

Empresa Nacional De Electricidad  
Republica De Bolivia

PILCOMAYO川水系  
PILAYA川水力発電開発計画  
FEASIBILITY調査実施条件書

昭和53年3月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1054269[4]

Empresa Nacional De Electricidad  
Republica De Bolivia

PILCOMAYO川水系

PILAYA川水力発電開発計画

FEASIBILITY調査実施条件書

昭和53年 3月

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3.15	702
登録No. 00333	64.3
	MPN

国際協力事業団

## 目 次

1. 国名および Project 名	1
2. Project の概要	1
3. 調査の目的	7
4. 調査範囲と項目	8
5. 調査メンバーに要求される資格, 条件	15
6. 参考事項	17
6-1 計画地点の地形, 地質について	17
6-2 E.N.D.E. より便宜供与可能な事項	28
6-3 E.N.D.E. 資料と今後確認を要する事項	29
6-4 その他の事項	32

## 1 国名および Project 名

### 1-1 国 名:

ボリヴィア共和国 ( Republica de Bolivia )

### 1-2 Project 名:

Bolivia 共和国, Pilcomayo 川水系 Pilaya 川水力発電開発計画 Project

### 1-3 企業主体:

Empresa Nacional de Electricidad ( E.N.D.E. )

## 2 Project の概要

E. N. D. E の既存計画地点 Huacata 計画およびその代案である Aguas Calientes 計画のある Pilaya 川は, Bolivia 南部の Chuquisaca 州と Tarija 州の境を東流として Pilcomayo 川に入る河川であり、本 Project はこの Pilaya 川中流の溪谷部に下記の設備を築造する計画である。

( 図 - 2.1 および 2.2 参照 )

### Huacata 計画

#### ダムおよび調整池

ダム型式 ; コンクリート・アーチ

ダム高 ; 59 m , ダム頂長 ; 135 m

ダム体積 ; 34,000 m<sup>3</sup>

放流設備；頂部越流，巾 $12\text{ m}$ ×高 $8\text{ m}$ ×5門，コンジント；巾 $10\text{ m}$ ×  
高 $6.5\text{ m}$ ×5門

設計洪水量； $10,000\text{ m}^3/\text{s}$ （ $1,000$ 年超過確率）

総貯水容量； $1,500,000\text{ m}^3$  有効容量 $1,000,000\text{ m}^3$

水位諸元；S.W.L.  $1,799\text{ m}$ ，H.W.L.  $1,791\text{ m}$ ，  
L.W.L.  $1,775\text{ m}$

取水口；鉄筋コンクリート造，敷高；E.L.  $1,768\text{ m}$

呑口巾； $7\text{ m}$  高； $5.3\text{ m}$  流速； $0.7\text{ m}/\text{s}$

水路；圧力トンネル，円形，コンクリート巻立

内径； $3.2\text{ m}$ ， 延長； $6,330\text{ m}$

通水量； $26\text{ m}^3/\text{s}$ ， 流速； $3.23\text{ m}/\text{s}$

サージタンク；水室型全地下式，鉄筋コンクリート造

上部水室；径 $10\text{ m}$ ×高 $2.4\text{ m}$

下部水室；径 $4\text{ m}$ ×長 $150\text{ m}$ の横坑

全 高； $5.27\text{ m}$

水圧鉄管；埋設管，管延長； $355\text{ m}$  内径； $2.9\sim 2.6\text{ m}$ ×1条，

全重量；約 $440\text{ t}$

発電所；地下式

巾； $15\text{ m}$ ， 高； $15\text{ m}$ ， 長； $20\text{ m}$ 程度

放水路；無圧トンネル，上部欠円下部方形

寸法； $4.7\text{ m}\times 4.7\text{ m}$ ， 延長；約 $400\text{ m}$ ，

放水位W.L.  $1,500\text{ m}$

## 発電設備

最大使用水量 ;  $26 \text{ m}^3 / \text{s}$

総落差 ;  $291 \text{ m}$       有効落差 ;  $267 \text{ m}$

最大出力 ;  $59,000 \text{ KW}$  (  $14,450 \text{ KW} \times 4 \text{ 基}$  )

年間発生電力量 ;  $369,400 \text{ MWH}$

発電機器仕様 ; 未定

## Aguas Calientes 計画

ダムおよび調整池 ; Huacata に同じ

取水口 ; 鉄筋コンクリート造,      敷高 ;  $\text{EL. } 1,768 \text{ m}$

    呑口中 ;  $7 \text{ m}$ ,      高 ;  $50 \text{ m}$ ,      流速 ;  $0.7 \text{ m} / \text{s}$

水路 ; 圧力トンネル, 円形, コンクリート巻立

    内径 ;  $3.3 \text{ m}$ ,      延長 ;  $10,660 \text{ m}$

    通水量 ;  $24 \text{ m}^3 / \text{s}$ ,      流速 ;  $2.81 \text{ m} / \text{s}$

サージタンク ; 水室型全地下式, 鉄筋コンクリート造

    上部水室 ; 径  $12 \text{ m} \times$  高  $26 \text{ m}$

    下部水室 ; 径  $3.5 \text{ m} \times$  延長  $200 \text{ m}$  の横坑

    全高 ;  $59.3 \text{ m}$

水圧鉄管 ; 上部埋設管, 下部露出管,      管延長 ;  $535 \text{ m} \times 3 \text{ 条}$

    内径 ;  $1.5 \text{ m} \sim 1.4 \text{ m} \times 3 \text{ 条}$ ,      全重量 ; 約  $1,200 \text{ t}$

発 電 所 ; 地表式

寸法 : 未定

放 水 路 ; 無圧トンネル, 上部欠円下部方形

寸法 ; 未定 延長 ; 未定

放水位 ; W.L 1,310 m

発 電 設 備

最大使用水量 ;  $24 \text{ m}^3 / \text{s}$

総 落 差 ;  $481 \text{ m}$  有効落差 ;  $439 \text{ m}$

最 大 出 力 ;  $89,580 \text{ KW}$  ( $29,860 \text{ KW} \times 2$ 基,  $14,930 \text{ KW} \times 2$ 基)

