

保存用

持出禁止

パラグアイ国農村電化計画

Aquidabán 電源開発計画  
調査報告書

昭和43年3月

海外技術協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 15	708
登録No.	00340	83.9
		KE

LN

## は し が き

日本政府は、パラグアイ共和国政府の要請にこたえて、同国の農村電化計画の一環であるイタプア県 Pirapo 電源開発計画およびアマンバイ県 Aquidabán 電源開発計画に関するフィジビリティ調査を行うこととなり、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。

事業団は同国における農村電化の重要性に鑑み、調査の効率的な実施を期して、電源開発株式会社柳井泰介を団長とする電源開発関係の専門家6名より成る調査団と編成した。

調査団は42年8月初旬より約40日間現地に滞在し、パラグアイ国政府関係当局と打合せを行うと共に計画地点を踏査し、資料の収集を行った。

幸い現地における調査は、パラグアイ国政府関係者の格別の支援と協力によって行われ、ここに報告書提出の運びとなった。

事業団として、本調査が同国農村電化計画の推進に寄与し、同時に我国とパラグアイ共和国との友好親善および経済交流に貢献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、支援を惜しまれなかったパラグアイ国政府関係者に対し、また調査団々員各位、現地において調査に協力された在外公館および海外移住事業団の方々、並びに調査団の派遣に御協力をいただいた通商産業省、外務省、電源開発株式会社、株式会社新日本技術コンサルタント、西日本技術開発株式会社関係各位に対し、この機会に厚く御礼申し上げます。

昭和43年3月

海外技術協力事業団  
理事長 渋沢 信一

## 伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 渋 沢 信 一 殿

茲にパラグアイ国 Amambay 地区農村電化計画調査に関する報告書を提出することを光栄に思います。

調査団は昭和42年8月7日から約40日間パラグアイ国に滞在し、この間パラグアイ国政府との打合せ、計画地域の測量、電力市場調査、水文関係資料の収集を行いました。

帰国後調査団はこれらの資料を基に本計画に対し各種の検討を行い本報告書を作成致しました。本報告書の作成に当っては予備設計作業は電源開発株式会社が担当し、このうち一部は株式会社新日本技術コンサルタントおよび西日本技術開発株式会社が分担致しました。

Amambay 地区電化計画はパラグアイ国東部 Amambay 県を流れる Aquidaban 川に最大出力 2,800 kW年間発生電力量 15,000,000 kWh の水力発電所を建設し Amambay 地区の中心都市である Pedro Juan Caballero 市およびその周辺の農村に電力を供給するものであります。

この計画の実施には、第一期工事完成による発電開始までに約2年の工期と約234,400,000の工事費を必要とし、その後の第二期工事および配電線設備拡張工事に約10年の工期と約61,500,000の工事費を必要としますが代替ディーゼルプラントと経済比較の結果有利なプロジェクトと考えられます。

しかし本川には流量資料が全く欠けておりますので今後これに関する基礎資料の整備が必要です。

私はこの報告書がパラグアイ国の農村電化計画に役立つと共に、日パ両国間の今後一層の友好親善に寄与することを期待致すものであります。

昭和43年3月

パラグアイ国農村電化調査団長

電源開発株式会社

柳 内 泰 介

## 目 次

第 1 章 緒 論 .....	3
1 - 1 経 緯 .....	3
1 - 2 目 的 .....	3
1 - 3 調 査 .....	3
1 - 4 資 料 .....	4
1 - 5 謝 辞 .....	4
第 2 章 結 論 と 勸 告 .....	5
2 - 1 結 論 .....	5
2 - 2 勸 告 .....	6
第 3 章 需 要 想 定 .....	7
3 - 1 関 連 地 域 .....	7
3 - 1 - 1 関連地域のあらまし .....	7
3 - 1 - 2 電気事業の形態 .....	8
3 - 2 需 要 想 定 .....	12
3 - 2 - 1 供 給 地 域 .....	12
3 - 2 - 2 需 要 想 定 .....	13
3 - 3 需 給 バ ラ ン ス .....	14
3 - 3 - 1 kW バ ラ ン ス .....	14
3 - 3 - 2 kWh バ ラ ン ス .....	14
第 4 章 計 画 概 要 .....	23
4 - 1 計 画 地 域 の 概 要 .....	23
4 - 2 計 画 概 要 .....	23
4 - 2 - 1 発 電 計 画 .....	23
4 - 2 - 2 送 変 配 電 計 画 .....	23
第 5 章 水 文 お よ び 地 質 .....	27
5 - 1 水 文 .....	27
5 - 1 - 1 月 平 均 流 量 .....	27
5 - 1 - 2 洪 水 量 .....	30
5 - 1 - 3 蒸 発 量 .....	30
5 - 2 地 質 .....	30

第 6 章 発 生 電 力 .....	33
6 - 1 開 発 規 模 の 決 定 .....	33
6 - 2 発 生 電 力 量 .....	34
第 7 章 予 備 設 計 .....	37
7 - 1 設 計 .....	37
7 - 1 - 1 土 木 構 造 物 .....	37
7 - 1 - 2 水 車 お よ び 発 電 機 .....	37
7 - 1 - 3 開 閉 所 .....	38
7 - 1 - 4 送 変 配 電 設 備 .....	38
7 - 1 - 5 通 信 設 備 .....	39
7 - 1 - 6 主 要 諸 元 表 .....	39
7 - 2 工 程 お よ び 施 行 方 法 .....	42
7 - 2 - 1 工 程 .....	42
7 - 2 - 2 施 工 方 法 .....	42
第 8 章 工 事 費 .....	51
8 - 1 基 本 条 件 .....	51
8 - 2 工 事 費 総 括 表 .....	51
第 9 章 経 済 評 価 .....	55
第 10 章 資 金 計 画 .....	57
10 - 1 所 要 資 金 .....	57
10 - 2 資 金 調 達 .....	57
10 - 3 資 金 返 済 能 力 .....	57
付 録 .....	61
A - 1 開 発 規 模 の 決 定 .....	61
A - 1 - 1 開 発 規 模 決 定 の た め の 基 本 条 件 .....	61
A - 1 - 2 出 力 お よ び 使 用 水 量 .....	62
A - 1 - 3 各 案 の 経 済 比 較 .....	63
A - 1 - 3 - 1 比 較 に 用 いた 各 案 の 主 要 諸 元 .....	63
A - 1 - 3 - 2 利 用 可 能 水 量 .....	64
A - 1 - 3 - 3 各 案 の 工 事 費 お よ び 年 間 経 費 .....	65
A - 1 - 3 - 4 需 要 .....	66
A - 1 - 3 - 5 販 売 可 能 電 力 お よ び 販 売 可 能 電 力 量 .....	66

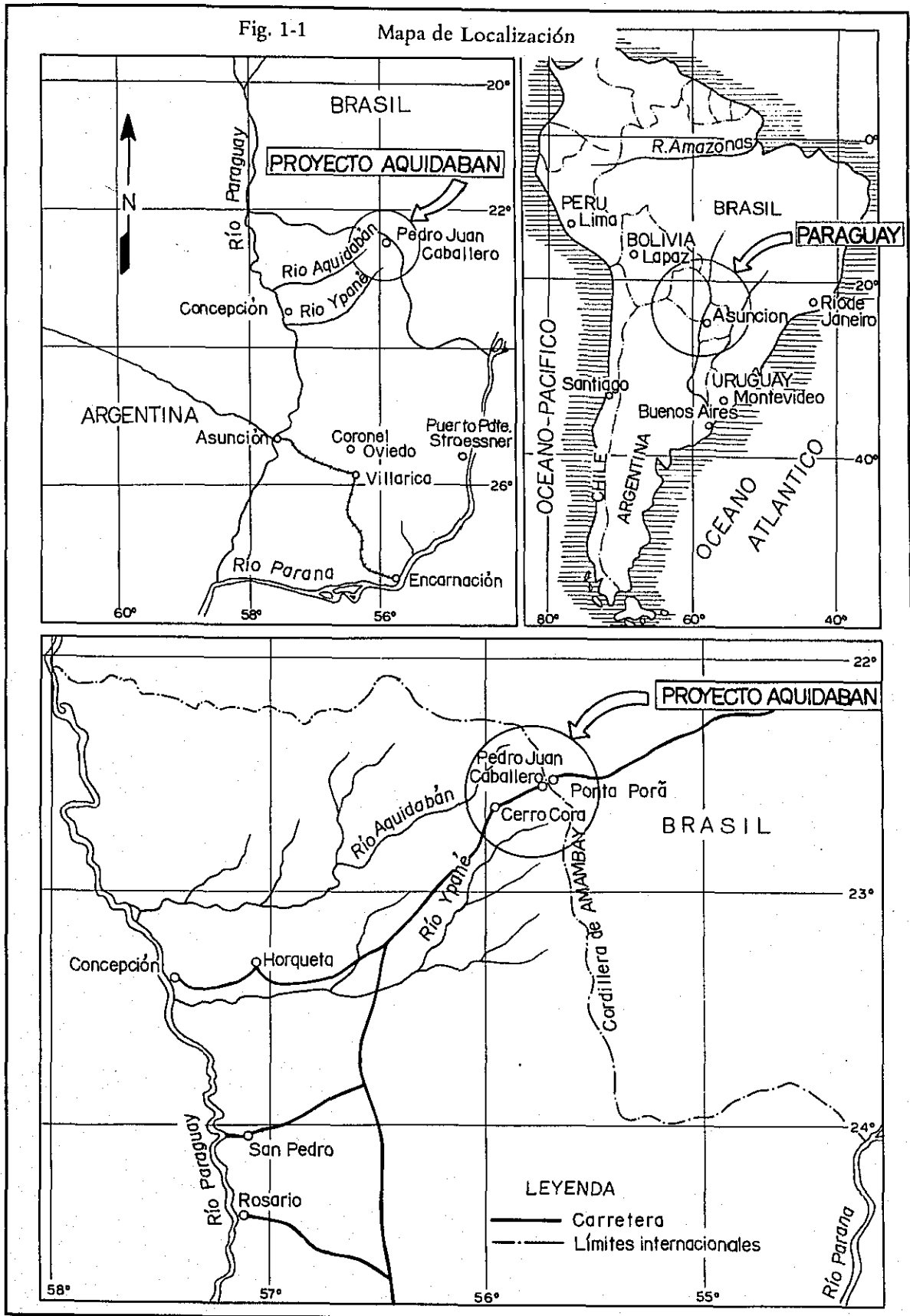
A-1-3-6	代替設備	67
A-1-3-7	経済比較表	67
A-2	Aquidabán 発電所の経済評価	69
A-2-1	販売可能電力および販売可能電力量	69
A-2-2	年間費用と電力コスト (kwh 当りの費用)	69
A-2-3	代替案との比較	70
A-2-4	便益 - 費用比	71
A-3	Ypané 川開発計画	72
A-4	附表および付図	76
Table A-4-1	P.J. Caballero 市付近のコーヒー農場および 飛行場における月別雨量およびその平均	76
Table A-4-2	P.J. Caballero 市付近の工兵隊測候所におけ る月別雨量およびその平均	76
Table A-4-3	土木工事費内訳	77
Table A-4-4	機器材料費および据付工事費内訳	79
Table A-4-5	水車発電機および付属機器, 材料費および据付工 事費内訳	80
Table A-4-6	送配変電設備工事費内訳	81
Fig A-4-1	パラグアイ国等雨量曲線	82
Fig A-4-2	“ 等降雨日数曲線	83
Fig A-4-3	“ 等気温曲線	84
Fig A-4-4	“ 等蒸発量曲線	85

本報告書は下記のような為替レートに従って作成した。

$$1 \text{ } \text{¢} = 1/123.6 \text{ US } \$$$

$$1 \text{ } \text{¢} = 2.91 \text{ 円}$$

Fig. 1-1 Mapa de Localización





# 第 1 章 緒 論

# 第 1 章 緒 論

## 1-1 経 緯

Pirapo 水力発電計画および Amambay 地区電化計画 (Aquidabán 水力発電計画, Ypané 水力発電計画) の両計画はパラグアイ国政府による同国農村電化計画の一環をなすものである。

パラグアイ国政府は 1967 年 7 月、日本国政府に対し、これらの計画の Feasibility 調査を要請した。日本国政府は、この要請を受けて海外技術協力事業団を通じ、同年 8 月電源開発株式会社柳内泰介を団長とする下記の調査団を派遣し、これら 3 つの計画地点に対し調査を行った。

団長	柳 内 泰 介	電源開発株式会社	計画技師
	三 島 進	通商産業省	電気技師
	橋 本 尚	株式会社新日本技術コンサルタント	電気技師
	古 田 宏	西日本技術開発株式会社	土木技師
	進 藤 一 夫	電源開発株式会社	土木技師
	加 賀 美 浩	電源開発株式会社	電気技師

なお、これらの計画に対しては 1964 年アメリカ合衆国 Agency for International Development (AID) によって現地調査および Feasibility Report の作成が行なわれており、日本国調査団は、この AID 作成の Feasibility Report を参照しつつ本調査を行った。

## 1-2 目 的

本調査報告書は前記 3 ヶ地点の水力発電計画のうち Aquidabán 水力発電計画および Ypané 水力発電計画に対する技術的および経済的可能性を明らかにしたものである。これら 2 つの計画はパラグアイ国東部の Amambay 県の Padre Juan Caballero 市およびその周辺に電力を供給することを目的とした計画である。

## 1-3 調 査

調査団は 1967 年 8 月 9 日から約 40 日間にわたって、パラグアイ国に滞在し、パラグアイ国政府および同国電力公社 (Administración Nacional de Electrificación) (ANDE) との調査および計画についての打合せを行った後、Aquidabán 川計画地点および Ypané 川計画地点における現地調査 (約 10 日間) を行い、さらに Asunción 市、P. J. Caballero 市および同国が現在建設中の Acaray 発電所工事地点等において計画

の立案に必要な各種資料の収集を行った。

現地調査終了後、調査団は同年10月から日本国において電力需給計画、発電計画、計画の経済性の検討を実施し、Amambay地区電化計画のFeasibility Reportを作成した。

#### 1-4 資 料

Amambay地区電化計画の検討立案にあつて使用した基礎資料は、調査団がパラグアイ国企画庁、ANDE、工兵隊、Amambay地区電化組合(Cooperación Eléctrica Amambay Limitada)(CEAL)から提供を受けたものである。

#### 1-5 謝 辞

本調査を実施するにあたり、終始支援と協力を与えられたパラグアイ国政府を始めとする上記各機関の関係者およびAmambay県知事、P.J. Caballero市長の各位に対し、深く感謝の意を表わすものである。

## 第2章 結論と勧告

## 第2章 結論と勧告

### 2-1 結論

Aquidabán 川および Ypané 川開発計画は両川の水文資料が現時点では未だ不完全であるので、今後水文資料が得られた時に更に検討が加えられるべきものである。

しかし今回調査団が入手した範囲のごく僅かな水文資料をもとにして、必要かつ妥当と考えられる検討を行った結果では以下に述べる結論が得られた。

- (1) 現在 Amambay 地区には6つのコーヒー工場および商業用の小さな Diesel Plant を除き電力供給設備がない。このため同地区、特にその中心都市である P.J. Caballero 市に対し、事業用電力供給設備を設ける必要がある。
- (2) P.J. Caballero 市に対する電力供給設備としては、Aquidabán 川に水力発電所を設ける案、Ypané 川に水力発電所を設ける案、同市内にディーゼル発電所を設ける案および Aquidabán 水力発電所あるいは Ypané 水力発電所と Diesel Plant を併用する等の各案が考えられるが、これら各案を比較した結果、まず Aquidabán 水力発電所によって電力を供給し増分需要に対しては Diesel Plant を設けるのが最も経済的であるとの結論を得た。したがって本報告書においては以下 Aquidabán 計画について述べることとし、Ypané 計画については付録で述べるに止める。
- (3) Aquidabán 発電所の電力供給区域は P.J. Caballero 市およびその周辺とする。
- (4) Aquidabán 川開発計画は Aquidabán 発電所の建設、同発電所と P.J. Caballero 変電所間の送電線の建設、P.J. Caballero 変電所の建設、P.J. Caballero 市内およびその周辺への配電線の建設が主体となる。
- (5) Aquidabán 発電所の開発規模は 2,800 kW 程度とするのが、最も経済的である。この規模で同発電所を建設する場合需要端までの必要な工事費は約  $\$300,000,000$  と見積られる。
- (6) Aquidabán 発電所の需要端の kWh 当りの原価は年利子率 6.5%，発電所の耐用年数 50 年（但し水車発電機の耐用年数は 35 年）とした場合  $3.4\$/kWh$  と見積られる。
- (7) Aquidabán 発電所計画は代替案として考えられる Diesel Plant をもととして、経済評価を行うとその便益一費用比は 1.58 となり有利な Project と考えられる。
- (8) 資金については、総工事費の 50% を自己資金で、残りの 50% を借入金でまかなうものとする。この場合借入金を

年利子率	6.5%
据置き期間	5年間
返済期限	据置きを含め20年間

の条件に従って返済するものとすれば  $4.5\$/kWh$  を売電単価として借入金の返済は可

能である。

- (9) 以上述べた結論はすべて Aquidabán 発電所の電力供給区域を P.J. Caballero 市およびその周辺とした場合についての結論であるが隣接する Ponta Porã 市へ電力融通を行えば同発電所の発電原価は更に低下すると考えられる。

## 2-2 勸 告

以上の結論にもとずき次の Recommend がなされる。

- (1) 直ちに Aquidabán 川に測水所を設け、流量測定を行う。また流域の航空写真測量を行い流域内の地形図を作成する。
- (2) Aquidabán 発電所は容量 100,000 m<sup>3</sup>程度の、日調整を行いうる池を有するダム水路式発電所として開発し、最大出力 2,800 kW 程度の規模とする。
- (3) Aquidabán 計画は、電力供給区域を P.J. Caballero 市およびその周辺地域とする。
- (4) P.J. Caballero 市がパラグアイ国の中央送電系統に連系されるのが近い将来に考えられない点から、Aquidabán 発電所は必要とあれば P.J. Caballero 市と、Ponta Porã 市間で電力融通が行える設備とすることが経済的技術的見地から好しい。このことから Aquidabán 発電所は 60% で開発する。
- (5) Aquidabán 発電所は需要の状態に合わせ 2 Stage で開発する。
- (6) Aquidabán 発電所の運転開始は 1972 年とする。同発電所の建設にあたっては、1968 年および 1969 年に流量資料を整え 1970 年前半に Definite study, 工事入札を行い 1970 年半ばに本工事着工とする。

## 第3章 需 要 想 定

## 第 3 章 需 要 想 定

### 3-1 関 連 地 域

#### 3-1-1 関連地域のあらまし

##### (1) 一 般 事 情

パラグアイ共和国は南米大陸のほぼ中央部、Parana 河の中流域に位置し、面積約 407,000km<sup>2</sup> の内陸国である。国土は、その中央部を北から南へ流れる Parana 河の支流 Paraguay 河によって西部地域 (Chaco) と東部地域に 2 分されている。

西部地域は国土の 2/3 を占めているが、未だ未開発地域となっており、土地の利用は一部放牧畜に利用されている程度である。

これに対して東部地域は面積約 160,000km<sup>2</sup> であるが、土壌は肥沃なテラロシアで、その多くは原始林におおわれているが、開発された地域は農牧に利用されており、また林業もおこなわれている。

気候は一般に亜熱帯気候で夏季の平均気温は 31.5℃ 冬季のそれは 14.5℃ であり、年間降雨量は 600 ~ 1,700mm 程度である。

地形はなだらかな波状を示し、東北部では海拔 600m に達するところもあるが、一般には 300m 以下のところが多い。

パラグアイ国で水力資源として利用可能な河川は主として東部 Brazil および Argentina との国境に集中しており、Acaray 発電所が建設されている Acaray 川はその一つである。

交通機関としては首都 Asunción 市と Encarnación 市を結ぶ鉄道と、乗合バスがその主要なものであるが、道路網の整備されていない同国では TAM とよばれる国内航空が多く利用されている。道路については、現在 Asuncion 市より Puerto Pdte. Stroessner までの国際道路が完全に舗装されており、さらにこの道路は Brazil の太西洋岸の自由港 Paranagua 港まで延長されている。

パラグアイ国の輸出入物資の輸送は Parana 河および Paraguay 河を利用する舟運に大きく依存しているが、上記 Paranagua 港よりの陸送も可能である。

パラグアイ国の人口は、1962 年の国勢調査においては、1,816,890 人であったが、1965 年には 2,000,000 人に達したものと予想される。人口の増加率は過去 10 年間に於いて年率 7.2% であった。これらの人口の約 81% は Asunción, Puerto Pdte. Stroessner, Encarnación の 3 点を結ぶ三角地帯 (Triangle Area といわれる) のなかに居住している。

パラグアイ国の主要な都市としては首都の Asunción 市 (400,000 人) のほか



Encarnación 市(35,000人), Villarica 市(31,000人), Concepción 市(34,000人)等があげられる。

パラグアイ国の経済開発は前述の3地点を結ぶ面積約51,000km<sup>2</sup>の三角地帯を中心に進められている。この計画はTriangle Planと呼ばれ、それによれば今後の発展地域は主としてPuerto Pdte. Stroessner周辺と同港と、Encarnación市を結ぶ地域となろう。この地域の開発の方法としては、農牧畜の振興と森林資源の開発ならびにこれら一次産品の加工工業設立に重点が置かれている。主要な工業としては、Asunción 地域における食肉加工工業、Asunción市およびEncarnación市の搾油工場、Concepción市付近のValle-miにあるセメント工場等が代表的なものである。

パラグアイ国の経済は、同国で生産される一次産品の輸出によって支えられている。

## (2) Amambay 地域

この地域はパラグアイ国東部地域の東北部に位置し、Brazilとの国境にあるP.J. Caballero 市を中心としている。P.J. Caballero 市はAmambay 県の県庁所在地であり、この地方の経済活動の中心地としての役割を果し、未舗装道路および航空路によって、首都Asunción市あるいはConcepción市等の都市と結ばれている。

P.J. Caballero の人口は1967年の調査によれば32,500人で、そのうち市街地には15,600人、残りはColonia に散在している。Amambay 地域の主要な換金農作物はコーヒー豆でその作柄がこの地方の経済および住民の生活に極めて大きな影響を与えている。当地方の工業も現在のところコーヒー加工産業に限られている。

P.J. Caballero 市には現在電力の一般供給は、行われていない。P.J. Caballero 市を中心とする地域で利用可能な水力資源は同市の西方をParaguay河に向って流れているAquidabán川とYpané川である。

P.J. Caballero 市の東側に隣接してBrazil Matto Grosso 州のPorã 市があり、市街地は国境となる100m幅の道路をはさんで連続している。

Ponta Porã市は人口約31,000人で主要な工場としてはコーヒー加工工場、マテ茶加工工場、製材所等があり、São Paulo への鉄道も布設されており、同市は1928年にすでに電化されている。

P.J. Caballero 市とPonta Porã市は市民生活において、一つの経済圏を構成している。

## 3-1-2 電気事業の形態

### (1) 電気事業の現状

パラグアイ国における一般電気供給事業はLaw No. 966によりAdministración Nacional de Electricidad (ANDE) が独占的に行うことになっている。しかし

ながら ANDE が直接電気供給事業を行う段階に至っていない地域においては ANDE の許可を受けて ANDE 以外の電気事業者が設立され事業を行っている。そのなかには地方都市の市営の電気事業者も存在している。Table 3-1 はパラグアイ国における発電設備の概要を示す。これによるとパラグアイ国における発電設備容量は約 57 MW でそのうち一般電気供給事業用のものは約 67% に相当する 38 MW であり残りは工場等における自家発電設備である。

一般電気供給事業者のうち最大規模のものは、ANDE 自身による事業でその供給区域は首都である Asunción 市であり、発電設備は合計設備容量で 33,700 kW である。次いで 2,250 kW の Diesel Plant を有する Encarnación 市を供給区域とする Electrica Industrial y Comercial S.A. があり、その他の一般電気事業者は極めて小規模のものである。一部には工場の自家発電設備を利用して、その近傍の住宅に電力の供給を行っているものもある。

