

ボリビア共和国

電源開発基礎調査報告書

1964年3月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1054263[7]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	702
登録No. 00931	64.3
	KE

は し が き

日本政府はポリビア国政府の要請により昭和38年度予算をもつて、同国の電源開発に関する基礎調査を行うこととし、その実施を政府の実施機関である海外技術協力事業団に委託した。事業団は電源開発事業の同国における重要性に鑑みその効率的な実施を期して電源開発株式会社の協力を得、その技術者を主体とする調査団を編成、派遣した。即ち調査団は同会社の水力調査部次長鈴木 鈞郎氏を団長とする6名の土木・電気及び経済の専門家を以て構成され、1963年11月5日東京を出発した。現地滞在は約2カ月に亘り、この間開発計画の各分野について討議・研究を行うと共に、計画地点を踏査し資料の集取を行った。

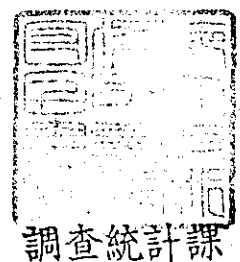
幸い、現地における調査はポリビア国政府関係者の格別の支援と協力によつて円滑に行われ調査団全員無事帰国し、こゝに調査報告書提出の運びとなつた。

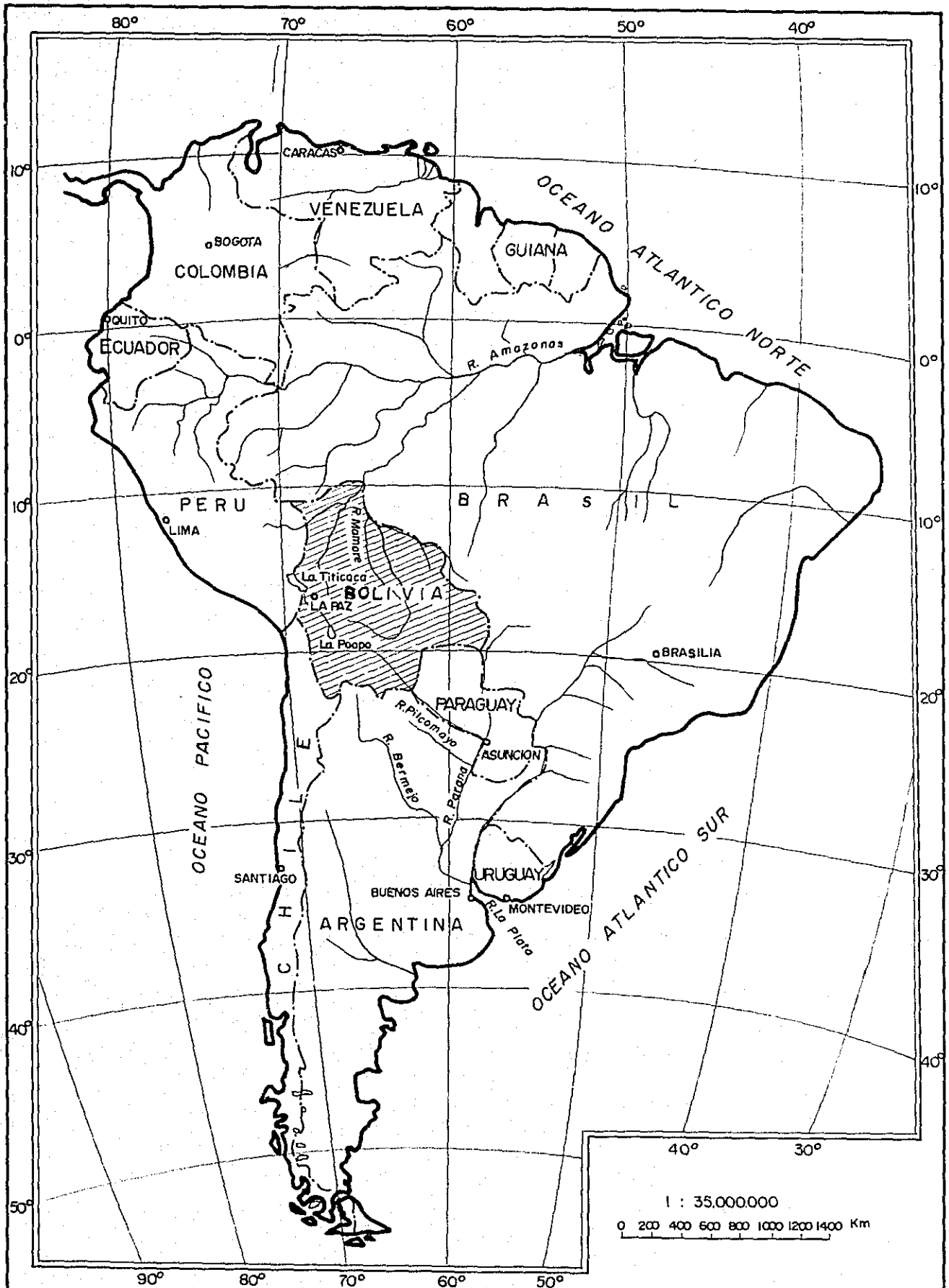
当事業団は日本政府の行なう海外技術協力の実施機関として1962年6月発足し、以来開発途上にある国々に対する専門家の派遣、研修生の受入、コンサルティングサービスの提供等各種の政府ベース技術協力を実施して、着々実効を挙げているが、本調査報告書がポリビア国政府の主要施策である電源開発事業の推進に役立つと共に日・ポ両国々民の友好親善と経済の交流に寄与するならばこれにまさる喜びはない。

終りに本調査の実施に当り、支援と協力を惜しまれなかつたポリビア国政府関係者に対し、又調査団々員各位、現地において調査に協力された在外公館の方々並に調査団の派遣に御協力を頂いた通産省、外務省、電源開発株式会社に対し、この機会に厚く御礼申上げる。

1964年3月

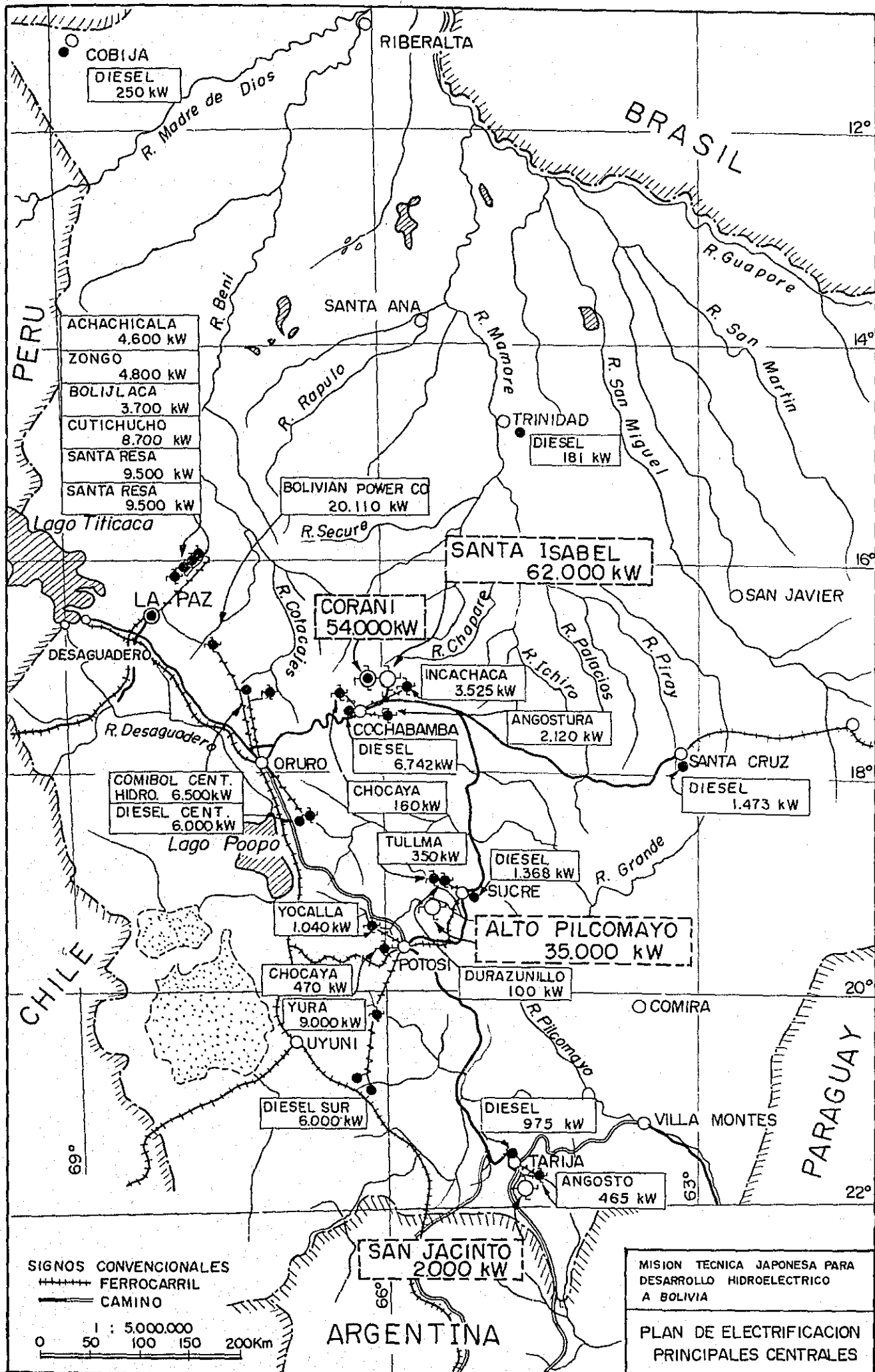
海外技術協力事業団
理事長 渋 沢 信 一





MISION TECNICA JAPONESA PARA
DESARROLLO HIDROELECTRICO
A BOLIVIA

MA PA DE
SU DAMERICA



ACHACHICALA	4.600 kW
ZONGO	4.800 kW
BOLIJLACA	3.700 kW
CUTICHUCHO	8.700 kW
SANTA RESA	9.500 kW
SANTA RESA	9.500 kW

COMIBOL CENT. HIDRO	6.500kW
DIESEL CENT.	6.000kW

BOLIVIAN POWER CO
20.110 kW

SANTA ISABEL
62.000 kW

CORANI
54.000kW

INCACHACA
3.525 kW

ANGOSTURA
2.120 kW

COCHABAMBA
DIESEL
6.742kW

CHOCAYA
160kW

TULLMA
350kW

DIESEL
1.368 kW

ORURO

YOCALLA
1.040 kW

ALTO PILCOMAYO
35.000 kW

CHOCAYA
470 kW

DURAZUNILLO
100 kW

YURA
9.000kW

QUYUNI

DIESEL SUR
6.000kW

DIESEL
975 kW

ANGOSTO
465 kW

SAN JACINTO
2.000 kW

MISION TECNICA JAPONESA PARA
DESARROLLO HIDROELECTRICO
A BOLIVIA

PLAN DE ELECTRIFICACION
PRINCIPALES CENTRALES

SIGNOS CONVENCIONALES
 + + + + FERROCARRIL
 — CAMINO

1 : 5.000.000
 0 50 100 150 200km

ARGENTINA

目 次

1. 序 文	1
1-1 経 緯	1
1-2 調 査 目 的	1
1-3 調査団に対する協力	2
1-4 調 査 行 程	3
2. 結論および勧告	5
2-1 序 論	5
2-2 基礎的共通事項に関する勧告	5
2-3 調査地点に関する結論および勧告	7
3. 計画地域の概要	17
3-1 序 論	17
3-2 Cochabamba 地域	17
3-3 Oruro - Comibol 中央地域	18
3-4 Sucre 地域	19
3-5 Potosi - Comibol 南部地域	20
3-6 Tarija 地域	22
4. 計画地点の開発構想	23
4-1 序 論	23
4-2 電力需用想定	24
4-3 Santa Isabel 地点	29
4-4 Alto Pilcomayo 地点	37
4-5 San Jacinto 地点	51

1. 序 文

1 - 1	経 緯	1
1 - 2	調 査 目 的	1
1 - 3	調査団に対する協力	2
1 - 4	調 査 行 程	3

ボリビア電源開発基礎調査報告書

1 序 文

1-1 経 緯

ボリビア共和国においては、かねてより国民生活水準の向上を目的とするボリビア経済社会開発10ヵ年計画を策定し、その遂行にあたり、関係各省の傘下に、それぞれ開発公団、鉱山公団および石油公団等の機関を設け、友好各国の協力を仰いでいる。同国の電力部門は他部門の開発に比し、たちおくれが見られるので、ボリビア開発公団 (Corporacion Boliviana de Fomento) の下に、1962年、国家電力公社 (Empresa Nacional de Electricidad) を設立し、電力の開発にとくに意欲的な推進をはかっている。

このような環境の下で、1963年10月15日ボリビア政府は、日本政府に対し、同国の電源開発基礎調査のために現地へ調査団を派遣するよう要請してきた。

この要請に対し、日本政府は技術的協力を行なうこととし、海外技術協力事業団にその実施を依頼した。同事業団は、ここに電源開発株式会社を主体とする調査団を編成し、本調査を実施する運びとなった。

1-2 調 査 目 的

本調査団は、ボリビア政府から要請のあつた Santa Isabel, Alto Pilcomayo および San Jacinto の3地点を対象とし、これら地点の電源開発構想を主体とした基礎的調査報告書を取りまとめることを目的としたもので、その調査項目は次のとおりである。

- (1) Santa Isabel 河、 Alto Pilcomayo 河 および San Jacinto 河 の各流域におけるダムおよび発電所地点の選定に関する基礎的調査および関連資料の収集。
- (2) 水位、河川流量、降水量などの水文資料の収集。
- (3) 関連電力系統の概略の調査、主要需用地域の電力需給の現状に関する調査および関連資料の収集。

○ 調査団の編成

団 長	鈴木 鈺 郎	電源開発株式会社水力調査部次長	土木技師
団 員	高 木 徹 夫	通商産業省通商局技術協力課	土木技師
団 員	✓ 木 村 友 三	電源開発株式会社業務部需給課課長代理	電気技師
○ 団 員	青 木 謙 三	電源開発株式会社海外技術協力部	土木技師
団 員	✓ 吉 沢 広 吉	電源開発株式会社水力調査部水力調査課	土木技師
団 員	✓ 村 井 立	電源開発株式会社海外技術協力部第一課	経済専門家

以 上 6 名

○ 調 査 期 間

昭和38年11月より12月まで 約2ヵ月間

1-3 調査団に対する協力

調査団が短期間にもかかわらずポリビア国の広範な地域に散在する各地点に関する基礎調査を無事終了できたことは、ひとえにポリビア国政府ならびに貴国国民の御支援の賜ものであり、こゝに深甚の謝意を表するものである。

とくに、調査団の受入機関として、ポリビア開発公団（C B F）は航空写真を含む各種資料、ジープ、軍用機および通訳を提供され、団の調査活動に便宜を与えられた。さらに、国家電力公社（E N E）を始めとする各州、電力組合、大学および民間会社より御協力を頂いた。各州知事、これら機関の総裁、理事、支配人および技師の方々の御協力と友情は永く忘れることのできないものである。

1-4 調査行程

日順	月 日	行 程
1~3	11. 5~7	東京 - La Paz
4~5	11. 8~9	La Paz CBF (ボリビア開発公団) と調査実施につき打合
6	11.10 (日)	La paz (8:30) - ジープ - Cochabamba (20:00)
7~8	11.11~12	CBF および ENE (国家電力公社) と調査日程打合
9	11.13	Cochabamba (9:30) - ジープ - Corani (12:00)
10	11.14	Corani (8:00) - ジープおよび徒歩 - Santa Isabel (12:00)
11~12	11.15~16	Santa Isabel 踏査
13	11.17 (日)	Cochabamba 電力事情調査
14	11.18	Cochabamba (8:00) - ジープ - Sucre (17:00)
15	11.19	Sucre 電力事情調査
16	11.20	Sucre (6:20) - ジープおよび徒歩 - Alto Pilcomayo (16:00)
17~18	11.21~22	Alto Pilcomayo 踏査
19~20	11.23~24 (日)	Sucre 電力事情調査
21	11.25	Sucre (7:00) - ジープ - Potosi (12:00) Potosi 電力事情調査
22	11.26	Potosi (6:30) - ジープ - Tarija (18:30)
23~24	11.27~28	San Jacinto 踏査
25	11.29	Tarija (6:30) - ジープ - Potosi (16:30)
26	11.30	Potosi (6:30) - ジープ - Cochabamba (20:30)
27	12. 1 (日)	Cochabamba 資料収集整備
28	12. 2	Cochabamba (7:30) - ジープ - Santa Cruz (17:30)
29	12. 3	Santa Cruz 電力事情調査
30	12. 4	"
		Santa Cruz (14:30) - ジープ - San Juan (18:30)
31	12. 5	San Juan (14:00) - ジープ - Santa Cruz (20:00)
32	12. 6	Santa Cruz (15:00) - 軍用航空機 - Trinidad (16:00)
33	12. 7	Trinidad (8:00) - 軍用航空機 - Riberalta (10:00) - Cobija - Cochabamba (19:40)
34~35	12. 8 (日)~9	Cochabamba 電力事情調査、資料収集
36	12.10	Cochabamba - 国内空路および一部ジープ - La paz
37~38	12.11~12	La Paz - Desaguadero - La Paz
39	12.13	La Paz CBF と調査結果につき打合
40	12.14	La Paz 大統領会見 帰国準備
41~45	12.15 (日)~19	La Paz - 東京

2. 結論および勧告

2-1	序論	5
2-2	基礎的共通事項に関する勧告	5
2-2-1	電力需用想定に関する事項	5
2-2-2	電力系統連けいに関する事項	6
2-2-3	地形図に関する事項	6
2-2-4	水文気象資料に関する事項	7
2-3	調査地点に関する結論および勧告	7
2-3-1	Santa Isabel 地点	7
2-3-2	Alto Pilcomayo 地点	10
2-3-3	San Jacinto 地点	13

2 結論および勧告

2-1 序 論

調査団は Santa Isabel, Alto Pilcomayo および San Jacinto の各地点の踏査にもとづく資料ならびにボリビア開発公団 (CBF) より提供された航空写真、地図および水文気象資料などの基礎資料をもとに上記3ヶ地点の水力発電計画の可能性に関し検討を行なった結果、それぞれの地点について、現時点で判断される開発規模、その経済性ならびに開発時期などに関して基本的構想を得た。

これら基本的構想について後述の2-3において勧告する。

なお、この構想は多くの推測値を含んだ諸資料に基づき作成されたものであるため、この構想から具体的計画を樹立するためには、各地点とも電力需用想定の問題、送電連けいに関する問題、地形図作成の問題、水文気象資料に関する問題等、基礎的事項に関する研究の促進が前提となるので、これら基礎的共通事項に関し後述の2-2において勧告する。

さらに、勧告から除外されている重要問題の一つに、電気料金制度の問題がある。新設設備の増加に伴い、減価償却、金利等資本費負担が増加し、また、電気事業者数の増加と、系統連けいの拡大とは、事業者間取引の複雑化を生む傾向をもっている。したがって、電力設備拡大と並行して電気事業の形態、電気料金制度等について十分な研究を行ない、その構想を決定する必要があると思われる。

2-2 基礎的共通事項に関する勧告

2-2-1 電力需用想定に関する事項

計画地点の経済的にして適正な規模および開発時期は、将来を予測した長期間にわたる電力需用の大きさおよびその形状にもとづいて決定されるものであるため、適確な将来需用の予測を必要とする。

このためには経済計画の確立とともに正確な電力需用実績を把握することが不可欠である。したがって、早急に全国的に統一された電力需給記録様式(自家用発電設備をもつ工場などの単独系統も含めて)を作成し、これにより記録の整備を行なうことを必要とする。

なお、記録様式の作成にあたっては、現在作成されている記録のほか、下記事項の追加が望ましい。

- (1) 負荷制限実施記録(負荷制限時間・負荷制限量)
- (2) 事故および補修作業による設備停止の記録(設備別、原因別、停止時間)
- (3) 水力発電所停止あるいは発電抑制により生じた越流量記録
- (4) 送電損失、配電損失を明確にするための発電記録、基幹配電線引出口記録および需用

家消費記録

2-2-2 電力系統連けいに関する事項

開発地点の経済的な規模および開発時期は予測される電力需用の大きさおよび形状によって左右される。また、この予測される電力需用の大きさおよび形状は、開発地点の発生電力を供給する系統が単独系統である場合と、他の系統に連けいされた場合とは当然異なり、その変化は、電力系統発達の初期的段階において、特に著しいものである。

したがって、電力系統発達の初期的段階においては、開発地点の経済的規模および開発時期と経済的な系統連けいの方法および時期とは相互に深い関連をもつので、両者は同時的に検討される必要がある。このためには系統連けいの方法および時期について、予め技術的および経済的に十分な検討を加えた基礎資料を準備することが必要となるので、下記事項の検討が望ましい。

- (a) 現在計画中の Cochabamba と Oruro との連けい以外に、Oruro と Potosi および Sucre との連けい、Oruro と La Paz との連けいについて、早急に研究を進める必要がある。
- (b) 系統連けいに際しては、周波数の不統一は経済的に重大な障害となるので、周波数の全国的統一について、確固たる方針を樹立する必要がある。
- (c) 将来系統連けいが進み、系統が拡大すると、設備に関する技術的問題が生ずるばかりでなく、設備規格の統一、必要な予備品の種類と数量の決定等、経済的問題も生ずる。これらの問題を処理するために早急に発電、送電、変電および配電の各部門毎の設備調書を全国的に統一ある様式で作成する必要がある。

2-2-3 地形図に関する事項

開発計画の策定にあたっては、調査計画の各段階に応じて、所要の縮尺の地形図を作成する必要がある。

実測地形図の作成のための三角測量および水準測量にあたっては、Instituto Geografico Militar (IGM) が設定した全国的に統一された三角網および水準網に接続し、同一規準の座標、ならびに水準点を採用し、規格を統一することが必要である。

ボリビア全域にわたる地形図としては、“Ministerio de Colonizacion” 発行の縮尺250,000分の1の“Mapa aproximado de Bolivia en 58 hojas”のみである。この地形図は1933年～1935年の間に製作されたもので、精度に乏しく、加えて等高線500m間隔なので、水力発電計画を図上で策定するには不充分である。

したがって、IGMにおいて縮尺100,000分の1の航測地形図を主要鉱工業地帯を中心に製作中であるので、CBFは、開発予定地域について、IGMと協議の上、必要地域の図化作業を優先的に進める必要がある。

具体的な調査にあたっては、まず、湛水区域、ダム、水路、発電所、送電線路および取付道路等の予定計画地域の縮尺25,000分の1の航測地形図を、また、特に必要な部分については、縮尺5,000分の1～2,000分の1の実測地形図を製作する必要がある。

計画の実施にあたっては、各種の構造物付近の縮尺500分の1～200分の1の実測地形図を、また、特に必要な箇所については、縮尺100分の1～50分の1の実測地形図を作成する必要がある。

2-2-4 水文気象資料に関する事項

水力発電計画の策定にあたっては、その基本となる河川流量の解析に必要な長期継続された水文気象の統一ある観測とその資料の収集および解析が必要である。

河川流量の観測は少なくとも2年間～3年間の連続観測が必要であり、かつ、河川流量と雨量、雪量および蒸発量等の気象資料が相関連して照合されることが望ましい。また、特に構造物の設計に関連を有する気温、湿度、風向および風速等の気象資料も同時に観測する必要がある。

水文気象観測所の新設にあたっては、位置、数、設備等について十分に検討を行なう必要がある。

この際、広大な流域と熟練した観測要員の不足を考慮して、自記観測装置や太陽電池を電源とする自動観測装置を採用して、無人観測を行なうことも考慮に価する。

河川流量の観測にあたっては、平水時(185日流量)の水位流量の実測回数を増加することにより、精度の向上を計るとともに、ぜひ洪水時の観測を実施することが望ましい。

また、既設発電所においては、無効放流量、洪水時の越流量の観測がなされていない現状である。これらの流量は実績発電電力量から換算された流量に加算することにより、当該河川の河川流量を知ることができるので、貴重な資料であるからこの測定はたゞちに実行されることが望ましい。

2-3 調査地点に関する結論および勧告

2-3-1 Santa Isabel 地点

この地点は、現在建設中の Corani 発電所および後述する所の Locotal 計画を含む一貫開発計画として策定すべきである。

この観点に立って調査団が現地踏査を行なった結果、この地点は地形と地質に恵まれており、Corani 発電所に直結する開きよならびにトンネルを有する高落差の水路式発電所となり、その出力は 62,000kW、可能発生電力量は 241,200,000kWh と推定される。

この電力は延長約 4.8 Kmの 110kV 送電線によって Corani 変電所に連結さ

され、その後、Corani 送電線によって Cochabamba 地域、Oruro 地域に送電されるのが適当であると考えられる。たゞし、上述の一貫開発計画が完成した時には、Cochabamba 地域の需要の状況如何によっては、Cochabamba と Oruro 間の送電線について、さらに検討を必要とするであろう。

試算にもとづく総工事費は約 US\$1,600,000 となり、kW 当り建設費は約 US\$187/kW (¥67,300/kW)、kWh 当り建設費は約 US\$0.048/kWh (¥17.3/kWh) であり、この地点は極めて豊富低廉な電力を発生する経済的に有利な地点である。

しかしながら、この地点は Corani 発電所の放水路の直下流に位置し、Corani 貯水池において調整された水を、この放水路より直接取水して発電するため単独開発は成立せず、その規模も自ら決まって来るので、その経済性は当然に上流の Corani 発電所と併せて検討されるべきものである。

この地点の開発時期および開発を一括しておこなうかまたは分割しておこなうかについては、Cochabamba 地域と Oruro 地域の鉱工業地帯の需用の伸びにもとづき決定すべきであるが、さらに考慮すべきことは、Corani 発電所(54,000kW)完成後の需用増加の如何によっては、この地点に先んじて、この地域内の小規模地点の開発が有利となる場合も考えられるので、開発順位の決定に当っては慎重な検討を行なう必要がある。

この地域内において調査団が考慮した他の計画地点としては、Locotal 付近に予想される Rio Santa Isabel と Rio Paracti の水を併せ取水して発電するダム水路式発電計画(約10,000kW~20,000kW)、および、既設 Incachaca 発電所の下流に予想される水路式発電計画(約5,000kW~8,000kW)などがある。前述の理由によりこれらの地点の調査を早急に開始することが望まれる。

Santa Isabel 計画の策定のため、次の調査を必要とする。

(a) 測 量

実測地形測量

路線測量 : 開きよ	: S = 1/2,000
	: L = 約 2.4 Km
地形測量 : 水槽、水圧管路、発電所	: S = 1/500
	: A = 約 1.5 Km ²
地形測量 : 取水ダムおよび水路橋	: S = 1/200
各々2カ所	: A = 約 0.01 Km ²

(b) 地 質 調 査

地 表 調 査

計画地域の全般にわたる踏査。

試掘堅坑および試掘トレンチ

水圧管路および発電所予定位置の崖錐の深度調査のため試掘堅坑および試掘トレンチを実施。

(c) 水 文 気 象

既設測水所の改善

既設 Vinto 測水所の測水条件が不良のため、現河床を整理し、さらに越流堰を設け、越流量測定法を用いて測水を行なうこと。

水 位 測 定

発電所予定地点付近に水位測定標尺を設置して、特に洪水位の測定を行なうこと。

前述のこの地区内において調査団が考慮する他の計画地点の検討のため、次の調査を必要とする。

(a) 測 量

航測地形測量 ($S = 1/25,000$)

図化面積 : $A = \text{約 } 100 \text{ Km}^2$
図化地域 : Rio Santa Isabel, Rio
Paracti の流域一帯

流域面積の算定、流域内河川状況調査および関連計画の検討に使用。

河川縦断測量

Rio Santa Isabel : $S = 1/2,000$
(発電所予定地～合流点) : $L = \text{約 } 3 \text{ Km}$

Rio Paracti : $S = 1/2,000$
(Incachaca発電所～合流点) : $L = \text{約 } 6 \text{ Km}$

Rio Paracti : $S = 1/2,000$
(合流点～Locotal) : $L = \text{約 } 3 \text{ Km}$

河川縦断測量の水準は IGM 一等水準 A M 線 (Cochabamba ~ Todos Santos) に連結し、河川にそって水準標識 (B M .) を設置。

