140	1,667	233,000		
Vías	de la línea principal	426 km	36,100	15,383,000	15,794,000	
	de las líneas laterales	8 "	36,100	289,000		
	cambios	55 unidades	22,222	122,000		
Estaciones	intermediarias	10	11,100	111,000	233,000	incluidos edificios y señalización
	terminales	2	33,333	66,000		
	de enlace	2	27,700	56,000		
Instalaciones eléctricas y comunicaciones		426 km	4,170	1,775,000	1,775,000	dos circuitos
Gastos auxiliares					4,620,000	
Total por Km					508,176,000	120,000

Presupuesto de la construcción ABAI - YGUAZU 210 km

Conceptos	US\$	Advertencias
Adquisición de terrenos	117,000	
Obras de tierra	13,689,000	
Puentes	378,000	
vías	7,747,000	
Estaciones	105,000	
Instalaciones eléctricas y comunicaciones	874,000	
Costos auxiliares	2,291,000	el 10% costo total de la obra
Total	25,200,000	
(nota) : No están incluidos los gastos generales y el presupuesto para el material rodante		

Analisis del costo de la construccion ABAI - YGUAZU

210 km

Conceptos	Especificación	Cantidades	Precio medio por unidad	Costo	Total	Advertencias
Adquisición del terreno			US\$	US\$	US\$	
	terreno de línea	42.000 areas	2,78	117.000	117.000	Incluidos los terrenos para estaciones y desplazamiento de ríos y arroyos
Obras de tierra					13.889.000	
	trincheras	2.980.000 m ³	1,94	5.795.000		
	terraplenes	3.650.000 "	1,39	5.070.000		Incluidos terraplenados para estaciones y obras referentes a ríos y cunetas
	muros de acompañamiento	110.000 "	22,2	2.444.000		
	cercados y estacas divisorias	210 km	417	88.000		
	alcantarillas tubulares	210 km	1.389	292.000		
Puentes					378.000	
	puentes alcantarillas	227 m	1.111	253.000		
Vías					125.000	
		75	1.667			
					7.747.000	
	de la línea principal	210 km	36.100	7.534.000		
	de las líneas laterales	3 "	36.100	108.000		
	cambios	24 unidades	22.222	55.000		
Estaciones					105.000	
	intermediarias	4	11.100	45.000		
	terminales	1	33.333	32.000		Incluidos edificios y señalización
	de enlace	1	27.700	28.000		
Instalaciones eléctricas y comunicaciones					874.000	dos circuitos
		210 km	4.170	874.000	2.291.000	
Gastos auxiliares					824.650	
Total por Km					25.200.000	
					120.000	

Presupuesto de la construcción ENCARNACION - CAARRENDY 90 km

Conceptos	U S \$	Advertencias
Adquisición de terrenos	49.000	
Obras de tierra	5.775.000	
Puentes	180.000	
vías	3.319.000	
Estaciones	83.000	
Instalaciones eléctricas y comunicaciones	37.500	
Costos auxiliares	977.000	el 10% costo total de la obra
Total	10.760.000n	
(nota): No están incluidos los gastos generales y el presupuesto para el material rodante		

Análisis del costo de la construcción ENCARNACION - CAARRENOY

90 km

Conceptos	Especificación	Cantidades	Precio medio por unidad	Costo	Total	Advertencias
			US\$	US\$	US\$	
Adquisición del terreno	terreno de línea	18.000 areas	2.78	49.000	49.000	Incluidos los terrenos para estaciones y desplazamiento de ríos y arroyos
Obras de tierra	trincheras	1.200.000 m ³	1.94	2.333.000	5.775.000	Incluidos terraplenados para estaciones y obras referentes a ríos y cunetas
	torraplenas	1.800.000 "	1.39	2.500.000		
	muros de acompañamiento	45.000 "	22.2	778.000		
	cercados y estacas divisorias	90 km	417	39.000		
	alcantarillas tubulares	90 "	1.389	125.000		
Puentes	puentes	119 m	1.111	135.000	180.000	
Vías	alcantarillas	30	1.667	45.000	3.319.000	
	de la línea principal	90 km	36.100	3.249.000		
	de las líneas laterales	1.2 "	36.100	43.000		
Estaciones	cambios	12 unidades	22.222	27.000	83.000	
	intermediarias	2	11.100	22.000	375.000	Incluidos edificios y señalización
	terminales	1	33.333	33.000		
	de enlace	1	27.700	28.000		
Instalaciones eléctricas y comunicaciones		90 km	4.170	375.000		dos circuitos
Gastos auxiliares					977.000	
Total por Km					10.760.000	
					120.000	

Presupuesto de la construcción CARMEN - CAARRENOY

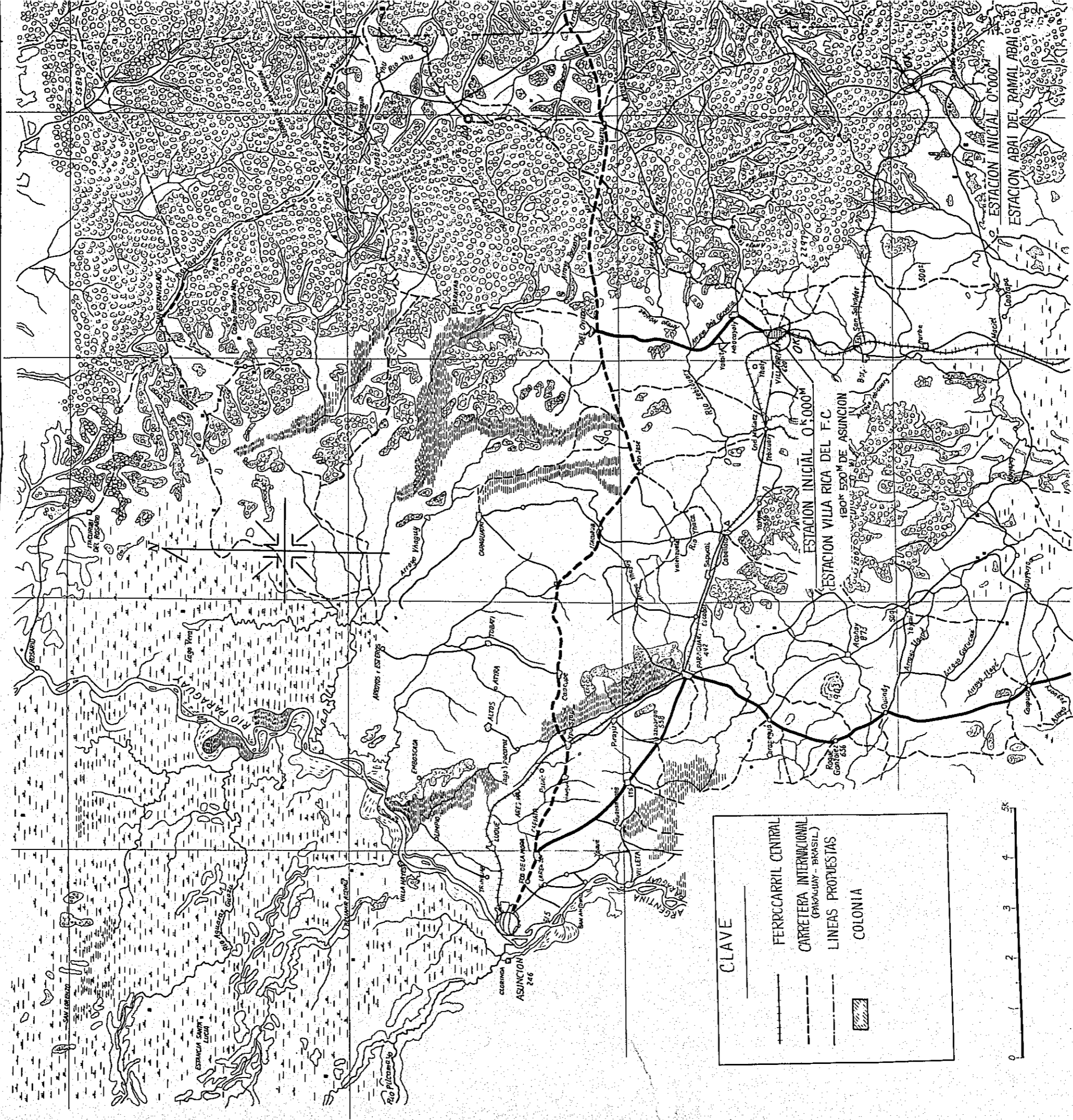
118 Km

Conceptos	US \$	Advertencias
Adquisición de terrenos	67.000	
Obras de tierra	7.700.000	
Puentes	189.000	
vías	4.347.000	
Estaciones	94.000	
Instalaciones eléctricas y comunicaciones	491.000	
Gastos auxiliares	1.289.000	el 10% costo total de la obra
Total	14.177.000	
(nota); No están incluidos los gastos generales y el presupuesto para el material rodante		

Conceptos	Especificación	Cantidades	Precio medio por unidad	Costo	Total	Advertencias
Adquisición del terreno	terreno de línea	23.600 areas	2,78	67.000	67.000	
Obras de tierra	trincheras	1.650.000 m ³	1,94	3.208.000	7.700.000	Incluidos los terrenos para estaciones y desplazamiento de ríos y ansyos
	teraplenes	2.120.000 "	1,39	2.944.000		
	muros de acompañamiento	60.000 "	22,2	1.333.000		
	cercados y estacas divisorias	118 km	417	50.000		
	alcantarillas tublares	118 "	1.399	164.000		
Puentes	puentes	110 m	1,111	122.000	189.000	
	alcantarillas	40	1.667	67.000		
Vías	de la línea principal	118 km	36,100	4.261.000	4.347.000	
	de las líneas laterales	1,5 "	36,100	55.000		
	cambios	14 unidades	22,222	31.000		
Estaciones	intermediarias	3	11.100	33.000	94.000	
	terminales	1	33.333	33.000		Incluidos edificios y señalización
	de enlace	1	27.700	28.000		
Instalaciones eléctricas y comunicaciones		118 km	4,170	491.000	491.000	dos circuitos
Costos auxiliares					1.289.000	
Total por Km					14.177.000	
					129.099	

