

2.6 ESTUDIO TOPOGRAFICO

2.6.1 Generalidades

El estudio topográfico se realizó con el fin de obtener los datos necesarios para el Estudio de Factibilidad.

2.6.2 Alcance del Estudio Topográfico

El alcance del estudio topográfico fue el siguiente:

- ① Mensuramiento de la sección transversal y longitudinal
 - Mensuramiento de la línea central : 200 km
 - Mensuramiento de la altura de los puntos de nivelación de la carretera : 200 km
 - Mensuramiento de secciones transversales
- ② Recopilación de mapas escala 1/10,000 : 40 km²
- ③ Levantamiento topográfico escala 1/1,000 : 100 ha
- ④ Estudio de los sistemas de drenaje existentes
- ⑤ Estudio en la Intersección de la Colonia Centro América

2.6.3 Instrumentos Utilizados

Los instrumentos de medición utilizados para estos trabajos fueron los siguientes:

- ① G.P.S. : (2) 4000 SE y 4000 ST -Trimble
- ② Teodolito : T2 y T16 - Wild
- ③ E.D.M. : DI 3000 y DI 1000 - Wild
- ④ Level : (3) NA2 - Wild
- ⑤ Microcomputadora 386

2.6.4 Método del Trabajo de Levantamiento

Todos los trabajos de levantamiento, tanto horizontales como verticales, se realizaron basados en el sistema geodésico local NORTH AMERICAN 1927 (Centro-Americano).

(1) Mensuramiento de secciones transversales y longitudinales

a) Mensuramiento de la línea central

El mensuramiento de la línea central se realizó a lo largo de las carreteras existentes, estableciendo 27 puntos de control GPS y conectándolos por mensuramiento del trasado. Al mismo tiempo se estudiaron todos los puentes y alcantarillas y se calcularon las coordenadas geodésicas.

Se colocaron estacas de acero en los puntos GPS a intervalos de aproximadamente 10 km y se demarcaron estacas de madera en el terreno a intervalos de aproximadamente 400 m por mensuramiento de trasado.

b) Mensuramiento de la altura de los puntos de nivelación de la carretera

Se ejecutó un trabajo de nivelación de aproximadamente 200 km y cotas de elevación a 200 m del centro de la carretera referidos a puntos topográficos BM existentes.

c) Mensuramiento de secciones transversales

El mensuramiento de las secciones transversales de las carreteras se realizó a intervalos de 500 m en áreas planas y a 200 m en áreas accidentadas, con un ancho de 120 m.

Todas las secciones transversales fueron dibujadas en papel tracing sepia en escala 1/200 tanto vertical como horizontal.

Las observaciones GPS se desarrollaron simultáneamente en tres puntos, aplicando tres unidades Trimble (USA) 4000 como dispositivos receptores, y durante 2:30 horas se recibieron señales de cinco a ocho satélites. Como consecuencia, el promedio de los errores de conclusión de las respectivas sesiones fue de 1.44 ppm para una distancia media de 48 km y 4.35 cm para el Dh.

La nivelación se realizó dentro de la tolerancia de cierre específico de 6 cm/S, donde S es la distancia de la ruta expresada en kilómetros.

(2) Recopilación de mapas en escala 1/10,000

Los mapas en escala 1/10,000 fueron preparados usando ampliaciones de mapas existentes impresos en escala 1/50,000.

También se dibujó la línea central de la carretera, los principales puentes y alcantarillas, y los resultados de la nivelación. Las curvas de nivel fueron revisadas con los datos de mensuramiento de las secciones transversales. El número de planos fue de 18 para las 5 rutas (Figuras 2-29 y 2-30).

(3) Mapas topográficos en escala 1/1,000

Se elaboraron planos topográficos en escala 1/1,000 del tramo Las Pilas-Cristalito (Carretera Telica-San Isidro), en total 4 planos, cubriendo una superficie de 100 ha para el estudio de la variante de la línea central de la carretera (Figura 2-31).

(4) Estudio de los sistemas de drenajes existentes

Se realizó un análisis de las condiciones de drenajes existentes para el estudio de puentes y alcantarillas. Se elaboraron planos topográficos a escala 1/1,000 para cinco puentes y un lugar de la carretera erosionado por un río y uno longitudinal (Figuras 2-32 y 2-33). Asimismo, se estudió y recabó datos de otros puentes y alcantarillas, para luego recopilar todos estos datos en un inventario.

(5) Estudio en la Intersección de la Colonia Centro América

Se realizó el levantamiento de las secciones transversales a intervalos de 100 m en la sección cercana a la intersección.

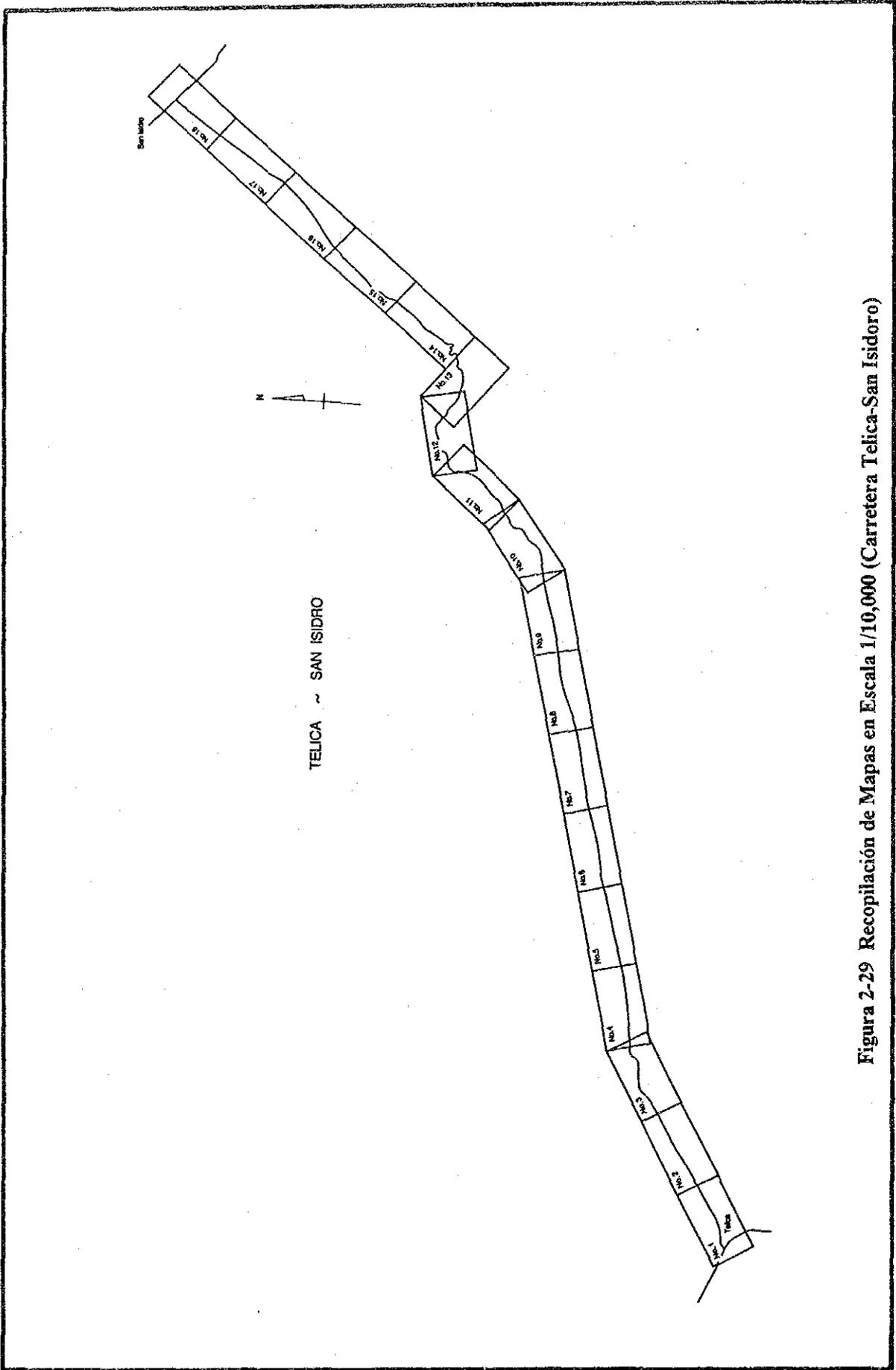


Figura 2-29 Recopilación de Mapas en Escala 1/10,000 (Carretera Telica-San Isidro)

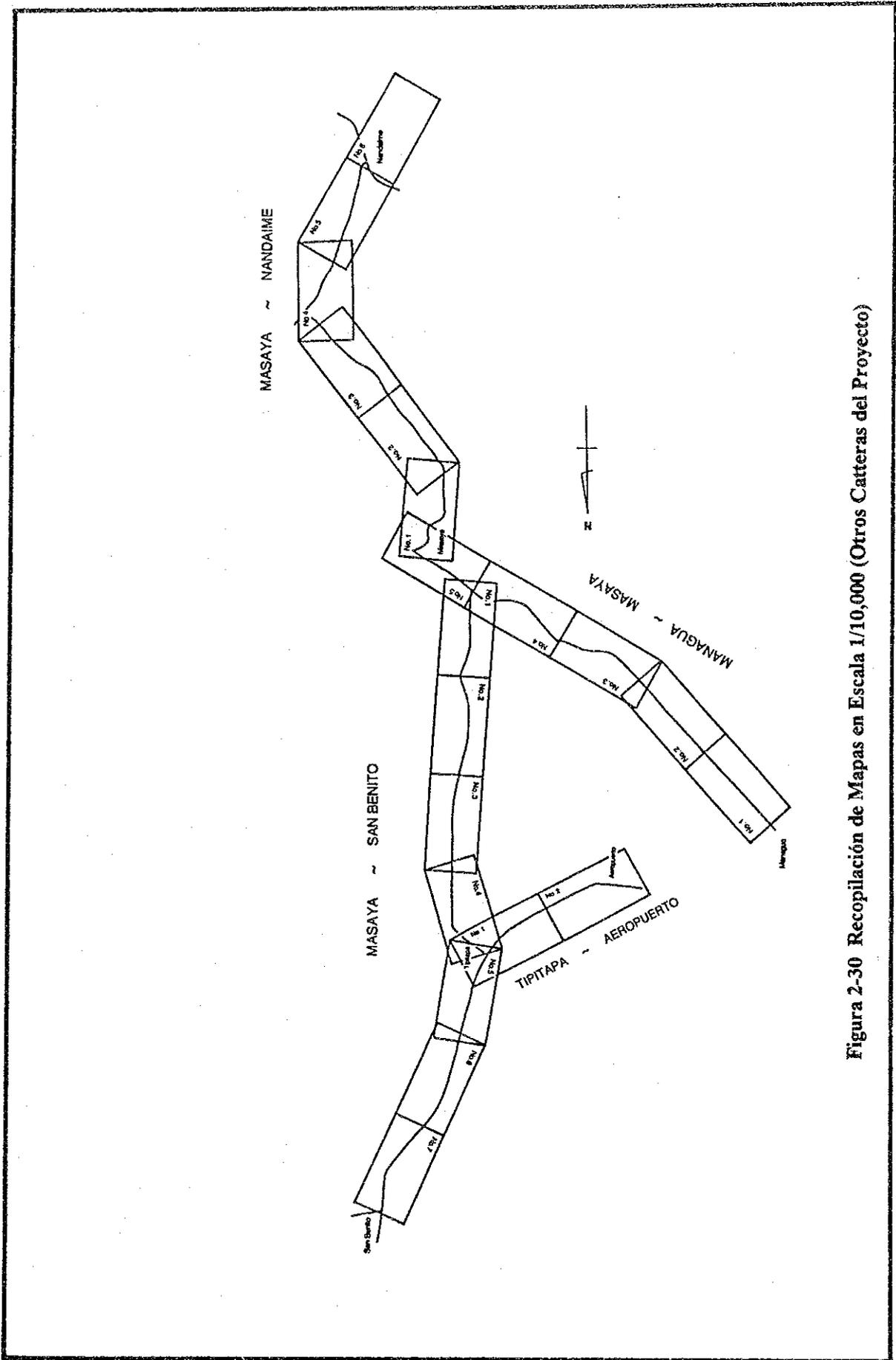


Figura 2-30 Recopilación de Mapas en Escala 1/10,000 (Otros Catteras del Proyecto)

