

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
E/CN.12/CCE/SC.3/26
Agosto de 1969
ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE TRANSPORTES

APUNTES SOBRE PROBLEMAS DE CARRETERAS EN MEXICO Y CENTROAMERICA

INDICE

	<u>Página</u>
Introducción	1
I. Redes de carreteras de México y Centroamérica	3
1. Aspectos generales	3
2. Redes alimentadoras y caminos vecinales	3
II. Organismos viales existentes, empresas, contratistas y consultores, e inversiones en carreteras	11
1. Organismos viales	11
2. Empresas, contratistas y consultores	12
a) Guatemala	12
b) El Salvador	12
c) Honduras	12
d) Nicaragua	12
e) Costa Rica	13
f) México	13
3. Inversiones	14
III. Especificaciones de construcción, costos	28
1. Especificaciones geométricas	28
2. Costos de construcción y comparación de los mismos entre algunos países	29
3. Mantenimiento de caminos	37
4. Puentes y pasos a desnivel	41
a) Costos de los estudios de campo para puentes y pasos a desnivel	43
b) Costos de los proyectos	44
c) Costos de construcción	46
5. Tipos de carpetas	47
a) Criterios	47
b) Emulsiones catiónicas	49
6. Pruebas experimentales	51

	<u>Página</u>
IV. Aspectos económicos y de planificación	56
1. Clasificación y evaluación de carreteras en México	56
a) De función social	56
b) De penetración económica	56
c) Para regiones en pleno desarrollo	57
2. Estudio de proyectos	58
3. Carreteras y puentes de cuota en México	60
4. Datos básicos. Origen y destino, inventarios y aforos de tránsito	62
V. Aspectos administrativos	65
1. Sueldos y jornales	65
2. Subcontratación	65
3. Métodos de programación y sistemas contables	65
VI. Maquinaria y equipo	69
1. Equipo y maquinaria utilizados	69
a) Vida útil	69
b) Maquinaria y mano de obra	69
c) Fabricación nacional e importación. Características	70
d) Capital de operación, costos relativos, financiamiento y tiempo de empleo de la maquinaria	70
e) Alquiler de equipos	76
VII. Recomendaciones	78

INTRODUCCION

En diversas oportunidades se ha recomendado por el Subcomité de Transportes, organismo del Comité de Cooperación Económica del Istmo Centroamericano (CCE) --entre otras, en la resolución aprobada durante su segunda reunión, en junio de 1963, "Adopción de técnicas de construcción y diseño de carreteras" (SC.3)--, la realización de un estudio comparativo de los procedimientos y sistemas técnicos que se siguen sobre planificación, diseño y construcción de carreteras tanto en el área centroamericana como en México, con el objeto de tratar de determinar las ventajas concretas de orden económico que se derivarían de la utilización de normas y procedimientos uniformes para toda la región aludida.

En cumplimiento de ese propósito se han redactado --con carácter informativo-- los apuntes que figuran a continuación sobre las técnicas de planificación, diseño y construcción de carreteras que se utilizan o se siguen en la actualidad en los distintos países de Centroamérica y en México.

Estos apuntes, elaborados por el señor Isaac Scheinvar, consultor de la sección de transportes de la oficina de la CEPAL en México, tienden a concretar aspectos sobre los que sería de gran utilidad realizar estudios más detenidos.

I. REDES DE CARRETERAS DE MEXICO Y CENTROAMERICA

1. Aspectos generales

Al terminar el año 1966, las redes de carreteras presentaban las características que figuran en los cuadros 1 a 5.

Panamá y Costa Rica ocupaban el primer lugar en cuanto a número de habitantes por kilómetro de carretera y El Salvador el primero, en cuanto a extensión de superficie por kilómetro de carretera. En términos generales, la situación de México resultaba desfavorable comparada con la de los países centroamericanos, como lo es la de ellos y la de México si se compara con la de países como Francia y los Estados Unidos.

México se encuentra en mejor posición que los países centroamericanos, con excepción de Costa Rica, en lo que se refiere a kilómetros de red pavimentada con respecto a la población. En cambio la extensión de la red pavimentada relacionada con la superficie de dichos países resulta más favorable para El Salvador y Costa Rica que para México. Al comparar los países centroamericanos en conjunto, con México, el hecho puede significar que en los primeros se ha seguido una política más definida de construcción de carreteras, aunque sin pavimentar, mientras en el segundo se acusa una tendencia relativa más alta a la pavimentación de los caminos; a esto probablemente ha contribuido no sólo el nivel de tránsito --16.9 vehículos/km en México y 5.8 en Centroamérica (véase el cuadro 5)-- sino también la disponibilidad de petróleo.

2. Redes alimentadoras y caminos vecinales

Por las redes de caminos alimentadores y en particular los vecinales, por su extensión, por sus conexiones con las demás redes de comunicación y por la relación que existe entre su longitud y la superficie del país, pueda conocerse uno de los aspectos más importantes del desarrollo vial de cada uno de los países estudiados en este trabajo.

Cuadro 1

LONGITUD DE CARRETERAS E INDICES DE SUPERFICIE Y POBLACION

País o región	Superficie km ²	Habitantes (miles)	Red vial (km)		Km ² superficie por km de carretera		Habitante por km de carretera	
			Total	Pavimentada	Total	Pavimentada	Total	Pavimentada
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1/3) (5)	(1/4) (6)	(2/3) (7)	(2/4) (8)
Centroamérica ^{a/}	432 770	11 717			17.80	89	472	2 410
Costa Rica ^{a/}	50 700	1 336	5 441	1 253	9.30	41	245	1 066
El Salvador ^{a/}	21 393	2 721 ^{e/}	3 081	1 057	6.70	20	883	2 570
Estados Unidos ^{b/}	9 363 353	179 323	2.18	...	33	...
Francia ^{b/}	551 208	45 542 ^{e/}	0.74	...	70	...
Guatemala ^{a/}	108 889	4 095 ^{e/}	7 569	1 303	14.50	83	541	3 140
Honduras ^{a/}	112 088	2 024 ^{e/}	3 530	430	32.00	260	573	4 706
México ^{c/}	1 972 546	39 643 ^{e/}	60 440	33 186	33.09	60	656	1 190
Nicaragua ^{a/}	139 700	1 541 ^{e/}	5 195	819	29.00	171	297	1 880
Panamá ^{a/}	75 650	1 177 ^{a/e/}	6 226	1 063	12.22	71	189	1 110

Fuente: CEPAL.

^{a/} 1963.^{b/} 1960 - Censo.^{c/} 1964.^{d/} No incluye la zona del Canal.^{e/} Cifra estimada.

Cuadro 2

CENTROAMERICA Y MEXICO: INCREMENTO ANUAL DE LA RED VIAL, 1954-63

País	Incremento anual promedio (kilómetros)		Tasa promedio anual de crecimiento (por ciento)		Relación de incrementos pavimentada a total (por ciento) (2/1) (5)
	Total (1)	Pavimentada (2)	Total (3)	Pavimentada (4)	
Centroamérica	1 459	282	9.2	9.1	19
Costa Rica	361	44	11.5	4.4	12
El Salvador	158	46	7.4	5.5	29
Guatemala	320	97	5.6	14.6	30
Honduras	196	43 ^{a/}	8.4		22
Nicaragua	422	52	18.2	10.5	12
México	3 175	1 464	8.4	6.5	46

Fuente: CEPAL.

a/ En 1954 no había carreteras pavimentadas.

Cuadro 3

CENTROAMERICA Y PANAMA: COMPARACION CON MEXICO DE INDICES DE SUPERFICIE Y POBLACION^{a/}

País y región	Km ² por km de carretera		Habitantes por km de carretera	
	Total	Pavimentada	Total	Pavimentada
Centroamérica	+	-	+	-
Costa Rica	+	+	+	+
El Salvador	+	+	-	-
Guatemala	+	-	+	-
Honduras	+	-	+	-
Nicaragua	+	-	+	-
Panamá	+	+	+	+

a/ Comparación con base en datos del cuadro 1.

+ = Superior a México.

- = Inferior a México.

Cuadro 4

CENTROAMERICA, MEXICO Y PANAMA: DESARROLLO RELATIVO
DE LA RED PAVIMENTADA

País	Relación de la red pavi- mentada con la total (Porcientos)	
	1953	1963
Centroamérica	20	20
Costa Rica	44	23
El Salvador	40	34
Guatemala	8	17
Honduras	-	12
México	67	55
Nicaragua	31	16
Panamá	...	17

Cuadro 5

CENTROAMERICA, MEXICO Y PANAMA: RELACION ENTRE VEHICULOS
AUTOMOTORES Y LONGITUD DE LA RED

País	Vehículos automotores, 1962			Por km de carretera (número)
	Total (número)	Número Comerciales	Por ciento	
Centroamérica	141 020	45 782	32	5.8
Costa Rica	26 930	9 200	34	5.3
El Salvador	33 718	9 383	25	11.2
Guatemala	48 461	15 498	32	6.6
Honduras	11 606	5 432	46	3.5
México	902 203	354 052	39	16.9
Nicaragua	16 305	6 269	38	3.5
Panamá	30 878	3 016	10	5.0

/La red de

La red de caminos vecinales de México, cuya construcción fue iniciada en 1947, se estima en unos 15 000 km^{1/2/} de los cuales 3 250 (21.5 por ciento) están pavimentados; como la mayoría del país está constituida por poblados, caseríos y pequeños núcleos de población, se considera bajo su nivel de integración, y se estima que el país necesita de 100 000 a 200 000 km de este tipo de caminos.

Esta situación se refleja en la relación entre la longitud de la red troncal y de la red alimentadora, que es de apenas 1.4.

En los cuadros 6 y 7 se compara la situación de México y de algunos países centroamericanos^{3/} a este respecto.

Los caminos vecinales no fueron pavimentados en El Salvador hasta 1963. La densidad de caminos mejorados y no mejorados, transitables durante todo el año, es de 54 m/km²; excluyendo los no mejorados sería de 14 m/km², mayor que la de México. La relación km de red alimentadora con respecto a km de red troncal es de 3.4 y, excluyendo los caminos no mejorados pero transitables durante todo el año, de 2.1. En ambos casos, los índices mejoran el de México.

La densidad de caminos vecinales de Nicaragua es de 26.6 m/km², inferior a la de El Salvador pero superior a la de México.

La relación de longitudes de la red alimentadora (departamental y vecinal) y de la red troncal (llamada nacional) es en Nicaragua (3.7); superior a la de México y es comparable a la de El Salvador.

En Costa Rica, 257 kilómetros (7.8 por ciento) de las carreteras vecinales están pavimentadas, el valor de la densidad de m de caminos/km² es superior al de México, El Salvador y Nicaragua, y en lo que se refiere a la relación Km de carreteras alimentadoras con respecto a km de carreteras troncales se acerca a la de El Salvador y Nicaragua y supera a la de México.

1/ El ritmo actual de construcción en México es de más de 1 000 km al año, y se considera insuficiente para las necesidades del país.

2/ La Secretaría de Obras Públicas en el XII Congreso Mundial de Carreteras México, 1964.

3/ Los siguientes términos se consideran equivalentes:

<u>México</u>	<u>El Salvador</u>	<u>Nicaragua</u>	<u>Costa Rica</u>
Federal	Troncal	Nacional	Nacional
Estatal	Departamental	Departamental	Regional
Vecinal	Vecinal	Vecinal	Vecinal

Cuadro 6

PAISES INDICADOS: DENSIDAD DE CAMINOS VECINALES

País	Superficie (km ²)	Longitud cami- nos vecinales (km)	Densidad (m/km ²)
México	2 000 000	15 000	7.5
Estados Unidos	9 363 353	4 800 000	512.5
Francia	550 000	600 000	1 091.0
El Salvador <u>a/</u>	20 900	1 135.5 <u>b/</u>	54.0
Nicaragua <u>a/</u>	149 300	3 955.0 <u>b/</u>	26.5
Costa Rica <u>a/</u>	50 900	3 297.9	65.0

a/ Central American Transportation Study (1964-65), Vol. I. TSC Consortium.

b/ Transitables todo el año.

Cuadro 7

PAISES INDICADOS: RELACION DE CAMINOS ALIMENTADORES Y CAMINOS PRINCIPALES

País	Red alimentadora Red troncal
México	1.4
Estados Unidos	4.0
Francia	7.0
El Salvador <u>a/</u>	3.4
Nicaragua <u>a/</u>	3.7
Costa Rica <u>a/</u>	3.1

a/ Central American Transportation Study (1964-65), Vol. 1, TSC Consortium.

/En los

En los países examinados (los de Centroamérica y México) la densidad de caminos vecinales es baja, comparada con la de países más desarrollados como los Estados Unidos y Francia. Sin embargo, la relación existente entre los caminos alimentadores y los troncales es similar entre los países centroamericanos y los Estados Unidos, y bastante mejor en aquéllos que en México; es decir, independientemente de la longitud total de la red de caminos de cada país, se puede afirmar que la construcción de las redes alimentadoras de los mismos en conjunto, presenta en Centroamérica una relación más razonable con respecto a la red troncal, que la de México.^{4/}

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la simple comparación de los índices debe ser considerada como instrumento auxiliar de un análisis, ya que se tendrían que examinar, con mayor profundidad problemas como los de extensión territorial, orografía, distribución de la población, etc., para formar un juicio definitivo.

^{4/} En los datos correspondientes a México no se han incluido los 120 000 km de brechas no mejoradas que no dependen de la Secretaría de Obras Públicas, ni los 8 500 km de caminos (véase el XII Congreso de Carreteras, obra citada) que sirven las instalaciones relacionadas con el petróleo y la electricidad y se hallan a cargo de los organismos correspondientes. Sobre las primeras no se dispuso de información referente a sus condiciones de tránsito y los segundos no se pueden clasificar como caminos vecinales.

II. ORGANISMOS VIALES EXISTENTES, EMPRESAS, CONTRATISTAS Y CONSULTORES E INVERSIONES EN CARRETERAS

1. Organismos viales

En Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua,^{5/} la Dirección General de Carreteras depende del Ministerio de Obras Públicas; en Costa Rica, del Ministerio de Transportes. En México, la planeación, diseño, construcción, conservación y cuanto se refiere a carreteras, corresponde a la Secretaría de Obras Públicas; las actividades son desempeñadas por direcciones generales de la propia Secretaría o por organismos descentralizados del gobierno, como Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

Los países centroamericanos cuentan, pues, con una dirección centralizada relacionada exclusivamente con las actividades de carreteras que en México no existe. Este organismo centralizador parece de mayor importancia en Costa Rica al hallarse las actividades relacionadas con las carreteras subordinadas a un Ministerio de Transportes, y no, como en los demás países, a un Ministerio o Secretaría de Obras Públicas.

Dos aspectos sobresalen en la organización mexicana:

- a) La importancia concedida a las carreteras de cooperación, de las que se ocupa una Dirección General, y
- b) La existencia de un organismo descentralizado como el de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

La Dirección General de Carreteras de Cooperación delega en las Juntas Locales de Caminos --integradas por representantes de la Secretaría de Obras Públicas, de los gobiernos de los Estados, de las empresas de transporte automotor, de las Cámaras de Comercio y de la Tesorería del Estado-- la dirección de las obras y la administración de los fondos.

Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos es el organismo encargado de financiar, administrar y conservar las carreteras y puentes de cuota; los recursos que obtiene se invierten en las obras que recomiendan los estudios de la Dirección General de Planeación y Programa.

^{5/} La información sobre Centroamérica se ha obtenido del Estudio Central American Transportation Study, Vol. I, TSC Consortium.

