



チリ共和国

バーケル川，パスクワ川電源開発計画

調査報告書

パスクワ川編

JICA LIBRARY



1026032[1]

---

昭和51年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84. 3. 16	704
登録No. 00526	64.3
	MPN

## は し が き

日本政府は、チリ共和国政府の要請に基き、同国アイセン州パーケル川およびバスクワ川の水力発電可能地点の基礎調査、および既存の予備計画書の見直しを行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、電源開発株式会社 榎並敏夫氏を団長とする7名の専門家からなる調査団を編成し、1976年2月10日から3月24日(44日間)まで現地に派遣した。

調査団は、パーケル川、バスクワ川についてチリ政府より提出された資料を検討し、チリ電力公社の協力を得て両河川の空中視察を行ない、特に、パーケル川については現地踏査を実施した。

本報告書は、現地で収集した資料および空中視察、現地踏査の結果を検討し報告書としてとりまとめたものである。

本報告書がチリ共和国のアイセン州水力開発に寄与し、同国とわが国の友好をさらに深めることを切望する。

終りに本調査の任に当られた団員各位の労をねぎらうとともに、調査に協力されたチリ共和国政府関係者、在チリ日本大使館関係各位ならびに調査団派遣についてご支援いただいた外務省、通商産業省に対し衷心より感謝の意を表わすものである。

1976年11月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作

## 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

ここに提出するものは、チリ共和国パーケル川、バスクワ川電源開発計画に関する報告書であります。調査団は1976年2月10日から3月24日までの間、チリ共和国企画庁（ODEPLAN, Oficina de planificación Nacional）およびチリ共和国電力公社（ENDESA, Empresa Nacional de Electricidad S.A.）の協力を得て、計画地域の一部の現地踏査および関連地域の調査を実施致しました。この間、本計画に必要な水文、地形、地質等の基礎資料およびENDESA作成のパーケル川、バスクワ川水力開発計画報告書の提供を受け、ENDESA技術陣と数次に亘り本計画に関して意見の交換を行いました。調査団は、帰国後現地で収集した資料および現地調査の結果に基づき、開発計画の見直しを行うと共に、発電計画の検討を行ない、その成果を報告書にとりまとめてここに提出するものであります。

チリ共和国は、近年経済活動が活発化し目ざましい成長を遂げつつあり、今後もさらに発展するものと期待されています。

特に、本計画が企画されているアイセン州は、豊富な電力資源に恵まれており、今後の経済発展を強力に支援するベースになるものと考えられます。

本計画が実現に至るまでには、今後の詳細な調査および検討が実施され、より具体的な開発計画が策定されることが必要であります。将来この計画の特性が確認され電力供給諸工業開発を通して、チリ共和国の経済発展に貢献する有力な計画として進展することを期待するものであります。

終りに本報告書の提出にあたり我々調査団は、現地調査ならびに検討に多大の御助力と御協力を賜った関係各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。

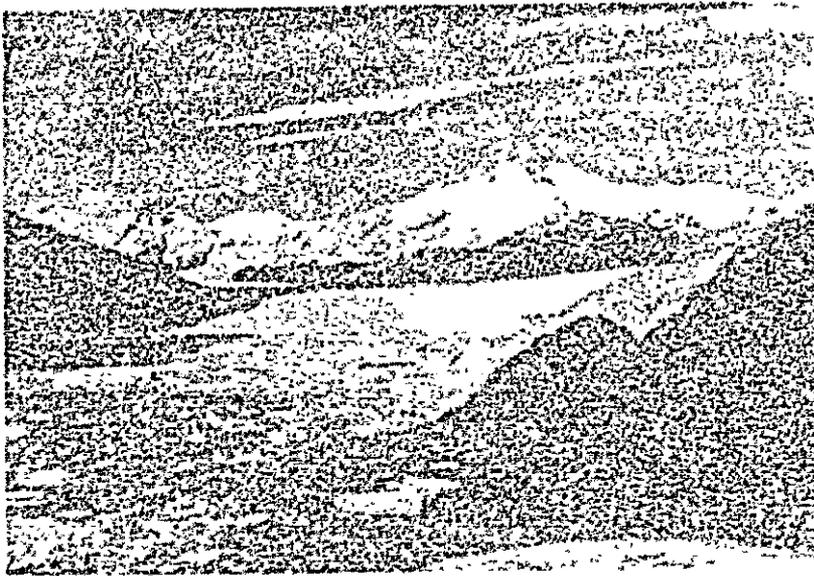
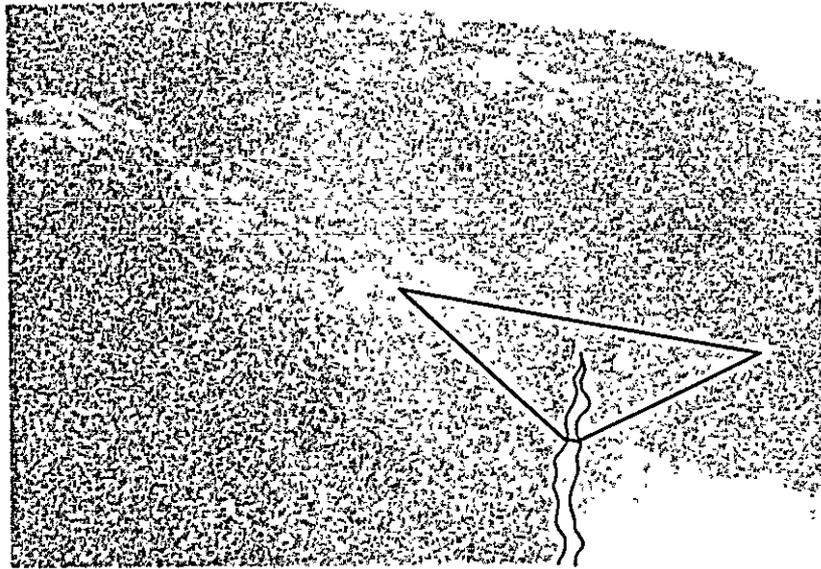
1976年11月

チリ共和国パーケル川、バスクワ川

電源開発計画調査団

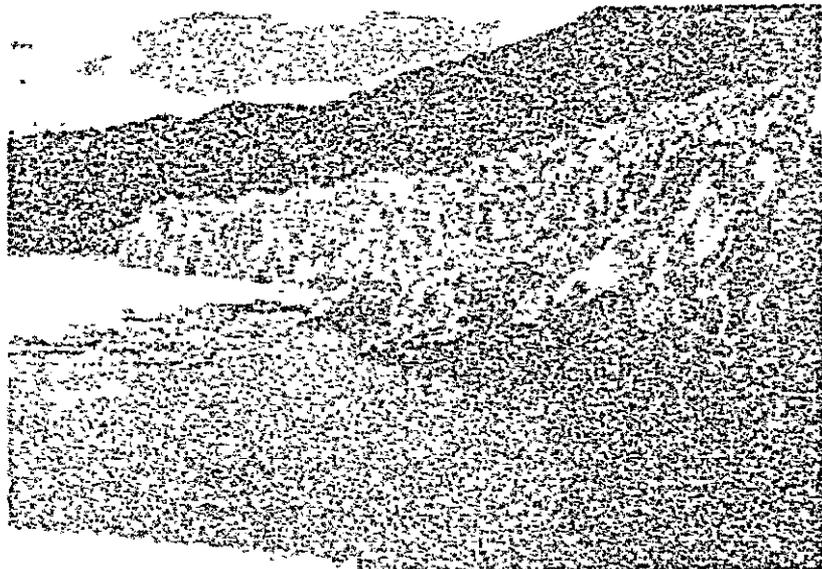
団 長 榎 並 敏 夫

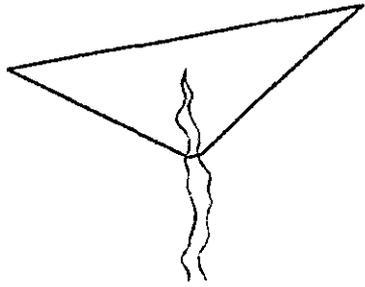
Pasua Dam Site  
View from downstream  
side



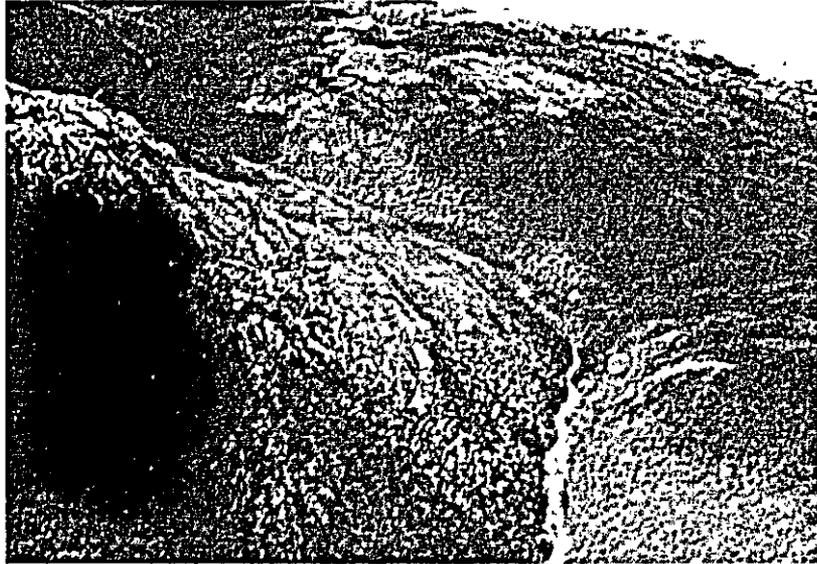
View from the site  
of the dam, showing  
the river channel

Jorge Montiel area



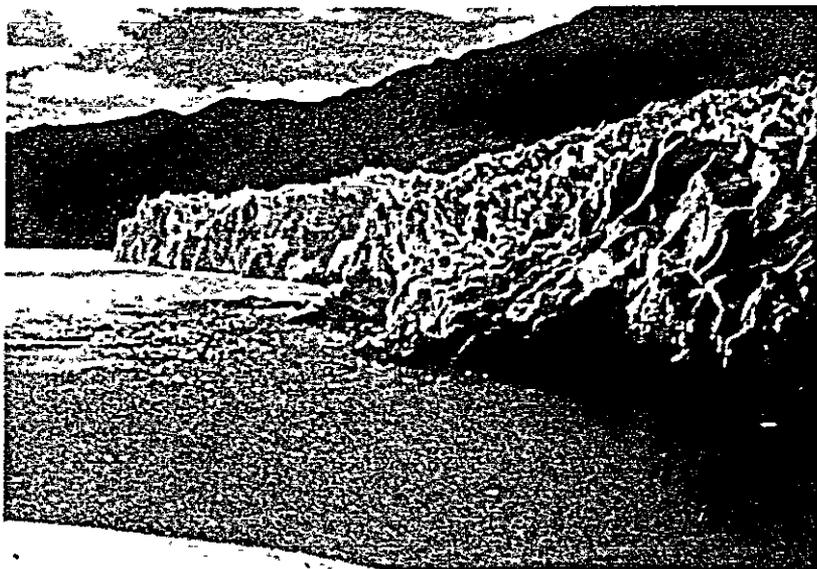


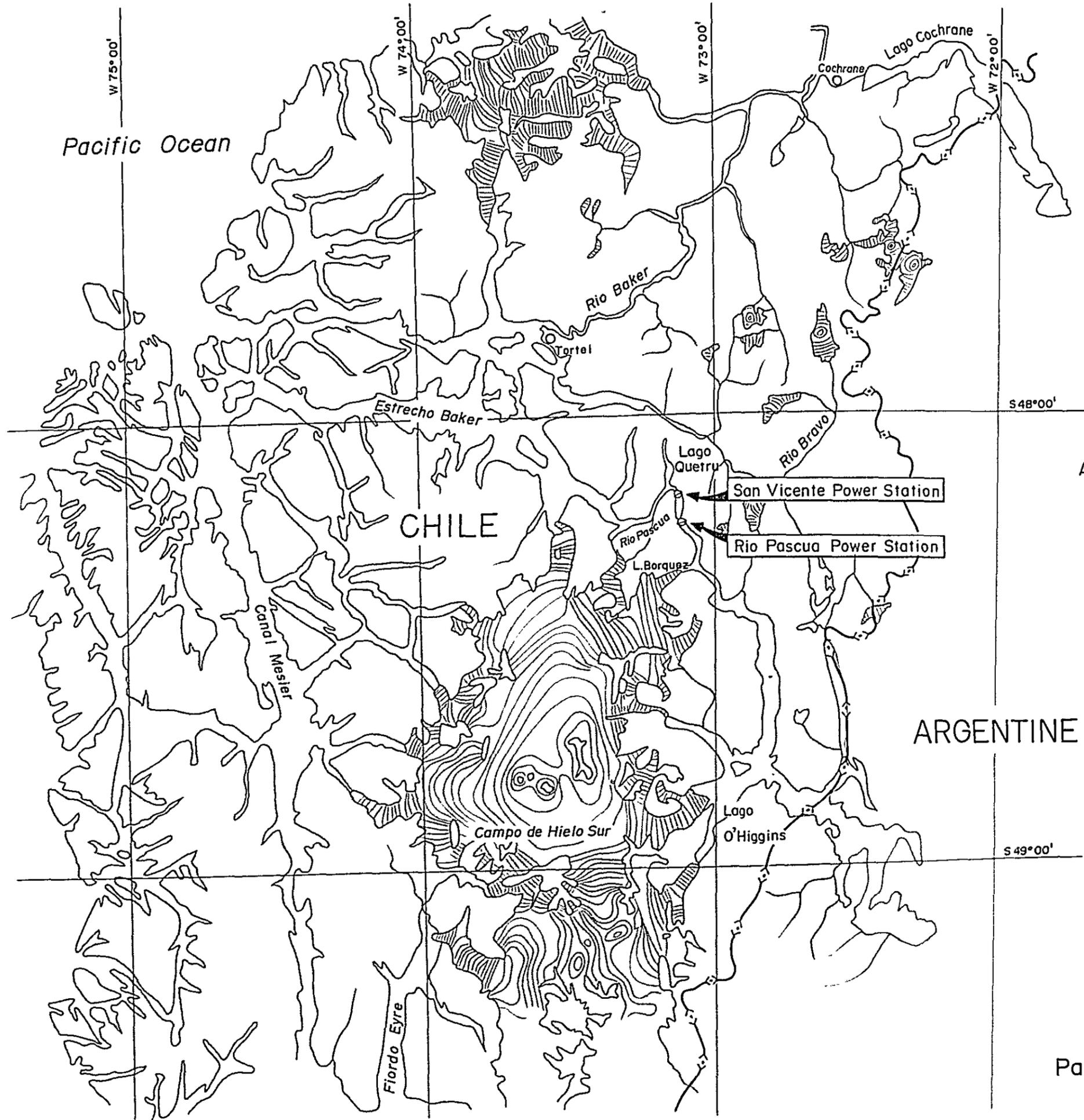
Pascua Dam Site  
View from downstream  
side



O'Higgins Glacier - the source  
of the Lago O'Higgins, from  
which the Pascua river originates

Jorge Montt Glacier





Republic of CHILE



Aisen Province

ARGENTINE

LEGEND

- ◇—◇— International Boundary
- Stream, River
- ⊖ Glacier
- ⊙ ○ City, Town, Village
- ⊖ Power Station

Key and Location Map  
of  
Pascua River Hydroelectric Project

## 目 次

はしがき

伝達状

関係写真

Key and Location Map

第1章 緒 論	1
1.1 経 緯	1
1.2 報告書之目的と範囲	1
1.3 調査団の編成	2
1.4 現地調査日程	2
1.5 基礎資料	2
第2章 結論および勧告	3
2.1 結 論	3
2.2 勧 告	4
第3章 アイセン州の一般事情	5
3.1 位 置	5
3.2 気 候	5
3.3 社会状況	6
3.4 主要産業	7
3.5 電力の現況	7
第4章 バスクワ川予備計画概要	10
4.1 バスクワ川の河川特性	10
4.2 各計画案について	10
4.3 G案 ハイ・バスクワーサン・ヴィセンテ計画	10
4.4 H案 ウエムルーバスクワーサン・ヴィセンテ計画	11

第5章 予備計画の見直し	30
5.1 計画	30
5.2 設計	31
5.3 地質	32
5.3.1 エル・バルセオとプエルト・サン・グイセンテ間の地質	33
5.3.2 地質調査の勧め	33
5.4 建設材料	34
5.4.1 ダム材料	34
5.4.2 コンクリート骨材	34
5.5 耐震	34
5.5.1 地中地震動の性状	35
5.5.2 地中地震動の測定と解析	35
5.6 工事工程	36
5.7 工事費	37
5.7.1 ハイ・バスクワ発電所	37
5.7.2 サン・グイセンテ発電所	37
5.8 電力コスト	52
第6章 ベルゲス発電所代替案	55
6.1 概要	55
6.2 計画諸元	55
第7章 今後の調査	68
7.1 水文調査	68
7.2 地形調査	68
7.3 地質調査	68
Appendix - 1 調査工事数量表	
" - 2 現地調査日程表	
" - 3 基礎資料	

## Figure List

- Fig. -3.1 Monthly Average Precipitation and Temperature at Pto. Aisen
- Fig. -4.1 Pascua River Alternative Plan of Hydroelectric Development Project
- Fig. -4.2 G-Plan High Pascua - San Vicente Project
- Fig. -4.3 G-Plan High Pascua - San Vicente Project Profile
- Fig. -4.4 High Pasuca Power Station General Plan
- Fig. -4.5 Construction Schedule of High Pascua Power Station
- Fig. -4.6 San Vicente Power Station General Plan
- Fig. -4.7 Construction Schedule of San Vicente Power Station
- Fig. -4.8 H-Plan Huemul - Pascua - San Vicente Project Plan
- Fig. -4.9 H-Plan Huemul - Pasuca - San Vicente Project Profile
- Fig. -4.10 Huemul Power Station General Plan
- Fig. -4.11 Construction Schedule of Huemul Power Station
- Fig. -4.12 Pascua Power Station General Plan
- Fig. -4.13 Construction Schedule of Pascua Power Station
- Fig. -6.1 Rio Berguez Power Station General Layout
- Fig. -6.2 Rio Berguez Power Station Dam
- Fig. -6.3 Rio Berguez Power Station Diversion Tunnel
- Fig. -6.4 Rio Berguez Power Station Spillway
- Fig. -6.5 Rio Berguez Power Station Waterway
- Fig. -7.1 Schedule of Investigation Work

## Table List

Table-3.1	Generating facilities and Energy Production in Chile
Table-3.2	Generating Facilities and Energy Production in Province of Aisen
Table-4.1	Description of High Pascua and San Vicente Projects (G)
Table-4.2	Description of Huemul, Pascua and San Vicente Projects (H)
Table-5.1	Estimated Construction Cost (High Pascua)
Table-5.2	Estimated Construction Cost (San Vicente)
Table-5.3	Energy Cost of High Pascua and San Vicente Power Stations
Table-5.4	Construction Cost and Annual Cost of Transmission Line
Table-5.5	Annual Cost at Receiving End
Table-6.1	Comparison of Berguez with San Vicente Projects
Table-6.2	Estimated Construction Cost (Berguez)
Table-A.1	Quantity of Investigation Works

# 第1章 緒論

# 第 1 章 緒 論

## 1.1 経 緯

チリ南部のアイセン州では、豊富な水資源および鉱物森林資源に恵まれながら、現在まで開発が遅れていたが、チリ政府は、この地方の地域開発を図るため開発計画の策定を始めた。この地域に良質、低廉な電力供給が可能となれば、この電力をベースに鉱物資源の開発を図り各種産業を誘致し工業化を促進しうると企画し、1974年以來、日本政府に総合開発に関する技術協力を要請して来た。これに応じて国際協力事業団は、産業の基幹となる電力の可能性の調査をするため、1974年水力専門家2名を、パーケル川およびバスクワ川の現地調査に参加せしめた。これを契機にチリ政府は、チリ電力公社（Empresa Nacional de Electricidad S.A以下 ENDESA と略称する）に命じバスクワ川水力発電計画の予備計画の作成を行ったが、1974年来再び日本政府に対し、更に一步水力開発の調査を進めるべく専門技師よりなる調査団の派遣を求め、現地調査と予備計画書の見直しを要請して来た。これに応じて国際協力事業団は、1975年2月、水力計画、地質、土木材料、耐震等各部門の専門技師7名よりなるパーケル川、バスクワ川水力開発調査団を編成し、3月末まで44日間に亘り ENDESA の協力を得ながら現地調査を行なった。一方チリ政府は、水力開発の調査と併行して電力需要の観点から各種産業の立地調査を始めており、電力および産業立地の両面から、アイセン州の総合開発計画の立案を図っている。

チリ政府はこの調査報告書を参考として、アイセン地域開発の基本計画を策定すると共に、水力開発に関しては、地質調査など一部調査工事を開始したい意向のようである。

## 1.2 報告書の目的と範囲

チリ共和国企画庁（ODEPLAN）は、同国南部にあるアイセン州の地域振興を目的として、水力開発および産業立地の両面からその実現を期することを計画している。

本報告書は、上記のうち水力開発計画について検討されるもので、その目的としては ENDESA によって計画立案されたバスクワ川水力開発予備計画書について、ダム計画、設計、耐震設計、ダム地質、ダム材料等の技術的な面から再検討を行うと共に、現地調査の結果考慮される調査事項を勧告することである。

本報告書の範囲は、計画立案に関して主として技術的な面から検討されるものである。

工事費については目安を得るための概算にとどめた。また、当該地域の電力需給および電力消費地の選定等の産業立地計画については、チリ政府において別途検討中であるので、ここではふれていない。

### 1.3 調査団の編成

現地調査に参加した団員の氏名、担当、所属および従事期間は下記のとおりである。

	氏名	担当	所属	従事期間
団長	え なみ とし お 榎 並 敏 夫	総 括	電源開発(株)海外技術協力部	自1976年2月10日 至 " 3月24日
団員	しも やま じ ろう 下 山 次 郎	建設材料	日本工営(株)コンサルタント第2事業部	同 上
"	た なか けい ご 田 中 圭 吾	地 質	日本工営(株)コンサルタント第1事業部	同 上
"	おお ちほ たつ お 大 町 達 夫	耐 震	電源開発(株)奥津津建設所	自1976年3月5日 至 " 3月24日
"	か とう けん じ 加 藤 憲 司	計 画	電源開発(株)海外技術協力部	同 上
"	えび た ゆう いち 蝦 田 佑 一	業務調整	国際協力事業団鉱工業計画調査部	同 上
"	地 質	国際協力事業団派遣専門家 チリ 大学	自1976年2月10日(現地) 至 " 3月24日(参加)	

### 1.4 現地調査日程

パーケル川、バスクワ川水力発電計画のための現地調査は、Appendix-2 に示すように、1976年2月10日より3月24日までの44日間に亘り実施された。

本調査団は、アイセン州コクランを拠点として、各専門家別に現地調査を行うとともに、首都サンチャゴでは、ENDESAを始めとする諸関係機関に於て資料収集や打合せを行なった。