パラグアイ国においては現在までのところ連系された電力系統は存在せず各発電所はそれぞれごく限られた地域に電力を供給しているにすぎない。

電気料金は、Asunción 市 (ANDE) において、家庭用は 8.50  $\text{¢}/\text{kwh}$  工場用は 5.95 ~ 8.0  $\text{¢}/\text{kwh}$  であり、また Encarnación 市においては家庭用が 13.0  $\text{¢}/\text{kwh}$  工場用が 8.0 ~ 11.5  $\text{¢}/\text{kwh}$  となっている。パラグアイ国においては、一部工場の自家発電設備を除いて周波数はほとんどすべて 50% であり、ANDE としては、全国的な電力系統網もこの周波数に統一する方針である。

送電系統の電圧は 220 kV, 130 kV, 66 kV および 22.9 kV が採用されることになっており、高圧配電線は 6.0 kV が Asunción 市等で採用されている。低圧線は今後 380 / 220 V に統一される方向にある。

Table 3-1 発電設備の概要

県 別	発 電 設 備 容 量 (kW)		
	電 気 事 業 者	自 家 発	合 計
I 東部地域 (TRIANGLE)			
CAPITAL	3 3,200	(※1) 2,808	3 6,035
CORDILLERA	663	75	708
GUAIRA	400	(※2) 3,525	3,925
CAAGUAZU	67	-	67
ITAPUA	2,250	739	2,989
MISIONES	57	-	57
PARAGUARI	(※3)	(※7) 1,800	(※4) 1,800
ALTO PARANA	80	(※5) 2,110	2,190
CENTRAL	524	3,316	(※6) 3,843
小 計	3 7,241	1 2,753	4 9,994
II 東部地域 (その他)			
CONCEPCION	690	1,350	2,040
AMAMBAY	50	30	80
SAN PEDRO	121	150	271
ÑEEMBUKU	(※3)	(※2) 2,880	2,880
小 計	(※8) 861	4,410	5,271
III 西部地域 (CHACO)			
OLYMPO	(※3)	-	(※3)
BOQUERON	(※3)	1,733	1,733
PRESIDENTE HAYES	(※3)	383	383
小 計	(※3)	2,116	2,116
IV 合 計	3 8,102	1 9,279	5 7,381

注：(※1) 2自家発の設備容量不明

(※2) 自家発よりの一般供給を含む

(※3) 設備容量不明

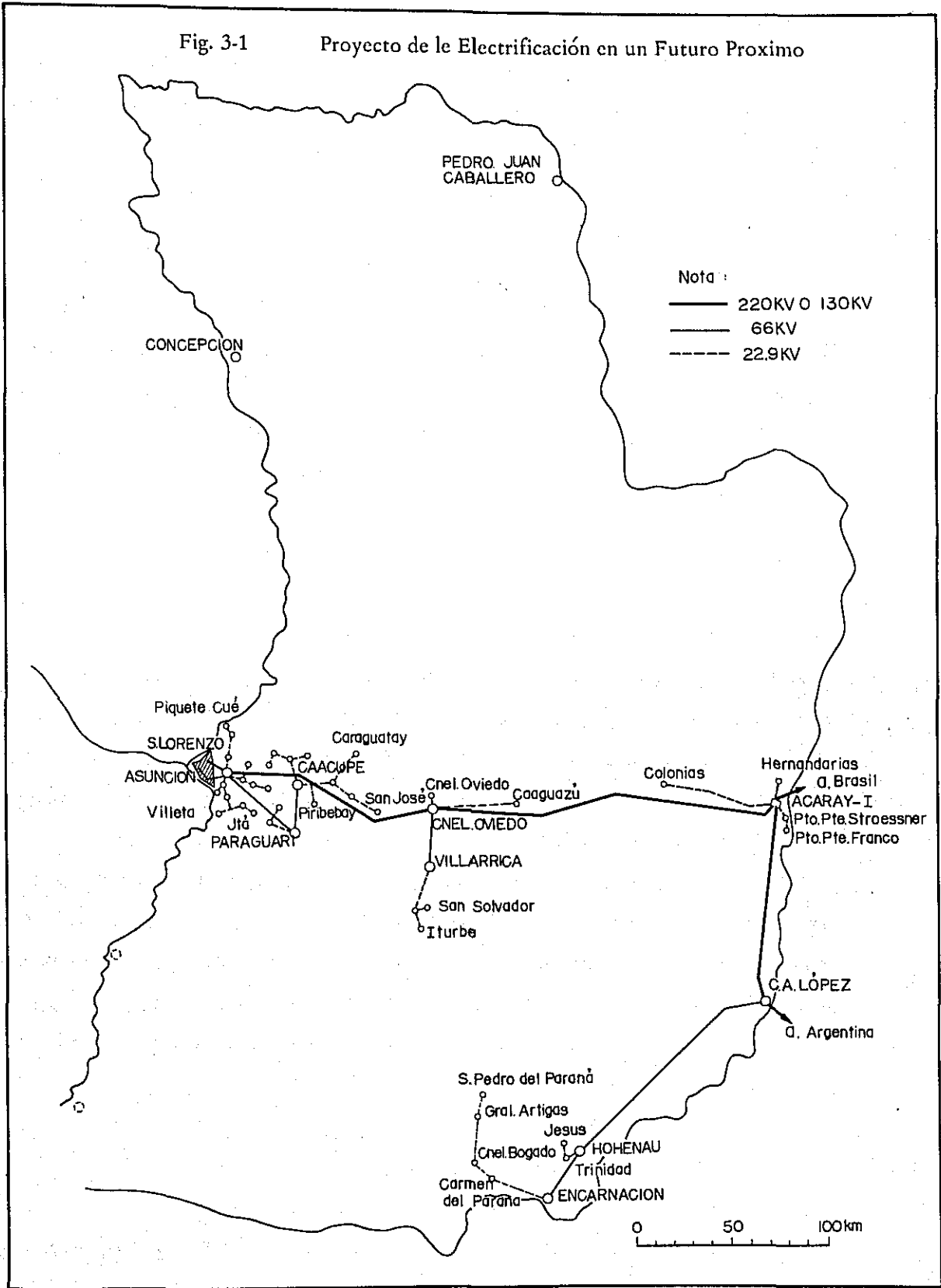
(※4) 電気事業者と自家発の区分不明

(※5) ANDEのAcaray 水力発電所の建設工事発電所2,000kW  
(ANDE:1000kW, TORNO:1000kW)を含む。

(※6) 出力不明1ヶ所, 電気事業者と自家発の区分不明の3kWは自家発に含めた。

(※7) 電気事業者と自家発と区分できないものは自家発に計上した。

Fig. 3-1 Proyecto de le Electrificación en un Futuro Proximo



## (2) 国内電化計画

パラグアイ国は目下同国の経済開発を同国内部の Triangle Areaを中心として重点的に実施している。この Triangle Planの具体化の一環として現在 Puerto Pdte. Stroessner の北方 5kmの地点で ANDE が Acaray 水力発電所を建設中である。

同発電所の設備出力は第1期分として 45MW 2台が計画されており、1968年末には1号機が運転を開始することになっている。この発電所の第1期工事が完成すると、Asunción市の電力需要をすべてまかなうとともに、さらに Triangle Areaの43町村の電化が行われ、一部は Brazil および Argentina 両国へも送電されることになっている。Acaray Project の Benefit として期待されているものは、Triangle Area の主要都市および農村都市の電化と、電気料金の低減による地域内産業の振興および国民生活の向上である。この電化計画の概要は Fig 3-1 に示すとおりである。

一方、Triangle Area以外の地域に対しては、現在 ANDE としての電化計画は未だ研究の段階にある。

## (3) Amambay 地域の農村電化計画

Amambay 地域については、現在のところ ANDE の Acaray 送電網との連系による電化計画はない。

P. J. Caballero 市においては、6つのコーヒー加工工場、ホテル、映画館、一部の商店、住宅等で小規模の自家発電が行われているにすぎない。このようなことから、P. J. Caballero 市およびその周辺の電化を目的とした CEAL がパラグアイ国農牧省の認可を得て1965年10月に発足し Aquidabán 川および Ypané 川の水力開発を企画したが、未だ実現の段階に至っていない。

なお、Ponta Porã 市に対する電気の供給は同市の東方約 30 kmの地点にある Usina São João 水力発電所（設備容量 660 kW）と市内にある Diesel Plant（設備容量 200 kW）を電源として市営により行われている。近年同市の電力需要の増加は著しく、渇水期には電力不足を呈している。この電力系統は Brazil の他の電力系統には連系されていない。系統の周波数は 60% である。現在のところ Ponta Porã 市より P. J. Caballero 市への電力融通の余力はない。

## 3-2 需要想定

### 3-2-1 供給地域

本計画の供給地域の選定にあたっては、送電距離、需要の大きさ等の面から考えて、Aquidabán 発電所の電力を最も経済的に供給し得る地域を検討した。その結果、本計画の供給地域は 3-1-1(2) に述べたように P. J. Caballero 市街地、同

市周辺のコーヒー工場および入植地とする。

### 3-2-2 需要想定

本計画の需要については1965年7月にCEALにより既に調査が行われており、その結論がAID報告書Engineering and Economic Feasibility Study (Phase III)の第3章に記載されている。この需要想定値は住宅用、商業用、街路灯用、工業用の需要項目別に積み上げられているが、その値は妥当であると認められたので、そのまま採用する。

#### 3-2-2-1 需要家数

CEALの調査によれば最初の供給地域は約700km<sup>2</sup>で需要家数の大半はP.J.Caballero市であり、一般住宅需要家数約1000、商業需要家数約60、工業需要家数(コーヒー工場)6が供給対象となっている。ただし、一般住宅需要家については、人口密度が低く、かつ現状では所得の低い居住地域は除かれている。このようにして想定された1972年以降の需要家数はAID報告書においてTable 3-2のとおりとなっている。

一方、1962年の国勢調査と1967年の人口とを比較すると市街地の人口増加は非常に顕著で年率8.5%を示しており、又入植地の増加率は3.2%を示しているので、Table 3-2に示された毎年200戸の新規一般住宅需要家の増加は市街地の人口増加率からみて控目な数値であると考えられる。

#### 3-2-2-2 原単位(需要家1戸あたりの月平均電力消費量)と需要電力および電力量

- (1) 一般住宅需要はCEALの調査によれば平均電灯数あるいはソケット数で6.5灯である。したがって、推定されている初年度の1ヶ月当りの原単位の値30kWhおよびTable 3-2に示された将来需要の値はこの平均電灯数あるいはソケット数から考えて控目なものと考えられ妥当なものと判断される。
- (2) 商業需要家の原単位については、CEALの調査をもとに自家用発電設備を有する需要家とディスカッションの上想定されたものとされているが、現地調査の結果から考え原単位2kW、月間電力量400kWhは妥当なものと思われる。
- (3) P.J.Caballero市付近においては現在下記のような電力需要を有するコーヒー工場が稼働しているが、コーヒー豆の豊凶作により工場の稼働月数は大きく異なり過去の実績では4ヶ月から10ヶ月もの差違がある。

Cafetera Paraguaya S.A.	60 kW
Cooperative Agricola Amanbay	40 kW
Jesse Weaver Coffee Plant	70 kW
Amambay Investment Co. S.A.	85 kW

Cafetelera Paraguaya S.A.	90 kW
Capivary Inc.	75 kW
合計	420 kW

A I D 報告書においては工業需要（全部コーヒー工場）については工場側とディスカッションの上想定したものとされており、Table 3-2 に示すごとく原単位として、35,000 kWh / 月を採り、4ヶ月間（25日 / 月、20時間 / 日）これが稼働するものとして年間需要が算定されているが、この値はコーヒー工場の設備kWからみて妥当なものと考えられる。

なお、コーヒー豆が豊作の場合年間消費電力量は前記想定値の2倍にも達することが予想される。

### 3-3 需給バランス

#### 3-3-1 kW バランス

電力の最大需要を示す月はコーヒー工場稼働中（7月から10月までの4ヶ月間）の7月である。第5章の水文にみられる月別平均流量からみれば9月が最濁水月であるが、7月、8月、9月の3ヶ月間の流入量の差は少い。したがって Safety side とし、最濁水量 3.3 m<sup>3</sup>/s に見合う供給力と、7月最大需要とを対応させ kW バランスを検討する。この場合 Aquidabán 発電所の計画の立案に必要な、かつ十分な期間と考えられる 1972年から1981年までの10年間をもって検討期間とする。Fig 3-3、Fig 3-4 および Table 3-2 にその結果を示す。この表によれば 1977年には Aquidabán 発電所の2台目の発電機が運転を開始する必要があり、さらに新設 Diesel Plant を設ける必要がある。

#### 3-3-2 kWh バランス

年間を通じての kWh バランスの検討にあたっては、月平均流量をもとに算出した4ヶ年平均の日可能電力量と、平日休日の需要変化を考慮した日需要電力量とを各年毎に月別に比較し、供給力が需要に比し小なる場合は不足電力量を新設 Diesel Plant で充当するとして検討を行った。また、この場合コーヒー工場は7月から10月までの4ヶ月間のみ稼働するものとした。

このような検討の結果 Aquidabán 発電所の kWh バランスは Table 3-2 に示す通りとなる。

Table 3-2 年 別 需 要  
(A I D 報 告 書 よ り )

項 目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
需要家数										
住宅	1,450	1,650	1,850	2,050	2,250	2,450	2,650	2,850	3,050	3,250
商業	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
街路灯	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
工業	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10
合計	1,532	1,738	1,943	2,148	2,354	2,559	2,765	2,970	3,176	3,381
使用電力量(kwh) (月電力量/需要家)										
住宅	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
商業	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625
街路灯	10,800	11,100	11,400	11,700	12,000	12,300	12,600	12,900	13,200	13,500
工業	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
年間使用電力量 (10 <sup>3</sup> kWh)										
住宅	522	693	888	1,107	1,350	1,764	2,226	2,736	3,294	3,900
商業	360	408	495	513	570	630	693	759	828	900
街路灯	129.6	133.2	136.8	140.4	144	147.6	151.2	154.8	158	162
工業	840	980	980	980	1,120	1,120	1,260	1,260	1,400	1,400
合計	1,851.6	2,214.2	2,463.8	2,740.4	3,134.0	3,661.6	4,330.2	4,909.8	5,680.0	6,362.0
(発電端)	(2,129)	(2,546)	(2,833)	(3,151)	(3,604)	(4,210)	(4,980)	(5,647)	(6,532)	(7,316)
電力需要(kW)										
住宅	150	200	275	350	425	540	680	850	980	1,130
商業	108	120	133	148	159	176	193	210	226	245
街路灯	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
工業	420	490	490	490	560	560	630	630	700	700
合計	714	847	1,027	1,027	1,184	1,317	1,545	1,733	1,950	2,120
(発電端)	(820)	(975)	(1,075)	(1,180)	(1,360)	(1,515)	(1,780)	(1,995)	(2,245)	(2,440)
年負荷率(%)	29.7	29.8	30.0	30.5	30.2	31.7	31.9	32.3	33.2	34.2

注 (1) 初年度において180灯, 年5灯増加, 1灯当り60kWh/月  
(2) 平均工業負荷70kW, 20時間/日, 25日/月  
(3) 損失率13%  
(4) 損失率13%



Table 3-3 kWおよびkWhバランス

項 目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最 大 需 要 (kW)	820	975	1,075	1,180	1,360	1,515	1,780	1,995	2,245	2,440
年間需要電力量(Mwh)	2,129	2,546	2,833	3,151	3,604	4,210	4,980	5,647	6,532	7,316
年 負 荷 率 (%)	29.7	29.8	30.0	30.5	30.2	31.7	31.9	32.3	33.2	34.2
可 能 供 給 力										
Aquidabán発電所(kW)	820	975	1,075	1,180	1,360	1,473	1,651	1,737	1,874	1,986
※ その他電源(kW)	0	0	0	0	0	42	179	258	371	454
合 計 (kW)	820	975	1,075	1,180	1,360	1,515	1,780	1,995	2,245	2,440
設 備 出 力										
Aquidabán発電所(kW)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
※ その他電源(kW)	0	0	0	0	0	500	500	500	500	500
合 計 (kW)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300
可 能 供 給 電 力 量										
Aquidabán発電(Mwh)	2,129	2,546	2,833	3,151	3,604	4,210	4,950	5,519	6,202	6,886
※ その他電源(Mwh)	0	0	0	0	0	0	30	128	330	480
合 計 (Mwh)	2,129	2,546	2,833	3,151	3,604	4,210	4,980	5,647	6,532	7,316

※ : ディゼルプラントを設置するものとする。

Fig. 3-2 Demanda Eléctrica Mensual clasificada por cuatro quinquenios de la Planta Aquidabán

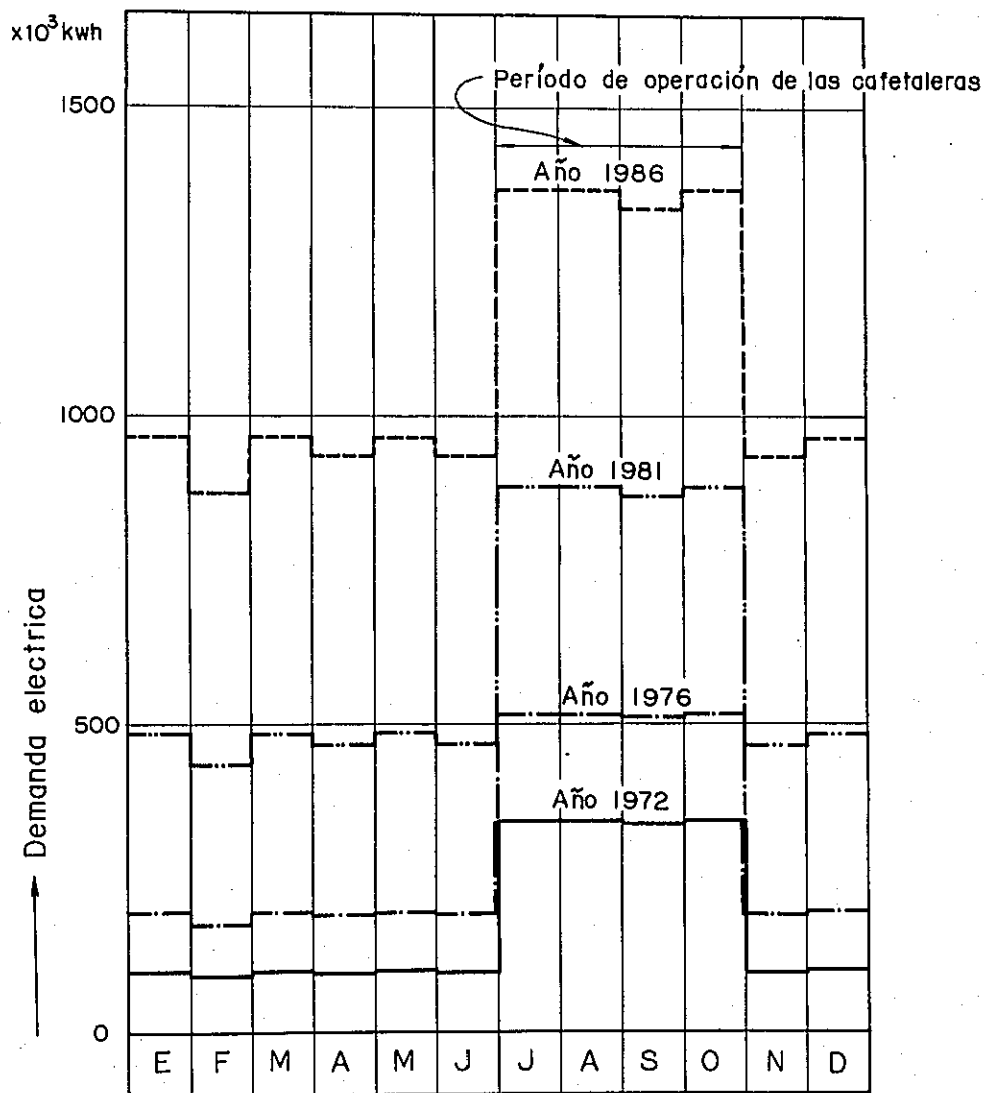




Fig. 3-3 Balance de Demanda Máxima y Suministro posible en Estación Seca  
(Periodo: 1972 - 1981)

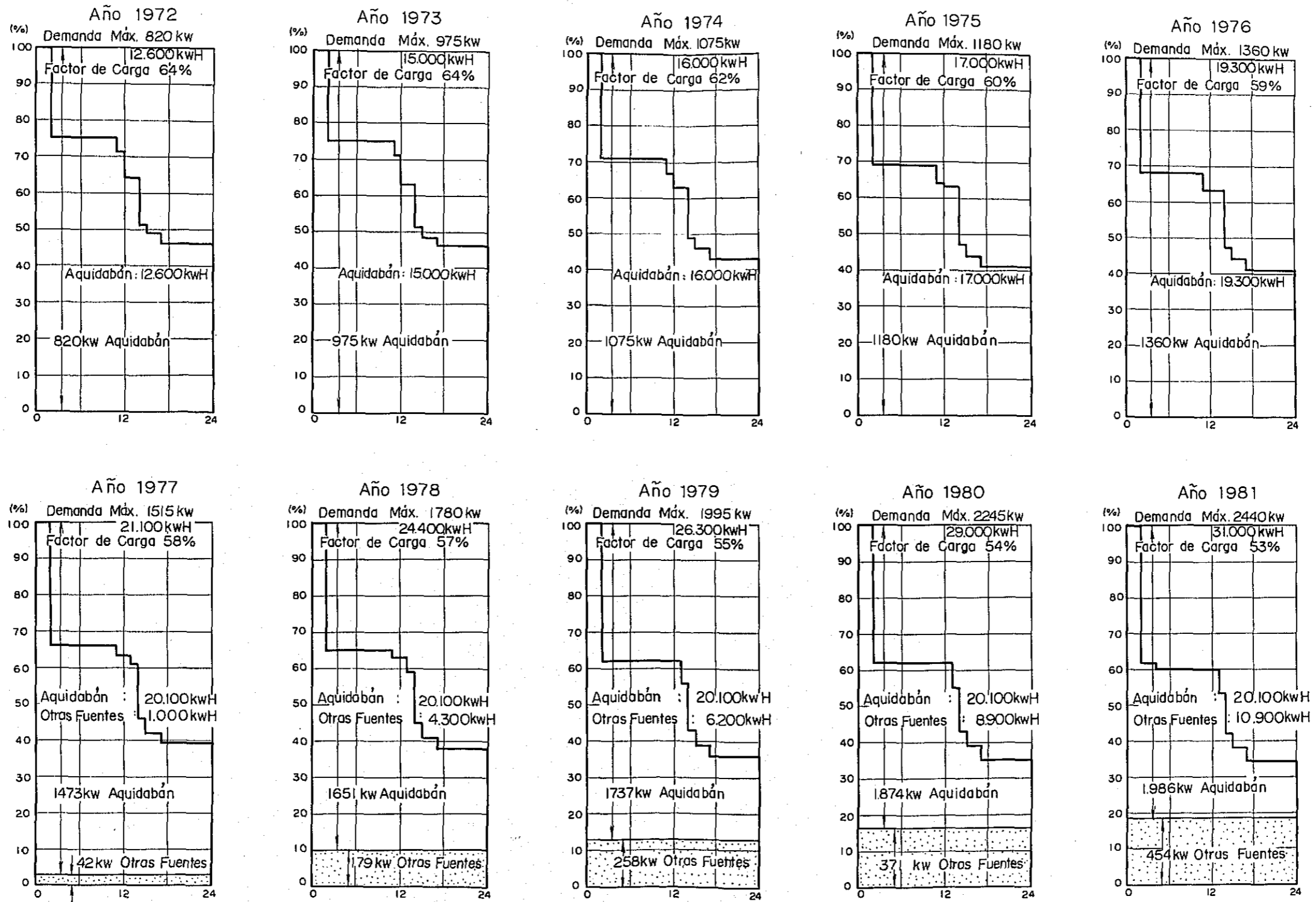
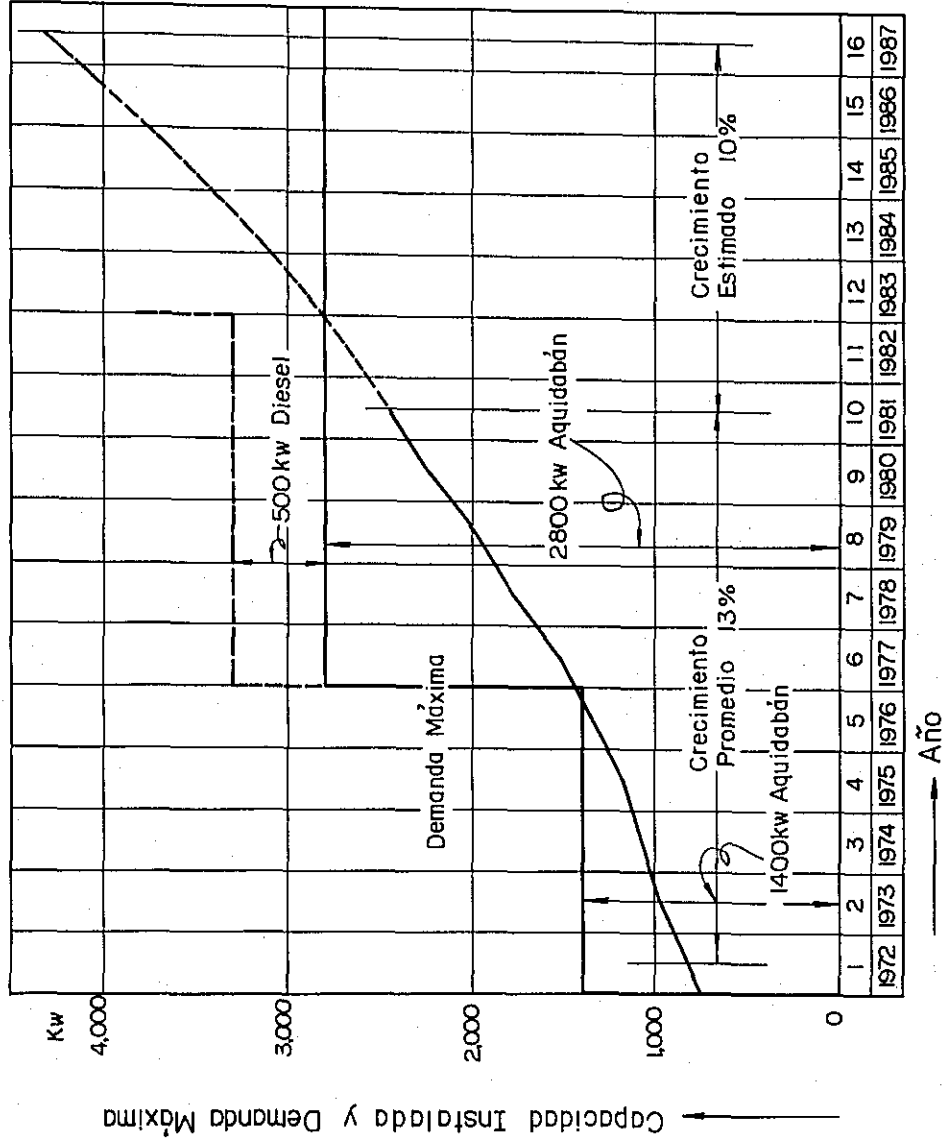