既設 Incachaca 発電所の水準と Corani 発電所の水準と連結し、相互関係を明確にし、水準を IGM 基準に統一する事が望ましい。

(b) 水文気象調査

測水所の新設

Locotal 計画策定のため、Rio Paracti の Paracti 部落付近に測水所を1ヵ所新設。

雨量、蒸発量観測所の新設

上記の測水所に併設して Paracti 付近に観測所を1ヵ所新設。

既設 Incachaca 発電所流量資料の整備

発電実績よりの使用水量を逆算し、これに洪水時越流量と無効放流量を加えて、Rio Paracti の流量資料を整備する。

2-3-2 Alto Pilcomayo 地点

調査団は、現地踏査を行ない帰国後東京において、貴国より提供された航空写真印面をもとにして地形図を作成した。

また、流量資料としては、その観測期間もむしろ短かく、この資料のみでは、検討が出来なかつたので Sucre および Potosi の雨量資料より流量を推算して解析を行なった。

この結果、この地点は有効貯水量 $100,000,000 \text{ m}^3$ 、調整率 $\left(\frac{\text{有効貯水量}}{\text{年間総流入量}} \right) 10\%$ の貯水池を有するダム式地下発電所 (放水路約5 Km) となり、その出力は $35,000 \text{ kW}$ 、可能発生電力量は $212,000,000 \text{ kWh}$ と推定される。

この電力は、延長約95 Kmの66kV、2回線の送電線で Potosi 地域へ、延長約25 Kmの66kV、1回線の送電線で Sucre 地域へ送電されることが適当であると考えられる。たゞし、将来他の地域との送電連けいおよび予測される他の開発地点が考慮される場合には、これらを総合的に考えてこの送電計画をさらに検討することが必要となろう。

試算にもとづく総工事費は約 $\text{US\$}18,000,000$ となり、kW 当り建設費は約 $\text{US\$}514/\text{kW}$ ($\text{¥}185,000/\text{kW}$)、kWh 当り建設費は約 $\text{US\$}0.085/\text{kWh}$ ($\text{¥}3.06/\text{kWh}$) で、この地点は経済的に実現の可能性がある。

この地点の開発の時期については、この発電所はダム式発電所のため初期投資が大となるため開発規模が十分に需用に適する時期において一括して開発されることが望ましいので、Sucre 地域および Potosi 地域の鉱工業地帯の需用の伸びと、送電連け

い計画の時期によっては、この地点に先んじてこの地域内の他の地点の開発が有利となる場合も考えられるので、開発順位の決定に当っては、慎重な検討を行なう必要がある。

この地域内において調査団が考慮した他の計画地点としては、Rio Cachimayo の Potolo 付近より Alto Pilcomayo 貯水池に分水するダム水路式発電計画 (約 10,000kW ~ 20,000kW) がある。この計画により Alto Pilcomayo 貯水池に流入する渇水量は増加するので、この結果、Alto Pilcomayo 原計画の規模および電力量はともに増大し、総合的にみてこの地点の経済性はさらに向上し、有利となると考えられる。

また、Alto Pilcomayo 発電所の下流には、Alto Pilcomayo 貯水池により調整された流量と落差を利用した水路式発電計画 (約 10,000kW) が考えられ、上記の計画地点と合わせて一貫開発計画が可能となるので、具体的な調査を開始することが望ましい。

Alto Pilcomayo 計画の策定のため、次の調査を必要とする。

(a) 測 量

実測地形測量

地形測量 : 貯水池湛水区域、 : $S = 1/5,000$
ダム、発電所、取付道路 : $A = \text{約 } 20 \text{ Km}^2$

地形測量 : ダム、発電所、放水口 : $S = 1/500$
: $A = \text{約 } 1.5 \text{ Km}^2$

河川縦断測量 : ダム～放水口間 : $S = 1/2,000$
: $L = \text{約 } 7 \text{ Km}$

(b) 地質調査

地 表 調 査

貯水池を含む広大な地域の全般にわたる踏査。

ボ ー リ ン グ 調 査

ダム基礎岩盤調査および河床堆積層の深度調査のため、試掘ボーリング総延長約 100 m を実施。

試 掘 横 坑

ダム兩岸の岩質の風化状態、崖錐の調査のため、試掘横坑総延長約 150 m を実施。

温泉調査

潜水区域内に湧出する温泉の分布、温度、泉質調査ならびに河川水質調査を実施。

(c) 水文気象調査

測水所の新設

Rio Alto Pilcomayo の Culta 付近および Yocalla 付近の2ヶ所に測水所を新設。

雨量、蒸発量観測所の新設

上記測水所に併設して観測所を2ヶ所新設。

(d) 沈澱量および堆砂状況調査

沈澱量測定

C B F において Talula 地点に計画中の沈澱測定器の設置を促進する。

堆砂状況調査

流域内の地形、山相、地質、土地侵蝕状況、洪水出水状況、河床堆積状況、および河床移動状況の調査。

前述のこの地域内において調査団が考慮する他の計画地点の検討のため、次の調査を必要とする。

(a) 測量

航測地形測量 (S = 1/100,000)

図化面積 : A = 約 9,000 Km²

図化地域 : Rio Alto Pilcomayo, Rio Cachimayo 流域一帯および Sucre, Betanzos, Potosi.

流域面積の算定、流域内河川状況調査および関連計画の検討に使用。

この地域の一部は、IGM にて航測図化作業中であり、その作業の促進を計る。

航測地形測量 (S = 1/25,000)

図化面積 : A = 約 80 Km²

図化地域 : 潜水区域、ダム、発電所、放水路、取付道路の計画地域および Potolo よりの分水計画地域

河川状況調査および関連計画の検討に使用。

河川縦断測量

Rio Alto Pilcomayo : $S = 1/2,000$

(Ancoma ~ Puente Sucre) : $L = \text{約} 75 \text{ Km}$

Rio Cachimayo : $S = 1/2,000$

(Potolo ~ San Juan) : $L = \text{約} 25 \text{ Km}$

河川縦断測量の水準はIGM 一等水準Q線 (Sucre ~ Betanzos ~ Potosi) に連結し、河川にそって水準標識 (B.M.) を設置。

(b) 水文気象調査

測水所の新設

Alto Pilcomayo 一貫開発計画策定のため、Rio Cachimayo の Potolo 付近の 2 ヲ所に測水所を新設。

雨量、蒸発量観測所の新設

上記の測水所に併設して Potolo 付近に観測所を 1 ヲ所新設。

2-3-3 San Jacinto 地点

調査団は現地踏査を行い、入手した地形図の補足測量を行なった。また、流量資料としては 3 ヲ所の測水所の資料を入手したが、あるものはその期間が短く、また、他のものは欠測が多くあったが、これらの資料を検討し、もっとも妥当と考えられる流量を推算し、これをもとにして解析を行なった。

この結果、この地点は Rio Guadalquivir を流域変更し、有効貯水量 10,000,000 m³、調整率 8% の貯水池を有するダム水路式発電所となり、その出力は 2,000 kW、可能発生電力量は 11,500,000 kWh と推定される。

この電力は延長約 7 Km の 11 kV 送電線で、Tarija 市へ送電されるのが適当と考えられる。たゞし、この地点近傍に予測される他の開発地点がある場合には、この送電計画は再検討されることが必要となるであろう。

試算にもとづく総工事費は約 US\$ 1,700,000 となり、kW 当り建設費は、約 US\$ 850/kW (¥316,000/kW)、kWh 当り建設費は約 US\$ 0.148/kWh (¥5.33/kWh) で、この地点は経済的にかならずしも有利でないが、Tarija 市に近く地理的に恵まれており、しかも、Tarija 市の需用の伸びに最も適当していると考えられるので、実現の可能性が強い。

この地点の開発の時期については、Tarija 市および周辺地域の需用の伸び、潜在需用の現況ならびに既設ディーゼル発電所の運営等に関連して検討を行った上で、決

定すべきものである。

この地域内において調査団が考慮した他の計画地点としては、Lagunas de Taxara 流域（流域面積300 Km²）の水を取水し、約10 Kmの水路で Rio Victoria に分水し、その高落差を利用した水路式発電計画（約6,000kW～10,000kW）がある。この発電所は需用の伸びに合わせて段階的に開発することも可能であるので、具体的な調査検討を行ない、早急に San Jacinto 計画との経済性についてその優劣を比較する必要がある。

また、San Jacinto 地点については、かんがい計画を主とし、これに発電計画を加えた計画があり、すでに基礎調査報告書（“Informe Agroeconomico del Proyecto San Jacinto-Tarija” Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Colonizacion Y Riegos）が出ている。

この報告書の内容と調査団の計画とは構想を異にしているので、この地点の開発に当っては充分慎重に検討を行ない、計画相互の調整を行なうことが望ましい。

San Jacinto 計画策定のため、次の調査を必要とする。

(a) 測 量

実測地形測量

地形測量： Guadalquivir 取水ダム：S = 1/500
： A = 約 0.5 Km²
路線測量： Guadalquivir 開きよ：S = 1/2000
： L = 約 1.2 Km
地形測量：ダム、水路、発電所、放水路：S = 1/500
： A = 約 1.05 Km²

(b) 地 質 調 査

地 表 調 査

貯水池を含む地域の全般にわたる踏査。

試 掘 堅 坑

ダム左岸あふ部の侵蝕地帯の地質調査のため試掘堅坑を実施。必要に応じて透水試験を実施。

(c) 水文気象調査

既設測水所の移設

San Jacinto 測水所の測水条件が不良であり、また、湛水後は水没するために発電所予定地点の下流に移設。

測水所の新設

Rio Guadalquivir よりの取水の重要性にかんがみ、Guadalquivir 取水ダム予定地点の下流に測水所を1ヵ所新設。

雨量、蒸発量観測所の新設

Rio Guadalquivir 流域の San Lorenzo に雨量、蒸発量観測所を1ヵ所新設。

(d) 沈澱量および堆砂状況調査

沈澱量測定

この地域は土地の侵蝕が激しいため、河川の含泥量が多いので、沈澱量測定器を San Jacinto に設置する。

堆砂状況調査

流域内の地形、山相、地質、土地侵蝕状況、洪水出水状況、河床堆積状況および河床移動状況の調査。

前述のこの地域内において調査団が考慮した他の計画地点の検討のため、次の調査を必要とする。

(a) 測 量

航測地形測量 (S = 1/10 000)

図化面積 : A = 約 1,800 Km²

図化地域 : Rio San Lorenzo, Rio Victoria, Rio Guadalquivir, Rio Zola, Rio Tolomosa, Rio San Jacinto の流域一帯および Lagunas de Taxara 流域。

流域面積の算定、流域内河川状況調査および関連計画の検討に使用。

この航測図化は、IGM と連絡の上、その実施の促進を計る。

航測地形測量 (S = 1/2 500)

図化面積 : A = 約 25 Km²

図化地域 : Guadalquivir 取水口、ダム、水路、発電所、放水路、取付道路の
計画地域。

河川状況調査および関連計画の検討に使用。

河川縦断測量

Rio Victoria	:	$S = 1/2,000$
(発電所計画地点～合流点)	:	$L = \text{約} 1.5 \text{ Km}$
Rio Guadalquivir	:	$S = 1/2,000$
(取水ダム計画地点～Angosto発電所)	:	$L = \text{約} 1.5 \text{ Km}$
Rio San Jacinto	:	$S = 1/2,000$
(ダム計画地点～合流点)	:	$L = \text{約} 2 \text{ Km}$
Lagunas de Taxara	:	$S = 1/2,000$
(沼～取水計画地点)	:	$L = \text{約} 1.5 \text{ Km}$

河川縦断測量の水準は、IGM 一等水準 W 線 (Tarija ~ Iscayachi) および
V 線 (Tarija ~ Villamontes) に連結し、河川にそって水準標識 (BM.)
を設置。

(b) 水文気象調査

測水所の新設

Lagunas de Taxara よりの分水計画策定のため、Iscayachi 付近に測水
所を1ヵ所新設。

雨量、蒸発量観測所の新設

上記の測水所に併設して観測所を1ヵ所新設。

既設 Angosto 発電所流量資料の整備

発電実績よりの使用水量を逆算し、これに洪水時の越流量と無効放流量を加えて、
Rio Guadalquivir の流量資料を整備する。

既設 San Luis 測水所は取水ダムの背水の影響をうけ測水条件不良のため、上
記の方法によって河川流量を求める方が望ましい。

3. 計画地点の概要

3-1	序論	17
3-2	Cochabamba 地域 (Santa Isabel 計画関係)	17
3-2-1	一般事情	17
3-2-2	電力事情	17
3-3	Oruro-Comibol 中央地域 (Sant Isabel 計画関係)	18
3-3-1	一般事情	18
3-3-2	電力事情	19
3-4	Sucre 地域 (Alto Pilcomayo 計画関係)	19
3-4-1	一般事情	19
3-4-2	電力事情	20
3-5	Potosi-Comibol 南部地域 (Alto Pilcomayo 計画関係)	20
3-5-1	一般事情	20
3-5-2	電力事情	21
3-6	Tarija 地域 (San Jacinto 計画関係)	22
3-6-1	一般事情	22
3-6-2	電力事情	22

3 計画地点の概要

3-1 序 論

調査団は、Santa Isabel, Alto Pilcomayo および San Jacinto の各地点を主とし、ボリビア国の主要電力需用地域に対し、電力経済の現況について調査を行なったが、こゝでは前述の3計画地点に直接関連する地域についてのみ記述することとした。

この第3章に述べる各計画地点に關係する地域区分については、将来の送電連けいを考慮に入れれば必ずしも適當とは云えないが、理解を便ならしむるために、Cochabamba および Oruro - Comibol 中央地域を Santa Isabel 計画關係地域、Sucre および Potosi - Comibol 南部地域を Alto Pilcomayo 計画關係地域、そして Tarija 地域を San Jacinto 計画關係地域とした。

3-2 Cochabamba 地域 (Santa Isabel 計画關係)

3-2-1 一般事情

Cochabamba 市の人口は、約92,000人(1962年)である。

同市周辺には、約190,000人の住民がある。同市の標高はおよそ2600mで、Cochabamba 盆地の中心に位置し、年平均気温17°C~18°C、年平均降雨量は450~600mmである。

Cochabamba 市周辺は他の地域に比して、水も豊富で、農牧が極めて盛である。その耕作面積は約70,000haで、小麦、大麦、とうもろこし、じゃがいも、および牧草(アルファルファ)が産出される。国内ではもっともかんがい農業の發達したところで生産性も高い。工業としては、小規模のビール、帽子、靴工場などが若干ある。

このほか近郊に日産6,000バレルの石油公団(YPFB)所屬の精油工場がある。

道路としては Cochabamba - Santa Cruz 間がアスファルトで舗装されており、Cochabamba - La Paz 間は、未舗装であるが、遂次改善されつつある。さらに La Paz - Cochabamba - Todos Santos - Santa Cruz を結ぶ産業道路が計画されているので将来は交通の中心地として發達するであろう。

3-2-2 電力事情

Cochabamba 地域は、Cochabamba 電灯電力会社 (Empresa de Luz y Fuerza Electrica Cochabamba S.A.) が發送配電設備を所有し、Cochabamba 市および Quillacollo に電力供給を行なっている。この電力系統は、水力

(5,812kW)、ディーゼル(6,742kW)の水・火併用系統で、周波数は50サイクルである。水力の主体は Incachaca 水力発電所(自流式3,500kW)および Angostura 水力発電所(ダム水路式2,100kW かんがい目的を含む)である。

このほか建設中のものとしては Corani 水力発電所(54,000kW、1期27,000kW)があり、その発生電力は110kV送電線で Cochabamba および Oruro へ送電される予定である。

主要送電線は、Angostura 送電線(11kV、1回線、9Km)、Chocaya 送電線(11kV 1回線、17Km)および Incachaca 送電線(33kV、1回線、47Km)で、いずれも Cochabamba 市内のディーゼル発電所の11kV母線に連けられている。

基幹配電線は11kVで市内配電線はディーゼル発電所11kV母線からループ系統で配電されている。低圧配電線(220V、3相、3線式)は、家庭用、公共用、病院用などに区分されている。

Cochabamba 電力系統における出力調整は、既設両水力発電所の出力調整容量が少なく、また、運用上の制限(かんがい)もあるので、主としてディーゼル発電所が行なっている。Cochabamba 電力系統は、冬期6~9月の渇水期においては供給力が不足し、病院等の重要負荷を除いた配電線を輪番に遮断して負荷制限を実施している。

Cochabamba 電力系統においては、電灯負荷がその主要部分を占める。1962年実績によれば、年間消費電力量は20,300,000kWhでそのうち電灯負荷は16,440,000kWh(約81%)、工業負荷は3,860,000kWh(19%)となっている。したがって、需用の負荷率は低く、年負荷率32%、日負荷率46%程度である。年間の重負荷期は、6~9月(冬期)で、この期間には負荷制限が行なわれる。需用の増加傾向は、負荷制限の修正がなされていないため、正確に把握できないが、需用電力量の年平均増加率は、電灯負荷9%、工業4%(1958年-1962年)、合計負荷7.5%(1958年-1962年)であり、最大需用電力の年平均増加率は、10%(1955年-1962年)である。

Cochabamba 地域は、交通、産業の中心地としての重要性からみて、今後農産物加工工業、その他の産業の発展が見込まれるので、これにともなう電力需用の増大が期待される。

3-3 Oruro - Comibol 中央地域 (Santa Isabel 計画関係)

3-3-1 一般事情

Oruro 市の人口は、約87,000人(1962年)で、同市を中心として、

Comibol (ボリビア鉱山公団) 中央地域に属する著名な鉱山 (Catavi, Colquiri, Huanuni, San Jose, Viloco, Caracoles および Santa Fe など) が存在する。これらの鉱山は錫および銅を主とし、その算出量はボリビア国産物の主要部分を占めている。

Oruro 市の標高は、約3,900mで Altiplano (高原地帯)に位置し、年平均気温 7.5°C~9°C 年平均降雨量 180~500mm である。この地域は鉱物資源にはめぐまれているが、アルパカおよびリヤマ等の牧畜、わづかの大麥、小麦およびキノアが産する程度である。

3-3-2 電力事情

Oruro 市および Comibol 中央地域で一つの電力系統を形成している。この系統に属する発電設備は約29,000kWで、そのうち、約20,000kW (水力) は Bolivian Power Co., に所属し、残余は Comibol に所属している。送電線は66kV、1回線、延長約220Kmである。

1961年におけるこの地域の電力需用は、次のとおりであった。

	最大需用電力	年間需用電力量	年負荷率
Comibol	28,000 (kW)	132,000,000 (kWh)	54.0 (%)
Oruro 市ほか	4,000	18,000,000	51.5
計	32,000	150,000,000	53.5

今後の電力需用の伸びは鉱山関係の生産計画および近代化計画に左右されるが、鉱山復興計画 (El Plan de Rehabilitacion de la mineria) によれば、1965年の電力需用は年間電力量 261,000,000kWh ~ 310,000,000kWh、最大需用電力 41,000kW ~ 49,000kW と想定されている。

3-4 Sucre 地域 (Alto Pilcomayo 計画関係)

3-4-1 一般事情

Sucre 市の人口は約54,000人(1962年)である。同市の標高は約2,800mで、山岳丘陵地帯に位置し、気温、降雨量については、Cochabamba 地域とほぼ類似している。

牧畜は相当盛んであるが、農耕地にはめぐまれていない。

工業としては、小規模な帽子、靴等の工場が若干ある。このほかセメント工場

(C B F 所屬、年産 28,000 t) および精油工場 (Y P F B 所屬) がある。

3-4-2 電力事情

この地域の電力供給は、Sucre 市電力組合 (Cooperativa Electrica Sucre S.A.) が発電、送電、配電設備を所有して一貫して行なっている。発電設備としては、Tullma (350kW) および Duraznillo (100kW) の両水力発電所および Sucre 市内にディーゼル発電所 1カ所 (1,368kW) がある。水力発電所はどれも自流式で 1915年、1922年、に、また、ディーゼル発電所は、1950年にそれぞれ建設されたものである。送電線は 11kV、1回線で Tullma 発電所から 13Km、Duraznillo 発電所から 9Km で、それぞれディーゼル発電所母線に受けいされている。配電線は一次側電圧 11kV でディーゼル発電所母線より放射状に出ており、需用家配電電圧は 220V である。

電力組合の電力需用は、電灯用 (家庭用、商業用) が主である。

需用実績は 1962年最大電力 1,580kW、年間電力量 4,252,000kWh、年負荷率 30.7% である。1955年から 1962年までの年平均増加率は、最大電力 9.5%、年間電力量 5.3% を示している。

このほかに、系統に受けいされていない Y P F B の精油工場 (自家発電 500kW) と C B F のセメント工場 (自家発電 730kVA × 2台および予備 360kVA × 1台、計 1,820kVA) がある。1962年の推定人口 1人当り使用電力量は La Paz 395kWh/人、Cochabamba 220kWh/人、Sucre 78kWh/人となっており、他の地域との一般生活水準からみて Sucre 地域の人口 1人当りの使用電力量は低い、それは供給設備の不足により電力需用が著しく抑制された結果と思われるので、かなりの潜在需用があるものと判断される。

またさらに、将来、水力設備が増強され、供給力に余裕が生じ、上記セメント工場および精油工場などの自家発電に比してより低廉な電力を供給できるようになった場合には、これらの自家発電の代替電力として、これらの工場の電力需用を賄うこととなるであろう。

3-5 Potosi - Comibol 南部地域 (Alto Pilcomayo 計画関係)

3-5-1 一般事情

Potosi 市の人口は約 55,000人 (1962年) で、同市の標高は約 4,000m である。

同市周辺には、Comibol 南部地域に属する鉱山 (Quechisla および Unificada) および私営鉱山がある。これらの鉱山は主として錫を産出し、中には

若干の精練を営むものもある。

3-5-2 電力需用

この地域においては、Comibol 鉱山 (Quechisla および Unificada)、Potosi 市および私営鉱山とが連けいして1つの系統をなしている。

発電設備は Comibol 所有の Yura 水系発電所 9,000kW (常時出力) およびディーゼル発電所 6,000kW と私営鉱山所有の Cayara 水力発電所 (555 kVA) および Yocalla 水力発電所 (1,040kW) からなる。送電線は、Comibol 所有で Yura 水系から 44kV、1回線で、南部の Quechisla 鉱山および Potosi 周辺の Unificada 鉱山群等を連絡している。Cayara および Yocalla はそれぞれ 16.5kV、1回線の送電線で Unificada の2次側に連けいされている。

Potosi 市は Comibol の Unificada の変電所から 16.5kV および 25kV の2回線で受電し、市内に 220V および 110V で配電している。

1962年におけるこの地域の電力需用は、次のとおりであった。

	最大需用電力 (kW)	年間需用電力量 (kWh)	年負荷率 (%)
Comibol Unificada	3,000	15,963,000	61
Potosi 市	1,000	3,852,000	44
小計	4,000	19,815,000	56.5
Comibol Quechisla		26,400,000 (1961年)	

また、1953年以降の Comibol 中央および南部地域の9鉱山の採鉱に要した電力消費実績は次のとおりである。

(単位 kWh/ton)

	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
採鉱用のみ	39.5	36.8	38.5	37.5	38.2	43.7	45.5	46.5	43.8
家庭用を含む	51.5	47.3	49.8	50.0	50.8	60.0	64.4	67.0	64.8

3-6 Tarija 地域 (San Jacinto 計画関係)

3-6-1 一般事情

Tarija 市の人口は、約21,000人(1962年)で、同市の標高は約2,000mであり、比較的湿度が高く、年平均気温16~18°C、降雨量は年平均600mm程度である。

同市周辺の住民は農牧を主としている。農産物としては、若干の小麦、とうもろこし、じゃがいもが産出される。

牧畜は牛、羊および山羊を主とし、この地域において重要な役割を果たしている。

工業としては、ビール工場のほか余りみるべきものはない。しかしながら、Tarija市の南方250kmの位置に砂糖および石油等の産地である Bermejo があり、また、Cochabamba - La Paz と空路によって結ばれているので、将来、これらの刺激を受けて漸次発展するであろう。

3-6-2 電力事情

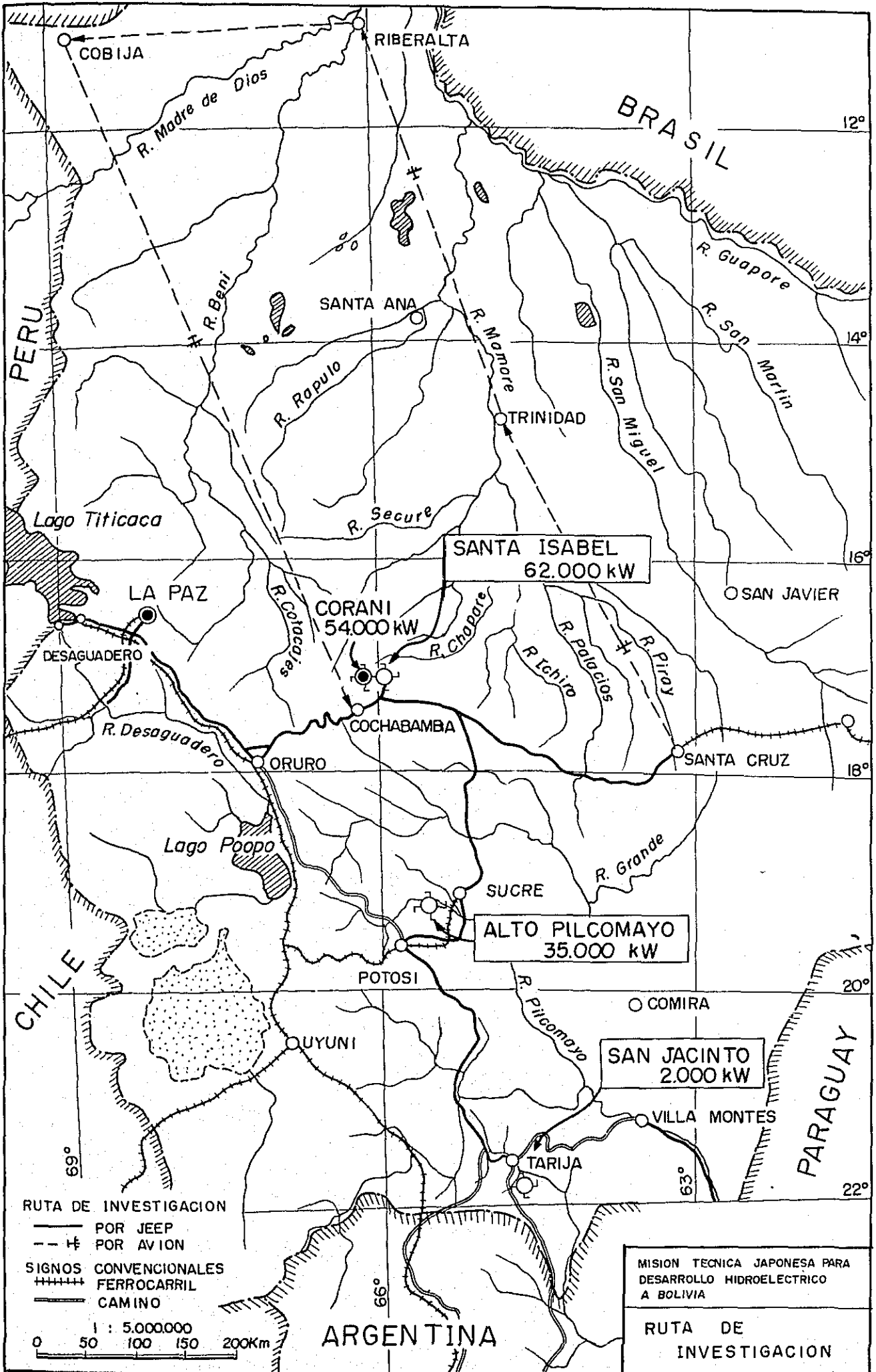
この地域においては、CBF が発送配電を行なっている。発電設備としては Angosto 水力発電所 (465kW) およびディーゼル発電所1ヵ所(975kW)合計1,075kW である。水力発電所は自流水で、1911年に建設され、1963年に増設された。ディーゼル発電所は200kW×2台が1953年に建設され、1963年に575kW×1台が増設された。供給力の主体はディーゼル発電所であるが、渇水期には冷却用水の不足により連続運転が不可能となる場合がある。

配電圧は高圧側6.6kV であり、低圧側は220V、3相、4線式で一般供給を行なっている。

電力供給は、水力をベースとしてディーゼルを以って負荷変化に応じているが、設備の補修停止および冷却用不足によるディーゼル発電所の運転制限等のため供給力が不足し、強い負荷制限を余儀なくされている。