### 1.5 基礎資料

現地調査期間中に得られた基礎資料および参考文献は下記の通りである。

- (1) 水文資料は、バスクワ川流域にある ENDESA 管轄の測水所で観測された月平均流量資料を用いた。
- (2) 地形図については、Instituto Geografico Militar 作成のアイセン州を全域に亘りカバーする 500,000 分の 1 地形図、ENDESA 作成の本流、湛水区域を含む 20,000 分の 1 およびダムサイト近傍の 2,000 分の 1 の航測図を利用した。
- (3) 地質、ダム材料、耐震の資料については、ENDESA 作成の「パーケル川、バスクワ川水力開発予備報告書」を始めとする各種報告書を参考にした。

なお、基礎資料の詳細については Appendix-3 に示す。

## 第2章 結論および勧告

## 第 2 章 結論および勧告

### 2.1 結論

バスクワ川水力開発計画に於て、現地調査および ENDESA 作成の予備報告書を検討した結果、以下の様な結論に達した。

#### (1) 基本計画案

バスクワ川水力開発計画は、二段開発とし上流発電所は、バスクワ地点に高さ 182 m のロックフィルダムを築造し、ダム左岸側に地下発電所を設け最大出力 1,000 MW、年間発生電力量 7,100 GWh を得る。また、下流発電所は、サン・ヴィセンテ地点に高さ 71 m のロックフィルダムを築造し、ダム右岸側に地下発電所を設け最大出力 350 MW、年間発生電力量 2,450 GWh を得るもので、上、下流発電所を合計すると、最大出力 1,350 MW、電力量は 9,550 GWh である。

#### (2) 代替計画案

現地踏査および地形図（縮尺：1:250,000）より検討した結果、水資源有効利用の観点から下流側サン・ヴィセンテ発電所の代替案としてベルグス発電所が考えられる。

この計画は、ベルグス地点に高さ 80 m のロックフィルダムを築造し、ダム右岸側に地下発電所を設け、最大出力 464 MW、年間発生電力量 3,350 GWh を得るものである。

ただし、本地点にダム築造後、貯水池よりケヅル地区を通してブラボー川へと溢水する恐れのないこと、また、本地点の河床状態がダム築造に支障のないこと等が条件となる。

#### (3) 耐震

気候および地形的な制約から、本計画では全て地下発電所が計画されている。従って、本地点では、地表地震動を観測する地震計の設置のみならず、計画地点周辺に調査坑や試掘坑がある場合、それらを利用して地中土木構造物に影響を及ぼす地中地震動についても観測した方が望ましい。

#### (4) 地質

本計画流域については、既に地域的な地質図は作成されている。しかしながら、詳細地表地質踏査やボーリング調査などの土木地質的な調査が、未だ行われていない。

これらの作業は、ダムサイトの選定やプロジェクトの建設費を算定する上で、特に重要なものであり早急に土木地質専門家によって実施されることが必要である。

#### (5) 建設材料

地形図（縮尺：1:20,000）および飛行機より視察した結果、コア材料については、キロス川合流点の氷河堆積物が使用可能と思われる。

フィルター材料については、キロス川、ケエツル川の合流点にある河川段丘の砂質材料が、フィルター材料として使用できると思われる。透水材料およびコンクリート骨材は、何れの計画地点でもその近傍より得られるものと思われる。

## 2.2 勧告

### (1) 計画

バスタワ川は、国際湖であるオイギンス湖を水源としているため水力発電開発計画の策定に当たっては、この湖に対し慎重な配慮が必要である。

サン・グイセンテ発電計画の代替案として考えられるベルグス発電計画については、地形図、ダム地質等の基礎資料を整備した上で経済性を比較検討して選択すべきである。

### (2) 水文

バスタワ川流域の水文気象を把握するため、オイギンス湖畔に観測所を設置すべきである。また、キロス川には流量観測所を設置すべきである。

### (3) 測量

ダム築造により影響を受ける全貯水池区域をカバーする航測地形図並びにケエツル地区の地形図を作成すべきである。

各計画地点の水準位は正確性を欠いているので、オイギンス湖より河口までの間の河川縦断測量を実施すべきである。

### (4) 耐震

耐震設計上、最も基本となる地震力の特性を把握するため、当該地域に早急に機器を設置して地震観測を開始する必要がある。

### (5) 地質

各計画地点について、詳細地表地質踏査を始めとして、ボーリング調査や弾性波探査等の土木地質調査を行う必要がある。

### (6) 建設材料

ダム盛立材料のうち問題となるのはコア材料である。従って、キロス川合流点に見られる氷河堆積物の性状およびコア材料として使用可能な数量を、土質試験や調査工事によって確認しなければならない。

### (7) 今後の調査工事

今後の調査工事については、第7章に示された調査工程に基づいて早急に調査を実施すべきである。

## 第3章 アイゼン州の一般事情

## 第 3 章 アイセン州の一般事情

### 3.1 位置

南米の南西端に位置するチリ共和国は、南北に 4,300Km, 巾約 200 Km の細長い国で、総面積は 741,767Km<sup>2</sup> である。

本計画地点のあるアイセン州は、この国の南部にある州の一つで、南緯 44°~49° 西経 72°~75° にかけて位置しており、その面積は 113,957Km<sup>2</sup> でチリ全土の 14% を占めている。

### 3.2 気候

チリ共和国の南部地方の気候は、南極とフンボルト寒流の影響を強く受けているため年間を通して降雨が見られる。海岸山脈とアンデス山脈にはさまれて大湖水を擁する準高原地帯で構成されるアイセン州は、海岸から内陸部へ向けて気象は変化して行く。そのため、氷河の覆う海岸地帯の山々に最大の降雨をもたらし、それより内陸へ向けて徐々に降雨は減少し、アルゼンチンに広がるパンパ地域では最低となっている。

準高原地帯に広がるパーケル川流域内の北部プエルト・イバーニェスからコクラン地方にかけては、年平均降雨量が 250mm~800mm の間で変化しており、これから西方へ向けて降雨量は徐々に増大し、プエルト・クリスタルやコロニア方面では 900mm に達する。

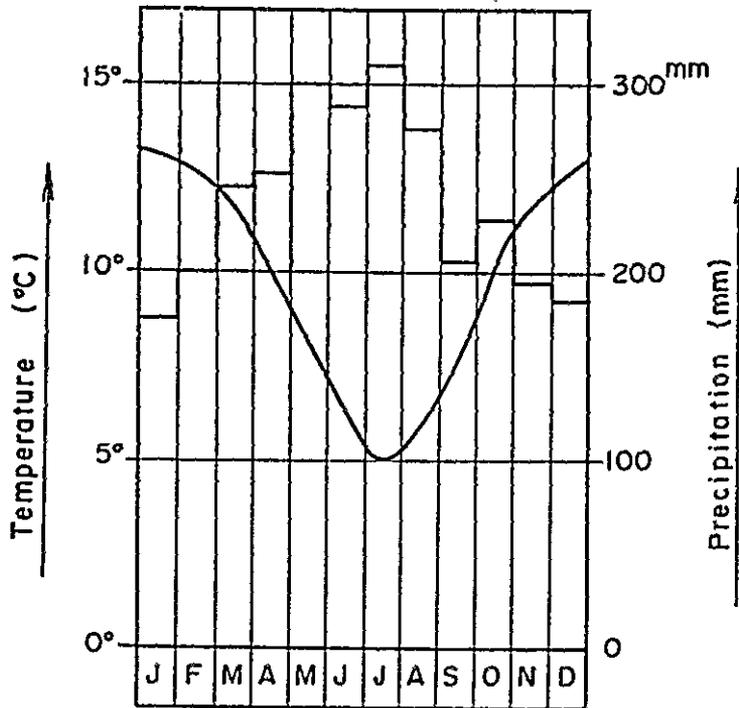
サン・グァレンティン山脈の東側支脈付近プエルト・ベルトランドでは 1,500mm を上回る。海岸地方は 3,000mm~3,500mm の間で変化する多雨地帯である。降雨量に合わせ上流部は植生の分布も少ないが、下流へ行くにつれその密度を増している。冬期(6~8月)の海拔 500m 以上および夏期の 1,000m 以上の所では、雨は雪となって積もり、それが根雪となって氷河を涵養している。

湿度は降雨と一致した形で変化しており、上流地域では夏期(12~2月)において 50~60%、秋春(3~5月、9月~11月)は 60~70% に上昇し、冬期(6~8月)には最高 70~80% に達する。海岸地方では、若干の変化はあるものの最高 90% 程度である。

バスクワ川流域は高緯度に位置するため、夏から冬にかけての日照時間は強変化しているその割合は 5:1 位であるが、この強変化にもかかわらず、フィヨルド地形と大湖水の存在が温度較差を小さいものにしてている。平地では夏期は 14℃、秋は 10℃ になり、冬は 4℃ と低下する。春には再び 10℃ となる。まれに冬期において 0℃ を記録することもあり、また、夏期には 30℃ まで上昇することもある。

Fig - 3.1 にプエルト・アイセンの年平均降雨量と温度を表わす。

Fig.-3.1 Monthly Average Precipitation and Temperature at Pto. Aisen



Legend

- Temperature
- ▬ Precipitation

3.3 社会状況

アイセン州の面積は、113,957 km<sup>2</sup>でチリ全土の14%を占めている。人口58,034人でチリに於いては最も開発の遅れている州である。1917年に入植が開始されたこの地域は、1928年1月に正式に州として制定されたチリ共和国で最も新しい州である。主要都市としては、州都コヤイケを始めとしてプエルト・アイセン、チレ・チコ、コ克蘭、プエルト・シスネスなどがあるが、人口はコヤイケの2万人を筆頭に、何れも数千人から数百人程度の規模である。

バーケル川流域にはコ克蘭町があり、人口約2千人で農牧を主体とした生活を営んでいるが、バスクワ川流域には集落はなく単発的に入植者がいるのみである。

アイセン州の道路は、他地域とは隔絶しており中央からの交通は船を利用するか、若しくは飛行機を使うしかない。

道路はプエルト・チャカブコを起点として、コヤイケを経由してプエルト・イバーニエスまで、それからヘネラル・カレーラ湖を渡りチレ・チコからプエルト・ベルトランドを経由してコク

ランまで伸びている。その他は馬路があるのみで道路網は整備されていない。

バスクワ川流域へのアプローチは、空路では軽飛行機によりバスクワ川河口、ケエツル湖およびオイギンス湖岸に至るルートがあり、海路では船によりパーケル水路（フィヨルド）を経由し上陸するルートがある。また、1975年、ENDESAはバスクワ川沿いに調査用の小径を開拓した。

### 3.4 主要産業

アイセン州の主要産業としては、漁業、鉱業、林業、牧畜などが挙げられる。漁業については、プエルト・シスネスやプエルト・アイセンを中心に、あなご、ほら、かき等の魚貝類の漁が行われている。それらの一部は地域消費されるが、大部分はプエルト・シスネスやプエルト・チャカブコで缶詰め等製品化されて中央地域へ出荷されている。又、シンブソン川の上流コヤイケでは、日本の国際協力事業団の援助でさけの養殖が行われている。

鉱業については、ヘネラル・カレーラ湖周辺のプエルト・クリスタルやチレ・チコに於いて、銅や鉛、亜鉛、モリブデン等の採掘が行われている。また、少量ではあるが金や銀も採れる。これらの金属鉱山の他、大理石や石灰岩の採掘も行われているが、何れも規模は小さい。

林業については、豊富な森林資源を背景にプエルト・ブジグアピヤリオ・トランキーロ周辺で製材が行われている。農牧については、羊を中心とした牧畜が盛んで、この地域の最も重要な産業である。羊毛を始めとして肉や皮革等の産物によって収入を得ている。牛の飼育も行われているが規模は小さい。農作物は自給自足的に栽培されるのみで、日常生活必需品等は、中央地域からの輸送に頼っている。

また大氷河サン・ヴァレンティンに代表される氷河群や、迷路のようにいりこむフィヨルドや、多島海地形、内陸部にはヘネラル・カレーラ湖、オイギンス湖を始めとする大小無数の湖があり、それらを取りまくように森林が拡がっており風光明媚な場所として、この国の最も代表的な観光地帯となっている。

### 3.5 電力の現況

チリ共和国は、工業化に必要な電力を開発するため、1944年電力公社ENDESAを設立した。爾来、ENDESAは、幾多の電源開発を行なって、急増する電力需要を満たしてきた。チリ人1人当たり電力消費量は、890KWhで中南米の上位にある。最近の電力需要増は、鉱工業の発展と、一般および商業用電力によるところが大きい。

電力供給事業者は、全国設備の57.5%（1,478.4MW）を所有するENDESAをはじめとする電力事業者の他、民間の自家用発電もある。なお、総発電設備（1974年現在）2,572MWのうち電力事業者設備は1,856MW、自家用発電が716MWである。

発電設備および発電電力量の過去4年間の年平均伸び率は、発電設備で5%、発電電力量で6%である。(Table - 3.1 参照)

Table - 3.1 Generating Facilities and Energy Production in Chile

Item	Year				
	1970	1971	1972	1973	1974
Generating Facilities (MW)	2,143	* 2,132	2,182	2,472	2,572
Energy Production (GWh)	7,551	8,524	8,943	8,766	9,297

Note: \* The depressed figure in 1971 is due to decreasing of the private generating facilities.

国土を北から7つのブロックに分けそれぞれ電力系統をもっているが中でもセレーナ市からプエルト・モント市にいたる第2.3.4.5ブロックは、たがいに連系が行なわれており電力融通も活発である。なお、首都サンチャゴを含む第3ブロックの設備容量は、1,159 MWで全体の45%を占めている。

本計画地域のあるアイセン州は、チロエ州とともに第6ブロックを形成しているが、アイセン州に限って見ると、発電設備6.1 MW、発電電力量14.8 GWh、第6ブロックの1人当りの消費電力量は、155 KWh で何れもこの国の最低の水準である。また、自家用発電の大規模なものもなく、最近5ヶ年間の発電設備、発電電力量の増加も殆ど見られない。

アイセン州の発電設備及び発電電力量をTable - 3.2 に示す。

Table - 3.2 Generating Facilities and Energy Production in Province of Aisen

Name of Plant	Company	Type	Installed Capacity	Energy Production
			KW	MWh
Puerto Sanchez	E. Minera Aisen	Diesel	862	453
Puerto Cristal	"	"	122	64
Puerto Cristal	"	Hydroelectric	206	990
Puerto Cisnes	ENDESA	Diesel	56	64
Coihaique	"	"	810	557
Chile Chico	"	"	374	621
Puerto Aisen	"	"	400	50
Puerto Ibañez	"	"	150	92
Load Cochrane	"	"	150	112
Aisen	"	Hydroelectric	3,000	11,820
Total			6,130	14,823

ENDESAは、アイセン水力発電所、アイセン火力発電所、コヤイケ火力発電所の3発電所間を23KVの送電線で連系し一つの電力系統を形づくり、プエルト・アイセンを始めとしてバルマセーダ、プエルト・チャカブコへ給電している。また、その他の町はTable-3.2からも判るように、小規模なジーゼル発電所を設け制限時間内に給電を行なっている。

## 第4章 パスクワ川予備計画概要

## 第 4 章 バスクワ川予備計画概要

### 4.1 バスクワ川の河川特性

バスクワ川は、チリ共和国アイセン州の南緯  $47^{\circ}35'$  ~  $49^{\circ}20'$ 、西経  $72^{\circ}58'$  ~  $73^{\circ}20'$  にかけて位置している。

国際湖オイギンス（アルゼンチンではサン・マルティン湖と呼ぶ）にその源を発し、ボルケス湖を経過した後、バスクワ川は南から北に向って狭隘急流な峡谷に沿って流下し、更にケエツル湖の南端に到達してから川の流路方向を西南方に変え太平洋へと注ぐ延長 62 Km の河川である。その流域面積は、アルゼンチン領  $7,370 \text{ Km}^2$  を含め  $14,500 \text{ Km}^2$  におよんでいる。

バスクワ川の平均河川勾配は、総延長に対し 240 分の 1 であるが、その前半部オイギンス湖流出口よりケエツル湖までの 33 Km 区間は、EL257.5 m より EL20.0 m へと急激に流下しておりその平均勾配は 140 分の 1 となっている。

氷河の解氷水および湖面積  $1,000 \text{ Km}^2$  の大きさを持つオイギンス湖によって自然に調整された水は、年平均流量  $594 \text{ m}^3/\text{sec}$  である。

### 4.2 各計画案について

バスクワ川電源開発計画については、すでに ENDESA によってスタディーがなされている。その概要は Fig-4.1 に示すように A 案から H 案までの 8 つの計画が立案され、各々の計画について予備的な検討を行なった。その結果、G 案および H 案と呼ぶ 2 つの計画案がより経済的に優るという結論に達した。従って、本報告書ではこれら 2 案についてのみ詳細な検討を行った。

### 4.3 G 案 ハイ・バスクワ--サン・ヴィセンテ計画

本計画は、中流部にハイ・バスクワダムおよびサン・ヴィセンテダムを築造し、発電を行う二段開発計画である。総利用落差は 238 m で、その利用率は 92% に達する。発電所出力合計 1,350 MW、年間発生電力量計 9,550 GWh である。（Fig-4.2, 4.3 参照）

#### (a) ハイ・バスクワダム

ハイ・バスクワダムは、バルセオとサン・ヴィセンテの中間に位置しバスクワ川が東から北へと流れを変える地点の終端に設けられる。ダムは中央遮水壁型ロックフィル（高さ 182 m、堤体積  $9,800,000 \text{ m}^3$ ）タイプである。満水位 258.00 m で、背水位はオイギンス湖まで届くもので湖と一体化した形となっており、有効貯水容量は 51 億  $\text{m}^3$  である。ダム左岸側に地下発電所を建設し、その間の最大落差 173 m、最大使用水量  $680 \text{ m}^3$

/sec により最大出力 1,000 MW, 年間発生電力量 7,100 GWh を得るものである。

( Fig - 4.4, 4.5 参照 )

(b) サン・ヴィセンテダム

サン・ヴィセンテダムは、バスクワ川とケエツル川との合流点上流 4 Km に位置する峡谷部の終端近くに設けられる。ダムは中央遮水壁型ロックフィル (高さ 71 m, 堤体積 1,300,000 m<sup>3</sup>) タイプである。満水位 82.0 m は、ハイ・バスクワ発電所放水位に合わせている。有効貯水容量は 50 万 m<sup>3</sup> となっている。

ダム右岸側基礎岩盤下に地下発電所を建設し、その間の最大落差 61m, 最大使用水量 680 m<sup>3</sup>/sec により最大出力 350 MW, 年間発生電力量 2,450 GWh を得るものである。( Fig - 4.6, 4.7 参照 )

#### 4.4 H案 ウエムルーバスクワ-サン・ヴィセンテ計画

本計画は、湖の出口にウエムルダム、中流部にバスクワダムおよびサン・ヴィセンテダムを築造し発電を行う三段開発計画である。総利用落差は 241 m でその利用率は 93 % に達する。発電所出力合計 1,350 MW, 年間発生電力量 9,400 GWh である。( Fig - 4.8, 4.9 参照 )

(a) ウエムルダム

ウエムルダムは、オイギンス湖の出口直下流に設けられるコンクリート式取水ダムで、満水位をオイギンス湖面 EL 258 m に合わせたものである。左岸側に地下発電所を建設し、その間の最大落差 36.5 m, 最大使用水量 680 m<sup>3</sup>/sec により最大出力 200 MW, 年間発生電力量 1,450 GWh を得るものである。( Fig - 4.10, 4.11 参照 )

(b) バスクワダム

本ダム地点は、4.3項ハイ・バスクワダムと同一地点に設けられる。ダムは中央遮水壁型ロックフィル (高さ 143.0 m, 堤体積 5,000,000 m<sup>3</sup>) タイプで有効貯水容量は 5 千万 m<sup>3</sup> である。ダム左岸側に地下発電所を建設し、その間の最大落差 136 m, 最大使用水量 680 m<sup>3</sup>/sec により最大出力 800 MW, 年間発生電力量 5,500 GWh を得るものである。( Fig - 4.12, 4.13 参照 )

(c) サン・ヴィセンテダム

4.3項(b)サン・ヴィセンテダムと同じ。

Fig.-4.1(1) Pascua River Alternative Plan of Hydroelectric Development Project

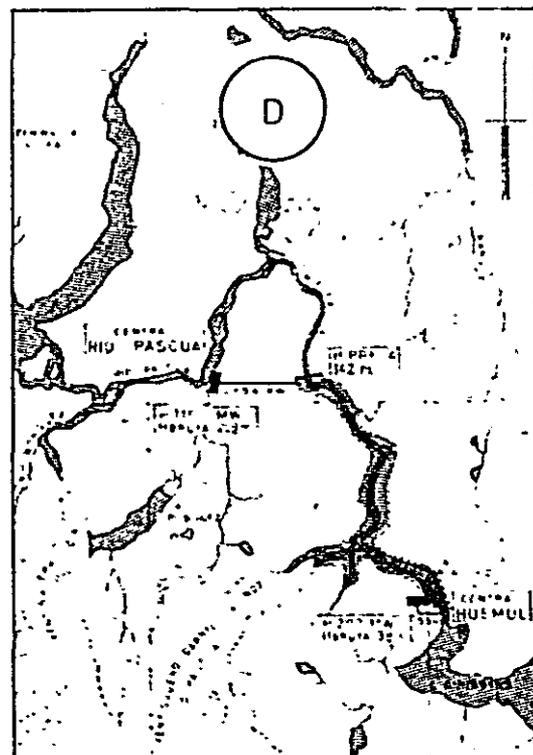
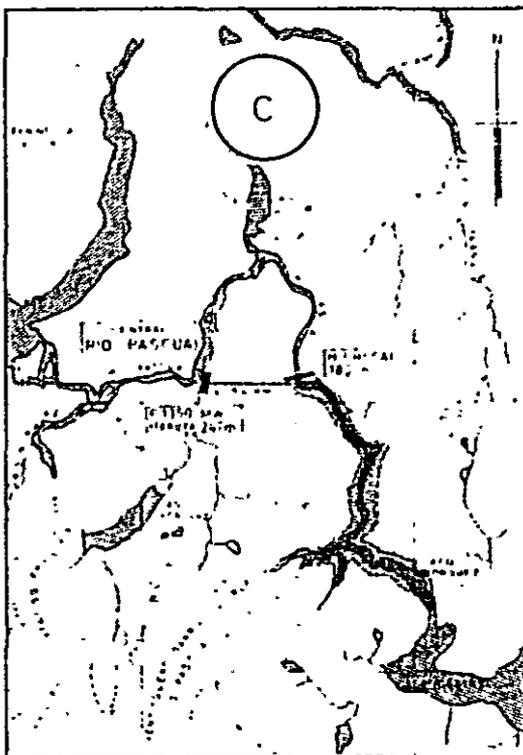
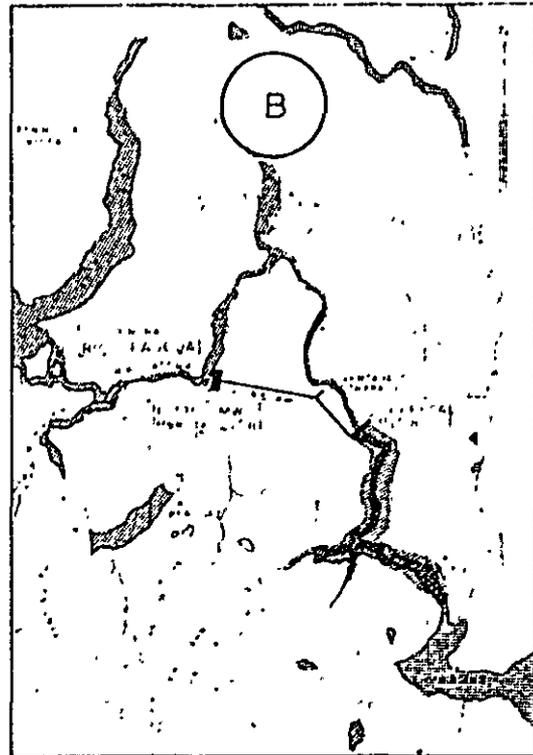
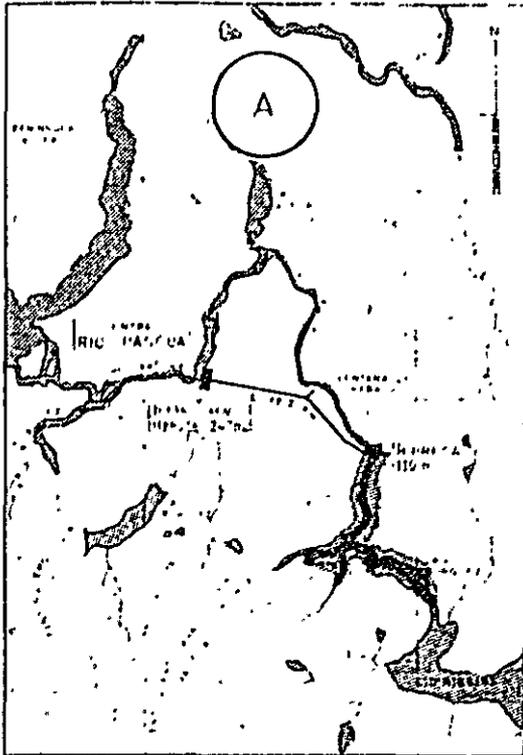


