

## 第 5 章 概略設計



## 第 5 章 概略設計

### 5.1 道路の設計基準と規格

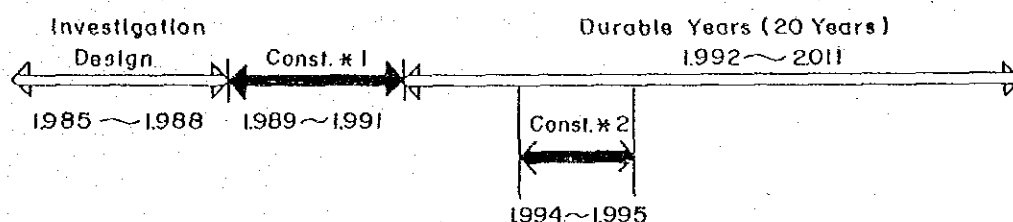
#### 5.1.1 概要

SNC は AASHTO 及び Highway Capacity Manual を基に作成した “Manual Norm as Para El Diseno Geometrico de Carreteras、(道路幾何構造設計のための手引と規格) 1985” を採用しているため、本計画道路の設計基準はこの基準に基づき決定した。

尚、以下の設計条件に対しては SNC と協議し決定した。

#### 5.1.2 計画目標年次

プロジェクトの実行予定は図 5.1-1 に示す。



Const. \* 1 : Completion in section TDD ~ Mamore upto subbase course  
In section Mamore ~ San Borja.

Const \* 2 : Base & surface course in section Mamore ~ San Borja

図 5.1-1 道路建設の目標年次

#### 5.1.3 設計車両

SNC は設計車両を 4種に区分している。当調査区間は最も規格の高いセミ・トレーラーとした。緒元は表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 設計車輛の諸元

Unit: m

Specification	Semi-Trailer
Width	2.60
Length	16.80
Radius of External Front Wheel	13.70
Radius of Internal Rear Wheel	6.00

表 5.1-2 将来交通量 (2011)

Section	Volume (vehicles/day)
Trinidad - Pto. Varador	1,800
Pto. Ganadero - San Ignacio	300
San Ignacio - San Borja	300

表 5.1-3 ボリビア国基準における道路規格と設計速度

Section	Design Speed (km/hr)	Class
Trinidad-Pto. Varador	100	I-B
Pto. Ganadero-San Ignacio	80	III
San Ignacio - San Borja	80	III

表 5.1-4 周辺道路の設計速度

Section	Topography	Design Speed (km/hr)
La Paz - San Borja	Mountainous	50
	Flat-land	100
Trinidad - Casarabe	Flat-land	110

#### 5.1.4 設計速度

設計速度は路線の性格、交通量、地形の状況、経済性及び隣接している前後の道路の設計速度等を考慮して決定した。

調査区間の計画交通量、設計速度と規格、及び隣接している道路の設計速度は表 5.1-2 ~ 4に示す。

設計速度は路線の性格、地形の状況と経済性、隣接している道路等を総合して考え、調査区間全線 100km/hr で計画した。

### 5.1.5 幾何構造

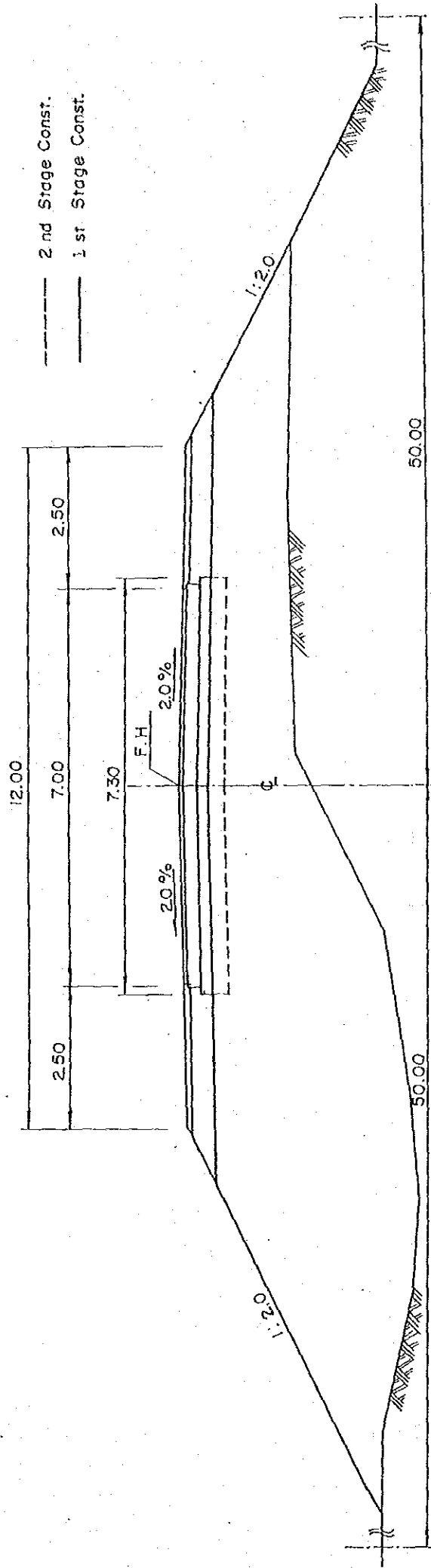
道路区分	: Class I-B (トリニダ～プエルトバラドール) Class III (プエルトガナデーロ～サンボルハ)
設計速度	: 100 km/hr (トリニダ～サンボルハ)
平面曲線	: 半径 > 425m
縦断勾配	: $i > 4\%$
縦断曲線	: $K > 107$ (凸型) $K > 52$ (凹型) $K = (\text{縦断曲線型}) / 100$ 単位: m
車線数	: 1+1 = 2車線
車線幅員	: 3.5 m
路肩幅員	: 2.5 m (トリニダ～プエルトバラドール) 1.5 m (プエルトガナデーロ～サンボルハ)
横断勾配	: $i < 8\%$
用地幅	: 50+50 = 100m

### 5.1.6 標準横断

盛土法勾配は基礎地盤、盛土材料、計画高さ、そして隣接している既存道路を考慮して 1:2.0 で計画した。

また、道路幅員構成は 5.1.5 に基づき図 5.1.2 のように決定した。

Between Trinidad and Pto. Varador



Between Pto. Gandera and San Borja

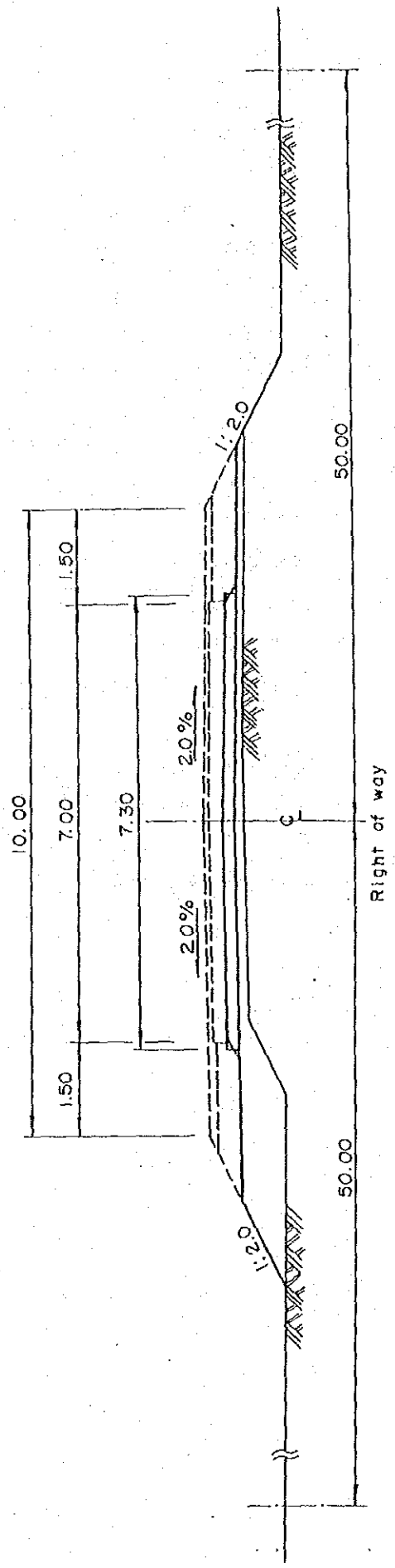


图 5.1-2 标准横断构成

### 5.1.7 舗装構造と橋梁設計の設計基準

舗装構造の設計基準は“AASHTO Interim Guide”を採用した。

橋梁設計基準はAASHTO “Standard Specifications for Highway Bridges” を採用した。

## 5.2 道路計画と排水施設

### 5.2.1 道路計画

#### 5.2.1.1 道路計画に使用した基本図

基本図は縮尺約 1 : 10,000 モザイク航空写真を使用した。地盤高及び地形状況は1980年に SNCで実施した設計図を参考にした。

上記設計図の基準高と IGMの基準高との間で約 80 mの差が生じていた。そこで本調査団が実施した水準測量結果を基に、現地盤高を補足測量した。補足測量結果と SNC設計図の現地盤高の相関を求め、設計図地盤高を IGMの基準高に修正し整合させた。

#### 5.2.1.2 平面線形

路線選定は 4.2及び 5.1で述べた方針に基き現地踏査及び SNCと十分協議し決定した。調査地域の特色性から 7地区に別けて検討した。

##### (1) トリニグ～イバレ川

現道平面線形は本計画の設計条件を十分満足するため、平面線形は現道と同一とした。

##### (2) イバレ川横断位置

イバレ川横断位置は架橋条件、取付道路の線形及び水理、水文調査分析結果から SNC が当初計画した地点より上流へ約 100mに設定した。

##### (3) イバレ川～マモレ川

この区間の現道は曲線が多く、半径も小さい、また、盛土高も低く現道を利用するメリットがないため、小湖、フェリーポート設置位置及び運河をコントロールポイントとした新設路線を設定した。

(4) マモレ川～ファティマ

現道平面線形が良いため、計画道路は現道と同一とした。

(5) ファティマ～サンイグナシオ

この区間の現道は一部曲線半径が小さい箇所がある。また CORDEBEN より SNCに現道の北側約 4km離れた集落を計画道路が通過する様要請があったが 4.2.2で検討したように経済性、施工性維持管理等から集落を通る事を断念した。そのため設計条件を満足させ極力現道を利用出来る平面線形を設定した。

(6) サンイグナシオ市内

サンイグナシオはすでに市街化され、現道は町の中心部を通過している。主要幹線道路が市街地の中心を通過する事は地域分断、住民や歩行者の交通事故の多発等が容易に想像出来る。これらの問題を解決するために、計画道路は市の南側をバイパスする路線を選定した。

(7) サンイグナシオ～サンボルハ

この区間のアペレ川、クベレネ川及びマニキ川の架橋取付部の線形が設計条件を満足していない。架橋位置は技術的、経済的に見て、問題がないため取付部の線形を修正し、他は現道線形と同一とした。

### 5.2.1.3 縦断線形

縦断線形は下記の方針に基づき、現地調査、経済性、および施工性を検討し、設定した。

- 1) 5.1.5 で定めた基準に基づくこと。
- 2) 冠水地域の計画高は HWLより下層路盤上面まで 60 cm以上確保する。(水の毛管現象から舗装を保護するため)
- 3) 非冠水地域の計画高は現地盤高より下層路盤上面まで 60 cm以上確保する。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高に合わせる。
- 5) 現道を掘削しない。

