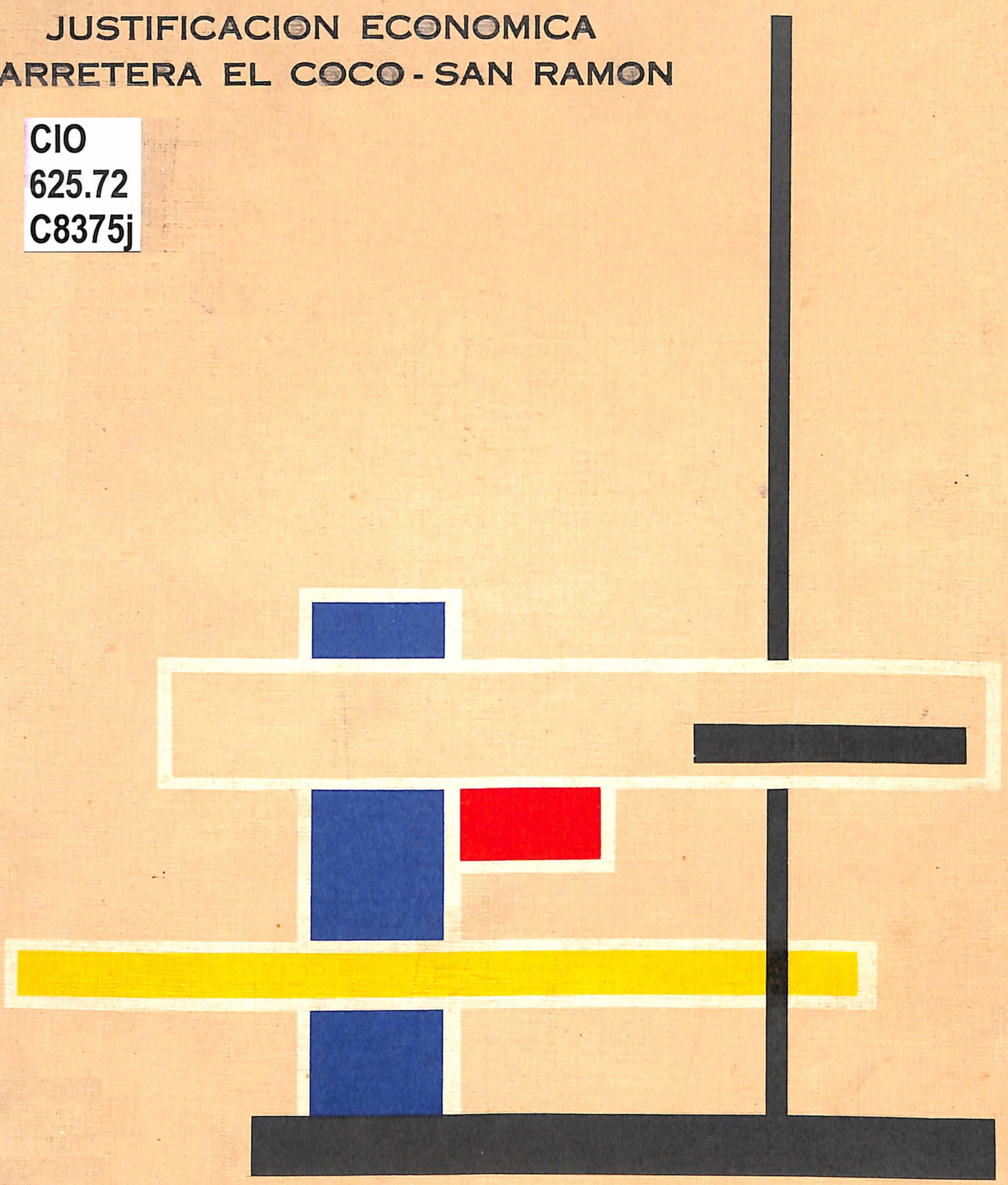
JUSTIFICACION ECONOMICA
CARRETERA EL COCO - SAN RAMON

CIO
625.72
C8375j



DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO.
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
SAN JOSE, COSTA RICA

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

JUSTIFICACION ECONOMICA

CARRETERA EL COCO - SAN RAMON

San José, Costa Rica

Abril - 1963.

CIO
625.72
C8375j

Justificacion economica carretera El Coco-San Ramon:

O97560

BIBLIOTECA OCCIDENTE-UCR

097560

CENTRO UNIVERSITARIO OCCIDENTE
BIBLIOTECA
PROCESOS TECNICOS
Nº Registro 097560
Procedencia donativo
Precio ¢ 60.00
Fecha Ingreso 23 SET. 1988

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Biblioteca
C. R. O.

PAGINA

Prefacio 1

Definiciones 2

Introduccion 7

Sección 1.- Carretera Alajuela - San Ramón. Ruta 1 existente

1.1 Características Topográficas de la Zona Servida por la Carretera 9

1.2 Características Agrícolas e Industriales 10

1.3 Características del Transporte en el año 1961 11

1.4 Características del Desarrollo Lateral de la Vía 11

1.5 Características Geométricas y del Drenaje 12

Sección 2.- Antecedentes y Resumen de los Informes :

Anteproyecto de Carretera El Coco - San Ramón.

Rectificación Carretera Nacional N° 1, entre Alajuela y San Ramón.

2.1 Proyecto de Carretera El Coco - San Ramón 16

2.2 Proyecto de Rectificación de la Carretera Existente 21

Sección 3.- Estudio Económico - 1962

3.1 Razón del Estudio 24

3.2 Procedimientos 24

3.3 Normas 25

CONTENIDO (continuación)

		PAGINA
Sección 4.-	Recomendaciones	28
	5.1 Alternativas Estudiadas	29
	5.2 Asignación de Volúmenes de Tránsito	30
	5.3 Normas Geométricas de Diseño	36
	5.4 Valores de Capacidad	36
	5.5 Análisis Económico	44
	5.6 Mapa de Decisión Optima	64
Anexo -	Manual de Costos de Operación de Automóviles en Carreteras Rurales de Costa Rica (Tramos rectos - dos vías)	65
	Referencias y Bibliografía	75
	Mapas y Gráficos	76

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

		PAGINA
Tabla 1-1	Tránsito Promedio Diario - Carretera Alajuela - San Ramón	14
Tabla 1-2	Características del Transporte en la Carretera Alajuela - San Ramón - 1961	15
Cuadro 5-1	Alternativas 1 y 2 - T.P.D. años 1959 y 1985	31
Cuadro 5-2	Alternativa 3 - T.P.D. años 1959 y 1985	32
Cuadro 5-3	Alternativa 4 - T.P.D. años 1959 y 1985	33
Cuadro 5-4	Alternativa 5 - T.P.D. años 1959 y 1985	34
Cuadro 5-5	Alternativa 6 - T.P.D. años 1959 y 1985	35
Tabla 5-1	Normas Geométricas Tolerables y de Diseño	37
Tabla 5-2	Normas Geométricas Requeridas	38
Tabla 5-3	Valores de Capacidad Práctica	42
Cuadro 5-6	Costos de Construcción Parcial o Total	53
Cuadro 5-7	Resumen de Costos de Construcción	54
Cuadro 5-8	Costos de Construcción por Alternativa	55
Cuadro 5-9	Costos Anuales de la Inversión Inicial	56
Cuadro 5-10	Costos de Mantenimiento	57
Cuadro 5-11	Costos de Operación	58
Cuadro 5-12	Costos Anuales por Alternativa	59

INDICE DE TABLAS Y CUADROS (continuación)

		PAGINA
Cuadro 5-13	Razones de Beneficios sobre Costos (B/C)	60
Cuadro 5-14	Razones de Reintegro del Capital	61
Cuadro 5-15	B/C - Tramo Alajuela - Río Grande	62
Cuadro 5-16	B/C - Tramo Río Grande - San Ramón	63
Tabla A-1	Costos Unitarios de Operación (Pavimento)	69
Tabla A-2	Costos Unitarios de Operación (Lastre)	72
Tabla A-3	Costos Unitarios de Operación (Tierra)	73
Tabla A-4	Cálculo de Costos Unitarios (Ruta 1 Existente)	74

INDICE DE MAPAS Y GRAFICOS

(páginas 77 a 97)

FIGS.	DESCRIPCION
5-1	Normas geométricas para el diseño de carreteras Tipo E.
5-2	Sección Transversal Típica - Terreno Plano - Proyecto de carretera El Coco - San Ramón.
5-3	Sección Transversal Típica - Terreno Ondulado y Montañoso - Proyecto de carretera El Coco - San Ramón.
5-4	Mapa Topográfico que muestra el desarrollo de las líneas : Ruta 1 existente- Ruta 1 relocalizada y Proyecto El Coco - San Ramón.
5-5	Mosaico Fotográfico - Zona habilitada por el Proyecto El Coco - San Ramón.
5-6	Perfil del terreno y línea de rasante - Proyecto El Coco - San Ramón.
5-7	Mapa de Flujo de Tránsito - años 1961 y 1985 - Proyecto El Coco - San Ramón.
5-8	Secciones transversales y T.P.D. 1961 - Ruta 1 Existente.
5-9	Inventario Ruta 1 - Sección Km 20 a Km 30.
5-10	Inventario Ruta 1 - Sección Km 30 a Km 40.
5-11	Inventario Ruta 1 - Sección Km 40 a Km 50.
5-12	Inventario Ruta 1 - Sección Km 50 a Km 60.
5-13	Inventario Ruta 1 - Sección Km 60 a Km 70.
5-14	Inventario Ruta 1 - Sección Km 78 a Km 80.
5-15	Distribución del kilometraje recorrido por todos los vehículos en las Rutas Nacionales de Costa Rica - 1961.

INDICE DE MAPAS Y GRAFICOS (continuación)

(páginas 77 a 97)

FIGS.	DESCRIPCION
5-16	Distribución del kilometraje recorrido en 1961 por todos los vehículos que circularon por la Red Vial de Costa Rica.
5-17	Longitud de la Red Vial de Costa Rica al final de cada Administración.
5-18	Rangos de decisión - Comparación de alternativas según los valores del costo del tiempo y de los cocientes de beneficios/costos.
5-19	Rangos de decisión - Comparación de alternativas según los factores de proyección del T.P.D. y de los cocientes de beneficios/costos para las tres hipótesis de costo del tiempo.
5-20	Mapa de decisión óptima - Resume los resultados obtenidos de las figuras - 5-18 y 5-19, indicando el rango de valores dentro del cual una alternativa - supera a las otras.

PREFACIO

Debido a que la Sección de la Carretera Nacional N° 1 que une a las ciudades de Alajuela y San Ramón es deficiente por su geometría, pavimento, etc., en diversas oportunidades se ha mencionado la posibilidad de construir una nueva carretera que habilite en mejor forma esa zona y también en otras oportunidades se ha mencionado la conveniencia de mejorar la vía actual con el objeto de lograr ese objetivo.

Acorde con esa sentida necesidad el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, elaboró en el año 1956 un ante-proyecto para la construcción de una carretera entre el Aeropuerto El Coco y la ciudad de San Ramón. Posteriormente, en el año 1959, elaboró un informe para la rectificación de la Carretera Nacional N° 1 entre la entrada al Aeropuerto El Coco y la ciudad de San Ramón. Ambos informes tienen como objetivo principal recomendar las características físicas adecuadas para que esa sección de la Carretera Nacional N° 1, ofrezca comodidad, buen servicio y seguridad a los miles de usuarios que necesitan servirse de ella.

En el año 1962, el Departamento de Planeamiento consideró necesario efectuar un estudio comparativo de las líneas propuestas en los dos informes anteriores y efectuar, además, una investigación sobre costos y beneficios, de tal modo que la escogencia definitiva se basara en una justificación económica del proyecto.

Este informe tiene por objeto dar a conocer los resultados obtenidos y las recomendaciones finales derivadas del estudio efectuado.

DEFINICIONES

Espaldón o Berma :

La parte del camino contiguo a la calzada, destinada a vehículos detenidos accidentalmente; al tránsito en casos de emergencia y también como soporte lateral de la base y capa superficial.

Visibilidad de pasada :

La distancia mínima que debe existir para que el conductor de un vehículo, pase a otro vehículo, segura y confortablemente, sin interferir con la velocidad de un vehículo que a la velocidad de diseño avance en sentido contrario, si aparece a la vista después de iniciada la maniobra de pasada.

Volumen de Tránsito :

Número de vehículos que se mueven en dirección o direcciones especificadas en una calzada o carretera y que pasa por un punto dado de una carretera durante un período especificado de tiempo.

Tránsito Promedio Diario, TPD :

El número de vehículos que circulan por un punto determinado durante un año dividido por 365.

Volumen Horario :

Volumen de tránsito que pasa por un punto dado en una hora.

Volumen de diseño :

Volumen de tránsito de la hora de diseño, o sea el volumen horario en una carretera dada que sólo es excedido por cierto número de volúmenes horarios durante un año, ej : Volumen de la 30 a. hora, el que sólo es excedido por 29 volúmenes horarios durante un año.

Velocidad de diseño :

Velocidad seleccionada para propósitos de diseño y correlación de características tales como curvatura, superelevación, visibilidad, etc., y bajo la cual los vehículos operan dentro de la seguridad.

Velocidad promedio de seguridad de la carretera :

Es la que se obtiene al ponderar las velocidades de diseño correspondientes a cada una de las partes que integran la longitud total de una carretera o tramo de la misma y que son : 1) las longitudes de secciones rectas (tangentes menos distancias de aceleración y desaceleración) ; 2) las longitudes de secciones curvas ; 3) las distancias de aceleración y 4) las distancias de desaceleración.

Velocidad de operación :

La más alta velocidad a que puede viajar un conductor en una carretera dada bajo las condiciones prevalecientes, sin que en ningún momento exceda la velocidad de diseño.

Tiempo de ruedo :

Tiempo en que el vehículo se encuentra en movimiento.

Velocidad de ruedo :

Es la velocidad desarrollada por un vehículo sobre una sección específica de una carretera o tramo de la misma, y se obtiene al dividir la longitud entre el tiempo de ruedo.

Vehículos pesados o comerciales :

Los que hacen transporte de carga y pasajeros y que tienen peso bruto mayor de 9.000 libras o bien todos aquellos que tienen llantas duales o más en el eje trasero.

Capacidad :

Habilidad de una carretera para acomodar determinada demanda de tránsito.

Capacidad Práctica :

Máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto dado de una carretera o de una calzada, durante una hora sin que la densidad de tránsito sea tan grande que ocasione riesgos o retrasos irrazonables o restricciones a la comodidad del conductor para maniobrar bajo las condiciones de la carretera o del tránsito.

Tránsito equivalente :

Equivalencia en automóviles, del tránsito combinado de automóviles y vehículos pesados.

Factor equivalente :

Equivalencia de un vehículo pesado, en automóviles, desde el punto de vista de restricción en la circulación normal de los automóviles.

Clase de terreno :

Se clasificará como Plano, Ondulado y Montañoso. La clasificación de terreno - plano indicará que ninguna porción apreciable de un tramo, tiene características naturales que requieran trabajo de terracería excesivo para obtener requerimientos mínimos de diseño. La clasificación de terreno ondulado se dará a aquellos - tramos en que el diseño deseable sea fácilmente obtenido, aun a expensas de apreciable trabajo de construcción. La clasificación de terreno montañoso indicará aquellos tramos de terreno tal, que el diseño debe ser restringido considerable - mente por la dificultad de realizar la construcción requerida.

Tipo de operación :

La operación de un vehículo se clasifica como restringida cuando la relación en - tre el volumen de la 30a. hora de diseño y la capacidad práctica es mayor de1.25. La operación es normal si esta relación resulta entre 0.75 y 1.25, y es libre si la relación es menor de 0.75.

Costos de los usuarios de una carretera :

Es el costo de operación de los vehículos, expresado en céntimos por vehículo kilómetro, y que incluye todos los factores que afectan la operación de vehículos sobre una carretera o tramo de la misma. El valor del tiempo se incluye dentro - del total.

Beneficios de los usuarios :

Son las ventajas o ahorros que obtienen los usuarios al servirse de una facilidad,

en comparación con los servicios de seguridad, comodidad, conveniencia, etc., de otra facilidad.

Los beneficios son evaluados en términos de la disminución de los costos de los usuarios y del mejoramiento de los servicios de la carretera.

INTRODUCCION

Dentro de los programas de trabajo del Ministerio se han efectuado asignaciones de partidas para la construcción de algunas secciones de la carretera Cartago-San Ramón (Cartago-Tres Ríos y Sabana-Primer Amor). Además, dentro de los proyectos del Plan Vial, está incluida la sección Tres Ríos-San José. Para la sección Primer Amor-Aeropuerto El Coco, la cual se encuentra en la última etapa de su construcción, se obtuvo financiación mediante empréstito externo.

Sin embargo es de notar que existen aun 58 Km. de carretera que no han sido objeto de mejoramiento alguno y para los cuales sólo se cuenta con estudios de anteproyecto de líneas preliminares (sección Alajuela - San Ramón).

Para recomendar el mejoramiento de la carretera central se han dado las siguientes razones.

1.- La mayoría de los caminos nacionales, regionales y vecinales entroncan con esta vía, por lo que presenta características típicas de una carretera troncal que sirve a la mayoría de los habitantes de la zona central del país.

2.- La tendencia del crecimiento del número de vehículos automotores en circulación en el país, indica que para el año 1985 el número de vehículos se habrá quintuplicado en relación al año 1959. Complementando esta información con estudios de capacidad se ha demostrado que la sección de carretera Alajuela - San Ramón empezará a ser insuficiente dentro de muy pocos años.

3.- Conjuntamente con el crecido volumen de tránsito que utiliza la carretera, durante la época del verano, se genera un tránsito de turismo que aumenta aun más los problemas de circulación y que produce congestionamiento de la vía en mu-

chas secciones.

4.- El tránsito internacional que circula por la Carretera Interamericana Norte , forzosamente hace uso de la carretera San Ramón - San José y es de esperar que su efecto se haga sentir aún más una vez que quede concluida la sección sur de la Carretera Interamericana.

5.- Se ha estimado que una nueva carretera construida con normas adecuadas para el tránsito que soporta la carretera existente reduciría los costos de operación en más de un 35 %.

Fundamentalmente es por estas razones que para el Ministerio de Obras Públicas, es de imperiosa necesidad la consecución de fondos suficientes para financiar el proyecto, de modo que le permitan iniciar inmediatamente la preparación de planos y especificaciones para la construcción de una nueva carretera entre el Aeropuerto El Coco y San Ramón.

SECCION I

CARRETERA ALAJUELA - SAN RAMON

RUTA 1 EXISTENTE

1.1 Características Topográficas de la Zona Servida por la Carretera :

La mayor parte del área en la cual se desarrolla la carretera Alajuela - San Ramón es muy quebrada, las elevaciones oscilan entre 800 y 1200 m. sobre el nivel medio del mar.

La carretera existente se desarrolla hacia el N-O, atravesando cinco zonas topográficas bien definidas :

1) Terreno plano entre el Cacique (Km. 20.5) y San Josecito de Alajuela (Km. 26.5). Un 12% de la longitud de este tramo tiene pendientes mayores del 7%. Pendiente máxima 9.0%.

2) Terreno ondulado y montañoso entre San Josecito y la entrada a Grecia (Km 43). Pendientes mayores del 7% se presentan en un 22% de la longitud de este tramo . Pendiente máxima 11.5%.

3) Zona montañosa entre la salida de Grecia y la entrada de Naranjo (Km. 56). Un 38% de la longitud tiene pendientes mayores del 7%. Pendiente máxima 9.0%.

4) Terreno montañoso desde la salida de Naranjo hasta el puente de Río Grande (Km 65.4) En este tramo la carretera presenta serios problemas de mantenimien

to, debido a frecuentes deslizamientos de los taludes formados por terrenos con - arcillas bentoníticas. Pendientes mayores de 7% se presentan en un 27% de la longitud. Pendiente máxima 11.0%.

5) Terreno ondulado y montañoso entre Río Grande y la entrada de San Ramón - (Km 76.4). Un 26% de la longitud tiene pendientes mayores del 7%. Pendiente - máxima 10.0%.

1.2 Características Agrícolas e Industriales :

La carretera existente une 5 ciudades importantes : Alajuela, Grecia, Naranjo , Palmares y San Ramón.

Sirve de vía troncal a toda la región N-O del Valle Central y se desarrolla sobre terrenos fértiles, aptos para una explotación agropecuaria intensa.

En esta región se encuentra asentada una numerosa población dedicada principalmente a labores agropecuarias y al comercio.

En los últimos años se han desarrollado algunas industrias, especialmente las relacionadas con los productos agrícolas de la zona.

En general el área servida por la carretera, está compuesta por terrenos cultivados de café, piña y caña de azúcar. Algunas zonas son tierras de pastoreo y otras, a lo largo de los ríos, están cubiertas por alta y tupida vegetación tropical.

En el aspecto industrial se pueden citar fábricas de productos alimenticios, ingenios, beneficios de café, secadoras de arroz, algunas fundiciones y fábricas de productos de concreto.

1.3 Características del Transporte en el año 1961 :

Las Tablas 1.1 y 1.2 muestran los volúmenes de tránsito, los vehículos-Km., pasajeros-Km. y Tons.-Km. movilizados en el año 1961 sobre la sección de carretera existente entre El Coco y San Ramón. Los valores fueron calculados considerando los siguientes puntos :

1) Vehículos de carga pesados, aquellos que tienen 6 ruedas o más.

2) Vehículos de carga livianos los que tienen 4 ruedas.

3) Vehículos de pasajeros pesados, vehículos con más de 24 asientos individuales.

4) Vehículos de pasajeros livianos, automóviles y vehículos con menos de 24 asientos individuales.

5) Vehículo de carga pesado : 3.6 Tns. Carga Util.

Vehículo de carga liviano : 0.5 Tns. Carga Util.

6) Vehículo de pasajeros pesado : 24 pasajeros (aprovechamiento promedio).

Vehículo de pasajeros liviano : 3 pasajeros (aprovechamiento promedio).

1.4 Características del Desarrollo Lateral de la Vía :

Las áreas adyacentes de la carretera existente se caracterizan por el gran desarrollo que presentan, lo que produce serios problemas en el aspecto del drenaje (laterales destruidos en su mayoría, debido a los malos accesos a las fincas) . Además el derecho de vía ha sido invadido en muchas secciones, y por falta de control adecuado, esa situación se ha mantenido por muchos años. En muchas secciones las posterías de líneas eléctricas están a menos de 1.00 m. del borde del pavimento, creando serios problemas para la seguridad de operación (cla -

ros laterales insuficientes).

Zonas urbanas desarrolladas a lo largo de grandes extensiones de la vía obligan a los conductores a reducciones forzosas de velocidad, con los consiguientes retrasos al pasar frente a escuelas, iglesias, mercados, etc. (Ver hojas de Inventario, figs. 5-9 a 5-14).

La mayoría de las actividades de la población servida tiene relación con el uso constante del camino, lo que ha generado mucho tránsito local, compuesto en su mayoría por buses, tractores de llanta de hule y carretas, los cuales congestionan la vía y retrasan el flujo normal del tránsito directo que hace uso de la carretera (incluye tránsito internacional).

1.5 Características Geométricas y del Drenaje :

Las hojas de inventario de la carretera muestran todas las características importantes de la misma. De esos gráficos se deduce que un 42% del total de curvas circulares corresponde a curvas con radio menor de 70 m. Un 21% de la longitud corresponde a pendientes mayores del 7%. La visibilidad de parada está restringida en más de 25% y la de pasada en más de un 65% de la longitud del tramo, para límites de 80 y 240 m., respectivamente.

En general puentes y alcantarillas mayores presentan calzadas de ancho reducido entre barandas o cordones (la mayoría son para una vía de circulación). El caso más agudo lo presenta el puente sobre el río Poás (longitud 22 m. y ancho entre barandas de 3.65 m.).

El drenaje lateral es deficiente ; la mayor parte de la longitud de cunetas está obstruida y otra parte está formada por zanjas anchas y profundas sin salida. El

drenaje menor está obstruido en muchas secciones. Los espaldones (bermas) no existen y por efectos de la erosión se han producido canales peligrosos a la orilla de los bordes del pavimento. En muchas secciones la estructura de la vía se ha dañado (hundimientos) por las constantes inundaciones en la época lluviosa.

En general el pavimento está en malas condiciones. Las características más importantes se muestran en el gráfico correspondiente de las hojas de inventario - (Figs. 5-9 a 5-14).