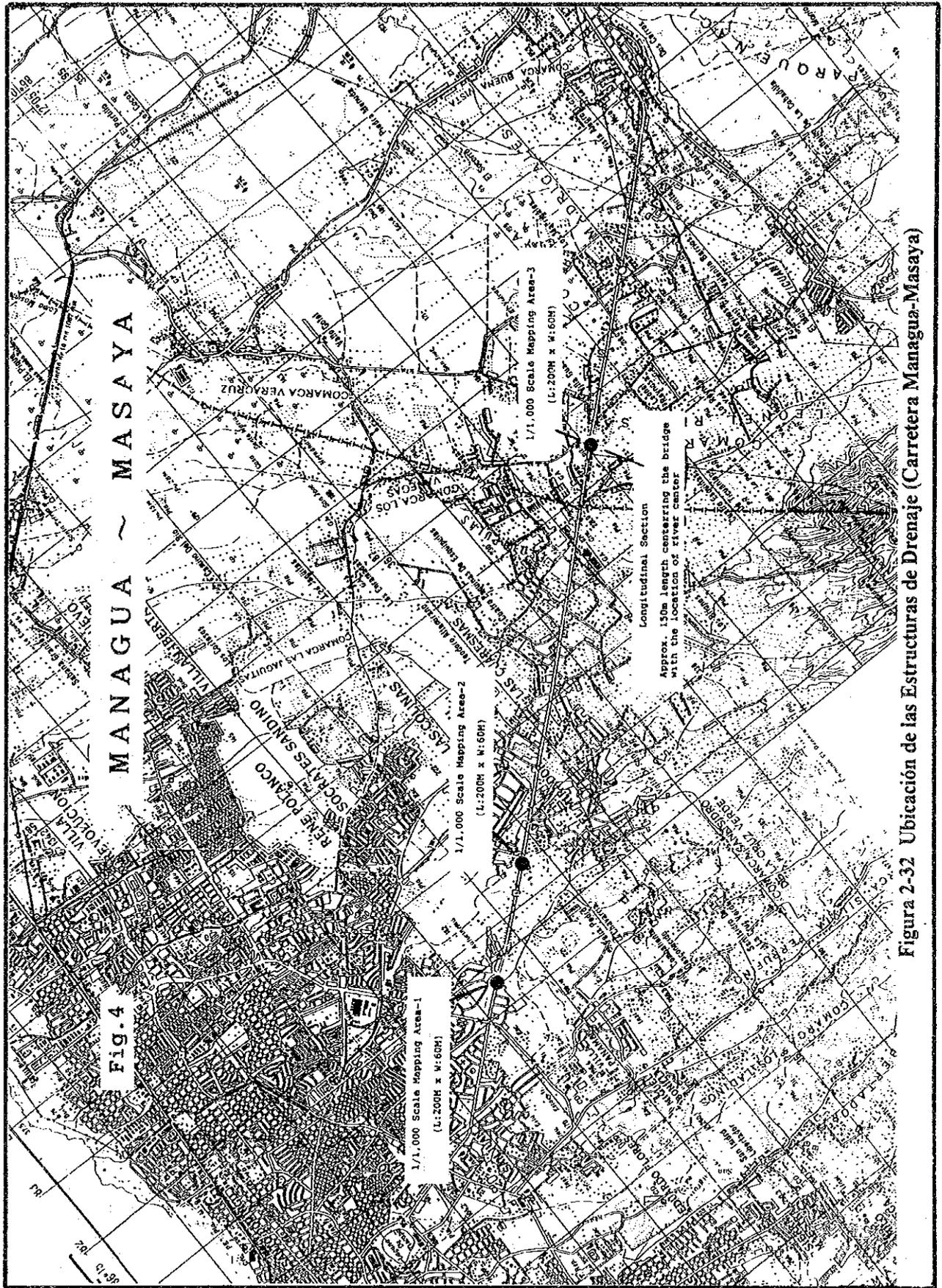


Figura 2-32 Ubicación de las Estructuras de Drenaje (Carretera Managua-Masaya)

CAPITULO 3

VOLUMEN DE TRAFICO ACTUAL Y FUTURO

CAPITULO 3 VOLUMEN DE TRAFICO ACTUAL Y FUTURO

3.1 PREFACIO

En el Volumen I (Plan Maestro) de este informe, el volumen futuro de tráfico fue pronosticado para las principales carreteras nacionales primarias y secundarias, en base al volumen de tráfico existente y a la situación socioeconómica. El proceso de esta proyección y sus resultados son presentados en el informe del Plan Maestro.

Como se describe en el Capítulo 1 de este informe, se seleccionaron cuatro carreteras (enumeradas en la Tabla 1-1) para el Estudio de Factibilidad. El objetivo de este Capítulo es proyectar el volumen futuro de tráfico en dichas carreteras, y específicamente, y a fin de analizar la factibilidad económica de estas carreteras, suministrar información más detallada del volumen de tráfico.

Por tal razón, como primer paso, la Tabla O-D del país (conformada por 33 zonas de tráfico), ilustrada en el Capítulo 9 del Volumen I del informe (Plan Maestro), fue dividida en 57 zonas, luego se establecieron las Tablas O-D actuales y futuras, en base a las nuevas zonas. Este proceso es presentado en la Figura 3-1.

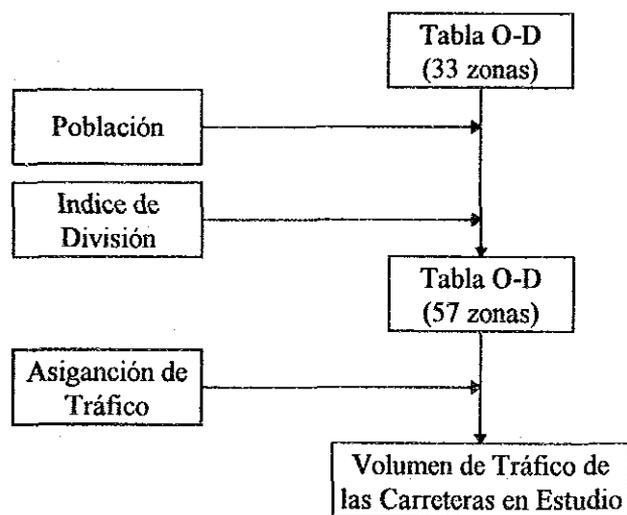


Figura 3-1 Proceso de División de la Tabla O-D

3.1.1 División de Zonas

A fin de entender el movimiento de tráfico en las carreteras de Managua, Masaya, Granada, etc. (carreteras en estudio que pasan por dichos departamentos, excepto el tramo de Carretera Telica-San Isidro), las zonas 4, 9, 10, 11, 12 y 31 que aparecen en la Tabla 4-8 del informe del Plan Maestro fueron divididas con la población de las comunidades incluidas en dichas zonas. En la Tabla 3-1 se resume el número de divisiones, población de las comunidades y el índice de división de cada zona. El área ubicada a lo largo de la Carretera Telica-San Isidro no fue dividida, ya que la mayor parte del tráfico de ésta es únicamente el que transita por dicha carretera. En la Figura 3-2 se presenta el mapa de división de zonas.

Tabla 3-1 División de Zonas

Zona Anterior	Zona Nueva	1993		2000		2010	
		Población	Índice	Población	Índice	Población	Índice
4 Granada	4-1 Granada	91,527	0.575	114,121	0.575	148,600	0.586
	4-2 Dirimo	22,236	0.140	27,760	0.140	36,148	0.148
	4-3 Didia	9,058	0.057	11,292	0.057	14,701	0.058
	4-4 Nandaime	36,441	0.229	45,399	0.229	59,115	0.233
9 Catarina	9-1 Catarina	6,340	0.082	7,906	0.082	10,296	0.082
	9-2 Oriente	3,003	0.039	3,746	0.039	4,880	0.039
	9-3 Concepción	24,416	0.317	30,443	0.317	39,640	0.317
	9-4 Others	43,305	0.562	53,988	0.562	70,293	0.562
10 Masaya	10-1 Masaya	101,433	0.725	126,471	0.725	164,678	0.725
	10-2 Nindri	26,085	0.186	32,523	0.196	42,348	0.186
	10-3 Tisama	12,466	0.089	15,545	0.089	20,243	0.089
11 Managua	11-1 Managua 1	324,024	0.333	403,100	0.333	524,308	0.333
	11-2 Managua 2	324,024	0.333	403,100	0.333	524,308	0.333
	11-3 Managua 3	324,024	0.333	403,100	0.333	524,300	0.300
12 Tipitapa	12-1 Tipitapa	75,024	0.906	93,334	0.906	121,400	0.906
	12-2 Others	7,804	0.094	9,710	0.094	12,632	0.094
31 Ticuantepe	31-1 Ticuantepe	16,162	0.172	20,109	0.202	26,158	0.172
	31-2 Others	77,714	0.828	79,593	0.798	125,758	0.828

Nota : La zona 11 (managua) fue dividida en tres zonas iguales, ya que el movimiento vehicular dentro de la ciudad fue distribuido de la misma forma.

3.1.2 División de Tabla O-D

Las tablas O-D actuales y futuras (33 zonas) estimadas en el Volumen I (Plan Maestro) fueron divididas en 57 zonas en base al índice de división presentado en la Tabla 3-1. En la Tabla 3-2 se presenta la generación y atracción de viajes de las zonas divididas.

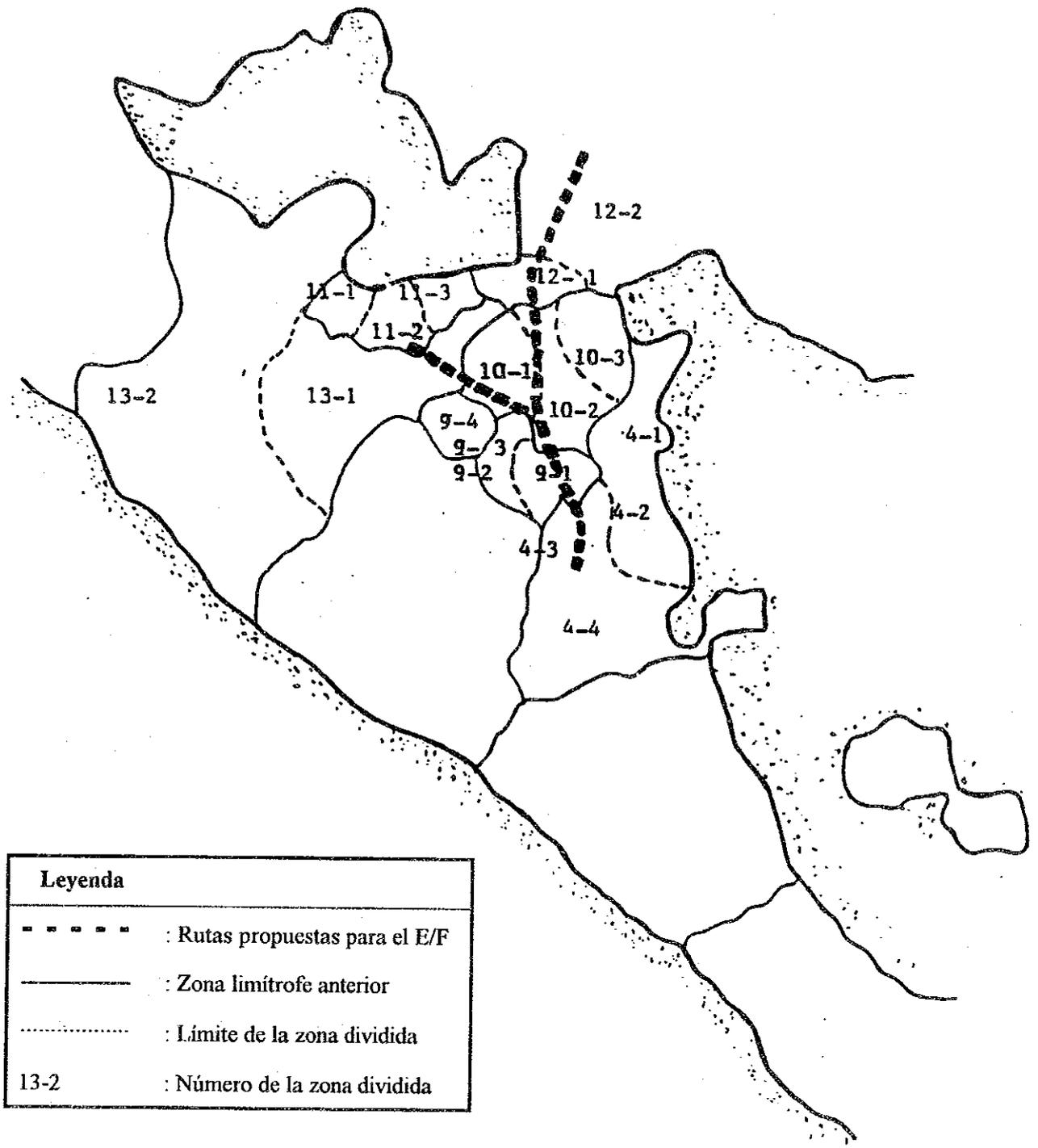


Figura 3-2 Mapa de División de Zonas

Tabla 3-2 Generación y Atracción de Viajes de las Zonas Divididas

Zona	1993		2000		2010	
	Generación de Viajes	Atracción de Viajes	Generación de Viajes	Atracción de Viajes	Generación de Viajes	Atracción de Viajes
4-1	1,250	1,319	1,736	1,822	2,617	2,705
4-2	322	338	448	468	678	699
4-3	128	134	182	186	273	281
4-4	522	550	725	761	1,096	1,127
9-1	48	43	71	60	109	98
9-2	21	19	32	26	48	43
9-3	206	190	290	260	437	401
9-4	368	348	517	472	779	727
10-1	2,871	3,025	4,098	4,303	6,229	6,681
10-2	740	781	1,055	1,115	1,611	1,730
10-3	345	369	505	529	764	825
11-1	16,612	16,461	23,152	22,967	35,109	34,885
11-2	16,612	16,461	23,152	22,967	35,109	34,885
11-3	16,612	16,461	23,152	22,967	35,109	34,885
12-1	521	544	721	751	1,097	1,160
12-2	60	61	83	88	128	139
31-1	113	133	118	180	244	268
31-2	573	645	574	877	1204	1,309

Puesto que el volumen de tráfico urbano de la Zona 11 (Managua) incluye volúmenes de tráfico urbano registrados en tres puntos de conteo, que son los puntos 9, 11, y 12 (Figura 4-2) del Volumen I (Plan Maestro), estos volúmenes de tráfico urbano fueron divididos en tres subzonas proporcionales al volumen de tráfico urbano obtenido en cada punto de conteo. A continuación, se presentan los índices de volumen de tráfico urbano de los vehículos que circulan por los puntos de conteo antes mencionados:

Table 3-3 Índices de Volumen de Tráfico Urbano

Punto de Conteo	Vehículos Pasajeros	Microbus	Bus	Pick-up	Camión	Remolque
9	0.2	0.39	0.16	0.17	0.3	0.5
11	0.58	0.35	0.34	0.61	0.3	0.1
12	0.22	0.26	0.49	0.21	0.39	0.4

En las Tablas 3-4 a 3-6 se presentan las tablas O-D divididas.

3.1.3 Volumen de Tráfico en la Intersección de la Colonia Centro América

(1) Objetivo de este conteo

Frecuentemente las intersecciones constituyen los principales cuellos de botella que obstruyen la libre circulación de tráfico. Por lo tanto, se vuelve indispensable realizar el conteo del volumen de tráfico en las principales intersecciones a ser mejoradas. En este estudio se ha considerado el mejoramiento de la "Intersección de la Colonia Centro América" en la Carretera Managua-Masaya, como se explica en el Capítulo 5, y por tal razón el 8 de septiembre de 1993 entre las 6:00 am y las 10:00 pm se efectuó el conteo del volumen de tráfico en dicha intersección a fin de obtener el volumen de tráfico por dirección. El tipo de vehículos contados es el mismo del conteo realizado en marzo de 1993.

