

ボリヴィア国

サンボルハ～トリニダ道路改良調査(PHASE II)  
ファイナルレポート

要約編

平成元年1月

国際協力事業団

開一

7-3)

89-015(1/7)





JICA LIBRARY



1075260181

19320



ボリヴィア国

サンボルハートリニダ道路改良調査(PHASE II)

ファイナルレポート

要約編

平成元年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

19320

## 序 文

日本国政府は、ボリヴィア国政府の要請に基づき、同国のサンボルハートリニダ間道路改良計画にかかる開発調査（Phase II）を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は立石俊一氏を団長とし、セントラルコンサルタント株式会社及び国際航業株式会社の専門家から構成される調査団を1987年9月より1988年3月まで、及び1988年6月より同年10月まで現地に派遣した。

調査団は、ボリヴィア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成元年1月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介





1989年1月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介 殿

伝 達 状

拝啓

本調査に関する最終報告書を正式に提出するに至りましたことは、我々の深くよろこびとするところであります。

この調査レポートは要約編、本編、図面集、技術仕様書、事業費積算書、5つの技術参考資料、及びティハムチ橋の検討書から成り、1987年9月から1989年1月までの間に実施した調査の結果を取りまとめたものであります。

我々は、この調査の実施により調査対象地域の交通路の整備、及び経済発展に寄与すると共に、ボリヴィア国の将来の発展に役立つことを期待しております。

ここに、この調査の実施について御指導と御支援を賜わった貴事業団、作業監理委員、在ボリヴィア日本大使館、並びにボリヴィア国道路公社（SNC）に対し、厚く御礼申し上げる次第であります。

敬具

立石俊一

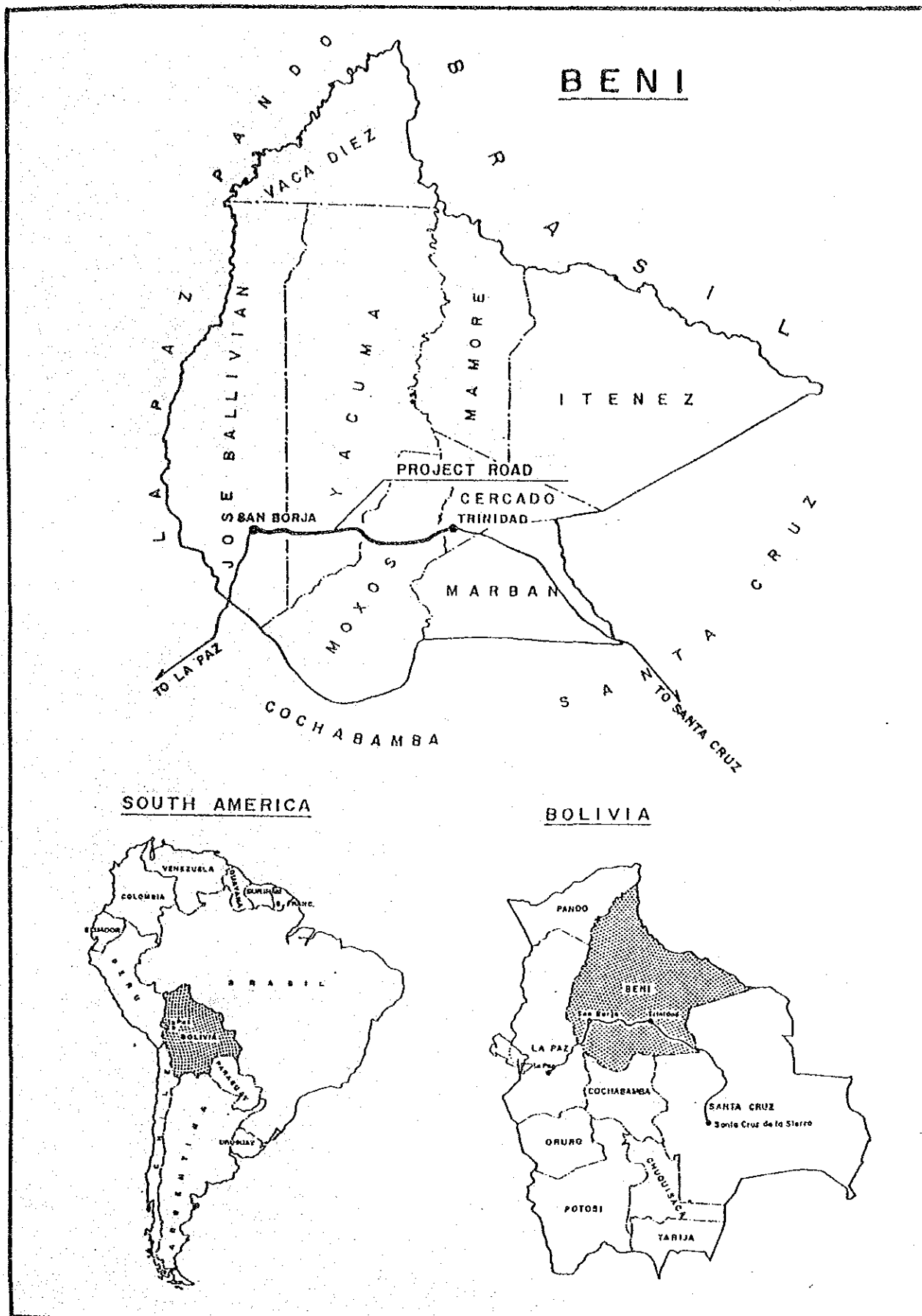
ボリヴィア国

サンボルハ～トリニダ道路

改良調査団長

(セントラルコンサルタント株式会社)





サンボルハートリニダ道路改良調査

位置図





写真-1

トリニダ起点:

トリニダ市の輪中堤と洪水状況



写真-2

トリニダ市から約8km地点:

イバレ川の現在フェリー運航状況



写真-3

トリニダ市から約10km地点 (プエルト・ガナデーロ):

マモレ川の侵食により岸壁が崩壊する状況

約3週間の間に5m以上削り取られた事を確認





写真-4

トリニダ市から約10km地点：

マモレ川の河道状況



写真-5

トリニダ市から約21km地点：

草原地域の現道と横断排水構造物  
状況



写真-6

トリニダ市から約22km地点：

ティハムチ川と現道状況

ティハムチ橋の架橋計画位置  
(橋長 136m)







写真-7

トリニダ市から約22km地点：

ティハムチ川付近の雨季の洪水状況

現道は完全に冠水している



写真-8

トリニダ市から約 107km地点：

エル・タヒーボ地域の雨季の現道状況

タヒーボ橋の架橋計画位置  
(橋長30.7m)

写真-9

トリニダ市から約 108km地点：

ティグレ川の8連コルゲートパイプと現道状況





写真-10

トリニダ市から約 119km 地点 :

森林地域の現道状況



写真-11

トリニダ市から約 208km 地点 :

クリラーバ川とその既設橋の状況

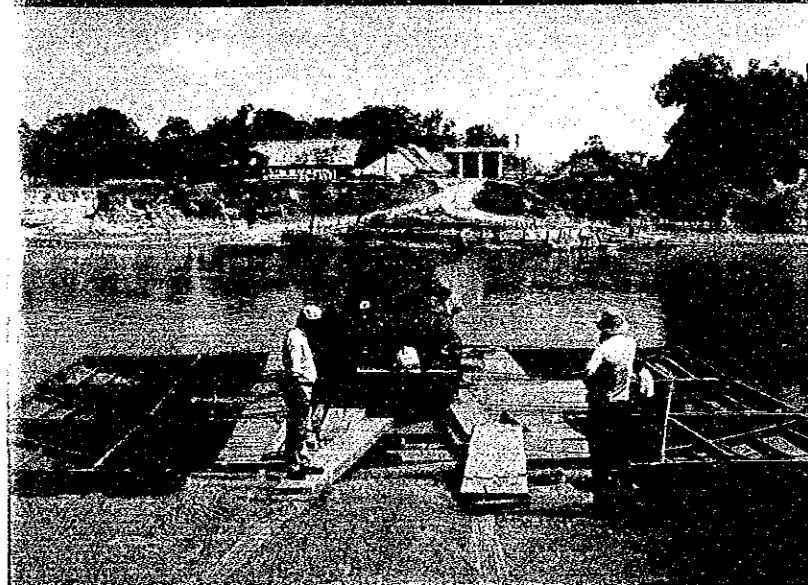


写真-12

トリニダ市から約 219km 地点 :

マニキ川のフェリーサービス状況

現在橋梁工事が行われ前方に橋台が見える



## 結論と勧告

### 1. 総括

1-1 本プロジェクトは、首都ラパスへの食料供給地帯であるベニ州、サンボルハ〜トリニダ間229Kmを結ぶ道路改良計画である。

1-2 1983年5月発令の法令No.547はサンボルハ〜トリニダを結ぶ道路の完成と維持が国家にとって最優先の目標であることを明らかにしている。

これら道路の緊急性は次の理由によると考えられる。

- (1) この地域の生産物を消費地へ結ぶスムーズで経済的な手段として
- (2) この地域の将来の開発を押し進めるための国内移民政策に不可欠なものとして
- (3) 国境地帯へ行政を浸透させる手段として

1-3 サンボルハ〜トリニダ間の全天候型道路の完成は、ボリビア国内の開発、発展に大きく寄与すると共に、国内の道路網形成の上からも重要な道路の一部である。

1-4 洪水地域の水の解析、マモレ川の渡河方法の検討等を実施した結果、全天候道路を建設することが技術的に可能である事を確認した。

1-5 建設費の低減を計るために設計にあたり、路肩幅員の縮小、舗装の段階建設、最大限の現道利用等を行った。

その結果プロジェクトコストは61,800,000US\$と算出された。

プロジェクトの建設工期は1990年より1993年までの4年間のとした。

1-6 本プロジェクト完成によってもたらされる走行便益、輸送便益等の年間の経済効果は、2003年に25百万US\$、2013年に41百万US\$と算定される。

1-7 本調査の結果、経済性の指標であるIRRは24.75%、便益・費用比率2.5、純現在価値75,185,000US\$と経済的にもフィジブルであることが確認された。