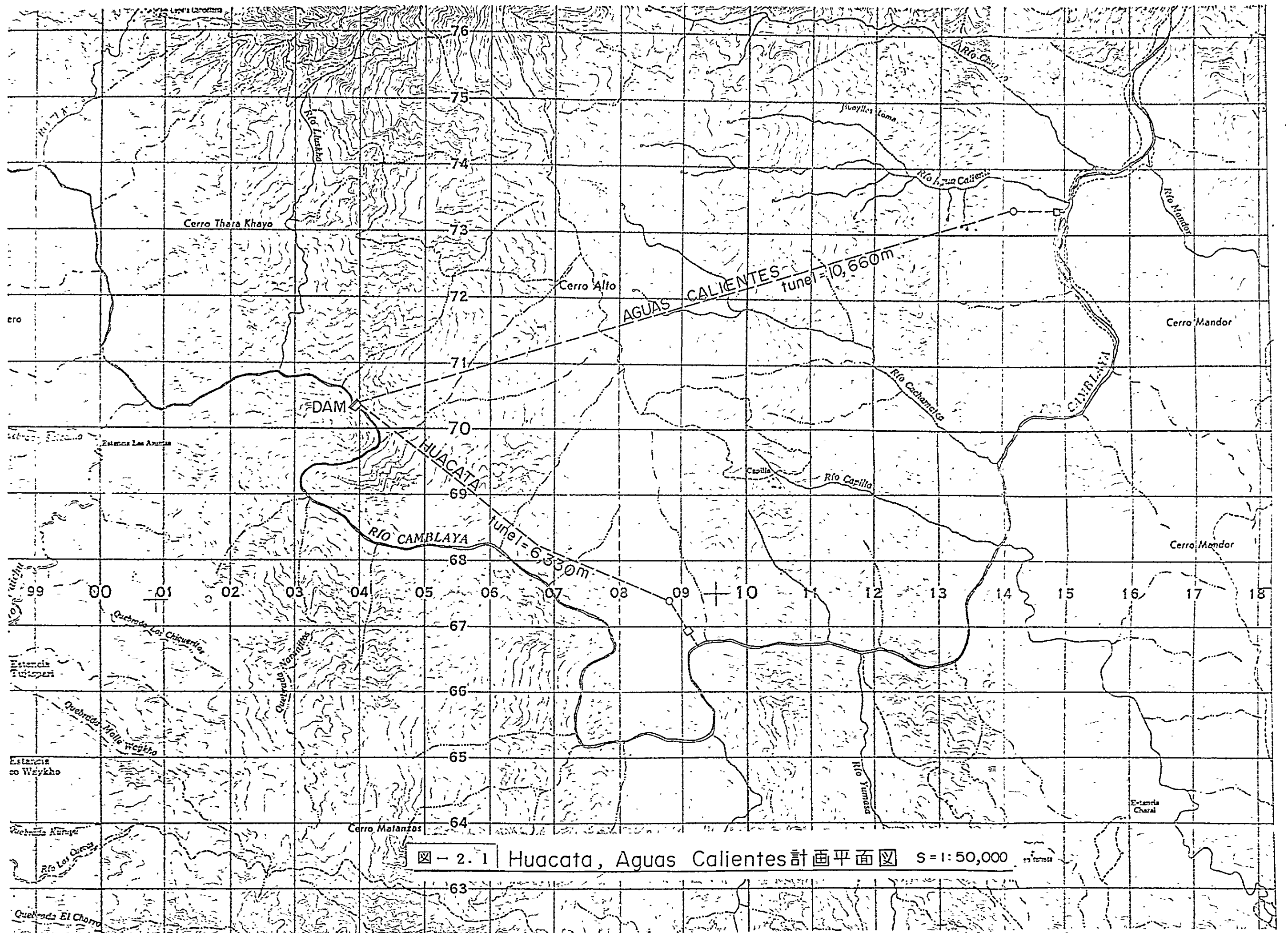
年間発生電力量 ;  $590,900 \text{ MWH}$

発電機器仕様 ; 未定

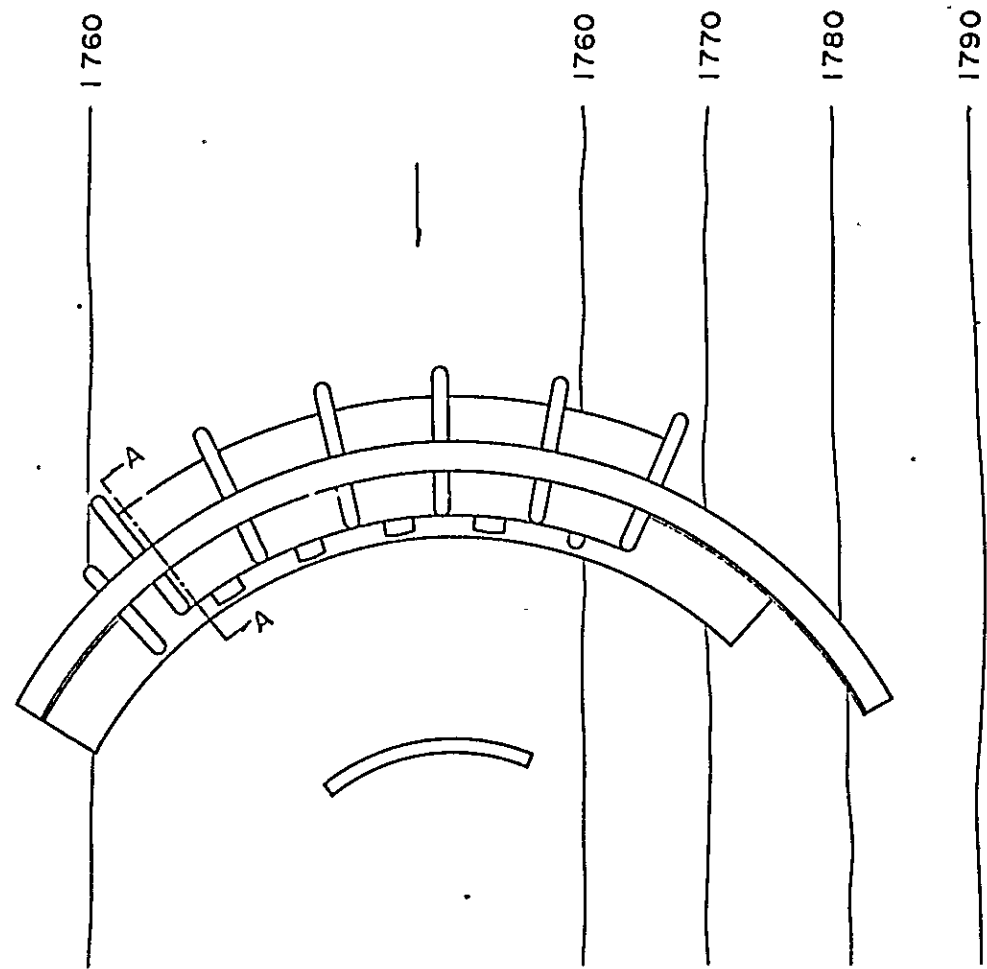
それぞれの計画位置を図-2.1に, 又, ダム構造および水路縦断面を図-2.2