計画道路の路面高は計画対象地域を冠水地域、非冠水地域に区分し、また冠水地域を更に舗装厚別に区分して検討した。



(1) トリニダ～マモレ川 (冠水地域)

* 計画 H. W. L.	154.80
* 上層路盤厚	0.10
* 表層厚	0.085
* 横断勾配	0.073
* 毛管現象	0.60
計画高	155.658 m以上

縦断勾配は H. W. Lとの関連からレベルとする。  
また計画高は 155.700mとした。

(2) マモレ川～ファティマ (冠水地域)

* 計画 H. W. L.	154.80
* 上層路盤厚	0.10
* 表層厚	0.065
* 横断勾配	0.078
* 毛管現象	0.60
計画高	155.638 m以上

縦断勾配は H. W. Lとの関連からレベルとする。  
また計画高は 155.700mとした。

(3) ファティマ～サンボルハ (非冠水地域)

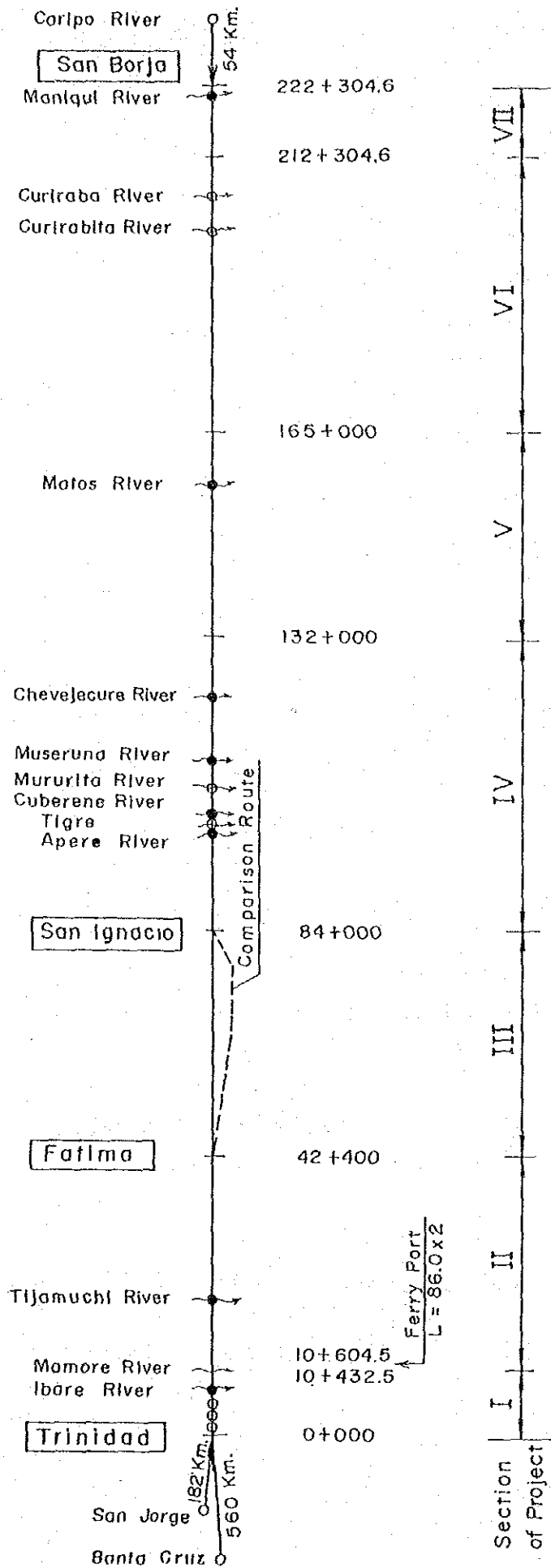
この区間は非冠水地域であるため前記方針に基づき、極力盛土を低く計画した。

5.2.1.4 横断計画

横断計画は 5.1.6で定めた形状に従い実施した。また数量を算出するために地形、断面の変化する場所等について 1 : 200 の縮尺で横断図を作成した。

5.2.1.5 工種の数量

計画道路は図 5.2-1 に示す様に、地形状況、設計内容及び施工計画を考慮に 7 工区に分類した。



(m.)

Section of Project	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
Proposed Road Length	10,432.5	31,795.5	41,600.0	48,000.0	33,000.0	47,304.6	10,000.0	222,132.6
Total Bridges Length	2568	136.0	—	302.6	29.3	45.9	154.0	924.6
Navigation Distance of F.B.	6,160.0							6,160.0

図 5.2-1 計画道路の工区割図

## 5.2.2 排水施設

### 5.2.2.1 設計方針

- (1) 調査道路は 2.1.3と 4.3で述べた解析によると以下の区域に分けられる。
  - a) トリニダ～イバレ川……マモレ、イバレ川流域
  - b) イバレ川～マモレ川……同じ
  - c) マモレ川～ティハムチ川……ティハムチ川流域
  - d) ティハムチ川～ファティマ……同じ
  - e) ファティマ～サンイグナシオ……同じ
  - f) サンイグナシオ～ムセルナ川……アベレ川流域
  - g) ムセルナ川～サンボルハ……マトス川流域とマニキ川流域
  
- (2) 上記の各区域について、現地特性を基に排水施設の形式、規模及び設置位置を選定する。
  
- (3) 上記 a)、b)、c)、f)、区域について
  - 1) 道路に敷設する排水施設の最大許容間隔は各区域の水理及び地形の特性を考慮して決定した。
  - 2) 排水施設ごとの平均流下速度は下記公式に従って計算した。
$$V = (Q - q) / (L/D)$$
ここに、 $V$  = 排水施設の平均流下量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $Q$  = 区域量流は 4.3 で計算した。 (m<sup>3</sup>/s)  
 $q$  = (2)から決った橋の流下容量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $D$  = 排水施設間の最大許容間隔 (km)
  - 3) この  $V$ の値から表 4.4-1 ~ 4.4-4 を用い排水形式を選定する。
  
- (4) 上記 e)、g) の区域につて  
現道に敷設されているパイプの排水断面を維持するために e)、g) の区域では  
コルゲートパイプを設置しなければならない。  
コルゲートパイプの流下容量は、各区域の流下量とはほぼ同じとなるようにする。
  
- (5) 4.5 各案の何れの案で、マモレ川にフェリーポートが建設されても 4.4 の排水施設は設けない。
  
- (6) パイプカルバートの 1個所当たり 4又は 5本を限度とする。これは、施工条件をより効率的にするためである。

### 5.2.2.2 設計

#### a) トリニダ～イバレ川

- 区域延長は 7.8km :  $L = 7.8\text{km}$
- 流下量は  $120\text{m}^3/\text{s}$  (表 4.4.1参照) :  $Q = 120\text{m}^3/\text{s}$
- (2)の理由から橋とした場合の流下容量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- 排水の許容最大間隔は 3km :  $D = 3\text{km}$

この区域の地形は、道路の両側とも平坦であることから、道路に沿って流れる水は妨げられることはない。さらに 4.3の水理解析では、雨期の道路両側の水位差は 0.05 m と小さい。そのため、道路周辺の流水速度は大変遅く、路体の洗掘能力は低い。これらの理由から  $D$ の値を 3km とした。

- $V = (Q-q) / (L/D) = 120 / (7.8/3.0) = 120/3 = 40\text{m}^3/\text{s}$
- 表 4.4-1 と  $V$ の値から、排水施設は支間 25.46m の PC 橋とした。
- これらの橋は地域条件を考慮して、サンファン (NO.0+705) サングレゴリオ (NO.3+440) そしてアエルトアルマセン (NO.6+000) に架設する。

#### b) イバレ川～マモレ川

4.5 に述べた 2計画のうちいずれか一方によって、フェリーポートが建設されるとすればこの区域は以前と同じように排水施設は設けない。

#### c) マモレ川～ティハムチ川

- $L = 10.6\text{km}$  :  $Q = 280\text{m}^3/\text{s}$  (表 4.4-1 参照) :  $q = 0\text{m}^3/\text{s}$
- $D = 2.0\text{km}$
- $V = 280 / (10.6/2.0) = 280/6 = 46.6\text{m}^3/\text{s}$
- 表 4.4-2 からコルゲートパイプが経済的となる。
- この区域における排水施設は以下ようになる。

$$(4 \times d = 2.5\text{mパイプ}) \times 14\text{ヶ所} = (4 \times 4.8\text{m}^3/\text{s}) \times 14 = 268\text{m}^3/\text{s}$$

$$(3 \times d = 2.5\text{mパイプ}) \times 1\text{ヶ所} = (3 \times 4.8\text{m}^3/\text{s}) \times 1 = 14\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q = 280\text{m}^3/\text{s} < 282\text{m}^3/\text{s}$$

- パイプカルバートの平均間隔は 0.7km となる。(10.6 km / 15ヶ所)  
この間隔であれば施工上も問題はない。

#### d) ティハムチ川～ファティマ

- $L = 22.5\text{km}$  :  $Q = 560\text{m}^3/\text{s}$  :  $q = 0\text{m}^3/\text{s}$
- $D = 2.0\text{km}$
- $V = 560 / (22.5/2.0) = 560/12 = 46.6\text{m}^3/\text{s}$
- パイプカルバートが有利となる。(表 4.4-3 参照)

$$(3 \times d = 3.0 \text{ mパイプ}) \times 17 \text{ヶ所} =$$

$$(3 \times 7.7 \text{ m}^3/\text{s}) \times 17 = 392 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(2 \times d = 3.0 \text{ mパイプ}) \times 11 \text{ヶ所} =$$

$$(2 \times 7.7 \text{ m}^3/\text{s}) \times 11 = 169 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 560 \text{ m}^3/\text{s} < 561 \text{ m}^3/\text{s}$$

平均間隔 0.8km (22.5/(17+11))

e) ファティマ～サンイグナシオ

この区域の排水施設は以下ようになる。

- (1 × d = 1.2 mパイプ) × 52ヶ所

- 平均間隔 = 0.8km (41.6km/52)

これらのパイプ断面の合計面積は現道に敷設されているパイプと同じにする。

f) サンイグナシオ～ムセルナ川

- L = 28.8km : Q = 600m<sup>3</sup>/s

- 付近の地形と水の流れからティグレとムルリータの2ヶ所は橋にした。

それらは支間長 30.46mのPC橋とした。

- 橋の流下容量は下記ようになる。

ティグレ 水深 WD = 1.7m q = 140m<sup>3</sup>/s

ムルリータ川 WD = 3.7m q = 275m<sup>3</sup>/s

計 Σ q = 415m<sup>3</sup>/s

- この区域は、4.4で示した検討結果からさらに排水施設としてパイプカルバートを設ける。

- パイプカルバートによる流下量は 185m<sup>3</sup>/s (Q-q = 600-415)

- 4.4の検討からこの区域のパイプ径は1.5mとし、以下のようにパイプカルバートを決めた。

(3 × d = 1.5 mパイプ) × 28ヶ所

(3 × 1.8 m<sup>3</sup>/s) × 28 = 151 m<sup>3</sup>/s

(2 × d = 1.5 mパイプ) × 10ヶ所

(2 × 1.8 m<sup>3</sup>/s) × 10 = 36 m<sup>3</sup>/s

Q-q = 185 m<sup>3</sup>/s < 187 m<sup>3</sup>/s

- 平均間隔は 0.7km (28.8km/(28+10+2))

g) ムセルナ川～サンボルハ

クリラビータとクリラーバはそれぞれ 20.46mと 25.46mの支間のPC橋とする。

その他はパイプカルバートとした。

- (1 × d = 1.2 mパイプ) × 106ヶ所

- 平均間隔 = 0.9km (102.1km/(106+2))