2. Empresas, contratistas y consultores

a) Guatemala

El Departamento de Carreteras es el encargado de preparar los planos y especificaciones de todos los proyectos de carreteras, y de supervisarlos excepto cuando, en los financiamientos de los mismos, o en la concesión de los préstamos, se estipulan otros requisitos, como la intervención de una firma consultora. Los trabajos de la Carretera Interamericana se planifican, contratan y supervisan en la actualidad por el gobierno, actuando como consultor la oficina de caminos de los Estados Unidos (BPR).

b) El Salvador

El Departamento de Carreteras o firmas consultoras son --dependiendo de los términos del contrato-- los encargados de la realización de los proyectos. Estos proyectos, con sus especificaciones, requieren la aprobación del Ministerio de Obras Públicas y la supervisión corresponde a las autoridades oficiales o a la firma consultora, según se haya especificado en los términos del financiamiento.

En El Salvador predomina el criterio de realizar todas las construcciones por contrato.

c) Honduras

La mayoría de los proyectos importantes de Honduras ha sido financiada últimamente a base de créditos y los planos y especificaciones han sido preparados por los consultores que supervisan las construcciones.

d) Nicaragua

La construcción de carreteras en Nicaragua, salvo en los proyectos en que interviene la oficina de caminos de los Estados Unidos (BPR), está casi exclusivamente a cargo del gobierno; la actividad no se ha podido transferir a contratistas particulares por no haberlos en el país con la necesaria experiencia.

/El financiamiento

El financiamiento de la carretera Rama procede de los Estados Unidos en lo que se refiere a revestimiento y drenaje (excepto el derecho de vía), y en este caso los planos, especificaciones, contratación y supervisión están a cargo del Bureau of Public Roads.

Los proyectos de la Carretera Interamericana se realizan por el Departamento de Carreteras de Nicaragua y son aprobados por el BPR. Los contratos y la construcción son supervisados por el gobierno.

e) Costa Rica

Hasta 1960 todos los proyectos fueron realizados por el gobierno, con excepción de la Carretera Panamericana. Actualmente la política sustentada parece inclinarse hacia la adjudicación de todas las obras a contratistas, para dedicar los equipos propiedad del gobierno a trabajos de mantenimiento y de reconstrucción de los caminos.

f) México

La construcción de carreteras en México se verifica fundamentalmente por contratación a través de concursos. Los proyectos, las especificaciones y la supervisión se fijan y llevan a cabo por el gobierno y los contratistas son seleccionados de acuerdo con la capacidad financiera, los procedimientos técnicos y la experiencia que demuestran poseer para la realización de cada obra. Al examinarse el detalle de las propuestas, pueden resultar excluidos los contratistas que presentaron los precios más bajos.

Los contratos que salen a concurso se hacen a base de precios unitarios por unidad de obra terminada.

Debe señalarse que en los países centroamericanos --a causa de los préstamos y concesiones, que representaron el 40 por ciento aproximadamente de las inversiones en caminos en los últimos años-- es importante la participación de las empresas consultoras extranjeras, tendencia que habrá de aumentar en el futuro a causa del incremento de los financiamientos. En México, en cambio, los préstamos no están condicionados a la participación de empresas consultoras extranjeras. Cuando se considera necesario, estas empresas son invitadas por iniciativa del gobierno.

/En los casos

En los casos en que se admite el concurso de empresas extranjeras, el hecho de que las obras más voluminosas se subdividan en varios concursos permite a las empresas nacionales competir con ventaja con los grandes contratistas de otros países.

Cabe la posibilidad de que, en algunos casos, en países donde intervienen firmas consultoras extranjeras los sistemas técnicos de construcción no sean los más convenientes a las necesidades del lugar. La participación de firmas consultoras no siempre significa que vayan a seguirse las especificaciones y los tipos de construcción de carreteras más apropiados para el país en el que se efectúan las obras; muchas de ellas aplican una tecnología importada impropia para el país interesado tanto por lo que respecta al costo como a la formación de una técnica propia.

No quiere ello decir que la participación de empresas consultoras extranjeras no pueda ser positiva, en especial cuando los recursos financieros, técnicos y humanos son insuficientes.

3. Inversiones

Los gastos en carreteras realizados en Centroamérica --según datos del Estudio Centroamericano de Transportes (TSC Consortium)--, figuran en los cuadros 8 y 9. Los de construcción y mantenimiento de México aparecen en los cuadros 10 y 11.

La región centroamericana en conjunto acusó, a partir de 1958, un descenso en las inversiones en carreteras, con una leve recuperación en 1963. Salvo en Honduras, donde se observa mayor uniformidad entre 1958 y 1962, en los demás países se comprueban variaciones que destacan en Guatemala a causa de un brusco descenso de las inversiones entre 1957 y 1961, aunque en valores absolutos se mantengan por encima de las de los demás países.

El promedio anual de inversiones entre 1955 y 1963 fue en Centroamérica de 51.22 millones de dólares (véanse de nuevo los cuadros 8 y 9) y el promedio anual para el período 1965-69, ha sido estimado en 67.54 millones de dólares, incremento de 31.6 por ciento con respecto al dato anterior. (Véanse los cuadros 12 y 13.)

Cuadro 8

**CENTROAMERICA: GASTOS EN CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CARRETERAS Y
DIFERENCIA PORCENTUAL CON VALORES DE 1960, 1956-63**

(Miles de dólares)

Pais	Total	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Centroamérica									
Gastos	421 585	50 088	70 705	71 593	51 487	47 141	42 425	40 890	47 256
Diferencia		+ 6	+ 50	+ 51	+ 9	0	- 10	- 13	0
Costa Rica									
Gastos	82 445	8 200	11 260	13 917	9 560	11 610	9 947	6 733	11 218
Diferencia		- 30	- 3	+ 20	+ 18	0	- 14	- 42	- 3.5
El Salvador									
Gastos	56 942	7 709	10 765	9 333	6 155	6 005	6 036	4 945	5 994
Diferencia		+ 28	+ 80	+ 55	+ 2.5	0	0.5	- 10.5	0
Guatemala									
Gastos	167 650	23 559	37 533	31 874	18 264	15 149	11 456	13 231	16 584
Diferencia		+ 56	+ 150	+ 110	+ 21	0	- 24	- 13	+ 9.5
Honduras									
Gastos	56 143	5 106	4 747	7 529	8 016	8 391	7 804	8 097	6 453
Diferencia		- 34	- 43	- 11	- 4.5	0	- 7	- 3.5	- 23
Nicaragua									
Gastos	58 405	5 514	6 400	8 940	9 492	5 986	7 182	7 884	7 007
Diferencia		- 8	+ 7	+49.5	+ 60	0	+ 20	+ 32	+ 17

Fuente: TSC Consortium, Central American Transportation Study, 1964-65, Vol. I.

Cuadro 9

CENTROAMERICA: GASTOS PUBLICOS Y FINANCIAMIENTO EXTERNO EN CARRETERAS, 1955-63

(Miles de dólares)

País	Total	Construc- ción	Operación y manteni- miento	Financiamiento con fondos externos				
				Porcentaje del total de gastos	Préstamos		Concesiones	
					Gasto	Por- centaje	Gasto	Por- centaje
<u>Centroamérica</u>	<u>461 066</u>	<u>350 966</u>	<u>110 100</u>	40.7	<u>86 654</u>	18.8	<u>101 018</u>	21.9
Costa Rica	86 041	72 157	13 884	51.8	17 966	20.8	26 724	31.0
El Salvador	61 715	47 012	14 703	28.2	16 082	26.0	1 346	2.2
Guatemala	183 028	135 785	47 243	39.4	20 501	11.2	51 706	28.2
Honduras	60 487	41 085	19 402	41.2	20 411	33.7	4 533	7.5
Nicaragua	69 795	54 927	14 868	40.9	11 694	16.8	16 709	24.1

Fuente: T.S.C. Consortium, Central American Transportation Study, 1964-65, Vol. I.

Cuadro 10

MEXICO. GOBIERNO FEDERAL: GASTOS EN CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE
CARRETERAS Y DIFERENCIA PORCENTUAL CON VALORES DE 1960, 1956-63

(Miles de pesos)

Año	Total		Carreteras federales		Carreteras en coope- ración (Construcción y conservación)	Por ciento en relación con 1960
	Miles de pesos	Miles de dólares	Construc- ción	Conservación y reconstrucción		
1956	562 018	44 961	219 820	153 384	188 814	- 29.5
1957	718 233	57 459	284 553	145 341	288 339	- 10.0
1958	726 298	58 104	258 728	154 464	313 106	- 9.0
1959	867 415	69 393	304 405	314 647	248 363	+ 8.7
1960	797 773	63 822	337 321	259 126	201 326	0
1961	751 927	60 154	382 090	236 672	133 165	- 5.7
1962	855 456	68 436	439 800	284 915	130 741	+ 7.2
1963	971 250	77 700	503 674	308 263	159 314	+ 21.6

Fuente: Secretaría de Obras Públicas, Memoria de labores, 1964.

Cuadro 11

MEXICO: GASTOS EN CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CARRETERAS Y
DIFERENCIA PORCENTUAL CON VALORES DE 1960, 1956-63

(Miles de pesos)

Año	Total		Carreteras federales		Carreteras en coope- ración (Construcción y conservación)	Por ciento en relación con 1960
	Miles de pesos	Miles de dólares	Construc- ción	Conservación y reconstrucción		
Total	7 468 847	597 506				
1956	695 088	55 607	219 820	153 384	321 884	- 25.8
1957	879 793	70 383	284 553	145 341	449 899	- 6.3
1958	878 165	70 253	258 728	154 464	464 973	- 6.5
1959	1 028 781	82 302	304 405	314 647	409 729	+ 9.5
1960	939 467	75 157	337 321	259 126	343 020	0
1961	892 190	71 375	382 090	236 672	273 428	- 5.0
1962	1 000 417	80 033	439 800	284 915	275 702	+ 6.4
1963	1 154 946	92 396	503 674	308 262	343 010	+ 23.0

Cuadro 12

CENTROAMERICA: PROGRAMA DE INVERSIONES EN CARRETERAS, 1965-69

(Millones de dólares)

País	Inversiones					De fondos externos					
	Total	Sistema regional	Por-ciento	Otras carre- teras	Por-ciento	Total	Por-ciento	Sistema regional	Por-ciento	Otras carre- teras	Por-ciento
<u>Centroamérica</u>	<u>337.7</u>	<u>190.4</u>	56.4	<u>147.3</u>	43.6	<u>195.7</u>	57.9	<u>137.6</u>	72.3	<u>58.1</u>	39.4
Costa Rica	67.2	41.8	62.2	25.4	37.8	36.5	54.3	38.5	92.1	11.1	43.7
El Salvador	39.9	23.1	57.9	16.8	42.1	23.1	57.9	17.8	77.0	6.3	37.5
Guatemala	105.8	58.6	55.4	47.2	44.6	35.6	33.6	31.2	53.2	4.4	9.3
Honduras	68.1	37.8	55.5	30.3	44.5	53.0	77.8	29.8	78.8	22.7	74.9
Nicaragua	56.7	29.1	51.3	27.6	48.7	33.9	59.8	20.3	69.7	13.6	49.3

Fuente: Central American Transportation Study, Appendix.

Cuadro 13

CENTROAMERICA: INCREMENTO DE LAS INVERSIONES EN
CARRETERAS, 1955-63 Y 1965-69(Millones de dólares)

País	Promedio de inversiones a:		Porcentaje de incremento
	1955-63	1965-69	
<u>Centroamérica</u>	<u>51.2</u>	<u>67.5</u>	<u>31.6</u>
Costa Rica	9.6	13.4	39.6
El Salvador	6.9	8.0	15.9
Guatemala	20.3	21.2	4.4
Honduras	6.7	13.6	103.0
Nicaragua	7.8	11.3	44.9

En México, el promedio anual de inversión entre 1956 y 1963 fue de 74.7 millones de dólares (Memoria de labores de la Secretaría de Obras Públicas) y se estima que para 1965-70 ese promedio habrá de llegar a 150 millones de dólares; significa ello que en ese mismo período el incremento superará al de Centroamérica.

En el cuadro 14, que contiene datos referentes al período 1955-64, puede apreciarse que la participación del Gobierno Federal por concepto de recaudación del impuesto al consumo de gasolina ha representado entre el 31 y 47 por ciento del total de sus inversiones en carreteras de todo tipo. Durante el mismo período, los estados aportaron entre el 49 y el 100 por ciento de la recaudación recibida de ese impuesto. Es decir: no se destinaron todos los fondos obtenidos de dicha recaudación a obras de carreteras.

En síntesis, entre 1955 y 1964, aproximadamente el 84 por ciento del total de las inversiones en carreteras de todos tipos, provino del Gobierno Federal, el 12 por ciento de los gobiernos estatales y el 4 por ciento, de entidades particulares. (Véase el cuadro 15.)

MEXICO: PARTICIPACION DEL IMPUESTO AL CONSUMO DE GASOLINA, LLANTAS Y CAMARAS EN LOS GASTOS EN CARRETERAS, 1955-64

(Millones de pesos)

Años	Gastos de construcción y conservación								Total general de gastos en todo tipo de carreteras	Gastos y recaudación del impuesto al consumo de gasolina						Total de la recaudación del impuesto a la gasolina	Impuestos sobre llantas y cámaras ^{a/}	Total recaudación impositiva	Totales recaudación sobre gastos (Porcentaje)
	En carreteras federales	En carreteras en cooperación								Gobierno Federal			Gobiernos Estatales						
		Totales	Fondos federales	Porcentaje	Aportación de los estados	Porcentaje	Fondo tripartito	Porcentaje		Gasto total	Recaudación	Porcentaje	Gasto total	Recaudación	Porcentaje				
1955	429 571	257 591	125 424	49	33 131	13	99 036	38	687 162	588 007	187 806	32	66 143	135 096	49	322 902	21 000	343 902	50.0
1956	373 204	321 884	146 403	46	48 248	15	127 233	39	695 088	562 018	267 202	47	92 659	151 484	61	418 686	26 000	444 686	63.9
1957	429 894	449 899	236 492	52	57 867	13	155 540	35	879 793	718 232	261 196	36	109 713	153 224	72	414 420	23 000	437 420	49.7
1958	413 192	464 973	270 464	58	66 584	14	127 925	28	878 165	726 298	267 349	37	109 226	150 239	73	417 588	30 000	447 588	50.9
1959	619 052	409 729	205 883	50	76 405	19	127 441	31	1 028 781	867 415	267 176	31	118 885	144 970	82	412 146	35 000	447 146	43.4
1960	596 447	343 020	175 840	52	90 723	26	76 457	22	939 467	797 773	281 637	35	116 209	154 032	75	435 669	38 000	473 669	50.4
1961	618 762	273 428	107 171	39	88 276	32	77 981	29	892 190	751 927	312 912	41	114 270	173 123	66	486 035	44 000	530 035	59.4
1962	724 715	275 702	102 525	37	88 530	32	84 647	31	1 000 417	855 456	300 120	35	116 746	162 585	72	462 705	48 000	510 705	51.0
1963	811 936	343 010	114 842	33	94 753	28	133 415	39	1 154 946	971 250	332 674	34	139 225	180 197	77	512 871	52 000	564 871	48.9
1964	1 210 615	478 042	168 752	35	151 149	32	158 141	33	1 688 657	1 432 081	356 287 ^{b/}	25	203 863	203 713 ^{b/}	100	560 000 ^{b/}	57 000	617 000	36.5

^c Fuente: Secretaría de Obras Públicas, Memoria de labores, 1964 e información directa.

^{a/} Valores aproximados tomados de un gráfico de la Secretaría de Obras Públicas.

^{b/} Cifras estimadas.