に示す。



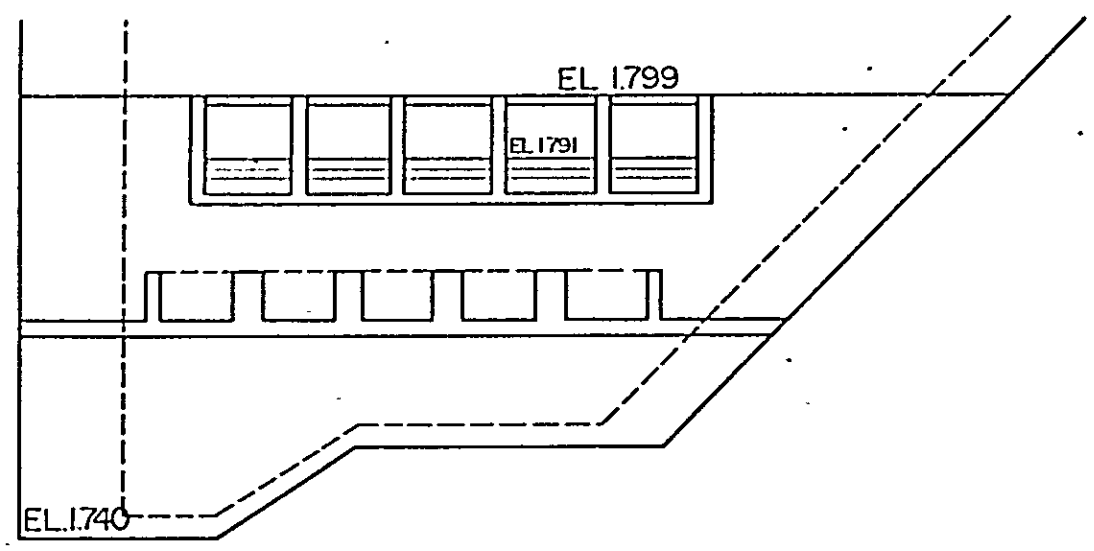


☒ - 2.1 Huacata, Aguas Calientes 計画平面図 s = 1:50,000



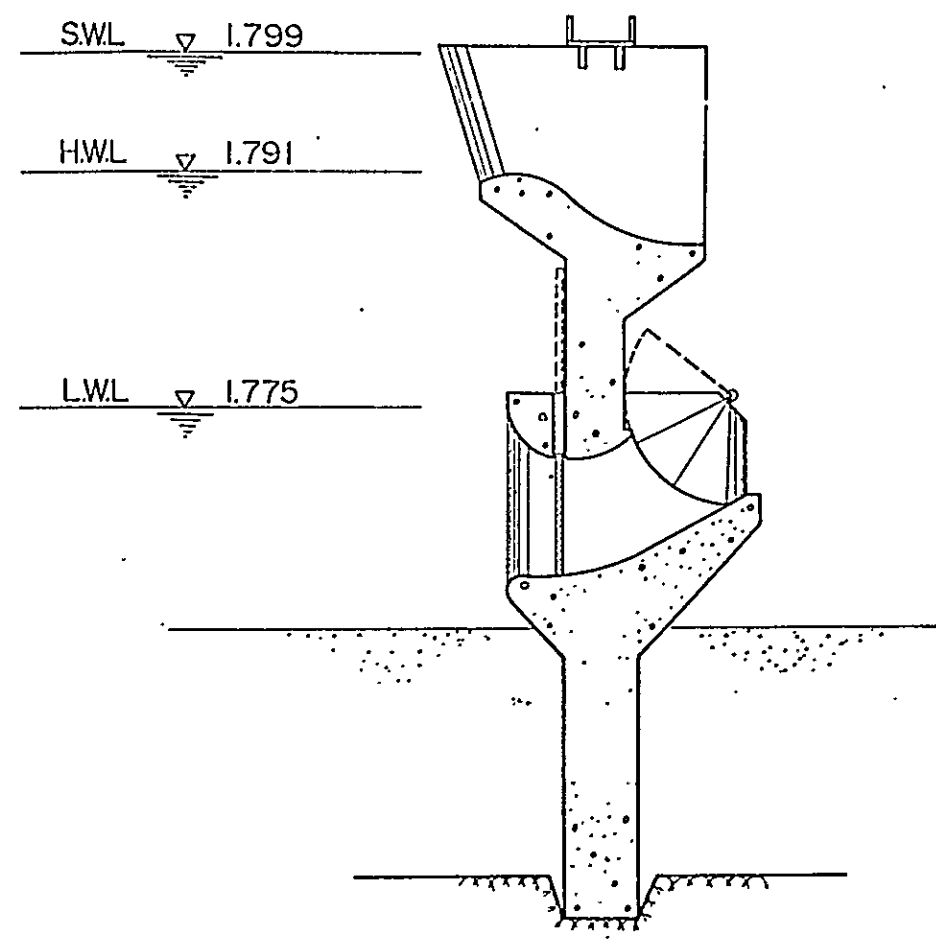