1-8 サンボルハートリニダ道路改良プロジェクトは、その投資効率の良さと波及効果の大きさから判断して、一日も早く実現されるべきプロジェクトである。

1-9 本プロジェクトの実施に当たっては、集中的な投資が必要となるため、国際金融機関の融資を受けることが合理的であり、有効である。その対象として米州開発銀行（IDB）が考えられる。

1-10 尚、米州開発銀行（IDB）は、その融資条件として、本調査には含まれていない、環境調査と社会階層別調査を実施することを求めている。

これらの調査は、SNCが実施することになっている。

## 2. プロジェクトの効果

2-1 本路線が完成することにより、ボリビアの二大都市であるラパスとサンタクルスが道路で連結されると共に、国内の主要都市を結ぶ大規模環状道路が形成されることになり、ボリビア国内の道路網の骨格が構成されることになる。

2-2 本プロジェクトの完成をはじめとする道路網の整備によって、情報伝達、物・人の交通条件が飛躍的に向上し、行政の効率化にも大きなプラスをもたらす。

2-3 これまで陸の孤島のイメージを有していたベニ州の州都トリニダが、本プロジェクトの完成により、他の主要都市との連携が強まることになる。また、トリニダを中心とした周辺の地域に対しても及ぼす波及効果は大きい。

2-4 現在、当該道路沿道部とラパスの間の牛、小麦などの物資輸送は、大半が航空機にその手段を依存している。

しかし、全天候型の道路の完成により道路交通が主要な輸送手段になる。

この輸送手段の変化は、物資輸送費の大幅な節減をもたらす。

2-5 雨季に通行不能であった道路が全天候型道路に改良されることにより、その沿線に広がる広大な後背地を対象に民間の開発投資を促す。道路沿線の開発は、国内のみならず国外に対して、国力、国の安定性を示すことになる。

### 3. プロジェクト実施のために

3-1 本プロジェクトに要する事業費は、1-5 に記したように1988年8月価格で61,800千US\$と算定された。

このうち、最も大きな割合を占める費用項目は、路盤および舗装用の骨材運搬費であり、全事業費の42%に及ぶ。

従って、工事の実施に当たっては、これらの運搬費の節減に意を注ぐべきである。

3-2 本道路は、ラバス、トリニダ、サンタクルスを結ぶ広域幹線国道の一部を成すものであり、本道路の両端につながる国道の整備と相まって、その効果が十分発揮される。

ラバス～サンボルハ道路、トリニダ～サンタクルス道路の未改良区間の改良整備を図ってゆくことは、本プロジェクトの建設による効果を高めるためにも必要である。

3-3 サンボルハ～トリニダ間には17橋の橋梁があるが、本プロジェクトで建設する10橋を除いた7橋については、SNCによって本プロジェクト着工前に完成させる事が前提条件となっている。

3-4 本プロジェクトの工事においては、雨季以前に施工した部分が洪水によって破損したり、雨季の交通等によって品質低下を招いたりすることのないよう、雨季対策を十分考慮した施工計画を立て、それを確実に実施しておくことが肝要である。

例えば、土工工事においては盛土に着手した箇所は路盤工までを、コルゲートパイプ工事においては埋戻し及び呑吐口工までを、又、橋梁下部工工事においては橋台の保護盛土工までを、各々雨季前に仕上げておくようにしなければならない。

3-5 本道路の維持管理に当たっては、砂利舗装面の定期的整正と補修、横断配水管および橋台保護盛土の点検及び応急処置、フェリーポート及び運河の維持浚渫等が特に留意を要する事項である。



## 計 画 概 要

### 1. 計画規模

起点	ベニ州セルガード、トリニダ	
終点	ベニ州ホセ・バジビアン・サンボルハ	
延長		221.93Km
		(フェリー延長を除く)
土工延長		220.94Km
アスファルト舗装延長		10.37Km
砂利舗装延長		210.57Km
橋梁延長		0.99Km
フェリー運航延長 (マモレ川)		7.06km
計 (サンボルハ～トリニダ間)		228.99km

### 2. 規 格 (MANUALY NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS 1984: SNC)

道路区分	Class III
設計速度	100Km/h
車線数	2車線
総幅員	9 m
車道	7 m

### 3. 数 量

盛土		2,524,963 m <sup>3</sup>
舗装	アスファルト t = 6cm	71,000 m <sup>2</sup>
	砂利 t = 20cm	2,032,000 m <sup>2</sup>
コルゲートパイプ		177 ケ所
橋梁		17 橋
	(内7橋は1990年までに完成)	
	橋梁延長 17橋	987.2m (全体)
	10橋	381.9m (プロジェクト)
フェリーボート		2ヶ所
運河延長 (3ヶ所)		2,414m

4. 事業費 (1988年費用)

外貨分	37,122,000 US \$	60.1%	60.2%
内貨分	24,649,000 US \$	39.9%	—
税金	9,171,000 US \$		14.8%
その他	15,478,000 US \$		25.1%
合計	61,771,000 US \$	100.0%	100.0%

5. 建設工期

1990年 ~ 1993年

4年間

6. 建設予算計画

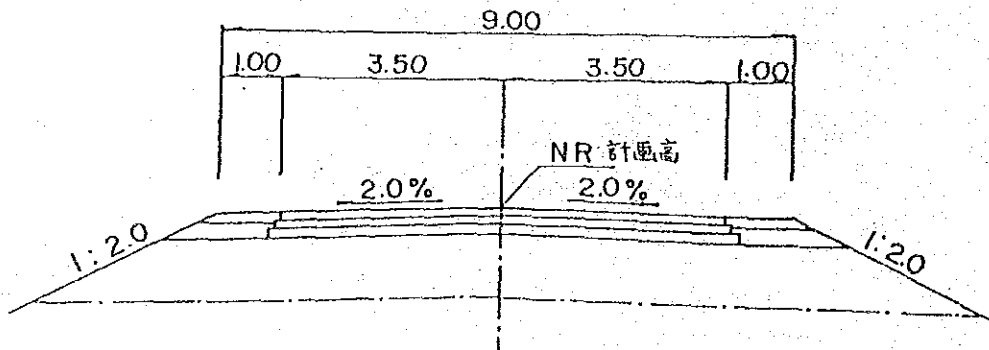
1990年	11,360,000 US\$
1991年	18,685,000 US\$
1992年	19,717,000 US\$
1993年	12,009,000 US\$
合計	61,771,000 US\$

7. 経済的妥当性

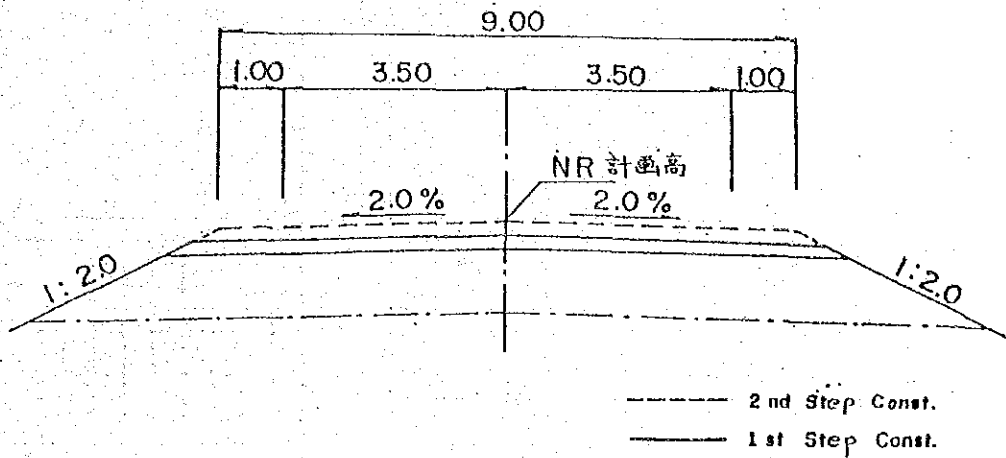
経済的内部収益率	24.75 %
便益・費用比率 (割引率 12%)	2.5
純現在価値 (割引率 12%)	75,185,000 US\$

8. 標準横断面図

(1) トリニダ～マモレ川



(2) マモレ川～サンボルハ



9. 交 通 量

	サンボルハ～物 伊 子 河					物 伊 子 河～ 大 橋 町 子 河					大 橋 町 子 河～ 大 橋 町 子 河					大 橋 町 子 河～ 伊 子 河				
	小型	中型	大型	*	計	小型	中型	大型	*	計	小型	中型	大型	*	計	小型	中型	大型	*	計
1984年 (現 況)	20	7	7	0	34	23	5	7	0	35	23	5	7	0	35	141	12	113	0	266
1994年 (開業初年度)	39	14	14	61	128	45	10	14	51	120	45	10	14	45	114	277	24	222	67	590
1998年	51	18	18	66	153	59	13	18	55	145	59	13	18	49	139	362	31	290	76	759
2003年	72	25	25	75	197	83	18	25	64	190	83	18	25	56	182	507	43	407	89	1,046
2008年	101	35	35	84	255	116	25	35	71	247	116	25	35	63	239	711	61	569	102	1,443
2013年 (開業20年目)	141	48	49	93	332	162	35	49	83	329	162	35	49	71	317	996	85	798	116	1,995

\* 転換交通量 (大型)

10. 工程表

工事種別	数量	1990年			1991年			1992年			1993年			摘要
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	
工事種別	数量	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	摘要
準備	1347 ha													タイハムチ橋舎む
土開	579 ha													
既設コルゲートパイプ体	930 m													
コルゲートパイプ体	3,935 m													
路床	1,240,982 m <sup>3</sup>													
路床	373,709 m <sup>3</sup>													
路床	2,159,903 m <sup>2</sup>													
橋下	10箇所													
上表路	438,357 m <sup>3</sup>													
防	7,179 m <sup>3</sup>													
橋	70,781 m <sup>2</sup>													
上表路	20,223 m <sup>2</sup>													
防	8,892 m													

機 械 名	※台数	1990年			1991年			1992年			1993年		
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
ブルドーザー (21t)	26												
バックホウ (0.6 m <sup>3</sup> )	6												
トラクタ (0.6 m <sup>3</sup> )	4												
ダンプトラック (2.1 m <sup>3</sup> )	141												
タイヤローラー (11t)	4												
タイヤローラー (20t)	2												
振動ローラー	2												
モーターグレーダー (3.7 m)	6												
コンクリートミキサー (0.6)	1												
アスファルトブランチ	1												
フィニッシャー	1												
チャンカドラー (一式)	1												