Fig.-4.1(2) Pascua River Alternative Plan of Hydroelectric Development Project

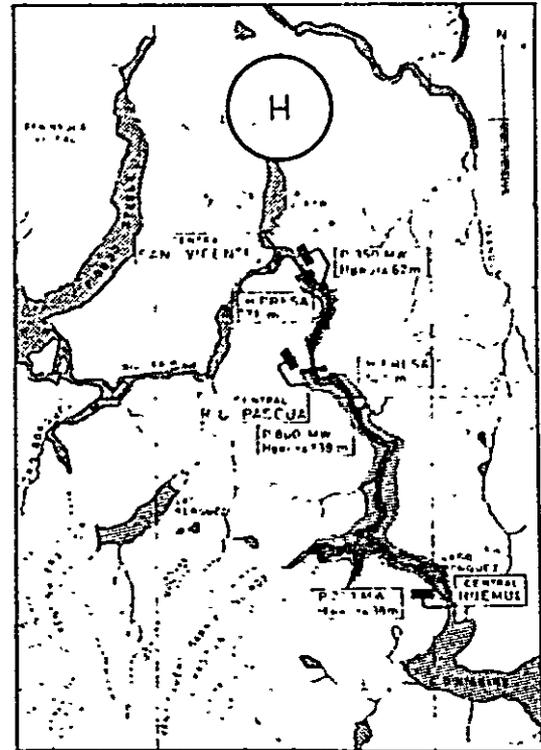
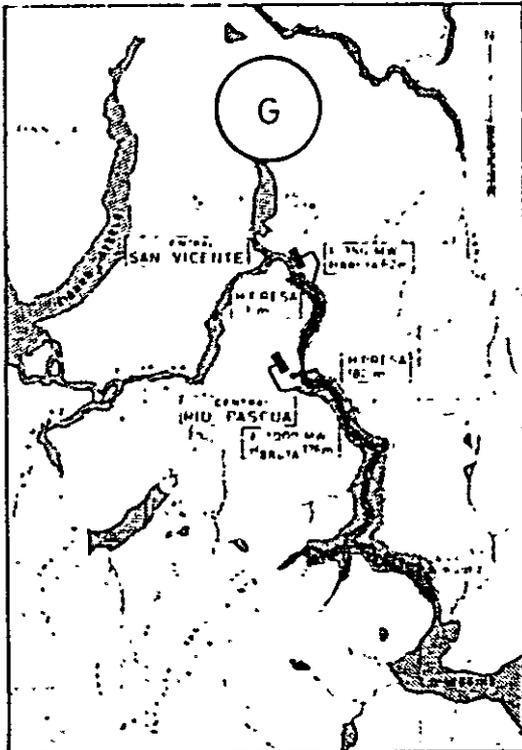
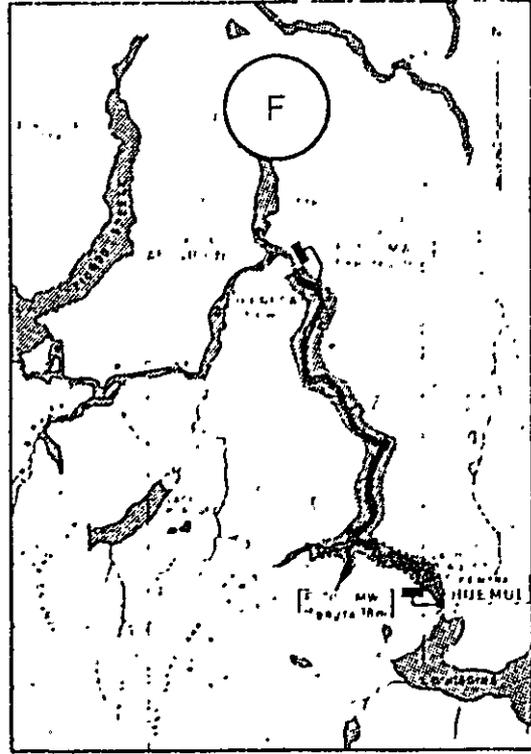
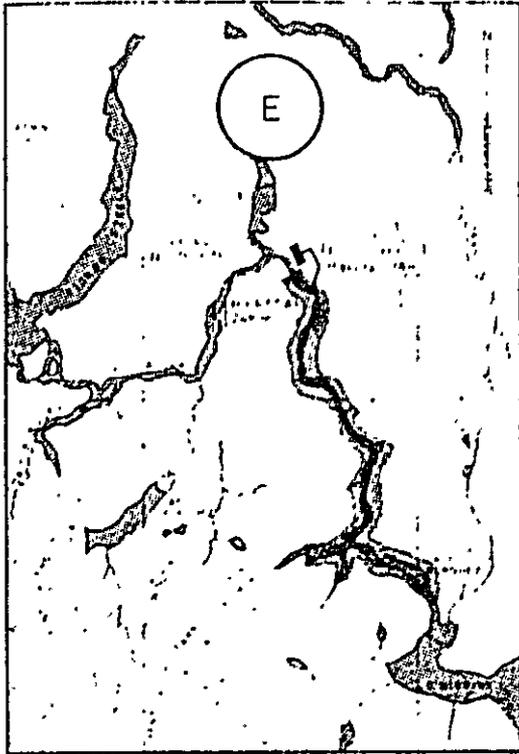


Table -4.1 Description of High Pascua and San Vicente Projects (G)

Item	High Pascua	San Vicente
Location	Aisen Province, Chile	
River	Pascua River	
Catchment area	13,550 km <sup>2</sup>	13,610 km <sup>2</sup>
Design flood discharge	2,000 m <sup>3</sup> /sec	2,000 m <sup>3</sup> /sec
Effective storage capacity	5,050 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0.5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
High water level	258 m	82 m
Available drawdown	5 m	2 m
Installed capacity	1,000 MW	350 MW
Maximum power discharge	680 m <sup>3</sup> /sec	680 m <sup>3</sup> /sec
Effective head	173 m	61 m
Annual power production	7,100 GWh	2,450 GWh
<b>Dam</b>		
Type	Rockfill with center impervious core	
Height	182 m	71 m
Crest Length	435 m	250 m
Width of crest	16 m	8 m
Volume	9,800,000 m <sup>3</sup>	1,300,000 m <sup>3</sup>
<b>Spillway</b>		
Type	Ski jump type	Ski jump type
Gate	Tainter gate	Tainter gate
Height x Width x Numbers	13.5 <sup>m</sup> x 10 <sup>m</sup> x 2	12 <sup>m</sup> x 12 <sup>m</sup> x 2
Length	about 1,100 m	240 m
<b>Intake</b>		
Structure (Height x Width)	26 <sup>m</sup> x 85 <sup>m</sup>	15.5 <sup>m</sup> x 85 <sup>m</sup>
Gate	Roller gate	Tainter gate
Numbers	8	4
<b>Penstock</b>		
Numbers	4	4
Length (Average)	250~280 m	75 m
Inner diameter	5.6 m	5.6 m

Powerhouse

Type

Underground

Underground

Structure (Width x Length)

30<sup>m</sup> x 155<sup>m</sup>

25<sup>m</sup> x 133<sup>m</sup>

Tailrace

Type

Tunnel

Tunnel

Fig-4.2 G-Plan High Pascua-San Vicente Project

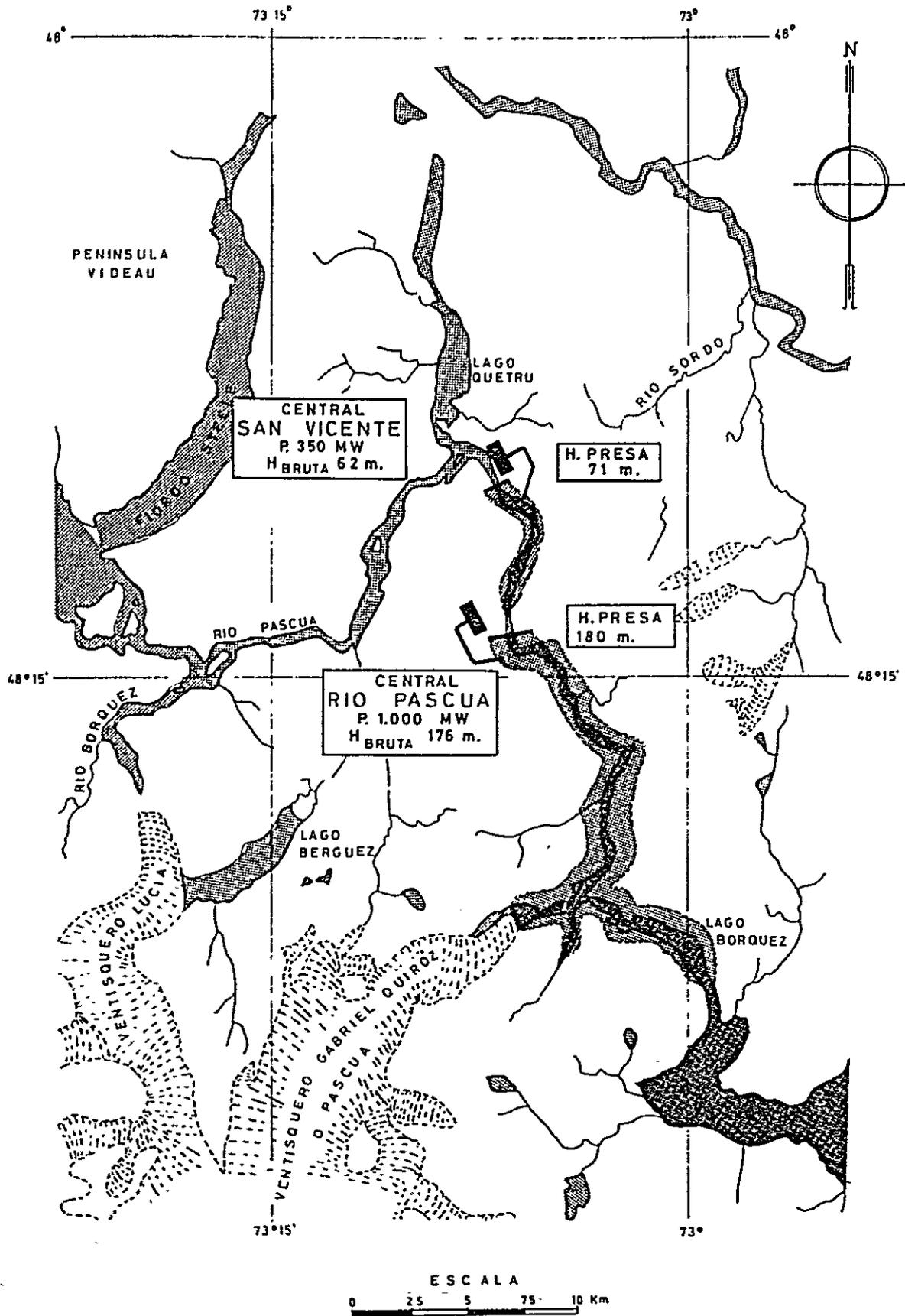
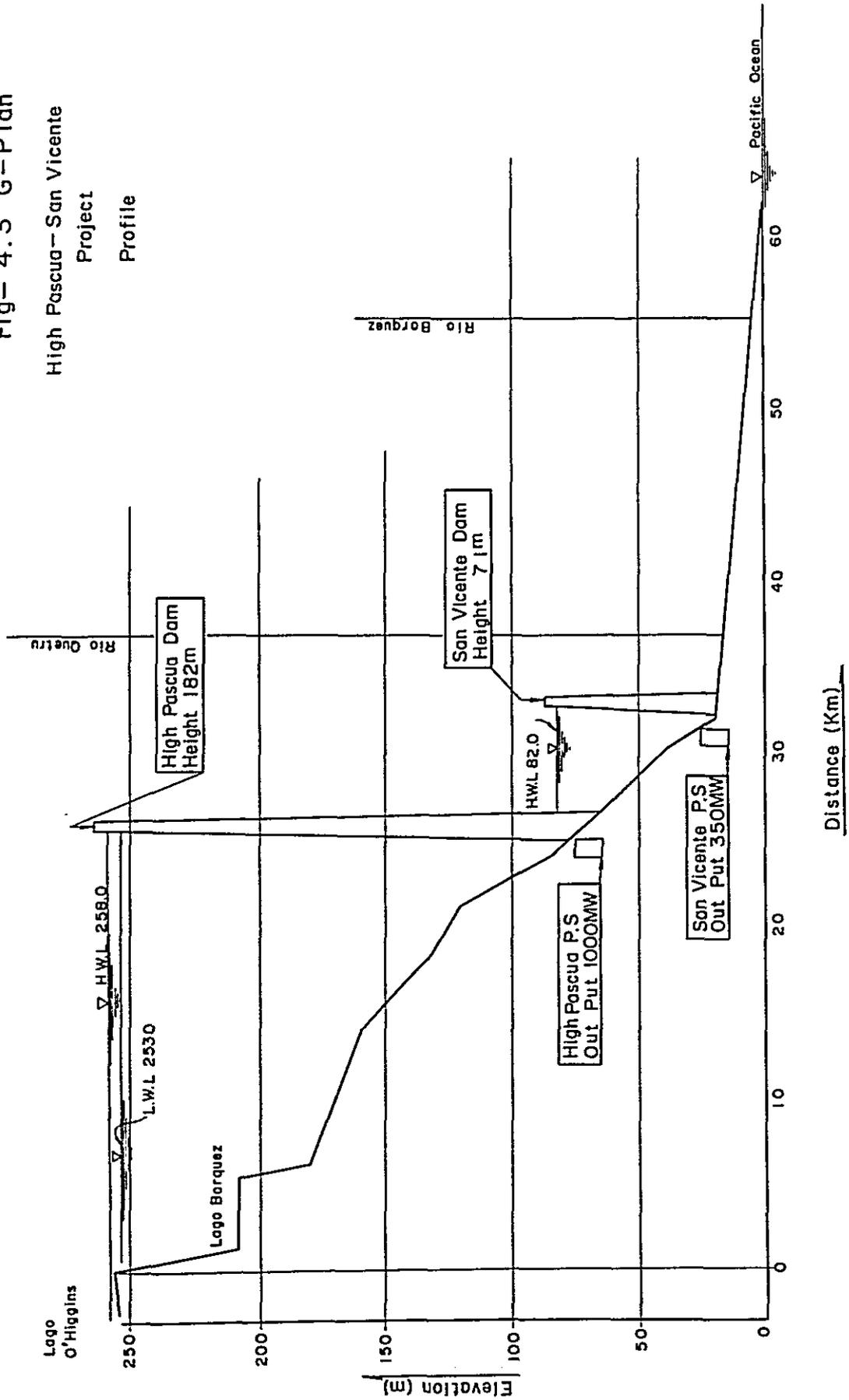


Fig- 4.3 G-Plan

High Pasqua-San Vicente  
Project

Profile



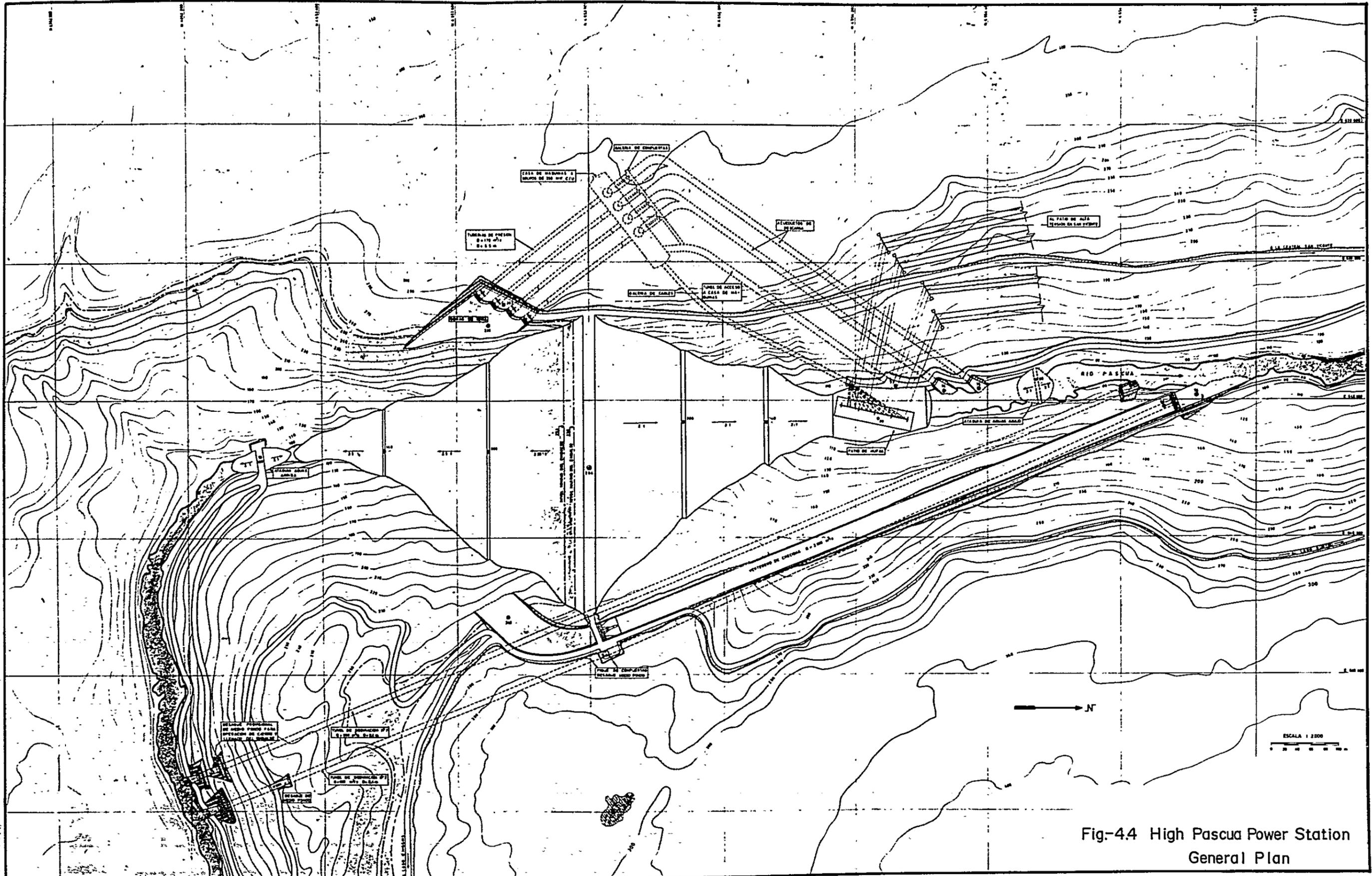
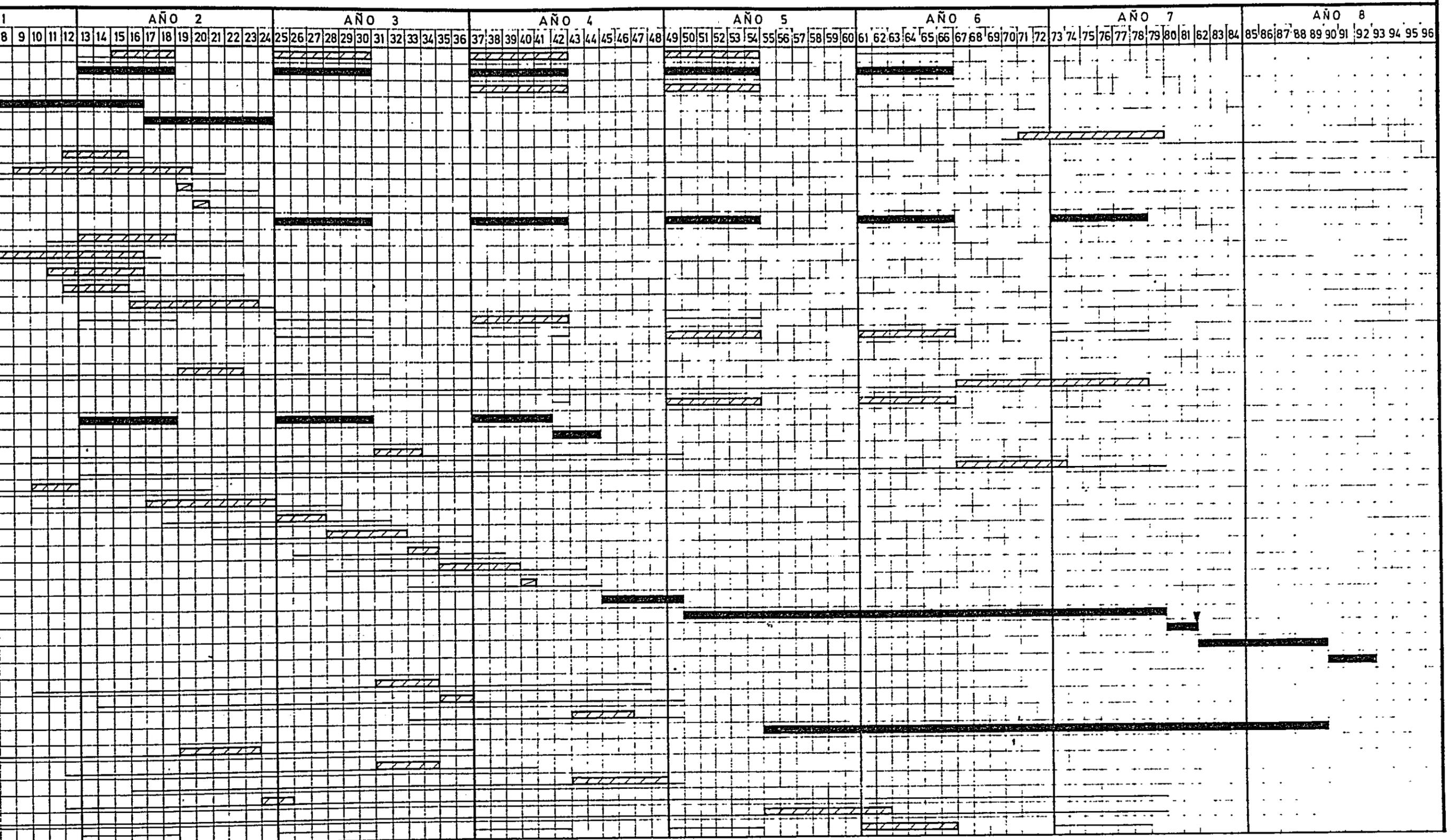