1963年8月15日の実績をみると次のとおりである。

最大電力	日電力量	平均電力	日負荷率
(kW)	(kWh)	(kW)	(%)
759	8,769	364	48



4. 計画地点の開発構想

4-1	序	論	23
4-2	電力需用想定		24
4-2-1	基本的考察		24
4-2-2	年間需用電力量		25
4-2-3	年間最大需用電力		25
4-2-4	送電, 変電, 配電総合損失率		25
4-2-5	需用負荷曲線		25
4-3	Santa Isabel	地点	29
4-3-1	経緯		29
4-3-2	位置		29
4-3-3	水文気象		29
4-3-4	地形地質		33
4-3-5	開発構想		34
4-4	Alto Pilcomayo	地点	37
4-4-1	経緯		37
4-4-2	位置		37
4-4-3	水文気象		38
4-4-4	地形地質		41
4-4-5	開発構想		42
4-5	San Jacinto	地点	51
4-5-1	経緯		51
4-5-2	位置		51
4-5-3	水文気象		51
4-5-4	地形地質		55
4-5-5	開発構想		55

4 計画地点の開発構想

4-1 序 論

計画地点の開発規模および開発時期は、技術的経済的検討結果に、資金調達、その他政策的要素等多くの条件をもとにして決定されるものであるが、我々は供給電力の単価を以つて各地点の開発規模を決定する基準とした。

我々の原則としてとりあげた基準の概要は下記の通りである。

まず、計画地点の規模を種々変化させた場合に、それが年間を通じて需用に対応できるときには、その供給力のkWh当りの電力原価をとり、また、その供給力が需用に対応できない場合には、これに火力供給力を加えて対応しうるようにし、kWh当りの電力原価を求め、これらの電力原価が最小となる供給力をもつて開発地点の適正規模とする。

次に、開発時期については、前述の方法で決定された多くの開発地点について、将来の需用を考慮し、長期間（普通15年～20年間）に亘る種々の開発順序の組合せを作成し、調達可能な資金の範囲で長期間の経費が最小となる開発計画として決定すべきであると考えている。

この場合電力需用の大きさ、形状の予測値は供給対象となる電力系統により当然変化するので、系統連けいの時期およびその効果も同時に検討することが好ましい。

しかしながら、今回の検討に於ては、基礎資料が不足し、また、その精度も十分でないので、開発規模は前述の考え方に基づく概略の数値計算結果をもとに、総括的判断を加えて決定し、また、開発時期については、計算に必要な諸条件がほとんど欠除しているので、数値計算は行なわず、諸条件の整備が順調に行なわれるものとし、技術的に開発可能な最も早い時期に建設した場合の状況を検討するにとどめた。

4-2 電力需用想定

4-2-1 基本的考察

電力需用は長期間にみれば国民総生産および消費に相関があると云われている。しかしながら、経済成長の初期的段階にある国々では電力が国民経済発展の先導的役割を果たしているため、これらの国々の電力需用予測には、この点で考慮する必要がある。

また、多くの場合、需用の増加はある新規需用の操業開始、もしくは、ある需用産業の急速な伸展によつて急増することが多いので、電力需用の小さいこれらの国々では、この影響が顕著にあらわれるため電力需用は直線的な増加を示さず段階的な増加を示すのが普通である。

今回の需用想定にあつては、

- (1) 入手資料による過去の趨勢および将来の想定値
- (2) 生産計画
- (3) 住民1人当りの電力消費量
- (4) 類似した国における増加傾向
- (5) ボリビヤの経済現況
- (6) 経済発展上からみた地域的特色
- (7) 隣接独立工場等の連けいによる系統規模の拡大

を考慮し、巨視的視野に立つて長期間の平均的傾向を想定した。

4-2-2 年間需用電力量

調査団は、現地において入手した実績需用値に孤立電力系統の推定値および供給力不足による負荷制限の推定値等を勘案して、年間需用電力量の想定を行なった。

比較的最近の1961年～1968年の間については、潜在需用と経済成長を考慮して、約9%の増加率を想定した。

上記潜在需用は、供給力の増強計画が順調に進めば、1968年までには逐次解消されていくものと考えられる。ポリビアは現在教育の普及、道路の整備、農産物増産等を基本方針として経済発展の基礎づくりの段階にあるものと判断され、この基礎づくりには、15年～20年の期間を要するものと考えられるので、潜在需要の解消した後の1968年～1975年の間は、一時的に増加率が低下するものとし、年増加率を約6%程度と想定した。

この基礎づくりが順調に進めば1975年～1980年頃から電力需用は急増し、年増加率は約18%に達することも期待できる。

4-2-3 年間最大需用電力

年間最大需用電力は実績年負荷率をもとに、負荷制限状況および将来の鉱工業需用増加による負荷率増大傾向を折込んで、先ず需用の年負荷率を想定し、これと年間需用電力量との関係から地区別に年間最大需用電力を想定した。

4-2-4 送電，変電，配電総合損失率

総合損失率は低圧供給需用と高圧供給需用の構成、需用の分布、発電設備の分布、配電網の整備状況等により支配されるが、今回は実績損失率、配電網の整備状況と送電，変電，配電設備計画および諸外国の例等を参考にして年平均値で一率8%と想定し、これを最大電力損失計算および、電力量損失計算に使用することとした。

損失率の値は著しく不当でない限り、計画の相対比較を行なう場合にはこの程度の精度で差支えないものと思われる。

4-2-5 需用負荷曲線

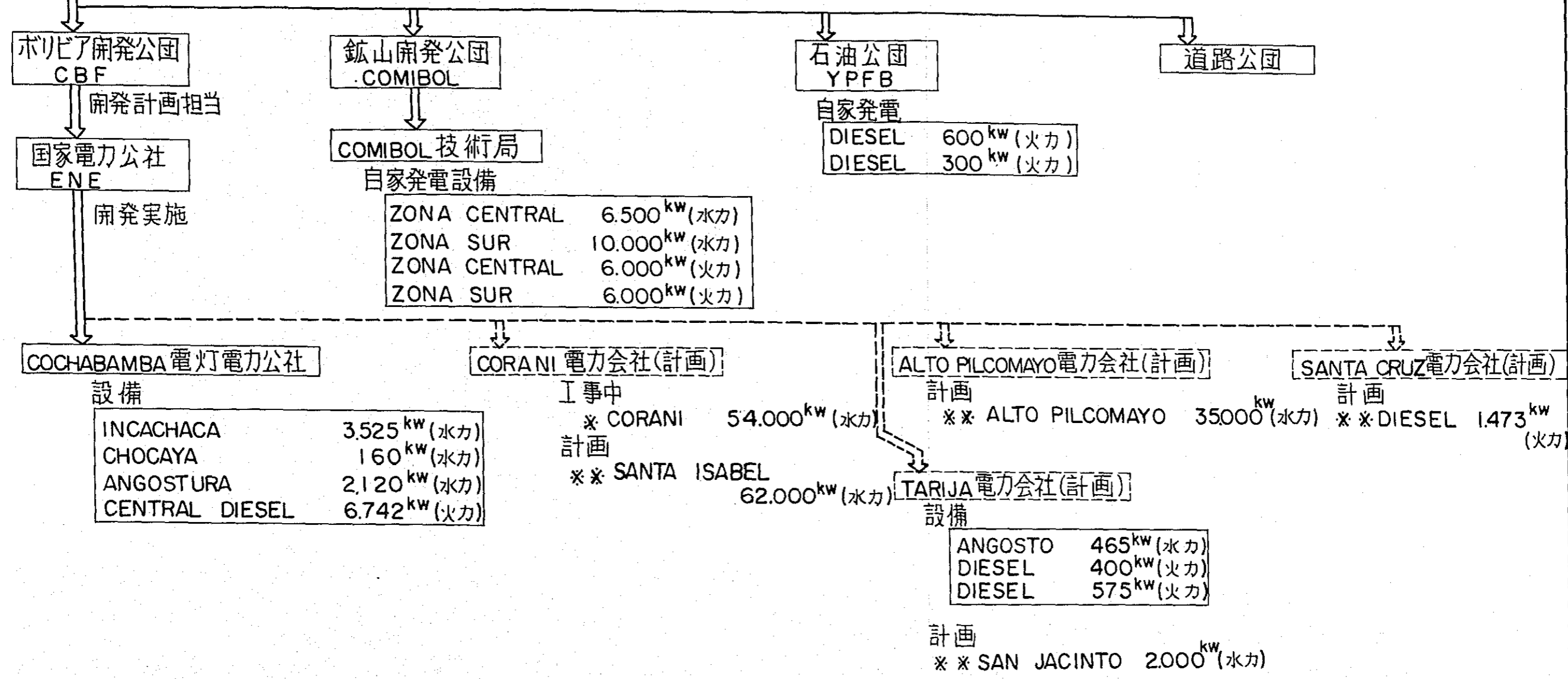
需用負荷曲線は、開発計画地点の規模決定に必要な要素である。したがって、一般的には負荷曲線は季節別、休日、平日別等数種のことを想定することが必要である。

地域別予想負荷曲線は、実績負荷曲線をもとに負荷抑制状況、鉱工業の発展に伴う昼間帯負荷の相対的上昇傾向等を考慮して想定した。また、実績負荷曲線を入手できなかった系統については、需用構成の類似した地区の負荷曲線から想定した。

ただし、今回は入手資料の精度等を考慮して各地域別に年間を通じて同一の負荷曲線とした。

BOLIVIA 電気事業組織および設備一覧表

1. 経済省



2. BOLIVIA POWER CO.(カナダ系資本)

設備

ACHACHICALA	4.600 kw	(水力)
ZONGO	4.800 kw	(")
BOLIYLACA	3.700 kw	(")
CUTICHUCHO	8.700 kw	(")
SANTA RESA	9.500 kw	(")
SANTA RESA	9.900 kw	(")

SISTEMA ORURO BOLIVIA POWER CO.
設備 20.110 kw (水力)

3. 国家電力局 RNE

ベニー バンドー周辺の電力開発

設備

COBIJA DIESEL	250 kw	(火力)
TRINIDAD DIESEL	181 kw	(")

4. SUCRE市電力組合

設備

DURAZUNILLO	100 kw	(水力)
TULLMA	350 kw	(")
DIESEL	1368 kw	(火力)

MISION TECNICA JAPONESA PARA DESARROLLO HIDRO ELECTRICO A BOLIVIA

BOLIVIA 電気事業組織
および設備一覧表

表(4-2-1) 需用端需用電力想定表

地域別		年次															備考
		1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
La Paz ①	年間最大電力(MW)	*39.2(38.5)	42.7	46.0	49.8	54.2	58.8	62.2	65.9	70.2	73.0	77.6	80.4	85.7	89.2	94.9	(1) ()内は実績で近隣の単独工場負荷を含まず (2) *は潜在需用および近隣の単独工場需用を含む (3) Diversity factor ②と③: 1.03 ⑤と⑥: 1.03 ④と⑦: 1.05
	年間電力量(1000MWh)	*157.0(133.2)	148.7	161.3	175.0	189.9	206.0	223.5	243.0	258.4	274.8	292.2	310.8	330.5	351.5	374.0	
	年負荷率(%)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	41.0	42.0	42.0	43.0	43.0	44.0	44.0	45.0	45.0	
	前年比増加率(%)	—	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	
Cochabamba ②	年間最大電力(MW)	*7.7(6.2)	8.5	9.4	10.4	11.5	12.6	13.6	15.0	16.1	16.9	18.0	19.3	20.2	21.7	23.4	
	年間電力量(1000MWh)	*27.0(19.1)	29.8	32.9	36.4	40.2	44.3	49.0	54.0	57.9	62.0	66.4	71.1	76.2	81.6	88.0	
	年負荷率(%)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	41.0	41.0	41.0	42.0	42.0	42.0	43.0	43.0	43.0	
	前年比増加率(%)	—	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	
Oruro および Comibol 中央 ③	年間最大電力(MW)	*34.9(33.2)	38.1	41.7	44.5	48.9	53.4	57.2	62.4	66.3	68.7	72.9	76.9	81.6	86.4	91.3	
	年間電力量(1000MWh)	*159.0(149.6)	173.8	190.0	207.6	226.9	248.0	271.1	296.0	313.3	331.5	350.9	371.3	393.0	415.9	440.0	
	年負荷率(%)	52.0	52.0	52.0	53.0	53.0	53.0	54.0	54.0	54.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	
	前年比増加率(%)	—	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	
Cochabamba, Oruro および Comibol 中央 ④=②+③	年間最大電力(MW)	41.4	45.2	49.6	53.3	58.6	64.1	68.7	75.1	80.0	83.1	88.3	93.4	98.8	105.0	111.4	
	年間電力量(1000MWh)	*186.0(169.3)	203.6	222.9	244.0	267.1	292.3	320.1	350.0	371.2	393.5	417.3	442.4	469.2	497.5	528.0	
	年負荷率(%)	51.2	51.3	51.2	52.2	52.0	52.1	53.1	53.0	53.0	54.0	53.9	54.0	54.3	54.1	54.1	
	前年比増加率(%)	—	9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.5	9.3	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	
Sucre ⑤	年間最大電力(MW)	*3.1	3.3	3.6	3.8	4.3	4.6	4.9	5.3	5.6	6.0	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4	
	年間電力量(1000MWh)	*11.0(3.9)	11.9	12.8	13.8	14.9	16.1	17.3	18.7	19.5	20.4	21.3	22.2	23.3	24.2	25.2	
	年負荷率(%)	41.0	41.0	41.0	41.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	
	前年比増加率(%)	—	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	
Potosi および Comibol 南部 ⑥	年間最大電力(MW)	*16.0(15.2)	17.3	18.3	19.8	21.5	22.6	24.5	26.4	27.2	28.6	29.3	30.7	32.3	33.1	34.7	
	年間電力量(1000MWh)	*55.5(47.6)	60.2	65.3	70.8	76.7	83.1	90.1	97.7	102.5	107.5	112.8	118.3	124.1	130.2	136.6	
	年負荷率(%)	40.0	40.0	41.0	41.0	41.0	42.0	42.0	2.0	43.0	43.0	44.0	44.0	44.0	45.0	45.0	
	前年比増加率(%)	—	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
Sucre, Potosi および Comibol 南部 ⑦=⑤+⑥	年間最大電力(MW)	18.5	20.0	21.3	22.9	25.0	26.4	28.5	30.8	31.8	33.6	34.5	36.1	38.0	39.0	40.9	
	年間電力量(1000MWh)	*66.5(51.5)	72.1	78.1	84.6	91.6	99.2	107.4	116.4	122.0	127.9	134.1	140.5	147.3	154.4	161.8	
	年負荷率(%)	41.1	41.0	41.8	41.9	42.0	42.8	42.8	43.2	43.7	43.5	44.3	44.3	44.2	45.1	45.2	
	前年比増加率(%)	—	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
Cochabamba, Oruro, Sucre, Potosi, Comi- bol 中央および南部 ⑧=④+⑦	年間最大電力(MW)	57.0	62.1	67.5	72.6	79.6	86.2	92.6	100.9	106.5	111.1	117.0	123.3	130.3	137.1	145.0	
	年間電力量(1000MWh)	*252.5(220.8)	275.7	301.0	328.6	358.7	391.5	427.5	466.4	493.2	521.4	551.4	582.9	616.5	651.9	689.8	
	年負荷率(%)	50.5	50.7	51.0	51.5	51.4	51.9	52.7	52.6	52.9	53.6	53.8	53.9	54.0	54.3	54.3	
	前年比増加率(%)	—	9.2	9.2	9.2	9.2	9.1	9.2	9.1	5.7	5.7	5.8	5.7	5.8	5.7	5.8	
Tarija ⑨	年間最大電力(MW)	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	
	年間電力量(1000MWh)	*3.6(2.5)	3.9	4.2	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.9	8.2	
	年負荷率(%)	45.0	45.0	44.0	44.0	43.0	43.0	42.0	42.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	
	前年比増加率(%)	—	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	
合 計	年間最大電力(MW)	101.8	110.6	120.1	129.5	141.7	153.4	163.9	176.7	187.2	195.0	205.9	215.8	228.7	239.7	254.0	
	年間電力量(1000MWh)	*393.1(356.5)	428.3	466.5	508.1	553.5	602.8	656.7	715.5	757.9	802.8	850.5	900.9	954.5	1,011.3	1,072.0	
	年負荷率(%)	44.1	44.2	44.4	44.6	44.6	44.9	45.8	46.1	46.2	47.0	47.2	47.5	47.7	48.1	48.2	
	前年比増加率(%)	—	9.0	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	9.0	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	

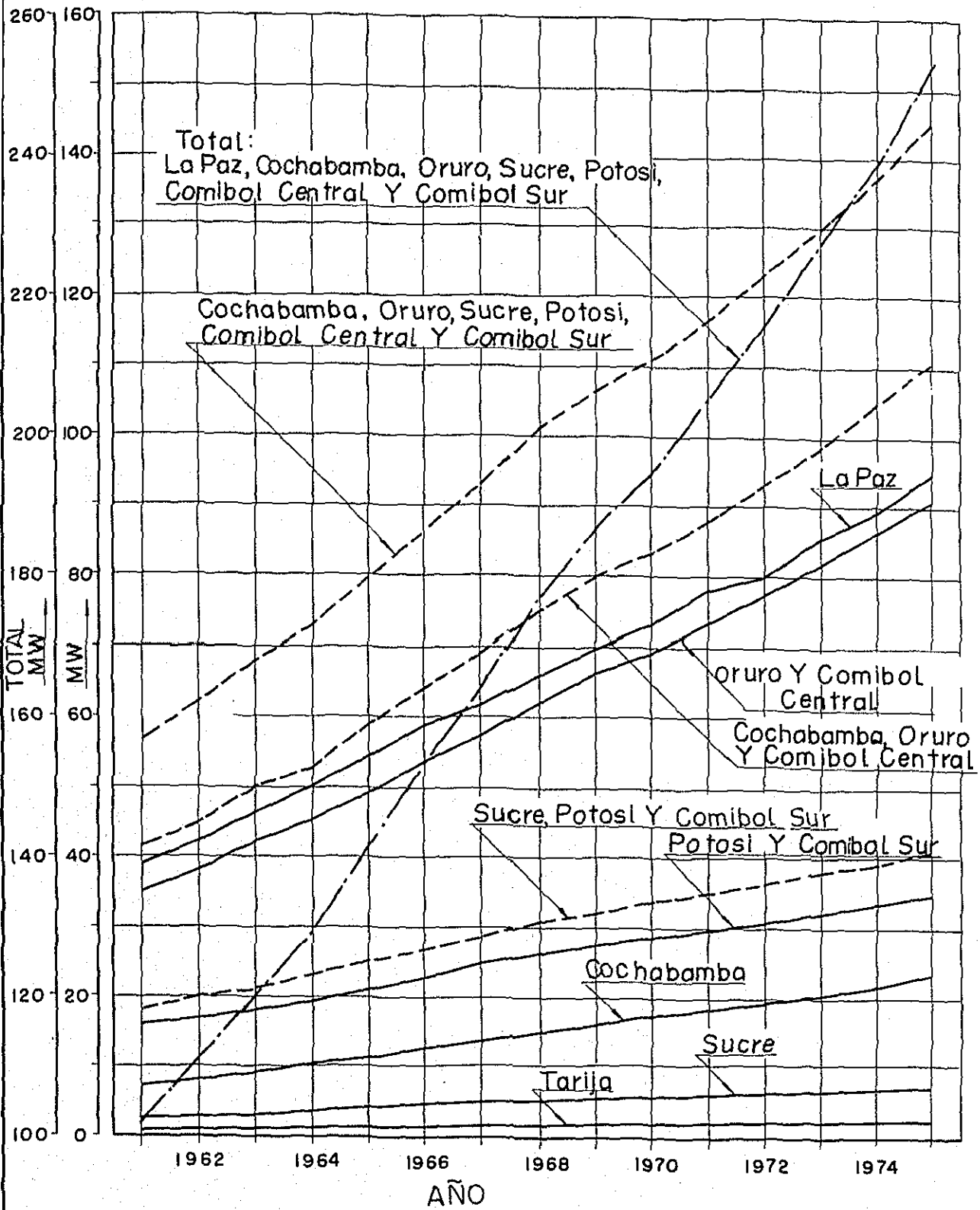


FIG. 4-2-1 DEMANDA MAXIMA

MISION TECNICA JAPONESA
 PARA DESARROLLO HIDRO-
 ELECTRICO A BOLIVIA

DEMANDA MAXIMA

FECHA: mar. 1964

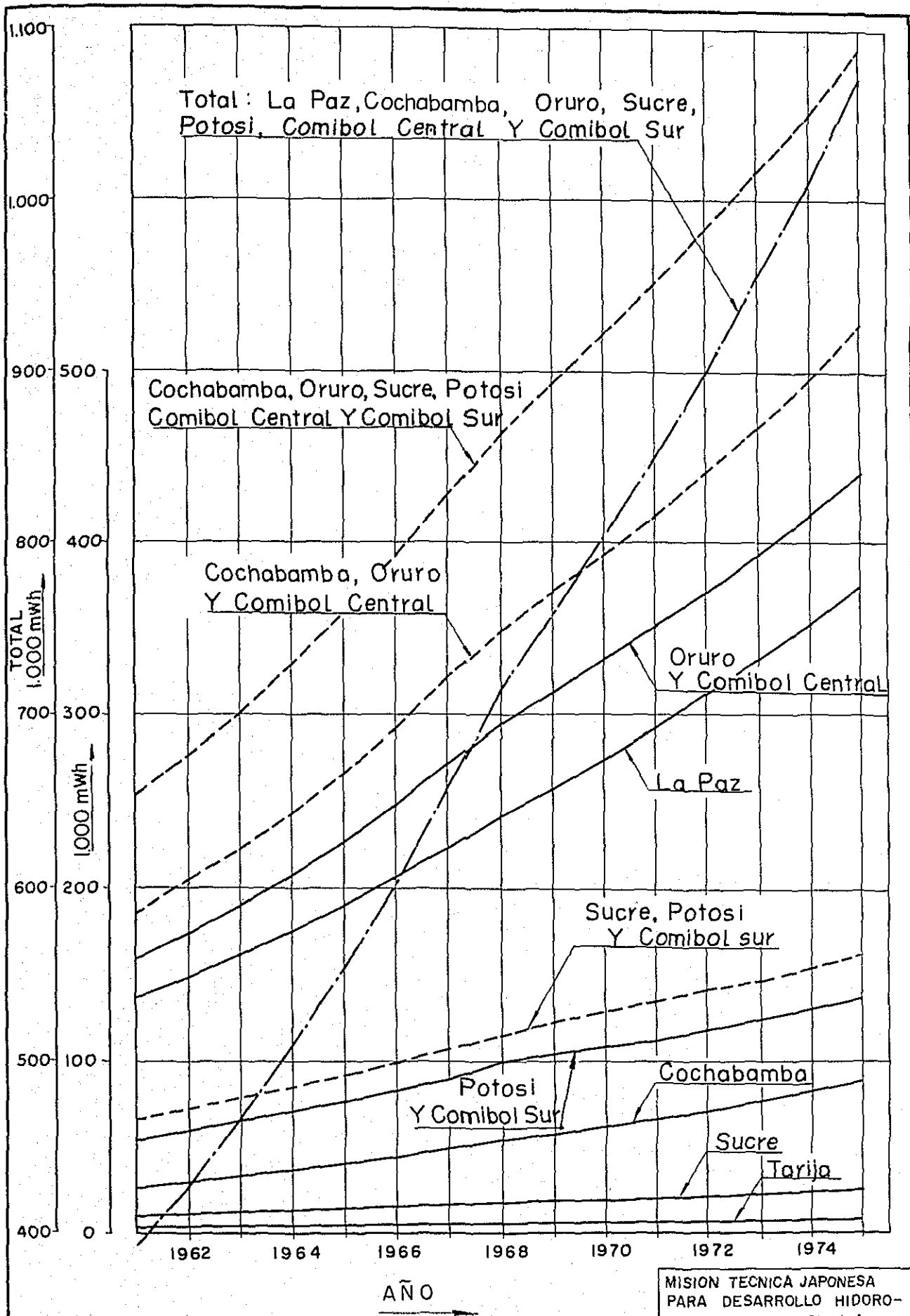


FIG. 4-2-2 CONSUMO DE ENERGIA

MISION TECNICA JAPONESA
PARA DESARROLLO HIDRO-
ELECTRICO A BOLIVIA

CONSUMO DE ENERGIA

FECHA mar, 1964

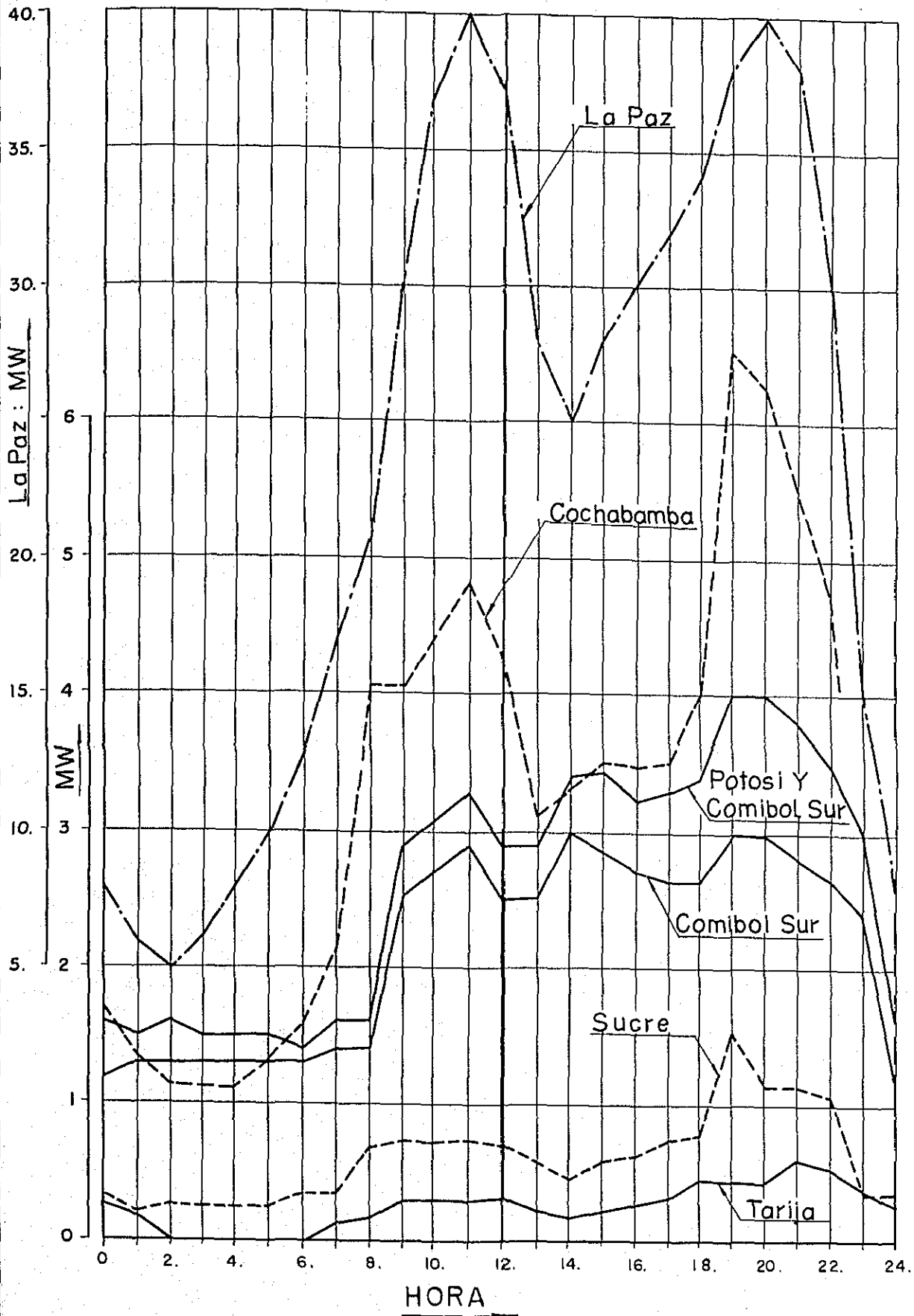


FIG. 4-2-3 CURVA DE CARGA REAL
(EN 1 - Julio - 1962)