※常時必要機械台数

CANTIDAD OBRA Y COSTO DE PROYECTO Unidad: US \$

Tipo de Obra	Nombre del Trabajo	Tamaño y Tipo	Unidad	Volumen	Costo Unitario			Costos			Sub Total
					M.L.		M.E.	M.L.		M.E.	
					Imp.	Otros		Imp.	Otros		
Terraplen	Descapote		ha	1,347.16	240.00	270.0	1,020.00	323,318.40	363,733.20	1,374,103.20	2,061,155
	Desbosque y limpieza		ha	578.90	618.44	696.33	2,617.78	358,014.92	403,105.44	1,515,432.84	2,276,553
	Relleno (terroplén)		m³	1,222,408.00	0.30	0.35	1.26	366,722.40	427,842.80	1,540,234.08	2,334,799
	(subrasante)		m³	1,302,555.00	0.12	0.16	0.53	156,306.60	208,408.80	690,354.15	1,055,070
	Transporte de tierra		juego	1.00	-	-	-	357,848.24	356,039.84	1,804,501.98	2,518,390
	Acabado		m²	2,159,303.00	0.013	0.018	0.054	28,078.74	38,878.25	116,634.76	183,592
Res. de Tubos	Con excavación		juego	1.00	-	-	-	2,562.02	6,036.13	9,122.87	17,721
	Sin excavación y relleno		juego	1.00	-	-	-	424.25	2,198.26	949.58	3,572
Colocación de Tubos Corrugados	Excavación		m³	19,152.81	0.15	0.22	0.59	2,872.92	4,213.62	11,300.16	18,387
	Fundación		m³	3,621.74	0.57	1.49	2.03	2,064.39	5,396.39	7,352.13	14,813
	Colocación de tubos		juego	1.00	-	-	-	303,535.00	220,076.54	1,012,280.36	1,535,892
	Material de relleno		m³	29,718.96	0.57	1.49	2.03	16,939.81	44,281.25	60,329.49	121,551
Cabezales	Hormigón		m³	3,067.70	7.10	49.82	8.32	21,780.67	152,832.81	25,523.26	200,137
	Fundaciones		m²	10,762.34	0.19	1.41	0.26	2,044.84	15,174.90	2,798.21	20,018
	Encofrado		m²	14,176.77	1.00	8.83	0.12	14,176.77	125,180.88	1,701.21	141,059
	Enladrillado		m³	2,591.01	10.43	88.80	5.43	27,024.23	230,081.69	14,069.18	271,175
	Capa de hormigón		m²	322.87	8.88	68.09	7.26	2,860.63	21,984.22	2,344.04	27,189
Pavimento	Capa superficial		m²	70,781.00	2.84	2.98	7.53	186,861.84	210,927.38	532,980.93	930,770
	Capa base		m²	7,179.00	10.17	12.90	42.63	73,010.43	92,609.10	306,040.77	471,660
	Pavimentación de berma		m²	20,223.00	1.40	1.74	5.64	28,312.20	35,188.02	114,057.72	177,558
	Subbase		juego	1.00	-	-	-	3,172,915.04	3,995,133.80	13,637,818.21	20,805,857
Trabajos Complementarios	Zanjas de encause		m	1,300.00	0.30	0.44	1.18	390.00	572.00	1,534.00	2,496
	Defensa		m	8,892.00	5.91	1.74	14.05	52,551.72	15,472.08	124,932.60	192,956
	Canales de desvío fluvial		m	270.00	7.44	9.60	30.48	2,008.80	2,592.00	8,229.60	12,830
	Señalización		juego	1.00	-	-	-	5,128.32	13,373.97	14,070.65	32,573
	Marcas en el pavimento		m	25,341.19	0.02	0.18	-	526.82	4,741.40	-	5,268
	Oficina administrativa		m²	4,380.00	28.00	252.00	-	122,640.00	1,103,760.00	-	1,226,400
	Oficina para transbordador		m²	214.00	28.00	252.00	-	5,992.00	53,928.00	-	59,920
Estructura	Instalaciones de transbordador		juego	1.00	-	-	-	273,709.13	438,230.88	1,092,967.75	1,804,908
	Puentes	9 Puente	puente	-	-	-	-	242,280.20	773,754.91	782,880.11	1,798,915
		Tijachí	puente	-	-	-	-	214,333.93	340,660.19	717,912.81	1,272,907
Detalle de Costos	Costo directos de construcción total (D)							6,367,235.26	9,706,408.73	25,522,456.65	41,596,101
	Costo generales (Administración) (G=D×25%)							1,591,764.74	2,426,591.27	6,380,543.35	10,398,899
	Costo de construcción total (C=D+G)							7,959,000	12,133,000	31,903,000	51,995,000
	Costo de Ingeniería (I=C×6.5%) (M.L. 40%, M.E. 60%)							307,000	1,299,000	1,844,000	3,380,000
	Costo de administración (A=C×1.5%)							71,000	709,000	-	780,000
	Total (T=C+I+A)							8,337,000	14,071,000	33,747,000	56,155,000
	Contingencias (B=T×10%)							834,000	1,407,000	3,375,000	5,616,000
	Costo del proyecto (T+B)							9,171,000	15,478,000	37,122,000	61,771,000
	Proporción							14.8 %	25.1 %	60.1 %	-
	Costo del proyecto sin impuestos							-	15,478,000	37,122,000	52,600,000
	Proporción							-	29.4 %	70.6 %	-



# 目 次

まえがき

位置図

現地調査写真

結論と勧告

1. 概 要 .....	1
1. 1 調査の背景 .....	1
1. 2 調査の目的 .....	1
1. 3 調査の対象 .....	2
1. 4 調査の方法 .....	4
1. 5 プロジェクトの計画諸元 .....	5
2. 現地調査及びモザイク写真の作成 .....	6
2. 1 基準点測量と多角測量 .....	6
2. 2 空中三角測量とモザイク写真作成 .....	6
2. 3 土質調査 .....	7
2. 4 骨材調査 .....	7
3. 設 計 .....	9
3. 1 設計基準 .....	9
3. 2 道路設計 .....	9
3. 3 舗装設計 .....	11
3. 4 橋梁設計 .....	12
3. 5 横断排水管設計 .....	14
3. 6 フェリー施設設計 .....	15
4. 施工計画 .....	17
5. 工事数量及び事業費 .....	18

6. 維持管理費 .....	20
7. 経済評価 .....	21
7. 1 本プロジェクトのインパクト .....	21
7. 2 経済分析・評価 .....	21



# 1. 概 要

## 1. 1 調査の背景

ボリビア共和国の首都ラパスと、ペニ州の州都トリニダを結ぶ国道3号線の全天候型道路としての早期完成は、長い間、同共和国における最優先プロジェクトとして、位置づけられてきた。

この3号線の改良整備は、ラパス側から、逐次進められてきており、現在、サンボルハまでは一部を除き、一応整備の目途がたっている。これに対し、サンボルハからトリニダまでの約230 kmの区間は、雨期には通行不能となる現道があるのみであり、残された最後の要改良区間である。従って、この区間を改良すれば、上記の広域の環状道路全体が、年間を通して通行可能な道路として、完成することとなる。

このような状況のもとで、1985年ボリビア政府の要請をうけた日本政府は、このサンボルハ～トリニダ間の道路改良のための調査を二国間技術協力として実施することとなったものである。

先ず、1985年10月から1987年7月にかけて、現地状況の調査と技術的検討を目的とした第1段階の調査（Phase I 調査）が実施された。この技術的検討は、ほぼフィージビリティスタディのレベルで実施されている。

このPhase I 調査の結果を受けて、引続きボリビア政府の要請により日本政府は、本道路改良プロジェクトに関するより詳細な現地調査、道路設計、経済評価等を内容とする第2段階の調査を実施することとなった。これが、今回の調査（Phase II 調査）である。

このため、国際協力事業団は、1987年6月～7月に公式ミッションをボリビアに派遣して、Phase II 調査の方針と内容を協議し、Scope of Work を締結した。

国際協力事業団は、この S/Wに基づき、1987年9月調査実施のための調査団をボリビア国に派遣した。調査団は、1988年10月までにPhase IIに係る調査を終え、その成果をドラフトファイナルレポートにとりまとめた。

なお、本道路改良プロジェクトの工事は、IDBの融資によって実施されることが期待されている。

## 1. 2 調査の目的

本調査の目的は、ボリビア国サンボルハ～トリニダ道路の改良計画に関し、既に実施したPhase I 調査をもとに、技術的、経済的側面から検討を加え、本道路を年間を通して通行可能な全天候型の道路に改良、整備するため、必要な諸調査と設計を行い、併せて道路改良がもたらす社会的、経済的効果を推定し、分析することである。

