社会開発調査部報告書

No. 2

[illegible]

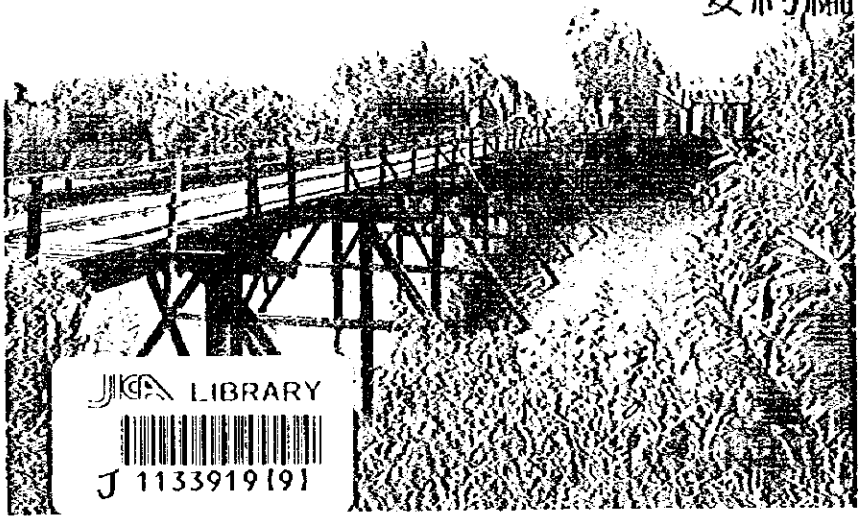
[illegible]

パラグアイ国

東部中央地域幹線道路整備計画調査

最終報告書

要約編



JICA LIBRARY
J 1133919[9]

平成9年2月

[illegible]

[illegible]

708
614
SSF
RARY

社調一
JR
97-023

1133919 (9)

国際協力事業団
パラグアイ国公共事業・通信省

パラグアイ国

東部中央地域幹線道路整備計画調査

最終報告書
要約編

平成９年２月

セントラルコンサルタント株式会社
八千代エンジニアリング株式会社

序文

日本国政府は、パラグアイ国政府の要請に基づき、同国の東部中央地区幹線道路整備計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成８年２月から平成９年２月までの間、３回にわたり、セントラルコンサルタント株式会社の立川　孝氏を団長とし、同社及び八千代エンジニアリング株式会社より構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、パラグアイ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内調査を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成９年２月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

伝達状

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎　殿

今般、パラグアイ国における東部中央地域幹線道路整備計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、セントラルコンサルタント株式会社及び八千代エンジニアリング株式会社で構成された私を団長とする調査団が、１９９６年２月より１９９７年２月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、パラグアイ国の現状を十分に踏まえ、本調査の対象とする計画の必要性と有効性を検証するとともに、パラグアイ国の公共事業、就中、道路整備事業の現状に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、本計画調査の実施期間中、貴事業団をはじめ、外務省その他、関係機関の方々には多大のご協力を賜りました。ここに厚く御礼を申し上げます。また、パラグアイ国における現地調査期間中は、パラグアイ国側関係機関、貴事業団パラグアイ事務所、及び、在パラグアイ日本大使館の皆様方に貴重なるご助言とご協力を頂きましたことも付け加えさせて頂きます。

本計画の一日も早い実現に向けて、関係方面により本報告書が大いに活用されることを切望いたす次第であります。

平成９年２月

パラグアイ国
東部中央地域幹線道路整備計画調査団
団長　立川　　孝

プロジェクトの概要

1.国名	パラグアイ共和国
2.調査名称	パラグアイ国東部中央地域幹線道路整備計画調査
3.受入機関	パラグアイ国政府公共事業・通信省
4.調査目的	パラグアリ・ヴィジャリカ間の幹線道路、及び同道路からラコルメナに至るアクセス道路の整備計画についてのフィージビリティー調査の実施

1.調査対象地域　：　調査対象道路を中心とする1市10県、94,170 km²

2.計画の概要　：

①計画対象道路の機能と性格：

－全国道路網の一部を形成する主要幹線道路（特に、パラグアリ－ビジャリカ間）

－国レベルの開発重点地域と流通拠点である首都圏を結ぶ開発支援道路

－地域間のコミュニテイーセンターを結ぶ地域道路網の基幹路線

－MERCOSUR市場の成熟に対応すべく、早期整備の待たれる路線

②予測交通量：

	現在	2005年	2015年
（パラグアリ－ビジャリカ間）	412台/日	2,372台/日	3,562台/日
（ラコルメナへのアクセス道路）	60	262	941

③対象道路整備計画の内容：

－道路規格：I-b、往復2車線・舗装幅＝7 m・路肩幅＝片側2.5 m、
設計速度＝100-80 km/h

－道路延長：パラグアリ－ビジャリカ間　＝　83.0 km
ラコルメナへのアクセス道路＝　38.1 km　　総延長＝ 121.1 km

－工事量　：

•盛土量=1,444千m³、切土量=122千m³、総土工量=1,566千m³

•アスファルト合材=113千m³、上層路盤材=127千m³、下層路盤材=144千m³

•単径間コンクリート橋梁=25カ所・総延長=410 m、2径間橋梁=1カ所・50 m、多径間橋梁=1カ所・（鋼トラス85 m＋PC 5@25m=215 m）

•その他、雑工及び環境対策工

3.実施計画：

1997-1998年に実施設計、1999-2002年建設（3年間）とし、工事は、（パラグアリ－テビクアリ）、（テビクアリ－ビジャリカ）、（ラコルメナへのアクセス道路）の三工区に分けて実施することが提案された。

4.事業費積算と経済評価：

財務的事業費と社会経済的事業費が、以下のように計算された。

単位：US$1,000)

	財務費用		経済費用				
	費用(含むIVA)	割合(%)	第1工区費用	第2工区費用	第3工区費用	費用合計	割合(%)
工事費	68,054.9	71.0	28,211.8	15,062.9	17,631.6	60,906.3	86.1
環境対策費	1,584.9	1.7	767.5	348.1	325.2	1,440.9	2.0
技術費	9,241.2	9.6	2,567.5	3,938.4	1,895.2	8,401.1	11.9
実施設計費	1,991.8	2.1	367.2	1,055.5	388.0	1,810.7	2.6
施工管理費	7,249.4	7.6	2,200.3	2,882.9	1,507.2	6,590.4	9.3
計	78,881.1	82.3	31,546.8	19,349.4	19,852.1	70,748.3	100
用地取得費	1,984.0	2.3	0	0	0	0	0
予備費	14,797.9	15.4	0	0	0	0	0
総計	95,861.4	100	31,546.8	19,349.4	19,852.1	70,748.3	100

注）第1工区：パラグアリーテビクアリ、第2工区：テビクアリービジャリカ、第3工区：アクセス道路

この社会経済的費用に基づく経済分析の結果は、以下の通り。

EIRR＝25.6%　：　B/C＝2.25、　NPV＝70,376千ドル（割引率＝12%として）

また、費用・便益を各々、+15%・-15%　変動させた場合の**EIRR**は、**19.7%**であった。

5. 総合評価と提言：

上記のように、本プロジェクトの実施は社会経済的には十分、妥当性のあることが確認されたが、更に、

- 国全体の戦略的道路整備計画の観点から、本プロジェクトはまさに、時宜を得た、良いタイミングで計画されたものであり、米州開発銀行等、当該セクターに影響力のある国際機関の動向にもマッチしたプロジェクトと言えよう。（既舗装国道の改良がほぼ終了し、国道に次ぐ主要地方道整備にかかる段階としての最初のプロジェクトと位置づけられる。）
- 地域開発の観点から、MERCOSUR の発足に対応する国レベルの政策の一つである農業の強化・開発を支援するために早期実現が期待されているプロジェクトである。

とのインタンジブルな評価を加味し、総合的にみて、本プロジェクトは十分な妥当性を有するものであって、その出来るだけ早い実施が望まれると評価された。

その実施に際しては以下の提言がなされた。

(1)実施設計時

- 詳細な地形図の作成は、不可欠である。
- 現在、接近することの困難な「C－2」の採石場候補地、及び、ラコルメナ・テビクアルミ間道路の南側の山地からの下層路盤材の確保の可能性について調査の必要がある。
- 採石候補地「C－1」からの石材がアスファルトコンクリートに適していることを確認するため、より詳細な材料試験を実施すべきである。
- 採石場候補地「C－3」（セロイタペ）からの石材を、テビクアルミ川を渡河して運搬することの可能性を検討する必要がある。
- テビクアルミ川両岸の低地帯での盛土の施工方法について、十分な配慮がなされるべきである。
- パラグアイにおいて類似建設工事契約に一般的に含まれる単価エスカレーション条項の内容について、細心の検討が加えられるべきである。

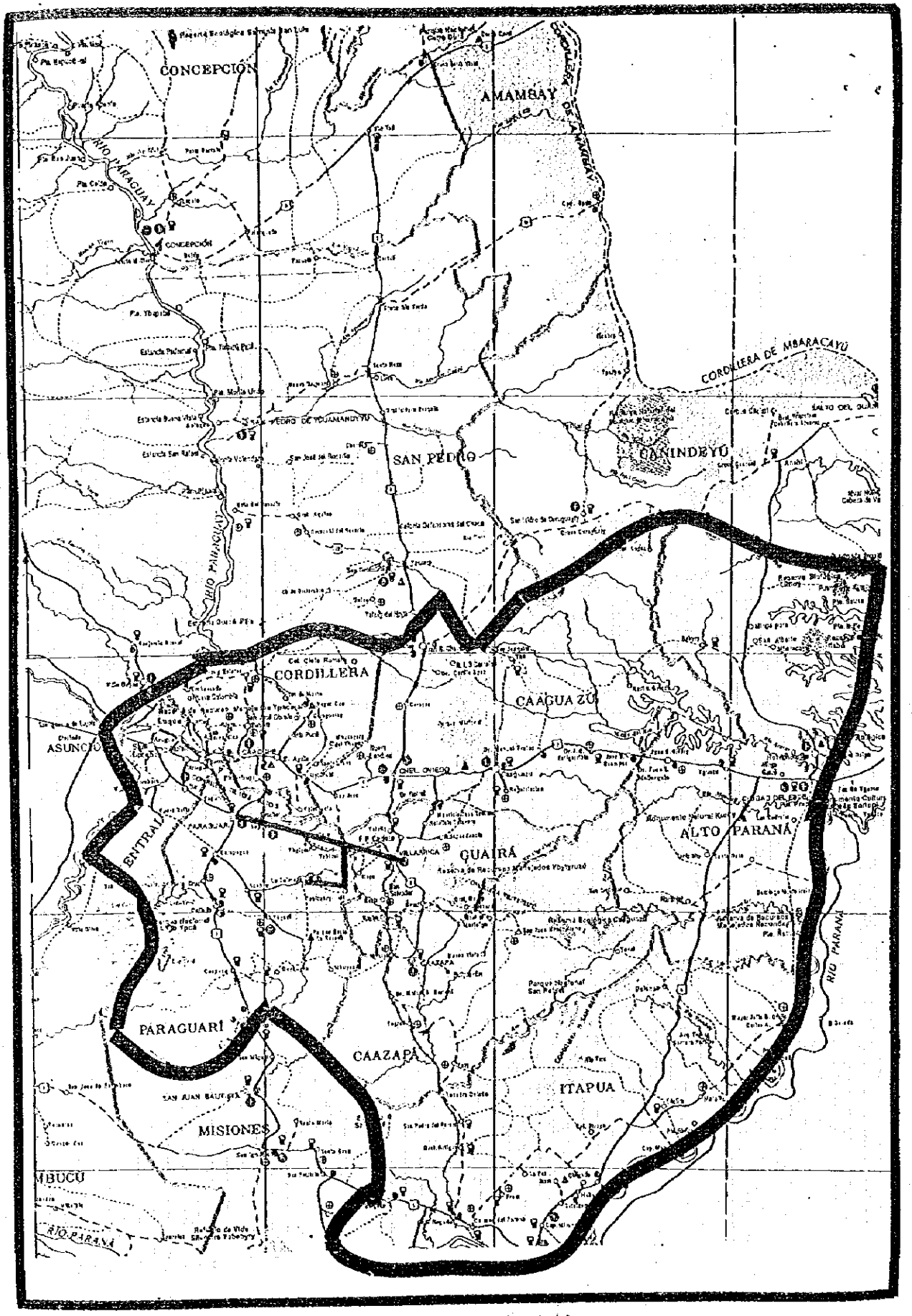
(2) 建設段階

- プロジェクトの早期実施のために、必要とされる手続きは迅速になされなければならない。
- 建設工事は、国際入札により選定された民間建設業者によって実施されるべきである。
- 建設業者選定の入札は、広く門戸を開き、且つ、適正な競争を可能とするものでなければならない。
- 建設工事の入札は、全体を三つの工区に分割して実施されることが望ましい。