MISION TECNICA JAPONESA
PARA DESARROLLO HIDRO-
ELECTRICO A BOLIVIA

CURVA DE CARGA REAL

(EN 1 - Julio - 1962)

FECHA : mar. 1964

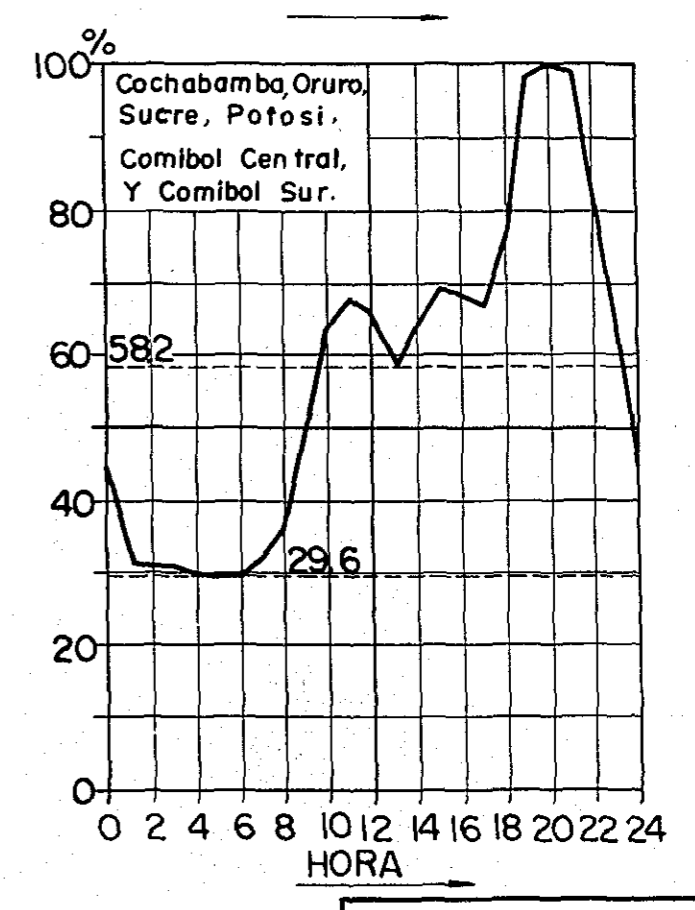
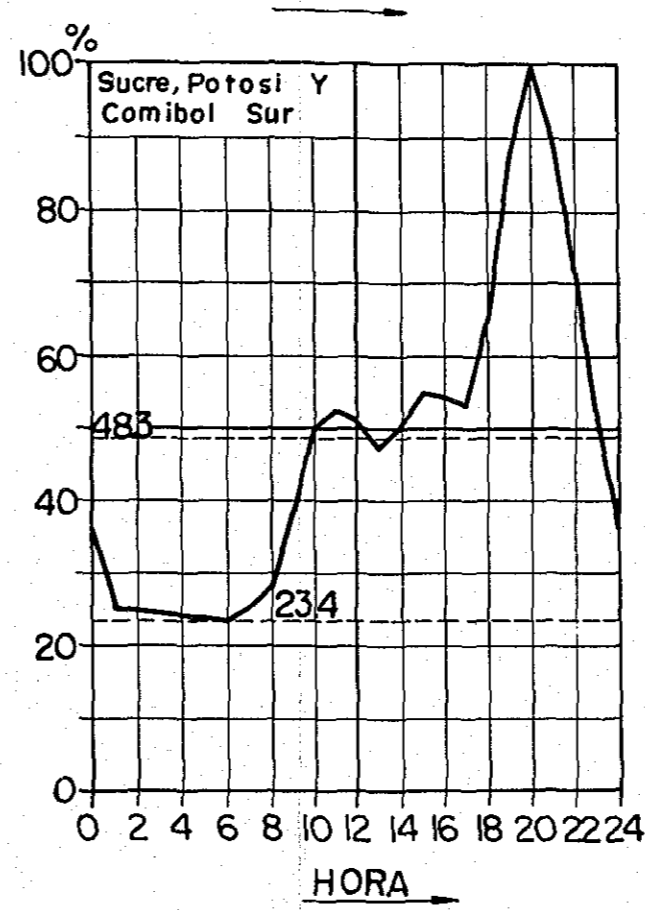
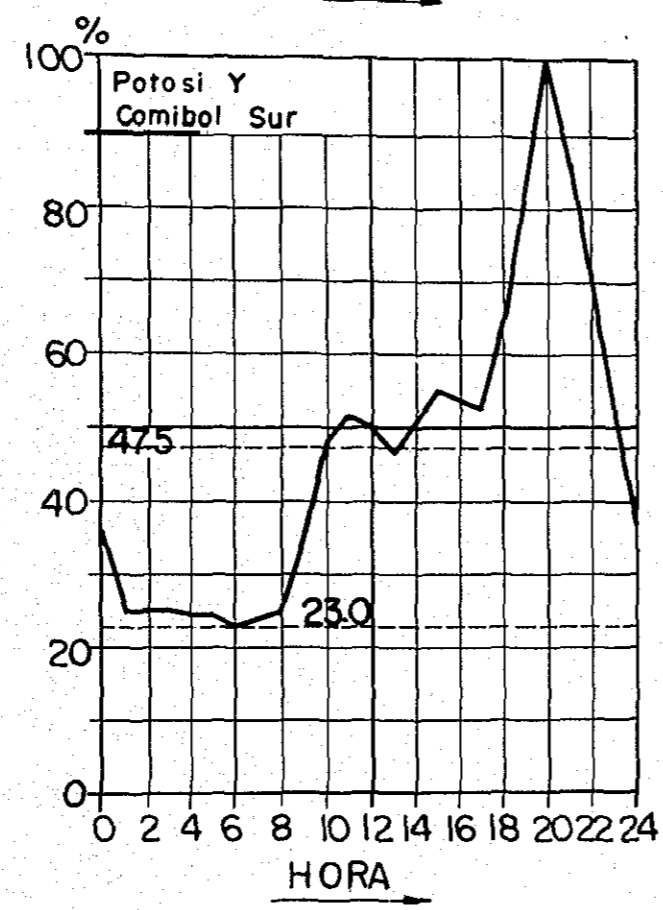
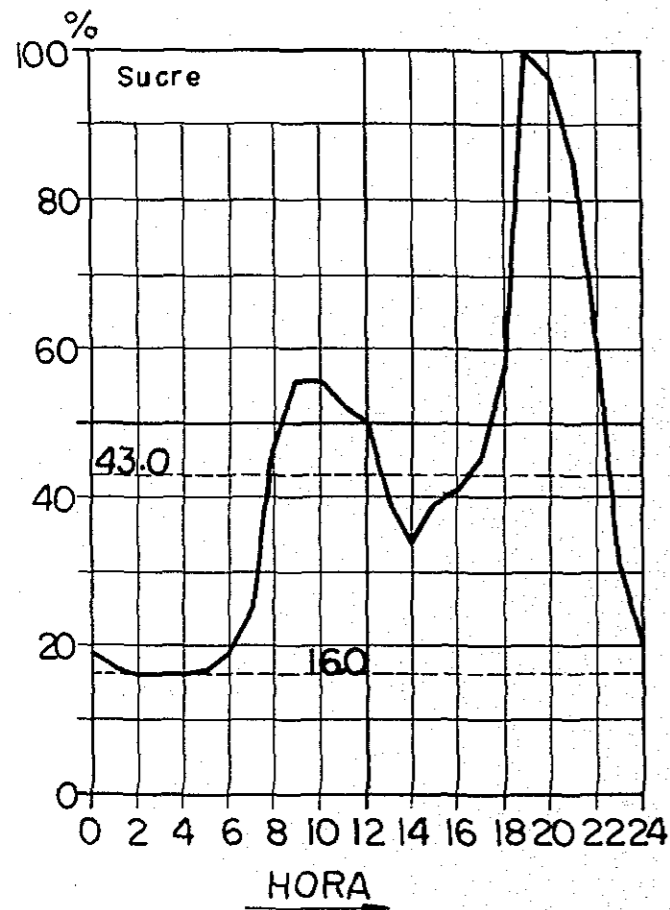
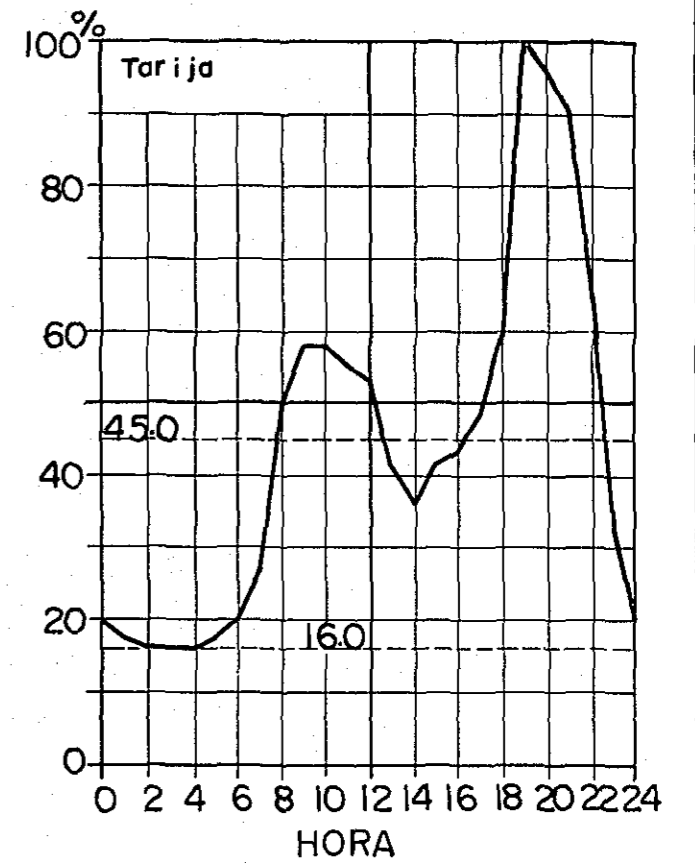
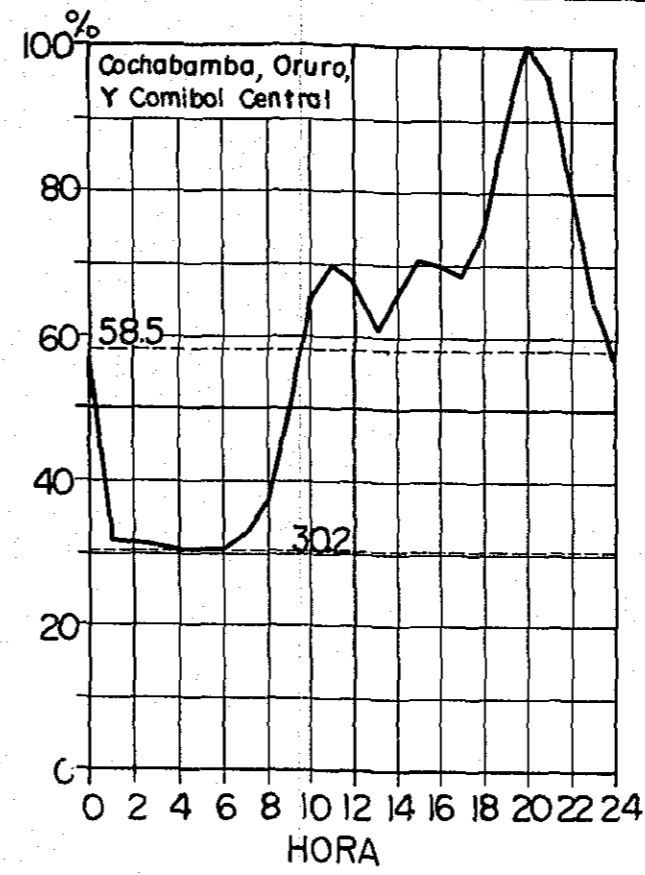
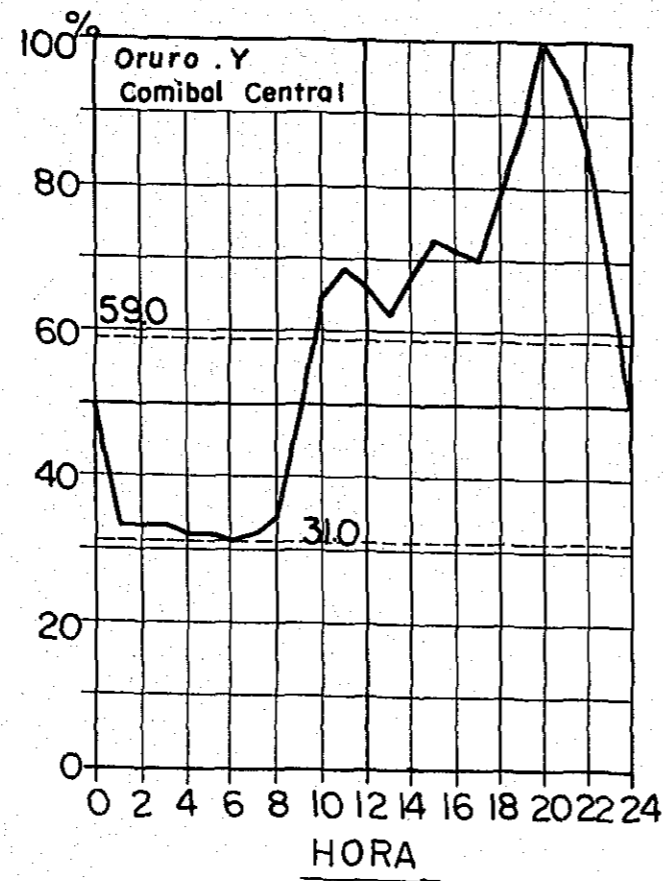
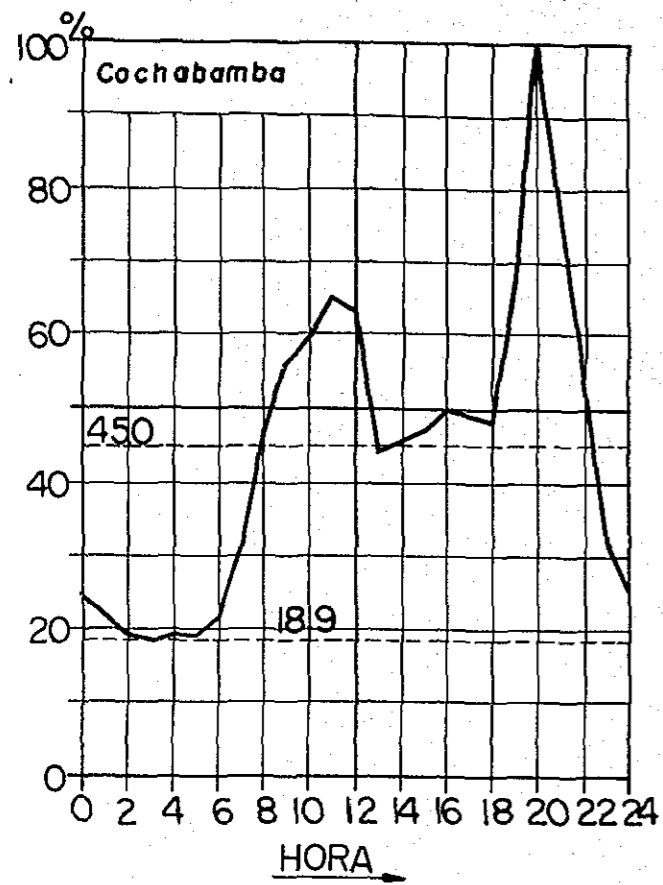


FIG. 4-2-4 CURVA DE CARGA ESTIMADA

MISION TECNICA JAPONESA PARA
DESARROLLO HIDRO ELECTRICO
A BOLIVIA

CURVA DE CARGA ESTIMADA

FECHA : mar. 1964

4-3 Santa Isabel 地点

4-3-1 経 緯

Santa Isabel 計画は Corani 計画および Locotal 計画と三者一環した開発計画として立案されるべき地点と考えられるが、現在 Corani 計画の工事着工が実現しようとしている段階にもかかわらず Santa Isabel 計画地点については、いまだなんらの具体的計画の策定が行なわれていなかった。CBF は本地点に着目し、1963年4月、Rio Vinto に測水設備を新設し、調査を開始した。調査団は、CBF の協力を得て現地踏査、基礎資料の収集および簡単な測量を実施した。

4-3-2 位 置

Santa Isabel 計画地点は Cochabamba 市の北東50Kmの Corani 発電所 (54,000kW) の下流5Kmの Rio Santa Isabel 沿いに位置する。

本地点に至る道路は Cochabamba 市より Paracti に至る道路を利用することができる。この間、Cochabamba 市より Corani ダム地点までの50Kmはよく整備されており、自動車通行も容易であるが、その後は山腹を通り整備は十分でない。ただし、将来道路が整備されれば Cochabamba 市より約3時間で現地に達することができる。

計画地点の周辺には殆んど民家がないので、我々は現地調査にあたって Corani 発電所の建設用宿舎を利用した。

4-3-3 水 文 気 象

調査団の入手した水文気象資料の内訳は、次表(4-3-1)のとおりである。

表(4-3-1) Santa Isabel 計画に係る測水および気象観測資料

名 称		記 録 期 間			備 考
		自	至	年 月	
Corani 測水所 観測所	流量実測	1953- 1- 3	1959- 2-22	6- 2	期間中に実測21回実施
	日水位	1952-10-28	1962-12-31	10- 2	欠測期間 1956-1,12月 1957-3,4,5月
	日雨量	1953- 7- 1	1962-12-31	9- 6	欠測期間 1956-8~12月 1957-1~12月
	日蒸発	1958- 1- 1	1962-12-31	5- 0	
	日温度	1958- 1- 1	1961-12-31	5- 0	最高最低
	日水温	1958- 1- 1	1961-12-31	5- 0	
	日風力	1958- 1- 1	1960-12-31	4- 0	
Vinto 測水所	流量実測	1963- 4-24	1963-10- 3		実測6回実施
	日水位	1963- 1- 1	1963- 9-30	1 0	欠測期間 1963-2月
	日雨量	1962- 1- 1	1963- 9-30	1- 10	観測所 Pampa Tombo 欠測期間 1963-2,4月

調査地点に関係ある河川の流況をみると発電計画に使用する年間流量としては暦年は不
 適当であるために、9月より翌年の8月までを水文年として使用することにした。

Corani 湖水所の水位、流量記録は1956年11月、12月、および1957年3
 月、4月、5月は欠測であり、日雨量記録も同様欠測である。したがって、雨量からの流
 量換算ができないので、この期間を除いた9年間の平均値を求め、これを欠測期間に入れ、
 既往10年間の流量を作成した。この10年間の流量のうち、年平均流量が10年間の平
 均流量に類似する期間である1961年9月より1962年8月までの間の流量を代表年
 流量とした。

Rio Vinto の流量は1963年に8ヵ月の水位測定記録があるが、流量換算の係
 式が算出されていないし、また、調査団が得た資料では推定も不可能であり、Corani
 流量との相関関係も求められないので計画に使用できなかった。

Vinto 取水地点の流量は、Corani 湖水所の流量より流域面積比換算して求め
 た。(次表4-3-2およびFIG 4-3-1参照)

表(4-3-2) Corani 湖水所および Vinto
 取水地点、月別流量表

(単位 $m^3/s\text{-day}$)

月	Corani 湖水所流量		Vinto 取水地点 CA=23.5Km ² 流量
	CA=269Km ²	CA=100Km ²	
9月	54.4	20.4	4.8
10月	42.8	15.9	3.7
11月	57.4	21.3	5.0
12月	270.7	100.5	23.6
1月	383.6	143.0	33.6
2月	123.4	45.7	10.7
3月	333.1	123.8	29.1
4月	87.6	32.6	7.7
5月	44.9	16.7	3.9
6月	16.8	6.4	1.5
7月	18.7	6.8	1.6
8月	9.7	3.6	0.8
合計	1,443.1	536.7	126.0

注) 1961年9月より1962年8月までを代表年とする。

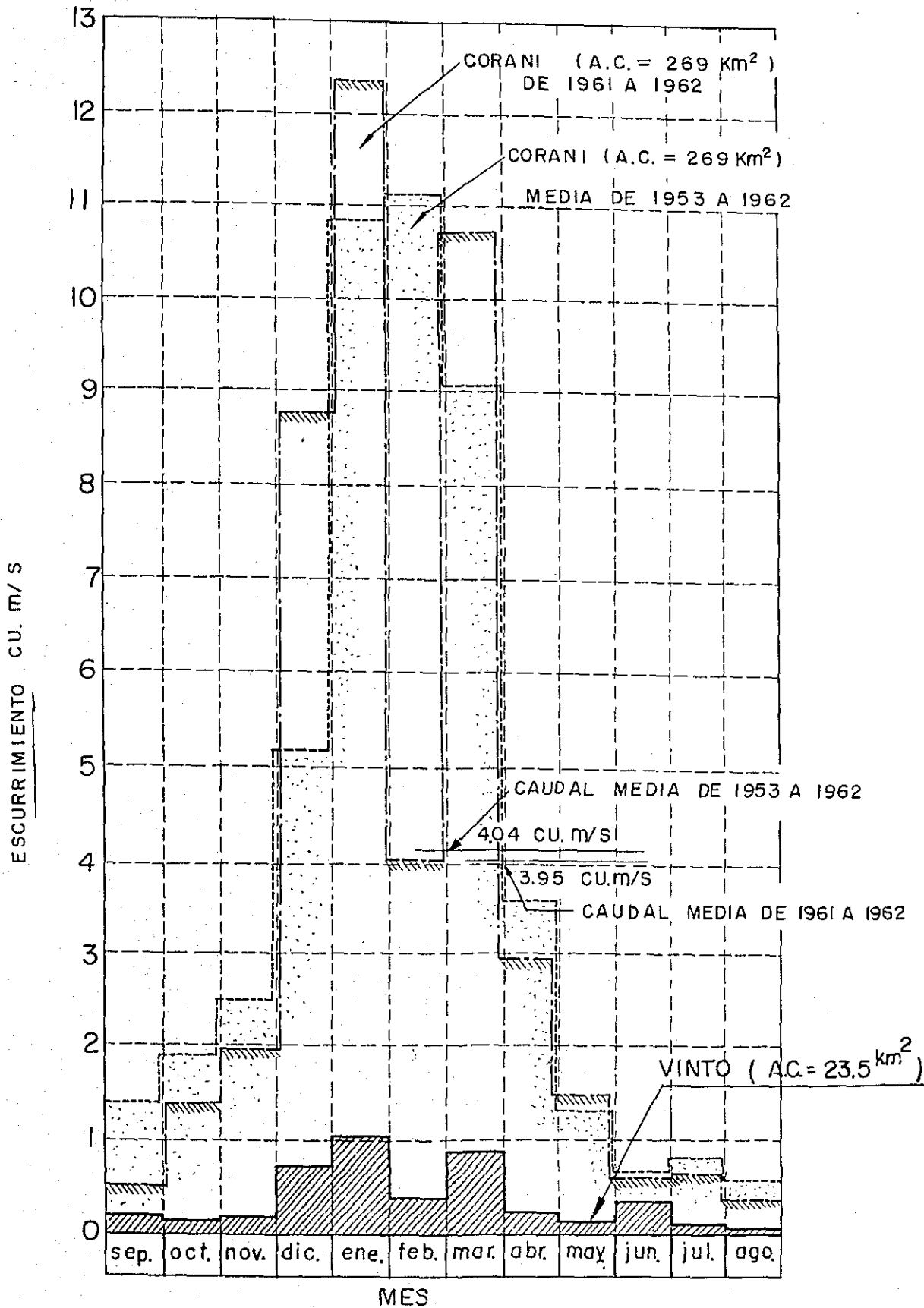


FIG. 4-3-1
ESCURRIMIENTO MEDIA
DE MES EN CORANI Y
VINTO

MISION TECNICA JAPONESA PARA DESARROLLO HIDROELECTRICO A BOLIVIA
PROYECTO DE SANTA ISABEL
ESCURRIMIENTO MEDIA DE MES EN CORANI Y VINTO
FECHA : mar. 1964

4-3-4 地形地質

調査団がCBFより入手した縮尺10,000分の1の地形図は、Corani, Santa Isabel および Locotal 計画地域を包括しているが、調査団が現地踏査の際 Altimeter 測量を実施したところ、標高において100mの誤差を発見した。

また、Rio Vinto の取水地点を確認するため、Vinto 橋梁地点より上流に向つて1.6Kmにわたり、Altimeter 測量と簡単なトラバース測量を実施し帰国後、これらの資料にもとづき、上記地形図の修正を行ない計画に使用した。

この計画地点一帯は、東アンデスの東端がアマゾン湿原に落ちる地帯であり、急峻な溪谷を形成し、Rio Corani と Rio Santa Isabel が背中合わせに相接近して流れ、その間に約1,500mの標高差をもっている。この落差を利用して計画されるのが、Corani 計画と Santa Isabel 計画である。

計画地点の地質は全般に砂岩、珪岩ならびに粘板岩よりなる。Corani 発電所付近は沼沢地の状態を呈しているが、ボーリング調査の結果によるとその基盤は氷河期の岩盤より成っている。

Rio Vinto 取水地点までの水路ルート予定地は樹木の繁茂する表土におとわれた緩傾斜の台地であり、地滑りや、山崩れの懸念はないものと推定される。

Rio Vinto は河川勾配1/6~1/25の急流であり、河床には所々に玉石交りの砂利層のある溪流である。

この河は標高2,600m付近より上流で2条の溪流となつている。取水設備は、この2つの溪流にそれぞれ設ける計画であるが、いずれも河床は良好で岩盤露出し、取水設備の基礎として十分である。No.1取水設備を設けるカ所は傾斜角20°~30°の粘板岩層であり、No.2取水設備を設けるカ所は、傾斜角45°の良好な砂岩または珪岩と推定される。Vinto 取水地点より水槽までの無圧トンネルの経過地は、良好な砂岩の層を通過するので、無巻が可能である。

水圧管路の既設道路までの部分は傾斜35°の斜面で岩盤が露出し、基礎としては十分と考える。これより下部は傾斜15°の斜面であり、樹木密生し、堆積表土は場所によりかなり深いと推定される。

余水吐は水槽より上流約600mのトンネル部に設け、余水はこれより Rio Vinto の東斜面の沢に放流する。この斜面は岩盤が露出しているので現状のまま余水路の基礎として十分安全である。

発電所予定地点の河床は玉石交りの砂利層であり、兩岸には粘板岩の露頭が現われており、河床堆積の深さはさして深くないと推定される。Rio Vinto および Rio Santa Isabel はいずれも河水は清澄であり、地域一帯の岩質よりみて、土砂の流出は少

いと考える。

4-3-5 開 発 構 想

計 画 の 検 討

Santa Isabel 計画は Corani 発電所の使用水量を直接取水し、途中 Rio Vinto の水量も合わせ取水する計画としたが、Rio Vinto の水量は非常に少量であるので発電所の最大使用水量は、Corani 発電所と同様 $10 \text{ m}^3/\text{S}$ となる。ただし、年平均使用水量は約 $4 \text{ m}^3/\text{S}$ で、開発方式としては地形地質等の関係上、水路式とならざるを得ない。

また、発電所位置および放水位はこの下流に考えられる Locotal 発電計画とも密接な関連を有するが、地形などの制約により止むを得ず Locotal 発電所との間に遊休落差を生ずる。

Santa Isabel 計画による電力は主として Cochabamba および Oruro 地域の電力需用に応ずるものであるので、この需用の如何によつては、Santa Isabel 発電所の建設を一括して行なうが、分割して行なうかは検討を要する問題である。この地点の開発にあつては現在考慮している落差を2分割して開発する案も考えられるが、原案の方がより経済的である。

発電力および電力量

前述の検討の結果、最大使用水量 $10 \text{ m}^3/\text{S}$ 、有効落差 780 m により、最大出力は $62,000 \text{ kW}$ となり Rio Vinto の水を考慮することにより年間発生電力量は $241,200,000 \text{ kWh}$ となる。月別発生電力量は表(4-3-3)のとおりである。

表(4-3-3)

Santa Isabel 月別発生電力量
(単位 MWh)

月	月別発生電力量
1 月	21,800
2	19,100
3	21,800
4	19,800
5	20,000
6	18,900
7	19,600
8	19,500
9	19,500
10	20,000
11	19,500
12	21,700
合 計	241,200