TABLA 1-1

TRANSITO PROMEDIO DIARIO - CARRETERA ALAJUELA - SAN RAMON

SECCION	T.P.D. 1961	VEHIC. de PASAJEROS		VEHIC. de CARGA	
		%pesados	%livianos	%pesados	%livianos
El Coco-Alajuela	4050	15	20	9	56
Alajuela-Grecia	1395	19	21	8	52
Grecia-Naranjo	1385	23	21	7	49
Naranjo-Palmares	1015	27	22	6	45
Palmares-S. Ramón	975	31	22	5	42
El Coco-S. Ramón PROMEDIOS	1397	23	21	7	49

TABLA 1-2

CARACTERISTICAS DE TRANSPORTE EN LA CARRETERA

ALAJUELA - SAN RAMON - 1961

SECCION	LONG. Km	MILES DE VEHICULOS-KM			MILES DE PASAJEROS-KM			MILES DE TONS.-KM		
		Pasajeros	Carga	Total	Pesados	Livianos	Total	Pesados	Livianos	Total
El Coco-Alajuela	3.35	3219	1733	4952	3208	2495	5703	936	173	1109
Alajuela-Grecia	20.00	6110	4073	10183	982	798	1780	2786	428	3214
Grecia-Naranjo	13.40	3793	2981	6774	853	747	1600	2468	313	2781
Naranjo-Palmares	12.89	2435	2340	4775	536	502	1038	2274	257	2531
Palmares-S.Ramón	8.92	1492	1682	3174	429	450	879	1878	185	2063
TOTALES	58.56	17049	12809	29858	6008	4992	11000	10342	1356	11698

SECCION 2

ANTECEDENTES Y RESUMEN DE LOS INFORMES :

ANTE-PROYECTO DE CARRETERA EL COCO-SAN RAMON

RECTIFICACION CARRETERA NACIONAL N°1, ENTRE ALAJUELA Y SAN RAMON

2.1 Proyecto de carretera El Coco - San Ramón :

En el año 1956 el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas elaboró un anteproyecto que incluye una descripción de las deficiencias de la carretera Alajuela - San Ramón y un presupuesto para planos y construcción de una nueva carretera entre el Aeropuerto El Coco y la ciudad de San Ramón (ver fig. - 5-4).

El informe se intitula Anteproyecto de la Carretera Aeropuerto El Coco - San Ramón.

Entre las muchas razones que se dan en el citado informe como justificación para construir la nueva carretera, tienen especial importancia las siguientes :

> " El estudio del volumen de tránsito en la Meseta Central no sólo ha determinado que la Carretera Central es la de mayor volumen en el país, sino que, además ha demostrado lo deficiente e inadecuado de las características físicas de dicha vía en relación al volumen de vehículos que soporta. Hay congestionamiento en la mayor parte de la longitud y la velocidad de ruedo es limitada (40 Km/h. promedio). "Es necesario hacer notar que las condiciones geométricas de una carretera para el tránsito que actualmente tiene la Carretera Central, deben ser muy superiores a las existentes." Esta carretera, además de ser troncal del sistema de caminos de la zona central, es parte de la Carretera Interamericana en Costa Rica lo que le da característica de vía internacional."

De las investigaciones, datos y consideraciones efectuadas, se llegó a la conclusión de que, dentro del complejo problema de las carreteras nacionales de Costa

Rica, la Carretera Central requiere inmediata atención. Es necesario concluir su mejoramiento haciendo uso de especificaciones adecuadas y de acuerdo con técnicas modernas, para que preste un servicio eficiente y económico.

Resumen del estudio efectuado en 1956 :

1. Se efectuó un análisis de la posible demanda del tránsito para el período de diseño (1956 - 1976).

2. El estudio de cada línea se realizó con elementos fotogramétricos y mapas topográficos a escala 1:14000, elaborados por el Instituto Geográfico de Costa Rica. La información se completó mediante inspección sobre el terreno.

3. Se establecieron las especificaciones de diseño.

4. Se escogió la mejor línea entre las tres alternativas consideradas.

5. Se confeccionó el correspondiente presupuesto para planos y construcción.

Resumen de características de la línea escogida :

A.- Origen :

Este punto corresponde al final del camino de acceso al Aeropuerto El Coco , costado norte.

B.- Final :

Está localizado 1800 m. al oeste de la Iglesia de San Ramón, sobre la Carretera Nacional N° 1 (Carretera Interamericana Norte) y corresponde al en-

tronque de esta vía con la Calle del Carril. En esta forma se lograría pasar fuera de la zona urbana de San Ramón, criterio que está de acuerdo con la tendencia moderna de no atravesar las ciudades con carreteras troncales, sino más bien localizarlas como vías tangenciales a las poblaciones por servir.

C.- Características Topográficas de la Zona :

1. Sección de terreno plano constituida por las planicies del Coyol, en las cuales la línea se desarrolla en una longitud de 9 Km.

2. Extensión de terreno ondulado y montañoso, comprendida entre las confluencias de los ríos Poás e Itiquís y el río Colorado.

3. Faldas al este de los cerros del Espíritu Santo. Alineamiento paralelo al cauce del río Colorado hasta llegar al Hoyo de Naranjo. Terreno ondulado y montañoso.

4. Depresión natural entre los cerros del Espíritu Santo, orientada E-O y en la cual está asentada la población de San Miguel de Naranjo. Terreno Ondulado.

5. Trayecto sobre la meseta de Palmares

6. Ascenso y descenso de la Cima (estribación montañosa de los Montes del Aguacate).

7. Tramo final, de terreno ondulado y montañoso, hasta el entronque con la Carretera Interamericana.

D.- Características de los suelos :

De acuerdo con un estudio preliminar de suelos, el Departamento de Ensayo de Materiales suministró la siguiente información :

La línea se desarrolla atravesando una zona de suelos arcillo-limosos (un 90% de la longitud), predomina el característico grano fino y típica alta plasticidad y gran absorción de agua, con contracciones muy grandes por pérdidas de humedad. Subdrenajes son poco efectivos en estos suelos debido a la baja permeabilidad.

El valor como material de subrasante es de pobre a muy pobre. En cuanto a rellenos de menos de 15 m. su comportamiento es regular, y en más de 15 m. es pobre.

Suelos típicos limosos se presentan poco (un 5% de la longitud).

Suelos típicamente arcillosos y con un alto % bentonítico, se encuentran entre el Km. 29 y el 32, a los que se recomienda prestar mucha atención, por los problemas especiales que pueden presentar durante la construcción y para el posterior mantenimiento.

E.- Características Agrícolas e Industriales :

La línea se desarrolla en su totalidad sobre zonas cultivadas y desarrolladas. Del kilómetro 0 al 11 (llanos del Coyol y la Garita), los cultivos característicos son : cereales, café, caña de azúcar, etc.; del kilómetro 11 al 19 la línea escogida se encuentra localizada sobre una zona típica de cultivo de caña de azúcar, (en esta zona se encuentran ubicados varios ingenios entre los - que se cuenta : El Porvenir, Cataluña, Providencia y Argentina). Del kilómetro 19 al 25 (Rosario - El Hoyo de Naranjo) la zona está sembrada de caña de azúcar y café ; del kilómetro 25 al punto final, en la carretera Intera -

mericana, la zona está cultivada principalmente de café. Una de las grandes ventajas que presenta la línea recomendada es que, debido a que pasa cerca de El Hoyo de Naranjo, con únicamente tres kilómetros más de carretera se incorpora a esta troncal la mayor parte del tránsito proveniente de la Zona de San Carlos (Ruta 15).

F.- Especificaciones de diseño en función del T.P.D. (1976)

Tránsito 750 a 4000 vehículos diarios (T.P.D).

Derecho de vía : 20 metros.

Línea de edificación 17,50 m. de la línea centro.

Pavimento : 7.30 y 6,00 metros (asfáltico o de hormigón, de primera clase)

Espaldones : 2,50 m. y 3.15 m. (material selecto).

Cunetas : 1,50 m.

Carga de Diseño para el pavimento : 10.000 libras por rueda.

Carga de Diseño de Puentes : H15 - S12.

Pendiente Máxima : 7%.

Super - elevación Máxima : 10%.

Curva mínima : 70 m. radio.

Velocidad de Diseño : 50 a 80 Km/hora.

Distancias de paso : 180 m. - 500 m.

Distancias de no paso : 60 m. - 105 m.

Las demás especificaciones de diseño serán las que sugiere la A.A.S.H.O. para carreteras principales aplicadas con criterio económico para Costa Rica. Para la construcción se usarán las especificaciones del Bureau of Public

Roads en su manual FP-41.

2.2 Proyecto de Rectificación de la Carretera Existente :

En el año 1959 el Ministerio de Obras Públicas creyó conveniente estudiar la posibilidad de efectuar una rectificación del tramo de carretera entre la entrada al Aeropuerto El Coco (esquina El Cacique) y San Ramón (entronque de la calle del Carril con la carretera Interamericana, 1800 m. después de la Iglesia de San Ramón) (Ver Fig. 5-4). Se argumentó que en esta forma se lograría obtener una solución satisfactoria a los complejos problemas de circulación que presentaba la carretera existente de tal forma que se podría incluso descartar la necesidad de construir la nueva carretera entre El Coco y San Ramón, recomendada en el informe de 1956. Los estudios se llevaron a cabo y luego se publicó un informe que se intitula : " Informe Rectificación-Carretera Nacional N° 1 entre Alajuela y San Ramón ". Este informe describe la localización y da el costo estimado para obtener planos y construcción de todas las mejoras propuestas.

Sumario del Informe de Rectificación :

1. Descripción de las necesidades de mejoramiento de la carretera existente.

2. El informe fue preparado haciendo uso de información recogida mediante reconocimientos directos sobre el terreno y mediante la aplicación de métodos básicos fotogramétricos. Además se hizo uso de mapas a escala 1:14000 del Instituto Geográfico de Costa Rica.

3. Se establecieron las especificaciones de diseño correspondientes al volumen de tránsito proyectado al período de diseño (20 años).

4. Se confeccionó el presupuesto para planos y construcción.

Resumen de Características de la Rectificación Propuesta

A.- Punto de Origen y Punto Final :

Corresponde a los mismos puntos descritos en el proyecto del año 1956.

B.- Características Topográficas, Agrícolas, Industriales, etc.

En la sección 1 de este informe se hizo una descripción de las principales características de la zona comprendida entre Alajuela y San Ramón.

C.- Longitud de Carretera Existente que se aprovecharía :

La relocalización propuesta utiliza únicamente alrededor de 11 Km. de la actual carretera entre Alajuela y San Ramón.

Para que la relocalización se ajuste a las normas requeridas, se encontró - que no sería económicamente recomendable tratar de hacerla coincidir con una gran longitud de la vía actual.

El paso por las zonas urbanas se dificulta por que hay gran congestionamiento. Las calles son tan estrechas que ensancharlas y mejorarlas implicaría - la adquisición de manzanas enteras de desarrollo urbano. (Ver Fig. 5-4).

D.- Especificaciones de Diseño :

La rectificación propuesta se elaboró de acuerdo a las especificaciones que recomienda la American Association of State Highway Officials y que son las siguientes :

1. Radio de curva mínimo en terrenos escarpados 70 m.

2. Radio de curva mínimo en terrenos ondulados 194 m.

3. Pendiente máxima 7%.

4. Ancho de pavimento 7.3 m.

5. Ancho de espaldones 2.5 m.

Los restantes elementos se diseñarán de acuerdo con el Manual " A Policy on - Geometric Design of Rural Highways ", AASHO.

SECCION 3

ESTUDIO ECONOMICO - 1962

3.1 Razón del Estudio :

Para llegar a una decisión de escogencia acerca de las líneas propuestas en los informes " Proyecto de Carretera El Coco - San Ramón " y " Estudio de Rectificación de la Carretera Alajuela - San Ramón " el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, ha elaborado un estudio económico cuyas conclusiones finales se incluyen en esta sección.

Las líneas estudiadas fueron denominadas Línea A.- Carretera Alajuela - San Ramón existente ; Línea B.- Carretera Alajuela - San Ramón, repavimentada ; Línea C.- Carretera Alajuela - San Ramón relocalizada según informe elaborado por este Departamento en 1959 ; y Línea D.- Carretera El Coco - San Ramón según estudio efectuado en 1956 por este Departamento.

3.2 Procedimiento :

Todas las líneas fueron estudiadas entre puntos comunes, tales que el destino de los volúmenes de tránsito directo y local pudiera ser correctamente asignado.

Los puntos comunes de las cuatro líneas fueron : el origen, en el sitio denominado " El Cacique " en la Carretera Heredia - Alajuela ; el puente de Río Grande ,

en la carretera Alajuela-Palmares y el punto final aproximadamente 1.8 Km. de San Ramón en la carretera San Ramón-Puntarenas.

3.3 Normas :

Para justificar la inversión a realizar en proyectos de carreteras, existen tres métodos fundamentales:

I - Costo anual (C.A.)

II - Razón de beneficios sobre costos (R.B.C.)

III - Razón de recuperación del capital por invertir (R.R.C.)

Cualquiera de los tres sistemas requiere, en esencia, la misma información, la cual se compila como se indica a continuación :

1. Costo de los Proyectos :

Se determina el costo inicial y el período de vida de los elementos componentes de cada proyecto (derecho de vía, excavación, estructuras y pavimento).

Se fija la razón de interés (%) y se obtiene mediante el sistema de interés compuesto, el Costo Anual de Inversión Inicial.

La suma de los costos de los diferentes elementos da el Costo Total Anual de Inversión Inicial. A este valor hay que sumar el costo anual de mantenimiento y operación, para obtener el Costo Total Anual del Proyecto.

2. Costo de los Usuarios :

El costo anual de los usuarios se estima de la siguiente manera : Se suma el costo de operación y el costo del tiempo por vehículo - Km. para obtener el Costo del Usuario por vehículo - Km., todo lo cual debe hacerse separadamente para cada tipo de vehículo (automóviles, camiones, autobuses, etc.,) cada estimación -

se multiplica por el correspondiente número de vehículos por día y por 365. Sumando todos estos valores se obtiene el costo total de los usuarios por Km. y por año. Este total multiplicado por la longitud en Km., da el costo total de los usuarios de la carretera durante un período de un año.

En el presente estudio la justificación económica fue realizada usando el sistema de la A.A.S.H.O., según se encuentra expuesto en el informe " ROAD USER BENEFIT ANALYSES FOR HIGHWAY IMPROVEMENTS ", edición 1960, haciendo las modificaciones necesarias para su correcta aplicación en Costa Rica.

El procedimiento empleado se resume en la siguiente forma :

A - Costo de los Proyectos :

1 - Estimación de costos iniciales de inversión (de records y comparaciones).

a) Derechos de vía y daños a la propiedad.

b) Costos de construcción.

2 - Obtención de los costos anuales de amortización (interés compuesto).

3 - Estimación de los costos de mantenimiento y operación (de records y comparaciones).

B - Costo de los usuarios :

Serán los costos en condiciones de experimentación (Rectas a nivel, bien pavimentadas, etc.) modificadas porque sus elementos varían según diferentes condiciones.

Las condiciones que hacen variar los elementos de los costos son :

1 - Tipo de vehículo - Automóviles, camiones, autobuses.

2 - Tipo de área	- Rural y urbana.
3 - Tipo de carretera	- Divididas, no divididas.
4 - Tipo de operación	- Libre, normal, restringida.
5 - Velocidad de ruedo	- Gama adecuada de valores.
6 - Pendiente	- 0-3 ; 3-5 ; 5-7 ; 7-9 ; 9-12 %.
7 - Tipo de superficie	- Pavimentada; material granular; no - mejorada.
8 - Alineamiento horizontal	- Tangente, curvas.

Los elementos de los costos son :

Costos de combustible	- Varían según velocidad, tipo de operación, pendiente, tipo de superficie, curvatura.
Costos de lubricante	- Estimados como gasto de un volumen (un galón) en una longitud (Km.)
Costos de llantas	- Varían según tipo de operación, pendiente, tipo de superficie, curvatura.
Costos de mantenimiento y reparación.	- Estimados como un valor constante para cada tipo de superficie.
Costos de depreciación	- Estimados como un valor constante por Km.
Costos de tiempo	- Fijados por salarios y comparaciones.
Costos de comodidad y conveniencia.	- Fijados según tipo de operación y clase de superficie.
Costos de paradas.	- Varían según velocidad de aproximación, tiempo de parada y valor del tiempo.
Costos de accidentes	- Varían en forma irregular.

SECCION 4

RECOMENDACIONES

Mediante el análisis de justificación económica (Sección 5) se demostró que la alternativa N° 5 es la más conveniente, puesto que supera a cualquiera de las otras alternativas en los siguientes puntos :

A.- Costos Anuales Totales menores.

B.- Razón de Beneficios sobre Costos siempre mayor que la unidad.

C.- Razón de Recuperación del Capital por Invertir está dentro de los rangos de % más convenientes.

Con base en lo anterior se recomienda :

1.- Construcción del proyecto de carretera Aeropuerto El Coco- San Ramón.

2.- Repavimentación y ensanchamiento de la carretera existente (Ruta 1) entre Alajuela y el puente sobre Río Grande.

3.- Mejoramiento de los ramales :

a) San Josecito - Santa Rosa de La Garita (Ruta 11).

b) Camino a Rosario de Naranjo.

4.- En vista de las necesidades de seguridad y de conveniencia económica, se considera inadecuado continuar sirviendo a los usuarios únicamente con la carretera deteriorada y de bajas normas con que se hace actualmente; el plan propuesto se justifica plenamente.

5.- Finalmente se recomienda, que de solicitarse respaldo financiero para la construcción de los proyectos mencionados en los párrafos (1), (2) y (3), justificando la solicitud con los mismos valores de justificación económica que aparecen en este informe, el préstamo debe obtenerse sobre la base de la localización y las normas propuestas en el mismo.

SECCION 5

ESTUDIO DE JUSTIFICACION ECONOMICA

5.1 Alternativas estudiadas :

Se llevó a cabo una comparación de alternativas incluyendo las siguientes líneas:

Línea A - Ruta 1 entre Alajuela y San Ramón en la condición actual.

Línea B - Ruta 1 repavimentada, con anchos de 7.30 m. y 1.80 m. para calzada y berma respectivamente.

Línea C - Ruta 1 relocalizada.

Línea D - Proyecto de carretera El Coco - San Ramón.

Línea E - Sección de 6 Km. de Ruta 11, entre Barrio San José y Santa Rosa de La Garita.

Línea F - Sección de 3 Km. del camino entre Ruta 1 y Rosario de Naranjo.

Línea G - Sección de 5.65 Km. entre El Coco y Barrio San José (entronque Ruta 11).

Con base en estas líneas se formaron las siguientes alternativas :

Alternativa N°	Líneas :
1	A
2	B
3	C, A (en parte) y E.
4	A, D, E y F.
5	B, D, E y F.
6	C, D, E, F y G.

5.2 Asignación de Volúmenes de Tránsito :

Las líneas que forman cada alternativa se dividieron en tramos representativos de acuerdo con la topografía. Además, algunos tramos se subdividieron en otros más cortos en los puntos de cruce entre líneas.

Definidos los tramos de cada línea, se asignó a cada uno el volumen del tránsito de 1959 que le correspondía. La distribución y el % del T.P.D. que le correspondió a cada tramo se estimó mediante los resultados que se obtuvieron al analizar un estudio de origen y destino llevado a cabo para tal efecto.

El período de diseño se asumió 1965 - 1985 y se tomó 1959 como el año base para la proyección. Con un factor de proyección igual a 5.595 (ver Ref. N° 6) se calculó el tránsito promedio diario para el final del período de diseño (T.P.D - 1985).

Los valores del T.P.D. asignados para el año 1959 y los proyectados al año 1985 se encuentran tabulados en los cuadros 5-1 a 5-5.

CUADRO 5-1

Alternativa 1 y 2

Líneas	Tramos	T.P.D. 1959	T.P.D. 1985
A y B	1 - 1a	2892	16.180
	1a - 1b	2010	11.245
	1b - 2	1370	7.665
	2 - 2a	1173	6.565
	2a - 3	1150	6.435
	3 - 4	967	5.410
	4 - 5	822	4.600

CUADRO 5-2

Alternativa 3

Líneas	Tramos	T.P.D. 1959	T.P.D. 1985
C	1 - 1a	1893	10.590
	1a - 2	1505	8.420
	2 - 2a	1173	6.565
	2a - 3	1150	6.435
	3 - 4	967	5.410
	4 - 5	822	4.600
A	1 - 1a	852	4.765
	1a - 1b	235	1.315
E	1b - 9	235	1.315

CUADRO 5-3

Alternativa 4

Líneas	Tramos	T.P.D. 1959	T.P.D. 1985
A	1 - 1a	1893	10.590
	1a - 1b	922	5.160
	1b - 2	517	2.895
	2 - 2a	320	1.790
	2a - 3	593	3.320
	3 - 4	410	2.295
D	1 - 9	1088	6.085
	9 - 23	853	4.775
	23 - 4	557	3.115
	4 - 5	822	4.600
E	1b - 9	0	0
F	23 - 2a	296	1.655

CUADRO 5-4

Alternativa 5

Líneas	Tramos	T.P.D. 1959	T.P.D. 1985
B	1 - 1a	2135	11.945
	1a - 1b	1040	5.820
	1b - 2	517	2.895
	2 - 2a	320	1.790
	2a - 3	593	3.320
	3 - 4	410	2.295
D	1 - 9	970	5.425
	9 - 23	853	4.775
	23 - 4	557	3.115
	4 - 5	822	4.600
E	1 - 9	118	660
F	23 - 2a	296	1.655

CUADRO 5-5

Alternativa 6

Líneas	Tramos	T.P.D. 1959	T.P.D. 1985
C	1 - 1a	1070	5.985
	1a - 2	665	3.720
	2 - 2a	468	2.620
	2a - 3	593	3.320
	3 - 4	410	2.295
D	1 - 9	940	5.260
	9 - 23	705	3.945
	23 - 4	557	3.115
	4 - 5	822	4.600
E	1b - 9	0	0
F	23 - 2a	148	830
G	1 - 1a	882	4.935

5.3 Normas geométricas de diseño :

Se usaron las normas que aparecen en la Tabla 5-1, de acuerdo con los volúmenes de tránsito equivalente que aparecen en la Tabla 5-2.

Las secciones transversales y las normas finalmente recomendadas para la alternativa N° 5 (ver párrafo G, sección 5-5) aparecen en las Figs. 5-1 a 5-3.

5.4 Valores de Capacidad :

Con base en el Highway Capacity Manual (Ref. N° 9) y en el Highway Research - Board Bull.167 (Ref. N° 10), fueron calculados los valores de capacidad práctica de cada tramo de carretera. La comparación de estos valores con los volúmenes de diseño (según Ref. N° 14 corresponde a la 30 a. hora el 10% T.P.D.) se encuentra en la Tabla 5-3, de la cual se deduce que las líneas A, B, y C por sí solas no serían suficientes para atender la demanda de tránsito en 1985. La línea D sí sería suficiente para llevar el tránsito proyectado. Sin embargo es de notar que el tránsito local entre Alajuela - Grecia, Grecia - Naranjo, etc. siempre usaría la carretera actual. Se concluye entonces que es necesario construir la carretera Aeropuerto El Coco - San Ramón para que atienda principalmente el tránsito directo entre esos puntos, y además, que es necesario que siga prestando servicio la carretera Alajuela - San Ramón en cualquiera de sus formas, ya sea como línea A (actual); Línea B (actual mejorada) o como línea C (relocalización).