さらに、本調査の実施を通じて、ボリビア側技術者への技術移転がなされることも目的の一つ

である。

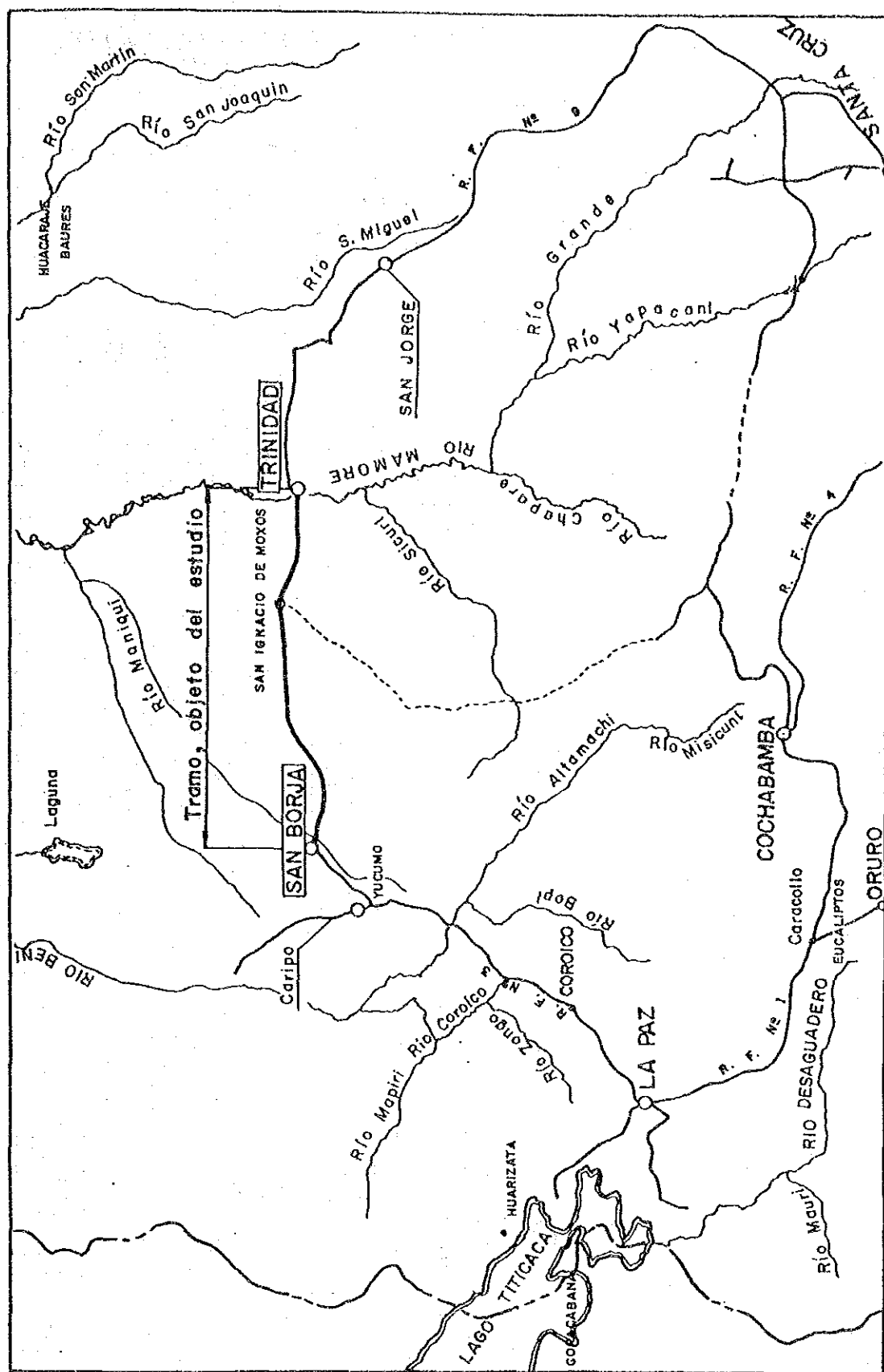
### 1.3 調査の対象

本プロジェクトの対象区間は、ボリビア国ベニ州ホセ・バジビアン・サンボルハから同州セルカード県トリニダに至る延長約 230kmの間である（図1-1参照）。

この間に存在するマモレ川は、フェリーで渡河する計画であるため、これを除いた対象道路延長は約 222kmである。ただし、マモレ川に建設するフェリーポート及び運河は、本調査の対象に含まれる。

また、本対象区間には、橋梁17橋が計画されているが、うち8橋は、本プロジェクトの先行工事として建設される計画であるため、本調査の対象から除外される。

ただし、この8橋のうちティハムチ橋については、本調査の最終年次に至り、ボリビア政府より同国側が提示する同橋の建設費と建設工程計画を本調査に組み入れてほしい旨の要請が出されたため、この要請に基づく事項のみ調査の対象に加えている。

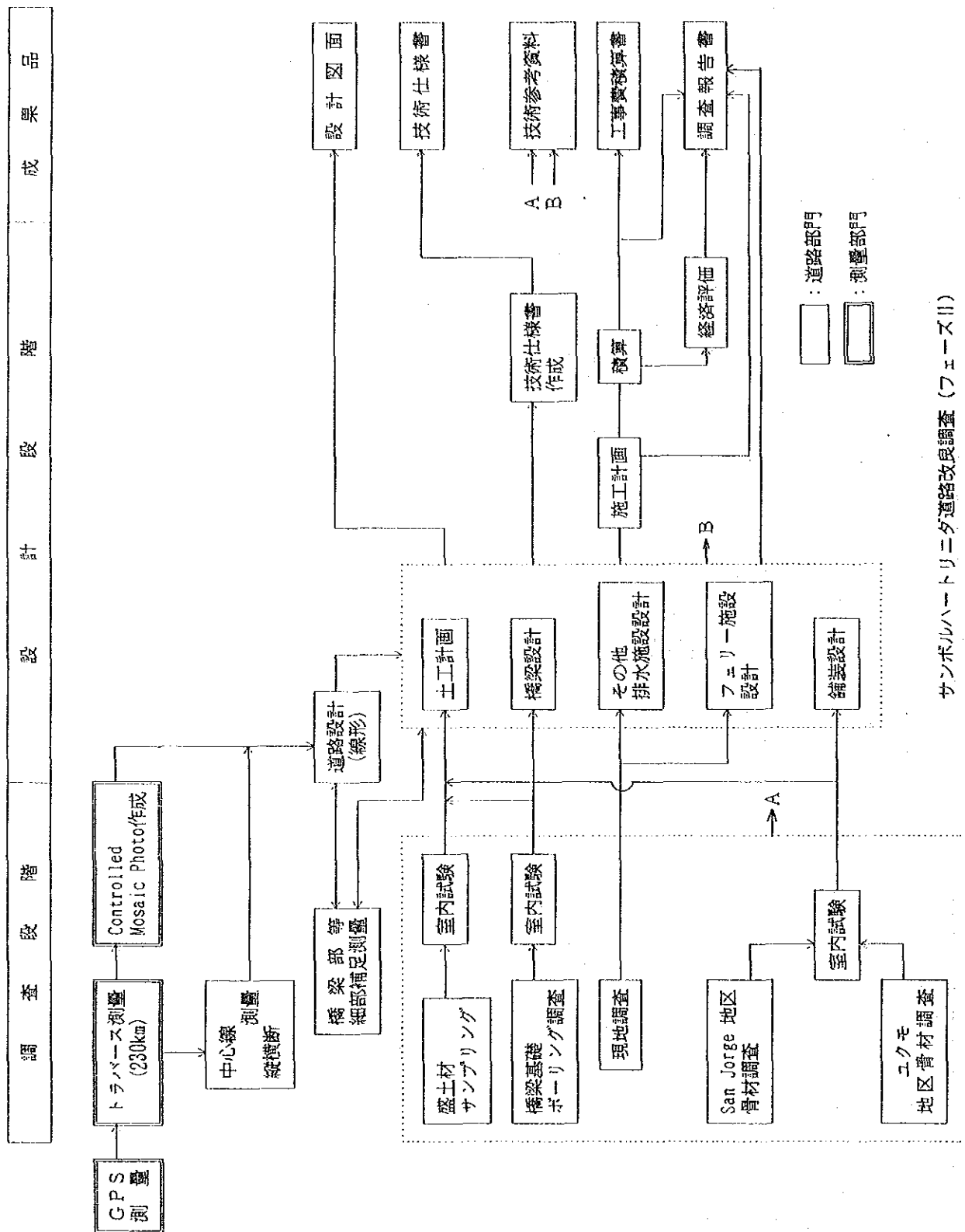


Nota: R.F. n. Red Fundamental

図1-1 調査位置図

1.4 調査の方法

前述の調査目的を達成するため、Phase II調査は、図1-2に示す調査実施フローにより実施した。



サンボルハートリニダ道路改良調査 (フェーズII)

図1-2 フォークフローチャート

## 1.5 プロジェクトの計画諸元

### (1) 対象区間

ボリビア国ベニ州ホセ・バジビアン・サンボルハ～同州セルカード県トリニダ

### (2) 計画諸元

幅員	道路幅員	9.0m
	車線幅員	$3.5 \times 2 = 7.0\text{m}$
延長	道路延長	221.9km
	航路延長	7.1km (マモレ川)
	計	229.0km
主要構造物	橋梁	17ヶ所 合計延長 987.2m
		(うち、7橋は、本プロジェクトの先行工事として、建設中又は建設の予定である)
	フェリーボート	2ヶ所 (マモレ川)
	運河	3ヶ所 (マモレ川)
路面の種類	アスファルト舗装	
	ただし、サンボルハ～マモレ川間は、砂利道で供用。	

## 2. 現地調査及びモザイク写真の作成

### 2.1 基準点測量と多角測量

#### (1) GPS (Global Positioning System) による基準点測量

観測点数	三角点	1点
	基準点	8点
	方位点	9点
	計	18点

#### (2) GPS基準点を与点とする多角測量

観 測 : 8路線 (230km)  
埋 標 : 41 点 (約5 km間隔)

観測精度

路線 閉合差	A	B	C	D	E	F	G	H
方向角	-42"	+14"	-39"	-74"	-61"	-14"	-11"	-3"
座 標	1/13078	1/19491	1/13117	1/10439	1/21811	1/51178	1/13366	1/21196

### 2.2 空中三角測量とモザイク写真作成

#### (1) 空中三角測量

使用した標定点 : 60点

作 業 量 : 20コース 104モデル

精 度

ブロック	1	2	3	4	5	
コース No.	C 1 ~ C 7	C 8 ~ C 11	C 12 ~ C 13	C 14 ~ C 15	F 1 ~ F 5	
基準点残差	平面位置 (最大)	2.48 m	2.09 m	1.19 m	2.20 m	2.55 m
	平面位置 (中等)	0.96	1.08	0.69	1.01	1.63
	高 さ (最大)	- 0.70	1.43	- 1.37	1.80	- 0.78
	高 さ (中等)	0.39	0.36	0.53	0.50	0.42