VILLA RICA - GUAYRA
 ABAI - YGUAZU

PLANO DE LAS RUTAS

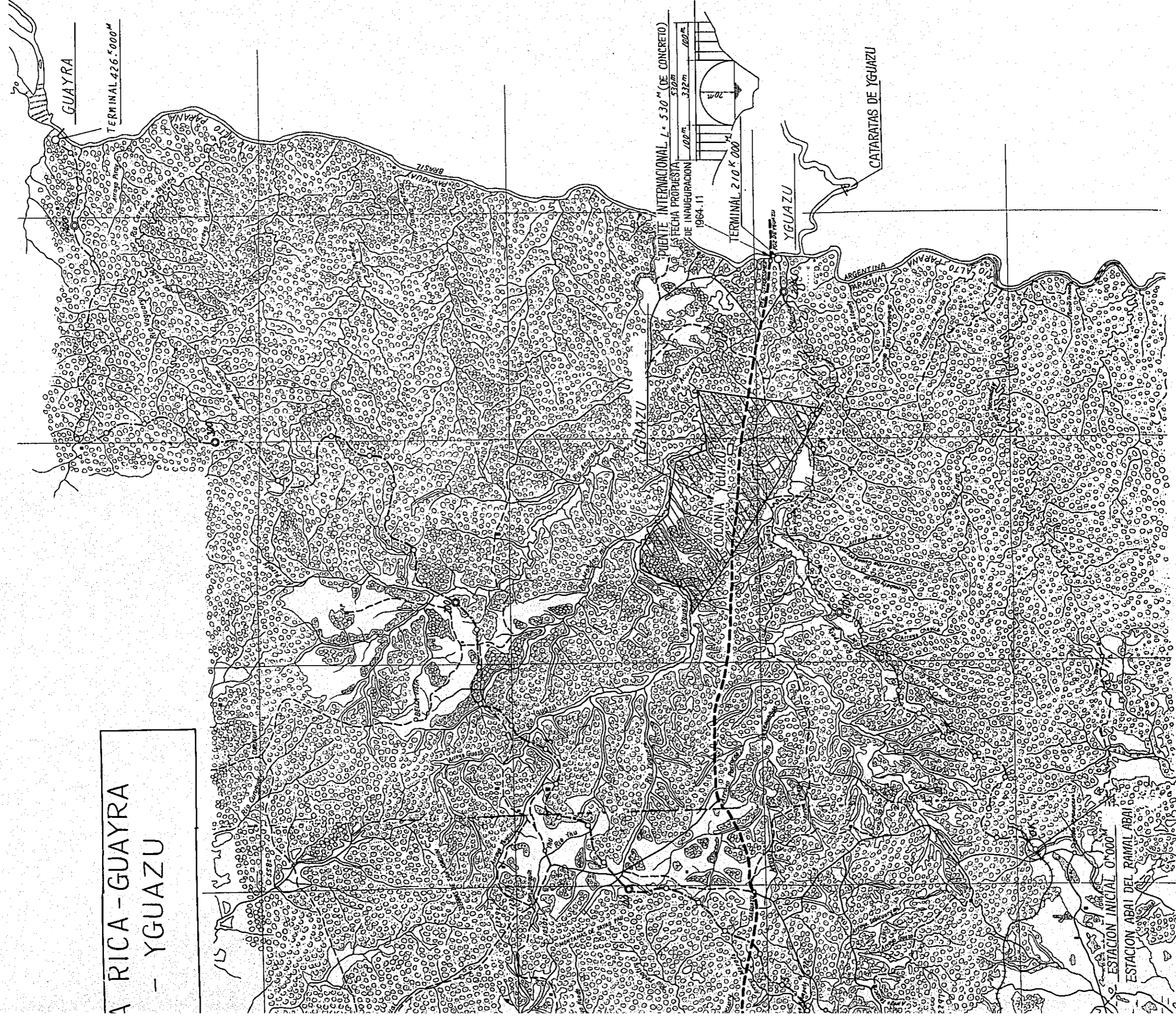


CLAVE

- FERRICARRIL CENTRAL
- - - CARRETERA INTERNACIONAL (PARAGUAY - BRASIL)
- - - LINEAS PROPOSTAS
- ▨ COLONIA

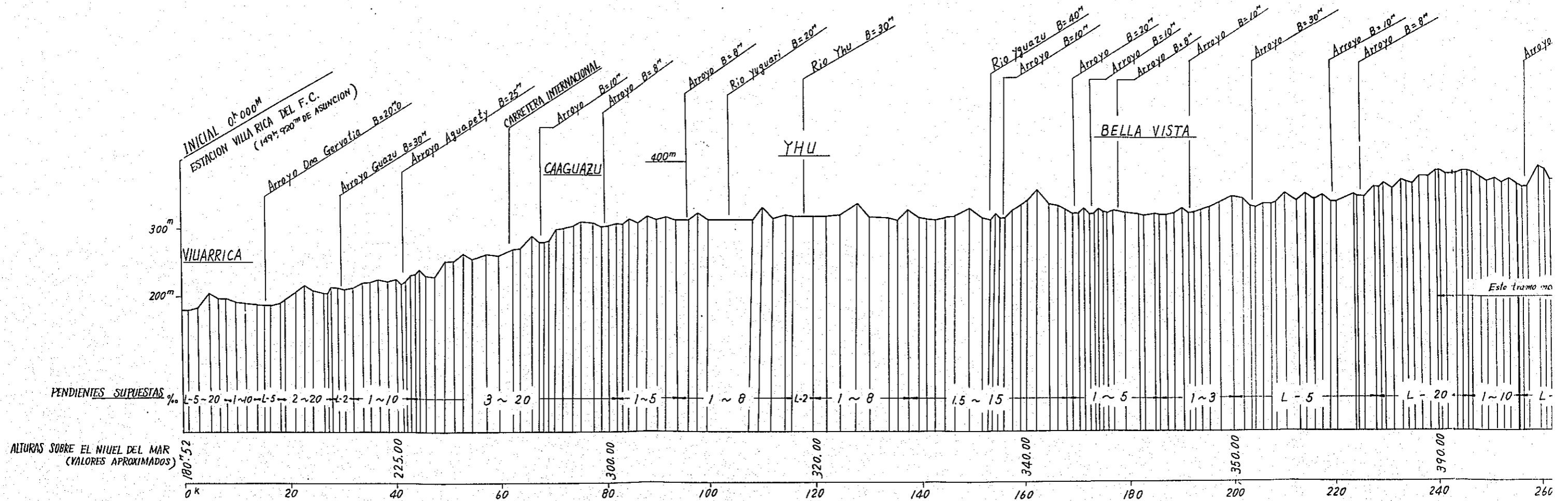


A RICA - GUAYRA
- YGUAZU



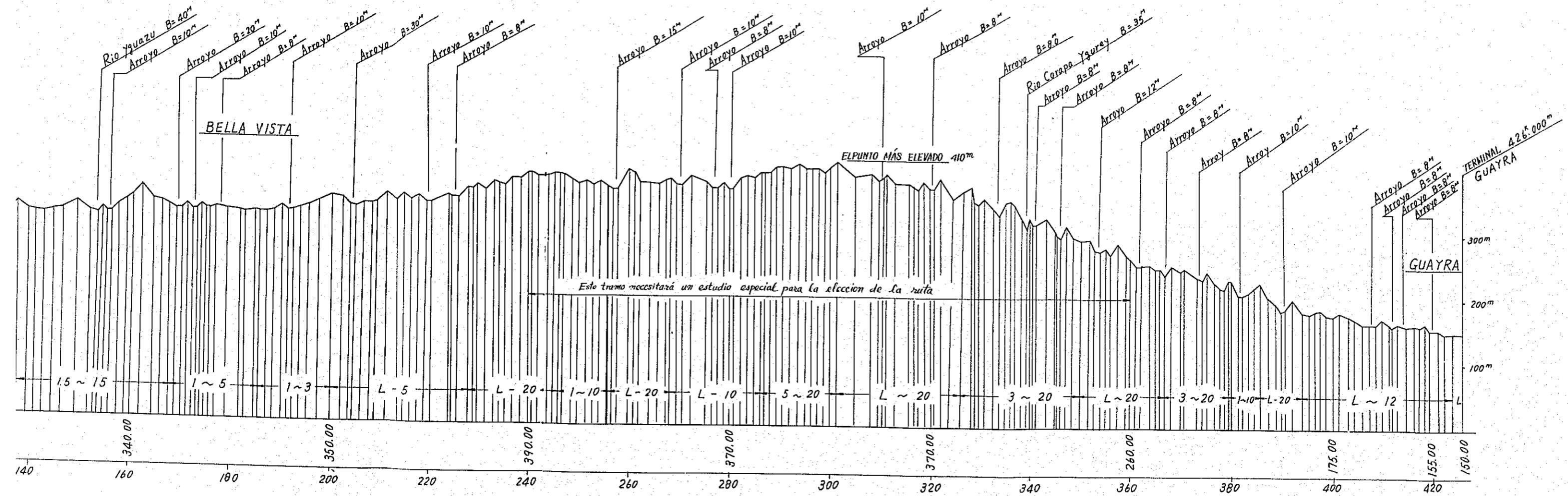
PROFIL (APROXIMADO)

LÍNEA VILLA RICA- GUAYRA

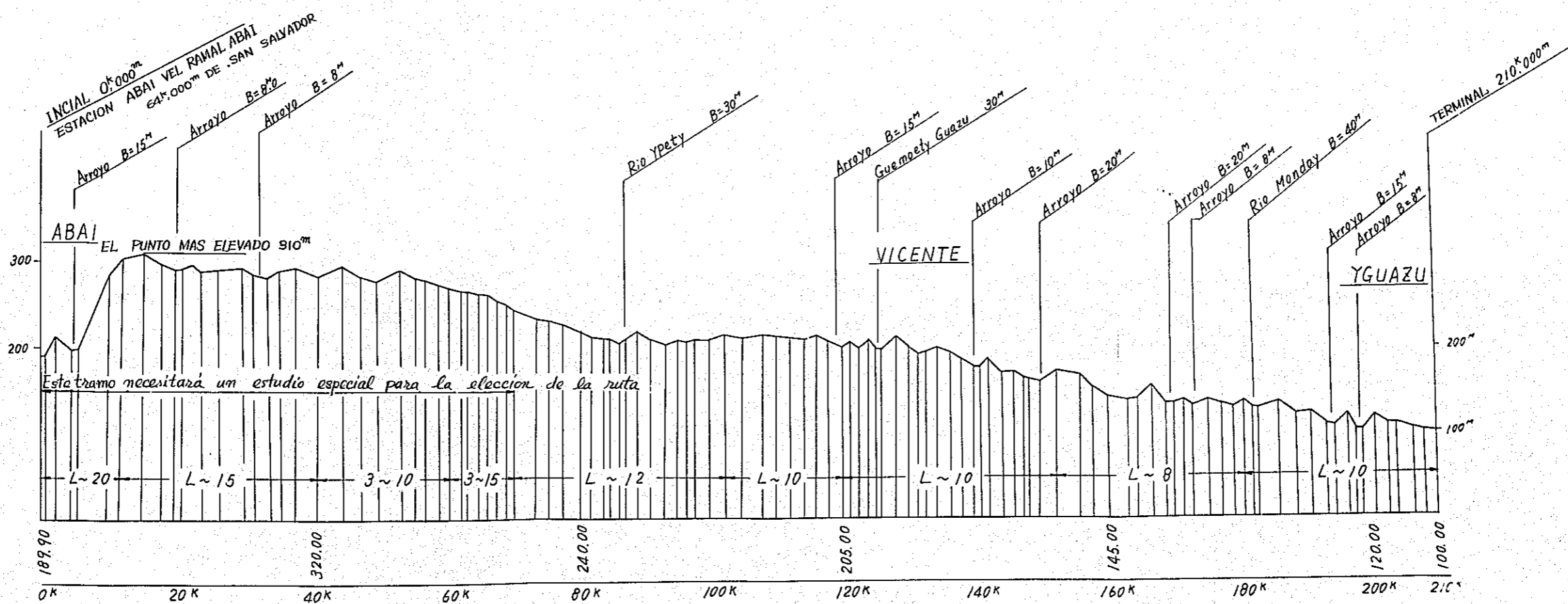


PROFIL (APROXIMADO)