Fig-4.4 High Pascua Power Station  
General Plan



Fig.-4.5 Construction Schedule of High Pascua Power Station

16 FEBRERO 1976



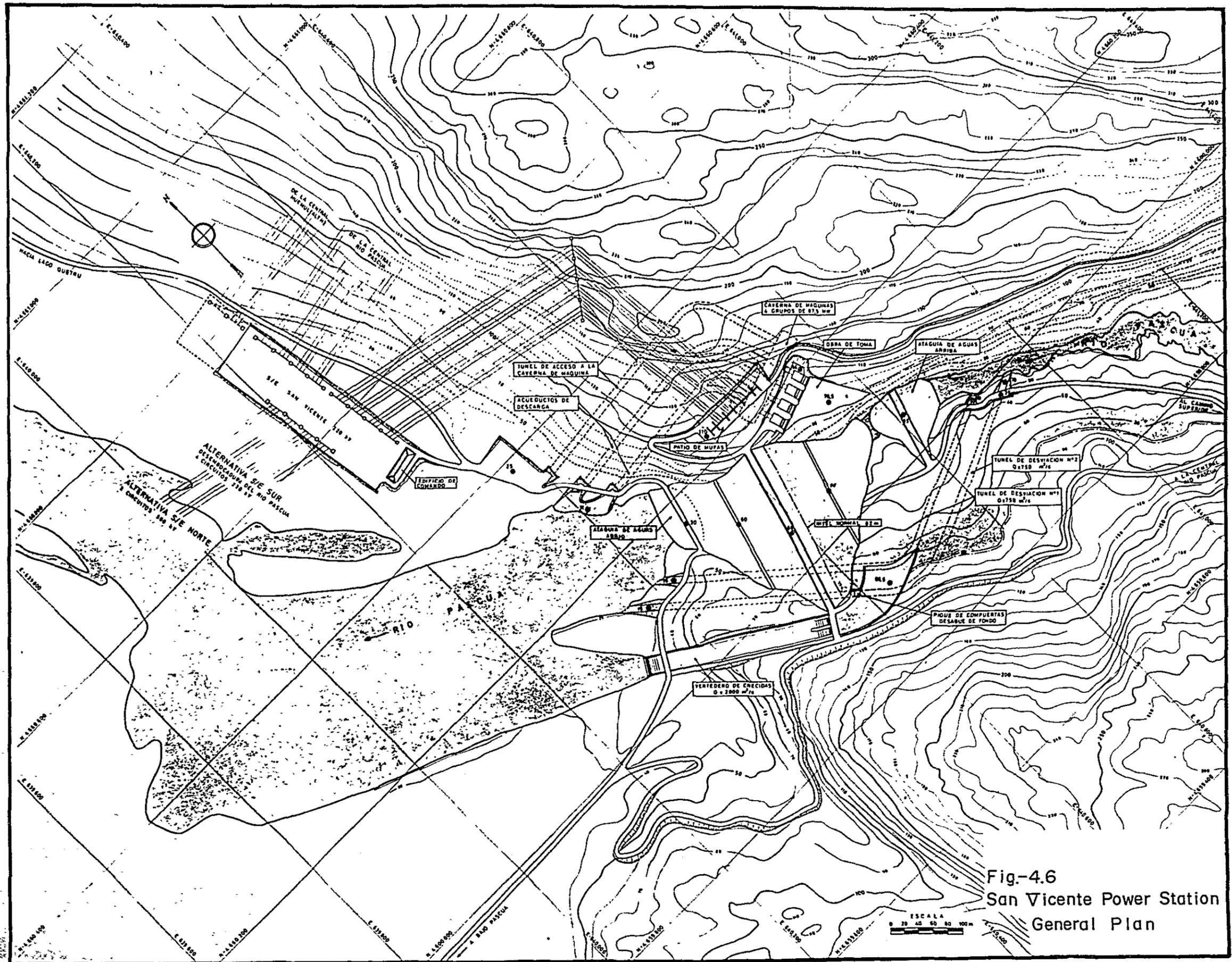
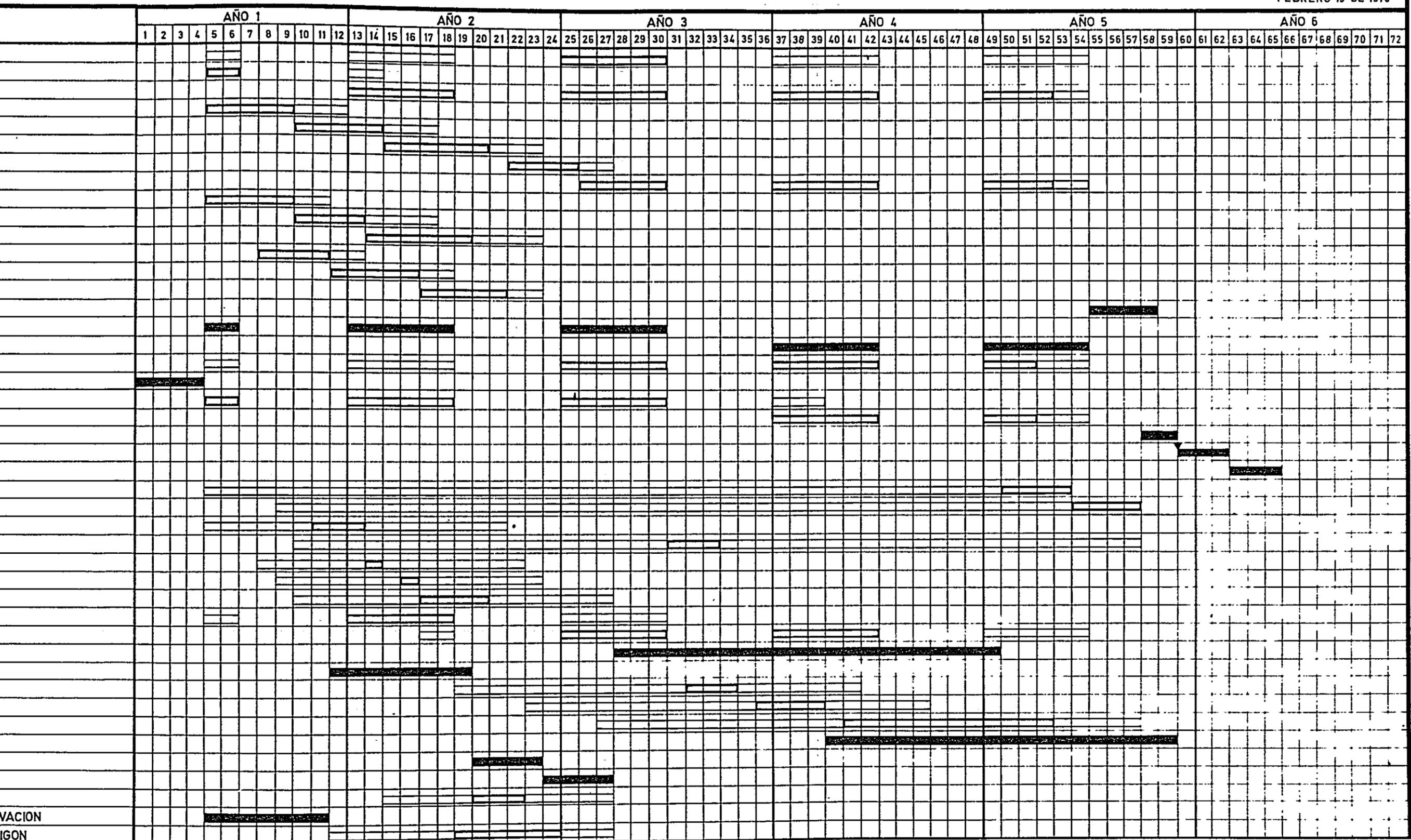




Fig.-4.7 Construction Schedule of San Vicente Power Station

FEBRERO 13 DE 1976



VACION  
IGON

DAD.  
DE OCTUBRE

Table -4.2 Description of Huemul, Pascua and San Vicente Projects (H)

Item	Huemul	Pascua	San Vicente
Location	Aisen Province, Chile		
River	Pascua River		
Catchment area	13,300 km <sup>2</sup>	13,550 km <sup>2</sup>	13,610 km <sup>2</sup>
Design flood discharge	2,000 m <sup>3</sup> /sec	2,000 m <sup>3</sup> /sec	2,000 m <sup>3</sup> /sec
Effective storage capacity	5,000 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	50 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0.5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
High water level	258 m	220 m	82 m
Available drawdown	5 m	3 m	2 m
Installed capacity	200 MW	800 MW	350 MW
Maximum power discharge	680 m <sup>3</sup> /sec	680 m <sup>3</sup> /sec	680 m <sup>3</sup> /sec
Effective head	36.5 m	136 m	61 m
Annual power production	1,450 GWh	5,500 GWh	2,450 GWh
<b>Dam</b>			
Type	Concrete gravity	Rockfill with center impervious core	
Height	25 m	143 m	71 m
Crest Length	30 m	340 m	250 m
Width of crest	6 m	14 m	8 m
Volume	—	5,000,000 m <sup>3</sup>	1,300,000 m <sup>3</sup>
<b>Spillway</b>			
Type	Overflow type	Ski jump type	Ski jump type
Gate	Tainter gate	Tainter gate	Tainter gate
Height x Width x Numbers	19 <sup>m</sup> x 10.2 <sup>m</sup> x 2	14.5 <sup>m</sup> x 10 <sup>m</sup> x 2	12 <sup>m</sup> x 12 <sup>m</sup> x 2
Length	34 m	about 1,000 m	240 m
<b>Intake</b>			
Structure (Height x Width)	20 <sup>m</sup> x 90 <sup>m</sup>	26 <sup>m</sup> x 85 <sup>m</sup>	15.5 <sup>m</sup> x 85 <sup>m</sup>
Gate	Roller gate	Roller gate	Tainter gate
Numbers	12	8	4
<b>Penstock</b>			
Numbers	4	4	4
Length (Average)	100 m	165 ~ 190 m	75 m
Inner diameter	6.8 m	5.6 m	5.6 m

**Powerhouse**

Type	Underground	Underground	Underground
Structure (Width x Length)	28.5 <sup>m</sup> x 145 <sup>m</sup>	30 <sup>m</sup> x 155 <sup>m</sup>	25 <sup>m</sup> x 133 <sup>m</sup>

**Tailrace**

Type	Tunnel	Tunnel	Tunnel
------	--------	--------	--------

Fig.-4.8 H-Plan Huemul-Pascua-San Vicente Project

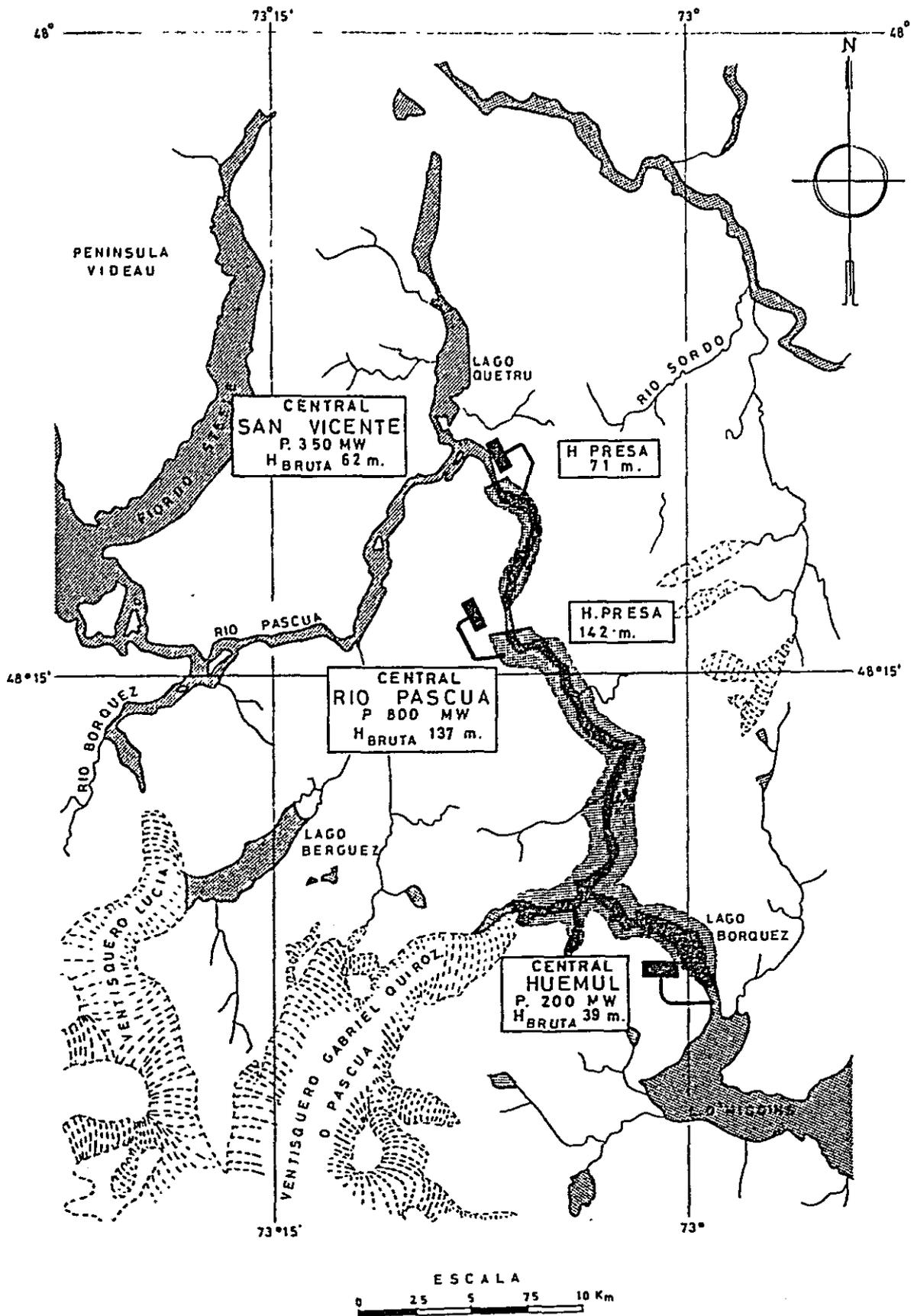
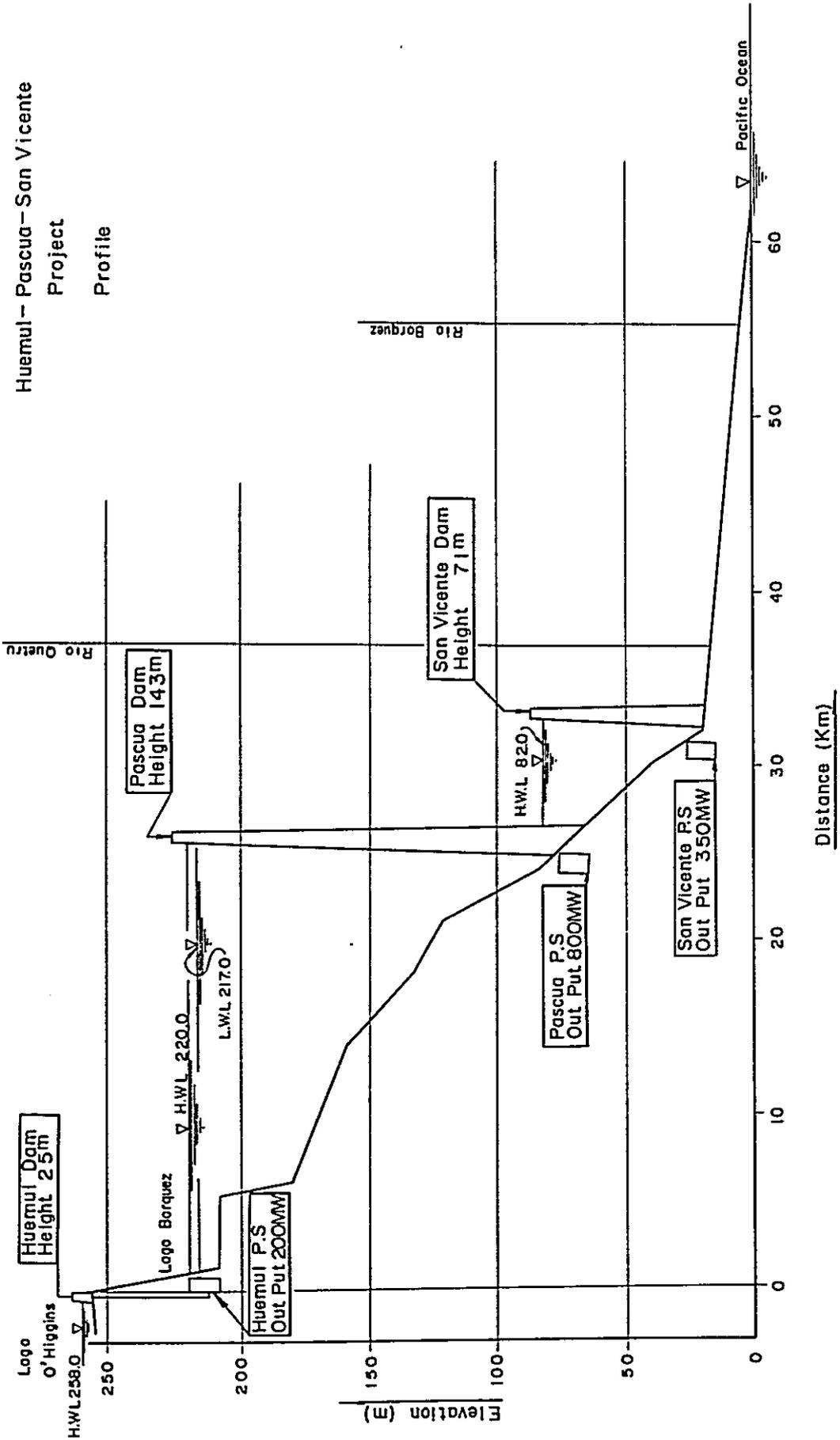