(2) Resultados del conteo de tráfico en la intersección

En la Tabla 3-7 se resumen los resultados del conteo de tráfico realizado en la Intersección de la Colonia Centro América. Aproximadamente la mitad de los vehículos provenientes de Masaya pasan directo a Managua, sin embargo, cerca del 45% de los vehículos provenientes de Managua giran a la izquierda en la intersección. En relación a los vehículos pesados, en las direcciones de Managua a la Unan y del Mercado Roberto Huembes a Masaya se registraron más de 500 unidades.

Por otra parte, en la Tabla 3-8 se resume el volumen de tráfico horario que circula por esta intersección. De acuerdo con esta tabla, se asume que entre las 7:00 am y las 6:00 pm siempre circulan más de 5,000 vehículos en esta intersección. La hora pico durante la mañana es entre las 7:00 am y las 9:00 am, con un volumen de tráfico de aproximadamente 6,800 vehículos. Los vehículos pesados representan menos del 7%, sin embargo, en las primeras horas de la mañana (6:00-7:00) el índice de éstos excede el 20%.

Tabla 3-7 Resultados del Cuento de Tráfico de la Intersección de la Colonia Centro América

Dirección	Vehículos Livianos y Medianos	Vehículos Pesados	Total
1-1	3,701	51	3,752
1-2	4,199	196	4,395
1-3	3,482	163	3,645
2-1	2,456	55	2,511
2-2	4,473	272	4,745
2-3	2,045	321	2,366
3-1	2,728	527	3,255
3-2	1,861	251	2,112
3-3	1,922	363	2,285
4-1	4,914	168	5,182
4-2	3,894	197	4,091
4-3	2,343	582	2,925

Nota : Las direcciones de la Tabla 3-7 se ilustran en la figura que se muestra a continuación.

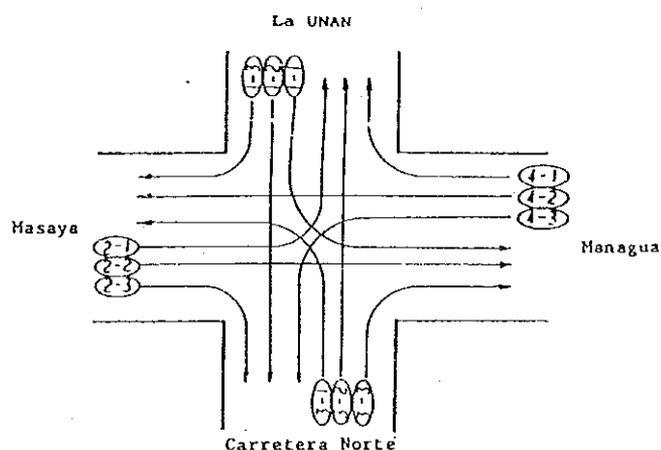


Tabla 3-8 Volumen de Trafico en la Intersección de la Colonia Centro América

Hora	Vehículos Livianos		Vehículos Pesados		Total		Indice de Vehículos Pesados (%)
	Volumen	Indice (%)	Volumen	Indice (%)	Volumen	Indice (%)	
06:00-07:00	1,403	1.9	351	6.9	1,754	2.2	20.0
07:00-08:00	6,389	8.7	426	8.4	6,815	8.7	6.3
08:00-09:00	5,365	7.3	435	8.5	5,800	7.4	7.5
09:00-10:00	4,631	6.3	316	6.2	4,947	6.3	6.4
10:00-11:00	4,842	6.6	357	7.0	5,199	6.7	6.9
11:00-12:00	4,898	6.7	372	7.3	5,270	6.7	7.1
12:00-13:00	6,038	8.3	409	8.0	6,447	8.3	6.3
13:00-14:00	5,683	7.8	402	7.9	6,085	7.8	6.6
14:00-15:00	5,475	7.5	389	7.6	5,864	7.5	6.6
15:00-16:00	5,307	7.3	325	6.4	5,632	7.2	5.8
16:00-17:00	5,170	7.1	364	7.1	5,534	7.1	6.6
17:00-18:00	5,287	7.2	338	6.6	5,625	7.2	6.0
18:00-19:00	4,255	5.8	251	4.9	4,506	5.8	5.6
19:00-20:00	3,495	4.8	191	3.7	3,686	4.7	5.2
20:00-21:00	2,862	3.9	101	2.0	2,963	3.8	3.4
21:00-22:00	1,930	2.6	70	1.4	2,000	2.6	3.5
Total	73,030	100.0	5,097	100.0	78,127	100.0	6.5

3.2 ASIGNACION FUTURA DE TRAFICO

(1) Asignación de tráfico en las carretas en estudio

Con la Tabla O-D de 57 zonas proyectada anteriormente, se estimó el volumen de tráfico de las carretas en estudio a través del método de asignación de tráfico QV (explicado en el inciso 9.2 del Volumen I - Plan Maestro).

Para la Intersección de la Colonia Centro América la relación QV fue modificada según el siguiente criterio :

- En el análisis de la intersección con semáforos (Ver Capítulo 5) el período óptimo (ciclo) se estimó que era de 80 segundos en el caso de la intersección con paso superior y de 70 segundos en el caso de la intersección con paso a nivel. En este último se estimó que los vehículos que giran a la izquierda antes de la intersección (provenientes de Masaya a Managua) tienen que esperar aproximadamente 54 segundos para un período de señal (70 segundos). Considerando una hora, o sea 3,600 segundos, los vehículos tienen que esperar 2,777 segundos por cada hora de la estimación, $3,600/70 \times 54$. De la misma forma, los vehículos que giran a la izquierda en el caso de una intersección con paso superior, éstos tienen que esperar aproximadamente 2,475 segundos en una hora, ya que ellos tienen que esperar aproximadamente 55 para un período de señal (80 segundos). Por lo tanto, en el caso de la intersección con paso superior se pueden ahorrar 302 segundos en una hora comparado con una intersección con paso a nivel para los vehículos que giran a la izquierda.
- En relación con los vehículos que circulan en dirección recta, en una intersección con paso superior, éstos no tienen que esperar. Por otra parte, en una intersección con paso a nivel, los vehículos tienen que esperar aproximadamente 2,982 segundos por cada hora ($3.600/70 \times 54$). Por consiguiente, en la intersección con paso superior se puede ahorrar 2,982 segundos en una hora.

La diferencia de la deducción de tiempo se aplica para establecer la ecuación QV en la intersección.

(2) Resultados de la asignación de tráfico

La asignación de tráfico se realizó para el "Caso sin proyecto" y en "Caso de mejoramiento de la carretera". En el último caso, el volumen de tráfico asignado para el primer tramo de la Carretera Managua-Masaya se efectuó en un "Caso con paso a desnivel" y en otro "Caso sin paso a desnivel", como se explica en el Capítulo 5 de este informe. El volumen de tráfico asignado fue igual, ya que no había ruta alternativa en la red vial, sin embargo, la velocidad vehicular no es la misma. En la Tabla 3-9 y Figura 3-3 se proyecta el volumen futuro de tráfico de las carreteras en estudio.

La sección de carretera de la Intersección Colonia Centro América - Km 2.5 - presenta el mayor volumen de tráfico, el cual se estima que será de aproximadamente 43.000 vehículos en el año 2010. Sin embargo, el índice de vehículos pesados de esta sección es el más bajo que de las carreteras en estudio. Esto se debe a que dicho tramo es parte del área urbana, donde generalmente circulan muchos vehículos de pasajeros.

Tabla 3-9 Volumen de Tráfico de las Carreteras en Proyecto

(Unidad: Veh./día)

Tramo	Año	Vehículos Livianos	Vehículos Pesados	Total	Índice de Vehículos Pesados (%)
Managua-Masaya					
Managua - Est.02+410	1993	20,307	1,769	22,076	8.0
	2000	26,435	2,050	28,486	7.2
	2010	40,532	2,960	43,492	6.8
Est.02+410 - Entrada a Veracruz	1993	8,568	3,056	11,624	26.3
	2000	11,178	3,543	14,721	24.1
	2010	17,107	5,112	22,219	23.0
Entrada a Veracruz - El Coyotepe	1993	8,568	3,056	11,624	26.3
	2000	11,178	3,543	14,721	24.1
	2010	17,107	5,112	22,219	23.0
El Coyotepe - Masaya	1993	8,914	3,270	12,184	26.8
	2000	12,632	4,049	16,681	24.3
	2010	18,340	5,621	23,961	23.5
Managua-Tipitapa					
Río Panamá - San Cristobal	1993	2,899	1,809	4,708	38.4
	2000	4,860	2,489	7,349	33.9
	2010	6,218	3,313	9,531	34.8
Nandaime-San Benito					
Masaya - Catarina	1993	1,973	1,362	3,335	40.8
	2000	2,624	1,569	4,193	37.4
	2010	4,828	2,493	7,321	34.1
Catarina - El Guanacaste	1993	1,205	785	1,990	39.4
	2000	1,629	895	2,524	35.5
	2010	3,117	1,482	4,599	32.2
El Guanacaste - Nandaime	1993	1,259	799	2,058	38.8
	2000	1,668	899	2,567	35.0
	2010	2,606	1,301	3,907	33.3
El Coyotepe - Río Panamá	1993	346	214	560	38.2
	2000	1,233	444	1,677	26.5
	2010	1,454	571	2,025	28.2
Río Panamá - San Benito	1993	2,424	1,797	4,221	42.6
	2000	3,134	2,198	5,332	41.2
	2010	4,540	3,200	7,740	41.3
Telica-San Isidro					
Telica - San Isidro	1993	173	104	277	37.5
	2000	433	265	698	38.0
	2010	662	411	1,073	38.3

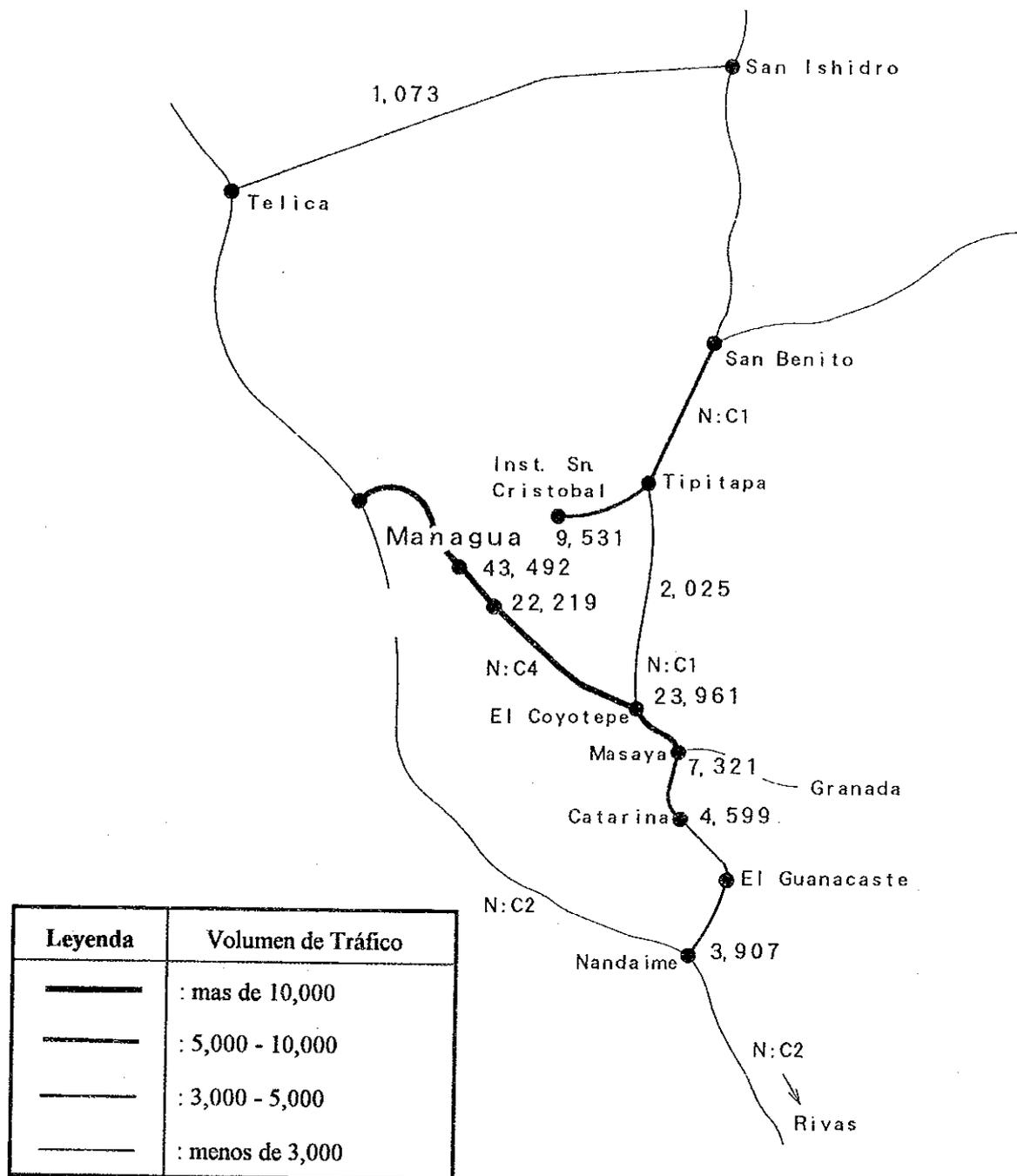


Figura 3-3 Volumen de Tráfico de las Secciones de Carretera en Proyecto (2010)

CAPITULO 4

IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

CAPITULO 4 IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

4.1 INTRODUCCION

4.1.1 Generalidades

La Valoración del Impacto Ambiental en las carreteras designadas en la etapa del Plan Maestro fue realizada con el objetivo de conservar el ambiente natural y de vida y considerar el Plan de Control Ambiental requerido. En el Anexos III se presenta el análisis detallado.

4.1.2 Condición Legal

Las leyes y regulaciones sobre los aspectos ambientales, los cuales incluyen parques y áreas de protección están legisladas como se muestra en la Tabla 4-1. La legislación concerniente a las instituciones ambientales todavía no ha sido establecida en Nicaragua, sin embargo, el debate sobre la legislación de la ley ambiental comenzó recientemente en el seno de la Asamblea, por lo que se espera que la evaluación sobre el impacto ambiental sea institucionalizada pronto.