Fig. 3-4 Demanda Máxima y Capacidad Instalada



## 第4章 計画概要

## 第4章 計画概要

### 4-1 計画地域の概要

本計画は Aquidabán 川上流部流域およびその近傍に位置する P.J. Caballero 市とその周辺を計画の対象地域とする。開発の対象となる Aquidabán 川はパラグアイ国東部、ブラジル国との国境付近の高地に源を発し蛇行して西流し、パラグアイ国中央を南北に徒断する Paraguay 河に注ぐ。Aquidabán 川の流域面積は Paraguay 河との合流点で約 12,300 km<sup>2</sup>、長さは約 275 km である。

本計画の対象となる地域は Aquidabán 川の最上流部分の流域面積約 450 km<sup>2</sup>の部分であって、この部分では Aquidabán 川の平均河川勾配は約 1/200、年降雨量は約 1,500 mm、年平均気温は 22℃、流域内は一部の開拓された地域を除き殆んど樹高 20 m 程度の密林に覆われている。

### 4-2 計画概要

#### 4-2-1 発電計画

Aquidabán 発電所計画は、Aquidabán 川が計画地点付近で河川勾配約 1/200 というかなりの急河川であり、且つ川が蛇行して流れていることから考え、蛇行部分を水路によってショートカットし、それによって得られる落差を利用して発電する。また、水の利用率を大きくし、発電の経済性を高めるために取水ダムをある程度大きなものとし、これによって得られる池によって河川の流量を日調整せしめる。

このような見地から、Aquidabán 発電所のダム地点は、Aquidabán 川が P.J. Caballero 市の西方約 20 km において長さ約 4 km にわたって大きく蛇行を始める地点とする。ダムは高さ 14 m 長さ 253.5 m、中央部を越流型重力式コンクリートダム、右岸はアースダム、左岸は非越流型重力式コンクリートダムとする。貯水池満水位標高は 632 m とし、取水口はダム直上流左岸に設け、前記蛇行部分を長さ約 700 m の水路（導水路圧力トンネル約 550 m、水圧鉄管約 120 m）でショートカットし約 32.5 m の有効落差を得て最大出力 2,800 kW、年間発生電力量約 15,000,000 kWh（Aquidabán 発電所に余剰電力が生じなくなった場合の値）の発電を行う。主機台数は 2 台とする。

Aquidabán 発電所は需要の大きさから考えて 2 Stage で建設する。

#### 4-2-2 送変配電計画

Aquidabán 発電所の電力は延長 27 km、電圧 22.9 kV の送電線 1 回線で P.J. Caballero 市の P.J. Caballero 変電所（1,500 kVA × 1 台）へ送電し、ここで 6.0 kV に降圧して 6.0 kV 配



電線 4 回線で同市内に配電する。

また 2 2.9 kV 送電線の沿線負荷に対しては途中の負荷点に配電用変圧器を設けて配電する。

なお P.J. Caballero 変電所は 1 9 7 7 年に 1, 5 0 0 kVA 1 台を増設する。

需要家に対する配電電圧は原則として 3 相, 単相とも 2 2 0 V とする。



## 第5章 水文および地質

## 第5章 水文および地質

### 5-1 水 文

#### 5-1-1 月平均流量

Aquidabán 川に関する直接観測の流量資料は現在までに得られていないので、やむを得ずダム地点付近で得られている雨量記録と調査団が行った直接流量測定の結果をもとに、この川の月平均流量を推定することにする。

Aquidabán ダム地点付近で得られた雨量記録としては、1963～1966年4年間の期間に対し、P.J. Caballero 市付近のコーヒー農場における記録と P.J. Caballero 市付近の飛行場における記録がある。ダム地点流域はこの飛行場と農場の中間に位置しているため、ダム地点流域に対する雨量はこの両者の平均値を採る。

この雨量記録と直接流量測定の結果から Aquidabán 川の1963～1966年間の月平均流量を推定する方法としては、まず、Aquidabán 川の流出係数を Acaray 川の流出係数(0.3)と等しいと仮定し、この流出係数と年降雨量から各年の年流出量を定める。

次に Aquidabán 川には降雨のない月にも基底流量が流れると考え、渇水月の平均流量を次のように推定する。

すなわち1967年8月29日に調査団がダム地点で表面浮子法によって得た  $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  の流量が、この日以前の雨量記録から見てこの川の最渇水量であると考えられることから渇水月平均流量としては、これより大きな値を採るのが妥当であると考え、Aquidabán 川の計画に用いる渇水月平均流量を  $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  と推定する。

各月の平均流量は各月の降雨量と流出係数から算出した月平均流量が前記の  $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  を下廻る月に対しては  $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  をその月の平均流量とし、上廻る月に対しては、その年の年降雨量と年流出量の比が0.3になるように、かつ上廻る月の相互の流量比が相互の月雨量比になるように調整を行って各月の平均流量とする。

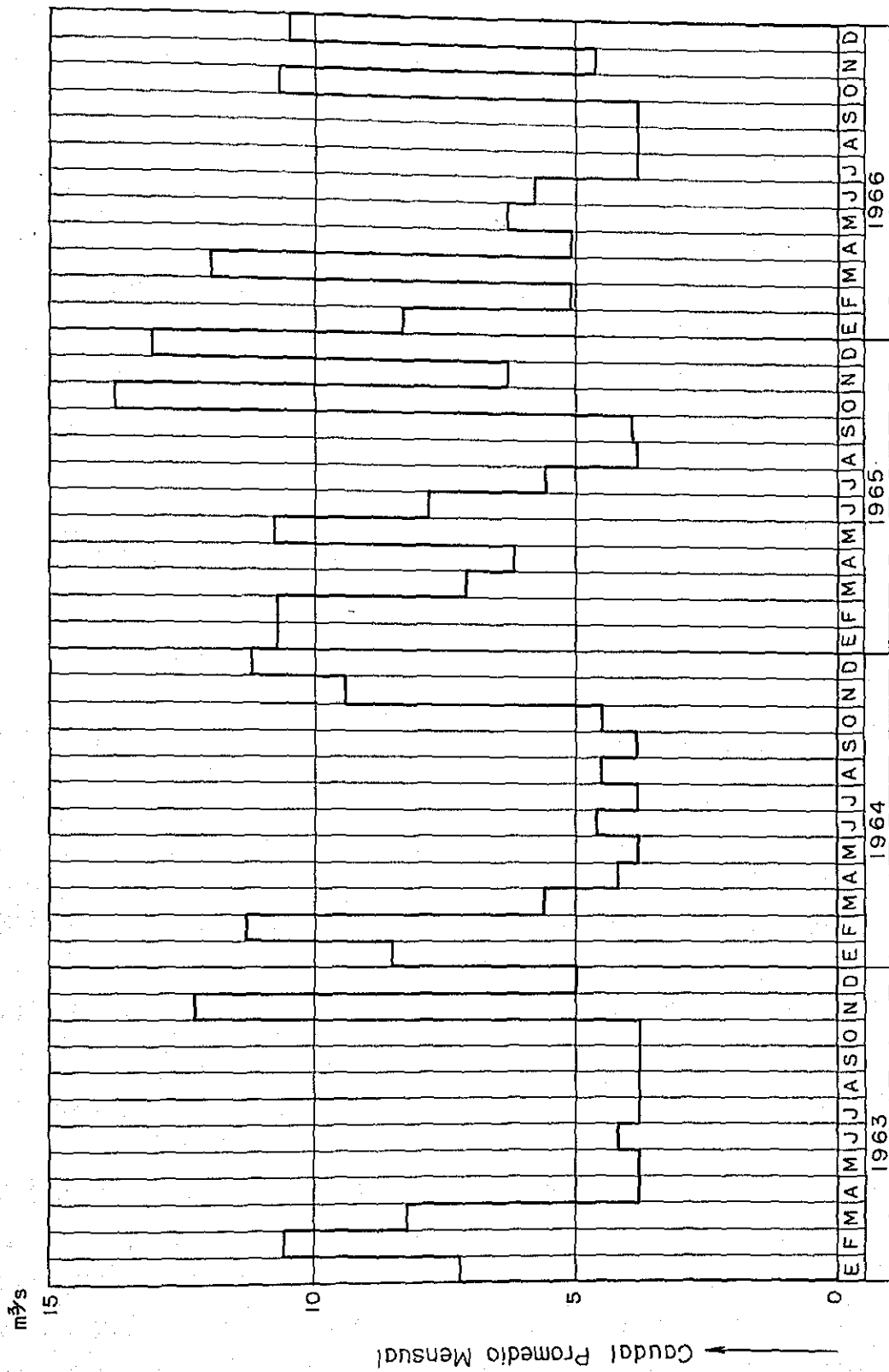
以上のような考えにもとづいて前記4年間の月別平均流量を求めれば Table 5-1 に示すとおりとなる。

Table 5-1 Aquidabánダム地点月平均流量

単位：m<sup>3</sup>/s

年 月	1963	1964	1965	1966
1	7.2	8.5	10.7	8.2
2	10.6	11.3	10.7	5.1
3	8.4	5.6	7.1	12.0
4	3.8	4.2	6.2	5.1
5	3.8	3.8	10.8	6.3
6	4.2	4.6	7.8	5.8
7	3.8	3.8	5.6	3.8
8	3.8	4.5	3.8	3.8
9	3.8	3.8	3.9	3.8
10	3.8	4.5	13.8	10.7
11	12.3	9.4	6.3	4.6
12	5.0	11.2	13.1	10.5
平均	5.9	6.3	8.3	6.6

Fig. 5-1 Caudal Promedio Mensual en el Lugar de la Presa Aquidabán



### 5-1-2 洪水量

Aquidabán 川の洪水観測記録は現在までに得られていないので、Aquidabán 発電所地点の計画洪水量は、Acaray 発電所地点の計画洪水量および Aquidabán ダム地点の洪水の痕跡から推定する。

Acaray 発電所地点の計画洪水量はこの地点の流域面積  $1\,054\,0\text{ km}^2$  に対し  $6,500\text{ m}^3/\text{s}$  を採っており、比流量は  $0.62\text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  となっている。

Aquidabán 発電所地点の流域面積は  $450\text{ km}^2$  程度と推定され、Acaray 発電所地点の流域面積の約 4% に過ぎない。したがって洪水の比流量は Acaray 発電所地点のそれよりかなり大きな値になると考えられるので、この点と Aquidabán ダム地点の洪水の痕跡から Aquidabán 発電所地点の計画洪水量を  $800\text{ m}^3/\text{s}$  と推定する。

### 5-1-3 蒸発量

Aquidabán 川ダム地点流域付近の蒸発量はパラグアイ国政府発表の資料によれば 1941 年～1964 年の期間において平均  $1,100\text{ mm}$  程度である。調査団の計画している Aquidabán 調整池の満水面積は  $0.1\text{ km}^2$  程度であるので年間の蒸発量は  $110,000\text{ m}^3$  となり、ダム地点の年間総流入量  $210,000,000\text{ m}^3$  に比べ極めて小さい。

したがって Aquidabán 川の計画においては貯水池からの蒸発による損失は無視可能である。

## 5-2 地質

Aquidabán 川計画地域の存在するパラグアイ国東部地域は古生層から中世層の地層よりなる大波状地形を形成している。

この地域を構成する地質は基盤を構成する古い地層とそれを被っている火成岩である。

基盤の地層は古生代と推定される花崗岩、石灰岩および中生代の砂岩より成り、これらを被う火成岩は中生代に属すると思われる玄武岩の熔岩で、この岩石は甚くし風化を蒙り、厚い残積土を形成している。

Aquidabán ダム地点は、渇水期の川幅は約  $30\text{ m}$ 、平均水深約  $60\text{ cm}$  で、河床には玄武岩または輝緑岩の岩盤が露出している。河床の岩盤は堅硬なものと推定され、高さ  $14\text{ m}$  のコンクリートダムの建設は十分可能である。右岸は川岸から  $1:20$  程度のゆるい傾斜面をなし、表土に覆われており、この表土の厚さはかなり厚いものと推定されるが、表面の腐食土を除去すれば、この表土層はアースダムの基礎となり得るものと推定される。

左岸の水際は高さ  $2\text{ m}$  程度の崖であり、それから上は  $2:3$  程度のかなりの急斜面とな

っている。この斜面は表土で覆われているが、この表土の層は薄く、その下には堅硬な岩盤が存在すると考えられ、コンクリートダムおよび取水口の建設は十分可能である。導水路トンネルの通過する地山は熱帯性樹林に覆われ、その状態は明らかではないが踏査の結果では表土も薄く、その下に存在する基盤は良好なものと推定される。水槽の位置する付近は比較的急斜面をなし、岩盤の露頭もみられ水槽の建設は可能である。

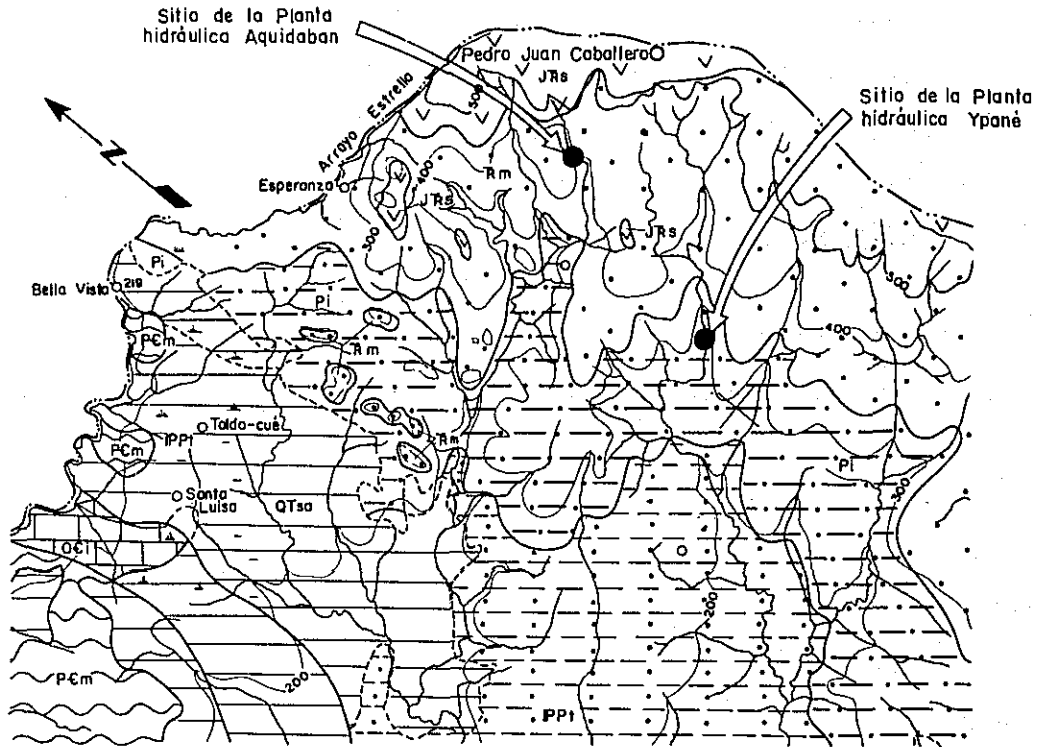
水圧鉄管の位置する付近は1：3程度の比較的ゆるい斜面をなし、地表部は表土に覆われているが、その厚さは2～3 m程度と推定される。発電所付近は川巾約20 mで、川は流速のおそい淵となっており、水深は渇水期においても3 m程度はあるものと推定される。発電所の位置する左岸は、川岸が高さ4 m程度の崖となっており、表土は厚さ2～3 m程度と推定される。

水圧鉄管および発電所の位置する付近は、地表の状態から判断し、両構造物の建設が可能な地質状態であると思われる。

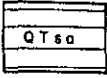


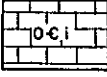

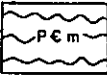
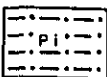
以上各地点の地質概要を記述したが詳細についてはボーリングあるいは壺堀り等によって調査する必要がある。



Fig. 5-2 Mapa geológico del lugar cercano al Proyecto Aquidabán



Leyenda

	<p>Pantano y aluvión Arcilla inconsolidada, sedimentación de barro y arena fina (CUATERNARIO)</p>		<p>Esquisto de barro colorado claro y conchillos compactos de color olivo (PERMIAN O PENNSYLVANIAN)</p>
	<p>Lava basáltica con unos cuantos estratos delgados de arenisco rojo y conchillos (JURASICO O TRIASICO)</p>		<p>Caliza y caliza lenta (CAMBRIAN O ORDVICION)</p>
	<p>Arenisca roja maciza con algo de conchillos rojos y esquisto de barro (TRIASICO)</p>		<p>Genis y esquisto (schist) (PRECAMBRIAN)</p>
	<p>Arenisca de estrolo cruzado con algo de conchillos y de esquisto de barro (PERMIAN)</p>	<p>( Este mapa geológico ha sido preparado en base al informe de "Department of the Interior US geological Survey" )</p>	

# 第6章 発生電力

## 第 6 章 発 生 電 力

### 6-1 開発規模の決定

Aquidabán 発電所の規模の決定にあたっては、Aquidabán 発電所だけの経済性から判断することを避け、Aquidabán 発電所と Diesel Plant の組合せで経済性を検討した。すなわち、同地点において予想される需要を満たす電力供給源として水力（Aquidabán 発電所）および火力（Diesel Plant）の両設備を考え、水力の発電規模を変化させ、需要を水力で満たす場合、需要を火力で満たす場合および需要を水火併用で満たす場合について検討を行った。

その結果、付録 A-1 に述べるように、まず Aquidabán 発電所を建設し、需要を水力で満たし、その後の増分需要に対しては Diesel Plant を建設するのが経済的であり、その場合の Aquidabán 発電所の設備は下記に示すものが最も経済的であるとの結論を得た。

満 水 位	6 3 2.0 m
利 用 水 深	0.6 m
基 準 取 水 位	6 3 1.7 m
放 水 位	5 9 5 m
総 落 差	3 6.5 m
損 失 落 差	4.2 m
有 効 落 差	3 2.5 m
水車および発電機総合効率	8 0 %
最大使用水量	1 1.0 m <sup>3</sup> /s
設 備 出 力	2,8 0 0 kW

### 6-2 発生電力量

このような規模の Aquidabán 発電所について、第 5 章で述べた 1963~1966 年の月平均流量を代表年月平均流量とし、需要の季節的変化等を考え、耐用年数 50 年間にわたって、各年の発生電力および発生電力量を計算する。

この場合、Aquidabán 発電所は第 3 章で述べたように運転開始後しばらくの間は供給力に余剰を生ずるのでこの影響を計算に織り込む。また、洪水時には同発電所に無効放流が生ずると考えられるが、この影響は本計算には織り込まない。

このようにして計算した結果を Table 6-3 に示す。

Table 6-1 月別利用可能水量

單位：m<sup>3</sup>/s-月

年 月	1963	1964	1965	1966	代表年
1	7.2	8.5	10.7	8.2	8.7
2	10.6	11.3	10.7	5.1	9.4
3	8.4	5.6	7.1	12.0	8.3
4	3.8	4.2	6.2	5.1	4.8
5	3.8	3.8	10.8	6.3	6.2
6	4.2	4.6	7.8	5.8	5.6
7	3.8	3.8	5.6	3.8	4.3
8	3.8	4.5	3.8	3.8	4.0
9	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8
10	3.8	4.5	13.8	10.7	8.2
11	12.3	9.4	6.3	4.6	8.2
12	5.0	11.2	13.1	10.5	10.0
計	70.5	75.2	99.8	79.7	81.5

Table 6-2 月別可能發電電力量

月	利用可能水量 (m <sup>3</sup> /s-月)	發電可能水量 (m <sup>3</sup> /s-月)	日可能發電量 (kwh)	月可能發電量 (10 <sup>3</sup> kwh)
1	8.7	8.7	53,100	1,646
2	9.4	9.4	57,300	1,604
3	8.3	8.3	50,600	1,569
4	4.8	4.8	29,300	879
5	6.2	6.2	37,700	1,172
6	5.6	5.6	34,200	1,026
7	4.3	4.3	26,200	812
8	4.0	4.0	24,400	756
9	3.8	3.8	23,200	696
10	8.2	8.2	50,000	1,550
11	8.2	8.2	50,000	1,500
12	10.0	10.0	61,000	1,891
計	81.5	81.5	-	15,101

Table 6-3 年別販売可能電力および販売可能電力量

年	発電電力 (kW) (発電端)	発電電力量 (kwh) (発電端)	販売可能電力 (kW) (需要端)	販売可能電力量(kwh) (需要端)
1972	820	2,129,000	710	1,850,000
73	975	2,546,000	850	2,210,000
74	1,075	2,833,000	940	2,460,000
75	1,180	3,151,000	1,030	2,740,000
76	1,360	3,604,000	1,180	3,140,000
77	1,473	4,210,000	1,280	3,660,000
78	1,651	4,950,000	1,440	4,310,000
79	1,737	5,519,000	1,510	4,800,000
80	1,874	6,202,000	1,630	5,230,000
81	1,986	6,836,000	1,730	5,940,000
82	2,097	7,518,000	1,820	6,530,000
83	2,250	8,333,000	1,960	7,240,000
84	2,395	9,240,000	2,080	8,030,000
85	2,587	10,137,000	2,250	8,820,000
86	2,763	11,244,000	2,400	9,780,000
87	2,800	12,013,000	2,440	10,450,000
88	↑	12,664,000	↑	11,000,000
89	↑	13,305,000	↑	11,560,000
90	↑	13,963,000	↑	12,130,000
91	↑	14,200,000	↑	12,330,000
92	↑	14,600,000	↑	12,700,000
93	↑	14,900,000	↑	12,950,000
94	↑	15,101,000	↑	13,130,000
2020	↓	↓	↓	↓
2021	2,800	15,101,000	2,440	13,130,000
平均	2,284	12,139,000	1,990	10,550,000