Fig- 4.9 H-Plan

Huemul- Pascua-San Vicente  
Project  
Profile



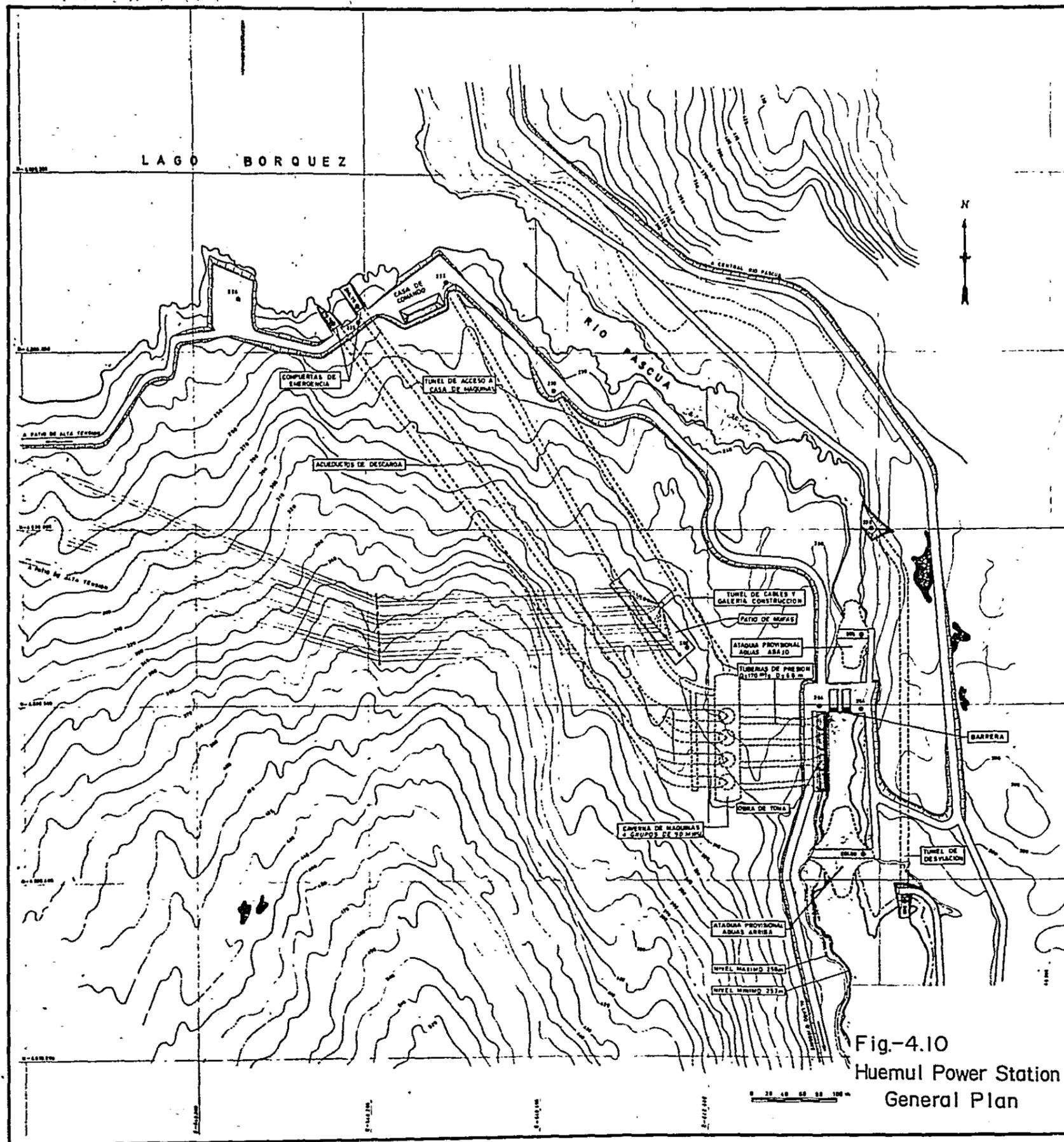


Fig-4.10  
Huemul Power Station  
General Plan



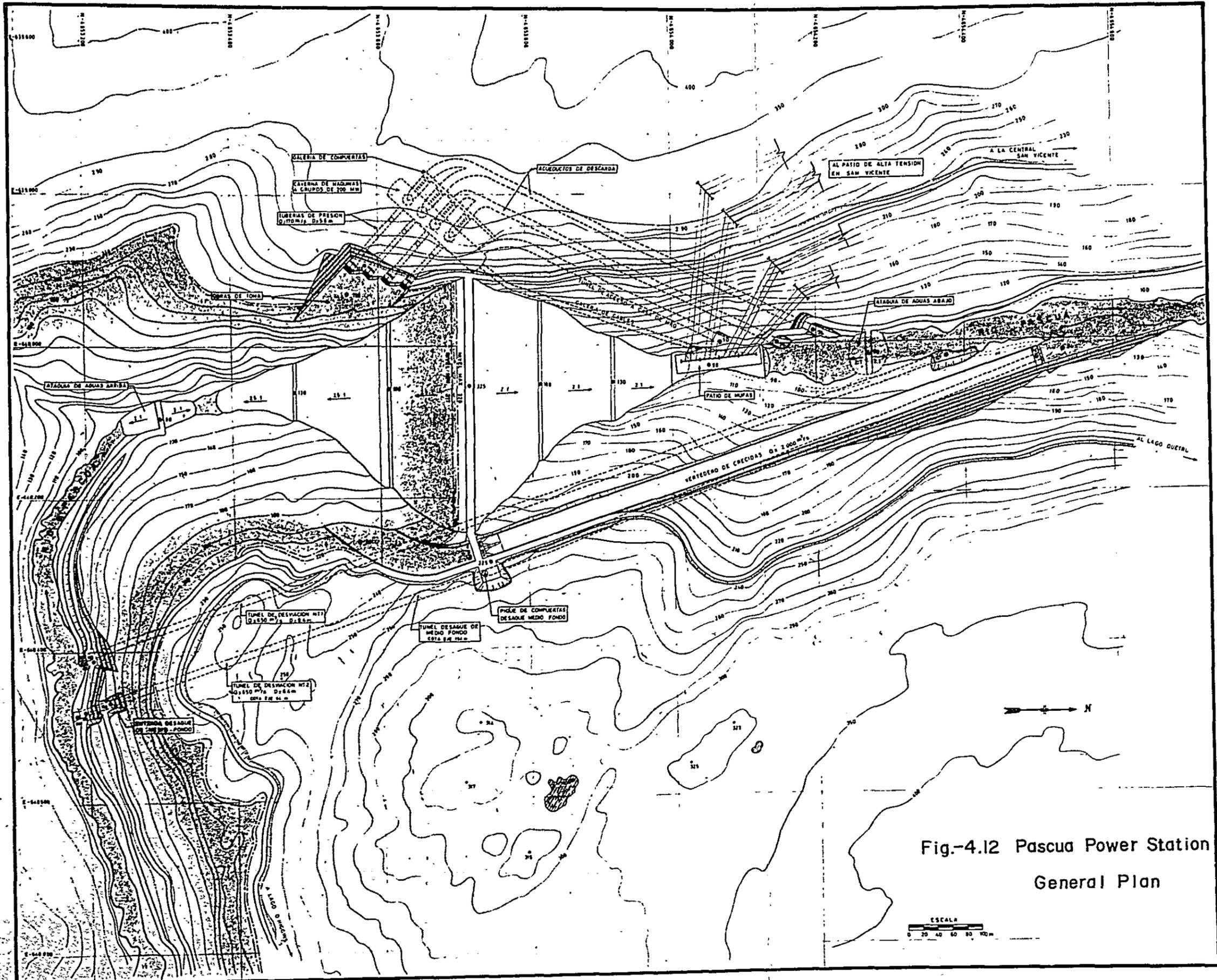
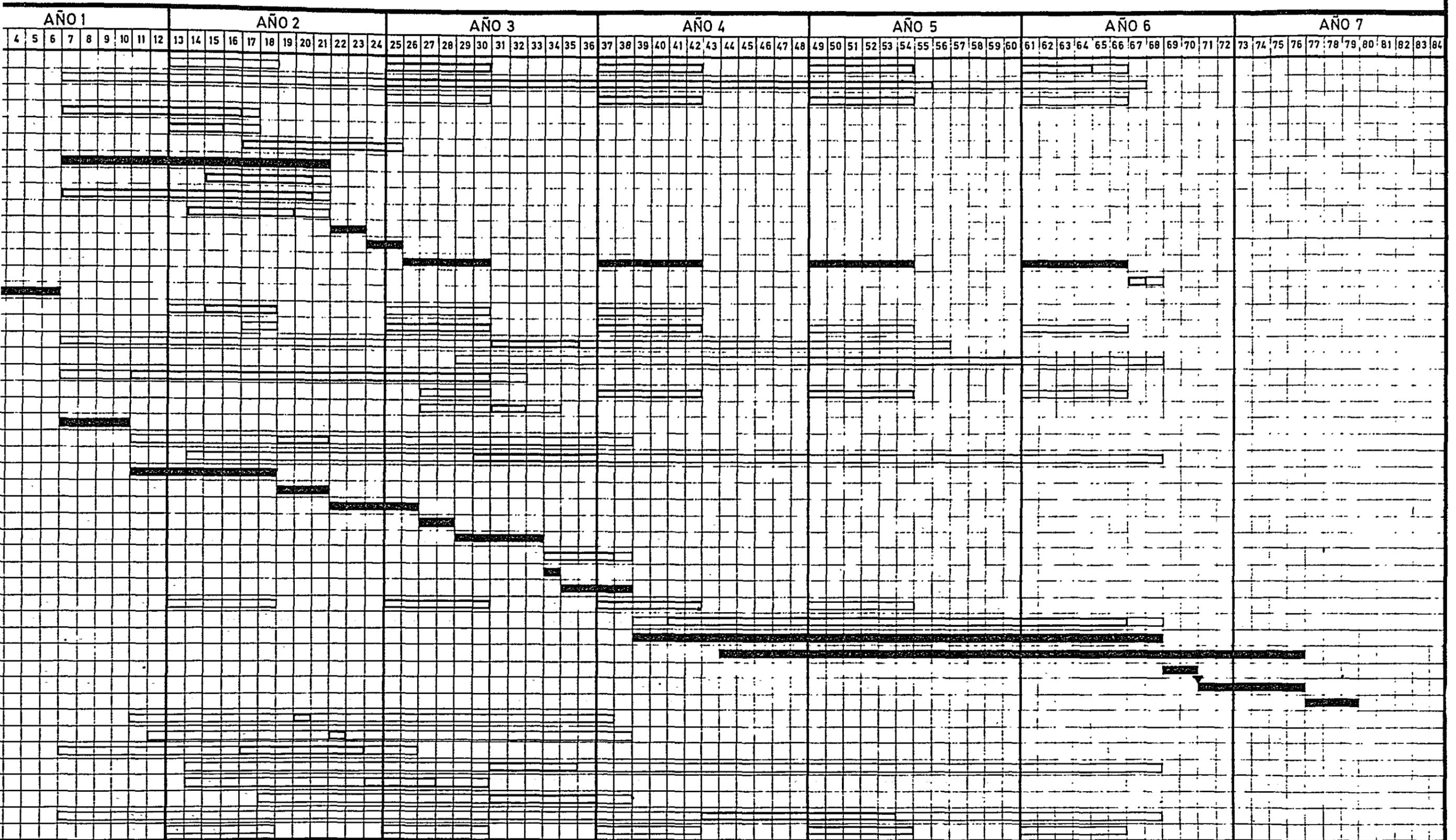


Fig.-4.12 Pascua Power Station  
General Plan



Fig.-4.13 Construction Schedule of Pascua Power Station



## 第5章 予備計画の見直し

## 第 5 章 予備計画の見直し

### 5.1 計 画

バスクワ川は、経済性の高い包蔵水力を有しており、本来この河川の開発計画を立案する場合には、資金の効果的な投下を図るため、電力需要の増加に見合った段階的な開発方針を立て、且つ、最終規模を想定しつつ策定すべきものである。現在、ODEPLAN が総合開発計画の一環として、電力産業の種類、規模、開発時期等を検討中であるが、今後は電力開発計画もこの検討作業と並行して進めるべきである。現時点では電力需要の姿が決められないため、水資源を最大限に有効利用することに主眼をおいて発電規模を検討した。

オイギンス湖の有する巨大な調整能力を、最大限に利用して年間調整を行う事は、良質な電力が得られる経済的な開発計画となり、特に常時電力を要求する産業構成の場合には重要なポイントとなる。ちなみに、オイギンス湖は、年間を通じ約 5 m の水位変動をしており、その間の有効容量は約 50 億  $m^3$  である。これは年間平均流量 ( 594  $m^3/sec$  ) の 27 % に当る。

発電規模については、H案ウエムル発電所 200 MW、バスクワ発電所 800 MW、サン・グイセンテ発電所 350 MW の計 1,350 MW と G案ハイ・バスクワ発電所 1,000 MW、サン・グイセンテ発電所 350 MW の計 1,350 MW の 2案が提案されている。両案共に、湖面 E.L 258 m からサン・グイセンテの E.L 20 m までの、標高差 238 m を有効に利用しており、且つ、発電所設備利用率も高くとっているため、最適規模と考えられる。

G案ハイ・バスクワ——サン・グイセンテ計画と H案ウエムル——バスクワ——サン・グイセンテ計画を比較してみる。

両案に共通のサン・グイセンテ発電所は、位置規模共に適切であると考えられる。

バスクワ発電所の規模は、G案の場合 H案と比べてハイダム型式となり、ダム高は 143 m から 182 m と高くなる。それに伴いダム建設費は上昇するが、その反面 H案の 3つの発電所を建設する場合に比べて、仮締切、仮排水路工事が少なく済むため、相対的に工事費は減少する。

ウエムル発電所について、電力需要が段階的にある場合や、バスクワ発電所の初期投資の回収が遅れる場合などに考えられる計画である。

従って、電力需要の形態が未定なことや、上記を勘案した場合、現段階では、ENDESA 策定の予備報告書にも述べられているように、G案の 2発電所が有利と判断される。

予備報告書で検討されているバスクワ川開発計画に加えて考慮される案としては、ベルグス計画が考えられる。この地点はケエツル湖の下流 11 Km で、支流ベルグスの合流点直下流にダムを築造し、サン・グイセンテ発電所放水水位以下の落差を利用する計画であるが、これはまだ

図上計画の段階であり、今後さらに調査、検討する必要がある。この計画の概要は第6章に述べている。

電力需要地として考えられている5ヶ地点、プエルト・チャカブコ、エラスモ湾、エクスプロードーレス湾、カレータ・トルテル、バスクワ河口のうち地理的、社会的にはプエルト・チャカブコが優先するが、送電距離370kmの送電経費が高くなる難点がある。しかし技術進歩の著しい送電分野では、遠距離直流送電も現実の形になってきており、需要地については上記5ヶ地点の他に、更に遠隔地にあるプエルト・モントヤコンセプション、サンチャゴ等の工業都市も考えられる。従って需要地については、上記のような技術進歩も考慮し弾力的検討が必要であろう。

ダム型式の選定は、建設材料の調達との関連もあり、開発計画にとって非常に重要な問題である。

特に、パーケル、バスクワ両開発計画に必要なセメント量は、インフラストラクチャー用も含めて約1,000,000トンと想定される。

バスクワ川附近には、良質の石灰岩があるのでこれに粘土等若干の材料を補給すれば、セメント精製が可能である。これよりバスクワ河口にセメント工場を新設するか、若しくは、所要セメント量をコンセプションより輸送するかは、今後の研究課題になると考えられる。

## 5.2 設計

ウエムル発電所については、仮排水路の位置が問題点となる。それは本仮排水路を、オイギンス湖から直接迂回させ通水するにしても、バスクワ川本流の流量が効果的に減水するとは思えないからである。従って、将来の水圧管路および放水路となる路線の一部を、仮排水路として利用し、然る後ダムを完成し再び水の本流へ戻し発電所工事を行う。これは一つの案であるが、この仮排水路については、峡谷部の地形や、オイギンス湖、バスクワ川の水深等の調査が進んだ段階で再検討する必要がある。また、原設計では、水圧管路1条に対し3門の取水ゲートが提案されているが、これは1門が望ましい。水圧管路呑口前の水深は、空気吸込みを避けるため十分に確保しておく必要がある。

バスクワ発電所については、G案、H案共に、現在計画されている地点は、地形的にもダム築造に適している。ダム型式については、コア材料が得られる場合フィルタイプダムが適当である。コア材料の採取地としてはキロス川周辺が考えられる。放流設備は、河川流入量が大いことおよび貯水池面積が巨大なため、貯水池水位を急速に下げる事は非常に困難である。若し、下流地区に対し水量補給の必要ある場合は、それに相当する小規模の放流設備を設ける方が得策と思われる。

サン・グイセンテ発電所については、地形的に制限があるため窮屈なレイアウトになってい

る。コア材料の採取地については、ダム下流左岸部およびケツル湖周辺を調査する必要がある。取水型式については、空気混入がないよう模型実験などを行い、その型式を決定することが必要である。またバスクワ、サン・ヴィセンテダム共に、湛水時の水位急上昇の問題があるため、湛水計画に留意する必要がある。

### 5.3 地質

チリの地理学協会（地理院）から出版された500,000分の1の地形図の等高線に基いて、古生代準平原を復原してみると、バスクワ川並びにパーケル川流域の大部分は、標高1,800mより高位に位置している。更に、この標高1,800mの古生代準平原では、標高2,440m以上を示す地帯は小範囲の状態で散在している。パタゴニア・アンデス域の最高峰であるサン・パレンチン山（標高4,058m）や第二番目の高峰サン・ロレンツォ山はこの散在している小高位域の一部であって、更にこれらの高位を示す地帯は、花崗岩の貫入によってもたらされたものである。

この地域の西半部には、中生代の花崗岩が優勢に分布し、東半部は主として古生代の変成岩類が分布している。更に、この地域の北東端にはジュラ紀のものと推定される主として安山岩や流紋岩から成る火山岩や、海成或いは陸成堆積物である第三紀の水成岩層が分布している。

この地域の地形的特性は、この地域に発達している地質構造に左右されて出来た氷河谷や過去の氷河氷食作用に起因している。例えば、多くの湖やバスクワ川、パーケル川及びそれらの各支流河川は、これらの氷河谷の中から形成されたものである。

パタゴニア・アンデスの東山腹には種々の重要な湖が多数発達している。例えばヘネラル・カレーラ湖（面積1,893Km<sup>2</sup>、標高205m）、コ克蘭湖（面積380Km<sup>2</sup>、標高154m）、オイギンス湖（面積1,000Km<sup>2</sup>、標高285m）等がそれである。

バスクワ川の流路は、オイギンス湖からスタートし、ホルケス湖を經過した後、河は南から北に向って狭陸急流の峡谷に沿って流下し、更に、ケツル湖の南端に到達してから河の流路方向を西南方に変え太平洋沿岸へと導き出されている。

バスクワ川一帯では、この地域の基盤岩である変成岩類が最も広く発達している。古生代のものとみなされるこの変成岩類は、変質砂岩、片岩、千枚岩、粘板岩や大理石等から成っている。然し、この変成岩の堆積厚みは今尚末詳である。中生代に貫入した花崗岩類は、オイギンス湖やバスクワ川の左岸側の一部及びケツル湖の北端部に局部的にみられる。

火山岩類としては、熔岩や凝灰岩類はこの地域にみられないが、酸性及び塩基性の種々の岩脈が、基盤岩である変成岩の中に走る古い時代に発生した重要な断層や節理等の地質構造線に沿って多数貫入している。これらの岩脈は、主として石英安山岩や玄武岩質又は粗粒玄武岩質の岩種からなっている。

ENDESAの報告書の中では、この地域には礫岩や、泥岩、石灰岩等から成るいわゆる海成・陸成の第三紀堆積層の存在は記述されていない。

第四紀の堆積物としては、氷河期末期の氷河堆積物が、川や湖を含めて氷食作用に起因する谷間に顕著にみられる。氷河堆積物は氷堆石や湖成堆積物（氷縞粘土）等から成り、これら堆積量は莫大なものであって、現在も尙引続いて周辺の氷河からの堆積はもたらされている。然し乍ら、基盤岩表層部は、風化物や変質物が一般的に非常に薄いか、或いは岩盤面が完全に露出しているのがほとんどである。

この地域では、この地域に発達した重要な断層でいくつかブロックに分かれて形成されている。航測写真地質判読によれば、これらの断層は主として北東又は北方向をもって発達し、中にいくつかの断層は破砕帯を伴って、北西方の方向性をもって発達したものもある。

オイギンス湖とボルケス湖間の地質についてみると、オイギンス湖とボルケス湖間一帯には、基盤岩として片岩と粘板岩から主として成る変成岩類が発達している。そして、バスクワ川は、オイギンス湖からこの変成岩帯の中を北～北西方向をもって形成された狭隘急流の峡谷に沿って流れている。また、ENDESAの報告書に依れば、この流路は北西北及び北西方向の断層によって規制されていると指摘している。然し乍ら、これらの断層や破砕帯の中や変成岩の片理等は未詳である。

#### 5.3.1 エル・バルセオとプエルト・サン・グイセンテ間の地質

エル・バルセオとプエルト・サン・グイセンテ間の一帯には、変質砂岩、千枚岩及び粘板岩から成る変成岩類が主として発達し、かつこの変成岩の中を多数の岩脈が貫入している。これら岩脈の方向は種々である。この間のバスクワ川の流路はほとんど破砕帯を伴った地質構造線によって規制され、極めて狭隘急流を峡谷に沿って南から北へと流下している。この一帯のほとんどの断層や破砕帯は、北東北又は北の方向性を示し、若干の断層が北西の方向を持って走る。ENDESAの報告書に依れば、これらの破砕帯の中の断層粘土は比較的密で非溶液性を示すと記述されているが、この問題に関しては将来土木地質的に更に検討が必要となろう。

#### 5.3.2 地質調査の勧め

バスクワ川の地質調査は未だ予備調査段階であって、ENDESAは現在、この地域の地質図の改良を実施しているところである。然し乍ら、詳細地表地質踏査やボーリング調査、弾性波探査の他、重要ないろいろの土木地質的調査が未だ着手されていない。これに関する我々の見解は、土木地質専門家によって実施されるこれら調査作業は、プロジェクト計画の最終決定をみる前に極めて急を要するものである。何故ならば、これらの作業は、ダムサイトの選定やプロジェクトの建設費を算定する上で特に重要とされるものである。更に亦、ENDESAの報告書を検討した我々の見解からすれば、バスクワ川の流路上に求められているダムサイ

トの位置する峡谷地帯は、多数の断層が発達した中にあり、この地帯での詳細な地質調査が実施された後では、大規模ダム の 築造として不適当な条件の可能性が明らかにされるかも知れないからである。

## 5.4 建設材料

### 5.4.1 ダム材料

材料調査については、日程が限られていた上に悪天候に出合い徒歩にて調査する機会が得られず、飛行機にて上空からバスクワ川を視察したのみであった。従って、ダム材料に関する我々のコメントは、縮尺 20,000 分の 1 の地形図およびダム の 設計盛立数量に基いてなされたものである。

#### (1) コアおよびフィルター材料

コア材料は、ENDESA の報告書の中で指摘している様に、氷河堆積物で出来ている地区より採取出来ると思われる。しかしながら、採取資料に対する材料試験および有望な土取場に対する数量の確認をする必要がある。

フィルター材料については、キロス川との合流点およびケツル川との合流点にある河川段丘の砂質材料は、フィルター材料として使用できると思われる。

#### (2) 透水材料

ハイ・バスクワ発電所の場合は、このダムはハイダムに属し、そして透水ゾーン の 設計数量は、 $7,000,000 m^3$  以上となるので盛立材料の運搬距離ならびに材料の剪断強度を考慮すれば、透水材料としては岩堀削の際のずりおよびダムサイト近くの採石山から求めるべきである事を勧告する。一方、サン・グイセンテ発電所の場合は、このダムは低ダムに属しそして透水ゾーン の 設計数量は約  $1,000,000 m^3$  であるので透水材料としては、岩堀削の際のずり ( $600,000 m^3$ ) および砂利分の多い河川段丘の材料 ( $400,000 m^3$ ) から求める事が望ましい。

### 5.4.2 コンクリート骨材

コンクリート骨材用採取地としては、キロス川およびケツル湖周辺の広範囲に亘る堆積地には、良質の粗粒骨材の存在が予想されるが、いづれの地域もダム計画地点までは 5~8 km の運搬が必要となるであろう。

## 5.5 耐震

バスクワ川開発計画案の G 案、H 案ともいづれもダムはロックフィル型式、発電所は地下式の構造が計画されている。当地方に建設されるロックフィルダム の 耐震設計方針に関しては、「パーケル川、バスクワ川電源開発計画調査報告書パーケル編」に記述しているので、ここで

は主として地下発電所の耐震設計に関連する事項を記述することにする。

#### 5.5.1 地中地震動の性状

ある地点における地震動は、震源での発震機構の特性、波動の伝播経路の減衰特性およびその地点の地形、地質による振動特性の効果を含んでいる。これらの諸特性を解明するために、地震波形のスペクトル解析や地震応答解析等の手法がある。構造物の耐震設計上、計画地点における地震観測を実施することは、構造物に入力する地震力の諸特性を量的に把握するために是非とも必要である。

一般に地下発電所が建設されるような地中の硬質地盤の振動特性は、沖積層のような地表面近くの軟質地盤のそれとはかなり違ったものである。実際の地中硬質地盤の地震時における挙動を観測した例は、地表面の地震観測に比較して少ないが、現在までに集積された地震記録から次のことが知られている。

硬質地盤における地震時の変位は、軟質地盤のそれよりも小さい。一方加速度は短周期領域では硬質地盤の方が軟質地盤よりも大きい。地震動の振幅は、地下にはいれば一般に小さくなるが、加速度値の分布状況は地震の属性、振動方向、観測点等により相異なる。ある深度以上の地中においては、加速度値にあまり変化が認められない基盤がありこれは地震基盤と呼ばれている。地震基盤に対する地表面での加速度増幅率は、表面層が岩盤の場合は小さく（平均1.5倍）、軟質地盤の場合は大きく（平均5～8倍）、砂質地盤の場合はそれらの中間（1.5～3倍）である。鉛直方向の加速度は、水平方向の加速度よりも一般に小さいが、地中部での減少傾向は両者とも類似している。

#### 5.5.2 地中地震動の測定と解析

計画地点周辺に調査坑や試掘坑がある場合には、それを利用して地表地震動を測定する場合と同一の方式で地中地震動の観測が可能である。ただし、この場合には、人為的な振動や騒音を遮断できる場所を観測地点に選定する必要がある。また、地質調査後のボアホール内に計器を設置して地震観測を行なう方式も可能であり、直径160mmのボアホール中で地下200mまでの地震観測が行なわれた例がある。この方式の場合にも、水平、鉛直3成分の震動測定が可能である。既製のボアホール型ピックアップの仕様を例示すれば次の通りである。

項 目	性 能
型 式	加速度型
交 換 方 式	動 電 型
固 有 周 波 数	3.0 Hz
測定最大加速度	600 gal
基 準 感 度	10 $\mu$ A/gal
測定周波数範囲	0.3 ~ 30 Hz
許 容 傾 斜	自動水準 $\pm$ 6 $^{\circ}$
ケ ー ス 耐 圧	10Kg/cm $^2$
寸 法	1 成分につき 152mm $\times$ 400mm
重 量	1 成分につき 16 kg