### 5.2.2.3 排水施設のみとめ

全排水施設は、SNC の設計した 8橋も含み、表 5.2-1 と表 5.2-2 に示した。

パイプカルバートの正確な配置とパイプサイズの修正は詳細設計の段階で決定する。

表 5.2-1 の橋の詳細は 5.3 で述べている。

表 5.2-1 橋梁一覧表

Name of Place	Station Number	Bridge Length (m)	Planning	Remarks
San Juan	No. 0 + 705	25.5	PCT	
San Gregorio	No. 3 + 440	25.5	PCT	
Pto. Almacen	No. 6 + 600	25.5	PCT	
Ibare	No. 8 + 226	180.4	3 PCBx.	* (IOB)
Tijamuchi	No. 23 + 510	136.0	3 PCBx.	* (USAID)
Apere	No. 104 + 960	91.5	3 PCT	* (USAID)
Tigre	No. 108 + 750	30.5	PCT	
Guberehe	No. 110 + 750	91.5	3 PCT	* (USAID)
Mururita	No. 116 + 630	30.5	PCT	
Museruna	No. 120 + 990	29.3	3 RC	* (IOB)
Chevejecure	No. 129 + 125	29.3	3 RC	* (IOB)
Matos	No. 163 + 535	29.3	3 RC	* (IOB)
Curirabita	No. 203 + 870	20.5	PCT	
Curiraba	No. 208 + 900	25.5	PCT	
Maniqui	No. 222 + 800	154.0	3 PCBx.	* (USAID)

NOTE: 3 PCBx - Three span continuous P.C box girder bridge.  
 3 PCT - Three span continuous P.C post tension girder bridge.  
 PCT - Simple P.C post tension girder bridge.  
 3 RC - Three span continuous R.C bridge.  
 \* - These bridges have been designed and financed by IOB and USAID.

表 5.2-2 横断管一覧表

Rivers	Station Number	Ø A	B	C	Average
Mamore	No. 10 + 604.5	Ø 2500	4	14	0.70
		Ø 2500	3	1	0.70
Tijamuchi	No. 23 + 510	Ø 3000	3	17	0.80
		Ø 3000	2	11	0.80
Fátima	No. 42 + 400	Ø 1200	1	52	0.80
			2	10	0.70
San Ignacio	No. 84 + 000	Ø 1500	3	28	0.70
			2	10	0.70
Museruna	No. 120 + 190	Ø 1200	1	15	0.78
			1	19	1.74
(Chevejecure)	No. 132 + 000	Ø 1200	1	19	1.74
			1	67	0.70
(Matos)	No. 165 + 000	Ø 1200	1	67	0.70
			1	5	2.0
(Curiraba)	No. 212 + 304.6	Ø 1200	1	5	2.0
			1	5	2.0
San Borja	No. 222 + 304.6				

NOTE: Ø A - Corrugated Pipe Diameter  
 B - A Chain of Corrugated Pipes  
 C - Number of Place

## 5.3 橋梁の設計

### 5.3.1 概要

すでに設計が終っている主要 8橋のうち、イバレ川橋の架橋位置の変更とムセルナ、チェベヘクレ、マトスの 3橋の幅員修正についてはすでに S.N.Cに伝えてある。したがってこの章では、下記の橋についてのみ行った。

- サンファン
- サングレゴリオ
- プエルトアルマセン
- ティグレ
- ムルリータ
- クリラビータ
- クリラーバ

### 5.3.2 設計条件

設計には、AASHTO Standard Specifications for Highway Bridge - 1977 を適用する。以下、主な設計条件について述べる。

- 活荷重 : HS20-44
- 幅員

上部工横断を図 5.3-1 に示す。

- 桁下余裕

クリラビータとクリラーバなど森林地帯にある橋は計画水位（20年確率）から 1.5m、草原地帯では 1.0m以上を確保する。

### 5.3.3 地質条件

S.N.C が先に実施しているボーリング調査は、主要 8橋とティグレである。

当調査では更にムルリータ、マトス、クリラビータ及びクリラーバについて、深さ 15 mまでボーリングを行った。

マトスは以前 S.N.Cがボーリングを行っていたが疑問が生じたため再度行った。

ボーリング調査の結果、現地における土質には大きな相違はなかった。

地表から 15 mにかけて砂とシルト質粘土と粘土または砂質粘土の互層となっている。

標準貫入試験による N値は地表近くは 1.5以下で深さ 13 m 近くなると 20 ~ 50 程度となる。

地質試料のないサンファン、サングレゴリオ、プエルトアルマセン橋については詳細設計時にボーリング調査を行う。

#### 5.3.4 構造設計

ここでは、経済的な理由から PC 桁橋として 7橋の橋長を決めた。

7 橋の地域条件はほぼ同じであることから、全て同一の橋台及び基礎形式を採用した。

##### (1) 上部構造

上部構造断面は図 5.3-1 を参照

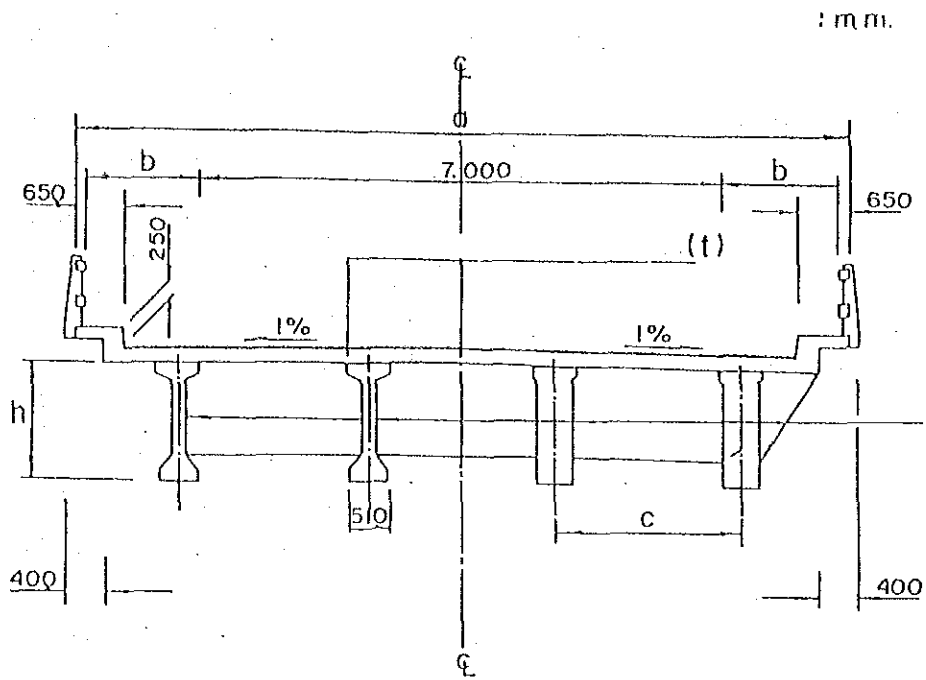
- 形 式 : PC単純合成工桁橋
- 工 法 : ポストテンション方式
- コンクリート強度 : PC = R350、RC = Aタイプ
- P C 鋼 線 :  $12 \times d = \frac{1}{2}$ " (G270)
- 鉄 筋 :  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

##### (2) 下部構造—橋台

図 5.3-2 と図 5.3-3 に示したように 2形式の橋台を比較した結果中抜き橋台とした。

4.4 の検討では、中抜き橋台として実施したものである。





	a	b	c	h	t	
30,000	10,300	1,500	2,500	1,530	210	Tigre Mururita
25,000	12,300	2,000	3,000	1,530	230	San Juan San Gregorio Pto. Almacén
	10,300	1,500	2,500	1,280	210	Curiraba
20,000	10,300	1,500	2,500	1,050	210	Curirabiya

图 5.3-1 上部工断面寸法

中抜き橋台の欠点は、護岸工が必要となり、橋長が長くなることである。  
 どうして、この形式が良いか以下に述べる。

- 1) 上部構造を含め、全体建設工費が小さくなる。
- 2) 全建設工期が短縮できる。

中抜き橋台は土圧作用が小さくなるため逆 T 式橋台に比べ小規模となることから経済的となる。

なお、中抜き橋台の護岸工の必要性についてはこの章の後で述べる。

(3) 下部工基礎形式

直接基礎は以下の理由から不相当と考える。

- 1) 適当な深さの位置に直接基礎となりうる支持層がない。
- 2) 流水と土の特性から洗掘深さより更に深い位置に基礎を設置する必要がある。

そのため、基礎は直径 0.4m の鉄筋コンクリート（プレキャスト）杭とした。

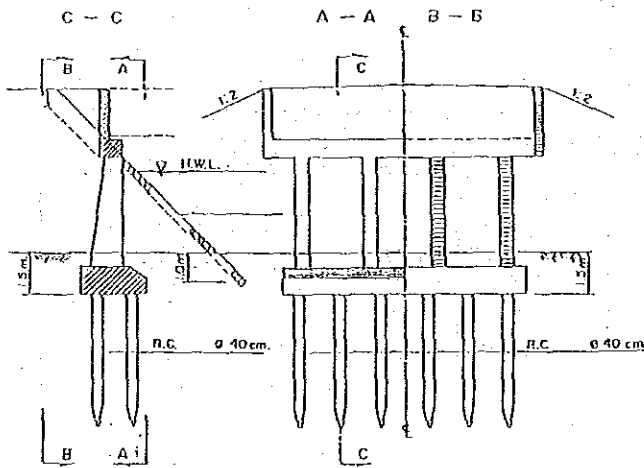


表 5.3-2 中抜き橋台

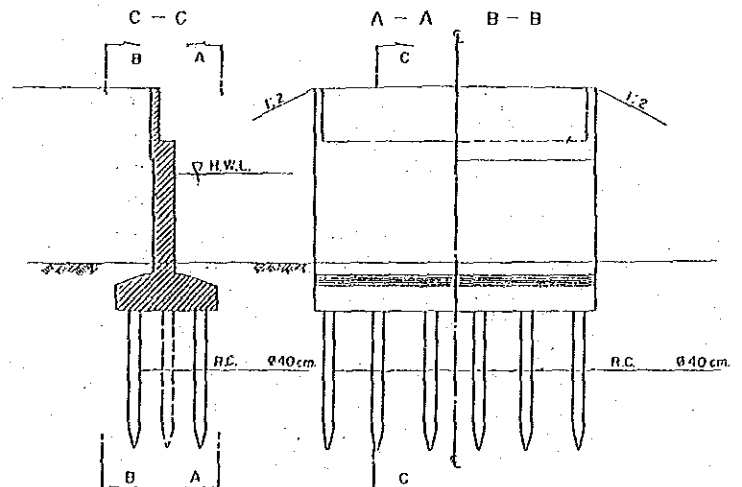


表 5.3-3 逆 T 式橋台

基礎を深く設置すると建設費がかさみ工期も長くなる。  
なお、実際の杭基礎について、以下に述べる。

- 1) 杭の長さは 8m～12mとする。
- 2) 橋台に必要な杭は 8本～12本で 1本当たり支持力は約 40tである。
- 3) 基礎杭の寸法はボリビア国で最も普及しており、入手が容易である。
- 4) 杭はトレーラーで容易に運搬ができるため、1ヶ所で集中製作することができる。

(4) 護岸工

図 5.3-4 と図 5.3-5 に示したように 2案の護岸を比較した後図 5.3-4 の全てを護岸工を設置することにした。この決定は、図 5.3-5 の部分的に護岸工を用いることは維持費が必要となるなどの問題がある。