4.1.3 Estudios Ambientales

La Valoración del Impacto Ambiental se realizó de acuerdo al proceso que ilustra el diagrama de la Figura 4-1 del Capítulo 7 del Volumen I.

En la etapa del Estudio de Factibilidad se llegó a la conclusión de que existe la necesidad de realizar una Valoración del Impacto Ambiental. En la Figura 4-2 se presenta el curso de la Valoración del Impacto Ambiental.

Tabla 4-1 Legislaciones Relacionadas con el Medio Ambiente

Número, Año	Descripción
Dec.No.56, 1979	Creación del Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente
Dec.No.79, 1979	Ley Creadora del Parque Nacional Volcan Masaya
Dec.No.112, 1979	Ley Organica del Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente
Dec.No.13, 1980	Zona de Refugio para la Vide Silvestre - Protección a los Animales Silvestres. Cosiguina, Zona de Asilo
Dec.No.1194, 1983	Creación del Parque Nacional "Archipiélago Zapatera"
Dec.No.1294, 1983	Creación de Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente
Dec.No.1320, 1983	Creación de Reservas Naturales en el Pacífico de Nicaragua
Dec.No.336, 1988	Ley de Extinción de Irena e Integración de su Sus Funciones al Midinra
Dec.No.340, 1988	La Junta de Gobierno de R4 Construcción Nacional de la República de Nicaragua
Dec.No.572, 1990	Creación de las Areas Naturales Protegidas del Sureste de Nicaragua
Dec.No.42, 1991	Declaración de Areas Protegidas en Varios Cerros Macizos Montañosos, Volcanes y Lagunas del País
Dec.No.43, 1991	Declaración de la Reserva Biológica Marina "Cayos Miskitos y Franja Costera Inmediata"
Dec.No.44, 1991	Declaración de la Reserva Nacional de Recursos Naturales "Bosawas"
Dec.No.38, 1992	Creación de Reservas Forestales

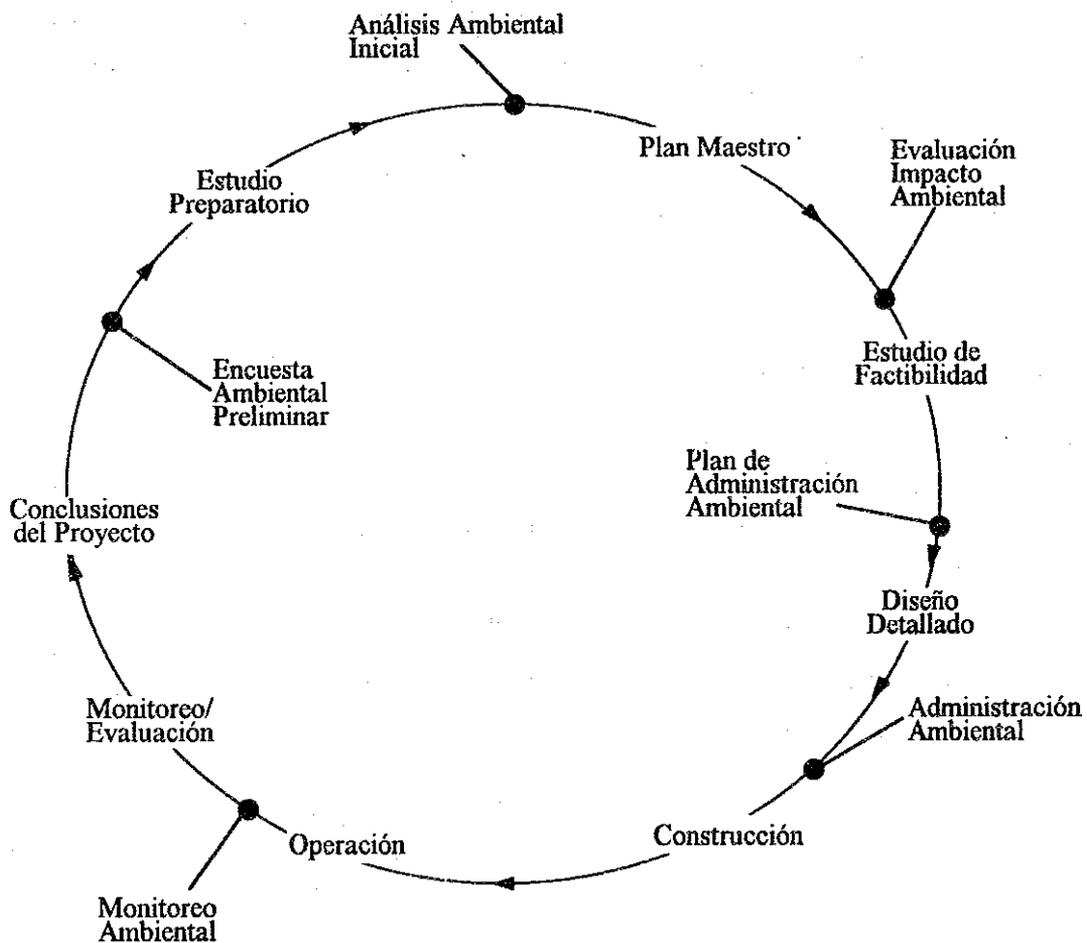


Figura 4-1 Flujograma de la Consideración Ambiental del Proyecto

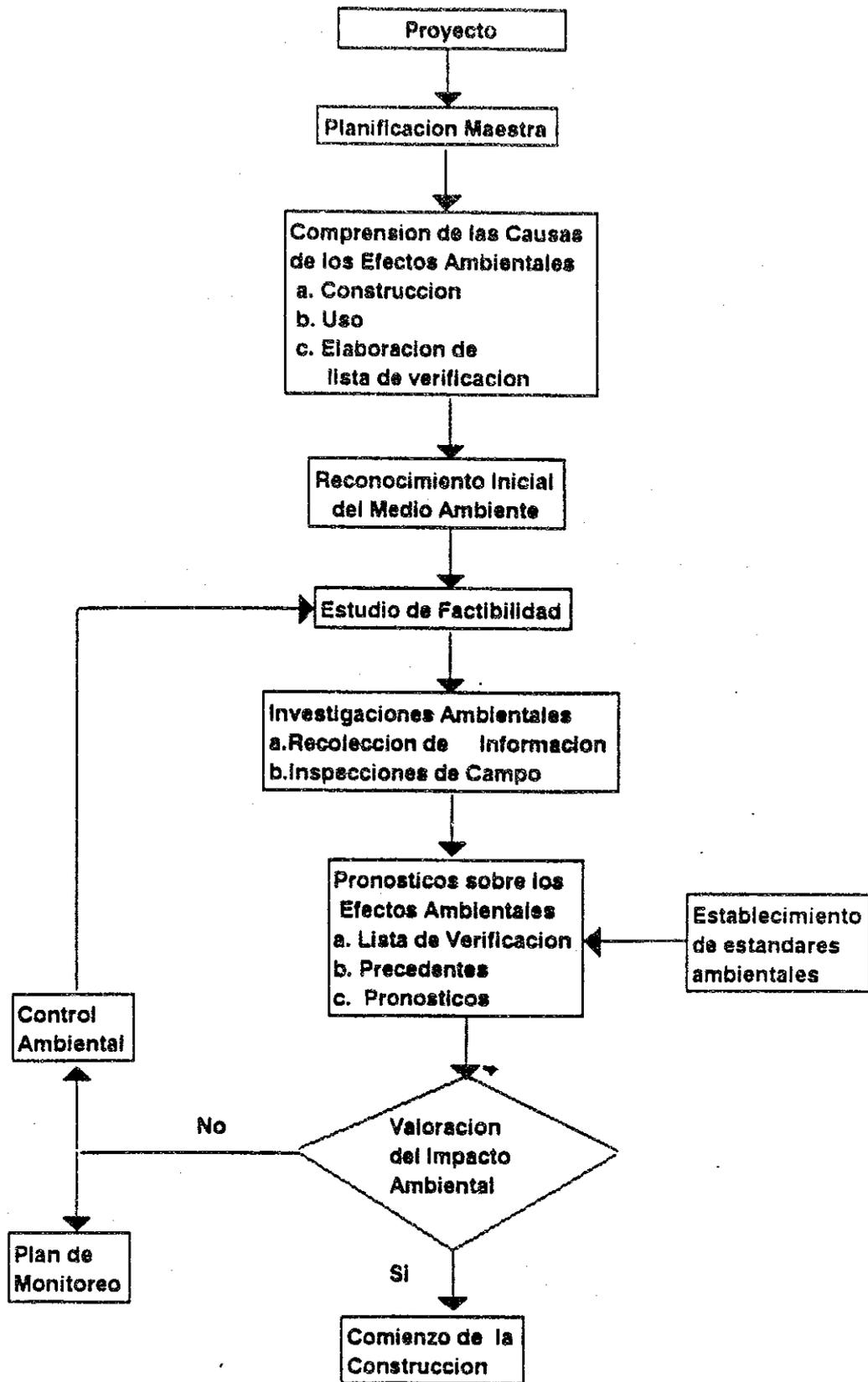


Figura 4-2 Flujograma de la Evaluación del Impacto Ambiental

4.2 SELECCION DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

4.2.1 Factor Ambiental

Según los componentes del proyecto, se considera que los efectos ambientales pueden ser causados principalmente por la construcción y el uso de la carretera. Los trabajos de construcción de la carretera, como factor ambiental, pueden ser divididos de la siguiente manera:

① Etapa de Construcción

- 1) Limpieza de árboles
- 2) Trabajo de tierra (corte, terraplén, desmonte, etc.)
- 3) Uso de maquinaria pesada y camiones para el transporte
- 4) Puentes
- 5) Alcantarilla
- 6) Control de Agua
- 7) Desechos (desperdicios domésticos, restos de tierra no utilizada, área de desechos del suelo)
- 8) Piedra triturada para agregados y arena
- 9) Planta de pavimento y asfalto
- 10) Planta de concreto
- 11) Servicios para los trabajadores

② Uso de la Carretera

- 12) Modificaciones de la carretera (carretera, puente, alcantarilla, acera, etc.)
- 13) Tráfico y seguridad del tráfico.

4.2.2 Selección de los Aspectos Ambientales

Los aspectos ambientales relacionados con la carretera y sus modificaciones, son, generalmente, los siguientes:

① Ambiente vivo (Contaminación)

- 1) Calidad del aire

- 2) Calidad del agua
 - 3) Contaminación del suelo
 - 4) Ruido y vibraciones
 - 5) Sedimentación del terreno
 - 6) Olor
 - 7) Claridad
- ② Ambiente Natural
- 8) Terreno (topografía y geología)
 - 9) Suelo
 - 10) Aguas (ríos, lagos, etc.)
 - 11) Meteorología
 - 12) Mar y Playa
 - 13) Flora y Fauna
 - 14) Paisaje

③ Ambiente Social

- 15) Desechos
- 16) Monumentos históricos y culturales
- 17) Tráfico
- 18) Salud
- 19) Peligros
- 20) Distrito limítrofe
- 21) Reubicación
- 22) Condiciones socioeconómicas
- 23) Seguridad
- 24) Comunidad
- 25) Medios de diversión
- 26) Derecho de agua y derecho común

La selección de los aspectos ambientales tuvo que realizarse a través del Método Matriz, como se muestra en la Tabla 4-2, el cual está integrado tanto por la relación entre los aspectos y los factores ambientales, como por la influencia de cada factor ambiental.

Los aspectos ambientales como el olor, la sedimentación del terreno, la contaminación del suelo, la claridad, la meteorología, el mar y la playa, la fauna, la salud, el distrito limítrofe, las condiciones socioeconómicas, la comunidad, los medios de diversión, el derecho de agua y el derecho común podrían ser excluidos de la investigación, ya que no existen o se desconoce su influencia en el medio ambiente. En consecuencia, se han escogido los siguientes aspectos ambientales:

① Ambiente vivo (Contaminación)

- 1) Calidad del aire
- 2) Calidad del agua
- 3) Ruido y vibraciones

② Ambiente Natural

- 4) Terreno (topografía y geología)
- 5) Suelo
- 6) Agua (ríos, lagos, aguas subterráneas)
- 7) Flora
- 8) Paisaje

③ Ambiente Social

- 9) Tráfico
- 10) Condiciones sociales (incluyendo desechos, reubicación seguridad, etc.)

4.2.3 Lista de Control de Aspectos Ambientales

La lista de control de los aspectos ambientales para la evaluación del impacto ambiental basada en los factores ambientales. Los componentes de esta lista consisten de los aspectos ambientales utilizados en el Método Matriz y sus sub-divisiones, y para su análisis se efectúa la revisión de las actuales condiciones ambientales, evaluación ambiental basada en los resultados de las investigaciones y de las proyecciones mediante simulaciones, aplicación de precedentes, experiencias e identificación de problemas ambientales.