本型式のピックアップを数段設置すれば、地中地震動の鉛直分布が解明できる。断層や剛性の急変する地層を貫く地中構造物を設計する場合には、地盤各部の不連続な運動を量的に把握しておくことが不可欠であるが、設置が比較的容易なボアホール型ピックアップを使用し地中振動の測定を実施することは、この問題の解明に有効である。

通常、地下発電所周辺は大小の空洞群が錯綜する。各空洞間の間隙が小さくなると空洞相互の干渉の影響が現われる。この種の安定問題を検討するには、複雑な形状や不均質な地層あるいは非線形な物性に対しても容易に適用可能なことから、有限要素法による解析が広範囲に活用できる。しかし、計算機の容量や所要計算時間、計算精度等の面から有限要素法の適用にも制約が課せられることがあり、特に3次元空間での複雑な地下構造物の動的安定問題を数値的に解析するには未だ種々の課題が残されている。

空洞周辺の応力分布や振動形状を実験的に求めるには、ゲル状材料（例えばゼラチン）で構造模型を作製し、光弾性的手法を使用するのが適当である。ゲル状材料は自重の効果を表わすのに適しており、かつ、弾性係数が小さいため、大きな振幅で比較的緩やかに振動するからである。

地形的に応力集中の発生しやすい部位や、破碎帯や断層等の地質的素因のあるところでは、地震時にこれらの弱点が強調されて地中構造物に変状を惹起することがあるので、これらの欠陥を有する箇所については耐震設計上も特に詳細な調査、検討が必要とされる。

## 5.6 工事工程

ハイ・バスクワ、サン・グイセンテ発電所ともに ENDESA 策定の予備計画の段階における

工事工程としては、略妥当なものと思われる。

## 5.7 工事費

### 5.7.1 ハイ・バスクワ発電所

ENDESA策定の工事費は、全般的に見積が低すぎるとと思われる。電気機器および建設機械の工事費は、総工事費に対して大きな割合となるので総工事費の積算に当っては、これらの機械費に対して或程度の余裕を見込む必要がある。

インフラストラクチャーおよび送電線の工事費を含まない総工事費を積算すれば 552 millionUS\$ となる。しかしながら、この想定工事費は今後行われる諸調査の資料（地質条件、材料の供給源およびその他の条件）の結果に基づいて近い将来修正されるであろう。

ハイ・バスクワの各工事別の見積工事費は、各単価およびその他の詳細をも含めて Table - 5.1 に示されている。

### 5.7.2 サン・ヴィセンテ発電所

ENDESA策定の工事費は、全般的に見て低すぎるとと思われる。

インフラストラクチャーおよび送電線の工事費を含まない総工事費を積算すれば 216millionUS\$ となる。しかしながら、この想定工事費は今後行われる諸調査の資料の結果に基づいて、近い将来修正されるであろう。

サン・ヴィセンテの各工事別の見積工事費は、各単価およびその他の詳細をも含めて Table - 5.2 に示されている。

Table 5.1 Estimated Construction Cost (High Pascua)

Item	Description	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$
<b>I. Direct Cost</b>		
(1) Land and Right		500
(2) Diversion Tunnel (without river outlet facility)	Civil work	14,660
(3) Spillway	Civil work	15,690
(4) Dam	Civil work	52,900
(5) Headrace	Civil work	6,980
(6) Power Station	Civil work	26,300
(7) Permanent Equipment		141,180
(8) Expense for Construction Equipment		36,320
	Sub-total	294,530
<b>II. Indirect Cost</b>		
(1) Engineering and Administration	15 %	44,470
(2) Construction Facilities		17,320
	Sub-total	61,790
<b>III. Contingencies</b>		
(1) For Direct Cost	20 %	59,290
(2) For Indirect Cost	15 %	8,980
	Sub-total	68,270
<b>IV. Construction Cost</b>	Without tax	424,590
<b>V. Interest during Construction</b>	8 % for F.C. 3 % for D.C.	127,380
<b>VI. Total Project Cost</b>		551,970

Note : Excluding the cost of infrastructure and of the transmission line

(A) Civil Work (High Pascua)

Item - 1 Diversion Tunnel (without river outlet facility)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Care of water	L.S.			400.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	117,000	7. <sup>00</sup>	819.	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	235,000	30. <sup>00</sup>	7,050.	
Concrete, structure and tunnel lining	m <sup>3</sup>	62,000	65. <sup>00</sup>	4,030.	including plug concrete
Reinforcing steel	ton	1,000	650. <sup>00</sup>	650.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	3,050	150. <sup>00</sup>	457. <sup>50</sup>	
Stop-log	ton	120	2,000. <sup>00</sup>	240.	4 sets, at the entrance B = 3 m 50 H = 8 m 40
Misc. work	L.S.			713. <sup>50</sup>	
Construction facilities	L.S.			300.	
Total				14,660.	

Item - 2 Spillway

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	1,250,000	7.00	8,750.	
Backfilling	m <sup>3</sup>	12,000	2.00	24.	
Concrete, structures	m <sup>3</sup>	62,000	65.00	4,030.	
Reinforcing steel	ton	6,800	650.00	1,170.	
Grouting, consolidation	m	600	25.00	15.	
Grouting, curtain	m	1,000	45.00	45.	
Control room	L.S.			200.	
Cut-slope protection	L.S.			150.	
Stop-log	ton	70	2,000.00	140.	1 set, B = 10 m H = 15 m
Misc. work	L.S.			566.	
Construction facilities	L.S.			600.	
<b>Total</b>				<b>15,690.</b>	

Item - 3 Dam (including coffer dams)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Care of water	L.S.			800.	
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	50,000	1. <sup>50</sup>	75.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	100,000	7. <sup>00</sup>	700.	
Embankment, core zone	m <sup>3</sup>	1,600,000	3. <sup>60</sup>	5,760.	3. <sup>30</sup> x 1.10 = 3. <sup>60</sup> (Salton San Carlos)
Embankment, filter zone	m <sup>3</sup>	750,000	4. <sup>00</sup>	3,000.	
Embankment, pervious zone	m <sup>3</sup>	7,011,000	4. <sup>50</sup>	31,549. <sup>50</sup>	See below
Placing of rock material	m <sup>3</sup>	490,000	7. <sup>00</sup>	3,430.	
Drilling, percussion	m	6,500	10. <sup>00</sup>	65.	
Drilling, Ex type	m	19,500	40. <sup>00</sup>	780.	
Pressure grouting	ton	650	700. <sup>00</sup>	455.	
Observation system	L.S.			200.	
Stripping borrow pits	m <sup>3</sup>	250,000	1. <sup>50</sup>	375.	
Crest road	m	435	400. <sup>00</sup>	174.	
Misc. work	L.S.			1,536. <sup>50</sup>	
Construction facilities	L.S.			4,000.	
Total				52,900.	

for reference

Volume of pervious zone including rock placing = 7,501,000 m<sup>3</sup>

from quarry = 5,773,000 m<sup>3</sup>

from excavation = 2,469,000 m<sup>3</sup> x 70 % = 1,728,000 m<sup>3</sup>

$$\frac{\text{material from excavation}}{\text{material from quarry}} = \frac{1,728,000 \text{ m}^3}{5,773,000 \text{ m}^3} = \frac{23 \%}{77 \%}$$

Combined unit cost = 5.<sup>50</sup> x 0.77 + 1.<sup>00</sup> x 0.23

$$= 4.<sup>24</sup> + 0.<sup>23</sup>$$

$$\approx 4.<sup>50</sup> \text{ U.S. } \$/\text{m}^3$$

Item - 4      Headrace

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	286,000	7.00	2,002.	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	43,000	35.00	1,505.	
Concrete, structure and tunnel	m <sup>3</sup>	34,000	65.00	2,210.	
Reinforcing steel	ton	800	650.00	520.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	260	150.00	39.	
Grouting, consolidation	m	9,000	30.00	270.	
Misc. work	L.S.			184.	
Construction facilities	L.S.			250.	
Total				6,980.	

Item - 5 Power Station (including tailrace, access tunnel  
and cable tunnel)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	14,400	7.00	100.80	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	424,800	30.00	12,744.	
Concrete, structure and tunnel	m <sup>3</sup>	88,400	70.00	6,188.	
Finishing concrete	m <sup>3</sup>	1,800	80.00	144.	
Reinforcing steel	ton	3,500	650.00	2,275.	
Architectural work	L.S.			1,700.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	1,630	150.00	244.50	tailrace and access tunnel
Grouting, backfilling	meter of tunnel	156	250.00	390.	powerhouse
Stop - log	ton	50	2,000.00	100.	1 set, at the tailrace tunnel B=8m 80 H=13m 20
Misc. work	L.S.			1,013.70	
Construction facilities	L.S.			1,400.	
<b>Total</b>				<b>26,300.</b>	

(B) Permanent Equipment (High Pascua)

(without river outlet facility)

Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S. \$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
(1) Spillway					
Tainter gate	ton	220	4,000.	880.	2 sets, B=10m H=14m 50
(2) Water-way					
Steel grating	ton	280	1,500.	420.	4 sets, at the intake B=9m H=26m
Roller gate	ton	200	4,000.	800.	4 sets, at the intake B=6m H=10m
Penstock	ton	3,385	2,000.	6,770.	
Roller gate	ton	320	4,000.	1,280.	4 sets, at the tailrace tunnel B=10m H=10m
Sub-total (1) + (2)				10,150.	CIF price
(3) Power Plant					
Turbine	L.S.			35,000.	250 MW x 4 = 1,000 MW
Generator	L.S.			35,000.	
Transformer	L.S.			14,000.	
Switchgear	L.S.			10,500.	
Aux. equipment	L.S.			5,500.	
Misc. material	L.S.			7,500.	
Sub-total (3)				107,500.	CIF price
Total (1) + (2) + (3)				117,650.	CIF price

Cost of Permanent Equipment = 117,650. x 120 % = 141,180. 10<sup>3</sup>U.S.\$

(including import expense, inland transportation and installation)

Table 5.2 Estimated Construction Cost (San Vicente)

Item	Description	Cost 10 <sup>3</sup> U. S. \$
<b>I. Direct Cost</b>		
(1) Land and Right		200
(2) Diversion Tunnel (without river outlet facility)	Civil work	6,500
(3) Spillway	Civil work	6,230
(4) Dam	Civil work	7,650
(5) Headrace	Civil work	3,340
(6) Power Station	Civil work	14,740
(7) Permanent Equipment		63,250
(8) Expense for Construction Equipment		15,980
Sub-total		117,890
<b>II. Indirect Cost</b>		
(1) Engineering and Administration	15 %	17,810
(2) Construction Facilities		10,540
Sub-total		28,350
<b>III. Contingencies</b>		
(1) For Direct Cost	20 %	23,750
(2) For Indirect Cost	15 %	4,130
Sub-total		27,880
<b>IV. Construction Cost</b>	Without tax	174,120
<b>V. Interest during Construction</b>	8 % for F.C. 3 % for D.C.	41,790
<b>VI. Total Project Cost</b>		215,910

Note : Excluding the cost of infrastructure and of the transmission line

(A) Civil Work (San Vicente)

Item - 1 Diversion Tunnel (without river outlet facility)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Care of water	L.S.			400.	
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	10,000	1.50	15.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	3,800	7.00	26.60	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	103,000	30.00	3,090.	
Concrete, structure and tunnel lining	m <sup>3</sup>	31,000	65.00	2,015.	including plug concrete
Reinforcing steel	ton	400	650.00	260.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	1,190	150.00	178.50	
Stop-log	ton	60	2,000.00	120.	4 sets, at the entrance B = 4 m H = 9 m
Misc. work	L.S.			244. <sup>90</sup>	
Construction facilities	L.S.			150.	
Total				6,500.	

Item - 2      Spillway

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S. \$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S. \$	Remarks
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	390,000	7.00	2,730.	
Backfilling	m <sup>3</sup>	4,000	2.00	8.	
Concrete, structures	m <sup>3</sup>	28,500	65.00	1,852.50	
Reinforcing steel	ton	860	650.00	559.	
Grouting, consolidation	m	600	25.00	15.	including drilling
Grouting, curtain	m	1,000	45.00	45.	including drilling
Cut-slope protection	L.S.			50.	
Control room	L.S.			200.	
Stop-log	ton	60	2,000.00	120.	1 set, B=12 m H=12 m
Misc. work	L.S.			350.50	
Construction facilities	L.S.			300.	
Total				6,230.	

Item - 3 Dam (including coffer dams)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S. \$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S. \$	Remarks
Care of water	L. S.			500.	
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	100,000	1.50	150.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	100,000	7.00	700.	
Embankment, core zone	m <sup>3</sup>	194,000	3.00	582.	2.50 x 1.20 = 3.00 (Chacabuco)
Embankment, filter zone	m <sup>3</sup>	139,000	3.50	486.50	
Embankment, pervious zone	m <sup>3</sup>	986,900	3.10	3,059.39	See below
Placing of rock material	m <sup>3</sup>	69,500	5.50	382.25	
Drilling, percussion	m	2,500	10.00	25.	
Drilling, Ex type	m	5,000	30.00	150.	ø 59 mm
Pressure grouting	ton	190	600.00	114.	
Observation system	L. S.			50.	
Stripping borrow pits	m <sup>3</sup>	40,000	1.50	60.	
Crest road	m	250	300.00	75.	
Misc. work	L. S.			315.86	
Construction facilities	L. S.			1,000.	
<b>Total</b>				<b>7,650.</b>	

for reference

Volume of pervious zone including rock protection = 1,056,000 m<sup>3</sup>

from quarry = 420,000 m<sup>3</sup>

from excavation = 908,800 m<sup>3</sup> x 70 % = 636,000 m<sup>3</sup>

$$\frac{\text{material from excavation}}{\text{material from quarry}} = \frac{636,000}{420,000} = \frac{60\%}{40\%}$$

Combined unit cost = 5.50 x 0.4 + 1.00 x 0.6

$$= 2.20 + 0.60$$

$$= 2.80$$

Use 3.10 U.S. \$/m<sup>3</sup> (including allowances)

Item - 4      Headrace

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	65,000	7.00	455.	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	12,000	35.00	420.	
Concrete, structure tunnel lining	m <sup>3</sup>	24,200	65.00	1,573.	
Reinforcing-steel	ton	700	650.00	455.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	60	150.00	9.	
Grouting, consolidation	m	2,400	30.00	72.	
Stop-log	ton	45	2,000.00	90.	1 set, B=12m H=10m
Misc. work	L.S.			116.	
Construction facilities	L.S.			150.	
<b>Total</b>				<b>3,340.</b>	

Item - 5 Power Station (including tailrace, switch-yard  
access tunnel and cable shaft)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	50,000	1.50	75.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	36,000	7.00	252.	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	215,000	30.00	6,450.	
Banking	m <sup>3</sup>	110,000	2.00	220.	switch yard
Concrete, structure and tunnel lining	m <sup>3</sup>	55,700	70.00	3,899.	
Finishing concrete	m <sup>3</sup>	900	80.00	72.	
Reinforcing steel	ton	2,100	650.00	1,365.	
Architectural work	L. S.			900.	including command building
Grouting, backfilling	meter of tunnel	1,100	150.00	165.	tailrace and access tunnel
Grouting, backfilling	meter of tunnel	116	250.00	29.	powerhouse
Stop - log	ton	40	2,000.00	80.	1 set, at the end por- tion of tailrace tunnel
Misc. work	L. S.			533.	
Construction facilities	L. S.			700.	
<b>Total</b>				<b>14,740.</b>	

Notes : Since the scale of powerhouse planned by the ENDESA seems to be too large, the above work, quantities for the powerhouse are calculated by the contracted one.

(B) Permanent Equipment (San Vicente)  
(without river outlet facility)

Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
(1) Spillway					
Tainter gate	ton	210	4,000.	840.	2 sets, at the weir portion B=12m H=12.50m
(2) Water-way					
Steel grating	ton	190	1,500.	285.	4 sets, at the intake B=12m H=12m
Tainter gate	ton	240	4,000.	960.	4 sets, at the intake B=12m H=8.50m
Penstock	ton	620	2,000.	1,240.	4 lines, ø 5.60 m
Roller gate	ton	200	4,000.	800.	4 sets, at the tailrace tunnel B=9m H=8m
Sub-total (1)+(2)				4,125.	CIF Price
(3) Power plant					
Turbine	L.S.			15,750.	87.5 MW x 4 = 350 MW
Generator	L.S.			15,750.	
Transformer	L.S.			4,250.	
Switchgear	L.S.			5,830.	
Aux. equipment	L.S.			3,200.	
Misc. material	L.S.			3,800.	
Sub-total (3)				48,580.	CIF Price
Total (1) + (2) + (3)				52,705.	CIF Price

Cost of Permanent Equipment = 52,705. x 120% = 63,250. 10<sup>3</sup>U.S.\$  
(including import expense, inland transportation and installation)

## 5.8 電力コスト

ハイ・バスクワおよびサン・グイセンテ発電所の送電端におけるkW当り建設費およびkWh 当り電力コストを算定すれば Table-5.3 に示すようになる。

算定の仮定条件は、発電設備については、耐用年数 50 年、残存価格 0、修繕費、人件費および一般管理費等の経費は総工事費の 1.5% とし、年利子率 8% とした。これより耐用年数間の均等化した年間費用を求めると、発電設備の総工事費に対する経費率は 9.674% となる。

一方、需要地をそれぞれブエルト・チャカブコ、カレータ・トルテル、バスクワ川河口として想定した場合の送変電設備を含めた受電端の電力コストを算定すれば、Table-5.5 に示すようになる。

算定の仮定条件は、送変電設備については耐用年数 30 年、年利子率 8%、修繕費、人件費および一般管理費を送変電建設費の 2.5% とすれば経費率は 11.383% となる。

送変電建設費は Table-5.4 に示されている。

Table - 5.3 Energy Cost of High Pascua and San Vicente Power Stations

Power Station	Construction Cost 10 <sup>3</sup> US\$	Installed Capacity MW	Annual Average Energy Production GWh	Annual Firm Energy Production GWh	Annual Cost 10 <sup>3</sup> US\$	Cost per KW US\$	Cost per KWh	
							Average mills US\$/KWh	Firm mills US\$/KWh
High Pascua	552,000	1,000	7,100	6,570	53,400	552	7.5	8.1
San Vicente	216,000	350	2,450	2,150	20,896	617	8.5	9.7
Total	768,000	1,350	9,550	8,720	74,296	569	7.8	8.5

Table - 5.4 Construction Cost and Annual Cost of Transmission Line

Item	Distance km	Unit Cost US\$/km	Construction Cost 10 <sup>3</sup> US\$	Annual Cost 10 <sup>3</sup> US\$
<b>A Transmission Line</b>				
(i) Line Huemul ~ San Vicente 220KV, 2 cct	31	180,000	5,580	635
(ii) Line San Vicente ~ River Mouth Pascua 220KV, 4 cct	29	360,000	10,440	1,188
(iii) Line San Vicente ~ Caleta Tortel 500KV, 2 cct	65	173,000	11,245	1,280
(iv) Line San Vicente ~ Puerto Chacabuco 500KV, 2 cct	370	173,000	64,010	7,286
<b>B Substation</b>				
(i) River Mouth Pascua 220KV 300,000KVA	-	LS	3,800	432
(ii) In Northern Region 500KV 500,000KVA	-	LS	16,000	1,821

Table-5.5 Annual Cost at Receiving End

Item	Unit	River Mouth Pascua	Caleta Tortel	Puerto Chacabuco
Annual Cost of Power Station	10 <sup>3</sup> US\$	74,296	74,296	74,296
Annual Cost of Transmission Line	10 <sup>3</sup> US\$	2,255	3,736	9,742
Total		76,551	78,032	84,038
Annual Average Energy Production	GWh	9,309	9,297	8,722
Annual Firm Energy Production	GWh	8,500	8,489	7,964
Annual Average Unit Energy Cost	mills US\$/kWh	8.2	8.4	9.6
Annual Firm Unit Energy Cost	mills US\$/kWh	9.0	9.2	10.6

## 第6章 ヘルゲス発電所代替案

## 第 6 章 ベルゲス発電所代替案

### 6.1 概 要

ベルゲス発電所は、水資源有効利用の観点からサン・ヴィセンテ発電所の代替案として考えたものである。

ベルゲスダムサイトはサン・ヴィセンテダムサイトの 13 Km 下流に位置している。若し、ベルゲスダム築造後、新しい貯水池からケツル地区を通して、ブラボ川流域へと溢水することがなく、またベルゲスダム地点の河床条件が築造に適する場合には、サン・ヴィセンテよりもむしろベルゲス計画の方が有力になると考えられる。但し、ケツル地域の水準測量は、現在の地形状態の確認のため行うべきである。

### 6.2 計画諸元

ベルゲスおよびサン・ヴィセンテ発電所の主な特徴は Table - 6.1 に示す通りである。

Table - 6.1 Comparison of Berguez with San Vicente Projects

Item	Unit	Berguez	San Vicente
<b>Power Station</b>			
Installed Capacity	MW	464	350
Annual Average Energy	GWh	3,350	2,450
Annual Firm Energy	GWh	2,950	2,150
Net Head	m	69.7	60
Nominal Head	m	70	60.5
Maximum Discharge	m <sup>3</sup> /sec	772	680
<b>Reservoir</b>			
Average In - Flow	m <sup>3</sup> /sec	686	594
High Water Level	m	82	82
Low Water Level	m	80	80
Volume of Regulation	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	61	0.5
Dam Height	m	80	71
Dam Volume	m <sup>3</sup>	3,115,000	1,389,400
<b>Cost</b>			
Total Project Cost	10 <sup>3</sup> US\$	276,690	215,910
Construction Cost per KW	US\$/KW	596	617
Annual Cost	10 <sup>3</sup> US\$	26,770	20,890
Cost per KWh (Average)	millsUS\$/KWh	8.0	8.5
Cost per KWh (Firm)	millsUS\$/KWh	9.1	9.7

Note; Total project cost is not including the cost of infrastructure and of the transmission line.

なお、ベルグス発電所に対する工事費、設計図（一般配置図、仮排水トンネル、洪水吐、ダムおよび水路）は夫々 Table-6.2, Fig-6.1 ~ 6.5 ) に示されている。

Table 6.2 Estimated Construction Cost (Berguez)

Item	Description	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$
<b>I. Direct Cost</b>		
(1) Land and Right		300
(2) Diversion Tunnel	Civil work	5,220
(3) Spillway	Civil work	10,350
(4) Dam	Civil work	17,590
(5) Headrace	Civil work	3,000
(6) Power station	Civil work	15,910
(7) Permanent Equipment		77,000
(8) Expense for Construction Equipment		21,790
Sub-total		151,160
<b>II. Indirect Cost</b>		
(1) Engineering and Administration	15 %	22,850
(2) Construction Facilities		11,850
Sub-total		34,700
<b>III. Contingencies</b>		
(1) For Direct Cost	20 %	30,460
(2) For Indirect Cost	15 %	5,030
Sub-total		35,490
<b>IV. Construction Cost</b>	Without tax	221,350
<b>V. Interest during Construction</b>	8 % for F.C. 3 % for D.C.	55,340
<b>VI. Total Project Cost</b>		276,690

Note : Excluding the cost of infrastructure and of the transmission line

(A) Civil Work (Berguez)

Item - 1 Diversion Tunnel (without river outlet facility)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Care of water	L.S.			300.	
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	20,000	1.50	30.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	3,000	7.00	21.	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	75,500	30.00	2,265.	
Concrete, structure and tunnel lining	m <sup>3</sup>	27,000	65.00	1,755.	including plug concrete
Reinforcing steel	ton	400	650.00	260.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	870	150.00	130.50	
Stop-log	ton	60	2,000.00	120.00	4 sets, at the entrance B = 4 m H = 9 m
Misc. work	L.S.			208.50	
Construction facilities	L.S.			130.	
Total				5,220.	