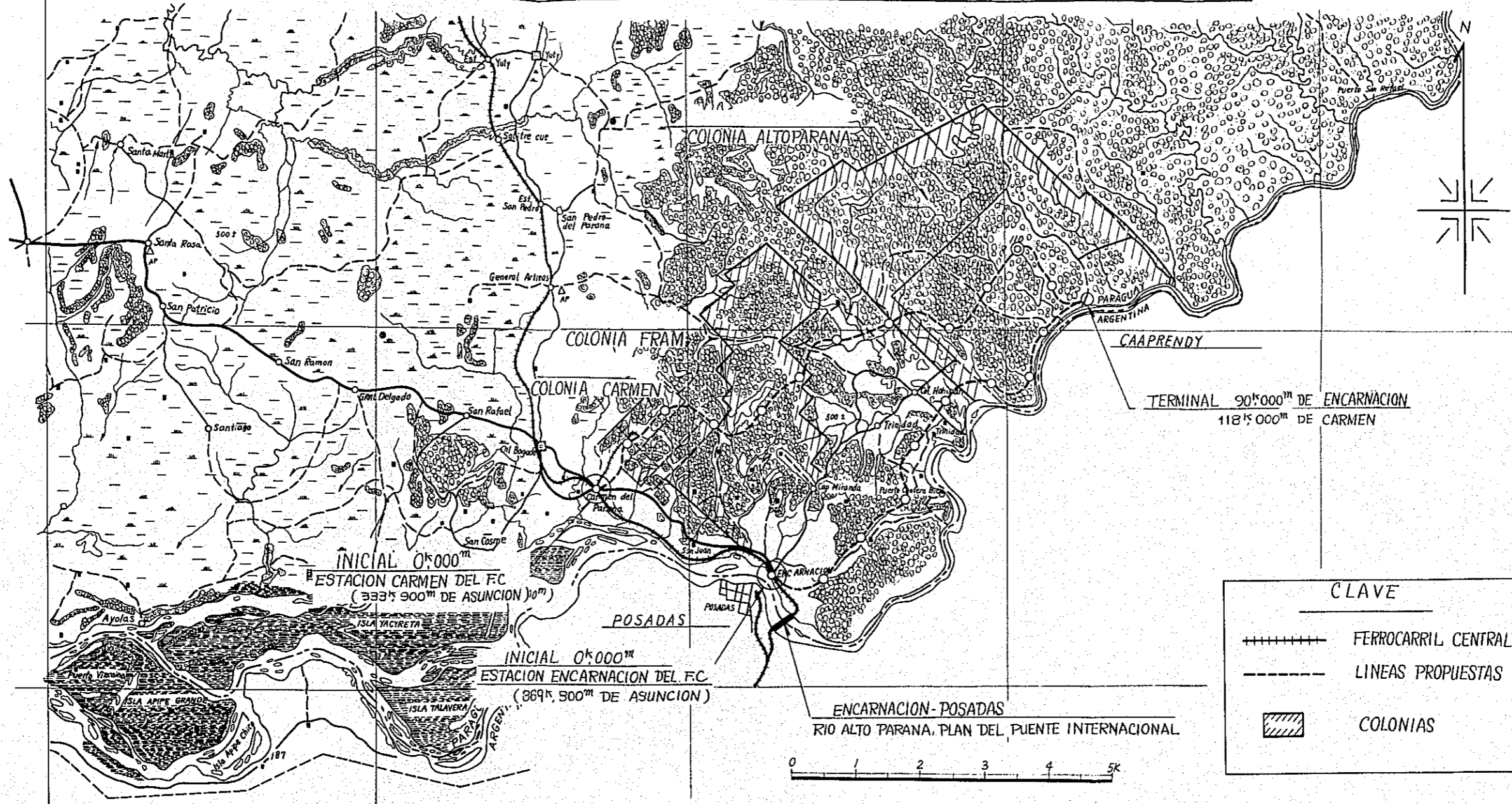
LINEA VILLA RICA- GUAYRA



PROFIL (APROXIMADO)
LINEA ABAI-YGUAZU



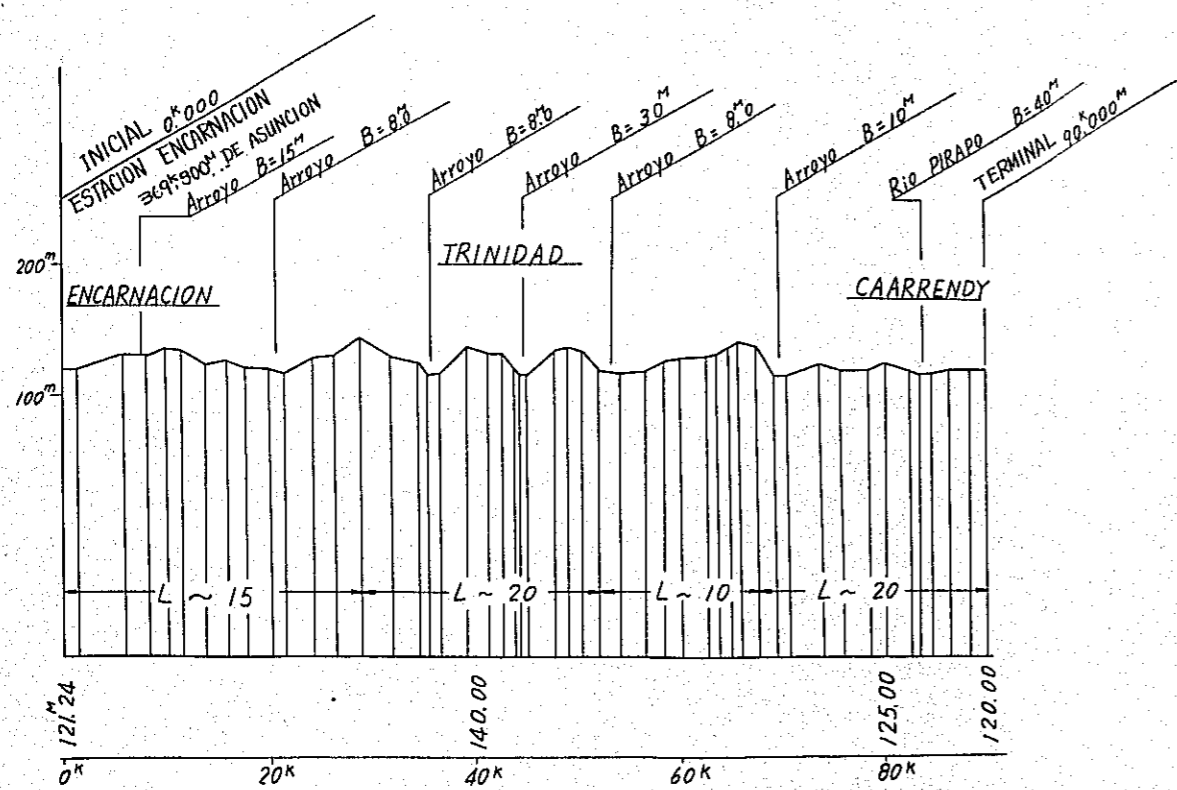
PLANO DE LAS RUTAS ENCARNACION - CARRENDY
 CARMEN - CARRENDY
 (LINEA DE COMPARACION)



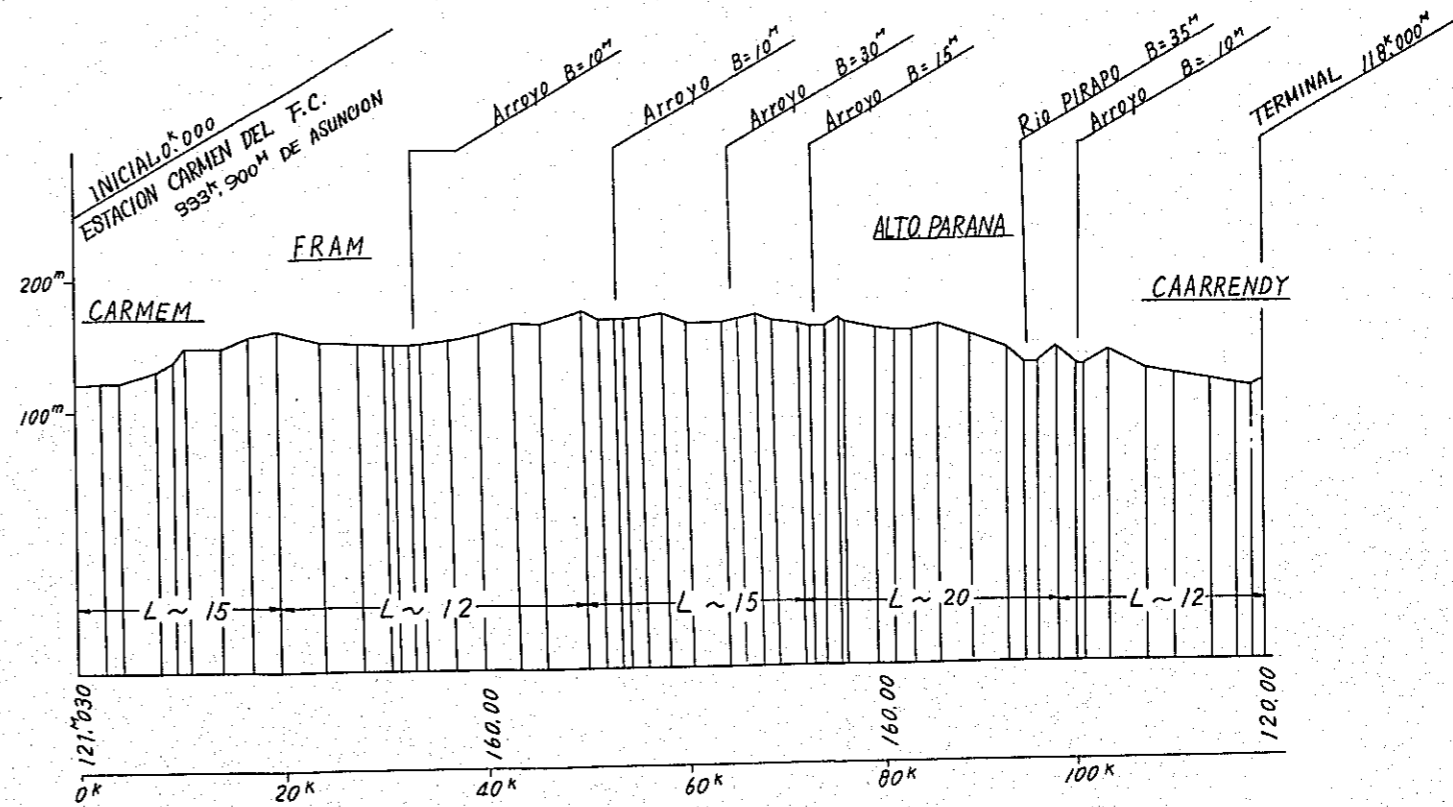
TERMINAL 90° 000^m DE ENCARNACION
 118° 5 000^m DE CARMEN

CLAVE	
+++++	FERROCARRIL CENTRAL
----	LINEAS PROPUESTAS
▨	COLONIAS

PROFIL (APROXIMADO)
LINEA ENCARNACION-CAARRENDY



PROFIL (APROXIMADO)
LINEA CARMEN-CAARRENDY (LINEA DE COMPARACION)



3. PLAN DEL PUENTE INTERNACIONAL ENCARNACION - POSADAS SOBRE EL RIO PARANA

3 - 1 Generalidades

El Ferrocarril Central del Paraguay y el Ferrocarril argentino General Urquiza se conectan mediante el servicio de ferry-boat entre PACUCUA (a 6 km hacia el sureste de ENCARNACION) y POSADAS efectuado por dos ferry boats (uno de reserva, 450 t de desplazamiento cada uno). La capacidad máxima del ferry es de 8 coches o 10 vagones de 4 ejes. La travesía del río tarda unos 20 minutos y otros tantos para el cargamento y descargue en las dos estaciones.

Como las trochas de ambas redes son iguales, o sea, de 1.435 mm, si se construye el puente internacional sobre el río PARANA pueden circular los trenes directos internacionales entre ASUNCION y BUENOS AIRES por ENCARNACION - POSADAS - MONTECASEROS - CONCORDIA - BASAVILBASO - IBICUY - (FERRY BOAT) - ZARATE, tan solo teniendo que utilizar una vez el ferry en la red argentina, el que puede transportar una rama entera a la vez tardando 6 horas para la travesía del río PARANA.

Entre ENCARNACION y POSADAS hay abundantes servicios de barcas que transportan diariamente unos 900 a 1.000 pasajeros. El movimiento de la carga es también notable. Es, por lo tanto, objeto de fuerte deseo de los dos países la construcción del puente internacional ferroviario-carretero sobre el río PARANA.

3 - 2 Características del río PARANA y otras generalidades

Sobre las características del río PARANA no hay datos suficientes. Lo que pudimos averiguar sobre los tipos de barcos y del cambio del nivel del agua es: los barcos que circulan generalmente son de unas 200 t de desplazamiento, cuyo calado es de 1,2 a 2,0 m y el barco mayor que había pasado en el pasado es el de 1.000 t de desplazamiento, 3,5 a 4,0 m de calado, cuya altura máxima sobre la superficie del agua es de 24,0 m. Según el mapa argentino (1/100.000) el ancho del río en el lugar correspondiente a la travesía del Ferry es de 2,7 Km pero los vecinos dicen que es de 3,5 a 3,8 Km. Esta diferencia se deberá tal vez a los diferentes lugares de medición.