Cuadro 15

MEXICO: INVERSIONES FEDERALES, ESTATALES Y PARTICULARES EN CARRETERAS, 1955-64

(Porcientos)

Año	Total en carreteras			Carreteras bipartitas		Carreteras en cooperación		
	Fondos federales	Estatales	Particulares	Fondos federales	Fondos estatales	Fondos federales	Estatales	Particulares
1955	86.0	9.6	4.4	3.8		62	26	12
1956	80.0	13.0	7.0	3.1		59	28	13
1957	82.0	12.1	6.9	4.1		64	25	11
1958	83.0	12.2	4.8	4.1		68	23	9
1959	82.0	11.3	6.7	2.7		61	29	10
1960	85.0	12.4	2.6	1.9		60	33	7
1961	84.0	12.7	3.3	1.2		49	42	9
1962	85.5	11.6	3.9	1.2		48	42	10
1963	85.0	12.1	2.9	1.2		46	41	13
1964	85.0	12.0	3.0	1.1		46	43	11

Fuente: Secretaría de Obras Públicas.

En las carreteras de cooperación tripartita, la contribución del Gobierno Federal, la de los gobiernos estatales y la de los particulares es similar. En las carreteras bipartitas, en las que debería ser igual la aportación del Gobierno Federal y la de los gobiernos estatales para la construcción, sólo en los últimos años se ha aproximado la inversión estatal a la federal. Indica esta circunstancia que si el sistema de la red alimentadora dependiera únicamente de la iniciativa estatal y particular, seguiría manteniéndose la situación actual del bajo índice de kilómetros de red alimentadora con respecto al kilometraje de red troncal. El hecho exige que se adopten medidas y planes especiales para ampliar la red alimentadora y superar el déficit actual. Con este propósito el gobierno obtuvo recientemente un préstamo de 54 millones de dólares que se destinará a financiar el 50 por ciento correspondiente a la aportación estatal.

Por su parte, los préstamos y concesiones extranjeras han ido adquiriendo importancia cada vez mayor en Centroamérica. Entre 1955 y 1963 representaron el 40.7 por ciento aproximadamente del total de las inversiones; en el plan de 1965-69 representan el 57.9 por ciento, aproximadamente. (Véanse de nuevo los cuadros 9 y 12.)

En México los fondos externos para carreteras, en años pasados, han sido relativamente menores que en Centroamérica, y todo parece indicar que así continuará sucediendo en el futuro próximo.

Según datos del Estudio sobre mantenimiento regional de Carreteras Centroamericanas, elaborado por la SIECA, los gastos en caminos de la región centroamericana han representado aproximadamente el 10 por ciento de los presupuestos nacionales mientras en México ha supuesto menos del 5 por ciento (véase el cuadro 16). Con relación al producto bruto, el porcentaje de México ha sido también más bajo que el de Centroamérica. (Véase el cuadro 17.)

Cuadro 16

MEXICO: GASTOS EN CARRETERAS Y EGRESOS, 1960-64

Año	Total de inversiones en carreteras del Gobierno Federal (Miles de pesos)	Total de egresos ejercidos		Porcentaje en relación a los egresos pre- presupuestales
		Millones de pesos	Porcentaje	
1960	797 773	20 150.2	3.9	
1961	751 927	20 362.0	3.7	5.8
1962	855 456	20 219.2	4.2	5.9
1963	971 250	20 294.9	4.8	5.8
1964				

Cuadro 17

CENTROAMERICA^{a/} Y MEXICO^{b/}: RELACION ENTRE EL PRODUCTO INTERNO
 BRUTO Y LOS GASTOS EN CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE
 CARRETERAS, 1958-62

(Millones de dólares)

Países	Total	1958	1959	1960	1961	1962
<u>Centroamérica^{a/}</u>						
Producto interno bruto	14 003.8	2 598.5	2 675.9	2 774.4	2 885.7	3 069.3
Inversión	253.5	71.6	51.5	47.1	42.4	40.9
Por ciento	1.8	2.7	1.9	1.7	1.5	1.3
<u>Costa Rica</u>						
Producto interno bruto	2 205.0	402.7	417.5	453.8	446.3	484.7
Inversión	51.7	13.9	9.6	11.6	9.9	6.7
Por ciento	2.3	3.4	2.3	2.6	2.2	1.4
<u>El Salvador</u>						
Producto interno bruto	2 921.1	542.2	542.0	564.7	608.3	663.9
Inversión	32.4	9.3	6.2	6.0	6.0	4.9
Por ciento	1.1	1.7	1.1	1.1	1.1	0.7
<u>Guatemala</u>						
Producto interno bruto	5 133.6	953.6	997.0	1 026.0	1 064.9	1 092.1
Inversión	90.0	31.9	18.3	15.1	11.5	13.2
Por ciento	1.8	3.3	1.8	1.5	1.1	1.2
<u>Honduras</u>						
Producto interno bruto	1 965.0	367.6	381.4	387.9	402.0	426.1
Inversión	39.8	7.5	8.0	8.4	7.8	8.1
Por ciento	2.0	2.0	2.1	2.2	1.9	1.9

/Continúa

Cuadro 17 (Conclusión)

<u>Países</u>	<u>Total</u>	<u>1958</u>	<u>1959</u>	<u>1960</u>	<u>1961</u>	<u>1962</u>
<u>Nicaragua</u>						
Producto interno						
bruto	1 779.1	332.4	338.0	342.0	364.2	402.5
Inversión	39.5	8.9	9.5	6.0	7.2	7.9
Por ciento	2.2	2.7	2.8	1.7	2.0	2.0
<u>México</u>						
Producto bruto						
nacional <u>b/</u>	60 702.8	10 172.2	10 896.0	12 331.0	13 101.0	14 202.6
Inversión	379.1	70.2	82.3	75.2	71.4	80.0
Por ciento	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6

Fuentes:

a/ T.S.C. Consortium, Central American Transportation Study.

b/ Banco de México.

III. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION, COSTOS

1. Especificaciones geométricas

Las especificaciones de construcción de carreteras en México comprenden 5 tipos denominados: especial, A, B, C y brechas. Para el primero y el último tipo las normas se proponen de acuerdo con cada caso y para los demás tipos estas son fijas.

La mayoría de las veces resulta difícil la comparación con los países centroamericanos, así como entre éstos, ya que en algunos casos las especificaciones no se relacionan con el tránsito diario y en otros los intervalos de tránsito no coinciden.

En el cuadro 18 se muestra la comparación entre México y Centroamérica de algunos conceptos de las especificaciones geométricas.

Se puede observar en forma general que en cuanto a las pendientes las especificaciones de los países centroamericanos son menos exigentes que las de México y que en los demás casos ocurre lo contrario. El problema de las especificaciones ha merecido la preocupación de técnicos y gobiernos, ya que por lo general prevalece la idea de que éstas no corresponden a la realidad de los países centroamericanos y de México.

Las normas actuales utilizadas han sido obtenidas mediante adaptación de los países más desarrollados, sin la necesaria investigación para una aplicación más acorde con la realidad socioeconómica local.

Si se considera el gran número de poblaciones que carecen de comunicación y que los recursos de capital son escasos para solucionar el problema en un lapso razonable, se concluye que el problema, por las implicaciones que tiene con el costo de las obras, merece un lugar importante entre las cuestiones por resolver en lo que respecta a caminos.

En forma general se puede afirmar que las especificaciones han carecido de una mayor flexibilidad al no tomar en cuenta los diferentes niveles de desarrollo que caracterizan las distintas regiones dentro de un mismo país.

Cuadro 18

**CENTROAMERICA Y MEXICO: IMPORTANCIA RELATIVA DE
ESPECIFICACIONES DE CARRETERAS**

País	Velocidad de proyecto	Corona y carpeta	Pendiente máxima	Radio mínimo de curvatura
Guatemala	+	+	-	+
El Salvador	+	=	-	+
Honduras	+	+	-	+
Nicaragua	=	-	-	=
Costa Rica	+	+	=	+

Notas: El signo más (+) significa especificaciones más exigentes que las de México; el signo menos (-) indica menores exigencias y el signo igual (=) exigencias aproximadamente iguales.

En México por ejemplo, hay zonas que por el desarrollo alcanzado demandan la construcción de autopistas con especificaciones comparables a las mejores de países altamente desarrollados, pero también y con especial énfasis se está buscando adoptar normas y criterios más modestos que los actuales (inclusive caminos de un solo carril), que por representar una considerable reducción en costos, permitirán integrar a la vida económica del país un número apreciable de habitantes que de otra forma seguirían aislados por muchos años.

**2. Costos de construcción y comparación de los mismos
entre algunos países**

Por medio de un cuestionario que se entregó a los países centroamericanos en septiembre de 1966 sobre costos de construcción de los caminos, se obtuvieron algunos datos que requieren todavía algunas aclaraciones para efectuar un examen comparativo provechoso.

Lo más importante se refiere a la comparación de los costos unitarios de El Salvador, México, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. (Véanse los cuadros 19 y 20.) Salvo para México y Costa Rica, países sobre los que se obtuvieron más datos, las cifras de los demás son poco significativas.

Cuadro 19

MEXICO: COSTO MEDIO EN CARRETERAS POR ETAPAS DEL PROCESO

(Miles de pesos por kilómetro)

E/CN.12/CCE/SC.3/26
Pág. 30

Etapas	Tipo de terreno											
	Plano				Lomerío				Montañoso			
	A	B	C	E	A	B	C	E	A	B	C	E
Totales	<u>395</u>	<u>270</u>	<u>219</u>	<u>490</u>	<u>625</u>	<u>475</u>	<u>369</u>	<u>825</u>	<u>855</u>	<u>625</u>	<u>499</u>	<u>1 195</u>
Terracerías	120	100	70	150	330	285	210	465	520	405	320	755
Drenaje	70	60	50	100	90	80	60	120	130	110	80	200
Sub-base	60	45	40	70	60	45	40	70	60	45	40	70
Base	70	50	45	85	70	50	45	85	70	50	45	85
Carpeta												
Mézcila en planta	75			85	75			85	75			85
Mezcila en sitio ^{a/}	35			45	35			45	35			45
Un riego		15	14			15	14			15	14	

Fuente: Secretaría de Obras Públicas.

a/ El total de mezcla en sitio para terreno plano, tipo A, es: 355, tipo E, 450; para lomerío, tipo A, 585, tipo E, 785; terreno montañoso, tipo A, 815, tipo E, 1 155.

Cuadro 20

CENTROAMERICA Y MEXICO: COSTOS UNITARIOS DE CONTRATISTAS PARA TRABAJOS EN CARRETERAS

(Dólares por unidad de obra)

Operación y país	Descripción	Unidad	Costos unitarios ^{a/}		Observaciones
Excavación para estructuras		m ³			
Costa Rica ^{b/}	Excavación para estructuras ^{e/}		3.75		
El Salvador	Excavación para estructuras ^{e/}		2.24	3.88	Valores obtenidos de 4 obras; un costo por obra
	Excavación para puentes		6.13		Valor de 1 obra; un costo
Honduras	Excavación estructural		6.12 ^{c/}	7.50 ^{d/}	
México	Excavación para obras de drenaje		0.93	2.15	Valores obtenidos de dos obras con costos de 15 concursantes
	Excavación para estructura de puentes		0.63	4.06	Valres correspondientes a 14 puentes; precios de 12 concursantes
Nicaragua	Excavación para alcantarillas		10.0 ^{f/}		
	Excavación para estructuras ^{e/}		4.26	8.5	Valores de 4 concursantes
Excavación no clasificada					
Costa Rica ^{b/}	Excavación no clasificada ^{e/}	m ³	0.9		
El Salvador	Excavación de la vía		0.74	1.03	Cuatro obras; un costo por obra
Honduras	Excavación no clasificada		1.00 ^{d/}	1.15 ^{c/}	
México	Excavación por unidad de obra terminada, desperdiciando el material en despilme para desplantes de terraplenes		0.09	0.72	Valores obtenidos de dos obras con costos de 15 concursantes
Nicaragua	Excavación no clasificada		1.1	1.8	Valores de 4 concursantes

/Continúa

Cuadro 20 (Continuación)

Operación y país	Descripción	Unidad	Costos unitarios ^{a/}		Observaciones
Limpieza de derecho de vía		ha			
Costa Rica ^{b/}	Limpieza y desbosque		43.5		
El Salvador	Limpieza de derecho de vía		318.0	564.0	Cuatro obras; un costo por obra
México	Desmante por unidad de obra terminada		21.56	129.20	Valores de dos obras y 15 concursantes
Nicaragua ^{e/}	Abra y destronque		26.4	118.0	Valores de 4 concursantes
Alcantarillas		m			
El Salvador	Alcantarilla de la vía, tubería Ø 30"		22.26	35.2	Valor de 3 obras; un costo por obra
	Alcantarilla de la vía, tubería Ø 36"		30.49	55.60	Valor de 4 obras; un costo por obra
México	Alcantarillas tubulares de concreto, tipo macho y hembra, Ø 75 cm		14.71	31.03	Valores de 2 obras y 15 concursantes
	Alcantarillas tubulares de concreto, tipo macho y hembra, Ø 90 cm		22.85	37.68	Valores de 2 obras y 15 concursantes
Mampostería		m ³			
El Salvador	Mampostería de piedra con mortero		19.33	26.60	Cuatro obras, un costo por obra
Honduras	Mampostería de piedra		35.00 ^{c/}		
México	Mampostería de 3a clase con mortero de cemento		10.54	14.68	Valores de 2 obras y 15 concursantes
Nicaragua ^{e/}	Mampostería		28.0	65.0	Valores de 4 concursantes

Cuadro 20 (Continuación)

Operación y país	Descripción	Unidad	Costos unitarios ^{a/}		Observaciones
Sub-base		m ³			
El Salvador	Sub-base		3.68	5.00	Valor de 3 obras; un costo por obra
Honduras	Sub-base		2.50 ^{d/}	3.50 ^{c/}	
México	Primera capa sub-base compactada		1.27	3.84	Valor de 4 obras y 25 concursantes (compactación al 90, 95 y 100 por ciento)
Nicaragua	Sub-base		4.28 ^{f/}		
Base		m ³			
El Salvador	Capa de base		6.40	7.32	Valor de 3 obras; un costo por obra
Honduras	Base estructural		6.00 ^{d/}	7.35 ^{c/}	
México	Base compactada		1.52	4.13	Valor de 2 obras y 10 concursantes (compactación al 95 y 100 por ciento)
Concreto		m ³			
Costa Rica ^{b/}	Hormigón Clase A		88.5		
El Salvador	Concreto estructural Clase A		56.0	87.0	Valor de 4 obras; un costo por obra
Honduras	Concreto Clase A		96.25 ^{c/}		
México	Concreto hidráulico, colado en seco f'c = 200 kg/cm ²		32.2	50.0	Valor de 2 obras y 15 concursantes
Nicaragua ^{e/}	Concreto Clase A		110.0	142.0	Valor de 4 concursantes

Operación y país	Descripción	Unidad	Costos unitarios ^{a/}		Observaciones
Asfalto		Litro			
Costa Rica ^{b/}	Tratamiento superficial bituminoso		0.046		
El Salvador	Tratamiento superficial, material bituminoso		0.095		
Honduras	Tratamiento bituminoso		5.25 ^{c/}		Se tomó la mitad del costo de doble tratamiento
México	Asfalto rebajado FR3		0.018		
Nicaragua	Tratamiento superficial sencillo		0.094 ^{f/}		
Acero		kg			
Costa Rica ^{b/}	Acero de refuerzo		0.45		
El Salvador	Acero de refuerzo		0.42	0.45	Valor de 4 obras, un costo por obra
Honduras	Acero de refuerzo		0.44 ^{c/}		
México	Acero de refuerzo (límite elástico 4 000 kg/m ²)		0.32	0.41	Valor de 2 obras y 11 concursantes
Nicaragua ^{e/}	Acero de refuerzo		0.42	0.71	Valor de 4 concursantes
Acarreo		m³ km			
México	Sobrecarreo hasta más de 5 Hm		0.06	0.24	Valor de 2 obras y 15 concursantes
Nicaragua	Sobrecarreo largo		0.17 ^{f/}		
	Sobrecarreo de préstamo		0.1 ^{e/}	0.29 ^{e/}	Valor de 6 concursantes

a/ Cuando hay dos valores se indica el costo más alto y el más bajo.

b/ Precios promedio de construcción de carreteras nacionales y regionales basados en la adjudicación de 11 contratos.

c/ Ofertas más bajas para la Carretera del Norte.

d/ Precios unitarios de la Dirección de Carreteras

e/ Datos de la tabla de las ofertas "San Ramón-El Esquírin" y "Muy Muy-Boaco", presentadas en licitación.

f/ Datos del Departamento de Carreteras del Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

i) México-Honduras.^{6/} En las comparaciones que aparecen a continuación se siguió el criterio de anotar los costos más altos y los más bajos por no figurar en los datos de Honduras las especificaciones de las carreteras que se comparan.