PLANTA

Escala : 1 : 1.000



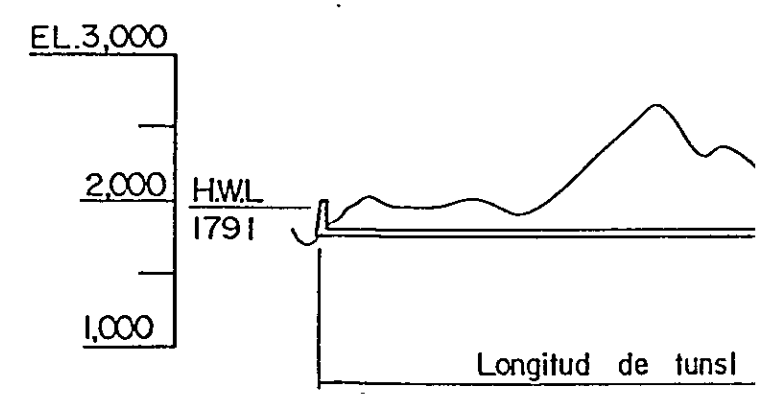
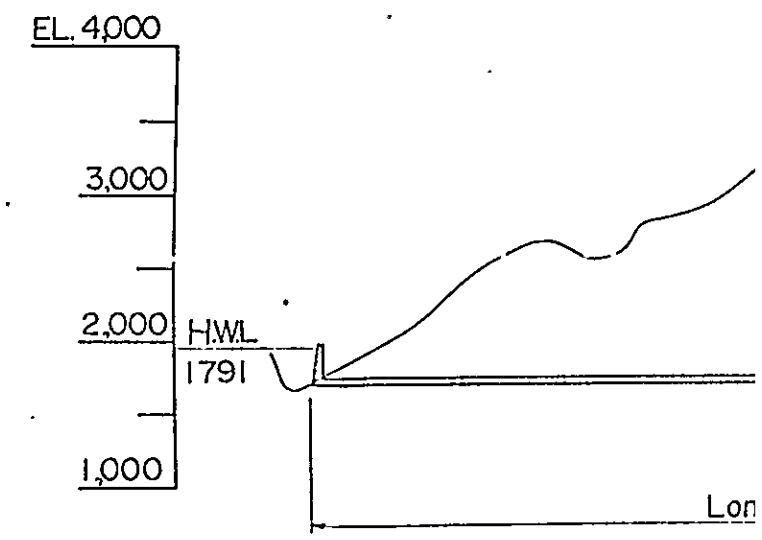
ELEVACION

Escala : 1 : 1.000



CORTE A-A'