護岸工は、コンクリート枠にレンガを詰めた、井桁工法とする。

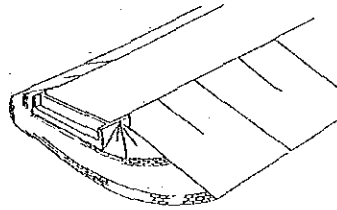


表 5.3-4 法面の保護

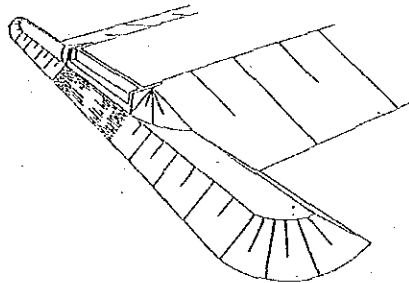


表 5.3-5 法面の保護と盛土

5.4 舗装

5.4.1 設計方法

この調査では、舗装厚を計算するために“AASHTO Interim Guide”に示された方法を採用した。この方法は、図 5.4-1 により見いだされる“SN”を使用し、各層の厚さを下式を用いて簡単に計算するものである。

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

SN : 舗装厚指数

ここに  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  : 表層、上部路盤及び下層路盤の相対強度係数

(表 5.4-1 参照)

$D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  : // の厚さ

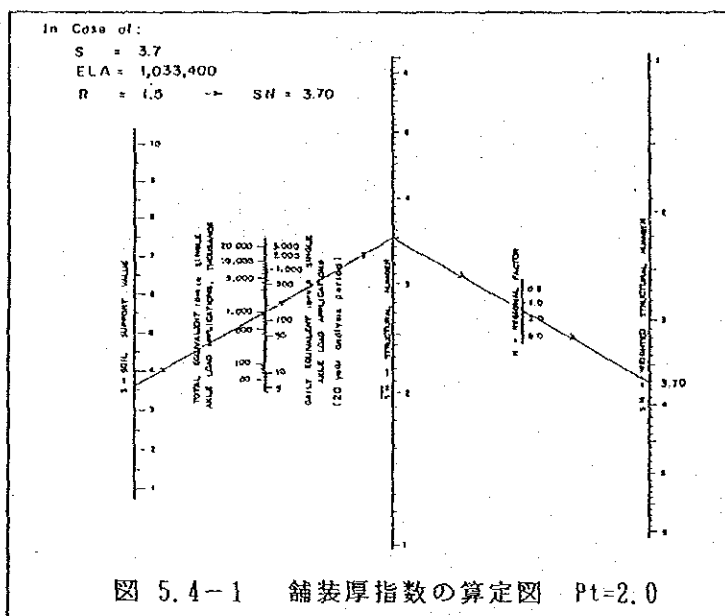


図 5.4-1 舗装厚指数の算定図 Pt=2.0

表 5.4-1 各舗装構成材料の相対強度係数

Pavement Component	Coefficient
<b>Surface Course</b>	
Roadmix (low stability)	0.20
Plantmix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40
<b>Base Course</b>	
Sandy Gravel	0.07
Crushed Stone	0.14
Cement-Treated (no soil-cement)	
Compressive strength @ 7 days	
650 psi or more	0.23
400 psi to 650 psi	0.20
400 psi or less	0.15
Bituminous-Treated	
Coarse-Graded	0.34
Sand Asphalt	0.30
Lime-Treated	0.15-0.30
<b>Subbase Course</b>	
Sandy Gravel	0.11
Sand or Sandy-Clay	0.05-0.10

以下に、舗装の設計方法について簡単に述べる。

最初に道路のサービス指数 (Pt) を決める。

- { 重交通を伴う主要高速道路……Pt = 2.5 (AASHTO による)
- { その他の高速道路……………Pt = 2.0 ( “ )

トリニダ～サンボルハ間の調査道路では、Pt = 2.0を使用する。

次に、路床の支持力 (S)、設計交通量 (ELA) 及び地域要素 (R = 1.5)を決定する。S 及び Rは、各々、図 5.4-2、表 5.4-2 より求まる。

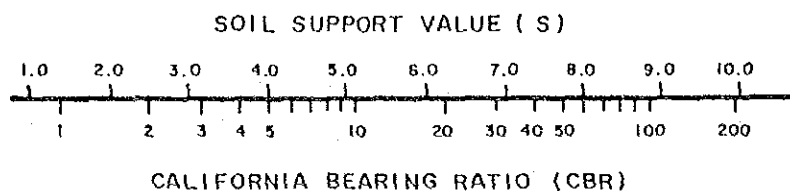


図5.4-2 CBRと路床支持力 (S) の関係

表5.4-2 地域要素 (R)

Condition of roadbed material	R
frozen to depth 5" or more	0.2 to 1.0
dry, summer and fall	0.3 to 1.5
wet, spring thaw	4.0 to 5.0

これらの値から図 5.4-1 を用いて "S.N"を決定する。

続いて表 5.4-1 より相対強度係数を決め、式  $SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$  により各層の層厚を計算する。式中 3つの層厚のうち 2つの層厚を仮定し、繰返し計算を行なって最も経済的となるよう各層の厚さを決める。また、層厚を決定するに当って施工性や維持管理についても考慮する必要がある。"AASHTO Guide" は、それらのことを考慮し、各層の最小厚さを下記のように推せんしている。

- { 表 層 2inches (5cm)
- { 上層路盤 4inches (10cm)
- { 下層路盤 4inches (下層路盤を設ける場合)

#### 5.4.2 土の支持力 (S)

3.4.1 に述べた試験結果及び現地調査をもとに当該調査道路の路床 CBR値を決定した。土の支持力は、CBR値から図 5.4-2 を用いて下記に示すように推定される。

Trinidad	-	50km	:	A-7		CBR = 3	S = 3.2
				A-6	(GI > 10)		
50km	-	200km	:	A-4	(GI > 7)	CBR = 4	S = 3.7
				A-6	(10 > GI > 7)		
220km	-	San Borja	:	A-2		CBR = 8	S = 4.8
				A-4	(10 > GI > 7)		

路床 CBR値が 3と低いトリニダ～マモレ川間は、上・下層路盤が厚くなり、材料コストが高くなる。したがってマモレ川の川砂を舗装材として利用し、上・下層路盤の厚さを低減することにした。(川砂の CBR試験結果を表 5.4-3 に示す) この川砂は、粒径が細く、雨水が浸透し易く排水しにくい。

一方、この区間は、5.1.2に述べられた工事行程から、トリニダ～マモレ川とマモレ川～50 km地点の 2工区に分けられる。

工事の第一段階の施工で前工区は、歴青表層を含む舗装を行い後工区は、下層路盤までを舗装し、残りの部分は、数年後に完成させる。

歴青舗装をしない後工区は、川砂に雨水が留まり、路床に悪影響を及ぼすことになる。

したがって、トリニダ～マモレ川間は、路床と下層路盤の間に川砂を敷設するが、マモレ川から 50 km地点では、土と砂の混合材を敷設する。土と川砂の混合材の試験結果を表 5.4-3 に示す。

表 5.4-3 の試験結果から川砂に対して 7.0、土と川砂の混合材に対して 4.0の CBR 値を採用する。

またこれら 2つの材料の“SC”は“AASHTO Guide”から 0.05 とする。

表 5.4-3 混合材の試験結果

Sample	Class	Passing # 200	LL	PL	CBR	Wopt	$\epsilon_{max}$
<u>Original soil</u>							
A: soil (km 13)	A-7-5 (1)	99.5	64.4	37.2	2.4*	20.0	1.663*
B: riversand (Mamore)	A-3 (0)	3.7	-	-	9.6	12.8	1.582
<u>Composite soil</u>							
A: B = 1 : 1	A-6 (5)	52.7	29.2	18.2	6.8	17.4	1.680

\* From the results of the 6km samples in Table 3.4-1.

This is used because this is good approximations of A

#### 5.4.3 18キロポンド一軸荷重換算通過台数 (BLA)

計画路線に於ける車種別、区間別の将来交通量は、4.1 のように計算された。

(表 4.1-17参照)

5年毎のトラック通過台数と 5.1.2の工事行程から各区間の一方向全トラック台数を計算すると表 5.4-4 のようになる。

表 5.4-4 一方向全トラック台数

Design Period	Trinidad Mamore River	Mamore River San Ignacio	San Ignacio San Borja
10 years	(1992 -2001) 608,600	(1996 - 2006) 149,700	171,100
15 years	(1992 - 2006) 1,074,900	(1996 - 2011) 248,700	280,600

この表より ELAを求めるためにトラック重量の分配を決めなければならないが、ボリビアには、このデータが存在しないため、アメリカ合衆国に於いて、地方の高速道路に使用される  $K = 0.605$  を乗じて ELA を求めた。

表 5.4-5 18キロポンド一軸過重換算通過台数

Design Period	Trinidad Mamore River	Mamore River San Ignacio	San Ignacio San Borja
10 Years	(1992 - 2001) 368,200	(1996 - 2006) 90,600	103,500
15 Years	(1992 - 2006) 650,300	(1996 - 2011) 150,500	169,800

5.4.4 舗装厚指数 (S.N)

図 5.4-1 より路床の S.Nを求めると表 5.4-6 のようになる。

表 5.4-6 路床の舗装厚指数

Design Period	Trinidad Mamore River	Mamore River San Ignacio	San Ignacio 220 km	220 km San Borja
10 years	3.32 *	2.52 **	2.57	2.18
15 years	3.65 *	2.70 **	2.73	2.33

\* These values are on subgrade with CBR value of three.

\*\* Regarding the subsection from the Mamore River to the point 50km, these values should be applied after constructing the improved subgrade of 25 cm thick with the composite soil.