## (2) 偏位修正モザイク写真図作成

写真図	176枚(ポリエステルシート84cm×59cm)
精度	1/25,000ネガフィルム上で0.2mm以内、1/2,000写真図上で最大2.5mm

## 2.3 土質調査

1) 全線にわたって、A-7、A-6、A-4及び一部A-2の土が分布しており、その構成割合(延長比)は、それぞれ45%、29%、23%及び3%程度である。

これらの土は、すべて盛土材料として使用することができる。また、一部箇所(A-7を除き、本道路の路床材として使用することができる。

2) トリニダ(起点)～マモレ右岸(10.4km地点)間の道路周辺の土(A-7)は、CBR値が1～3と低く、路床材としては不適當である。

しかし、この区間の終点部(マモレ川右岸の自然堤部)には良質土(A-4)が存在するので、これを路床材として使用することができる。

3) マモレ川左岸(10.4km地点)から約19kmの間の土(A-7及び一部A-6)は、その大半はCBR値が1～3と低いため、路床上部にはより良質の材料を使用することが望ましい。

このための路床上部用材料としては、マモレ川左岸自然堤部の良質土(A-4)を使用することができる。

## 2.4 骨材調査

選定された骨材採取場及び骨材の種類

### 1) 下層路盤材

・サンボルハ側(サンボルハ～測点29.1km地点間)

カリボ、ダルタニアン川 —— 切込砂利

両箇所(サンボルハ側)の砂利の混合使用が推しよされる。

・トリニダ側(トリニダ～測点29.1km地点間)

セロ・チコ —— 切込碎石

### 2) 上層路盤材及び表層用骨材

・トリニダ側(トリニダ～マモレ川間)のみに使用)

セロ・サンホルヘ(ヤシメントNo.1) —— 粒度調整碎石

### 3) 橋梁コンクリート用骨材

#### ・サンボルハ側

キキベイ川 ——— 細骨材 (砂)

————— 粗骨材 (砂利) \*

\* この粗骨材は、高度強度コンクリートには使用できない。

アルト・ベニ川 ——— 粗骨材 (砂利)

#### ・トリニグ側

セロ・サンホルへ (ヤシミアントNo.1) ——— 粗骨材 (碎石)

キキベイ川 ——— 細骨材 (砂)



### 3. 設 計

#### 3. 1 設計基準

##### 1) 道 路

“ MANUAL Y NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS ” 1984 ; S N C

##### 2) 舗 装

“ AASHTO Interim Guide ”

##### 3) 橋 梁

“ AASHTO— Standard Specifications for Highway Bridge ”

A C I 基準

#### 3. 2 道路設計

##### (1) 幾何構造

表3.2-1 幾何構造

項 目		基準値	使用値	
地 形		平 地	平 地	
設 計 速 度 (km/h)		100	100	
最小曲線半径 (m)		415	425	
最急縦断 勾 配 (%)	最 小 値	5	3	
	望ましい値	4		
視 距 (m)	停 止	155	208	
	追 越	425		
横断勾配 (%)	最 小 値	8	—	
	望ましい値	6	6	
縦 断 曲 線 (K)	凸	最 小 値	58	
		望ましい値	107	
	凹	最 小 値	36	50
		望ましい値	52	
建築限界高さ (m)		5.5	5.5以上	

(2) 標準断面

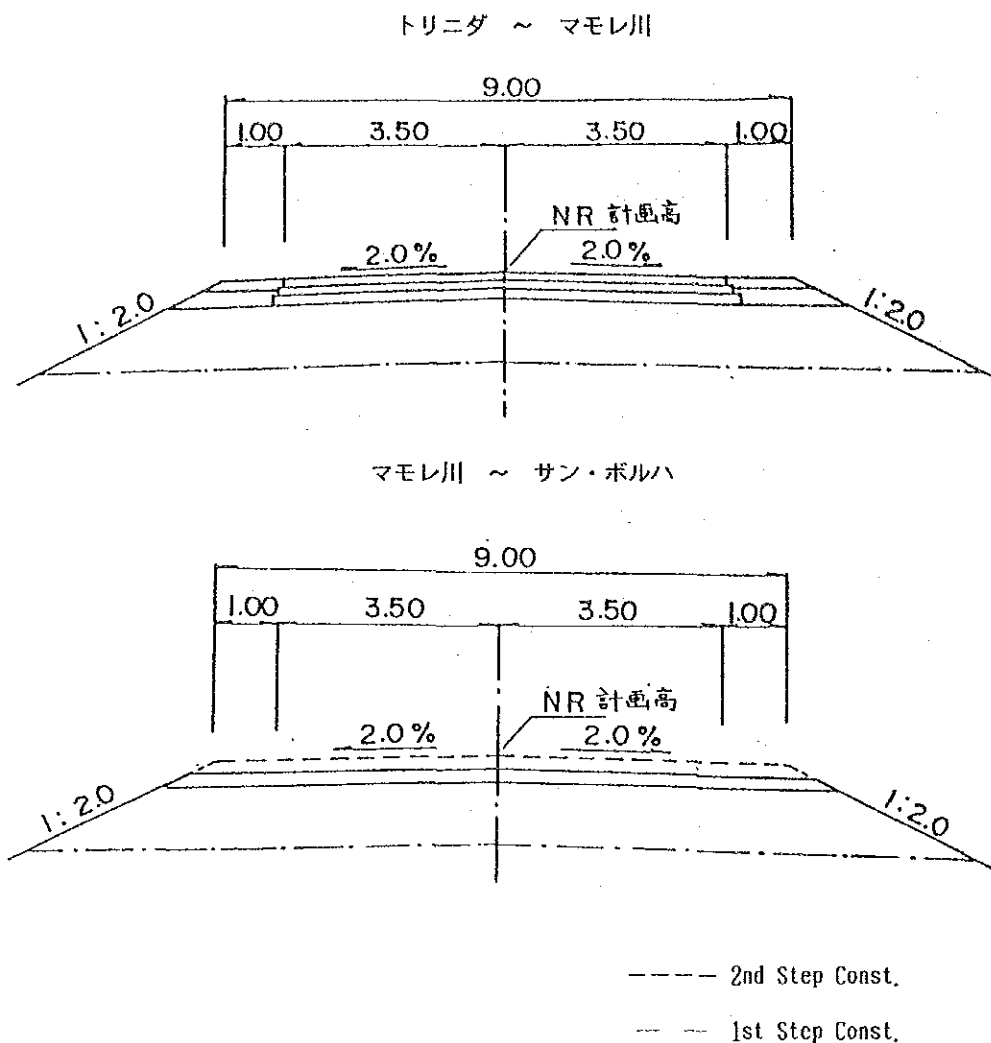


図3.2-1 標準断面図

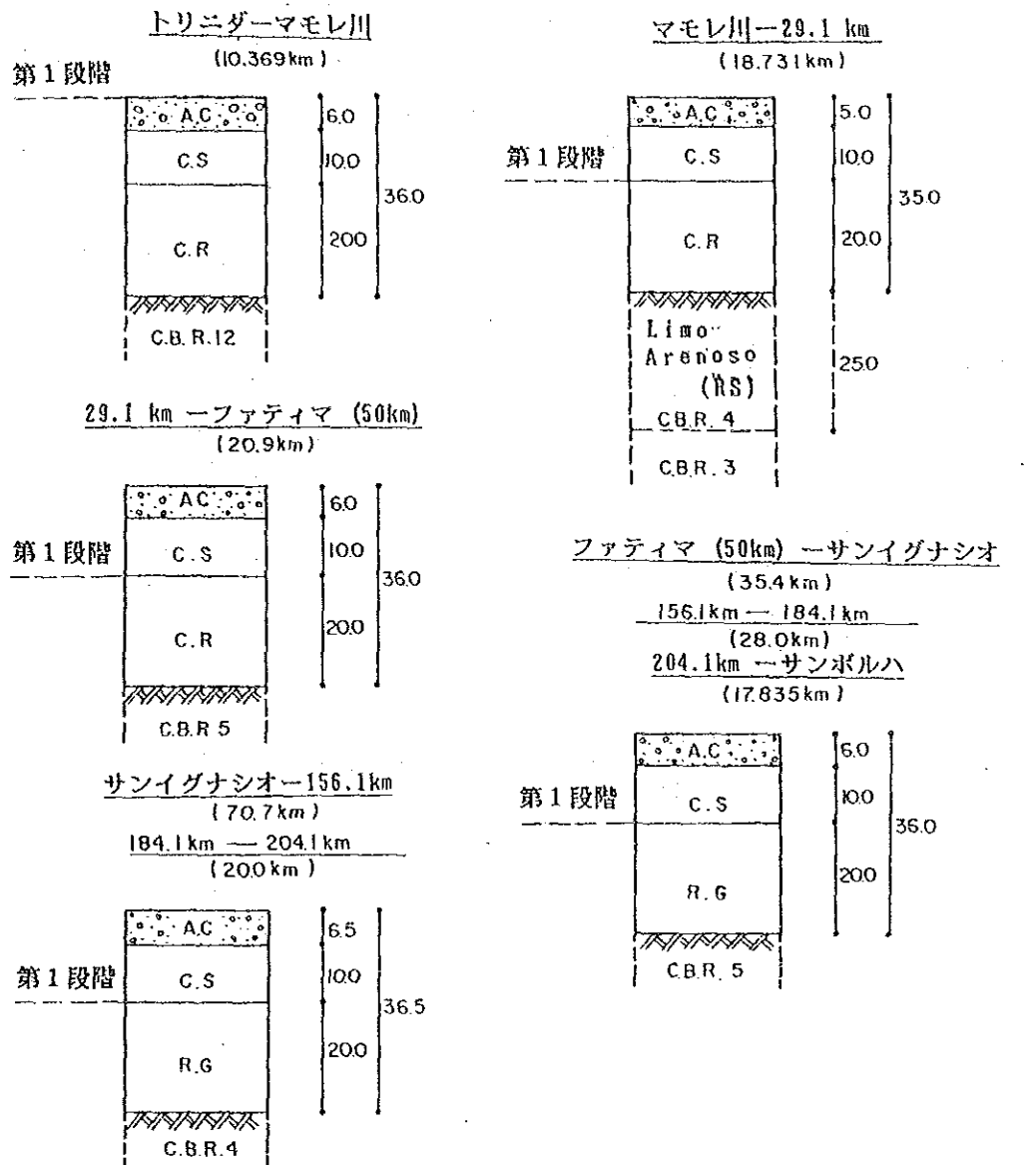
(3) 平面線形

路線選定においては、極力、既存道を利用（包含）するよう配慮した。

(3) 縦断線形設定の方針

- 1) 幾何構造基準に準拠すること。
- 2) 冠水地域における下層路盤面の計画高は、phase Iで設定したHWL (154.80m) から60cm以上を確保する。
- 3) 非冠水地域における下層路盤面の計画高は、現地盤高から60cm以上を確保する。  
但し、極部的に地盤が高い場合はこの限りではない。
- 4) 架橋計画部は橋梁計画に合わせた高さとする。
- 5) 現道の掘削は行わない。但し、極部的に現道が高い場合はこの限りではない。