Tabla 4-2 Selección de Aspectos Ambientales

Factores Ambientales : *1	Etapa de la Construcción										Uso de la Carretera		Julcto de Selección *2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
I. Medio Ambiente Vivo													
1) Calidad del Aire	-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-	A	Seleccionado
2) Calidad del Agua	B	A	-	B	B	B	B	B	B	-	-	-	Seleccionado
3) Contaminación del Suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4) Ruido y Vibración	-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-	A	Seleccionado
5) Hundimiento del Suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6) Olor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Medio Ambiente Natural													
7) Terreno	-	A	-	B	-	A	-	-	-	-	-	B	Seleccionado
8) Suelo	B	A	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	Seleccionado
9) Agua	B	A	-	A	-	B	-	-	-	A	-	-	Seleccionado
10) Agua Subterránea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11) Meteorología	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12) Mar y Costa Marina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13) Flora y Fauna	A	-	-	-	B	B	-	-	-	A	-	-	Seleccionado
14) Paisaje	A	A	-	-	B	B	-	-	-	A	-	-	Seleccionado
III. Medio Ambiente Social													
15) Desperdicios	B	A	-	B	A	-	B	B	B	B	-	-	Seleccionado
16) Monumentos Históricos y Culturales	-	B	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	Seleccionado
17) Tráfico	-	B	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	Seleccionado
18) Sanidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19) Peligros	-	B	-	B	-	-	-	-	-	B	-	-	Seleccionado
20) Reubicación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	Seleccionado
21) Condic. Socio-Económicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22) Distrito de Cortes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23) Seguridad	-	B	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	Seleccionado
24) Comunidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25) Infraest. de Recreación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26) Derechos de Agua y Derechos Comunes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota : *1 - Factores Ambientales

- Etapa de la construcción
- 1. Despale
- 2. Movimientos de Tierra
- 3. Uso de Equipos Pesados
- 4. Puentes y Alcantarillas
- 5. Desperdicios
- 6. Banco de Préstamos de Agregados y Arena
- 7. Planta de Pavimento y Asfalto
- 8. Planta de Concreto
- 9. Infraestructura para Obreros
- Uso de la Carretera
- 10. Infraestructura Vial
- 11. Tráfico y Seguridad de Tráfico

*2 - A : Influencia Mayor

- B : Influencia Menor
- : Sin Influencia

4.3 NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL

Para determinar la calidad del aire, se utilizaron normas americanas. En Nicaragua, las normas de calidad del agua están todavía en discusión, de manera que tentativamente se han aplicado normas japonesas.

Las normas sobre el ruido, vibraciones, contaminación del suelo, son también japonesas. En el área del proyecto, debe minimizarse la influencia de otros aspectos ambientales, los cuales incluyen: sedimentación del suelo, olor, desechos, terreno, agua, flora y fauna, paisaje, peligros, seguridad del tráfico y problemas socioeconómicos.

Las normas ambientales para la calidad del aire, del agua, del ruido y vibraciones, se muestran en la Tabla 4-3, 4-4, 4-5 y 4-6, respectivamente.

Tabla 4-3 Normas de Calidad Ambiental para la Calidad del Aire

Aspecto	Norma
CO	10 mg/m ³ / 8 horas (9 p.p.m.) 40 mg/m ³ / 1 hora (35 p.p.m.)
SO ₂	80 ug/m ³ / día (0.03 p.p.m.) 365 ug/m ³ / 24 horas (0.14 p.p.m.)
NO _x	100 ug/m ³ / año (0.05 p.p.m.) variable en 24 horas con NO ₂
HC	160 mg/m ³ / 3 horas (0.24 p.p.m.)
Macro-Partícula	25 mg/m ³ / año o 260 g/m ³ / 24 horas
Material Suspendido en Partícula	260 mg/m ³ / día 75 mg/m ³ *1
O ₃	235 mg/m ³ / hora (0.12 p.p.m.)
Pb-Ps	1.5 mg/m ³ / 3 meses

Nota : *1 - Media Aritmética Anual

Tabla 4-4 Normas de Calidad Ambiental para la Calidad del Agua

Aspectos	Norma
pH	Afluencia a la costa del mar : 5.0 - 9.0 Otros : 5.8 - 8.6
Demanda de oxígeno bioquímico	160 mg/l (promedio diario : 120 mg/l)
Demanda de oxígeno químico	160 mg/l (promedio diario : 120 mg/l)
Sólidos suspendidos	200 mg/l (promedio diario : 150 mg/l)
Hexano normal material de extracción	5 mg/l (aceite mineral) 30 mg/l (aceite animal y vegetal)
Cobre	3 mg/l
Zinc	5 mg/l
Hierro disuelto	10 mg/l
Manganeso disuelto	10 mg/l
Cromo	2 mg/l
Fluorine	15 mg/l
Número de grupos de bacterias coliforme	3,000 puntos/cm ³ (promedio diario)
N	120 mg/l (promedio diario)
P	16 mg/l (promedio diario)

Tabla 4-5 Normas Ambientales para el Ruido

(Unidad : dB(A))

Aspecto	Area	Normas Ambientales *1		
		Día	Mañana/Tarde	Noche
General	AA*2	< 45	< 40	< 35
	A *3	< 50	< 45	< 40
	B *4	< 60	< 55	< 50
Area Frente a la Carretera	A *5	< 55	< 50	< 45
	A *6	< 60	< 55	< 50
	B *5	< 65	< 60	< 55
	B *6	< 65	< 65	< 60

Nota : *1 - Valor Estándar : dB(A)

*2 - Necesita área tranquila, medios para servicios médicos

*3 - Area residencial

*4 - Areas industriales y comerciales

*5 - Carretera de dos carriles

*6 - Carretera de más de dos carriles

Tabla 4-6 Normas Ambientales para Vibraciones

Norma de la vibración : 50 dB(B) en el límite	
-- Efectos de la vibración en el cuerpo humano --	
Nivel de Vibración dB(B)	Efectos en el Cuerpo Humano
< 60	No perceptible. No afecta el sueño.
60 - 65*	Puede ser percibida. Las quejas en cuanto a la vibración menor alcanzan un 50%.
65 - 70*	Afecta ligeramente el sueño. Las quejas referentes a este tipo de vibración es del 30%.
70 - 75*	Las quejas por esta vibración son del 40%.
75 - 80*	Ocasiona daños físicos menores. Las quejas son del 40%.
> 80	Fuerte percepción de la vibración. Ocasiona influencia psicológica.

Nota : * - ≤

4.4 INVESTIGACION AMBIENTAL Y METODOLOGIA

4.4.1 Investigación Ambiental

La investigación ambiental para la Valoración del Impacto Ambiental abarca los siguientes aspectos que fueron seleccionados a través del Método Matriz del Ambiente:

- Tráfico
- Calidad del aire
- Calidad del agua
- Ruido y vibraciones
- Terreno
- Suelo
- Agua
- Flora y fauna
- Paisaje
- Condiciones sociales

4.4.2 Metodología

Los componentes de las investigaciones sobre el medio ambiente y el método de proyecciones de cada aspecto ambiental seleccionado, están detallados en las Tablas 4-7 y 4-8, respectivamente. El área de investigación se ha limitado a la periferia de cada tramo de carretera incluido en este proyecto.

Tabla 4-7 Investigación sobre el Medio Ambiente

Aspectos	Componentes
1. Tráfico	Análisis de las condiciones actuales, puntos de control, registro de situaciones de riesgo, etc.
2. Calidad del Aire	Sox : Punto de medición : Intersecciones en áreas urbanas importantes.
3. Calidad del Agua	20 elementos: Ca, Mg, Na, K, HCO ₃ , SO ₄ , Cl, SiO ₂ , Fe, PO ₄ , NO ₃ N, NH ₄ N, Cd, PB, Cr, As, Hg, Mn, pH, EC. Punto de Prueba : Curso de agua principal y fuente/pozo de agua.
4. Ruido y Vibraciones	Ruido y Vibraciones Ambientales Punto de medición : Intersecciones en las principales ciudades.
5. Terreno	Estudio morfológico y geológico del campo.
6. Suelo	Investigación del suelo, capas del suelo, prueba de penetración.
7. Agua	Recolección de Datos: nivel del agua y volumen del afluente del río principal, agua subterránea, fuente de agua.
8. Flora	Estudio básico de la flora en 200 m de longitud.
9. Paisaje	Identificación de los principales paisajes.
10. Condiciones sociales	Entrevistas de estudio en cada municipalidad.

Tabla 4-8 Componentes y Método de Proyección

Aspectos	Componentes : Método
1. Tráfico	Volumen del tráfico proyectado para los años 2000 y 2010.
2. Calidad del Aire	Concentración de NO _x , SO _x y CO para los años 2000 y 2010; método de difusión.
3. Calidad del Agua	Sólidos suspendidos (SS) : Método de mezcla Completa.
4. Ruido y Vibraciones	Ruido y vibraciones del tráfico : Intensidad del ruido (dB(A)) e intensidad de la vibración (dB).
5. Terreno	Corte y terraplén; declive estándar del talud.
6. Suelo	Erosión del Suelo y generación de SS.
7. Agua	Volumen del afluente del río, desbordamiento, drenaje.
8. Flora	Desaparición de la flora debido al despale de árboles, siembra.
9. Paisaje	Identificación de los principales paisajes.
10. Condiciones sociales	Análisis de los desechos, reubicación, monumentos, seguridad del tráfico, peligros.

4.5 RESULTADOS DEL ANALISIS

Los resultados de la Valoración del Impacto Ambiental están integrados en la lista de resultados como se ilustra en la Tablas 4-9, 4-10 y 4-11. En la Tabla 4-12 se presenta la evaluación total a través de la lista de aspectos ambientales.

Como resultado de esta revisión, se evaluó que la calidad del aire, la calidad del agua, el ruido y las vibraciones, el terreno, el suelo, el agua, la flora y fauna, los desechos, el tráfico, las situaciones de riesgo, la reubicación y seguridad serán poco afectados. Estos resultados son casi los mismos que los reflejados por la evaluación del impacto ambiental.

En el Anexos III se presenta el análisis más detallado.

**Tabla 4-9 Resultados del Análisis Ambiental de Carretera Proyecto-1
(Carretera Managua-Masaya) (1)**

Aspectos Ambientales	Condición *1		Problemas y Observaciones
	Condiciones Ambientales Actuales	Evaluación Ambiental	
I. Ambiente Vivo			
1) Calidad del aire	3	2	
- Máquinaria pesada			- polvo proveniente del terreno en cortes o terraplenes.
- Transporte			
- Polvo			
- Cantera			- no existe
- Tráfico			- emisión de gas de los automóviles.
2) Calidad del agua	2 - 3	2 - 3	
- Corte			- SS provenientes del terreno en cortes o terraplenes
- Terraplén			- Tratamiento de SS
- Descarga de agua bombeada			- no existe
- Cantera			
- Escombros			
- Drenaje			- drenaje, inundación
3) Contaminación del suelo	3	3	
- Escombros			
4) Ruido y vibración	2 - 3	2	
- Máquinaria pesada			- construcción por medio de máquinas pesadas
- Transporte			
- Tráfico			- incremento del tráfico
5) Sedimentación del terreno	3	3	
- Excavación			
- Bombeo			
6) Olor	3	3	
- Escombros			
- Planta de asfalto			
II. Ambiente Natural			
7) Terreno	2 - 3	2 - 3	
- Corte			- deslizamiento del talud
- Terraplén			- caída de piedras
- Cantera			- suelos no útiles
- Depósito de desechos			
8) Suelo	2 - 3	2 - 3	
- Erosión del suelo			- bocas de tormenta, cunetas
- Depósito de suelos			- drenaje
- Drenaje			- resedimentación
9) Agua	2 - 3	2 - 3	
- Corte			
- Terraplén			
- Curso del agua			- curso del agua
- Puente			
- Drenaje			
10) Agua subterránea	3	3	
- Corte			- pozo de agua
- Bombeo			
- Pérdida			
11) Meteorología	3	3	
12) Mar y playa	3	3	
- Relleno			- no existe
- Curso de agua			
- Drenaje			

**Tabla 4-9 Resultados del Análisis Ambiental de Carretera Proyecto-1
(Carretera Managua-Masaya) (2)**

Aspectos Ambientales	Condición *1		Problemas y Observaciones
	Condiciones Ambientales Actuales	Evaluación Ambiental	
13) Flora y fauna	3	2 - 3	
- Limpieza			- tala y corte
- Corte			- animales domésticos
- Terraplén			
- Parqueo			
- Areas verdes			
14) Paisaje	3	2 - 3	
- Limpieza			- iembra
- Corte			
- Terraplén			
- Areas verdes			
III. Ambiente Social			
15) Pérdidas	3	2 - 3	
- Pérdidas			- parada de buses
- Servicios para los trabajadores			- suelos no útiles
16) Monumentos históricos y culturales	3	3	- vías de acceso
17) Tráfico	3	2	- seguridad del tráfico
18) Salud	3	3	
19) Peligros	2 - 3	2 - 3	
- Inundaciones			- inundaciones
- Terremotos e			- cursos de agua
20) Reubicación	3	2 - 3	
21) Condiciones socioeconómicas	3	3	
22) Distrito limítrofe	3	3	
23) Seguridad	2	2	
- Aceras			- aceras en áreas urbanas
- Animales domésticos			- incremento del tráfico
24) Comunidad	3	3	
25) Medios de recreación	3	3	
26) Derecho de agua y derecho común	3	3	

Nota : *1 1 - Mayor influencia
 2 - Menor influencia
 3 - Poca influencia o sin influencia

Tabla 4-10 Resultados del Análisis Ambiental de Carretera Proyecto-2 (Carretera Managua-Tipitapa) y Carretera-3 (Carretera Nandaime-San Benito) (1)

Aspectos Ambientales	Condición *1		Problemas y Observaciones
	Condiciones Ambientales Actuales	Evaluación Ambiental	
I. Ambiente Vivo			
1) Calidad del aire	3	3	
- Máquinaria pesada			- polvo proveniente del terreno en cortes o terraplenes.
- Transporte			
- Polvo			
- Cantera			- no existe
- Tráfico			- emisión de gas de los automóviles.
2) Calidad del agua	3	2 - 3	
- Corte			- SS provenientes del terreno en cortes o terraplenes
- Terraplén			- Tratamiento de SS
- Descarga de agua bombeada			- no existe
- Cantera			
- Escombros			
- Drenaje			- drenaje, inundación
3) Contaminación del suelo	3	3	
- Escombros			
4) Ruido y vibración	3	3	
- Máquinaria pesada			- construcción por medio de máquinas pesadas
- Transporte			- incremento del tráfico
- Tráfico			
5) Sedimentación del terreno	3	3	
- Excavación			
- Bombeo			
6) Olor	3	3	
- Escombros			
- Planta de asfalto			- no existe
II. Ambiente Natural			
7) Terreno	2 - 3	2 - 3	
- Corte			- deslizamiento del talud
- Terraplén			- caída de piedras
- Cantera			- suelos no útiles
- Depósito de desechos			
8) Suelo	2 - 3	2 - 3	
- Erosión del suelo			- bocas de tormenta, cunetas
- Depósito de suelos			- drenaje
- Drenaje			- resedimentación
9) Agua	2 - 3	2 - 3	
- Corte			- curso del agua
- Terraplén			
- Curso del agua			
- Puente			
- Drenaje			
10) Agua subterránea	3	3	
- Corte			- pozo de agua
- Bombeo			
- Pérdida			
11) Meteorología	3	3	
12) Mar y playa	3	3	
- Relleno			- no existe
- Curso de agua			
- Drenaje			