Item - 2 Spillway

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation Open, rock	m <sup>3</sup>	885,000	7.00	6,195.	
Backfilling	m <sup>3</sup>	6,000	2.00	12.	
Concrete, structures	m <sup>3</sup>	31,000	65.00	2,015.	
Reinforcing steel	ton	1,050	650.00	682.50	
Grouting, consolidation	m	600	25.00	15.	including drilling
Grouting, curtain	m	1,000	45.00	45.	including drilling
Cut-slope protection	L.S.			100.	
Water dropping portion protection	L.S.			100.	
Control room	L.S.			200.	
Stop-log	ton	70	2,000.00	140.	1 set, B=14m H=12.5m
Misc. work	L.S.			445.50	
Construction facilities	L.S.			400.	
Total				10,350.	

Item - 3 Dam (including coffer dams)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S. \$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S. \$	Remarks
Care of water	L.S.			200.	
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	186,000	1.50	279.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	101,000	7.00	707.	
Embankment, core zone	m <sup>3</sup>	436,000	3.60	1,569.60	3.00 x 1.20 = 3.60 (San Vicente)
Embankment, filter zone	m <sup>3</sup>	312,000	4.00	1,248.	
Embankment, pervious zone	m <sup>3</sup>	2,211,000	4.10	9,065.10	See below
Placing of rock material	m <sup>3</sup>	156,000	6.00	936.	
Drilling, percussion	m	4,000	10.00	40.	
Drilling, Ex type	m	8,000	30.00	240.	ø 59 mm
Pressure grouting	ton	300	600.00	180.	
Observation system	L.S.			80.	
Stripping borrow pits	m <sup>3</sup>	80,000	1.50	120.	
Crest road	m	400	300.00	120.	
Sheet pile driving	ton	500	1,200.00	600.	
Misc. work	L.S.			705.30	
Construction facilities	L.S.			1,500.	
<b>Total</b>				<b>17,590.</b>	

for reference

Volume of pervious zone including rock protection = 2,367,000 m<sup>3</sup>

from quarry = 1,379,000 m<sup>3</sup>

from excavation = 1,412,000 m<sup>3</sup> x 70 % = 988,000 m<sup>3</sup>

$$\frac{\text{material from excavation}}{\text{material from quarry}} = \frac{988,000}{1,379,000} = \frac{40\%}{60\%}$$

Combined unit cost = 5.50 x 0.6 + 1.00 x 0.4

$$= 3.30 + 0.40$$

$$= 3.70$$

Use 4.10 U.S. \$/m<sup>3</sup> (including allowances)

Item - 4      Headrace

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	65,000	7.00	455.00	
Tunnel excavation, rock	m <sup>3</sup>	19,000	35.00	665.	
Concrete, structure and tunnel lining	m <sup>3</sup>	17,000	65.00	1,105.	
Reinforcing steel	ton	500	650.00	325.	
Grouting, consolidation	m	3,600	30.00	108.	
Grouting, backfilling	meter of tunnel	80	150.00	12.	
Stop - log	ton	50	2,000.00	100.	1 set, B=11m H=12m
Misc. work	L. S.			100.	
Construction facilities	L. S.			130.	
Total				3,000.	

Item - 5 Power Station (including tailrace, switch-yard access tunnel and cable tunnel)

Work Item	Unit	Quantity	Unit Cost U.S.\$	Cost 10 <sup>3</sup> U.S.\$	Remarks
Excavation open, common	m <sup>3</sup>	8,000	1.50	12.	
Excavation open, rock	m <sup>3</sup>	50,000	7.50	350.	
Tunnel excavation rock	m <sup>3</sup>	238,000	30.00	7,140.	
Banking	m <sup>3</sup>	20,000	2.00	40.	switch-yard
Concrete, structure and tunnel lining	m <sup>3</sup>	58,700	70.00	4,109.	
Finishing concrete	m <sup>3</sup>	1,000	80.00	80.	
Reinforcing steel	ton	2,300	650.00	1,495.	
Architectural work	L.S.			1,000.	including command building
Grouting, backfilling	meter of tunnel	1,030	150.00	154.50	tailrace and access tunnel
Grouting, backfilling	meter of tunnel	120	250.00	30.	powerhouse
Stop - log	ton	45	2,000.00	90.	1 set, at the end portion of tailrace tunnel
Misc. work	L.S.			609.50	
Construction facilities	L.S.			800.	
<b>Total</b>				<b>15,910.</b>	

## (B) Permanent Equipment (Berguez)

(without river outlet facility)

Item	Unit	Quantity	Unit Cost U. S. \$	Cost 10 <sup>3</sup> U. S. \$	Remarks
(1) Spillway					
Tainter gate	ton	260	4,000.	1,040.	2 sets, at the weir portion B=14m H=12.50m
(2) Water-way					
Steel grating	ton	170	1,500.	255.	4 sets, at the intake B=11m H=12m
Roller gate	ton	120	4,000.	480.	4 sets, at the intake B=6m H=8m
Penstock	ton	940	2,000.	1,880.	4 lines, ø 6m
Roller gate	ton	200	4,000.	800.	4 sets, at the tailrace tunnel B=10m H=7m
Sub-total (1) + (2)				4,455.	CIF price
(3) Power plant					
Turbine	L.S.			19,500.	116 MW x 4 = 464 MW
Generator	L.S.			19,500.	
Transformer	L.S.			5,850.	
Switchgear	L.S.			6,830.	
Aux. equipment	L.S.			3,500.	
Misc. material	L.S.			4,500.	
Sub-total (3)				59,680.	CIF price
Total (1) + (2) + (3)				64,135.	CIF price

Cost of Permanent Equipment = 64,135. x 120% = 77,000. 10<sup>3</sup>U. S. \$

(including import expense, inland transportation and installation)

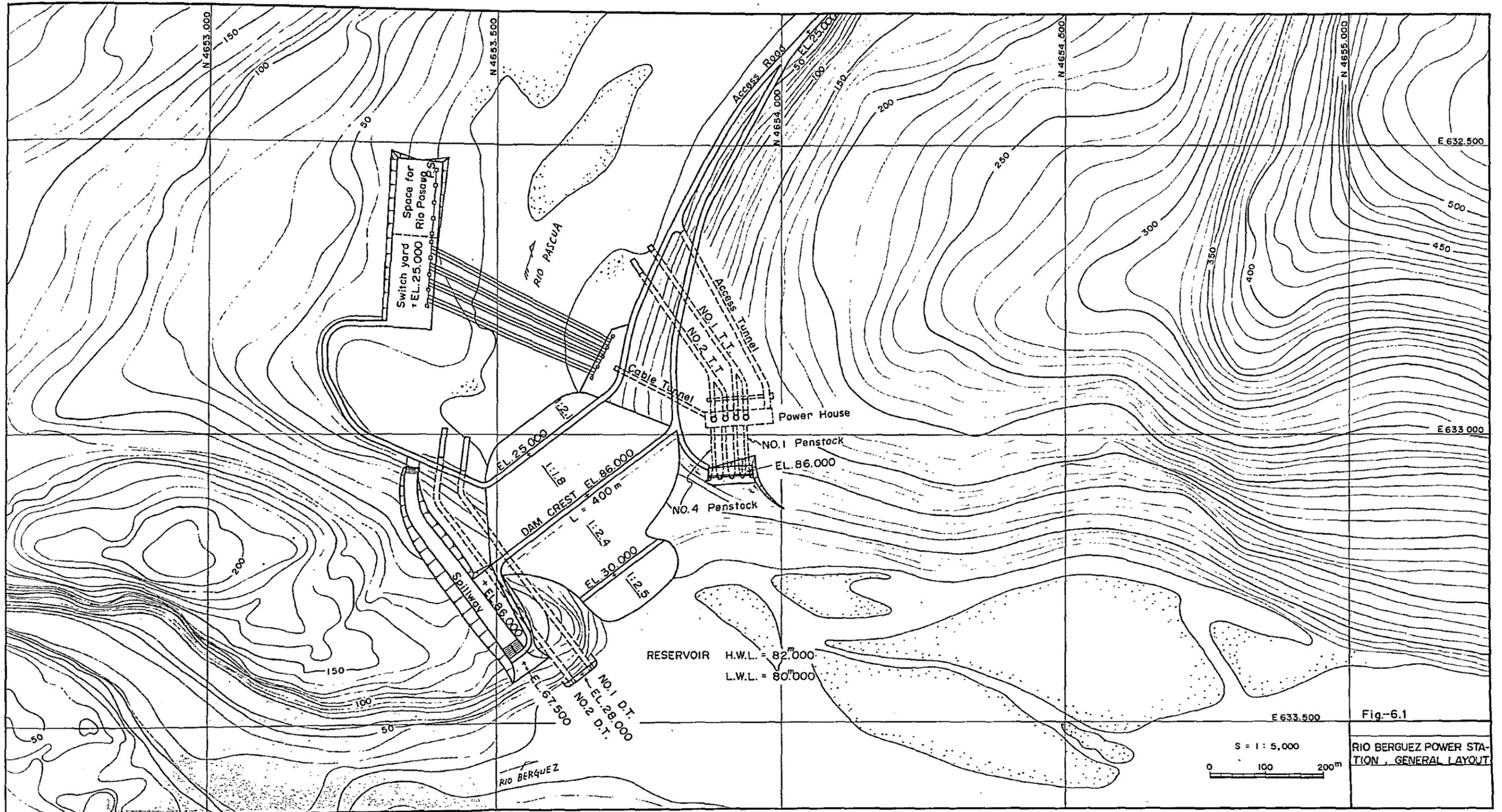
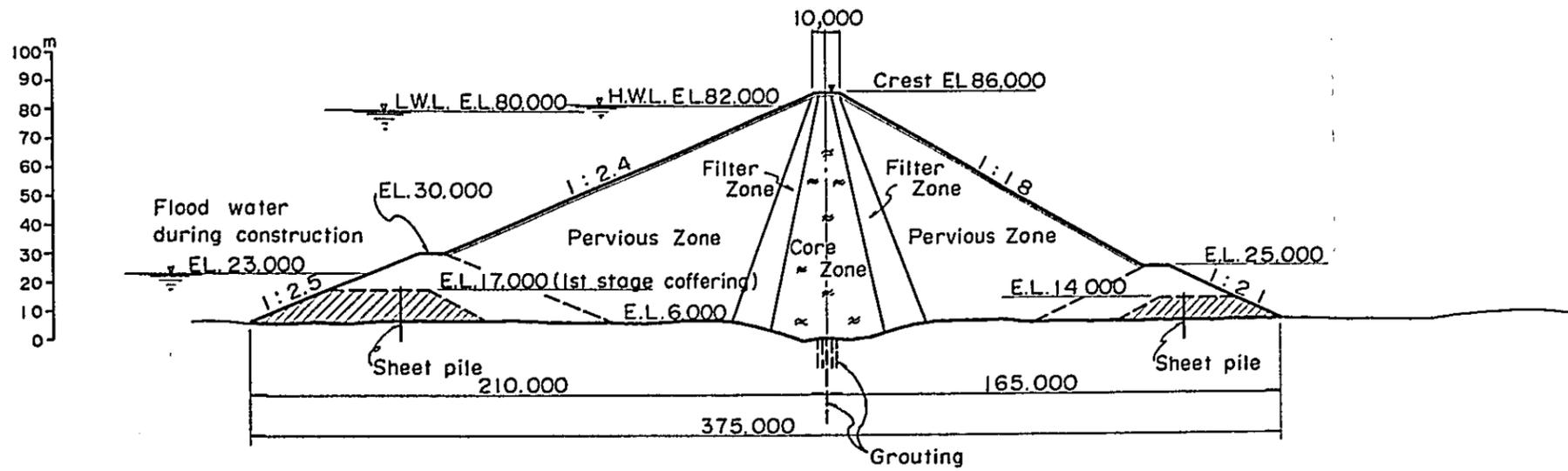


Fig-6.1  
 RIO BERGUEZ POWER STA-  
 TION, GENERAL LAYOUT

S = 1 : 5,000  
 0 100 200m

**MAXIMUM SECTION**



**PROFILE**

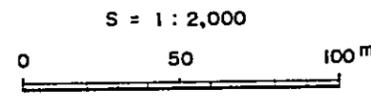
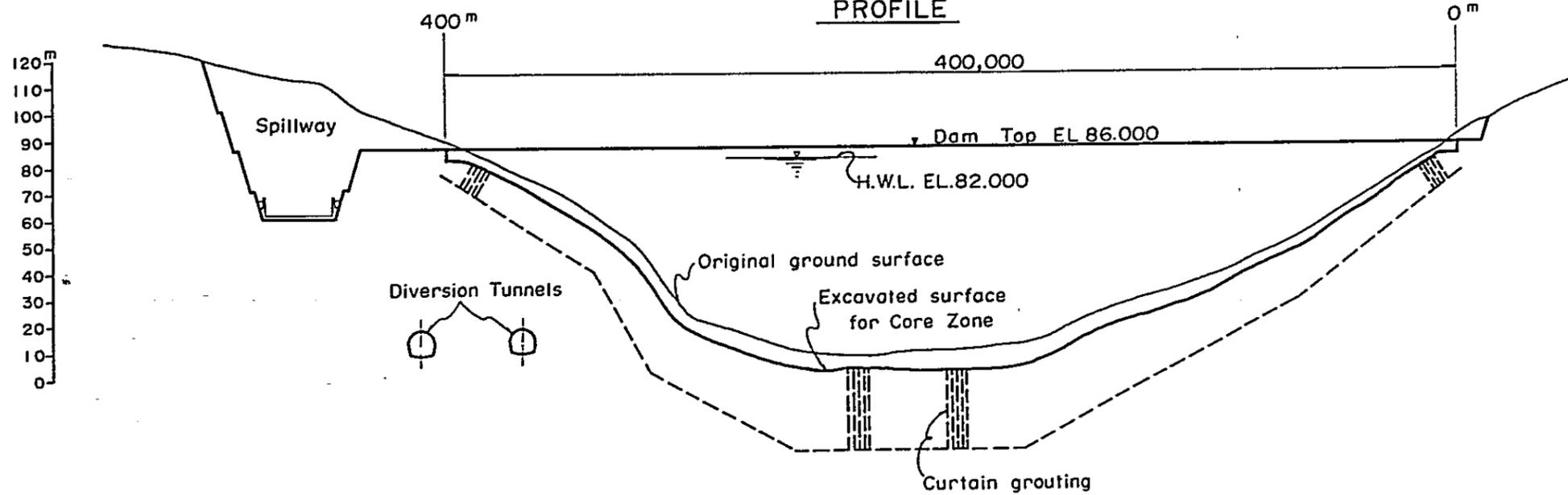
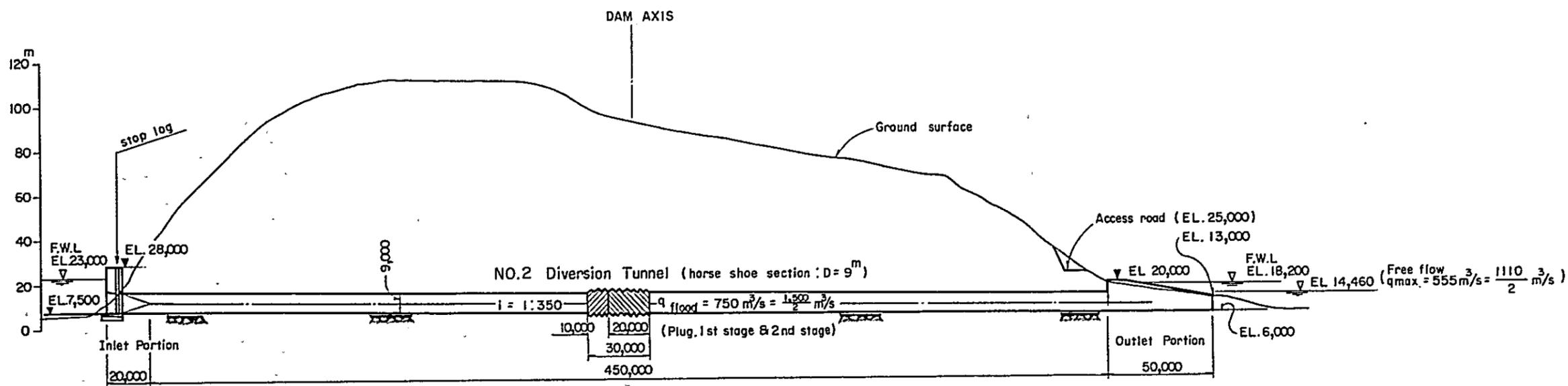
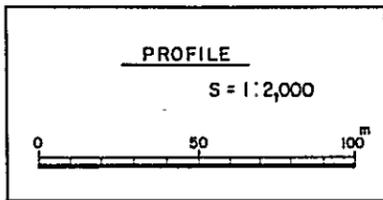
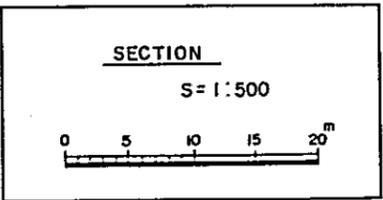
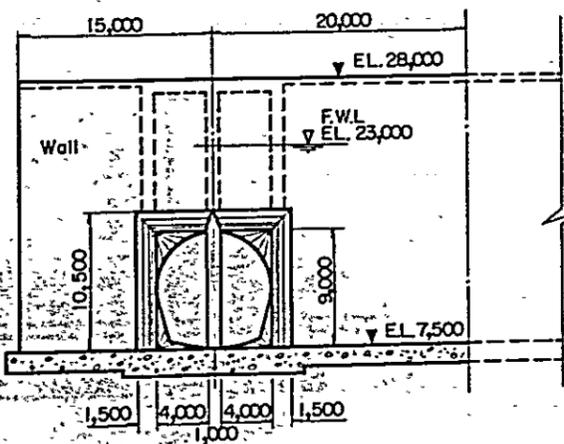


Fig-6.2

RIO BERGUEZ  
POWER STATION  
DAM



**ENTRANCE**



**OUTLET**

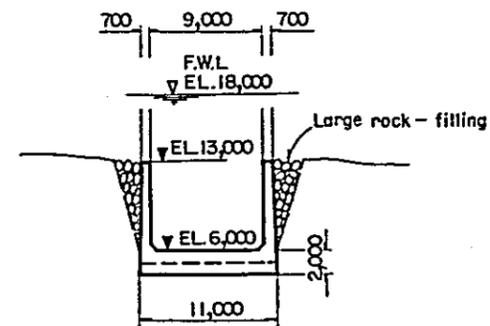
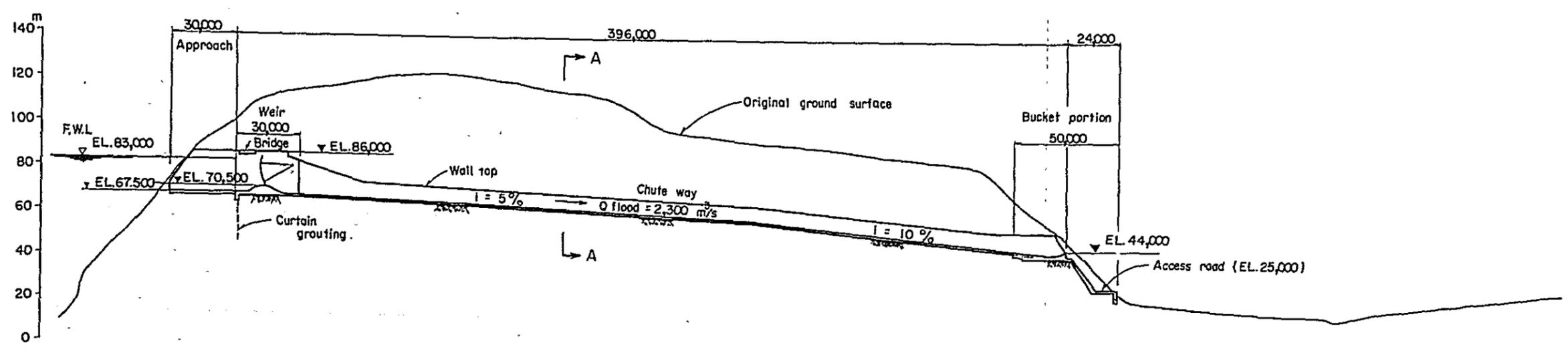
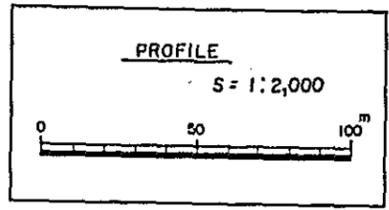
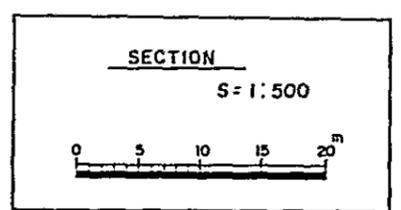
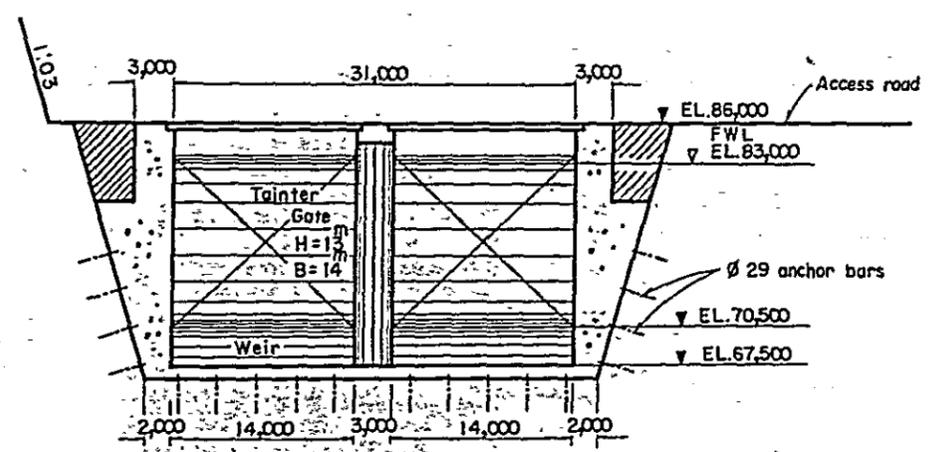


Fig.-6.3

RIO BERGUEZ POWER STATION  
DIVERSION TUNNEL



ENTRANCE



CHUTE WAY (A-A)