TABLA 5-1

NORMAS GEOMETRICAS TOLERABLES EN SECCIONES DE CARRETERAS RURALES EXISTENTES

	TRANSITO PROMEDIO DIARIO (v.p.d.) EQUIVALENTE									
	MENOS DE 100		100 – 400		400 – 1000		1000 – 3000		MAS DE 3000	
VELOCIDAD DE DISEÑO (m.p.h. - km.p.h.)	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
Plano	40	64	45	72	50	80	55	88	60	96
Ondulado	30	48	35	56	40	64	45	72	50	80
Montañoso	20	32	25	40	30	48	35	55	40	64
CURVATURA MAXIMA (grados est. inglés - radio mts.)	D	R(m)	D.	R(m)	D	R(m)	D	R(m)	D	R(m)
Plano	14	125	11	160	9	195	7	250	6	290
Ondulado	25	70	18	95	14	125	11	160	9	195
Montañoso	56	30	36	50	25	70	18	95	14	125
PENDIENTE MAXIMA (%)										
Plano	8		8		7		6		5	
Ondulado	12		10		9		7		6	
Montañoso	15		12		10		9		8	
VISIBILIDAD DE PARADA	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m
Plano	275	84	315	96	350	107	415	126	475	145
Ondulado	200	60	240	73	275	84	315	96	350	107
Montañoso	150	46	165	50	200	60	240	73	275	84
VISIBILIDAD DE PASADA	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m	Pies	m	Pies	m
Plano	1300	395	1500	455	1700	520	1800	550	2000	610
Ondulado	800	245	1000	305	1300	395	1500	455	1700	520
Montañoso	500	150	600	185	800	245	1000	305	1300	395
% VISIBILIDAD DE 1500' 450m.										
Plano					EL OBTENIBLE		UNO		10	
Ondulado					"		O MAS		10	
Montañoso					"		POR MILLA		0-10	
ANCHO DE ESPALDONES	Pies	m	Pies	m.	Pies	m	Pies	m	Pies	m.
Plano	4	1.20	4	1.20	4	1.20	6	1.80	8	2.40
Ondulado	4	1.20	4	1.20	4	1.20	4	1.20	6	1.80
Montañoso	4	1.20	4	1.20	4	1.20	4	1.20	4	1.20
TIPO DE SUPERFICIE	Pies	m	Pies	m.	Pies	m	Pies	m	Pies	m
ANCHO DE SUPERFICIE (pies-metros)	12	3.65	16	4.90	18	5.50	20	6.10	20	6.10
ANCHO DE PUENTES (pies-metros)	12	3.65	15	4.60	18	5.50	22	6.70	22	6.70
CARGA DE PUENTES	6 T		6 T		10 T		H 15		H 15	
DERECHO DE VIA (pies-metros)	40	12.00	40	12.00	50	15.00	70	20.00	70	20.00
ANCHO DE VIA	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m	Pies	m.	Pies	m.
Plano	20	6.10	24	7.30	26	7.90	32	9.75	36	10.95
Ondulado	20	6.10	24	7.30	26	7.90	28	8.55	32	9.75
Montañoso	20	6.10	24	7.30	26	7.90	28	8.55	28	8.55
VELOCIDAD DE OPERACION	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
Plano	35-40	56-64	40-45	64-72	40-45	64-72	45-50	72-80	45-50	72-80
Ondulado	25-30	40-48	30-35	48-56	35-40	56-64	40-45	64-72	40-45	64-72
Montañoso	15-20	24-32	20-25	32-40	25-30	40-48	30-35	48-56	35-40	56-64

NORMAS GEOMETRICAS DE DISEÑO PARA CONSTRUCCION DE NUEVAS CARRETERAS

	TRANSITO PROMEDIO DIARIO (v.p.d.) EQUIVALENTE									
	MENOS DE 100		100 – 400		400 – 1000		1000 – 3000		MAS DE 3000	
	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
	45	72	55	88	60	96	60	96	70	112
	35	56	45	72	50	80	50	80	60	96
	25	40	35	56	40	64	40	64	40	64
	D	R(m)	D	R(m)	D	R(m)	D.	R(m)	D	R(m)
	11	160	7	250	6	290	5	350	3	580
	18	95	11	160	9	195	7	250	5	350
	36	50	18	95	14	125	11	160	11	160
	5		5		5		5		4	
	7		7		6		6		5	
	10		9		7		7		6	
	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m
	315	96	415	126	475	145	475	145	600	183
	240	73	315	96	350	107	350	107	475	145
	165	50	240	73	275	84	275	84	275	84
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m
	1500	455	1800	550	2000	610	2000	610	2300	700
	1000	305	1500	455	1700	520	1700	520	2000	610
	600	185	1000	305	1300	395	1300	395	1300	395
			EL OBTENIBLE		EL OBTENIBLE		30		50	
			"		"		20		40	
			"		"		10		20	
	Pies	m	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	4	1.20	6	1.80	8	2.40	10	3.00	10	3.00
	4	1.20	5	1.50	6	1.80	8	2.40	10	3.00
	4	1.20	4	1.20	5	1.50	6	1.80	6	1.80
	Pies	m.	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m.
	18	5.50	20	6.10	20	6.10	22	6.70	24	7.30
	20	6.10	24	7.30	24	7.30	28	8.50	30	9.10
	H 15		H 15		H 15		H 20-S 16		H 20-S 16	
	40	12.00	80	24.00	80	24.00	100	30.00	120	40.00
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	26	7.90	28	8.55	30	9.15	42	12.80	44	13.40
	26	7.90	28	8.55	30	9.15	38	11.60	44	13.40
	26	7.90	28	8.55	30	9.15	34	10.35	36	10.95
	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
	40-45	64-72	40-45	64-72	45-50	72-80	45-50	72-80	50-55	80-88
	30-35	48-56	40-45	64-72	40-45	64-72	40-45	64-72	45-50	72-80
	20-25	30-40	30-35	48-56	35-40	56-64	35-40	56-64	35-40	56-64

NOTA

T.P.D. Equivalente = T.P.D. = $\frac{\%\,v.l. + \%\,v.p.\,(f.o.)}{100}$

T.P.D. = Transito Promedio Diario

v.l. = vehiculos livianos

v.p. = vehiculos pesados

f.o = factor equivalente

f.o: Plano = 2, Ondulado = 3, Montañoso = 4

TABLA 5-2

NORMAS GEOMETRICAS

Líneas	Tramos	Clase de Terreno	T.P.D. 1985	f.e. para 28% v.p.	T.P.D. Equivalente	Norma
			Alternativas 1 y 2			
A y B	1 - 1a	plano	16.180	1.28	20.710	Todos los tramos requieren 4 vías de circulación (T.P.D. mayor de 8.000 v.)
	1a - 1b	plano-ond.	11.245	1.42	15.968	
	1b - 2	montañoso	7.665	1.84	14.104	
	2 - 2a	montañoso	6.565	1.84	12.080	
	2a - 3	ondulado	6.435	1.56	10.039	
	3 - 4	montañoso	5.410	1.84	9.954	
	4 - 5	montañoso	4.600	1.84	8.464	
			Alternativa 3			
C	1 - 1a	plano	10.590	1.28	13.555	Todos los tramos requieren 4 vías de circulación (T.P.D. mayor de 8.000 v.)
	1a - 2	ondulado	8.420	1.56	13.555	
	2 - 2a	montañoso	6.565	1.84	12.080	
	2a - 3	ondulado	6.435	1.56	10.039	
	3 - 4	montañoso	5.410	1.84	9.954	
A (1)	1 - 1a	plano	4.765	1.28	6.099	Tolerable
	1a - 1b	plano-ond.	1.315	1.42	1.867	Tolerable
E (1)	1b - 9	plano	1.315	1.28	1.683	Tolerable

TABLA 5-2 (continuación)

Líneas	Tramos	Clase de Terreno	T.P.D. 1985	f.e. para 28% v. p.	T.P.D. Equivalente	Norma
			Alternativa 4			
A	1 - 1a	plano	10.590	1.28	13.555	Se requieren 4 vías
	1a - 1b	plano-ond.	5.160	1.47	7.327	Tolerable
	1b - 2	montañoso	2.895	1.84	5.327	Tolerable
	2 - 2a	montañoso	1.790	1.84	3.294	Tolerable
	2a - 3	ondulado	3.320	1.56	5.179	Tolerable
	3 - 4	montañoso	2.295	1.84	4.223	Tolerable
D	1 - 9	plano	6.085	1.28	7.789	Diseño
	9 - 23	ondulado	4.775	1.56	7.449	Diseño
	23 - 4	montañoso	3.115	1.84	5.732	Diseño
	4 - 5	mont.-ond.	4.600	1.70	7.820	Diseño
E	1b - 9	plano	0	1.28	o	
F	23 - 2a	montañoso	1.655	1.84	3.045	Tolerable
			Alternativa 5			
B	1 - 1a	plano	11.945	1.28	15.290	Se requieren 4 vías (después de 1980)
	1a - 1b	plano-ond.	5.820	1.42	8.264	Tolerable
	1b - 2	montañoso	2.895	1.84	5.327	Tolerable
	2 - 2a	montañoso	1.790	1.84	3.294	Tolerable
	2a - 3	ondulado	3.320	1.56	5.179	Tolerable
	3 - 4	montañoso	2.295	1.84	4.223	Tolerable

TABLA 5-2 (continuación)

Líneas	Tramos	Clase de Terreno	T.P.D. 1985	f.e. para 28% v. p.	T.P.D. Equivalente	Norma
			Alternativa 5			
D	1 - 9	plano	5.425	1.28	6.944	Diseño
	9 - 23	ondulado	4.775	1.56	7.449	Diseño
	23 - 4	montañoso	3.115	1.84	5.732	Diseño
	4 - 5	mont.-ond.	4.600	1.70	7.820	Diseño
E	1b - 9	plano	660	1.28	845	Tolerable
F	23 - 2a	montañoso	1.655	1.84	3.045	Tolerable
			Alternativa 6			
C	1 - 1a	plano	5.985	1.28	7.661	Diseño
	1a - 2	ondulado	3.720	1.56	5.803	Diseño
	2 - 2a	montañoso	2.620	1.84	4.821	Diseño
	2a - 3	ondulado	3.320	1.56	5.179	Diseño
	3 - 4	montañoso	2.295	1.28	2.938	Diseño

TABLA 5-2 (continuación)

Líneas	Tramos	Clase de Terreno	T.P.D. 1985	f.e. para 28% v. p.	T.P.D. Equivalente	Norma
			Alternativa 6 (continuación)			
D	1 - 9	plano	5.260	1.28	6.733	Diseño
	9 - 23	ondulado	3.945	1.56	6.154	Diseño
	23 - 4	montañoso	3.115	1.84	5.732	Diseño
	4 - 5	mont.-ond.	4.600	1.70	7.820	Diseño
E	1b - 9	plano	0	1.28	0	
F	23 - 2a	montañoso	830	1.84	1.527	Tolerable
G	1 - 1a	plano	4.935	1.28	6.317	Tolerable

TABLA 5-3

Valores de Capacidad Práctica

Línea	Tramo	Ancho vía	Ancho berma	% Visibilidad 457m.(1500')	Veloc. prom. seg.(m.p.h.)	Velocidad operación m.p.h.	Factor por Vehíc.pesados	Factor por anchos	Capacidad práctica	Volumen diseño
A	1 - 1a	5.50	1.20	43.5	60	40-45	0.781	0.68	413	1618
	1a - 1b	6.10	1.80	0.0	47	35-40	0.641	0.77	187	1125
	1b - 2	6.10	0.60	4.5	38	30-35	0.543	0.70	264	767
	2 - 2a	5.50	0.60	13.5	37	30-35	0.543	0.64	266	657
	2a - 3	5.50	1.20	0.0	50	35-40	0.641	0.68	211	644
	3 - 4	5.50	1.20	9.2	38	30-35	0.543	0.68	281	541
	4 - 5	5.50	0.60	19.4	44	30-35	0.543	0.64	425	460
B	1 - 1a	7.30	1.80	43.5	60	40-45	0.781	1.00	607	1618
	1a - 1b	7.30	1.80	0.0	47	35-40	0.641	1.00	243	1125
	1b - 2	7.30	1.80	4.5	38	30-35	0.543	1.00	377	767
	2 - 2a	7.30	1.80	13.5	37	30-35	0.543	1.00	415	657
	2a - 3	7.30	1.80	0.0	50	35-40	0.641	1.00	311	644
	3 - 4	7.30	1.80	9.2	38	30-35	0.543	1.00	413	541
	4 - 5	7.30	1.80	19.4	44	30-35	0.543	1.00	664	460
C	1 - 1a	7.30	1.80	93.4	65	45-50	0.781	1.00	682	1059
	1a - 2	7.30	1.80	31.9	55	40-45	0.641	1.00	389	842
	2 - 2a	7.30	1.80	32.4 (1)	51	35-40	0.543	1.00	301	657
	2a - 3	7.30	1.80	31.5 (1)	55	40-45	0.641	1.00	389	644
	3 - 4	7.30	1.80	31.7 (1)	55	35-40	0.543	1.00	357	541
	4 - 5	7.30	1.80	47.9 (1)	59	35-40	0.641	1.00	593	460
D	1 - 9	7.30	1.80	84.7	63	45-50	0.781	1.00	656	609
	9 - 23	7.30	1.80	27.9	54	35-40	0.543	1.00	474	478
	23 - 4	7.30	1.80	26.1	50	35-40	0.543	1.00	423	312
	4 - 5	7.30	1.80	47.9 (1)	59	35-40	0.641	1.00	593	460

TABLA 5-3 (continuación)

Valores de Capacidad Práctica

Línea	Tramo	Ancho vía	Ancho berma	% Visibilidad 457m.(1500')	Veloc. prom . seg.(m.p.h.)	Velocidad operación m.p.h.	Factor por Vehíc.pesados	Factor por anchos	Capacidad práctica	Volumen diseño
E	1b - 9	4.50	1.20	45.3 (1)	58	40-45	0.781	0.59	206	132
F	23 - 2a	4.90	1.20	0.0	41	30-35	0.543	0.62	279	166
G	1 - 1a	5.50	1.20	43.5	60	40-45	0.781	0.68	413	477

(1) Corresponde a % visib. de 245 m (800') .

Nota :

En columna 8 los valores se calcularon por la fórmula :

T.P.D. = T.P.D. equivalente x f.v.p.

$$f.v.p. = \frac{100}{\%\ v.l. + \%\ v.p.\ (f.e.)}$$

f.v.p. = factor por vehículos pesados
v.l. = vehículos livianos
v.p. = vehículos pesados

f.e. = factor equivalente

Plano = 2
Ondulado = 3
Montañoso = 4

5.5 Análisis Económico

1 - Alternativas Estudiadas

Demostrada la necesidad de la existencia de las dos carreteras , el análisis económico se ha hecho comparando cuatro alternativas cada una de las cuales es en sí un sistema vial que acomodaría el tránsito directo y local que circula entre Alajuela y San Ramón.

Estas cuatro alternativas son :

Alternativa 1 - Carretera Alajuela - San Ramón actual (Línea A)

Alternativa 4 - Carretera El Coco - San Ramón (Línea D) y carretera Alajuela - San Ramón, actual (Línea A) , además el ramal camino a Rosario (Línea F).

Alternativa 5 - Carretera El Coco - San Ramón (Línea D) y carretera Alajuela - San Ramón, mejorada (Línea B), además los ramales San Joseci to - La Garita (Línea E) y camino a Rosario (Línea F).

Alternativa 6 - Carretera El Coco - San Ramón (Línea D) y carretera Alajuela - San Ramón, relocalizada (Línea C), además los ramales camino a Rosario (Línea F) y sección 1 - 1a urbana (Línea G).

2 - Procedimiento de Cálculo

A - Costos Iniciales de Construcción :

El cuadro 5-6 muestra el desglose de los diferentes costos de construcción para - cada tramo de todas las líneas planteadas.

En el cuadro 5-10 se presentan los costos de construcción de las alternativas N°1 N° 4, N° 5 y N° 6.

Las cantidades de movimiento de tierra fueron calculadas para cada tramo representativo, de similar topografía y uso de la tierra. Además cada tramo fue anali-

zado mediante el estudio de una línea de rasante y de las correspondientes secciones transversales del terreno y de la carretera. La información básica se tomó de mapas topográficos a escala 1:14000, del Instituto Geográfico de Costa Rica. Compilando todos los datos se calculó la cantidad probable de movimiento de tierra, la cual se estimó por métodos convencionales de cálculo y de acuerdo con los requerimientos de exactitud necesarios para los fines de anteproyecto.

Para la nueva carretera, las estructuras de drenaje se estimaron con base en el informe de 1956, una vez que se efectuó la correspondiente revisión de valores.

Para la relocalización, el número, tamaño y longitud de las estructuras de drenaje, fue determinado en parte de inventarios realizados sobre la carretera existente. En los lugares en donde el nuevo trazado se aparta sustancialmente de la carretera, se recurrió a la información suministrada por los mapas a pequeña escala con que se contó. Todos los valores se compararon con el informe de 1959, para comprobación.

Para drenaje menor se previó la colocación de alcantarillas de alivio cada 300, 250 ó 200 m., según que el terreno fuera plano, ondulado o montañoso.

Todos los puentes que será necesario construir sobre ríos principales, fueron estudiados en cuanto a ubicación, longitud, etc. A la suma total de longitudes, se ha aplicado un costo unitario por metro lineal que incluye todos los factores de construcción.

El costo indicado para el pavimento comprende costo de estabilización de los espaldones; costo de los materiales de la capa de base, y el costo de todos los restantes elementos inherentes a la pavimentación de la vía.

El costo del derecho de vía fue estimado mediante una revisión de los valores pagados por Ha. en fajas de terreno en zonas adyacentes a la vía. Los daños a la propiedad se incluyeron dentro del costo del derecho de vía y su valor se estimó de acuerdo con valores que suministró el Departamento de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

B - Vida útil de la carretera

Se asumió para cada elemento una vida útil como se indica a continuación :

Elementos	Número de Años
Derecho de vía	100
Estructuras y acabado	40
Pavimento	20

C - Costos Anuales de la Inversión

Las cantidades correspondientes se muestran en los cuadros 5-7 y 5-9. La razón de interés escogida fue 6% y las cuotas anuales se calcularon de acuerdo con los valores correspondientes del factor de recuperación del capital (F.R.C.), los cuales se indican a continuación :

Elementos	Años	F. R. C.
Derecho de vía	100	0.0602
Estructura y acabado	40	0.0665
Pavimento	20	0.0872

D - Costos Anuales de Mantenimiento

Estos valores fueron estimados de acuerdo con experiencias del Ministerio de Obras Públicas. El monto anual por Km. de carretera incluye costos de :

1) Relleno y compactación de baches

2) Un tratamiento superficial cada 7 años

3) Limpieza de caños y bermas

4) Limpieza de alcantarillas

5) Pintura de puentes y señales.

Se consideró que en la actualidad la carretera Alajuela - San Ramón sólo recibe un mantenimiento que cubre los puntos (1), (3) y (4).

El cuadro 5-10 muestra los valores usados para cada línea.

E - Costos de Operación por Vehículo / Km.

1 - Recapitulación

El cálculo de los costos de operación se basó en el sistema empleado por la AASHO (Ref. N° 11).

Los valores unitarios se adaptaron a las condiciones de Costa Rica, cambiando el valor básico de cada elemento del costo.

Las cifras que aparecen tabuladas en el Manual de Costos (Tablas A-1 a A-3, Anexo) corresponden a costos de operación de automóviles en tramos rectos de carreteras de dos vías en zonas rurales. Los costos se tabularon de acuerdo con el tipo de superficie (pavimento en buenas condiciones ; material granular; tierra) y el tipo de operación (libre, normal, restringida).

El costo de operación, en carreteras con superficie de asfalto en malas condiciones se consideró intermedio entre el costo en pavimento en buen estado y el costo en superficie de material granular.

2 - Determinación de los Costos de Operación

El cuadro 5-11 resume el cálculo de costos anuales de los usuarios para la hipótesis media de crecimiento de tránsito (cuadros similares para las hipotesis mínima y máxima del crecimiento del tránsito fueron elaborados).

Los valores se tabularon en la siguiente forma :

Columnas 1 a 5

Resumen la información básica necesaria. En párrafos anteriores se hizo un comentario sobre cada elemento.

Columnas 6 a 8

Se han tabulado los costos de acuerdo con las características de cada tramo (velocidad, tipo superficie, tipo de operación y % de pendiente). Los valores se obtuvieron para un costo del tiempo de ¢ 0.0, ¢ 2.5 y ¢ 5.0 la hora (ver Tabla A-4 - Anexo).

Nota :

Los costos de operación para el caso de velocidades menores que las tabuladas en el Manual, se tomaron extrapolando valores en las curvas de la Fig. 2, Ref. N° 11.

Columna 9

Considerando el radio de curva circular, la velocidad de diseño, y la supereleva - ción, se calcularon los factores de aumento de los costos para las secciones de carreteras existentes. Los valores se determinaron de acuerdo con la relación que da la Fig. 5, Ref. N° 11.

Columnas 10 a 12

Son los valores de las columnas 6 a 8 multiplicados por los factores de columna 9.

Columna 13

Son los valores del tránsito del año 1959, asignados a cada tramo según un estudio de origen y destino que se realizó al efecto. (Cuadros 5-1 a 5-5).

Columnas 14 y 15

Los volúmenes del T.P.D. 1959 de cada tramo fueron convertidos a cifras que representan equivalencia de automóviles, de modo que una cifra de costo se aplica sobre la base de costo sencillo unitario para automóviles y camiones. Se ha determinado (Pags. 80-81 Ref. N° 13) que en Costa Rica el costo de operación de vehículos de carga es aproximadamente 2.5 veces el costo de operación de automóviles. Además, si se considera que los vehículos pesados son el 28% del T.P.D.(% promedio de los valores encontrados en estudios de tránsito clasificado en la carretera Alajuela - San Ramón) el factor equivalente, por costos, resulta ser igual a 1.42.

Columna 16

El período de diseño escogido fue 1965-1985. Con los factores de proyección encontrados en Ref. N° 6 se plantearon tres hipotesis para la proyección del tránsito.

1) Hipótesis media. Se usa un factor que es el promedio de todos los factores de crecimiento del T.P.D. entre 1965 y 1985.

2) Hipótesis mínima. Se usa un factor que es igual a 2/3 partes del factor medio.

3) Hipótesis máxima. Se usa un factor que es igual a 4/3 partes del factor medio.

Las hipótesis (2) y (3) se plantearon en esa forma después de analizar los diferentes gráficos de crecimiento del tránsito (Ref. N° 6), y se consideró que el rango de variación que da esos valores es suficiente para analizar el efecto del T.P.D. - máximo y mínimo en los costos anuales de operación de los usuarios.

Columna 17

Se anotó la longitud en Km., de cada tramo de las líneas consideradas.

Columnas 18 a 20

Muestran los valores de costo total de operación, calculados en la siguiente forma: Los volúmenes de tránsito (Col. 16) se multiplicaron por el costo de operación unitario (Cols. 10 a 12) y estos valores fueron luego multiplicados por las distancias en Km. (Col. 17) y por 365 para obtener el costo total anual de operación en cada tramo.

F - Costos Anuales de Operación por Alternativa :

El cuadro 5-12 muestra los costos anuales totales por alternativa. Los valores se obtuvieron sumando los costos anuales de operación en todos los tramos de cada alternativa (Cols. 18 a 20, cuadro 5-11) y los correspondientes costos anuales de construcción y mantenimiento.

G - Razones de Beneficios sobre Costos (B/C) :

El cuadro 5-13 muestra los valores de los cocientes B/C, los cuales se calcularon en la siguiente forma :

Se obtuvo la diferencia entre el costo de operación de cada alternativa y la Alternativa 1 (Línea A), o sea el ahorro de los usuarios en cada caso.

Se calculó la diferencia entre el costo anual de inversión (construcción y mantenimiento) de cada alternativa y la Línea A, o sea el incremento de inversión anual con relación a la condición existente.

Con esos valores fueron obtenidos los cocientes de beneficios sobre costos para llegar a la conclusión de que la alternativa 5 es la más reproductiva ; tiene un cociente de B/C mayor de la unidad contra cualquiera de las otras alternativas.

H - Razones de Reintegro del Capital por Invertir (R.R.C.)

El cuadro 5-14 muestra los valores de las razones de reintegro del capital (R.R.C) los cuales se obtuvieron en la siguiente forma :

1) Se calculó la diferencia de costos totales anuales entre las alternativas comparadas (ahorro total anual).

2) Se obtuvo la diferencia entre los costos de construcción (inversión inicial ; los valores se tomaron del cuadro 5-8).

3) Con esos valores fueron obtenidos los cocientes de R.R.C., los cuales se muestran en forma de %.

I - B/C de los tramos Alajuela - Río Grande y Río Grande - San Ramón :

El estudio de capacidad práctica (Tabla 5-3) demostró que el tramo Río Grande - San Ramón podría atender la demanda de T.P.D. durante el período de diseño, ya fuera como parte de Línea A, de Línea B o de Línea C. Se decidió entonces analizar estos tramos desde el punto de vista de beneficios y costos.

1 - Tramo Alajuela - Río Grande :

Se consideraron cuatro alternativas, las cuales fueron denominadas $1^{\prime}$, $4^{\prime}$, $5^{\prime}$ y $6^{\prime}$ que corresponden a las alternativas 1, 4, 5 y 6 si se les resta la sección 4-5 (Río Grande - San Ramón).

El cuadro 5-15 muestra el resumen de los cálculos y en él se aprecia como más favorable la Alternativa 5'.

2 - Tramo Río Grande - San Ramón :

Son las alternativas de la sección 4-5 que han sido llamadas A', (sección actual), parte final de Línea A; B', sección actual repavimentada; C', sección relocalizada, parte final de la Línea C o D.

El cuadro 5-16 muestra como más conveniente la Línea C' porque en B/C es superior a las otras dos alternativas.