Escala : 1 : 500



HUACATA

Q = 26  
H<sub>g</sub> = 267  
P = 59

図-2.2 Huacata, Aguas Calientes 計画概要図

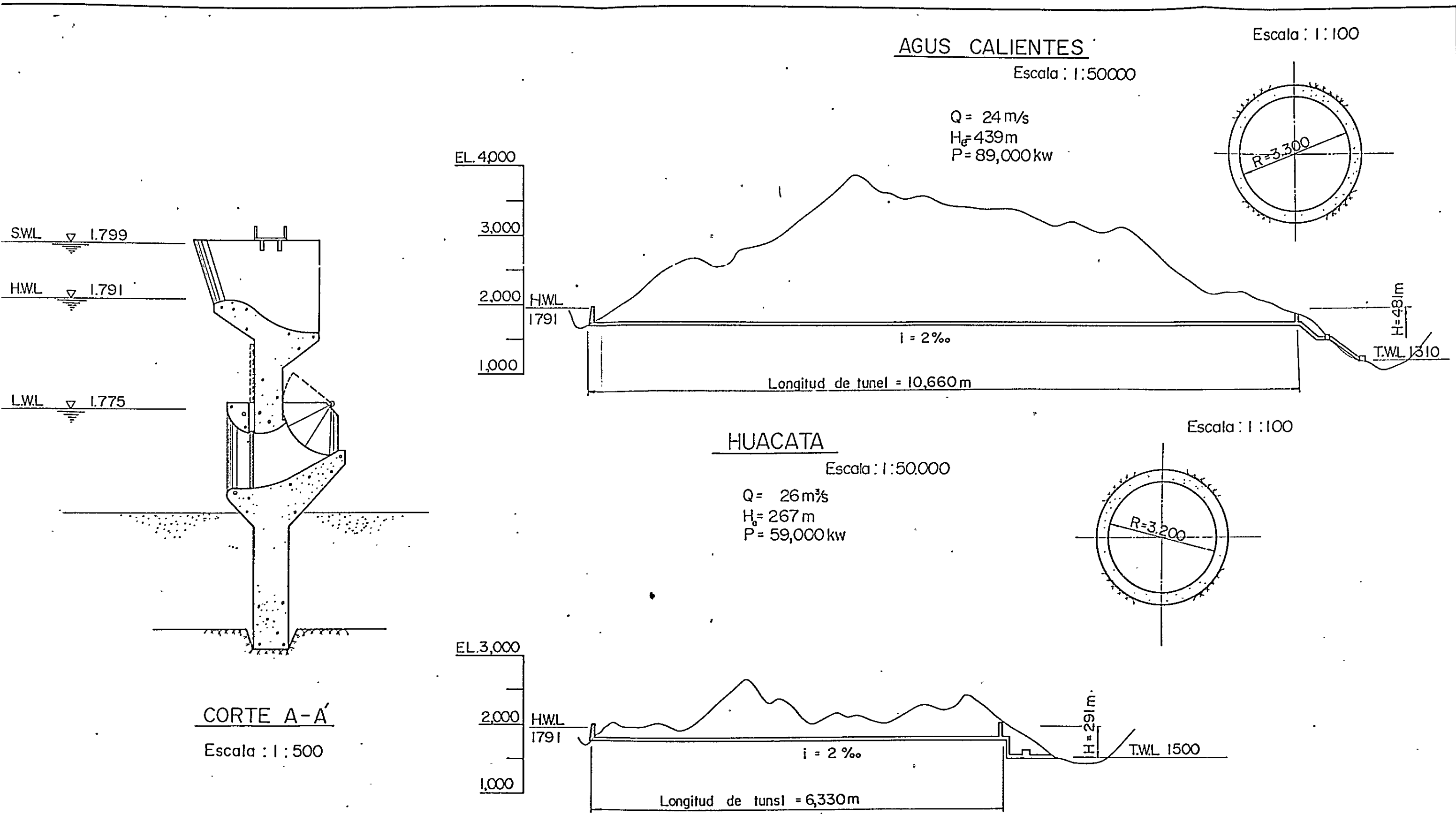


圖-2.2 Huacata, Aguas Calientes 計畫概要圖

### 3 調査の目的

2項に示した基本計画を具体的な建設実施が可能なまでに、その精度を高めることを主目的とする。

調査に当って、E.N.D.E.側にて準備又は実施可能な事項は

- 1) Cochabamba～現地間および Tarija～ 現地間の航空輸送、
- 2) 現場における宿泊施設（土石壁、トタンぶきの小屋2ヶ所程度）
- 3) サイト調査用足場（小径、簡易栈橋など）
- 4) 測量用器材
- 5) カウンターパートおよび人夫
- 6) 医療設備（主として Tarija の病院を利用）
- 7) 緊急用通信連絡設備（現地～ Tarija ～ Cochabamba 間）
- 8) 食糧の確保

などがあり、E.N.D.E.の直接調査業務としては

- 1) 地形測量（航測および現地測量）
- 2) ボーリングおよび透水試験
- 3) 試掘横坑掘削

などが期待出来る。

この上に立って、次の4.に示す調査範囲と項目に従い、このProjectの建設実施の可能性を調査検討するものとする。

## 4 調査範囲と項目

### 4-1 調査範囲

調査対象の計画として Huacata 計画と、その代案である Aguas Calientes 計画の 2 案があるが、調査の初期の段階で両案の優劣を比較検討し、E.N.D.E. と協議の上、有望な一つの案にしほり Feasibility Study を実施するものとする。

### 4-2 調査項目

Feasibility 調査の主要項目は、現地調査としては諸資料収集、関係機関との打合せ、現地踏査、測量および地質調査の指導であり、国内作業としては対象地域の電力需要想定、開発基本計画、基本設計、主要工事数量算出、施工計画、工事工程、総工事の積算、経済性の検討および資金計画とする。