	<u>Terreno llano</u>	<u>Dólares por km</u>
a) Honduras:	Carretera troncal pavimentada	75 000
	Camino vecinal <u>no</u> pavimentado	17 500
b) México:	Carretera especial pavimentada (Carpeta de mezcla en planta)	39 000
	Carretera tipo C revestida	13 000
	<u>Terreno ondulado</u>	
a) Honduras:	Carretera troncal pavimentada	100 000
	Carretera vecinal <u>no</u> pavimentada	25 000
b) México:	Carretera especial pavimentada (Carpeta de mezcla en planta)	66 000
	Carretera tipo C revestida	25 000
	<u>Terreno montañoso</u>	
a) Honduras:	Carretera troncal pavimentada	110 000
	Camino vecinal <u>no</u> pavimentado	35 000
b) México:	Carretera especial pavimentada (Carpeta de mezcla en planta)	95 000
	Carretera vecinal revestida	35 000

Salvo para las carreteras vecinales en terreno ondulado y montañoso, los costos de Honduras resultan bastante más altos que los de México.

También se observa en Honduras una diferencia de costo de 25 000 dólares por kilómetro (no se indica el tipo de pavimento) entre una carretera pavimentada y otra no pavimentada, cuando esa diferencia es en México de 13 500 dólares para mezcla en planta, de 10 500 para la mezcla en sitio y de 5 200 para carpeta de un riego, lo cual indica que al costo de pavimentación deben atribuirse muy principalmente las diferencias que se observan entre los dos países.

Aparte de los datos anteriores, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas de Honduras proporcionó los siguientes:

^{6/} La información de México fue proporcionada por la Secretaría de Obras Públicas y la de Honduras por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso
	Miles de dólares por km		
Carretera troncal pavimentada	75	100	110
Carretera troncal <u>no</u> pavimentada	50	75	85
Carretera principal pavimentada	55	65	70
Carretera principal <u>no</u> pavimentada	30	40	50
Carretera secundaria <u>no</u> pavimentada	20	30	40
Caminos vecinales <u>no</u> pavimentados	17.5	25	35

La Dirección General de caminos del mismo país señaló otros distintos:

	Primera clase	Segunda clase	Tercera clase
	Miles de dólares por km		
Terreno plano	25	15	10
Lomerío	35	20	15
Terreno montañoso	50	30	25

Ninguno de los datos anteriores pudo relacionarse con los primeros ni explican las diferencias entre ellos; comparándolos con los de México resultan más bajos pero contradicen los precios unitarios, (véase de nuevo el cuadro 20) que resultan mayores.

ii) México-Nicaragua,^{7/} Para facilitar la comparación de costos se seleccionaron datos referentes a carreteras nacionales de segunda clase, y se hizo la comparación con el tipo A de México, para el que se consideró un doble tratamiento de la carpeta; debe señalarse que la corona en Nicaragua es de 8.50 m y en México de 9 m.

	Nicaragua	México
	Miles de dólares por km	
Terreno plano	28.5	28.0
Lomerío	41.5	46.5
Terreno montañoso	56.0	64.0

^{7/} Los datos de Nicaragua proceden del Departamento de Carreteras del Ministerio de Fomento y Obras Públicas; los de México corresponden a la Secretaría de Obras Públicas.

Teniendo en cuenta que la carretera mexicana es más ancha, los costos parecen equivalentes, conclusión que tampoco concuerda con los precios unitarios del cuadro 20, donde los de México resultan menores que los de Nicaragua. Se precisará por lo tanto un examen más detenido para obtener una conclusión definitiva.

De la comparación de los datos del cuadro 20 se concluye que en México es donde se encuentran los precios más bajos en todos los rubros, con excepción de los correspondientes a "subbase" y "acarreo", para los cuales el costo de Honduras y Nicaragua es similar al de México.

3. Mantenimiento de caminos

La red federal de México comprende 23 825 kilómetros de caminos cuyo mantenimiento se encuentra a cargo de 180 ingenieros, 300 empleados administrativos y 12 000 trabajadores; es decir, se dispone de un ingeniero para cada 132 km; de un empleado administrativo para cada 80 km, y de un trabajador para cada 2 kilómetros.

Los trabajos de mantenimiento están a cargo de 15 equipos de conservación, distribuidos en todo el territorio nacional. El promedio a cargo de cada equipo es de 1 500 kilómetros.

Los trabajos se realizan con los recursos de personal, equipo y material de que dispone cada división administrativa o por medio de contratistas.

La división tipo, está constituida por una jefatura y de tres a cinco superintendencias de conservación. De estas últimas existen 66, en las principales poblaciones de la zona.

La jefatura está a cargo del Jefe de la División, quien dirige, coordina y vigila todas las actividades y que dispone de:

a) La Oficina Técnica que tiene a su cargo la formulación de proposiciones de obras y presupuestos y los controles de avance y erogaciones de las obras aprobadas; el control de los proyectos y las especificaciones que se remitan a la División y la formulación de los proyectos adicionales que se necesiten; los controles de la operación de la maquinaria; el estudio de la operación de la red y las proposiciones para mejorar las características geométricas y estructurales, así como el señalamiento y el control de la

/ejecución

ejecución de este último; los levantamientos necesarios y la asistencia técnica que requieran las otras subdependencias. La Oficina Técnica consta de las Secciones de Programa y Presupuesto, de Ingeniería de Tránsito y de Derecho de Vía. Esta última tiene adscrita la Sobrestantía de Señalamiento de la División;

b) Las dos Sobrestantías de Reconstrucción, que ejecutan trabajos de este tipo y los de mejoramiento que se llevan a cabo por administración directa; además auxilian a las Sobrestantías de Conservación en la aplicación de riegos de sello en longitudes considerables. Están equipadas con el personal especializado y la maquinaria pesada necesarios. La No. 1, por ser la mayor, efectúa los principales trabajos y la No. 2 los restantes; dependen durante la ejecución de ellos, de la Superintendencia en cuyo ámbito laboran;

c) Las Superintendencias. Las obras a cargo de la División están asignadas a Superintendencias encargadas de una longitud tipo, cada una de 300 kilómetros, con jurisdicción perfectamente delimitada y que constituyen unidades de trabajo completas y suficientes para su objeto.

i) Para los trabajos de conservación normal y la aplicación de riegos de sello, cada Superintendencia está subdividida en dos Sobrestantías de Conservación que atienden 150 kilómetros de carretera cada una; estas sobrestantías constituyen las unidades básicas de conservación, para lo cual cada una de ellas cuenta con los elementos de trabajo necesarios.

Cada Sobrestantía de Conservación dispone de tres cuadrillas fijas, de un cabo, 10 peones y un camión de volteo; cada una tiene jurisdicción permanente sobre 50 kilómetros de carretera. Además tiene una cuadrilla volante que se desplaza a cualquier punto de la Sobrestantía para reforzar a alguna cuadrilla fija o a otros elementos de trabajo de la División, cuando la labor por desarrollar lo justifique.

ii) Durante todo el tiempo en que ejecutan trabajo de la jurisdicción de una Superintendencia, dependen de ella en lo que se refiere a la ejecución de sus labores, la Sobrestantía de Señalamiento y las dos Sobrestantías de Reconstrucción adscritas administrativamente a la Jefatura de División.

Con esta organización de la División se logra que cada superintendencia, sobrestantía de conservación y cuadrilla fija, tenga asignado determinado tramo de carretera perfectamente definido y, por tanto, pueda ser completamente responsable de su estado.

Las obras que se ejecutan a contrato, quedan en general a cargo de la Superintendencia en cuya jurisdicción se efectúan los trabajos. Sólo en casos muy especiales en que la magnitud de esas obras es considerable, se establece una Residencia cuya labor es exclusivamente la atención de dichas obras que dependen directamente de la Jefatura de División.

En la sede de cada División existen otros organismos de la SOP que no dependen de la División; se integran y operan según los reglamentos de sus Direcciones Generales y tiene, como función principal, prestar servicio a la División, y a los otros centros de trabajo de la Secretaría que están situados dentro de su jurisdicción territorial. Estos organismos son la Unidad de Maquinaria, el Laboratorio de Campo y la Unidad Administrativa Foránea.^{8/}

La conservación de la red en cooperación se realiza por conducto de las Juntas Locales de Caminos. Es un trabajo descentralizado de la red federal, aunque el gobierno federal financia el 50 por ciento de los gastos.

En los gastos de conservación de México (véase el cuadro 21) se ha incluido el costo de reconstrucción de las carreteras federales (porque el dato de las de cooperación no es explícito en cuanto a reconstrucciones se refiere), y ese renglón resulta en promedio de 31.5 por ciento del gasto total, comparado con el de 25.3 por ciento para los países de la región centroamericana.

Los gastos de conservación, incluyendo en la mayoría de los casos el mejoramiento normal (reconstrucción)^{9/} resultaron en 1956-63 de 629 dólares por kilómetro, en promedio, para Centroamérica. La inversión en México, incluyendo la reconstrucción, fue de 532 dólares por kilómetro entre 1960 y 1964. El costo de conservación normal ha sido estimado en México^{10/} en 10 000 pesos por kilómetro para carreteras federales pavimentadas y en 7 000 pesos por kilómetro para carreteras en cooperación.

^{8/} Datos de la Revista de Obras Públicas, Julio de 1966.

^{9/} TSC Consortium, Vol. 1.

^{10/} Información de la Dirección General de Proyectos y Laboratorios, SOP, 1966.

Cuadro 21

CENTROAMERICA: GASTOS DE CONSTRUCCION Y
MANTENIMIENTO DE CARRETERAS, 1956-63

(Miles de dólares)

País	Total		Por- ciento
	Gastos de cons- trucción y man- tenimiento	Gastos de man- tenimiento	
Centroamérica	421 585	106 500	25.3
Costa Rica	82 445	12 934	15.7
El Salvador	56 942	13 141	23.1
Guatemala	167 650	47 243	28.2
Honduras	56 143	19 261	34.3
Nicaragua	58 405	13 921	23.8

(Pesos)

País	Total		Gastos de conserva- ción y re construcción
	Gastos de cons- trucción, recons- trucción y mantenimiento	Gastos de cons- trucción	
México	5 675 677	3 895 137	1 780 540

Nota: En México, para el período 1960-64 los gastos de construcción y mantenimiento arrojaron un total de 5 675 677 pesos de los cuales el 68.5 por ciento corresponde a gastos de construcción y el 31.5 por ciento a gastos de conservación y reconstrucción.

/En Honduras

En Honduras, según la Dirección General de Caminos --información de Brown & Root, S.A., Consultores Internacionales-- se estima un gasto aproximado de mantenimiento de 500 dólares por kilómetro, total que no ha sido alcanzado en los últimos años. En Nicaragua, según la Dirección de Caminos, el costo de mantenimiento anual por kilómetro de carreteras asfaltadas es de 1 160,80 dólares.

Para poder realizar un estudio comparativo más detallado se precisaría ampliar la escasa información disponible, separar los gastos de mantenimiento de los de reconstrucción y analizar principalmente la calidad de la conservación de los caminos en cada uno de los países estudiados.

Se puede afirmar en cualquier caso que, en términos generales, el problema del mantenimiento se encuentra relegado a segundo término, muchas veces por motivos ajenos al aspecto administrativo propiamente dicho, y que ello va en perjuicio de las inversiones realizadas en construcción, que por esa causa no proporcionan los máximos beneficios.

4. Puentes y pasos a desnivel

En la construcción de puentes, la carga móvil adoptada suele ser la de tipo H15-S12, tanto en México como en la región centroamericana, de acuerdo con las especificaciones de la ASSHO.

No hace mucho tiempo que se adoptó en México un ancho de calzada de 7.50 m para los puentes de dos vías. El ancho total de las guarniciones es de 0.60 m. Cuando se trata de autopistas, los puentes de menos de 25 m de longitud tienen calzadas iguales al ancho de la corona y si son de más de 25 m, la calzada se construye de 7.50 m para cada dos carriles.

En las carreteras de cooperación se admite que los puentes largos tengan un solo carril. Cuando la longitud no es excesiva resulta antieconómico construir puentes de un solo carril.

Los anchos adoptados en Centroamérica, especificados en metros, figuran en el cuadro 22.

Exceptuando el caso de Costa Rica, en el que las especificaciones geométricas superan notablemente las de México, las especificaciones geométricas para los puentes de las carreteras principales son mayores en los demás, y

Cuadro 22

CENTROAMÉRICA: ANCHO DE PUENTES

(Metros)

Concepto	Ancho calzada	Ancho guarniciones
<u>Guatemala</u>		
Tipo A	X	3.5
Tipo B	8.50	1.75
Tipo C	8.50	1.45
Tipo D	6.50	1.30
Tipo E	6.00	0.75
<u>El Salvador</u>		
Primarias	8.50	1.85
Secundarias	7.40	1.50
Terciarias	6.50	0
Rural	3.60	0
<u>Honduras</u>		
Más de 500 vehículos por día	8.90	1.5
400 a 500 vehículos por día	8.90	1.5
100 a 400 vehículos por día	7.90	1.5
50 a 100 vehículos por día	6.00	1.0
<u>Nicaragua</u>		
Nacional 1a. clase	7.30	1.0
Nacional 2a. clase	7.30	1.0
Departamental 1a. clase	3.50	X
Departamental 2a. clase	3.50	X
<u>Costa Rica</u>		
3 000 vehículos por día	9.10	3.0
1 000 a 3 000 vehículos por día	8.50	3.0
400 a 1 000 vehículos por día	7.30	2.4
100 a 400 vehículos por día	7.30	1.8

Fuente: TSC Consortium, op. cit.

/para las

para las carreteras de menos tránsito, menores que las de México. Así, las especificaciones geométricas de los puentes corresponden en México al tipo promedio de las de los países centroamericanos, prefiriéndose en México establecer prácticamente un tipo único de puente.

Merecen destacarse algunos aspectos de la construcción de puentes en México por la importancia que pueden tener como experiencia para los países centroamericanos.

1) La construcción de puentes de hormigón preesforzado, de más de 30 m, ha permitido obtener un ahorro del 20 al 30 por ciento. No se utilizan en exceso estructuras de acero, lo cual es de alto interés para países que todavía no tienen una gran producción del metal puesto que supone un ahorro de costos, y de divisas cuando el país lo importa.

2) La adopción del tipo de puente que puede construirse con los equipos disponibles en el país, en vez de recurrir a equipos costosos que deben ser importados, y ocasionan gastos en moneda extranjera y que en muchas ocasiones no pueden utilizarse seguidamente por no tener aplicación. En México las obras falsas son utilizadas varias veces para la construcción de un mismo tipo de puente, e incluso llegan a aprovecharse como estructuras definitivas.

a) Costo de los estudios de campo sobre puentes y pasos elevados^{11/}

Los costos de los estudios de campo sobre puentes y pasos elevados han sido determinados para un kilómetro de carretera y para un metro de puente no incluyéndose en ellos los sueldos de personal de oficina, viáticos, gasolina, etc., y se consideraron los caminos federales normales y los caminos federales especiales^{12/} (CFN y CFE).

^{11/} Análisis de la Dirección General de Proyectos y Laboratorios (SOP). México.