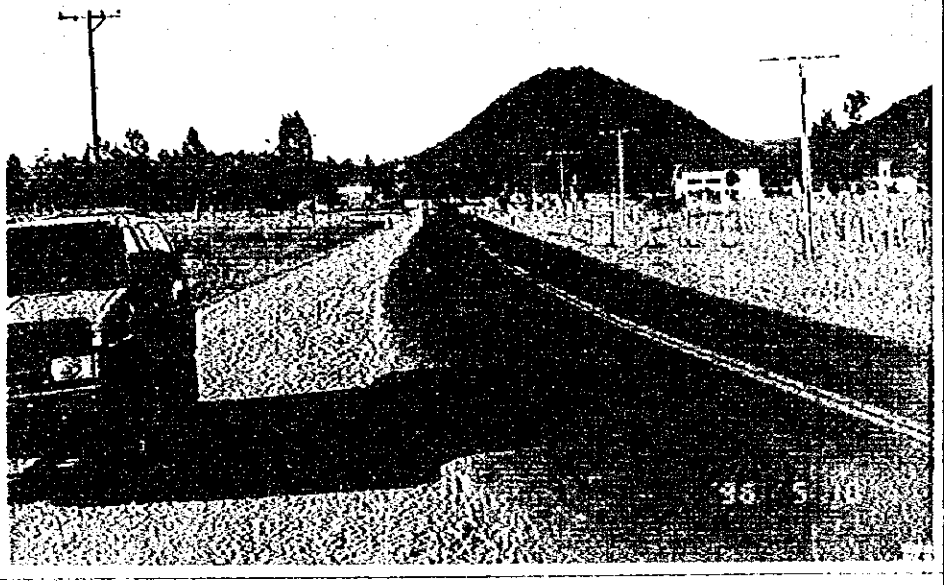
(3) 環境対策について

プロジェクトの間接的なプラスの影響を増大するために、以下の事項が関係機関との調整のもとで、実施されるべきである。

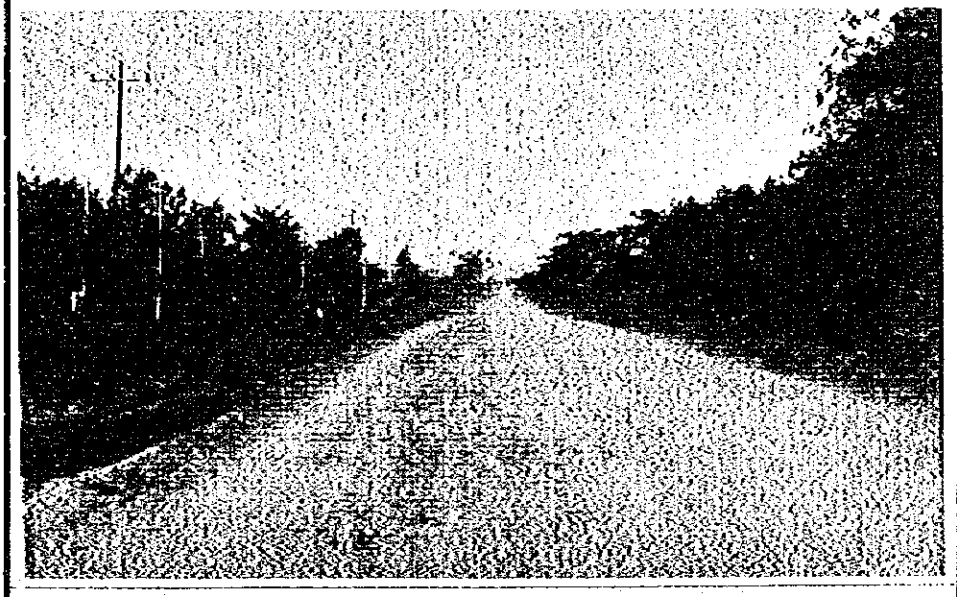
- 道路整備に伴うバスサービスの向上は、より高度な教育の場を拡大させるので、主要都市における教育施設と教員の拡充が望まれる。
- 輸送面でのコスト低減と時間短縮は、この地域の主要産業である農業での構造変革を促す要因となるので、この面での技術移転と支援が望まれる。
- 道路整備が国内観光を振興し、未開発観光資源が地域開発に資することが考えられるので観光開発の振興も促進されるべきである。



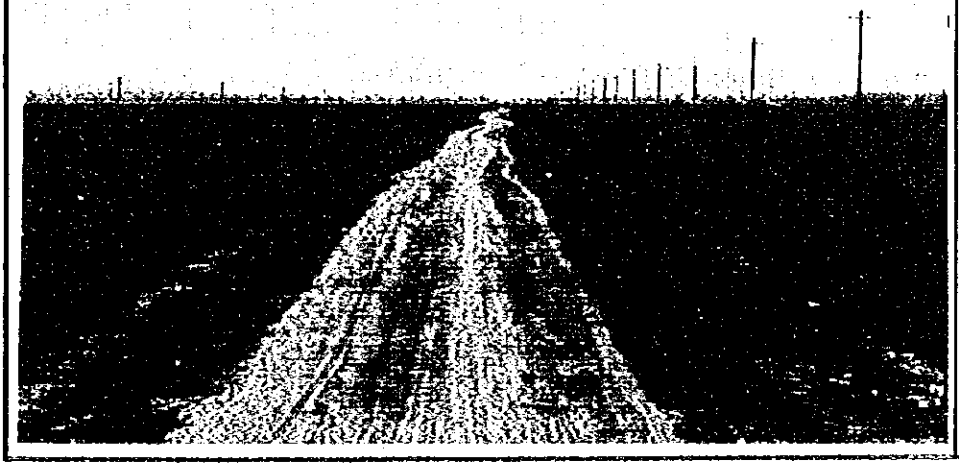
調査対象地域と対象路線



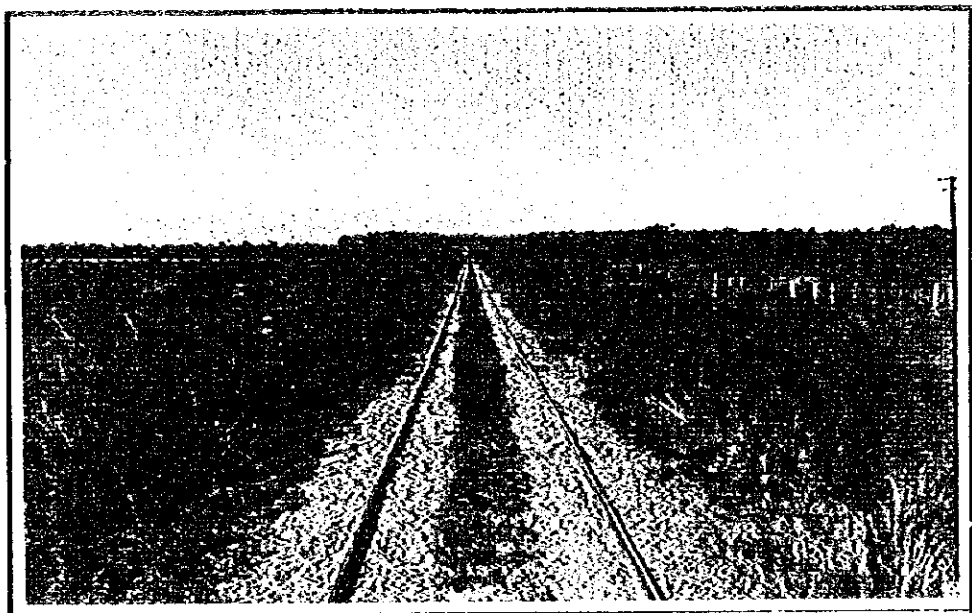
写真－1：対象道路の西端。ﾊﾟﾗｸﾞｱﾘ近郊でﾋﾟﾘﾍﾟﾌﾞｲへの道路との合流点。



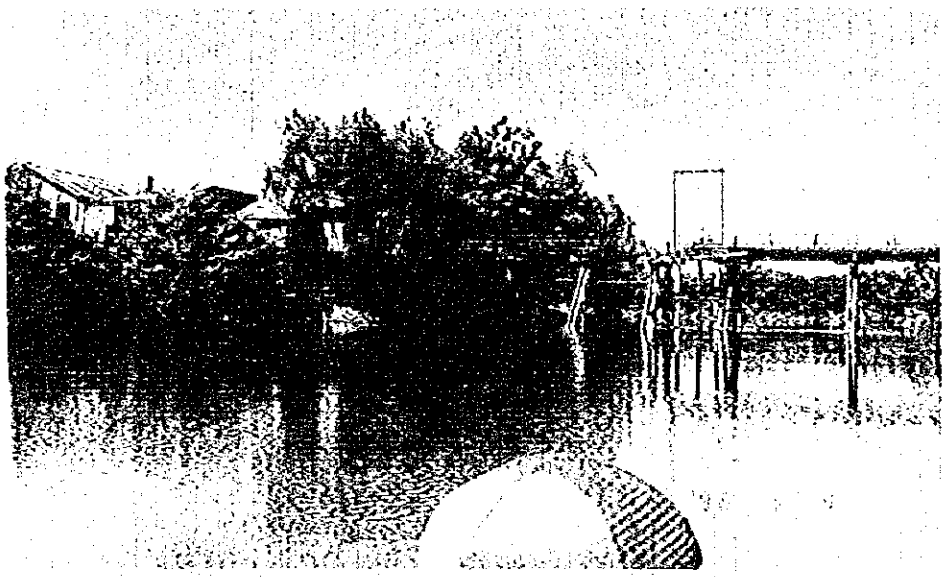
写真－2：ﾊﾟﾗｸﾞｱﾘ・ｴｽｺﾊﾞﾙ間の現道。(ﾊﾟﾗｸﾞｱﾘｶﾗ11km)



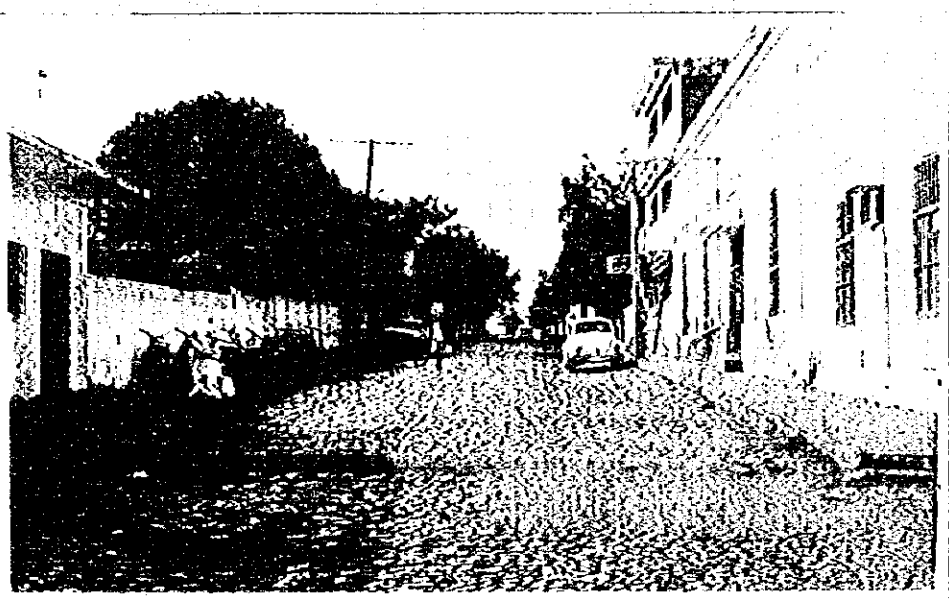
写真－3：ｶﾊﾞｼﾞｪﾛ・ﾋﾞﾁﾐ間の低地を通る現道。(ﾊﾟﾗｸﾞｱﾘから 41km)



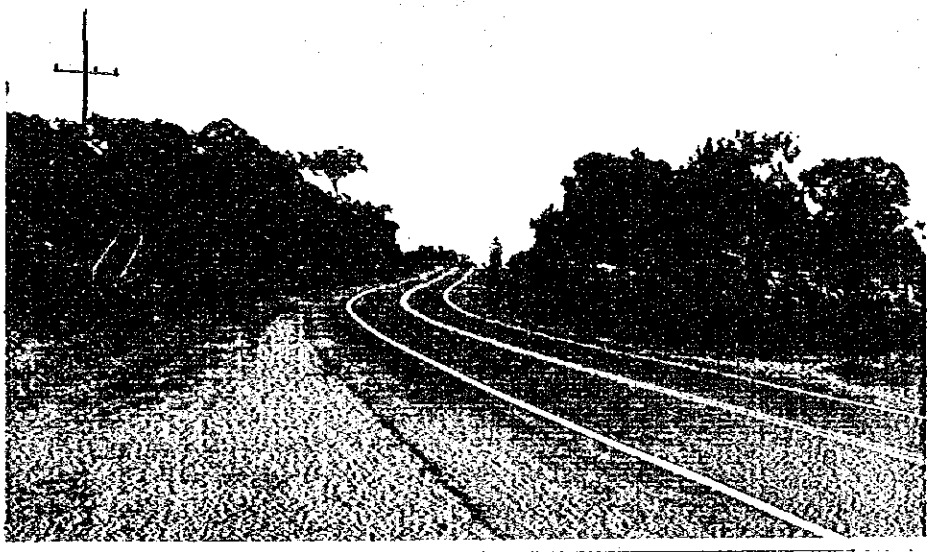
写真－4：ｲﾋﾞﾁﾐ・ﾃﾋﾞｸｱﾙ間の鉄道。これに平行に道路の新設が提案された。
(ﾊﾞﾗｸﾞｱﾘから 48km)