La velocidad máxima normal de la corriente de la superficie del agua es de 8 Km/h que asciende hasta 11 Km/h (= 3,1 m/seg.) cuando se aumenta el volumen del agua. Generalmente hay pocos árboles flotantes pero en épocas de inundaciones flotan varios de diámetros máximos de 1,0 m a 1,5 m. El transporte de madera en balsas de 20 x 40 metros está autorizado hasta CORRIENTES.

No pudimos averiguar el nivel máximo absoluto ni el nivel mínimo absoluto, pero la diferencia entre ellos es de 5,3 m según los datos obtenidos durante estos 5 años. Tampoco pudimos saber la profundidad del agua por carecer de los datos del sondeo pero dicen que es de 5 a 9 m.

En ambas orillas existen descubiertas rocas firmes (dicen que son basalto pero no se sabe con certeza) que podrán ser buenos fundamentos excepto algunas partes que parece que están cubiertas con lodo de 1 a 5 m.

No se ha registrado ningun terremoto pero dicen que vienen con cierta frecuencia tifones. No esta registrada la velocidad máxima del viento en tiempo de tifones. Dicen que fué un tipo huracán el que destruyó el año pasado un muelle de madera.

La diferencia de la altura de la plataforma de vía en los dos terminales del Paraguay y la Argentina no pudimos averiguarla a pesar de todo lo posible que hicimos.

Al proyectar el puente es imprescindible averiguar esta diferencia ademas de la determinación de los tipos de barcos en circulación, así como la realización del sondeo, el nivel máximo y mínimo del agua y una medición geológica minuciosa.

La altura media sobre el nivel del mar de la superficie del agua de este local es unos 80 m según los mapas del Paraguay y de la Argentina. Como el punto de nivel de este local está a 1.400 km de la desembocadura del río en BUENOS AIRES, la pendiente media es aproximadamente de 1/17.500. Es asombroso que, siendo la pendiente tan suave, la velocidad de la superficie del agua marque 3 m/seg.

3 - 3 Proyecto

Al proyectar el puente internacional sobre el río PARANA teniendo en cuenta dichos datos, lo primero que tendrá que decidirse es si se construyen dos puentes independientes, es decir uno carretero y otro ferroviario, o si se construye un puente mixto de los dos. Generalmente en los puentes cuya distancia de pilares es más de 500 m el peso de la viga metálica no difiere mucho para un puente único o para un puente mixto. En este puente internacional la distancia mayor de pilares sería suficiente que sea de unos 200 m, siendo la mayoría de ellas de menos de 100 m. Pero aún en este caso sería más económica, sin duda, la adopción del tipo mixto por las razones que citamos más adelante.

De la carga ferroviaria, si se utilizan las locomotoras Diesel Mencionadas (1.000 HP, 50 t) la resistencia teórica será K. S. 14 pero es preferible que sea de K. S. 16 para preveer la posible adopción de mayores locomotoras. La vía podrá ser única puesto que una vía única de unos 9,0 km entre las dos estaciones tendrá una capacidad de 60, número que no será superado aunque se eleve la densidad de trenes en el futuro. El gálibo de paso libre sería suficiente que sea de 4,40 m en el ancho y de 6,2 m en la altura aún teniendo en cuenta la posibilidad futura de electrificación por corriente alterna.

La carga carretera será H 20 - S 16. Será de vía doble teniendo en cuenta el posible aumento del volumen de trafico en el futuro. El ancho de cada vía será suficiente que sea de 3,6 m al que se añadirá un camino de peatones de 1,5 m de ancho. La altura del gálibo de paso libre sobre la superficie de la vía será suficiente que sea de 4,5 m. (En realidad es dudosa la necesidad del camino de peatones en un puente tan largo como este pero lo hemos considerado porque podrían utilizarlo también las bicicletas.)

En cuanto a la disposición de las vías se podría pensar en dos posibilidades: la primera de dos pisos siendo el piso abajo para la vía ferroviaria y el piso arriba para la carretera, y la segunda de único piso en el que se establecen ambas vías. En los puentes cuyos aleros son de 100 a 200 m es bastante grande la carga lateral producida por el viento etc. por lo que resultaría más económica la adopción del piso único en el caso

como éste en que el número de vías es muy reducido. La disposición de las vías sería por lo tanto la de la vía ferroviaria en el medio a cuyos dos lados correría una vía carretera con el camino de peatones.

Es objeto de mucho interés determinar si se adopta una estructura de concreto (incluido el concreto prefabricado) o si se adopta una estructura de acero, un problema que requerirá más estudios. Pero creemos, siguiendo el criterio actual sobre los puentes cuyos claros son de 100 a 200 m, que sería más ventajosa la adopción de la estructura metálica debido a su facilidad relativa en la construcción, aprovisionamiento de los materiales y las características del río.

La decisión de la altura navegable influye mucho en la selección del tipo y la estructura de vigas y la estructura de los pilares, y por consiguiente en el costo de la construcción. En este puente la altura navegable se determina naturalmente por los barcos que circulan. Como la diferencia de la altura de la plataforma de vía en las dos orillas y el nivel del río es de 15 a 20 m, aun considerando que el nivel máximo sea de 5 m sobre el nivel normal, se consigue el claro libre de 10 a 15 m. No sería necesario, por lo tanto, la adopción de un puente oblicuo ni el tipo levadizo, movable, giratorio etc. para el paso de los barcos de 200 t que circulan actualmente por el río.

Cuando se haga posible la navegación libre de los barcos de 1.000 t (la profundidad basta que sea de 5 m) la altura navegable tendría que ser de unos 25 m sobre el nivel máximo del río y 30 m sobre el nivel normal. Pero no hace falta que tenga esta altura en toda la extensión sin que basta con que el tramo de 100 a 200 m sobre la ruta de navegación esté dotada de ella. (En realidad este tramo puede ser mas corto pero lo hemos calculado así teniendo en cuenta el cambio de la línea central de la corriente y la necesidad de asegurar la ruta de navegación. Sería suficiente, por lo tanto, con dar al perfil del puente una pendiente de menos de 10 ‰ sin tener que adoptar el tipo levadizo, movable, giratorio etc.

Respecto a las partes que no necesitan tener dicha altura navegable podría pensarse en el empleo de la viga de tablero superior para reducir la infraestructura. Pero hábra que estudiarlo comparando con el costo de la construcción de la infraestructura porque la viga de tablero superior necesita un 15 a 20 % más de los materiales metálicos que la viga de tablero inferior.

En cuanto a la localización del puente hay tres rutas posibles. La primera ruta es la que va de PACU CUA a un punto de la orilla argentina que está a 1,8 km desde POSADAS. Esta ruta tiene la ventaja de que en medio de la ruta hay una isla además de la existencia de las rocas que sobresalen sobre el nivel del agua a lo largo de 8 km en el lado argentino, ventajas que permitirán la construcción de la infraestructura más firme y menos costosa así como la construcción más sencilla del mismo puente. Además debido a la existencia de esas rocas no pasan por esta parte barcos ni balsas, lo que permitirá adoptar cualquier tamaño de claro y altura libre así como la adopción del tipo de vigueta sea del tablero superior o sea del tablero inferior. El costo de la construcción será mucho menos que las otras dos rutas. Para el intervalo entre esta isla y la orilla paraguaya, por el

que se efectúa la navegación, se usarán las vigas apropiadas para la distancia entre pilares de 200 m. (vigas del tipo GERBER o vigas continuas). La longitud total del puente de esta ruta será aproximadamente de 3 km, siendo necesarios además el desplazamiento de 2,5 km de la vía existente de la red paraguaya y la nueva construcción de 0,7 km de vía en la red argentina.

Esta ruta permitirá, sin embargo, aprovechar suficientemente las vías existentes de las dos redes para unir directamente las dos ciudades principales: ENCARNACION y POSADAS. Será fácil también la construcción de la parte carretera.

La segunda ruta es la que atraviesa la parte más estrecha del río para hacer más corta la extensión total del puente. Se necesita construir una nueva línea de 11 a 13 km desde PACU CUA hacia el sureste para curzar el río PARANA cerca del río OROY y seguir luego hasta llegar al borde sur de la ciudad CANDELARIA donde se conectará con la red argentina.

En esta ruta la longitud de la parte del puente sobre el río será solamente de 1 km y aun contando las partes sobre la tierra la extensión total del puente será solamente de 2 km. La desventaja de esta ruta es que se necesita la nueva construcción de unos 19 km tanto de la vía ferroviaria como de la carretera y que las dos ciudades principales no quedan unidas directamente.

La tercera ruta es la que enlaza directamente las dos redes, para reducir así a lo mínimo el desplazamiento y la nueva construcción de la vía ferroviaria. La línea de enlace partirá del punto medio del tramo ENCARNACION - PACU CUA y se conectará con la red argentina cerca de las instalaciones del Ferry de POSADAS. En esta ruta la travesía del río no es muy larga y, la profundidad del agua tampoco es mucha y puede que el fondo sea rocoso. Si la diferencia de la altura de las dos orillas no es grande, la extensión total de puente no pasará de 2,5 km. Como no pudimos reconocer la topografía y las condiciones del ferrocarril, la carretera y los edificios en el territorio argentino, no podemos decir si esta ruta es posible ni si se pueden efectuar las obras sin perjudicar el servicio del ferry, pero, con todo, es una ruta interesante.

La construcción de la infraestructura no será muy difícil en cualquier ruta ya que según los informes se encuentra cimientos rocosos a lo máximo a 9 m debajo de la superficie del agua. Sobre todo en la primera ruta la construcción de la infraestructura del tramo entre la orilla argentina y la isla será tan fácil como la construcción sobre la tierra.

En todos los casos los estribos y los pilares serán de concreto o hormigón armado, por lo cual habrá que tener mucho cuidado en el proyecto y la ejecución de la socavación de los cimientos (vease el gráfico anexo).

Nos hemos referido hasta ahora solamente al puente sobre el río, pero podría pensarse en la posibilidad de un túnel debajo del río. En este proyecto el factor decisivo serán las características de las rocas del fondo del río, o sea, la existencia o no existencia de dislocaciones, grietas y vetas que ocasionarán la erupción del agua en el túnel en excavación. En caso de que sea posible la excavación sin peligro de presión de agua como

en la excavación de los tuneles en las montañas, el tunel resultaría más económico que el puente.

Según la profundidad del agua y las características geológicas podría pensarse en la posibilidad del uso mixto del método del tunel vaciado con el método ordinario de excavación. Pero como no se puede discutir la posibilidad de la excavación de un tunel recomendamos que se efectue primero la medición geológica a onda elástica y varios exámenes mediante perforaciones, limitandonos tan sólo a proponer la posibilidad de tunel.