注：7月より翌年6月までの期間に発生する電力量を以って、その年の発電電力量とする。

Fig. 6-2 Producción de Energía Garantizada Mensualmente en la Planta Aquidabán

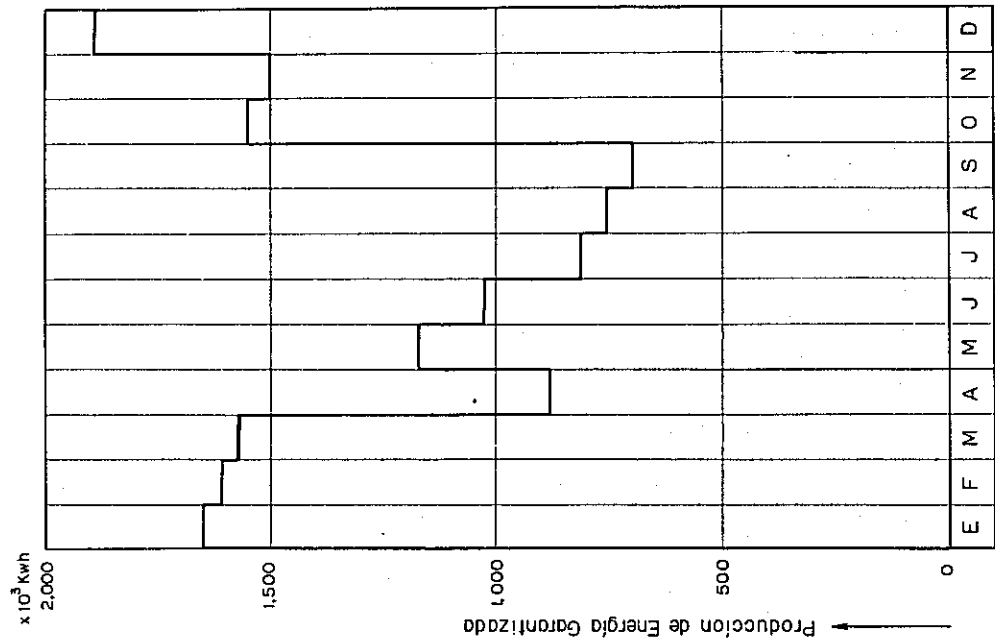
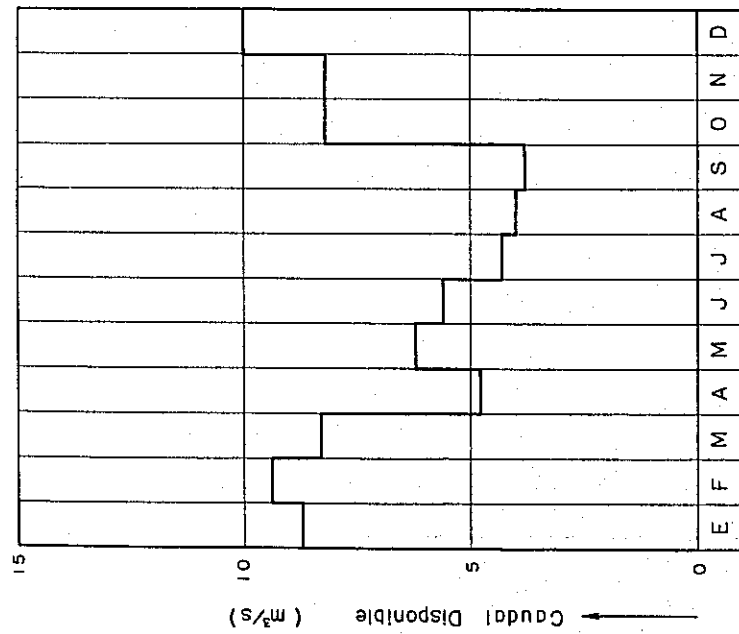


Fig. 6-1 Caudal Disponible en la Planta Aquidabán



# 第7章 予備設計

## 第7章 予 備 設 計

### 7-1 設 計

#### 7-1-1 土 木 構 造 物

Aquidabán 発電所の土木構造物は Aquidabán ダム, 取水口, 導水路トンネル, 調圧水槽, 水圧鉄管, 発電所からなる。

##### (1) Aquidabán ダム

Aquidabán ダムは Aquidabán 川が P.J. Caballero 市から約 20 km の位置で大きく蛇行を始める地点に設ける。ダムの型式は計画洪水量  $800\text{ m}^3/\text{s}$  を容易に流下せしめるため中央部を越流型重力式コンクリートダムとし, 右岸側には, ダム地点付近に土質材料が容易に得られること, および基礎の表土が厚いことから均一型アースダムを設ける。

左岸側には基礎の状態が良好であること, および堤体積が少量であることから非越流型重力式コンクリートダムを設ける。洪水吐容量は  $800\text{ m}^3/\text{s}$  としゲート 2 門を備える。

このうち 1 門は壅介流しのため上部に Flash board を備える。

なお上記の案の他にダムをすべてフィルタイプとし, 左岸地山上にシュート式洪水吐を設ける案もあるが, これらの両案の比較については今後詳細設計の段階で検討されるべきであろう。

##### (2) 取 水 口

取水口はダム上流 30 m の右岸に設け, 制水ゲート 1 門を備える。

##### (3) 導水路トンネル

導水路は内径 2.2 m 長さ 544 m のコンクリート襯工をほどこした圧力トンネルとする。

##### (4) 調 圧 水 槽

調圧水槽は内径 6 m, 高さ 17.5 m の円筒型とし, 発電所上方の地山内に設ける。

##### (5) 水 圧 鉄 管

水圧鉄管は内径 2.2 m ~ 1.8 m の露出型で条数は 1 本とし, 発電所直前において 2 本に (各々内径 1.1 m) に分岐する。

##### (6) 発 電 所

発電所は放水位, 地形, 地質状態から, 岩盤に基礎を置く地上式とする。

#### 7-1-2 水車および発電機

##### (1) 主 機 台 数

Aquidabán 発電所の設備出力 2,800 kW は需給 Balance 上, 1 期と 2 期に分けて設



けるのが有利であること、深夜部分負荷運転を行う場合に水車発電機の総合効率の点から2台案が有利であること、また主機が1台であれば、事故あるいは点検に際し系統への送電が停止することなどから1,400kW2台とする。

## (2) 水車型式

この発電所の有効落差32.5m、水車1台当りの最大使用水量5.5m<sup>3</sup>/sから最適の水車型式はフランシス型となる。

従って、保守運転なども考慮し、横軸のフランシス水車を採用する。

## 7-1-3 開閉所

開閉所は発電所に隣接する下流の左岸斜面を整地して設ける。引出し回線数は1回線とする。

## 7-1-4 送変配電設備

(1) Aquidabán 発電所から P.J. Caballero 市までの送電線については、送電々力、電圧降下、電力損失、建設費およびパラグアイ国の標準電圧からみて22.9kVを採用する。

なお使用導体については38mm<sup>2</sup>と22mm<sup>2</sup>の硬銅燃線が考慮されたが、Ypané 発電所が将来 Aquidabán 発電所母線に接続される可能性もあることを考慮し、38mm<sup>2</sup>を採用する。

送電線は経済的な見地から直接々地方式とし、絶縁設計は内部異常電圧として開閉サージを採り耐雷性を考慮した設計とする。また耐雷措置として避雷器および架空地線を設ける

送電線ルートはその大部分を P.J. Caballero 市と Concepción 市を結ぶ国道沿いに設置し、沿線負荷に対しては原則として22.9kV/220V 配電用変圧器を用いて低圧配電する。Fig 4-1は送電線ルート図を示す。

## (2) 変電所

P.J. Caballero 変電所は主変圧器、遮断器など屋外に設け、通常の屋外式とする。

## (3) 配電線

配電線は6.0kV 架空方式とし6.0kV/220V 配電用変圧器を柱上に設置する。配電は樹枝状とし一部故障時できるだけ健全線を利用して電力供給が出来るようループ箇所をもうけ必要な個所に避雷器を設ける。なおこれらの配電電圧は Ponta Porã 市の電圧と等しい。Table 7-1は配電設備の主な内容を示す。

Table 7-1 Amambay 地区送配電設備の主な内容

区 分	回線別	最大負荷 (kW)	延 長 (km)	220V 配 電線延長 (km)	配電用変圧器 合 計 容 量 (kVA)
60kV 配 電 線 (P.J.Caballero 市内)	No 1	390	9	10	600
	No 2	400	10	16	620
	No 3	400	7	14	620
	No 4	350	4	12	560
22.9kV 分岐線	—	770	14	8	1200
送 電 線	—	—	27	—	—

注： 1982年の値である。

7-1-5 通 信 設 備

短波無線電話設備を設けて電力設備の運転保守に用いる。固定局はAquidabán 発電所, P. J. Caballero 変電所, 本社事務所の3箇所とし, 移動局は保線車の1箇所とする。

7-1-6 主要諸元表

Aquidabán 計画の主要諸元は次のとおりである。

名 称	諸 元	
ダ ム	型 式	越流型重力式コンクリートダムおよびアースフィルダム の組み合わせ式
	天端標高	635.0 m
	堤頂長	コンクリート部分40.5 m アースフィル部分213.0 m
	高さ	14.0 m
	体積	コンクリート4,500 m <sup>3</sup> アースフィル2,700 m <sup>3</sup>
	計画洪水量	800 m <sup>3</sup> /s
導 水 路	総 長	544.0 m
	種 類	圧力トンネル
	内 径	2.2 m
	最大流量	11.0 m <sup>3</sup> /s
調 圧 水 槽	型 式	単動式円筒型
	寸 法	高17.5 m × 内径6.0 m

名 称	諸 元	
水 圧 鉄 管	種 類	溶接鉄管
	長 さ	分岐前 1 1 4 m 分岐後 2 0 m
	条 数	1
	内 径	分岐前 2.2 ~ 1.8 m 分岐後 1.1 m
調 整 池	有効容量	1 0 0,0 0 0 m <sup>3</sup>
	利用水深	0.6 m
発 電 所	型 式	地 上 式
建 物	型 式	Horizontal shaft, Single runner, Single discharge, Francis type water turbine
水 車	出 力	1,5 0 0 kW
	基準有効落差	3 2.5 m
	最大使用水量	5.5 m <sup>3</sup> /s
	回 転 数	5 1 4.3 r p m
	台 数	2
発 電 機	型 式	Three phase Synchronous Generatar, Horizontal shaft, Rotaing field Open type
	容 量	1,7 0 0 kVA
	電 圧	3.3 kV
	周 波 数	6 0 %
	台 数	2
屋 外 開 閉 所 主要変圧器	型 式	3 相油入自冷式
	出 力	3,4 0 0 kVA
	電 圧	3.3 / 2 2.9 kV
	台 数	1 台
敷 地	敷 地 面 積	4 0 0 m <sup>2</sup>
送 電 線	区 間	Aquidaban 発電所 - P.J. Caballero 変電所 間および分岐線
	延 長	4 1 km ( 幹 線 2 7 km 支 線 1 4 km )
	方 式	3 相方式

名 称	諸 元	
	電 圧	2 2.9 kV
	回 線 数	1 回線
	電 線	3 8 mm <sup>2</sup> , 2 2 mm <sup>2</sup> 裸硬銅撚線
	が い し	2 5 0 mm 懸垂がいし 2 2.9 kV 用支持がいし
	支 持 物	木 柱
P.J. Caballero 変電所		
建 物	敷地面積	3 4 0 m <sup>2</sup>
変 圧 器	形 式	屋外式, 油入自冷式
	相 数	3 相
	容 量	1,5 0 0 kVA
	電 圧	2 2.9 / 6.0 kV
	台 数	1 台 1 台 ( 1 9 7 7 年に増設 )
配 電 線	区 間	P.J. Caballero 変電所 - 各負荷間
	延 長	3 0 km
	電 圧	6.0 kV
	回 線 数	4 回線
	電 線	2 2 mm <sup>2</sup> 裸硬銅撚線
	が い し	6.0 kV 用ピンがいし, 耐張がいし, 引止がいし
	支 持 物	木 柱
通 信 設 備	種 類	短波無線電話
	端 局	固定局 Aquidabán 発電所 P.J. Caballero 変電所 本社事務所 移動局 保線車

## 7-2 工程および施工方法

### 7-2-1 工 程

Aquidabán 発電所の建設は1972年半ばに運転を開始するためFig 7-1に示すような工程表に従って行う。すなわち本工事着工は1970年7月とする。

### 7-2-2 施 工 方 法

#### (1) 輸送ルート

P.J. Caballero 市からダムサイト近傍まではP.J. Caballero 市と Concepción 市を結ぶ道路およびこれから分岐してダムサイト方面へ向う農道によってある程度接近することができるが、ダムサイトに近づくにつれこの道路は巾員も狭く、曲折も激しく勾配の急な箇所もあるので、工事実施にあたっては、この農道の末端部分数 km を拡巾修理する必要がある。

さらにこの道路終端からダム地点までの約 2 km の区間には現在道路はなく工事実施にあたってはこの部分に工事用道路約 2 km を新設する必要がある。Aquidabán 発電所建設にあたっては、工事用資材、機械類はすべて P.J. Caballero 市から上記の道路によってトラック輸送する。

#### (2) 労務者および資材の調達

工事用労務者はパラグアイ国より雇傭する。セメント、木材等の資材は、パラグアイ国内より調達し、鉄筋その他の鋼材、火薬などの資材、水圧鉄管、水車、発電機、変圧器、電線、がいし等は輸入する。

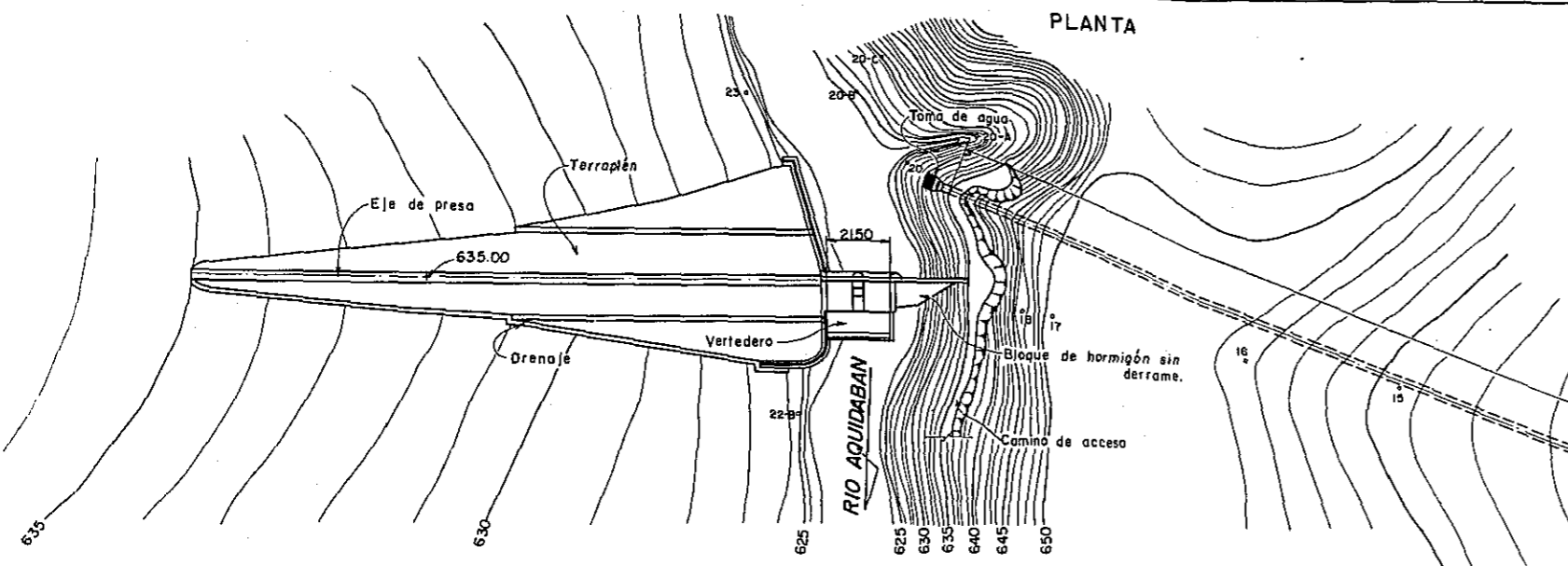
工事用電力は小型 Diesel Plant により電力を供給する。

#### (3) 施 工 方 法

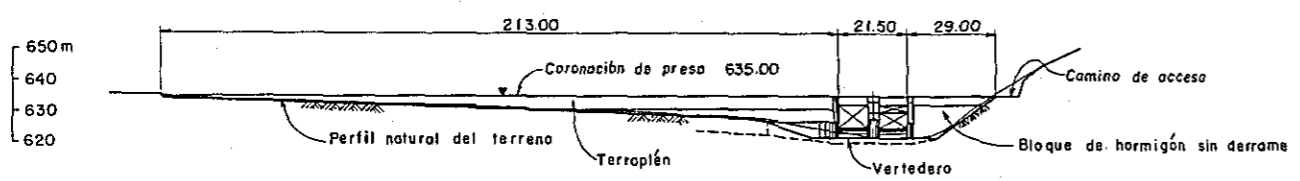
本計画の施工方法は工事の種類および規模からみて特に問題とする事はないと考えられる。



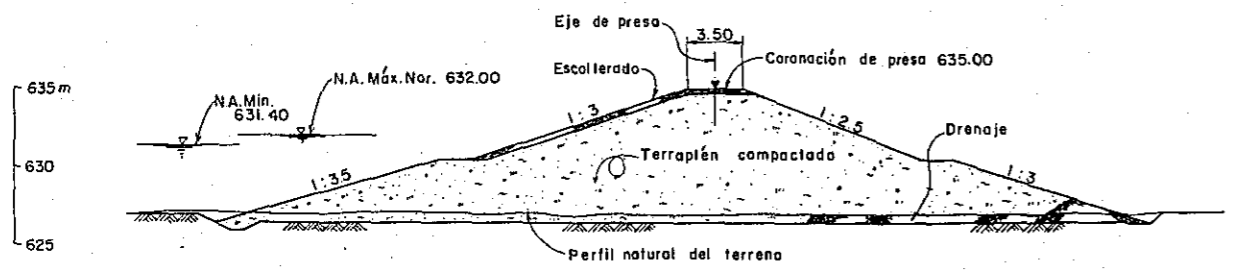
PLANTA



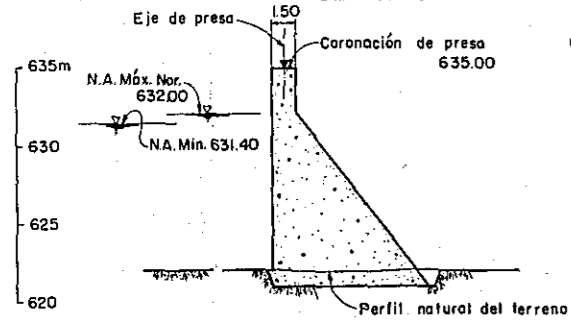
ELEVACION VISTA DESDE AGUA BAJO



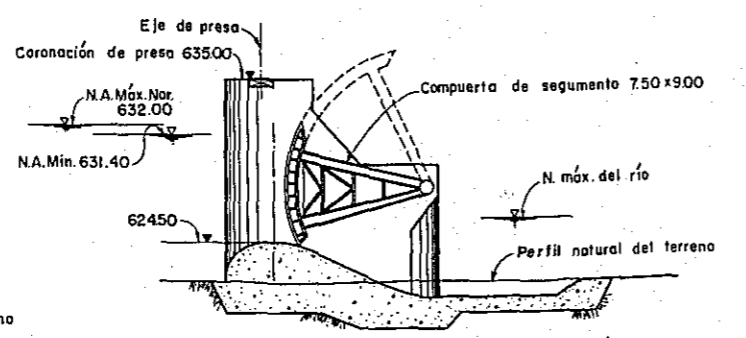
SECCION TIPICA DE TERRAPLEN



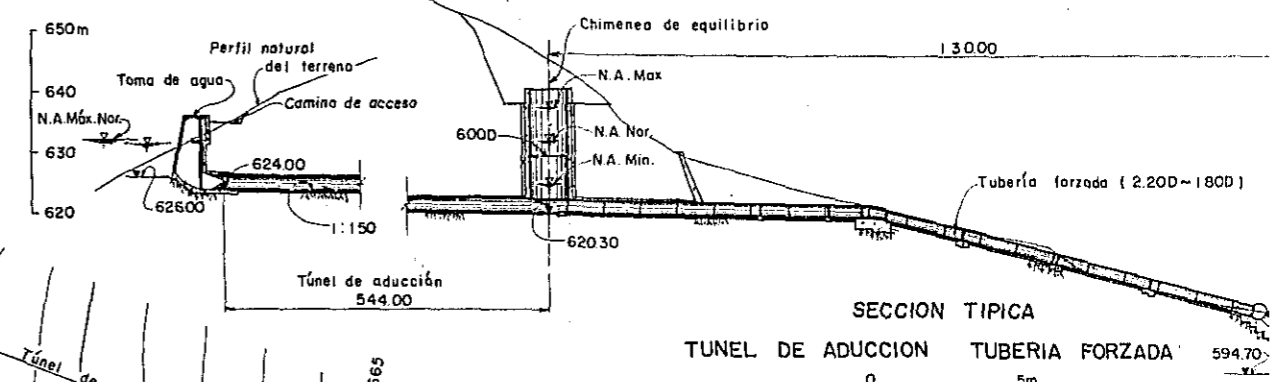
SECCION TIPICA DE BLOQUE DE HORMIGON SIN DERRAME