CUADRO 5.6

COSTOS DE CONSTRUCCION PARCIAL O TOTAL

	Precio Unitario	LINEAS / Items / Cantidades	B (RUTA No. 1 REPAVIMENTADA) 1 - 1a	1a - 1b	1b - 2	2 - 2a	2a - 3	3 - 4	4 - 5	TOTAL	1 - 2	C (RUTA No. 1 RELOCALIZADA) 1a - 2	2 - 2a	2a - 3	3 - 4	4 - 5	TOTAL	1 - 9	D (PROYECTO EL COCO- SAN RAMON) 9 - 23	23 - 4	4 - 5	TOTAL	E 1b - 9	F 23 - 2a
LONGITUD		Kilómetros	5.65	0.91	16.13	13.59	1.01	9.55	12.92	58.66	4.55	14.50	10.79	1.81	8.30	8.85	48.80	11.20	13.71	9.38	6.85	43.14	6.00	3.00
Derecho de Vía	40.000	Hectáreas Colones	2.7 108.000	0.4 16.000	8.6 344.000	5.6 224.000	0.4 16.000	3.8 120.000	3.7 148.000	24.4 976.000	10.3 412.000	31.6 1.272.000	20.2 808.000	2.0 80.000	15.8 632.000	21.2 840.000	101.3 4.052.000	26.9 1.076.000	32.9 1.316.000	22.5 900.000	21.2 848.000	103.5 4.140.000	2.5 100.000	2.4 96.000
Lotes y Desarrollo	1.000	Hectáreas Colones	2.7 2.700	0.4 400	8.6 8.600	5.6 5.600	0.4 400	3.0 3.000	3.7 3.700	24.4 24.400	10.3 10.300	31.8 31.800	20.2 20.200	2.0 2.000	15.8 15.800	21.2 21.200	101.0 101.000	26.9 26.900	32.9 32.900	22.5 22.500	21.2 21.200	103.5 103.500	2.5 2.500	2.4 2.400
Cercas de Alambre	12.00	Metros Colones	5.650 73.450	910 11.830	16.130 193.560	260 3.380	1.810 23.530	9.550 124.150	12.000 156.000	45.690 585.870	4.550 59.150	14.500 188.500	10.790 140.270	1.810 23.530	8.300 107.900	8.850 115.050	48.800 634.400	11.200 145.600	13.710 178.230	9.380 121.940	6.850 89.050	43.140 560.920	5.000 65.000	3.000 39.000
Excavación Común	4.25	Metros Cúbicos Colones	16.950 72.038	— —	48.390 205.658	34.770 147.773	— —	— —	— —	100.110 425.469	90.206 383.376	794.290 3.375.733	485.256 2.062.338	209.909 892.453	589.228 2.504.219	364.291 1.548.236	2.533.340 10.766.695	169.743 721.418	1.637.426 6.959.060	978.363 4.158.043	364.291 1.548.236	3.149.823 13.385.747	— —	120.000 510.000
Excavación en Clasificar	6.80	Metros Cúbicos Colones	27.685 188.258	4.459 30.321	48.390 329.052	41.724 283.723	8.688 59.078	36.290 246.772	45.220 307.496	212.456 1.444.700	37.619 255.809	330.554 2.250.467	202.150 1.374.892	87.496 594.973	245.512 1.669.482	88.708 603.214	932.479 6.340.857	112.000 761.600	137.100 932.280	98.000 637.840	88.708 603.214	431.808 2.934.934	— —	— —
Drenaje Mayor	1.200	Metros Colones	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	25 30.000	50 60.000	75 90.000	— —	25 30.000	125 150.000	300 350.000	— —	50 60.000	50 60.000	125 150.000	225 270.000	— —	— —
Drenaje Menor	400	Metros Colones	50 20.000	100 40.000	100 40.000	50 20.000	— —	450 180.000	400 160.000	1.150 460.000	380 152.000	1.450 580.000	1.350 540.000	180 72.400	1.050 420.000	1.105 442.000	5.511 2.206.400	935 374.000	1715 686.000	1170 468.000	1105 442.000	4925 1.970.000	225 90.000	400 160.000
Alcantarillas de Cuadro	2.500	Metros Colones	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	50 125.000	75 187.500	75 187.500	— —	100 250.000	250 625.000	550 1.375.000	150 375.000	375 937.500	350 1.375.000	250 625.000	1325 3.312.500	— —	— —
Alcantarillas	400	Metros Colones	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	300 120.000	125 50.000	— —	75 30.000	75 30.000	500 200.000	75 30.000	75 30.000	25 10.000	75 30.000	250 105.000	— —	— —
Puentes (Concret.)	11.000	Metros Colones	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	15 165.000	275 3.025.000	160 1.760.000	— —	14 154.000	70 770.000	564 5.874.000	120 1.320.000	200 2.200.000	20 220.000	70 770.000	410 4.510.000	— —	15 165.000
Puentes (Adjudicación)	1.100	Metros Cuad. Colones	33.3 36.630	1.950 21.890	205.8 226.360	172.8 150.080		121.8 133.980	65.7 72.270	619.1 681.010	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Pavimento	38.00	Metros Cuad. Colones	23.150 655.700	3.671 104.130	61.570 1.845.600	47.571 1.427.130	7.429 222.870	38.198 1.375.940	53.030 1.552.900	235.409 7.092.270	33.235 996.450	105.850 3.175.500	78.767 2.363.010	13.213 396.390	60.530 1.817.700	64.605 1.938.150	356.240 10.687.200	81.700 2.452.000	100.083 3.002.490	68.474 2.054.220	64.605 1.938.150	314.922 9.447.060	270.000 339.390	21.900 657.000
SUB-TOTALES			1.166.776	224.571	3.151.980	2.301.406	321.770	1.683.842	2.438.366	11.660.019	2.569.423	10.766.520	9.196.210	2.061.746	7.401.101	7.051.850	42.305.652	7.281.308	16.334.460	10.027.543	7.050.850	40.736.161	596.890	1.629.400
Adm.-Fisc.-Imp. - 15%			175.516	33.686	472.934	345.254	48.282	297.576	365.755	1.749.003	385.414	1.615.978	1.409.431	309.262	1.140.165	1.061.628	6.456.878	1.092.496	2.450.169	1.504.131	1.063.628	6.110.424	89.534	244.410
TOTALES			1.376.292	258.257	3.671.834	2.646.940	370.160	2.281.418	2.804.121	13.409.022	2.977.019	12.406.458	10.605.641	2.371.008	8.741.266	8.154.478	49.456.730	8.375.804	18.784.629	11.531.674	8.154.478	46.846.585	686.424	1.873.810
COSTO POR KILOMETRO			243.592	283.799	227.640	228.381	206.508	238.892	217.037	228.580	654.470	855.403	1.021.450	1.309.948	1.053.165	921.410	1.013.458	747.843	1.370.141	1.229.389	921.410	1.085.920	114.404	624.603

CUADRO 5 -7

RESUMEN DE COSTOS DE CONSTRUCCION

(incluye 15% para costos de ingeniería, imprevistos y administración)

LINEA	TRAMO	Derecho de Vía	Estructuras y Acabado.	Pavimento	TOTAL
B	1 - 1a	124.200	452.037	800.055	1.376.292
	1a - 1b	18.400	120.107	119.749	258.256
	1b - 2	395.600	1.153.795	2.122.440	3.671.835
	2 - 2a	257.600	748.139	1.641.199	2.646.938
	2a - 3	18.400	95.459	256.300	370.159
	3 - 4	138.000	791.087	1.352.331	2.281.418
	4 - 5	170.200	804.381	1.829.540	2.804.121
	Total	1.122.400	4.165.005	8.121.614	13.409.019
C	1 - 1a	473.800	1.358.121	1.145.918	2.977.839
	1a - 2	1.462.800	11.291.873	3.651.825	16.406.498
	2 - 2a	929.200	7.158.980	2.717.462	10.805.642
	2a - 3	92.000	1.823.159	455.849	2.371.008
	3 - 4	726.800	5.924.111	2.090.355	8.741.266
	Total	3.684.600	27.556.244	10.061.409	41.302.253
D	1 - 9	1.237.400	4.317.684	2.820.720	8.375.804
	9 - 23	1.513.400	13.818.366	3.452.864	18.784.630
	23 - 4	1.035.000	8.134.321	2.362.353	11.531.674
	4 - 5	975.200	4.950.405	2.228.873	8.154.478
	Total	4.761.000	31.220.776	10.864.810	46.846.586
E	9 - 1b	115.000	181.125	390.299	686.424
F	23 - 2a	110.400	1.007.860	755.550	1.873.810

CUADRO 5 - 8

COSTOS DE CONSTRUCCION POR ALTERNATIVA
(Incluye Ingeniería, Administración e Imprevistos)

ALTERNATIVAS	COSTOS DE CONSTRUCCION	
	Por Línea	Totales
(1)		
Línea A	-	-
(4)		
Línea A	-	-
Línea D	46.846.585	48.720.395
Línea F	1.873.810	
(5)		
Línea B(1)	10.604.901	
Línea D	46.846.585	60.011.720
Línea E	686.424	
Línea F	1.873.810	
(6)		
Línea C(1)	41.302.252	
Línea D	46.846.585	90.022.647
Línea F	1.873.810	
Línea G	-	

(1) No se incluye el tramo 4 - 5.

CUADRO 5 - 9

COSTOS ANUALES DE LA INVERSION INICIAL
(6% de interés, F.R.C. como se indica en Sección 5 - 4, párrafo 2-B)

Línea	Tramo	Derecho de vía	Estructuras y acabado	Pavimento	TOTAL
B	1 - 1a	7.477	30.060	69.765	107.302
	1a - 1b	1.108	7.987	10.442	19.537
	1b - 2	23.815	76.727	185.077	285.619
	2 - 2a	15.508	49.751	143.113	208.372
	2a - 3	1.108	6.348	22.349	29.805
	3 - 4	8.308	52.607	117.923	178.838
	4 - 5	10.246	53.491	159.536	223.273
	Total	67.570	276.971	708.205	1.052.746
C	1 - 1a	28.523	90.315	99.924	218.762
	1a - 2	88.061	750.910	318.439	1.157.410
	2 - 2a	55.938	476.072	236.963	768.973
	2a - 3	5.538	121.240	39.750	166.528
	3 - 4	43.753	393.953	182.279	619.985
	Total	221.813	1.832.490	877.355	2.931.658
D	1 - 9	74.491	287.126	245.967	607.584
	9 - 23	91.107	918.921	301.090	1.311.118
	23 - 4	62.307	540.932	205.997	809.236
	4 - 5	58.707	329.202	194.358	582.267
	Total	286.612	2.076.181	947.412	3.310.205
E	9 - 1b	6.923	12.045	34.034	53.002
F	23 - 2a	6.646	67.023	65.884	139.553

CUADRO 5-10
COSTOS DE MANTENIMIENTO

TRAMO	LINEA	Km. Rurales	Costo/año/Km.	COSTO ANUAL		
				Mantenimiento	Construcción	Total
1 - 1a		3.91		3.910		3.910
1a - 1b		0.91		910		910
1b - 2		16.13		16.130		16.130
2 - 2a	A	10.62	1.000.00	10.620		10.620
2a - 3		1.81		1.810		1.810
3 - 4		8.34		8.340		8.340
4 - 5		12.92		12.920		12.920
Total		54.64		54.640		54.640
1 - 1a		3.91		27.370	107.303	134.673
1a - 1b		0.91		6.370	19.536	25.906
1b - 2		16.13		112.910	285.618	398.528
2 - 2a	B	10.62	7.000.00	74.340	208.372	282.712
2a - 3		1.81		12.670	29.806	42.476
3 - 4		8.34		58.380	178.838	237.218
4 - 5		12.92		90.440	223.274	313.714
Total		54.64		382.480	1.052.747	1.435.227
1 - 1a		4.55		31.850	218.762	250.612
1a - 2		14.50		101.500	1.157.410	1.258.910
2 - 2a		10.49		73.430	768.973	842.403
2a - 3	C	1.81	7.000.00	12.670	166.528	179.198
3 - 4		8.30		58.100	619.985	678.085
4 - 5		8.85		61.950	582.114	644.064
Total		48.50		339.500	3.513.772	3.853.272
1 - 9		11.20		78.400	607.584	685.984
9 - 23		13.71		95.970	1.311.118	1.407.088
23 - 4	D	9.38	7.000.00	65.660	809.236	874.896
4 - 5		8.85		61.950	582.114	644.064
Total		43.14		301.980	3.310.052	3.612.032
1b - 9	E	6.0	7.000.00	42.000	53.002	95.002
23 - 2a	F	3.0	7.000.00	21.000	139.553	160.553

CUADRO 5 - 11

COSTOS DE OPERACION - T.P.D. PROYECTADO SEGUN HIPOTESIS MEDIA
FACTOR DE PROYECCION IGUAL a 2.8173

ALTERNATIVA	TRAMO	Tipo de Superficie	Tipo de Operación	Velocidad de Ruedo	Costo Unitario en Tangente para ¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora	Factor por Curvatura	Costos Unitarios Totales para ¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora	T.P.D. 1959	Factor Equivalente de Costo	T.P.D. Equivalente	T.P.D. Proyectado	Longitud Km.	Costos Anuales de Operación ¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora
	1 - 1a	A.Malo	R	39	.3943	.4884	.5525	1.03	.4061	.5031	.5691	2892	1.4200	4.107	11.570	5.65	9.689.640	12.004.083	13.578.858
	1a - 1b	"	R	45	.4088	.4944	.5500	1.06	.4333	.5241	.5830	2010	"	2.854	8.040	0.91	1.157.122	1.399.602	1.556.893
(1)	1b - 2	"	R	32	.4033	.5114	.5895	1.11	.4477	.5677	.6543	1370	"	1.945	5.481	16.13	14.446.882	18.319.176	21.113.681
LINEA A	2 - 2a	"	N	32	.4089	.5170	.5951	1.11	.4539	.5730	.6606	1173	"	1.666	4.693	11.59	9.011.291	11.393.655	13.114.913
	2a - 3	"	R	39	.4078	.5019	.5660	1.07	.4363	.5370	.6056	1150	"	1.633	4.601	1.81	1.632.292	1.840.812	
	3 - 4	"	N	32	.4081	.5162	.5943	1.08	.4407	.5575	.6418	967	"	1.373	3.866	9.55	5.941.906	7.516.706	8.653.313
	4 - 5	"	L	39	.4062	.5003	.5644	1.10	.4468	.5503	.6208	822	"	1.167	3.289	12.92	6.929.987	8.535.299	9.628.773
	1 - 1a	A.Malo	R	42	.3970	.4869	.5466	1.03	.4089	.5015	.5630	1893	"	2.688	7.573	5.65	6.385.963	7.832.136	8.792.607
	1a - 1b	"	R	48	.4146	.4969	.5492	1.06	.4409	.5283	.5822	922	"	1.309	3.689	0.91	540.235	647.327	713.370
(4)	1b - 2	"	L	39	.4036	.4977	.5618	1.11	.4480	.5524	.6236	517	"	734	2.069	16.13	5.457.148	6.728.858	7.596.155
LINEA A	2 - 2a	"	L	36	.4090	.5101	.5812	1.11	.4540	.5662	.6451	320	"	454	1.281	11.59	2.460.262	3.068.282	3.495.847
	2a - 3	"	N	45	.4133	.4989	.5545	1.07	.4422	.5338	.5933	593	"	842	2.373	1.81	693.247	836.850	930.130
	3 - 4	"	L	36	.4082	.5093	.5804	1.08	.4409	.5500	.6268	410	"	582	1.640	9.55	2.520.462	3.144.147	3.583.184
	1 - 9	A. BUENO	N	58	.3259	.3890	.4321	1.00	.3259	.3890	.4321	1088	"	1.545	4.352	8.85	3.380.650	3.903.365	4.421.830
	9 - 23	"	L	53	.3272	.3745	.4218	1.00	.3272	.3745	.4218	853	"	1.211	3.412	11.20	5.798.079	6.920.690	7.687.481
LINEA D	23 - 4	"	L	51	.3235	.3726	.4216	1.00	.3235	.3726	.4216	557	"	791	2.228	13.71	5.586.665	6.394.273	7.201.881
	4 - 5	"	L	51	.3182	.3674	.4162	1.00	.3182	.3674	.4162	822	"	1.167	3.289	9.38	2.467.659	2.842.194	3.215.966
LINEA F	23 - 2a	A. Bueno	L	36	.3343	.4454	.5165	1.00	.3343	.4454	.5165	296	"	.420	1.184	3.00	433.413	577.452	669.632
	1 - 1a	A. Bueno	N	45	.3155	.3911	.4467	1.00	.3155	.3911	.4467	2135	"	3.031	8.541	5.65	5.557.115	6.888.709	7.868.030
	1a - 1b	"	N	55	.3282	.3943	.4403	1.00	.3282	.3943	.4403	1040	"	1.477	4.161	0.91	453.597	544.953	608.528
(5)	1b - 2	"	L	45	.3007	.3461	.3915	1.00	.3007	.3461	.3915	517	"	734	2.069	16.13	3.662.867	4.215.890	4.768.914
LINEA B	2 - 2a	"	L	45	.3035	.3489	.3943	1.00	.3035	.3489	.3943	320	"	454	1.281	11.59	1.644.690	1.890.716	2.136.743
	2a - 3	"	L	55	.3317	.3777	.4230	1.00	.3317	.3777	.4230	593	"	842	2.373	1.81	520.014	592.129	663.147
	3 - 4	"	L	45	.3032	.3487	.3941	1.00	.3032	.3487	.3941	410	"	582	1.640	9.55	1.733.282	1.993.389	2.252.924
	1 - 9	A. Bueno	N	58	.3259	.3890	.4321	1.00	.3259	.3890	.4321	970	"	1.377	3.881	8.85	3.380.650	3.903.365	4.421.830
LINEA D	9 - 23	"	L	53	.3272	.3745	.4218	1.00	.3272	.3745	.4218	853	"	1.211	3.412	11.20	5.170.576	6.171.690	6.855.495
	23 - 4	"	L	51	.3235	.3726	.4216	1.00	.3235	.3726	.4216	557	"	791	2.228	13.71	5.586.665	6.394.273	7.201.881
	4 - 5	"	L	51	.3182	.3674	.4162	1.00	.3182	.3674	.4162	822	"	1.167	3.289	9.38	2.467.659	2.842.194	3.215.966
LINEA F	23 - 2a	A. Bueno	L	36	.3343	.4454	.5165	1.00	.3343	.4454	.5165	296	"	420	1.183	3.00	433.047	576.964	669.066
LINEA E	1b - 9	A. Bueno	L	48	.3055	.3526	.3998	1.00	.3055	.3526	.3998	118	"	168	471	6.00	315.120	363.703	412.390
	1 - 1a	A. Bueno	L	58	.3234	.3665	.4096	1.00	.3234	.3665	.4096	1070	"	1.519	4.281	4.55	2.299.268	2.605.694	2.912.121
(6)	1a - 2	"	L	53	.3249	.3722	.4195	1.00	.3249	.3722	.4195	666	"	944	2.661	14.50	4.575.678	5.241.820	5.907.962
LINEA C	2 - 2a	"	L	51	.3240	.3730	.4220	1.00	.3240	.3730	.4220	468	"	665	1.872	10.79	2.388.720	2.749.977	3.111.233
	2a - 3	"	L	55	.3314	.3774	.4226	1.00	.3314	.3774	.4226	593	"	842	2.373	1.81	519.543	591.658	662.520
	3 - 4	"	L	51	.3241	.3731	.4221	1.00	.3241	.3731	.4221	410	"	582	1.640	8.30	1.610.252	1.853.703	2.097.153
	1 - 9	A. Bueno	N	58	.3259	.3890	.4321	1.00	.3259	.3890	.4321	940	"	1.335	3.760	11.20	5.009.370	5.979.272	6.641.757
	9 - 23	"	L	53	.3272	.3745	.4218	1.00	.3272	.3745	.4218	705	"	1.001	2.820	13.71	4.617.349	5.284.833	5.952.316
LINEA D	23 - 4	"	L	51	.3235	.3726	.4216	1.00	.3235	.3726	.4216	557	"	791	2.228	9.38	2.467.659	2.842.194	3.215.966
	4 - 5	"	L	51	.3182	.3674	.4162	1.00	.3182	.3674	.4162	822	"	1.167	3.289	8.85	3.380.650	3.903.365	4.421.830
LINEA G	1 - 1a	A. Malo	L	42	.3970	.4869	.5466	1.03	.4089	.5015	.5630	882	"	1.252	3.529	6.65	2.975.843	3.649.757	4.097.334
LINEA F	23 - 2a	A. Bueno	L	36	.3343	.4454	.5165	1.00	.3343	.4454	.5165	148	"	210	592	3.00	216.707	288.726	334.816

CUADRO 5 - 12

COSTOS ANUALES POR ALTERNATIVA

ALTERNATIVA	T.P.D.	Costo del Tiempo	Costo de Operación.	Costo Construc. y Mantenimiento	Costos Anuales Totales
(1)	Mín.	¢ 0.0	¢ 32.348.830	¢ 54.640	¢ 32.403.470
		2.5	40.293.476	"	40.348.116
		5.0	45.832.528	"	45.887.168
	Med.	0.0	48.503.028	"	48.557.668
		2.5	60.798.448	"	60.853.088
		5.0	69.487.243	"	69.541.883
	Máx.	0.0	64.670.543	"	64.725.183
		2.5	81.067.548	"	81.122.188
		5.0	92.649.426	"	92.704.066
(4)	Mín.	0.0	23.825.296	3.814.305	27.639.601
		2.5	28.599.252	"	32.413.557
		5.0	32.201.951	"	36.016.256
	Med.	0.0	35.723.783	"	39.538.088
		2.5	42.896.786	"	46.711.091
		5.0	48.308.083	"	52.122.388
	Máx.	0.0	47.631.593	"	51.445.898
		2.5	57.193.957	"	61.008.262
		5.0	64.410.617	"	68.224.922
(5)	Mín.	0.0	20.515.797	4.989.100	25.504.897
		2.5	23.817.259	"	28.806.359
		5.0	26.848.567	"	31.837.667
	Med.	0.0	30.925.282	"	35.914.382
		2.5	36.378.755	"	41.367.855
		5.0	41.074.914	"	46.064.014
	Máx.	0.0	46.817.601	"	51.806.701
		2.5	56.176.783	"	61.165.883
		5.0	63.360.881	"	68.349.981
(6)	Mín.	0.0	20.040.772	6.985.703	27.026.475
		2.5	23.327.501	"	30.313.204
		5.0	26.236.847	"	33.222.550
	Med.	0.0	30.061.039	"	37.046.742
		2.5	34.881.516	"	41.870.100
		5.0	39.355.008	"	46.340.711
	Máx.	0.0	40.081.285	"	47.066.988
		2.5	46.654.550	"	53.640.253
		5.0	52.473.212	"	59.458.915

CUADRO 5 - 13

RAZONES DE BENEFICIOS SOBRE COSTOS (B/C)

COMPARACION ALTERNATIVAS.	VALORES DE:	T.P.D. MINIMO			T.P.D. MEDIO			T.P.D. MAXIMO		
		¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora	¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora	¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/ hora
No.4 contra No.1	Beneficios	8.523.534	11.694.224	13.630.577	12.779.245	17.901.662	21.179.160	17.038.950	23.873.591	28.238.809
	Costos	3.759.665	3.759.665	3.759.665	3.759.665	3.759.665	3.759.665	3.759.665	3.759.665	3.759.665
	B/C	2.27	3.11	3.63	3.40	4.76	5.63	4.55	6.35	7.51
No.5 contra No. 1	Beneficios	11.833.033	16.476.217	18.983.961	17.577.746	24.419.693	28.412.329	17.852.942	24.890.765	29.288.545
	Costos	4.934.460	4.934.460	4.934.460	4.934.460	4.934.460	4.934.460	4.934.460	4.934.460	4.934.460
	B/C	2.40	3.34	3.85	3.56	4.95	5.76	3.62	5.04	5.94
No.5 contra No. 4	Beneficios	3.309.499	4.781.993	5.353.384	4.798.501	6.518.031	7.233.169	813.992	1.017.174	1.049.736
	Costos	1.174.795	1.174.795	1.174.795	1.174.795	1.174.795	1.174.795	1.174.795	1.174.795	1.174.795
	B/C	2.82	4.07	4.56	4.08	5.55	6.16	0.69	0.87	0.89
No.6 contra No. 1	Beneficios	12.308.058	16.965.975	19.595.681	18.441.989	25.916.932	30.132.235	24.589.258	34.412.998	40.176.214
	Costos	6.931.063	6.931.063	6.931.063	6.931.063	6.931.063	6.931.063	6.931.063	6.931.063	6.931.063
	B/C	1.78	2.45	2.83	2.66	3.74	4.35	3.55	4.97	5.80
No.6 contra No. 4	Beneficios	3.784.524	5.271.751	5.965.104	5.662.744	8.015.270	8.953.075	7.550.308	10.539.407	11.937.405
	Costos	3.171.398	3.171.398	3.171.398	3.171.398	3.171.398	3.171.398	3.171.398	3.171.398	3.171.398
	B/C	1.19	1.66	1.88	1.79	2.53	2.82	2.38	3.32	3.76
No.6 contra No. 5	Beneficios	475.025	489.758	611.720	864.243	1.497.239	1.719.906	6.736.316	9.522.233	10.887.669
	Costos	1.996.603	1.996.603	1.996.603	1.996.603	1.996.603	1.996.603	1.996.603	1.996.603	1.996.603
	B/C	0.24	0.25	0.31	0.43	0.75	0.86	3.37	4.77	5.45

CUADRO 5 - 14

RAZONES DE REINTEGRO DEL CAPITAL (R.R.C.)