調査のフローは図-4.1 に示すとおりである。

#### 1) 現地調査項目の内訳と業務分担

現地調査項目の内訳と業務分担（私案）は表-4.1 に示すとおりである。

図 - 4.1 Feasibility 調査の Main Flow Chart

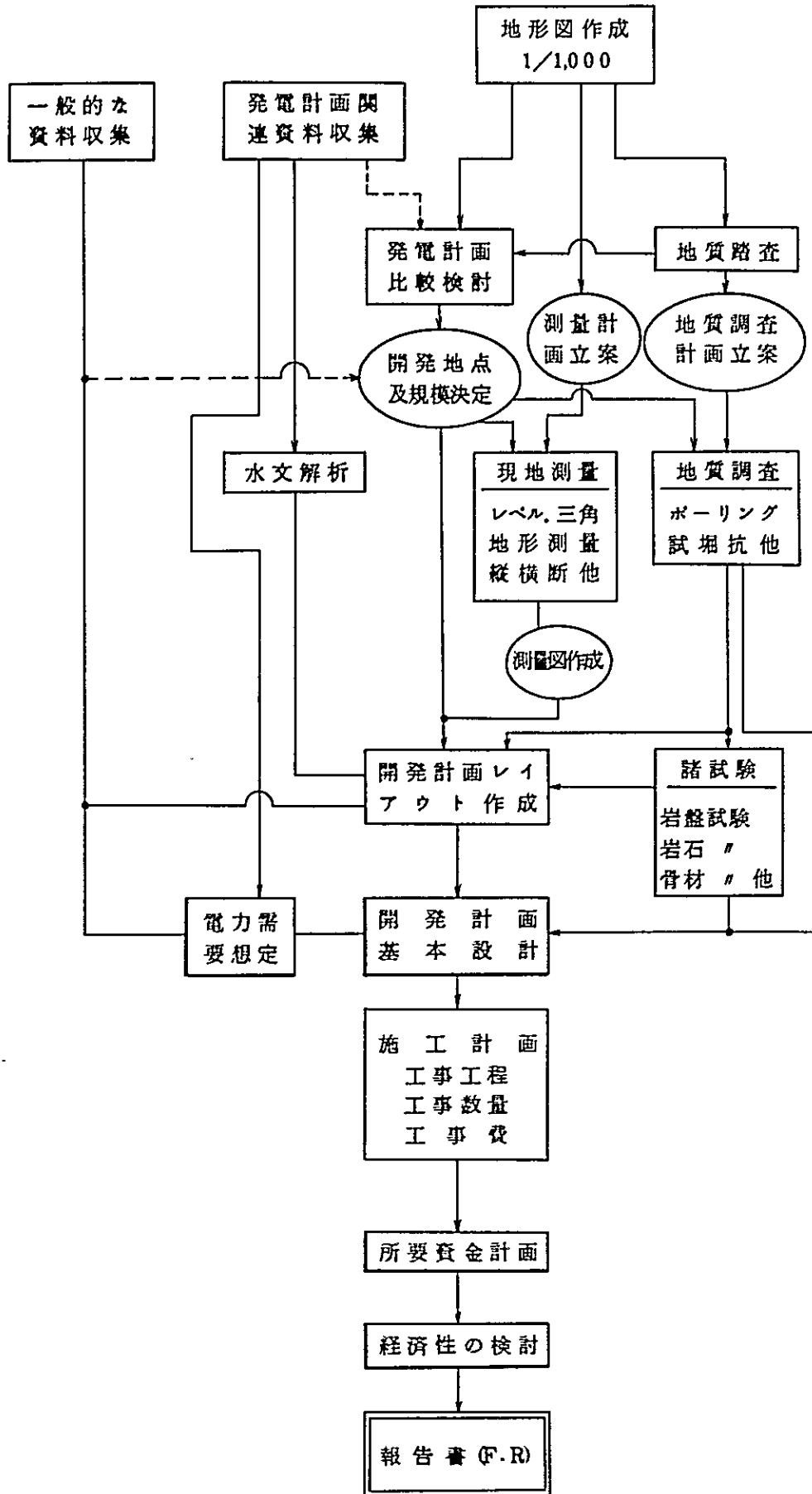


表-4.1 F.S. 現地調査実施業務分担表(私案)

註 担当ヶ所○: E. N. D. E.  
×: Survey team

項 目	担当ヶ所	記 事
①調査準備業務	○	現地宿泊施設, 通信施設, 足場など調査方法等の打合
②地形測量図	×	
範囲の選定	×	
地形測量	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航測図 1/10,000 (サイト全域): 約 100 km<sup>2</sup></li> <li>・   "   1/1,000 (ダムおよび湛水池, 発電所地点) 約 6 km<sup>2</sup></li> <li>・ 水準測量: 約 3.5 km</li> <li>・ 三角およびトラバース (サイト全域)</li> <li>・ 地形測量 1/500 (ダム, 発電所地点): 約 3.5 Ha</li> <li>・ 縦横断測量: 約 1.1 km</li> </ul>
図面作成	○	
③地質調査		
<u>地表踏査</u>	×	
<u>1次地質図</u>	×	・ 地表踏査に基き作成
<u>ボーリング</u>		
地点選定	×	
ボーリング工事	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ φ 66 以上, コア採取</li> <li>・ ダム: 約 800 m</li> <li>・ Huacata 約 570 m あるいは Aguas C.: 約 350 m</li> <li>・ 原石山: 約 500 m</li> </ul>
諸試験	○	・ 透水試験, コア試験など
	×	・ 専門指導者の派遣

項 目	担当ヶ所	記 事
<u>試掘横坑</u>		
地点選定	×	
横坑掘削	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・巾 2 m × 高 2 m 程度</li> <li>・ダム：約 16 本 340 m</li> <li>・Huacata 2 本約 600 m あるいは Aguas C. 2 本, 約 250 m</li> <li>・原石山：約 5 本, 500 m</li> </ul>
諸 試 験	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・剪断試験および変形試験：15～18ヶ所</li> <li>・弾性波速度測定：約 250 m</li> <li>・E.N.D.E.側より労務提供, 雑資材提供を受ける</li> </ul>
<u>地表物理探査</u>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダム：約 400 m</li> <li>・Aguas C の場合：約 250 m</li> <li>・原石山：約 700 m</li> </ul>
<u>2次地質図</u>	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボーリング：試掘横坑選定に基き作成</li> </ul>
<u>総合地質解析</u>	×	
④水文・気象検討		
資料提供	○	
検討解析	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地において概略の検討を行う</li> </ul>
⑤需要想定		
資料提供	○	
検討解析	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地において概略検討を行う</li> </ul>
⑥Boliviaの電力事情	×	
⑦開発基本計画		
資料集約	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地において概略の設計を行うもので所要資金の概要計画策定に用いる</li> </ul>
⑧Boliviaの一般事情	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社会, 経済, 地理, 交通, 日常生活などの国情 Bolivia 国内業者の能力など</li> </ul>
⑨所要資金概要計画	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開発の基本構想を E. N. D. E. と打合せして決定し, これにもとづき Project の詳細計画及び予備設計を行う</li> </ul>



## 2) 国内作業項目の内訳

### ① 電力需要想定

- イ Bolivia 全域の長期需要想定
- ロ Pilaya 川計画対象地域の需要想定

### ② 水文解析および発生電力量計算

- イ 最適手法による計画地点流量の算定
- ロ 開発基本計画に基づき、発電力および発生電力量の計算

### ③ 開発基本計画

- イ Huacata 計画, Aguas Calientes 計画につき開発適正規模を含めて比較検討し段階的開発計画等を策定する。
- ロ 開発地点および規模の決定, 開発基本計画レイアウト

### ④ 基本設計

- イ 構造物の設計
- ロ 仮設備, 工事用道路等の設計
- ハ 機器設備, 1 次変電設備等の基本計画および設計
- ニ 送電線, 変電所の基本設計

### ⑤ 主要工事数量算出

### ⑥ 施工計画および工事工程

### ⑦ 総工事費の積算

### ⑧ 経済性の検討

- イ 資本費の検討

- 運転経費の検討
- ハ 経済性の総合判断
- ④ 資金計画
- 報告書の作成
  - イ F.S. 報告書
  - その他添付図書（地質調査および諸試験報告書，諸技術計算書，工事数量計算書，施工計画書，工事費積算書，基本設計図面，測量図，その他参考図書）