また、下層路盤は、リオ・カリボ及びサンホルへからの石材 (CBR 値は共に 60) を使用し、上層路盤は、サンホルへの碎石 (CBR 値= 80) を使用すると仮定すると、アスファルトコンクリートの厚さを求める SN は、4.6 の解析結果をもとに表 5.4-7 のように計算される。

表 5.4-7 表層と路盤の舗装厚指数

Design Period	Trinidad Mamore River	Mamore River San Ignacio	San Ignacio 200 km	220 km San Borja
10 years SN	1.49 *	1.12 **	1.17	1.17
15 years SN	1.72 *	1.26 **	1.29	1.29

\*, \*\*: See Footnotes of Table 5.4-6



#### 5.4.5 舗装構成

各工区に於ける舗装構成を決めるために、次のような仮定を設けた。

- 1) 舗装の耐用期間を 10 年として設計する。
  - ・ トリニダ～マモレ川間は、1992年から
  - ・ マモレ川～サンボルハ間は、1996年から
- 2) マモレ川～サンボルハ間に於いて下層路盤の建設後（第 1段階の施工）交通を開放する。この場合の下層路盤の石材厚は、20 cmとする。
- 3) 舗装各層の資材は、4.6 の解析結果のとおりとする。
- 4) 舗装材料の S.C（構造係数、各層比率）は、表 5.4-1 より下記のように定める。

アスファルトコンクリート（表層）	0.44
サンホルへの碎石（上層路盤）	0.44
サンホルへの石材（下層路盤）	0.11
リオカリポの石材（下層路盤）	0.11
マモレ川の川砂	0.05
混合土（路床改良）	0.05

以上の仮定により求められた各区間の舗装構成を図 5.4-3 に示す。

尚、220kmからサンボルハまでの上層路盤の碎石厚さ 7.5cmは、“AASHTO Guide”が推める必要最小厚さよりも少ない。しかし、下層路盤が十分に厚く、構造計算によって問題がないことを確認した。また、碎石を 7.5cmに敷設することは、施工を注意して行えば難しいことではない。

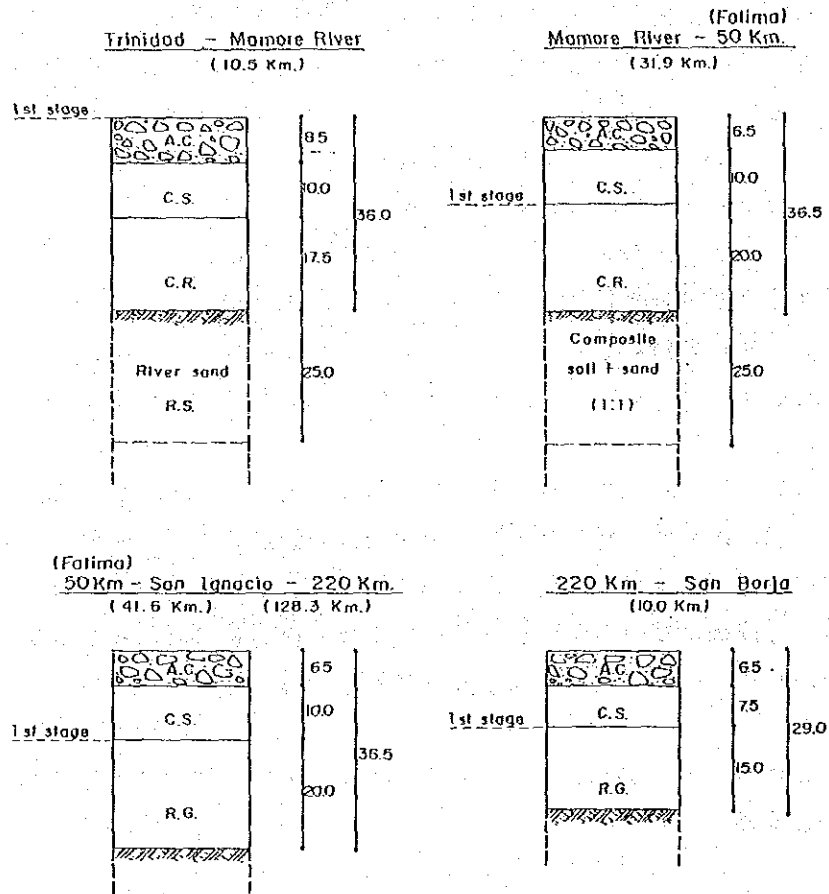
路肩の舗装については、プライムコートと 10 cm厚の石材を表層施工時に施工することを推める。

5.4.6 材料の計算

各材料の必要数量は、図 5.4-4 より計算する。

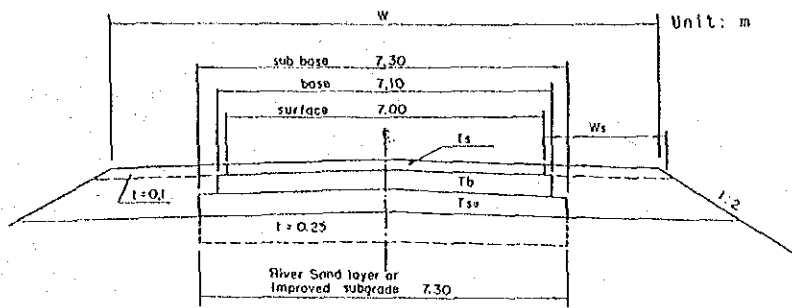
計算結果は、表 5.4-8 から表 5.4-12に示す。

表中、5.50 及び 200kmの距離は、既設道路沿の距離（マモレ川の渡河距離を含む）を示し、他の距離は、計画道路の線形によって測定した距離を示す。（マモレ川の渡河距離を含まず）



- |      |                  |                     |                       |
|------|------------------|---------------------|-----------------------|
| A.C. | Asphalt Concrete | (hot - mix)         | ... surface course    |
| C.S. | Crushed Stone    | (from San Jorge)    | ... base course       |
| C.R. | Crusher - run    | (from San Jorge)    | ... subbase course    |
| R.G. | River Gravel     | (from Caripo River) | ... ditto             |
| R.S. | River Sand       | (from Mamore River) | ... improved subgrade |

図 5.4-3 各区間の舗装構成



Section	W m.	Ts cm.	Tb cm.	Tsu cm.	Ws m.	Remark
Trinidad - Mamore River	12.00	8.5	10	17.5	2.6	river sand layer
Mamore River - 50 Km	10.00	7.5	12.5	20	1.6	Improved subgrade
50 Km - San Ignacio	10.00	7.5	12.5	20	1.6	
San Ignacio - 220 Km.	10.00	7.5	15	20	1.6	
220 Km - San Borja	10.00	7.5	7.5	20	1.6	

図 5.4-4 幅員及び舗装構成

表 5.4-8 アスファルト舗装の数量

Section	Distance of section km	Av. distance from TDD km	Area m <sup>2</sup>	Volume m <sup>3</sup>
Trinidad-Mamore River	10.5	5.3	73,500	6,250
Mamore River-50km (Fátima)	31.9	26.5	223,300	14,600
50km - 220 km	169.9	127.4	1,189,300	77,300
220km - San Borja	10.0	217.3	70,000	4,550
	222.3		1,556,100	102,700

表 5.4-9 上層路盤の数量 (碎石)

Section	Av. distance from TDD km	Area m <sup>2</sup>	Volume from San Jorge m <sup>3</sup>
Trinidad-Mamore River	5.3	74,550	7,460
- 50 km	26.5	226,490	22,650
- 220 km	127.4	1,206,300	120,700
- San Borja	217.3	71,000	5,330
		1,578,340	156,140

表 5.4-10 下層路盤の数量 (砂利及び碎石)

Section	Av. dist.	Av. dist.	Area	Volume from	Volume from
	from TDD	from SRJ		San Jorge	Caripo River
	km	km	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Trinidad-Mamore River	5.3	-	76,650	13,420	-
- 50 km	26.5	-	232,870	46,580	-
- 220 km	-	95.0	1,240,270	-	248,060
- San Borja	-	5.0	73,000	-	10,950
			1,622,790	60,000	259,010

表 5.4-11 路肩舗装の数量 (砂利及び碎石)

Section	Area	Volume from	Volume from
		San Jorge	Caripo River
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Trinidad-Mamore River	54,600	5,460	-
- 50 km	102,080	10,208	-
- San Ignacio	133,120	-	13,312
- 220 km	410,560	-	41,056
- San Borja	32,000	-	3,200
	732,360	15,668	57,568

表 5.4-12 砂及び混合土の数量

Section	Av. distance From Mamore River	Area	Volume
	km	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
<u>Riversand layer</u>			
Trinidad - Mamore River	5.3	76,650	19,163
<u>Improved subgrade *</u>			
Mamore River - 50km	16.0	232,870	58,218

\* With composite soil

## 5.5 フェリーポートと運河の計画

### 5.5.1 計画方針

以後 4.5に従って、第 2案 (小型 F.B.)について計画する。  
計画基本方針は下記の通りである。

- \* 常時 (雨季、乾季) 利用可能なこと。
- \* 将来交通量を処理出来ること。
- \* 構造上安全を確保すること。
- \* 維持・運営がスムーズに処理出来る施設であること。

### 5.5.2 フェリーポート設置位置の選定

フェリーポートは土砂の堆積しにくい、洗掘の影響を受けない場所に、また運河も土砂が堆積しないよう、下流に向けて場所を選定した。

### 5.5.3 計画の緒元

#### 5.5.3.1 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	:	1.00m

#### 5.5.3.2 フェリーポートの構造

斜路勾配	:	15%
斜路幅員	:	7.00m
斜路の舗装	:	コンクリート舗装
斜路の前面壁体及び側面壁体	:	1.50m及び 1.00m
斜路の法面	:	1:2.0(コンクリートブロック枠工レンガ張)

#### 5.5.3.3 運河の構造

運河河床幅	:	12.00m
運河法勾配	:	1:3.0

#### 5.5.3.4 フェリーポートの寸法

フェリーポートの寸法は 4.5及び Appendix -4 参照

5.5.4 フェリーボート必要台数及び日運航延長

表 5.5-1 フェリーボート 1時間当り運搬能力

Navigation distance	6.16 Km
One way navigation time	36.4 min.
Transporting capacity of a F.B per hr.	2.47 veh/hr.

表 5.5-2 フェリーボート台数と輸送能力

	Capacity of transportation	Year
3 Vessels	7.42 Veh/hr	Till 1996 year
4 Vessels	9.89 Veh/hr	Till 2003 year
5 Vessels	12.36 Veh/hr	Till 2007 year
6 Vessels	14.84 Veh/hr	Till 2010 year

表 5.5-3 フェリーボートの運行距離とガソリン消費量

	Navigation distance of F.B. (km/day)	Fuel consumption of F.B (lit/year)
1992 Year	209.44	66,474.
1996 Year	258.72	82,114.
2001 Year	344.96	109,487.
2011 Year	591.36	187,693.

### 5.5.5 建設項目の数量

フェリー施設数量は表 5.7-3 に示す。

## 5.6 維持管理

道路は建設した時の価値を保ち、使いよい状態にしておくために維持修繕をする。

維持修繕は破損を予防し、破損したら手入れを行う。

### 5.6.1 管理の方法

当区間の管理は他の国道と同様 SNCの直轄で行う。

管理事務所は現在有る 2箇所と新設管理事務所の計 3箇所で行う (図 5.6-1 参照)

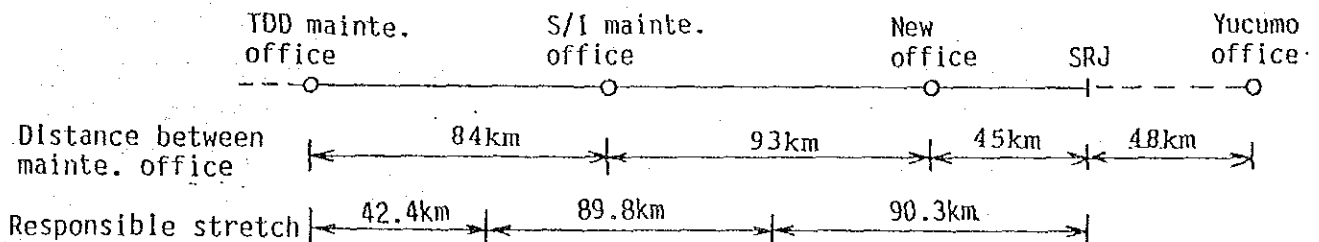


図 5.6-1 維持管理システム

### 5.6.2 維持修繕の工種と作業

当道路維持修繕の工種は巡回、路面に属する物、排水施設の清掃及び道路敷地内の樹木の伐採などが主である。

#### 1) 巡回

- 道路の異常、破損等を発見し道路構造の保全を図る。
- 交通に支障を与える道路の障害物及び障害発生危険を発見する。
- 道路の交通状況を把握する。

上記巡回作業は各管理事務所毎に、作業員 1人、運転手 1人、巡回作業車 (ピックアップ) 1台で行う。

#### 2) 路面に属するもの

当道路の路面は砂利及びアスファルト舗装の 2種類に分けられる。

a) 砂利路面

維持修繕は路面にポットホール、波状の凹凸、くぼみ、路面のやせ、等が発生すると、加速度的に破損が進むので、材料を補給して路面を修正する必要が有る。

使用機械はダンプトラック、モーターグレーダ、ローラー等有る。

作業員は世話役、オペレーター、運転手で行う。

b) アスファルト舗装路面

路面の破損はポットホール、段差、局所的なひびわれ及びくぼみ等有り、これらを修理するには、パッチング工法が一般的に用いられている。

使用機械はトラック、小型振動ローラー

資材は碎石、砂、プライムコート、タックコート、アスファルト

作業は世話役、オペレーター、運転手、人夫で行う。

3) 排水施設の清掃

道路の破損は水が原因となることが多いので排水施設の維持管理は重要である。当地域で特に注意することは横断排水施設の呑口に流木等が詰まるため道路を越流して、破損させるおそれがある。