COMPARACION ALTERNATIVAS	VALORES DE:	T.P.D. MINIMO			T.P.D. MEDIO			T.P.D MAXIMO		
		¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora	¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora	¢0.0/hora	¢2.5/hora	¢5.0/hora
No.4 Vs. No.1	1) C.T.A.	4.763.869	7.934.559	9.870.912	9.019.580	14.141.997	17.419.495	13.279.285	20.113.926	24.479.144
	2) C.C	48.720.395	48.720.395	48.720.395	48.720.395	48.720.395	48.720.395	48.720.395	48.720.395	48.720.395
	3) R.R.C.	7	16	20	19	29	36	27	41	50
No.5 Vs. No.1	1) C.T.A.	6.898.573	11.541.757	14.049.501	12.643.286	19.485.233	23.477.869	12.918.482	19.956.305	24.354.085
	2) C. C.	60.011.720	60.011.720	60.011.720	60.011.720	60.011.720	60.011.720	60.011.720	60.011.720	60.011.720
	3) R.R.C.	10	19	23	21	33	39	22	33	41
No.5 Vs. No.4	1) C.T.A.	2.134.704	3.607.198	4.178.589	3.623.706	5.343.236	6.058.374	- 360.803	- 157.621	- 125.059
	2) C.C.	11.291.325	11.291.325	11.291.325	11.291.325	11.291.325	11.291.325	11.291.325	11.291.325	11.291.325
	3) R.R.C.	19	32	37	32	47	54	-	-	-
No.6 Vs. No.1	1) C.T.A.	5.376.995	10.034.912	12.664.618	11.510.926	18.985.869	23.201.172	17.658.195	27.481.935	33.245.151
	2) C.C.	90.022.647	90.022.647	90.022.647	90.022.647	90.022.647	90.022.647	90.022.647	90.022.647	90.022.647
	3) R.R.C.	2	9	14	13	21	26	20	31	37
No.6 Vs. No.4	1) C.T.A.	613.126	2.100.353	2.793.706	2.491.346	4.843.872	5.781.677	4.378.910	7.368.009	8.766.007
	2) C.C.	30.010.927	30.010.927	30.010.927	30.010.927	30.010.927	30.010.927	30.010.927	30.010.927	30.010.927
	3) R.R.C.	0	3	7	5	16	19	15	25	29
No.6 Vs. No.5	1) C.T.A.	-1.521.578	-1.506.845	-1.384.883	-1.132.360	-499.364	-276.607	4.739.713	7.525.630	8.891.066
	2) C.C.	18.719.602	18.719.602	18.719.602	18.719.602	18.719.602	18.719.602	18.719.602	18.719.602	18.719.602
	3) R.R.C.	-	-	-	-	-	-	25	40	47

C.T.A. = Costo Total Anual
C.C. = Costo de Construcción
R.R.C. = Razones de Reintegro del Capital.

CUADRO 5 - 15

ALAJUELA - RIO GRANDE

(Beneficios sobre Costos)

ALTERNATIVA	Costo Operac. por Alternativa	Costo Construc. y Mant./Altern .	Costo Total Anual/Altern.	Primeros B/C	Segundos B/C
(1)'	52.263.410	41.720	52.305.130		
(4)'	38.993.753	3.170.241	42.163.994	$4^{a}-1^{a}$ 13.269.657 3.128.521 = 4.24	
(5)'	32.475.722	4.345.036	36.820.758	$5^{a}-1^{a}$ 19.787.688 4.303.316 = 4.60	$5^{a}-4^{a}$ 6.518.031 1.174.195 = 5.55
(6)'	30.978.483	6.341.639	57.320.122	$6^{a}-1^{a}$ 21.284.927 6.299.919 = 3.48	$6^{a}-5^{a}$ 1.497.239 1.996.603 = 0.75

CUADRO 5 - 16

RIO GRANDE - SAN RAMON

(Beneficios sobre Costos)

ALTERNATIVA	Costo Operac. por Alternativa	Costo Construc. y Mant./Altern.	Costo Total Anual/Altern.	Primeros B/C	Segundos B/C
(A)'	8.535.038	12.920	8.547.958		
(B)'	5.389.359	313.714	5.703.073	B'-A'. 3.145.679 / 300.794 = 10.46	
(C)'	3.903.033	644.064	4.547.097	C'-A' 4.632.005 / 631.144 = 7.34	C'-B' 1.486.326 / 330.350 = 4.50

5.6 Mapa de Decisión Optima

Las Figuras 5-18 a 5-20 se elaboraron de acuerdo con los valores de B/C del Cuadro 5-13 y el procedimiento seguido es similar al indicado por M.L. MANHEIM, de M.I.T., en Ref. No.12.

La Figura 5-18 muestra las curvas que dan los valores de las razones B/C en función del costo del tiempo. Para cada par de alternativas comparadas se obtuvo una curva específica, según las 3 hipótesis de T.P.D.

La Fig. 5-19 muestra la variación de las razones B/C para cada par de alternativas comparadas, considerando los tres valores de costo de tiempo y los diferentes factores de proyección del T.P.D.

La Fig. 5-20 resume la información de las Figs. 5-18 y 5-19. La zona sombreada indica los valores límites del T.P.D. entre los cuales la alternativa No.5 es mejor que las alternativas No.6 y No.4.

Para costos del tiempo entre ¢0.0 y ¢2.50 la alternativa No.5 es mejor que la No.4 y la No.6 si los factores de proyección se mantienen entre 1.40 y 3.00.

Para costos del tiempo entre ¢2.50 y ¢5.00 la No.5 es mejor que las otras dos si los factores de proyección se mantienen entre 1.38 y 2.75.

A N E X O

MANUAL DE COSTOS DE OPERACION DE AUTOMOVILES EN CARRETERAS RURALES

(TRAMOS RECTOS - DOS VIAS)

MANUAL DE COSTOS (TABLAS A-1 a A-4)

Col. 1: Velocidad de Ruedo.

Para el caso de carreteras existentes se obtienen los valores por medición directa (Ref. No. 15).

Para proyectos de carreteras se puede hacer uso de valores de records de carreteras similares o se determinan haciendo uso de la relación que existe entre la velocidad de ruedo y la velocidad de diseño (Fig. 10, Ref. No. 11).

Col. 2: Rango de Pendientes.

Los valores se toman de los inventarios para el caso de carreteras existentes o de los planos para el caso de proyectos.

Se tabulan las longitudes de carretera con pendientes entre 0-3, 3-5, 5-7, etc. y luego se calculan los % de la longitud total que le corresponde a cada rango de pendientes. (Ver Tabla A-4)

Col. 3: Costo del Combustible.

Los valores representan el costo del consumo para la velocidad indicada y el correspondiente rango de pendientes. El gasto se asumió según los valores de Figs. 1, 2, 3 y 4, Ref. No. 11.

Se consideró un costo de ¢3.30 por galón de gasolina.

Col. 4: Costo de Llantas.

Se estimó un valor de ¢1.000.00 por juego de llantas y una vida útil como se indica en Fig. 20, Ref. No. 11.

Col. 5: Costo del Aceite.

Corresponde a un costo de ₡3.25 por galón de aceite para motor.

El gasto se asumió según los valores de Fig. 18, Ref. No.11.

Col. 6: Costo de Mantenimiento y Reparación.

Es difícil establecer una relación entre las condiciones de opera - ción de un vehículo y los costos de mantenimiento y reparación. De acuerdo con la información disponible, se decidió estimar estos costos por vehículo/Km. como un % del valor de depreciación (Col. 7).

Los % usados fueron:

80% para operación en Carreteras Pavimentadas.
120% para operación en Carreteras de Material Granular.
160% para operación en Caminos de Tierra.

Col. 7: Depreciación.

Se estimó que el automóvil promedio de Costa Rica presenta las siguientes características.

Valor original: ₡32.000.00

Vida útil: 10 años

Valor de salvamento: 10% valor original

Recorrido promedio por año: 15.000 Km.

Además se estimó que la depreciación por desgaste es un 50% del total.

De acuerdo con lo anterior el valor de la depreciación resultó ser de 9.6 céntimos por vehículo/kilómetro.

Col. 8: Sub-total.

Las cifras corresponden a la suma de los valores de las Columnas 1 a 7 inclusive.

Col. 9: Costo del Tiempo.

Varía solamente con la velocidad; es independiente de las otras características.

Se adoptó un costo de ₡2.50 la hora como promedio. Sin embargo, para efectos de analizar en una mejor forma su efecto, se recomienda, considerar un valor mínimo de ₡0.00 y un valor máximo de ₡5.00.

Col. 10: Costo de Comodidad y Conveniencia.

Este elemento se estimó comparativamente con valores de U.S.A.

Los valores que corresponden a carreteras pavimentadas son:

Costo en céntimos de colón	Tipo de Operación
0	Libre
2	Normal
4	Restringida

Para carreteras de material granular, 3 céntimos y para carreteras de tierra 4 céntimos.

Col. 11:

Las cifras corresponden a la suma de los valores de las Columnas 8, 9 y 10.

TABLA A - 1

COSTOS DE OPERACION PARA CARROS DE PASAJEROS EN AREAS RURALES
CARRETERAS DE DOS VIAS
OPERACION LIBRE

Pavimento en buenas condiciones

COSTOS DEL USUARIO - CENTIMOS POR VEHICULO - KM.										
Velocidad de Ruedo KPH Km/h.	Rango de Pendiente %	Combus - tible	Llantas	Aceite	Mantemim. y Reparación	Deprecia - ción	SUB-TOTAL	Tiempo (₡2.50/hora)	Comodi- dad	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
51	0 - 3	11.86	1.31	0.67	7.68	9.60	31.12	4.90	0	36.02
	3 - 5	12.30	1.49	0.67	7.68	9.60	31.74	4.90	0	36.64
	5 - 7	12.88	1.93	0.67	7.68	9.60	32.76	4.90	0	37.66
	7 - 9	14.29	2.61	0.67	7.68	9.60	34.87	4.90	0	39.77
	* 9 - 12	15.00	2.95	0.67	7.68	9.60	35.90	4.90	0	40.80
58	0 - 3	12.24	1.62	0.67	7.68	9.60	31.81	4.31	0	36.12
	3 - 5	12.81	1.86	0.67	7.68	9.60	32.62	4.31	0	36.93
	5 - 7	13.46	2.42	0.67	7.68	9.60	33.83	4.31	0	38.14
	7 - 9	15.00	3.23	0.67	7.68	9.60	36.18	4.31	0	40.49
	9 - 12	15.77	3.64	0.67	7.68	9.60	37.36	4.31	0	41.67
64	0 - 3	12.81	1.99	0.81	7.68	9.60	32.89	3.91	0	36.80
	3 - 5	13.46	2.30	0.81	7.68	9.60	33.85	3.91	0	37.76
	5 - 7	14.22	2.98	0.81	7.68	9.60	35.29	3.91	0	39.20
	7 - 9	16.22	3.98	0.81	7.68	9.60	38.29	3.91	0	42.20
	9 - 12	17.22	4.48	0.81	7.68	9.60	39.79	3.91	0	43.70
71	0 - 3	13.52	2.49	0.94	7.68	9.60	34.23	3.52	0	37.75
	3 - 5	14.29	2.86	0.94	7.68	9.60	35.37	3.52	0	38.89
	5 - 7	15.32	3.73	0.94	7.68	9.60	37.27	3.52	0	40.79
	7 - 9	17.63	4.97	0.94	7.68	9.60	40.82	3.52	0	44.34
	9 - 12	18.79	5.59	0.94	7.68	9.60	42.60	3.52	0	46.12
77	0 - 3	14.54	3.11	1.08	7.68	9.60	36.01	3.25	0	39.26
	3 - 5	15.51	3.60	1.08	7.68	9.60	37.47	3.25	0	40.72
	5 - 7	16.80	4.66	1.08	7.68	9.60	39.82	3.25	0	43.07
	7 - 9	19.94	6.22	1.08	7.68	9.60	44.52	3.25	0	47.77
	9 - 12	21.51	7.00	1.08	7.68	9.60	46.87	3.25	0	50.12
84	0 - 3	16.09	3.92	1.26	7.68	9.60	38.55	2.98	0	41.53
	3 - 5	17.36	4.47	1.26	7.68	9.60	40.37	2.98	0	43.35
	5 - 7	19.09	5.90	1.26	7.68	9.60	43.53	2.98	0	46.51
	7 - 9	23.40	7.83	1.26	7.68	9.60	49.77	2.98	0	52.75
	9 - 12	25.55	8.80	1.26	7.68	9.60	52.89	2.98	0	55.87
90	0 - 3	18.65	4.66	1.66	7.68	9.60	42.25	2.78	0	45.03
	3 - 5	20.38	5.34	1.66	7.68	9.60	44.66	2.78	0	47.44
	5 - 7	23.08	6.96	1.66	7.68	9.60	48.98	2.78	0	51.76
97	0 - 3	23.40	5.22	2.33	7.68	9.60	48.23	2.58	0	50.81
	3 - 5	25.96	6.03	2.33	7.68	9.60	51.60	2.58	0	54.18

* Valor igual $\frac{12.56 - 11.32}{2} \neq 12.56$ (9-12)

TABLA A - 1

(Continuación)

OPERACION NORMAL

COSTOS DEL USUARIO - CENTIMOS POR VEHICULO - KM.										
Velocidad de Ruedo KPH Km/h.	Rango de Pendiente %	Combustible	Llantas	Aceite	Mantenim. y Reparación	Depreciación	SUB-TOTAL	Tiempo (¢2.50/hora)	Comodidad	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45	0 - 3	11.60	1.18	0.67	7.68	9.60	30.73	5.56	2	38.29
	3 - 5	12.11	1.37	0.67	7.68	9.60	31.43	5.56	2	38.99
	5 - 7	12.69	1.74	0.67	7.68	9.60	32.38	5.56	2	39.94
	7 - 9	14.22	2.36	0.67	7.68	9.60	34.53	5.56	2	42.09
	9 - 12	15.00	2.67	0.67	7.68	9.60	35.62	5.56	2	43.18
51	0 - 3	11.86	1.43	0.67	7.68	9.60	31.24	4.90	2	38.14
	3 - 5	12.37	1.62	0.67	7.68	9.60	31.94	4.90	2	38.84
	5 - 7	12.95	2.11	0.67	7.68	9.60	33.01	4.90	2	39.91
	7 - 9	14.42	2.86	0.67	7.68	9.60	35.23	4.90	2	42.13
	9 - 12	15.16	3.24	0.67	7.68	9.60	36.35	4.90	2	43.25
58	0 - 3	12.44	1.80	0.72	7.68	9.60	32.24	4.31	2	38.55
	3 - 5	13.01	2.05	0.72	7.68	9.60	33.06	4.31	2	39.37
	5 - 7	13.71	2.67	0.72	7.68	9.60	34.38	4.31	2	40.69
	7 - 9	15.25	3.60	0.72	7.68	9.60	36.85	4.31	2	43.16
	9 - 12	16.02	4.07	0.72	7.68	9.60	38.09	4.31	2	44.40
64	0 - 3	13.33	2.24	0.81	7.68	9.60	33.66	3.91	2	39.57
	3 - 5	13.97	2.55	0.81	7.68	9.60	34.61	3.91	2	40.52
	5 - 7	14.87	3.36	0.81	7.68	9.60	36.32	3.91	2	42.23
	7 - 9	16.73	4.47	0.81	7.68	9.60	39.29	3.91	2	45.20
	9 - 12	17.66	5.03	0.81	7.68	9.60	40.78	3.91	2	46.69
71	0 - 3	14.74	2.80	0.94	7.68	9.60	35.76	3.52	2	41.28
	3 - 5	15.44	3.23	0.94	7.68	9.60	36.89	3.52	2	42.41
	5 - 7	16.53	4.16	0.94	7.68	9.60	38.91	3.52	2	44.43
	7 - 9	18.97	5.59	0.94	7.68	9.60	42.78	3.52	2	48.30
	9 - 12	20.19	6.31	0.94	7.68	9.60	44.72	3.52	2	50.24
77	0 - 3	17.36	3.48	1.08	7.68	9.60	39.20	3.25	2	44.45
	3 - 5	18.26	3.98	1.08	7.68	9.60	40.60	3.25	2	45.85
	5 - 7	20.06	5.22	1.08	7.68	9.60	43.64	3.25	2	48.89
	7 - 9	22.11	6.96	1.08	7.68	9.60	47.43	3.25	2	52.68
	9 - 12	23.15	7.83	1.08	7.68	9.60	49.34	3.25	2	54.59

TABLA A - 1

(Continuación)

OPERACION RESTRINGIDA

COSTOS DEL USUARIO - CENTIMOS POR VEHICULO - KM.										
Velocidad de Ruedo KPH Km/h	Rango de Pendiente %	Combustible	Llantas	Aceite	Mantenim. y Reparación	Depreciación	SUB-TOTAL	Tiempo (¢2.50/hora)	Comodidad	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
32	0 - 3	11.73	1.12	0.63	7.68	9.60	30.76	7.81	4	42.57
	3 - 5	12.24	1.31	0.63	7.68	9.60	31.46	7.81	4	43.27
	5 - 7	13.20	1.68	0.63	7.68	9.60	32.79	7.81	4	44.60
	7 - 9	15.00	2.24	0.63	7.68	9.60	35.15	7.81	4	46.96
	9 - 12	15.90	2.52	0.63	7.68	9.60	36.33	7.81	4	48.14
39	0 - 3	11.60	1.31	0.63	7.68	9.60	30.82	6.41	4	41.23
	3 - 5	11.98	1.49	0.63	7.68	9.60	31.38	6.41	4	41.79
	5 - 7	12.76	1.93	0.63	7.68	9.60	32.60	6.41	4	43.01
	7 - 9	14.42	2.61	0.63	7.68	9.60	34.94	6.41	4	45.35
	9 - 12	15.25	2.95	0.63	7.68	9.60	36.11	6.41	4	46.52
45	0 - 3	11.66	1.49	0.67	7.68	9.60	31.10	5.56	4	40.66
	3 - 5	12.11	1.74	0.67	7.68	9.60	31.80	5.56	4	41.36
	5 - 7	12.69	2.24	0.67	7.68	9.60	32.88	5.56	4	42.44
	7 - 9	14.29	2.98	0.67	7.68	9.60	35.22	5.56	4	44.78
	9 - 12	15.10	3.35	0.67	7.68	9.60	36.40	5.56	4	45.96
51	0 - 3	11.98	1.80	0.67	7.68	9.60	31.73	4.90	4	40.63
	3 - 5	12.49	2.05	0.67	7.68	9.60	32.49	4.90	4	41.39
	5 - 7	13.01	2.67	0.67	7.68	9.60	33.63	4.90	4	42.53
	7 - 9	14.54	3.60	0.67	7.68	9.60	36.09	4.90	4	44.99
	9 - 12	15.32	4.07	0.67	7.68	9.60	37.39	4.90	4	46.24
58	0 - 3	12.81	2.24	0.72	7.68	9.60	33.05	4.31	4	41.36
	3 - 5	13.39	2.55	0.72	7.68	9.60	33.94	4.31	4	42.25
	5 - 7	14.03	3.36	0.72	7.68	9.60	35.39	4.31	4	43.70
	7 - 9	15.70	4.47	0.72	7.68	9.60	38.17	4.31	4	46.46
	9 - 12	16.55	5.03	0.72	7.68	9.60	39.58	4.31	4	47.89
64	0 - 3	14.54	2.80	0.81	7.68	9.60	35.43	3.91	4	43.34
	3 - 5	15.32	3.23	0.81	7.68	9.60	36.64	3.91	4	44.55
	5 - 7	16.22	4.16	0.81	7.68	9.60	38.47	3.91	4	46.38
	7 - 9	18.01	5.59	0.81	7.68	9.60	41.69	3.91	4	49.60
	9 - 12	18.91	6.31	0.81	7.68	9.60	43.31	3.91	4	51.22

TABLA A - 2

COSTOS DE OPERACION PARA CARROS DE PASAJEROS EN AREAS RURALES
CARRETERAS CON SUPERFICIE
DE LASTRE

En buena condición

COSTOS DEL USUARIO - CENTIMOS POR VEHICULO - KM.										
Velocidad de Ruedo KPH Km/h.	Rango de Pendiente %	Combustible	Llantas	Aceite	Mantenim. y Reparación	Depreciación	SUB-TOTAL	Tiempo (₡2.50/hora)	Comodidad	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
32	0 - 3	13.27	2.73	0.81	11.52	9.60	37.93	7.81	3	48.74
	3 - 5	13.91	3.11	0.81	11.52	9.60	38.95	7.81	3	49.76
	5 - 7	15.19	3.92	0.81	11.52	9.60	41.04	7.81	3	51.85
	7 - 9	17.56	5.16	0.81	11.52	9.60	44.65	7.81	3	55.46
	9 - 12	18.74	5.78	0.81	11.52	9.60	46.45	7.81	3	57.26
39	0 - 3	13.01	3.11	0.81	11.52	9.60	38.05	6.41	3	47.46
	3 - 5	13.59	3.54	0.81	11.52	9.60	39.06	6.41	3	48.47
	5 - 7	14.54	4.54	0.81	11.52	9.60	41.01	6.41	3	50.42
	7 - 9	16.73	5.90	0.81	11.52	9.60	44.56	6.41	3	53.97
	9 - 12	17.82	6.58	0.81	11.52	9.60	46.33	6.41	3	55.74
45	0 - 3	13.01	3.54	0.85	11.52	9.60	38.52	5.56	3	47.08
	3 - 5	13.71	4.04	0.85	11.52	9.60	39.72	5.56	3	48.28
	5 - 7	14.42	5.16	0.85	11.52	9.60	41.56	5.56	3	50.12
	7 - 9	16.47	6.77	0.85	11.52	9.60	45.21	5.56	3	53.77
	9 - 12	17.49	7.58	0.85	11.52	9.60	47.04	5.56	3	55.60
51	0 - 3	13.46	4.04	0.94	11.52	9.60	39.56	4.90	3	47.46
	3 - 5	14.03	4.66	0.94	11.52	9.60	40.75	4.90	3	48.65
	5 - 7	14.87	5.97	0.94	11.52	9.60	42.90	4.90	3	50.80
	7 - 9	16.85	7.83	0.94	11.52	9.60	46.74	4.90	3	54.64
	9 - 12	17.84	8.76	0.94	11.52	9.60	48.66	4.90	3	56.56
58	0 - 3	14.17	4.66	0.99	11.52	9.60	40.94	4.31	3	48.25
	3 - 5	14.93	5.34	0.99	11.52	9.60	42.38	4.31	3	49.69
	5 - 7	15.83	6.90	0.99	11.52	9.60	44.84	4.31	3	52.15
	7 - 9	17.95	9.07	0.99	11.52	9.60	49.13	4.31	3	56.44
	9 - 12	19.00	10.16	0.99	11.52	9.60	51.27	4.31	3	58.58
64	0 - 3	15.32	5.41	1.08	11.52	9.60	42.93	3.91	3	49.84
	3 - 5	16.22	6.15	1.08	11.52	9.60	44.57	3.91	3	51.48
	5 - 7	17.36	7.96	1.08	11.52	9.60	47.52	3.91	3	54.43
	7 - 9	20.00	10.50	1.08	11.52	9.60	52.80	3.91	3	59.71
	9 - 12	21.31	11.77	1.08	11.52	9.60	55.28	3.91	3	62.19
71	0 - 3	17.24	6.28	1.30	11.52	9.60	45.94	3.52	3	52.46
	3 - 5	18.14	7.15	1.30	11.52	9.60	47.71	3.52	3	54.23
	5 - 7	19.80	9.26	1.30	11.52	9.60	51.48	3.52	3	58.00
	7 - 9	23.26	12.24	1.30	11.52	9.60	57.92	3.52	3	64.44
	9 - 12	24.99	13.73	1.30	11.52	9.60	61.14	3.52	3	67.66

TABLA A - 3

COSTOS DE OPERACION PARA CARROS DE PASAJEROS EN AREAS RURALES

CAMINOS DE TIERRA

C O S T O S D E L U S U A R I O - C E N T I M O S P O R V E H I C U L O - K M .										
Velocidad de Ruedo KPH Km/h.	Rango de Pendiente %	Combustible	Llantas	Aceite	Mantenim. y Reparación	Depreciación	SUB-TOTAL	Tiempo (¢2.50/hora)	Comodidad	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	0 - 3	17.31	3.29	1.12	15.36	9.60	46.68	9.62	4	60.30
	3 - 5	18.46	3.73	1.12	15.36	9.60	48.27	9.62	4	61.89
	5 - 7	21.21	4.79	1.12	15.36	9.60	52.08	9.62	4	65.70
	7 - 9	27.11	6.28	1.12	15.36	9.60	59.47	9.62	4	73.09
	9 - 12	30.05	7.03	1.12	15.36	9.60	63.16	9.62	4	76.78
32	0 - 3	16.41	3.79	1.17	15.36	9.60	46.33	7.81	4	58.14
	3 - 5	17.43	4.29	1.17	15.36	9.60	47.85	7.81	4	59.66
	5 - 7	19.41	5.47	1.17	15.36	9.60	51.01	7.81	4	62.82
	7 - 9	23.65	7.21	1.17	15.36	9.60	56.99	7.81	4	68.30
	9 - 12	25.76	8.08	1.17	15.36	9.60	59.97	7.81	4	71.78
39	0 - 3	16.09	4.41	1.21	15.36	9.60	46.67	6.41	4	57.08
	3 - 5	16.98	5.03	1.21	15.36	9.60	48.18	6.41	4	58.59
	5 - 7	18.46	6.46	1.21	15.36	9.60	51.09	6.41	4	61.50
	7 - 9	22.11	8.58	1.21	15.36	9.60	56.86	6.41	4	67.27
	9 - 12	23.94	9.64	1.21	15.36	9.60	59.75	6.41	4	70.16
45	0 - 3	16.09	5.10	1.26	15.36	9.60	47.41	5.56	4	56.97
	3 - 5	17.05	5.84	1.26	15.36	9.60	49.11	5.56	4	58.67
	5 - 7	18.33	7.46	1.26	15.36	9.60	52.01	5.56	4	61.57
	7 - 9	21.72	9.88	1.26	15.36	9.60	57.82	5.56	4	67.38
	9 - 12	23.42	11.09	1.26	15.36	9.60	60.73	5.56	4	70.29
51	0 - 3	16.80	5.97	1.35	15.36	9.60	49.08	4.90	4	57.98
	3 - 5	17.75	6.84	1.35	15.36	9.60	50.90	4.90	4	59.80
	5 - 7	18.97	8.76	1.35	15.36	9.60	54.04	4.90	4	62.94
	7 - 9	22.37	11.62	1.35	15.36	9.60	60.30	4.90	4	69.20
	9 - 12	24.08	13.05	1.35	15.36	9.60	63.44	4.90	4	72.34
58	0 - 3	17.88	6.65	1.44	15.36	9.60	50.93	4.31	4	59.24
	3 - 5	19.09	7.58	1.44	15.36	9.60	53.07	4.31	4	61.38
	5 - 7	20.51	9.82	1.44	15.36	9.60	56.73	4.31	4	65.04
	7 - 9	24.29	12.99	1.44	15.36	9.60	63.68	4.31	4	71.99
	9 - 12	26.20	14.58	1.44	15.36	9.60	67.18	4.31	4	75.49

TABLA A - 4

CALCULO DE COSTOS UNITARIOS
(ejemplo ilustrativo)

PROYECTO: El Coco - San Ramón (Línea A)

ALTERNATIVA: No.1 (Carretera existente)

SECCION: 1-1a y 1a-1b. VELOC. R= 39 - 45 T.Op. = R (A.M.) / R (A.M.)