^{12/} Los Caminos Federales Especiales son los correspondientes a zonas de orografía accidentada, lomeríos fuertes de alta precipitación, acceso difícil y predominio de suelos en cauce de ríos.

Costos de exploración y estudios topohidráulicos

CFN	\$ 2 370.00/km	para 2.6 m puente/km
CPE	8 250.00/km	para 8.7 m puente/km
Caminos de cuota	7 565.00/km	para 5.17 m puente/km

Costos por metro lineal de puente

CFN	910.00/m
CPE	950.00/m
Caminos de cuota	1 150.00/m

Si se considera un costo de \$ 15,000.00 por metro para los puentes (CFN y CPE) y de \$ 18 000.00 por metro para los de cuota, el costo del estudio representa el 6.1, el 6.3 o el 6.4 por ciento del costo total del puente.

Incluyendo los estudios geotécnicos, estos porcentajes aumentan a 7.5, 6.8 y 7.1 respectivamente.

b) Costo de los proyectos

En la determinación de los costos no se consideraron los de proyectos para los cuales, por su semejanza, se aprovecharon juegos de planos básicos de otras construcciones similares, y cuyos costos de proyecto son muy bajos (1 a 2 por ciento para obras de 100 000 a 300 000 dólares).

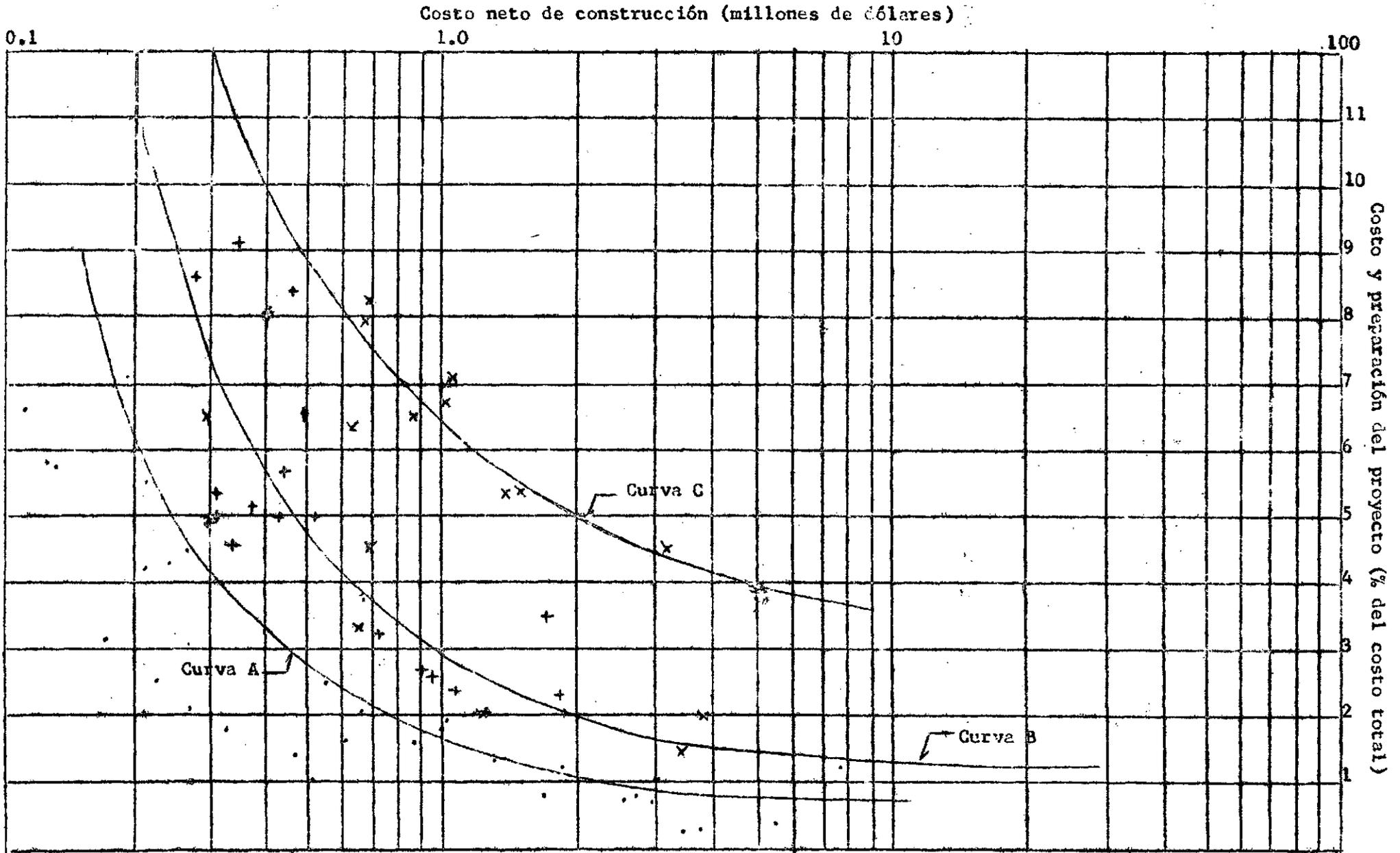
Los costos de la obra se basan en los precios unitarios presentados a concurso por los contratistas, e incluyen gastos directos e indirectos. Los indirectos se calcularon en el 4 por ciento aproximadamente y los directos (gastos de dirección), en 10.5 por ciento. Los costos indirectos referentes a las Direcciones de Servicios, Oficialía Mayor, Subsecretaría y Secretaría son del 8 por ciento aproximadamente. El costo total se obtiene sumando al costo directo los coeficientes anteriores:

$$C_T = 1.04 \times 1.105 \times 1.08 C_D = 1.24 C_D$$

La Secretaría de Obras Públicas elaboró el gráfico 1 donde se relaciona el porcentaje del costo del proyecto con respecto al total de la obra. En el gráfico se considera:

Gráfico 1

COSTOS DE ESTUDIO Y PREPARACION DE PROYECTOS



Estructura tipo A. Puentes y pasos a desnivel normales o desviados, en tangente, cuyo proyecto se realiza aprovechando en su mayor parte proyectos tipo de superestructuras, pero cuyas subestructuras suelen requerir un proyecto especial.

Estructura tipo B: Puentes y pasos a desnivel normales o desviados, en tangente, cuya superestructura y subestructura requieren proyectos especiales.

Estructura tipo C: Puentes y pasos a desnivel ubicados en las zonas de curva del camino, o con geometría complicada y que requieren proyectos especiales para la superestructura y para la subestructura.

c) Costos de construcción

Los costos de construcción que figuran a continuación fueron obtenidos de los cuadros en que se basa el gráfico 1.

Tipo de estructura	Número de puentes	Longitud (metros)		Costo total promedio de obra por m	
		Mínima	Máxima	Pesos	Dólares
<u>Total</u>	79	8	530	15 673.8	1 253.9
A	38	8	520	10 980.5	878.4
B	27	13	530	21 906.4	1 752.5
C	14	11	125	18 778.8	1 502.2

También se obtuvieron otros datos sobre puentes, de los presentados a los concursos, tomándose el precio más bajo para un total de 16 puentes y una longitud total de 1 124 m, --siendo el mayor de 367 m y el ancho de calzada de 7.50 m--; el costo promedio de 29 concursantes fue de 960.7 dólares por metro lineal. El puente de costo más bajo por metro lineal resultó en 710 dólares y el puente de costo más alto en 1 330 dólares.

Como en los costos de construcción de carreteras, la insuficiencia de datos impidió realizar una comparación entre los diversos países sobre costos de construcción de puentes.

/Se obtuvieron

Se obtuvieron costos de Nicaragua (Dirección de Caminos), donde para un promedio de 7 puentes de 3.20 m de ancho de vía resultó un costo de 1 850 dólares por metro y de El Salvador, donde un puente de 7.40 m de ancho de vía de 12 metros de longitud, tuvo un costo de 1 290 dólares por metro.

5. Tipos de carpetas

a) Criterios

El criterio utilizado en México para el empleo de los diferentes tipos de carpetas se resumen en el cuadro 23.

El costo del asfalto en los países centroamericanos, según datos del estudio de TSC Consortium, varía entre 12.5 y 21.0 centavos por galón; es decir, entre 3.3 y 5.55 centavos el litro. En México, el costo del litro de asfalto colocado más aceptado en los concursos, es de 50 a 60 centavos mexicanos (0.04 dólar/litro).

Por las respuestas obtenidas de un cuestionario^{13/} se puede concretar lo siguiente:

Guatemala. Se tiene el propósito de adquirir los primeros contadores de vehículos; no se dispone de elementos para establecer la relación entre el tránsito y la carpeta y por regla general se utiliza un doble tratamiento superficial.

El Salvador. Los volúmenes de tránsito existentes se basan en recuentos individuales. El espesor de la superficie de rodamiento es decidido en la mayoría de los caminos por las empresas consultoras. En forma provisional y de modo flexible se recomienda para: a) hasta 300 vehículos por día, un tratamiento superficial doble de 1" de espesor final; b) de 300 a 1 000 vehículos por día, una mezcla abierta con asfalto rebajado de 1-1/2" de espesor; y c) más de 1 000 vehículos por día, concreto asfáltico de 2" de espesor final.

Honduras. No se realizan recuentos permanentes. El espesor de la carpeta es decidido por la empresa consultora.

^{13/} Véanse los documentos E/CN.12/GCE/SC.3/6/18 y anexos.

Cuadro 23

MEXICO: TIPOS DE CARPETA

Tránsito	Pavimento
600 vehículos de más de 3 t (aproximadamente 1 200 vehículos por día)	Carpeta asfáltica de tratamiento simple, de un solo riego. En determinadas condiciones climáticas pueden requerirse carpetas de 2 riegos
500 a 100 vehículos pesados (1 000 a 2 000 vehículos por día)	Carpeta de mezcla asfáltica hecha con emulsiones o asfaltos rebajados, elaborada en el lugar, en planta móvil o estacionaria
Más de 1 000 vehículos pesados. De preferencia autopistas y aeropistas (más de 2 000 vehículos por día)	Concreto asfáltico formado de material pétreo de buena calidad y bien graduado con cemento asfáltico de un espesor entre 5 y 10 cm.

Cuadro 24

NICARAGUA: TIPOS DE CARPETA UTILIZADA EN CAMINOS

Tipo de carpeta	Clasificación del tránsito	Total vehículos por día	Camiones y autobuses	Camiones pesados (18 000 a 24 000 lbs/eje)	Carga de diseño (Libras por rueda)
Tratamiento de superficie bituminoso triple o más	pesado	3 000 mínimo	700 mínimo	150 mínimo	14 000
Tratamiento de superficie bituminoso doble	medio	1 000-3 000	250-700	50-150	12 000
Tratamiento de superficie bituminoso sencillo	liviano	1 000 máximo	250 máximo	50 máximo	10 000

Costa Rica. Existen sistemas apropiados de registros de tránsito en las principales carreteras. La carpeta está relacionada con el tipo de tránsito (liviano, mediano, pesado y muy pesado).

Nicaragua. Los tipos de carpetas utilizados aparecen en el cuadro 24, según información proporcionada por el Departamento de Carreteras del Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

En los datos anotados se observa que, en algunos países de la región, el problema no ha sido objeto todavía de un estudio detenido, y que las decisiones se han tomado con arreglo a criterios demasiado generales o siguiendo las indicaciones de las empresas consultoras. El problema, sin embargo, es de gran importancia y deberá ser estudiado debidamente en cada país para fijar criterios que tengan presentes las circunstancias de clima, tránsito, tipos de vehículos que utilizan el camino, etc.

Debe tenerse presente que el problema del asfalto tiene particular importancia en Centroamérica al repercutir su utilización en las reservas de divisas de los países.

En 1958 se aprobaron unas Especificaciones Provisionales para la Construcción de Carreteras en Centroamérica y Panamá que hasta la fecha no se tiene noticia ni de que hayan sido observadas, ni de los motivos a que ello pueda haberse debido. Sería interesante conocer unas u otras razones para saber a qué atenerse al respecto.

b) Emulsiones catiónicas

El empleo de las emulsiones catiónicas ha tenido aceptación en varios países, México entre ellos, porque presenta varias ventajas: 1) se aplican a la temperatura ambiente, sin necesidad de calentamiento previo (temperatura superior a 5°) y pueden ser utilizadas en cualquier momento; las sucesivas operaciones de calentamiento, cuando no se utilizan las emulsiones, hacen que se pierdan parte de los disolventes volátiles y ello da lugar a alteraciones de las características del producto; 2) se pueden aplicar sobre agregado húmedo; en cambio la humedad es un inconveniente para la aplicación de emulsiones aniónicas; 3) evitan los inconvenientes y la elevación de costos

/debido a

debido a las lluvias, los que no se presentan en el caso de la aplicación de emulsiones catiónicas;; 4) se suprime la operación de eliminar los disolventes; 5) se elimina casi totalmente el problema de los materiales pétreos hidrófilos; 6) se ahorran los disolventes ligeros; 7) la carpeta puede ponerse en servicio casi inmediatamente después de la aplicación del asfalto; y 8) se pueden utilizar plantas móviles.

Las emulsiones catiónicas no siempre son las más económicas pero resultan especialmente ventajosas en los casos de agregados hidrófilos, cuando se esperan lluvias o cuando la humedad rebasa el grado de absorción del material utilizado. En todos estos casos, el pavimento resultará de una calidad mucho mejor y tendrá un costo más bajo.

Detalle importante, por lo que a generalizar la aplicación de las emulsiones catiónicas se refiere, es el conocimiento de que dichas emulsiones son efectivas cuando se aplican sobre rocas ácidas o básicas, excepción hecha de las que contienen magnesio.

La primera experiencia de México data de 1959, en el kilómetro 93 de la carretera México-Pachuca, donde se obtuvieron resultados muy positivos. En el tramo de prueba se agregó agua hasta obtener una humedad tres veces mayor que la de absorción. El rendimiento obtenido con la moteconformadora, en la operación de mezclado, fue de $38 \text{ m}^3/\text{km}$, cifra muy elevada si se tiene en cuenta lo reducido del volumen y la brevedad del tramo. La mezcla sin compactar recibió fuertes lluvias durante 4 horas. A los tres años la sobrecarpeta seguía en perfectas condiciones y sin desprendimiento alguno de material pétreo. Ultimamente se han utilizado mezclas catiónicas para la construcción del camino de acceso a la presa Apulco y en 40 kilómetros de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad.

La empresa que fabrica emulsiones catiónicas se instaló en Irapuato (Guanajuato) en agosto de 1964. Su capacidad es de 125 000 litros por jornada de 8 horas de trabajo con 17 empleados.

El precio del asfalto rebajado FR3 es actualmente de 23 centavos por litro, y sube 15 centavos más por litro cuando se tienen que usar aditivos. El costo de la emulsión catiónica para riego de sello es de 39.6 centavos por litro y para mezclas asfálticas de 42 centavos por litro. Aumentando la producción podría reducirse 2 centavos por litro su costo.

/Las emulsiones

Las emulsiones catiónicas se han utilizado en México especialmente para la conservación y reconstrucción de caminos; se emplean poco todavía para la construcción. Es posible que ello se deba: a) a la gran distancia que hay desde la fábrica a la zona sureste (que es de gran precipitación pluvial) donde el uso de la emulsión tendría mayor aplicación; b) a las dificultades que causa su aplicación cuando el porcentaje de finos pasa del 5 por ciento (tamiz 200) del material pétreo; y c) a su utilización relativamente reciente en el país y a la escasa divulgación que ha recibido la calidad del producto.

El laboratorio de la fábrica está experimentando con diversos tipos de materiales para ir perfeccionando el producto y adaptándolo a condiciones diversas.

Sería interesante estudiar su aplicación en Centroamérica porque en muchos casos podría representar un ahorro en la construcción, conservación y reconstrucción de caminos, y particularmente en obras de mantenimiento de carreteras con volúmenes de tránsito importantes. Incluso sin tomar en cuenta el problema de la humedad, el hecho de que la carretera pueda ponerse en servicio casi inmediatamente después de la aplicación del asfalto representa un ahorro significativo.