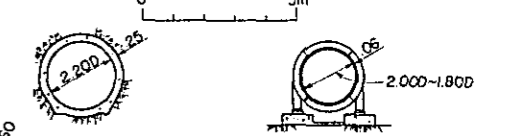
SECCION DE REBOSADERO



PERFIL

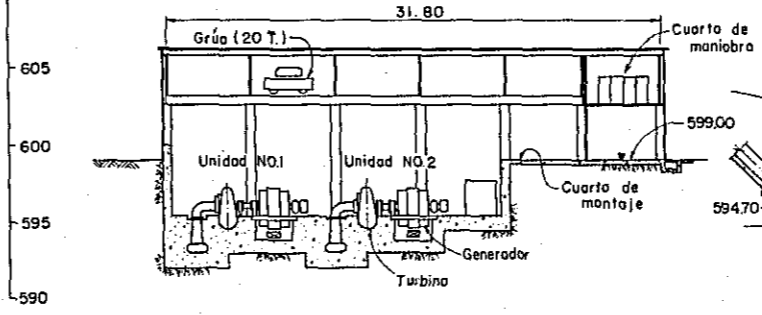


SECCION TIPICA TUNEL DE ADUCCION TUBERIA FORZADA

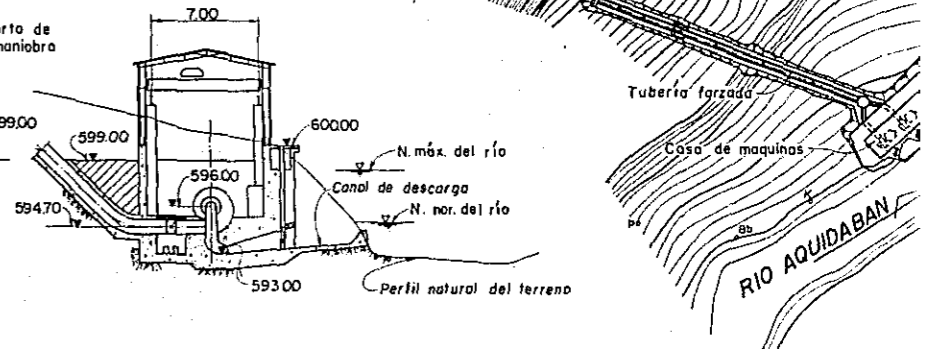


CASA DE MAQUINAS

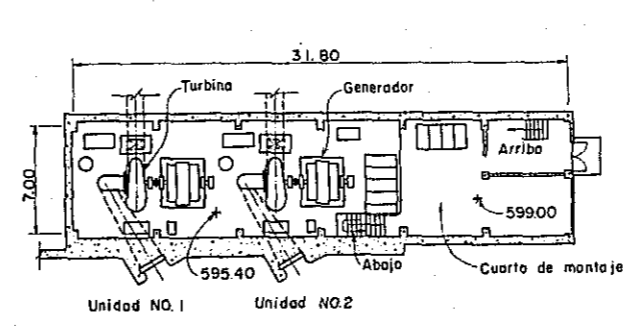
SECCION LONGITUDINAL



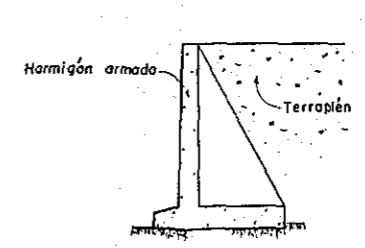
SECCION TRANSVERSAL



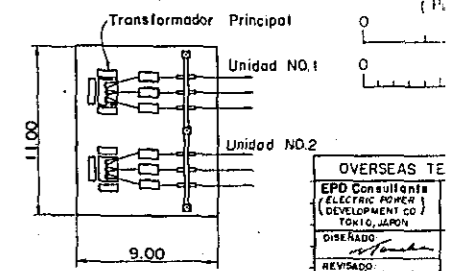
SECCION HORIZONTAL Nivel : 599.00



SECCION TIPICA DE MURO DE RETENCION

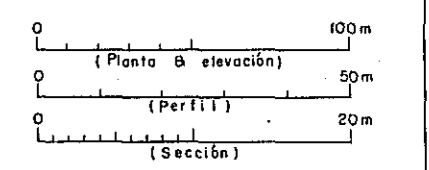
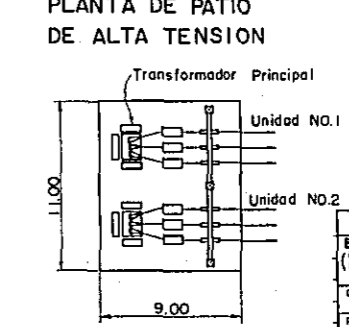
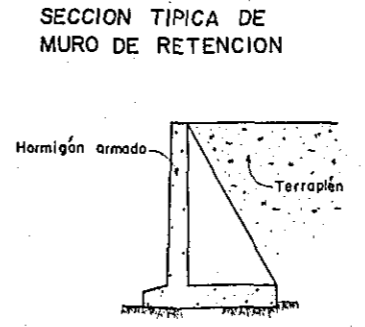
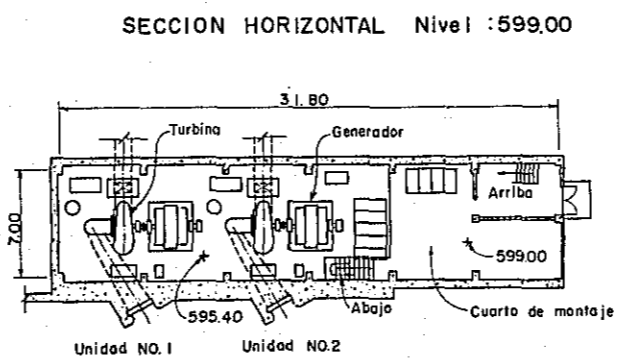
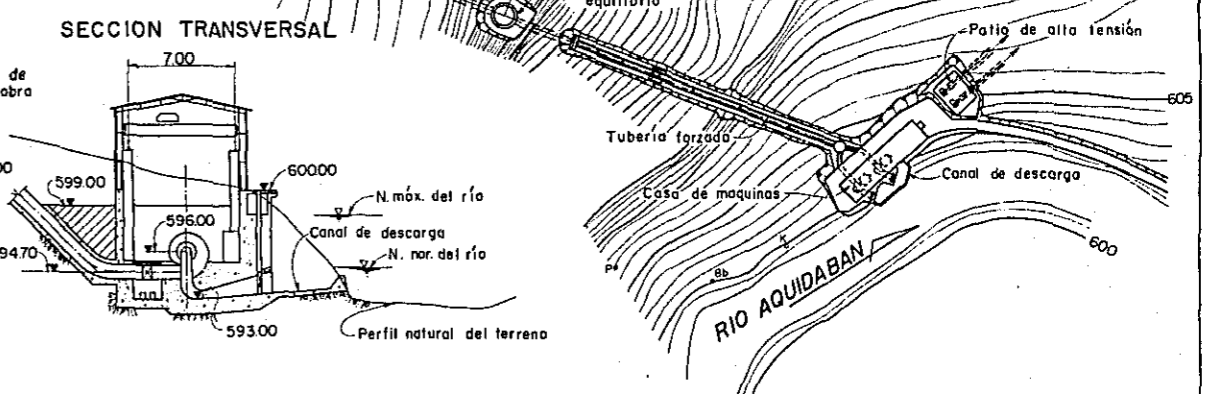
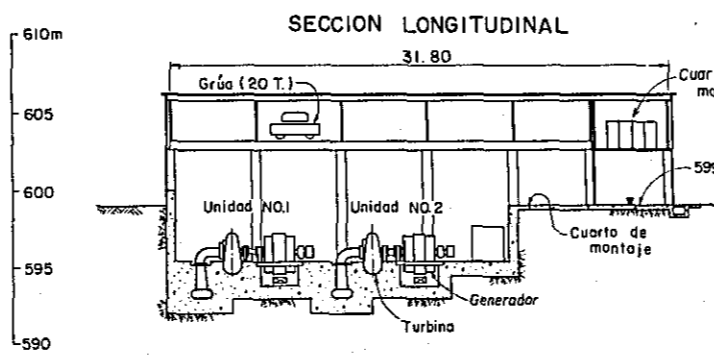
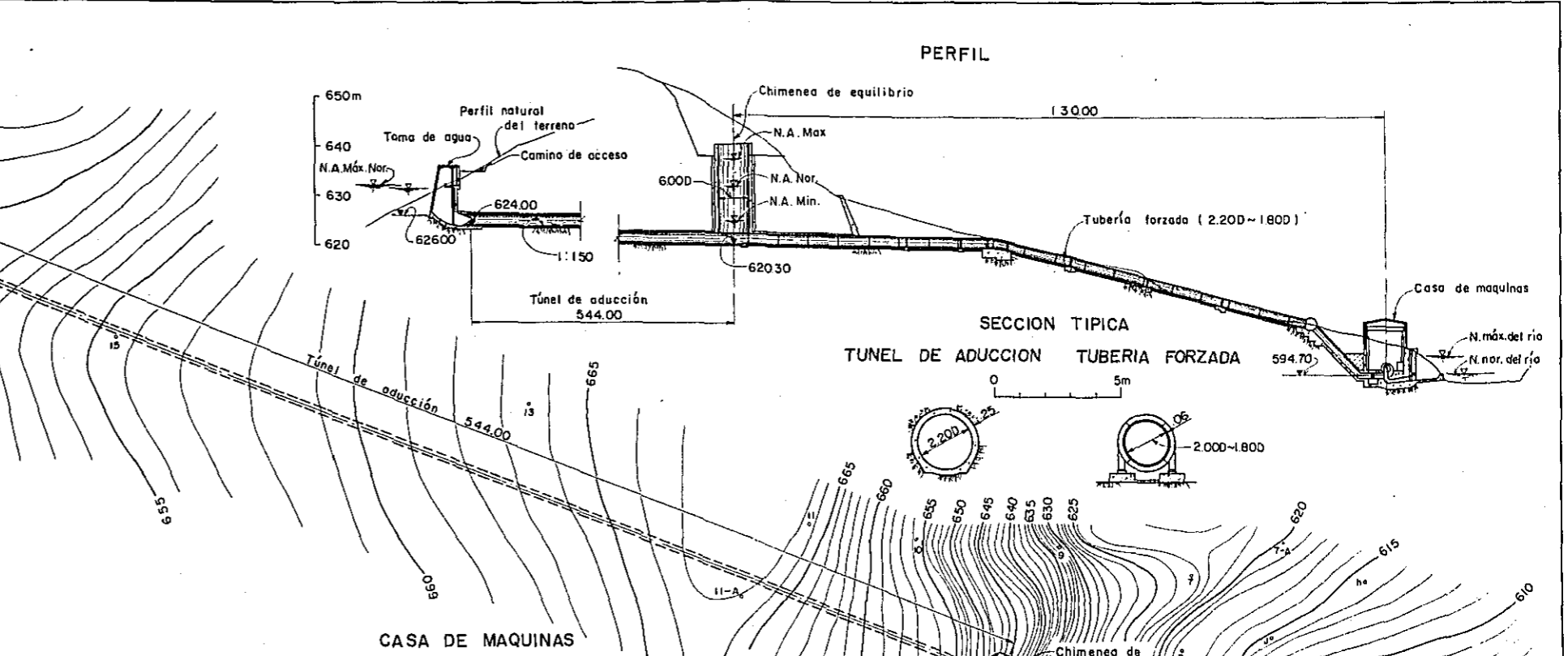
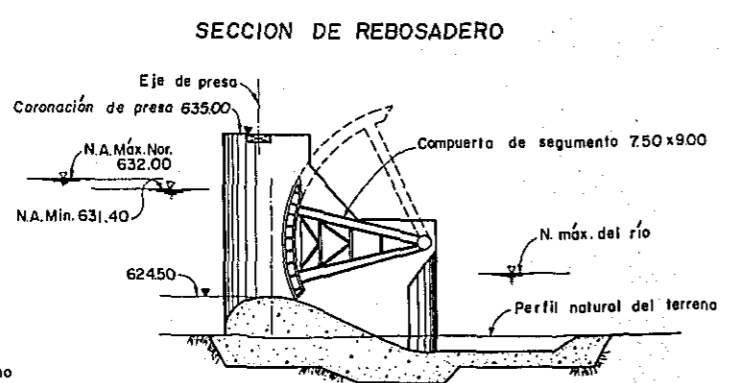
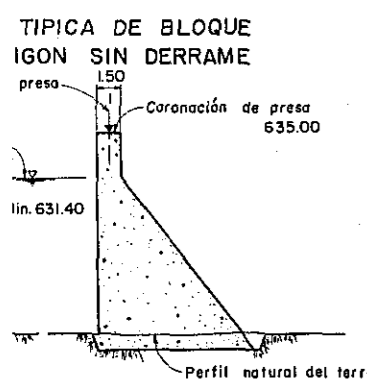
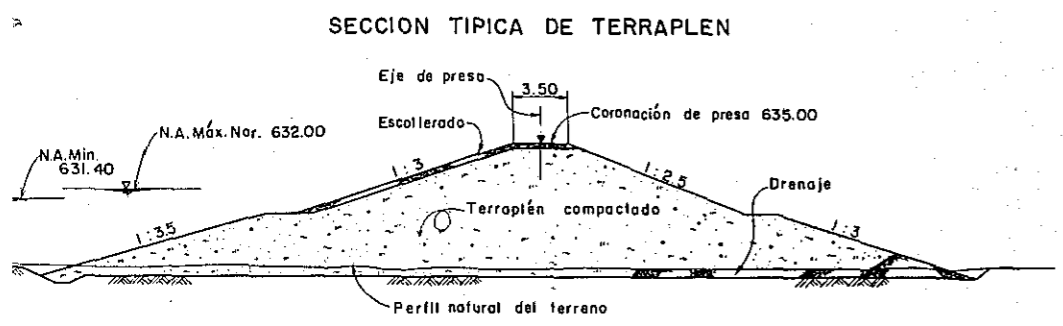
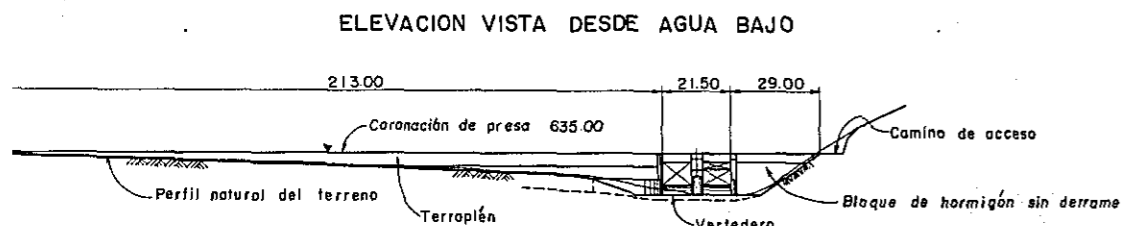
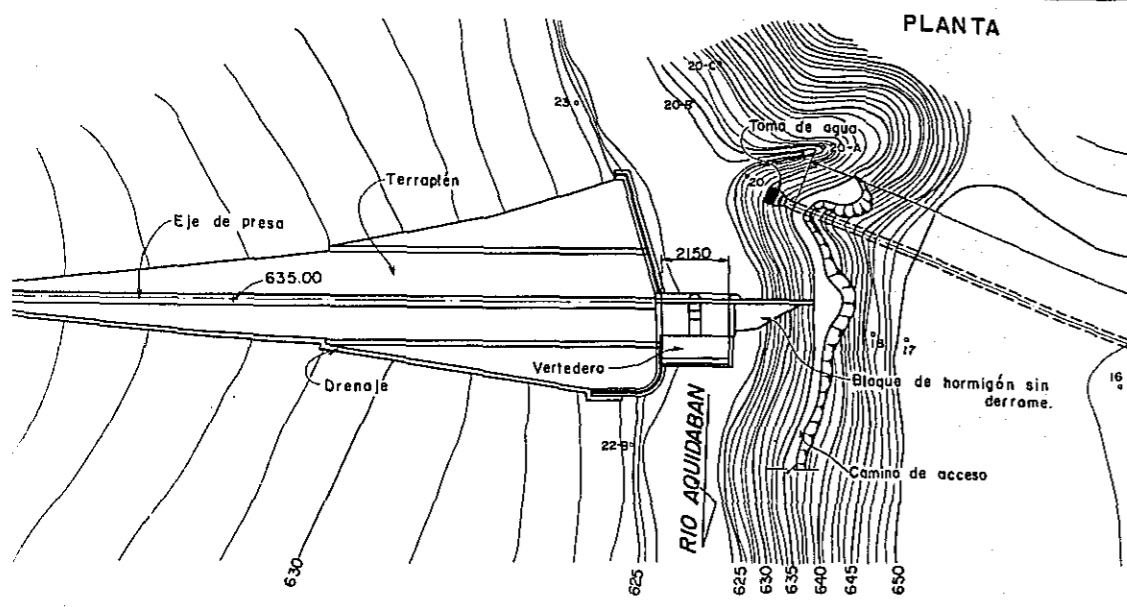


PLANTA DE PATIO DE ALTA TENSION



REVISION	FECHA	DESCRIPCION	POR

OVERSEAS TE  
 EPD Consultants  
 (ELECTRIC POWER)  
 DEVELOPMENT CO.  
 TOKYO, JAPAN  
 DISEÑADO: [Signature]  
 REVISADO: [Signature]  
 SOMETIDO: [Signature]  
 RECOMENDADO: [Signature]  
 APROBADO: [Signature]  
 D.R. Asao  
 DIR. TÉCNICO EPDC  
 FECHA: mayo 11 1968

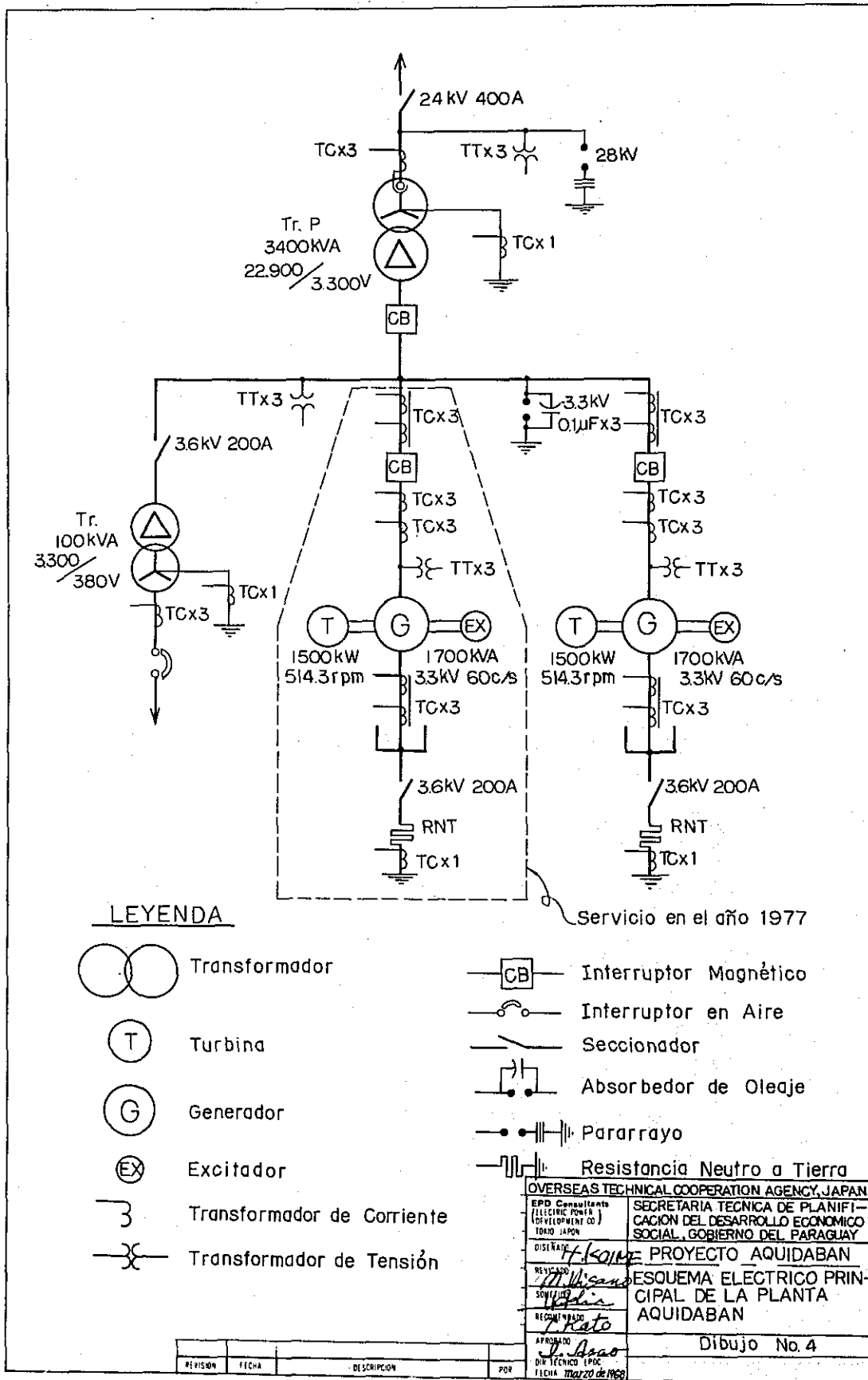


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY JAPAN				
EPD Consultants (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL GOBIERNO DEL PARAGUAY			
DISEÑADO: <i>[Signature]</i>	PROYECTO AQUIDABAN			
REVISADO: <i>[Signature]</i>	PRESA, TUNEL DE ADUCCION & CASA DE MAQUINAS PLANTA, PERFIL & SECCION			
SOMETIDO: <i>[Signature]</i>				
RECOMENDADO: <i>[Signature]</i>				
APROBADO: <i>[Signature]</i>				
REVISION	FECHA	DESCRIPCION	POR	Dibujo No. 2









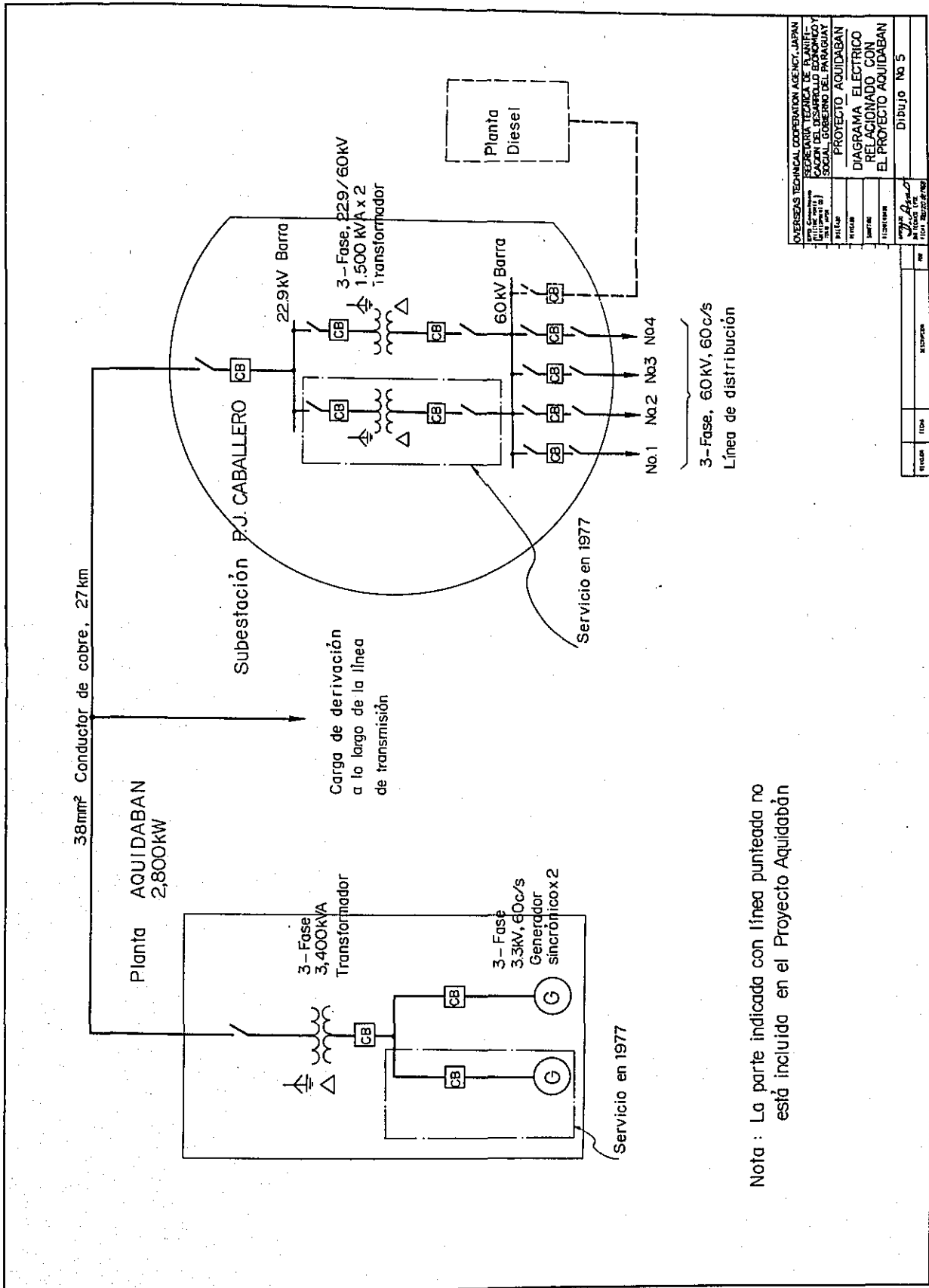
**LEYENDA**

- Transformador
- Interruptor Magnético
- Turbina
- Interruptor en Aire
- Generador
- Seccionador
- Excitador
- Absorbedor de Oleaje
- Transformador de Corriente
- Transformador de Tensión
- Pararrayo
- Resistancia Neutro a Tierra

Servicio en el año 1977

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
EPD Consultants (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL, GOBIERNO DEL PARAGUAY
DISEÑADO <i>H. Kojima</i>	PROYECTO AQUIDABAN
REVISADO <i>M. Misano</i>	ESQUEMA ELECTRICO PRINCIPAL DE LA PLANTA AQUIDABAN
SOPALADO <i>M. Misano</i>	
RECOMENDADO <i>T. Rato</i>	
APROBADO <i>L. Arzo</i>	Dibujo No. 4
DIR TECNICO EPDC FECHA <i>marzo de 1968</i>	

REVISION	FECHA	DESCRIPCION	POR



Nota : La parte indicada con línea punteada no está incluida en el Proyecto Aquidabán

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL, GOBIERNO DEL PANGLOSS	
PROYECTO AQUIDABAN	
DIAGRAMA ELECTRICO RELACIONADO CON EL PROYECTO AQUIDABAN	
Dibujo No 5	