	0 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	9 -12	Tot.	0 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	9 -12	Total
%	55.6	20.9	11.6	9.1	2.8	100.0	-	70.7	12.2	17.1	-	100.0
U_o	3805	3906	4101	4456	4633	3943	-	3972	4156	4521	-	4088
U_1	4746	4847	5042	5397	5574	4884	-	4828	5012	5377	-	4944
U_2	5387	5488	5683	6038	6215	5525	-	5384	5568	5933	-	5500

SECCION: 1b-2 y 2-2a VELOC. R= 32 - 32 T.Op. = R (A.M.) / N (A.M.)

	0-3	3-5	5-7	7-9	9-12	Tot.	0-3	3-5	5-7	7-9	9-12	Total
%	26.0	22.8	36.2	13.2	1.8	100.0	21.0	15.2	41.0	22.8	-	100.0
U_o	3793	3895	4104	4465	4645	4033	3793	3895	4104	4465	-	4089
U_1	4874	4976	5185	5546	5726	5114	4874	4976	5185	5546	-	5170
U_2	5655	5757	5966	6327	6507	5895	5655	5757	5966	6327	-	5951

SECCION: 2a-3 y 3-4 VELOC. R = 39 - 32 T.Op. = R (A.M.) / N (A.M.)

	0-3	3-5	5-7	7-9	9-12	Tot.	0-3	3-5	5-7	7-9	9-12	Total
%	22.5	4.3	58.5	14.7	-	100.0	26.5	21.2	25.0	24.7	2.6	100.0
U_o	3805	3906	4101	4456	-	4078	3793	3895	4104	4465	4645	4081
U_1	4746	4847	5042	5397	-	5019	4874	4976	5185	5546	5726	5162
U_2	5387	5488	5683	6038	-	5660	5655	5757	5966	6327	6507	5943

SECCION: 4-5 VELOC. R = 39 T.Op. = Libre (A.M.)

	0-3	3-5	5-7	7-9	9-12	Total
%	37.0	13.2	24.0	23.2	2.6	100.0
U_o	3805	3906	4101	4456	4633	4062
U_1	4746	4847	5042	5397	5574	5003
U_2	5387	5488	5683	6038	6215	5644

NOTA: U_o, U_1, U_2, corresponden a los costos unitarios de operación para valores del tiempo de ¢0.0, ¢2.50 y ¢5.0 respectivamente.

R = Restringida. A.M. = Asfalto mal estado. Veloc. R = Velocidad de ruedo Km/h.

REFERENCIAS - BIBLIOGRAFIA.

1. Anteproyecto de la Carretera Aeropuerto El Coco-San Ramón, MOP, Departamento de Planeamiento - 1956.

2. Anteproyecto de la Carretera Woodrow Wilson, MOP, Departamento de Planeamiento - 1958.

3. Informe de Rectificación de la Carretera Nacional No.1, entre Alajuela y San Ramón, MOP, Departamento de Planeamiento - 1959.

4. Normas de Diseño Geométrico, para Nuevas Carreteras - MOP, Departamento de Planeamiento - 1962.

5. Inventario de Ruta No.1, MOP, Departamento de Planeamiento - 1962.

6. Proyecciones de Tránsito para C. R., MOP, Departamento de Planea - miento - 1962.

7. Vehículos-Km. y Tons.-Km. en las Rutas Nacionales y Regionales de Costa Rica - 1961, MOP, Departamento de Planeamiento (por publicarse).

8. A Policy on Geometric Design of Rural Highways, AASHO - 1954.

9. Highway Capacity Manual, U.S.D.C., B.P.R.- 1950.

10. Highway Capacity Studies, H.R.B., Bulletin 167 - 1957.

11. Road User Benefit Analyses for Highway Improvements.Edición - 1960, AASHO.

12. Traffic Quarterly, January 1961 - The Eno Foundation for Highway Tra - ffic Control.

13. Estudios de la Primera Etapa del Plan Vial - MOP, Departamento de Vialidad - 1961.

14. Características del T.P.D. del Area Metropolitana - 1957-1962, MOP, Departamento de Planeamiento (por publicarse)

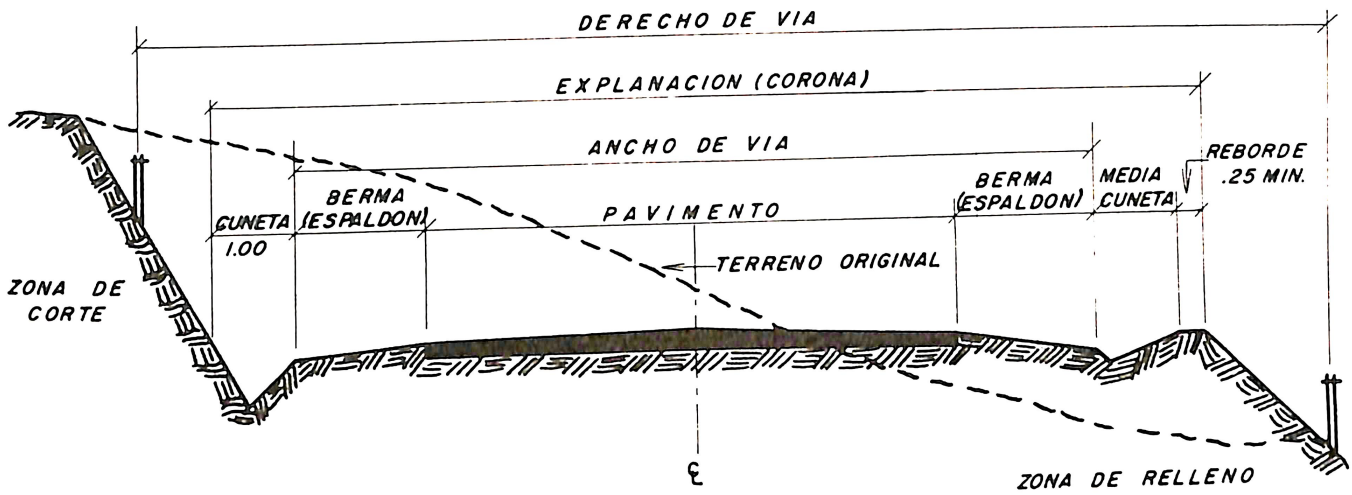
15. Investigación sobre Velocidades. Carreteras Nacionales y Regionales de Costa Rica. MOP, Departamento de Planeamiento - 1961. (por pu - blicarse).

MAPAS Y GRAFICOS

NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO

CARRETERA TIPO "E"

TRANSITO DE 3000 A 8000 V. P. D.



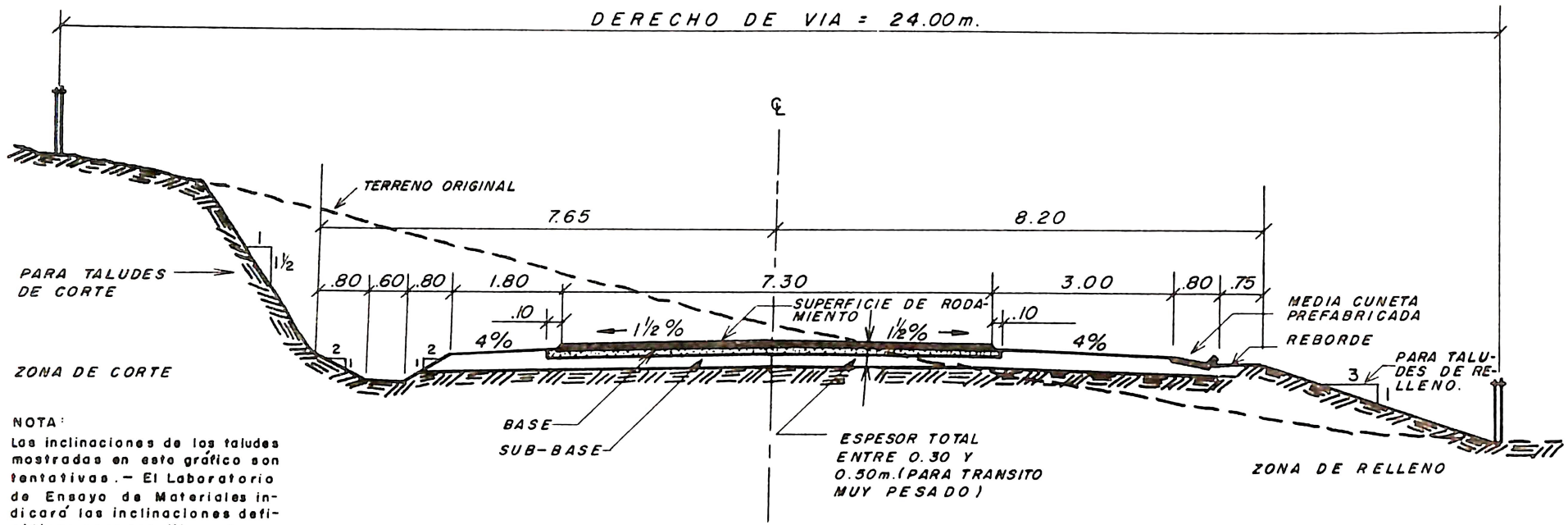
ESQUEMA DE SECCION TRANSVERSAL TIPICA

NORMAS PARA	TERRENOS PLANOS	TERRENOS ONDULADOS O QUEBRADOS	TERRENOS MONTAÑOSOS
VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	112	96	64
RADIO MINIMO (M)	580	350	160
PENDIENTE (%)	4	5	6
VISIBILIDAD DE PARADA (M)	183	145	84
ANCHO DE PAVIMENTO (M)	7.30	7.30	7.30
TIPO DE SUPERFICIE	CONCRETO ASFALTICO		
ANCHO DE BERMA (M)	3.0	3.0	1.80
DERECHO DE VIA (M)	24		
ANCHO DE PUENTES (M)	8.30		
CARGA DE PUENTES	H-15-S12		

Figura 5-1

ANTEPROYECTO CARRETERA "EL COCO — SAN RAMON"

TRANSITO DE 3000 A 8000 V. P. D.
TERRENO PLANO



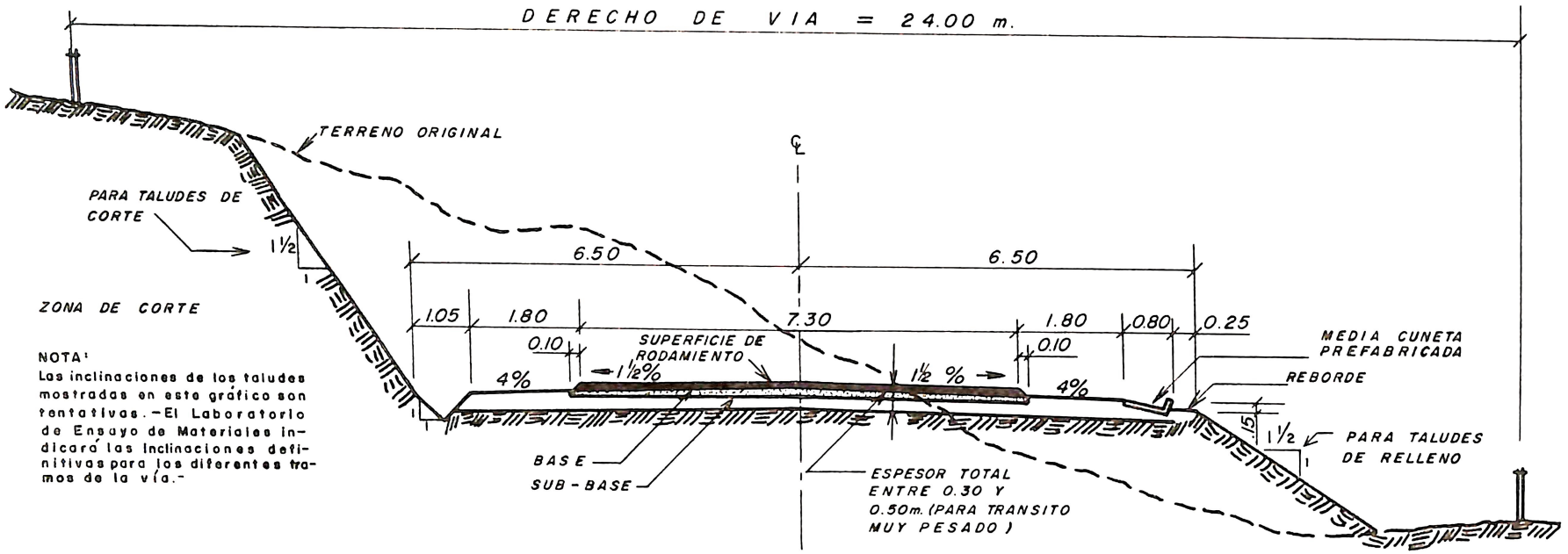
NOTA:
Las inclinaciones de los taludes mostradas en este grático son tentativas. — El Laboratorio de Ensayo de Materiales indicará las inclinaciones definitivas para los diferentes tramos de la vía. —

SECCION TRANSVERSAL TIPICA
EN TANGENTE PARA DOS VIAS

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS		
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO		
ESCALA 1:100	NOVIEMBRE 1962	FIGURA 5 — 2

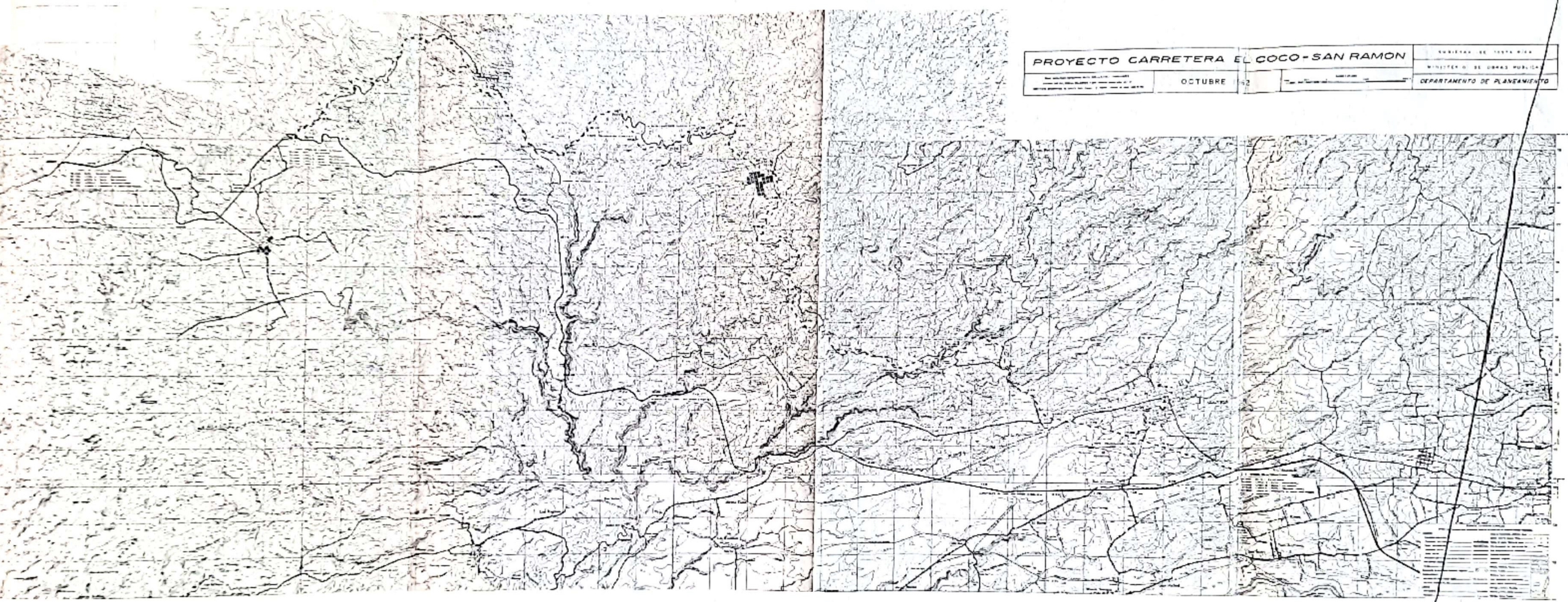
ANTEPROYECTO CARRETERA "EL COCO — SAN RAMON"

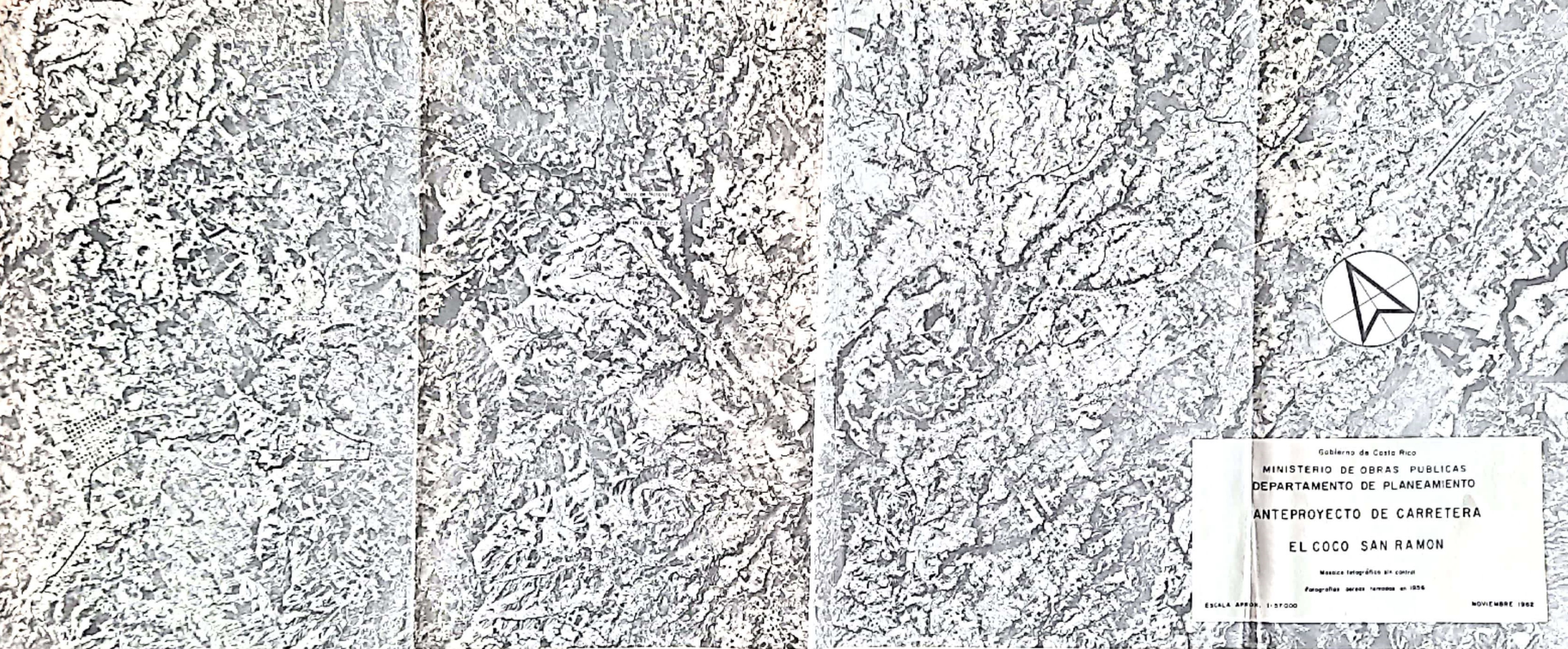
TRANSITO DE 3000 A 8000 V. P. D.
TERRENO ONDULADO Y MONTAÑOSO



SECCION TRANSVERSAL TIPICA
EN TANGENTE PARA DOS VIAS

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS		
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO		
ESCALA 1:100	NOVIEMBRE 1962	FIGURA 5-3


PROYECTO CARRETERA EL COCO - SAN RAMON
OCTUBRE
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO


Gobierno de Costa Rica
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
ANTEPROYECTO DE CARRETERA
EL COCO SAN RAMON
Mosaico fotográfico sin control
Fotografías aéreas tomadas en 1956
ESCALA APROX. 1:57000
NOVIEMBRE 1962

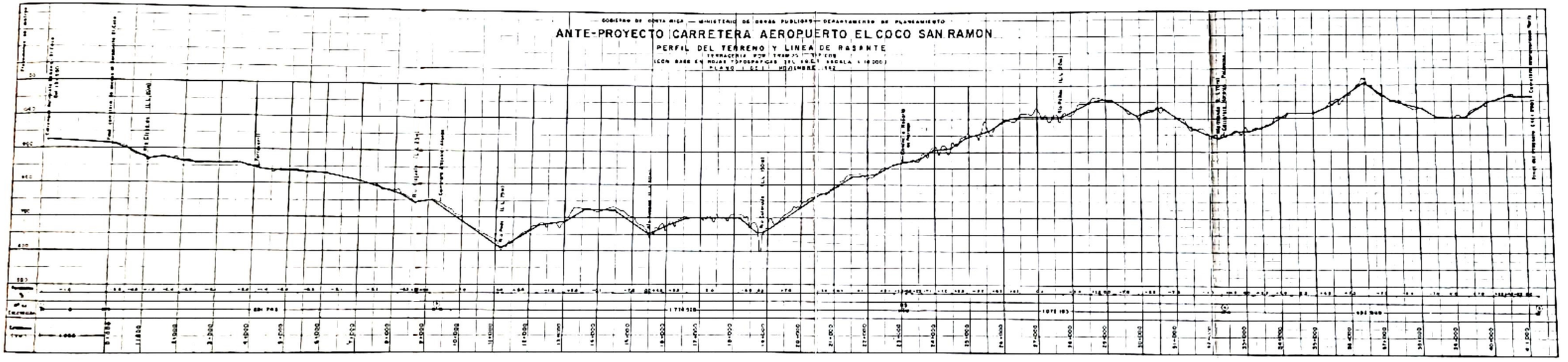
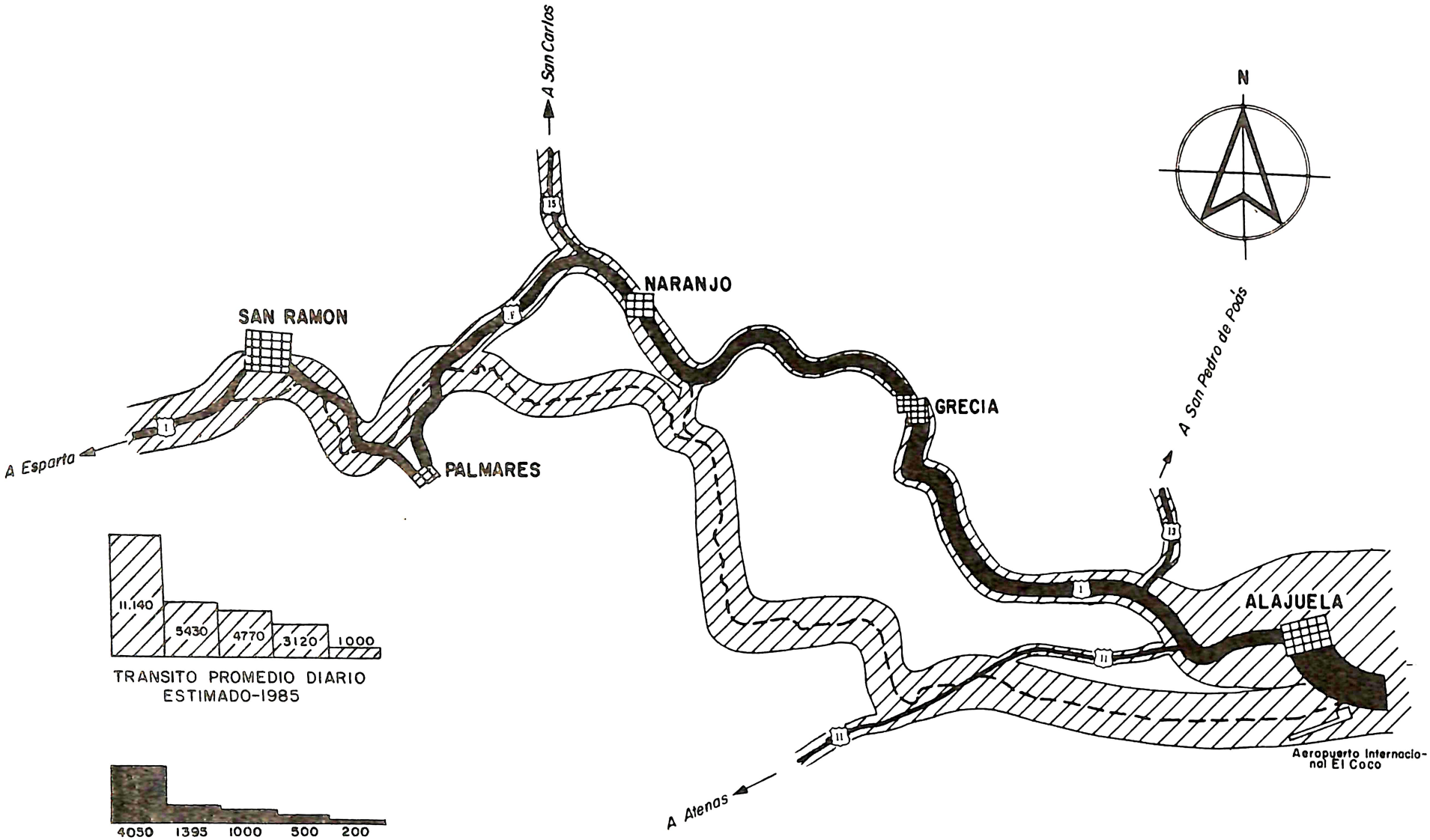