排水施設の機能が十分発揮できるよう、点検を行ない、状況を把握し、清掃を行なう。

作業は人力（人夫）又はトラクターショベル（ホイール式）を使用し清掃する。

4) 道路沿いの樹木の伐採

当地域は自然発生する樹木が多く、成長が著しい。そのため、路面の日照、通風が悪くなり、降雨後の路面が乾きにくく、濡れた路面を車が走行すると傷みが早い。

また、建築限界や見通し視距による空間制限の障害を受ける。これらの障害を無くすために樹木の伐採を定期的に行う。

作業は人力（人夫）、トラクターショベル（ホイール式）、グレーダーを使用し行う。

5.6.3 数量

維持管理数量は 5.7節に記載。



表 5.7-1 工事数量総括表

(x 1000)

Item		Project Section	Unit	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	
Earth works	Clearing and grubbing		m2	237.5	400.7	1655.2	2437.7	910.8	384.3	740.0	6766.2	
	Removal of Top Soil		m2	657.6	2204.9	1553.0	1699.5	1990.6	3691.2	121.8	11918.6	
	Embankment		m3	533.0	1437.2	278.6	371.2	231.9	270.1	127.8	3249.8	
	Improvement of subgrade soil		m3	18.6	28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.5
	Finish rolling of subgrade		m2	136.4	362.8	476.7	546.6	377.8	541.6	109.9	2551.8	
	Finish of slope		m2	84.5	234.1	137.4	288.1	165.5	165.3	47.7	1122.6	
Subbase course		m2	74.3	231.1	303.7	348.2	240.7	345.0	71.9	1614.9		
Drainage	Corrugate Ø 1200		m	0.0	0.0	0.9	0.3	0.3	1.2	0.1	2.8	
	Pipe Ø 1500		m	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
	Ø 2500		m	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	
	Ø 3000		m	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	
	Inlet and outlet		m2	0.0	5.5	1.0	2.7	0.4	1.3	0.1	11.0	
Bridge *		set	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	7.0		
Pave-ment	Base course		m2	72.3	224.8	295.4	338.7	234.1	335.5	69.9	1570.7	
	Surface		m2	71.2	221.6	291.2	333.9	230.8	330.8	68.9	1548.4	
	Shoulder	Embankment		m3	14.5	31.0	40.8	46.7	32.3	41.3	6.5	213.1
		Finished subgrade		m2	53.9	104.5	137.3	157.4	108.8	156.0	32.5	750.4
		Base course		m2	52.9	101.3	133.1	152.6	105.5	151.2	31.5	728.1
		Seal Coat		m2	50.9	95.0	124.8	143.1	98.9	141.8	29.5	684.0
Ferry Facility **		set	1.0		—	—	—	—	—	—		

\* See Table 5.7-2

\*\* See Table 5.7-3

表 5.7-2 橋梁工事数量

ITEMS		UNIT	SAN JUAN BR.	SAN GREGO RIO BR.	PTO. ALMA-CEN BR.	TIGRE BR.	MURURITA BR.	CURIRABA BR.	CURIRABA BR.	REMARKS
Super-structure	Concrete	m3	84.0	84.0	84.0	78.5	78.5	49.9	63.9	A-Type
	Reinforcement Bar	Kg	10,080.0	10,080.0	10,080.0	8,243.0	8,243.0	5,240.0	6,710.0	
	Rubber Shoe	Dm3	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	19.2	24.0	
	Drainage Pipes	m	7.0	7.0	7.0	8.4	8.4	5.6	7.0	
	Erection	Span	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	P.C-Garder	m	101.6	101.6	101.6	121.6	121.6	81.6	101.6	
	Expantion Joint	m	22.0	22.0	22.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
	Handrail	m	50.8	50.8	50.8	60.8	60.8	40.8	50.8	
Sub-structure	Excavation	m3	1,470.7	1,470.7	1,470.7	406.0	259.0	340.0	301.0	Back Hoe
		m3	168.8	168.8	168.8	148.4	148.4	148.4	148.4	Ordinal Soil
	Concrete	m3	82.6	82.6	82.6	72.4	80.6	67.8	74.4	
	Reinforcement Bar	Kg	6,324.0	6,324.0	6,324.0	4,744.0	6,220.0	3,898.0	3,560.0	
	Slop Protection	m2	524.0	524.0	524.0	357.8	657.0	0.0	248.0	
Pile Foundation	m	192.0	192.0	192.0	160.0	192.0	128.0	128.0	Ø 0.4 m	

表 5.7-3 フェリー施設数量 (初期投資)

Item		Unit	Volume
Canal	Excavation	m3	695,664.0
Ferry port	Excavation	m3	19,080.6
	Banking	m3	2,351.6
	Slope cribwork	m2	1,319.4
	Concrete	m3	358.8
	Base gravel	m3	280.0
	Reinforcement	t	12.8
Ferry boat		No.	3
Maintenance office		No.	2

表 5.7-4 砂利道の年間維持管理数量

ITEM	UNIT	TDD CAMP (1)		SIM CAMP (2)		NEW CAMP (3)		TOTAL		
Responsible Distance	m	41,835.		89,300.		90,076.		221,211.		
Gravel	m3	3,879.		8,279.		8,351.		20,509.		
Dump Truck	Veh hr	5	5,225.	7	10,011.	4	5,582.	16	20,818.	
Motor Grade	Veh hr	1	1,040.	1	560.	1	614.	3	2,214.	
Macadam Roller	Veh hr	1	210.	1	345.	1	378.	3	933.	
Tractor Shovel	Veh hr	1	693.	1	1,137.	1	1,248.	3	3,078.	
Road Sprinkler	Veh hr	1	85.	1	140.	1	154.	3	379.	
Pick Up	Veh hr	1	1,300.	1	1,300.	1	1,300.	3	3,900.	
Mamore River Crossing	m3	2,815.		--		--		2,815.		
Laborer	Chief of Camp	Pers./Year		--		1.		--		1.
	Foreman	Pers./Year		1.		--		1.		2.
	Mechanic Eng.	Pers./Year		--		1.		--		1.
	Mechanic	Pers./Year		--		2.		--		2.
	Operator	Pers./Year		3.		3.		3.		9.
	Driver	Pers./Year		7.		9.		6.		22.
	Earth Worker	Pers./Year		3.		3.		3.		9.
	Cook	Pers./Year		1.		1.		1.		3.
Cook Assistant	Pers./Year		1.		1.		1.		3.	
Depreciation of camp	Year	--		--		1.		1.		
Maintenance of camp	Month	12.		12.		12.		36.		
Generator	Day	183.		183.		183.		549.		

NOTE: This table is applied for years after three years past from the completion of construction.

表 5.7-5 アスファルト道路の年間維持管理数量

ITEM		UNIT	TDD-MAMORE (1)		MAMORE-SRJ (2)			TOTAL	
Maintenance Distance		m	10,200.0		211,000.0			221,200.0	
Patching	Gravel	m <sup>3</sup>	7.0		145.6			152.6	
	Tack Coat	Lit.	61.2		1,266.0			1,327.2	
	Asphalt	Lit.	545.7		11,288.5			11,834.2	
	Laborer	Foreman	Pers./Year	0.09		1.81			2.0
		Operator	Pers./Year	0.14		2.86			3.0
		Driver	Pers./Year	0.09		1.81			2.0
		Earth Worker	Pers./Year	0.28		5.72			6.0
	Engine Sprayer	Veh. hr	0.09	102.0	1.81	2,178.8	2.0	2,280.8	
	Dump Truck	Veh. hr	0.14	204.0	2.86	4,436.0	3.0	4,640.0	
	Tamper	Veh. Day	0.09	17.0	1.81	369.7	2.0	386.7	
General Work	Tractor Shovel	Veh. hr	0.14	141.0	2.86	2,385.0	3.0	2,526.0	
	Pick Up	Veh. hr	0.14	265.0	2.86	3,635.0	3.0	3,900.0	
	Laborer	Chief of Camp	Pers./Year	-		1.0			1.0
		Foreman	Pers./Year	0.2		1.8			2.0
		Mechanic Eng.	Pers./Year	-		1.0			1.0
		Mechanic	Pers./Year	-		2.0			2.0
		Operator	Pers./Year	0.2		2.8			3.0
		Driver	Pers./Year	0.2		2.8			3.0
		Earth Worker	Pers./Year	0.6		2.4			3.0
		Cook	Pers./Year	0.2		2.8			3.0
Cook Assistant	Pers./Year	0.2		2.8			3.0		
Generator	Day	37.3		510.2			547.5		
Camp of Expense	Month	2.5		33.5			36.0		
Const. Cost of Camp	Year	-		1.0			1.0		

表 5.7-6 フェリーの年間維持管理数量

Item	Unit	Volume				
		1992 Year	1996 Year	2001 Year	2011 Year	
Labourer	Navigator	Pers	3	3	4	7
	Navigator Assistant	Pers	3	3	4	7
	Maintenance office worker	Pers	2	2	2	2
Fuel	Lit	66,474.	82,114.	109,487.	187,693.	
Dredging Volume	m <sup>3</sup>	18,000.	18,000.	18,000.	18,000.	
Numbers of F.B. in operation		3	3	4	7	



## 第6章 建設工事費の算出



## 第 6 章 建設工事費の算出

### 6.1 概要

ボリビア政府は1985年 9月以前、激しいインフレに苦しみ、US\$に対して\$b（ペソ・ボリビアーノス）の思い切った切り下げをした。その後\$bは固定相場から変動相場へ移行し、交換レートは安定した。