Escalera	100	100	100	100
100	100	100	100	100

# 第 8 章 工 事 費

## 第8章 工事費

### 8-1 基本条件

本計画の工事費を積算するにあたり、次の事項を基本条件とした。

- (1) 工事費積算範囲は、Aquidabán発電所、Aquidabán発電所～P.J.Caballero変電所間の送電線、P.J.Caballero変電所、P.J.Caballero市内およびその国辺への配電線とする。
- (2) 工事費算定に用いる単価は1967年のAcaray発電所工事およびパラグアイ国内の他工事等における単価を参照しTable 8-1に示すように見積る。
- (3) 工事数量は本報告書に添付する予備設計図によって算定する。
- (4) 工事費は現地通貨分と外貨分に分ける。現地通貨分には、国内労務者の賃金およびセメント、木材など国内で調達し得る建設資材費および国内輸送費などとし、これら以外はすべて外貨分とする。
- (5) 工事は請負方式により行い、また設計施工監督はConsulting Engineerが行うものとして見積る。
- (6) ゲート、水圧鉄管、水車発電機、電線、がいし、変圧器等は運搬据付工事と材料製作に要する費用を分けて計上する。
- (7) アクセス道路、建物、備品、諸車など工事遂行のために必要な諸経費をアクセス道路その他として計上する。
- (8) 予備費としては土木および鉄構類工事に対し、約15%、電気機器工事に対して約5%、送配電線および変電所工事に対して約10%を見込む。
- (9) 建設中利息としては年利子率6.5%を見込む。
- (10) 水車発電機等の輸入機器に対しては輸入税が免除されるものとする。

### 8-2 工事費総括表

Aquidabán計画の総工事費は\$295,900,000であり、その概略内記はTable 8-2に示すとおりである。

Table 8-1 工事費単価

工事種別又は材料	単位	単価(円)	備考
マスコンクリート	m <sup>3</sup>	8,600	
無筋コンクリート	"	4,500	
鉄筋 "	"	6,000	ピヤ, ウオール, スラブ等
巻立コンクリート	"	5,300	
立坑コンクリート	"	5,300	
表土はぎ	m <sup>3</sup>	50	
堀削(土)	m <sup>3</sup>	120	
" (岩)	"	500	
トンネル堀削	"	3,300	
立坑堀削	"	3,300	
リップラップ	m <sup>2</sup>	200	
アース盛立	m <sup>3</sup>	230	
ゲート	t	86,000	} FOB価格
ペンストック	"	52,000	
スクリーン	"	35,000	
セメント	"	7,000	
鉄筋	"	30,000	
木柱(14m)	本	6,700	
(10m)	本	2,300	
38mm <sup>2</sup> 裸硬銅燃線	km	58,000	
22mm <sup>2</sup> " "	km	34,000	
14mm <sup>2</sup> " "	km	22,000	
250mm懸垂がいし	個	300	
2.9KV用支持がいし	個	1,100	
6.0KV用ピンがいし	個	80	
6.0KV用耐張がいし	個	160	
6.0KV用引止がいし	個	120	
配電用変圧器 5kVA	台	13,000	6.0KV/220V-3φ
" 10kVA	台	18,000	" } FOB価格
" 10kVA	台	55,000	2.29KV/220V-3φ
" 15kVA	台	22,000	6.0KV/220V-3φ
" 20kVA	台	26,000	"
" 20kVA	台	75,000	2.29KV/220V-3φ
" 30kVA	台	33,000	6.0KV/220V-3φ
" 30kVA	台	93,000	2.29KV/220V-3φ

Table 8-2 工事費総括表 (その一)

単位: 10<sup>3</sup>円

項目	1970			1971			1972			一期工事合計			配電線拡張工事 (1973~1975)		
	内	外	計	内	外	計	内	外	計	内	外	計	内	外	計
ア クセス 道路 他	9,000	1,000	10,000	-	-	-	-	-	-	9,000	1,000	10,000	-	-	-
土木工事及び機械器具															
土木工事	3,572	2,499	6,071	30,292	15,944	46,236	5,484	2,209	7,693	39,848	20,652	60,500	-	-	-
ゲート、ベント、バック掘付	-	-	-	270	150	420	880	1,200	2,080	1,150	1,350	2,500	-	-	-
発電所機械器具	-	-	-	150	300	450	950	2,700	3,650	1,100	3,000	4,100	-	-	-
送変配電器具	-	-	-	3,400	1,420	4,820	470	1,000	570	8,100	2,420	10,520	990	200	1,190
小計	3,572	2,499	6,071	34,112	17,814	51,926	12,014	7,109	19,123	49,698	27,422	77,120	990	200	1,190
機械材料費															
ゲート、ベント、バック	-	926	926	-	9616	9616	-	10,58	10,58	-	11,500	11,500	-	-	-
発電所機械器具	-	2,890	2,890	-	23,890	23,890	-	4,320	4,320	-	31,100	31,100	-	-	-
送変配電器具	-	4,270	4,270	4,000	37,190	41,190	3,190	4,270	7,460	7,190	45,730	52,920	370	584	6,010
小計	-	8,075	8,075	4,000	70,696	74,696	3,190	9,648	12,838	7,190	88,430	95,620	370	584	6,010
設計監理及び管理費	1,400	520	6,500	2,900	4,600	7,500	2,000	3,300	5,300	6,800	13,100	19,400	800	-	800
予備費															
土木工事及びゲート、ベント、バック	540	510	1,050	4,570	3,850	8,420	890	650	1,540	6,000	5,010	11,010	-	-	-
発電所機械器具	-	1,45	1,45	10	1,220	1,230	50	850	400	60	1,715	1,775	-	-	-
送変配電器具	-	427	427	740	3,861	4,601	789	527	1,316	1,529	4,815	6,344	216	584	800
小計	540	1,082	1,622	5,320	8,931	14,251	1,729	1,527	3,256	7,589	11,540	19,129	216	584	800
建設中利息	1,775	2,011	3,786	2,700	6,050	8,750	272	929	599	4,747	3,984	13,131	77	223	300
合計	16,287	19,878	36,165	49,032	108,091	167,123	19,205	21,907	41,112	84,524	149,876	234,400	2,453	6647	9,100

項目	土木工事及び機械器具	機械材料費	設計監理及び管理費	予備費	建設中利息	その他	合計
一期工事	6,250	11,600	7,270	11,010	6,468	4,552	108,400
配電線拡張工事(1973~1975)	4,100	31,100	4,860	1,775	2,404	1,861	46,100
送変配電器具	1,052	5,292	7,270	6,344	4,259	3,587	84,900
小計	7,712	9,562	19,400	19,129	13,131	10,000	234,400
配電線拡張工事(1978~1975)	1,190	6,010	800	800	300	-	9,100
送変配電器具	1,560	2,070	1,740	1,110	1,460	700	27,270
送変配電器具	1,920	6,980	1,160	890	540	800	11,790
小計	3,480	27,680	2,900	2,000	2,000	1,000	39,060
配電線拡張工事(1978~1982)	1,700	10,050	-	1,175	415	-	13,340
送変配電器具	8,490	19,936	2,810	23,104	15,846	11,000	295,900



工事費総括表 (その2)

単位: 10<sup>3</sup>円

項目	1976			1977			二期工事合計			配電線拡張工事 (1978~1982)			合計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
ア クセス道路他	1000	-	1000	-	-	-	1000	-	1000	-	-	-	10000	-	11000
土木工事及び機械据付															
土 木 工 事	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39348	20652	60000
ゲート、ペンストック据付	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1150	1350	2500
発電所機械設備据付	260	100	360	300	900	1200	560	1000	1560	-	-	-	1660	4000	5660
送変配電設備据付	700	330	1030	490	400	890	1190	730	1920	1700	-	1700	11980	3350	15330
小 計	960	430	1390	790	1300	2090	1750	1730	3480	1700	-	1700	54138	29252	83390
機械材料費															
ゲート、ペンストック	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11500
発電所機械設備	-	18530	18530	-	2170	2170	-	20700	20700	-	-	-	-	-	51300
送変配電設備	120	4510	4630	190	2160	2350	310	6570	6980	630	9420	10050	8500	67460	75960
小 計	120	23040	23160	190	4330	4520	810	27370	27580	630	9420	10680	8500	130860	189350
設計監督及び管理費	100	1400	1500	700	700	1400	800	2100	2900	-	-	-	-	7900	28100
予 備 費															
土木工費及びゲート、ペンストック	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5000
発電所機械設備	15	980	995	15	150	165	80	1080	1110	-	-	-	90	2795	2895
送変配電設備	82	484	566	68	256	324	150	740	890	238	942	1175	2128	7081	9209
小 計	97	1414	1511	83	406	489	180	1820	2000	288	942	1175	8218	14886	23104
雑費中利益	160	1700	1860	30	110	140	190	1810	2000	80	385	415	5094	10752	15846
合 計	2487	27984	30471	1798	6846	8644	4230	34330	39060	2643	10697	13340	93350	202050	295900

## 第9章 經濟評估

## 第 9 章 経 済 評 価

Aquidabán 発電所の経済評価は発電原価および便益－費用比の両面から行う。

第 8 章で述べた工事費をもとに，Aquidabán 発電所の耐用年数 50 年（但し水車発電機の耐用年数は 35 年），送変配電設備の耐用年数を 50 年，年利子率 6.5 % として各年の金利及び償却を求めるとその値は  $\$ 19,320,000$  となる。また Aquidabán 発電所の運転維持費（人件費，修繕費，管理費）を毎年  $\$ 7,000,000$  と見積れば，同発電所の年経費は  $\$ 26,320,000$  となる。この値と，第 6 章で述べた Aquidabán 発電所の販売可能電力量をもとに，耐用年数 50 年間にわたる同発電所の平準発電原価を求めるとその値は需用端で  $3.4 \text{ \$/kWh}$  となる。一方 Aquidabán 発電所と代替されると考えられる Diesel Plant（年間発生電力量  $14,600,000 \text{ kWh}$ ）について，耐用年数 15 年，年利子率 6.5 % とし，配電設備は水力と同じとして各年の金利及び償却を求めるとその値は  $\$ 12,520,000$  となる。また同 Plant の運転維持費を毎年  $\$ 8,500,000$ ，燃料費を毎年  $\$ 48,600,000$  と見積れば，年間経費は  $\$ 69,620,000$  となる。したがって同 Plant の需要端の発電原価は  $5.3 \text{ \$/kWh}$  となり，Aquidabán 発電所の発電原価は代替 Diesel Plant のそれより経済的となる。

また前記 Diesel Plant の kWh 当りの固定費，kWh 当りの可変費を Aquidabán 発電所の kWh および kWh 便益単価として同発電所の年間便益を求めるとその値は  $\$ 39,500,000$  となり，この値と Aquidabán 発電所の前記年間経費から便益－費用比を求めるとその値は 1.58 となる。

このようにいずれの指標からみても Aquidabán 発電所は代替 Diesel Plant よりも経済的である。

（以上の詳細については付録 A - 2，「Aquidabán 発電所の経済評価」に述べるとおりである。）

# 第10章 資金計画

## 第10章 資 金 計 画

### 10-1 所 要 資 金

本計画の総工事費は第8章で述べたように $\text{₱} 295,900,000$ であり、その年度別内訳はTable 8-2に示すとおりである。

### 10-2 資 金 調 達

本計画の実施にあたって必要な所要資金はその50%を自己資金によるものとし、残りの50%を借入金によって充当するものとする。借入金に対しては国際金融機関並みの次のような条件を考える。

年利子率：6.5%

償還方法：据置き期間5年、その後元利均等償還

償還期限：据置き期間5年を含み20年

### 10-3 資 金 返 済 能 力

第3章で述べた如き主要都市の電気料金の現状から判断し最も安い現行電気料金を下廻る $4.5 \text{ ₱/kWh}$ で需要家に売電するとして、本計画の毎年の電気料金収入を算定するとTable 10-1のとおりとなる。

Aquidabán発電所および送配変電設備の保守運転費を当初10年間 $4,000,000 \text{ ₱/年}$ 、11年以降 $6,000,000 \text{ ₱/年}$ として各年の収入から各年の保守運転費、管理費、減価償却費、支払利息を差し引くと各年のNet incomeはTable 10-1のとおりとなる。

資金の返済に充当される源資は経常収支におけるNet incomeおよび減価償却費である。

10-2で述べた借入条件にもとずいて各年の資金返済額を算定し、これと各年の返済源資を対比すればTable 10-3のとおりであり本計画は資金計画面からみても成立する。

Table 10-1 Statement of income

單位：10<sup>3</sup> 元

項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
收入	1850	2210	2460	2740	3140	3560	4310	4800	5230	5940	6530	7240	8030	8820	9780	10450	11000	11560	12130	12330
A 電料利息收入(10%)	820	950	1110	1230	1410	1640	1940	2160	2350	2670	2940	3260	3620	3970	4400	4700	4950	5200	5450	5550
費用	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
B 稅	5086	5147	5208	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269	5269
小計	10086	10147	10208	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269	10269
C Operating Income(A-B)	Δ1766	Δ197	892	2031	3831	3044	5941	8088	10035	13082	18729	16929	20529	24029	28229	31329	33829	36329	38829	39829
D 支私利息	-	-	-	-	-	12100	11650	11150	10650	10100	9530	8840	8100	7300	6450	5500	4500	3500	2410	1305
E Net Income (C-D)	Δ1766	Δ197	892	2031	3831	Δ9056	Δ5709	Δ8062	Δ615	2882	4199	8089	12429	16729	21879	25769	29229	32749	36519	38524

Table 10-2 資金返濟計畫表

單位：10<sup>3</sup> 元

項 目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
投入額	234400	3030	3030	3040	-	85060	2670	2670	2670	2670	2670	-	-	-	-	-	-	-	-	-
借入金類	117200	1515	1515	1520	-	19530	1335	1335	1335	1335	1335	-	-	-	-	-	-	-	-	-
資金利息	7630	8210	8840	9890	10150	12100	11650	11150	10650	10100	9530	8840	8100	7300	6450	5500	4500	3580	2410	1305
元本返濟	-	-	-	-	-	8300	8750	9250	9750	10200	10870	11560	12300	13100	13950	14840	15800	16820	17990	19095
元利合計	-	-	-	-	-	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400	20400
殘存	124830	134555	144910	156320	166470	177700	170285	162370	153955	144990	135455	123895	111595	98495	84545	69705	53905	37085	19095	0

Table 10-3 Statement of Cash Flow

單位：10<sup>3</sup> 元

項 目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Cash from Income	3820	4950	6100	7300	9100	Δ650	2750	5450	7950	11600	12870	16760	21100	25400	30550	34440	37900	41420	45190	47195
Net Income	Δ1766	Δ197	892	2031	3831	Δ9056	Δ5709	Δ3062	Δ615	2982	4199	8089	12429	16729	21879	25769	29229	32749	36519	38524
Depreciation	5086	5147	5208	5269	5269	8406	8459	8512	8565	8618	8671	8671	8671	8671	8671	8671	8671	8671	8671	8671
償還價值	-	-	-	-	-	8300	8750	9250	9750	10200	10870	11560	12300	13100	13950	14840	15800	16820	17990	19095
Net Cash Provided	3820	4950	6100	7300	9100	Δ8950	Δ6000	Δ3800	Δ1800	1200	2000	5200	8800	12900	16600	19600	22100	24600	27300	28100

Table 10-4 Depreciation

単位: 10<sup>3</sup> 円

項 目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
設備金額												
土木工事及び送配電設備	188,300	-	-	-	-	11,790	-	-	-	-	-	-
発電所機械設備	46,100	-	-	-	-	27,270	-	-	-	-	-	-
配電線拡張工事	-	3,030	3,030	3,040	-	-	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	-
計	234,400	3,030	3,030	3,040	-	39,060	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	-
設備償却費												
土木工事及び送配電設備	3,766	3,766	3,766	3,766	3,766	6,124	6,124	6,124	6,124	6,124	6,124	6,124
発電所機械設備	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	2,099	2,099	2,099	2,099	2,099	2,099	2,099
配電線拡張工事	-	61	122	183	183	183	236	289	342	395	448	448
計	5,086	5,147	5,208	5,269	5,269	8,406	8,459	8,512	8,565	8,618	8,671	8,671

# 付 録



## A-1 開発規模の決定

### A-1-1 開発規模決定のための基本条件

Aquidabán 発電所の規模決定のための基本条件として下記事項を考える。

- (1) 電力供給地域は P. J. Caballero 市およびその周辺とする。
- (2) Aquidabán 発電所の規模決定にあたっては、Aquidabán 発電所単独の経済性だけから判断することを避け Diesel Plant との組み合わせで経済性を検討する。
- (3) Aquidabán 発電所をダム地点の地形上許される限りの大きさに開発した場合 (A<sub>1</sub> 案と呼ぶ) の設備 kW およびそれに見合う kWh を所要 kW および所要 kWh と呼ぶ。
- (4) 前記の所要 kW および所要 kWh に対し、規模の相異なる 6 つの Aquidabán 発電所とこれに併用される Diesel Plant の組み合わせ 6 つ (A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 案) を考え、これに A<sub>1</sub> を含めた 7 つの案について便益-費用比および発電原価の両面から最も経済的な案を求め、この案における Aquidabán 発電所の規模をもって同発電所の最適規模とする。
- (5) 組み合わせ案の便益-費用比は、

$$\frac{\text{水力の便益}(B) + \text{火力の便益(費用)}(Bo)}{\text{水力の費用}(Q) + \text{火力の費用}(Bo)}$$

とし、発電原価は

$$\frac{\text{水力の費用}(Q) + \text{火力の費用}(Bo)}{\text{所要 kWh}}$$

とする。

- (6) 水力の費用は水力発電所の耐用年数 50 年、残存価値零、年利子率 6.5 % として減済基金法によって算出された金利および償却費に人件費、修繕費を加えたものとする。

火力の費用は年利子率 6.5 %、耐用年数 15 年として、予備力 25 % を考えた設備について算出された kW 当り固定費 (kW 価値)、kWh 当り可変費 (kWh 価値) から算出する。

- (7) 水力の便益は、

(販売可能電力 × kW 価値) + (販売可能電力量 × kWh 価値) を各年について求め、これを耐用年数期間に平準化したものとする。

火力の費用は、所要 kW および所要 kWh から水力の平準化した販売可能電力および販売可能電力量を差し引いたものに、前記の火力の kW 当り固定費および kWh 当り可変費を乗じて求める。

- (8) 平準化した販売可能電力および販売可能電力量は、Aquidabán 発電所運転開始後、需要が水力の供給力に達するまでは水力で需要を満し、需要が水力の供給力を越えた場合に、火力でこの増分需要を満たすと考え、各年における需要の月別の大きさ、月別の日負荷率、月別平均流量、調整池の容量等をもとに、50年間にわたり、各年の販売可能電力および販売可能電力量を求め、これを年利子率6.5%で耐用年数間にわたって平準化した値をもってその値とする。
- (9) 計算に用いる流量は、1963年~1966年の4年間の月平均流量とする。
- (10) 比較に用いる水力の建設費はAquidabán 発電所の建設費、同発電所とP.J.Caballero 変電所間の送電線の建設費、P.J.Caballero変電所の建設費の合計とする。配電線の建設費は水力、火力のいずれの場合においても等しいと考え、経済比較を行なうにあたって、双方の建設費に加えない。

#### A-1-2 出力および使用水量

比較を行うべき案としては、満水位として638m, 632m, および628mの3つを選び、これをA, B, C案と名付け、A案は貯水池容量2,300,000m<sup>3</sup>の月間調整能力のある池をもつ案とし、B, C案はそれぞれ日調整能力の池を有する案とした。

一方、P.J.Caballero市およびその周辺の需要の日負荷率が、コーヒー工場稼働時に約65%、不稼働時に約35%であることから、各案について渇水月平均流量を0.65あるいは0.35で除いたものを最大使用水量とする2種類の案を考えた。そして0.35を用いたものをA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>、0.65を用いたものをA<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>と名付ける。さらにC案においてだけ上記の値を0.50とした案を考え、これをC<sub>3</sub>案と名付けた。

各案の比較にあたっては、A-1-3-2に示すような調整容量を有する貯水池を考え、運用基準水位を定め、落差損失分を約4mとした基準有効落差をもって出力の算出を行った。この結果B<sub>1</sub>案が、Table A-1-8に示すとおり最も発電原価が安くFig. A-1-1の便益—費用曲線からみても便益—費用比が最大となる規模と考えられるので、この案をもってAquidabán 発電所の開発規模とした。

A-1-3 各案の経済比較

A-1-3-1 比較に用いた各案の主要諸元

比較に用いた各案の主要諸元は次の通りである。

Table A-1-1 各案の主要諸元

項目	単位	ケース	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
発電方式			ダム水路式	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
調整池									
調整方法			月間調整	月間調整	日調整	同 左	同 左	同 左	同 左
満水位	m		638.00	632.00	632.00	632.00	628.00	628.00	628.00
有効貯水量	m <sup>3</sup>		2,300,000	2,300,000	100,000	50,000	100,000	50,000	60,000
利用水深	m		6.00	6.00	0.6	0.3	0.6	0.3	0.4
ダム									
型式			越流部：重力式 非越流部：アー式	コンクリートダム	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
高さ	m		21.00	21.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
堤長	m		77.00	77.00	68.50	68.50	68.50	68.50	68.50
アー	m		400.00	400.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00
堤体積	m <sup>3</sup>		11,300	11,300	4,950	4,950	3,800	3,800	3,800
アー	m <sup>3</sup>		116,000	116,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
洪水吐									
型式			9 <sup>m</sup> ×7.5 <sup>m</sup> ×2 <sup>m</sup>	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	自然越流型 ゲートなし
計画洪水量	m <sup>3</sup> /s		800	800	800	800	800	800	800
導水路									
型式			圧力トンネル	同 左	同 左	同 左	無圧, 無巻	同 左	同 左
径	m		2.20	1.90	2.20	1.90	2.70	2.40	2.40
延長	m		550	550	550	550	550	550	550
水槽									
型式			単調調圧水槽	同 左	同 左	同 左	越流式 無圧水槽	同 左	同 左
径	m		7.00	7.00	7.00	7.00	11 <sup>m</sup> ×長21.0 <sup>m</sup>	同 左	同 左
高さ	m		20.50	20.50	18.50	18.50	7.00	7.00	7.00
鉄管路									
径	m		分枝部1.95~1.85 分枝後0.90~0.80	1.65~1.50 0.90~0.80	1.90~1.50 0.90~0.80	1.55~1.35 0.80	1.90~1.80 0.90~0.80	1.55~1.35 0.80	1.60~1.40 0.80
延長	m		177.70	177.70	148.00	148.00	141.00	141.00	141.00
発電									
基準水位	m		637.20	637.20	631.70	631.85	625.00	625.00	625.00
放水水位	m		595.00	595.00	595.00	595.00	595.00	595.00	595.00
基準有効落差	m		38.20	38.20	32.50	32.50	26.00	26.00	26.00
最大使用水量	m <sup>3</sup> /s		12.00	6.80	10.90	5.80	10.90	5.80	7.60
常時使用水量	m <sup>3</sup> /s		4.20	4.20	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
最大出力	kW		3,600	1,900	2,800	1,500	2,200	1,180	1,550
常時出力	kW		1,100	1,100	830	840	670	670	670
年間常時発電量	kWh		11,000,000	11,000,000	7,350,000	7,350,000	5,870,000	5,870,000	5,870,000

A-1-3-2 利用可能水量

A案の月別利用可能水量は次のとおりである。

Table A-1-2 月別利用可能水量 (A案) 単位:  $m^3/s$ -月

月年	1963	1964	1965	1966	代表年
1	8.1	8.5	10.7	8.2	8.9
2	9.7	10.4	10.7	6.0	9.2
3	8.4	5.6	7.1	11.1	8.1
4	3.9	4.3	7.1	6.0	5.3
5	4.0	4.3	9.9	5.6	6.0
6	4.0	4.3	7.8	5.6	5.4
7	4.0	4.2	5.6	4.1	4.5
8	4.0	4.3	4.3	4.1	4.2
9	4.0	4.2	4.3	4.1	4.2
10	4.0	4.5	12.9	9.8	7.8
11	11.4	9.4	7.2	5.5	8.4
12	5.9	10.3	12.2	9.6	9.5
計	71.4	74.3	99.8	79.7	81.5

B案およびC案の月別利用可能水量は次のとおりである。

Table A-1-3 月別利用可能水量 (B, C案) 単位:  $m^3/s$ -月

月年	1963	1964	1965	1966	代表年
1	7.2	8.5	10.7	8.2	8.7
2	10.6	11.3	10.7	5.1	9.4
3	8.4	5.6	7.1	12.0	8.3
4	3.8	4.2	6.2	5.1	4.8
5	3.8	3.8	10.8	6.3	6.2
6	4.2	4.6	7.8	5.8	5.6
7	3.8	3.8	5.6	3.8	4.3
8	3.8	4.5	3.8	3.8	4.0
9	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8
10	3.8	4.5	13.8	10.7	8.2
11	12.3	9.4	6.3	4.6	8.2
12	5.0	11.2	13.1	10.5	10.0
計	70.5	75.2	99.8	79.7	81.5