La Secretaría de Obras Públicas de México recurre cada día más a las emulsiones catiónicas.

En el caso del fraguado rápido No. 1 se emplearon para riego de sello 5.8 millones de litros en 1964, 8.5 millones en 1965 y 4.3 millones de litros entre enero y agosto de 1966. Para el fraguado medio No. 1 para carpetas y bases asfálticas, se pasó de 2.8 millones de litros en 1965 a 5.6 millones entre enero y agosto de 1966. En el cuadro 25 se puede observar el costo de la planta de emulsiones asfálticas catiónicas.

6. Pruebas experimentales

En México, las pruebas experimentales se realizaban hasta hace poco tiempo en un organismo central y en laboratorios de campo. Como estos últimos no han podido realizar las pruebas del acero de refuerzo, del acero para

Cuadro 25

MEXICO: COSTO DE LA PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS CATIONICAS
DE LA CIUDAD INDUSTRIAL DE IRAPUATO, GTO.

(Pesos mexicanos)

Equipo		\$ 3 750 000
Equipo de transporte de asfalto	\$ 465 000	
2 calderas (80 y 125 H.P.) incluyendo equipo para retorno de condensados, tratamiento de agua y su instalación	320 000	
Bombas para el manejo de asfalto, solución, emulsión, solventes y combustibles	270 000	
Tanques metálicos para almacenamiento de asfalto, emulsión, solución, solvente, combustibles, emulsificantes	730 000	
Molino coloidal	170 000	
Tubería, válvulas, conexiones, calentamiento de tubería con vena de vapor, incluyendo instalación	315 000	
Instalación eléctrica	465 000	
Equipo de control y registro de operación	215 000	
Equipo de tracción para carros de ferrocarril	150 000	
Sistema de protección contra incendio	110 000	
Instalación para el llenado de auto-tanques y carros-tanque de ferrocarril	70 000	
Equipo vario	170 000	
Equipo de laboratorio	100 000	
Mobiliario y equipo	90 000	
Vehículos	110 000	
Construcciones		1 190 000
Pavimentación	110 000	
Espuela de ferrocarril	360 000	
Fosas para lavado de carros de ferrocarril, cimentación de tanques, etc.	160 000	
Edificios	560 000	
Inversión total, incluyendo terreno, proyecto y supervisión de las obras y gastos de instalación		6 200 000

/preesfuerzo

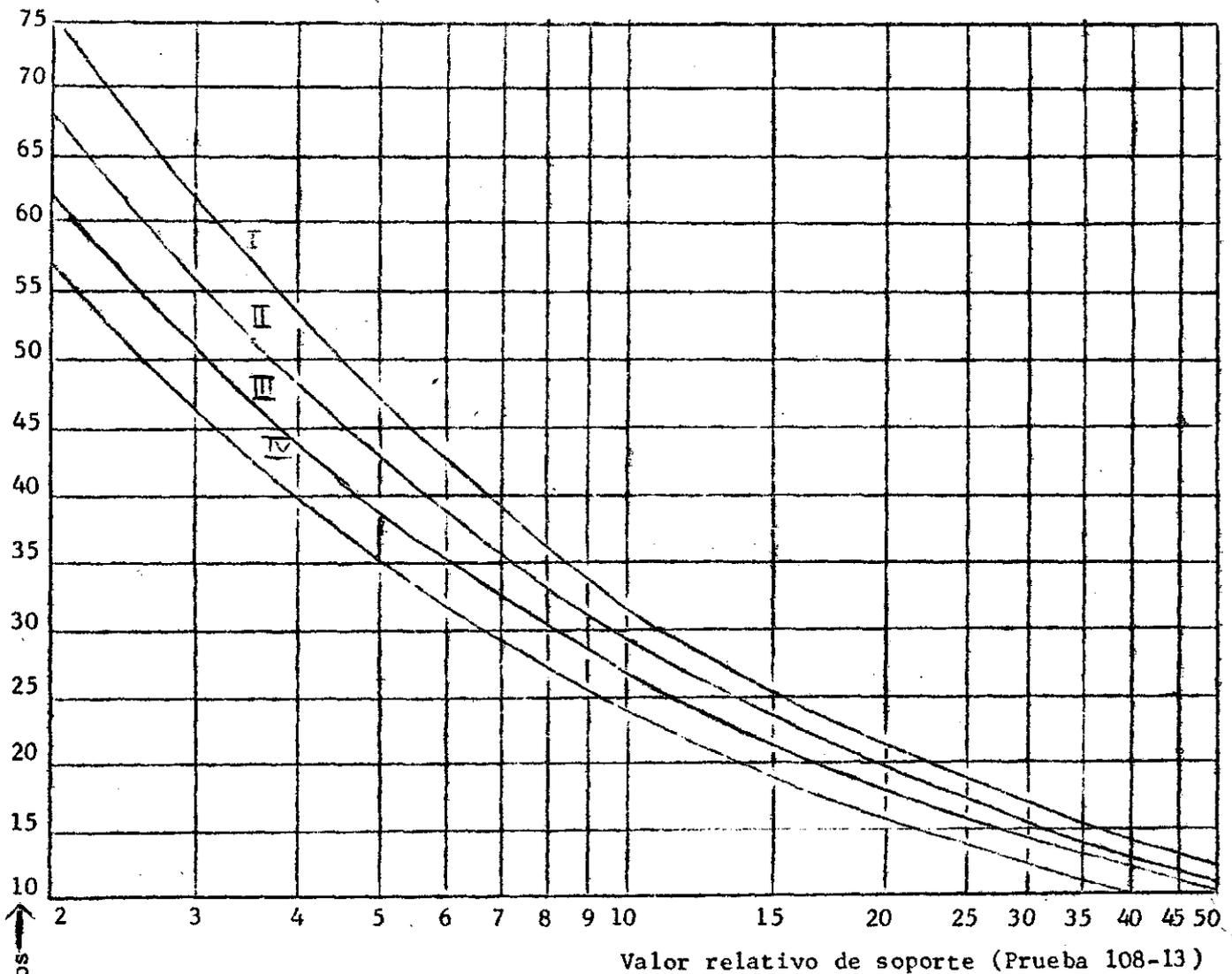
preesfuerzo, del cemento y del material pétreo para carpetas asfálticas ni tampoco la prueba Marshall para concretos asfálticos, se decidió recientemente instalar 20 laboratorios regionales, algunos de los cuales se encuentran ya en funcionamiento; se harán cargo de la dirección de los 80 laboratorios de campo que existen absorbiendo el personal que labora en ellos (20 por laboratorio aproximadamente).

Los laboratorios de la SOP también colaboran con otras dependencias y con organizaciones privadas, aunque ello no les proporcione ingresos apreciables.

Las especificaciones de construcción están siendo revisadas en la actualidad. Parece que: a) en la parte relacionada con las terracerías se tiene el propósito de incluir las que se construyen con fragmentos de roca; b) por lo que se refiere a la base, exigir un valor de soporte de 50, variando el de las subbases a 80 y 100; c) la compactación de bases y subbases deberá hacerse al 100 por ciento en vez de al 95 por ciento, como se acostumbra en la actualidad; d) se tiene el propósito de incluir la prueba del equivalente en arena; e) la determinación del espesor de la base más la subbase deberá hacerse por el método CBR modificado (prueba 108-13) con adaptaciones hechas en la SOP. (Véase el gráfico 2, donde se determina el espesor de la base más la subbase, de acuerdo con el tránsito previsto.) El espesor mínimo de la base deberá ser de 12 cm, como se especifica en dicho gráfico; f) se recomiendan dos métodos para la determinación de la densidad máxima --1) para materiales finos arcillosos, el Proctor SOP, que es el método AASHO con algunas modificaciones señaladas por la Secretaría; y 2) para materiales granulosos, el de Porter--; g) se señala que para la estabilización de la base se han obtenido resultados positivos con asfalto, que el cemento ha sido utilizado muy pocas veces y que se hizo un experimento con cal que fracasó, debido a movimientos en las terracerías; h) se indica la conveniencia de agregar capas para la estabilización, y la compactación exigida es de 95 por ciento; i) también se señala que la SOP está utilizando la prueba de contracción lineal; j) los tipos de pavimento flexible deben relacionarse con el volumen de tránsito previsto y se indica que para la mezcla en planta se utiliza la prueba Marshall con resultados positivos y que para mezclas en

Gráfico 2

CURVAS PARA CALCULAR EL ESPESOR MÍNIMO DE SUB-BASE MAS BASE EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA CAMINOS EN FUNCION V.R.S. DE LA SUBRASANTE



Intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3 toneladas métricas, considerado en un solo sentido	Curva aplicable para proyecto de espesores	Espesor mínimo de base
Menos de 500 vehículos al día	IV	12 cm
De 500 a 1 000 vehículos al día	III	12 cm
De 1 000 a 2 000 vehículos al día	II	15 cm
Más de 2 000 o Autopistas	I	15 cm

el lugar de la obra se hacen pruebas de afinidad del asfalto, así como de resistencia; k) la vida útil de los pavimentos flexibles se calcula en alrededor de 15 años y la de los rígidos en 20 años; finalmente, l) para revestimiento, se recomienda el empleo de grava con limo como elemento de cimentación.

En el cuadro 26 puede observarse el incremento experimentado por las actividades de los laboratorios.

Cuadro 26

MEXICO: ENSAYOS PARA CARRETERAS REALIZADOS POR EL DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS DE LA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS, 1959-64

(Número)

Ensayos de	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Total	112 324	191 011	183 777	215 210	336 121	375 665
Terracerías en carreteras	35 461	68 274	55 039	79 647	141 087	125 351
Obras de drenaje	3 199	3 806	7 160	5 083	13 504	9 015
Revestimiento provisional	4 962	7 246	9 095	9 708	14 471	26 868
Sub-base	26 637	39 494	33 520	39 120	61 306	75 301
Base	33 906	61 522	39 465	49 292	70 740	74 071
Carpeta	6 334	10 239	16 298	15 313	17 804	26 458
Estructuras	-	-	19 838	14 941	15 770	27 136
Diversas obras	1 825	430	3 362	2 014	1 439	11 375
Incremento del número de ensayos (Por ciento)		70	- 3.8	17	56	11.7

Fuente: Secretaría de Obras Públicas, Memoria de labores.

IV. ASPECTOS ECONOMICOS Y DE PLANIFICACION

1. Clasificación y evaluación de carreteras en México

Las inversiones en carreteras se basan en México en las evaluaciones de los proyectos y en la determinación del orden de prioridades. La evaluación se hace con distintos criterios según la función a que se destinen los caminos, que se dividen en: a) carreteras de función social; b) carreteras de penetración económica; y, c) carreteras de zonas en pleno desarrollo.

a) De función social

Corresponden a zonas de escaso potencial económico pero en las que residen poblaciones de cierta importancia; dan lugar a mejoras decisivas en el modo de vida de los habitantes al facilitar la obtención de servicios públicos, la comunicación con otras poblaciones y con el mercado nacional, y al disminuir el precio de productos industriales y agrícolas que llegan de otras partes del país. Aunque estos efectos se reflejan en el nivel de ingresos, se consideran fundamentalmente de valor social. Debe recordarse que en México, por razones históricas, una parte considerable de la población no reside en las regiones más ricas en recursos, por lo que las carreteras facilitan las migraciones internas.

Para determinar la prioridad de las carreteras en estos casos:

- 1) se estudia la zona de influencia; 2) se calcula el número de habitantes;
- 3) se estima el costo de la carretera; y 4) se establece la relación costo por habitante servido.

b) De penetración económica

Corresponden a zonas aisladas pero que cuentan con recursos naturales susceptibles de explotación. El efecto de la carretera en estos casos se traduce en un notable aumento de la producción.

La evaluación se hace tomando en cuenta la potencialidad de la zona para lo cual: 1) se determina la zona de influencia de la nueva carretera, excluyendo las áreas ya servidas por las carreteras con las que se va a

/conectar

conectar la nueva vía; 2) se toman en cuenta las características referentes al clima, régimen de lluvias, topografía, producción actual, población, etc. y se estima el valor del incremento de la producción --por lo general agropecuaria-- al finalizar el quinto año del inicio de la construcción de la carretera, a lo que se denomina beneficio; 3) se calcula el costo de la carretera; y, 4) se calcula el índice de productividad por la relación beneficio-costo.

c) Para regiones en pleno desarrollo

Las primeras carreteras que se construyeron en México tenían características para intensidades de tránsito y carga muy inferiores a las actuales y además procuraban servir el mayor número de ciudades, con preferencia al itinerario directo. Tomando en cuenta el actual volumen de tránsito, dichas carreteras necesitan mejorarse en acortamientos y en nuevas alternativas dentro de la zona que sirven.

Si se considera que la importancia de la obra se relaciona con el número de vehículos en circulación, el ahorro que esos vehículos obtienen constituye un beneficio para la sociedad; la selección de las características del camino se hace calculando el índice de rentabilidad del mismo.

Para hacer este cálculo: 1) se considera un período de vida hasta de veinte años para la carretera; 2) se estima, con base en los datos actuales, el tránsito para cada uno de dichos años, adoptando algún criterio de crecimiento del tránsito; 3) se examinan para cada caso tanto las posibilidades de tránsito atraído por la construcción del camino, como el tránsito generado como resultado de inversiones realizadas en sectores relacionados con la carretera en cuestión.

Se consideran beneficios derivados de la construcción de la obra:

a) los que provienen del ahorro de tiempo de cada persona transportada por los vehículos automotores (la estimación de este ahorro se hace con base en el valor del producto bruto nacional y en la población, y tomando en cuenta la vida útil de los vehículos; b) los beneficios por ahorro en tracción; y c) los que resultan de la supresión del congestionamiento que se hubiera producido en el caso de no haberse realizado la obra.

Estos beneficios se determinan para cada año, teniendo en cuenta el tránsito estimado para obtener el total de los beneficios.

En los costos se consideran: la inversión de la construcción, el mantenimiento, reconstrucciones al noveno y decimosexto años, el funcionamiento y los costos sociales. Para cada año se determina el costo respectivo.

Los beneficios y costos de cada año se actualizan a una determinada tasa. La relación que divide la suma de beneficios actualizados entre la suma de los costos, actualizados también, constituye el índice de rentabilidad.

El criterio utilizado para la evaluación por la función de la carretera, permite una distribución de recursos más equilibrada cuando se tienen presentes los diversos aspectos que se relacionan con el desarrollo del país.

Es innegable que los métodos de evaluación han sido mejorados, pero todavía quedà mucho por realizar, principalmente en lo que respecta a la investigación directa, económica, social y vial, cuya carencia ha obligado a la formulación de hipótesis no siempre acordes con la realidad y que inevitablemente tienen influencia negativa en la política de inversiones.

2. Estudio de proyectos

La aplicación del método fotogramétrico electrónico a los estudios de proyectos es una de las experiencias positivas más interesantes de México. Ha permitido a la Secretaría de Obras Públicas aumentar en un 150 por ciento la elaboración de proyectos y seguir elaborando además un 50 por ciento de los proyectos por los métodos tradicionales.

El método fotogramétrico reduce los costos tanto de la elaboración de los proyectos como de la construcción; se estima que el costo de proyecto por kilómetro de terreno llano asciende a 11 000 pesos por el método tradicional y se reduce a 7 800 (incluyendo la amortización del equipo), por el fotogramétrico electrónico, es decir se reduce un 30 por ciento. Por su parte la elaboración de un proyecto por el método tradicional se calcula en un 6 por ciento del costo total de la obra y se reduce por el método fotogramétrico electrónico al 4 por ciento. El equipo que utiliza México actualmente está valuado en 8 millones de pesos (640 000 dólares). Si la

/inversión

inversión prevista para la región centroamericana en 1965-69 ha sido de 338 millones de dólares, un equipo similar al de México hubiera representado un costo de menos de 0.2 por ciento de esa cantidad para cuya recuperación en cinco años hubiera sido suficiente utilizarlo para la proyección de obras por un valor de 32 millones de dólares, promedio anual de 6.4 millones de dólares (aproximadamente el 10 por ciento del total de la inversión). El 2 por ciento del ahorro obtenido en México, gracias al nuevo sistema, representaría los 640 000 dólares.