Tabla 4-10 Resultados del Análisis Ambiental de Carretera Proyecto-2 (Carretera Managua-Tipitapa) y Carretera-3 (Carretera Nandaime-San Benito) (2)

Aspectos Ambientales	Condición *1		Problemas y Observaciones
	Condiciones Ambientales Actuales	Evaluación Ambiental	
13) Flora y fauna	3	3	
- Limpieza			- tala y corte
- Corte			- animales domésticos
- Terraplén			
- Parqueo			
- Areas verdes			
14) Paisaje	3	3	
- Limpieza			- iembra
- Corte			
- Terraplén			
- Areas verdes			
III Ambiente Social			
15) Pérdidas	3	2 - 3	
- Pérdidas			- parada de buses
- Servicios para los trabajadores			- suelos no útiles
16) Monumentos históricos y culturales	3	3	- vías de acceso
17) Tráfico	3	2	- seguridad del tráfico
18) Salud	3	3	
19) Peligros	2 - 3	2 - 3	
- Inundaciones			- cursos de agua
- Terremotos e			
20) Reubicación	3	3	
21) Condiciones socioeconómicas	3	3	
22) Distrito limítrofe	3	3	
23) Seguridad	2 - 3	2 - 3	
- Aceras			- aceras en áreas urbanas
- Animales domésticos			- incremento del tráfico
24) Comunidad	3	3	
25) Medios de recreación	3	3	
26) Derecho de agua y derecho común	3	3	

Nota : *1 1 - Mayor influencia
 2 - Menor influencia
 3 - Poca influencia o sin influencia

**Tabla 4-11 Resultados del Análisis Ambiental de Carretera Proyecto-4
(Carretera Telica-San Isidro) (1)**

Aspectos Ambientales	Condición #1		Problemas y Observaciones
	Condiciones Ambientales Actuales	Evaluación Ambiental	
I. Ambiente Vivo			
1) Calidad del aire	3	3	
- Máquinaria pesada			- polvo proveniente del terreno en cortes o terraplenes.
- Transporte			
- Polvo			
- Cantera			- no existe
- Tráfico			- emisión de gas de los automóviles.
2) Calidad del agua	2 - 3	2 - 3	
- Corte			- SS provenientes del terreno en cortes o terraplenes
- Terraplén			- Tratamiento de SS
- Descarga de agua bombeada			- no existe
- Cantera			
- Escombros			
- Drenaje			- drenaje, inundación
3) Contaminación del suelo	3	3	
- Escombros			
4) Ruido y vibración	3	3	
- Máquinaria pesada			- construcción por medio de máquinas pesadas
- Transporte			
- Tráfico			- incremento del tráfico
5) Sedimentación del terreno	3	3	
- Excavación			
- Bombeo			
6) Olor	3	3	
- Escombros			
- Planta de asfalto			- no existe
II. Ambiente Natural			
7) Terreno	2	2	
- Corte			- deslizamiento del talud
- Terraplén			- caída de piedras
- Cantera			- suelos no tóxicos
- Depósito de desechos			
8) Suelo	2 - 3	2 - 3	
- Erosión del suelo			- bocas de tormenta, cunetas
- Depósito de suelos			- drenaje
- Drenaje			- resedimentación
9) Agua	2 - 3	2 - 3	
- Corte			
- Terraplén			
- Curso del agua			- curso del agua
- Puente			
- Drenaje			
10) Agua subterránea	3	3	
- Corte			- pozo de agua
- Bombeo			
- Pérdida			
11) Meteorología	3	3	
12) Mar y playa	3	3	
- Relleno			- no existe
- Curso de agua			
- Drenaje			

**Tabla 4-11 Resultados del Análisis Ambiental de Carretera Proyecto-4
(Carretera Telica-San Isidro) (2)**

Aspectos Ambientales	Condición *1		Problemas y Observaciones
	Condiciones Ambientales Actuales	Evaluación Ambiental	
13) Flora y fauna	3	2 - 3	
- Limpieza			- tala y corte
- Corte			- animales domésticos
- Terraplén			
- Parqueo			
- Areas verdes			
14) Paisaje	3	2 - 3	
- Limpieza			- iembra
- Corte			
- Terraplén			
- Areas verdes			
III. Ambiente Social			
15) Pérdidas	3	2 - 3	
- Pérdidas			- parada de buses
- Servicios para los trabajadores			- suelos no útiles
16) Monumentos históricos y culturales	3	3	- vías de acceso
17) Tráfico	3	3	- seguridad del tráfico
18) Salud	3	3	
19) Peligros	2 - 3	2 - 3	
- Inundaciones			- inundaciones
- Terremotos e			- cursos de agua
20) Reubicación	3	3	
21) Condiciones socioeconómicas	3	3	
22) Distrito limítrofe	3	3	
23) Seguridad	2 - 3	2 - 3	
- Aceras			- aceras en áreas urbanas
- Animales domésticos			- incremento del tráfico
24) Comunidad	3	3	
25) Medios de recreación	3	3	
26) Derecho de agua y derecho común	3	3	

Nota : *1 1 - Mayor influencia
 2 - Menor influencia
 3 - Poca influencia o sin influencia

Tabla 4-12 Evaluación Ambiental

Aspectos Ambientales	Resultados del Análisis Ambiental *1				Evaluación Total
	Proyecto-1	Proyecto-2	Proyecto-3	Proyecto-4	
1) Calidad del Aire	2	3	3	3	2-3
2) Calidad del Agua	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
3) Contaminación del Suelo	3	3	3	3	3
4) Ruido y Vibración	2	3	3	2-3	2-3
5) Hundimiento del Suelo	3	3	3	3	3
6) Olor	3	3	3	3	3
7) Terreno	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
8) Suelo	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
9) Agua	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
10) Agua Subterránea	3	3	3	3	3
11) Meteorología	3	3	3	3	3
12) Mar y Costa Marina	3	3	3	3	3
13) Flora y Fauna	2-3	3	3	2-3	2-3
14) Paisaje	2-3	3	3	2-3	2-3
15) Desperdicios	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
16) Monumentos Históricos y Culturales	3	3	3	3	3
17) Tráfico	2	2-3	2-3	3	2-3
18) Sanidad	3	3	3	3	3
19) Peligros	2-3	3	3	2-3	2-3
20) Reubicación	2-3	3	3	2-3	2-3
21) Condic. Socio-Económicas	3	3	3	3	3
22) Distrito de Cortes	3	3	3	3	3
23) Seguridad	2	2-3	2-3	2-3	2-3
24) Comunidad	3	3	3	3	3
25) Infraest. de Recreación	3	3	3	3	3
26) Derechos de Agua y Derechos Comunes	3	3	3	3	3

Nota : *1 1 - Mayor influencia
2 - Menor influencia
3 - Poca influencia o sin influencia

4.6 PLAN DE CONTROL AMBIENTAL

El plan de control ambiental está basado en los resultados de las proyecciones y evaluaciones sobre cada aspecto ambiental, tal como se muestra en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13 Plan de Control Ambiental

Aspectos	Efectos	Ubicación	Medidas Preventivas Ambientales
1. Tráfico	Seguridad	Áreas urbanas, caseríos	Aceras, paradas de buses, áreas de estacionamiento
2. Calidad del aire	NOx, CO	Managua-Masaya	Control del tráfico, control de la emisión
3. Calidad del agua	SS	Terreno limpio, planta de asfalto	Drenaje, depósitos de sedimentación, plantaciones
4. Ruido y vibración	Ruido, vibración	Managua-Masaya, Managua-Tipitapa	Restricción de vehículos y velocidad
5. Suelo	SS, erosión	Terreno limpio, drenajes	Drenaje, pendiente y protección de bancos, plantaciones, depósito de desechos
6. Terreno	Caida del talud, deslizamiento, derrumbe	Corte, terraplén	Protección del talud
7. Agua	Inundaciones	Drenaje	Sistema de drenaje, puentes, alcantarillas, cunetas
8. Flora	-	Corte, alineación	Plantación nueva, estacionamiento
9. Paisaje	-	Corte, desvío alineación	Plantación, estacionamiento
10. Condiciones sociales	Basura, reubicación, suelos inútiles, suelos improductivos	Parada de buses, Masaya	Basureros, reubicación, comunicación, aceras, parada de buses

4.6.1 Condiciones del Tráfico

La seguridad de los peatones y de todo usuario de los medios de transporte en las áreas urbanas, caseríos y zonas escolares se verá afectada por el incremento de vehículos.

Se necesitará garantizar la seguridad de los peatones a través de aceras, pasos peatonales (incluyendo pasos peatonales cerca de los puentes, si es posible) y semáforos. En cuanto a la seguridad de los usuarios de los medios de transporte, esta puede garantizarse a través de paradas de buses, áreas de estacionamiento y semáforos en las áreas urbanas, caseríos y zonas escolares.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Seguridad del tráfico	Aceras, pasos peatonales parada de buses, estacionamientos	Áreas urbanas, alrededores de caseríos, zonas escolares

4.6.2 Calidad del Aire

Los resultados de los pronósticos de NOx y CO indican que habrá poco efecto en el medio ambiente, a excepción de Managua-Masaya, cuyos valores se aproximarán a los valores de las normas de calidad ambiental para calidad del aire. Posteriormente, si las condiciones de contaminación del aire causada por la emisión de gases de los automóviles será necesario realizar el control de emisión.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Calidad del Aire	Control del tráfico, control de la emisión	Carretera Managua-Masaya
	Sistema de monitoreo para la contaminación del aire	Todos secciones

4.6.3 Calidad del Agua

Los elementos que afectarán la calidad del agua son los sólidos suspendidos que emanarán del terreno árido en la etapa de construcción, el área de drenaje de los suelos productivos y no productivos y otros, incluyendo la maquinaria temporal o permanente, la planta asfáltica temporal, los servicios temporales para el trabajador, etc. (si se planea establecerlas).

Los resultados de las proyecciones sobre los sólidos suspendidos indican que la cantidad generada por el terreno árido será de 106 p.p.m. Los sólidos suspendidos afectarán relativamente poco al medio ambiente. Sin embargo, será necesario establecer un sistema de drenaje y depósitos de sedimentación para la precipitación de estos.

En el caso de que se establezcan servicios permanentes o temporales que impliquen la limpieza del terreno, se debe llevar a cabo una replantación después de que finalice la construcción.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Calidad del agua	Sistema de drenaje, sedimentación, Cunetas depósitos dereplantación	Todos secciones

4.6.4 Ruido y Vibraciones

El ruido y vibraciones son producidos por los automóviles durante la etapa de servicio de las carreteras. Los resultados de la medición del ruido van más allá de los valores estándares en muchos lugares, particularmente en el tramo de carretera Managua-Masaya.

Los resultados de las proyecciones indican que en el futuro el ruido y vibraciones en el Carretera Managua-Masaya serán peores que en la actualidad. Sin embargo, en otros lugares el efecto será muy poco.

Por lo tanto, para evitar la contaminación del aire a causa del ruido y vibraciones, será necesario establecer un control del tráfico en el Carretera Managua-Masaya. También será necesario establecer un sistema de monitoreo (control) para controlar la contaminación causada por el ruido y plantar árboles a la orilla de la carretera.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Ruido y vibraciones	Control de tráfico (volumen del tráfico, velocidad)	Carretera Managua-Masaya
	Sistema de monitoreo para la contaminación del ruidos, plantación árboles a la orilla de la calles	Todos secciones

4.6.5 Suelo

Los elementos que afectarán al suelo son los sólidos suspendidos emanados por el terreno árido durante la etapa de construcción, el área de drenaje de los suelos productivos y no productivos y otras fuentes como la maquinaria temporal o permanente, la planta asfáltica temporal, servicios temporales para el trabajador (si se planea establecerlos), la erosión del suelo alrededor de las carreteras.

Según las proyecciones, la cantidad de sólidos suspendidos emanados del terreno árido será de 106 p.p.m. Estos afectarán muy poco el medio ambiente, sin embargo, será necesario establecer un sistema de drenaje y depósitos de sedimentación para la precipitación de los sólidos.

Será necesario implementar la protección de los bancos de los ríos para evitar su erosión debido a los cambios en el sistema de drenaje. Para casos de construcción de estructuras permanentes en las áreas a mejorar será necesario hacer una reforestación.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Suelo	Sistema de drenaje (cunetas, protección del banco), depósitos de sedimentación, replantación	Todos secciones

4.6.6 Terreno

Los taludes del corte y terraplén serán estabilizadas por la pendiente estándar, el sistema de drenaje y la protección del talud, lo cual incluye muros de contención, concreto-lanzado, engramado, etc. Las pendientes fuertes se estabilizarán por medio de muros de contención, concreto-lanzado, etc.

Frente a la laguna de Masaya en Nindirí, existen taludes erosionados, de manera que será necesario fijar el terreno y establecer vías de protección de ellos.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Terreno	Cortes, terraplenes (protección del talud, muros de retención, concreto-lanzado, engramado), sistema de drenaje (zanjas, cuneta)	Todos secciones

4.6.7 Agua

Los elementos que afectarán al agua son el volumen de afluencia de los ríos y el drenaje de las carreteras. Los resultados indican que la situación actual referente a la afluencia no cambiará en el futuro.

En cuanto al drenaje de las carreteras, será necesario establecer medios de drenaje, lo cual incluye canales o zanjas, cunetas, etc. y drenar suavemente los ríos y el sistema de drenaje existente.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Agua	Sistema de drenaje (canales o zanjas, cunetas)	Todos secciones

4.6.8 Flora y Fauna

En varios lugares, se planea corte y terraplén mínimos. Debido a que se preservará la mayoría de las áreas verdes, se presume que la fauna será poco afectada.

Se planea realizar labores de siembra en los terrenos áridos, las áreas de drenaje del suelo, los taludes, etc. como se presenta en la Figura 4-3. Los árboles que se van a usar para la siembra serán seleccionados de las especies existentes alrededor del área del proyecto, incluyendo Acacia, Eucalipto, Chilamate, etc.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Flora y fauna	Plantaciones (selección de árboles), reforestación, engramado	Todos secciones

4.6.9 Paisaje

Los lugares donde se cambiará la topografía del terreno debido al mejoramiento de la carretera son muy pocos, ya que se planea minimizar las áreas de corte y terraplén.