計 画 概 要

発電方式	水路式	
流域面積	Corani分水流域	2 6 9.0 Km ²
	Rio Vinto	2 3.5 Km ²
	合 計	2 9 2.5 Km ²
構 造		
水路	最大通水量	1 0 m ³ /S
	練石積の台形水路	
	断面	底中 1.5 m , 高 3 m , 両側の法勾配 1 : 1
	勾配	1 / 1,000
	延長	約 2.3 Km
16.1 水路橋	最大通水量	1 0 m ³ /S
	鉄筋コンクリート造り	
	延長	約 4 0 m
16.1 取水設備	無筋コンクリート造り	
16.2 水路橋	最大通水量	1 0 m ³ /S
	鉄筋コンクリート造り	
	延長	約 4 0 m
16.2 取水設備	無筋コンクリート造り	
トンネル	最大通水量	1 0 m ³ /S
	断面	巾 3 m , 高 3 m 上部半円下部短形断面
	勾配	1 / 1,000
	延長	約 2 Km
水槽	型式	トンネル式
	断面	巾 4 m , 高 4 m 上部半円下部短形断面
	延長	約 0.6 Km
	越流部延長	約 5 0 m
水圧管路 上部管路	傾斜角	約 3 5 °
	条数	1 条 , 内径 2 m ~ 1.8 m
	延長	約 0.6 Km

下部管路	傾斜	角	約 25°
	条	数	2 条, 内径 1.3 m ~ 0.9 m
	延	長	約 1.95 Km
発電所	型	式	屋内式
水車	型	式	横軸ベルトン水車
	出	力	15,500kW × 4台 = 62,000kW
発電機	型	式	同期発電機
	容	量	18,200kVA × 4台 = 72,800kVA
電力	最大使用	水量	10 m ³ /S
	有効	落差	7.80 m
	最大	出力	62,000kW
電力量	年間可能発生	電力量	241,200,000 kWh
送電線	区	間	Santa Isabel 発電所 - Corani 変電所
	延	長	約 4.8 Km
	電	圧	110kV

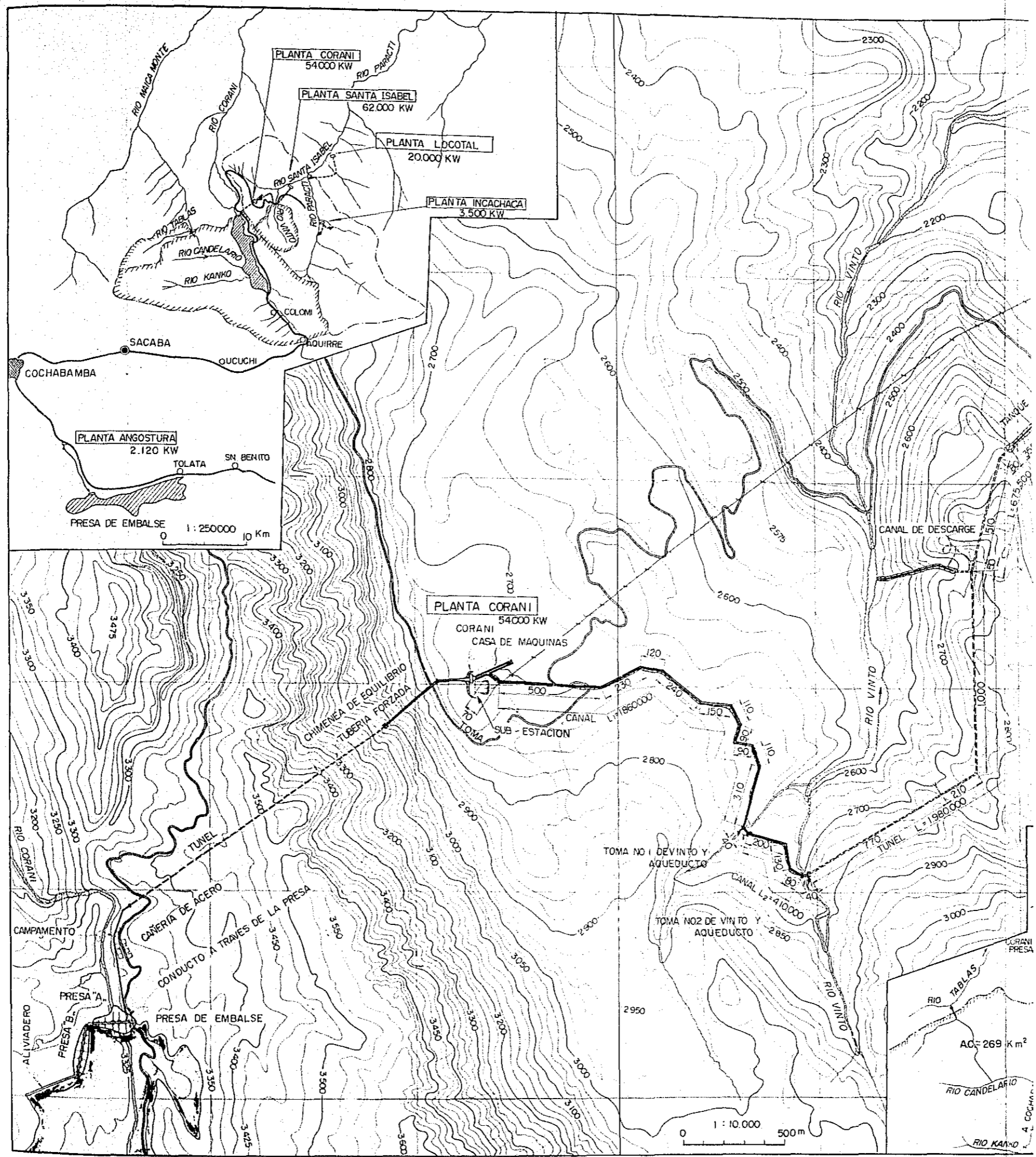
概算工事費および経済性

概算工事費は次のとおりである。

○ 工 事 費	US\$1,600,000 (¥4,176,000,000)
水 路	4,600,000
(開水路、 ϕ 1 水路橋および ϕ 1 取水設備、 ϕ 2 水路橋および ϕ 2 取水設備、トンネル、水槽および水圧管路)	
発 電 所	6,800,000
(発電所建屋、屋外変電所、機器その他)	
送 電 線	60,000
そ の 他	140,000
○ 建 設 単 価	
US\$/kW = US\$187 (¥67,300/kW)	
US\$/kWh = US\$0.048 (¥17.3 /kWh)	

○ 電 力 原 価

年経費率 8% とすると原価は kWh 当り US\$0.00384/kWh (¥1.48/kWh) と
なる。ただし、年経費率 8% は、金利 6%、減価償却を含む諸経費 4% とし、これを 45
年の耐用命数間均等化経費率に換算したものである。



4-4 Alto Pilcomayo 地点

4-4-1 経 緯

Alto Pilcomayo 計画は、1928年に Canutillos 鉱山会社が、まず最初にこの地点の調査に着手し、その開発の可能性を検討した。その後1943年に Patiño グループ鉱山会社が Catavi 鉱山、Huanuni 鉱山、Japo 鉱山、および Calavi 鉱山等の操業用電力を得るために開発計画の調査を実施した。しかしながら、これらの調査資料は現在散いつし保存されていない。

1956年に Sucre 市電力組合が Sucre 市の電力供給のため初めて計画したが、経済的理由等のため具体的な進展はみられなかった。

CBF はこの地点の開発計画の調査のため、1961年より現地踏査を行ない、計画地点に至る道路を整備し、1963年にいたり、測水所および観測所等を新設して、本格的な調査活動を開始し現在に至っている。

この地点は7,300Km² におよぶ広大な流域面積をもっているため、その計画策定にあたっては十分な基礎資料を必要とする。しかし現況は基礎資料の収集が開始されてまがないので、成果があがっていない。したがって、今後の十分な調査が期待される。

調査団はこの付近の地形図がなかったため、簡単な測量を行ない、地形の把握に努めた。

また、調査団は広範囲にわたる調査の必要を痛感したが、滞在日数が限定されたため計画策定にたく必要な落差の確認をも行なうことができなかつたため、CBF の技師より現地事情を聴取する等、収集資料の確度向上に努めた。

4-4-2 位 置

Alto Pilcomayo 地点は Sucre 市の南西25Km、Potosí 市の北東56Kmの Rio Pilcomayo の Talula 溪谷に位置する。道路は、Sucre 市より、San Juan で Rio Cachimayo を渡河し、Chullchuta まで通じており、ジープの運行は容易であるが、大型トラックの運行にはかなり支障がある。これより先は徒歩、もしくは騎馬で約15Kmの道程を Quilaquila 部落経由で Talula 溪谷に至る。所要時間は約10時間の道程である。この徒歩区間は目下道路工事が進行中であり、既設道路の改良とあいまつて、近い将来にはダム地点まで小型トラックの運行が可能となり、所要時間は2時間程度に短縮されるであろう。

宿泊設備としてはダム地点にある CBF の見張小屋、または Quilaquila 部落の民家の利用が考えられるが、本格的調査の実施にあたっては設備不足である。

また、雨期には Rio Cachimayo , Rio Talula の渡河地点が約4ヵ月の間交通止めになり、調査の進行に支障を来す恐れもあるので、その対策が必要となる。

4-4-3 水文気象

計画立案に必要な水文気象資料は全般的に不足しており調査団が入手した資料は、Alto Pilcomayo 湖所 (Talula) および Sucre, Potosi の両気象観測所の記録であり、その内訳は次表(4-4-1)のとおりである。

表(4-4-1) Alto Pilcomayo 計画に関する湖所および気象観測資料

名 称	記 録 期 間			備 考	
	自	至	年 月		
Alto Pilcomayo 湖所	流量実測	1963-2-22	1963-9-18	0-7	期間中に実測11回実施 対応する流量実測がなく 流量計算は出来ない 1963年1月、2月の 2ヶ月間欠測
	日水位	1962-8-1	1963-1-10	1-5	
	"	1963-2-1	1963-8-31	7-0	
	日雨量	1962-5-1	1963-8-31	1-2	
Sucre観測所	日雨量	1950	1961	12	1950年~1961年 間の月平均値
	月平均気温	1950	1961	12	
	風速・風向	1950	1961	12	
Potosi 観測所	月平均雨量	1946	1960	15	1946年~1960年 間の平均値

調査団は帰国後、Rio Alto Pilcomayo の流量をもとめるため、CBFより入手した11回にわたる流量実測値をもとにして、水位と流量の関係式を求め、1963年2月より1963年8月までの7ヵ月間の水位記録より、この期間の流量を計算した。

(FIG. 4-4-1, FIG. 4-4-2 参照)

しかしながら、水位2m以上については、流量実測値がなく、したがって、上記の計算式よりもとめられた水位2m以上の流量は精度が低いので、水位2m以上の観測値が多い2月および3月の流量は採用せず、別の方法を用いて想定した。4月~8月の流量は観測値を使用することにした。

また、4月~8月の流量は1963年が豊、渇いずれの年に相当するか判断できないので安全をとり、これらの計算値の80%を計画策定のための流量とした。他の期間については、Sucre と Potosi の雨量の平均値をもとめ、これと別に想定した流出率を用いて計画策定のための流量をもとめた。(FIG. 4-4-3, FIG. 4-4-4 参照)

流出率については、ボリビア国内におけるものが的確につかめなかつたので、雨量、地形、地質などが、この付近とかなり相似していると考えられるペルー国の Pasto Gra-

nde の平均流出率を参考として、23%と想定した。したがって、9月より3月までの7ヵ月間の流量の計算式は下記のとおりである。

$$Q_m = P_m \times 0.23 \times \frac{10,000}{86,400} = 0.266 \times R_m$$

ただし、 Q_m : 月流量 ($m^3/S\text{-day}$)

R_m : 月雨量 (mm)

以上の方法によりもとめた結果は次表(4-4-2)のとおりである。

表(4-4-2) Alto Pilcomayo 計画地点月別流量表

	Sucre 平均雨量 R_1 (mm)	Potosi 平均雨量 R_2 (mm)	$R_1 + R_2$ 2 (mm)	計画流量 (CA=100 Km ²)		Alto Pilco mayo計画地点 (CA=7,280 Km ²)
				雨量より推定 ($m^3/S\text{-day}$)	実測流量 ($m^3/S\text{-day}$)	
9月	36.1	7.9	22.0	6.0	-	437
10	34.4	8.1	21.3	5.8	-	422
11	75.8	22.0	48.9	13.3	-	965
12	119.5	49.8	84.7	22.8	-	1,660
1	182.4	90.2	136.3	36.8	-	2,680
2	124.4	83.0	103.7	28.0	-	2,040
3	74.1	58.1	66.1	17.8	-	1,300
4月	24.4	6.9	15.7	-	10.3	750
5	3.3	1.4	2.4	-	4.7	342
6	0.5	2.4	1.5	-	2.7	197
7	3.0	0.3	1.7	-	2.4	172
8	7.4	0.1	3.8	-	2.4	173
合計	685.6	330.2	508.1	153.0		11,138

391

4-4-4 地形地質

計画の判断に必要な縮尺の地形図がなかったので調査団は止むを得ず、縮尺250,000分の1の地形図を使用して現地踏査を実施した。

調査団は帰国に際して、CBFより計画地域一帯の航空写真印画を入手したので、これを用いて簡易図化法により縮尺50,000分の1および10,000分の1の地形図を作成した。しかし、この航空写真印画には図化の基準となる三角基準点、水準標識等が欠けていたので、高精度のものは得られなかったが、概略の計画には支障ないものと判断した。

Rio Alto Pilcomayo には、Talula 溪谷とその上流約9Kmの Saire 溪谷との間に貯水池に適するポケットがある。

Talula 溪谷は下流約10Kmにわたり、河中40m~50mのV字型の溪谷をなし、ダムサイトとして好適な地点が多くみられる。調査団は現地踏査の結果 Talula 溪谷の入口A地点と、これより約450m下流B地点をダムサイトの候補地とし、この2地点を検討した結果B地点をダムサイトとして選定した。

上記B地点の地質は一般に白亜紀に属する砂岩および珪岩である。左岸は直立した茶褐色の砂岩の露頭が連続している。右岸は比較的ゆるやかな傾斜をなし、縦方向の節理およびシームの発達した亀裂の多い砂岩の山礫である。河床部には転石、大玉石などを含んだ砂れき堆積層があり、河心部の堆積層は余り深くないと思われる。

A地点は両岸ともに下流に向つて $N10^{\circ}E/65^{\circ}SE$ に傾斜した断層あるいはシームが存在し、とくに左岸はこの断層あるいはシームにはさまれた岩礫が不安定な状態にあり部分的にオーバーハングしている。

河床部には転石、玉石は殆んどみられず、砂れきが広く分布し、その堆積層は相当深いものと思われる。

また、A地点およびその上流左岸には塩分をふくむ、温度50°Cの温泉が数カ所にわたって湧出している。

B地点はA地点に比し風化の状態、堆積層の深度、温泉の影響等の点において難点が少なく有利である。この地点は、コンクリートダム、あるいはフィルタイプダムの築造は十分可能である。発電所予定地点は堅岩で、漏水も少なく、その他の悪影響はないものと推定される。

放水路予定地点には道路もなく、日程不足のため踏査できなかったが、航測写真印画により判読したところでは、ダムサイトおよび発電所予定地点と同様に地質的には問題ないと考えられる。

河川の流砂による貯水池築造後の堆砂の問題は、この地点においては重要な問題の1つと考える。

調査団は、河川の流砂量に関する資料を入手できなかったため、この問題の判断資料として同じアンデス山系に属するアルゼンチン国の Rio Mendoza の資料を参考とした。これによると Alto Pilcomayo 地点では、年間 100 km^2 あたり $20,000 \text{ m}^3$ 程度の流砂量と推定され、調査団の計画した貯水池の推定堆砂面まで堆砂するには、約45年を要するものと思われる。

4-4-5 開 発 構 想

前 提 条 件

この計画地点は $7,200 \text{ km}^2$ にもおよぶ広大な流域面積をもち、かつ、地形的にも大規模貯水池として開発することが可能と思われるので、貯水池および発電規模はできうるかぎり大きくして、年間流出量を調整し利用することが望ましい。

また、この地点は、Sucre, Potosi 両地域のほぼ中間に位置し、大規模開発を行なった場合には、この両系統の運営上重要な役割を果たすこととなり、現在の需用よりみてこの地位は当分続くものと考えられるので常に需用の変動に対応しうるものであることが望ましい。

開 発 の 検 討

○計画の検討にあたっては、次の事項を考慮した。

- (1) ダム計画地点付近の河川勾配は、約 $1/100$ であるが、下流約 5 km の付近に $40 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$ 落下する急流があるとのことで、約 5.3 km の水路を設けることによつて、約 90 m の落差を得ることが出来るものとした。このことについては、現地において CBF の技師より聴取した資料にもとづき調査団が判断したものであるため、今後、早急に実測を行なつて確認する必要がある。
- (2) ダム地点の断面は、調査団が現地踏査を行なった際に簡略な測量を行なつて求めたものを計画に使用した。
- (3) 貯水容量は、CBF より入手した計画地域一帯の航空写真印画より帰国後簡易図化法を用いて作成した地形図より算出した。

○使用水量の検討

ダム地点における年間平均流量は $33.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、渇水期（5月～10月）は平均 $9.45 \text{ m}^3/\text{s}$ であるので、この貯水池により季節調整を行なうことが望ましい。

有効貯水量は、満水位標高 $2,600 \text{ m}$ 、利用水深 20 m とすれば $100,000,000 \text{ m}^3$ となる。この場合、その調整率は 10% である。したがつて、渇水期間 184 日の補給水量として平均 $6.23 \text{ m}^3/\text{s}$ を確保することが出来るので、この期間の使用可能流量は、自分流と補給分と合せて $14.7 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

最大使用水量は、負荷率を 50% と想定すると、 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

○ 開発方式の決定

以上の前提のもとに下記に示すような各種の開発方式を想定し、比較検討を行なった。(FIG. 4-4-5 参照)

A案は、Talula 溪谷 B地点においてダム高70mの重力式コンクリートダムを築造し、利用深20mにより有効貯水量100,000,000m³の水を貯え、ダム直下に、地下式発電所を築造し、使用水量30m³/s、有効落差140mにより、最大出力35,000kWの発電を行ない、約5.3kmの放水路で Rio Alto pilcomayo に放流するものである。

B案はダム築造に関しては、A案と同じであるが、取水口より、約5kmの圧力水路で調圧水槽、地上式水圧管路を経て発電所に導き、使用水量30m³/s、有効落差140mにより、最大出力35,000kWの発電をするものである。

C案はダム直下に地上式発電所を築造するもので使用水量30m³/s、有効落差51.6mにより最大出力13,000kWの発電をするものである。

以上の3案を総合的に比較検討すると、B案は発電所に至る取付道路等の新設および発電所位置の適地に恵くまれないこと、C案は発電所の出力が13,000kWと小さくなり、その出力に比してダム関係の費用負担が過大となる等の欠点がある。したがって調査団は結論として3案のうちでA案が最良のものであると考える。(表4-4-3、FIG. 4-4-5 参照)

表(4-4-3) Alto Pilcomayo 開発方式検討表

項 目		A 案	B 案	C 案
最 大 出 力	kW	35000	35000	13000
年間可能発生電力量	MWh	212000	212000	76650
概 算 工 事 費	US\$	18000000	20800000	8890000
kW当り建設費	US\$	514	594	684
kWh当り建設費	US\$	0.085	0.098	0.116

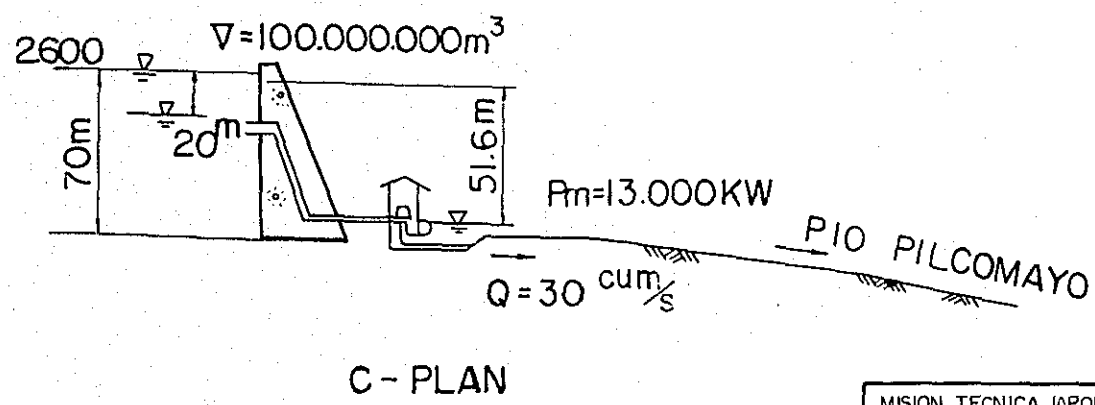
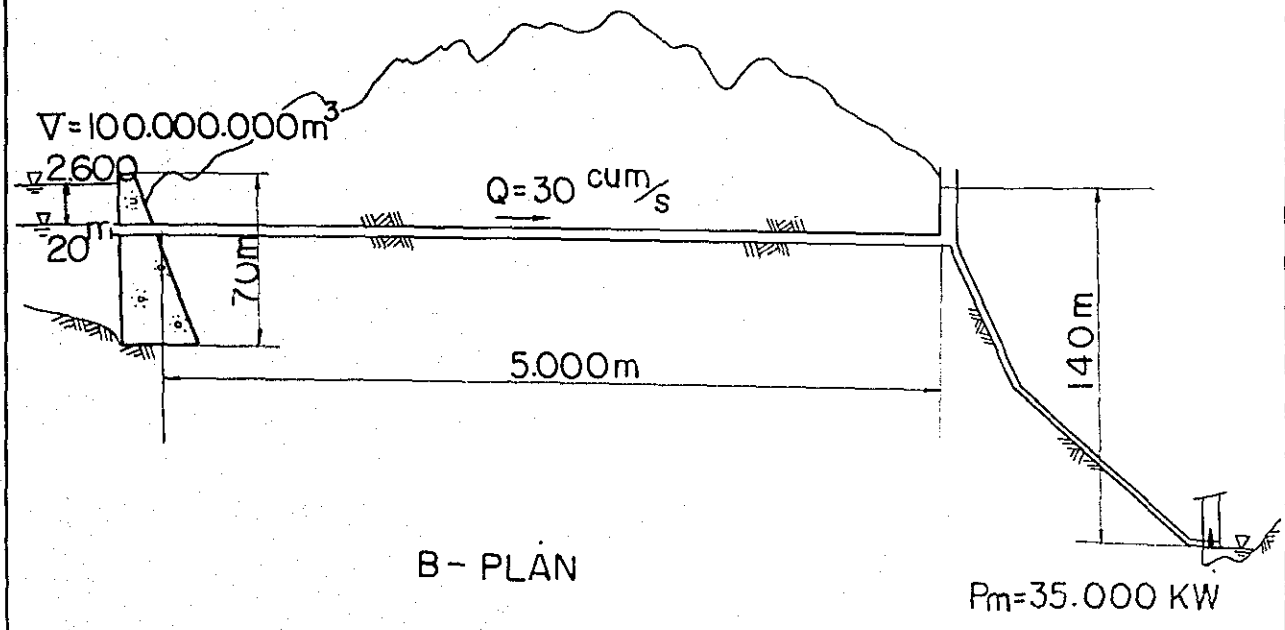
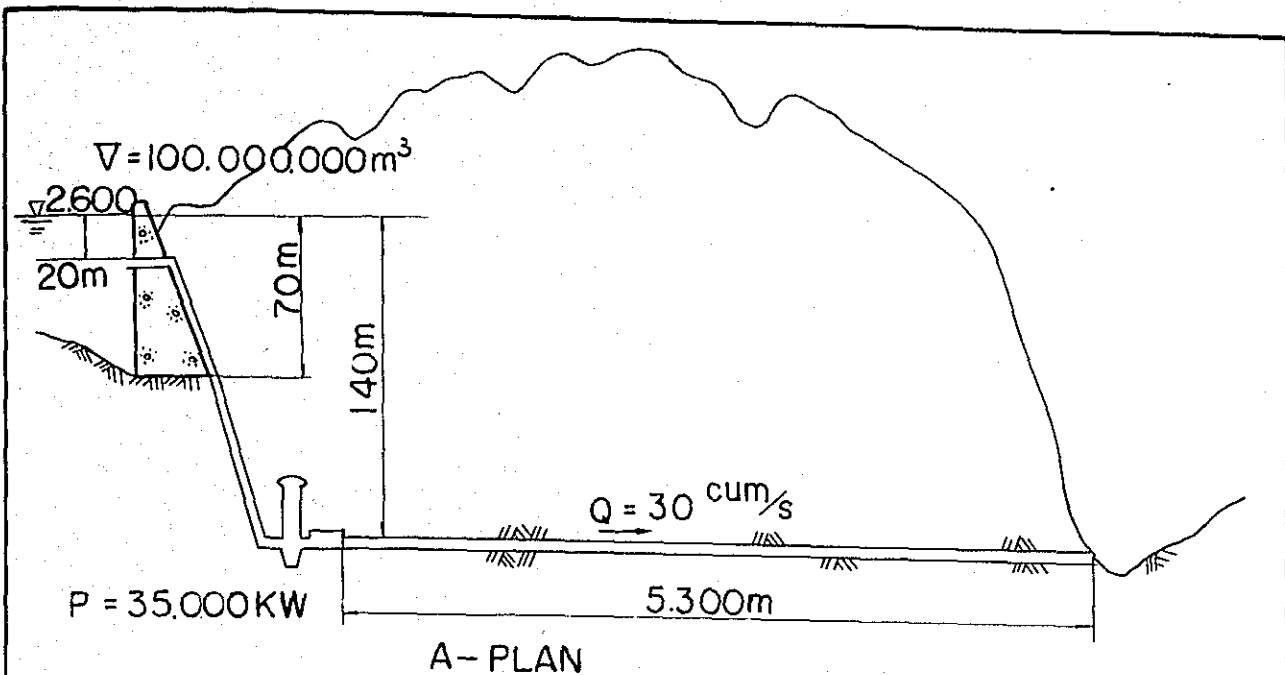


FIG. 4-4-5 A-PLAN, B-PLAN Y C-PLAN

MISION TECNICA JAPONESA PARA DESARROLLO HIDROELECTRICO A BOLIVIA
PROYECTO DE ALTO PILCOMAYO
A-PLAN. B-PLAN Y C-PLAN
FECHA : mar. 1964

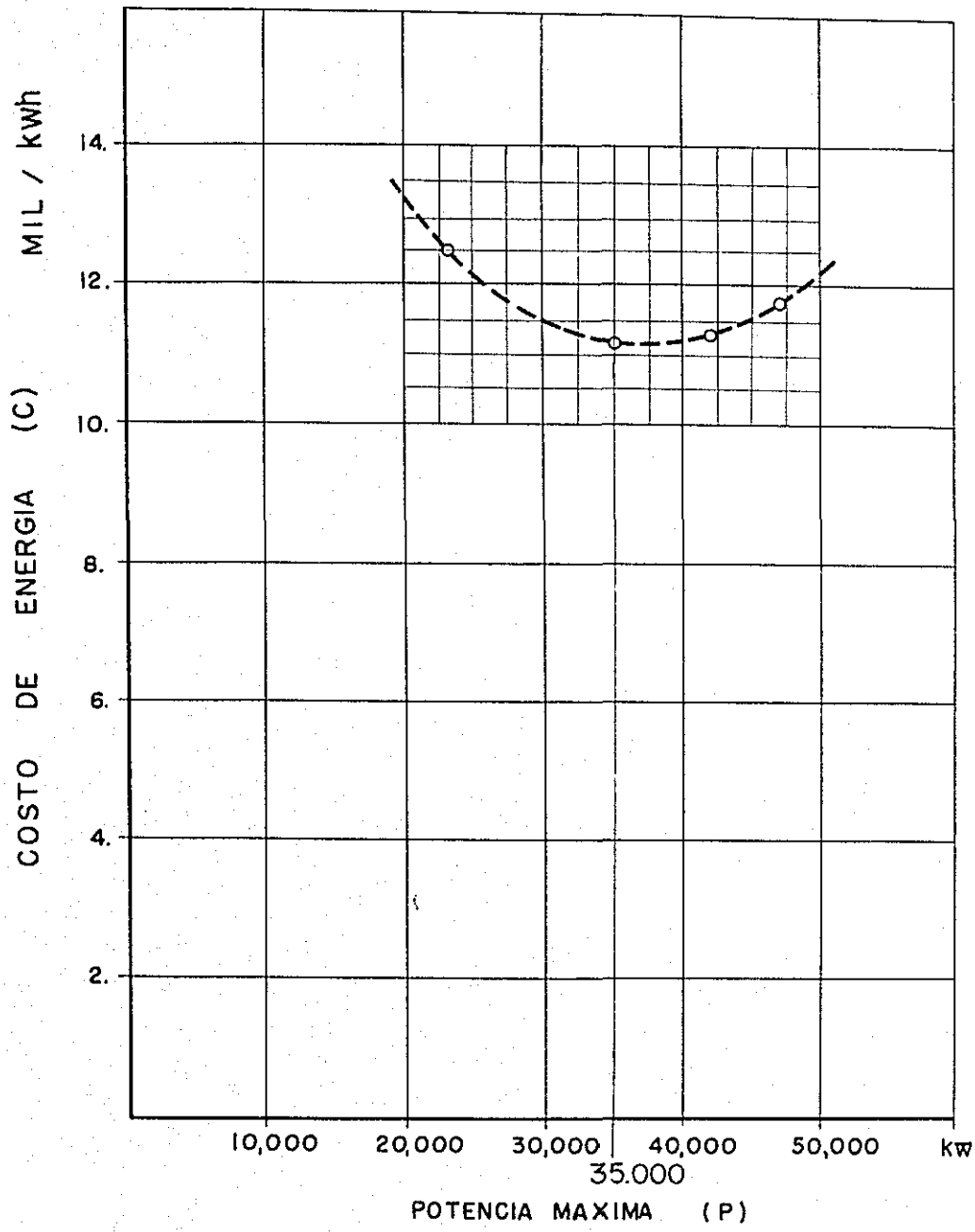


FIG. 4-4-6 VALOR DE (C) EN FUNCION DE (P)