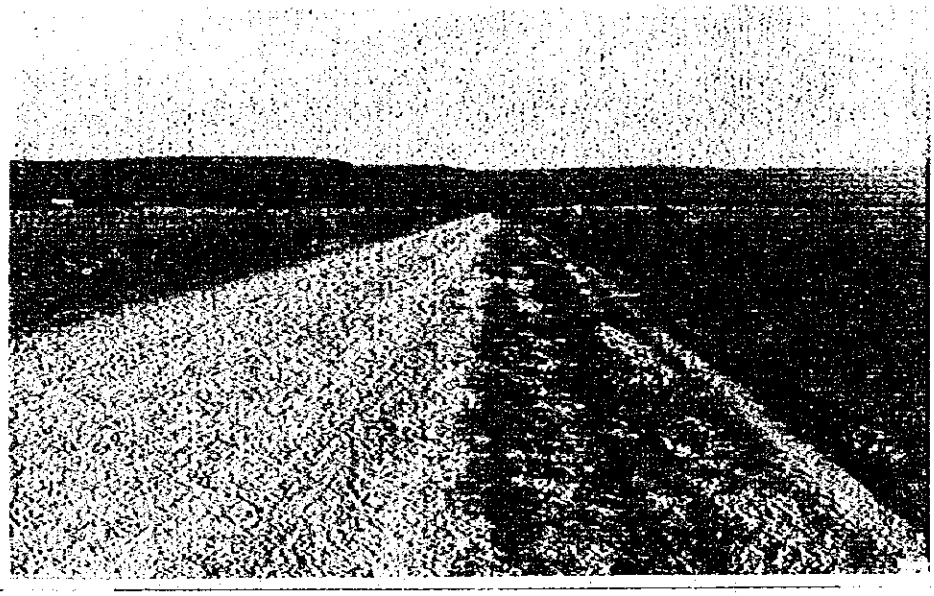
写真－5：ﾃﾋﾞｸｱﾙﾐ川に架かる既存木橋。
（橋長 70m）



写真－6：ﾋﾞｼﾞｬﾘｶ市内の現道。

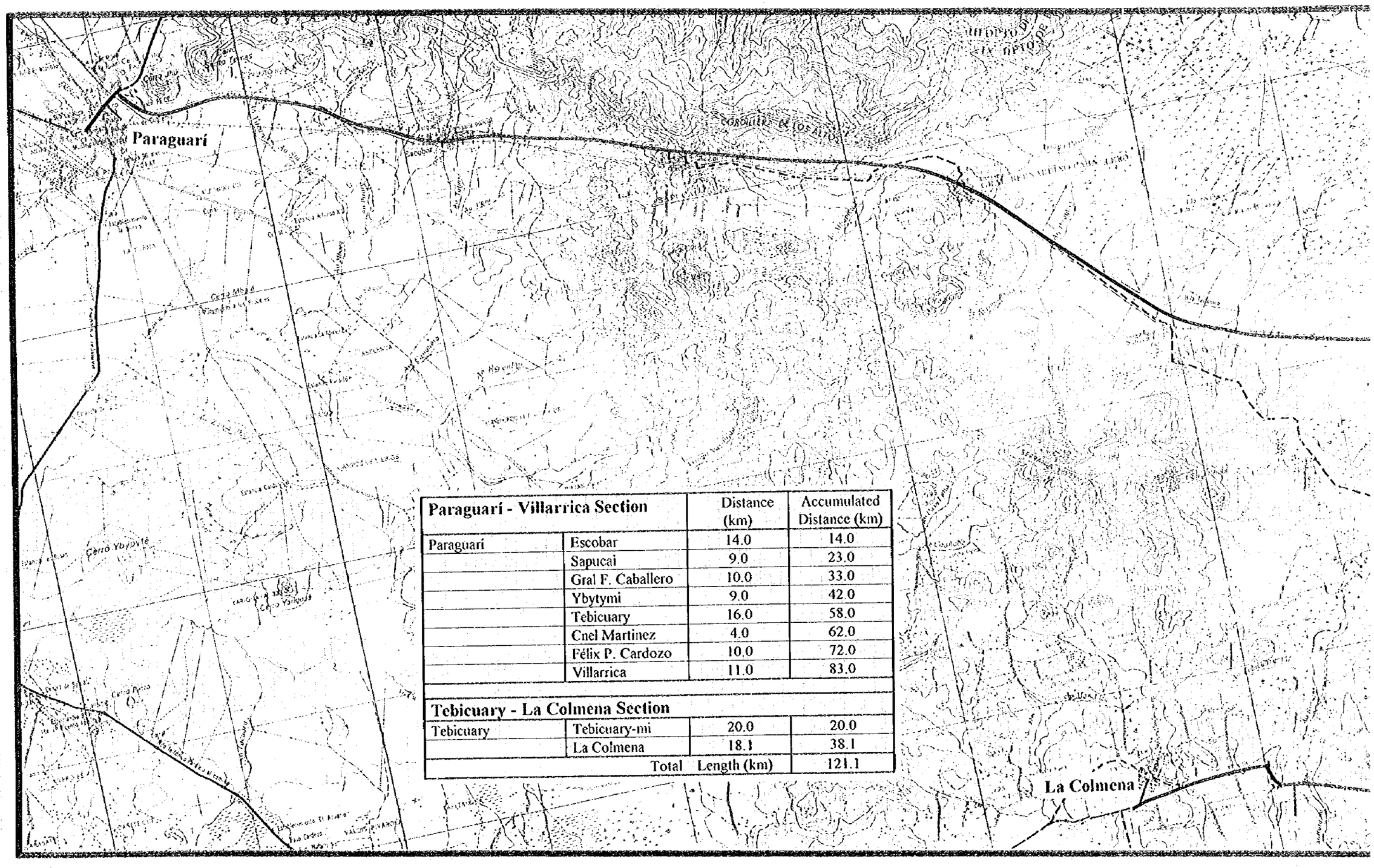


写真－7：ﾗｺﾙﾒﾅ･ｱｶｱ間道路。ここが対象道路の起点となる。

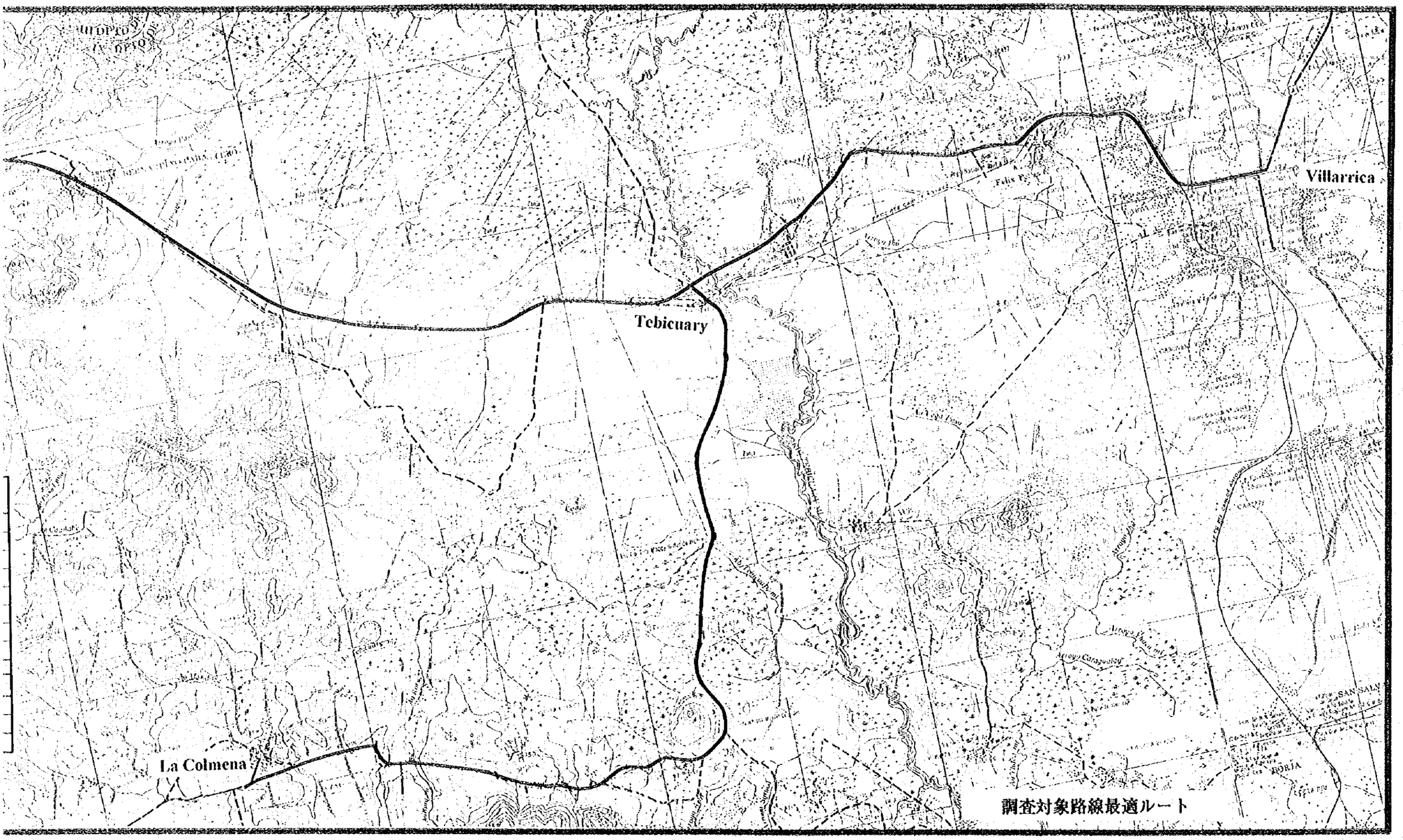


写真－8：ﾃﾋﾞｸｱﾙﾐ・ﾃﾋﾞｸｱﾙ間の低地帯を通過する現道。
（ﾗｺﾙﾒﾅから 20km）

写真－9：ﾍｸﾄﾙﾍﾞｶﾞ付近の現道。常に通行困難な区間。



Paraguarí - Villarrica Section		Distance (km)	Accumulated Distance (km)
Paraguarí	Escobar	14.0	14.0
	Sapucai	9.0	23.0
	Gral F. Caballero	10.0	33.0
	Ybytymi	9.0	42.0
	Tebicuary	16.0	58.0
	Cnel Martinez	4.0	62.0
	Félix P. Cardozo	10.0	72.0
	Villarrica	11.0	83.0
Tebicuary - La Colmena Section			
Tebicuary	Tebicuary-mi	20.0	20.0
	La Colmena	18.1	38.1
	Total	Length (km)	121.1


Villarrica
Tebicuary
La Colmena
調査対象路線最適ルート

要　約

調査の背景

１９９３年、パラグアイ国政府は、日本国政府の技術協力を得て「全国交通システムマスタープラン」（以後、Ｍ／Ｐと称す）を策定した。このＭ／Ｐは、農業分野の振興と輸出の拡大を目的として、開発（建設）・改良を必要とする国道・地方道を抽出し、それらの実施に対する優先順位を与えている。

このＭ／Ｐの提案内容に基づき、パラグアイ国政府は、パラグアリ・ビジャリカ間、及び、ラコルメナ迄の支線道路の整備に対するフィージビリテイー調査の実施を日本国政府に要請した。これを受けて日本国政府は、その実施を決定し、その調査を「東部中央地域幹線道路整備計画調査」（以後、本調査と称す）と名付けて、その実行を国際協力事業団（以後、ＪＩＣＡと称す）に託すこととした。

ＪＩＣＡは、１９９５年９月にＳ／Ｗミッションを、１９９６年２月に本格調査団を現地に派遣し、以降、調査が続けられ、１９９６年１１月末に調査団からパラグアイ側に最終報告書のドラフトが提出された。このドラフトは、パラグアイ側の精査の結果を待って、最終報告書として取りまとめられ、１９９７年２月、ＪＩＣＡよりパラグアイ国政府に提出された。

本調査の目的

本調査の目的は、前節に述べた道路区間の建設計画（以後、プロジェクトと称す）に対するフィジビリテイー調査（投資妥当性調査）を実施することにあり、このプロジェクトの実施には次のような期待がもたれている。

- 現在の国道２号線の激しい交通混雑の緩和に資すること
- 対象道路沿線地域（農業生産地）からアスンシオン中央市場、バスターミナル、或いは、ビジェッタ港等、流通拠点へのアクセスを容易にすること
- 対象道路影響圏内の集落を連結し、地域の活性化に資すること
- 対象道路影響圏の、より効率的な農業開発に資すること

更に、本プロジェクトが実施された場合、その効果は、世銀融資により現在進行しつつあるアスンシオン・イタ間新道建設、米州開発銀行融資による地方道整備事業、及びカアサパ・コロネルボガード間道路建設等との相乗作用により、更に大きくなることが期待されている。

パラグアイ国の概要

パラグアイ共和国は、南米大陸のほぼ中央に位置し、407千km²の国土面積を有する。１９９２年の調査によれば、その人口は、4.2百万人であって、１９６２年以来、年率３％の増加を示している。人口密度は総体的に低く、且つ、激しい偏りを示している。即ち、パラグアイ河の東側・西側で25.3人/km²、0.4人/km²であって、これは、全人口の９５％がパラグアイ河の東側（東部地域）に居住していることとなる。

当国は、農・牧業中心の産業構造であって、１９９４年のＧＤＰの２６％をこの分野が占めており、土地利用状況も東部地域では、その４５％が農地、３０％が牧場、

１５％が原野、その他が１０％となっている。

旅客・貨物、国内・国際のいずれの場合も、当国における輸送形態は陸上道路輸送が中心を担っている。わずかではあるが、河川運による国際貨物の輸送もみられる。公共事業・通信省が管理する全国の総道路延長距離は 24,000km で、その内の 4,800km が国道、それを含めた 10,000km が幹線道路と分類されているが、舗装道路はその幹線道路の 28%、即ち、2,800km にすぎない。

自動車の登録台数は、近年、増加の一途をたどって１９９４年には総数 323 千台に及んでいる。その 67%が首都圏に集中しているのが特徴である。自動車数の増大に伴い、国道の主要箇所における道路交通量も増加を見せている。例えば、国道 1 号線のイビラロでは、１９９２年 3,700 台/日であったのが１９９４年には 2.24 倍の 8,200 台/日となり、同様に、２号線のイパカライ、７号線のパストレオではそれぞれ,5,900 台/日から 10,700 台/日(1.81 倍)、1,400 台/日から 3,400 台/日(2.45 倍)になっている。
このような状況の下で、ＭＯＰＣによる道路整備・維持業務は、以下のような目標を中心に精力的に続けられてきた。

- 舗装国道網の完成
- 既舗装道路の改良・リハビリ
- 戦略的重点地域の地方道路整備
- MERCOSUR 体制のもとでの国際輸送回廊の整備

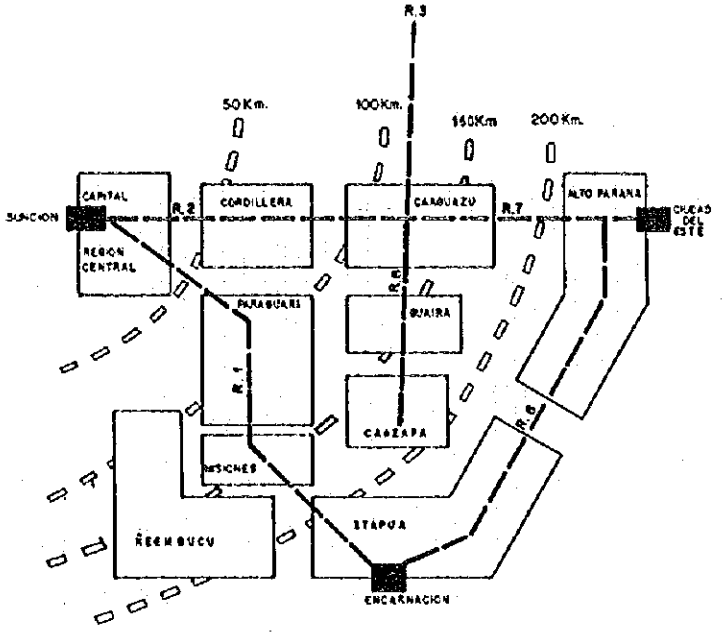
現在、既舗装道路の可成りの部分が改良されたものの、ＭＯＰＣの道路整備・管理面での施策は、必ずしも十分であったとはいえない。その大きな理由は資金の不足にあった。近年、この分野においては、その必要とされる資金の半分以上を外国機関から導入してきたが、自己負担分資金の不足から、予定通りに進捗していない事業がいくつかある。

東部中央地域

首都アスンシオン及び周辺の１０県からなる東部中央地域は、国家経済の大半をになう地域である。即ち、その面積は全国の 23%であるにも拘わらず、人口は 82%、主要農産品の耕作地面積は 77%に及んでいる。この地域の開発体系は、現在もまた将来も、次の「図－１」に示されているように、三方向の基軸を持つと捉えることが出来る。

- トライアングル開発軸：社会経済活動の中心は、アスンシオン・エンカルナシオン・シウダデエステの三都市にあり、これらを結ぶ軸線上を進む開発。
- 首都中心型開発軸：アスンシオンを中心として円状の近郊開発。
- 東西・南北開発軸： MERCOSUR 体制の成熟により、アスンシオンとブラジルとのゲイトウェイであるエステを結ぶ東西軸、及び、国道３号線・８号線沿いの南北軸が、物流回廊として今後も最も活発に開発が進むであろう。