GOBIERNO DE COSTA RICA — MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
ANTE-PROYECTO CARRETERA AEROPUERTO EL COCO SAN RAMON
PERFIL DEL TERRENO Y LINEA DE RASANTE

Figura 5-4

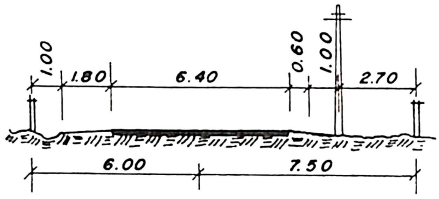
GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
ANTEPROYECTO CARRETERA EL COCO SAN RAMON



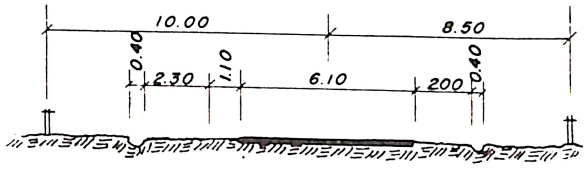
MAPA DE FLUJO DE TRANSITO

Figura 5-7

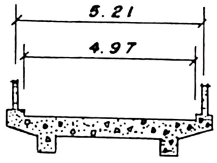
CARRETERA "ALAJUELA — SAN RAMON"



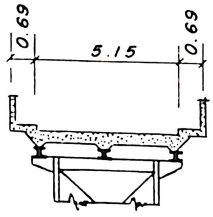
ENTRADA A ALAJUELA
T. P. D. = 4050



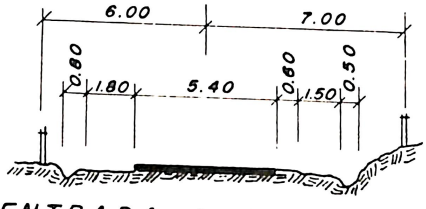
SALIDA DE NARANJO
T. P. D. = 1300



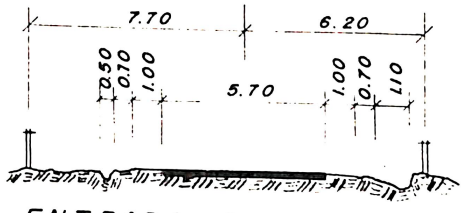
PUENTE RIO ALAJUELA
T. P. D. = 1750



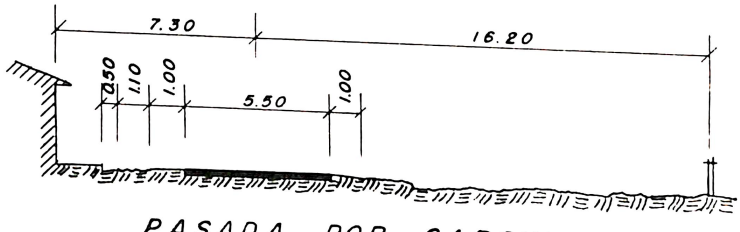
PUENTE RIO GRANDE
T. P. D. = 880



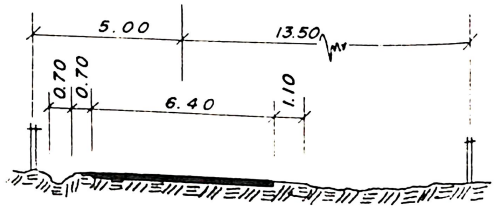
ENTRADA A GRECIA
T. P. D. = 1280



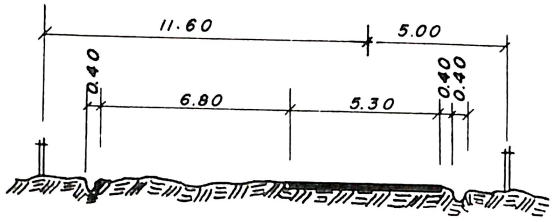
ENTRADA A PALMARES
T. P. D. = 880



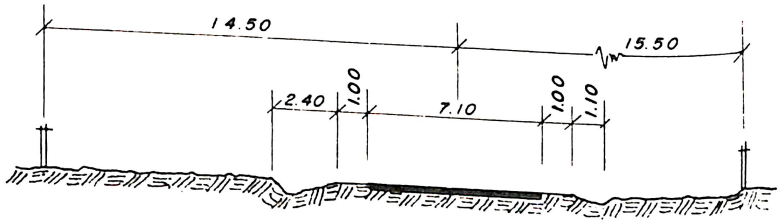
PASADA POR SARCHI
T. P. D. = 1460



ENTRADA A SAN RAMON
T. P. D. = 970



ENTRADA A NARANJO
T. P. D. = 1460



SALIDA DE SAN RAMON
(CARRETERA INTERAMERICANA NORTE)
T. P. D. = 510

SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLUMENES DE TRANSITO EN 1961

Figura 5-8

LEVANTADO	POR	V.J.M.O.
DISEÑADO	POR	G.M.B.
DIBUJADO	POR	A.C.CH.
REVISADO	POR	E.C.C.
APROBADO	POR	W.M.C.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA Nº 1
SAN JOSE-ALAJUELA-SAN RAMON
PEÑAS BLANCAS

SECCION 20+000 KM A 31+000 KM
OCTUBRE 1962 — PLANO Nº 3 DE 32

1. POSTES DE KILOMETRAJE
2. LIMITES
3. SECCIONES DE CONTROL
4. INTERSECCIONES Y EDIFICIOS
5. DRENAJES
6. TIPOS DE PAVIMENTO
7. ESPESOR FALTANTE
8. ANCHO DE PAVIMENTO
9. DERECHO DE VIA
10. VOLUMEN DE TRANSITO
11. CURVATURA (RADIO)
12. PENDIENTES
13. VELOCIDAD
14. VISIBILIDAD
15. ACCIDENTES

URBANOS
PROVINCIALES
PUENTES
ALCANTARILLAS
HORMIGON
ASFALTO
MAT. GRANULAR
TIERRA
EN CENTIMETROS
EN METROS
EN METROS
T. P. D. 1959
EN METROS
%
EN METROS

20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

RURAL — ALAJUELA — RURAL
PROVINCIA DE ALAJUELA
I-A-10 I-A-11 I-A-12 I-A-13 I-A-14

ONDULACIONES LEVES, ESTADO REGULAR
CRIETAS Y ONDULACIONES, ESTADO REGULAR

URBANO
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO

Figura 5-9

LEVANTADO	POR	V.J.H.Q.
DISEÑADO	POR	S.A.R.
DIBUJADO	POR	A.C.M.
REVISADO	POR	E.C.E.
APROBADO	POR	W.R.C.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA Nº 1
SAN JOSE-ALAJUELA-SAN RAMON
PEÑAS BLANCAS

SECCION 30+000 KM A 41+000 KM
OCTUBRE 1962 — PLANO Nº 4 DE 32

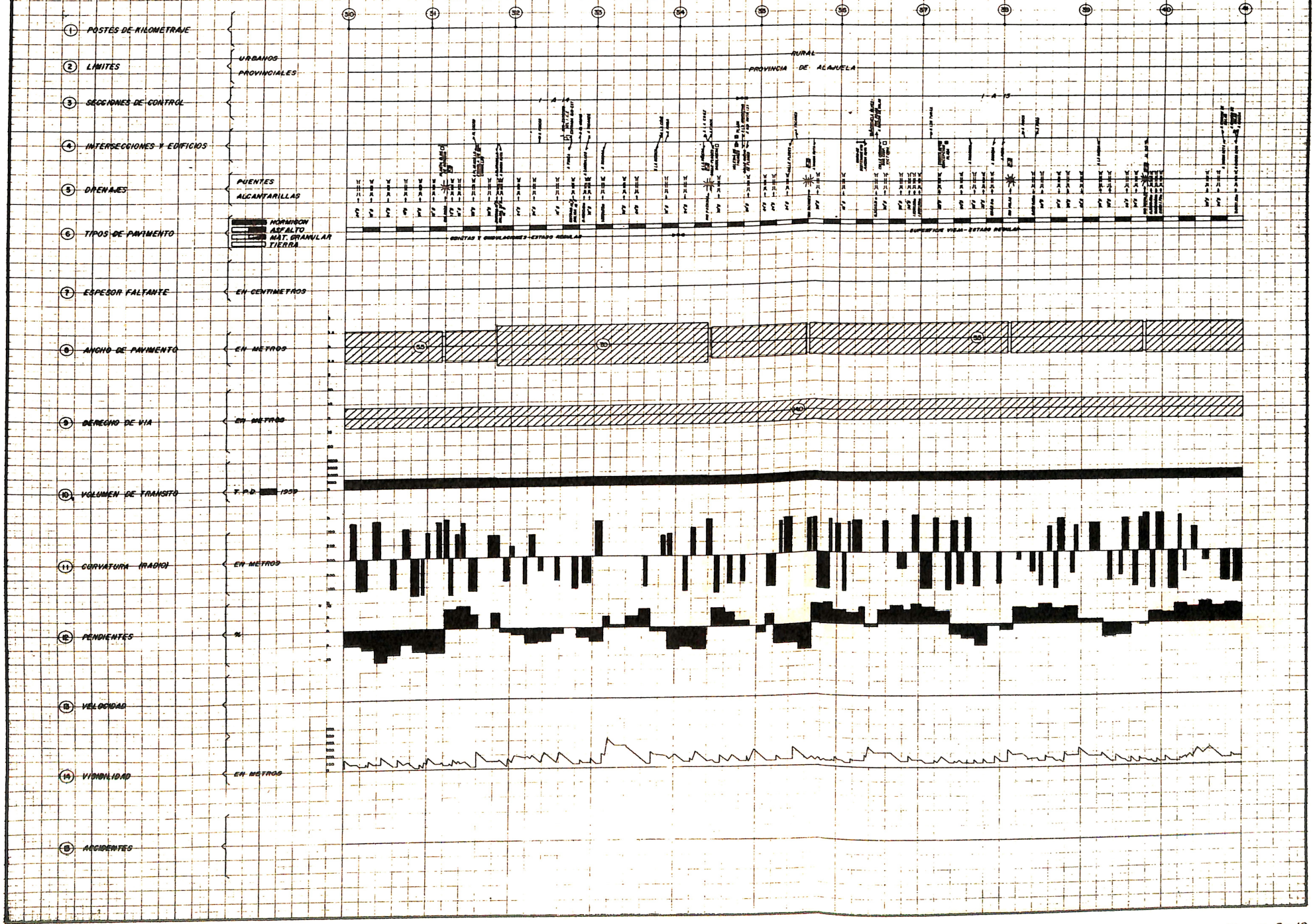


Figura 5-10

LEVANTADO	POR	J J H Q
DISEÑADO	POR	S P B
DIBUJADO	POR	A C C H
REVISADO	POR	E C C
APROBADO	POR	N M C

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA Nº 1

SAN JOSE-ALAJUELA-SAN RAMON

PEÑAS BLANCAS

SECCION 40+000 KM A 51+000 KM

NOVIEMBRE 1962 | PLANO Nº 5 DE 32

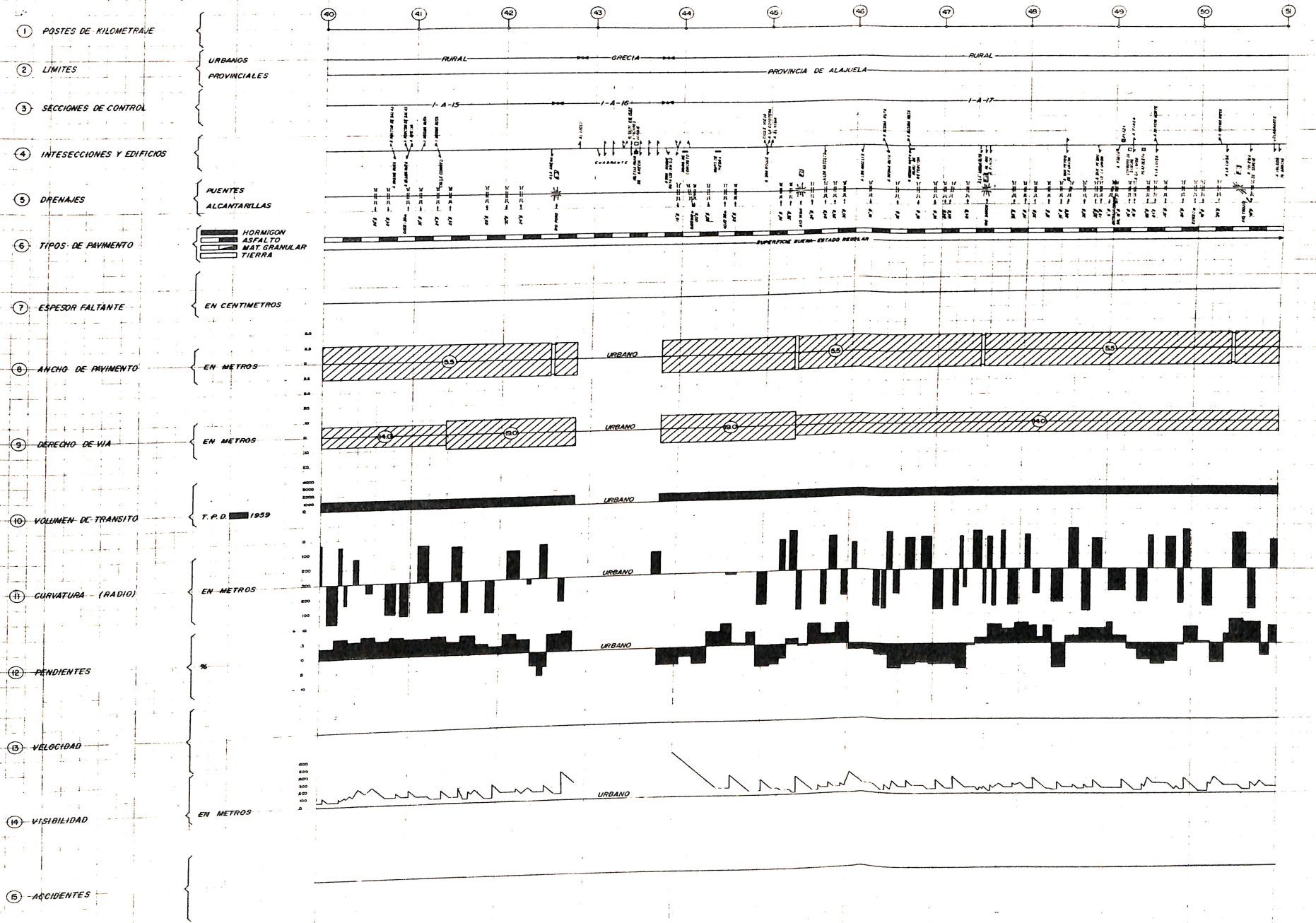


Figura 5-11

LEVANTADO	POR	J.J.N.O.
DISEÑADO	POR	S.R.D.
DIBUJADO	POR	A.C.H.
REVISADO	POR	A.S.E.
APROBADO	POR	N.M.C.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA Nº 1

SAN JOSE-ALAJUELA-SAN RAMON

PEÑAS BLANCAS

SECCION 50+000 KM A 61+000 KM

OCTUBRE 1962 | PLANO Nº 6 DE 32

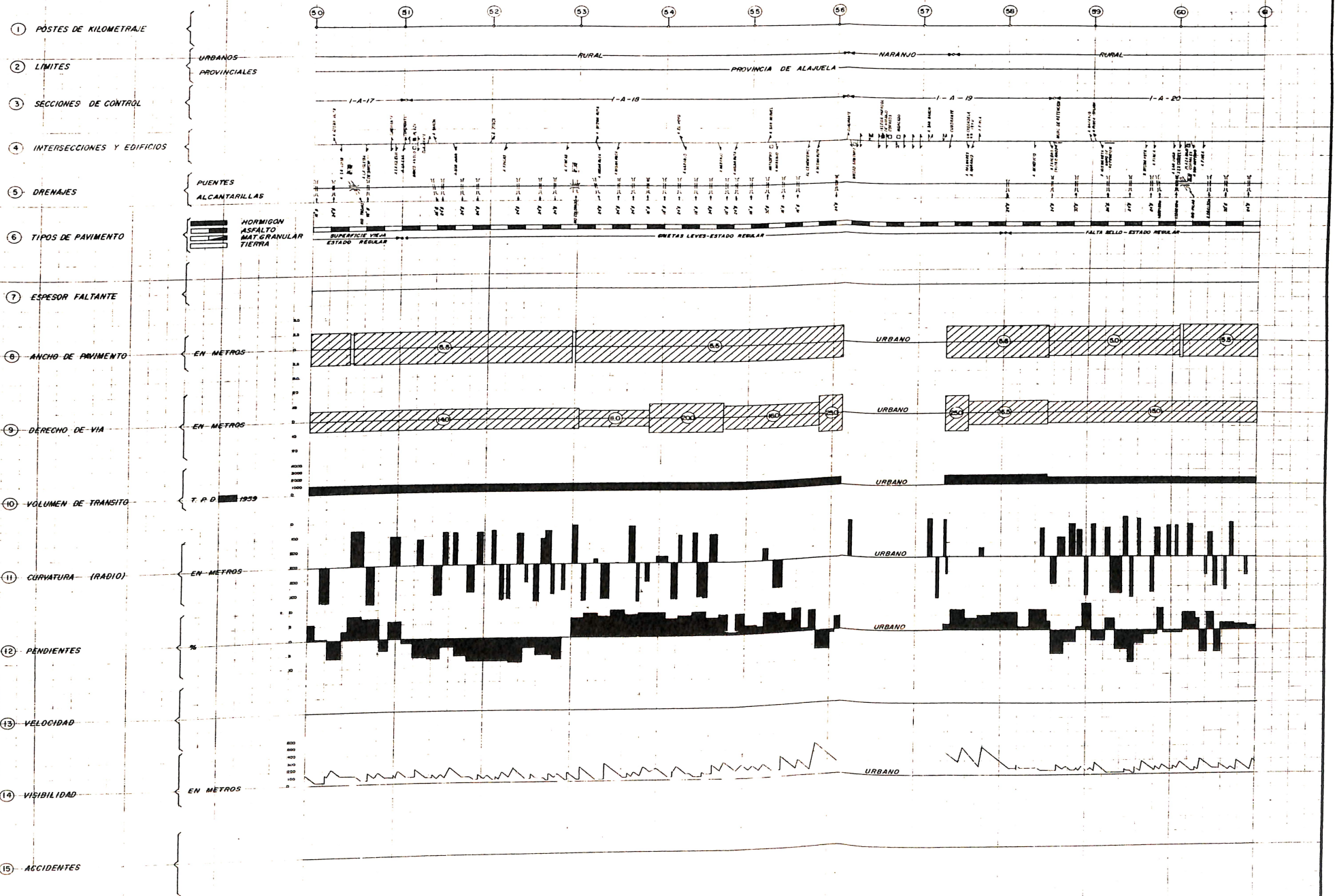


Figura 5-12

LEVANTADO	POR	J J H O
DISEÑADO	POR	S R Ø
DIBUJADO	POR	F L H
REVISADO	POR	A S E
APROBADO	POR	N M C

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA Nº 1
SAN JOSE - ALAJUELA
SAN RAMON - PEÑAS BLANCAS
SECCION 60+000 KM. A 71+000 KM.
OCTUBRE 1962 — PLANO Nº 7 DE 32

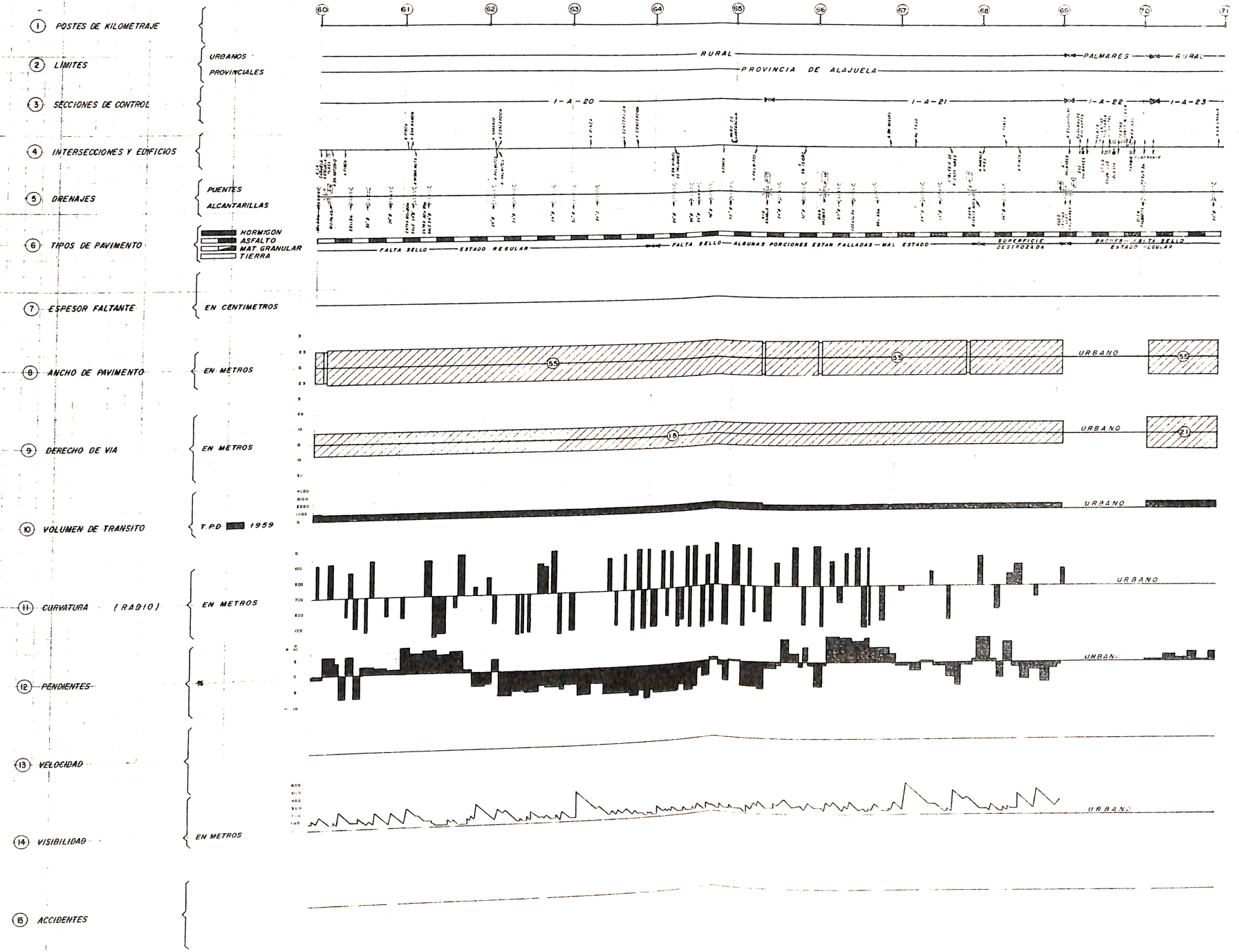


Figura 5 – 13

LEVANTADO	POR	J.J.M.O
DISEÑADO	POR	S.R.B
DIBUJADO	POR	F.L.N
REVISADO	POR	E.C.C.
APROBADO	POR	N.M.C.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA Nº 1
SAN JOSE-ALAJUELA-SAN RAMON
PEÑAS BLANCAS