Por lo tanto, se cree que los efectos del mejoramiento de la carretera sobre el paisaje, serán mínimos.

Además, existen varios lugares a lo largo de la carretera cuyas condiciones para construir parques son adecuadas, como se ilustra en la Figura 4-4.

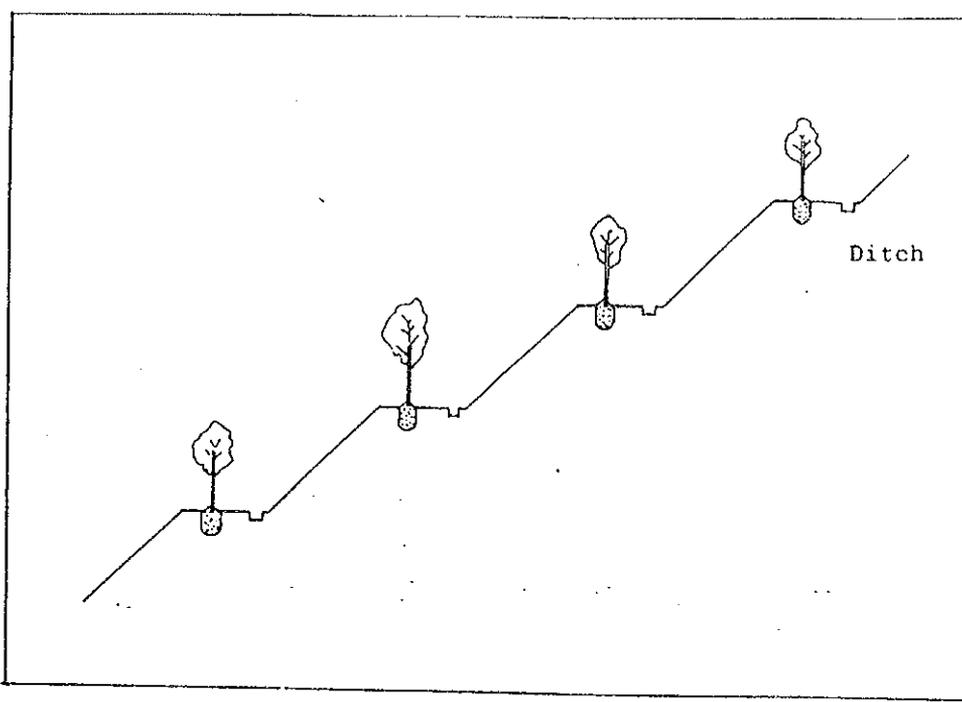


Figura 4-3 Plantación

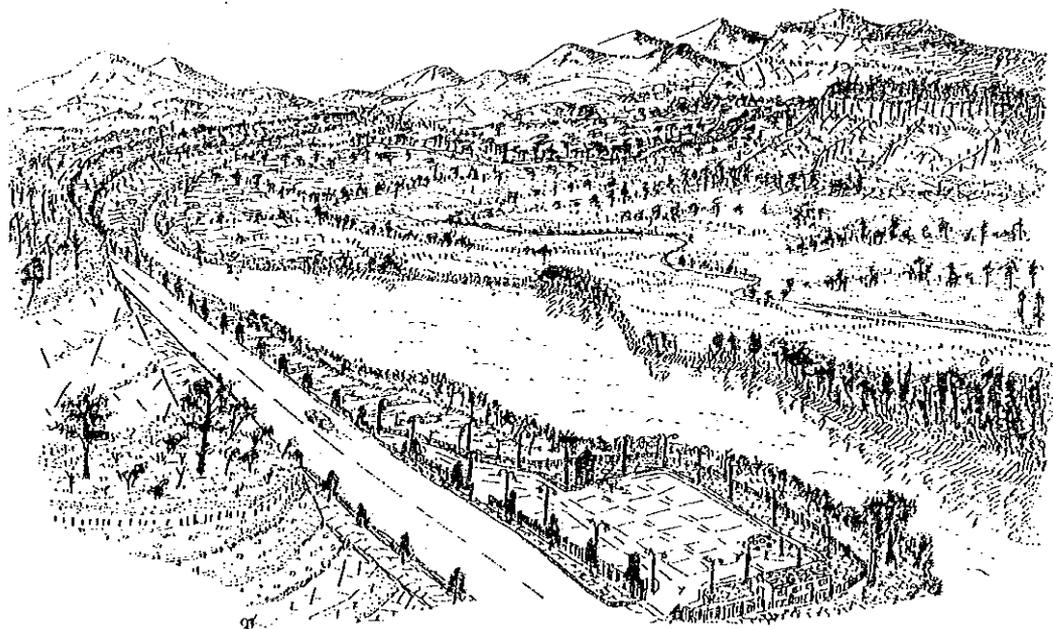


Figura 4-4 Area de Parque

4.6.10 Condiciones Sociales

Los suelos productivos y no productivos causados por la construcción de la carretera serán tratados en el área de evacuación.

En relación con las paradas de buses y áreas de estacionamiento, será necesario establecer depósitos de basura y formas de tratarlos.

En el área urbana de Masaya, se reubicarán varios negocios temporales y propiedades privadas, debido a la ampliación de la carretera. Es necesario establecer una buena comunicación para el entendimiento mutuo, en relación con el derecho de propiedad.

Medidas preventivas

Aspecto	Medidas Preventivas	Area
Condiciones sociales	Escombros de construcciones (area para desechos/escombros), desperdicios (depósitos de desperdicios), reubicación (comunicación)	Todos secciones

4.6.11 Evaluación Ambiental Integrada

En la Tabla 4-14 se muestra la Lista de Control de Aspectos Ambientales examinados mediante el plan de administración ambiental.

La influencia los diferentes ítemes ambientales, excepto la calidad del agua, el ruido y las vibraciones, serán mínimos o muy pocos con el plan de administración ambiental. La calidad del agua, el ruido y vibraciones aumentarán en el futuro en algunos lugares. Por lo tanto, será necesario establecer sistemas de monitoreo para la calidad del agua, el ruido, vibraciones y controlar el tráfico, dependiendo de los resultados del control.

Tabla 4-14 Evaluación Ambiental Integrada

Aspectos Ambientales	Evaluación de Toda el Area	Evaluación Global
1) Calidad del Aire	2-3	3
2) Calidad del Agua	2-3	3
3) Contaminación del Suelo	3	-
4) Ruido y Vibración	2-3	3
5) Hundimiento del Suelo	3	-
6) Olor	3	-
7) Terreno	2-3	3
8) Suelo	2-3	3
9) Agua	2-3	3
10) Agua Subterránea	3	-
11) Meteorología	3	-
12) Mar y Costa Marina	3	-
13) Flora y Fauna	2-3	3
14) Paisaje	3	3
15) Desperdicios	2-3	3
16) Monumentos Históricos y Culturales	3	-
17) Tráfico	3	3
18) Sanidad	3	-
19) Peligros	2-3	3
20) Reubicación	2-3	3
21) Condic. Socio-Económicas	3	-
22) Distrito de Cortes	3	-
23) Seguridad	2-3	3
24) Comunidad	3	-
25) Infraest. de Recreación	3	-
26) Derechos de Agua y Derechos Comunes	3	-

Nota : *1 1 - Mayor influencia
 2 - Menor influencia
 3 - Poca influencia o sin influencia
 "-" - Plan de control no ambiental

4.7 PLAN DE MONITOREO

El monitoreo es necesario para preservar el medio ambiente durante la construcción y el periodo de servicio de las carreteras. Los aspectos ambientales que deben considerarse en el monitoreo son la calidad del aire, calidad del agua, ruidos y vibraciones. Los componentes del monitoreo se detallan en la Tabla 4-15.

La calidad del aire, ruidos y vibraciones serán influenciados en el medio ambiente de las áreas urbanas de Managua y Masaya dependiendo del incremento del volumen del tráfico. Por lo tanto, en Managua y Masaya será necesario establecer sistemas de monitoreo para ellos, tal como se muestra en la Tabla 4-15 y controlar el tráfico, incluyendo restricciones en el volumen del tráfico y la velocidad de los vehículos.

Los sólidos suspendidos en el medio ambiente durante la construcción de la carretera, afectarán la calidad del agua. El agua la cual tendrá muchos sólidos suspendidos provenientes del terreno limpio, deberá ser tratada en los depósitos de sedimentación antes de que descargue en los sistemas de drenaje existentes o ríos. Por lo tanto, será necesario impulsar el control y análisis de los sólidos suspendidos.

Tabla 4-15 Componentes del Monitoreo

Aspectos Ambientales	Elementos	Ubicación	Características
Calidad del aire	NO _x , CO, SPM, SO _x , HC, O ₃	Carretera Managua-Masaya	Monitoreo de la contaminación del aire
Ruidos y vibraciones	dB(A), dB(B)	Carretera Managua-Masaya	Monitoreo de los ruidos y vibraciones
Calidad del agua	SS	Áreas de construcción	Medición de SS

4.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.8.1 Conclusiones

La evaluación del impacto ambiental en el área del proyecto se llevó a cabo durante la etapa del Estudio de Factibilidad. Para ello, se seleccionaron diez aspectos ambientales, estos son: tráfico, calidad del aire, calidad del agua, ruido y vibraciones, terreno, suelo, agua, flora, paisaje y condiciones sociales.

En relación con cada aspecto ambiental, se realizaron investigaciones de campo para observar las condiciones actuales y se hizo un análisis de los pronósticos y evaluaciones para el año 2000 y 2010. Como resultado de este análisis, se evaluó y determinó que el tráfico, la calidad del aire, la calidad del agua, el ruido y vibraciones, el terreno, el suelo, la flora, el paisaje y las condiciones sociales serán poco afectadas, tal como se muestra en la Tabla 4-16.

El efecto en los distintos aspectos ambientales, excepto calidad del aire, ruido y vibraciones, serán minimizados por el plan de control ambiental. En algunos lugares estos tres aspectos serán peores que los actuales. Por lo tanto, será necesario establecer sistemas de control para la calidad del aire, los ruidos, vibraciones y el tráfico dependiendo de los resultados obtenidos.

4.8.2 Recomendaciones

El control es recomendable con el fin de preservar el medio ambiente durante la construcción y período de servicio de las carreteras. Los aspectos ambientales a considerarse son: calidad del aire, calidad del agua, ruidos y vibraciones. Los componentes del control se detallaron en la Tabla 4-15.

Tabla 4-16 Evaluacion Ambiental Global

Aspectos Ambientales	Evaluación de Toda el Area *1	Evaluación Global *1	Medidas Preventivas y Monitoreo
1. Tráfico	3	3	Aceras, parada de bus, estacionamientos, semáforos
2. Calidad del aire	2-3	3	Control del tráfico y velocidad Sistema de monitoreo para la contaminación del aire
3. Calidad del agua	2-3	3	Drenaje, depósitos para materiales en suspensión Monitoreo de SS
4. Ruidos y vibraciones	2-3	3	Control del tráfico y velocidad Sistema de monitoreo para ruidos y vibraciones
5. Terreno	2-3	3	Protección de taludes, plantaciones, engramado, drenaje
6. Suelo	2-3	3	Drenaje, protección del banco
7. Agua	2-3	3	Drenaje
8. Flora	2-3	3	Plantaciones
9. Paisaje	3	3	Plantaciones
10. Condiciones sociales *2	2-3	3	Basureros, comunicación, áreas para depósito de desechos y escombros, paradas de buses

Nota : *1 1 - Mayor influencia

2 - Menor influencia

3 - Poca influencia o sin influencia

*2 - Incluye desechos, reubicación, peligros, seguridad de tráfico

CAPITULO 5

ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

CAPITULO 5 ESTUDIO PRELIMINAR DE INGENIERIA

5.1 PLAN DE MEJORAMIENTO DE CARRETERAS

5.1.1 Políticas Básicas

Los objetivos de los proyectos prioritarios son los siguientes:

- Fortalecer las conexiones norte-sur y este-oeste de la red vial troncal.
- Contribuir al desarrollo de una alta capacidad de transporte de la red vial troncal.

Además de los objetivos mencionados, se considera también el siguiente para la Carretera Managua-Masaya:

- Fortalecer la conexión entre Managua-Masaya para resolver el congestionamiento de tráfico actual y futuro de la carretera existente que une estas dos importantes ciudades.

Tomando en cuenta dichos objetivos, se hicieron las siguientes consideraciones dentro del Plan de Mejoramiento de Carreteras.

(1) Funciones de las carreteras del proyecto

Las carreteras del proyecto deberán tener las funciones de troncal norte-sur y este-oeste dentro la red vial. La Carretera Managua-Masaya deberá ser considerada como carretera sub-urbana con algunas intersecciones.

Las carreteras del proyecto deberán tener el número apropiado de carriles que correspondan a la demanda del tráfico del año 2010 como año meta.

(2) Consideraciones al establecer criterios de diseño

Los criterios de diseño para la formulación del plan de mejoramiento deberán referirse a los criterios existentes en Nicaragua y a las recomendaciones de la AASHTO.

(3) Determinación de diseños geométricos apropiados

Los criterios de diseño geométrico incluyendo el radio de curvatura mínima, pendiente vertical máxima y el coeficiente de curvatura vertical se determinaron según la velocidad de diseño establecida. Los elementos de la sección transversal que comprenden el ancho de calzada, hombros, mediana y aceras fueron también determinados y revisados de acuerdo a los criterios existentes en Nicaragua, otros proyectos y las recomendaciones de la AASHTO.

La política de diseño geométrico básico a aplicarse a las carreteras del proyecto se estableció después de un estudio detallado de las condiciones del medio. El alineamiento horizontal y vertical se realizó por medio de estudios integrales de los aspectos geométricos, estructurales, drenaje hidrológico y geología.