MISION TECNICA JAPONESA
 PARA DESARROLLO HIDRO-
 ELECTRICO A BOLIVIA

VALOR DE (C)
 EN FUNCION DE (P)

FECHA : mar. 1964

○ 開発規模の決定

A案の開発方式に対し、4-1序論において述べた基準にのっとり、出力を23,000 kW、35,000 kW、42,000 kW および47,000 kW の4つの規模について、各々の場合に対する供給電力量kWh当りの単価をもとめると、FIG 4-4-6に示すように35,000 kW の場合が最も経済的となるので、この地点の開発規模として35,000 kW を採用する。

発電力および電力量

前述の諸種の検討の結果、決定した開発規模は、最大使用水量30 m³/s、有効落差140mにより最大出力35,000 kW を有するダム式地下発電所となり、年間発生可能電力量は212,000,000 kWh となる。

ただし、この年間可能発生電力量212,000,000 kWh は現在の需用の状態を考えるならば、即時に全量使用されるとは考えられない。したがって、負荷率50%までを有効と考えれば、有効電力量は147,350,000 kWh となる。

月別電力量は次表(4-4-4)、FIG. 4-4-7およびFIG. 4-4-8のとおりである。

表(4-4-4) Alto Pilcomayo 発電所
月別使用水量および月別電力量

	流入量		取水可能量 m ³ /s-day	使用水量 m ³ /s-day	電力量 MWh	有効電力量 MWh
	m ³ /s	m ³ /s-day				
1月	8650	2680	930	930	26000	13000
2月	7300	2040	840	840	23500	11750
3月	4200	1300	930	930	26000	13000
4月	2500	750	750	750	21200	12600
5月	1100	342	342	450	13400	13000
6月	656	197	197	450	12400	12400
7月	555	172	172	450	12000	12000
8月	558	173	173	450	11500	11500
9月	1120	437	437	450	11300	11300
10月	1360	422	422	450	11200	11200
11月	3220	965	965	783	19100	12600
12月	5360	1660	1660	885	23800	13000
合計		11138	7818	7818	212000	147350

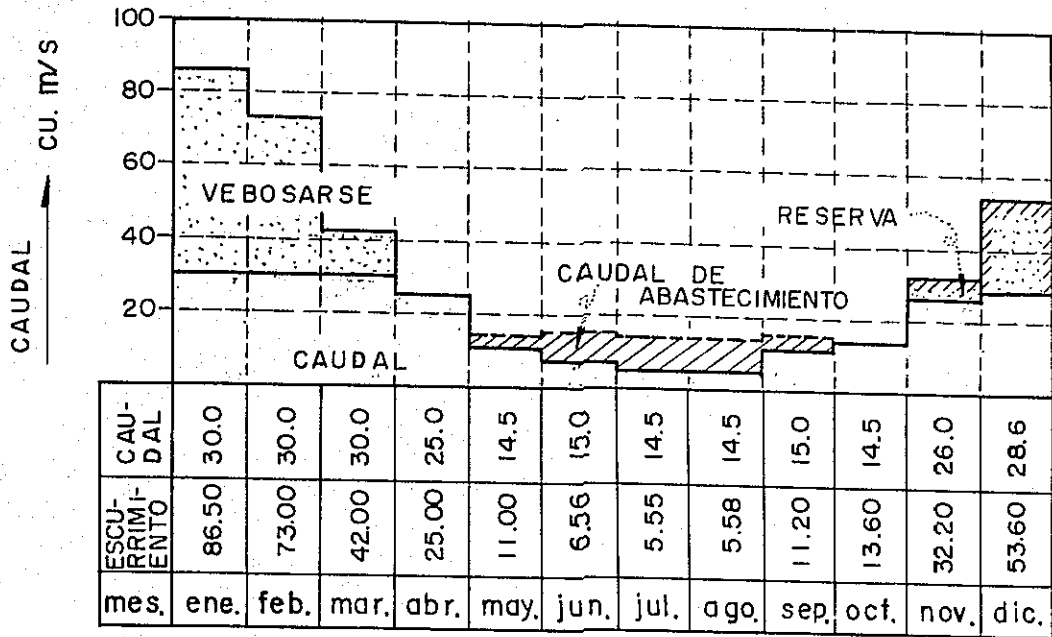


FIG. 4-4-7 CAUDAL DE ALTO PILCOMAYO

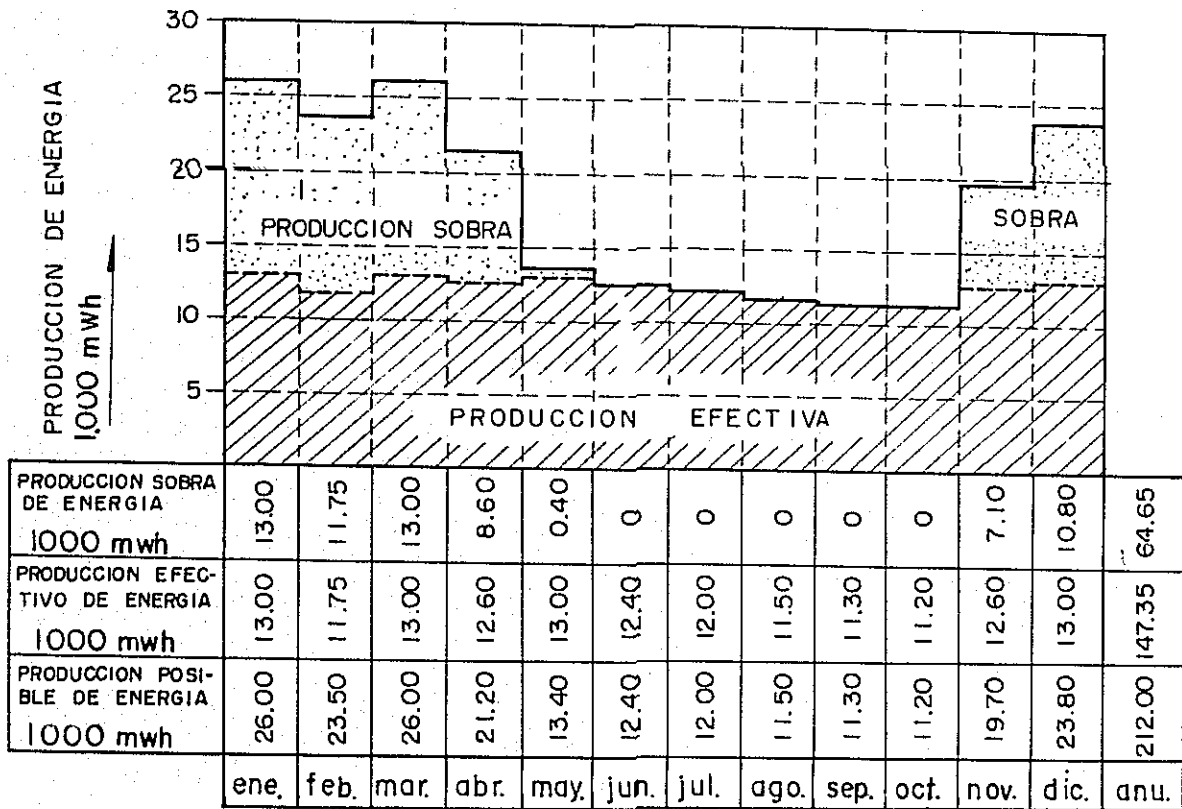


FIG. 4-4-8 PRODUCCION DE ALTO PILCOMAYO

MISION TECNICA JAPONESA PARA
DESARROLLO HIDROELECTRICO
A BOLIVIA

PROYECTO DE ALTO PILCOMAYO

PRODUCCION ANUAL
DE ENERGIA EN
ALTO PILCOMAYO

FECHA : mar. 1964

計 画 概 要

発 電 方 式	ダ ム 水 路 式
流 域 面 積	7,280 Km ²
構 造	
ダ ム	型 式 越流型重力式コンクリートダム
	ダ ム 高 70 m
	ダ ム 堤 頂 長 125 m
	越 流 巾 41.5 m
	ダ ム 体 積 100,000 m ³
	計 画 洪 水 量 2,600 m ³ /s
	ス ル - ス ゲ - ト 巾 8.5 m, 高 10 m, 4 門
	利 用 水 深 20 m
取 水 口	ダ ム 取 水 巾 6 m, 高 3.4 m
水 圧 管 路	地 下 埋 込 内 径 3 m ~ 1.6 m
	延 長 約 202 m
発 電 所	型 式 地下式
水 車	型 式 豎軸フランス式
	出 力 17,500 kW × 2 台 = 35,000 kW
発 電 機	型 式 同期発電機
	容 量 20,600 kVA × 2 台 = 41,200 kVA
調 圧 水 室	断 面 巾 9.0 m, 高 7.5 m
	上 部 ア - チ 下 部 矩 形 断 面
	延 長 約 4.5 m
放 水 路	断 面 半 径 5.6 m, 標 準 馬 蹄 型
	勾 配 1/1,000
	延 長 約 5.3 Km
貯 水 池	満 水 位 EL 2,600 m
	低 水 位 EL 2,580 m
	利 用 水 深 20 m
	湛 水 面 積 6,490,000 m ²
	総 貯 水 積 170,000,000 m ³
	有 効 貯 水 量 100,000,000 m ³

発 電 力 最 大 使 用 水 量 3 0 m³/s
 有 効 落 差 1 4 0 m
 最 大 出 力 3 5, 0 0 0 kW
 電 力 量 年 間 可 能 発 生 電 力 量 2 1 2, 0 0 0, 0 0 0 kWh
 送 電 線

区 間	Alto pilcomayo 発電所 — Sucre	Alto pilcomayo 発電所 — Potosi
延 長	約 2 5 Km	約 9 5 Km
電 圧	6 6 kW	6 6 kV
回 線 数	1	2

概算工事費および経済性

概算工事費は次のとおりである。

○ 工 事 費	US\$ 1 8, 0 0 0, 0 0 0 (¥ 6, 4 8 0, 0 0 0, 0 0 0)
水 路 (取水口、水圧管路、調圧水室、放水路)	5, 6 1 0, 0 0 0
ダ ム 発 電 所 (発電所建屋、屋外変電所、機器その他)	3, 8 6 3, 0 0 0 4, 2 9 0, 0 0 0
送 電 線	2, 0 0 0, 0 0 0
そ の 他	2, 2 3 7, 0 0 0

○ 建設単価

US\$/kW = US\$ 5 1 4 (¥ 1 8 5, 4 0 0 /kW)

US\$/可能発生電力量kWh = US\$ 0.085 (¥ 3 0.6 /kWh)

US\$/有効電力量kWh = US\$ 0.122 (¥ 4 3.9 2 /kWh)

○ 経済的評価

この計画による kWh 当りの発電原価は、年経費率 8% とすると、有効電力量 kWh 当り US\$ 0.00976 となる。しかも、この原価は、需用増加に伴い、有効電力量が増加するので、可能発生電力量よりもとめた原価である US\$ 0.0068 まで漸次減少するものである。

この原価を火力および現行電気料金と比較すると、次のようになる。

新設ディーゼル発電機による発電原価は、年負荷率を 50% とし、ディーゼル発電機建設単価 US\$ 200 /kW、年経費率 11.2%、燃料消費率 0.3 ℓ /kWh、燃

料単価 US\$ 0.046/ℓとすれば、約 US\$ 0.0189となり、そのうち燃料費は US\$ 0.0138となる。

また、調査団が現地において収集した資料によれば Sucre および Potosi の現行電気料金のうち、最も安いものは Potosi の US\$ 0.0155/kWh である。すなわち、この計画による発電原価はこれらいずれの値よりも、はるかに低廉である。したがって、この計画の遂行は電力供給力の増強に役立つばかりでなく、電力料金の低廉化にも貢献するものと判断される。

○ 建設時期の検討

この開発構想実現のためには、勧告において述べた諸種の問題について、今後詳細な調査を行ない、具体的計画を検討する必要がある。

これらの調査検討が直ちに開始され、順調に進むものとするれば、精密調査の実施、最終計画の確定ののち、建設工事の完成までには、最低6ヵ年を要するものと考えられるので、発電所の運転開始は早くても1970年以降となるであろう。(FIG. 4-4-9参照)

したがって、それまでの Sucre および Potosi 地域の需用には Cochabamba および Oruro 地域を連けいして Corani 発電所の供給力により充足をはかるか、あるいは他の早期に開発可能な発電力により対処する必要がある。

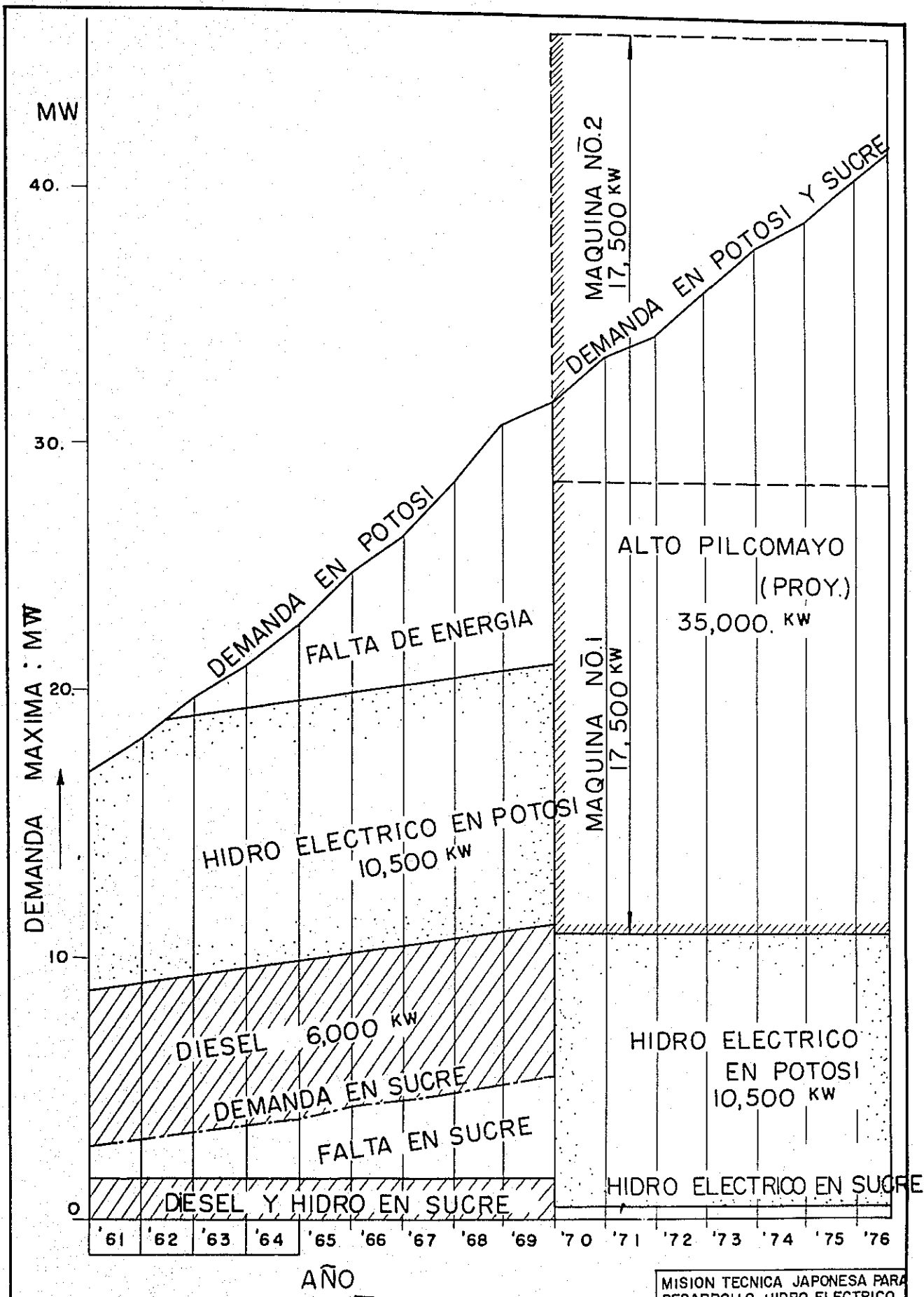


FIG. 4-4-9 DEMANDA MAXIMA EN POTOSI Y SUCRE

MISION TECNICA JAPONESA PARA
DESARROLLO HIDRO ELECTRICO
A BOLIVIA
PROYECTO DE ALTO PILCOMAYO
DEMANDA MAXIMA EN
POTOSI Y SUCRE
FECHA : mar. 1964

4³

4-5 San Jacinto 地点

4-5-1 経 緯

San Jacinto 計画としては、従来より San Jacinto 溪谷に貯水池を作り、水力発電およびかんがい用水などの多目的に利用する計画があつた。

現在、この計画地点に近い Tarija 市の電力はディーゼル発電所および小出力の水力発電所により賄なわれ全般的に電力の不足の状態にあり、しかも電力の需用は今後相当の伸びがあるものと予想されている。

CBF は、1962年10月より計画地点付近に測水所を新設し、河川の水位観測を開始した。また、1963年には蒸発測定設備を設け、基礎調査を進めつつある。一方1963年に農業省は、San Jacinto 貯水池を主としてかんがい農業開発に利用し、これに水力発電を組合せた多目的開発計画を立案し、すでに報告書が提出されている。

以上のように、この地点の開発に関しては、地元関係者を含めて関係官庁より個々の開発粗案が立案されたのみで、開発構想として決定的なものは見あたらず、しかも開発構想決定に必要な基礎資料の系統だった収集および整理も行なわれていない。

調査団は、今回の San Jacinto 地点を水力発電単独で開発することを主目的として現地踏査を行なった。

4-5-2 位 置

San Jacinto 地点は、Tarija 市の南方8kmの Rio Zola と Rio Tolomosa の合流点の下流1.5kmの San Jacinto 溪谷に位置する。Tarija 市より San Jacinto 地点には丘陵地帯をジープあるいはトラックで約1時間で到着することができる。計画地点の周辺は、牧畜を主とする開拓農家が散在するのみで、宿泊設備はない。したがって、現地踏査は、Tarija 市を基地として行なった。

4-5-3 水 文 気 象

計画立案に必要な水文気象の資料は全般的に不足し、かつ、不備である。

調査団がCBFより入手した資料は San Jacinto 測水所(1962年10月23日より1963年9月26日まで)の日水位観測値および San Luis 測水所(1962年10月26日より1963年9月26日まで)の日水位観測値であり、また、農業省より入手したものは、Guadalupe 測水所(1950年12月1日より1961年12月31日まで)の流量記録ならびに Tarija 観測所の雨量、温度および風速の記録であった。これらの内訳は、次表(4-5-1)のとおりである。

表(4-5-1) San Jacinto 計画に関する
測水および気象観測資料

名 称		記 録 期 間			備 考
		自	至	年 月	
San Jacinto 測 水 所	流量実測	1962-10-23	1963- 9-26	11ヵ月	流量測定 6回 実施 CA=200 Km ²
	日 水 位	1962-10-26	1963- 8-31	10ヵ月	継続測定中
San Luis 測 水 所	流量実測	1962-10-26	1963- 9-26	11ヵ月	流量測定 5回 実施 CA=1,460 Km ²
	日 水 位	1962-10-26	1963- 6-30	8ヵ月	継続測定中
Guadalquivir 測 水 所	流 量	1950-12- 1	1961-12-31		欠測が多く連続測定は 1951年と1961 年のみである。
Tarija 観 測 所	日 雨 量	1950- 1- 1	1961-12-31		日平均温度、日平均風 速風向測定

San Jacinto 測水所においてまだ水位と流量の関係式が計算されていないので、水位測定記録より直に流量を求めることはできない。

しかしながら、この測水所において今までに6回にわたり流量の実測が行なわれていたので、調査団はこの測定値を用いて水位流量の関係式を算定し、この式を利用して流量を求めた。その結果によると San Jacinto の流量は流域面積約200 Km² の大きさに比べて過大な数値を示し、理解できぬものになった。

これは測水所の位置が San Jacinto 溪谷の上流にあるために、高水時に溪谷によって生ずる背水の影響をうけるためと思われる。したがって、調査団は San Jacinto 測水所の記録を使用することを中止した。

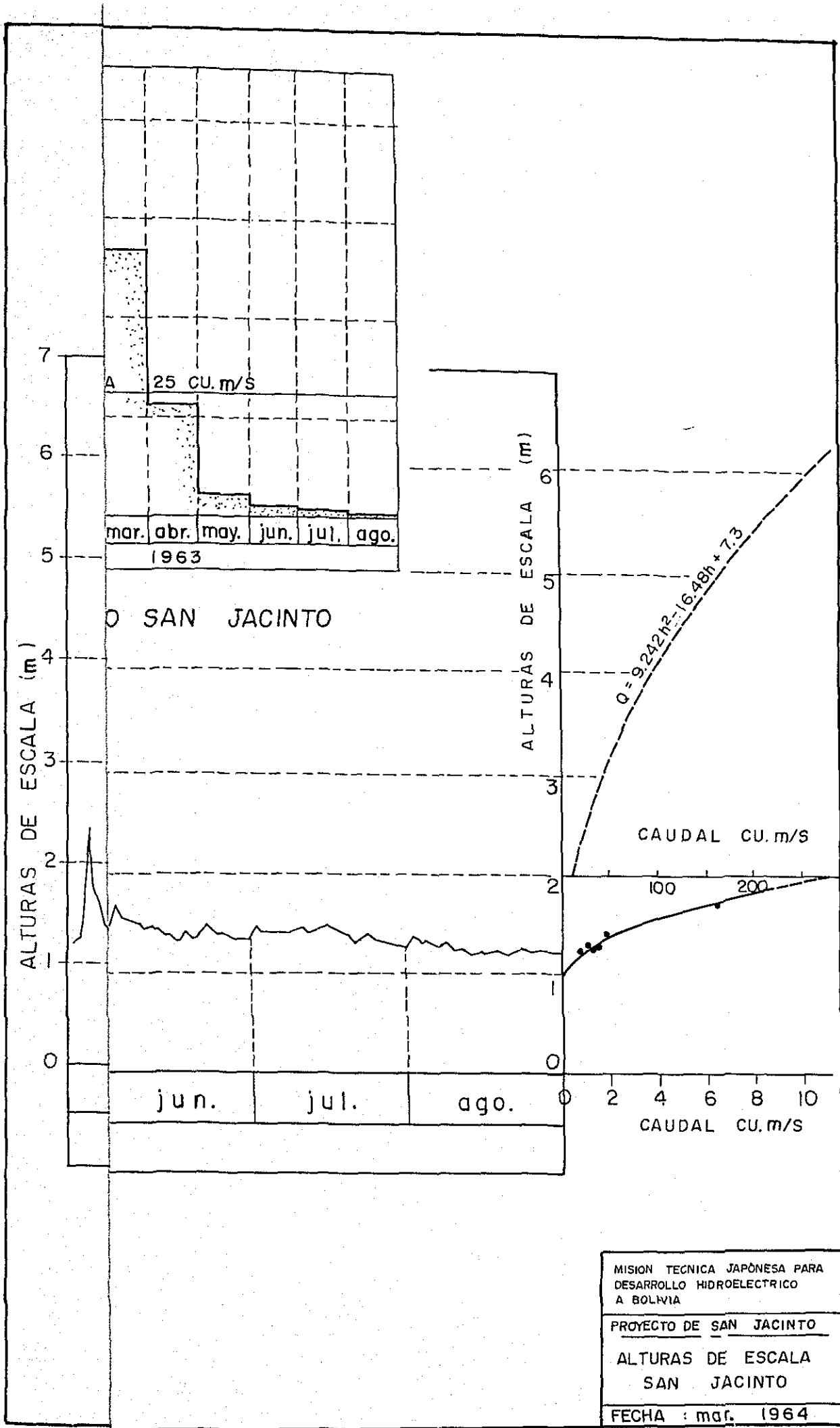
次に、 San Luis 測水所の記録を検討したところ、水位流量関係式の算出に必要な資料を見出すことができなかったため、調査団は、この測水所の水位記録の使用を放棄した。 San Jacinto および San Luis 両測水所の記録は上記の理由により使用できないので Guadalquivir 測水所の流量を使用することにした。しかしながら、 Guadalquivir の記録には欠測が多く、年間連続して観測されたものは、1951年および1961年の2カ年のみであり、この記録も豊、平、渴のいずれの年に相当するか判断できないので、 Tarija の雨量資料との関連より、いずれの年に相当するかを判断した。この結果、上記2カ年の水量資料はいずれも平均年に相当するものと推定できたので、この2カ年の資料の平均値を用いて San Jacinto 計画策定を行なうこととした。(表4-5-2、FIG. 4-5-1、FIG. 4-5-2、FIG. 4-5-3、FIG. 4-5-4参照)

表(4-5-2) San Jacinto 計画地点月別流量表

(単位 $m^3/s\text{-day}$)

	測水所流量 (CA = 1000Km ²)			平均流量 (CA = 100Km ²)	Guadalquivir 取水ダム地点 (CA = 1,000Km ²)	San Jacinto ダム地点 (CA = 200 Km ²)
	1950~1951	1961	平均			
9月	43.7	26.8	35.3	3.5	35.3	7
10月	38.0	41.0	39.5	4.0	39.5	8
11月	142.2	46.4	94.3	9.4	94.3	19
12月	100.7	142.7	121.7	12.2	121.7	24
1月	390.4	543.6	467.0	46.7	467.0	93
2月	512.5	489.0	500.8	50.1	500.8	100
3月	401.5	343.2	372.4	37.2	372.4	74
4月	191.1	93.6	142.4	14.2	142.4	29
5月	95.4	119.1	107.3	10.7	107.3	22
6月	64.8	64.7	64.8	6.5	64.8	13
7月	65.0	47.1	56.1	5.6	56.1	11
8月	53.8	30.0	41.9	4.2	41.9	8
合計	2099.1	1987.2	2043.5	204.4	2043.5	408

(注) 1950年12月を1951年の値として仮定、平均流量を算定した。



4-5-4 地形地質

調査団は、CBFより計画地域に係る縮尺2,000分の1の地形図を入手したので、これにもとづき現地踏査を実施した。この地形図はダム予定地点を主としたもので、発電所予定地点および貯水池予定地域の1部が欠けており、また、ダム左岸あん部は測定の精度が悪かったので、調査団は、これらの不足部分に対してトラバース測量および水準測量などを実施し、帰国後この資料をもとにCBFより入手した地形図の補正を行ない縮尺10,000分の1の地形図を作成し、これによりこの地点の計画の検討を行なった。

計画地点一帯はゆるやかな起伏のある丘陵地帯で、段丘の発達した Rio Zola および Rio Tolomosa がこの丘陵の間を流れ、合流したのちに San Jacinto 河となる。その合流地点より1.5 Km下流に San Jacinto 溪谷があり、San Jacinto 河はこの溪谷を出たのち、しばらく蛇行して Rio Guadalquivir に合流する。