3 - 4 Materiales metálicos, presupuesto y tiempo para la construcción

	Clasificación	Materiales metálicos (toneladas)	Costo US\$	Tiempo (año)	Advertencias
1 ^a ruta	Puente mixto	12.100 t	23.610.000	5	infraestructura y superestructura
	Puente único ferrocarril	14.230	9.722.000		
	Puente único carretera	13.800	9.722.000		
2 ^a ruta	Puente mixto	14.700	18.055.000	4	incluida la construcción de nueva línea de acceso
	Puente unico ferrocarril	10.000	11.110.000		
	Puente unico carretera	9.000	11.110.000		
3 ^a ruta	Puente mixto	18.400	19.444.000	5	
	Puente unico ferrocarril	12.100	13.889.000		
	Puente unico carretera	11.400	12.500.000		

V. CONCLUSION

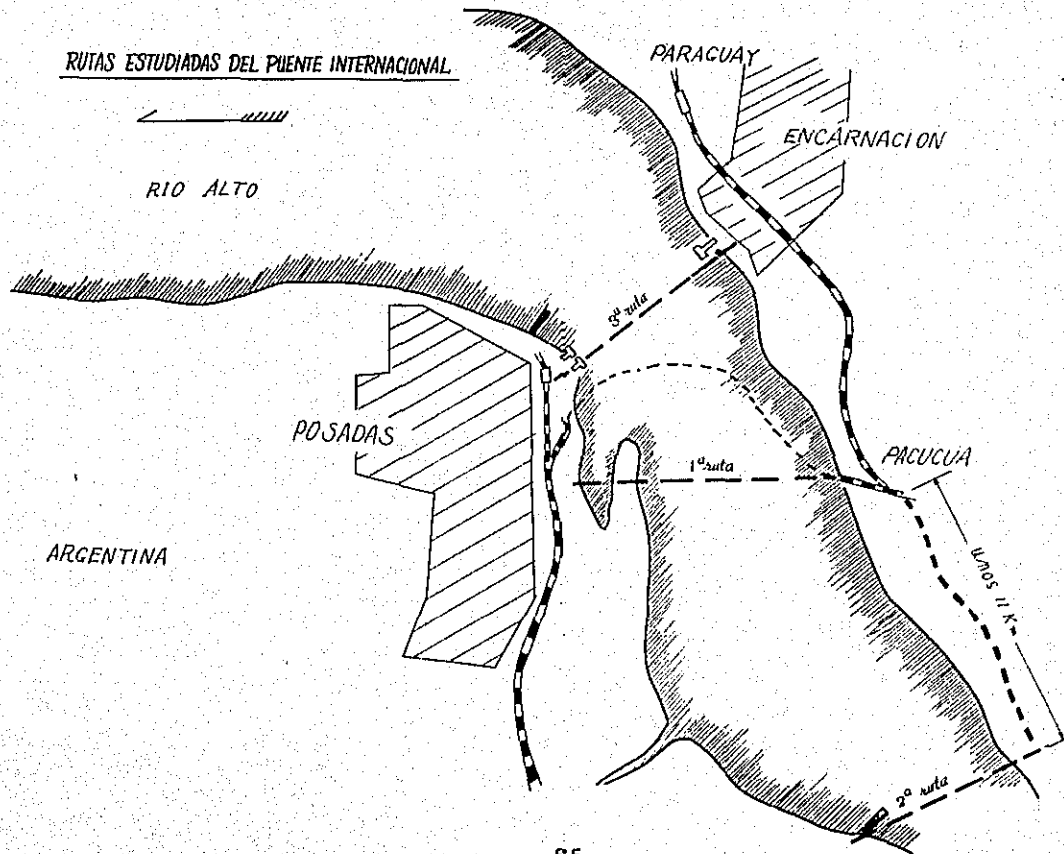
Se amplió considerablemente el objeto de la investigación en comparación con lo que se planeó al principio, debido a la demanda del Gobierno del Paraguay y la consideración del objetivo y sentido de esta Misión. La falta de mapas con curva de nivel que es imprescindible para esta clase de investigación y planeamiento, influyó mucho en el grado de precisión de los estudios y el contenido del informe se vió obligado, por lo tanto, a ser más amplio y menos profundo.

Desgraciadamente no pudimos evitarlo por varias circunstancias. Nos atrveríamos, sin embargo, a decir que hicimos todo lo posible para elevar el grado de precisión de los estudios, por ejemplo frecuentando a las oficinas locales de los E. E. U. U. para descifrar las fotografías aéreas de que disponen allí y viajando en coche un recorrido total de 3.000 km para realizar reconocimientos.

Lo que más sentimos fue la barrera del idioma. Si no hubiese habido esta barrera habríamos conseguido resultados más fructuosos.

El asunto del empréstito del Gobierno japonés para la renovación de la red ferroviaria y la construcción de las nuevas líneas del Paraguay, del que nos llamó atención insistentemente el Presidente del Ferrocarril Central, debería resolverse con un alto criterio internacional.

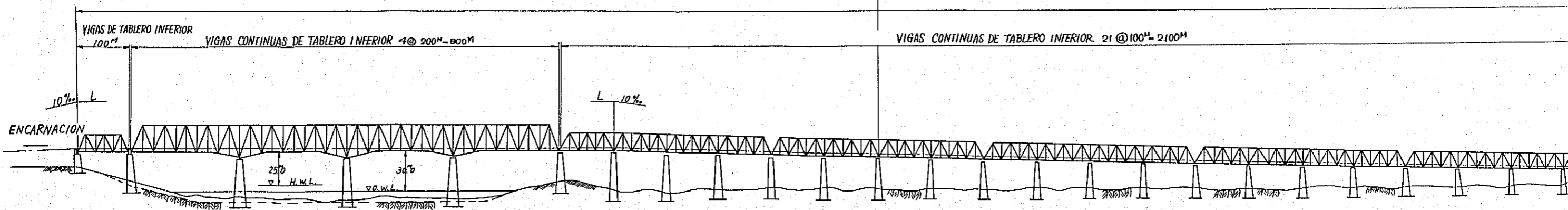
Esperamos de todo corazón que este pequeño reporte contribuya a la realización de varios proyectos y, por consiguiente, al desarrollo económico y cultural del Paraguay, y así como, a la relación fraternal cada vez más fuerte entre el Paraguay y Japon.



PERFIL (APROXIMADO) DEL PUENTE INTERNACIONAL
ENCARNACION-POSADAS

ESCALA DEL SENTIDO HORIZONTAL 1/5.000
 DEL SENTIDO VERTICAL 1/2.000

EL GRAN PUENTE PARANA
 4 @ de 200^m 0
 22 @ de 100^m 0

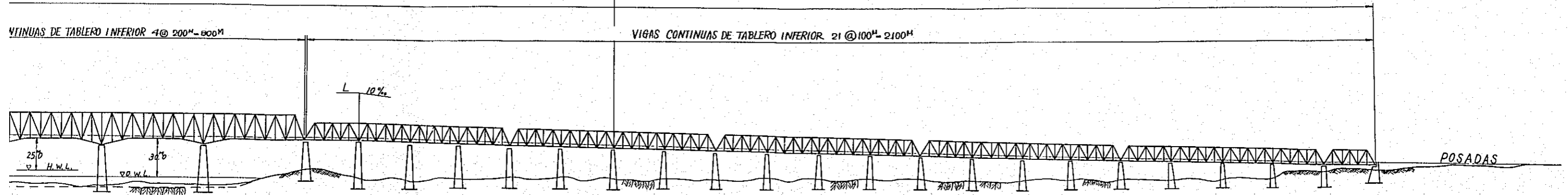


O.W.L. ≅ 76.0 PACU-CUA de F.L. ≅ 95.0
 H.W.L. ≅ 81.0 POSADAS de F.L. ≅ 83.0
 けた F ≅ 106.0
 F.L. ≅ 108.0

PERFIL (APROXIMADO) DEL PUENTE INTERNACIONAL
ENCARNACION-POSADAS

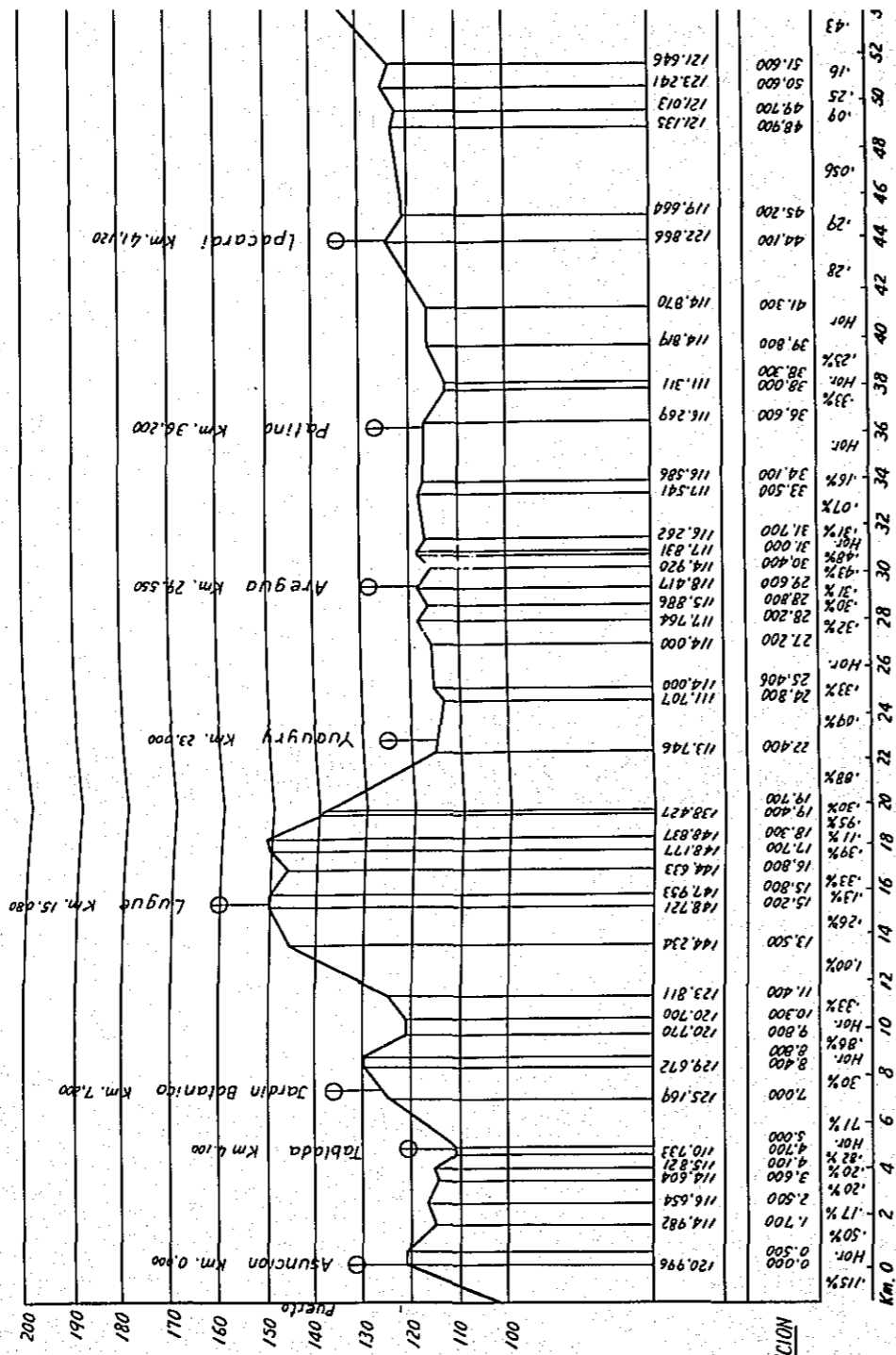
ESCALA DEL SENTIDO HORIZONTAL $\frac{1}{5.000}$
 DEL SENTIDO VERTICAL $\frac{1}{2.000}$

EL GRAN PUENTE PARANA
 4 @ de 200^m.0
 22 @ de 100^m.0



O.W.L. \approx 76.0 PACU-CUA ϕ F.L. \approx 95.0
 H.W.L. \approx 81.0 POSADAS ϕ F.L. \approx 83.0
 けた下 \approx 106.0
 F.L. \approx 108.0