人口・主要農業生産物等、主な社会経済指標が、２００５年と２０１５年を目標年次として県別に予測推計された。



図－1　東部中央地域の地域構造

計画対象地域の将来

調査対象道路の沿道地域を第一次影響圏としたとき、その外側の第二次影響圏と考えられる地域、即ち、パラグアリ県、グワイラ県、及び、コルデイレラ県とカアグアス県の一部は、首都アスンシオンから半径50-150ｋｍの地域である。
換言するならば、この地域は、先に述べた三つの開発軸すべての入り口に位置している。

この地域の人口分布、土地利用形態、農業開発ポテンシャル、道路網等、が全体的に調査分析され、それに基づいて、道路開発計画と関連づけながらこの地域の将来の開発シナリオが提案された。

- より統合化された農業のための地域道路網：この地域の外周で全国幹線道路網と結びついた、東西・南北、２本ずつの格子状の地域幹線道路の整備。（東西：パラグアリ・ビジャリカと、カラペグア・ラコルメナ・イツルベ・国道８号線）（南北：イタクルビ・ラコルメナと、サンホセ・テビクアル・テビクアルミ）
- 農業振興のための道路網：地域内道路網整備は、以下の三つの農業振興に不可欠である。
  - i)都市近郊型農業と農産加工業
  - ii)砂糖黍栽培と製糖業
  - iii)ラコルメナ・イツルベ間を中心とした果実等農業関連作物の栽培と加工
- 地域コミュニテイーへの社会的サービス

これらの当該地域の将来開発シナリオは、MERCOSUR 体制を前提として提案された。即ち、これは MERCOSUR のもとでの、この地域の将来の方向性を示すものといえる。さらに、このシナリオは、後述する交通量予測のための社会経済フレームワークに反映される。

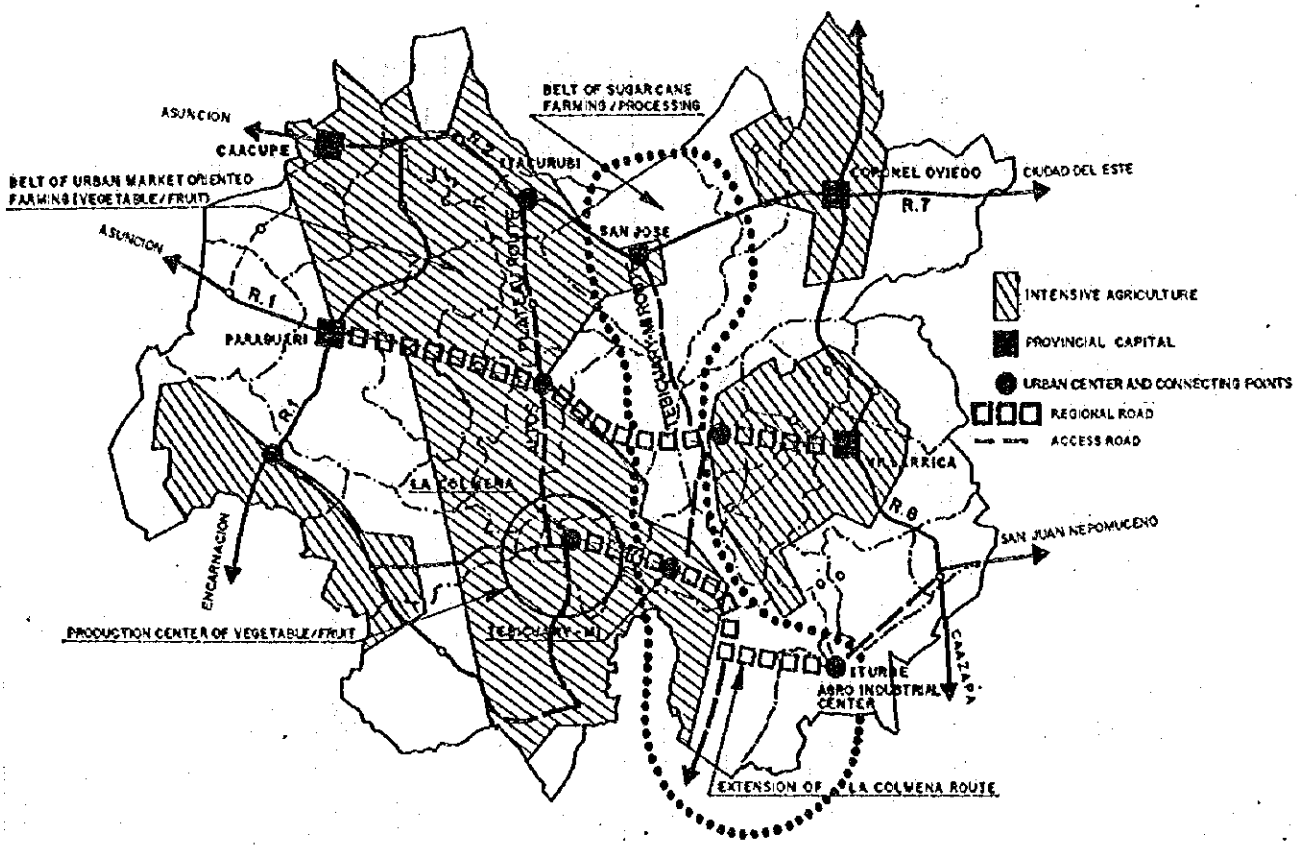


図-2　将来地域内道路網

交通量の予測

地域開発計画等をもとに計画されたＯＤ調査・交通量調査結果から、将来の交通量の予測推計を行い、道路網上に配分することが行われた。

調査対象道路の２００５年、２０１５年における交通量の予測は、それぞれの時点における周辺道路網の整備状況を予測・仮定し、それに対応する道路網への交通量配分を行って求めた。即ち、２００５年時点では、現在の道路網に調査対象道路を加えたネットワーク、２０１５年には、さらにＭ／Ｐで提案された路線の整備がなされたものとしての道路網を想定した。

パラグアリ・ビジャリカ間の区間では、２００５年時点で 1,400-2,400 台/日の交通量と予測され、その 60-70%は、国道１，２，８号線からの転換交通であると考えられた。一方、テビクアル・ラコルメナ間では、およそ 250 台/日と予測され、これは現在交通量の 4-10 倍に相当するもので、沿道開発が相当に進むとした上で

の推計値である。

表-1　対象道路区間別将来交通量予測値

(Unit : vehicle/day)

Route/Section	Length	Passenger Car			Bus			Truck			Total		
	(km)	1996	2005	2015	1996	2005	2015	1996	2005	2015	1996	2005	2015
I. Paraguarí-Villarrica													
1) Paraguarí-Escobar	14.0	248	1,206	1,692	39	216	416	125	950	1,454	412	2,372	3,562
2) Escobar-Sapucai	9.0	159	1,104	1,638	25	209	436	64	843	1,362	248	2,156	3,436
3) Sapucai-Caballero	10.0	61	948	1,518	13	174	411	20	782	1,301	94	1,904	3,230
4) Caballero-Ybytymí	9.0	2	785	1,355	0	153	395	2	747	1,260	4	1,685	3,010
5) Ybytymí-Tebicuary	16.0	6	699	1,284	0	110	369	3	673	1,196	9	1,482	2,849
6) Tebicuary-Cnl Martínez	4.0	43	830	1,231	7	193	462	30	693	1,033	80	1,716	2,726
7) Cnl Martínez-Félix P.Cardozo	10.0	105	655	1,182	7	120	414	32	592	1,018	144	1,367	2,614
8) Félix P.Cardozo-Villarrica	11.0	231	661	1,169	7	120	414	53	608	1,029	291	1,389	2,612
II. Tebicuary - La Colmena													
9) Tebicuary-Tebicuary-mí	20.0	41	159	49	7	83	323	12	20	209	60	262	941
10) Tebicuary-mí-La Colmena	18.1	19	142	167	1	81	242	3	21	118	23	244	527

予備的技術検討

(1)設計基準

道路設計及び橋梁設計に関わる正式に決められた設計基準は、パラグアイにはないが、ＭＯＰＣ道路局では、道路設計についてはその素案を有しており、最近の他プロジェクトにはそれが適用されている。又、環境室(Environmental Unit, MOPC)は、独自に道路建設工事に対する標準仕様書を作成している。

本調査で準拠すべき設計基準は、上記の二つの資料を参照しつつ、次の「表-2」に示されたものとすることが決められた。同時に、「図-3」を標準道路横断面とすることとした。

表-2　調査対象道路の幾何構造基準

Geometric Criterion	Value	
	Flat Land	Hilly Land
Road classification	I-b(2lanes,>1400v./day	
Design vehicle	SR (Semi-trailer)*1	
Design speed	100km/h	80km/h *2
Stopping sight distance	>210 m	>140 m
Passing sight distance	>680 m	>560 m
Radius of horizontal alignment	>375 m	>230 m
Grade for vertical alignment	<3 %	<4.5 %
Superelevation rates	<8%	
Normal cross slope	2%	
Lane width	2×3.5 m=7.0 m	
Shoulder width	2×2.5 m	
Total width of the road cross section	>12.0 m	
Gradient of embankment slope	1:4 (h<2 m), 1:2(h>2 m)	
Gradient of cut slope	1:2 (soil), 1:1(rock)	
Standard Width of Right of Way	40 m (Paraguarí - Villarrica) 30 m (Branch to La Colmena) *3	

Note - *1 : "Norma" specifies 4 types of vehicles: passenger car, conventional truck, truck, and semi-trailer. The dimensions of the semi-trailer, which is the biggest and most important vehicle for road design are also defined as follows:
- total width = 2.6 m
- total length = 16.8 m
- min. radius of the outside front wheel when turning = 13.7 m
- min. radius of the inside back wheel when turning = 6.0 m

*2 : A design speed of 60km/h can be applied in some special and limited sections as exceptional cases.
*3 : The width of the "Right of Way" could be reduced in urban areas or in special limited areas.

*4 : When other criteria must be required to determine, the standards of the United States and Japan may be adopted.

*5 : In the branch section toward La Colmena, where the future traffic demand will be less than 1,400 vehicles per day, the geometric criteria described in this table should be adopted; however, this diminished traffic demand should be taken into account in the pavement structure determination.

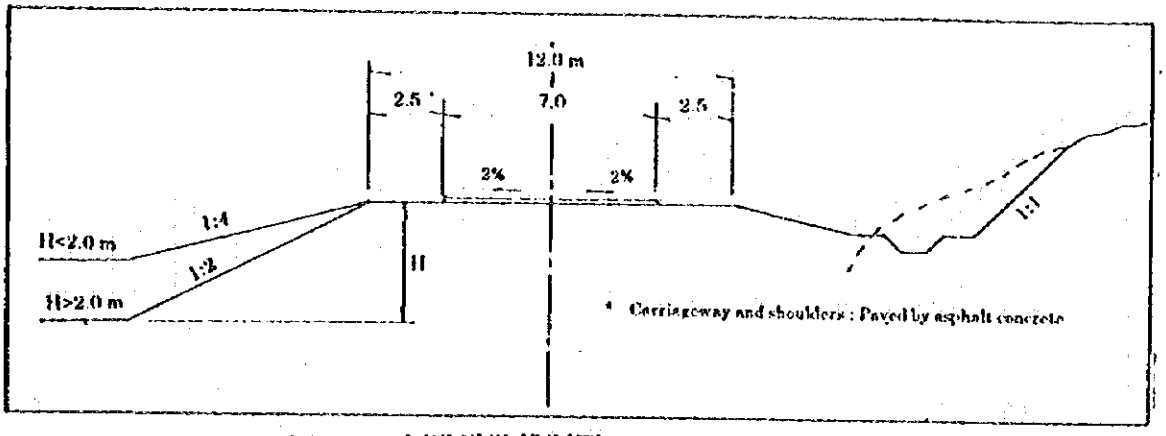


図-3　標準道路横断図

(2)水文分析

テビクアルにおけるテビクアルミ川の水位観測データ等の既存資料、及び、本調査で実施した地形測量の結果に基づき、対象道路が交差する１４河川の水文解析を行った。その内の主要な７河川の道路交差地点での設計高水位を推計した。(「表－３」参照) この結果は、道路、及び、橋梁の設計計画高さの決定に反映された。

表－３　主要河川交差地点での計画高水位

River Name	Design H.W.L	Discharge Capacity	Dischrge (Q) by Rational	Dischrge (Q) by T.H.M.	Hydraulic Conditions and Remarks
Arroyo Tulio	El. 121.5	55	49	55	
Arroyo Tororo	El. 138.2	150	106	148	
Arroyo Pirayuvy	El. 138.5	142	108	138	
Arroyo Pachóng	El. 141.9	52	38	51	The discharge capacity of railway structure is checked.
Arroyo Caundy	El. 118.5	64	45	64	
Río Tebicuary-mí	El. 106.5	1,190 (**)	1,500	1,821	The water level is regulated by the flood plain storage. The experienced maximum water level was El. 106.5 m on the flood of 1983 and 1994.
Arroyo Tebicuary-mí (upstream)	El. 119.3 (*)	102 (***)	269	354 (*)	The flood plain exists in the upstream 2.5 km of the bridge site. Inundation W.L by the interview was 0.2 m below the bridge surface during the flood in November 1994.
Arroyo Tebicuary-mí (Existing Bailey bridge site)	El. 107.2 (*)	328 (***)	280	358 (*)	The discharge is regulated by 2 flood plains in the upstream of the bridge site. The water level rises up by back water of Río Tebicuary -mí. Based on the interview, the flood water level during the flood in 1994 was El. 107.2 m below the existing Bailey bridge.