### 3.3 舗装設計



- A.C.: Concreto Asfáltico (mezcla en caliente, de Cerro San Jorge) ... capa superficial  
 C.S.: Piedra Triturada (de San Jorge) ..... capa base (CBR 80)  
 C.R.: Triturado sin cribar (de Cerro Chico) ..... capa subbase (CBR 60)  
 R.G.: Grava de Rio (de Caripo y Rio Dartagnan)..... capa subbase (CBR 60)  
 R.S.: Limo Arenoso de Rio (la izquierda de Rio Mamore) ..... subrasante mejorada  
 (CBR 4以上)

図3.3-1 舗装構成図

3. 4 橋梁設計

表 3.4 - 1 橋長及び支間長

Progresiva (測 点)	Ubicacion (橋 名)	Longitud de Puente (橋 長) (m)	Luz de Tramo (支 間) (m)	Nota
No. 0+693.0	サン ファン	25.660	25.000	
No. 3+446.0	サン グレゴリオ	25.660	25.000	
No. 6+000.0	フェルト アルマセン	25.660	25.000	
No. 20+129.0	アミスター	30.660	30.000	
No. 23+900.0	シ ク リ	30.660	30.000	
No. 107+558.0	タ ヒ ボ	30.660	30.000	
No. 116+292.0	ム ル リ ー タ	30.660	30.000	
No. 203+493.0	ク リ ラ ビ ー タ	20.660	20.000	
No. 208+825.0	ク リ ラ バ	25.660	25.000	

橋 種 : プレストレストコンクリート単純合成桁  
 橋 台 : 中抜き橋台  
 基 礎 : コンクリート杭基礎

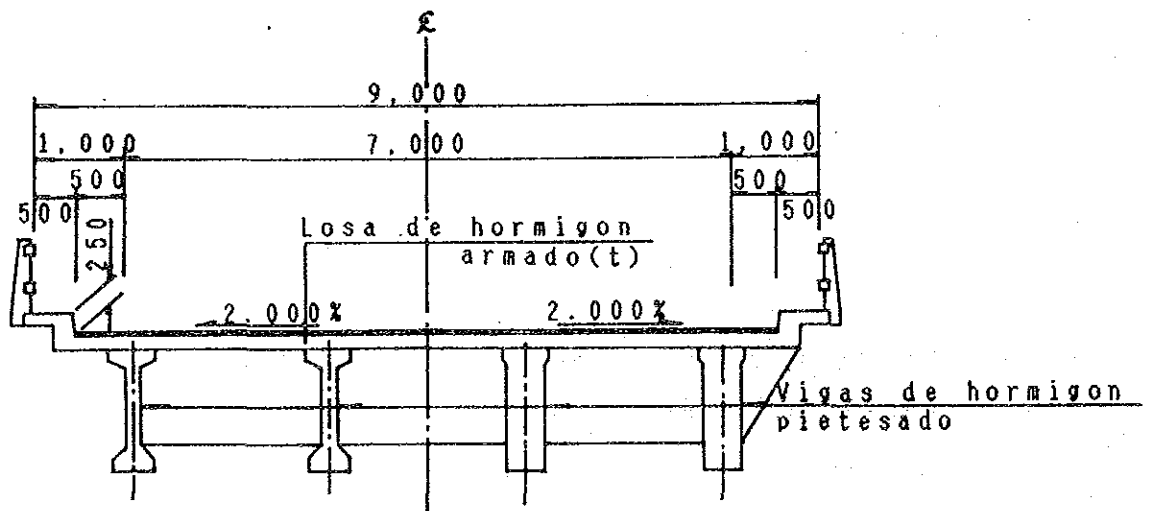


図 3.4 - 2 橋梁幅員

NOTA:

— : 8 Puentes ya diseñados

▨ : Puentes diseñados en este estudio.

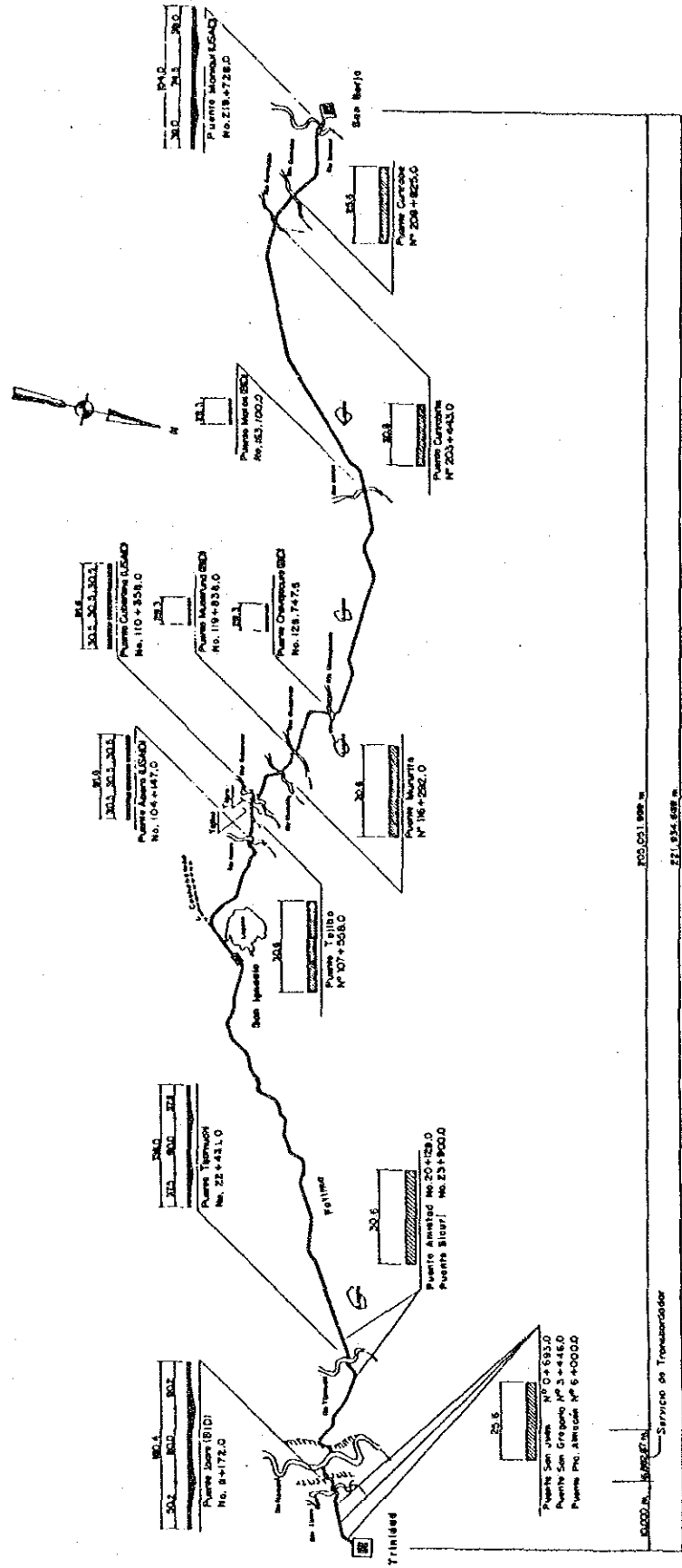


图 3.4-1 桥梁位置图

### 3.5 横断排水管の設計

表 3.5-1 コルゲートパイプの設置本数

Tramo del Proyecto	Numero de Estacion	Girular								Total
		Φ0.90	Φ1.20	Φ1.50	Φ1.80	Φ2.10	Φ2.40	Φ2.70	Φ3.00	
I	NO. 0+000~ NO. 10+368.937	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	NO. 10+368.937 ~NO. 29+100	—	—	2	—	—	—	7	10	19
III	NO. 29+100 ~NO. 50+000	1	6	1	1	2	5	2	14	32
IV	NO. 50+000 ~NO. 85+400	8	15	3	—	3	—	—	—	29
V	NO. 85+400 ~NO. 156+100	18	15	16	22	19	13	15	16	134
VI	NO. 156+100 ~NO. 184+100	19	4	2	4	—	—	—	—	29
VII	NO. 184+100 ~NO. 204+100	51	10	8	1	—	—	—	—	70
VIII	NO. 204+100~ NO. 221+934.669	2	3	13	3	—	—	—	15	36
Total		99	53	45	31	24	18	24	55	349