交換レートと一般消費指数は図 6.1-1 に示す。

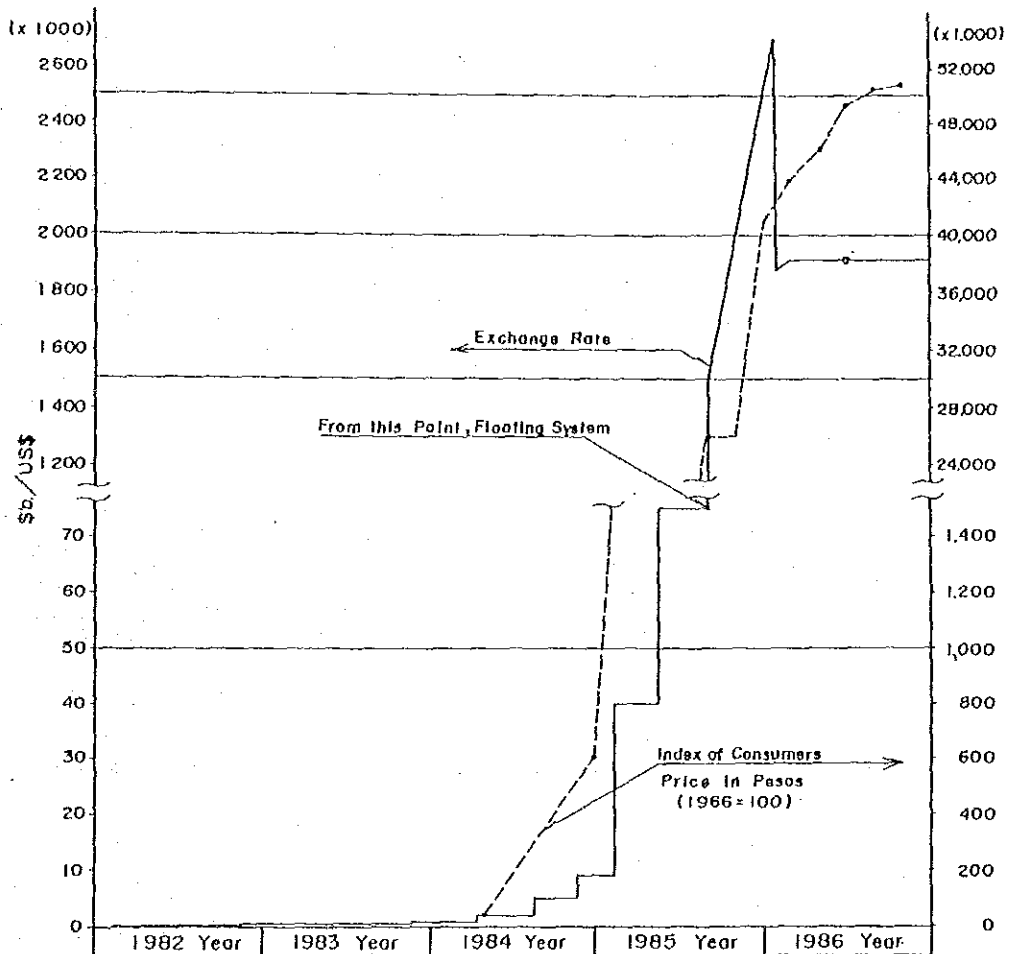


図 6.1-1 交換レートおよび物価指数

1982～1986年の主な建設資機材の変化を図 6.1-2 に示す。

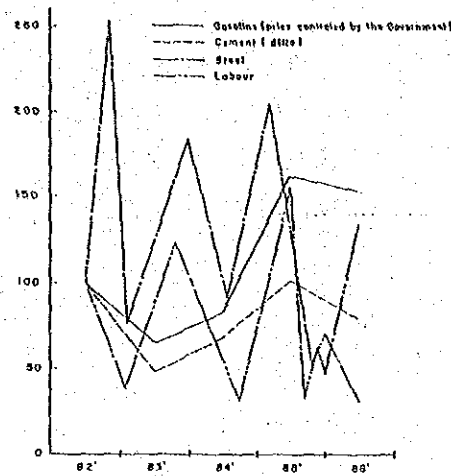


図 6.1-2 ラパスにおける価格変動

ボリビアでの公共事業に関して以下の経済的事情を記載すると：

- 1) 大規模工事が僅かしか行なわれていない。
- 2) 激しいインフレーションがあった。
- 3) 建設工事は実際の建設コストと直接関連しない。

過去数年間に実施された工事の価格データはこの調査の価格として用いることが出来ない。

当調査の見積り価格は1986年7月時点の資機材・人件費の価格を基にした。



## 6.2 建設費の構成

### 6.2.1 建設費の構成

図 6.2-1 に記載されている百分率はこの調査の規模と、SNC が過去に実施した工事等を参考にして決定した。

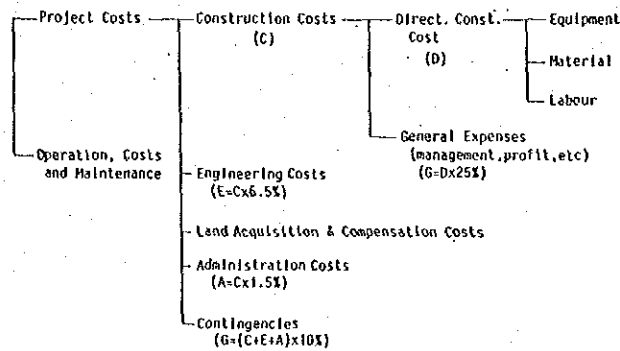


図 6.2-1 事業費の構成

### 6.2.2 外貨と内貨の分類

工事価格の内貨に含める項目は下記の通りとする。

- \* ガソリン、潤滑油、プロパンガス、セメント、レンガ
- \* 人件費
- \* 用地及び補償費
- \* 税金、輸入税

他は外貨分とする。

## 6.3 単価分析

各工種の単価は Appendix 10 の I～VIII に示す。それらの単価は外貨と内貨に分け、更に内貨は税金とその他に細分した。

## 6.4 建設工事費

### (1) 道路工事費 (フェリー施設を除いた工事費)

道路工事費及び段階建設道路工事費は表 6.4-2 に示す。

### (2) フェリー施設の工事費及び初期投資

フェリー施設の工事費と必要投資総額は表 6.4-3 に示す。

表 6.4-1 工事費集計表  
(フェリー施設を除く)

Unit: 1000 US\$ in 1986 price

Item		Cost	L.C			F.C	Total	Ratio
			Duties	Others	Sub total			
Earth Work	Clearing and Grubbing	473.6	676.7	1,150.3	2,165.3	3,315.6	3.9%	
	Removal of Top Soil	357.5	476.7	834.2	1,549.4	2,383.6	2.8%	
	Banking	1,514.7	2,421.3	3,936.0	7,122.0	11,058.0	13.0%	
	Improvement of Subgrade Soil	46.4	120.5	166.9	224.5	391.4	0.5%	
	Finished Rolling of Subgrade	25.7	76.5	102.2	153.2	255.4	0.3%	
	Finished of Slope	78.6	112.2	190.8	348.0	538.8	0.6%	
	Subtotal	2,496.5	3,883.9	6,380.4	11,562.4	17,942.8	21.1%	
Drainage	Corrugated Pipe φ 1200	53.3	87.0	140.3	266.0	406.3	0.5%	
	Corrugated Pipe φ 1500	58.0	105.2	163.2	291.2	454.4	0.5%	
	Corrugated Pipe φ 2500	46.5	179.3	225.8	383.5	609.3	0.7%	
	Corrugated Pipe φ 3000	142.3	260.2	402.5	709.0	1,111.5	1.3%	
	Inlet and Outlet	3.6	226.5	230.1	18.4	248.5	0.3%	
	Bridge	226.8	460.7	687.5	491.0	1,178.5	1.4%	
	Subtotal	530.5	1,318.9	1,849.4	2,159.1	4,008.5	4.7%	
Pavement	Subbase Course	1,874.5	6,018.5	7,893.0	8,970.1	16,863.1	19.8%	
	Base Course	1,381.0	4,174.1	5,555.1	6,365.2	11,920.3	14.0%	
	Surface	4,440.2	5,602.1	10,042.3	18,897.4	28,939.7	34.0%	
	Shoulder	Banking	114.9	272.8	387.7	543.4	931.1	1.1%
		Finished Subgrade	7.5	22.5	30.0	44.9	74.9	0.1%
		Base Course	450.0	1,415.0	1,865.0	2,132.8	3,997.8	4.7%
		Spradling Asphalt	54.7	71.0	125.7	279.7	405.4	0.5%
Subtotal	8,322.8	17,576.0	25,898.0	37,233.5	63,132.3	74.2%		
Direct Construction Cost		11,394.8	22,778.8	34,128.6	50,955.0	85,083.6	100%	
General Expenses (25%)		2,837.5	5,694.7	8,532.2	12,738.8	21,270.9		
Total		14,187.3	28,473.5	42,660.8	63,693.8	106,354.5		
Ratio		13.3%	26.8%	40.1%	59.9%	100%		
Total without Duties			28,473.5		63,693.8	92,167.3		
Ratio			30.9%		68.1%	100%		

表 6.4-2 施工段階別工事費一覽表

Unit: 1000 US\$ in 1986 price

Stage 1							
Item		Cost	L.C			F.C	Total
			Duties	Others	Sub Total		
Earth Work	Clearing and Grubbing		473.6	676.7	1,150.3	2,165.3	3,315.6
	Removal of Top Soil		357.5	476.7	834.2	1,549.4	2,383.6
	Banking		1,514.7	2,421.3	3,936.0	7,122.0	11,058.0
	Improvement of Subgrade Soil		46.4	120.5	166.9	224.5	391.4
	Finished Rolling of Subgrade		25.7	76.5	102.2	153.2	255.4
	Finished of Slope		78.6	112.2	190.8	348.0	538.8
	Subtotal		2,496.5	3,883.9	6,380.4	11,562.4	17,942.8
Drainage	Corrugated Pipe Ø 1200		53.3	87.0	140.3	266.0	406.3
	Corrugated Pipe Ø 1500		58.0	105.2	163.2	291.2	454.4
	Corrugated Pipe Ø 2500		46.5	179.3	225.8	383.5	609.3
	Corrugated Pipe Ø 3000		142.3	260.2	402.5	709.0	1,111.5
	Inlet and Outlet		3.6	226.5	230.1	18.4	248.5
	Bridge		226.8	460.7	687.5	491.0	1,178.5
	Subtotal		530.5	1,318.9	1,849.4	2,159.1	4,008.5
Pavement	Subbase Course		1,074.5	6,010.5	7,085.0	8,970.1	16,055.1
	Base Course		42.7	129.4	172.1	195.9	368.0
	Surface		238.5	252.8	491.3	999.6	1,490.9
	Shoulder	Banking	7.8	18.6	26.4	37.0	63.4
		Finished Subgrade	0.5	1.6	2.2	3.2	5.4
		Base Course	39.1	115.9	155.0	175.1	330.1
		Sprading Asphalt	4.1	4.6	8.7	19.9	28.5
Subtotal		2,207.2	6,541.4	8,748.6	10,400.8	19,149.4	
Direct Construction Cost			5,234.2	11,744.2	16,978.4	24,122.3	41,100.7
General Expenses (25%)			1,308.5	2,936.1	4,244.6	6,030.6	10,275.2
Total			6,542.7	14,680.3	21,223.0	30,152.9	51,375.9
Stage 2							
Pavement	Base Course		1,330.3	4,044.7	5,383.0	6,169.3	11,552.3
	Surface		4,201.7	5,349.3	9,551.0	17,897.8	27,448.8
	Shoulder	Banking	107.1	254.2	361.3	506.4	867.7
		Finished Subgrade	7.0	20.9	27.8	41.7	69.5
		Base Course	410.9	1,299.1	1,710.0	1,957.7	3,667.7
		Sprading Asphalt	50.6	66.4	117.0	259.8	376.9
	Subtotal		6,115.6	11,034.6	17,150.2	26,832.7	43,982.9
Direct Construction Cost			6,115.6	11,034.6	17,150.2	26,832.7	43,982.9
General Expenses (25%)			1,529.0	2,758.6	4,287.6	6,708.2	10,995.8
Total			7,644.6	13,793.2	21,437.8	33,540.9	54,978.7
Grand Total			14,187.3	28,473.5	42,660.8	63,693.8	106,354.5