Note : * El. 119.3 and El.107.2 of experienced maximum W.L are adopted as D.H.W.L
** reduced by flood plain
*** Q will be more reduced by flood plain

(3)土取場及び採石場候補地

対象道路すべての区間において、道路敷内からの採土のみでは計画道路の構築は不可能であり、不足する盛土材を得るための土取り場の確保が必要と考えられる。このような理解のもとに、対象道路沿道の５０カ所以上の土取場候補地が選定され、

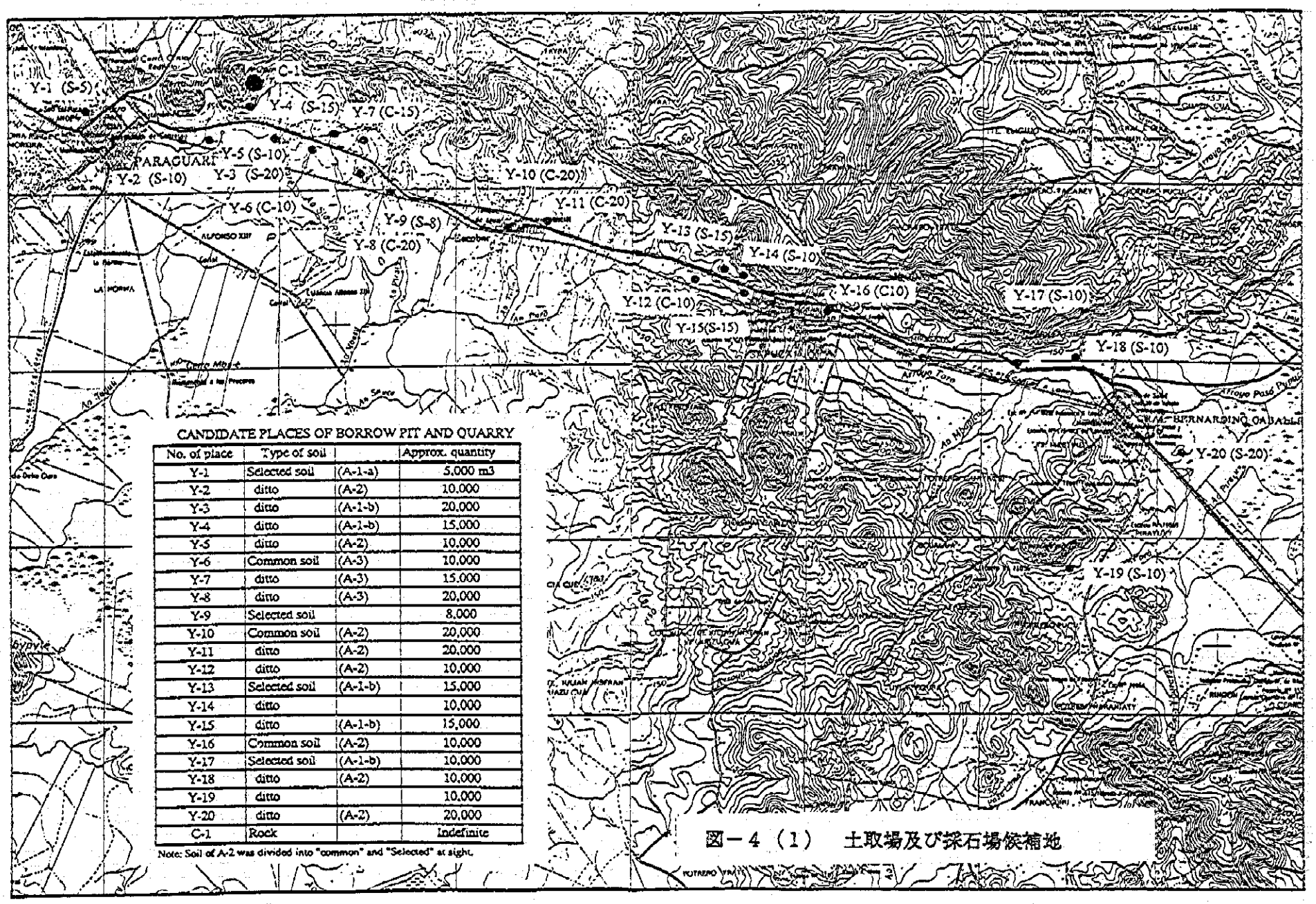
その予備的調査が本調査の中で実施された。（「図－４」参照）
この調査の結果、沿道付近で路床材・盛土材に適した材料の必要量を確保できるであろうことが確認された。

「図－４」に示されているいくつかの採石場候補地は、プロジェクトに必要な材質の石材を十分、供給できると考えられたが、そのうちの「セロサントトーマス」（C－１）については、さらにその材質を確認するための試験を実施設計段階で実施することが提案された。
これら採石場候補地の石材の性質が、「表－４」に示されている。

表－４　採石場候補地の石材の概要

Quarry site	Cerro Santo Tomás at Paraguarí (C1)	Hector Vera (C2)	Cerro Itapé (C3)
Rock type	Granite	Basalt family	Basalt
Present condition	Exploited	Not exploited	Not exploited
Available quantity	Indefinite	Unknown	Indefinite
Abrasion	(A) : 19.0% (B) : 18.9%	Unknown	(B) : 16% * (C) : 19% *
Absorption	0.07%	Unknown	
Specific Gravity	2.84 gs/cm³	Unknown	
CBR	128 (soaked) 170 (unsoaked)	Unknown	
Observation	• Rock material is white gray granite, heavy and hard. • Abrasion is limited in the range complying with the specifications for pavement material. • Further tests of this rock in the final design stage are recommended. • Quarry is now being exploited by hand chisels and hammers .	• Rock looks to be a kind of basalt with a reddish color, fairly breakable and not adequate for base and surface course material. • It is worth studying in detail in the final design stage to evaluate if useful for sub-base.	• Rock material is a black and heavy basalt. • It looks to be good material for the pavement structure.

Note : 1) * : Those data were obtained in the study of Plan Triánglo in 1977.
2) A, B and C in the abrasion test indicate the gradation of specimen according to AASHTO.
3) The results of the tests conducted in this study on C1 material are included in Annex D.
4) The material of the CBR test is a composite material: (crushed stone: sand: A-2-4)=82:8:10.
The value corresponds to 100% density of the Proctor test.

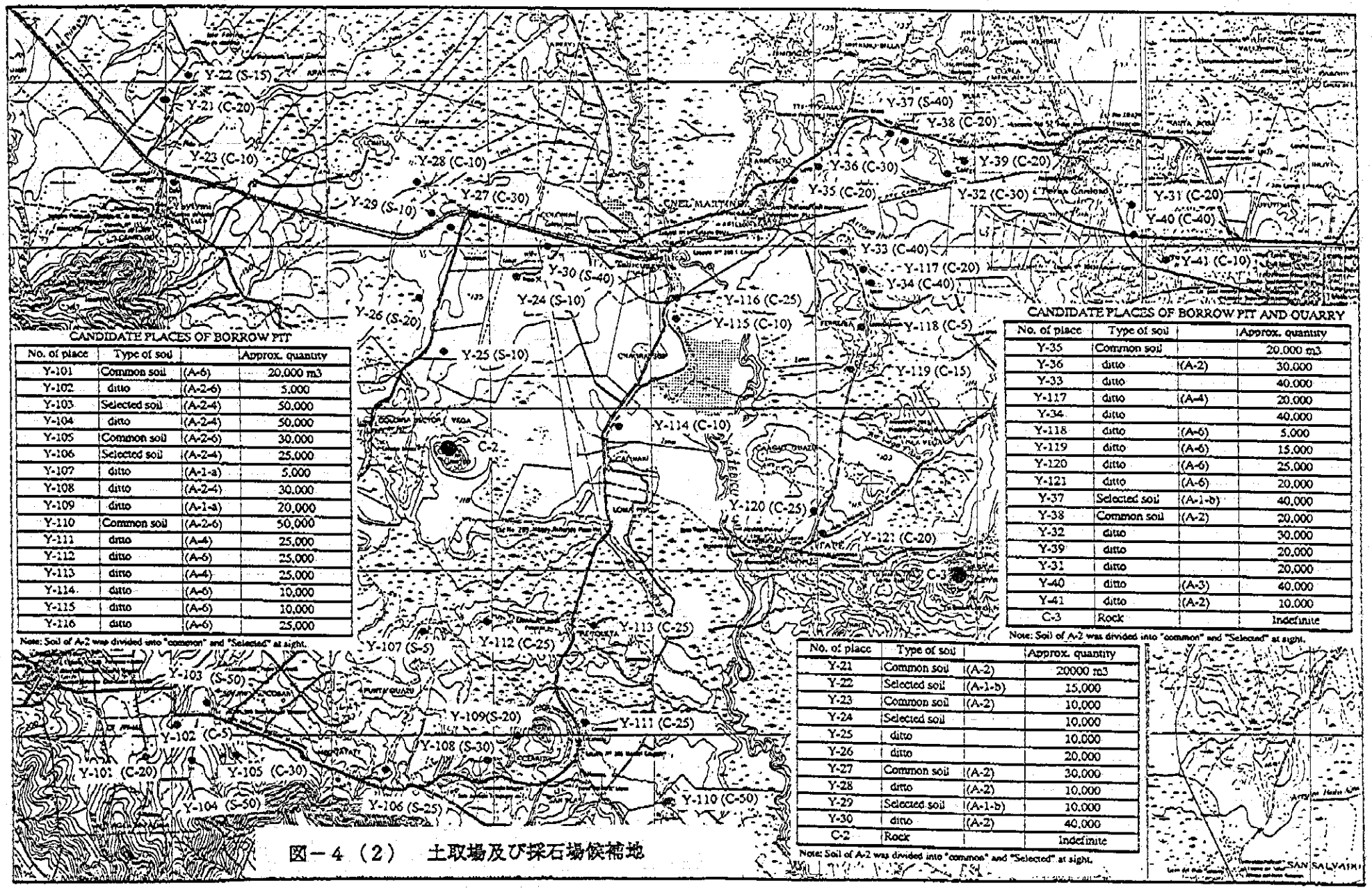


CANDIDATE PLACES OF BORROW PIT AND QUARRY

No. of place	Type of soil		Approx. quantity
Y-1	Selected soil	(A-1-a)	5,000 m3
Y-2	ditto	(A-2)	10,000
Y-3	ditto	(A-1-b)	20,000
Y-4	ditto	(A-1-b)	15,000
Y-5	ditto	(A-2)	10,000
Y-6	Common soil	(A-3)	10,000
Y-7	ditto	(A-3)	15,000
Y-8	ditto	(A-3)	20,000
Y-9	Selected soil		8,000
Y-10	Common soil	(A-2)	20,000
Y-11	ditto	(A-2)	20,000
Y-12	ditto	(A-2)	10,000
Y-13	Selected soil	(A-1-b)	15,000
Y-14	ditto		10,000
Y-15	ditto	(A-1-b)	15,000
Y-16	Common soil	(A-2)	10,000
Y-17	Selected soil	(A-1-b)	10,000
Y-18	ditto	(A-2)	10,000
Y-19	ditto		10,000
Y-20	ditto	(A-2)	20,000
C-1	Rock		Indefinite

Note: Soil of A-2 was divided into "common" and "Selected" at sight.

図－4（1）　土取場及び採石場候補地



CANDIDATE PLACES OF BORROW PIT

No. of place	Type of soil		Approx. quantity
Y-101	Common soil	(A-6)	20,000 m3
Y-102	ditto	(A-2-6)	5,000
Y-103	Selected soil	(A-2-4)	50,000
Y-104	ditto	(A-2-4)	50,000
Y-105	Common soil	(A-2-6)	30,000
Y-106	Selected soil	(A-2-4)	25,000
Y-107	ditto	(A-1-a)	5,000
Y-108	ditto	(A-2-4)	30,000
Y-109	ditto	(A-1-a)	20,000
Y-110	Common soil	(A-2-6)	50,000
Y-111	ditto	(A-4)	25,000
Y-112	ditto	(A-6)	25,000
Y-113	ditto	(A-4)	25,000
Y-114	ditto	(A-6)	10,000
Y-115	ditto	(A-6)	10,000
Y-116	ditto	(A-6)	25,000

Note: Soil of A-2 was divided into "common" and "Selected" at sight.

CANDIDATE PLACES OF BORROW PIT AND QUARRY

No. of place	Type of soil		Approx. quantity
Y-35	Common soil		20,000 m3
Y-36	ditto	(A-2)	30,000
Y-33	ditto		40,000
Y-117	ditto	(A-4)	20,000
Y-34	ditto		40,000
Y-118	ditto	(A-6)	5,000
Y-119	ditto	(A-6)	15,000
Y-120	ditto	(A-6)	25,000
Y-121	ditto	(A-6)	20,000
Y-37	Selected soil	(A-1-b)	40,000
Y-38	Common soil	(A-2)	20,000
Y-32	ditto		30,000
Y-39	ditto		20,000
Y-31	ditto		20,000
Y-40	ditto	(A-3)	40,000
Y-41	ditto	(A-2)	10,000
C-3	Rock		Indefinite

Note: Soil of A-2 was divided into "common" and "Selected" at sight.

No. of place	Type of soil		Approx. quantity
Y-21	Common soil	(A-2)	20000 m3
Y-22	Selected soil	(A-1-b)	15,000
Y-23	Common soil	(A-2)	10,000
Y-24	Selected soil		10,000
Y-25	ditto		10,000
Y-26	ditto		20,000
Y-27	Common soil	(A-2)	30,000
Y-28	ditto	(A-2)	10,000
Y-29	Selected soil	(A-1-b)	10,000
Y-30	ditto	(A-2)	40,000
C-2	Rock		Indefinite

Note: Soil of A-2 was divided into "common" and "Selected" at sight.

図－4（2） 土取場及び採石場候補地

(4)舗装構造の比較

たわみ性舗装と剛性舗装の双方の場合の構造が、AASHTO の「舗装構造設計のガイドライン(1986)」に記述された設計法に従って検討された。そして、いずれの構造を採用すべきかが、施工後２５年間の累積所要コストを比較することから決められた。

ここでは、たわみ性舗装では最初の舗装施工から１０年後にオーバーレイが必要となるのに対し、剛性舗装では２５年間、追加のコストはかからないとの前提によった。

比較の結果は「表－５」に示された通り、アスファルトコンクリート表層を持つたわみ性舗装が可成り有利であることが明らかとなり、本調査では、これを採用することとした。

表－５　剛性・たわみ性舗装のコスト比較

Rigid Pavement	Assumed Price ($/m3)	Parag.-R/Teb.(58.5km) Thick(cm)	Parag.-R/Teb.(58.5km) 1,000$	R/Teb.-Villarrica(24.5km) Thick(cm)	R/Teb.-Villarrica(24.5km) 1,000$	La Colmena-Teb.(38.1km) Thick(cm)	La Colmena-Teb.(38.1km) 1,000$	Total(121.1km) 1,000 $
Cement Concrete	135	28	15,479	28	6,483	23	8,281	30,243
Subbase	40.4	16	2,647	16	1,109	16	1,724	5,480
Total (1,000$)=R			18,126		7,591		10,005	35,722
Flexible Pavement								
Asphalt Concrete	119.6	14	6,857	14	2,872	12	3,828	13,556
Base	40.4	15	2,482	15	1,039	15	1,616	5,137
Subbase	40.4	15	2,482	25	1,732	15	1,616	5,830
Prime Coat	581	0.15	357	0.15	149	0.15	232	739
Sub-total (1,000$)=A			12,177		5,792		7,293	25,262
Overlay (A/C)=B	119.6	8	3,918	11	2,256	8	2,552	8,726
Discounted B=C	8 % x 9years		1,960		1,129		1,276	4,365
Total (1,000$)=F=A+C			14,137		6,921		8,569	29,627
Difference of Cost R - F (1,000$)			3,990		670		1,436	6,096