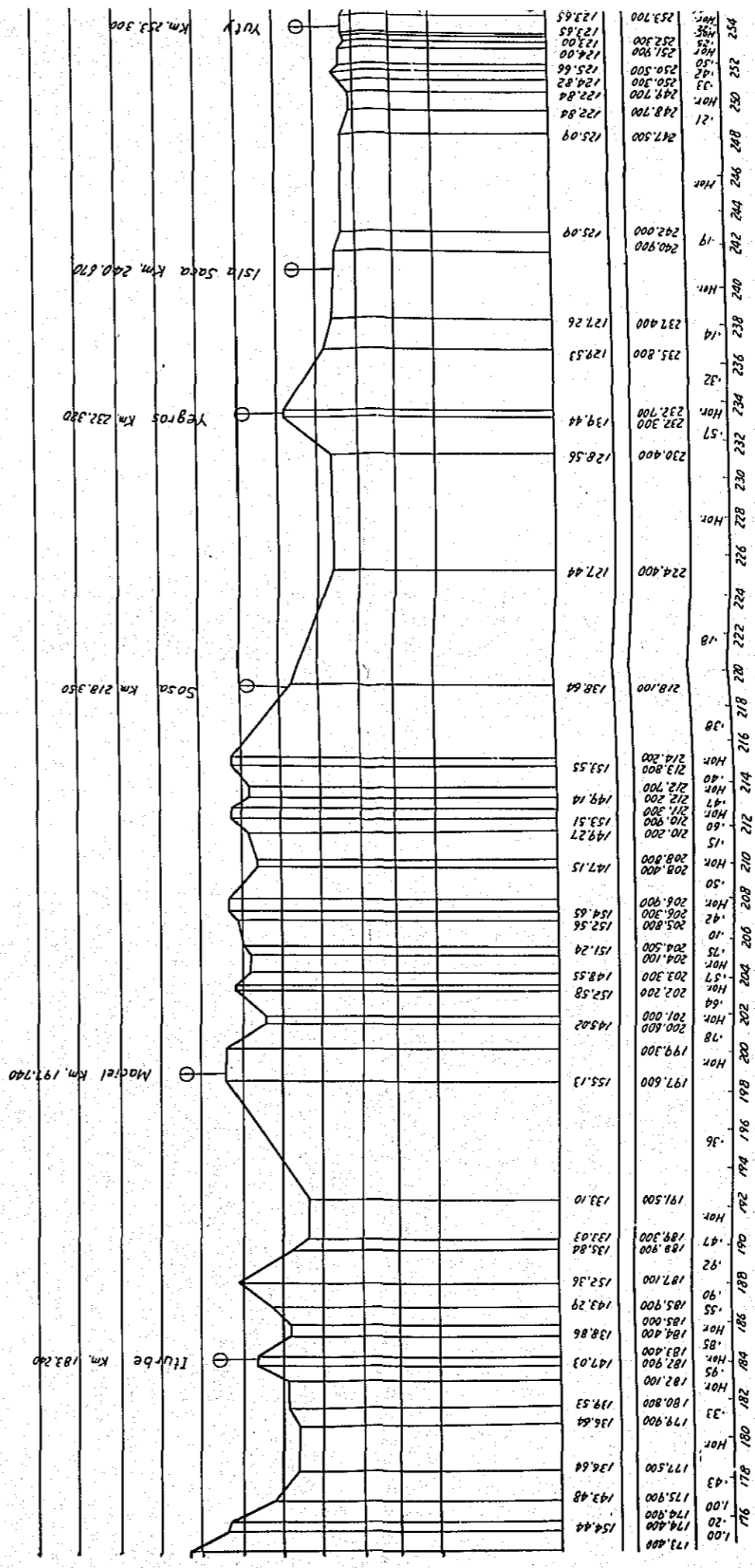
GRAFICO-3 PERFIL FERROCARRIL CENTRAL

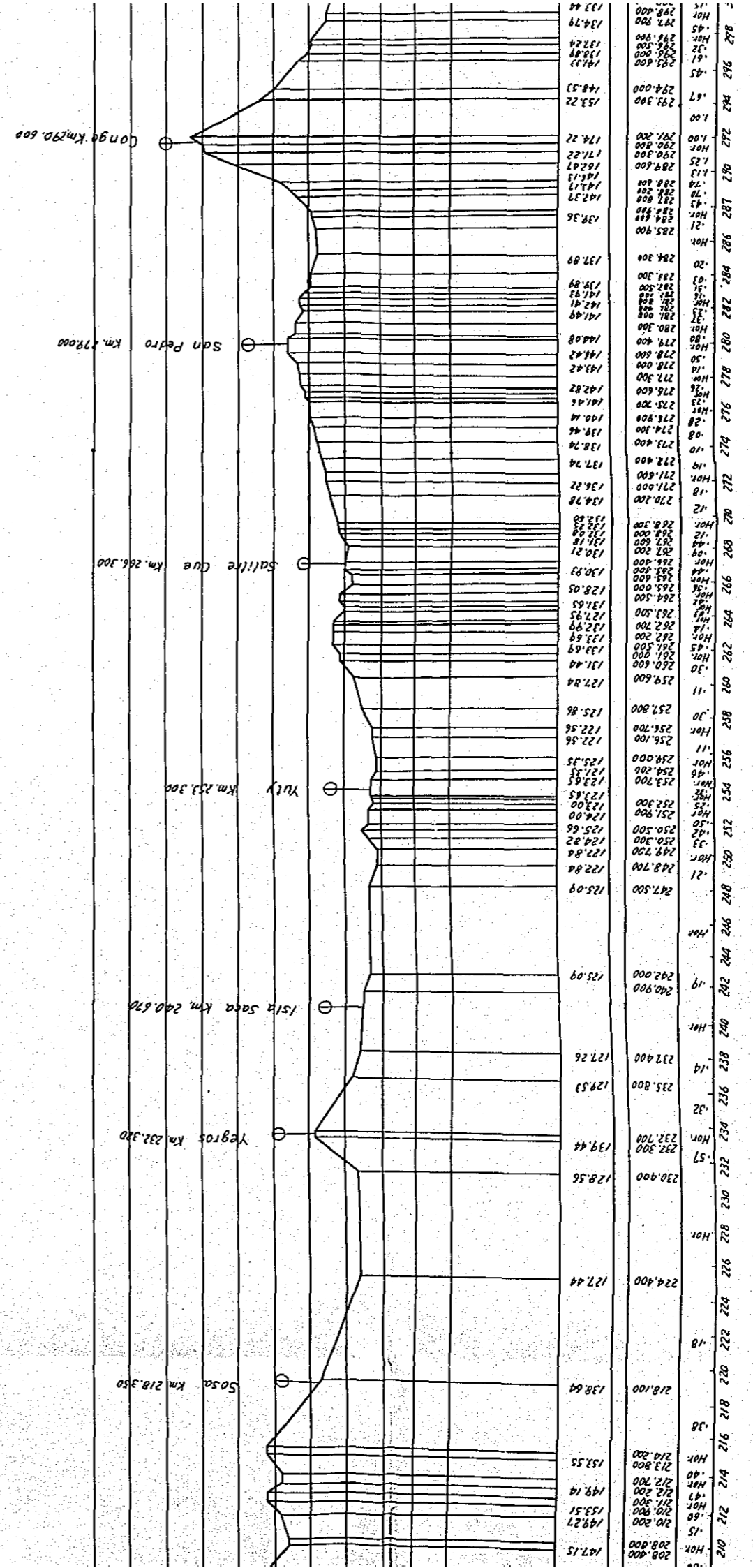
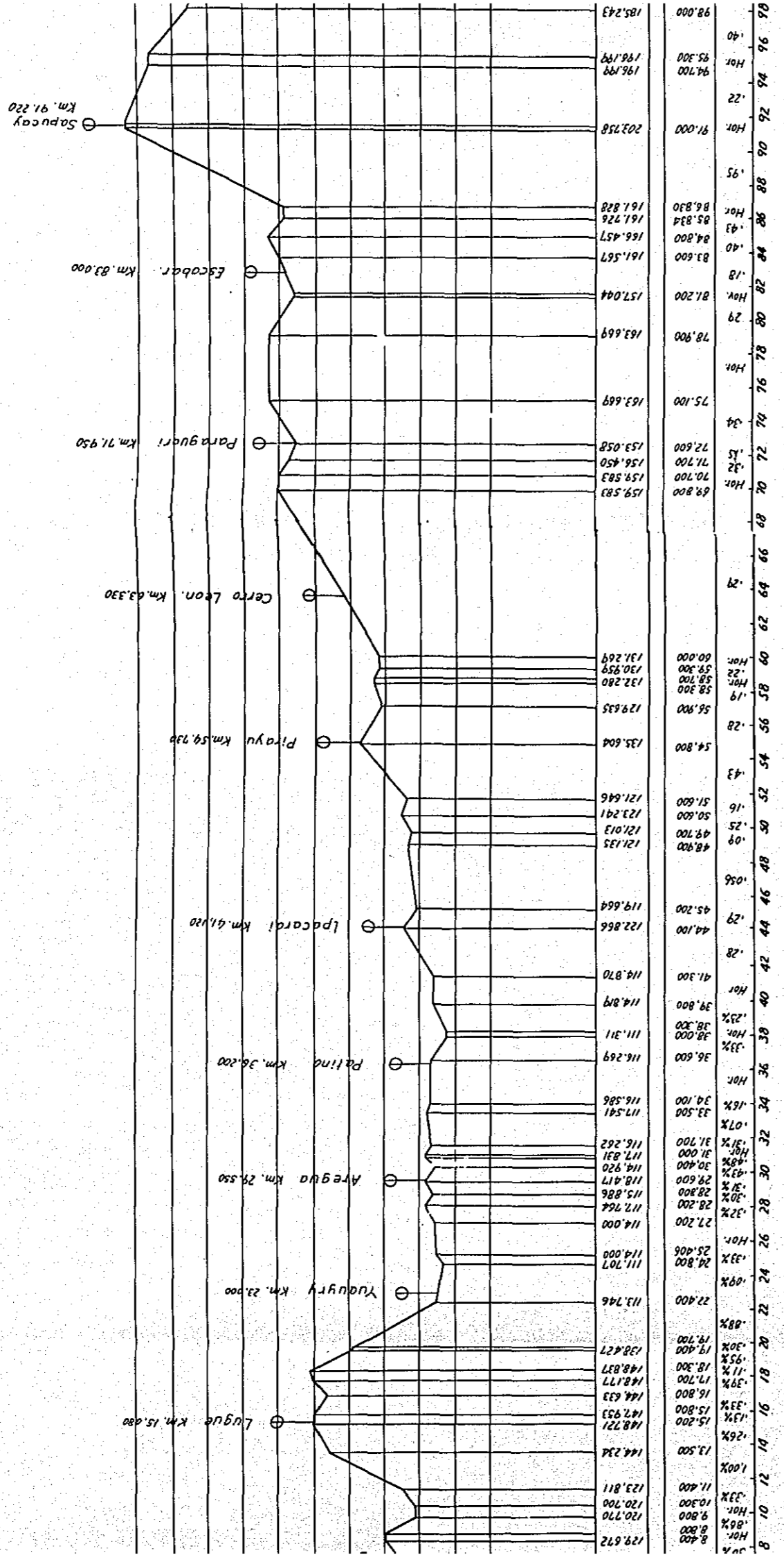