ダム予定地点は、San Jacinto 溪谷にあり、直立V字形の谷を形成し、河床および兩岸とも岩盤が露出しており、岩質は砂質頁岩、砂質泥岩で両岩上部は砂岩、粘板岩の互層より成っている。したがって、30~40 m程度のダムの基礎としては、十分堅硬で問題はない。基礎岩盤の走向傾斜は $N40^{\circ} \sim 80^{\circ} E / 40^{\circ} \sim 50^{\circ} SE$ で下流側に層状をなして傾斜している。河床部は岩盤が完全に露出しており、河床砂利層の堆積は極めて浅いと推定される。

貯水池内は一般に砂れきならびに砂質土が広く堆積している。左岸側の丘陵はゆるやかな勾配の堆積土よりなり、貯水池の左岸側の背面にあたる斜面は、雨水による侵蝕作用によつて深く切りこんだひだが所々にみられる。また、丘陵地帯には侵蝕によりできた土柱(粘土質)または、直立壁が各所にみられる。したがって、侵蝕防止の対策は、この地域の開発を行なう場合、考慮すべき重要な問題である。河床はわずかの降雨によつても濁水となり、長期間にはかなりの土砂を流出、沈澱させるものと考えられるのでこの地点が開発されるまでにこの関係の調査に着手する必要がある。

San Jacinto 取水口それに続く圧力トンネル部の地質は、ダム地点と同質であるので地質的に問題はない。

調圧水槽および水圧管路予定地点は、約25°の斜面であつて約1 m~2 mの風化土でおおわれている。岩質は砂岩と粘板岩の互層であり、水圧鉄管設置には問題はない。

発電所および放水路予定地点には、粘板岩の露頭がみられ構造物基礎としては問題ないが、河床部は相当深い堆積があるものと推定される。

4-5-5 開発構想

前提条件

この発電所は Tarija 地域における供給力の主体となり、その地位は当分続くもの

と考えられるので、年間を通じて常に需用の変動に対応しうるものであることが望ましい。

い。

計画の検討

○ 計画を検討するにあたり次の事項を考慮した。

(1) ダム地点は流域面積が約 200 Km² にすぎず、また、年平均流出量は、1.12 m³/s であるにもかかわらず渇水期には 0.36 m³/s まで減少するので、良質、豊富な電力をうるためには、できるだけ大きな貯水池を築造して年間流出量を最も有効に利用するよう努める必要がある。しかし、ダム左岸のあん部は地形も低く、外部よりの侵蝕が激しいので、この点を考慮に入れて貯水池の満水位を決定しなければならない。

(2) 貯水池計画を立てるにあたっては、この流域の流出土砂による堆砂を問題にしなければならない。

(3) Lagunas de Taxara 流域より、Rio Tolomosa に浸透水があると云われているが、このことについては、今のところ確証がないので、今後の調査にまたねばならない。したがって、調査団としては、浸透水はないものとして計画の策定を行なうこととした。今後の調査によりその事実が確認された場合には、これを考慮に入れて計画の変更を行なうこととなる。

○ 使用水量の検討

ダム地点における年平均流量は 1.12 m³/s、豊水期間（12月より翌年5月まで）の平均流量は 1.88 m³/s、渇水期間（6月より11月まで）の平均流量は、0.36 m³/s であり、貯水池により季節調整を行なうことが望ましい。

有効貯水量は満水位標高 2.055 m が、地形上限度と考えられるので、利用水深 4 m とすれば、10,000,000 m³ となる。したがって、渇水期間の補給水量として平均 0.62 m³/s を確保することができ、また、Rio Guadalquivir より渇水期平均 1.52 m³/s を取水すると使用可能流量は自流分を合せると平均 2.5 m³/s となる。最大使用水量は、負荷率を 50% と想定すると約 5 m³/s となる。

○ 開発方式の決定

以上の前提のもとに、次に示すような各種の開発方式を想定し、比較検討を行なった。(FIG. 4-5-5 参照)

A案は San Jacinto 溪谷にダム高 3.3 m の重力式コンクリートダムを築造し、利用水深 4 m により有効貯水量 10,000,000 m³ の水を貯え、Rio Guadalquivir より最大 3.0 m³/s の取水を行ない、この貯水池に導水する。

発電所は使用水量 5 m³/s、有効落差 48 m により最大出力 2,000 kW を発

電するものである。

B案はダム築造に関しては、A案と同じであるが、Rio Guadalquivirよりの取水は行なわない方式である。この場合の最大使用水量は $1.62 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、最大出力は 650 kW となる。

C案はRio San Jacintoを利用する計画の代案としてRio Guadalquivirのみを水路式で開発する方式であり、最大使用水量 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差 48 m により最大出力 400 kW を発電するものである。

以上の3案を総合的に比較検討すると、B案はSan Jacinto河の流量が少なく、したがって、ダム等の設備投資が割高になり、経済性が悪い。C案は水量の調整ができず、また、経済性も悪い。したがってA案が最良のものであると考える。(表4-5-3参照)

表(4-5-3) San Jacinto 開発方式検討表

項 目	単 位	A 案	B 案	C 案
最 大 電 力	kW	2000	650	400
年間可能発生電力量	MWh	11,500	3,960	2,300
概 算 工 事 費	US\$	1,700,000	890,000	453,000
kW 当 り 建 設 費	US\$	850	1,370	1,130
kWh 当 り 建 設 費	US\$	0.148	0.224	0.197

○ 開発規模の決定

A案の開発方式に対し4-1序論においてのべた開発規模の決定基準にのっとり、各種規模について、供給電力量 kWh 当りの単価をもとめ、そのもっとも経済的な規模として2,000kWを採用する。

発電力および電力量

前述の諸種の検討の結果決定した開発構想は、最大使用水量 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差 48 m により最大出力 $2,000 \text{ kW}$ を有するダム水路式発電方式となり年間可能発生電力量は $1,500,000 \text{ kWh}$ となる。月別電力量は次表(4-5-4)およびFIG. 4-5-6、FIG. 4-5-7、FIG. 4-5-8のとおりである。

ただし、この年間可能発生電力量 $1,500,000 \text{ kWh}$ は、現在の需用の状態を考えるならば、即時全量使用されるとは考えられない。

したがって、負荷率50%までを有効と考えれば、有効電力量は $8,700,000 \text{ kWh}$ となる。

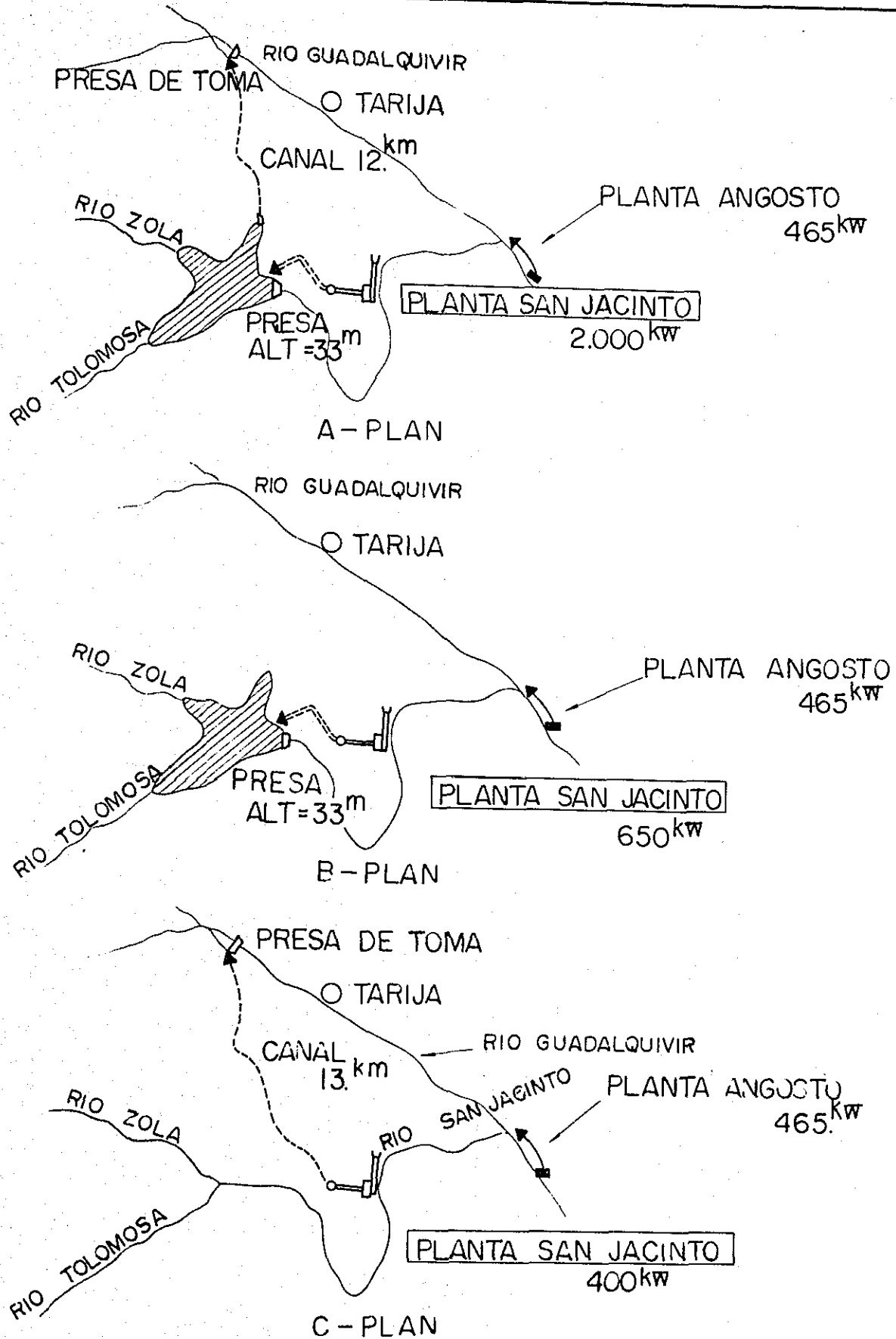


FIG. 4 - 5 - 5
A PLAN, B-PLAN Y C-PLAN

MISION TECNICA JAPONES PARA DESARROLLO HIDRO- ELECTRICO A BOLIVIA
PROYECTO DE SAN JACINTO
A-PLAN, B-PLAN Y C-PLAN
FECHA: MAR. 1964

表(4-5-4) San Jacinto 発電所月別使用水量
および月別電力量

	Guadalquivir 取水量 m ³ /s	San Jacinto 流入量 m ³ /s	合計流入量		取水可能量 m ³ /s-day	使用水量 m ³ /s-day	電力量 MWh	有効電力量 MWh
			m ³ /s	m ³ /s-day				
1月	240	300	529	1640	1550	1196	1,540	740
2月	295	354	649	1820	1400	1000	980	670
3月	300	250	550	1710	1550	1460	1,450	740
4月	298	0.95	3.93	1180	1180	1180	1,180	720
5月	296	0.68	3.64	1130	1130	1130	1,130	740
6月	214	0.43	2.58	77.4	77.4	77.4	800	720
7月	180	0.38	2.18	67.5	67.5	750	750	740
8月	135	0.26	1.61	50.0	50.0	750	750	740
9月	118	0.21	1.39	41.6	41.6	750	720	720
10月	124	0.26	1.50	46.5	46.5	750	710	710
11月	218	0.55	2.73	82.0	82.0	820	720	720
12月	220	0.76	2.96	91.8	91.8	818	770	740
合計				1,204.8	1,137.8	1,137.8	11,500	8,700

ESCURRIMIENTO EN SAN JACINTO Y GUADALQUIVIR C.U.M/S

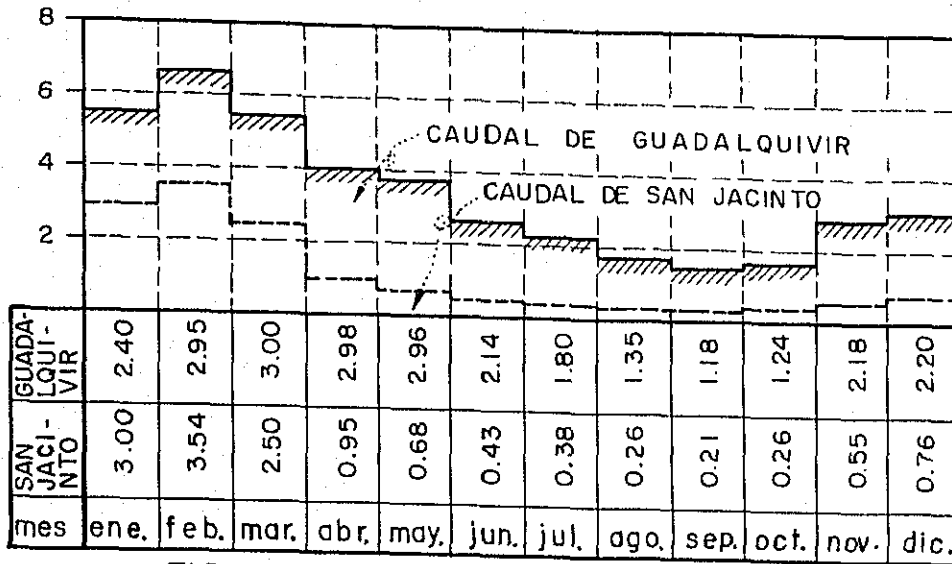


FIG. 4-5-6 ESCURRIMIENTO

ESCURRIMIENTO Y CAUDAL C.U.M/S

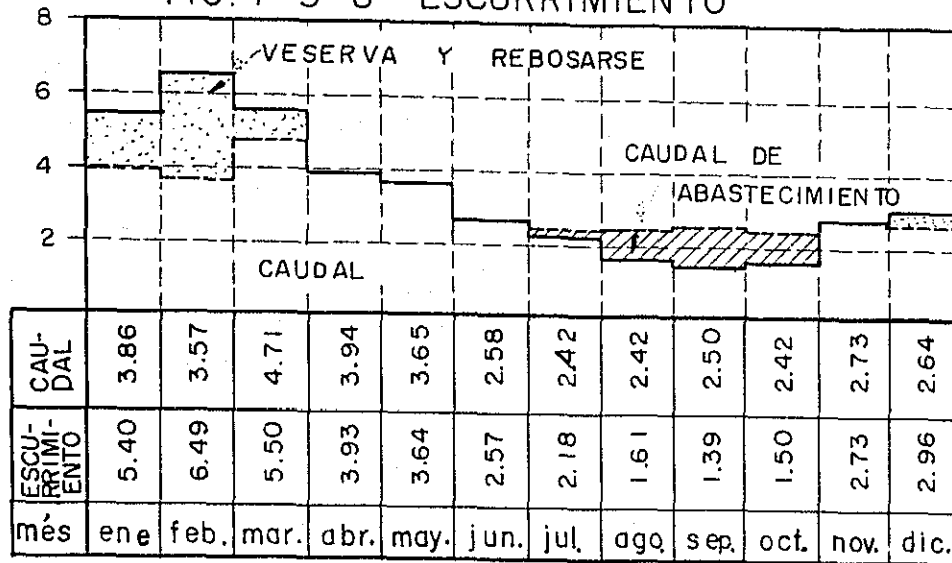


FIG. 4-5-7 ESCURRIMIENTO Y CAUDAL

PRODUCCION DE ENERGIA 1000 mwh

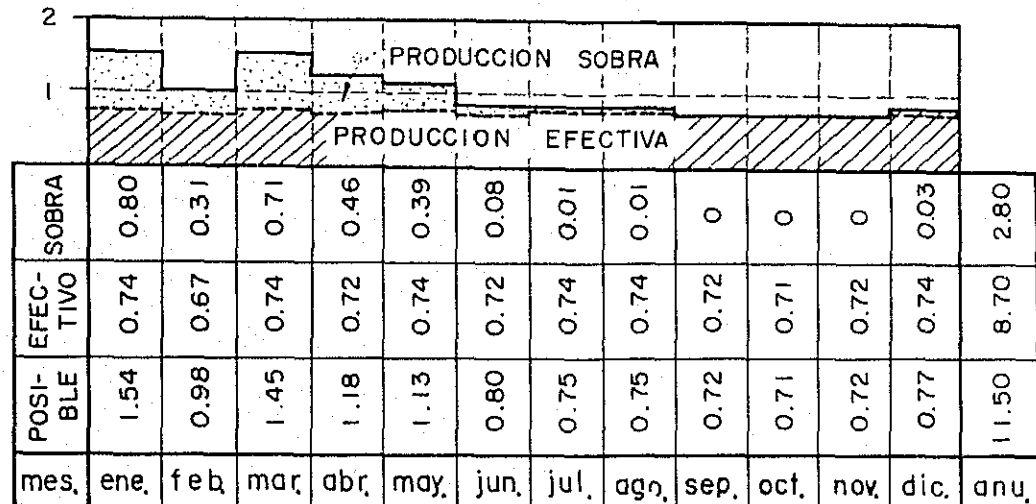


FIG. 4-5-8 PRODUCCION DE ENERGIA

MISION TECNICA JAPONESA PARA DESARROLLO HIDROELECTRICO A BOLIVIA

PROYECTO DE SAN JACINTO

PRODUCCION ANUAL DE ENERGIA EN SAN JACINTO

FECHA : mar, 1964

計 画 概 要

発 電 方 式	ダム水路式	
流 域 面 積	Rio San Jacinto	2 0 0 Km ²
	Rio Guadalquivir	1, 0 0 0 Km ²
	合 計	1, 2 0 0 Km ²

構 造

Guadalquivir 取水ダム

型 式	コンクリート取水ダム
ダ ム 高	2.5 m
ダ ム 堤 頂 長	137 m

Guadalquivir 水路

最 大 通 水 量	3 m ³ /s
練石積の台形水路	勾配 1/1000
断 面	底巾 1.5 m, 高 2 m, 両側法勾配 1:1
延 長	約 1.2 Km

ダ ム

型 式	越流型重力式コンクリートダム
ダ ム 高	33 m
ダ ム 堤 頂 長	61 m
ダ ム 体 積	15,000 m ³
計 画 洪 水 量	300 m ³ /s

取 水 口

スルースゲート	巾 8 m, 高 10 m, 2 門
ゲート調整	利用水深 4 m
最 大 通 水 量	5 m ³ /s
断 面	内径 2 m, コンクリート巻立, 勾配 1/1000

ト ン ネ ル

最 大 通 水 量	5 m ³ /s
断 面	内径 2 m, コンクリート巻立, 勾配 1/100

調 圧 水 槽

延 長	約 0.6 Km
型 式	単働式
断 面	内径 4.5 m, 高 1.5 m

鉄筋コンクリート造り

水 圧 管 路	傾 斜 角	25°
---------	-------	-----

発電所 放水路	内条延型型出型容量型断	径	1.1 m ~ 0.8 m
		数	2条
		長	約 97 m
		式	半地下式
発電機	型出型容量型断	式	堅軸フランス水車
		力	1,000 kW × 2台 = 2,000 kW
		式	同期発電機
		量	1,200 kVA × 2台 = 2,400 kVA
放水路	型断	式	コンクリートがいぎよ
		面	巾 2 m, 高 3 m
			上部半円下部矩形
			勾配 1/100
貯水池	延満低利湛総有最大有最大年間可能発生電力量区延電	長	約 90 m
		位	EL 2,055 m
		位	EL 2,051 m
		深	4 m
電力	延満低利湛総有最大有最大年間可能発生電力量区延電	積	3,225,000 m ²
		量	20,710,000 m ³
		量	10,000,000 m ³
		量	5 m ³ /s
電力送電線	延満低利湛総有最大有最大年間可能発生電力量区延電	差	48 m
		力	2,000 kW
		量	11,500,000 kWh
		間	San Jacinto 発電所 — Tarija
		長	約 7 Km
		圧	11 kV

概算工事費および経済性

概算工事費は次のとおりである。

○ 工 事 費	US\$ 1,700,000
	(¥ 611,000,000)
水 路	676,000
(Guadalquivir 取水ダム、 Guadalquivir 開水路 および取水口、 San Jacinto 取水口、トンネル、 調圧水槽、水圧管路、放水路)	
ダ ム	480,000
発 電 所	361,700
(発電所建屋、屋外変電所、機器その他)	

送電線	77,800
その他	104,500

○ 建設単価

US\$/kW=US\$850 (¥316,000/kW)

US\$/可能発生電力量 kWh=US\$0.148 (¥53.3/kWh)

US\$/有効電力量 kWh=US\$0.195 (¥70.0/kWh)

○ 経済的評価

この計画による kWh 当り発電原価は、年経費率 8% とすると有効電力量 kWh 当り US\$ 0.0156 となる。しかもこの原価は需用増加にともない、有効電力量が増加するので、可能発生電力量よりもとめた原価である US\$0.0118 まで漸次減少するであろう。この原価を火力および現行電気料金と比較すると次のようになる。新設ディーゼル発電機による発電原価は年負荷率を 50% とし、ディーゼル発電機建設単価 US\$ 200/kW、年経費率 11.2%、燃料消費率 0.3 l/kWh、燃料単価 US\$ 0.046/l とすれば、約 US\$ 0.0189 となり、そのうち燃料費は US\$ 0.0138 となる。また、調査団が現地で収集した資料によれば、Tarija の現行電気料金中最も安いものは産業用の US\$ 0.025/kWh である。すなわち、この計画による発電原価はこの値よりも低廉である。したがって、この計画の遂行は電力供給力の増強に役立つばかりでなく、電力料金の低廉化にも貢献するものと判断される。

○ 建設時期の検討

この開発構想実施のためには、勧告において述べた諸種の問題について今後詳細な調査を行ない具体的計画を検討する必要がある。調査検討が直ちに開始され、それが順調に進むものとしても、精密調査、実施計画の確定ののち建設工事の完成までには最低 5 年を要するものと考えられるので、発電所の運転開始は早くとも 1969 年以降となる。

したがって、それまでの Tarija 地域の供給力不足は、ディーゼル発電所を新設するかあるいは他の容易に開発可能な水力地点の開発により対処する必要がある。

(FIG. 4-5-9 参照)

この計画が 1969 年に完成するものとするれば、1975 年頃までの Tarija 地域の需用は、既設 Angosto 水力発電所と合せて、水力発電のみで充足することができるので、ディーゼル発電所は予備供給力となり、さらに状況によっては一部のディーゼル発電機を他の地域へ転用することも可能となる。

(完)

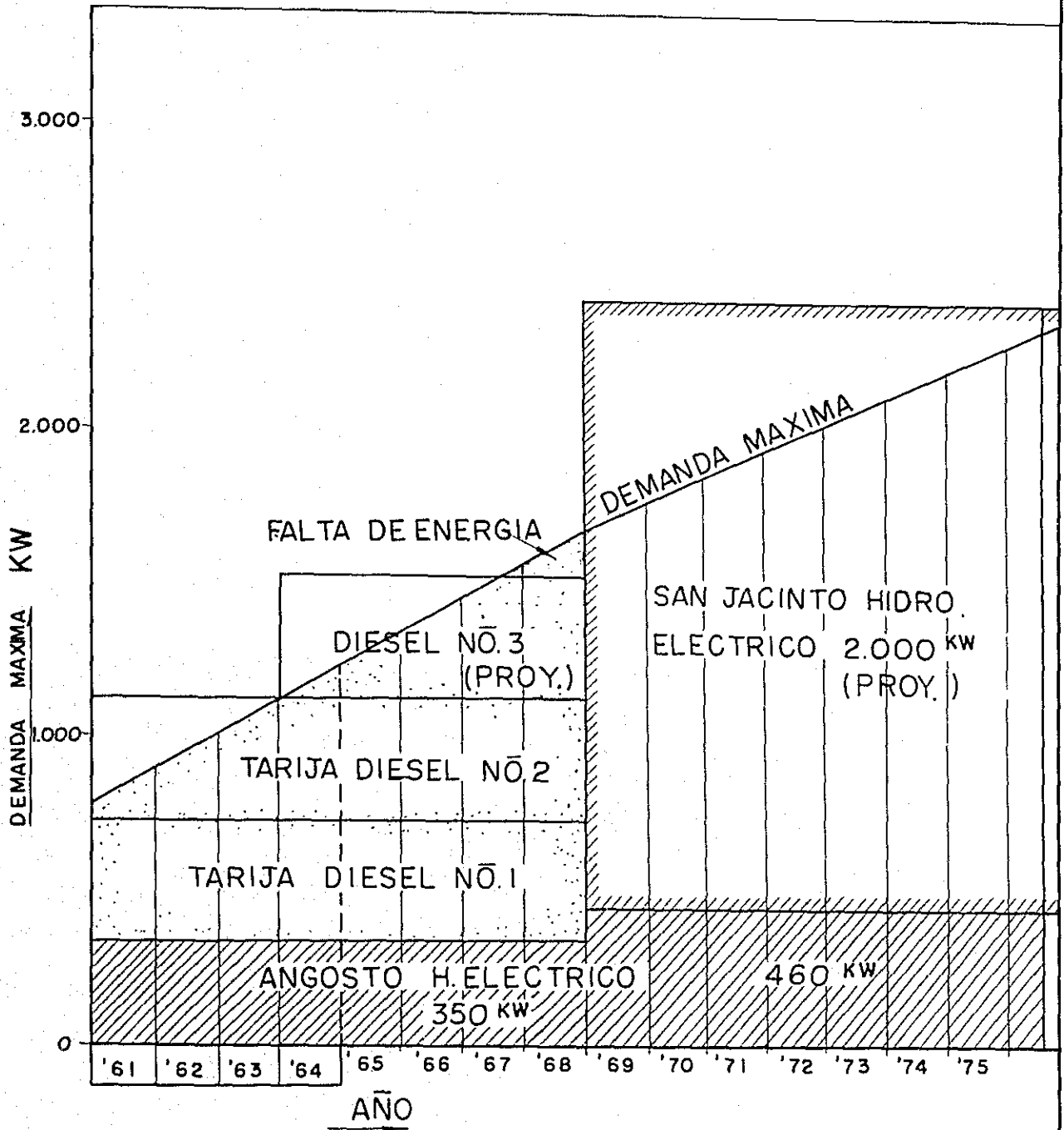


FIG. 4-5-9 DEMANDA MAXIMA EN TARIJA

MISION TECNICA JAPONESA PARA
DESARROLLO HIDRO ELECTRICO
A BOLIVIA
PROYECTO DE SAN JACINTO
DE MANDA MAXIMA EN
TARIJA
FECHA : mar. 1964



FOTO-1 Corani ダムサイトおよび調査基地風景

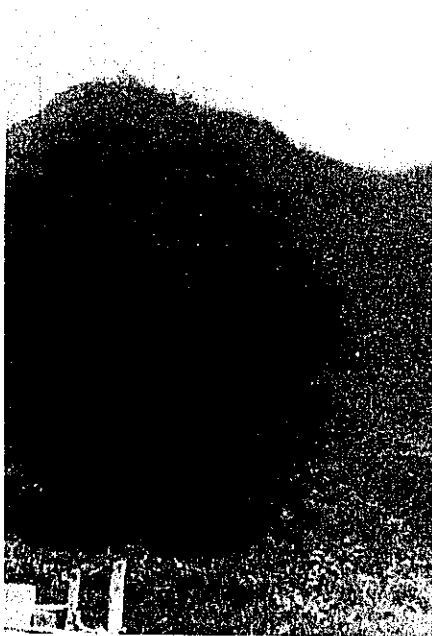


FOTO-2 Corani 発電所 ベンストックライン

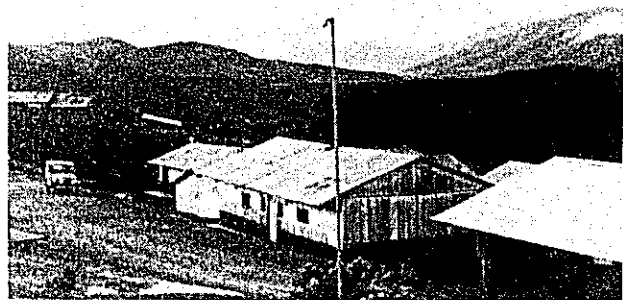


FOTO-3 Corani 調査基地風景



FOTO-4 Rio Vinto 測水設備



FOTO-5 Rio Vinto の流水状況

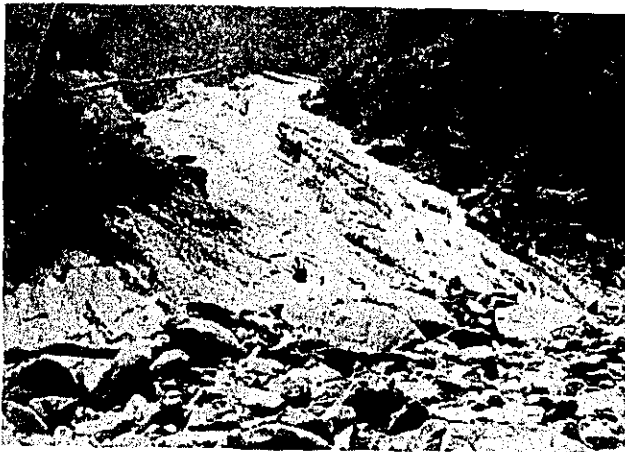


FOTO-6 Rio Vinto 流水状況 (Bridge より
1.6 km 上流付近)