SECCION 70+000 KM A 77+360 KM
NOVIEMBRE 1962 | PLANO Nº 8 0E 32

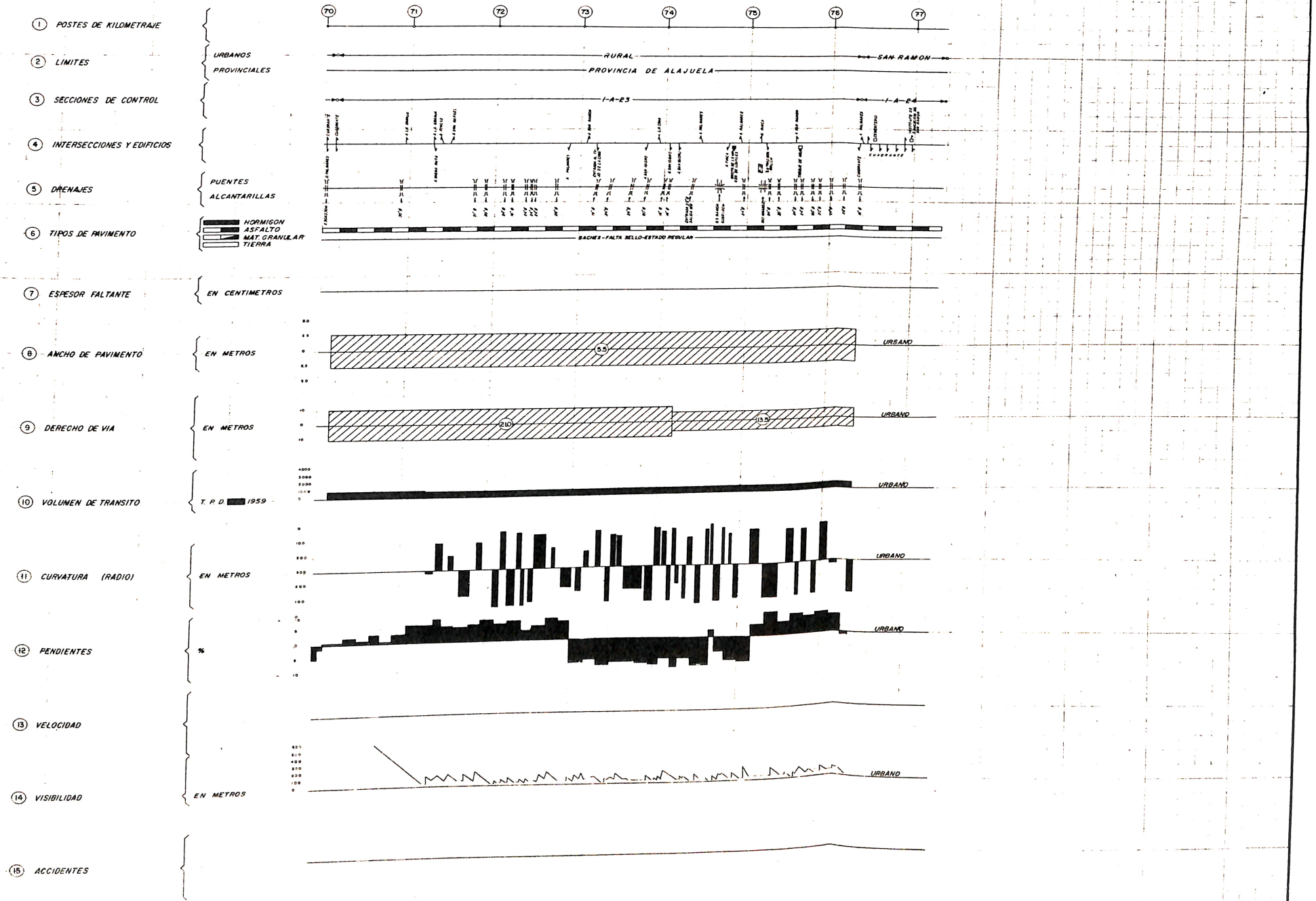
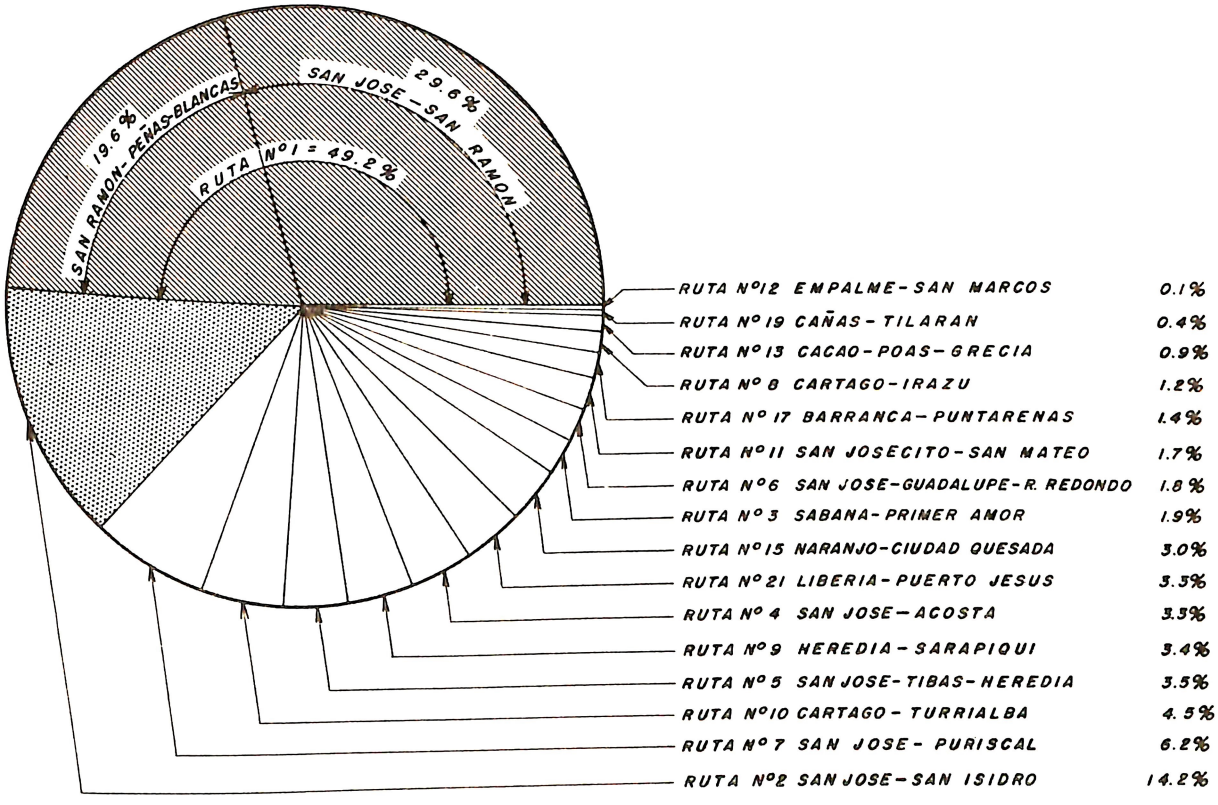


Figura 5-14

DISTRIBUCION DEL KILOMETRAJE RECORRIDO ANUALMENTE POR TODOS LOS VEHICULOS EN LAS RUTAS NACIONALES

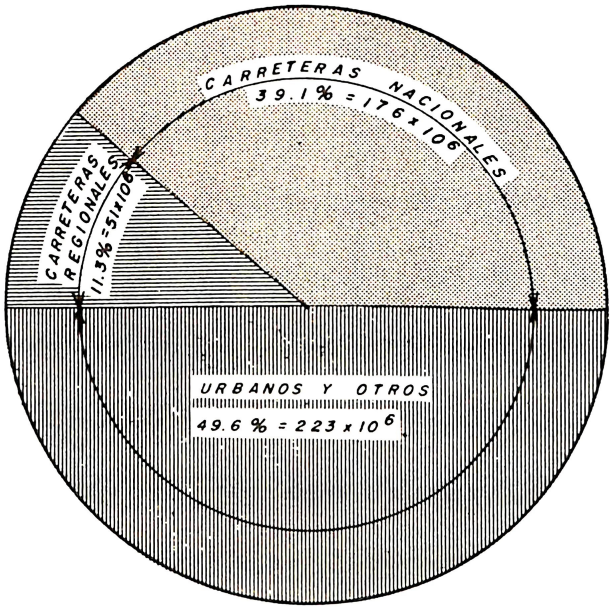


TOTAL DE KILOMETROS RECORRIDOS EN LAS CARRETERAS NACIONALES POR TODOS LOS VEHICULOS EN 1961

176×10^6 Km.

Figura 5-15

KILOMETRAJE RECORRIDO EN LA RED VIAL DE COSTA RICA



TOTAL DE KILOMETROS RECORRIDOS
POR TODOS LOS VEHICULOS EN 1961
450×10^6

Figura 5-16

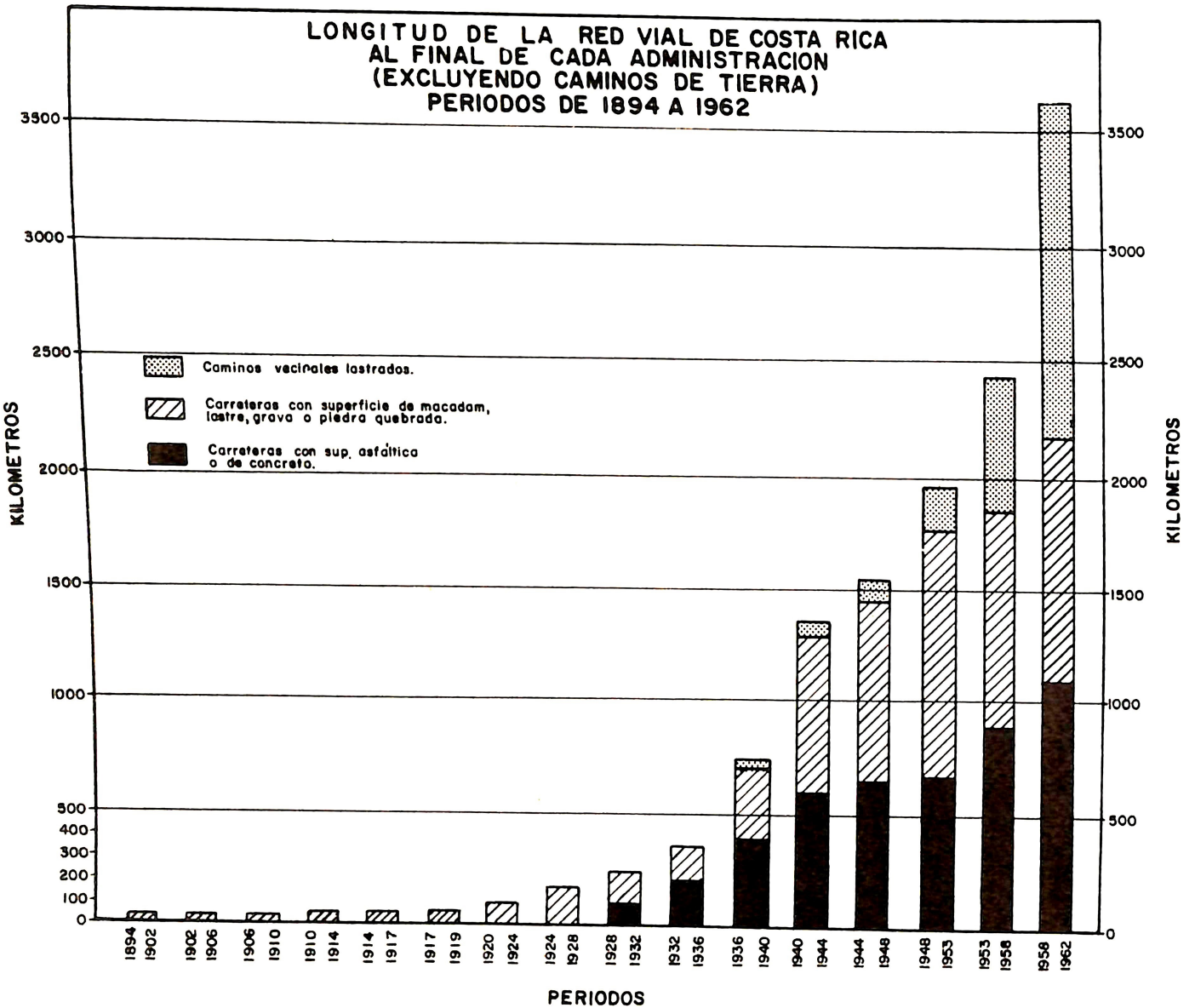

LONGITUD DE LA RED VIAL DE COSTA RICA
AL FINAL DE CADA ADMINISTRACION
(EXCLUYENDO CAMINOS DE TIERRA)
PERIODOS DE 1894 A 1962
KILOMETROS
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
400
300
200
100
0
Caminos vecinales lastrados.
Carreteras con superficie de macadam, lastre, grava o piedra quebrada.
Carreteras con sup. asfáltica o de concreto.
1894 1902
1902 1906
1906 1910
1910 1914
1914 1917
1917 1919
1920 1924
1924 1928
1928 1932
1932 1936
1936 1940
1940 1944
1944 1948
1948 1953
1953 1958
1958 1962
PERIODOS

Figura 5—17

RANGOS DE DECISION

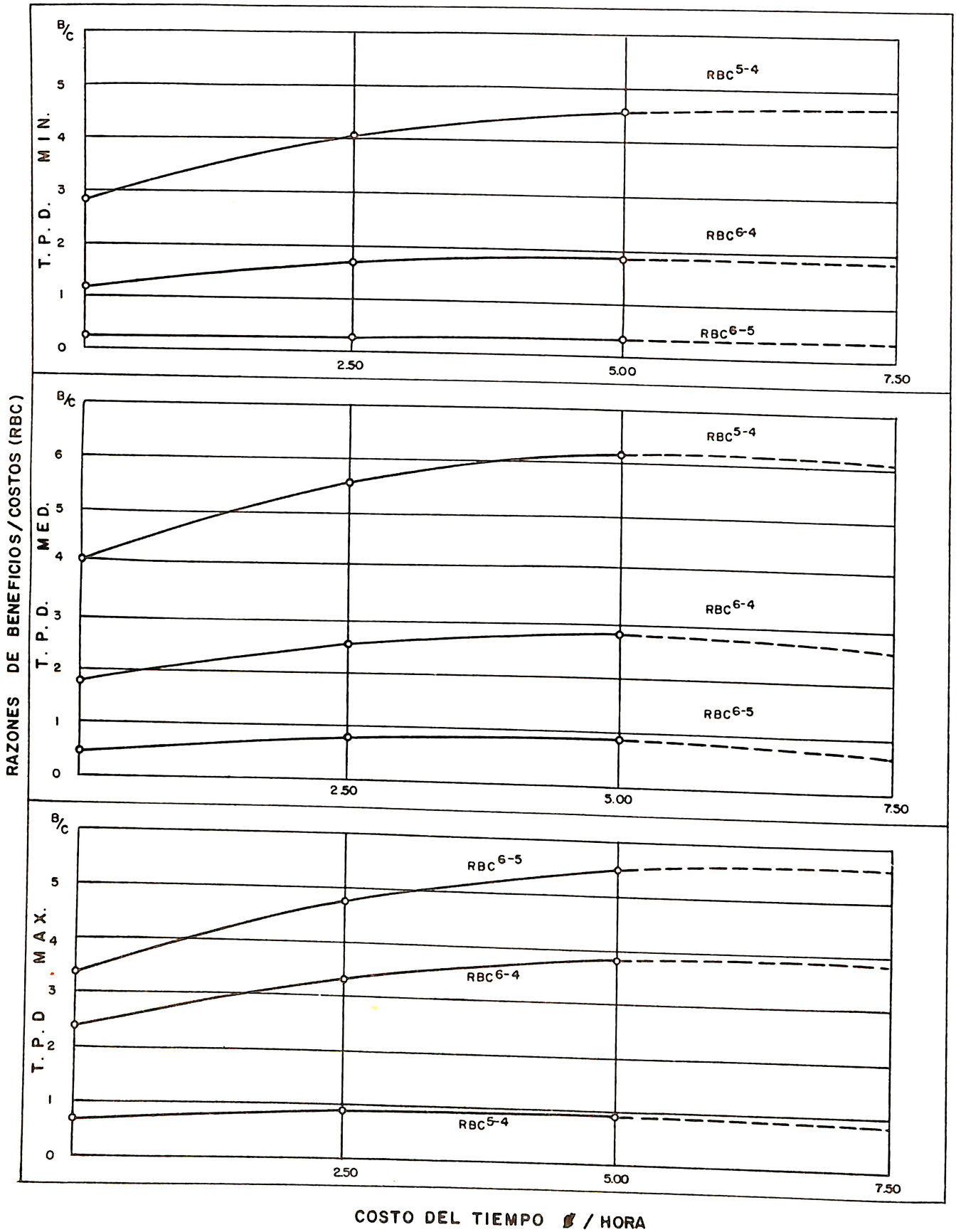


Figura 5-18

RANGOS DE DECISION

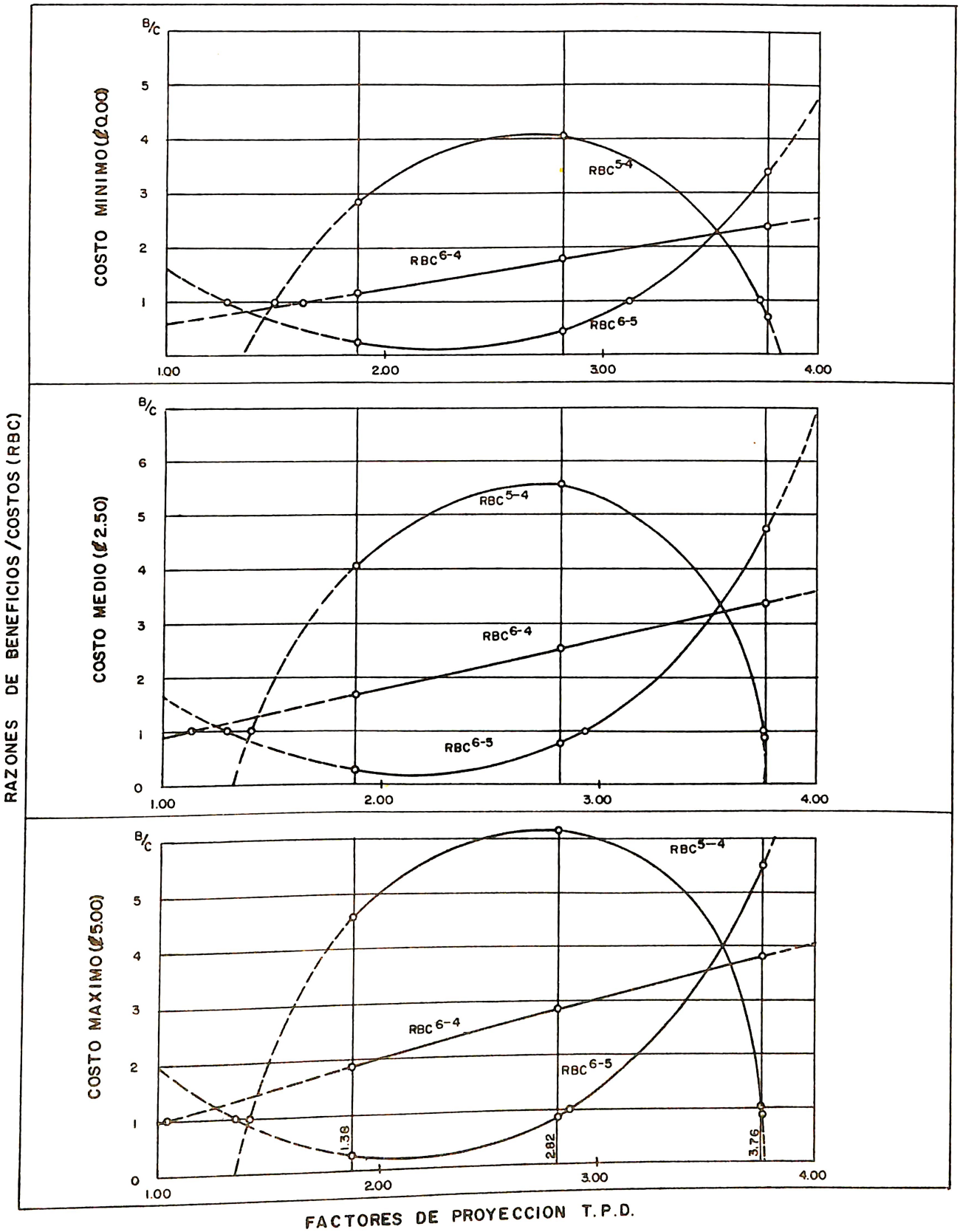
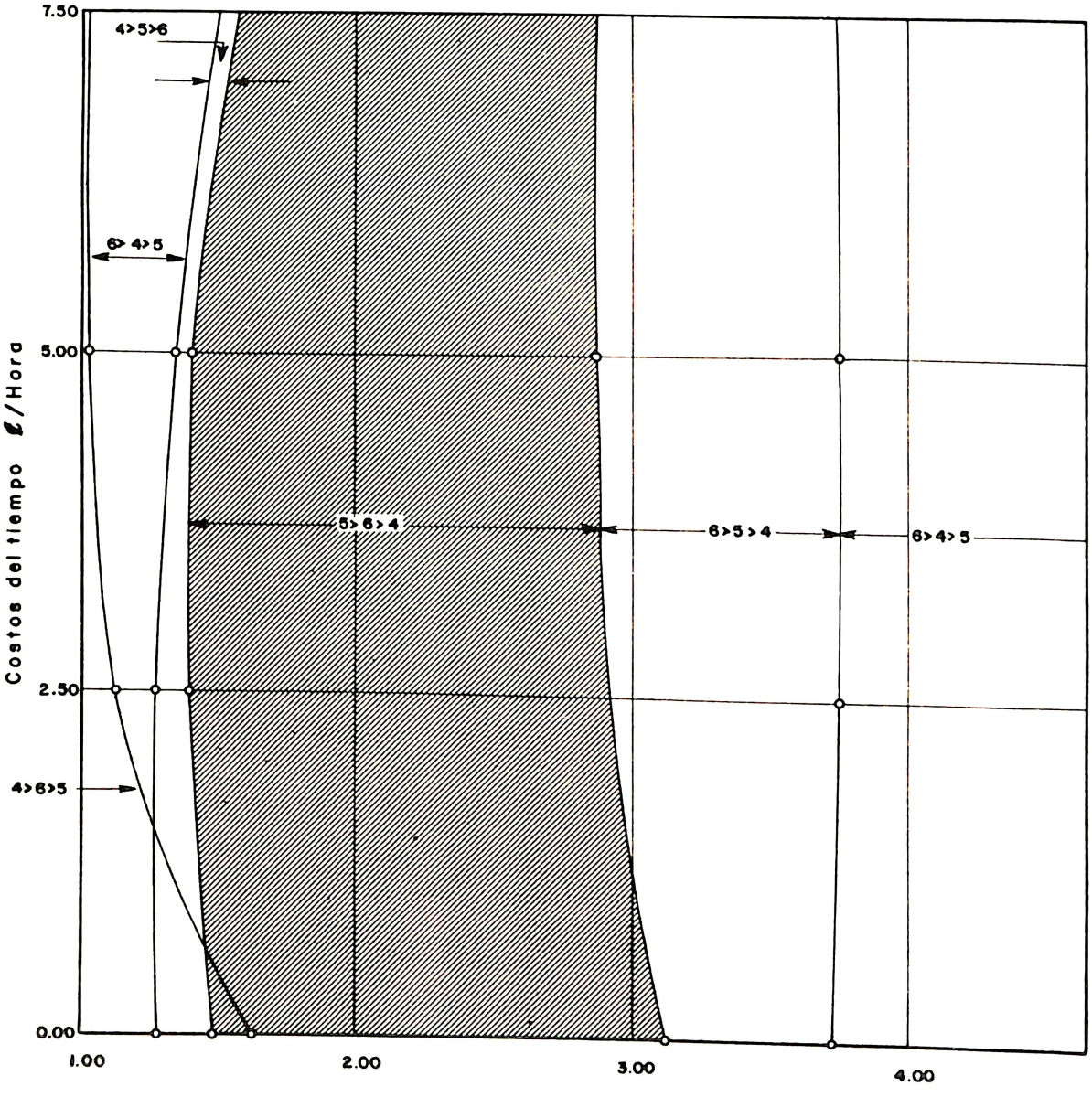


Figura 5–19

ANTEPROYECTO DE CARRETERA EL COCO - SAN RAMON

MAPA DE DECISION OPTIMA

COMPARACION DE ALTERNATIVAS Nºs: 4 , 5 Y 6



RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE BENEFICIOS Y COSTOS

Figura 5-20

FOTOLITOGRAFIA
INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA

FOTOLITOGRAFIA
INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA