

第3章 交通の現況と将来

第3章 交通の現況と将来

3.1 序

マスタープランにおいて、現在の交通量や社会・経済状況を基に、国内の主要道路の将来交通量が予測された。この予測手順と結果はマスタープランレポートに含まれている。

第1章で述べたように、マスタープランにおいて、4つの道路区間（表3-1参照）がフィジビリティ調査の対象道路として選定された。この章の目的はこれらの4つの道路区間が経済的にフィジブルであるかどうかの検討に必要な交通量に関する情報を得るため、より詳細に対象道路の交通量を予測することにある。

この目的に対して、まず最初に、マスタープラン第9章で示されたOD表（33ゾーン）が57ゾーンに分割され、この新しい57ゾーンのもとで現在OD表と将来OD表が作成された。この手順は図3-1に示されている。

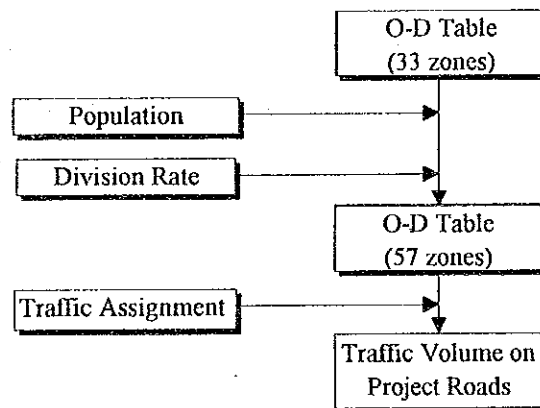


図3-1 OD表分割の手順

3.1.1 ゾーン分割

マナグア、マサヤ、グラナダの内外の交通の動きを明確にするために、マスタープランの表4-4に掲げたゾーン4、9、10、11、12および31がそれらのゾーン内の分割ゾーンの人口によって分割された。(これらのゾーンにはテリカーサン・インドロ道路区間を除く他の対象道路が通っている。)表3-1はゾーンの分割数、その人口、分割比をまとめたものである。テリカーサン・インドロ道路を通る交通はほとんどが通過交通であるため、この通過のゾーンは分割されていない。分割後のゾーン図は図3-2に示されている。

表3-1 分割ゾーン

Old Zone	New Zone	1993		2000		2010	
		Population	Rate	Population	Rate	Population	Rate
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 Nandaimé	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

Note: Zone 11 Managua was divided into three equal zones, because traffic movement was equally distributed within Managua city.

3.1.2 OD表の分割

表3-1に示した分割比に基づき、マスタープランで作成された33ゾーンの現在と将来のOD表が57ゾーンに分割された。分割ゾーンの発生・集中交通量は表3-2に示されている。ゾーン11(マナグア)の内々交通量はマナグア市内の交通調査地点9、11および12で得られた内々交通量を含んでいる。これら3地点の内々交通量は各地点で把握されたそれぞれの内々交通量に比例して分割された。上記3地点を通過する内々交通量の割合は以下のとおりであった。

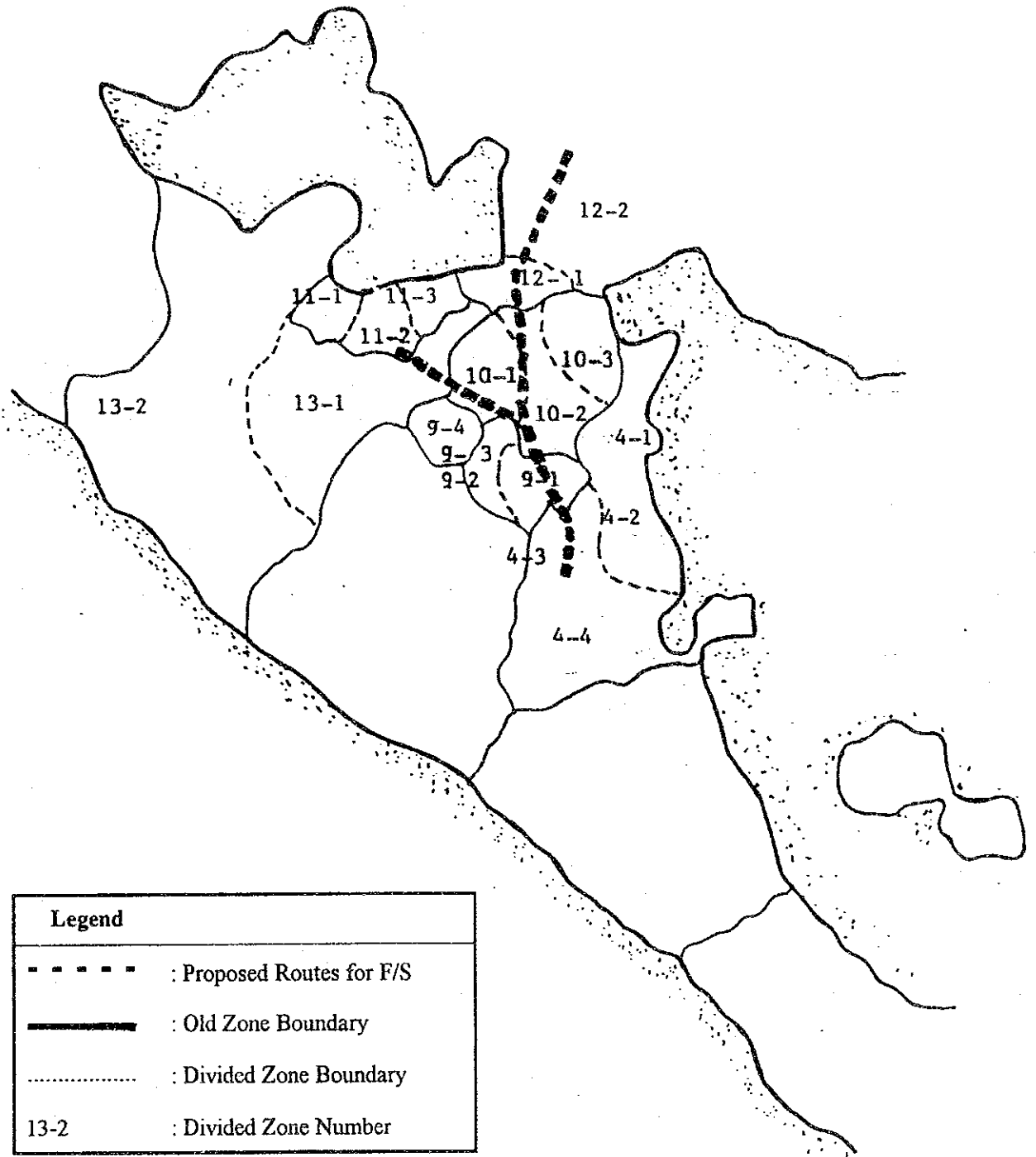


図3-2 分割ゾーン図

表3-2 内々交通量の割合

Survey Point	Passenger Car	Micro Bus	Large Bus	Pick-up	Truck	Trailer
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

表3-3 分割ゾーンの発生・集中量

Zone No.	1993		2000		2010	
	Trip Generation	Trip Attraction	Trip Generation	Trip Attraction	Trip Generation	Trip Attraction
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	1,204	1,309

分割されたOD表は表3-4から表3-6に示されている。

3.1.3 交差点交通量カウント調査

(1) 調査の目的

交差点はスムーズな交通の流れに対ししばしばボトルネックとなる。従って、このボトルネックを解消するためには、主要交差点で交通量カウント調査を行い、その実態を把握しておく必要がある。本調査においては第5章において説明されているように、セントロ・アメリカとマナグア-マサヤ道路との交差点が、改良すべき交差点として判断された。それゆえに、1993年の9月8日に午前6時から午後10時まで方向別の交通量カウント調査を行った。調査された車種は1993年3月に行われた交通量カウント調査と同じである。

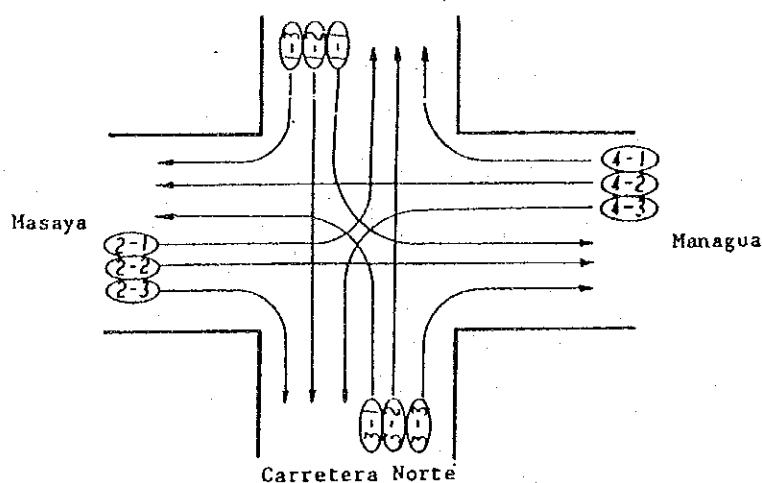
(2) 調査の結果

セントロ・アメリカとマナグア-マサヤ道路の交差点における交通量カウント調査結果は、表3-4に要約されている。マサヤからマナグアに行く車のおよそ半分は、交差点を直進するが、マナグアからマサヤに至る車はその45%は交差点で左折する。大型車に関しては、マナグアからウナン方面、ならびにメルカド・ロベルト・ヘムベルからマサヤ方面へそれぞれ500台以上が走っている。

表3-7 セントロ・アメリカとマナグア-マサヤ交差点
における交通量カウント調査結果

Direction	Small and Medium-Size Vehicles	Large Vehicle	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

Note: Directions are as follows: La UNAN



他方、表3-5は時間帯別の交通点通過交通量を示している。この表によれば、午前7時から午後6時まで1時間当たりおよそ5,000台の車が交差点を通過している。ピーク時には朝の7時から9時の間で、その交通量は6,800台である。大型車は7%以下であるが、6時から7時の早朝はその比率は20%以上となる。

表3-8 セントロ・アメリカとマナグアーマサヤ道路の交差点
における時間帯別交通量

Time	Small and Medium-Size Vehicle		Large Vehicle		Total		Composition Rate of Large Vehicles (%)
	Volume	Ratio (%)	Volume	Ratio (%)	Volume	Ratio (%)	
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 将来の交通量配分

(1) 対象道路への交通量の配分

上述した57ゾーンのOD表をもとに、対象道路区間へQV配分法によって交通量が配分された(QV配分法についてはマスタープランの第9.2節を参照)。セントロアメリカの交差点の交通量に関しては、QV式は次のことを考慮して修正された。信号機が設置されている交差点の交通量の分析(第5章参照)において、最適周期(リサイクル表)は立体交差の場合80秒、平面交差の場合で70秒と計算された。後者の場合においては、交差点の直前で左折する車の待ち時間(マサヤからマナグアに向かう場合)は1周期(70秒)に対し54秒であると計算された。1時間は3,600秒であるゆえに、1時間におよそ2,777秒待たなければならない($3,600/70 \times 54$ より)。同様にして立体交差の場合における左折車は1時間に2,475秒待たなければならない。(1周期(80秒)に対し55秒止まらなければならないため。)従って、立体交差の場合は平面交差に比べ、左折車1台当たり302秒の時間節約が可能となる。直進車の場合、立体交差では待ち時間は0であるが、平面交差の場合は2,982秒待たなければならない($3,600/20 \times 58$)。それゆえに、直進車は立体交差の場合、平面交差と比べ2,982秒の節約となる。この待ち時間通減の差は、交差点のQV式設定の際に適応された。

(2) 交通量配分結果

交通量の配分は”プロジェクトを実施しない場合”と”道路を改善した場合”とに対して行われた。後者のケースにおいては、第5章に述べられているように、マナグア-マサヤ区間の交通量配分は”平面交差”の場合と”立体交差”の場合の両方のケースにたいして行われた。しかし、平面交差であろうと立体交差であろうと代替ルートがないため、両者の交通量には違いはみられなかったが、走行速度は立体交差の場合の方がより早い結果を示した。対象道路区間の将来交通量は表3-9と図3-3に示されている。

配分の結果、セントロ・アメリカから2.5km地点までの道路区間には2010年に交通量が43,000台になると推定される。しかし、大型車の混入量は対象道路のうちで最も低い値を示した。これはこの区間はマナグア市に属しており、多くの乗用車がこの区間を利用しているからである。

表 3-9 対象道路の交通量

(Unit :vehicles/day)

Section	Year	Small Vehicle	Large Vehicle	Total	Composition Rate of Large Vehicle (%)
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

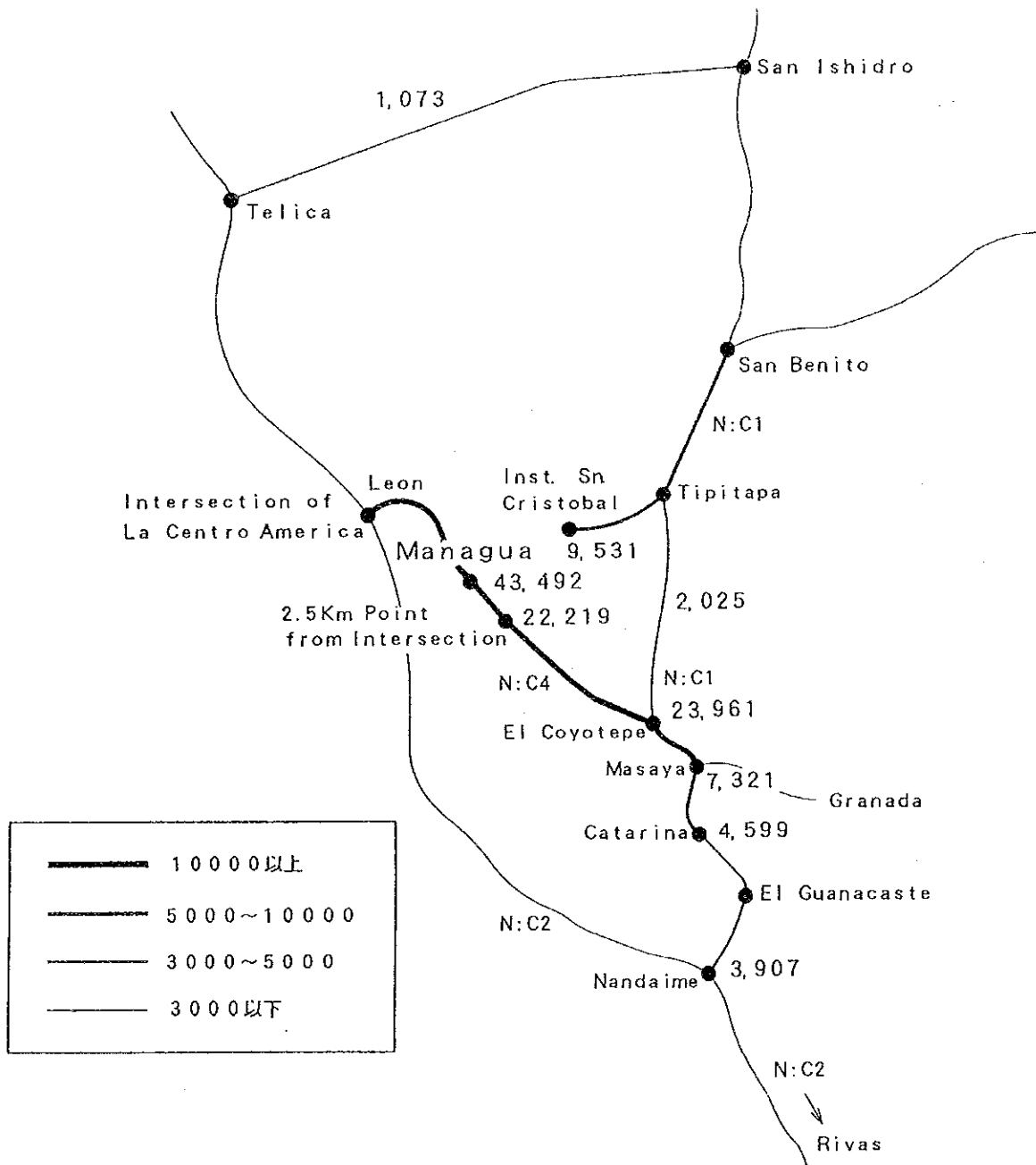


図3-3 2010年の対象道路の交通量

第4章 環境影響評估

第4章 環境影響評価

4.1 はじめに

4.1.1 概要

フィージビリティ調査の段階において、選定された道路区間の環境影響評価は、生活環境、自然環境及び社会環境の保全及び必要な環境管理計画の検討を行なうために実施された。これらの検討の結果は、本章に要約され、詳細については、Annexes - IIIに示す。

4.1.2 法制度

国立公園及び保護区域を含む環境関連法規は表4-1に示されている。環境の法制度は、ニカラグァ国ではまだ確立されていないが、最近政府内で討議が始まっており、早期の環境アセスメントの制度化が望まれる。

表4-1 環境関連法規

Number, Year	Name
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 Vida 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

4.1.3 環境調査

環境調査は図4-1（中間報告書：第7章1節参照）に示すとおりである。先ず、初期影境評価が実施され、その結果、フィージビリティ調査において環境影響評価の実施の必要性が認められた。環境影響評価の流れを図4-2に示す。

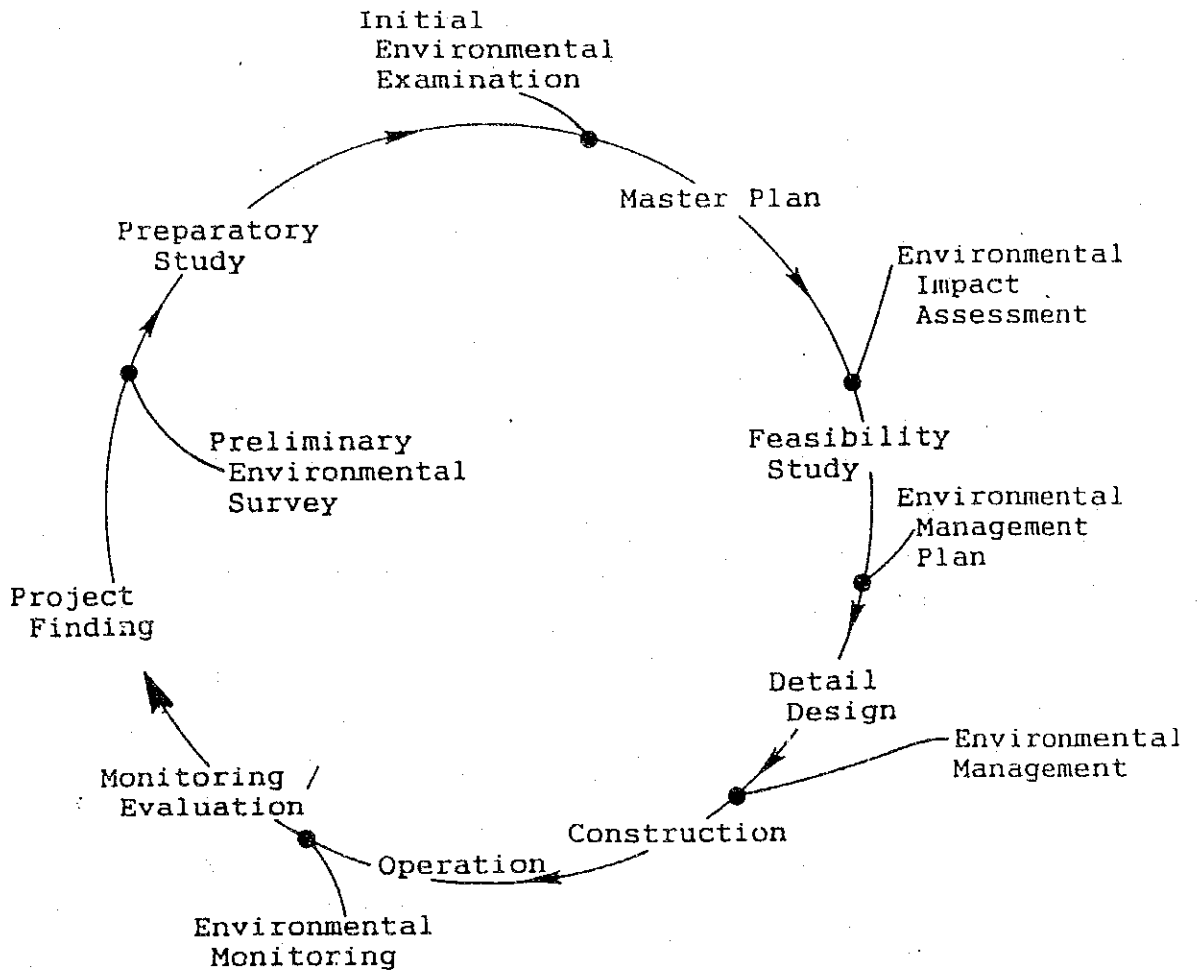


図4-1 プロジェクトサイクルの環境考慮の流れ

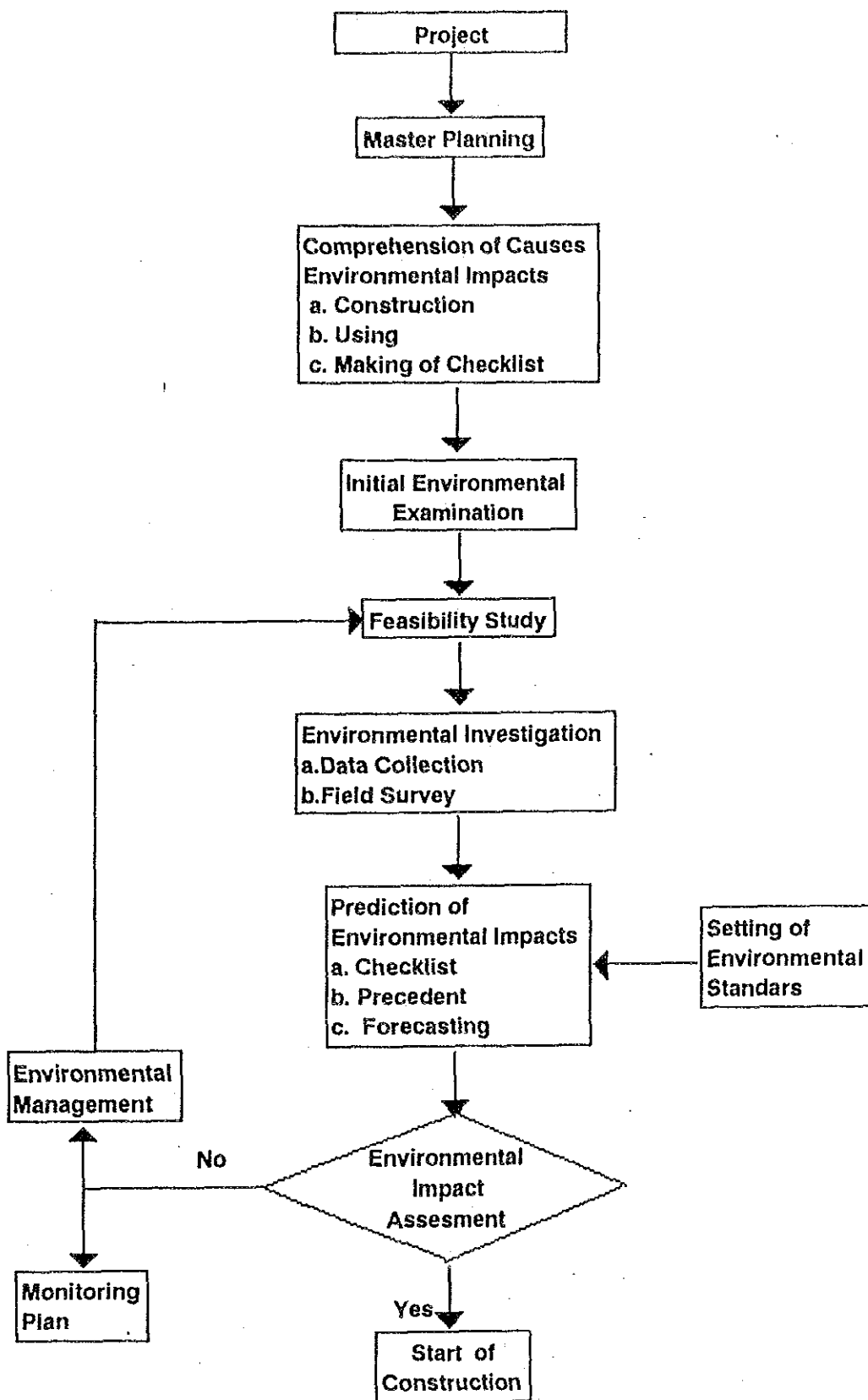


図 4 - 2 環境影響評価の流れ

4.2 環境項目の設定

4.2.1 環境要素

プロジェクトの内容に基づいて、環境要因は主に道路建設及び道路施設の供用にあると考えられる。

道路の建設工事及び供用時の環境要素は、以下の要素に区分される。

一道路建設

- 1) 伐開
- 2) 土工（切土、盛土、剥土等）
- 3) 重機及びダンプトラックの使用
- 4) 橋梁
- 5) 暗渠
- 6) 水制御（排水）
- 7) 廃棄物（一般廃棄物、残土、土捨場）
- 8) 採石場、土取場
- 9) 舗装及びアスファルトプラント
- 10) バッチャープラント
- 11) 労働者施設

一道路の供用

- 12) 道路施設（道路、橋梁、暗渠、歩道等）
- 13) 交通及び交通安全

4.2.2 環境項目の設定

道路建設及び供用に関する環境項目は、一般に下記のとおりである。

一生活環境

- 1) 大気質
- 2) 水質
- 3) 土壌汚染
- 4) 騒音・振動
- 5) 地盤沈下
- 6) 悪臭
- 7) 日照

一自然環境

- 8) 地象（地形、地質）
- 9) 水象（河川、湖等）

- 10) 地下水
- 11) 気象
- 12) 海・海岸
- 13) 動・植物
- 14) 景観

一社会環境

- 15) 廃棄物
- 16) 史跡・文化財
- 17) 交通状況
- 18) 保健
- 19) 災害
- 20) 地域分断
- 21) 住民移転
- 22) 社会経済的状况
- 23) 安全
- 24) コミュニティー
- 25) レクリエーション施設
- 26) 水利権・入会権

環境項目の選定は表4-2に示すマトリックス法により行い、環境項目と環境要因の関係及び各項目の影響の程度を総括する。

悪臭、地盤沈下、土壌汚染、日照、気象、海・海岸、動物、保健、地域分断、社会経済状況、コミュニティ、レクリエーション施設及び水利権・入会権に関する環境項目は、影響を及ぼす施設あるいは要因がないことから除外した。従って、以下の環境項目が最終的に選定された。

一生活環境

- 1) 大気質
- 2) 水質
- 3) 騒音・振動

一自然環境

- 4) 地象（地形、地質）
- 5) 土壌
- 6) 水象（河川、湖等）
- 7) 植物
- 8) 景観

一社会環境

9) 交通状況

10) 社会状況 (廃棄物、住民移転、安全等)

表4-2 環境項目の選定

Environmental Factors *1	Stage of Construction									Use of Road		Selection of Item *2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I. Living environment												
1) Air quality	-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	A	Selected
2) Water quality	B	A	-	B	B	B	B	B	B	-	-	Selected
3) Soil contamination	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4) Noise and vibration	-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	A	Selected
5) Land subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6) Odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Natural environment												
7) Land	-	A	-	B	-	A	-	-	-	-	B	Selected
8) Soil erosion	B	A	-	-	A	-	-	-	-	-	-	Selected
9) Water	B	A	-	A	-	B	-	-	-	A	-	Selected
10) Underground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11) Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12) Sea and sea shore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13) Flora and fauna	A	-	-	-	B	B	-	-	-	A	-	Selected
14) Landscape	A	A	-	-	B	B	-	-	-	A	-	Selected
III. Social environment												
15) Waste	B	A	-	B	A	-	B	B	B	B	-	Selected
16) Historical and Cultural monuments	-	B	-	-	-	-	-	-	-	B	-	Selected
17) Traffic	-	B	-	B	-	-	-	-	-	-	-	Selected
18) Sanitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19) Hazards	-	B	-	B	-	-	-	-	-	B	-	Selected
20) Relocation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	Selected
21) Socio-economic conditions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22) Cutting district	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23) Safety	-	B	-	-	-	-	-	-	-	A	-	Selected
24) Community	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25) Recreation facilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26) Water rights and right of common	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Note: *1 Environmental factors
 - Stage of construction
 1. Clearing of forests
 2. Earth works
 3. Use of heavy machinery
 4. Bridge and culvert
 5. Waste
 6. Aggregate and sand quarry
 7. Pavement and asphalt plant
 8. Concrete plant
 9. Facilities for worker
 - Use of road
 10. Road facilities
 11. Traffic and traffic safety

*2 A: Major influence
 B: Minor influence
 -: No influence

4.2.3 チェックリスト

環境チェックリストの内容は、マトリックス法と同じ環境項目とその細目、環境現況調査結果、シミュレーション・事例・経験による予測結果に基づいた評価及び環境問題の抽出からなる。

4.3 環境基準及び環境保全目標

大気質の環境基準は、米国の基準を採用している。水質環境基準は、ニカラグァ国において現在検討中であることから、日本の水質基準を準用することにする。また、騒音・振動の環境基準も同様に日本の環境基準を準用することにする。

その他の環境項目（地象、土壌、水象、植物、景観、交通状況及び社会状況）については、プロジェクト地域の環境へ著しい影響を与えないこととする。

大気質、水質、騒音及び振動の環境基準をそれぞれ表4-3、表4-4、表4-5及び表4-6に示す。

表4-3 大気質の環境基準

Items	Standard Value
CO	10 mg/m ³ / 8 hours (9 p.p.m.) 40 mg/m ³ / 1 hour (35 p.p.m.)
SO ₂	80 ug/m ³ / day (0.03 p.p.m.) 365 ug/m ³ / 24 hours (0.14 p.p.m.)
NO _x	100 ug/m ³ / year (0.05 p.p.m.) variable in 24 hours with NO ₂
HC	160 mg/m ³ / 3 hours (0.24 p.p.m.)
Macro-Particular	25 mg/m ³ / year or 260 g/m ³ / 24 hours
Suspended Particulate Matter	260 mg/m ³ / day 75 mg/m ³ *1
O ₃	235 mg/m ³ / hour (0.12 p.p.m.)
Pb-Ps	1.5 mg/m ³ / 3 months

Note - *1 : Annual arithmetic mean

表4-4 水質環境基準

Items	Standard Value
pH	Effluent to coastal sea : 5.0 - 9.0 Others : 5.8 - 8.6
Biochemical Oxygen Demand	160 mg/l (daily average : 120 mg/l)
Chemical Oxygen Demand	160 mg/l (daily average : 120 mg/l)
Suspended Solid	200 mg/l (daily average : 150 mg/l)
Normal hexane extraction matter	5 mg/l (mineral oil) 30 mg/l (animal and vegetable oil)
Copper	3 mg/l
Zinc	5 mg/l
Dissolved iron	10 mg/l
Dissolved manganese	10 mg/l
Chromium	2 mg/l
Fluorine	15 mg/l
Number of Coliform bacteria	3,000 points/cm ³ (daily average)
Nitrogen	120 mg/l (daily average)
Phosphorus	16 mg/l (daily average)

表 4 - 5 騒音環境基準

(Unit : dB(A))

Item	Area	Environmental Standards		
		Daytime	Morning/Evening	Night
General	AA*2	< 45	< 40	< 35
	A *3	< 50	< 45	< 40
	B *4	< 60	< 55	< 50
Area Facing the Road	A *5	< 55	< 50	< 45
	A *6	< 60	< 55	< 50
	B *5	< 65	< 60	< 55
	B *6	< 65	< 65	< 60

- Note - *1 : Standard value : dB(A)
 *2 : Quiet area required, medical care facilities.
 *3 : Residential area.
 *4 : Industrial and commercial areas.
 *5 : Two-lane road
 *6 : Road greater than two lanes

表 4 - 6 振動環境基準

Standard vibration value : 50 dB(B) on the boundary	
-- Influence of vibrations on the human body --	
Vibration Level dB(B)	Influence on the Human Body
< 60	No perceptible feeling. Does not influence sleep.
60 - 65*	Can be felt. Complaints of slight vibration is 50 %.
65 - 70*	Disturbs sleep slightly. Complaints of vibration become 30 %.
70 - 75*	Complaints of vibration become 40 %.
75 - 80*	Light physical damage occurs. Complaints of vibration become 40 %.
> 80	Vibrations can be felt strongly. Physiological influence.

Note - * : ≤

4.4 環境現況調査及び調査方法

4.4.1 環境現況調査

環境影響評価の現況調査は、マトリックス法によって選定された以下の項目からなる。

交通状況、大気質、水質、騒音・振動、地象、水象、植物、景観、社会状況

4.4.2 調査方法

各環境項目の現況調査及び予測方法の内容は、それぞれ表4-7及び表4-8に示す。

調査範囲は、プロジェクトの各路線の周辺に限定される。

表4-7 環境調査

Items	Components
1. Traffic conditions	Examination of present conditions, control points, hazard records, etc.
2. Air quality	SOx : Measurement point: intersections in major urban area
3. Water quality	20 items : 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. Sampling point : main water courses and springs/water wells
4. Noise and vibration	Environmental noise and vibration. Measurement point : intersections in major cities
5. Land	Morphological and geological field survey
6. Soil	Soil investigation, Soil section, Jar test
7. Water	Data collection ; water level and volume of outflow at major rivers, underground water, springs
8. Flora	Base-line survey of flora, 200 m long
9. Landscape	Extraction of major landscape sites
10. Social conditions	Interview survey in each municipality

表4-8 予測方法の内容

Items	Contents : Method
1. Traffic	Forecasting traffic volume in 2000 and 2010.
2. Air quality	Concentration of NOx and CO in 2000 and 2010, plume-diffusion method.
3. Water quality	Suspended Solids (SS) : complete mixing method.
4. Noise and vibration	Road traffic noise and vibration : Sound level (dB(A)) and vibration level (dB).
5. Land	Cutting and embankment : Standard slope gradient.
6. Soil	Soil erosion and generation of SS.
7. Water	Volume of river, flood, drainage outflow.
8. Flora	Disappearance of flora due to forest clearing, planting.
9. Landscape	Extraction of major landscape site.
10. Social conditions	Examination of waste, relocation, monuments, traffic safety, hazards.

4.5 調査結果

環境影響評価の結果は、表4-9から表4-11に示すとおり各路線ごとに検討された。

また、環境チェックリストによる環境総合評価の結果を表4-12に示す。

環境チェックリストによる検討の結果、大気質、水質、騒音・振動、地象、水象、植物、社会状況（廃棄物、住民移転、安全を含む）の環境項目に軽微な影響が認められた。

これらの結果は、環境影響評価の結果とほとんど同様である。

より詳細な内容は、付録-Ⅲに述べる。

表4-9(1) 環境影響評価結果(マナグア-マサヤ道路区間1)

Environmental Items	Condition *1		Problems
	Present Environmental Conditions	Environmental Evaluation	
I. Living Environment			
1) Air quality	3	2	
- Heavy machinery			- ground dust from cutting and building embankments.
- Transportation			
- Dust			
- Quarries			- nonexistent
- Traffic			- gas omitted from vehicles
2) Water quality	2 - 3	2 - 3	- SS from the ground from cutting and building embankments.
- Cutting			
- Embankment			
- Discharge of pumped water			- treatment of SS
- Quarries			- nonexistent
- Waste			
- Drainage			- drainage, inundation
3) Soil contamination	3	3	
- Waste			
4) Noise and vibration	2 - 3	2	
- Heavy machinery			- construction by heavy machinery
- Transportation			- traffic increase
- Traffic			
5) Land subsidence	3	3	
- Excavation			
- Pumping			
6) Odor:	3	3	
- Waste			
- Asphalt plant			
II. Natural Environment			
7) Land	2 - 3	2 - 3	
- Cutting			- slope failure
- Embanking			- falling stone
- Quarries			- waste soil
- Waste dump site			
8) Soil	2 - 3	2 - 3	
- Soil erosion			- gutter, ditch
- Soil dump site			- drainage
- Drainage			- re-sedimentation
9) Water	2 - 3	2 - 3	
- Cutting			- water course
- Embankment			
- Water course			
- Bridge			
- Drainage			
10) Underground water	3	3	- water wells
- Cutting			
- Pumping			
- Waste			
11) Meteorology	3	3	
12) Sea and seashore	3	3	- nonexistent
- Filling			
- Water course			
- Drainage			

表4-9(2) 環境影響評価結果 (マナグア-マサヤ道路区間2)

Environmental Items	Condition *1		Problems
	Present Environmental Conditions	Environmental Evaluation	
13) Flora and fauna	3	2 - 3	
- Clearing			- cutting
- Cutting			- domestic animals
- Embankment			
- Parking area			
- Greening			
14) Landscape	3	2 - 3	
- Clearing			- planting
- Cutting			
- Embankment			
- Greening			
III. Social Environment			
15) Waste	3	2 - 3	
- Waste			- bus stop
- Worker facilities			- waste soil
16) Historical and Cultural monuments	3	3	- access road
17) Traffic conditions	3	2	- traffic safety
18) Sanitation	3	3	
19) Hazards	2 - 3	2 - 3	
- Flood			- inundation
- Earthquake			- water course
20) Relocation	3	2 - 3	
21) Socio-economic conditions	3	3	
22) Cutting district	3	3	
23) Safety	2	2	
- Sidewalks			- sidewalks in urban areas
- Domestic animals			- traffic increase
24) Community	3	3	
25) Recreation facilities	3	3	
26) Water rights and rights of common	3	3	

Note : *1 1 - Major influence
 2 : Minor influence
 3 : Very minor or no influence

表4-10(1) 環境影響評価結果(マナグアーティピタバ道路・
ナンダイメーサンベニト道路)

Environmental Items	Condition *1		Problems
	Present Environmental Conditions	Environmental Evaluation	
I. Living Environment			
1) Air quality	3	3	
- Heavy machinery			- ground dust from cutting and building embankments.
- Transportation			
- Dust			
- Quarries			- nonexistent
- Traffic			- gas emitted from vehicles
2) Water quality	3	2 - 3	- SS from the ground from cutting and building embankments.
- Cutting			- treatment of SS
- Embankment			- nonexistent
- Discharge of pumped water			
- Quarries			
- Waste			
- Drainage			- drainage, inundation
3) Soil contamination	3	3	
- Waste			
4) Noise and vibration	3	3	
- Heavy machinery			- construction by heavy machinery
- Transportation			
- Traffic			- traffic increase
5) Land subsidence	3	3	
- Excavation			
- Pumping			
6) Odor:	3	3	
- Waste			
- Asphalt plant			- nonexistent
II. Natural Environment			
7) Land	2 - 3	2 - 3	
- Cutting			- slope failure
- Embanking			- falling stones
- Quarries			- waste soil
- Waste dump site			
8) Soil	2 - 3	2 - 3	
- Soil erosion			- gutter, ditch
- Soil dump site			- drainage
- Drainage			- re-sedimentation
9) Water	2 - 3	2 - 3	
- Cutting			- water course
- Embankment			
- Water course			
- Bridge			
- Drainage			
10) Underground water	3	3	- water wells
- Cutting			
- Pumping			
- Waste			
11) Meteorology	3	3	
12) Sea and seashore	3	3	- nonexistent
- Filling			
- Water course			
- Drainage			

表4-10(2) 環境影響評価結果 (マナグアーティピタバ道路・
ナンダイメーサンベニト道路)

Environmental Items	Condition *1		Problems
	Present Environmental Conditions	Environmental Evaluation	
13) Flora and fauna	3	3	
- Clearing			- cutting
- Cutting			- domestic animals
- Embankment			
- Parking area			
- Greening			
14) Landscape	3	3	
- Clearing			- planting
- Cutting			
- Embankment			
- Greening			
III. Social Environment			
15) Waste	3	2 - 3	
- Waste			- bus stop area
- Worker facilities			- waste soil
16) Historical and Cultural monuments	3	3	- access road
17) Traffic conditions	3	3	- traffic safety
18) Sanitation	3	3	
19) Hazards	2 - 3	2 - 3	
- Flood			- water course
- Earthquake			
20) Relocation	3	3	
21) Socio-economic conditions	3	3	
22) Cutting district	3	3	
23) Safety	2 - 3	2 - 3	
- Sidewalks			- sidewalks in urban areas
- Domestic animals			- traffic increase
24) Community	3	3	
25) Recreation facilities	3	3	
26) Water rights and rights of common	3	3	

Note - * 1 : Major influence
2 : Minor influence
3 : Very minor or no influence

表4-11 (1) 環境影響評価結果 (テリカーサンイシドロ道路)

Environmental Items	Condition *1		Problems
	Present Environmental Conditions	Environmental Evaluation	
I. Living Environment			
1) Air quality	3	3	
- Heavy machinery			- ground dust from cutting and building embankment.
- Transportation			
- Dust			
- Quarries			- nonexistent
- Traffic			- gas emitted from vehicles
2) Water quality	2 - 3	2 - 3	- SS from the ground from cutting and building embankments
- Cutting			- treatment of SS
- Embankment			- nonexistent
- Discharge of pumped water			
- Quarries			
- Waste			
- Drainage			- drainage, inundation
3) Soil contamination	3	3	
- Waste			
4) Noise and vibration	3	3	
- Heavy machinery			- construction by heavy machinery
- Transportation			- traffic increase
- Traffic			
5) Land subsidence	3	3	
- Excavation			
- Pumping			
6) Odor:	3	3	
- Waste			
- Asphalt plant			- nonexistent
II. Natural Environment			
7) Land	2	2	
- Cutting			- slope failure
- Embanking			- falling stones
- Quarries			- waste soil
- Waste dump site			
8) Soil	2 - 3	2 - 3	
- Soil erosion			- gutter, ditch
- Soil dump site			- drainage
- Drainage			- re-sedimentation
9) Water	2 - 3	2 - 3	
- Cutting			
- Embankment			
- Water course			- water course
- Bridge			
- Drainage			
10) Underground water	3	3	- water wells
- Cutting			
- Pumping			
- Waste			
11) Meteorology	3	3	
12) Sea and seashore	3	3	- nonexistent
- Filling			
- Water course			
- Drainage			

表4-11(2) 環境影響評価結果(テリカーサンイシドロ道路)

Environmental Items	Condition *1		Problems
	Present Environmental Conditions	Environmental Evaluation	
13) Flora and fauna	3	2-3	
- Clearing			- cutting
- Cutting			- domestic animals
- Embankment			
- Parking area			
- Greening			
14) Landscape	3	2-3	
- Clearing			- planting
- Cutting			
- Embankment			
- Greening			
III. Social Environment			
15) Waste	3	2-3	
- Waste			- bus stop
- Worker facilities			- waste soil
16) Historical and Cultural monuments	3	3	- access road
17) Traffic conditions	3	3	- traffic safety
18) Sanitation	3	3	
19) Hazards	2-3	2-3	
- Flood			- inundation
- Earthquake			- water course
20) Relocation	3	3	
21) Socio-economic conditions	3	3	
22) Cutting district	3	3	
23) Safety	2-3	2-3	
- Sidewalks			- sidewalks in urban areas
- Domestic animals			- traffic increase
24) Community	3	3	
25) Recreation facilities	3	3	
26) Water rights and rights of common	3	3	

Note - * 1: 1 : Major influence
 2 : Minor influence
 3 : Very minor or no influence

表4-12 環境総合評価

Environmental Items	Evaluation Results *1				Overall Evaluation by Item
	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	
1) Air quality	2	3	3	3	2-3
2) Water quality	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
3) Soil contamination	3	3	3	3	3
4) Noise and Vibration	2	3	3	2-3	2-3
5) Land subsidence	3	3	3	3	3
6) Odor	3	3	3	3	3
7) Land	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
8) Soil	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
9) Water	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
10) Underground water	3	3	3	3	3
11) Sea and seashore	3	3	3	3	3
12) Meteorology	3	3	3	3	3
13) Flora and fauna	2-3	3	3	2-3	2-3
14) Landscape	2-3	3	3	2-3	2-3
15) Waste	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
16) Historical and natural monument	3	3	3	3	3
17) Traffic	2	2-3	2-3	3	2-3
18) Sanitation	3	3	3	3	3
19) Hazards	2-3	3	3	2-3	2-3
20) Relocation	2-3	3	3	2-3	2-3
21) Socio-economic conditions	3	3	3	3	3
22) Cutting district	3	3	3	3	3
23) Safety	2	2-3	2-3	2-3	2-3
24) Community	3	3	3	3	3
25) Recreation facilities	3	3	3	3	3
26) Water rights and rights of common	3	3	3	3	3

Note - * 1: 1 : Major influence
 2 : Minor influence
 3 : Very minor or no influence

4.6 環境管理計画

各環境項目についての予測・評価の結果に基づいて環境管理計画を立案し、その結果を表4-13に示す。

表4-13 環境管理計画

Environmental Item	Influence	Location	Countermeasures
1. Traffic conditions	Traffic safety	Urban area, village	Sidewalk, bus stop, parking area
2. Air quality	NOx, CO	Managua - Masaya	Traffic control, emission control
3. Water quality	SS	Ground, Asphalt plant	Drainage, settling pond, plantation
4. Noise and vibration	Noise, vibration	Managua-Masaya, Managua-Tipitapa	Vehicle restriction, speed restriction
5. Soil	SS, erosion	Ground, drainage, waste dump site	Drainage, slope and bank protection, planting
6. Land	Slope failure, landslides, falling stones	Cutting, embankment	Slope protection
7. Water	Inundation	Drainage	Drainage system, bridge, culvert, ditch, gutter
8. Flora	-	Cutting, Alignment	Replanting
9. Landscape	-	Cutting, bypass, Alignment	Planting, parking area
10. Social conditions	Waste, relocation, surplus soil, waste soil, safety	Bus stop, Masaya	Garbage cans, relocation, communication, sidewalk, bus stop

4.6.1 交通状況

都市、集落及び学校区域において歩行者、交通施設の利用者の交通安全は、車両の増加により影響を受ける。

歩行者に対しては、歩道、横断歩道（ロータリーでは横断歩道橋を含む）及び交通標識による安全の確保ならびに交通システムの利用者に対してはバス停留所、駐車場及び交通標記による安全の確保が必要となるであろう。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Traffic safety	Sidewalks, Pedestrian crossings, Bus stops, Parking areas, Traffic signs	Urban areas, around villages, school zones

4.6.2 大気質

大気質は、道路建設時の重機械からの排気ガス及び粉塵及び供用時の車両からの排気ガス及び粉塵による影響がある。

NOx及びCOの予測結果は マナグアーマサヤ間以外はほとんど影響が無いことが示されている。マナグアーマサヤ間のNOx及びCOの予測濃度は、環境基準を越えてはいないが環境基準に近い値となると予想される。従って、大気質の測定のためのモニタ

リングシステムを設置する必要がある。また、車両からの排気ガスによる大気汚染が明らかな場合には、交通規制及び排気ガス規制を行う必要があるだろう。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Air quality	Traffic control, Emission control	Managua-Masaya Road
	Air pollution monitoring system	All sections

4.6.3 水質

水質に影響する要素は、道路建設時の残土・廃棄物処理場及びその他の施設（臨時／常設機材置場、臨時アスファルト工場、臨時労働施設等）での裸地から流出する浮遊物質（SS）である。

裸地から発生するSSの予測結果は 100~190 ppm であり、環境へのSSの影響は比較的軽微である。しかし、建設時において、排水施設及びSSの調整池の設置は必要となるだろう。

更に、道路建設後において、裸地を伴う常設の施設及び臨時施設の現状復旧区域の場合、植樹を行うべきである。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Water quality	Drainage system (ditches), settling pond, replanting	All sections

4.6.4 騒音・振動

騒音・振動は、道路供用時の車両により生じる。騒音測定の結果は、多くの地点、特にマナグアーマサヤ間では騒音基準値を越えている。

騒音・振動の予測結果は、マナグアーマサヤ間が現状よりさらに悪化することが示された。その他の区間では環境に対しほとんど影響はない。

したがって、マナグアーマサヤ間では騒音緩和のために交通規制を行う必要があるだろう。また、騒音の規制のためのモニタリング・システムの設置及び街路樹の植樹をする必要があるだろう。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Noise and Vibration	Traffic control (traffic volume, speed)	Managua-Masaya Road
	Noise pollution monitoring system	All sections
	Roadside tree planting	

4.6.5 土壌

土壌へ影響する要素は、道路建設時の残土・廃棄物捨場及びその他の施設（臨時／常設機材置場、臨時アスファルト工場、臨時労働施設等）での裸地から流出する浮遊物質（SS）及び道路周辺の土壌侵食である。

裸地から発生するSSの予測結果は、101～186 ppm であり、環境への影響は比較的軽微であろう。しかし、排水施設及びSSの調整池の設置をすることは必要となる。

河岸の侵食は、排水システムの改変により促進されることから、護岸工を行う必要がある。

更に、道路建設後において、裸地を伴う常設の施設及び臨時施設の現状復旧区域の場合、植樹を行うべきである。

（対策）

Item	Countermeasures	Area
Water quality	Drainage system (ditches, bank protection), settling pond, replanting	All sections

4.6.6 地象

切土及び盛土の法面は、標準法面勾配、排水工及び法面保護工（擁壁、吹付け、植生工等）によって安定化される。

更に、ニンディリでのマサヤ湖に面して斜面侵食（ガリー侵食）があり、保護工の必要性がある。

（対策）

Item	Countermeasures	Area
Land	Cutting areas, embankments (Slope protection, retaining walls, shotcreting) Drainage system (Gutter, ditch)	All sections

4.6.7 水象

水象に影響する要素は、河川の流量及び道路の排水である。流量の検討結果では、現況とほとんど変化がないことが示された。

道路の排水について、側溝等の排水施設の設置し、速やかに既設を排水路及び河川に排水させる必要がある。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Water	Drainage system (Gutter, ditch)	All sections

4.6.8 植物

最小限の切土及び盛土が数カ所で計画されている。プロジェクト地域のほとんどの植生は保存されることから、植物への影響は極めて軽微であると考えられる。

更に、土捨場、廃棄物処理場、法面等の裸地は図4-3に示すとおり植樹及び植生工が必要である。植樹に使用する樹木は、計画地周辺の既存種（アカシア、ユウカリ、チラマテ等）から選択されるべきである。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Flora and Fauna	Planting (Selection of trees) Replanting, Sodding	All sections

4.6.9 景観

道路改良により変化する地形の景観域は、最小限の切土及び盛土範囲が計画されていることから既存の道路周辺に限定される。従って、道路改良による景観への影響は最小限になると考えられる。

更に、計画区間に沿って数カ所の景勝地があるが、図4-4のようなパーキングエリアの設置は可能である。

4.6.10 社会状況

道路建設時に生じる残土及び捨土は土捨場で処理される。

バス停留所及びパーキングエリアについて、ごみ箱の設置及び廃棄物の処理が必要となる。

マサヤの市街地では、道路整備上、数戸の臨時店舗の移転が認められる。土地所有権に関し十分なコミュニケーションが必要である。

交通安全については、4.6.1項で述べた。

(対策)

Item	Countermeasures	Area
Social conditions	Construction waste (Soil dump sites) Waste (Waste disposal) Relocation (Communication)	All sections

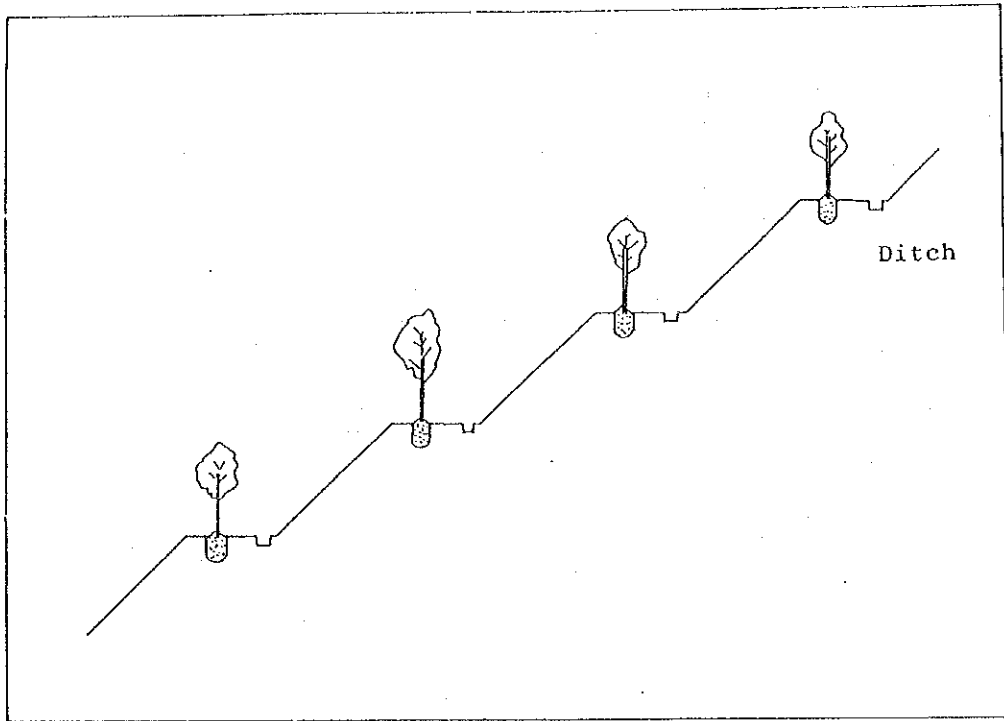


図4-3 植生

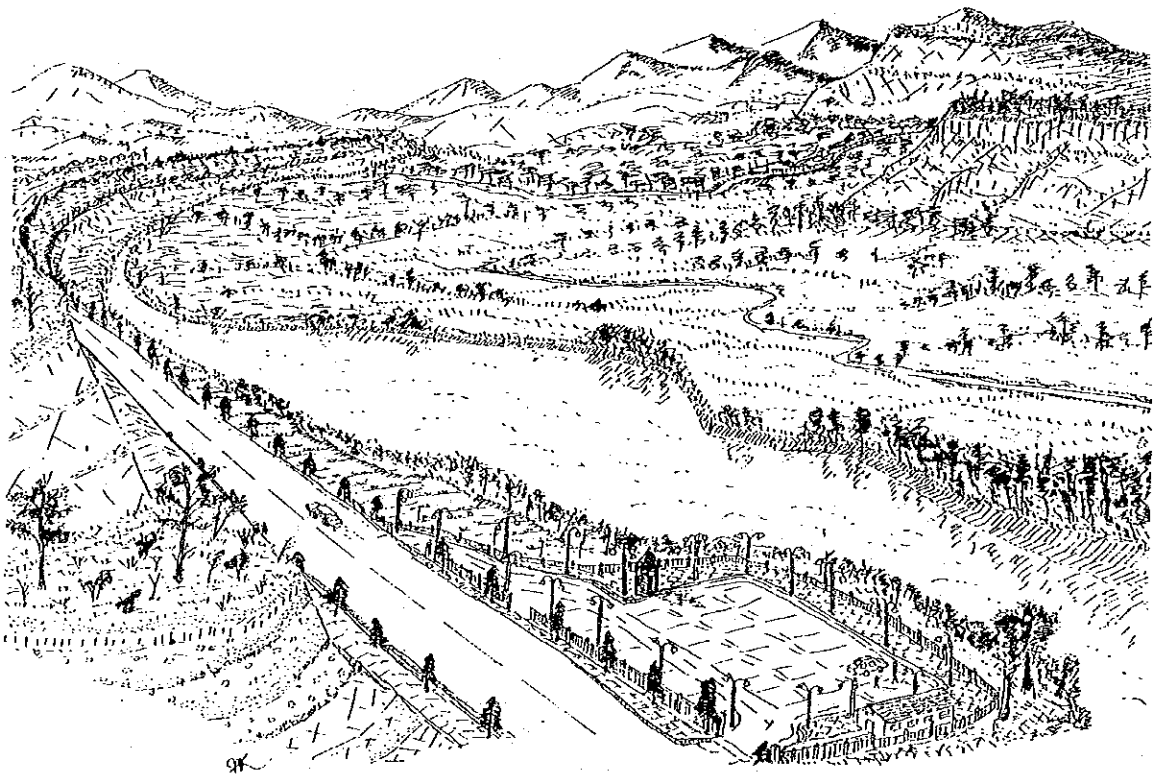


図4-4 パーキングエリア

4.6.11 総合環境評価

環境管理計画による検討を加えた総合的な環境チェックリストを表4-14に示す。

大気質及び騒音を除いた他の環境項目の影響は、環境管理計画により極めて軽微あるいは最小限に抑えられるであろう。大気質及び騒音は、数カ所で現在の状況より悪化することから、大気質及び騒音のためのモニタリング・システムを設置し、モニタリングの結果に基づいた交通規制を行う必要があるだろう。

表4-14 総合環境評価

Environmental Item	Evaluation of the Whole Area	Integrated Evaluation
1) Air quality	2-3	3
2) Water quality	2-3	3
3) Soil contamination	3	-
4) Noise and vibration	2-3	3
5) Land subsidence	3	-
6) Odor	3	-
7) Land	2-3	3
8) Soil	2-3	3
9) Water	2-3	3
10) Underground water	3	-
11) Sea and seashore	3	-
12) Meteorology	3	-
13) Flora and fauna	2-3	3
14) Landscape	3	3
15) Waste	2-3	3
16) Historical and natural monuments	3	-
17) Traffic	3	3
18) Sanitation	3	-
19) Hazards	2-3	3
20) Relocation	2-3	3
21) Socio-economic conditions	3	-
22) Cutting district	3	-
23) Safety	2-3	3
24) Community	3	-
25) Recreation facilities	3	-
26) Water rights and rights of common	3	-

Note - Evaluation results : 1 : Major influence

2 : Minor influence

3 : Very minor or no influence

"-" in the integrated evaluation results means no environmental plan.

4.7 モニタリング計画

モニタリングは道路建設及び供用中の環境の保全に必要である。モニタリングの環境項目は大気質、水質、及び騒音からなる。モニタリングの内容は表4-15に示すとおりである。

大気質及び騒音は、マナグア-マサヤ間の環境が交通量の増加によって影響を受けるだろう。従って、マナグア-マサヤ間の大気質及び騒音のモニタリング・システムを設置し、交通量及び速度制限を含む交通規制を行う必要がある。

水質における浮遊物質（SS）は、道路建設時の環境に影響するであろう。裸地から排出される多くのSSを含む水は、既存の排水施設あるいは河川に排水する前に沈澱池でSSを処理しなければならない。従って、現場において浮遊物質の観察及び測定からなるモニタリングを実施する必要がある。

表4-15 モニタリングの内容

Environmental Item	Components	Location	Remarks
Air quality	NO _x , CO, SPM, SO _x , HC, O ₃	Managua-Masaya Road	Air pollution monitoring
Noise and Vibration	dB(A), dB(B)	Managua-Masaya Road	Noise and vibration monitoring
Water quality	SS	Construction field	SS measurement

4.8 結論及び提言

4.8.1 結論

プロジェクト地域の環境影響評価は、フィージビリティ調査の段階で実施された。交通状況、大気質、水質、騒音・振動、地象、土壌、水象、植物、景観及び社会状況の10項目が選定された。

各環境項目について、環境現況調査が実施され、2000年及び2010年での予測・評価の検討が行われた。検討の結果、交通状況、大気質、水質、騒音・振動、地象、土壌、植物、景観及び社会状況に僅かな影響が表4-16に示すとおり抽出された。

地象、土壌、植物、景観及び社会状況の環境項目への影響は、環境管理計画により極めて軽微あるいは最小限に留まるだろう。しかし、大気質、水質及び騒音は、数カ所で現況より悪化すると予想される。従って、モニタリング・システムを設置し、モニタリングの結果に基づいて交通規制を行う必要がある。

表4-16 環境項目への影響

Environmental Items	Evaluation of the Whole Area *1	Integrated Evaluation *1	Countermeasures and Monitoring
1. Traffic conditions	3	3	Sidewalks, bus stops, parking areas, traffic signs
2. Air quality	2-3	3	Traffic and speed control Air pollution monitoring system
3. Water quality	2-3	3	Drainage, settling ponds for suspended solids, SS monitoring
4. Noise and Vibration	2-3	3	Traffic and speed control Noise and vibration monitoring system
5. Land	2-3	3	Slope protection, planting, sodding, drainage
6. Soil	2-3	3	Drainage, bank protection
7. Water	2-3	3	Drainage
8. Flora	2-3	3	Planting
9. Landscape	3	3	Planting
10. Social conditions *2	2-3	3	Waste disposal, communication, soil dump sites, sidewalks, bus stops

Note - *1 : 1 : Major influence

2 : Minor influence

3 : Very minor or no influence

*2 : Including waste, relocation, traffic safety and hazards

4.8.2 提言

モニタリングが道路建設及び供用時の環境の保全のために必要であることが提言される。モニタリングの環境項目は大気質、水質、及び騒音からなる。モニタリングの内容を表4-15に示す。

第5章 概 略 設 計

第5章 概略設計

5.1 道路改良計画

5.1.1 基本方針

マスタープランにおいて選定された優先プロジェクトの目的は以下のように考えられる。

- ・幹線道路網内の南北及び東西道路リンクを強化する。
- ・幹線道路網内での高規格、高容量輸送の実現に寄与する。

上記に加え、マナグアーマサヤ道路については、次の目的も考えられる。

- ・当該現道上の交通渋滞を解消し、マナグアとマサヤの2大都市の連結を強化する。

上記の目的を充分勘案し、次のような事項を本改良計画において考慮した。

(1) プロジェクト道路の機能

プロジェクト道路はニカラグァ国道路網内において南北もしくは東西幹線道路として機能すべきである。マナグアーマサヤ道路についてはさらに、郊外部道路としての機能をも考慮されるべきである。

(2) 設計基準設定での考慮

改良計画策定のための設計基準については、ニカラグァ国での既存基準及びAASHTOでの提言の双方を参照することとした。

(3) 適切な幾何構造設計

設定した設計速度に従って最小平面曲線半径、最大縦断勾配、縦断曲線長等を含めた幾何構造基準が検討された。車線幅員、路肩幅員、中央分離帯幅、歩道幅員等、横断構成要素についてはニカラグァ国既存基準及びAASHTOでの提言を参照した。

平面及び縦断線形については、幾何構造、構造物、排水、土質条件等多岐にわたる観点から検討され、特に下記の点に留意した。

- ・適切な道路線形によって設定した設計速度における安全かつ効率的な交通流を達成する。
- ・平面線形と縦断線形の適切な組合せを考慮する。
- ・プロジェクト道路と交差する現況河川、道路、鉄道等の機能を維持するための対策を考慮する。

(4) 路面改良

耐用年数、建設での経済性、国内材の有効利用等を考慮して適切な舗装構造を選定した。

(5) 既存橋梁の改良

既存橋梁については新規設計荷重(HS-20)に適合すべく改築を考慮することとし、

種々の橋梁形式を検討した。

(6) 排水施設の復旧・改良

良好な排水を目的として、切土部のみならず盛土部の法尻にも側溝を設置することとし、また適切な間隔にてパイプもしくはボックスカルバートを考慮した。

(7) 歩道及びバス停留所の考慮

歩行者の安全上の観点から人口密集地区及び学校の付近には歩道を設置することとした。

プロジェクト道路沿いの町、集落及び主要交差点にはバス停留所の設置を考慮した。

(8) プロジェクトライフ

プロジェクト道路の供用開始は次の条件のもとに2000年と設定した。

- ・融資申請手続等 : 1994 - 1996
- ・入札 : 1996 - 1997
- ・建設 : 1997 - 1999

プロジェクトライフについては供用開始年の2000年より2020年までの20年間とした。

加えて、マナグア-マサヤ道路については下記の点を考慮した。

(9) 現況道路の拡幅

第3章にて述べたとおり、目標年次2010年における交通需要予測から現況道路は現在の往復2車線道路から4車線道路に拡幅する必要が生じる。

(10) 現況交差点の改良

マナグア-マサヤ道路の始点には"Colonia Centro America"と称する主要交差点があり、カレテラ・ノルテ及びマサヤからの交通が集中し、頻繁な交通渋滞を引起している。将来交通需要に対応すべく、信号処理のアップグレード、立体交差化といった交差点改良が必要となろう。

5.1.2 道路等級及び車線数の設定

各プロジェクト道路の等級についてはマスタープランでの検討結果に基づいて設定し、車線数はAASHTOの"Highway Capacity Manual"での手法にて設定した。その結果を表5-1に示す。

表5-1 道路等級及び車線数の設定

Project Road	Road Class	Design Capacity (veh./hr/lane)	Directional Design Hourly Volume (veh./hr)	Number of Lanes
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

表5-1中の設計交通容量及び設計時間交通量の解析過程は表5-2に示す。

表5-2 設計交通容量及び設計時間交通量の解析

Description		Application			
		Managua-Managua	Managua-Tipitapa	Nandaimé-San Benito	Telica-San Isidro
Type of Terrain		Flat	Flat	Flat	Hilly
Highway Classification (Rural/Suburban)		Suburban	Rural	Rural	Rural
Lane Width (m)		3.50	3.50	3.50	3.50
Shoulder Width	Outer	2.50	2.50	2.50	1.50
	Inner	0.50	-	-	-
Heavy Vehicles Composition (%)	Trucks	9.30	27.9	34.1	26.2
	Buses	4.40	6.90	7.30	12.10
	Recreation Vehicles	0.00	0.00	0.00	0.00
Passenger Car Equivalent (PCU)	E _t for trucks	1.70	1.70	1.70	4.00
	E _b for buses	1.50	1.50	1.50	3.00
	E _r for RV's	1.60	1.60	1.60	3.00
	f _w for Lateral Clearance	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjustment Factors	f _h for Heavy Vehicles	0.92	0.81	0.78	0.49
	f _e for develop. environment	1.00	0.95	0.95	0.95
	f _p for driver population	1.00	1.00	1.00	1.00
Basic Capacity (PCU/hr/lane)		2,000	2,000	2,000	2,000
V/C Value		0.75	0.50	0.50	0.50
Possible Capacity (PCU/hr/lane)		1,500	1,000	1,000	1,000
Design Capacity (veh/hr/lane)		1,400	800	700	500
Future Traffic Volume in 2010 (AADT)		43,516	9,513	7,740	1,073
Peak Factor (%)		<10	<15	<15	<15
Directional Factor (%)		<60	<65	<65	<65
Directional Design Hour Volume (veh/hr)		2,600	900	800	100

5.1.3 設計基準の設定

設計基準については、ニカラグァ国の既存基準を極力採用することとし、それにカバーされていないものについてはAASHTOでの提言、日本における基準、1989年に実施された”Dianostico de la Infraestructura Vial del Pais” (以後、1989スタディと称する)における提言等を参照することとした。

(1) 幾何構造基準

提案した幾何構造基準を表5-3に示す。主な検討事項は下記のとおりである。

テリカーサン・インドロ道路以外のプロジェクト道路は”T.P.-I” (マスタープランにおいて提案) に分類されている。しかしながら、現在のニカラグァ国の基準にはそのTP-Iに相当する幾何構造基準が存在しないため、設計速度については1989スタディにおける提案値を適用することとした。

1989スタディでは、TP-Iに相当する設計速度は地形条件により65km/時,80km/時ないし100km/時としている。TP-Iに分類された各プロジェクト道路は地形条件によって次のように適用することとした。

・ マナグア-マサヤ : 80km/時 (丘陵部)

本プロジェクト道路は地形的には平坦部にあるとみなすことができるが、沿道に人

口過密地区が多いことから、設計速度は”丘陵部”の値を適用すべきである。

- ・ マナグアーティピタバ : 100km/時 (平坦部)
- ・ ナンダイメーサン・ベニト :
- ・ ナンダイメーマサヤ : 80km/時 (丘陵部)
- ・ エル・コヨテペーサン・ベニト : 100km/時 (平坦部)

テリカーサン・イシドロ道路は”TS-I” (マスタープランにおいて提案) に分類される。”TS-I” はニカラグァ国の基準に照らしあわせると”Nacional 2a” クラスに相当すると考えられ、地形条件によって80km/時、60km/時ないし40km/時としている。従って、本プロジェクト道路の各区間の地形条件によって下記のように設定した。

- ・ テリカーマルパシジョーエル・ヒカラル : 80km/時 (平坦部)
- ・ エル・ヒカラルーラ・ウニオン : 60km/時 (丘陵部)
- ・ ラ・ウニオンーサン・イシドロ : 80km/時 (平坦部)

車線幅員については、全幅2.5mの大型車が両側0.50mの側方余裕を確保できる3.50mに設定することとした。

AASHTOでの提案では、”TP-I” に相当する道路は3.0mの路肩幅員が望ましいとしており、一方3.5mの車線幅員が確保されている前提で側方余裕として1.8m以上が望ましいとしている。従って、本調査では中間値としての2.5mを”TP-I” に適用することとした。また、テリカーサン・イシドロ道路については前述のようにニカラグァ国基準においては”Nacional 2a” クラスに相当する。従って、そのクラスの2.50mの路肩幅員を適用した。

中央分離帯は4車線への拡幅を計画したマナグアーマサヤ道路のみに考えることとなる。中央分離帯幅は当該プロジェクト道路の沿道条件を考慮して3.0mのマウントアップ、両側0.5mの内側路肩を含めた4.0mとする。

歩道については、沿道環境、地下埋設物収容スペースの確保等を考慮して必要な箇所/区間に3.0m幅で設置することとする。また、郊外部道路としての機能を持つマナグアーマサヤ道路はさらに2.0mの緑地帯のスペースを考慮して5.0mの幅で考えた。

表5-3 幾何構造基準

Item	Unit	Application							Remarks
		Managua-Masaya	Managua-Tipitapa	Nandaimé-Masaya-Nandaimé	San Benito-El Coyotepe-San Benito	Telca-San Isidro			
						Telca-El Jicaral	El Jicaral-La Unión	La Unión-San Isidro	
Minimum Right-of-way Width	m	40	40	40	40	40	40	40	
Design Speed	km/hr	80	100	80	100	80	60	80	Discussed above
Lane Width	m	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	- ditto -
Median	Raised Width	3.0	-	-	-	-	-	-	- ditto -
	Inner Shoulder Width	0.5*2 sides	-	-	-	-	-	-	- ditto -
	Median Width	4.0	-	-	-	-	-	-	- ditto -
Outer Shoulder Width	m	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	- ditto -
Sidewalk Width	m	5.0	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	- ditto -
Minimum Stopping Sight Distance	m	120	160	120	160	120	80	120	Referred to sight distance for wet pavement on AASHTO recommendation
Minimum Radius Curvature	m	255	415	255	415	255	135	255	Referred to AASHTO recommendation
Maximum Vertical Gradient	%	4 (7)	3 (5)	4 (7)	3 (5)	4 (7)	6 (8)	4 (7)	The value of the existing design criteria in Nicaragua was referred from the practical view points, and the parenthesized figure referred to the recommendation on the 1989 Study
Rate of Vertical Curvature (K-Value)	Crest	48 (33)	94 (37)	48 (33)	94 (37)	48 (33)	24 (18)	48 (33)	Referred to AASHTO recommendation
	Sag	33 (27)	48 (36)	33 (27)	48 (36)	33 (27)	21 (18)	33 (27)	
Crossfall	%	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Maximum Superelevation	%	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)	

Note: () shows absolute minimum values

上記幾何構造基準に加え、法面勾配、長大法面については次のように考えることとした。

盛土法面勾配はニカラグァ国既存基準に基づいて法高によって設定した。すなわち、

$h < 1.2\text{m}$	3.0 : 1
$1.2\text{m} < h < 2.0\text{m}$	2.0 : 1
$h > 2.0\text{m}$	1.5 : 1

切土法面勾配はボーリング調査結果に基づき、土質条件によって設定した。すなわち、

硬岩	0.25 : 1
軟岩	0.50 : 1
風化岩	0.67 : 1
土砂	1.00 : 1

8.0m以上の盛土部法面には5.0m毎に1.5mの小段を設置することとし、切土部法面では土質条件によって次のように小段を設置することとした。

硬軟岩	法高 < 10 m	小段幅 = 2.0 m
風化岩 / 土砂	法高 < 7m	小段幅 = 2.0m

また、必要に応じて法面崩壊の防止あるいは経済性の観点から表5-4に示す法面防護工を適用することとした。

表5-4 法面防護工の適用

Type of Works	Application	Slope Gradient	Limit of Slope Height
Stone Masonry	Embankment slope	0.5:1	5.0m
Retaining Wall	Cut slope on soil	0.5:1	7.0m
Gravity Type Retaining Wall	Embankment slope	-	3.0m
Concrete Spraying	Cut slope on Weathered Rock	0.5:1	7.0m
	Cut slope on soft rock	0.25:1	10.0m

(2) 舗装設計基準

舗装設計については、“AASHTO Guide for Design of Pavement Structure 1986” の手法を適用することとした。

5.2 概略設計

5.2.1 概要

本節では、交通需要予測、測量、土質・材料調査、水文調査の各結果にもとづいたプロジェクト道路の概略設計について述べられている。

5.2.2 幾何構造設計

(1) 道路標準横断

5.1で設定された設計基準を勘案して、図5-1に示す標準横断を提案することとした。

(2) 歩道

歩道については、図5-1に示す構造とし、表5-5に示す位置に設置することを提案した。

(3) バスベイ

バスベイは図5-2に示す構造とし、表5-6に示す位置に設置することを提案した。マナグアーマサヤ道路については、既存バスベイ及び1992年に実施された修正設計での提案位置をも考慮することとした。

(4) 平面及び縦断線形に対する考慮

マナグアーマサヤ道路

次の点が検討すべきコントロールポイントとして見い出された。

- ・コロニア・セントロアメリカ交差点 (Est.00 + 000)
- ・ラ・モリタ橋前後の平面線形 (Est.00 + 490)
- ・エル・アロージョ橋前後の平面、縦断線形 (付近の高圧線鉄塔の移設を避ける目的を含む) (Est.08 + 100/08 + 170)
- ・Est.21 + 860の鉄道との平面交差及び国道11号線との交差部 (El Coyotepe, Est. 22 + 120) 前後の縦断線形

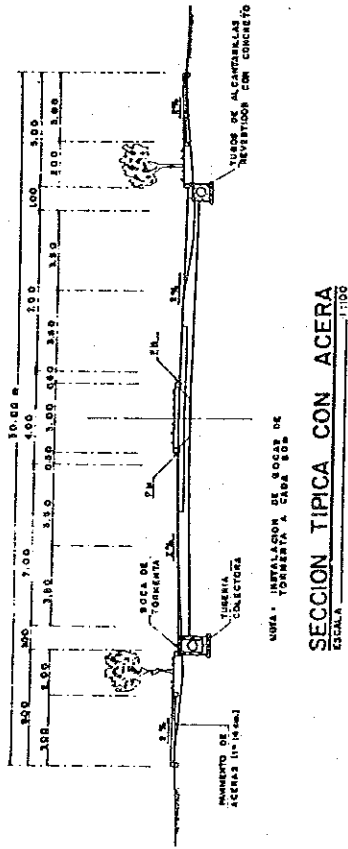
a) セントロ・アメリカ交差点 (Est.00 + 000)

当該交差点の改良計画を策定するため2つの代替案を検討した。すなわち、

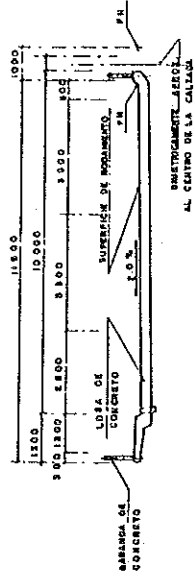
- ・将来交通需要に対応すべく信号処理システムの整備、十分な車線数、滞留長の確保 (代替案1、平面交差案)
- ・ティスカパ/マサヤ方向の立体化 (代替案2、立体交差案)

代替案の比較検討は図5-3に示すフローに従い行なった。

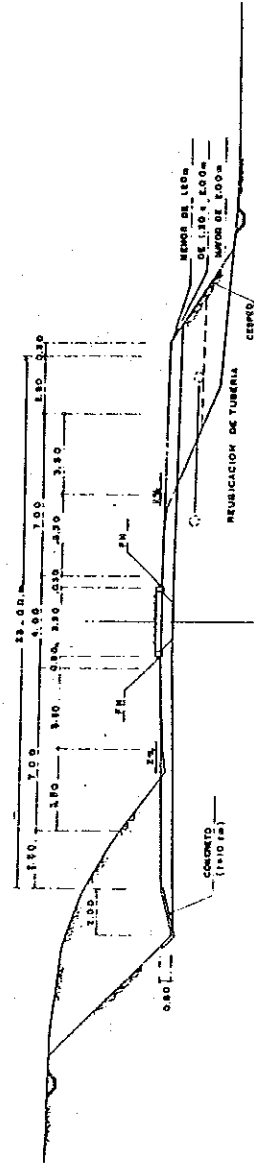
MANAGUA — MASAYA



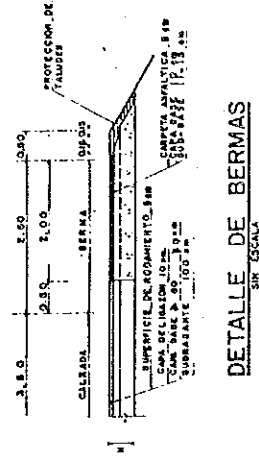
SECCION TIPICA CON ACERA
ESCALA 1:100



SECCION DE PUENTE
ESCALA 1:100



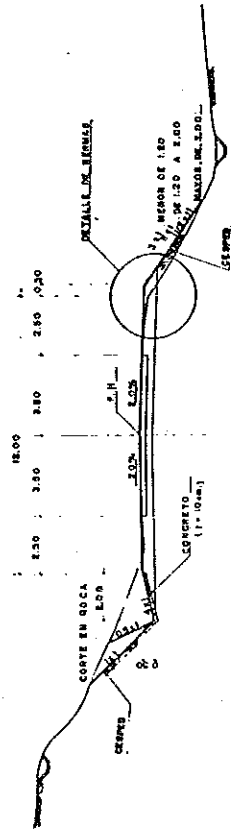
SECCION TIPICA SIN ACERA
ESCALA 1:100



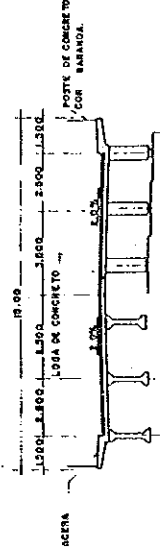
DETALLE DE BERMAS
SIN ESCALA

图 5-1 標準横断面图 (1)

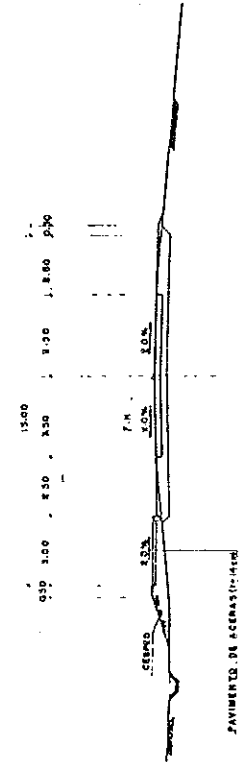
NANDAIME - MASAYA - TIPITAPA - SAN BENITO, TIPITAPA - SAN CRISTOBAL



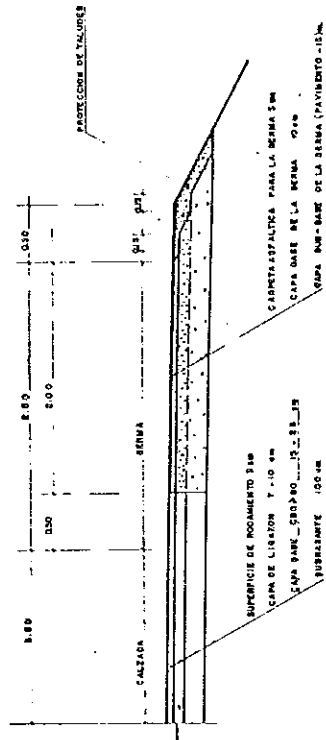
SECCION TIPICA
ESCALA 1/100



SECCION DE PUENTE
ESCALA 1/100



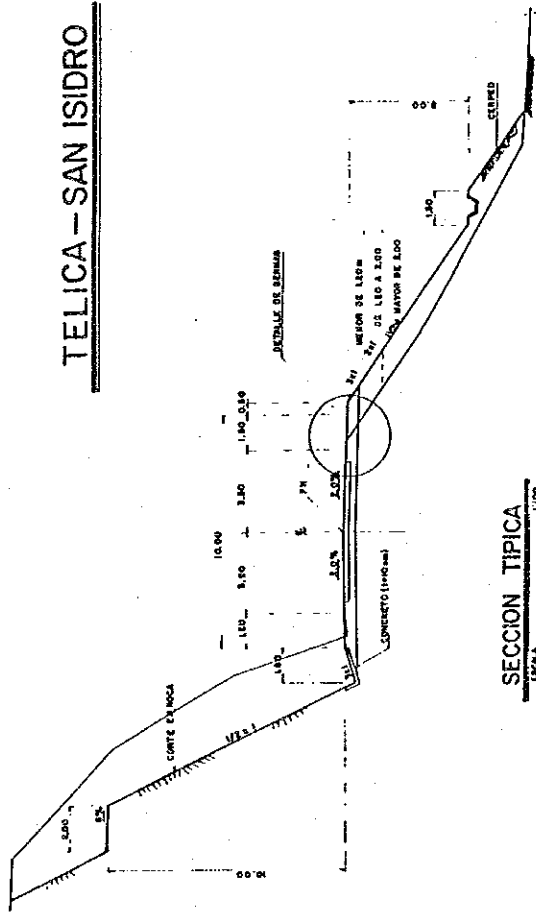
SECCION CON UNA ACERA
ESCALA 1/100



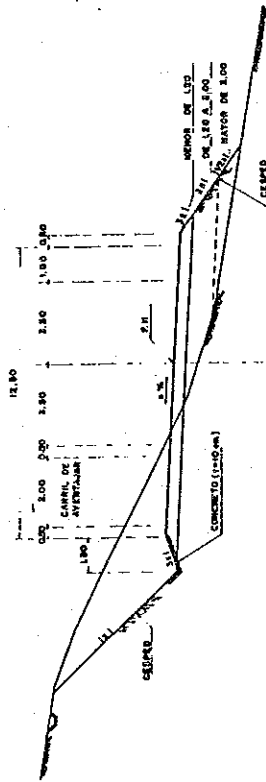
DETALLE DE BERMES
ESCALA 1/100

图 5-1 標準横断面图 (2)

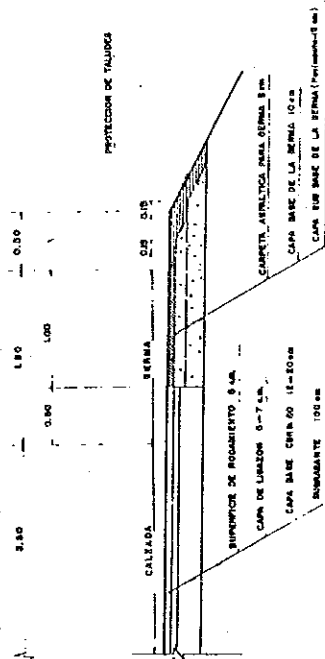
TELICA - SAN ISIDRO



SECCION TIPICA
ESCALA 1:100



DETALLE DEL CARRIL DE AVENTAJAR
ESCALA 1:100

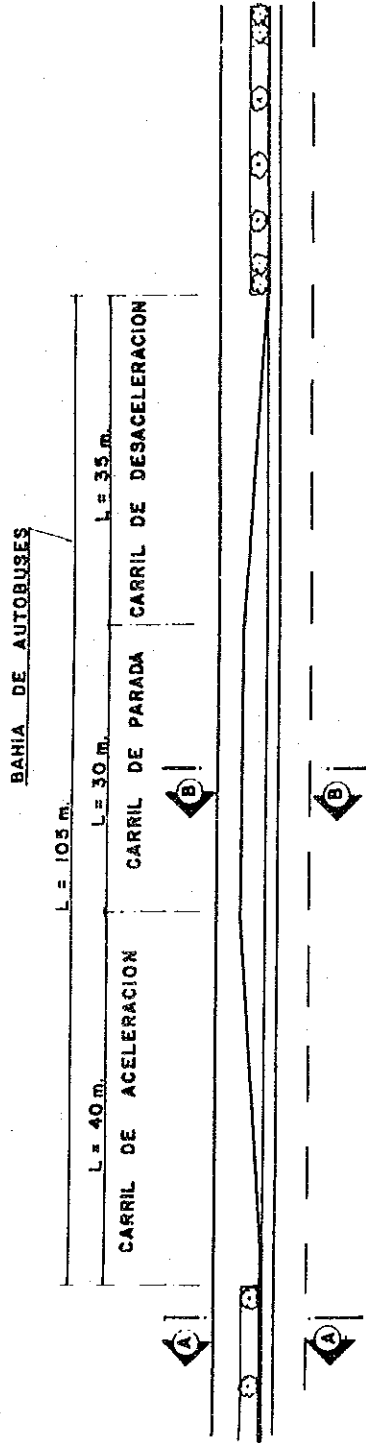


DETALLE DE BERMAS
ESCALA 1:100

图 5 - 1 標準横断面图 (3)

表 5 - 5 歩道の設置

Project Road	Location	Length	Remarks
Managua-Masaya	Intersection Colonia Centro América	3,220 m	W= 5.0 m
	Est.0+480 -1+000	520 m	W= 5.0 m, left side
	Est.13+200-14+800	3,200 m	W= 5.0 m
	Est.19+680-21+020	1,340 m	W= 5.0 m, left side
	Est.22+130-24+950	2,820 m	W= 5.0 m, left side
	Est.22+130-25+470	3,340 m	W= 5.0 m, right side
	Subtotal	14,440 m	
Managua-Tipitapa			
Nandaime-San Benito (Masaya-Nandaime)	Est.0+550 -1+430	880 m	Right side
	Est.8+600 -9+250	650 m	Left side
	Est.9+250 -9+600	350 m	Right side
	Est.12+100-13+000	900 m	Left side
	Est.12+780-15+800	3,020 m	Right side
(El Coyotepe-Río Panamá)	Est.5+750 -6+720	970 m	Left side
	Est.5+800 -6+800	1,000 m	Right side
	Est.8+800 -10+800	4,000 m	
	Est.16+700-17+850	2,300 m	
(Río Panamá-San Benito)	Est.2+600 -2+820	220 m	Left side
	Est.2+530 -2+820	290 m	Right side
	Est.12+350-14+000	1,650 m	Right side
	Est.15+300-16+000	700 m	Right side
	Subtotal	16,930 m	
Telica-San Isidro	Est.11+800-12+900	1,100 m	Left side
	Est.23+330-23+680	350 m	Right side
	Est.23+680-23+830	150 m	Right side
	Est.49+050-49+350	300 m	Left side
	Est.50+100-50+700	600 m	Right side
	Est.59+670-60+750	1,080 m	Right side
	Est.72+650-73+000	350 m	Right side
	Est.86+500-86+800	300 m	Right side
Subtotal	4,230 m		
Total		35,600 m	



PLANTA - BAHIA
ESCALA 1:500

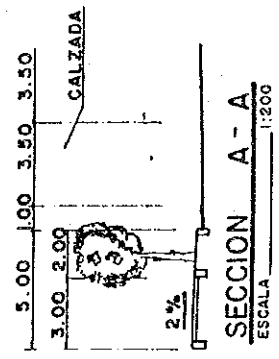
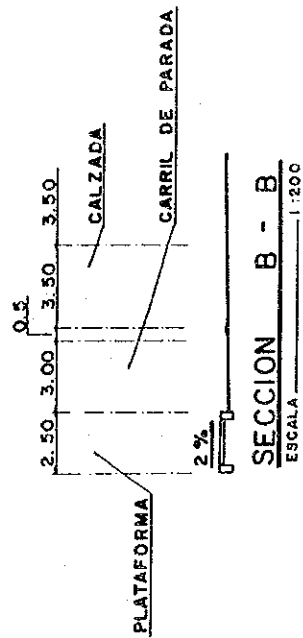


図 5-2 (1) バスベイの構造 (歩道がある場合)

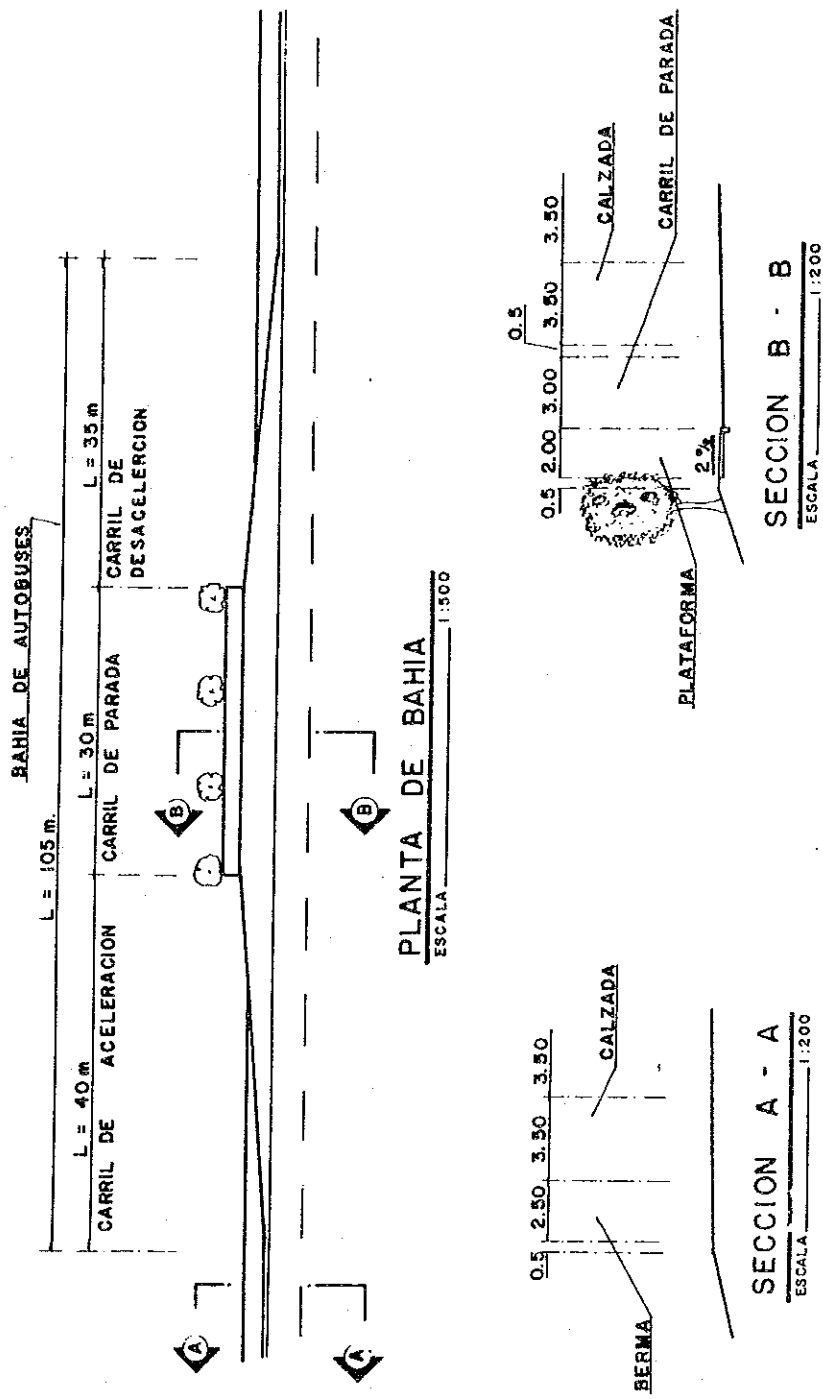


図5-2 (2) バスベイの構造 (歩道がない場合)

表5-6 バスベイの設置

Project Road	Section	Location
Managua-Masaya	Managua-Entrada a Ticuantepe	0+400, 2+400, 3+300, 4+700, 5+500, 6+500, 7+400 7 locations
	Entrada a Ticuantepe- El Coyotepe	8+600, 10+600, 11+400, 13+000, 14+500, 15+500, 17+100, 19+700, 20+700 9 locations
	El Coyotepe-Masaya	22+200, 24+000, 25+800 3 locations
	Subtotal	19 locations
Managua-Tipitapa		0+000, 4+200 2 locations
	Subtotal	2 locations
Nandaime-San Benito	Masaya-Catarina	0+100, 1+400, 3+200, 8+600 4 locations
	Catarina-El Guanacaste	9+800, 12+800, 13+700, 15+600, 17+600 5 locations
	El Guanacaste-Nandaime	18+000, 20+200, 23+300, 27+000 4 locations
	El Coyotepe-Río Panamá	0+600, 6+400, 10+000, 14+000, 17+000, 19+200, 21+050 7 locations
	Río Panamá-San Benito	2+600, 7+900, 10+700, 12+800, 13+800, 16+000 6 locations
	Subtotal	26 locations
Telica-San Isidro	Telica-Malpaisillo	0+100, 2+300, 4+250, 10+400, 12+500, 15+800, 16+800, 19+200, 23+600 9 locations
	Malpaisillo-El Jicaral	27+200, 29+400, 32+700, 34+900, 37+400, 38+700, 40+600, 42+600, 47+700, 49+000, 50+500, 52+000, 56+000, 59+100, 60+600 15 locations
	El Jicaral-La Unión	66+800, 68+100, 70+400, 73+000, 77+400, 79+800 6 locations
	Subtotal	35 locations
Total		82 locations

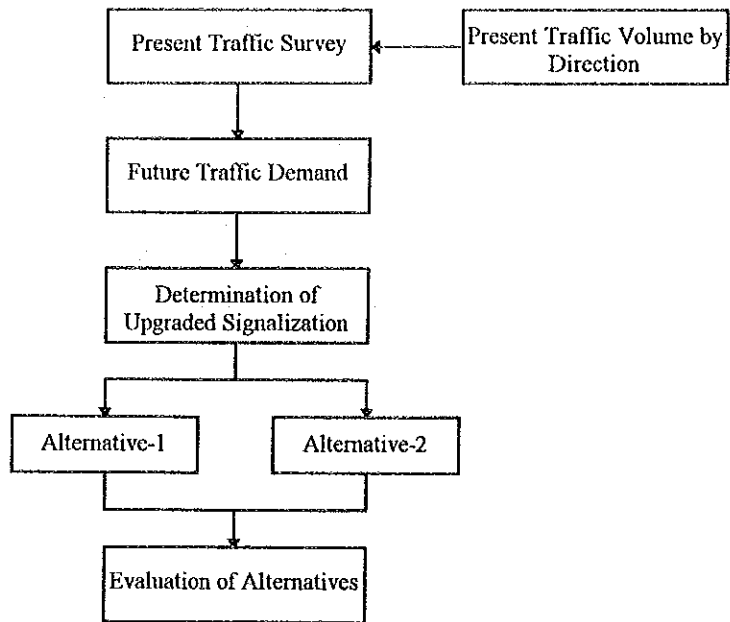


図5-3 代替案の比較検討

この中の信号処理システムに関する詳細な検討内容については付録A5.1に述べられている。

各代替案を検討した結果、それぞれ最適な改良案を考慮した（図5-4及び図5-5参照）。

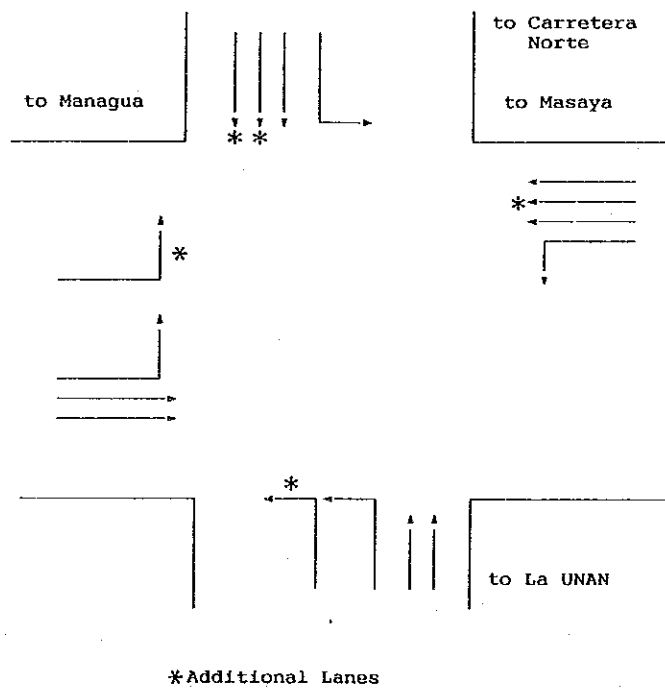


図5-4 代替案1に対する最適改良案

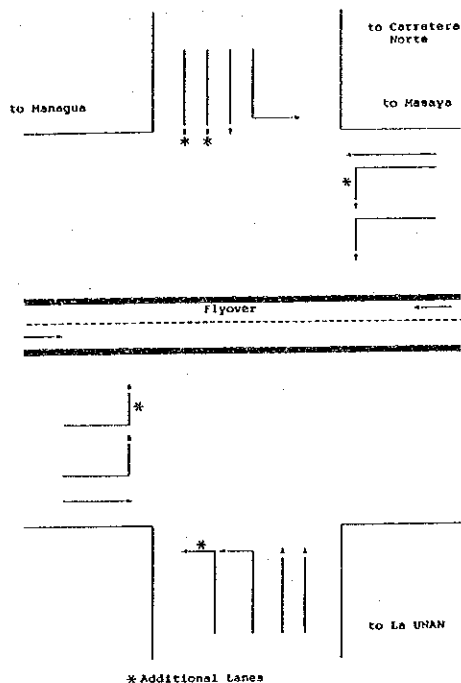


図5-5 代替案2に対する最適改良案

各代替案の評価結果を表5-7に示す。また、各代替案、すなわち平面交差点及び立体交差点に対する改良計画案を図5-6、図5-7にそれぞれ示す。

表5-7 コロニア・セントロアメリカ交差点改良代替案の評価結果

Evaluation Item	Alternative-1 (At-grade intersection)	Alternative-2 (Flyover)
Major Considerations	Improve the existing at-grade intersection by upgrading signalization while ensuring sufficient lanes and a storage length corresponding to the future traffic volume	Construction of a flyover for through traffic from/to Tiscapa/Masaya
Traffic Operation	Operation is disadvantageous because all vehicles are controlled by signals	Traffic from/to Tiscapa/Masaya is freely operated
Difficulty of Construction	Advantageous because of stage construction	Slightly difficult to ensure a detour during the construction of a flyover. Long-term construction will be required for the flyover
Cost	Advantageous (C\$22,500,000)	Disadvantageous (C\$43,200,000)
Overall Evaluation	Alternative-1 is advantageous from economical and constructional viewpoints	Alternative-2 should be considered as a way of handling further increase in future traffic

立体交差点における構造物については、立体交差点部を鋼製箱桁にてアプローチ部をPCホロースラブにて計画することとした。(図5-7参照)

以上より、技術的観点からは平面交差点案が推奨される。

b) ラ・モリタ橋前後の平面線形 (Est.00 + 490)

橋梁建設中の交通確保、付近の家屋の移設及び下流側の河川改修を避ける目的から5.0m道路センターをシフトすることとした。(図5-8参照)

c) エル・アロージョ橋前後の平面、縦断線形 (付近の高圧線鉄塔の移設を避ける目的を含む) (Est.08 + 100, Est. 08 + 170)

橋梁建設中の交通確保、付近の高圧線鉄塔の移設を避ける目的から4.0m道路セン

ターをシフトすることとした。(図5-9及び図5-10参照)

- d) Est.21+860の鉄道との平面交差及び国道11号線との交差点部(エル・コヨテペ, Est. 22+120)前後の縦断線形

代替案として平面交差による改良案(代替案1)、立体交差による改良案(代替案2)の2代替案を設定、代替案2についてはさらに立体交差点部へのアプローチ部を土工で考える案(代替案2A)、構造物で考える案(代替案2B)を設定した。

各代替案の評価結果を表5-8に示す。また、各代替案、すなわち平面交差案及び立体交差案に対する改良計画案を図5-11、図5-12にそれぞれ示す。

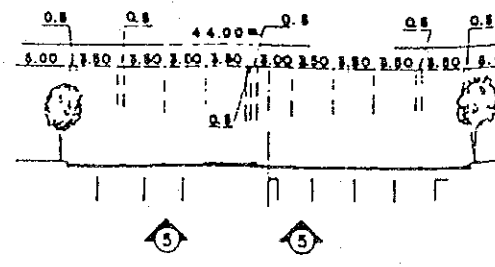
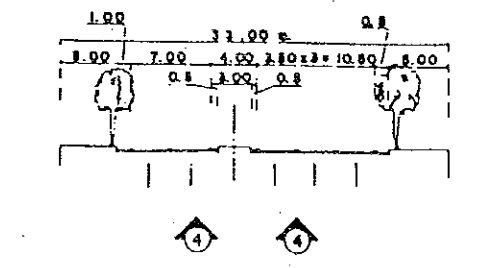
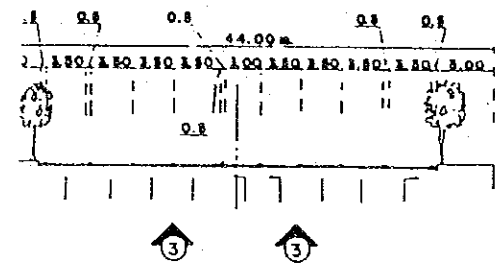
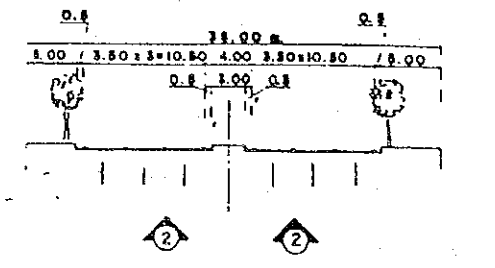
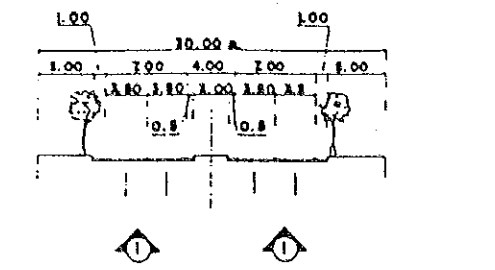
以上より代替案1(平面交差案)が推奨される。

表5-8 Est.21+860の鉄道との交差点改良代替案の評価結果

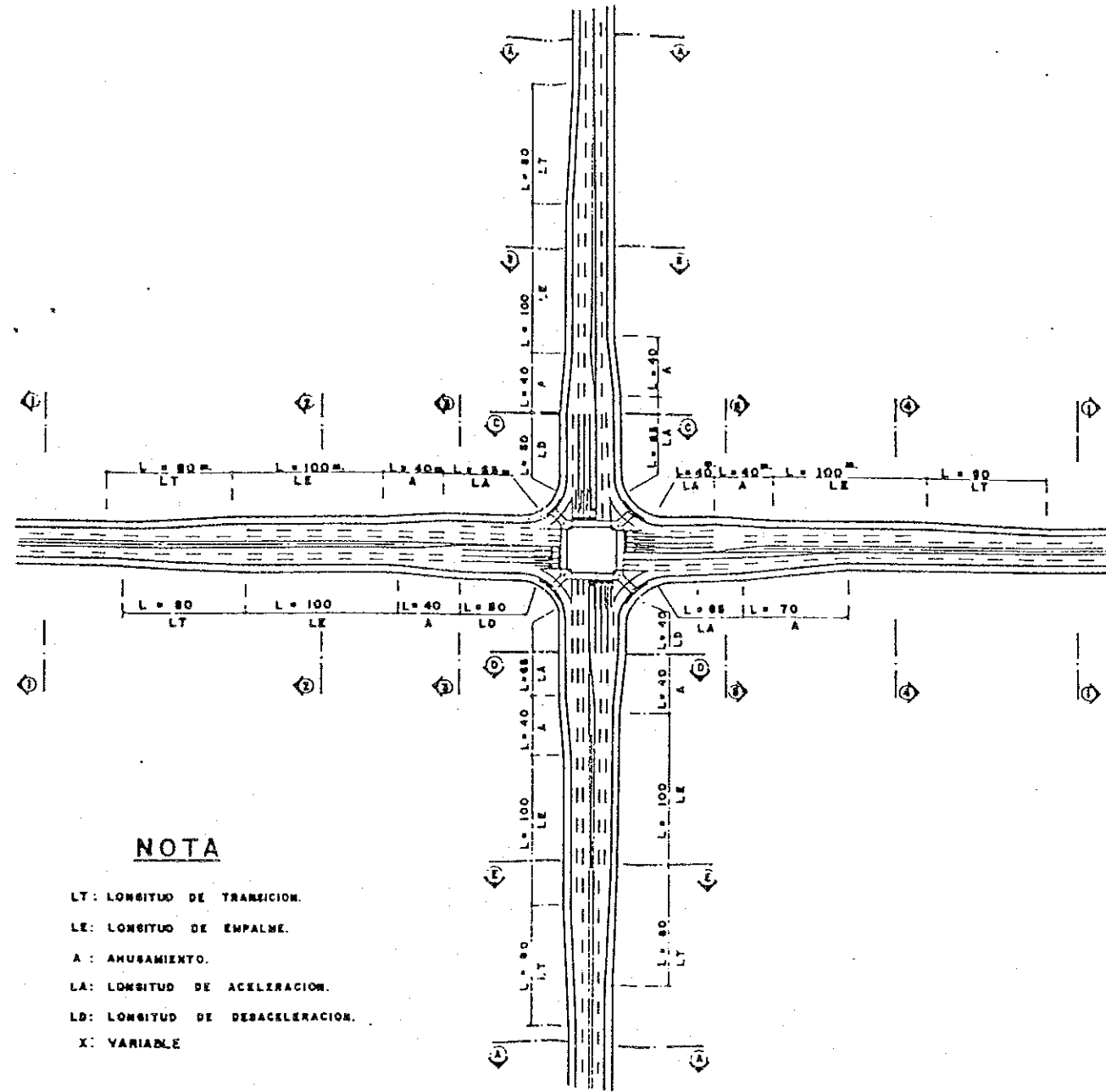
Item	Alternative-1	Alternative-2A	Alternative-2B
Major Considerations	At-grade crossing of the railway. Improvement of vertical alignment of the intersection with NIC-11	Railway crossing with grade separation. Improve vertical alignment between the railway crossing and the intersection with NIC-11	
		Approach road to the flyover without structures	Approach road to the flyover with structures
Traffic Operation	Operation is disadvantageous due to traffic control at the railway crossing	Operation is advantageous. (Traffic flows freely. Vertical alignment is improved appropriately).	
Difficulties	Vertical alignment is not improved appropriately. (i=4.9% at the intersection)	Large land acquisition is required. (approx.9,700 m ²)	Land acquisition is required. (approx.2,500 m ²)
Cost	Advantageous (C\$3,450,000)	Disadvantageous (C\$9,030,000)	Disadvantageous (C\$17,100,000)
Overall Evaluation	The present railway operation is extremely limited. Therefore, alternative-1 is advantageous from an economical viewpoint (investment effect). Alternatives 2A/2B should be considered corresponding to the improvement of railway operations and/or an increase in traffic in the future.		

INTERSECCION "COLONIA CENTROAMERICA"

(V = 60 km/h)



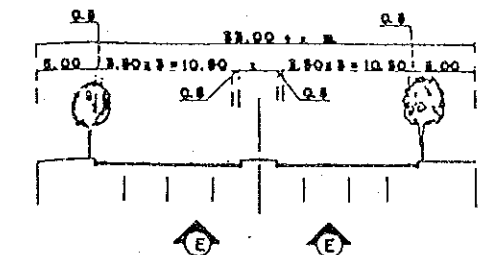
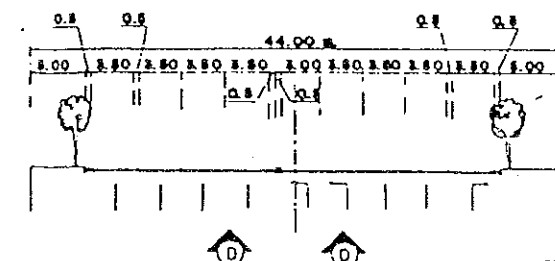
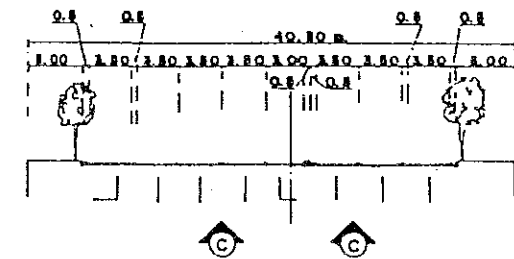
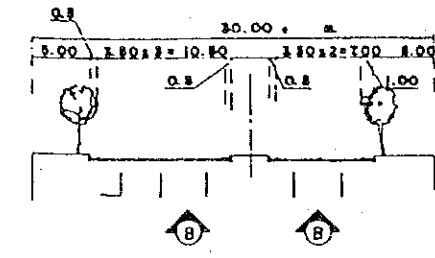
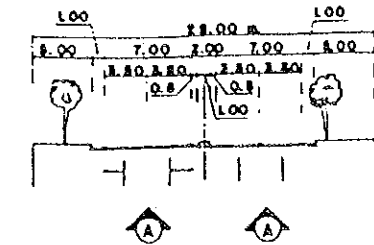
ESCALA 1:300



NOTA

- LT: LONGITUD DE TRANSICION.
- LE: LONGITUD DE EMPALME.
- A: AMUSAMIENTO.
- LA: LONGITUD DE ACELERACION.
- LD: LONGITUD DE DESACELERACION.
- X: VARIABLE

PLANTA
ESCALA 1:2000



ESCALA 1:300

図5-6 セントロ・アメリカ交差点改良計画案 (平面交差案)

INTERSECCION "COLONIA CENTROAMERICA"

DIMENSIONES
(V=60KM/H)

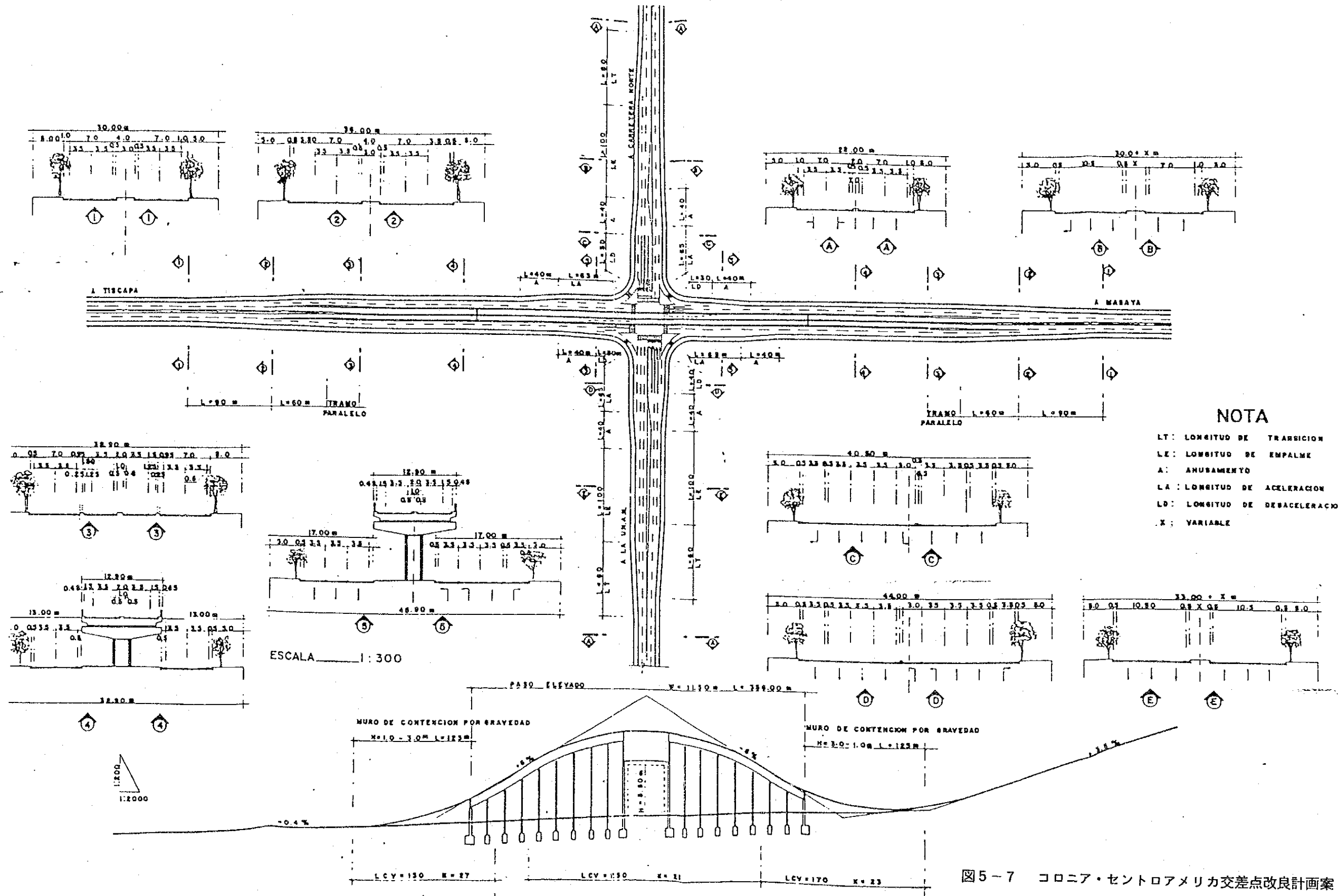


図5-7 コロニア・セントロアメリカ交差点改良計画案 (立体交差点)

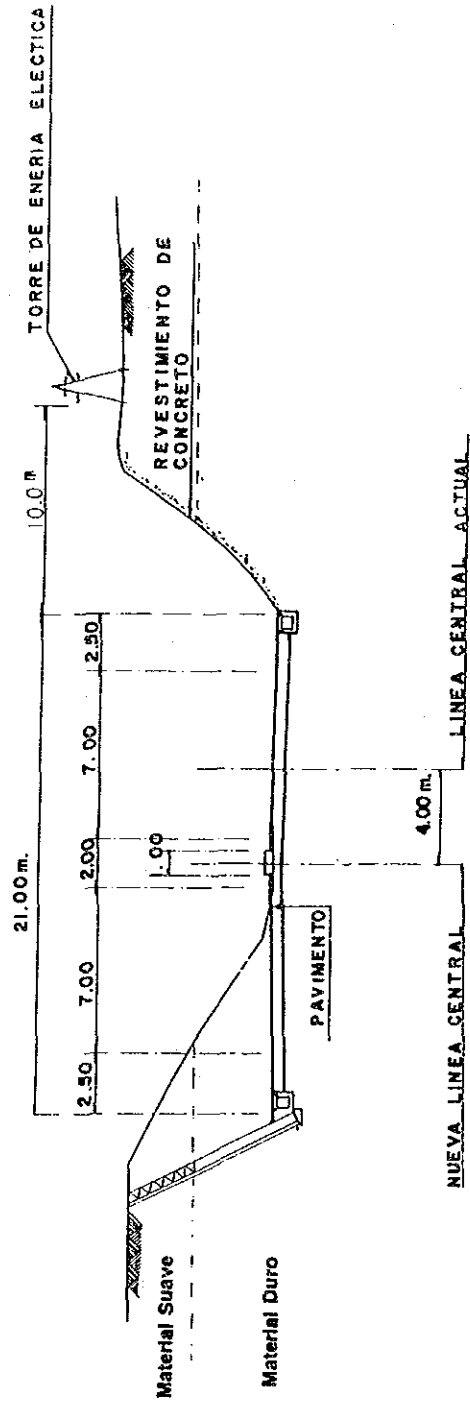


図 5-8 ラ・モリタ橋付近線形改良計画

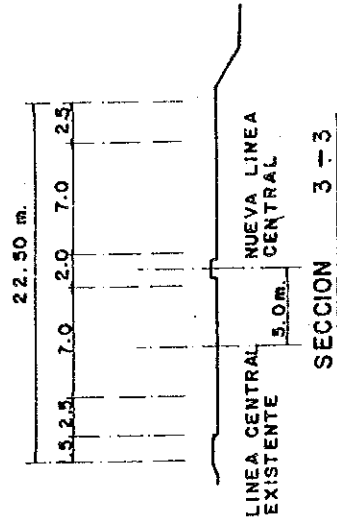
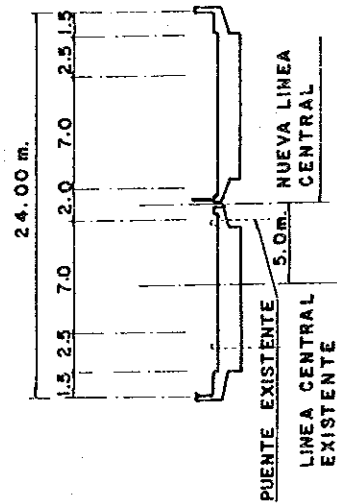
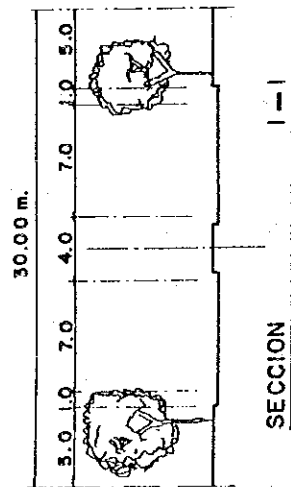
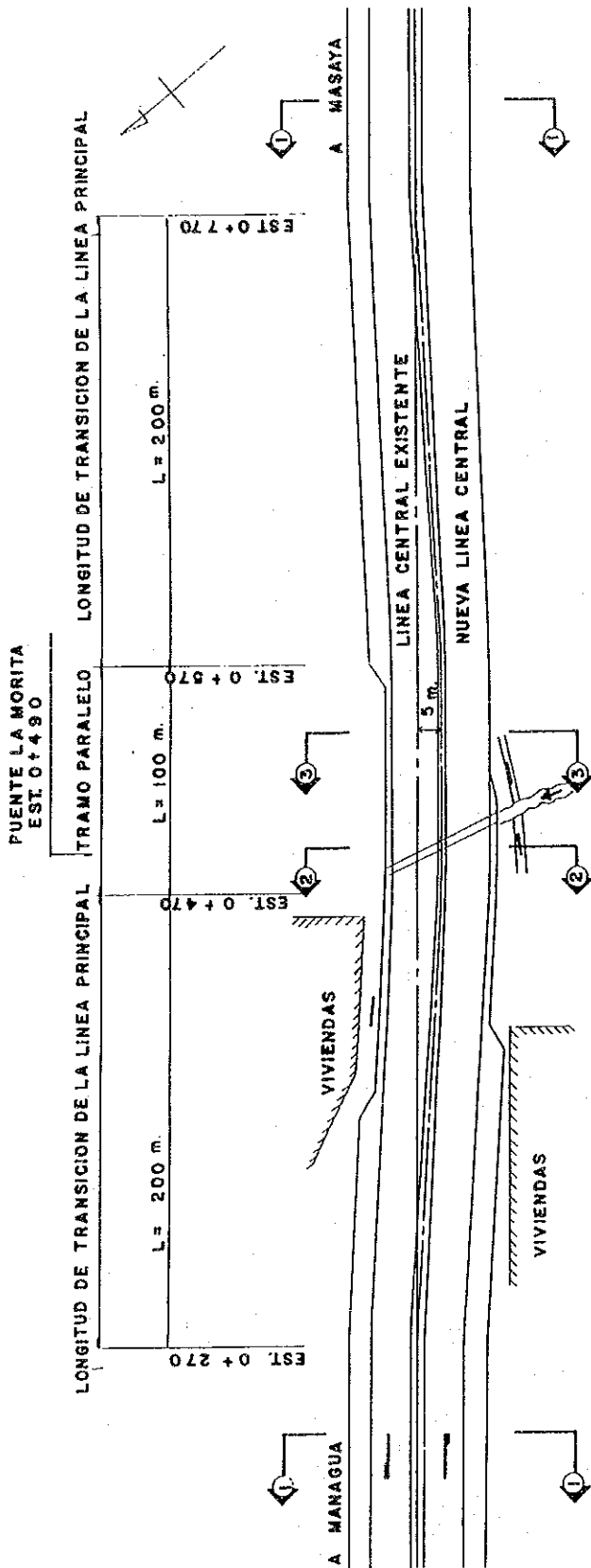


図5-9 エル・アロージョ橋付近線形改良計画(1)

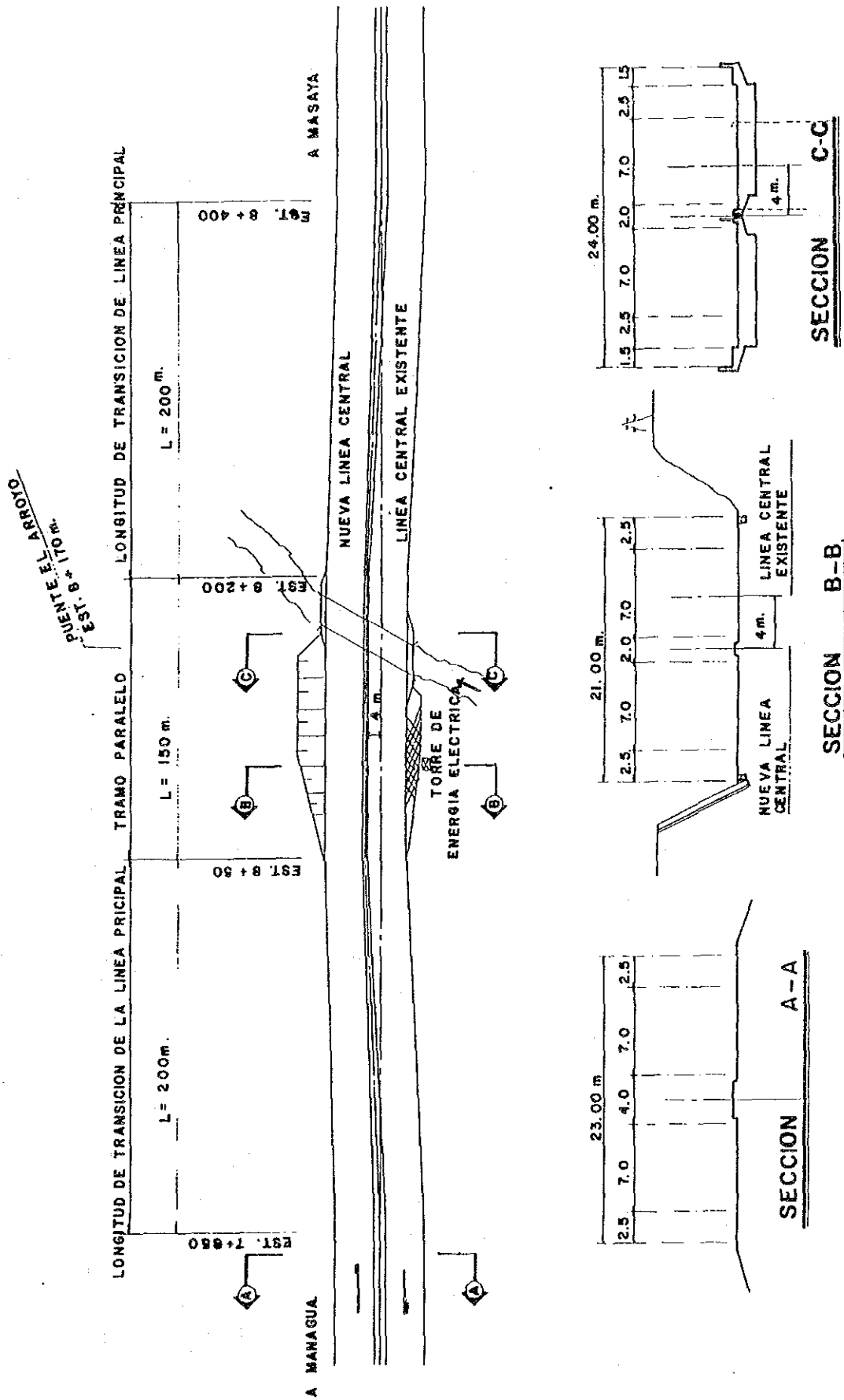


図5-10 エル・アロージョ橋付近線形改良計画(2)

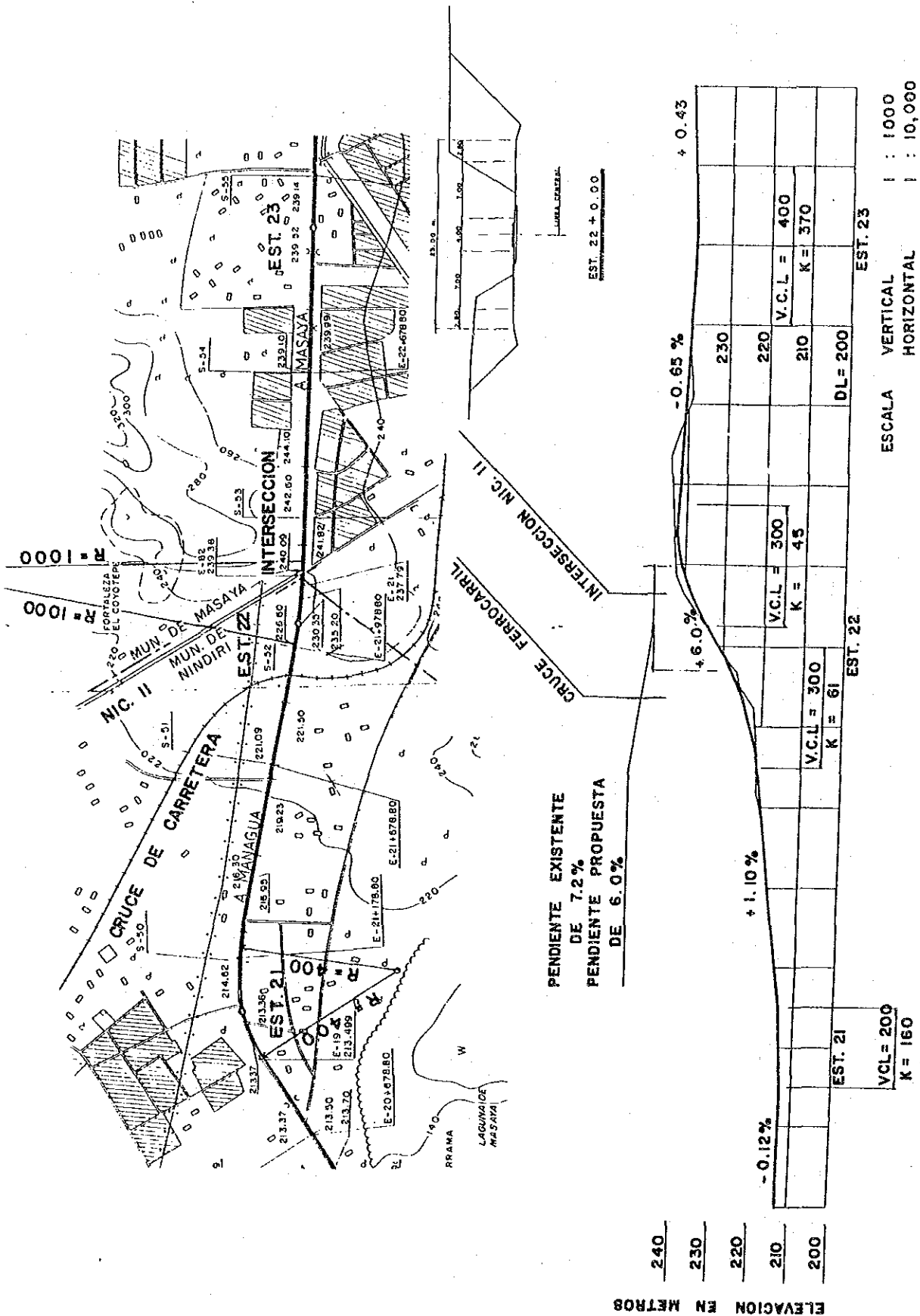
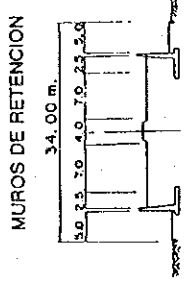
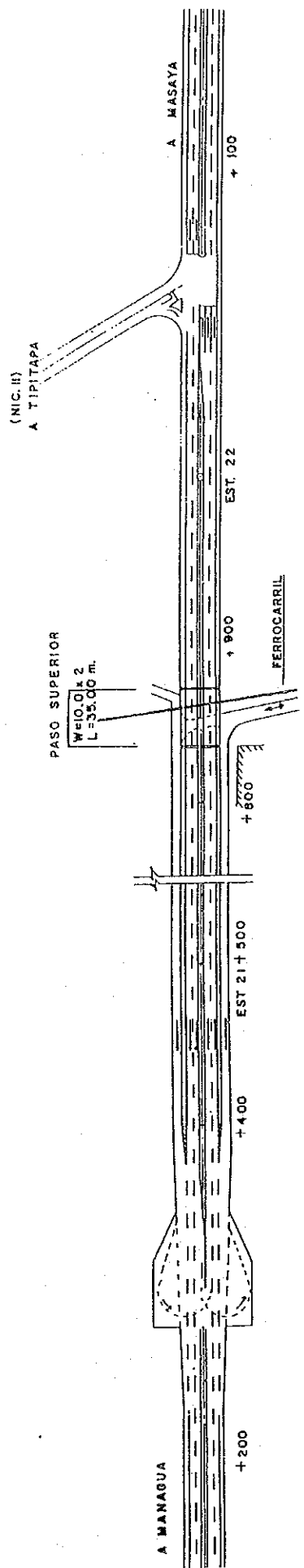


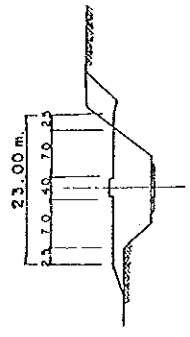
図5-11 Est.21 + 860での鉄道との交差点改良計画案（平面交差点案）

ESCALA VERTICAL 1 : 1000
ESCALA HORIZONTAL 1 : 10,000

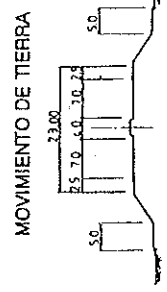
ELEVACION EN METROS



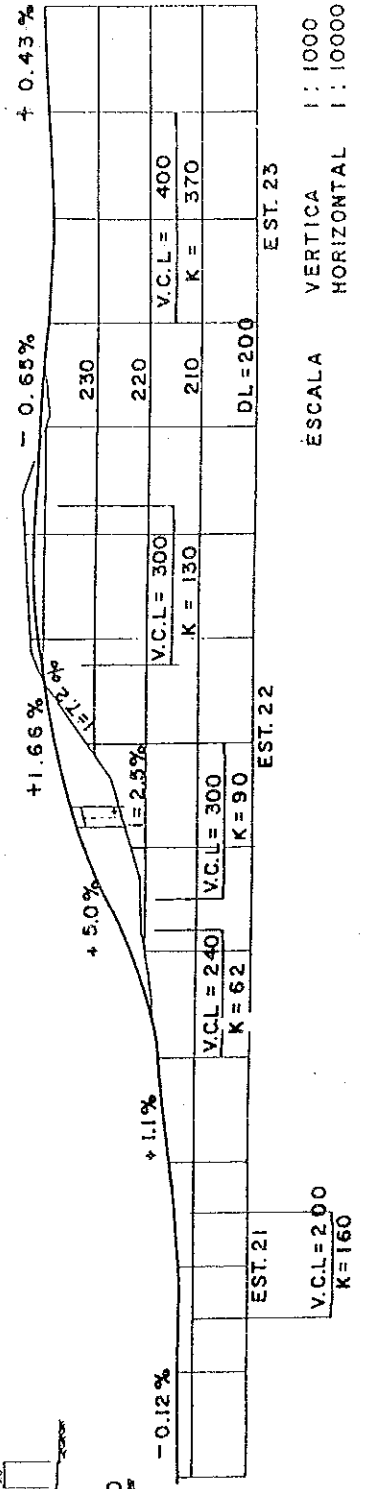
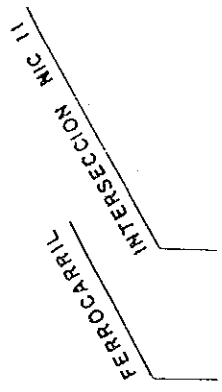
EST. 21+500



EST. 22+0



EST. 21+800



ESCALA VERTICA 1 : 1000
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 10000

図 5 - 12 Est.21 + 860 での鉄道との交差点改良計画案 (立体交差点案)

マナグアーティピタ道路

1万分の1編纂地形図によって検討した結果、平面、縦断線形ともに提案した設計基準に合致していることがわかり、本プロジェクト道路については幾何構造上は特に改良の必要性はないと考えた。

ナンダイメーサン・ベニト道路

1万分の1編纂地形図によって検討した結果、平面線形については提案した設計基準に合致していることがわかり、その観点では特に改良の必要性はないと考えられたが、縦断線形には下記の区間に設計基準に合致しない区間が見い出され、改良を検討することとした。

- ・マサヤーカタリーナ : 全区間
- ・カタリーナーエル・グアナカステ : Est.09 + 000 ~ Est.12 + 400

一方、下記の点については幾何構造上特に検討を要すると考えられた。

- ・エル・アロージョ No.1 橋前後の平面線形 (エル・グアナカステ・ナンダイメ)
- ・アグア・アグリア川沿いの堤防侵食 (エル・グアナカステ・ナンダイメ)
- ・国道1号線へのバイパス (エル・コヨテペーリオ・パナマ)
- ・Est.03 + 000 前後の潜在冠水区間 (リオ・パナマーサン・ベニト)

以下にこれらの検討結果を示す。

- a) エル・アロージョ No.1 橋前後の平面線形 (エル・グアナカステ・ナンダイメ)
交通止めを行わずに既存橋梁の移設が出来るよう道路センターを14m上流側にシフトすることとした。
- b) アグア・アグリア川沿いの堤防侵食 (エル・グアナカステ・ナンダイメ)
堤防侵食が考えられる箇所については、いくつかの防護構造物を検討した。その結果、経済性等の観点から石積擁壁を採用することとした。
- c) 国道1号線へのバイパス (エル・コヨテペーリオ・パナマ)
ティピタバ市街地での膨大な用地取得を避けるため、国道1号線マナグアーティピタバ間へのバイパスを考慮した。
- d) Est.03 + 000 前後の潜在冠水区間 (リオ・パナマーサン・ベニト)
洪水による冠水が考えられる当該区間については、それを避けるべく現況より2.0m高い計画とした。

テリカーサン・イシドロ道路

1万分の1編纂地形図によって検討した結果、エル・ヒカルルーラ・ウニオン区間を除き、平面、縦断線形ともに提案した設計基準に合致していることがわかった。エル・ヒカルルーラ・ウニオン区間の改良を要するのは次の箇所である。

- ・Est.63 + 600 前後
- ・Est.68 + 200 - Est.71 + 100 間

a) Est.63 + 600 前後の改良

図5-13に示すように道路センターを山側にふることによって線形改良を行った。

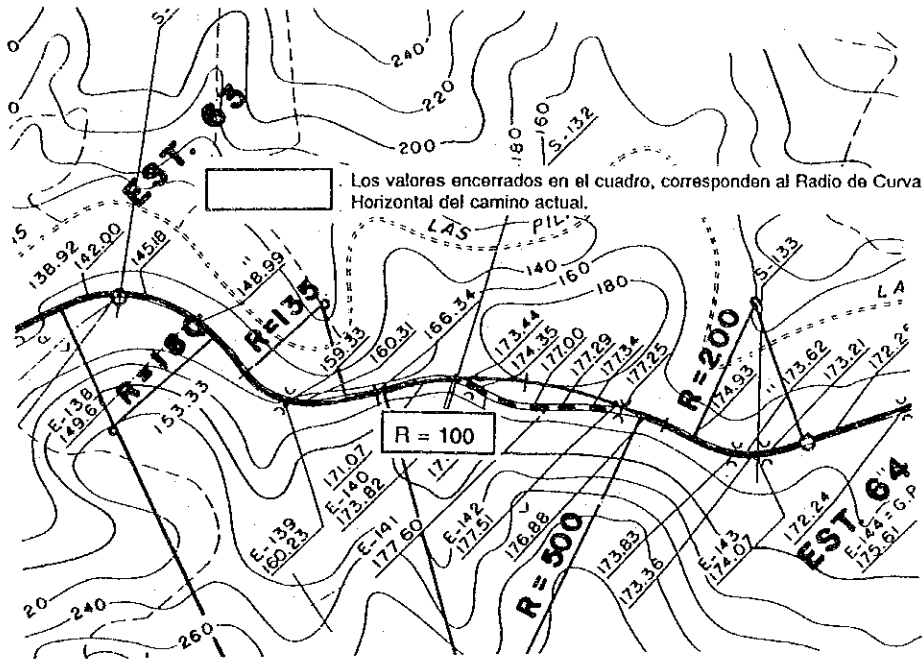


図5-13 Est.63 + 600 前後の線形改良計画

b) Est.68 + 200 - Est.71 + 100間の改良

新設（代替案1）及び現道改良（代替案2）の2案を検討した。代替案2の場合、提案した幾何構造基準に合致させるため設計速度を40km/hrまで落とすこととなる一方、代替案2では当初設定の60km/hrでの計画が可能である。当該区間の前後区間が80km/hrで設定されていることを考慮すると、設計速度設定の連続性の観点から、代替案2が望ましい（表5-9及び図5-14参照）。

表5-9 Est.68 + 200 - Est.71 + 100間の改良代替案

Item	Alternative-1	Alternative-2
Major Consideration	Establish a new route in order to ensure a 60 km/hr design speed.	Improvement of the existing road
Established design speed	60 km/hr	40 km/hr
Proposed length	2,900 m	3,400 m
Cost	C\$29,800,000	C\$11,500,000

5.2.3 舗装設計

(1) 舗装タイプの選定

たわみ性舗装と剛性舗装のそれぞれの特徴をあげると表5-10のようである。舗装タイプの選定においては下記の事項について検討した。

a) 耐用年数

耐用年数は20年を設定することとする。たわみ性舗装の場合、初期の建設を15年耐用で考え、残りの期間をオーバーレイにて対応することとし、剛性舗装の場合は全耐用年数で考えることとする。

b) 経済性

剛性舗装は全耐用年数で考えるため初期投資はたわみ性舗装より大きい。一方において供用後の投資においては、たわみ性舗装ではオーバーレイ、剛性舗装より多大なコストがかかるため剛性舗装より大きくなる。プロジェクトライフ全体で考えると投資額は剛性舗装が有利となる。

c) 軟弱地盤地帯における問題

剛性舗装の場合、その構造特性から軟弱地盤においては適用が困難であるが、土質調査結果から、本プロジェクト道路上では軟弱地盤地帯はないことが確認されている。

d) 内国材の有効利用

高規格舗装に使用するストレートアスファルト材は輸入材である一方、ポルトランドセメントはニカラグァ国内で生産されている。内国材の有効利用の観点からは、剛性舗装が望ましい。

e) 過載車両への対応

たわみ性舗装は、その構造特性から剛性舗装に比し過載車両に対しては不利である。過載車両の規制が困難な場合、剛性舗装が望ましい。

f) 提案

より低い初期投資、短い工事期間、より快適な走行、ニカラグァ国の現在の経済状態等から、たわみ性舗装を採用すべきである。

(2) 舗装厚の算定

a) 算定条件

耐用年数

耐用年数は20年を設定する。初期の建設を15年耐用とし、残りの5年間をオーバーレイで対応することとする。また、供用開始年を2000年と設定した。

交通量予測

表5-11に示す予測結果を舗装厚の算定に使った。

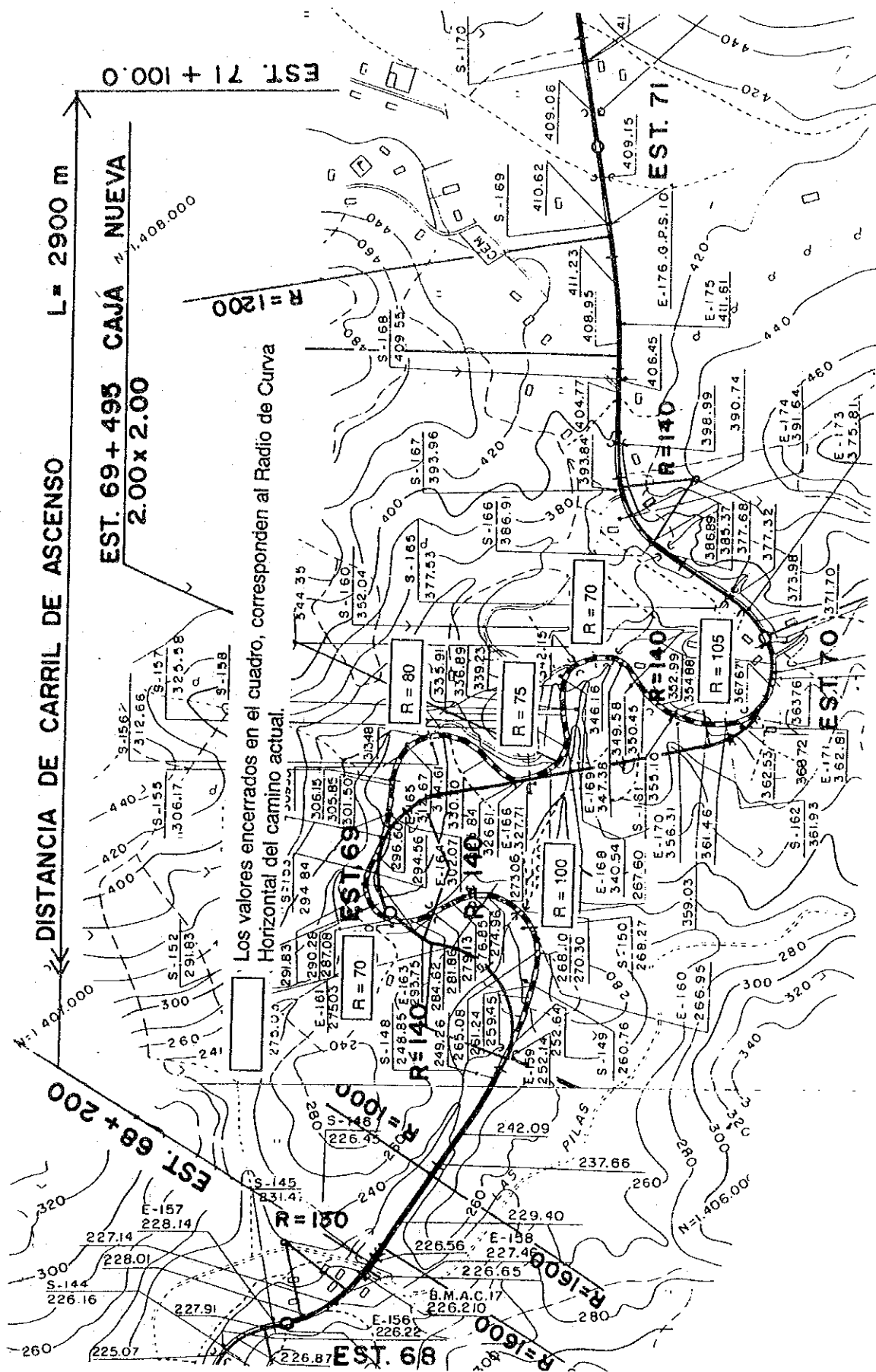


図5-14 Est.68 + 200 - Est.71 + 100間の改良計画

表 5 - 10 たわみ性舗装と剛性舗装の比較

Item	Flexible Pavement	Rigid Pavement
Design life	10 years for initial construction. Multistage construction strategy shall be applied to extend the service period with overlays.	20-30 years. Single-stage construction strategy shall be applied.
Resistance to deformation and wear	Deformation in the form of rutting.	Deformation is unlikely. Wear resistance is extremely good.
Sensitivity to overloading	More sensitive than rigid pavement.	
Noise and vibration	Less than rigid pavement.	Noise due to joints, and vibration due to rough surface sometimes cause public nuisance in residential areas.
Brightness	Surface reflection is weak and inferior.	Bright in the dark.
Surface smoothness	Better than rigid pavement, providing more comfortable riding conditions.	
Construction operation	Less construction constraints than rigid pavement.	The following constraints shall be taken into account for continuous and effective operation since the equipment fleet is generally larger than that for flexible pavement. 1) Subgrade construction is smooth and continuous during the embankment construction. 2) Fewer bridge/viaduct structures.
Maintenance	Frequent but simple maintenance is required.	Once damage occurs, rather more difficult repairs are required. Rigid pavement is less suitable for soft ground and adverse soil areas.
Construction economy	Initial stage construction costs are lower than those of rigid pavement.	Initial stage construction costs are higher than those of flexible pavement because of the longer design life. The cost of alterations/repairs are higher than for flexible pavement.

表5-11 区間別交通量予測結果

Section	Year	Passenger Car	Micro-Bus	Large Bus	Pickup	Truck	Trailer	Total
Río Panamá-San Benito	1993	763	99	332	1,562	1,153	312	4,221
	2000	1,095	96	349	1,943	1,526	323	5,332
	2010	1,851	138	562	2,551	2,229	409	7,740
Río Panamá-San Cristobal	1993	1,101	176	370	1,622	1,121	318	4,708
	2000	2,216	219	461	2,425	1,649	379	7,349
	2010	3,104	270	657	2,844	2,227	429	9,531
Managua-Km 8	1993	11,829	636	1,142	5,579	1,628	757	21,571
	2000	16,552	623	1,189	6,771	2,093	609	27,837
	2010	27,811	878	1,906	8,880	3,007	1,034	43,516
Km 8-Entrada a Veracruz	1993	4,673	374	882	3,521	1,394	780	11,624
	2000	6,539	366	918	4,273	1,792	833	14,721
	2010	10,987	516	1,472	5,604	2,575	1,065	22,219
Entrada a Veracruz-El Coyotepe	1993	4,673	374	882	3,521	1,394	780	11,624
	2000	6,539	366	918	4,273	1,792	833	14,721
	2010	10,987	516	1,472	5,604	2,575	1,065	22,219
El Coyotepe-Masaya	1993	4,780	420	894	3,714	1,592	784	12,184
	2000	7,273	451	1,001	4,908	2,165	883	16,681
	2010	11,596	596	1,520	6,148	3,013	1,088	23,961
Masaya-Catarina	1993	1,066	81	299	826	673	390	3,335
	2000	1,504	76	305	1,044	852	412	4,193
	2010	3,046	136	548	1,646	1,403	542	7,321
Catarina-Guanacaste	1993	702	29	127	474	413	245	1,990
	2000	982	29	126	618	516	253	2,524
	2010	1,941	74	251	1,099	884	347	4,596
Guanacaste-Nandaimé	1993	731	29	127	499	427	245	2,058
	2000	1,010	26	126	632	523	250	2,567
	2010	1,707	38	202	861	790	309	3,907
El Coyotepe-Río Panamá	1993	107	46	12	193	198	4	560
	2000	609	80	48	544	373	23	1,677
	2010	734	85	83	635	438	50	2,025
Telica-San Isidro	1993	59	17	50	97	51	3	277
	2000	147	19	81	267	150	34	698
	2010	262	25	130	375	241	40	1,073

軸重モデル

ニカラグァ国においては過載車両がかなり多く、実際のところMCT管轄のサボア、マテアレ、チラマティージョの各車両計量所でのデータを集計したところではトラックの種類により28%~38%が過載車両であった。単軸換算に使用する軸重モデルは図5-15に示すものを採用することとした。同換算結果を表5-12に示す。

表5-12 区間別単軸換算結果

Section	Unit	Year			
		2000	2010	2015	2020
(a) Managua-Masaya	veh/day	27,837	43,516	43,516	43,516
	10 ⁶ ESAL	2.14	29.80	46.30	62.70
(b) Masaya-Nandaime	veh/day	2,567	3,907	3,907	3,907
	10 ⁶ ESAL	0.56	7.38	11.30	15.20
(c) Masaya-Tipitapa	veh/day	1,677	2,025	2,025	2,025
	10 ⁶ ESAL	0.25	3.13	4.74	6.34
(d) Tipitapa-San Benito	veh/day	5,332	7,740	7,740	7,740
	10 ⁶ ESAL	1.27	17.00	26.10	35.20
(e) Tipitapa-Managua	veh/day	7,349	9,531	9,531	9,531
	10 ⁶ ESAL	1.42	18.10	27.40	36.80
(f) Telica-San Isidro	veh/day	698	1,093	1,093	1,093
	10 ⁶ ESAL	0.14	1.98	3.07	4.16


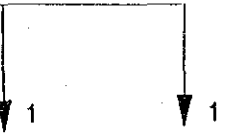

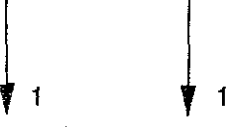

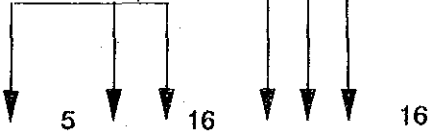
No.	Vehicle	Axle Load Model (ton)
1	Passenger Cars	
2	Microbus	
3	Bus	
4	Pick Up	
5	Truck	
6	Trailer	

図5-15 軸重モデル

設計 CBR

マナグア-マサヤ道路については、既存の1992年に実施された土質調査結果から20%と設定した。他のプロジェクト道路については、本スタディで実施したCBR試験結果より表5-13に示す値を設定した。また、一部のCBR値の低い箇所の詳細な検討結果については付録A5.2に記した。

表5-13 設計 CBR の設定

Project Road	Design Section	Design CBR (%)
Masaya - Nandaime	0+000 - 15+300	25
	15+300 - 27+200	12
Masaya - Tipitapa	0+000 - 21+925	13
Tipitapa - San Benito	0+000 - 16+000	20
Tipitapa - Managua	0+000 - 4+300	36
Telica - San Isidro	0+000 - 16+800	54
	16+800 - 30+400	34
	30+400 - 32+500	40
	32+500 - 41+800	31
	41+800 - 56+400	25
	56+400 - 92+500	14
	92+500 - 95+760	37

b) 舗装厚の算定結果

舗装厚の算定結果を表5-14に示す。(詳細は付録A5.2参照)

表5-14 舗装厚の算定結果

Design Section	Existing Pavement	Subgrade CBR (%)	New Pavement Thickness (cm)			
			Wearing Course		Base Course (CBR>80%)	Overlay (after 15 years)
			Surface	Binder		
Managua-Masaya Road 00+000-25+900	Asphalt Concrete	20	5	10	30	5
Masaya-Nandaime Road 00+000-15+300 15+300-27+200	Asphalt Concrete	25	5	10	15	5
	A. Double Treatment	12	5	10	20	5
Masaya-Tipitapa Road 00+000-21+925	Asphalt Treatment	13	5	7	20	6
Tipitapa-San Benito Road 00+000-16+000	A. Double Treatment	20	5	10	25	5
Tipitapa-Managua Road 00+000-04+300	Asphalt Concrete	36	5	10	25	5
Telica-San Ishidro Road 00+000-16+800 16+800-30+400 30+400-32+500 32+500-41+800 41+800-56+400 56+400-92+500 92+500-95+760	Asphalt Treatment	54	5	5	15	5
	Asphalt Treatment	34	5	5	20	5
	Asphalt Treatment	40	5	5	20	5
	Asphalt Treatment	31	5	5	20	5
	Asphalt Treatment	25	5	5	25	6
	Asphalt Treatment	14	5	5	25	6
	Asphalt Treatment	37	5	5	20	5

(3) 路肩舗装

路肩舗装については、日本の標準設計等を参照して図5-16に示す構造とした。

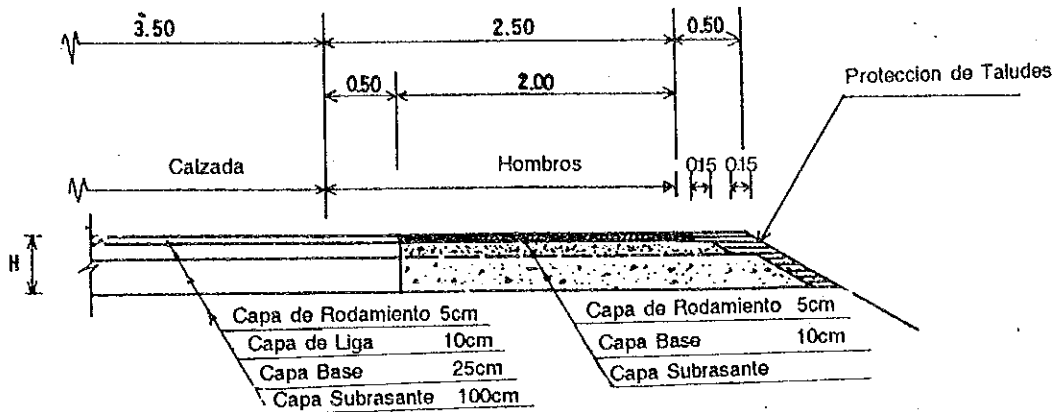


図5-16 路肩設計

5.2.4 排水設計

(1) 流出量の算定

流出量は下記の合理式にて算定することとした。

$$Q = (1/3.6 \times 10^{-6}) C \times I \times A$$

ここに、

- Q: 設計流出量 (m³/sec)
- C: 流出係数
- I: 設計降雨強度 (mm/hr)
- A: 集水面積 (m²)

流出係数は、集水域の地形条件によって設定される (表5-15参照)。本スタディでは対象地域の地形特性等を勘案の上、平均値として0.5を採用することとした。

表5-15 流出係数の設定

Topography	C Values
Steep, arid lands, and impermeable surfaces	0.7 - 0.9
Steep forests and meadows	0.4 - 0.7
Forest lands with moderate to steep slopes	0.2 - 0.4
Flat pervious surfaces	0.1 - 0.2

流達時間は、図5-17に示す補正值及び下記の公式にて算定した。

$$V = 72 (H/L)^{0.6}$$

ここに、

- V: 平均流速 (km/hr)
- L: 最大流路長 (km)
- H: 流路両端部の高低差 (m)

$$T = (L/V) \times 60$$

ここに、

- T: 流達時間 (分)

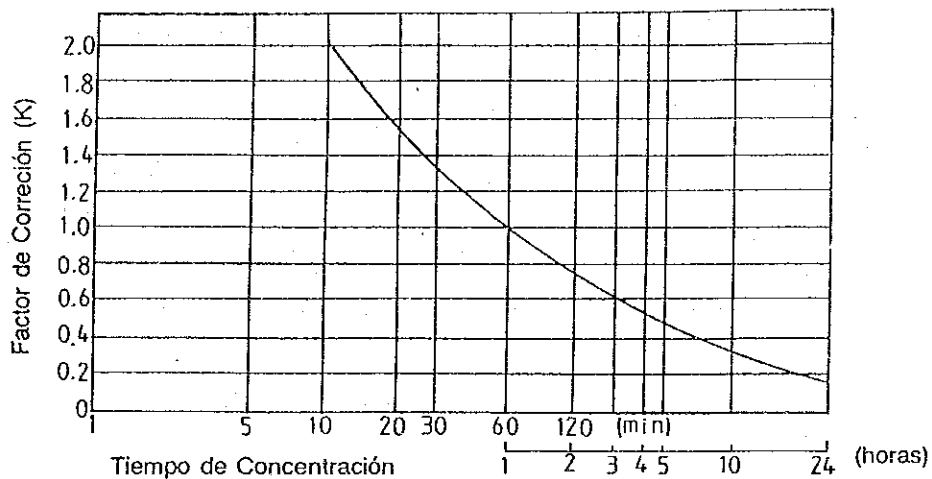


図5-17 降雨強度に対する補正值

プロジェクト道路にある既存橋梁及びカルバートの流出量算定結果を表5-16に示す。

(2) 流出能力の算定

カルバートの流出能力は下記の Manning 式にて算定した。

$$Q = AV$$

$$V = (1/n) R^{2/3} S^{1/2}$$

ここに、

- Q: 流出能力 (m³/sec)
- A: カルバート断面積 (m²)
- V: 平均流速 (m/sec)
- n: 粗度係数 (ボックスカルバート: 0.02 橋梁: 0.05)
- R: 径深 (m)
- S: 排水勾配

表 5 - 16 流出量算定結果 (1)

Managua-Masaya Road

Location	Catchment Area (km ²)	Length of Flow (km)	Difference of Elevation (m)	Coefficient C	Time of Concentration (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Maximum Run Off (m ³ /sec)	Remarks
La Morita Bridge at Sta.0+490	23.0	15.0	300	0.5	2.18	42.87	136.9	Existing bridge
Bridge at Sta.2+250	10.0	10.5	400	0.5	1.04	93.97	130.5	Existing bridge
El Arroyo Bridge at Sta.8+170	10.4	22.0	690	0.5	2.44	38.60	557.6	Existing bridge
At Sta.9+350	10.0	8.5	110	0.5	1.60	61.50	85.4	Existing culvert
At Sta.10+630	8.0	7.0	85	0.5	1.37	69.70	77.4	Existing culvert

Masaya-Catarina-Nandaime Section

Location	Catchment Area (km ²)	Length of Flow (km)	Difference of Elevation (m)	Coefficient C	Time of Concentration (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Maximum Run Off (m ³ /sec)	Remarks
Mayari Bridge at Sta.58+960	35.0	11.5	280	0.5	1.48	60.01	291.7	Existing bridge
El Arroyo No. 2 Bridge at Sta.61+380	20.0	12.5	190	0.5	2.14	32.00	88.9	Existing bridge
El Arroyo No. 1 Bridge at Sta.62+750	98.0	23.0	470	0.5	3.30	28.91	393.5	Existing bridge

El Coyotepe-Río Panamá Section

Location	Catchment Area (km ²)	Length of Flow (km)	Difference of Elevation (m)	Coefficient C	Time of Concentration (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Maximum Run Off (m ³ /sec)	Remarks
At Sta.12+370	6.0	5.0	70	0.5	0.90	125.00	104.2	Existing box culvert 2-3.0×3.0

Río Panamá-San Benito Section

Location	Catchment Area (km ²)	Length of Flow (km)	Difference of Elevation (m)	Coefficient C	Time of Concentration (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Maximum Run Off (m ³ /sec)	Remarks
At Sta.7+000	16.0	7.5	28	0.5	2.98	29.76	66.1	Existing box culvert 2-3.7×3.0

Managua-Tipitapa Road

Location	Catchment Area (km ²)	Length of Flow (km)	Difference of Elevation (m)	Coefficient C	Time of Concentration (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Maximum Run Off (m ³ /sec)	Remarks
At Sta.0+550	27.0	9.0	60	0.5	3.56	22.42	84.1	Existing box culvert 1-3.7×3.0

表 5 - 16 流出量算定結果 (2)

Terica-San Isidro Road

Location	Catchment Area (km ²)	Length of Flow (km)	Difference of Elevation (m)	Coefficient C	Time of Concentration (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Maximum Run Off (m ³ /sec)	Remarks
Bridge at Sta. 2+970	14.0	9.5	580	0.5	0.71	99.98	194.2	Existing bridge
Bridge at Sta. 1+750	8.5	5.0	291	0.5	0.53	140.77	166.2	Existing bridge
Bridge at Sta. 20+520	6.0	7.0	592.5	0.5	0.42	172.80	144.0	Existing bridge
Santa Amalia Bridge at Sta. 23+200	13.0	12.0	420	0.5	1.24	61.23	110.6	Existing bridge
Bridge at Sta. 33+860	7.0	5.5	125	0.5	0.83	85.56	83.2	Existing bridge
Negarote Bridge at Sta. 43+050	230.0	26.0	300	0.5	5.25	11.65	369.0	Existing bridge
Bridge at Sta. 45+970	49.0	10.0	205	0.5	1.43	51.83	352.7	Existing bridge
Bridge at Sta. 54+480	15.0	8.0	570	0.5	0.54	141.96	285.7	Existing bridge
El Arenal Bridge at Sta. 61+430	427.0	43.0	1,120	0.5	5.33	11.45	678.3	Existing bridge
Los Cabros Bridge at Sta. 68+180	7.0	10.0	500	0.5	0.84	91.06	88.5	Existing bridge
Bridge at Sta. 86+810	66.0	18.0	780	0.5	1.64	47.49	435.3	Existing bridge
Bridge at Sta. 94+205	76.0	22.0	820	0.5	2.20	32.63	344.6	Existing bridge

(3) 横断排水構造物の検討

a) パイプカルバート

マナグアーマサヤ道路の拡幅に伴う現況のコルゲートパイプの移設については、今後の維持管理を考慮して移設後は”コンクリートパイプ”とする。

パイプカルバートの標準構造図は図面集No.69に示す。

平坦部における新設パイプカルバートの設置間隔は表5-17に示すとおりとする。

表5-17 新設パイプカルバートの設置間隔

Condition	Interval (m)
Grass and flood areas	200
Others	500

丘陵部及び山岳部においては、適切なサグ点に設置することとする。

b) ボックスカルバート

ボックスカルバートの設置必要位置、断面、タイプ等は表5-18に示す流出量の検討結果により決定した。ボックスカルバートの標準構造図を図面集No.10に示す。

(4) その他排水構造物の検討

本スタディーで検討したその他排水構造物を図5-18に示す。

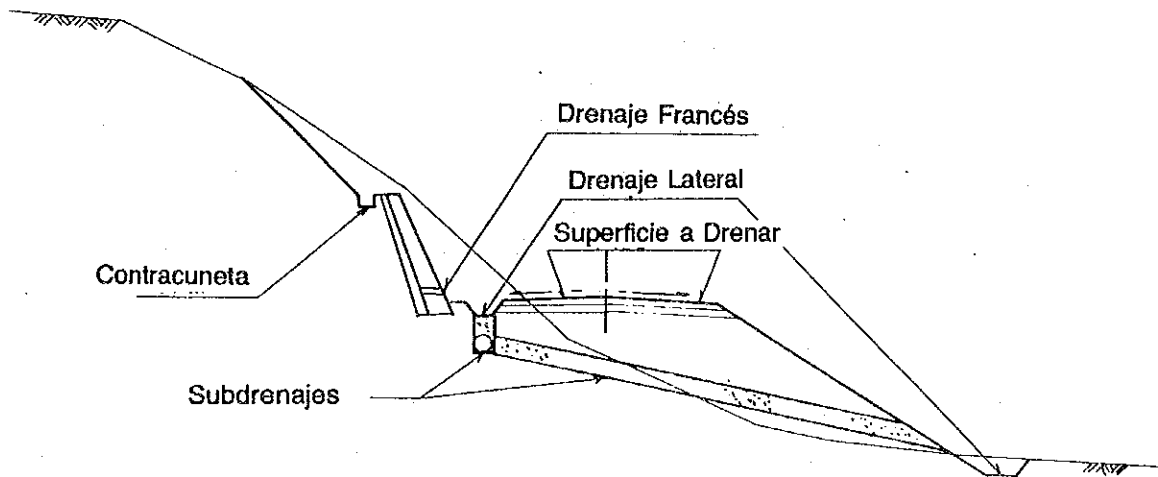


図5-18 その他排水構造物

表5-18 各ボックスカルバートにおける流出量(1)

Managua-Masaya Road

Location	Channel		Hydraulic Gradient (%)	Coefficient n	Average Velocity (m/sec)	Discharge Capacity (m ³)	Maximum Runoff (m ³ /sec)	Remarks
	Section Height and Width (m)	Area (m ²)						
La Morita Bridge at Sta.0+490	3.0 × 7.0	16.8	2.0	0.02	8.94	150.40	136.9	Bridge reconstruction
Bridge at Sta.2+250	2 - 3.5 × 3.5	19.6	2.0	0.02	7.43	145.60	130.5	New box culvert
El Arroyo Bridge at Sta.8+170	8.0 × 17.0	108.8	1.5	0.05	5.81	623.20	557.6	Bridge reconstruction
At Sta.9+350	2-3.0 × 3.0	14.4	1.6	0.02	5.99	86.30	85.4	New box culvert
At Sta.10+630	2 - 2.5 × 2.5	10.0	3.5	0.02	7.85	78.50	77.4	New box culvert

Masaya-Catarina-Nandaime Section

Location	Channel		Hydraulic Gradient (%)	Coefficient n	Average Velocity (m/sec)	Discharge Capacity (m ³)	Maximum Runoff (m ³ /sec)	Remarks
	Section Height and Width (m)	Area (m ²)						
Mayari Bridge at Sta.58+960	5.0 × 15	60.0	1.7	0.05	4.94	296.60	291.7	Existing bridge
El Arroyo No. 2 Bridge at Sta.61+380	2.5 × 9.0	18.0	4.5	0.05	5.27	94.90	88.9	Existing bridge
El Arroyo No. 1 Bridge at Sta.62+750	3.5 × 23.0	73.6	2.2	0.05	5.52	402.70	393.0	Bridge reconstruction

El Coyotepe-Río Panamá Section

Location	Channel		Hydraulic Gradient (%)	Coefficient n	Average Velocity (m/sec)	Discharge Capacity (m ³)	Maximum Runoff (m ³ /sec)	Remarks
	Section Height and Width (m)	Area (m ²)						
At Sta.12+370	2 - 3.0 × 3.0	14.4	2.5	0.02	7.49	107.90	104.2	Existing box culvert 2-3.0×3.0

Río Panamá-San Benito Section

Location	Channel		Hydraulic Gradient (%)	Coefficient n	Average Velocity (m/sec)	Discharge Capacity (m ³)	Maximum Runoff (m ³ /sec)	Remarks
	Section Height and Width (m)	Area (m ²)						
At Sta.7+000	2 - 3.7 × 3.7	15.4	3.0	0.02	5.48	84.40	66.1	Existing box culvert Corrugated metal culvert 2-3.7×3.0

表5-18 各ボックスカルバートにおける流出量 (2)

Managua-Tipitapa Road

Location	Channel		Hydraulic Gradient (%)	Coefficient n	Average Velocity (m/sec)	Discharge Capacity (m ³)	Maximum Runoff (m ³ /sec)	Remarks
	Section Height and Width (m)	Area (m ²)						
At Sta.0+550	2 - 3.0 × 3.0	14.4	1.6	0.02	5.99	86.30	84.1	New box culvert

Telica-San Isidro Road

Location	Channel		Hydraulic Gradient (%)	Coefficient n	Average Velocity (m/sec)	Discharge Capacity (m ³)	Maximum Runoff (m ³ /sec)	Remarks
	Section Height and Width (m)	Area (m ²)						
Bridge at Sta.2+970	8.0 × 4.5	28.8	5.0	0.05	6.84	197.30	194.2	Existing bridge
Bridge at Sta.1+750	9.0 × 4.5	32.4	3.0	0.05	5.50	178.20	166.2	Existing bridge
Bridge at Sta.20+520	8.0 × 4.0	25.6	4.5	0.05	6.22	159.40	144.0	Existing bridge
Santa Amalia Bridge at Sta.23+200	15.0 × 4.0	48.0	2.6	0.05	5.42	260.20	255.0	Existing bridge
At Sta.24+830	3 - 3.0 × 1.85	13.3	4.0	0.02	9.43	125.80	110.6	Existing triple box culvert
Bridge at Sta.33+860	2 - 3.0 × 2.5	12.0	3.0	0.02	7.81	93.80	83.2	Existing bridge
Negarote Bridge at Sta.43+050	28.0 × 3.5	78.4	2.0	0.05	4.98	390.20	369.0	Existing bridge
Bridge at Sta.45+970	17.0 × 5.0	68.0	2.5	0.05	6.10	419.10	352.7	Existing bridge
Bridge at Sta.54+480	16.6 × 3.5	46.2	4.0	0.05	6.54	302.20	295.7	Existing bridge
El Arenal Bridge at Sta.61+430	50.0 × 4.5	180.0	1.0	0.05	4.29	773.40	678.3	Existing bridge
Los Cabros Bridge at Sta. 68+180	9.5 × 4.0	30.4	1.5	0.05	3.77	470.20	435.3	Existing bridge
Bridge at Sta.86+810	23.0 × 4.0	73.6	3.0	0.05	6.39	470.20	435.3	Existing bridge
Bridge at Sta.94+205	16.0 × 4.0	51.2	4.0	0.05	6.94	355.60	344.6	Existing bridge

5.2.5 橋梁設計

(1) 概要

プロジェクト道路上の既存橋梁は幅員7mから9.5mで、コンクリート床版橋、現場打ちT桁橋もしくは合成ガーダー橋である。橋台の大半は玉石積構造で、一部はコンクリート構造である。

マナグアーマサヤ道路には、ラ・モリタ, Est.2+250, エル・アロージョの3橋があるが、いずれも本道路の拡幅にともない架け替えを要する。

ナンダイメーサン・ベニト道路にある”エル・アロージョ No.1”橋は、現況の河床が洗掘されていること、河道の変更により現在の架橋位置が適切でないことから、架け替えを要する。

(2) 橋梁幅員

橋梁部の幅員は、前後の道路一般部と同様とする。

(3) 設計荷重

将来需要に対応すべく、設計荷重は”HS-20”とする。

(4) 下部工

橋台の標準構造は図5-19に示すようである。設計条件は”AASHTO Standard Specification for Highway Bridges”を参照のうえ、設定した。

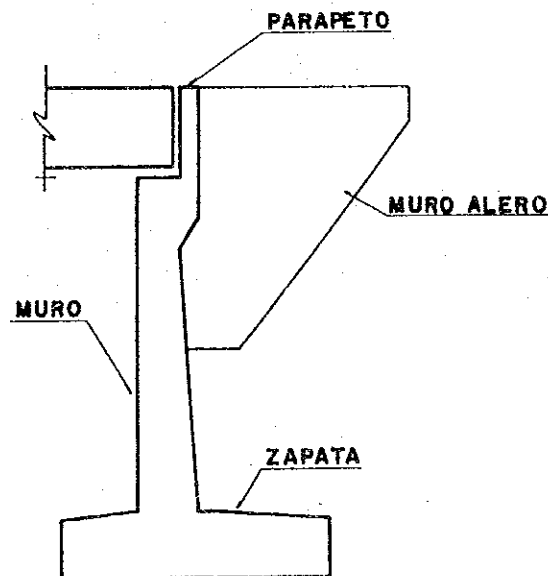


図5-19 橋台標準構造

(5) 上部工

橋長については、流出量の検討結果をもとに設定した。表5-19、表5-20に各橋梁タイプの適用スパン長及び概算コストを示す。床版橋、単純合成桁橋とも短スパンに適しており、コストもさほど差はない。これらのタイプはニカラグァ国において多くの実績がある。一方、PCガーダー橋は長スパンに適していると言える。以上のことから、プロジェクト道路上で架替を要する橋梁のタイプは次のように設定した。

ラ・モリタ橋 (マナグァー・マサヤ)	: コンクリート床版橋
エル・アロージョ橋 (マナグァー・マサヤ)	: 合成桁橋
エル・アロージョ No.1 橋 (ナンダイメーサン・ベニト)	: PC コンクリート ガーダー橋

表5-19 橋梁の標準スパンと概算コスト

Type	Span Length		Unit Cost (CS/m)
	20 m	50 m	
Concrete Bridges			
RC Slab	==		20,000 - 30,000
RC T-Beam	====		17,000 - 25,000
PC Hollow Slab	====		23,000 - 30,000
PC Composite Girder		====	28,000 - 45,000
Steel Bridge			
Simple Composite		====	30,000 - 40,000
Continuous I Sharp Girder		====	35,000 - 55,000
Simple Box Girder		====	50,000 - 80,000

Notes - RC: Reinforced Concrete
PC: Prestressed Concrete

表5-20 上部工のタイプ

Types of Superstructure	Applicable Span length (m)	Remarks
Reinforced Concrete Slab (RC-Slab)	5 - 10	Slab thickness 30-47 cm
Simple Composite Beam	18 - 30	Beam height 76-91 cm
Prestressed Concrete Girder (PC-Girder)	20 - 35	I-shaped

各橋梁の断面を図5-20~22に示す。

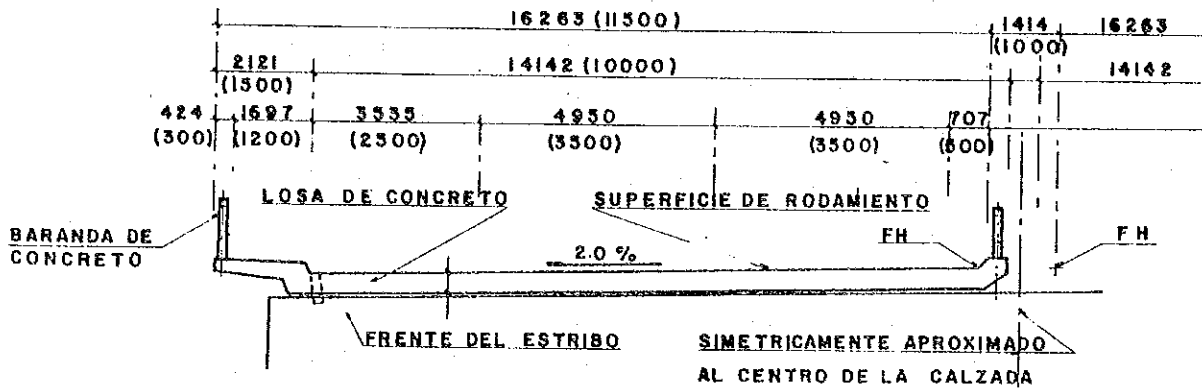


図5-20 架け替え橋梁断面図 (ラ・モリタ橋)

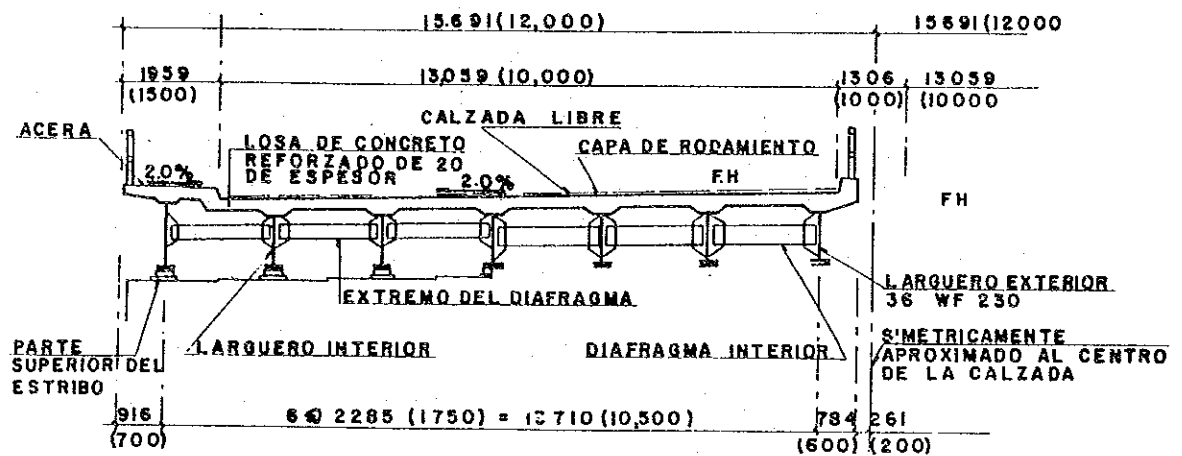


図5-21 架け替え橋梁断面図 (エル・アロジョ橋)

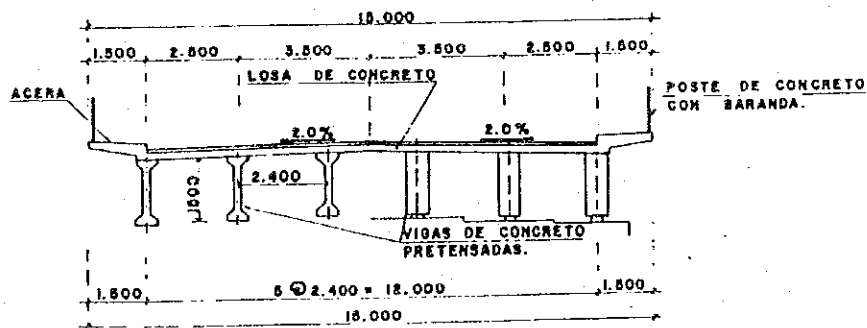


図5-22 架け替え橋梁断面図 (エル・アロジョ No 1橋)

設計条件は"AASHTO Standard Specification for Highway Bridges"を参照して設定した(表5-21, 5-22, 5-23参照)。

表5-21 構造用鋼材の仕様

Minimum Material Properties, Structural Steel (kg/cm ²)					
Type	Structural Steel	High-Strength Low-Alloy Steel		High Yield Strength, Quenched and Tempered Alloy Steel	
AASHTO Designation	M 183	M 223	M 222	M 244	
Equivalent ASTM Designation	A 36	A 572 Grade 50	A 588	A 514	A 517
Minimum Tensile Strength	4,000 (58,000)	4,600 (65,000)	4,900 (70,000)	7,700 (110,000)	7,000 (100,000)
Minimum Yield Point or Minimum Yield Strength	2,500 (36,000)	3,500 (50,000)	3,500 (50,000)	7,000 (100,000)	6,300 (90,000)
Pins, Rollers, and Rockers					
AASHTO Designation with Size Limitations	M 16 4" in dia. or less	M 102 To 20" in dia.	M 102 To 20" in dia.	M 102 To 10" in dia.	M 102 To 20" in dia.
ASTM Designation Grade or Class	A 108 Grades 1016	A 668	A 668	A 668	A 668
Minimum Yield Point, psi	2,530 (36,000)	2,300 (33,000)	2,600 (37,500)	3,500 (50,000)	3,500 (50,000)

Note: kg/cm², () are in pounds per square inch.

表5-22 鉄筋の許容引張応力

Type	Structural Steel	High-Strength Low-Alloy Steel		High Yield Strength, Quenched and Tempered Alloy Steel	
AASHTO Designation with Size Limitations	M169	M102	M102	M102	M102
ASTM Designation Grade or Class	A108 Grades 1016 1030 incl.	A668 Class C	A668 Class D	A668 Class F	A668 Class G
Stress in Extreme Fiber, kg/cm ²	2,000 (29,000)	1,800 (26,000)	2,100 (30,000)	2,600 (40,000)	2,600 (40,000)
Shear, kg/cm ²	1,000 (14,000)	900 (13,000)	1,050 (15,000)	1,400 (20,000)	1,400 (20,000)

Note: kg/cm², () are in pounds per square inch.

表5-23 構造用鋼材の許容応力

Type	Structural Carbon Steel	High-Strength Low-Alloy Steel		High Yield Strength, Quenched and Tempered Alloy Steel	
AASHTO Designation	M 183	M 223	M 222	M 244	
Equivalent ASTM Designation	A 36	A 572 Grade 50	A 588	A 514	A 517
Axial tension in members with holes for high strength bolts or rivets and tension in extreme fiber of rolled shapes girders, and built-up sections subject to bending. Satisfy both Gross and Net Section criterion.	1,400 (20,000)	1,900 (27,000)	1,900 (27,000)	Not Applicable	
Axial tension in members without holes. Axial compression, gross section: stiffeners of plate girders. Compression in splice material, gross section.	1,400 (20,000)	1,900 (27,000)	1,900 (27,000)	3,800 (55,000)	3,400 (49,000)
Shear in girder webs, gross section	850 (12,000)	1,200 (17,000)	1,200 (17,000)	2,300 (33,000)	2,100 (30,000)
Stress in extreme fiber or pins	2,000 (29,000)	2,800 (40,000)	2,800 (40,000)	5,600 (80,000)	5,000 (72,000)
Shear in pins	1,000 (14,000)	1,400 (20,000)	1,400 (20,000)	2,800 (40,000)	2,500 (36,000)
Bearing on pins not subjected to rotation	2,000 (29,000)	2,800 (40,000)	2,800 (40,000)	5,600 (80,000)	5,000 (72,000)
Bearing on power-driven rivets and high-strength bolts (or as limited by the allowable bearing on the fasteners)	1,000 (14,000)	1,400 (20,000)	1,400 (20,000)	2,800 (40,000)	2,500 (36,000)

Note: kg/cm², () are in pounds per square inch.

5.2.6 その他構造物設計

流出能力の検討結果より下記に位置する既存パイプカルバートについてはボックスカルバートにすべきである。

表5-24 既存パイプカルバートをボックスカルバートにすべき箇所

Improvement Section	Station	Size of Box Culvert
Managua-Masaya	9+330	2 - 3.00 × 3.00 (Double)
	10+600	2 - 2.50 × 2.50 (Double)
Masaya-Río Panamá	7+440	2 - 1.50 × 1.50 (Double)
Río Panamá-San Benito	2+970	2.00 × 3.00
	6+430	2.00 × 2.50
San Cristobal-Río Panamá	0+130	2 - 3.00 × 3.00 (Double)
Telica-San Isidro	24+070	1.50 × 2.00
	57+310	1.50 × 2.50
	81+500	2.00 × 3.00
	82+070	1.50 × 2.50
	83+310	1.50 × 2.50
	84+570	2 - 1.50 × 2.00 (Double)

5.3 施工計画

5.3.1 概要

施工計画についての検討内容は主として次のものから成る。

- ・ 施工法の設定
- ・ 建設工期の設定

5.3.2 施工法の施設

(1) 機械化施工

経済的な施工、短い工期でのプロジェクトの実現のため機械化施工を適用することとした。

(2) 土工

盛土工については、部分拡幅（路肩部分の拡幅）の場合、サイドボロウ法を採用し、2車線から4車線への拡幅の場合には、客土を考えるとともに前後区間から発生する掘削土をも極力利用することとした。

路床材については、表5-25に示す土取場からの客土を考慮することとした。

表5-25 土取場候補地

Location of Borrow-Pits	Type of Soil	Remarks
East San Luis (3.2 km north of El Coyotepe)	Clay Sand	Managua-Masaya Managua-Tipitapa Nandaine-San Benito
San Jacinto (12.5 km east of Telica)	Tuffaceous Clay	Telica-San Isidro

(3) 舗装工

舗装材については次のように考えることとした。

- 材料 : 下層路盤 : 砂混じり砂利
上層路盤 : 粒度調整採石
- 調達先 : マナグアーマサヤ : PROINCO 採石場
マナグアーティピタパ ベラクルス
ナンダイメーサン・ベニト
: テリカーサン・イシドロ : コスマパ採石場

アスファルト混合物については、各プロジェクト道路沿いにアスファルトプラントを設置し調達することとした。

(4) マナグアーマサヤ道路拡幅工事

当該拡幅工事は段階施工（切り回し施工）を考えた。施工手順の詳細は付録A5.4に示した。

5.3.3 建設工期の設定

(1) 工期設定条件

当該建設規模及び必要建設機械、プラント数等を勘案して最大建設工期を3年と考えた。

建設稼働日数については、対象地域での過去の実績等を勘案の上、次のように考えた。

- ・雨期（5月～10月）：20日
- ・乾期（11月～4月）：25日

(2) 建設工期

前述の条件をもとに、各プロジェクト道路の建設工期は図5-23に示すように設定した。

Project Road	Section	1997												1998												1999											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Managua - Masaya	Managua - Ent. Ticuantepe	PLAN-1												PLAN-2																							
	Ent. Ticuantepe-El Coyotepe																																				
	El Coyotepe-Masaya																																				
Managua - Tipitapa																																					
Nandaimé - San Benito	Masaya-Catarina																																				
	Catarina-El Guanacaste																																				
	El Guanacaste-Nandaimé																																				
	El Coyotepe-Río Panama																																				
	Río Panama-San Benito																																				
Telica - San Isidro	Telica-Mal Paisillo																																				
	Malpaisillo-El Jicaral																																				
	El Jicaral-La Unión																																				
	La Unión-San Isidro																																				

Note: Plan-1: Improvement of intersection "Colonia Centroamerica" with at-grade intersection

Plan-2: Improvement of intersection "Colonia Centroamerica" with at-grade intersection

図 2-23 各プロジェクト道路の建設期間

5.4 維持管理計画

5.4.1 ニカラグァ国における維持管理の現状

ニカラグァ国においては、道路維持事業は実施期間、実施規模によって区分されていない。表5-25に過去の維持管理事業の実績、1994年の当該事業計画の概要を示す。

表5-25 道路維持管理事業の概要

Item	1992 (km)	1993 (km)	1994	
			(km)	(Córdobas)
1. Paved roads				
- Patching	1,138.32	634.48	715.06	3,950.01
- General cleaning	1,193.55	338.04	456.99	1,790.02
- Pavement marking	100.25	137.00	46.00	460.00
2. Unpaved roads				
- Surface repair	673.32	808.28	762.07	17,080.27
- Leveling	1,234.33	1,104.52	580.81	1,219.70

5.4.2 維持管理事業への提案

プロジェクト道路の維持管理事業はルーティンメンテナンス、ペリオディックメンテナンス、インシデンタルメンテナンスの3つに分離して行なうべきである。

(1) ルーティンメンテナンス

ルーティンメンテナンスは日常の路面、法面、排水施設、橋梁等の状況の検査、モニターをもとに行なう。当該検査、モニターは1日毎、少なくとも1週間毎に実施されるものとする。

(2) ペリオディックメンテナンス

ペリオディックメンテナンスは週間、月間ないし年間ベースの詳細な検査、各種試験に基づき1年から3年毎に行なう。概ね次のようなプログラムにて実施することが望ましい。

1年毎：

舗装の清掃

植樹帯のメンテナンス

側溝、カルバートの清掃

舗装修復

2年～3年毎：

舗装のパッチング

法面の修復

橋梁のエキスパンションジョイント等の修繕

15年目（供用開始から）以降：

オーバーレイ、拡幅等

(3) インシデンタルメンテナンス

インシデンタルメンテナンスは交通事故、自然災害等で損傷した道路を現状に復旧するために実施するものである。

5.5 プロジェクトコストの算定

5.5.1 コスト算定条件

プロジェクトコストの算定は、概略設計、各工種の数量算定、施工法の検討及びプロジェクト道路の維持管理の検討のそれぞれの結果をもとに行なった。

本節で検討したプロジェクトコストは次の項目からなる。

- ・建設費
- ・設計及び施工監理費
- ・維持監理費
- ・オーバーレイコスト

プロジェクトコスト算定的前提は次のとおりとした。

- 1) すべての工事は請負契約にてコントラクターが行なう。
- 2) すべての工事単価は1993年の経済条件をもとに設定した。
- 3) プロジェクトコストは内貨と外貨に分けて算定することとした。輸入材及び建設機械（当国では輸入）は外貨に組入れることとした。
- 4) すべての建設費及び設計、施工監理費にはニカラグァ国の税金が課せられるものとした。
- 5) フィジカルコンティンジェンシーは建設費及び設計、施工監理費の10%とした。

5.5.2 建設費

(1) 工事単価

工事単価は労務費、材料費、機械費の解析をもとに設定した。

労務費

表5-26の労務単価を採用することとした。

表5-26 労務単価

Classification	Unit Cost per Day (C\$)
Foreman	92.00
Equipment Operator	92.00
Building Labor	92.00
Truck Driver	92.00
Common Labor	74.00
Skilled Labor	92.00

材料費

表5-27の材料単価を採用することとし、輸入材、内国材を区別した。

表5-27 材料単価

Description	Unit	Unit Cost (CS)	Domestic/Imported
Crushed Stone	m ³	167.23	Domestic
Sand	m ³	126.49	Domestic
Portland Cement	50 kg	20.22	Domestic
Reinforcing Bar	kg	4.13	Imported
Concrete	m ³	559.21	Domestic
Timber (2"x4")	m	1.06	Domestic
Steel Structure	kg	11.76	Imported
Gasoline	Gallon	14.60	Imported
Diesel Oil	l	7.14	Imported
Straight Asphalt	l	2.12	Imported
Metallic Pipe (D= 30",L= 1.0 m)	m	707.00	Imported

機械費

表5-28の機械単価を採用することとした。各機械単価は償却費、維持費（燃料費、スペアパーツ等）、管理費等からなる。

表5-28 機械単価

Equipment	Daily Cost (CS)
Aggregate Spreader	416
Bulldozer 200 HP	5,582
Bulldozer 75 HP	1,958
Dump Truck 12 t	2,100
Dump Truck 16 t	2,366
F.E. Loader 2.5 cy	3,084
Motor Grader 30,000 Lbs	5,582
Asphalt Finisher 130 HP	7,680
Tired Roller	1,550
Sheeps-foot Roller 130 HP	3,435
Tandem Roller 10 t	1,500
Flat Truck 3/4 t	760
Flat Truck 3 t	1,045
Flat Truck 10 t	1,524
Vibratory Drum Roller 130 HP	3,740
Water-tank Truck 1200 Gal	1,200

(2) 間接工事費

一般管理費、架設費等からなる間接工事費は直接工事費の33%として算定した。

(3) 税金

税金はニカラグァ国の法規にしたがい印紙税、市税、売上税からなるものとした。印紙税、市税はそれぞれ建設費の2%で算定、売上税は建設費及び印紙税、市税の合計額の15%で算定した。

プロジェクト道路毎の建設費の算定結果を表5-29に示す。