(5)テビクアルミ川橋梁の構造比較

水文解析の結果は、調査対象道路の中で最大の河川であるテビクアルミ川にかかる橋梁は、215 m以上の橋長が必要であることを明らかにした。これに対し、「図－６」に示されているように６タイプの橋梁形式が先ず選定され、最適案を決定するためにそれらの比較検討がなされた。結果として、第１案、即ち、メタルトラスによる 85 mの１径間と、PC 連結桁５径間(@=26 m)が最適であると考えられた。（より詳細な比較検討の結果は、報告書本文(Vol. I)の「表 6.4.22」参照）

表－６　橋梁比較案の検討

Type	Type of Superstructure	Construction Method	Span & Length(m)	Relative Cost
1st.	Metal Truss+ 5 span PC composite girder	Cable erection Fixed timbering	85+ 5 @ 26=215	1.00
2nd	2 span PC-T rigid frame box 5 span PC composite girder	Cantilever erect. Fixed timbering	2 @ 42.5+ 5 @ 26=215	1.17
3rd	Metal 2 span continuous plate 5 span PC composite girder	Fixed timbering	2 @ 42.5+ 5 @ 26=215	1.08
4th	3 span PC continuous box	Cantilever erect.	3 @ 72=216	1.66
5th	4 span PC continuous box	Push out erection	4 @ 54=216	1.46
6th	7 span PC composite girder	Fixed timbering	7 @ 31=217	1.10

(6)道路路線代替案と最適ルート

対象道路の内、以下の区間で路線代替案が2-3案選定され、比較検討された。

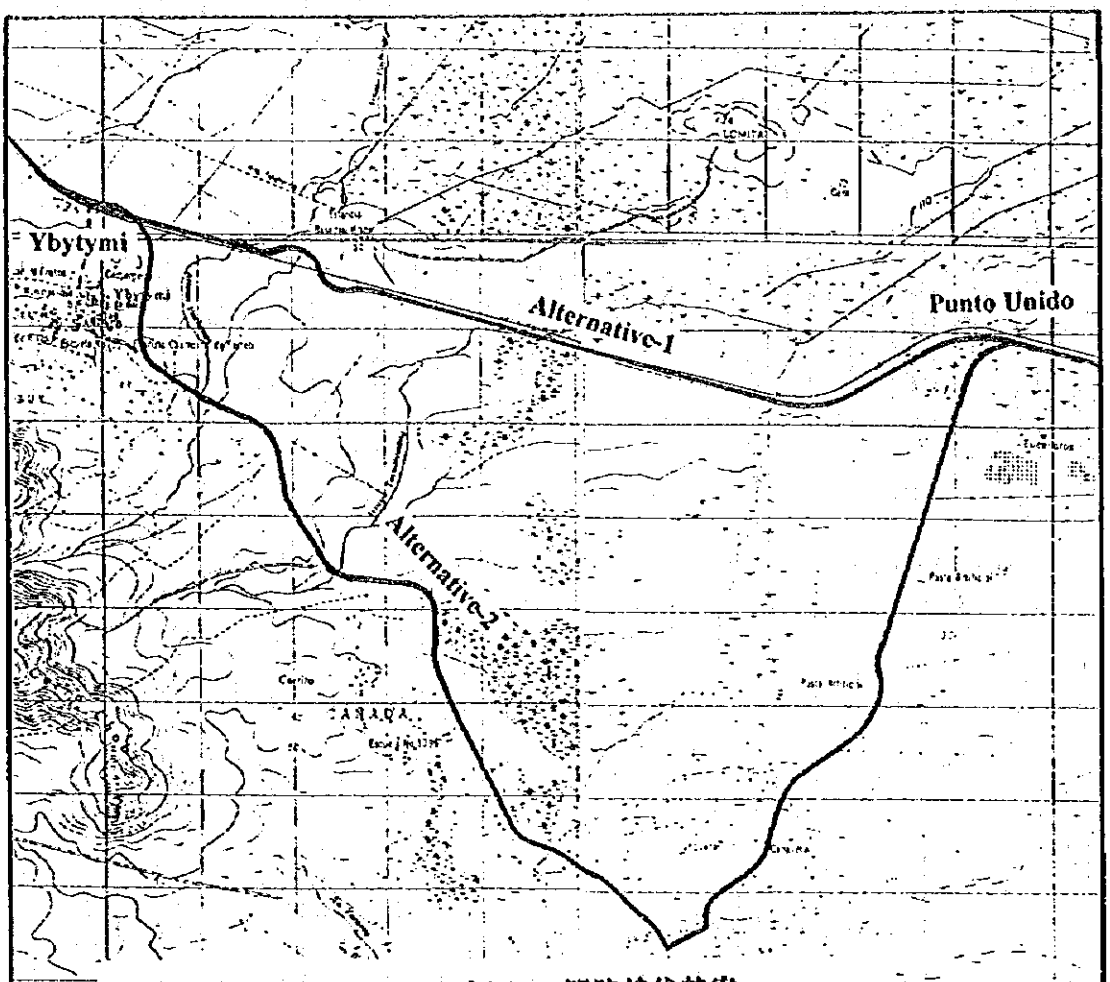
- サプカイ市街地
- カバジェロ市街地
- イビチミ・テビクアル間
- ビクアル・マルチネス間（テビクアルミ川渡河地点）
- カルドソ・ビジャリカ間
- ラコルメナ・テビクアル間

これらの比較検討では、建設費、要取得用地面積、道路幾何構造特性、工事施工性、地域計画との関連の上での道路網としての特性、社会環境・自然環境へのインパクト等々、数多くの要素が考慮された。
上記6区間の内、規模の大きい4区間の代替案と比較検討の結果を、「図－５～図－８」、及び、「表－７～表－１０」に示した。

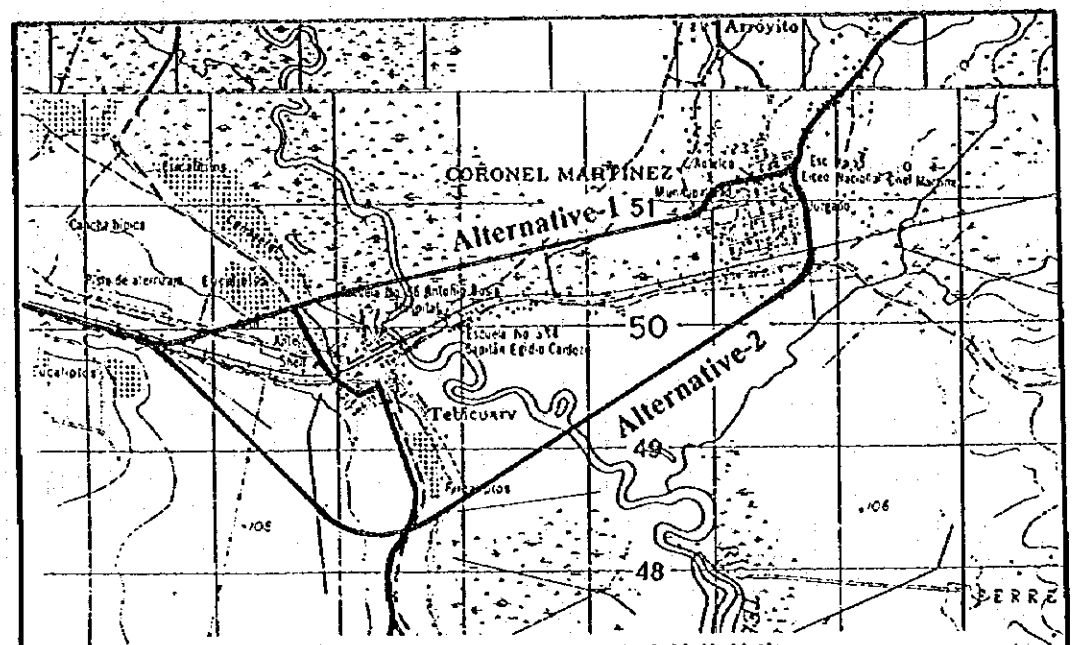
すべての比較の結果得られた最適ルートが本書、冒頭に挿入された彩色図に示されている。
又、この最適ルートの区間毎の距離は、「表－１１」の通りである。「表－１１」では、工事施工工期が実際的な期間とするためには、対象道路全体を３工区に分割施工するのが良いとの考え方に基づき、その工区毎に表示されている。

表－１１　対象道路工区別区間距離

Segment	From - To -	Distance
Section 1 : Paraguarí - Rio Tebicuary-mí (58.5 km)		
1	Paraguarí - Sapucaí	L= 22.5km
2	Sapucaí - Caballero	L= 10.5km
3	Caballero - Ybytymí	L= 9.0km
4	Ybytymí - Punto Unido	L= 10.0km
5	Puto Unido - Río Tebicuary-mí	L= 6.5km
Section 2 : Río Tebicuary-mí - Villarrica (24.5 km)		
6	Rio Tebicuary-mí - Martínez	L= 4.5km
7	Martínez - Cardozo	L= 8.0km
8	Cardozo - Villarrica	L= 12.0km
Section 3 : Branch to La Colmena (38.1 km)		
9	La Colmena - Sta.126+100	L= 25.3km
10	Sta.126+100 - Sta.138+100	L= 2.4km
11	Sta.138+100 - Tebicuary	L= 10.4km
Total		L=121.1km



図－5　イビチミ・テビクアル間路線代替案



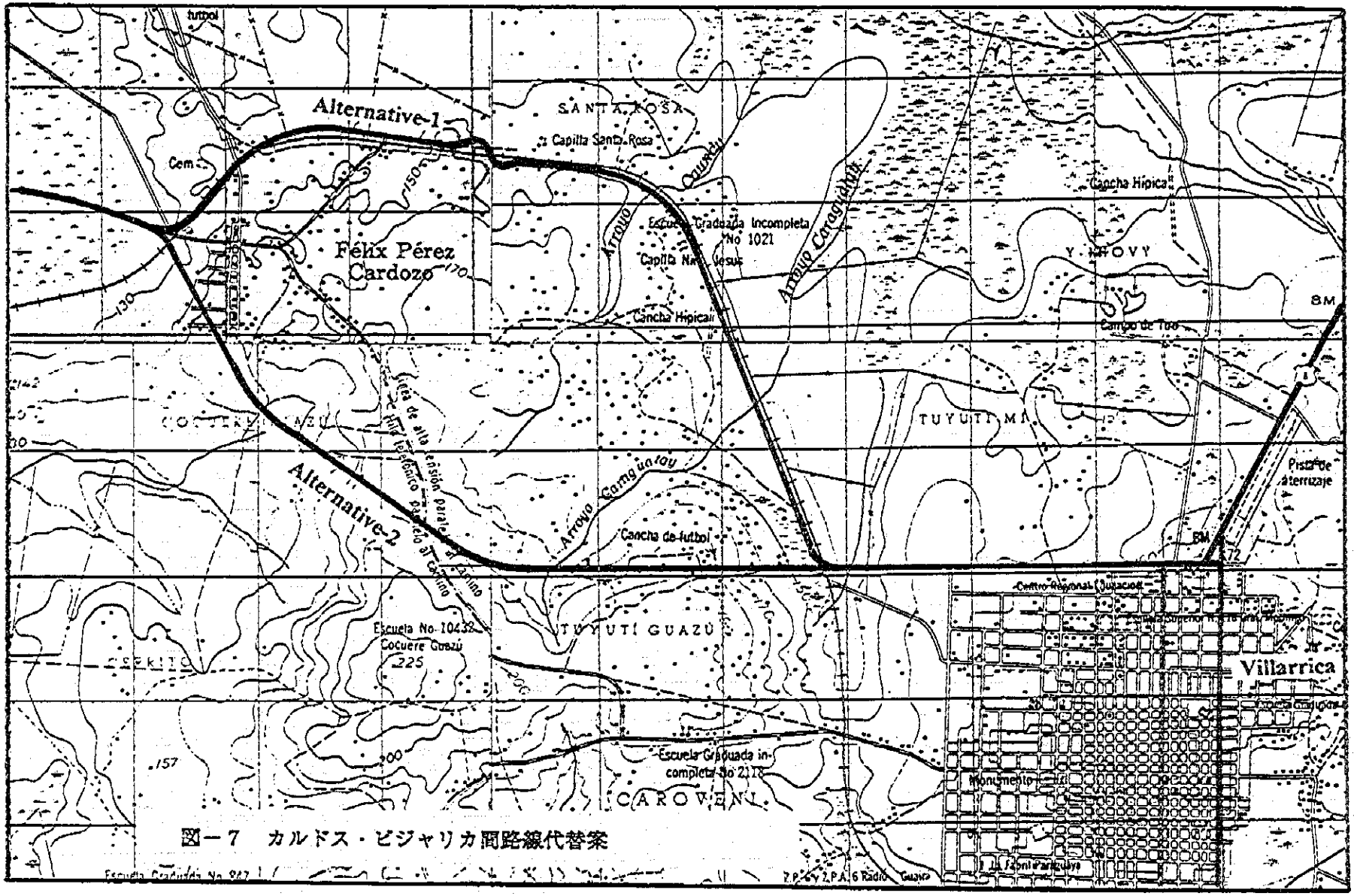
図－6　テビクアル・マルチネス間路線代替案

表－7　イビチミ・テビクアル間路線代替案比較結果

Route:	Ybytimi - Punto Unido									
Items for Comparison	Alternative - 1 (Short Cut Route)				Alternative - 2 (Route Along Existing Road)				Compari-son	
1. Planning Policy	-Short cut parallel to the railway				-Maximum use of the existing road					
2. Total length	10.3 km				18.7 km				1	2
3.Forecast Traffic Vol. (2015)	2,849 vehicles/day				2,076 vehicles/day					
4.Principal Work Items & Volume	1) Road		2)Bridge (total length)		1) Road		2)Bridge (total length)			
	-Earth Works	142,800 m3	-RC	18.0 m	-Earth Works	133,600 m3	-RC	12.0 m		
	-Pavement	72,100 m2	-PC	53.0 m	-Pavement	188,490 m2	-PC	18.0 m		
			-at Tebicuary				-Tebicuary			
5.Total Construction Cost	1.00				1.46				++	
6.Construction Cost (cost/km)	1.00				0.80					+
7. Land Acquisition	length (m)	width (m)	area(ha)		length (m)	width (m)	area(ha)			
-Side expantion	0		0.0		16,200	20	32.4			
-New acquisition	10,300	40	41.2		2,500	40	10.0			
Total	10,300		41.2		18,700		42.4			
8. Geometric Design 1)Horizontal Curve 2)Max.vertical grade	(R > 300.0m) x 6 curves i = 0.80 %				(R > 300.0m) x 21 curves i= 4.45 % (280.0 m long)				+	
9. Running performance	-Very flat -Saving 6 minutes of travelling time compared with Alternative				-Steep slopes -More travelling time than Alternative 1				+ +	
10. Difficulties of construction	-No detour route is required for the present traffic -Necessary to take special measures for low land areas				-Necessary to build a temporary bridge and detour. for the present traffic				++	
11. Connection with surrounding road network	-Separated from existing roads -No service to Hector L. Vera area				-Maintain the present service area					+
12. Impact on socio-economic environment	-Negative impact on Hector L. Vera area -Possibility of agricultural dev't in the new road side area				-Promotion of rural development in the Hector Vera area					+
13. Impact on natural environment	-Impacts of embankment in the low land areas -Risk of inudation over railway (partial section)				-Deforesting, but on a small scale				-	-
14. General opinion of local communities	-Objection (by the inhabitants of Hector L .Vera				-Preferred (by the inhabitants of Hector L. Vera					+
Comprehensive Evaluation	O				X					