### 3.6 フェリー施設設計

#### 各部の高さ

H. W. L	:	154.80m
L. W. L	:	144.50m
最小水深	:	1.70m
運河河床高	:	142.80m
船底から河床までの余裕高	:	0.80m

#### フェリーポートの寸法

幅	:	9.00m
長さ	:	30.00m
吃水	:	0.90m

#### フェリーポートの構造

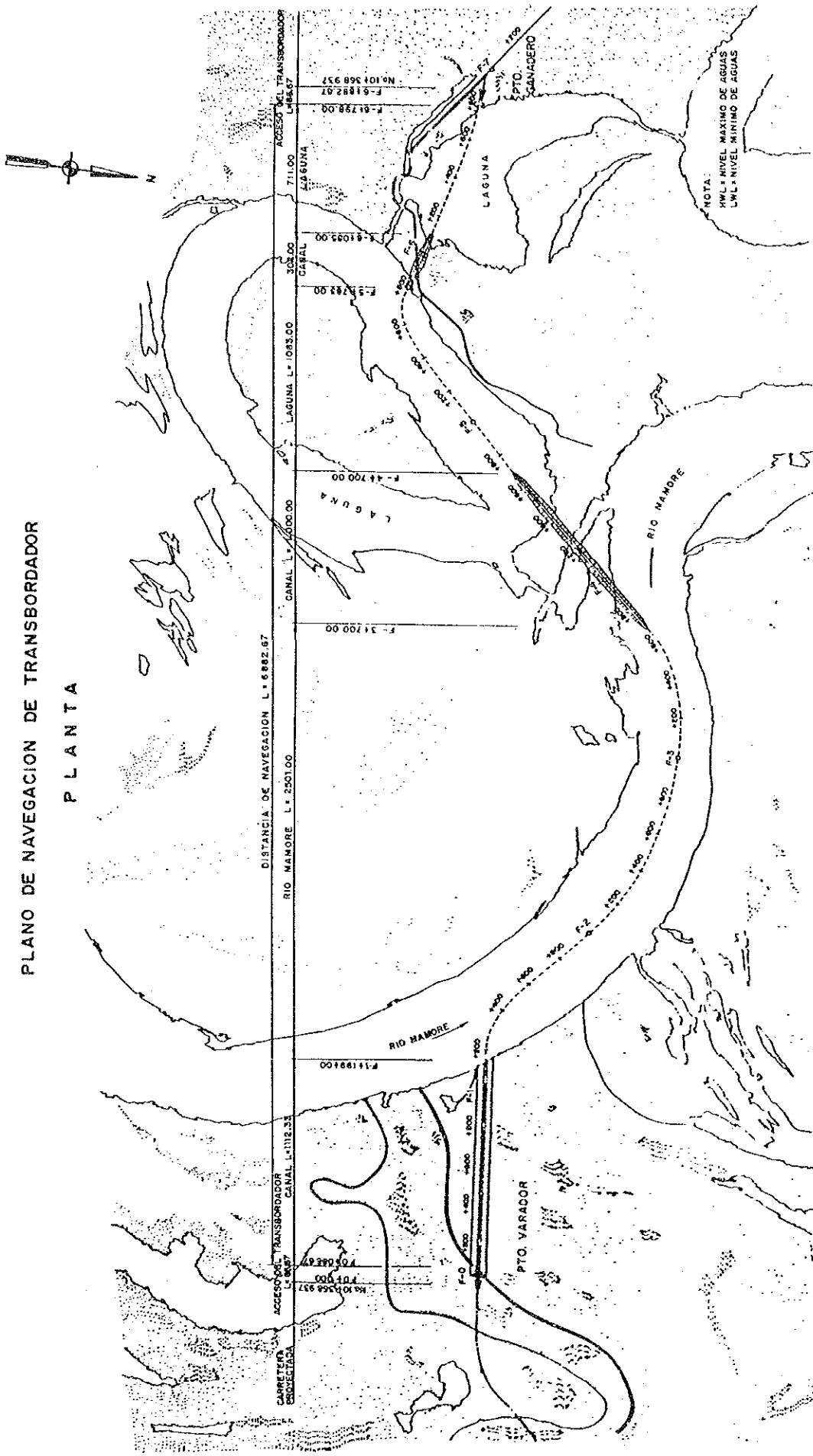
斜路勾配	:	15%
斜路幅員	:	9.00m
斜路の構造	:	コンクリート舗装 コンクリート板 t = 250mm 路盤 t = 250mm
法面	:	コンクリート枠工レンガ張り 勾配 1 : 1.5

#### 運河の構造

最小水深	:	1.70m
運河河床幅	:	21.00m
運河法面	:	切土法面 勾配 1 : 2.0

PLANO DE NAVEGACION DE TRANSBORDADOR

PLANTA



PERFIL

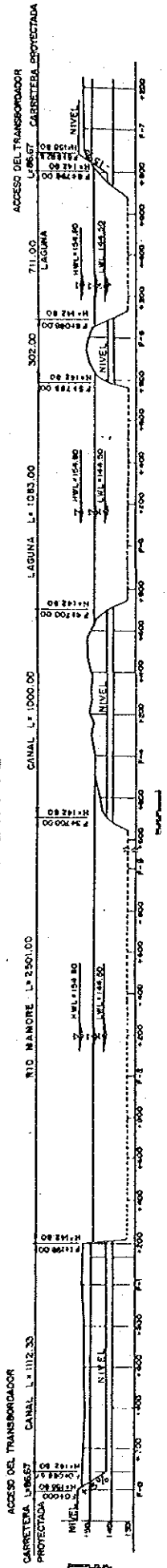


図 3.6-1 フェリー施設図



4. 施工計画

表4.1 全体工程表

工事種別	数量	1990年			1991年			1992年			1993年			摘要
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	
		1990年 1991年 1992年 1993年 3 6 9 12 3 6 9 12 3 6 9 12 3 6 9 12												
工事種別	数量	1990年 1991年 1992年 1993年 3 6 9 12 3 6 9 12 3 6 9 12 3 6 9 12												摘要
標準伐	1347 ha													タイナム子橋含む
土開	579 ha													
既設コルゲートパイプ	930 m													
体	3,935 m <sup>3</sup>													
床	1,240,982 m <sup>3</sup>													
上	373,709 m <sup>3</sup>													
施	2,159,903 m <sup>2</sup>													
架	10箇所													
梁	438,357 m <sup>3</sup>													
盤	7,179 m <sup>3</sup>													
層	70,781 m <sup>2</sup>													
装	20,223 m <sup>2</sup>													
柵	8,892 m													
識														
示														
所														
エ														
リ														
ー														
面														
表														
務														
事														
務														
所														

機	械	名	※台数
ブルドーザー		(21t)	26
バックホウ		(0.6m <sup>3</sup> )	6
トラクタ		シヨベル (2.1m <sup>3</sup> )	4
ダンプトラック		(11t)	141
タイヤローラー		(20t)	4
振動ローラー			2
モーターグレーダー		(3.7m)	2
コンクリートミキサー		(0.6)	6
アスファルトプラント			1
フィニッシャー			1
チャンカドローラー		(一式)	1

※常時必要機械台数

5. 工事数量及び事業費

表 5.1 数量総括表

TIPO DE OBRA	ITEM	DETALLE	UNIDAD	SECCION								TOTAL	
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
RETELADO	Bencapé	h = 15 cm	ha	45.31	158.31	133.78	149.11	395.10	193.74	116.88	45.64	1347.18	
	Embosado y listelazo	h = 10 cm	ha	21.25	18.61	48.83	148.65	213.35	47.58	4.89	58.14	578.58	
	Bellido	Terrazo	m <sup>2</sup>	264310	432357	118324	30204	43915	2137	4992	101415	1222403	
		Sabonete	m <sup>2</sup>	33234	114215	448412	210203	211307	86533	82284	81385	1382555	
	Transporte de tierra (Subrasante)	Fe. tazo lateral	m <sup>3</sup>	—	1051	15151	155412	384815	3521	3811	7568	841872	
		Acercos a Distancia	m <sup>3</sup>	33234	151115	43331	53155	7158	54518	58473	3348	451863	
	Distancia Procedo de Transporte		m	5810	2810	1531	1851	1558	1531	3153	2888	18228	
		Acabado (Sabonete)	m <sup>2</sup>	37811	182351	283248	341638	844815	271818	184318	871887	2158789	
	CONCRECIÓN DE TUBOS CORRUGADOS EXISTENTES	Con Excavación y Bellido	φ 0.30	m	—	—	38.10	—	—	—	—	—	38.10
			φ 1.50	m	58.00	171.88	18.74	—	45.00	—	—	—	234.62
φ 1.40			m	48.11	38.81	—	—	188.00	—	—	—	136.91	
Sin Excavación y Bellido		φ 0.30	m	—	41.01	—	—	—	—	—	—	41.01	
		φ 1.50	m	—	—	58.48	—	27.48	—	—	—	85.96	
		φ 1.40	m	—	18.24	—	—	85.18	—	—	—	103.42	
		φ 2.10	m	—	—	—	—	21.48	—	—	—	21.48	
		φ 2.70	m	—	—	—	—	33.58	—	—	—	33.58	
		φ 3.30	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
CONCRECIÓN DE TUBOS CORRUGADOS		Excavación	Excavación 0.8 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	—	2884.43	3268.36	485.18	1838.83	411.47	1884.82	2381.81	13852.81
			Insulación	m <sup>3</sup>	—	448.28	515.32	287.17	1848.71	335.87	451.88	581.81	3811.74
		Colocación de Tubos Corrugados	φ 0.30	m	—	—	3.48	38.88	113.88	381.48	512.88	—	838.88
	φ 1.20		m	—	—	51.88	187.88	71.48	52.88	185.88	38.88	538.88	
	φ 1.50		m	—	18.88	14.88	15.88	184.88	8.88	74.88	55.88	418.88	
	φ 1.80		m	—	—	14.88	—	172.88	24.88	—	32.88	218.88	
	φ 2.10		m	—	—	24.88	41.88	232.88	—	—	—	308.88	
	φ 2.40		m	—	—	78.88	—	244.88	—	—	—	323.88	
	φ 2.70		m	—	118.88	45.88	—	215.88	—	—	—	388.88	
	φ 3.00		m	—	218.88	248.88	—	372.88	—	—	—	848.88	
	Material de Bellido		m <sup>2</sup>	—	4383.41	4852.41	1588.84	12188.84	784.51	2513.78	3845.84	28718.81	
		Insulación	m <sup>3</sup>	—	488.83	512.38	153.48	1871.58	185.11	381.82	482.83	3187.18	
Insulación		m <sup>3</sup>	—	1812.33	1734.87	558.87	4248.33	418.88	843.82	1888.87	18188.38		
Insulación		m <sup>3</sup>	—	5588.38	1143.75	548.15	5881.76	638.18	1558.54	1581.55	15118.73		
Insulación		m <sup>3</sup>	—	377.83	431.83	185.32	1887.17	92.86	188.55	384.41	2881.81		
Insulación de Boreación		m <sup>3</sup>	—	41.37	51.44	18.32	127.44	11.75	25.71	41.54	382.87		
PAVIMENTACIÓN	Capa Superficial	m <sup>2</sup>	78781	—	—	—	—	—	—	—	78781		
	Capa Base	m <sup>2</sup>	7178	—	—	—	—	—	—	—	7178		
	Sub base	m <sup>2</sup>	18783	37817	41883	71858	181888	51218	48158	35887	188157		
	Perforación de Boreas	m <sup>3</sup>	28173	—	—	—	—	—	—	—	28173		
BARRERAS COMPLEMENTARIAS	Tarjas de Eucavos	m	—	—	—	—	1288	—	—	—	1288		
	Barreras de Protección	m	2384	1224	—	218	2184	84	84	148	8814		
BARRERAS COMPLEMENTARIAS	Pavos de Casos Pluviales		m	278	—	—	—	—	—	—	—	278	
		Señalización											
	Señalización	Slp. P	Pza	8	7	1	2	18	4	3	4	48	
		8 - 11	Pza	18	18	21	35	78	28	28	18	221	
		8 - 11	Pza	1	1	—	—	—	—	—	—	2	
		Identificación	Pza	18	18	21	35	78	28	28	18	221	
		Resilio	Pza	1	—	2	1	2	1	—	1	18	
		S.V.	Pza	1	4	6	7	55	5	4	4	65	
ESTRUCUTURAS	Barras en el Pavos	m	28181.1	—	—	—	—	—	—	—	28181.1		
	Oficinas Administrativas	2 Pza	m <sup>2</sup>	1818	—	—	—	1818	1818	—	4818		
	Oficinas de Transbordador	2 Pza	m <sup>2</sup>	181	181	—	—	—	—	—	362		
	Instalaciones de Transbordador	2 Pza	Global	—	—	—	—	—	—	—	1		
Pavos	Pza	3	3	—	—	—	—	—	—	6			