ALTURAS DE VÍA

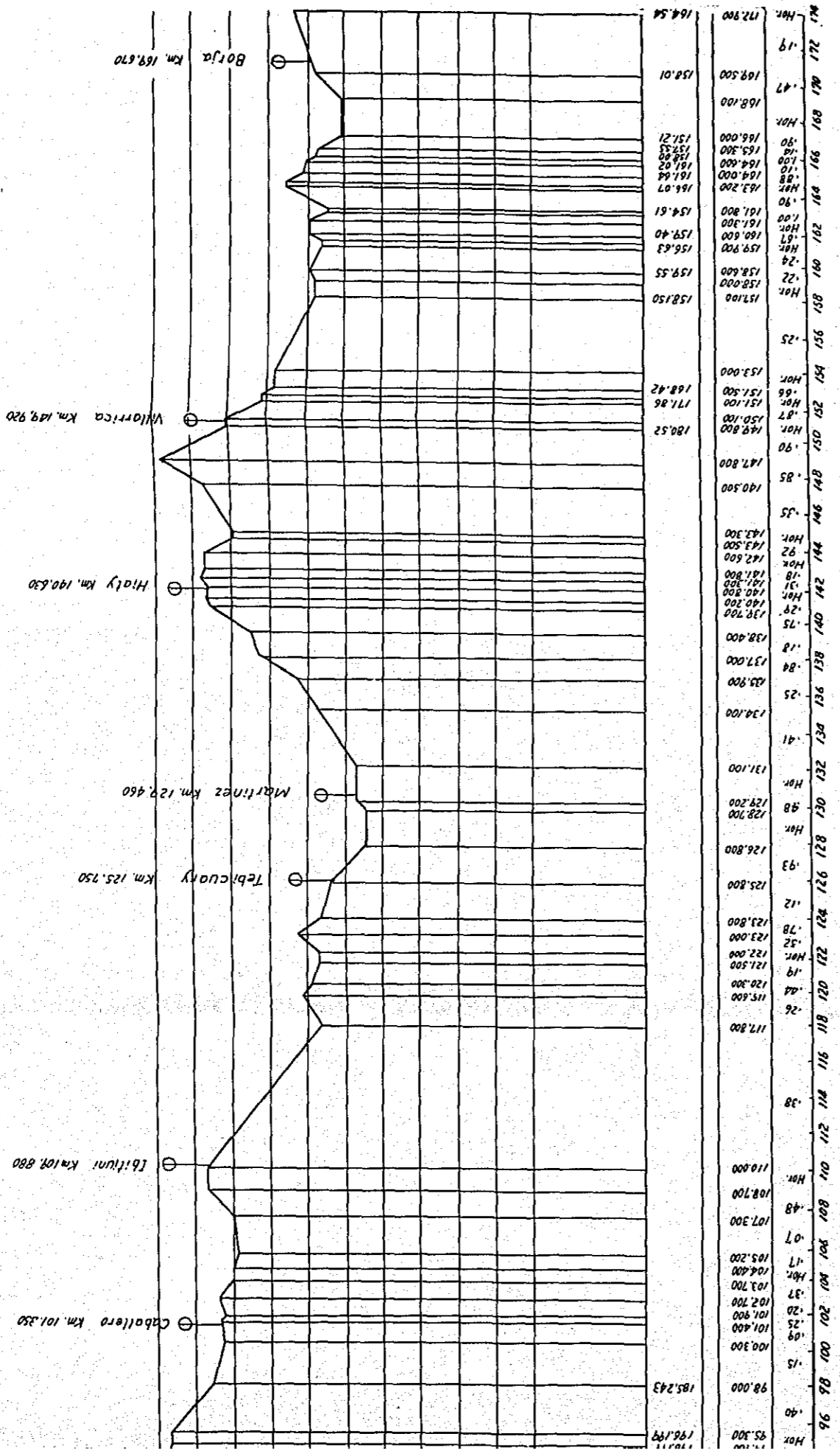
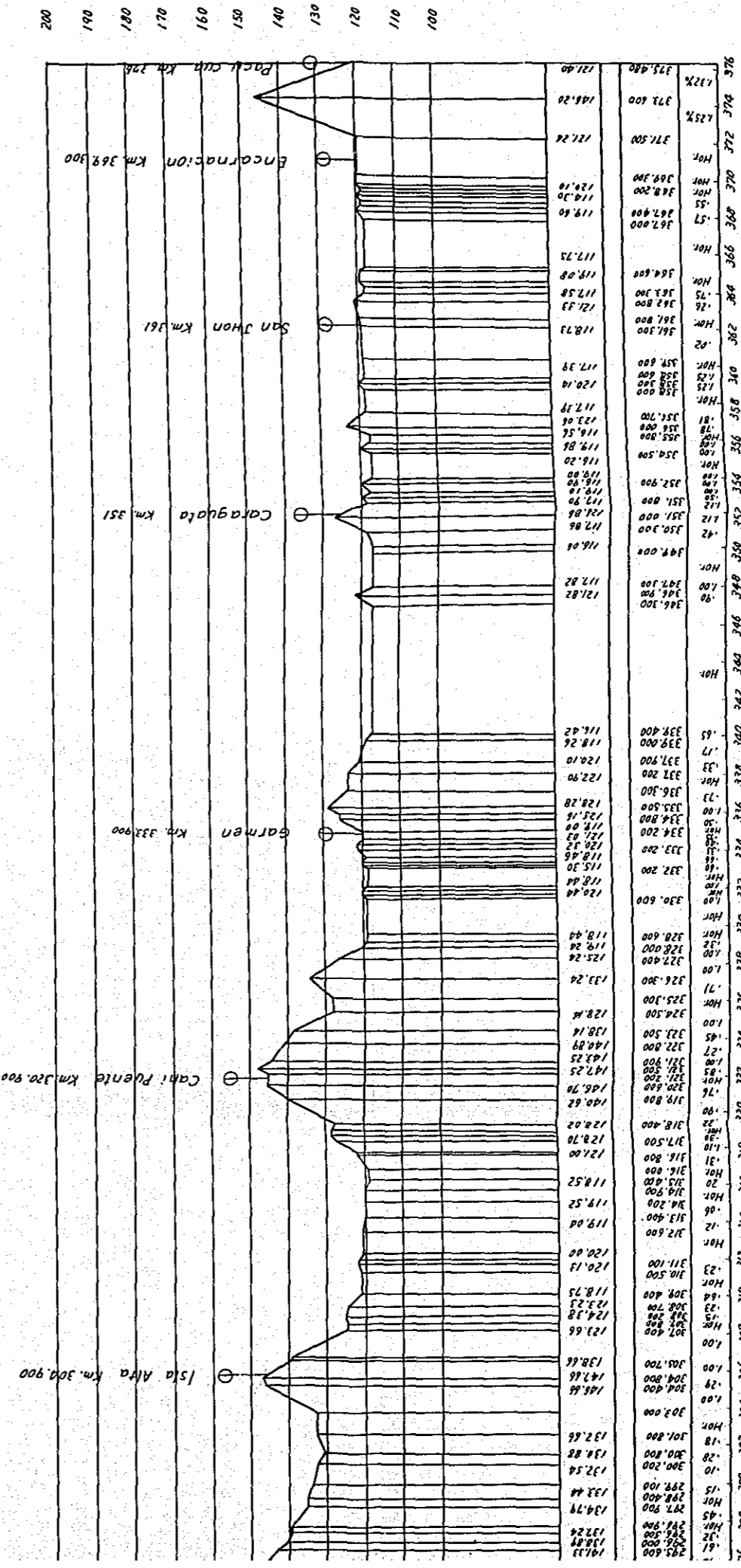
DISTANCIAS DESDE ASUNCIÓN