FOTO-7 Santa Isabel 水路および
トンネル予定ルート山脈を見る。



FOTO-8 Rio Santa Isabel の流水状況



FOTO-9 Rio Santa Isabel の流水状
況 (Locotal 取水地点をみる)



FOTO-11 Alto Pilcomayo ダムA 地点
左岸風化状況を示す

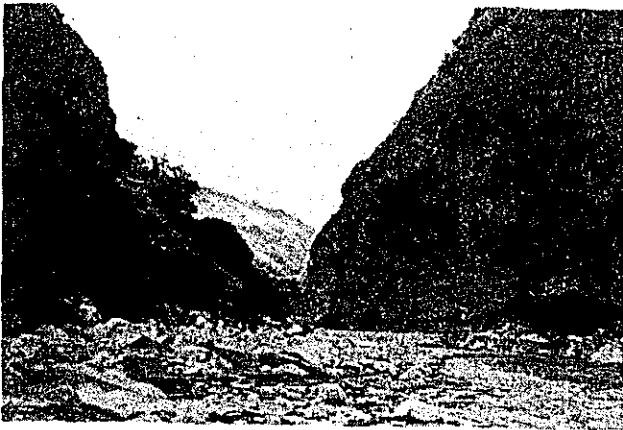


FOTO-10 Alto Pilcomayo ダムA 地点
(下流より上流をみる)



FOTO-12 Alto Pilcomayo 貯水池予定地
の右岸の山脈

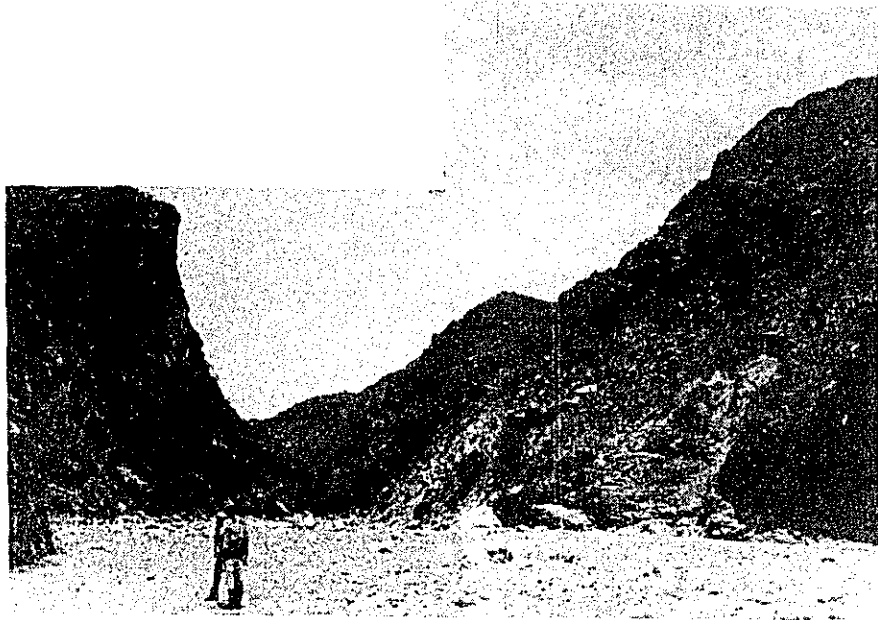


FOTO-13 Alto Pilcomayo ダムB地点（上流より下流をみる）



FOTO-14 Alto Pilcomayo 洪水池内よりダムA地点をみる（Talula 溪谷の入口）



FOTO-15 Alto Pilcomayo Talula 溪谷にある、
C.B.F. の調査用小屋にて調査団一行

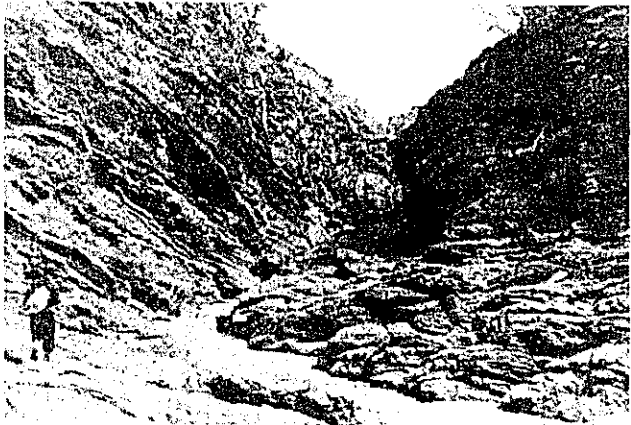


FOTO-16 San Jacinto ダムサイト風景
(上流より下流をみる)



FOTO-17 San Jacinto ダムサイト左岸
貯水池予定地の裏側の風化侵蝕状況



FOTO-18 San Jacinto グムサイト河床岩盤
露出状況



FOTO-19 グムサイト左岸あん部より下流をみる



FOTO-20 San Jacinto グムサイト
河床状況



FOTO-21 San Jacinto 河蛇行状況 (発電所予
定地より下流)

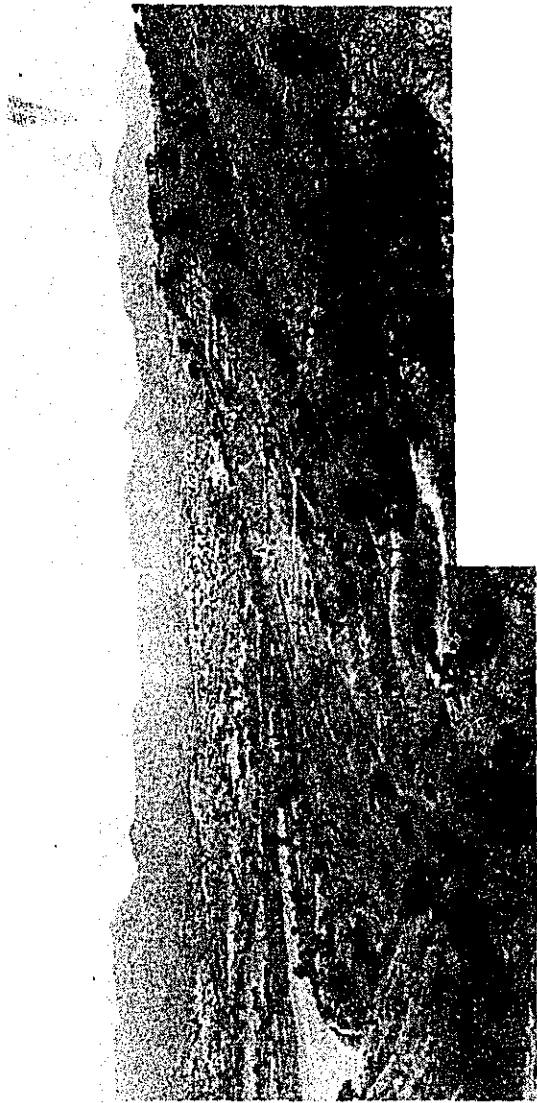
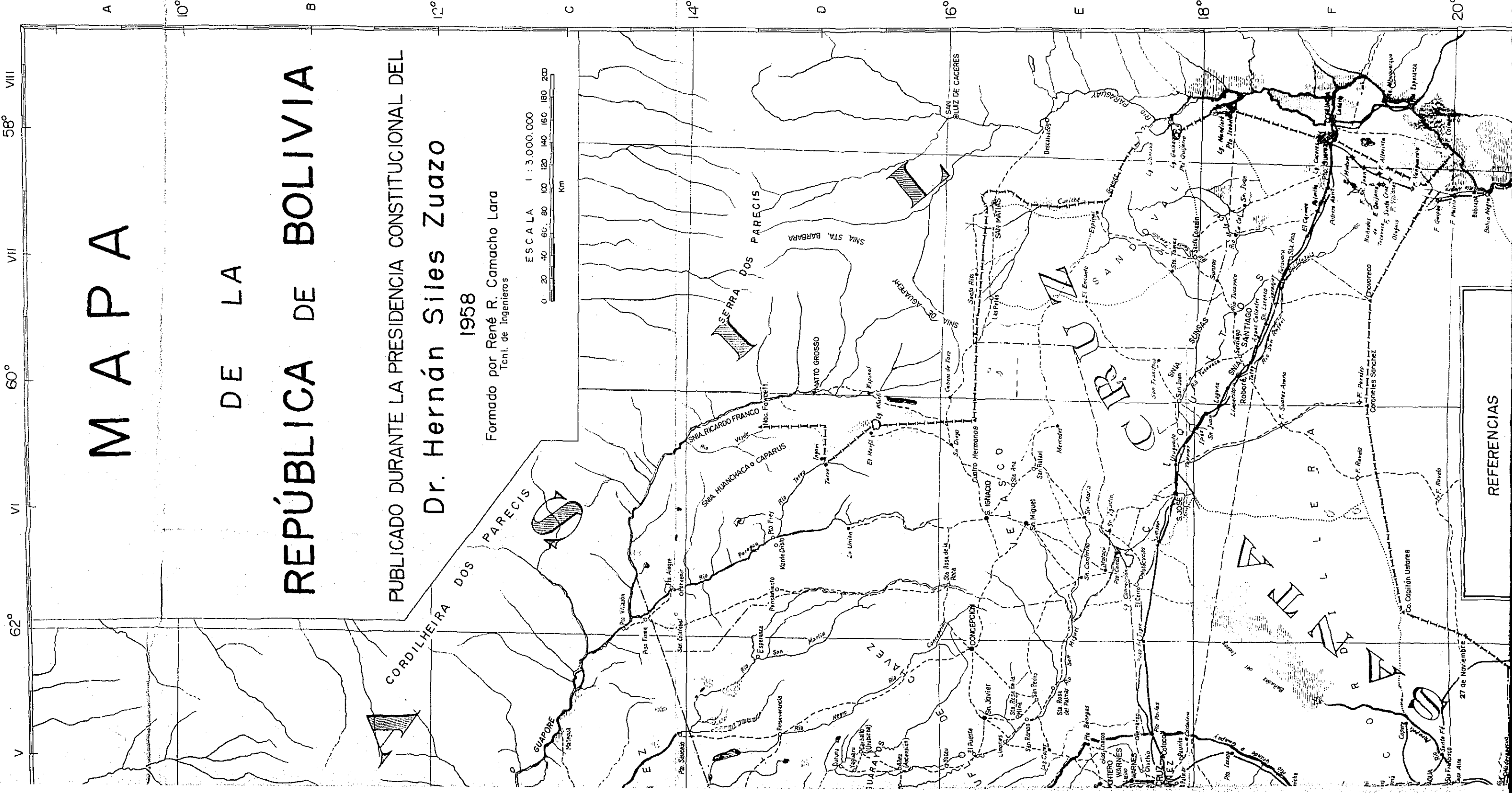


FOTO-22 San Jacinto 発電所 ベンストックライン予定地



FOTO-23 San Jacinto 貯水池予定地風景 (ダムサイトより上流をみる)



MAPA

DE LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

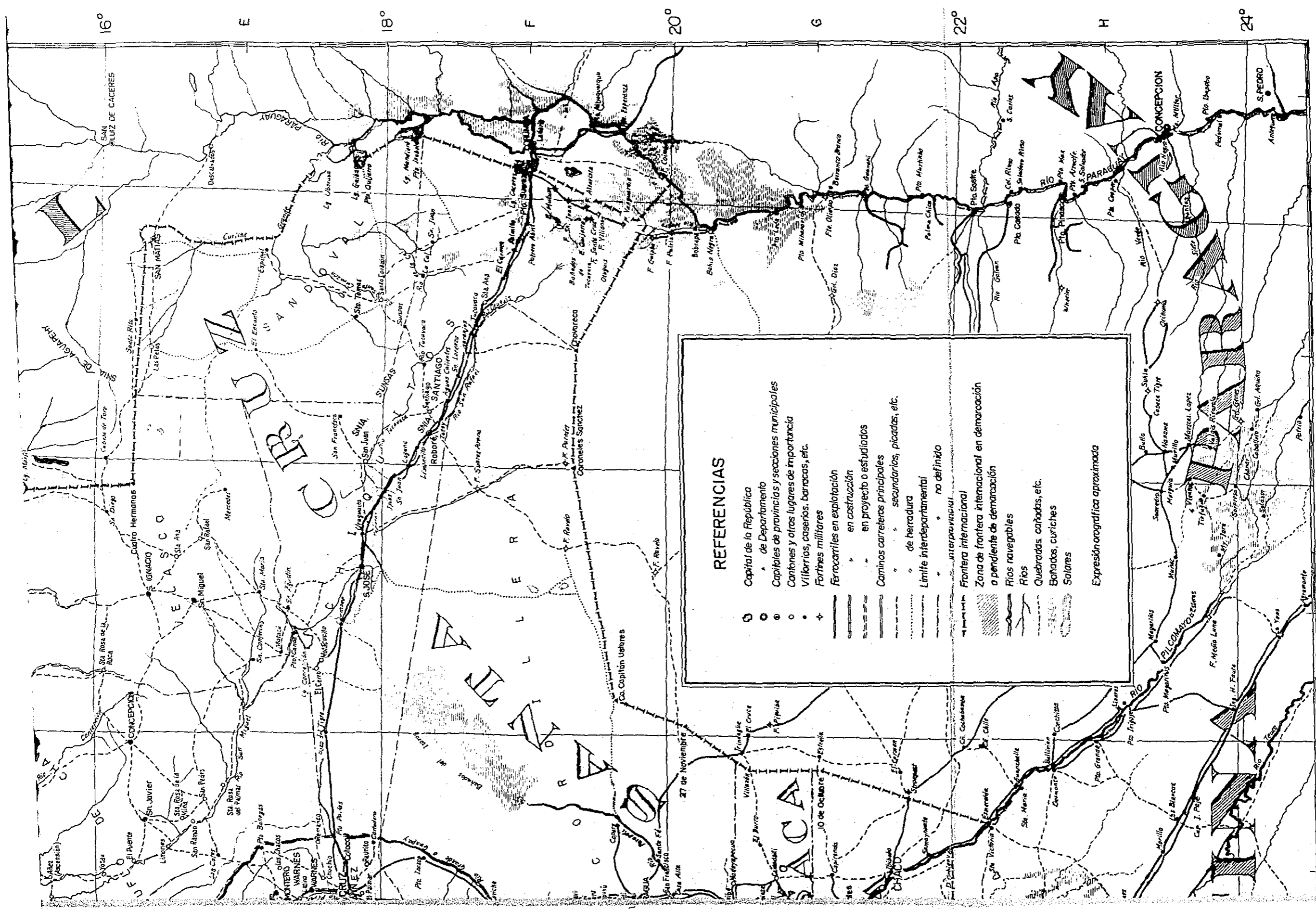
PUBLICADO DURANTE LA PRESIDENCIA CONSTITUCIONAL DEL
Dr. Hernán Siles Zuazo
 1958

Formado por René R. Camacho Lara
 Tcnl. de Ingenieros



REFERENCIAS

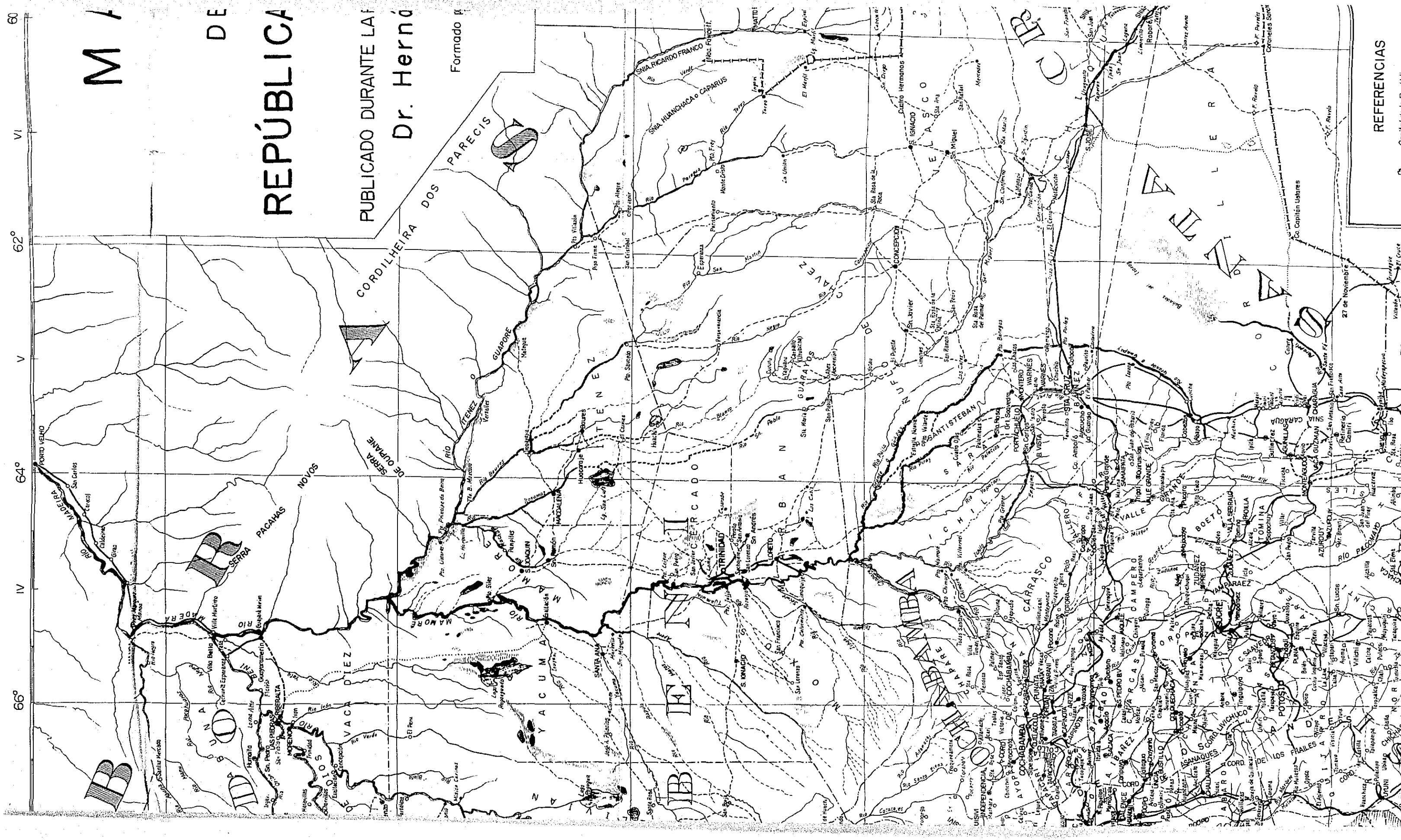
27 de Noviembre



REFERENCIAS

- Capital de la República
- Capital de Departamento
- Capitales de provincias y secciones municipales
- Cantones y otros lugares de importancia
- Villorrios, caseríos, barrazos, etc.
- ✚ Fortines militares
- Ferrocarriles en explotación
- en construcción
- en proyecto o estudiados
- Caminos carreteros principales
- secundarios, picadas, etc.
- de herradura
- Limite interdepartamental
- no definido
- interprovincial
- Frontera internacional
- Zona de frontera internacional en demarcación o pendiente de demarcación
- Rios navegables
- Rios
- Quebradas corrientes, etc.
- Barrazos, curiches
- Salares
- Expresión orográfica aproximada

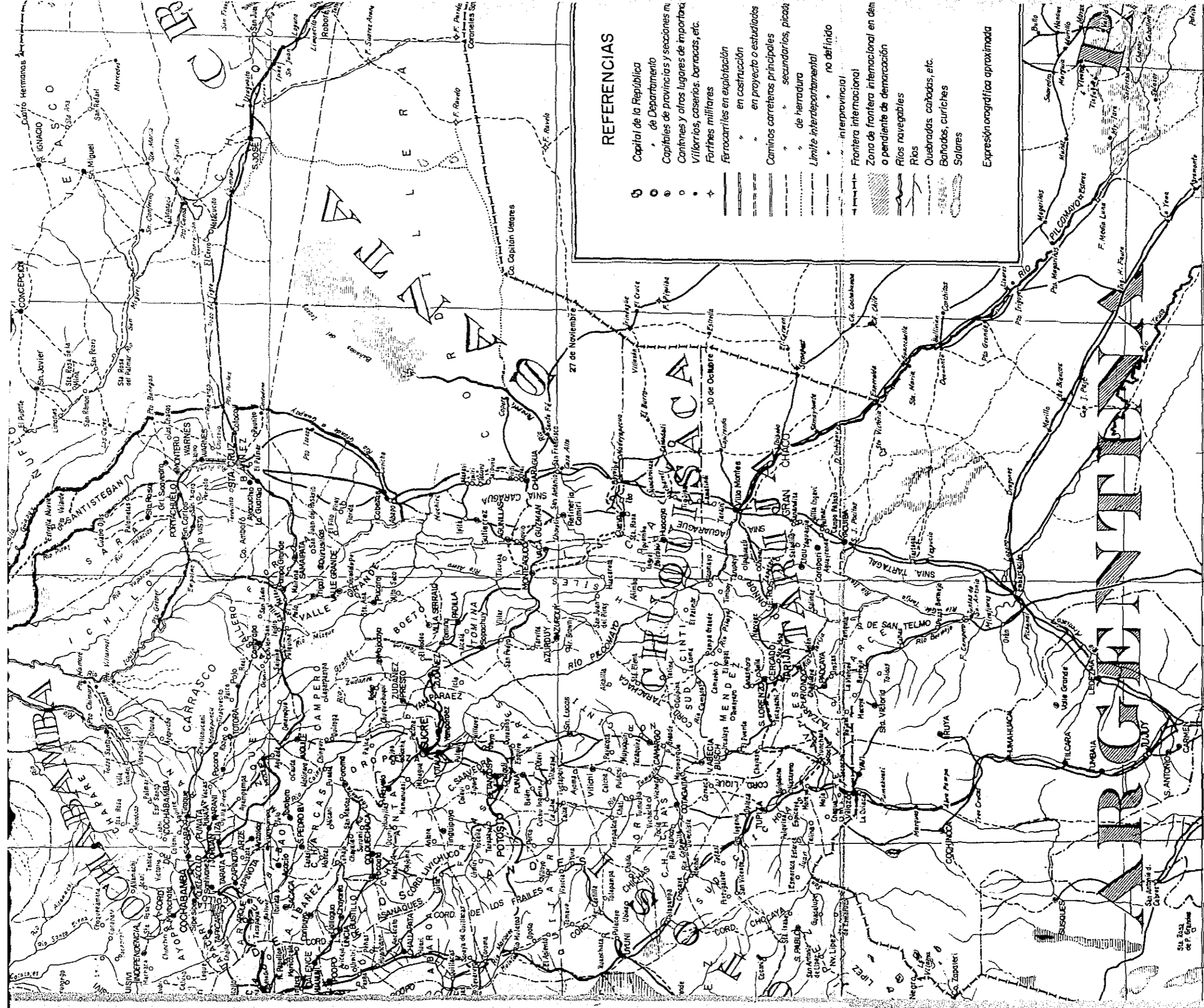
16° 18° 20° 22° 24°
 E F G H
 VIII 58° VII 60° VI 62°
 meridiano de Greenwich 62°



M I DE REPÚBLICA

PUBLICADO DURANTE LA
Dr. Herná Formado

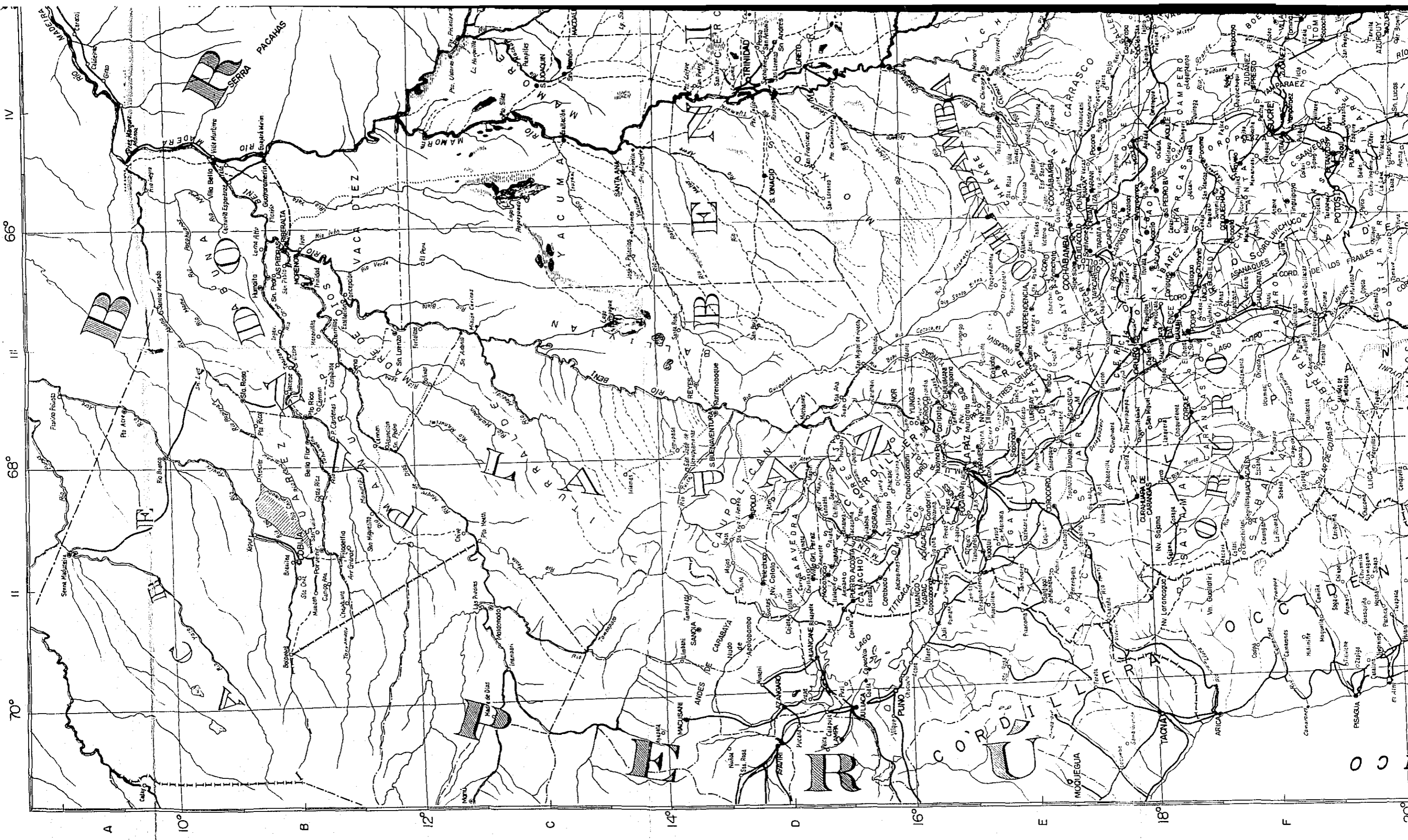
REFERENCIAS



REFERENCIAS

- Capital de la República
- de Departamento
- Capitales de provincias y secciones m.
- Cantinas y otros lugares de importancia
- Villorrios, caseríos, barracas, etc.
- ✦ Fortines militares
- Ferrocarriles en explotación
- en construcción
- en proyecto o estudiados
- Caminos carreteros principales
- secundarios, picados
- de herradura
- Limite interdepartamental
- no definido
- interprovincial
- Frontera internacional
- Zona de frontera internacional en demarcación
- Ríos navegables
- Ríos
- Quebradas caídas, etc.
- Bañados, curiches
- Salares
- Expresión orográfica aproximada

66° 64° al Oeste del meridiano de Greenwich 62° 60°



70° 68° 66° 100 120 140 160 180 200

A

B

C

D

E

F

100