表 5.2 事 業 費

Unidad: US \$

Tipo de Obra	Nombre del Trabajo	Tamaño y Tipo	Unidad	Volumen	Costo Unitario			Costos			Sub Total
					M.L.		M.E.	M.L.		M.E.	
					Imp.	Otros		Imp.	Otros		
Terraplén	Descapote		ha	1,347.16	240.00	270.0	1,020.00	323,318.40	363,733.20	1,374,103.20	2,061,155
	Desbosque y limpieza		ha	578.98	618.44	696.33	2,617.78	358,014.92	403,105.44	1,515,432.84	2,276,553
	Relleno (terroplén)		m <sup>3</sup>	1,222,408.00	0.30	0.35	1.26	366,722.40	427,842.80	1,540,234.08	2,334,799
	(Subrasante)		m <sup>3</sup>	1,302,555.00	0.12	0.16	0.53	156,306.60	208,408.80	690,354.15	1,055,070
	Transporte de tierra		juego	1.00	-	-	-	357,848.74	356,039.84	1,804,501.98	2,518,390
	Acabado		m <sup>2</sup>	2,159,803.00	0.013	0.018	0.054	28,078.74	38,878.25	116,634.76	183,592
Res de Tubos	Con excavación		juego	1.00	-	-	-	2,562.02	6,036.13	9,122.87	17,721
	Sin excavación y relleno		juego	1.00	-	-	-	424.25	2,198.26	949.58	3,572
Colocación de Tubos Corrugados	Excavación		m <sup>2</sup>	19,152.81	0.15	0.22	0.59	2,872.92	4,213.62	11,300.16	18,387
	Fundación		m <sup>2</sup>	3,621.74	0.57	1.49	2.03	2,064.39	5,396.39	7,352.13	14,613
	Colocación de tubos		juego	1.00	-	-	-	303,535.00	220,076.54	1,012,280.36	1,535,892
	Material de relleno		m <sup>3</sup>	29,718.96	0.57	1.49	2.03	16,939.81	44,281.25	60,329.49	121,551
Cabezales	Hormigón		m <sup>3</sup>	3,867.76	7.10	49.02	8.32	21,789.67	152,832.81	25,523.26	200,137
	Fundaciones		m <sup>2</sup>	10,762.34	0.19	1.41	0.26	2,044.84	15,174.90	2,798.21	28,618
	Encofrado		m <sup>2</sup>	14,176.77	1.00	8.83	0.12	14,176.77	125,180.88	1,701.21	141,059
	Entadrillado		m <sup>2</sup>	2,591.01	10.43	88.80	5.43	27,024.23	230,081.69	14,069.18	271,175
	Capa de hormigón		m <sup>2</sup>	322.87	8.86	68.09	7.26	2,860.63	21,984.22	2,344.04	27,189
	Capa superficial		m <sup>2</sup>	70,781.00	2.64	2.98	7.53	186,861.84	210,927.38	532,980.93	930,770
Pavimento	Capa base		m <sup>2</sup>	2,179.00	10.17	12.90	42.63	73,010.43	92,609.10	306,040.77	471,660
	Pavimentación de berza		m <sup>2</sup>	20,223.00	1.40	1.74	5.64	28,312.20	35,168.02	114,057.72	177,558
	Subbase		juego	1.00	-	-	-	3,172,915.04	3,995,133.80	13,637,818.21	20,805,867
Trabajos Complementarios	Zanjas de encause		m	1,300.00	0.30	0.44	1.18	390.00	572.00	1,534.00	2,496
	Defensa		m	8,892.00	5.91	1.74	14.05	52,551.72	15,472.08	124,932.60	192,956
	Canales de desvío fluvial		m	270.00	7.44	9.60	30.48	2,008.60	2,592.00	8,229.60	12,830
	Señalización		juego	1.00	-	-	-	5,128.32	13,373.97	14,070.65	32,573
	Marcas en el pavimento		m	26,341.10	0.02	0.18	-	526.82	4,741.40	-	5,268
	Oficina administrativa		m <sup>2</sup>	4,380.00	28.00	252.00	-	122,640.00	1,103,760.00	-	1,226,400
	Oficina para transbordador		m <sup>2</sup>	214.00	28.00	252.00	-	5,992.00	53,928.00	-	59,920
Estructura	Instalaciones de transbordador		juego	1.00	-	-	-	273,709.13	438,230.86	1,092,967.75	1,804,908
	Puentes	9 Puente	punte	-	-	-	-	242,280.20	773,754.91	782,880.11	1,798,915
		Tijanchi	punte	-	-	-	-	214,333.93	340,660.19	717,912.81	1,272,907
Detalle de Costos	Costo directos de construcción total (D)							6,367,235.26	9,706,408.73	25,522,456.65	41,596,101
	Costo generales (Administración) (G=D×25%)							1,591,764.74	2,426,591.27	6,380,543.35	10,398,899
	Costo de construcción total (C=D+G)							7,959,000	12,133,000	31,903,000	51,995,000
	Costo de Ingeniería (I=C×6.5%) (M.L. 40%, M.E. 60%)							307,000	1,299,000	1,844,000	3,380,000
	Costo de administración (A=C×1.5%)							71,000	709,000	-	780,000
	Total (T=C+I+A)							8,337,000	14,071,000	33,747,000	56,155,000
	Contingencias (B=T×10%)							834,000	1,407,000	3,375,000	5,616,000
	Costo del proyecto (T+B)							9,171,000	15,478,000	37,122,000	61,771,000
	Proporción							14.8 X	25.1 X	60.1 X	-
	Costo del proyecto sin impuestos							-	15,478,000	37,122,000	52,600,000
	Proporción							-	29.4 X	70.6 X	-

6. 維持管理費

表 6.1 年次別維持管理費

Unidad: 1000US\$, Precios 1988

	Costo de Administración del Camino				Costos de Operación, Mantenimiento de Transbordadores y sus Facilidades				Global			
	Moneda local		Moneda	Total	Moneda local		Moneda	Total	Moneda local		Moneda	Total
	Imp.	Otros	Extranjera		Imp.	Otros	Extranjera		Imp.	Otros	Extranjera	
1994	123	245	467	835	41	205	145	391	164	450	612	1226
5	"	"	"	"	41	212	"	398	164	457	"	1233
6	"	"	"	"	42	219	"	406	165	464	"	1241
7	246	491	933	1670	43	225	"	413	289	716	1078	2003
8	"	"	"	"	43	232	"	420	289	723	"	2090
9	"	"	"	"	44	241	"	430	290	732	"	2100
2000	"	"	"	"	45	250	"	440	291	741	"	2110
1	"	"	"	"	46	258	"	449	292	749	"	2117
12	"	"	"	"	224	282	961	1467	470	773	1894	3137
3	"	"	"	"	60	292	185	537	306	783	1118	2207
4	"	"	"	"	61	304	"	550	307	795	"	2220
2005	"	"	"	"	62	315	"	562	308	806	"	2232
6	"	"	"	"	64	326	"	575	310	817	"	2245
7	"	"	"	"	65	337	"	587	311	828	"	2257
8	"	"	"	"	66	349	"	600	312	840	"	2270
19	"	"	"	"	243	381	1002	1626	489	872	1935	3296
2010	"	"	"	"	81	396	226	703	327	887	1159	2373
11	"	"	"	"	82	412	"	720	328	903	"	2390
12	"	"	"	"	84	427	"	737	330	918	"	2407
13	"	"	"	"	85	443	"	754	331	934	"	2424

\*は、フェリーボート購入追加  
 フェリーボート購入費：(164,000 + 776,000)\$ / 隻 × 2 隻 = 328,000\$ + 1,552,000\$ = 1,880,000\$  
税 外貨

## 7. 経済評価

### 7. 1 本プロジェクトのインパクト

#### (1) 計画段階でのインパクト

- ・デモンストレーション効果
- ・調査に伴う経済的、教育的効果

#### (2) 建設段階でのインパクト

- ・建設資機材の需要増大効果
- ・雇用増大効果
- ・技術移転効果
- ・資源開発効果

#### (3) 完成後のインパクト

- ・存在効果
- ・利用者効果

走行経費の節減、時間の短縮、快適性の増加、遺失・荷いたみの減少及び梱包費の節減、フェリー経費の節減、確実性の増大、輸送費節減効果

- ・波及効果

生産者所得の増加、沿道部・周辺地域の開発促進、ベニ州の開発計画の促進、同州経済圏の拡大、物資の安定供給・ストック量の軽減 等

### 7. 2 経済分析・評価

#### (1) 便益の算出項目

走行便益

時間便益

輸送便益

生産者所得の増加分

フェリー費用及びメンテナンス費用の節約分

(2) 評価結果

事業費

評価対象期間 1994年～2013年 (20年間)

- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| 1) 内部収益率 (IRR)  | 24.76 (%)          |
| 2) 純現在価値 (NPV)  | 75,185 (1,000US\$) |
| 3) 便益/費用値 (B/C) | 2.50               |

なお、割引率は、BIDガイドラインに示されている12%を用いた。



JICA