表－8　テビクアル・マルチネス間路線代替案比較結果

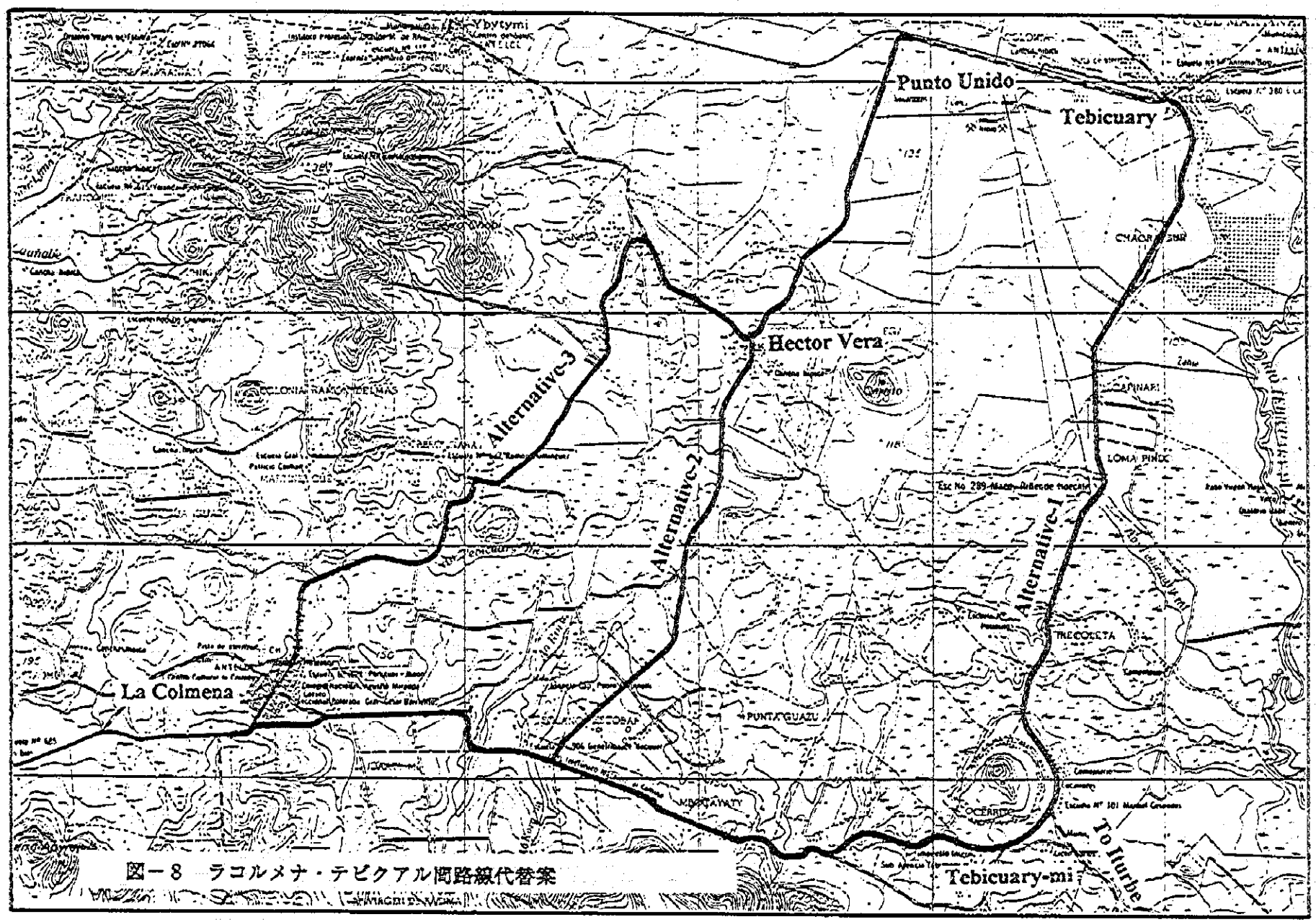
Items for Comparison	Alternative - 1 (Northern route)				Alternative - 2 (Southern route)				Comparison	
	Route:		Tebicuary - Mrtinez							
1. Planning Policy	-Point with stable river bank & smooth flow in the upperstream				-Point with stable river bank & smooth flow downstream					
2. Total length	7.0 km				8.8 km				1	2
3.Forecast Traffic Vol. (2015)	2,726 vehicles/day				2,726 vehicles/day					
4.Principal Work Items & Volume	1) Road		2)Bridge (total length)		1) Road		2)Bridge (total length)			
	-Earth Works	143,000 m3	-RC	0.0m	-Earth Works	180,100 m3	-RC	0.0 m		
	-Pavement	49,000 m2	-PC	214.0m	-Pavement	61,600 m2	-PC	220.0 m		
			-Tebicuary	85.0m			-Tebicuary	85.0 m		
5.Total Construction Cost	1.00				1.17				++	
6.Construction Cost (cost/km)	1.00				0.93					+
7. Land Acquisition	length (m)	width (m)	area(ha)		length (m)	width (m)	area(ha)			
-Side expantion	0		0		0		0			
-New acquisition	7,000	40	28.0		8,800	40	35.2			
Total			28.0				35.2		+	
8. Geometric Design 1)Horizontal Curve 2)Max.vertical grade	(R > 400.0 m) x 5 curves i = 4.367 % (300.0 m long)				(R > 500.0 m) x 5 curves i = 3.475 %					+
9. Running performance	-Steeper slope, but smooth horizontal alignment -Less traveling time than Alternative - 2				-Less steep slope -More travelling time than Alternative - 1				+	
10. Difficulties of construction	-Access to bridge site (right bank=0.9km left=0.6km) -Construction length in low land areas : 2.75km -Need for clearance of dense woods in low lands (right)				-Longer access to bridge site (right =1.7km left=1.5km) -Longer length in low land area : 3.15km				+ -	
11. Connection with surrounding road network	-Better connection with the trunk road to San Jose -Bad connection with branch section to La Colmena				-Far from the existing road -Better connection with the branch section to La Colmena					
12. Impact on socio-economic environment	-Negative impact on existing shops (better than alternative 2)				-Negative impact on existing shops				-	-
13. Impact on natural environment	-Need to deforest gallery woods along river -Impact of embankment in low land areas				-Need to deforest gallery woods along river -Risk of inundation of the existing town by bridge const. -Impact on embankment in low land areas				+	
14. General opinion of local communities	-No objection				-No objection				+	+
Comprehensive Evaluation	O				X					



図－7　カルドス・ビジャリカ間路線代替案

表－9　カルドス・ビジャリカ間路線代替案比較結果

Items for Comparison	Alternative - 1 (Northern route along the rail)				Route: Cardozo-Villarrica Alternative - 2 (Southern route crossing hilly land)				Comparison 1	Comparison 2
1. Planning Policy	-Promotion of agricultural dev't along the railway area				-Better service for already developed hilly land					
2. Total length	8.6 km				7.9 km					
3.Forecast Traffic Vol. (2015)	2,785 vehicles/day				2,785 vehicles/day					
4.Principal Work Items & Volume	1)Road		2)Bridge (total length)		1) Road		2)Bridge (total length)			
	-Earth Works	111,000 m3	-RC	11.0 m	-Earth Works	96,000 m3	-RC	0.0m		
	-Pavement	60,200 m2	-PC	0.0m	-Pavement	55,300 m2	-PC	0.0m		
			-Tebicuary				-Tebicuary			
5.Total Construction Cost	1.00				0.91					
6.Construction Cost (cost/km)	1.00				0.98					
7. Land Acquisition	length (m)	width (m)	area (ha)		length (m)	width (m)	area (ha)			
-Side expantion	8,600	10	8.6		0		0.0			
-New acquisition	0		0.0		7,900	40	31.6			
Total			8.6				31.6		++	
8. Geometric Design 1)Horizontal Curve 2)Max.vertical grade	(R > 300.0 m) x 9 curves i = 1.599 %				(R > 700.0 m) x 3 curves i = 4.412 % (915.0 m long)				+	
9. Running performance	-Flat vertical and smooth horizontal alignment				-Smooth horizontal alignment but steep slopes -Many up and down & crossings with a path				+	
10. Difficulties of construction	-Need for detour routes, but very little traffic				-No need for detour route, but many houses exist -Easy to get earth work materials in the vicinity				+	+
11. Connection with surrounding road network	-Far from existing road				-Better connection with the existing road to Itape					+
12. Impact on socio-economic environment					-Loss of cultivated lands and resettlement -Split of communities, but new service to comunity					- +
13. Impact on natural environment					-Impact of cutting earth works -Decrease of forest & cultivated land				++	
14. General opinion of local communities	-Preferred, in order to promote rural dev't along railway area				-Difficulty of land acquisition				++	
Comprehensive Evaluation	O				X					



図－8　ラコルメナ・テビクアル間路線代替案

表－１０　ラコルメナ・テビクアル間路線代替案比較結果

Route: **Branch Section to la Colmena**

Items for Comparison	Alternative - 1 (Eastern route along Tebicuary Mi River basin)	Alternative - 2 (Central route passing H. Vera)	Alternative - 3 (Route proceeding north directly from La Colmena)	comparison 1	2	3
1. Planning Policy	-Promotion of much suger cane producing area	-Shorter route to Tebicuary, promoting small scale agri.	-Shortest route to road Paraguari - Villarrica			
2. Total length	38.1 km	27.0 km	26.3 km			
3.Forecast Traffic Vol. (2015)	941 vehicles/day	343 vehicles/day	343 vehicles/day	+		
4.Principal Work Items & Volume	1) Road	1) Road	1) Road			
	-Earthworks 470,000 m3	-Earthworks 192,000 m3	-Earth Work 144,000 m3			
	-Pavement 266,700 m2	-Pavement 189,000 m2	-Pavement 184,100 m2			
	2)Bridge (total length)	2)Bridge (total length)	2)Bridge (total length)			
	-RC 69.0 m	-RC 0m	-RC			
	-PC 65.0 m	-PC 31.0 m	-PC 15.0 m			
	-Tebicuary	-Tebicuary	-Tebicuary			
5.Total Construction Cost	1.00	0.63	0.54		+	++
6.Construction Cost (cost/km)	1.00	0.89	0.78			
7. Land Acquisition	length (m) / width (m) / area (ha)	length (m) / width (m) / area (ha)	length (m) / width (m) / area (ha)			
-Side expantion	36,600 / 20 / 73.2	25,500 / 25 / 63.8	26,300 / 30 / 78.9			
-New acquisition	1,500 / 40 / 6.0	1,500 / 40 / 6.0	0 / / 0.0			
Total	38,100 / / 79.2	27,000 / / 69.8	26,300 / / 78.9			
8. Geometric Design 1)Horizontal Curve 2)Max.vertical grade	(R > 150.0 m) x 35 curves= (0.9 curves/km) i = 4.200% (600.0 m long)	(R > 250.0 m) x 22 curves= (0.8curves/km) i = 4.482 % (560.0 m long)	(R > 250.0 m) x 30 curves= (1.1curves/km) i = 4.435 % (250.0 m long)			
9. Running performance	-Most flat vertical alignment among the 3 alternatives -Limited speed sections exist	-Moderate performance among the 3 alternatives -Passing through the urban area of H. Vera	-Lower performance by up and down & many curves	+	+	
10. Difficulties of construction	-Easy detour route preparation in wide existing ROW -Longer section in lower area	-Difficult detour route preparation in narrow ROW	-Easy detour preparation in mostly pasture area			+
11. Connection with surrounding road network	-Better connection with existing road -Contributes to a future wider road network (toward Iturbe)	-Better connection with local community roads -Will play still local road even in future	-Far from existing roads and communities -Possibly be a part of direct connecting route with #2	+++	+	+
12. Impact on socio-economic environment	-more beneficial (see, traffic volume) -Promotes & supports sugar cane industry directly	-Loss of agricultural lands -Promotes sugar cane industry	-Less beneficiary, surrounded by large scale pastures -Less potential of future development	++	+	
13. Impact on natural environment	-Decrease of gallery forest, but on a small scale -Minimum impacts among three alternatives	-Decrease of gallery forest and roadside forest	-Increase deforestration oppotunities	+		
14. General opinion of local communities	-Preferable -Understood this is the best choice for La Colmena	-Preferred in Vera				
Comprehensive Evaluation	O	X	XX			

概略設計及び事業費積算

本プロジェクトの概略設計は、１９９４年撮影の航空写真（縮尺約 1:20,000）、それの 1:5,000 への拡大写真、及び、本調査で実施した路線上の縦断・横断測量の結果を基に実施した。

概略設計によって得られた平面・縦断図等は、本報告書の別冊の図面集にまとめられている。対象道路は、その起終点であるパラグアリ、ビジャリカでの国道との交点の他に、２カ所のＴ字型交差点を有することになる。一つは、本線とラコルメナへのアクセス道路の交点（テビクアル）であり、もう一つは、パラグアリ近郊での本線とピリベブイへの道路の交点である。

パラグアリ・ビジャリカ間の本線とラコルメナヘノアクセス道路の道路敷は、それぞれ 40 m と 30 m と決められたが、市街地を通過する箇所ではそれだけの幅を確保できない短区間が生ずる。

一般に対象道路の縦断勾配は、3%以下となるが、サプカイ、カルドソ、及びラコルメナ近郊の一部で 3-4.5%の区間が生ずる。

本プロジェクトの工事の総土工量が、「表－１２」にまとめられている。この表で明らかなように、道路敷内の切盛だけで土量のバランスを取ることは出来ない。即ち、第１，第２，第３工区、各々に対し、371,000 m^3、193,000 m^3、250,000 m^3の客土（主として路床土）を道路敷外の土取り場から確保する必要がある。前述のように、この客土を得るための多数の土取り場候補地を調査し、必要な土量を確保することが可能であることを確認した。