#### 4 - 3 調査工程

調査工程（私案）は表 - 4.2 に示すとおりで，Feasibility 調査の実施が決定されてからおよそ32ヶ月を要するものと思われる。

表一4.2 調査工程表（私案）

担当力所○ —— E.N.D.E  
 x ---- Surveyteam  
 Surveying Period

項目	担当力所	1年												2年					3年															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1. 調査準備業務	x ○	(1次)																																
2. 地形測・底 輪測図(1/1000) 現地測量範圍整理 地形測量実施 断面作成	○ x ○ ○		(2次)																															
3. 地質調査 地裂隙差 調査地点選定 ボリンソグ 試験横抗 諸試験 地炎物理探査 地質図作成 総合地質解析	x x ○ ○ ○ x x																																	
4. 水文、気象検討 資料提供 検討解析	○ x																																	
5. 需要・想定 資料提供 検討、解析	○ x																																	
6. DOLLINの電力事情	x																																	
7. 開發基本構想	x																																	
8. DOLLINの一般事情	x																																	
9. 所要資金概要計画	x																																	
〔国内作業〕																																		
1. 需要想定	x																																	
2. 水文解析、電力量計算	x																																	
3. 開発基本計画	x																																	
4. 基本設計	x																																	
5. 工事数量、施工費 工事工程、工事費	x																																	
6. 経済性の検討	x																																	
7. 資金計画	x																																	
8. 報告書作成	x																																	

## 5 調査メンバーに要求される資格，条件

現地調査メンバーの構成は土木技術者，地質専門家，機械技術者，電気技術者および企画担当とする。それぞれに要求される資格，条件は下記のとおりである。なお，現地は地理，地形条件が悪い所であるのでいずれも，きわめて身体健全な者であることが必要である。

### ○土木技術者：

ダム専門技師は過去における調査，計画，設計，工事管理などに十分な経験を有し，かつ，アーチダムに対する十分な知識を持った人。

水路，発電所の専門技師は長延長，高圧水路および地下式水槽，埋設水圧管路，地下式発電所に関する調査，計画，設計，工事管理などに十分な経験を有し，かつ，施工法に関する豊富な経験と知識を持った人。

さらに，土木技術者は総て水文，気象の検討，解析の能力を有する者でなければならない。

### ○地質専門家：

地形条件および地質の程度が，きわめて厳しい条件下にあるダムおよび水力発電所建設のための地質調査に豊かな経験を有する専門家。

### ○機械および電気技術者：

需要想定立案，系統解析，発電フロントの基本レイアウトおよび基本仕様，運転，保守に関する知識と経験を有し，かつ，地下式発電所の基本計画および運用方式に関する十分な経験を有する人。

○ 企画担当：

その国の経済事情，生活程度，生産性，電力需要産業構造，都市構造，社会構造などを電力開発の観点から資料を収集，分析し，マクロ的又はミクロ的に今後の需要想定の基本資料を作成する能力と経験を有する人。

さらに，技術者によって立案された開発計画の諸元を基に行う資金計画およびこの Project の経済性の検討について精通しておかねばならない。

## 6 参考事項

### 6-1 計画地点の地形，地質について

計画地点全般および各設備 サイトの地形，地質については，国際連合機関からの派遣技術者 Reinhardt Stache 氏（地質工学）および Bolivia 電力公社計画局水力発電計画課 などの調査結果を参照の上，判断すると以下に記すとおりである。なお，これまでの調査段階においては，地形が急峻であるため地表踏査を行なう事が困難であったので，地質の解明は，主に人工衛星アーツの写真と航空写真に基づいて行なわれた。したがって，全面的に推測の部分が非常に多いという報告を受けている。

#### 6-1.1 地点全般

取水口付近の河床は海拔 1740 m，放水口付近（Agua Calientes の場合）の河床は海拔 1320 m であり，この間は河川沿いに約 24 km であるので，河川の平均勾配は 14/1000 程度である。また，兩岸山体は海拔 3000~3500 m に達し，最高峰は左岸の海拔 4354 m である。兩岸山腹は一般に 40°~45° の傾斜を示すが，局部的には 70°~80° の絶壁になっている。

河床には砂礫が堆積し，山麓には河成段丘，岸錐，扇状地などが形成され，溪流には崩壊地が見られ，これらの堆積物はいずれも第四紀のものである。なお，河床堆積物の厚さは地震探査の結果によれば，約 20 m である。岩盤は粘板岩，珪岩を主とし，その中に化石の

Scolithus ( Cambrian~Ordovician )が多く発見される事および全体の層位学的見地から Ordovician に堆積したものと考えられる。

当地点付近には背斜および向斜構造が形成され、それらの軸は凡ね N - S 方向である。また断層が発達し、NE - SW, NW - SE, N - S, E - W の4方向のものに大別される(図-6.1)。この地域は、まず第三紀初期 Palaeocene ( 始新世 )に褶曲しはじめ、背斜および向斜構造が形成され、その後、第三紀の中頃に NE - SW, NW - SE 方向の断層(1次)が生じ、次に N - S, E - W 方向の断層(2次)が1次断層の反作用として生じた。さらに、地域全般の隆起が Miocene ( 中新世 ), Pliocene ( 鮮新世 ), Pleistocene ( 更新世 )にわたって行なわれたが、最も隆起の著しい時期は Pliocene であった。

#### 6 - 1.2 ダムサイト

ダム軸は、次に示すように地形、地質観点から選ばれた。即ち、右岸の山体は A, B, C ( A が最下流, C が最上流 )の3ブロックから成っている。Aブロックの対岸(左岸)には Puca Loma 谷があり、ダム取付部としての山体がない。また Puca Loma の合流点には扇状地が形成されている。AブロックとBブロックの間には N 84 W, 87 S の断層がある。Cブロックには節理が発達し、また扇状地がある。以上の理由によってダム軸は現段階ではBブロックからその対岸に向う位置に選定されている。(図-6.2参照)