A-1-3-3 各案の工事費および年間経費

各案の工事費および年間経費を求めると次のとおりである。

Table A-1-4 各案の工事費

単位：10<sup>3</sup> 円

項 目	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
土木関係工事費							
ダ ム	97,500	97,500	45,500	45,500	28,200	28,200	28,200
取 水 口	2,670	2,670	2,360	2,360	2,000	2,000	2,000
導 水 路	17,100	14,000	17,100	14,000	14,400	11,800	11,800
水 槽	7,200	7,200	5,060	5,060	4,300	3,580	3,580
水 圧 鉄 管	8,850	8,200	6,950	6,270	6,930	7,350	7,350
発 電 所	8,800	8,800	6,400	6,400	6,400	6,400	6,400
小 計	142,120	138,370	83,370	79,590	62,230	59,330	59,330
電気関係工事費							
水車発電機	74,200	41,100	56,800	31,100	45,000	24,000	31,600
合 計	216,320	179,470	140,170	110,690	107,230	83,330	90,930
予 備 費	32,400	26,800	21,000	16,500	16,100	12,500	13,700
管理費技術費	24,900	20,600	16,100	12,700	12,300	9,580	10,460
建設中利息	13,380	11,130	8,730	7,110	7,370	5,590	5,910
合 計	287,000	238,000	186,000	147,000	143,000	111,000	121,000

Table A-1-5 各案の年間経費

単位：10<sup>3</sup> 円

項 目	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
発電工事費	287,000	238,000	181,000	147,000	143,000	111,000	121,000
送電工事費	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
合 計	307,000	258,000	206,000	167,000	163,000	131,000	141,000
金利および償却	20,900	17,500	14,000	11,400	11,100	8,900	9,600
修 繕 費	1,840	1,550	1,240	1,000	980	790	850
人 件 費	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
管 理 費	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
経費合計	24,940	21,250	17,440	14,600	14,280	11,890	12,650

A-1-3-4 需 要

各年における発電端の需要は次のように想定する。

Table A-1-6 発電端における需要

年	電 力 (kW)		電力量 (kWh)	
	① ※	② ※		
1	1972	820	337	2,129,000
2	1973	975	412	2,546,000
3	1974	1,075	512	2,833,000
4	1975	1,180	617	3,151,000
5	1976	1,360	717	3,604,000
6	1977	1,515	872	4,210,000
7	1978	1,780	1,056	4,980,000
8	1979	1,995	1,271	5,647,000
9	1980	2,245	1,440	6,532,000
10	1981	2,440	1,635	7,316,000
13	1984	3,250	2,445	10,410,000
15	1986	3,930	3,125	12,994,000
20	1991	5,510	4,705	18,986,000

注： ①はコーヒー工場稼働の7～10月の期間，②はコーヒー工場の稼働しない11月～6月の期間を表わす。

A-1-3-5 販売可能電力および販売可能電力量

Pedro Juan Caballero 変電所地点における各案の平準化した販売可能電力および販売可能電力量は次のとおりである。

Table A-1-7 平準販売可能電力および平準販売可能電力量

ケース	平準販売可能電力 (kW)	平準販売可能電力量 (kWh)
A <sub>1</sub>	2,480	9,360,000
A <sub>2</sub>	1,660	8,720,000
B <sub>1</sub>	1,990	8,600,000
B <sub>2</sub>	1,400	7,530,000
C <sub>1</sub>	1,830	7,400,000
C <sub>2</sub>	1,170	6,600,000
C <sub>3</sub>	1,440	6,880,000

注：発電所耐用年数50年，年利子率6.5%，送電線損失率（電力）5%，送電線損失率（電力量）3%として計算した。

A-1-3-6 代替設備

代替設備としては次のようなDiesel Plant を考える。

(1) 発電所諸元

設備出力	500kW×4台 (このうち500kW1台は予備力)
年間発生電力量	2,000×8,760×0.40=7,000,000kWh
所内損失	4%
燃料単価	12¢/liter 3.34¢/kWh
建設費	¥41,000,000

(2) 年間費用

固定費

金利及び償却	¥ 4,350,000
修繕費	¥ 1,300,000
人件費	¥ 3,000,000
管理費	¥ 1,000,000
合計	¥ 9,650,000
kW当り固定費	¥ 6,430

可変費

燃料費	¥ 23,400,000
kWh当り可変費	¥ 3.34

発電原価  $\frac{9,650,000 + 23,400,000}{7,000,000} = 4.72 \text{ ¢/kWh}$

A-1-3-7 経済比較表

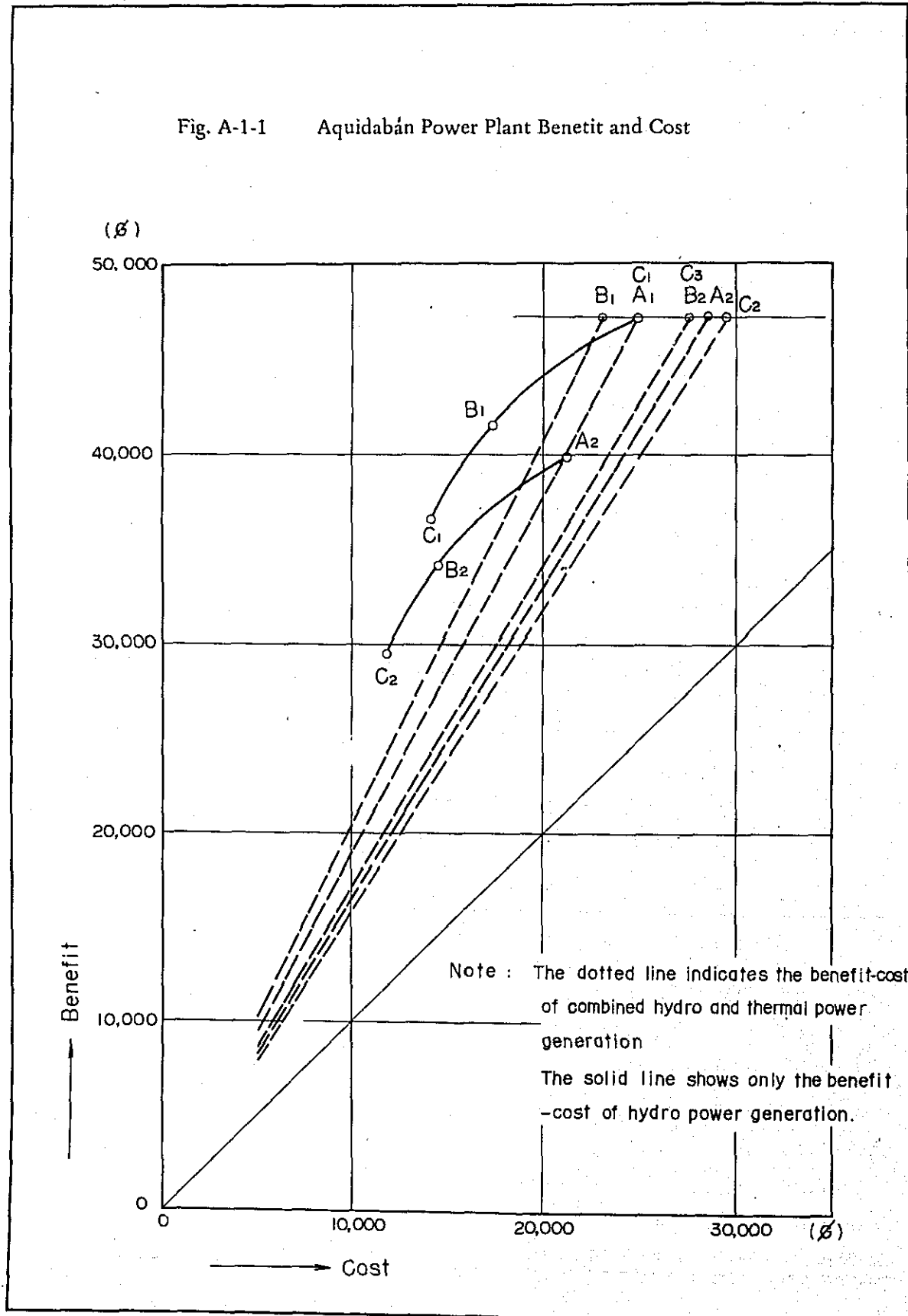
Pedro Juan Caballero 変電所 6,000V 母線における各案の便益一費用  
 比および発電原価は次表の通りである。

Table A-1-8 便益一費用比および発電原価

項目	ケース	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
便益 (B)	平準販売可能電力 (kW)	2,480	1,660	1,990	1,400	1,830	1,170	1,440
	平準販売可能電力の便益 (10 <sup>3</sup> ¢)	15,950	10,700	12,800	9,000	11,750	7,600	9,260
	平準販売可能電力量 (MWh)	9,360	8,720	8,600	7,530	7,400	6,600	6,880
	平準販売可能電力量の便益 (10 <sup>3</sup> ¢)	31,250	29,100	28,700	25,200	24,700	22,000	23,000
	便益計(B)(10 <sup>3</sup> ¢)	47,200	39,800	41,500	34,200	36,450	29,600	32,260
経費 (C) (10 <sup>3</sup> ¢)	経費 (C) (10 <sup>3</sup> ¢)	24,940	21,250	17,440	14,600	14,280	11,890	12,650
	火力年経費(B <sub>0</sub> )(10 <sup>3</sup> ¢)		7,400	5,700	13,000	10,750	17,600	14,940
	便益一費用比 $\frac{B+B_0}{C+B_0}$	1.90	1.65	2.04	1.71	1.88	1.60	1.71
	発電原価 (¢/kWh)	2.66	3.06	2.47	2.95	2.67	3.16	2.94

注: B<sub>0</sub>=(B)<sub>A1</sub>-(B)<sub>A2</sub>, (B)<sub>A1</sub>-(B)<sub>B1</sub>, …………… 発電原価=(C)+(B<sub>0</sub>)/9,360,000

Fig. A-1-1 Aquidabán Power Plant Benefit and Cost





## A-2 Aquidabán 発電所の経済評価

### A-2-1 販売可能電力および販売可能電力量

Aquidabán 発電所の経済計算に用いる電力および電力量としては第6章 Table 6-3 の需要端の販売可能電力および販売可能電力量を用いる。

### A-2-2 年間費用と電力コスト ( kWh 当りの費用 )

年間費用の算定は次の条件によって行う。

#### (1) 利 子 率

利子率は年 6.5 % とする。

#### (2) 設備投下資金

設備投下資金は下表のとおりである。

Table A-2-1 Investment

単位: 10<sup>6</sup> ¥

Facility	一期工事	拡張工事	二期工事	拡張工事	合計
Generation	149,500	—	27,270	—	176,770
(Civil Work)	(103,400)	—	(0)	—	(103,400)
(Turbine & Generator)	(46,100)	—	(27,270)	—	(73,370)
Transmission, Distribution & Substation	84,900	9,100	11,790	13,340	119,130
Total	234,400	9,100	39,060	13,340	295,900

#### (3) 耐 用 年 数

Aquidabán 発電所 ( 送変配電設備を含む ) の耐用年数は 50 年とする。

但し、水車および発電機の耐用年数は 35 年とする。

#### (4) 金利および償却

金利および償却は減債基金法により平準年費用を求める。残存価値は考えない。

#### (5) 人 件 費

2,000,000 ¥ / 年

とする。

#### (6) 修 繕 費

発 電 設 備 1,000,000 ¥ / 年

送 配 変 電 設 備 3,000,000 ¥ / 年

とする。

## (7) 管 理 費

1,000,000 円/年

とする。

Table A-2-2 Aquidabán 発電所年間経費

項 目	経 費 (円)
土木構造物及び送変配 電設備金利及び償却	14,500,000
水車発電機金利及び償却	4,820,000
人 件 費	2,000,000
修 繕 費	4,000,000
管 理 費	1,000,000
合 計	26,320,000

以上の条件に従い年間経費と算定すると Table A-2-2 のとおりでありこれを  
需要端の平準 kWh 7,750,000 kWh で除せば需要端の kWh 当りの平準発電原価 3.4  
円/kWh が得られる。

## A-2-3 代替案との比較

Aquidabán 発電所の代替案としては下記の Diesel Plant を P. J. Caballero  
市に設備するものとする。この場合 Aquidabán 発電所と P. J. Caballero 市間  
の 22.9 kV 送電線および受電用変電所は不必要となる。

出 力	700 kW × 5 台
利 用 率	47.5 %
年間発生電力量	14,600,000 kWh ※
所内損失	4 %
需要端販売可能電力量	13,100,000 kWh
燃料単価	3.34 円/kWh
建設費	
発電設備	円 72,000,000
配電 " "	円 71,860,000

※ Aquidabán 発電所に余剰電力が生じなくなつてからの、Pedro Juan  
Caballero 変電所 6,000 V 側母線における同発電所、年間発電電力量。

Table A-2-3 代替 Diesel Plant 年間経費

項 目	経 費 (円)
Diessl Plant および送変配 電設備金利及び償却	12,520,000
人 件 費	3,300,000
修 繕 費	4,200,000
管 理 費	1,000,000
燃 料 費	48,600,000
合 計	69,620,000

このような Diesel Plant の年間経費の算定は次の条件に従って行う。

- (1) 利 子 率 年 6.5 %
- (2) 耐 用 年 数
  - 発 電 設 備 15 年
  - 配 電 " 50 年
- (3) 金利および償却
  - 耐用年数間の平準年費用とする。残存価値は考えない。
- (4) 人 件 費 3,300,000 円/年
- (5) 修 繕 費
  - 発 電 設 備 2,100,000 円/年
  - 配 電 " 2,100,000 円/年
- (6) 管 理 費 1,000,000 円/年

このような条件に従って年間費用を算定すれば Table A-2-3 のとおりであり、これを年間需要端販売可能電力量 13,100,000 kWh で除せば需要端の kWh 当りの発電原価 5.3 円/kWh が得られる。

#### A-2-4 便益-費用比

前項で述べた代替案 Diesel Plant の kW 当りの固定費、kWh 当りの可変費を Aquidabán 発電所の kW および kWh 便益単価とする。第 6 章で述べた各年の需要端販売可能電力および販売可能電力量にこの単価を乗じ、これら各年の便益を 1972 年現在の価値に換元し、その総計を年平均化した値が平準便益でありその値は、円 39,500,000 となる。

上記平準年間便益と A-2-2 で述べた平均年間費用との比を求めればその値は 1.58 となり Aquidabán 発電所は代替 Diesel Plant と比較し有利な計画であ

る。

### A-3 Ypané 川開発計画

Ypané 川はパラグアイ国東部の高地に源を發し、Aquidabán 川の南を同川とほぼ平行に流れ Paraguay 河に注ぐ川で、この川の流域面積は Paraguay 河との合流点で  $11,300 \text{ km}^2$ 、長さは約  $280 \text{ km}$  の川である。計画地域はこの Ypané 川の上流部の流域面積約  $1000 \text{ km}^2$  の部分であり、発電所計画地点は、P. J. Caballero 市の西南方約  $50 \text{ km}$  のところに位置する。

この地点の月平均流量は同地点付近に存在する工兵隊測候所の雨量記録(12年間)をもとに推定すれば Table A-3-1 のとおりである。

Ypané 川の開発方式は Ypané 川の河川勾配が平坦であるためダム式とした。

Aquidabán 地点および Ypané 地点の水力発電所の経済性の優劣の比較には、常時発生電力量に対する  $\text{kWh}$  当りの建設費を用いた。

常時発生電力量は調査団が流量測定を行って得た流量が雨量記録から判断して両河川の最渇水量であると考えられるのでこの測定流量(Aquidabán:  $3.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 、Ypané  $7.1 \text{ m}^3/\text{s}$ )を常時使用水量として算出した。

Ypané 計画案は発電に適当と思われる地点を2箇所選定し、この2つの地点に対する計画をA案、B案と名付け、A、B案共地形から判断して  $112 \text{ m}$  を満水位とした。比較に用いた Aquidabán 計画案は、Aquidabán 計画 B<sub>1</sub> 案と満水位を同一とした。

経済比較を行うにあたって用いた各案の主要諸元は Table A-3-2 に示すとおりであり比較を行った結果は Table A-3-3 に示すとおりである。

これによれば Aquidabán 川 B<sub>1</sub> 案において保証  $\text{kWh}$  当り建設費は  $26.5 \text{ 円}/\text{kWh}$  であるのに対し Ypané 川 A 案および B 案はその値が  $38.4 \text{ 円}/\text{kWh}$  および  $33.4 \text{ 円}/\text{kWh}$  であって、Ypané 川開発計画は A、B 両案とも、Aquidabán 川開発計画案に比較し不経済となる。

したがって P, J, Caballero 市およびその周辺地域への電力供給設備としては、まず、Aquidabán 川を開発すべきであると結論される。

なお Ypané 川の開発計画は 1982 年以降の長期の需要を見定めた上で始めて決定され得るので、今後も流量測定などの調査を継続すべきである。

Table A-3-1 Ypane ダム地点月平均流量

単位:  $m^3/s$ 

年 月	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
1	16.0	33.4	39.4	11.2	29.4	8.3	28.9	25.7	10.6	27.7	26.6	19.4
2	11.6	22.4	32.0	10.4	8.5	8.3	34.3	14.7	8.2	14.7	19.0	10.7
3	24.5	43.1	12.0	8.2	25.0	8.2	35.6	14.4	8.2	16.6	25.0	12.3
4	15.9	14.7	21.9	8.2	9.5	8.2	8.2	17.1	29.3	8.2	10.3	19.9
5	10.4	38.0	25.4	8.2	14.1	8.2	10.8	8.2	20.0	15.5	11.2	27.4
6	17.1	10.4	16.2	8.2	8.2	8.2	9.0	8.8	12.2	16.3	8.2	13.0
7	8.4	29.3	11.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	10.2	16.8
8	8.2	8.2	9.9	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	11.6	8.4
9	10.8	21.2	22.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	23.4	13.8	8.2	24.1
10	16.1	28.7	39.0	14.5	38.6	10.4	25.0	32.4	20.6	11.7	25.0	18.2
11	21.3	8.2	9.1	18.3	11.6	9.2	14.6	28.4	22.8	8.2	15.4	8.2
12	16.5	23.6	32.8	8.2	17.0	8.2	17.9	8.2	13.0	20.6	30.0	16.0
平均	14.7	23.4	22.6	10.0	15.5	8.5	17.4	15.2	15.4	14.2	16.7	16.2

注: 年流出係数を0.3, 渴水月平均流量を $8.2 m^3/s$ として雨量から算出した。

Table A-3-2 各案の諸元

項 目	単 位	Ypané		Aquadabán
		A 案	B 案	
満 水 位	m	112 ※1	112 ※1	632
放 水 位	"	96.5	96.0	595
有 効 落 差	"	14.0	14.5	32.5
貯水池有効容量	m <sup>3</sup>	150,000	150,000	150,000
最大使用水量	m <sup>3</sup> /s	14.4 ※2	14.4 ※2	7.6 ※2
出 力	kW	1,580	1,630	1,930
貯水池運用方式		日 調 整	日 調 整	日 調 整
ダム 高さ	m	17	24	15
長さ	m	616	418	204
体積 コンクリート	m <sup>3</sup>	10,730	14,200	4,950
アース	"	150,000	64,000	25,000
発電所 型式		地 上 式	地 上 式	地 上 式
水車 型式		筒型カプラン	筒型カプラン	横軸フランシス
発電機 台数		2	2	2

注 ※1 AID作成の Feasibility Report 添付の地形図による値で、絶体的標高を表わすものではない。

※2 最大使用水量は濁水月平均流量の2倍とした。

Table A-3-3 各案のkWh 当り建設費の比較

項 目	単 位	Ypané		Aquadabán
		A 案	B 案	
年間発生保証電力量	kWh	6,900,000	7,150,000	7,350,000
発電所建設費	円	265,000,000	238,000,000	194,000,000
kWh 当り建設費	円/kWh	38.4	33.4	26.5

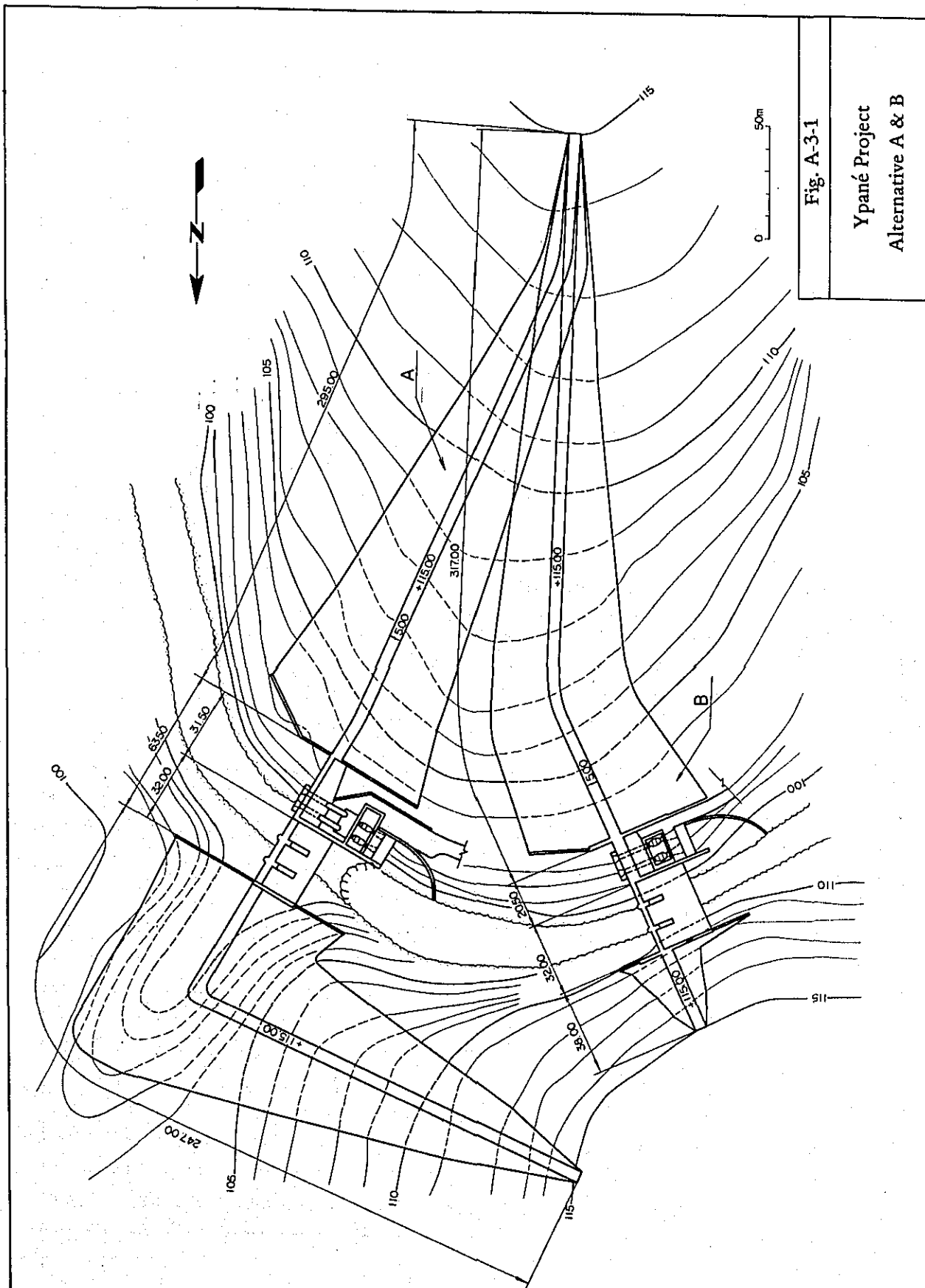


Fig. A-3-1

Ypané Project  
 Alternative A & B

A-4 付表および付図

Table A-4-1 P. J. Caballero 市付近のコーヒ農場および  
飛行場における月別雨量およびその平均

単位：mm

年 月	1963			1964			1965			1966		
	飛行場	農 場	平 均	飛行場	農 場	平 均	飛行場	農 場	平 均	飛行場	農 場	平 均
1	183.0	168.2	175.6	238.0	106.8	172.4	202.0	220.4	211.2	187.0	153.3	170.2
2	380.0	144.6	262.3	175.0	281.5	228.3	211.0	209.7	210.4	108.0	103.0	105.5
3	193.0	222.2	207.6	41.0	185.3	113.2	166.0	113.8	139.9	285.0	220.2	252.6
4	0	34.2	17.1	38.0	131.9	85.0	106.0	139.9	123.0	120.0	92.1	106.1
5	47.0	90.0	68.5	55.0	71.7	63.4	212.0	212.0	212.0	134.0	128.4	131.2
6	75.0	132.6	103.8	105.0	82.9	94.0	130.0	176.1	153.1	112.0	129.1	120.6
7	8.0	15.0	11.5	45.5	55.7	50.6	107.0	116.2	111.6	29.0	50.3	39.7
8	0	5.1	2.6	83.5	100.6	92.1	12.0	20.8	16.4	0	7.4	3.7
9	6.0	40.0	23.0	43.5	29.8	36.7	84.0	70.2	77.1	58.0	58.7	58.4
10	52.0	55.3	53.7	94.0	88.7	91.4	265.0	283.1	274.1	222.0	228.7	225.4
11	315.0	294.9	305.0	185.0	195.2	190.1	101.0	148.9	125.0	113.0	78.3	95.7
12	59.0	185.3	122.2	208.0	244.8	226.4	187.0	331.3	259.2	259.0	182.6	220.8
計	1,318.0	1,387.4	1,352.9	1,311.5	1,574.9	1,443.6	1,783.0	2,042.4	1,913.0	1,627.0	1,432.1	1,529.9