El ahorro señalado sólo se refiere al costo del proyecto y no al ahorro en la construcción, que resulta mucho más elevado que el del obtenido en el costo del proyecto. La experiencia ha demostrado que el trazado más perfecto y los ahorros en la construcción y en el proyecto compensan sobradamente la inversión realizada en el método fotogramétrico electrónico.

Las etapas del método fotogramétrico-electrónico pueden resumirse en la siguiente forma: 1) análisis aproximado de las diversas alternativas posibles por medio de mapas topográficos y fotografías; 2) reconocimientos iniciales, aéreos por lo general, que permiten descartar desde un principio las alternativas inconvenientes; 3) para las alternativas que se elijan, un levantamiento aerofotográfico para obtener mapas de 1:10 000 con curvas de nivel cada 10 m; la faja a fotografiar debe referirse a extensiones de 20 km de anchura en promedio y en esta etapa se eliminan de nuevo las alternativas menos favorables; 4) se vuelve a hacer un reconocimiento aéreo y terrestre final sobre las alternativas seleccionadas, procediendo después a un levantamiento aerofotográfico a escala 1:25 000 para hacer la fotointerpretación y el estudio estereoscópico; 5) para determinar la ruta final se hacen fotografías aéreas a escala 1:10 000 y se lleva a cabo el estudio del anteproyecto con el aparato Balplex; se selecciona el anteproyecto definitivo, se fija el sector que lo contiene y se levanta un plano del mismo a la escala de 1:2 000, con curvas de nivel cada 2 m. Con este plano se elabora el anteproyecto final; 6) para el mismo se vuelven a tomar fotografías aéreas a escala de 1:5 000 y con las fotografías y el trazado definitivo se obtienen las secciones transversales del terreno cada 20 m.

Los datos se procesan en las computadoras electrónicas para obtener la solución óptima correspondiente.

/En el cuadro

En el cuadro 27 aparecen los costos de diseño de algunas obras realizadas en algunos países centroamericanos, según datos obtenidos de un estudio de la CEPAL. Como puede observarse, los costos anotados en el cuadro resultan mucho más elevados que los de México, incluso comparados con los obtenidos en este país por el método tradicional.

3. Carreteras y puentes de cuota en México

Las carreteras directas de cuota se construyen en México para un tránsito mínimo de 3 000 vehículos diarios entre los extremos. Las carreteras directas y los puentes de cuota son siempre vías alternativas, es decir, comunican puntos servidos por otras carreteras o vías que los usuarios pueden utilizar cuando no desean pagar la cuota.

Cerca del 70 por ciento del tránsito total (considerando las dos vías) se realiza, sin embargo, por las carreteras de cuota. Los fondos que se obtienen de las carreteras directas y de los puentes de cuota se destinan a la conservación de los mismos y a la construcción de nuevas carreteras directas y puentes de la misma clase. Un organismo descentralizado, "Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos", se encarga de financiar, administrar y conservar estas vías de comunicación. Los fondos que se obtienen por este concepto son destinados a la construcción de nuevos caminos y puentes en regiones ya comunicadas, liberando recursos --que nunca son suficientes-- para construir y mejorar carreteras y puentes en regiones que aún no tienen servicio o donde es deficiente. Las nuevas obras representan mayor seguridad, rapidez y ahorro para los usuarios.

Se puede afirmar que la cuota no ha representado hasta la fecha inconveniente alguno para la utilización de estas carreteras. Si se considera que la vía libre tiene que ser utilizada por los vehículos que necesitan dirigirse a las poblaciones servidas por ella (tránsito local) y que el 70 por ciento de los vehículos utiliza las carreteras de cuota se comprueba la preferencia de los usuarios por las mismas.

Entre caminos y puentes de cuota, además de los servicios de transbordadores, existen en México en 1966 más de 700 kilómetros de esta clase de vías.

Cuadro 27

CENTROAMERICA: COSTOS DE DISEÑO DE CAMINOS EN ALGUNOS PAISES

	País	Dólares/km
Carretera Interamericana (Montículos 2/3-lomerío 1/3)	Guatemala	4 990
Bufalo Potrerillos (Plano)	Honduras	2 336
Chinandéga Corinto (2/3 lomerío-1/3 plano)	Nicaragua	1 723
Y-San Antonio (Lomerío)	Costa Rica	1 800
David Frontera (Plano)	Panamá	2 840
Río Hondo-Frontera Honduras (Montañoso)	Guatemala	4 775
Extensión Carretera Occidente (Montañoso)	Honduras	1 250
Rivas Tola (2/3 plano)-(1/3 lomerío)	Nicaragua	1 524
Alajuela-Carrizal (Lomerío)	Costa Rica	1 500
Santo Domingo-Llivalá (Plano)	Panamá	660
El Molino Frontera Salvador (Montañoso)	Guatemala	4 775
Bufalo-Puerto Cortés (Lomerío plano)	Honduras	1 250
Izapa-La Paz (Plano)	Nicaragua	3 378
Alajuela-San Isidro (Lomerío)	Costa Rica	1 500
Llano de Piedra-Jurón (Plano)	Panamá	1 215
Método Tradicional (Terreno plano)	México	900
Método Fotogramétrico Electrónico (terreno plano)	México	600

/Entre 1962

Entre 1962-63 y 1963-64, el incremento del tránsito fue de 12.85 por ciento en las carreteras de cuota, superior al promedio nacional que es de 9 a 10 por ciento.

La construcción de caminos y puentes de cuota ofrece además ventajas sobre la solución de ampliar los caminos existentes porque: a) la ampliación de un camino existente cuando mucho mejora un 20 por ciento su capacidad; b) el sistema no da lugar a interrupciones en un camino que es mejorado; y c) permite velocidades superiores a las del camino existente.

4. Datos básicos, origen y destino, inventarios y aforos de tránsito

La investigación directa en las carreteras, el inventario geométrico, las encuestas de origen y destino, los muestreos de tránsito y las estaciones de recuento permanente, son actividades relativamente recientes.^{14/} En el período 1959-60, época en que se inició el inventario geométrico de las carreteras, se registraron 4 648.6 km; en 1962, datos correspondientes a 23 564 km y en 1963 se completaron los 5 600 km del inventario geométrico de carreteras que faltaban. Recientemente también se iniciaron los estudios de velocidades en varios tramos de la red utilizando el método de las placas y el radar.

En el cuadro 28 figuran las diversas actividades llevadas a cabo entre 1959 y 1965.

En el estudio de origen y destino realizado se anotaron datos referentes a:

i) Tránsito. Se obtuvieron datos sobre tránsito diario, los siete días de la semana, en el tramo en estudio, anotándose el número de automóviles, pick-ups, autobuses y camiones de 2, 3, 4 y 5 ejes; se registraron también los totales y promedios diarios en cada dirección y en las dos direcciones. Se determinó además, para cada día, el tránsito en cada hora durante 24 horas, también para automóviles, autobuses, pick ups y camiones de 2 a 5 ejes, en cada dirección y en ambas direcciones, y el porcentaje en cada sentido y en los dos, dentro del total diario; finalmente se anotó el promedio horario en un día.

^{14/} Información obtenida de las Memorias de labores de la SOP y otras fuentes.

Cuadro 28

MEXICO: DATOS BASICOS SOBRE CARRETERAS, 1960-65

Años	Encuestas de origen y destino	Muestras de tránsito	Estaciones de aforo permanente	Inventario geométrico de carreteras (kilómetros)
1959-1960 ^{a/}				4 648.6
1961 ^{b/}				18 915.4
1962				
1963	13		12	5 600.0
1964	20	900	25	
1965	39	1 227 ^{c/}	51 ^{d/}	

Fuente: Memorias de labores de la SOP de México, diversos años.

a/ Comienzo del inventario de carreteras. Al 31 de diciembre de 1960 se habían inventariado 4 648.6 kilómetros.

b/ Al 31 de diciembre de 1961 se habían registrado datos correspondientes a 23 564 kilómetros del inventario geométrico, que incluyen la totalidad de la red federal.

c/ Corresponde a 22 181 kilómetros de red federal y a 9 713 kilómetros de red de cooperación.

d/ No están incluidas las estaciones de recuento permanente de las casetas de cobro de las carreteras de cuota.

ii) Origen y destino de todos los vehículos y el promedio diario, y
 iii) El número de pasajeros de cada vehículo y la carga, en toneladas, de los siguientes tipos de productos: forestales, agrícolas, animales y sus derivados, minerales, petróleo y derivados, inorgánicos, industriales y de carácter vario.

En los inventarios de carreteras se anotan los datos siguientes:

- 1) planta, con odómetro y giroscopio; 2) perfil, con aneroide; 3) configuración superficial; 4) derecho de vía (metros); 5) corona y carpeta (metros); 6) alineamiento horizontal; grados de curvatura a derecha e izquierda; 7) alineamiento vertical (porcentaje); 8) visibilidad; 9) indicaciones como: i) pavimento, revestimiento, terracería o brecha; ii) límite entre entidades, poblados, caseríos, aeropistas, estaciones de ferrocarriles, estaciones

/radiodifusoras,

radiodifusoras, cruces con líneas de transmisión, puertos, chalanes, vados, alcantarillas, pasos a desnivel, gasolineras, cementerios, iglesias, etc.

Los aforos de tránsito son obtenidos durante 7 días, durante las 24 horas del día, apuntándose datos de automóviles, autobuses y camiones de diversos tipos. Los datos se anotan en una relación, registrándose el promedio diario semanal y el máximo horario.

Salvo en Costa Rica y Nicaragua, en el resto de Centroamérica^{15/} no se realizan recuentos permanentes de tránsito; se desconoce por lo tanto su intensidad y frecuencia y resulta imposible hacer estimaciones para el futuro.

Los estudios sobre aforos, origen y destino son relativamente recientes en México, pero constituyen elementos de gran valía para la planificación porque además de facilitar el estudio de las mejoras necesarias para la red de carreteras existente, señalan la conveniencia o inconveniencia de construir nuevas vías de comunicación y permiten fijar las características físicas y geométricas más apropiadas. En todos los casos se necesita llevar a cabo este tipo de estudios y convendría profundizar la investigación para poder resolver muchos problemas en lo que se refiere a los proyectos, evitando la improvisación y el recurso a modelos de otros lugares, no siempre de acuerdo con la realidad del país. El "Estudio de velocidades en las carreteras de Costa Rica" es un ejemplo digno de imitarse.

15/ Véase el documento E/CN.12/CCE/SC.3/6/18.

V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

1. Sueldos y jornales

Con base en informes de 3 constructores (A, B y C) los sueldos y jornales de los trabajos de construcción se anotan en los cuadros 29, 30 y 31.

2. Subcontratación

Algunas grandes empresas suelen recurrir en ocasiones a la subcontratación principalmente para las obras de drenaje. En los demás casos, existe poca propensión a recurrir a este sistema.

3. Métodos de programación y sistemas contables

El método de programación utilizado más comúnmente es el de las barras. En una de las empresas se utiliza el método de la ruta crítica para determinadas obras y en alguna de las respuestas recibidas se insiste en que la dificultad de adoptar este método se debe al hecho de no contarse con proyectos completos y desconocerse la forma en que se manejarán las asignaciones para los contratos.

Se suele seguir el sistema contable convencional. Algunas empresas utilizan máquinas computadoras para el cálculo de los sueldos.

Cuadro 29

MEXICO: COMPOSICION DE SUELDOS POR ACTIVIDADES PARA GRUPOS
TIPICO DE 1 000 HOMBRES SEGUN LA CONSTRUCTORA A

Categoría	Número	Porcentaje	Pesos mexicanos	Porcentaje aproximado
Ingenieros	5	0.5	42 000	4
Administración	56	5.6	56 000	5
Capataces	50	5.0	150 000	13
Mecánicos	140	14.0	220 000	19
Operadores	180	18.0	294 000	25
Fuera de operación	569	56.9	400 000	34

Cuadro 30

MEXICO: SUELDO MENSUAL MAS BONIFICACION DE UN
 GRUPO TIPICO SEGUN LA CONSTRUCTORA B

Número	Categoría	Sueldo mensual más bonificaciones (Pesos)
1	Ingeniero	10 000
4	Auxiliares	3 000
4	Topógrafos	1 000
6	Laboratoristas	1 000
3	Empleados administrativos	2 500
5	Checadores, tomadores de tiempo, etc.	1 200
4	Choferes	1 300
1	Sobrestante	2 500
1	Intendente de maquinaria	3 500
4	Cabos	1 200
25	Operadores	2 400
25	Ayudantes de operador	600
6	Mecánicos	1 500
6	Ayudantes de mecánico	600
3	Pobladores	1 500
9	Perforistas	1 000
9	Ayudantes	600
12	Albañiles	1 500
73	Peones	530
12	Veladores	900

Cuadro 31

MEXICO: COMPOSICION DE SUELDOS POR ACTIVIDADES PARA GRUPO TIPICO
DE 1 000 HOMBRES SEGUN LA CONSTRUCTORA C

Categoría	Por ciento hombres	Por ciento del sueldo
Personal técnico	3.10	11.34
Personal administrativo	9.31	10.33
Capataces	3.10	3.36
Operadores	22.36	34.65
Veladores	4.96	3.00
Peones	28.57	12.55
Choferes	6.83	7.35
Topógrafos cadeneros, etc.	7.45	5.35
Mecánicos y ayudantes	9.93	8.38
Carpinteros	4.34	3.66

VI. MAQUINARIA Y EQUIPO

1. Equipo y maquinaria utilizados

a) Vida útil

Muchos equipos suelen utilizarse en México durante períodos de tiempo que exceden de la vida útil señalada por los fabricantes de los mismos. La experiencia ha demostrado que la aplicación del criterio de vida útil para el tiempo de utilización de los equipos no corresponde a la realidad del mercado mexicano. A las compañías constructoras les resulta más económico seguir manteniendo el equipo después de los años de vida útil que adquirir uno nuevo; con ello logran reducir los costos de construcción y ahorran divisas para el país. Es una experiencia interesante, sobre todo para los países necesitados de divisas y donde el costo de las reparaciones puede ser menor que el de México.

Se pueden citar los casos concretos de una empresa en la que los tractores con 10 000 y 12 000 horas de vida útil, según sus fabricantes, se mantuvieron en buenas condiciones 12 000 y 14 000 horas, y de otra que logró un tiempo medio de vida útil de su maquinaria, con el mantenimiento adecuado, de 4 años para compresoras; 7 para tractores; 10 para quebradoras; 7 para motoconformadoras; 10 para palas y 7 para traxcavadoras.

La utilización del equipo durante el año, en turnos de 8 horas diarias de trabajo es, en promedio, de aproximadamente 8 meses, período que indica una buena demanda de trabajo.

b) Maquinaria y mano de obra

Según diversas informaciones y de acuerdo con el desglose de los costos, puede llegarse a la conclusión de que, para trabajar económicamente y cumplir con los plazos establecidos --exceptuando las obras de drenaje en las que predomina el trabajo a base de mano de obra-- se debe recurrir a una utilización suficiente de equipo mecánico. Las obras que programa la Secretaría de Obras Públicas con predominio de mano de obra, son pocas en relación con el total y se refieren a condiciones locales muy particulares.

Se sigue el criterio de calcular la depreciación lineal por períodos de 5 años.