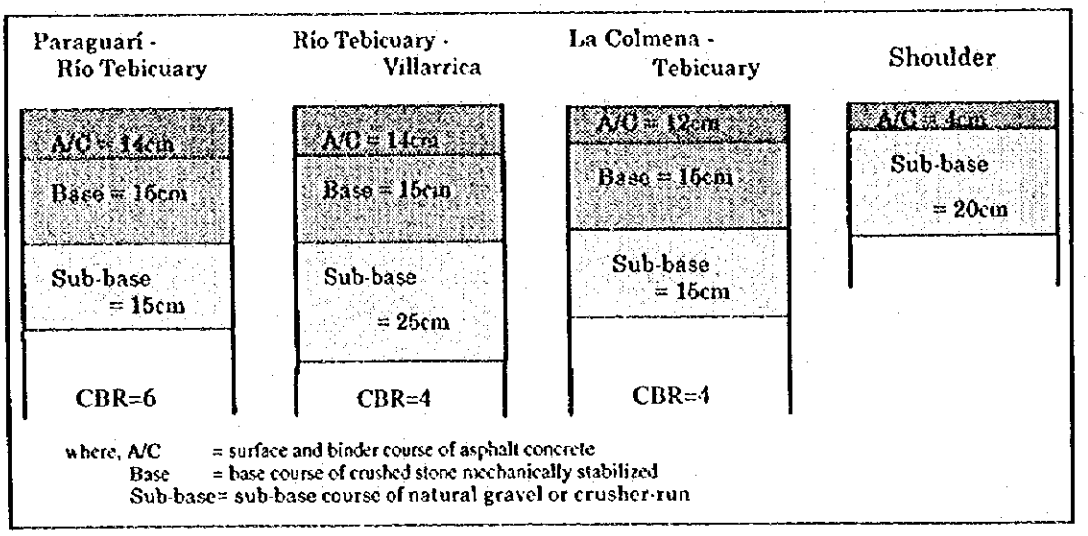
AASHTO のガイドラインの方法によって設計された各工区ごとの舗装構造断面図を「図－９」に、それに必要な舗装材料の数量を「表－１３」にまとめた。

表－１２　土工量総括表

Road Segment	Distance km	Embankment selected	Embankment common	Embankment total	Embankment m³/m	Cut	From Borrow in ROW	From Borrow Outside
Parguarí - Río Tebicuary-mí								
1	22.5	116	101	218	9.7	11	90	100
2	10.5	67	77	144	13.7	83	78	0
3	9.0	107	5	112	12.5	0	36	107
4	10.0	106	117	223	22.3	0	117	106
5	6.5	57	61	118	18.2	18	42	57
Total	58.5	454	362	816	13.9	112	362	371
Río Tebicuary-mí - Villarrica								
6	4.5	42	77	119	26.4	0	78	42
7	8.0	54	12	66	8.2	0	32	54
8	12.0	98	48	146	12.1	6	48	98
Total	24.5	193	137	330	13.5	6	158	193
La Colmena - Tebicuary								
9	25.3	103	23	126	5.0	0	101	103
10	2.4	59	19	78	32.5	0	19	59
11	10.4	89	6	95	9.1	4	42	89
Total	38.1	250	49	299	7.8	4	162	250
Grand Total	121.1	897	547	1,444	11.9	122	682	815

Total Earthwork = 1,566×1,000m³

Note: ROW = Borrow pit in Right of Way
Outside = Borrow pit outside of Right of Way
Selected = Soil for subgrade
Common = Soil for embankment beneath subgrade



図－９　舗装構造断面図

表－１３　舗装材料表

Flexible Pavement	Section 1 Paraguarí - Río Tebicuary-mí (58.5km)		Section 2 Río Tebicuary-mí - Villarrica (24.5km)		Section 3 La Colmena - Tebicuary (38.1km)	
	Thick(cm)	Volume (m³)	Thick(cm)	Volume (m³)	Thick(cm)	Volume (m³)
Asphalt Concrete	14	57,330	14	24,010	12	32,004
Base	15	61,425	15	25,725	15	40,005
Sub-base	15	61,425	25	42,875	15	40,005
Prime Coat	0.15	614	0.15	257	0.15	400

Note: Asphalt Concrete is for binder course and surface course.

水文解析、現地踏査、ボーリング調査等に基づき、以下の「表－１４」に示された規模と数の橋梁の建設が必要とされた。

表－１４　建設すべき橋梁一覧表

(Paraguarí - Villarrica) - Sección 1

From	To	RC single span 5 (m)	RC single span 10 (m)	RC single span 15 (m)	PC single span 20 (m)	PC single span 25 (m)	PC single span 30 (m)	Multi Spans
Paraguarí	Sapucaí	0	1	0	0	0	0	0
Sapucaí	Caballero	0	0	0	0	1	0	0
Caballero	Ybytymí	0	0	1	1	0	0	0
Ybytymí	Punto Unido	1	3	2	0	0	1	0
Punto Unido	Tebicuary	2	1	0	0	0	0	0
Total		3	5	3	1	1	1	0

(Tebicuary - Villarrica) - Sección 2

Tebicuary	C. Martínez	0	0	0	0	0	3	(215m)
C. Martínez	Cardozo	0	0	0	0	0	0	0
Cardozo	Villarrica	0	0	0	0	0	0	0
Total		3	5	3	1	1	4	1

(La Colmena - Tebicuary) - Sección 3

La Colmena	No.253+10	0	0	2	1	0	1	0
No.253+10	No.277+00	0	1	2	0	0	0	(50m)
No.277+00	Tebicuary	0	0	1	0	0	0	0
Total		0	1	5	1	0	1	1
Grand Total		3	6	8	2	1	5	2

二つの多径間橋梁の建設が、一つはテビクアルミ川（Rio Tebicuary-mi）に、もう一つはテビクアルミ小川(Arroyo Tebicuary-mi)に必要となる。前者は、前述のように鋼トラス１径間と PC の５径間の型径間橋、後者は、Pc の２径間橋梁である。

ここまでの工事内容に対して工費の積算がなされた。さらに、後述する環境影響評価に基づいて提案された内容に対する環境対策費、事業実施に要する技術費、及び予備費も積算された。先ず、これらの財務費用が積算され、後にそれをもとに経済費用が計算された。

パラグアイにおいては、建設用資機材にたいする輸入、及び所得に対する課税が無いので、財務費用と経済費用の違いは、燃料に課せられる税金と取引税（IVA：Impuesto para Valor Agregado）のみから生ずる。その結果、工事費の両者における違いは、非常に小さく、11.55%のみであった。これらの積算結果は、「表－１５」にまとめられている。

更に、完成後の道路維持費、建設か　ら１０年後の舗装のオーバーレイ費用、同

じく１０年後の鋼橋梁再塗装費用、及び、建設後の環境対策費用を積算し、次の前提のもとに年次投資計画を作成した。

・　本プロジェクトの建設工事は３工区に分けて実施される。
・　建設工期は３年である。
・　建設工事は１９９９年３月に開始される。

表－１５　財務費用・経済費用総括表

(Unit : US$ 1,000)

	Financial Cost		Economic Cost				
	Cost with IVA	Ratio (%)	Section 1 Cost	Section 2 Cost	Section 3 Cost	Total Cost	Ratio (%)
Construction Cost	68,054.9	71.0	28,211.8	15,062.9	17,631.6	60,906.3	86.1
Environment Management Cost	1,584.9	1.7	767.5	348.1	325.2	1,440.9	2.0
Engineering Cost	9,241.2	9.6	2,567.5	3,938.4	1,895.2	8,401.1	11.9
Final Design	1,991.8	2.1	367.2	1,055.5	388.0	1,810.7	2.6
Construction Supervision	7,249.4	7.6	2,200.3	2,882.9	1,507.2	6,590.4	9.3
Total	78,881.1	82.3	31,546.8	19,349.4	19,852.1	70,748.3	100
Land Acquisition	1,984.0	2.3	0	0	0	0	0
Contingency	14,797.9	15.4	0	0	0	0	0
For Readjustment	9,226.7	9.6	0	0	0	0	
Physical Contingency	5,571.2	5.8	0	0	0	0	
Grand Total	95,861.4	100	31,546.8	19,349.4	19,852.1	70,748.3	100

次の「表－１６」は、後述する本プロジェクトの経済評価のもととした年次投資計画表である。

表－１６　経済費用年次投資計画

(Unit : US$ 1,000)

Year	Detail Design	Environmental Measures	Construction	Construction supervision	Annual Maintenance	Total
1998	1,810.7	474.8			0	2,285.5
1999		190.5	15,226.6	1,597.6	0	17,014.7
2000		162.8	20,302.1	2,196.8	0	22,661.7
2001		612.8	20,302.1	2,196.8	0	23,111.7
2002		185.5	5,075.5	599.2	90.1	5,950.3
2003		89.4			90.1	179.5
2004					90.1	90.1
2005					90.1	90.1
2006					90.1	90.1
2007					196.1	196.1
2008					196.1	196.1
2009					196.1	196.1
2010					306.0	306.0
2011					306.0	306.0
2012					4,481.7	4,481.7
2013					4,481.7	4,481.7
2014					90.1	90.1
2015					90.1	90.1
2016					90.1	90.1
2017					90.1	90.1
2018					90.1	90.1
2019					196.1	196.1
2020					196.1	196.1
2021					196.1	196.1
Total	1,810.7	1,715.8	60,906.3	6,590.4	11,653.0	82,676.2

環境影響評価

本調査の中で環境影響調査が実施され、提案された環境対策を施した上での本プロジェクトの実施は、その影響圏地域の社会環境に直接、間接のポジチブな影響をもたらすであろうとの結論を得た。又、環境対策が実行され、且つ、ＭＯＰＣの「道路建設における環境保全一般仕様書（１９９３）」が遵守されるならば、自然環境に対してもネガテイブな影響はないと評価された。

ポジチブな影響を増進し、ネガテイブな影響を緩和するために、以下のような環境対策プログラムが提案された。

i）環境監視プログラム：設計段階から工事終了後の数年に至るまで、すべての環境問題に関わる事柄を総合的に監視する。監視担当者は、社会環境、自然環境の各分野から選出されるべきである。

ii）環境影響緩和プログラム：これには（工事による伐採を償う）植林、交通安全施設、交通安全教育、市街地での街路樹の植樹、及び、既存のコミュニテイー道路とプロジェクト道路の円滑な接続等が含まれる。

iii）環境影響調査プログラム：これはプロジェクト実施の最初から定期的に実施されるものである。事業実施に伴って、その周辺の地形、地勢、大気汚染、騒音レベル、水質等の変化を調査・評価するものである。又、工事区域内の文化遺産等の調査も含まれる。

iv）イビクイ国立公園保全プログラム：本プロジェクト道路の南側に位置するイビクイ国立公園には、道路の整備によって周辺交通量の増加、公園への到達が容易になること、及び、それらから派生する不法伐採の増加、火災発生の可能性

の増加等の影響が生ずる可能性がある。それ故に、公園内のパトロールシステム、来訪者への管理・サービスシステムの確立が必要と考えられた。

v) 社会開発増進プログラム：プロジェクトのプラス側の影響をより増進するために、影響圏地域の社会開発を押し進めるのに役立つバスサービス施設、緊急サービス施設等の設置がこのプログラムに含まれる。工事実施により移転を余儀なくされる約50軒の移転先のケアーもこのプログラムに含まれる。

経済評価

本プロジェクトの経済的投資妥当性を、先の年次投資計画（「表－１６」）と推計されたプロジェクトの社会経済的便益から、費用・便益分析を実施する方法で検証した。走行費用(VOC)の節約、雨天時の交通遮断の解消、及び、道路維持費の節約が数量化出来る便益として推計された。検証結果は、本プロジェクトが非常に高い社会経済的収益をもたらすものであることを明らかにした。即ち、経済的内部収益率は25.6%、割引率を12%としたときの費用・便益費(B/C)は2.3、現在価値(NPV)は70.7百万US$と推計され、本プロジェクトは経済的に十分実施妥当性があると判断された。

三つに分けられた工区毎に分析をした結果は、各々に若干の際があることを示している。第3工区（テビクアル・ラコルメナ間）は、他工区に比べて経済性が低いが、これによってこの工区の実施を遅らせることを正当化するものでは無い。即ち、総合的に判断・評価するならば、この地域の将来の開発の観点からこの地域の道路網整備として、本プロジェクトを一体的に実施することが不可避であることは明らかである。それ故に、各工区を個別に実施することなく、提案されたとおりに実現すべきであると考えられた。

プロジェクトの総合評価

上記のように、本プロジェクトの実施は社会経済的には十分、妥当性のあることが確認された。

更に、他の視点からも以下のような評価がなされた。

- 国全体の戦略的道路整備計画の観点から、本プロジェクトはまさに、時宜を得た、良いタイミングで計画されたものであり、米州開発銀行等、当該セクターに影響力のある国際機関の動向にもマッチしたプロジェクトと言えよう。（既舗装国道の改良がほぼ終了し、国道に次ぐ主要地方道整備にかかる段階としての最初のプロジェクトと位置づけられる。）
- 地域開発の観点から、MERCOSUR の発足に対応する国レベルの政策の一つである農業の強化・開発を支援するために早期実現が期待されているプロジェクトである。

以上のような評価結果は、本プロジェクトが十分な妥当性を有するものであることを示しており、その出来るだけ早い実施が望まれるところである。

提言

(1)実施設計時

- 詳細な地形図の作成は、不可欠である。
- 現在、接近することの困難な「C－2」の採石場候補地、及び、ラコルメナ・テビクアルミ間道路の南側の山地からの下層路盤材の確保の可能性について調査の必要がある。
- 採石候補地「C－1」からの石材がアスファルトコンクリートに適していることを確認するため、より詳細な材料試験を実施すべきである。
- 採石場候補地「C－3」（セロイタペ）からの石材を、テビクアルミ川を渡河して運搬することの可能性を検討する必要がある。
- テビクアルミ川両岸の低地帯での盛土の施工方法について、十分な配慮がなされるべきである。
- パラグアイにおいて類似建設工事契約に一般的に含まれる単価エスカレーション条項の内容について、細心の検討が加えられるべきである。

(2)建設段階

- プロジェクトの早期実施のために、必要とされる手続きは迅速になされなければならない。
- 建設工事は、国際入札により選定された民間建設業者によって実施されるべきである。
- 建設業者選定の入札は、広く門戸を開き、且つ、適正な競争を可能とするものでなければならない。
- 建設工事の入札は、全体を三つの工区に分割して実施されることが望ましい。

(3)環境対策について

プロジェクトの間接的なプラスの影響を増大するために、以下の事項が関係機関との調整のもとで、実施されるべきである。

- 道路整備に伴うバスサービスの向上は、より高度な教育の場を拡大させるので、主要都市における教育施設と教員の拡充が望まれる。
- 輸送面でのコスト低減と時間短縮は、この地域の主要産業である農業での構造変革を促す要因となるので、この面での技術移転と支援が望まれる。
- 道路整備が国内観光を振興し、未開発観光資源が地域開発に資することが考えられるので観光開発の振興も促進されるべきである。

JICA