Las políticas de diseño y control para la determinación del alineamiento horizontal y vertical se resume a continuación:

- Movimiento seguro y eficiente de altos volúmenes de tráfico a la velocidad de diseño especificada, lo que se logrará a través de la provisión de una buena alineación del camino.
- Donde existan curvas verticales y horizontales en combinación o bastante cerca una de otra, se deberán hacer consideraciones para el diseño de un alineamiento fluido por medio de la provisión de una buena coordinación de estas curvas.
- Se deberán proporcionar las contramedidas necesarias para mantener las funciones de los ríos, cauces o canales e infraestructura pública existentes (o sea carreteras, vías férreas y otras facilidades) por las cuales crucen las carreteras del proyecto.

(4) Mejoramiento de la superficie de la carretera

Se seleccionó una estructura de pavimento apropiada para el mejoramiento tomando en cuenta las limitaciones de la vida útil, la economía de construcción, utilización del material local y sobrecarga de tráfico.

(5) Mejoramiento de puentes existentes

Se consideró la reconstrucción de los puentes existentes sobre la Carretera Managua-Masaya; "El Arroyo y La Morita" y El Arroyo N°.1 sobre la Carretera Nandaime-San Benito, para una nueva carga de diseño (HS-20). Se estudiaron además las alternativas de los tipos de puentes para estos casos.

(6) Rehabilitación o mejoramiento del drenaje

Se consideró la construcción de cunetas no sólo en la sección de corte sino también al pie del talud del terraplén para tener un mejor drenaje. Se consideró también el intervalo apropiado de alcantarillas o cajas.

(7) Consideración de aceras y bahías para buses

Se consideró la construcción de aceras en áreas densamente pobladas a lo largo de la carretera y en las áreas cercanas a escuelas para proveer una mayor seguridad.

Se propuso la construcción de bahías en lugares apropiados tales como áreas con poblados a lo largo de la carretera y cerca de las principales intersecciones.

(8) Año del proyecto

El año de apertura de las carreteras del Proyecto se estableció que sea el 2000 asumiendo lo siguiente:

- Financiamiento :1994 - 1996
- Licitaciones :1996 - 1997
- Construcción :1997 - 1999

Se hicieron además las siguientes consideraciones para la Carretera Managua-Masaya.

(9) Ampliación de la carretera existente

Según la demanda de tráfico para el año 2010, año tope del proyecto como se describe en el Capítulo 3, la carretera existente necesitará ser ampliada de una calzada con dos carriles que tiene actualmente a una calzada de doble carril en ambos sentidos.

(10) Mejoramiento de las intersecciones existentes

La intersección más importante está localizada en el punto de inicio de la carretera del proyecto. Esta es la intersección de la Colonia Centro América la cual permite el cruce del tráfico de/a carretera Norte con el tráfico de/a Masaya que frecuentemente causa congestión de tráfico. Las mejoras tales como la señalización o paso superior se harán acorde con el incremento del volumen de tráfico futuro. Se consideraron varias alternativas para el mejoramiento.

5.1.2 Tipo de Carretera y Número de Carriles

El tipo de carretera (nivel de mejoramiento) se estableció en base a las determinaciones hechas para cada carretera del proyecto en la etapa del Plan Maestro. El número de carriles se determinó por medio del método de análisis de la capacidad de la carretera descrito en el Manual de Capacidad de Carreteras, Informe Especial 209. Los resultados se muestran en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Tipo de Carretera y Número de Carriles

Carretera del Proyecto	Tipo de Carretera	Capacidad de Diseño (veh/hr/carril)	Volumen Horario Direccional de Diseño (veh/hr)	Número Carriles
Managua-Masaya	TP-I (S)	1,400	2,600	4
Managua-Tipitapa	TP-I	800	900	2
Nandaime-San Benito	TP-I	700	800	2
Telica-San Isidro	TS-I	300	100	2

La capacidad de diseño mencionada anteriormente lo mismo que el volumen de diseño por hora fueron analizados según el análisis de capacidad que se muestra en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 Análisis de Capacidad de Carreteras

Descripción	Aplicación			
	Managua-Managua	Managua-Tipitapa	Nandaime-San Benito	Telica-San Isidro
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano	Ondulado
Clasificación de carretera (Rural/Suburbana)	Suburbana	Rural	Rural	Rural
Ancho de carril (m)	3.50	3.50	3.50	3.50
Ancho hombros	Exterior	2.50	2.50	1.50
	Interior	0.50	-	-
Porcentaje de vehículo pesados (%)	Camiones	9.30	27.9	34.1
	Buses	4.40	6.90	7.30
	Vehículo de recreo	0.00	0.00	0.00
Vehículo Equivalente (PCU)	Et para camiones	1.70	1.70	1.70
	Eb para buses	1.50	1.50	1.50
	Er para vehículo recreo	1.60	1.60	1.60
Factores de Ajuste	f _{vt} para claro total	1.00	1.00	1.00
	f _{hp} para vehículos pesados	0.92	0.81	0.78
	f _e para desarrollo del medio ambiente	1.00	0.95	0.95
	f _p para la población de conductores	1.00	1.00	1.00
Capacidad Básica (PCU/hr/carril)	2,000	2,000	2,000	2,000
Valor V/C (vehículos/capacidad)	0.75	0.50	0.50	0.50
Capacidad posible (PCU/hr/carril)	1,500	1,000	1,000	1,000
Capacidad de diseño (veh/hr/carril)	1,400	800	700	500
Volumen de tráfico futuro para el año 2010 TPDA	43,516	9,513	7,740	1,073
Factor pico (%)	<10	<15	<15	<15
Factor direccional	<60	<65	<65	<65
Volumen horario direccional de diseño (veh/hr)	2,600	900	800	100

5.1.3 Criterios de Diseño

Esta sección trata de los criterios de diseño a ser aplicados en el plan de mejoramiento de las carreteras del proyecto.

Se utilizaron los criterios de diseño de Nicaragua en lo máximo posible. Para los ítemes que no están especificados en las normas de Nicaragua se utilizaron las recomendaciones de la AASHTO, las Normas Japonesas o las recomendaciones del "Diagnóstico de la Infraestructura Vial del País" preparado en Mayo, 1989 (de aquí en adelante llamado "El Estudio de 1989").

(1) Criterios de diseño geométrico

Los criterios de diseño geométrico recomendados para las carreteras del proyecto se muestran en la Tabla 5-3. Los puntos más importantes se discuten en los siguientes párrafos:

- ① Las carreteras del proyecto a excepción de Carretera Telica-San Isidro están clasificadas como TP-I. Sin embargo, los criterios correspondientes a carreteras TP-I definidas en la etapa del Plan Maestro no han sido establecidas en Nicaragua. Por tanto, se aplicó la recomendación del estudio de 1989 a la velocidad de diseño.

- ② Según el estudio de 1989 la velocidad de diseño que recomienda para Troncal Principal es de 65 km/hr, 80 km/hr o 100 km/hr en dependencia de las condiciones topográficas. La velocidad de diseño para las carreteras del proyecto clasificadas como TP-I fue aplicada en base a las condiciones topográficas de la siguiente forma:
 - Managua-Masaya : 80 km/hr (Sección plana)
Aunque las condiciones se consideran de sección plana (100 km/hr), se aplicará una velocidad de diseño de 80Km/hr considerando las áreas densamente pobladas a lo largo de la carretera.
 - Managua-Tipitapa : 100 km/hr (Sección plana)
 - Nandaime-San Benito
 - Nandaime-Masaya : 80 km/hr (Sección ondulada)
 - El Coyotepe-San Benito : 100 km/hr (Sección plana)

- ③ La Carretera Telica-San Isidro está clasificada como TS-I. Según las normas de Nicaragua el TS-I, definido en la etapa del Plan Maestro corresponde a Nacional clase 2a. La velocidad de diseño se ha establecido en 80, 60 y 40 km/hr en dependencia de las condiciones topográficas. Por tanto, se aplicaron las siguientes velocidades:
 - Telica-El Jicaral : 80 km/hr (Sección plana)
 - El Jicaral-La Unión : 60 km/hr (Sección ondulada)
 - La Unión-San Isidro : 80 km/hr (Sección plana)

- ④ Se recomendó un ancho de carril de 3.5 m para mantener un claro lateral deseado de 50 cm a cada lado de un vehículo pesado teniendo un ancho máximo de 2.5 m.

Tabla 5-3 Normas del Diseño Geométrico para las Carreteras del Proyecto

Item	Unidad	Aplicación							Observaciones
		Managua-Masaya	Managua-Tipitapa	Nandaimé-San Benito		Telica-San Isidro			
				Masaya-Nandaimé	El Coyotepe-San Benito	Telica-El Jicaral	El Jicaral-La Unión	La Unión-San Isidro	
Derecho de vía mínimo	m	40	40	40	40	40	40	40	
Velocidad de diseño	km/hr	80	100	80	100	80	60	80	Discutido anteriormente
Ancho de carril	m	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	Idem
Mediana	Acera interior	3.0	-	-	-	-	-	-	Idem
	Hombro interior	0.5x2 lado	-	-	-	-	-	-	Idem
	Mediana	4.0	-	-	-	-	-	-	Idem
Ancho exterior de hombro	m	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	Idem
Ancho de aceras laterales	m	5.0	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	Idem
Distancia mínima de parada (visibilidad)	m	120	160	120	160	120	80	120	Referirse a la distancia de parada especificada para pavimentos húmedos
Radio mínimo de curvatura	m	255	415	255	415	255	135	255	Ref. a normas AASHTO
Pendiente máxima	%	4 (7)	3 (5)	4 (7)	3 (5)	4 (7)	6 (8)	4 (7)	Se refirió este valor desde un punto de vista práctico de las normas de Nicaragua, los valores en paréntesis corresponden al Estudio 1989
Coeficiente K de curvas verticales	En cresta	48 (33)	94 (57)	48 (33)	94 (57)	48 (33)	24 (18)	48 (33)	Ref. a normas AASHTO
	En columpio	33 (27)	48 (36)	33 (27)	48 (36)	33 (27)	21 (18)	33 (27)	
Pendientes transversales (bombeo)	%	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Super-elevación máxima	%	6.0 (10.0)	6.0 (10.0)	6.0 (10.0)	6.0 (10.0)	6.0 (10.0)	6.0 (10.0)	6.0 (10.0)	

Nota : Los valores en paréntesis representan los valores mínimos absolutos

- ⑤ Según las recomendaciones de la AASHTO, es preferible un ancho de hombros de 3.0 m para las carreteras clasificadas como TP-I. Por otra parte, el ancho mayor de 1.8 m es preferible desde el punto de vista del claro lateral siempre que se asegure un ancho de carril de más de 3.5 m. Por tanto, desde un punto de vista práctico, se aplicará un ancho de hombros de 2.5 m como valor promedio para las carreteras clasificadas como tipo TP-I. Además, como la Carretera Managua-Masaya está considerada como carretera suburbana se asumirá un parqueo frecuente de vehículos sobre la carretera. Se requerirá entonces un ancho de hombros de 2.5 m tomando en cuenta este aspecto.

Como se afirmó anteriormente, la Carretera Telica-San Isidro corresponde a la clase Nacional 2a. y para esta clase de carreteras se aplica un ancho de hombros de 1.5 m. Por tanto, en este caso se aplicará este ancho de hombros de 1.5 m en este caso.

- ⑥ El ancho de la mediana está expresada como la dimensión entre los bordes de los carriles de tráfico e incluye los hombros interiores. Las principales funciones de una mediana son:

- Permitir libertad de interferencia indeaseable de tráfico en sentido opuesto.
- Minimizar el efecto del encandilamiento.
- Proporcionar suficiente espacio.
- Prevenir giros en U y asegurar un flujo de tráfico expedito.
- Reservar el carril de giro a la izquierda en las intersecciones.

Se ha recomendado proveer una mediana de 4.0 m con hombros interiores de 0.5 m con 3.0 m de ancho de acera central. Generalmente, un ancho de 3.0 m es suficiente para las funciones mencionadas anteriormente.

⑦ Se ha recomendado la instalación de aceras laterales de 3.0 m de ancho donde sea necesario, tomando en cuenta el paisaje, aspectos ambientales sobre la carretera y asegurando el espacio para las facilidades. Por otra parte, se recomienda un ancho de aceras de 5.0 m agregándole un espacio de faja verde de 2.0m a la Carretera Managua-Masaya la cual tiene la función de carretera suburbana.

⑧ Además de las consideraciones de diseño hechas anteriormente para la gradiente de taludes y taludes de grandes dimensiones se hicieron también las siguientes:

- Para taludes de terraplén se adoptaron los siguientes gradientes en dependencia de la altura del talud, en base a los criterios existentes en Nicaragua.

- $h \leq 1.2$ m : 3.0 a 1

- 1.2 m < $h \leq 2.0$ m : 2.0 a 1

- $h > 2.0$ m : 1.5 a 1

- Para taludes de corte, se adoptaron los siguientes gradientes dependiendo de la mecánica de suelos y geología en base a los resultados de la perforación de la estructura.

- Roca dura : 0.25 a 1

- Roca suave : 0.50 a 1

- Roca meteorizada : 0.67 a 1

- Suelo : 1.00 a 1

- Se proveerán banquetas de un ancho de 1.5 m localizadas a cada 5 m en las secciones de terraplén. En las secciones de corte se consideraron las banquetas en dependencia de la mecánica de suelos y geología de la siguiente manera:

- Roca dura o suave : Altura de talud ≤ 10.0 m

Ancho de banquina = 2.0 m

- Roca o suelo meteorizado : Altura de talud ≤ 7.0 m
- : Ancho de banquina = 2.0 m

⑨ Se consideró también la construcción de obras protección para prevenir la caída del talud y considerando el punto de vista económico como se muestra en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4 Aplicación de Obras de Protección de Taludes

Tipo de Obra	Aplicación	Gradiente de Talud	Límite de Altura de Talud
Muros de Retención de piedra de mampostería	Talud de Terraplén	0.5:1	5.0 m
	Talud de corte de suelo	0.5:1	7.0 m
Muro de Retención Tipo gravedad	Talud de terraplén	-	3.0 m
Rociado de concreto	Talud de corte a roca meteorizada	0.5:1	7.0 m
	Talud de corte sobre roca suave	0.25:1	10.0 m

(2) Normas para Diseño de Pavimentos

En este estudio se utilizó el método de la "Guía de la AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimento, 1986" para el diseño de pavimentos de todas las carreteras del proyecto.