/c) Fabricación

c) Fabricación nacional e importación. Características

La información obtenida sobre el problema de las refacciones difiere notablemente. Mientras determinadas empresas no tropezaron con obstáculo alguno para la importación, otras encontraron obstáculos casi insuperables y una de ellas señaló que el tiempo de reparación de las máquinas aumentó por esa circunstancia un 120 por ciento sobre el normal. Las industrias nacionales de equipos no están en capacidad de atender actualmente la demanda de los mismos. Fomentada por el estado, se ha desarrollado en México en años recientes una industria que fabrica equipos para obras viales, de calidad aceptable.

Los contratistas han comprendido la importancia de desarrollar en el país una industria de equipo vial, a pesar de que su costo resulta entre un 15 y un 25 por ciento más elevado que el del adquirido en el extranjero. Por lo demás, la importación de equipo del mismo tipo que se produce en el país está prohibida y ello elimina la competencia externa; en la fase de instalación de estas industrias, sólo en esta forma se puede proteger su supervivencia.

Se tiene el propósito de construir equipos originales, que podrían resultar más económicos y evitar además el pago de regalías por el uso de patentes, que suponen entre un 4 y un 5 por ciento del valor de los equipos.

La importación de equipos supuso una salida de divisas de 27 millones de pesos, sólo en 1965.

En el cuadro 32 aparece la maquinaria para construcción cuya fabricación en México ha sido aprobada por la Secretaría de Industria y Comercio.

d) Capital de operación, costos relativos, financiamiento y tiempo de empleo de la maquinaria

Según una de las empresas entrevistadas, el capital de operación de los equipos (operación, salarios, administración, mantenimiento, reparación y gastos diversos) representa mensualmente cerca del 6.1 por ciento del capital fijo.

Cuadro 32

MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION APROBADA EN LOS PLANES DE INTEGRACION

Empresa y marca	Modelo	Peso	Motor	Modelo	H.P.	Capacidad (yardas)
Motoconformadoras						
Caterpillar Mexicana, S. A. de C. V. (Caterpillar)	12	11 070 kgs	CAT	1 - 673	115	
	120	10 480 kgs	CAT	1 - 673	115	
Industria del hierro (Huber)	9 - D	22 100 lbs	Cummins	JMR-100-ci	100	
	10 - D	24 250 lbs	Cummins	C-160-ci	127	
	11 - D	27 020 lbs	Cummins	H-6-ci	160	
Cargadores frontales						
Transmisiones y Equipos Mecánicos, S.A. (Michigan)	35 - A		Continental	F - 226	66.5	1
	95 - A		Continental	F - 244	75	1 1/4
	95 - A		GM	3 - 23 - N	95	1 1/2
	75 - A		Waukesha	F - 283	107	1 3/4
	85 - A		Waukesha	135 - GZ	152	2 1/2
	125 - A		Cummins	C - 175 - ci	167	3
	175		Cummins	V8R - 240 - ci	220	4
Caterpillar Mexicana, S.A. de C.V. (Caterpillar)	922		CAT	1 - 673	105	3
	950		CAT	1 - 673	125	4
Eaton Manufacturera, S. A. (Trojan)	124 - H		I. H. C.	UB - 264	117	1 1/2
	134 - A		I. H. C.	UB - 264	117	1 3/4
	134 - A		I. H. C.	UB - 264	117	2
Astilleros de Veracruz, S. A. (Lorain)	ML - 200		Mummins	JN-130-ci	122	2
	ML - 225		Mummins	JN-130-ci	122	2 1/4

Cuadro 32 (continuación)

Empresa y marca	Modelo	Capacidad	Montaje	Motor	Modelo	H. P.
Excavadoras						
Swecomex, S. A. (P y H)	315	1 yard ³	Orugas	G.M.	4 - 53	88
	320	Grúa 20 tons.	Orugas	G.M.	4 - 53	88
	430 T.C.	Grúa 30 tons.	Camión	G.M.	4 - 53	88
	430 T.C.	Grúa 35 tons.	Camión	Cummins	NHC-4-ci	90
	655 B-L.C.	1 1/2 yards ₃	Orugas	P. y H.	687 C-18	185
	755 B	1 3/4 yards ₃	Orugas	CAT	D.333-CAT C-18	175
	855 B.L.C.	2 1/2 yards ₃	Orugas	CAT	D.333-GAT	175
Bucyrus - Erie de México, S. A. (Bucyrus)	22-B	1 yard ³ y grúa 12 tons.	Orugas	G.M.	4 - 71	
	Link Belt Speeder Mexicana, S. A. (Link-Belt)	LS - 68	3/4 yard ₃ grúa 15 tons.	Orugas	CAT	D-311-H
H.C-68-A		3/4 yard ₃ 20 tons.	Camión	G.M.	3030C 3-71	56
UC - 68		3/4 yard ₃ 20 tons.	Neumat.	G.M.	3030C 3-71	56
LS - 98		1 yard ₃ 30 tons.	Orugas	CAT	D-330 A	105
HC - 98 A		1 yard ³ 35 tons.	Camión	G.M.	4030 C 4-71	107
UC - 98 A		1 1/4 yards ₃	Neumat.	CAT	D-330 - A	105
LS -108 B		1 1/2 yards ₃ 45 tons.	Orugas	CAT	D-330 - A	105
UC -108		1 1/2 yards ₃ 45 tons.	Neumat.	G.M.	4030C 4-71	107
UC -108 B	1 1/2 yards ₃ 45 tons.	Neumat.	G.M.	4030C 4-71	107	

Cuadro 32 (continuación)

Empresa y marca	Modelo	Motor	Modelo	H.P.	Peso	Compactación y número de llantas	
Tractores empujadores							
Transmisiones y Equipos Mecánicos, S. A. (Michigan)	180	G.M. y Cummins	6V-53 175-ci	170			
	280	G.M. y Cummins	8V-71N	162			
			NT-310-ci	200			
				290			
Motoescrapas							
Transmisiones y Equipos Mecánicos, S. A. (Michigan)	210	G.M. y Cummins	8V-71 NTO-6-ci	270			
				262			
Aplanadoras							
Aceros Ecatepec, S. A. (Essick)	VR-28 W	Wisconsin	VK ND	-	0.415 tons.	85 kg cm ²	
	VR-72 TEDD	Duec Diesel		40	3.900 tons.	58 kg cm ²	
	VF-72	Continental	226	59	4.200 tons.	66 kg cm ²	
Astilleros de Veracruz, S. A. (Buffalo Spring F.)	VM-31D	G.M.	G.M.-3-71	80	14 tons.	80 kg cm ²	
	VM-32D	G.M.	G.M.-3-71	80	15 tons.	85 kg cm ²	
Industrias del Hierro, S. A., de C.V. (Compacto)	DO	Ford Diesel y velocidad		5.7	8 a 16 t.	85 kg cm ²	
	D.H.T.	Ford Diesel y velocidad		40	7.5 a 12 t.	53 kg cm ²	
	T.P.	Wisconsin	VG 4 D	37	6 tons.	70 kg cm ²	
Compactadores							
Maquinaria y Caminos, S. A. (Seaman Gunvis)	7/20 DTR	International	650	79	20 tons.	8	
	9/27 DTR	International	T.D.15	85	27 tons.	8	
	10/20 R.D.	Minneapolis	M 602-604	92	30 tons.	8	
Industria del Hierro, S. A. de C.V. (Albaret)	Isopactor	Ford Diesel	590 E	85	25 tons.	9	
	Autopactor	Ford Diesel	590 E	75	15 tons.	7	
	Isocompactor	Perkins	4.236	80	6 tons.	9	
	Isodyno	(No se hace)	-	-	-	-	
	P - 64	-	-	-	-	11 tons.	7
						(remolcada)	
	C - 8	-	-	-	-	30 tons.	4
					(remolcada)		
C - 11	-	-	-	-	60 tons.	4	
					(remolcada)		
C - 21	-	-	-	-	100 tons.	4	
					(remolcada)		

Quadro 32 (Continuación)

Empresa y marca	Modelo	Frecuencia	Peso	H.P.	Tipo	Núm. de tambores	Compactación	Tubo vibrator	Núm. de períodos	Longitud
Compactadores de vibración										
Industria del Hierro, S. A. de C. V. (Dyna Pac.)	CH-33	1 400 a	4 150 ton.	32	Liso					
		1 600								
	CH-44	1 400 a	4 600 ton.	32	Liso					
		1 600								
	CF-33	1 400 a	4 150 ton.	32	Pata de cabra					
1 600										
CF-44	1 400 a	4 600 ton.	32	Pata de cabra						
	1 600									
GG-10		1 700 a 2 300	0 950 ton	9	Liso					
Rodillo compactador (Liso o pata de cabra)										
Industria del Hierro, S. A. de C. V. (Albaret)	P.M.30		3 200 ton.			1 o 2	21 kg cm ²			
	P.M.90		13 500 ton.			1 o 2	56 kg cm ²			
Vibradores de inmersión										
Industria del Hierro, S. A. de C. V. (Vibro-Verken)	AA-36		40 kg					36 mm	50-60	0,36 m
	AA-45		42 kg					45 mm	60	0,46 m
	AA-60		45 kg					60 mm	50-60	0,58 m

/Continúa

Con respecto al porcentaje que representa la maquinaria en el costo de la obra, se puede considerar aproximadamente:

- i) Terracerías, 47 por ciento; mano de obra 29 y materiales 24;
- ii) Obras de drenaje, 13 por ciento; mano de obra 39 y materiales 48;
- iii) Subbase y base, 68 por ciento; mano de obra 16 y materiales 16.

Una de las empresas informantes, especializada en caminos de cooperación, señaló la siguiente composición del equipo utilizado por km de carretera:

Para terracería:

- 3 tractores
- 1 escrepa (scraper)
- 1 arado
- 1 pata de cabra
- 1 compresora de 600 pies cúbicos por minuto

Para subbase y base:

- 1 quebradora
- 1 traxcavadora
- 1 tractor agrícola
- 1 compactador neumático
- 2 motoconformadoras
- 4 camiones
- 1 pipa
- 1 plancha

Las condiciones de financiamiento en que se obtiene esta clase de equipo suelen ser: alrededor del 20 por ciento de anticipo y amortización del saldo, en 12 o más meses, con el 1 por ciento de intereses sobre saldos insolutos.

Una de las empresas señaló que el equipo obtenido en los Estados Unidos le fue vendido con el 20 por ciento de anticipo, 36 meses de plazo e intereses sobre saldos insolutos de 6.5 a 8 por ciento anual.

/Con respecto

Con respecto al tiempo de construcción se obtuvo la información siguiente:

Empresa A:

En el caso de las terracerías, el tiempo depende fundamentalmente del volumen por kilómetro. En los demás casos: 12.0 km/mes.

Empresa B:

Para carreteras en cooperación, en terreno de lomerío, terracerías - 10 días/km (25 días al mes) o 2.5 km/mes bases y subbases - 5 días/km (25 días al mes) o 5 km/mes.

Empresa C:

En autopistas, pavimentación: 10 km/mes.

Las diferencias de las informaciones se deben al tipo de carretera, a las condiciones del terreno y a las exigencias contractuales relacionadas con la situación momentánea de cada empresa.

e) Alquiler de equipos

Opera en México una "Bolsa de Maquinaria, S. A., de C. V." que se dedica al alquiler de equipos de construcción.

Por el alquiler del equipo se cobra el 10 por ciento mensual del valor del mismo aproximadamente, aunque el precio también es determinado por la oferta y la demanda. La empresa ha prosperado bastante, aunque algunas compañías de construcción consideran elevado el precio del alquiler y sólo conveniente para trabajos de poca duración. Sería interesante conocer la aceptación que podrían tener empresas similares en otros países.

Según información proporcionada por la "Bolsa", el promedio anual del alquiler equipo de construcción ha sido de:

	<u>Meses/año</u>
Aplanadoras	8
Bombas centrífugas para agua	5
Cargadores frontales de orugas o neumáticos	6
Mezcladores de concreto	5
Compactadores vibratorios	7
Malacates	8
Rodillos pata de cabra	8
Motoconformadoras	8
Petrolizadores	6
Plantas de energía	4
Tractores de orugas	8
Tractores agrícolas	7

VII. RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta que algunos de los datos referentes al incremento de la red de carreteras se basan en estimaciones que pueden inducir a error con respecto a la realidad de cada país, se recomienda ante todo iniciar o concluir el levantamiento de inventarios de la red existente, o por lo menos de la red básica, de los países interesados.

Se recomienda también aprovechar las experiencias existentes en cuanto a los aforos de tránsito para que se utilicen en los países donde estos trabajos se realizan esporádicamente, con el propósito de disponer del instrumento apropiado para los estudios de planificación referentes al incremento del tránsito y a las actividades relacionadas con las comunicaciones por tierra. También se recomienda mantener al día los registros de vehículos y uniformar las clasificaciones por tipos.

2. Las obras del estado en cooperación con empresas y particulares y sus posibilidades y ventajas requieren un estudio más profundo en cuanto a la forma de constituirse que tenga en cuenta las características de cada país. Se recomienda especialmente que, de estimarse viable la forma cooperativa, se aproveche en especial para que los recursos del gobierno central se dirijan al mantenimiento de la red de carreteras, disminuyendo en esa forma las deficiencias que se observan actualmente al respecto.

3. Teniendo presente la precaria situación en que se encuentra el mantenimiento de las carreteras, se recomienda estudiar, además del aspecto referido, una canalización sustantiva de financiamiento bancario hacia dicha actividad, así como la posibilidad de establecer legislaciones a nivel nacional que favorezcan una mejor asignación de recursos a esta actividad.

4. El desarrollo de los países centroamericanos y el creciente intercambio comercial entre ellos han dado lugar a un aumento considerable del tránsito en la llamada red de caminos de integración. La posibilidad de construir vías alternativas de cuota podría estudiarse en algunos casos y para ello se precisaría dejar establecidos desde ahora los criterios básicos de financiamiento, construcción, cobro de cuota y destino de los fondos obtenidos de esos nuevos caminos.

5. Se recomienda establecer una clasificación homogénea de las carreteras teniendo en cuenta, en primer lugar, su importancia nacional, estatal o departamental, etc. y, dentro de esta clasificación, la función principal del camino desde el punto de vista del ahorro en el costo del transporte, de los caminos de penetración, etc.

Las especificaciones geométricas de las carreteras, por su parte, deben supeditarse de preferencia a las condiciones orográficas, a sus niveles de tránsito, etc.

6. Convendría estudiar los motivos por los que no se han seguido las especificaciones centroamericanas aprobadas en 1958. De no haberse considerado aplicables por algún motivo, la revisión de las mismas podría proporcionar un instrumento directo de aplicación inmediata, con la flexibilidad necesaria para su adaptación a las condiciones particulares de cada país.

7. El empleo más frecuente posible de la fotogrametría para la elaboración de los proyectos de carretera, permitirá obtener los mejores resultados en cuanto al trazado y el costo de la construcción. Se recomienda por ese motivo, como medida inicial y primer paso para la aplicación de la fotogrametría electrónica, el establecimiento de un organismo regional que proporcione el servicio a todos los países del área.

8. Se recomienda la elaboración de un Manual de Evaluación de Proyectos de Caminos y carreteras que permita establecer criterios y métodos para adoptar los proyectos más apropiados para establecer los programas de inversiones, tomando en cuenta las circunstancias de los países centroamericanos.

9. Para estimular el desarrollo de las empresas constructoras de carreteras, dada la escasez de capital disponible, se recomienda estudiar la experiencia mexicana de la "Bolsa de Maquinaria" y la posibilidad de organizar en Centroamérica como sociedad anónima una empresa similar.

10. Se necesitan conocer con exactitud los costos de construcción, de mantenimiento y de reconstrucción de caminos para poder hacer un estudio comparativo de los mismos en los diferentes países de la región y fuera de ella. Con ese objeto convendría acordar criterios centroamericanos uniformes sobre la contabilidad de los costos.