PENDIENTES





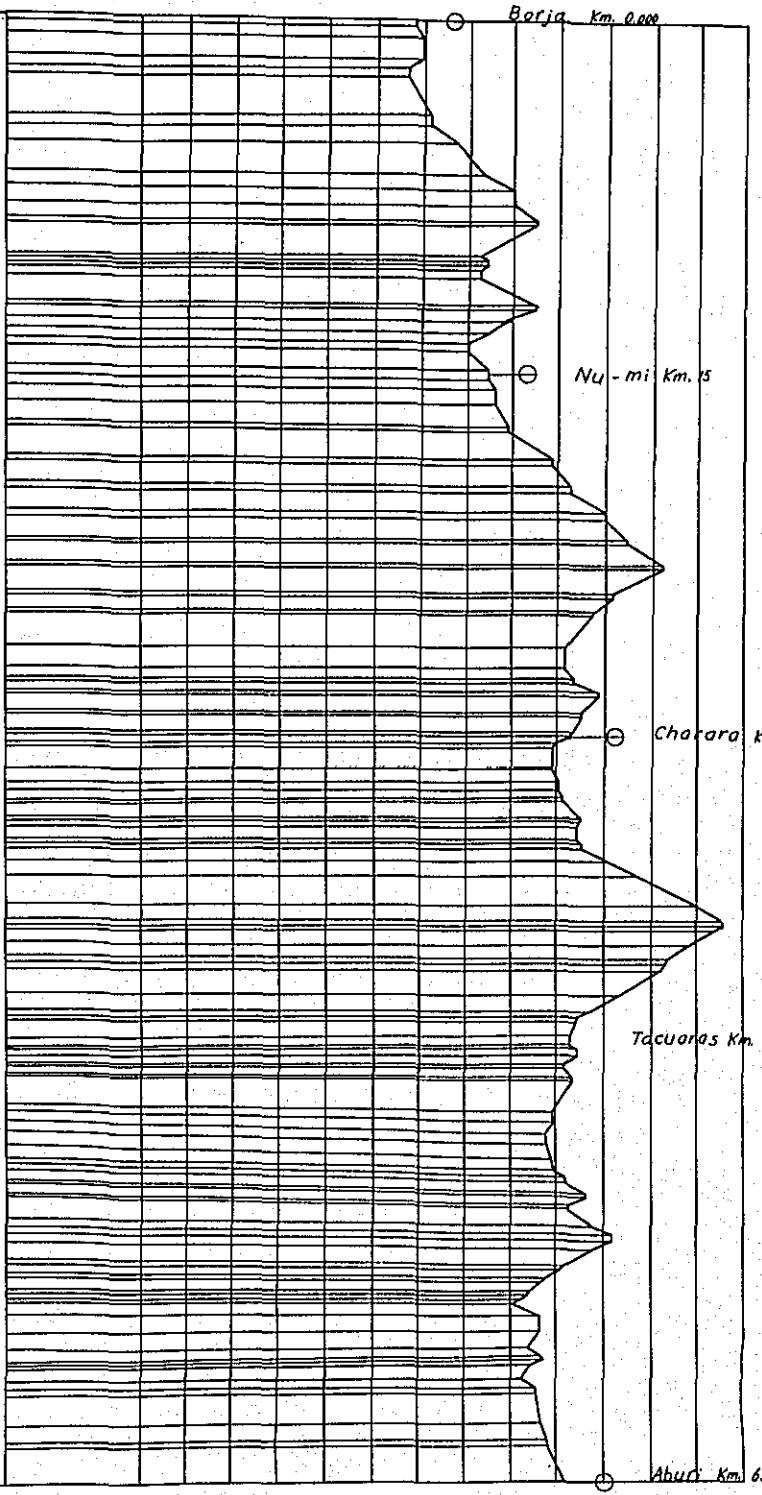
Station	Elevation (m)	Grade (%)
0+00	147.15	
0+15	149.27	1.3%
0+30	153.51	2.8%
0+45	149.14	-2.9%
0+60	210.200	36.1%
0+75	212.700	1.2%
0+90	213.800	0.5%
1+05	210.200	-1.7%
1+20	212.200	0.7%
1+35	212.700	0.2%
1+50	213.800	0.5%
1+65	210.200	-1.7%
1+80	212.700	0.7%
1+95	213.800	0.5%
2+10	210.200	-1.7%
2+25	212.200	0.7%
2+40	213.800	0.5%
2+55	210.200	-1.7%
2+70	212.700	0.7%
2+85	213.800	0.5%
3+00	210.200	-1.7%
3+15	212.200	0.7%
3+30	213.800	0.5%
3+45	210.200	-1.7%
3+60	212.700	0.7%
3+75	213.800	0.5%
3+90	210.200	-1.7%
4+05	212.200	0.7%
4+20	213.800	0.5%
4+35	210.200	-1.7%
4+50	212.700	0.7%
4+65	213.800	0.5%
4+80	210.200	-1.7%
4+95	212.200	0.7%
5+10	213.800	0.5%
5+25	210.200	-1.7%
5+40	212.700	0.7%
5+55	213.800	0.5%
5+70	210.200	-1.7%
5+85	212.200	0.7%
6+00	213.800	0.5%
6+15	210.200	-1.7%
6+30	212.700	0.7%
6+45	213.800	0.5%
6+60	210.200	-1.7%
6+75	212.200	0.7%
6+90	213.800	0.5%
7+05	210.200	-1.7%
7+20	212.700	0.7%
7+35	213.800	0.5%
7+50	210.200	-1.7%
7+65	212.200	0.7%
7+80	213.800	0.5%
7+95	210.200	-1.7%
8+10	212.200	0.7%
8+25	213.800	0.5%
8+40	210.200	-1.7%
8+55	212.700	0.7%
8+70	213.800	0.5%
8+85	210.200	-1.7%
9+00	212.200	0.7%
9+15	213.800	0.5%
9+30	210.200	-1.7%
9+45	212.700	0.7%
9+60	213.800	0.5%
9+75	210.200	-1.7%
9+90	212.200	0.7%
10+05	213.800	0.5%
10+20	210.200	-1.7%
10+35	212.700	0.7%
10+50	213.800	0.5%
10+65	210.200	-1.7%
10+80	212.200	0.7%
10+95	213.800	0.5%
11+10	210.200	-1.7%
11+25	212.700	0.7%
11+40	213.800	0.5%
11+55	210.200	-1.7%
11+70	212.200	0.7%
11+85	213.800	0.5%
12+00	210.200	-1.7%
12+15	212.700	0.7%
12+30	213.800	0.5%
12+45	210.200	-1.7%
12+60	212.200	0.7%
12+75	213.800	0.5%
12+90	210.200	-1.7%
13+05	212.200	0.7%
13+20	213.800	0.5%
13+35	210.200	-1.7%
13+50	212.700	0.7%
13+65	213.800	0.5%
13+80	210.200	-1.7%
13+95	212.200	0.7%
14+10	213.800	0.5%
14+25	210.200	-1.7%
14+40	212.700	0.7%
14+55	213.800	0.5%
14+70	210.200	-1.7%
14+85	212.200	0.7%
15+00	213.800	0.5%
15+15	210.200	-1.7%
15+30	212.700	0.7%
15+45	213.800	0.5%
15+60	210.200	-1.7%
15+75	212.200	0.7%
15+90	213.800	0.5%
16+05	210.200	-1.7%
16+20	212.700	0.7%
16+35	213.800	0.5%
16+50	210.200	-1.7%
16+65	212.200	0.7%
16+80	213.800	0.5%
16+95	210.200	-1.7%
17+10	212.200	0.7%
17+25	213.800	0.5%
17+40	210.200	-1.7%
17+55	212.700	0.7%
17+70	213.800	0.5%
17+85	210.200	-1.7%
18+00	212.200	0.7%
18+15	213.800	0.5%
18+30	210.200	-1.7%
18+45	212.700	0.7%
18+60	213.800	0.5%
18+75	210.200	-1.7%
18+90	212.200	0.7%
19+05	213.800	0.5%
19+20	210.200	-1.7%
19+35	212.700	0.7%
19+50	213.800	0.5%
19+65	210.200	-1.7%
19+80	212.200	0.7%
19+95	213.800	0.5%
20+10	210.200	-1.7%
20+25	212.700	0.7%
20+40	213.800	0.5%
20+55	210.200	-1.7%
20+70	212.200	0.7%
20+85	213.800	0.5%
21+00	210.200	-1.7%
21+15	212.700	0.7%
21+30	213.800	0.5%
21+45	210.200	-1.7%
21+60	212.200	0.7%
21+75	213.800	0.5%
21+90	210.200	-1.7%
22+05	212.200	0.7%
22+20	213.800	0.5%
22+35	210.200	-1.7%
22+50	212.700	0.7%
22+65	213.800	0.5%
22+80	210.200	-1.7%
22+95	212.200	0.7%
23+10	213.800	0.5%
23+25	210.200	-1.7%
23+40	212.700	0.7%
23+55	213.800	0.5%
23+70	210.200	-1.7%
23+85	212.200	0.7%
24+00	213.800	0.5%
24+15	210.200	-1.7%
24+30	212.700	0.7%
24+45	213.800	0.5%
24+60	210.200	-1.7%
24+75	212.200	0.7%
24+90	213.800	0.5%
25+05	210.200	-1.7%
25+20	212.700	0.7%
25+35	213.800	0.5%
25+50	210.200	-1.7%
25+65	212.200	0.7%
25+80	213.800	0.5%
25+95	210.200	-1.7%
26+10	212.200	0.7%
26+25	213.800	0.5%
26+40	210.200	-1.7%
26+55	212.700	0.7%
26+70	213.800	0.5%
26+85	210.200	-1.7%
27+00	212.200	0.7%
27+15	213.800	0.5%
27+30	210.200	-1.7%
27+45	212.700	0.7%
27+60	213.800	0.5%
27+75	210.200	-1.7%
27+90	212.200	0.7%
28+05	213.800	0.5%
28+20	210.200	-1.7%
28+35	212.700	0.7%
28+50	213.800	0.5%
28+65	210.200	-1.7%
28+80	212.200	0.7%
28+95	213.800	0.5%
29+10	210.200	-1.7%
29+25	212.700	0.7%
29+40	213.800	0.5%
29+55	210.200	-1.7%
29+70	212.200	0.7%
29+85	213.800	0.5%
30+00	210.200	-1.7%
30+15	212.700	0.7%
30+30	213.800	0.5%
30+45	210.200	-1.7%
30+60	212.200	0.7%
30+75	213.800	0.5%
30+90	210.200	-1.7%
31+05	212.200	0.7%
31+20	213.800	0.5%
31+35	210.200	-1.7%
31+50	212.700	0.7%
31+65	213.800	0.5%
31+80	210.200	-1.7%
31+95	212.200	0.7%
32+10	213.800	0.5%
32+25	210.200	-1.7%
32+40	212.700	0.7%
32+55	213.800	0.5%
32+70	210.200	-1.7%
32+85	212.200	0.7%
33+00	213.800	0.5%
33+15	210.200	-1.7%
33+30	212.700	0.7%
33+45	213.800	0.5%
33+60	210.200	-1.7%
33+75	212.200	0.7%
33+90	213.800	0.5%
34+05	210.200	-1.7%
34+20	212.700	0.7%
34+35	213.800	0.5%
34+50	210.200	-1.7%
34+65	212.200	0.7%
34+80	213.800	0.5%
34+95	210.200	-1.7%
35+10	212.200	0.7%
35+25	213.800	0.5%
35+40	210.200	-1.7%
35+55	212.700	0.7%
35+70	213.800	0.5%
35+85	210.200	-1.7%
36+00	212.200	0.7%
36+15	213.800	0.5%
36+30	210.200	-1.7%
36+45	212.700	0.7%
36+60	213.800	0.5%
36+75	210.200	-1.7%
36+90	212.200	0.7%
37+05	213.800	0.5%
37+20	210.200	-1.7%
37+35	212.700	0.7%
37+50	213.800	0.5%
37+65	210.200	-1.7%
37+80	212.200	0.7%
37+95	213.800	0.5%
38+10	210.200	-1.7%
38+25	212.700	0.7%
38+40	213.800	0.5%
38+55	210.200	-1.7%
38+70	212.200	0.7%
38+85	213.800	0.5%
39+00	210.200	-1.7%
39+15	212.700	0.7%
39+30	213.800	0.5%
39+45	210.200	-1.7%
39+60	212.200	0.7%
39+75	213.800	0.5%
39+90	210.200	-1.7%
40+05	212.200	0.7%
40+20	213.800	0.5%
40+35	210.200	-1.7%
40+50	212.700	0.7%
40+65	213.800	0.5%
40+80	210.200	-1.7%
40+95	212.200	0.7%
41+10	213.800	0.5%
41+25	210.200	-1.7%
41+40	212.700	0.7%
41+55	213.800	0.5%
41+70	210.200	-1.7%
41+85	212.200	0.7%
42+00	213.800	0.5%
42+15	210.200	-1.7%
42+30	212.700	0.7%
42+45	213.800	0.5%
42+60	210.200	-1.7%
42+75	212.200	0.7%
42+90	213.800	0.5%
43+05	210.200	-1.7%
43+20	212.700	0.7%
43+35	213.800	0.5%
43+50	210.200	-1.7%
43+65	212.200	0.7%
43+80	213.800	0.5%
43+95	210.200	-1.7%
44+10	212.200	0.7%
44+25	213.800	0.5%
44+40	210.200	-1.7%
44+55	212.700	0.7%
44+70	213.800	0.5%
44+85	210.200	-1.7%
45+00	212.200	0.7%
45+15	213.800	0.5%
45+30	210.200	-1.7%
45+45	212.700	0.7%
45+60	213.800	0.5%
45+75	210.200	-1.7%
45+90	212.200	0.7%
46+05	213.800	0.5%
46+20	210.200	-1.7%
46+35	212.700	0.7%
46+50	213.800	0.5%
46+65	210.200	-1.7%
46+80	212.200	0.7%
46+95	213.800	0.5%
47+10	210.200	-1.7%
47+25	212.700	0.7%
47+40	213.800	0.5%
47+55	210.200	-1.7%
47+70	212.200	0.7%
47+85	213.800	0.5%
48+00	210.200	-1.7%
48+15	212.700	0.7%
48+30	213.800	0.5%
48+45	210.200	-1.7%
48+60	212.200	0.7%
48+75	213.800	0.5%
48+90	210.200	-1.7%
49+05	212.200	0.7%
49+20	213.800	0.5%
49+35	210.200	-1.7%
49+50	212.700	0.7%



RAMAL BORJA - YGUAZU.

Km. 0.00 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62

Hor.	0.00	137.90
Hor.	0.250	137.70
Hor.	0.750	137.45
Hor.	1.000	134.65
Hor.	2.500	
Hor.	4.000	163.25
Hor.	4.500	
Hor.	5.300	
Hor.	6.600	173.71
Hor.	7.200	175.60
Hor.	7.700	
Hor.	8.600	186.50
Hor.	8.700	
Hor.	10.000	172.15
Hor.	10.100	173.70
Hor.	11.050	172.75
Hor.	12.250	186.15
Hor.	12.400	178.45
Hor.	13.300	176.25
Hor.	13.900	169.75
Hor.	15.000	174.39
Hor.	15.050	175.79
Hor.	16.500	
Hor.	17.500	178.59
Hor.	17.700	
Hor.	18.900	183.70
Hor.	19.200	
Hor.	20.000	191.15
Hor.	20.250	
Hor.	21.250	196.65
Hor.	21.350	
Hor.	22.500	204.07
Hor.	22.600	
Hor.	23.350	212.00
Hor.	23.600	
Hor.	24.800	200.50
Hor.	24.900	
Hor.	25.500	196.30
Hor.	25.700	
Hor.	27.100	190.28
Hor.	28.000	
Hor.	28.400	192.78
Hor.	28.500	
Hor.	29.100	197.78
Hor.	29.200	
Hor.	29.800	194.03
Hor.	29.900	
Hor.	30.650	191.53
Hor.	30.750	
Hor.	31.350	187.93
Hor.	31.450	187.68
Hor.	32.150	
Hor.	32.900	189.12
Hor.	33.300	
Hor.	33.500	190.02
Hor.	34.100	
Hor.	34.500	193.07
Hor.	34.600	
Hor.	35.100	192.71
Hor.	35.200	
Hor.	35.700	194.07
Hor.	35.800	
Hor.	36.300	198.17
Hor.	36.400	
Hor.	37.050	203.01
Hor.	38.350	218.31
Hor.	38.400	
Hor.	39.150	222.09
Hor.	39.250	
Hor.	39.900	225.07
Hor.	40.000	
Hor.	40.450	217.35
Hor.	40.550	
Hor.	41.050	211.05
Hor.	41.150	
Hor.	42.05	201.65
Hor.	42.800	
Hor.	43.150	
Hor.	43.700	
Hor.	44.100	
Hor.	44.700	
Hor.	45.200	
Hor.	45.800	
Hor.	46.300	
Hor.	47.200	187.85
Hor.	47.300	
Hor.	48.000	186.61
Hor.	48.100	
Hor.	48.600	
Hor.	49.150	187.59
Hor.	49.300	
Hor.	49.850	188.97
Hor.	50.050	
Hor.	50.300	191.99
Hor.	50.400	
Hor.	50.900	194.31
Hor.	51.000	
Hor.	51.500	197.79
Hor.	51.600	
Hor.	52.150	190.07
Hor.	52.250	
Hor.	52.800	188.09
Hor.	52.900	
Hor.	53.350	188.59
Hor.	53.450	
Hor.	53.900	195.09
Hor.	54.000	
Hor.	54.500	189.35
Hor.	54.600	
Hor.	55.100	181.75
Hor.	55.200	
Hor.	55.700	181.95
Hor.	55.800	
Hor.	56.350	178.95
Hor.	56.450	
Hor.	56.900	184.35
Hor.	57.000	
Hor.	57.250	182.15
Hor.	57.350	
Hor.	57.800	185.63
Hor.	57.900	
Hor.	58.350	182.93
Hor.	58.450	
Hor.	58.900	186.83
Hor.	59.000	
Hor.	59.350	183.53
Hor.	60.700	184.88
Hor.	61.000	
Hor.	61.700	186.68
Hor.	62.800	189.90



Km. 0.000 del Ramal Km. 189.150 de la via general

Borja Km. 0.000

Nu - mi Km. 15

Charara Km. 31

Tacuoras Km. 45

Abuc Km. 63

230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100