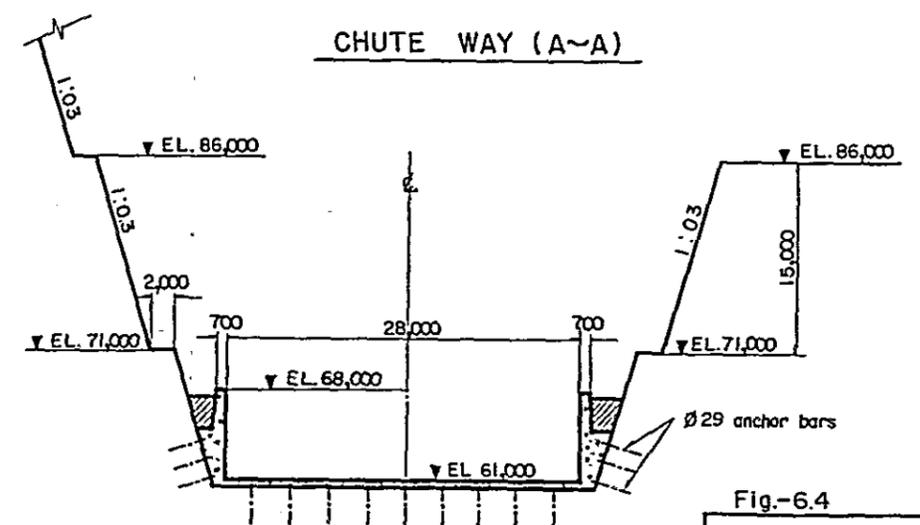


Fig-6.4  
RIO BERGUEZ POWER STATION  
SPILLWAY

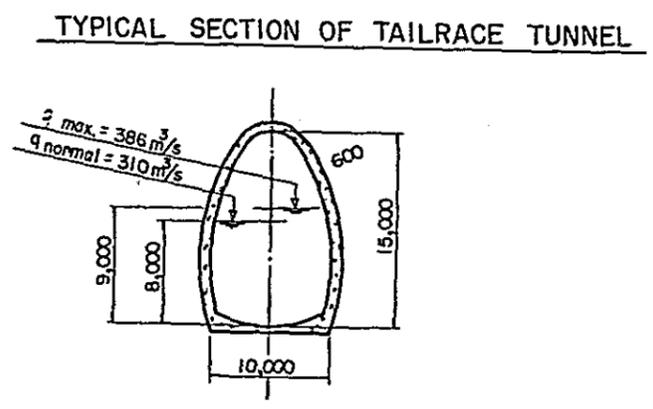
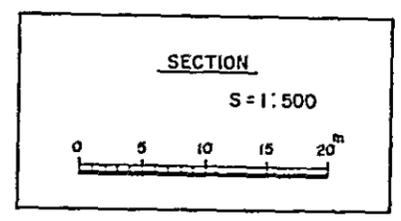
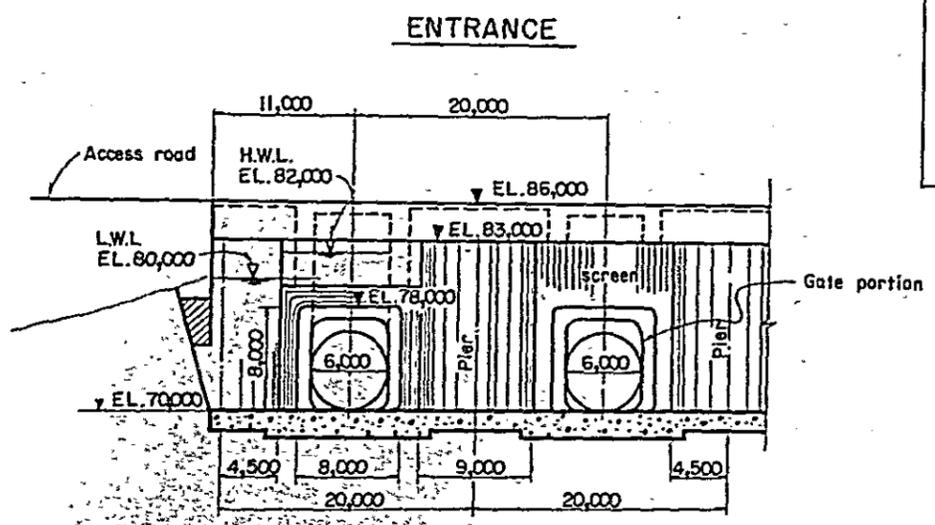
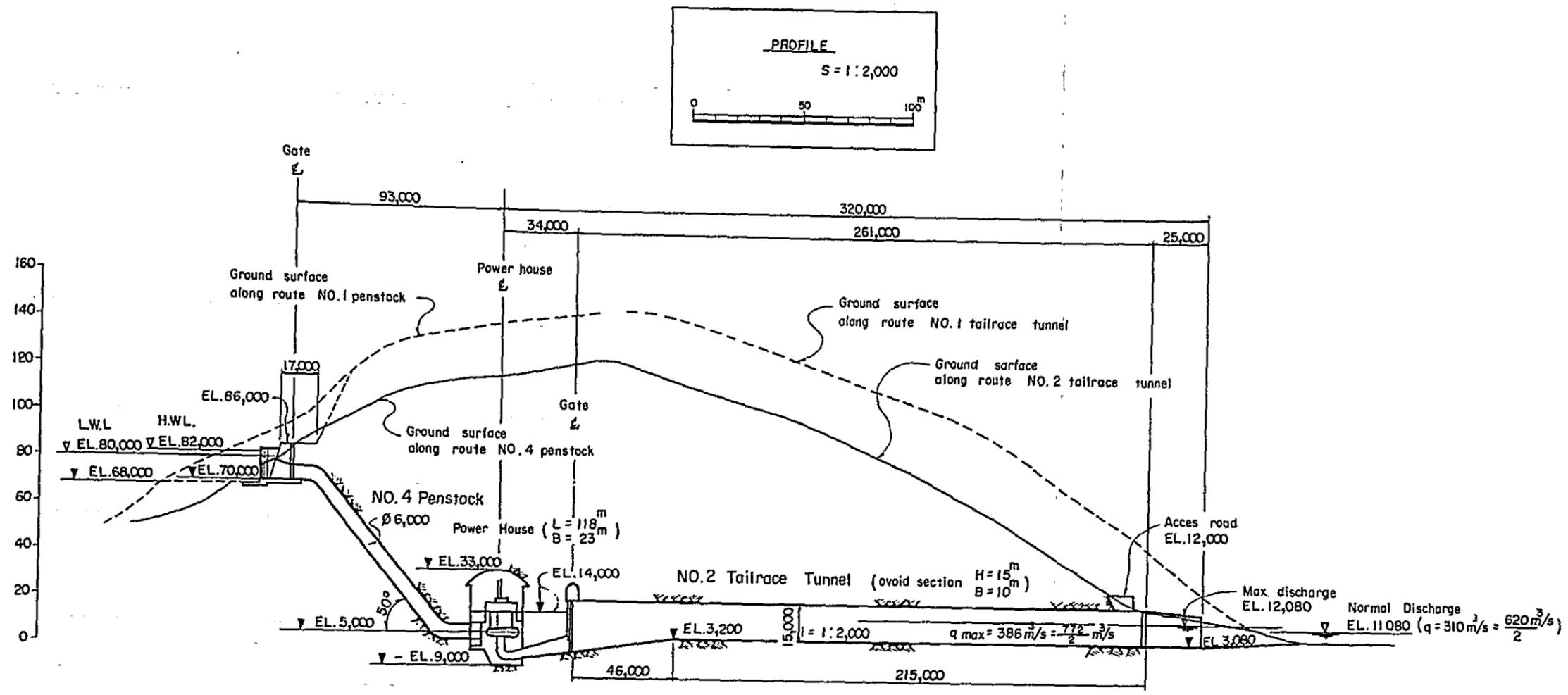


Fig-6.5  
RIO BERGUEZ POWER STATION  
WATERWAY

## 第7章 今後の調査

## 第 7 章 今後の調査

今後実施が望まれる調査項目およびその実施工程を Fig-7.1 に示した。

### 7.1 水文調査

バスクワ川流域には水位観測所としてオイギンス湖に1ヶ所と、サン・ウイセンテ下流に1ヶ所 ENDESA が設置中であるが、更に1ヶ所ベルゲスにも設置が望ましい。しかし、この地域は観測所を維持管理するために必要な観測者のための環境がととのっていないため、雨量、水位の測定には自記記録計方式など人手のかゝらぬ設備とする事が必要である。

### 7.2 地形調査

現在の縮尺 20,000 分の 1 および 2,000 分の 1 の航測地形図で予備計画は可能である。地質および現地調査の作業のためにダム発電所近傍の縮尺 2,000 分の 1、5,000 分の 1 の地形図が必要である。水準測量はオイギンス湖から太平洋までおよびブラボ川とバスクワ川、ブラボ川とオイギンス湖間について実施が必要である。

### 7.3 地質調査

土木地質調査作業としては、予備段階において少なくとも次のようなものが要求されよう。

#### (a) 地表地質踏査

地表地質の詳細踏査を各予定地点で実施し、予定地点の地質状態並びに岩石特性を表した地質図を下記の通り作成する事。

地質平面図 縮尺；1：2,000

地質断面図 縮尺；1：500

#### (b) 弾性波探査

弾性波探査によって基盤岩の弾性波速度を測定する事、弾性波測線は各構造物地点に対し 50 m ~ 100 m の間隔をもった格子状に測線を設定する事が望まれる。

#### (c) 調査横坑

予定地点の中で地質的に疑わしい部分には幾つかの横坑を掘り、詳細に実態を観察し確認する事。

#### (d) 現地における岩盤力学試験

岩盤剪断および変形試験を既設横坑内で実施する事。

#### (e) ボーリング調査

コア採取ならびにボーリング孔を利用した岩盤透水試験を各構造物地点で実施する事。

(f) グラウト試験

ダム築造において基盤岩のグラウトの可能性を確認する事。記述した全ての調査作業は、効果的かつ経済的に実施されねばならない。そしてこれ等の調査が完了した後も、将来の実施段階や設計段階でも、更に詳細な種々の土木地質調査が最終的に選定された地点に対し要求されるであろう。



# APPENDIX

Table-A.1 Quantity of Investigation Works

Item	Description	Unit	Quantity
<b>1. Huemul Power Station</b>			
<b>(a) Geological Investigation</b>			
Aerial Geological Survey		L.S	1
Surface Geological Survey		L.S	1
Sonic Prospecting Exploration		L.S	1
Seismic Prospecting Exploration		km	1.0
Core Drilling Exploration		m	800
Permeability Test		Time	80
Adit Exploration		m	650
Bearing Test		Time	8
<b>(b) Topographical Survey</b>			
Leveling Survey	From Pascua to Huemul	km	26
Topographical Survey	S = 1/2, 000	km <sup>2</sup>	0.42
Triangulation		Point	55
Profile Leveling of River	From Pascua to Huemul	km	20
<b>(c) Material Test</b>			
Core Material		L.S	1
Filter Material		L.S	1
Permeability Material		L.S	1
Concrete Aggregate Material		L.S	1
<b>2. Pascua Power Station</b>			
<b>(a) Seismic Observation Survey</b>			
Seismograph Facilities	at Pascua Site	Place	1
<b>(b) Hydrological Investigation</b>			
Meteorological Observation Facilities		Place	1
River Runoff Observation Facilities		Place	1
Water Quality Test		L.S	1
<b>(c) Geological Investigation</b>			
Aerial Geological Survey		L.S	1
Surface Geological Survey		L.S	1
Sonic Prospecting Exploration		L.S	1
Seismic Prospecting Exploration		km	4
Core Drilling Exploration		m	2,100
Permeability Test		Time	210
Adit Exploration		m	550
Bearing Test		Time	6
<b>(d) Topographical Survey</b>			
Leveling Survey	From San Vicente to Pascua	km	13
Topographical Survey	S = 1/2, 000	km <sup>2</sup>	1.7
Triangulation		Point	25
Profile Leveling of River		km	10

Item	Description	Unit	Quantity
<b>(e) Material Test</b>			
Core Material		L.S	1
Filter Material		L.S	1
Permeability Material		L.S	1
Concrete Aggregate Material		L.S	1
<b>3. San Vicente Power Station</b>			
<b>(a) Geological Investigation</b>			
Aerial Geological Survey		L.S	1
Surface Geological Survey		L.S	1
Sonic Prospecting Exploration		L.S	1
Seismic Prospecting Exploration		km	2
Core Drilling Exploration		m	1,000
Permeability Test		Time	100
Adit Exploration		m	250
Bearing Test		Time	3
<b>(b) Topographical Survey</b>			
Leveling Survey	From San Vicente to Sea	km	130
Topographical Survey	S = 1/2,000	km <sup>2</sup>	0.54
Triangulation		Point	45
Profile Leveling of River		km	32
<b>(c) Material Test</b>			
Core Material		L.S	1
Filter Material		L.S	1
Permeability Material		L.S	1
Concrete Aggregate Material		L.S	1

Appendix-2 チリ・アイセン水力調査日程

日順	月 日	曜	1 班		2 班		摘 要
			行 程	泊 地	行 程	泊 地	
1	2月10日	火	羽田発 20.00 (AF-100)				
2	11	水	サンチャゴ着 19.30 (AV-83)	サンチャゴ			
3	12	木	挨拶 ODEPLAN ENDESA 大使館 午後より会議	"			
4	13	金	会議	"			
5	14	土	現地調査資料調達 一部資料運搬	"			
6	15	日	" "	"			
7	16	月	会議	"			
8	17	火	会議	"			
9	18	水	サンチャゴ→コヤイケ (LAN-CHILE)	コヤイケ			
10	19	木	コヤイケ軍司令部挨拶	"			
11	20	金	コヤイケ→コ克蘭 チャカブコ, タマンゴ調査 (双発機) (車)	コ克蘭			
12	21	土	コ克蘭→バスクワ→ナデイス→サルトン→コ克蘭 (双発機)	"			
13	22	日	コ克蘭→ナデイス→サルトン (双発機) (ボート)	サルトン			
14	23	月	サルトン→ブエンテイスケーロ→サルトン (ボート)	"			
15	24	火	サルトンダム調査	"			
16	25	水	"	"			
17	26	木	"	"			
18	27	金	"	"			
19	28	土	"	"			
20	29	日	サルトン→コ克蘭	コ克蘭			
21	1	月	チャカブコ, タマンゴ調査 (車)	"			
22	2	火	" "	"			
23	3	水	コ克蘭→コヤイケ (双発機)	コヤイケ			
24	4	木	チャカブコ港務調査	"			
25	5	金	コヤイケ→プエルトモンテ→サンチャゴ (LAN-CHILE)	サンチャゴ	羽田発 20.00 (AF-100)		
26	6	土	調査団第1班, 第2班打合せ	"	サンチャゴ 13.40 (BN-979)	サンチャゴ	
27	7	日	" "	"	調査準備及び第1班と打合せ	"	
28	8	月	ENDESA 打合せ及び Study	"	サンチャゴ→コヤイケ (LAN-CHILE)	コヤイケ	
29	9	火	"	"	チャカブコ港務及びアイセン水力発電所視察	"	
30	10	水	"	"	"	"	
31	11	木	"	"	コヤイケ→トルテル→コ克蘭 (双発機)	コ克蘭	
32	12	金	"	"	コ克蘭→バスクワ→コ克蘭 (双発機)	"	
33	13	土	"	"	チャカブコ, タマンゴダム調査	"	
34	14	日	"	"	コ克蘭→ナデイス→サルトン→ナデイス→コ克蘭→コヤイケ (双発機)	コヤイケ	
35	15	月	"	"	調査結果の打合せ (ボート)	"	
36	16	火	"	"	コヤイケ→バルマセーダ→サンチャゴ	サンチャゴ	
37	17	水	日本大使館 ENDESA 打合せ	"	日本大使館, ENDESA と打合せ	"	
38	18	木	"	"	"	"	
39	19	金	挨拶 (ODEPLAN, ENDESA 大使館)	"	挨拶 (ODEPLAN, ENDESA 大使館)	"	
40	20	土	資料収集及び搬送準備	"	資料収集及び搬送準備	"	
41	21	日	"	"	"	"	
42	22	月	サンチャゴ→ニューヨーク 8.00 LH 495		サンチャゴ→ニューヨーク 8.00 LH 495		
43	23	火	ニューヨーク 12.15 JL 005		ニューヨーク 12.15 JL 005		
44	24	水	羽田着 18.40		羽田着 18.40		

ENDESA 同行技師  
 第1班 R. Bennewity (土木)  
 L. Barozzi (地質)  
 J. Espinoza (土木)  
 A. Goldsack (土質)  
 C. Meier (水文)  
 第2班 J. Espinoza (土木)  
 L. Aylwin (土木)  
 C. Meier (水文)

### Appendix - 3 基礎資料

現地調査期間中に得られた基礎資料は次の通りである。

#### (1) 水文資料

Runoff													STATION	D. Lago O Higgins	CATCHMENT AREA	13,000
RIVER IN THE BASIN OF													ELEVATION	258	UNIT	m <sup>3</sup> /sec
YEAR	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	ANNUAL Average			
1941	871.00	625.00	525.00	476.00	141.00	217.00	354.00	798.00	785.00	978.00	874.00	870.00	617.83			
1942	498.00	440.00	439.00	350.00	220.00	284.00	423.00	1055.00	1010.00	1200.00	1207.00	995.00	676.75			
1943	872.00	418.00	212.00	110.00	210.00	256.00	146.00	662.00	838.00	960.00	955.00	844.00	574.42			
1944	466.00	391.00	319.00	248.00	87.00	288.00	155.00	614.00	712.00	802.00	771.00	714.00	479.75			
1945	429.00	412.00	520.00	296.00	279.00	526.00	445.00	75.00	955.00	1090.00	922.00	958.00	633.92			
1946	915.00	636.00	385.00	514.00	283.00	212.00	466.00	983.00	1046.00	1235.00	1170.00	1047.00	741.00			
1947	437.00	598.00	292.00	307.00	200.00	289.00	431.00	1451.00	963.00	1234.00	1214.00	962.00	698.17			
1948	413.00	486.00	459.00	241.00	238.00	291.00	356.00	718.00	840.00	994.00	913.00	836.00	565.42			
1949	605.00	593.00	766.00	286.00	161.00	205.00	476.00	734.00	1127.00	1303.00	1365.00	1116.00	728.08			
1950	779.00	498.00	551.00	252.00	125.00	226.00	359.00	745.00	904.00	1029.00	1080.00	904.00	621.00			
1951	845.00	451.00	627.00	373.00	200.00	125.00	388.00	749.00	951.00	1121.00	884.00	944.00	638.17			
1952	482.00	563.00	580.00	259.00	252.00	382.00	437.00	1210.00	999.00	1189.00	1019.00	1005.00	698.08			
1953	673.00	415.00	140.00	260.00	138.00	224.00	356.00	727.00	822.00	1082.00	1017.00	827.00	556.75			
1954	655.00	610.00	572.00	372.00	287.00	331.00	361.00	628.00	878.00	755.00	915.00	883.00	603.92			
1955	408.00	317.00	240.00	574.00	305.00	279.00	454.00	681.00	800.00	942.00	926.00	797.00	566.25			
1956	590.00	298.00	309.00	205.00	148.00	146.00	332.00	599.00	845.00	1032.00	696.00	819.00	501.58			
1957	491.00	279.00	401.00	329.00	203.00	294.00	323.00	534.00	754.00	930.00	766.00	759.00	505.42			
1958	417.00	361.00	281.00	440.00	335.00	325.00	359.00	702.00	834.00	981.00	817.00	820.00	556.00			
1959	529.00	632.00	387.00	838.00	328.00	175.00	437.00	802.00	1036.00	1220.00	1160.00	1040.00	715.33			
1960	640.00	381.00	234.00	177.00	203.00	226.00	309.00	546.00	681.00	804.00	769.00	684.00	471.17			
1961	383.00	366.00	388.00	403.00	172.00	298.00	431.00	901.00	944.00	1208.00	1019.00	940.00	621.08			
1962	478.00	281.00	361.00	208.00	152.00	221.00	239.00	508.00	549.00	646.00	767.00	550.00	413.33			
1963	564.00	356.00	516.00	238.00	252.00	202.00	308.00	571.00	763.00	901.00	709.00	762.00	511.83			
1964	842.00	698.00	588.00	283.00	203.00	280.00	255.00	545.00	973.00	1104.00	850.00	714.00	611.25			
1965	573.00	473.00	200.00	224.00	314.00	307.00	457.00	600.00	787.00	1199.00	1039.00	794.00	580.58			
1966	755.00	546.00	320.00	175.00	256.00	296.00	371.00	820.00	676.00	1087.00	769.00	871.00	578.50			
1967	629.00	696.00	645.00	296.00	135.00	279.00	269.00	493.00	695.00	816.00	1013.00	851.00	568.08			
1968	976.00	810.00	240.00	222.00	239.00	192.00	376.00	1042.00	1173.00	1083.00	967.00	678.00	666.50			
1969	746.00	630.00	338.00	431.00	419.00	449.00	351.00	665.00	816.00	1050.00	873.00	1100.00	672.33			
1970	770.00	843.00	813.00	126.00	80.00	236.00	309.00	455.00	865.00	1029.00	1009.00	1103.00	636.50			

Runoff													STATION	D. Lago O Higgins	CATCHMENT AREA	13,300
RIVER IN THE BASIN OF													ELEVATION		UNIT	m <sup>3</sup> /sec
YEAR	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	ANNUAL Average			
1971	509.00	570.00	448.00	241.00	170.00	350.00	338.00	553.00	942.00	767.00	701.00	856.00	537.08			
1972	424.00	196.00	257.00	324.00	233.00	490.00	678.00	822.00	739.00	1394.00	1185.00	758.00	625.00			
1973	676.00	354.00	221.00	111.00	163.00	268.00	388.00	674.00	897.00	914.00	812.00	884.00	530.17			
1974	382.00	198.00	485.00	144.00	290.00	313.00	380.00	656.00	815.00	818.00	822.00	807.00	509.17			
Average	609.47	482.97	414.15	306.56	218.26	278.88	379.91	741.71	865.12	1026.38	940.44	867.12	594.25			

(2) 地形図

i) 縮尺 1 : 500,000

作成 1972年, Instituto Geografico Militar

範囲 Aisen 州全域を含む

ii) 縮尺 1 : 250,000

作成 1950 ~ 1953年 Instituto Geografico Militar

範囲 Aisen 州全域を含む

iii) 縮尺 1 : 20,000

作成 1975年 ENDESA

範囲 Baker Pascua 川流域 (支流の一部を除く)

iv) 縮尺 1 : 2,000

作成 1975年 ENDESA

範囲 ダム, 発電所計画地点

(3) 航空写真

i) 縮尺 1 : 60,000

作成 1974 ~ 1975年 USAF

範囲 Baker 川流域

ii) 縮尺 1 : 14,000

作成 1974年 SAF

範囲 Baker 川流域

(4) 報告書, その他

i) ENDESA 作成の「Proyecto de Desarrollo Hidroelectrico de Los Rios  
Baker y Pascua」

ii) ENDESA 作成の「Produccion y consumo de ENDESA en Chile」 1974

iii) Instituto Geografico Militar 作成の「Atlas Escolar de Chile con la  
microrregionalizacion del Pais」 1976

iv) Instituto Geografico Militar 作成の「Atlas de la Republica de Chile」 1970