Table A-4-2 P. J. Caballero 市付近の工兵隊測候所における  
月別雨量, およびその平均

単位：mm

年 月	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	平均
1	140.5	298.1	343.0	138.6	239.2	114.8	266.6	249.6	101.4	280.0	240.7	174.5	218.6
2	102.3	199.5	278.2	129.2	82.8	106.4	316.6	141.8	76.0	148.8	172.9	91.9	154.3
3	215.7	335.0	103.9	65.4	244.8	99.1	329.0	139.2	65.5	168.1	227.8	110.3	178.7
4	139.7	131.6	190.5	102.4	93.4	57.5	68.8	165.0	285.7	49.8	94.1	178.3	129.8
5	91.3	339.4	221.2	29.2	138.6	45.4	100.6	49.9	192.0	156.3	102.2	244.8	143.5
6	150.1	92.9	141.4	17.0	77.0	77.6	83.6	85.1	116.5	164.6	66.6	117.2	99.0
7	73.7	262.3	96.8	26.2	4.8	5.8	7.4	16.7	1.8	19.3	92.6	151.3	62.8
8	50.9	16.4	86.3	8.0	18.0	2.8	56.2	6.9	0.0	0.0	104.9	27.2	30.9
9	95.0	189.1	192.8	68.2	11.1	48.2	57.5	77.0	229.1	139.9	4.3	215.7	111.6
10	141.2	255.5	339.1	180.4	373.3	143.0	231.4	312.5	196.1	118.0	227.3	163.4	224.3
11	187.2	64.4	79.3	226.7	114.1	126.8	135.4	274.0	220.3	23.6	140.4	63.0	137.0
12	145.3	210.7	285.8	56.2	167.6	56.1	165.7	70.1	123.9	209.9	272.1	143.3	159.7
計	1,532.9	2,444.9	2,358.3	1,047.5	1,614.7	883.5	1,818.8	1,587.8	1,608.3	1,478.3	1,745.9	1,685.9	1,650.2



Table A-4-3 土木工事費内訳

単位：10<sup>3</sup>円

項目	単 位	数 量	単 価	1970		1971		1972		合 計		
				内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	計
河 流 処 理 式		1		2,100	1,400					2,100	1,400	3,500
表 土 は ぎ	m <sup>2</sup>	6,600	50	90	75	90	75			180	150	330
堀 削 (土)	m <sup>3</sup>	1,200	120	39	33	39	33			78	66	144
堀 削 (岩)	m <sup>3</sup>	1,300	500	150	180	150	180			300	360	660
マ ス コ ン ク リ ー ト	m <sup>3</sup>	2,300	3,600			5,700	2,580			5,700	2,580	8,280
鉄 筋 コ ン ク リ ー ト	m <sup>3</sup>	2,200	6,000			8,700	4,500			8,700	4,500	13,200
ア ー ス 盛 立	m <sup>3</sup>	22,700	230			20,300	1,350	740	1,840	3,130	2,090	5,220
リ フ ラ ッ プ	m <sup>2</sup>	1,800	200					220	360	220	140	360
基 礎 処 理 式		1				870	630			870	630	1,500
小 計				2,379	1,688	17,579	9,348	1,320	2,200	21,278	11,916	33,194
取 水 口												
堀 削 (土)	m <sup>3</sup>	250	120			16	14			16	14	30
堀 削 (岩)	m <sup>3</sup>	250	500			55	70			55	70	125
鉄 筋 コ ン ク リ ー ト	m <sup>3</sup>	120	6,000			224	136	224	360	448	272	720
小 計						295	220	224	360	519	356	875
導 水 路 ト ン ネ ル												
ト ン ネ ル 堀 削	m <sup>3</sup>	2,260	3,300	1,000	580	3,700	2,170			4,700	2,750	7,450
巻 立 コ ン ク リ ー ト	m <sup>3</sup>	1,070	5,300			2,320	700	2,050	2,650	4,370	1,300	5,670
小 計				1,000	580	6,020	2,870	2,050	2,650	9,070	4,050	13,120
調 圧 水 槽												
堀 削 (土)	m <sup>3</sup>	880	120			57	49			57	49	106
堀 削 (岩)	m <sup>3</sup>	220	500			50	60			50	60	110
立 坑 堀 削	m <sup>3</sup>	750	3,300			1,550	920			1,550	920	2,470
巻 立 コ ン ク リ ー ト	m <sup>3</sup>	50	5,300			205	60	1,020	1,325	1,225	365	1,590
小 計						1,862	1,089	1,020	1,325	2,882	1,394	4,276

Table A-4-3 ( 続 き )

単位：10³円

項 目	単 位	数 量	単 価	1970			1971			1972			合 計		
				内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計	内 貨	外 貨	計
水 圧 鉄 管															
掘 削 (土)	m	1,000	120				65	55	120				65	55	120
掘 削 (岩)	m	380	500				85	105	190				85	105	190
トンネル掘削	m	150	3,300				310	185	495				310	185	495
巻立コンクリート	m	70	5,300								85	286	286	85	371
鉄筋コンクリート	m	80	6,000				320	160	480				320	160	480
無筋コンクリート	m	180	4,500				580	230	810				580	230	810
小 計							1,360	735	2,095		85	286	1,646	820	2,466
発 電 所															
掘 削 (土)	m	600	120												
掘 削 (岩)	m	2,300	500	13	11	24		26	48				39	33	72
鉄筋コンクリート	m	510	6,000	180	220	400		340	750				520	630	1,150
建 屋	式	1						2,010	3,060				2,010	1,050	3,060
小 計				193	231	424	3,176	1,682	4,858				3,369	1,913	5,282
開 閉 所															
掘 削 (土)	m	700	120												
鉄筋コンクリート	m	20	6,000												
建 屋	式														
小 計													44	40	84
合 計				3,572	2,499	6,071	30,292	15,944	46,236		2,209	5,484	39,348	20,652	60,000

Table A-4-4 機器材料費および据付工事費内訳

単位: 10<sup>3</sup> ¥

項 目	1970		1971		1972		合 計	
	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨
材 料 費								
洪水吐ゲート	-	600	-	4,800	-	600	-	6,000
取水口ゲート	-	26	-	156	-	78	-	260
放水口ゲート	-	26	-	156	-	78	-	260
取水口スクリーン	-	14	-	84	-	42	-	140
水圧鉄管	-	260	-	2,080	-	260	-	2,600
小計(FOB)	-	926	-	7,276	-	1,058	-	9,260
Insurance	-	-	-	100	-	-	-	100
Freight	-	-	-	2,240	-	-	-	2,240
小計(CIF)	-	926	-	9,616	-	1,058	-	11,600
据付工事費								
輸送費	-	-	200	-	250	-	450	-
据付工事費	-	-	70	150	680	1,200	700	1,350
小 計	-	-	270	150	880	1,200	1,150	2,500
合 計	-	926	270	9,766	880	2,258	1,150	12,950
				1,0036		3,138		14,100

Table A-4-5 水車発電機および付属機器、材料費および据付工事費内訳

単位: 10<sup>5</sup> 円

項 目	1970		1971		1972		一 期 工 事 合 計	
	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨
材 料 費								
水 車	-	760	-	6080	-	6080	-	760
発 電 機	-	930	-	7440	-	7440	-	930
主 変 圧 器	-	230	-	1380	-	1380	-	230
そ の 他	-	970	-	6790	-	6790	-	970
小計(FOB)	-	2890	-	21690	-	21690	-	2890
Insurance	-	-	-	300	-	300	-	300
Freight	-	-	-	1900	-	1900	-	1900
小計(GIF)	-	2890	-	23890	-	23890	-	31100
据付工事費								
輸 送 費	-	-	80	-	320	-	400	-
据付工事費	-	-	70	300	630	2700	700	3000
小 計	-	-	150	300	450	2700	1100	3000
合 計	-	2890	150	24190	24340	7020	1100	84100
								35200

項 目	1976		1977		二 期 工 事 合 計		合 計	
	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨
材 料 費								
水 車	-	6840	-	760	-	760	-	15200
発 電 機	-	8370	-	930	-	930	-	18600
主 変 圧 器	-	-	-	-	-	-	-	2300
そ の 他	-	1920	-	480	-	480	-	12100
小計(FOB)	-	17130	-	2170	-	2170	-	48200
Insurance	-	200	-	-	-	200	-	500
Freight	-	1200	-	-	-	1200	-	3100
小計(GIF)	-	18530	-	2170	-	20700	-	51800
据付工事費								
輸 送 費	230	-	-	-	280	-	680	-
据付工事費	30	100	300	900	330	1000	1030	4000
小 計	260	100	360	900	560	1000	1660	4000
合 計	260	18630	300	3070	3370	21700	1660	55800
								57460

Table A-4-6 送配変電設備工事費内訳

単位: 10<sup>3</sup> 円

項目	1970		1971		1972		1期工事合計	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨
材料費	-	-	4,000	-	2,500	-	6,500	-
電柱	-	1,400	-	11,200	-	1,400	-	14,000
電線	-	440	-	3,520	-	440	-	4,400
配電用変圧器	-	100	-	830	-	100	-	1,030
主変圧器	-	2,330	-	18,540	690	2,330	690	28,300
その他	-	4,270	4,000	38,190	3,190	4,270	7,190	42,730
小計(FOB)	-	4,270	4,000	38,190	3,190	4,270	7,190	42,730
Insurance	-	-	-	430	-	-	-	430
Freight	-	-	-	2,570	-	-	-	2,570
C I F 価格	-	4,270	4,000	37,190	3,190	4,270	7,190	45,730
掘付工事費	-	-	900	-	600	-	1,500	-
輸送費	-	-	2,500	1,420	4,100	1,000	6,600	2,420
掘付工事費	-	-	3,400	1,420	4,700	1,000	8,100	2,420
小計	-	-	-	-	5,700	-	10,520	-
合計	-	4,270	7,400	38,610	7,890	5,270	15,290	48,150
合計	-	4,270	4,270	46,010	18,160	5,270	63,440	63,440

項目	拡張工事(1973~1975)		1976		1977		2期工事合計		拡張工事(1978~1982)		合計	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨
材料費	370	-	120	-	130	-	250	-	630	-	7,750	-
電柱	-	660	-	220	-	220	-	440	-	1,100	-	16,200
電線	-	1,800	-	600	-	600	-	1,200	-	3,000	-	10,400
配電用変圧器	-	-	-	930	-	100	-	1,030	-	-	-	2,060
主変圧器	-	2,820	-	2,460	60	1,110	60	3,570	4,700	4,700	750	34,390
その他	-	5280	120	4,210	190	2,030	310	6,240	8,800	8,800	850	63,050
小計(FOB)	370	5,280	120	4,210	190	2,030	310	6,240	8,800	9,430	850	63,050
Insurance	-	50	-	40	-	20	-	60	-	90	-	630
Freight	-	310	-	260	-	110	-	370	-	530	-	3,780
C I F 価格	370	5,640	120	4,510	190	2,160	310	6,670	9,420	10,050	850	67,460
掘付工事費	170	-	100	-	90	-	190	-	270	-	2,130	-
輸送費	820	200	600	330	400	400	1,000	730	1,430	1,430	9,850	13,200
掘付工事費	990	200	700	330	490	400	1,190	730	1,700	-	11,980	3,350
小計	1,360	5,840	820	4,840	680	2,560	1,500	7,400	2,330	9,420	20,480	70,810
合計	1,360	5,840	820	4,840	680	2,560	1,500	7,400	2,330	9,420	20,480	70,810
合計	1,360	5,840	820	4,840	680	2,560	1,500	7,400	2,330	9,420	20,480	70,810

Fig. A-4-1 Annual Mean Isohyetal Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

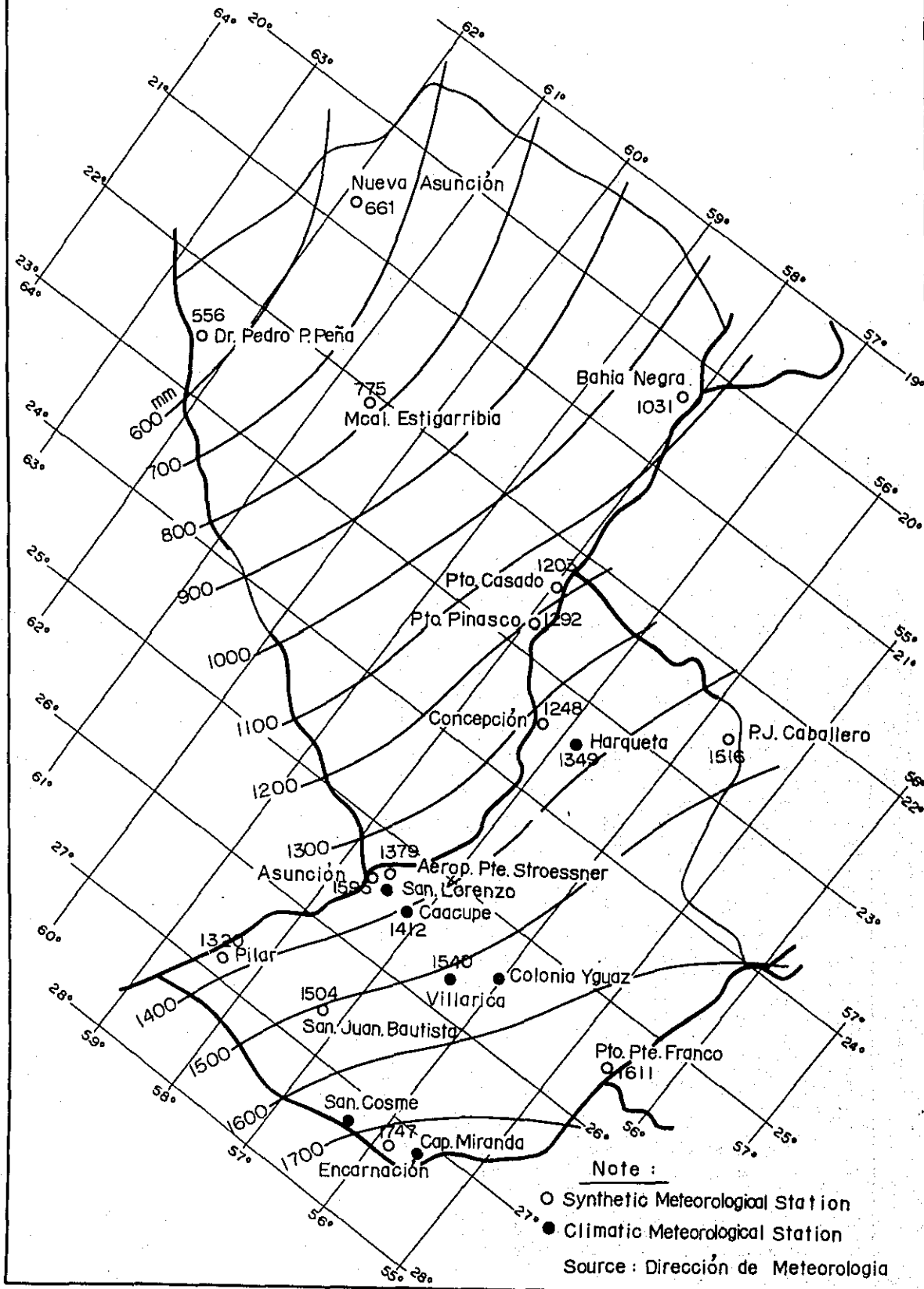


Fig. A-4-2 Annual Mean Isohyetal-day Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

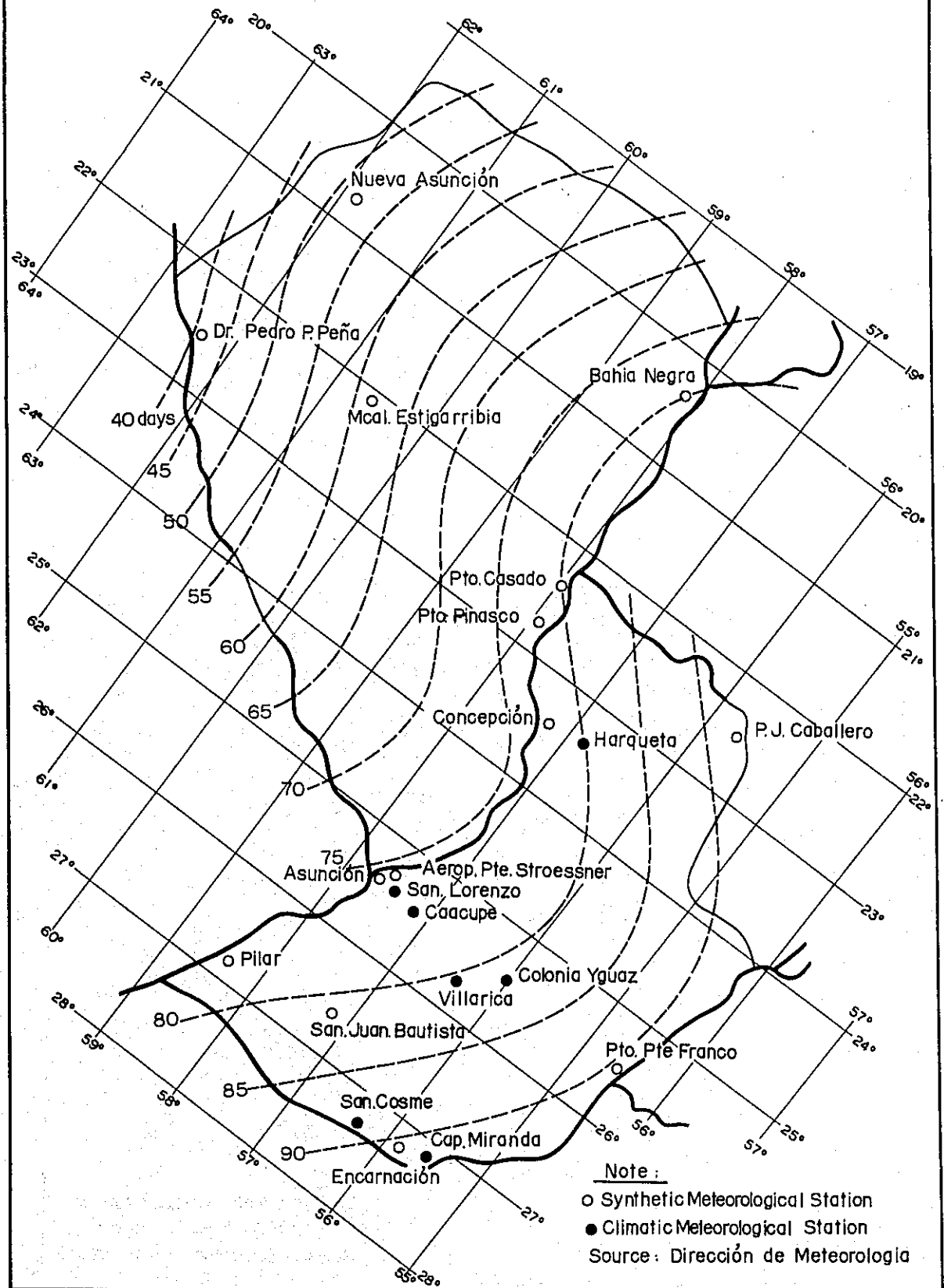


Fig. A-4-3 Annual Mean Isothermal Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

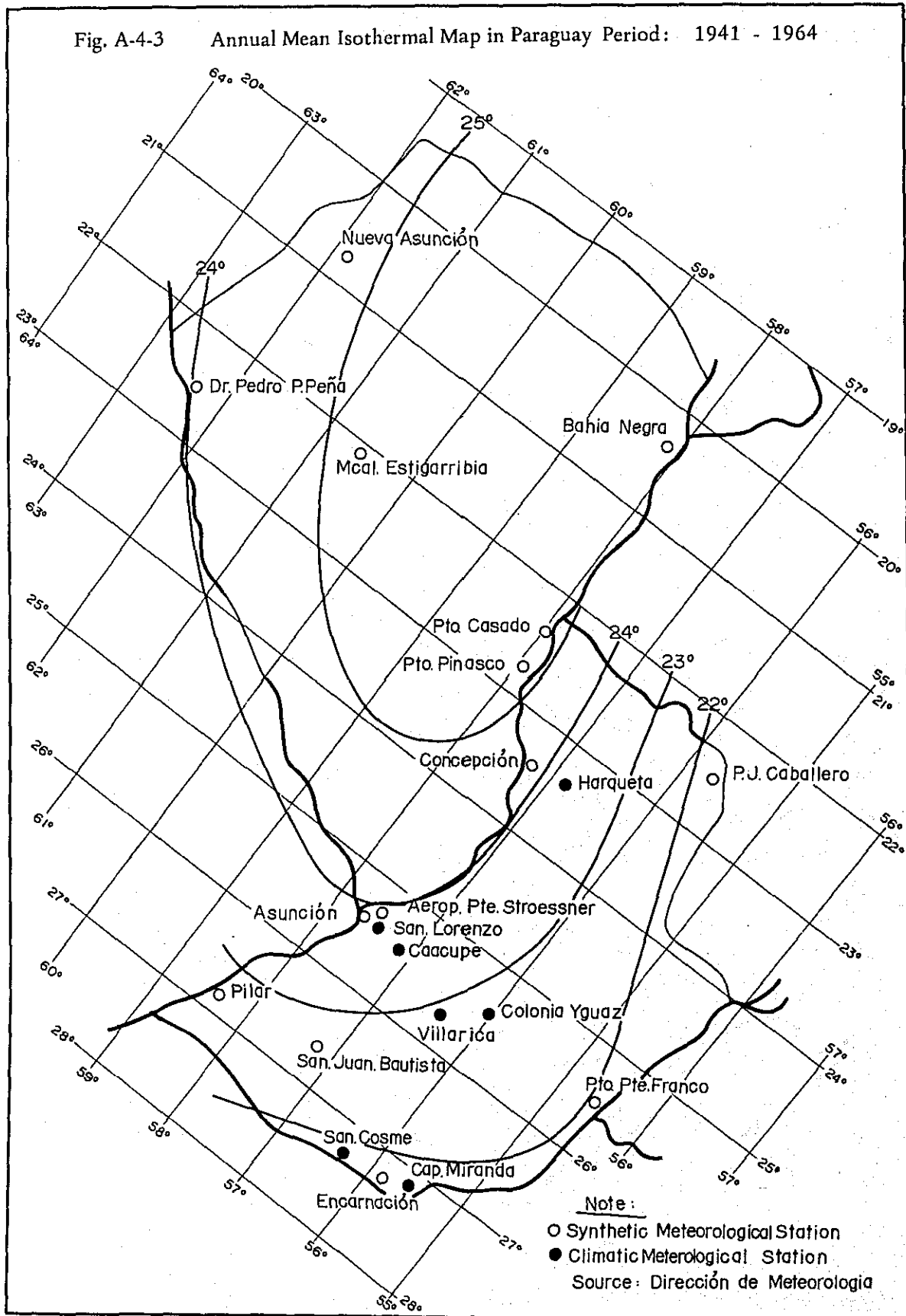




Fig. A-4.4 Annual Mean Isoevaporation Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