表 6.4-3 フェリー施設建設工事費

Unit: 1986 US\$ prices

Item		Cost					Remarks
		L.C			F.C	Total	
		Duties	Other	Subtotal			
Canal	Excavation	173,916	271,309	445,225	820,884	1,266,109	D = 50m
Ferry	Excavation	4,770	7,442	12,212	22,516	34,728	D = 50 m
	Embankment	941	1,458	2,399	4,398	6,797	D = 25 m
	Slope Cribwork	343	15,182	15,525	1,490	17,015	
Port	Concrete	1,138	33,319	34,457	5,069	39,526	
	Base Gravel	392	300	692	1,288	1,960	
	Reinforcement	109	438	547	9,123	9,670	
Maintenance office		-	35,000	35,000	-	35,000	
Direct. Const. Cost		181,609	364,448	546,057	864,748	1,410,805	
Overhead		45,402	91,112	136,514	216,187	352,701	
Total Const. Cost		227,011	455,560	682,571	1,080,935	1,763,506	
Ferry Boat		57,360	-	57,360	229,440	286,800	
Dredger, Other		88,800	-	88,800	355,200	444,000	
Total of Initial Cost and Investment		373,171	455,560	828,731	1,665,575	2,494,306	
Ratio		15.0%	18.2%	33.2%	66.8%	100%	
Total without Duties		-	455.5%	-	1,665.575	2,121.135	
Ratio		-	21.5%	-	78.%	100%	

## 第7章 プロジェクト実施計画



## 第7章 プロジェクト実施計画

### 7.1 建設実施工程

計画道路の建設実施工程は表 7.1-1 に示す通りである。また、作業項別の建設実施工程を図 7.1-1 に示す。この作業別実施工程表に沿い、建設工事に必要な建設機械を表 7.1-2 に示す。

表 7.1-1 施工工程の概要

Road Section	IDD-Mamore (Section 1)	Ferry	Mamore-San Borja (Section 2-7)
Distance	10.4km	-	211.7km
Const. Stage 1 (1989 - 1991)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Earth work</li> <li>- Drainage work</li> <li>- Bridge const.</li> <li>- Pavement</li> <li>- Shoulder const.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canal</li> <li>- Port</li> <li>- Purchase of boat &amp; etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Earth work</li> <li>- Drainage work</li> <li>- Bridge construction</li> <li>- Subbase course</li> </ul>
Const. Stage 2 (1994- 1995)	nil	nil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base course</li> <li>- Surface course</li> <li>- Shoulder const.</li> </ul>

建設実施計画は将来交通量を考えて、段階施工を提案した。しかし第 2期工事の実施時期については、詳細設計時で実施される経済分析調査結果を基に決定されるであろう。

Item		Unit	Vol. (x1000.)	1st Stage			2nd Stage		
				1989 Year	1990 Year	1991 Year	1994 Year	1995 Year	
Earth Work	Clearing and Grubbing	m2	6,766.2	—	—	—			
	Removal of Top Soil	m2	11,918.6	—	—	—			
	Embankment	m3	3,249.8	—	—	—			
	Improvement of Subgrade Soil	m3	47.5	—	—	—			
	Finish Rolling of Subgrade	m2	2,551.8	—	—	—			
	Finish of Slope	m2	1,122.6	—	—	—			
	Subbase Course	m2	1,614.9	—	—	—			
Drainage	Corrugated Pipe	set	1.0	—	—	—			
	Bridge	set	7.0	—	—	—			
Pave-ment	Base Course	m2	1,570.1			—			
	Surface	m2	1,548.4			—			
	Shoulder	Embankment	m3	213.1			—		
		Finish of Subgrade	m2	750.4			—		
		Base Course	m2	728.1			—		
		Seal Coat	m2	684.0			—		
Ferry Facility		set	1.0	—	—				

図 7.1-1 建設作業工程

表 7.1-2 建設工事に必要な主な建設機械

Item	Capacity	1st Stage						2nd Stage			
		1989 Year		1990 Year		1991 Year		1994 Year		1995 Year	
		First half	Latter half	First half	Latter half	First half	Latter half	First half	Latter half	First half	Latter half
Bulldozer	21t	36	37	37	37	34	21	-	-	-	-
Tractor Shovel (Wheel)	1.4m3	-	-	-	-	2	2	3	3	3	3
Tractor Shovel (Wheel)	2.1m3	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Back Hoe	0.6m3	7	7	7	3	-	-	-	-	-	-
Motor Scraper	9.8m3	7	7	7	7	7	7	-	-	-	-
Dump Truck	11t	151	151	151	151	151	146	134	134	134	134
Motor Grader	3.7m	-	2	2	2	3	3	2	2	2	2
Tired Roller	8-15t	4	7	7	7	11	11	5	5	5	5
Macadam Roller	10-12t	-	-	-	-	5	5	4	4	4	4
Truck Crane	10-11t	5	5	5	3	-	-	-	-	-	-
Pile Hammer		1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Asphalt Plant	60t/hr	-	-	-	-	1	1	2	2	2	2
Asphalt Finisher	3.6m	-	-	-	-	1	1	2	2	2	2
Engine Sprayer	200L	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Asphalt Distributor	6,000L	-	-	-	-	1	1	2	2	2	2
Road Sprinkler	6,000L	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1



## 7.2 建設予算計画

前述した建設実施計画を基に、本計画道路建設に必要な各年次別建設予算を検討した。各年次別必要予算を表 7.2-1 に示す。

表 7.2-1 投資計画

Unit: 1000 US\$, in 1986 price

Year	Project Cost			I/O Cost	Grand Total		
	Local	Foreign	Total		Local	Foreign	Total
1989	0,301.9 (5,046.1)	12,950.7	21,332.6 (18,796.0)	-	0,301.9 (5,046.1)	12,950.7	21,332.6 (18,796.0)
1990	0,301.9 (5,046.1)	12,950.7	21,332.6 (18,796.0)	-	0,301.9 (5,046.1)	12,950.7	21,332.6 (18,796.0)
1991	0,302.0 (5,046.1)	12,950.7	21,332.7 (18,796.0)	-	0,302.0 (5,046.1)	12,950.7	21,332.7 (18,796.0)
1992	-	-	-	752.0	752.0	-	752.0
1993	-	-	-	753.3	753.3	-	753.3
1994	12,244.4 (8,039.0)	20,412.9	32,657.3 (28,452.7)	754.5	12,998.9 (8,794.3)	20,412.9	33,411.8 (29,207.2)
1995	12,244.4 (8,039.9)	20,413.0	32,657.4 (28,452.0)	1,325.2	13,569.6 (9,365.1)	20,413.0	33,982.6 (29,778.1)
1996	-	-	-	403.7	403.7	-	403.7
1997	-	-	-	510.3	510.3	-	510.3
1998	-	-	-	429.8	429.8	-	429.8
1999	-	-	-	436.9	436.9	-	436.9
2000	-	-	-	444.0	444.0	-	444.0
2001	-	-	-	667.1	667.1	-	667.1
2002	-	-	-	675.5	675.5	-	675.5
2003	-	-	-	683.9	683.9	-	683.9 ( 683.9)
2004	-	-	-	707.9	707.9	-	707.9
2005	-	-	-	700.7	700.7	-	700.7
2006	-	-	-	709.2	709.2	-	709.2
2007	-	-	-	717.6	717.6	-	717.6
2008	-	-	-	821.6	821.6	-	821.6
2009	-	-	-	734.4	734.4	-	734.4
2010	-	-	-	742.8	742.8	-	742.8
2011	-	-	-	846.8	846.8	-	846.8

Note: 1. All I/O costs are in local currency portion.  
 2. Figures in parenthesis are for imported material and equipment, and are free of taxes and duties

### 7.3 今後の調査への提案

本計画道路の建設はボリビア国に多大の利益を享受するものであり、早急に本調査に引続いて詳細設計を実施する事を提案する。

詳細設計時において、特に下記の調査を実施する事を提案する。

- 1) 計画道路沿における補足地形測量を実施する。この地形測量は詳細設計の基礎図として使用するために縮尺 1 : 2000 ~ 1 : 2,500 の地形図を作成する。
- 2) 計画道路に沿い約 1km間隔の土質調査を実施すること。
- 3) カリボ川及びサン・ホルヘ砕石場の建設材料調査を実施すること。
- 4) トリニダ～マモレ川間の橋梁架設地点のボーリング調査を実施すること。
- 5) 詳細な建設工事費をベースに経済評価を実施すること。

## 第8章 インパクト調査



## 第 8 章 インパクト調査

本計画道路の計画段階、施工段階及び供用開始後の各段階において数多くの社会的・経済的効果が期待出来る。

全天候性の道路が建設される事により、ラパス－ベニ間の安定した輸送システムが確立されるため、牛肉の価格を減少させる事が出来る。

また、本計画道路建設はベニ州の開発ポテンシャルを向上させ、ボリビア国の経済の活性化に大きく寄与するものである。

次に各段階での効果について述べる。

### 8.1 計画段階でのインパクト

当該プロジェクトのような大規模プロジェクトの実施は国の内・外に、国の安定と力を示すデモンストレーション効果がある。これにより、民間の投資計画等をうながす要因となる。

その他、この段階では、技術移転、調査に伴う経済的効果等がある。

### 8.2 施工段階でのインパクト

施工時の資機材、雇用等の増大効果、技術移転効果等が発生する。又当調査でも報告されているように、各種の資源調査、開発が行われる。

### 8.3 供用開始後のインパクト

#### 8.3.1 存在効果

当該道路の完成によりボリビアの主要都市が、環状道路で結ばれ、国の主要幹線道路網の骨格が形成される。

ブラジル国境付近における社会経済的不安定な状態も、ベニがボリビア国内と強く連帯する事により解消される事となる。

### 8.3.2 利用者効果

当該道路の通年の利用が可能となり下記の効果が期待できる。

- (1) 走行費用の軽減
- (2) 旅行時間の "
- (3) 旅行の快適性の増加と確実性の増加
- (4) 荷物の遺失、荷いたみの減少、梱包の軽減
- (5) フェリーコストの軽減
- (6) 輸送コストの軽減

以上のうち(1)(2)(5)(6)は計測可能な効果と考えられる。

### 8.3.3 波及効果

- (1) 生産者の所得増加  
安い輸送手段の出現により、今まであまり出荷されていなかった、バナナ、ユッカ、米等の出荷が確実となる。
- (2) プロジェクト道路沿道及び影響地域の開発
- (3) ベニの開発計画の促進
- (4) ベニの経済圏の拡大  
当該道路の完成により、沿道及び影響地域の開発が行われる様になり、又、現在進行中、計画中のベニの開発プロジェクトが促進される。これと、該当道路によりベニの経済力及び経済圏が増大する。
- (5) 物資の安定供給
- (6) 物価の安定と塚下  
全天候型の道路は、トリニダの生活物資のみならず、ラパスの肉の供給の安定をもたらす、物価の安定と低下が期待できる。
- (7) 雇用の増大
- (8) 輸送エネルギーの軽減
- (9) 外貨の獲得
- (10) トリニダ、サン・イグナシオ、サンボルハの都市施設のレベルアップ

これら波及効果のうち(1)(8)は計測可能と考えられる。

### 8.3.4 道路管理者の効果

新しい道路は、現道に比べメンテナンスコストが安くなり、又フェリーがなくなり、橋が計画される事による経費節減も考えられる。これ等費用は計測が可能と考えられる。

#### 8.4 計測可能な効果

以上の効果のうち計測可能な効果を要約すると下記のとおりである。

- ・ 走行費用の軽減
- ・ 旅行時間の軽減
- ・ フェリーコストの軽減
- ・ 輸送費用の軽減
- ・ 生産者の所得増加
- ・ 輸送エネルギーの軽減
- ・ 道路メンテナンスコストの軽減