ダム軸付近では、河床幅は 80 ~ 100 m, 左岸は 40° 程度の勾配

を示すが、右岸は河床から100～200mの高さまでは傾斜70°～80°の絶壁となり、それから高所でも40°～50°の勾配である。

河床には砂礫が堆積し、その厚さは地震探査の結果によれば約18mである。岩盤は兩岸共に全面的に露出し、Ordovicianの粘板岩および珪岩である。風化岩の厚さは、地震探査の結果によれば、河床下で約10m、左岸約7m 右岸約5m（いずれも水平方向）である。弾性波縦波速度は、河床堆積物では0.3～0.7km/s、風化岩では1.5km/s、堅岩では4.0km/sである。

層理はN10E・42Wであり、左岸では流れ目、右岸では受け目になっており、左岸の高所（河床から300m高所）では傾斜はさらに緩くなる。節理にはN10E・44E、N84W・87S、N42E・90の3方向のものが見られ、河流を横断しているが、それらの間隔、開口幅などは目下明らかではない。断層としては、AブロックとBブロックの間にあるものはN84W・87Sの走向・傾斜を示すが、その他のものは航空写真から推測されたものであり、NE-SW、NW-SEの2方向のものがある。この中の1つはダムサイトにおいて最右岸寄の河床下を通るように推察されている。

粘板岩についてはシュミットハンマーの反ばつ値が70ヶ所で測定され、その平均は42であり、この値から一軸圧縮強度は1.050kg/cm<sup>2</sup>程度のように推定されている。



### 6 - 1.3 Huacata 計画

#### 1) 導水路トンネル

トンネルの地質は航空写真からの判読によるもので、全く推測の段階である(図-6.3)。

岩盤は Ordovician の粘板岩および珪岩であり、下口へ向って次第に水平になり、水槽付近では追目(川に対して流れ目)になる。即ち、水槽から上口側で背斜軸を、またそれから上口側で3本の推定断層を横切る。全般的に亀裂が多い。

#### 2) サージタンクー放水口

サージタンクから放水口までの山腹は、河床から80~100mの高さまでは勾配約70°の絶壁であるが、それから高所では35°~40°の傾斜を示している。

岩盤は Ordovician の粘板岩および珪岩であり、層理は緩く(5°程度)川側へ傾斜しているが、亀裂が多い。なお、発電所付近にはE-W方向の断層が推測されている。当サイトにおいては、河床幅は40mであり、水圧管路となる山腹には崩壊地があり、山腹の岩盤は崩落し易い状態である。また、発電所位置には川原がなく、その上流には崖錐、下流には段丘が形成され、共に岩盤が深い。これらの理由によって、サージタンク、水圧管路、発電所、放水路などすべての構造物は地下式に計画されている。

#### 6 - 1.4 Aguas Calientes 計画

##### 1) 導水路トンネル

Huacata 案と同様に地質は全く推測の段階であり(図-6.4), 岩盤も同一のものである。

全区間において約5本の推定断層と2本の背斜軸, 1本の向斜軸を横切る。一般的に亀裂が多い。

##### 2) サージタンク～放水口

山腹は下半分では $40^\circ$ , 上半分では $35^\circ$ 程度の傾斜を示している。

岩盤はトンネル経過地と全く同一であるが, 層理は $40^\circ$ 川側へ傾斜して流れ目になっている。山腹は凡ね表土に覆われているが, 岩盤も処々に露出している。

発電所は溪流 Agua Caliente の合流点のすぐ上流に計画されているが, この合流点には扇状地が形成され, それが発電所サイトでは高さ約 $10\text{ m}$ の段丘になっている。この段丘下の岩盤の深さは現在明らかではない。なお, 溪流 Agua Caliente やその下流にある溪流 Chichayo の上流では岩盤が崩落し易く, かって山崩れが起り, その流出土砂は本流を堰止め, 深さ $2\text{ m}$ の池を生じた事があるとの事である。

#### 6 - 1.5 コンクリート用骨材採取地

河床堆積物を採取, 不足する場合には山体を破砕して骨材を造る事

が考えられている。しかし、河床の礫には粘板岩が多く、粘板岩は薄く剥げ易い。また、砂も比較的少なく、シルト、粘土が多い。したがって、今後、骨材用として適当な砂岩の多い山体を探る必要がある。

#### 6 - 1.6 集水区域

集水区域は Chuquisaca 州と Tarija 州にまたがり、Potosi 州の境にある Frailes 山脈の海拔 5,500 m の高度にまで続いている。上流地域に僅かに植生が見られるのみで、一般には岩盤が露出している。

湛水区域はダムサイトと同様に Ordovician の堆積岩であるが、それから上流へ向って中・後期古生層、初・中期中生層が分布し、向斜軸の中心には白亜紀、第三紀の地層が見られる。これら白亜紀層と第三紀層は軟質の粘板岩、砂岩などを主とし、石礫も含まれている。したがって、Pilaya は雨季にはこれらの軟弱物質を多量に運搬し、現在の河床堆積物にもこれらが多く、運送土砂は雨期流量の 3 % 程度にも達すると考えられている。

なお、崩壊地はダムの上流に多少見出されているが、集水区域にはあまり多くない。

#### 6 - 1.7 計画地点の地質に関する所見

##### 1) ダムサイト

河床下に存在が推察される断層の規模とその支持力増強、透水性改良などは現在全く明らかではなく、これらの調査が必要である。

## 2) 導水路トンネル

トンネルが断層、亀裂などを通る所では掘削時に坑壁が崩壊する可能性がある。覆土は一般に厚さ32cm(D/10)、岩盤が悪い場合には鉄筋コンクリート(厚さ32cm×1.15)が考えられているが、これらは全く今後の現地調査と検討解析によって決定しなければならない。

## 3) サージタンクー放水口

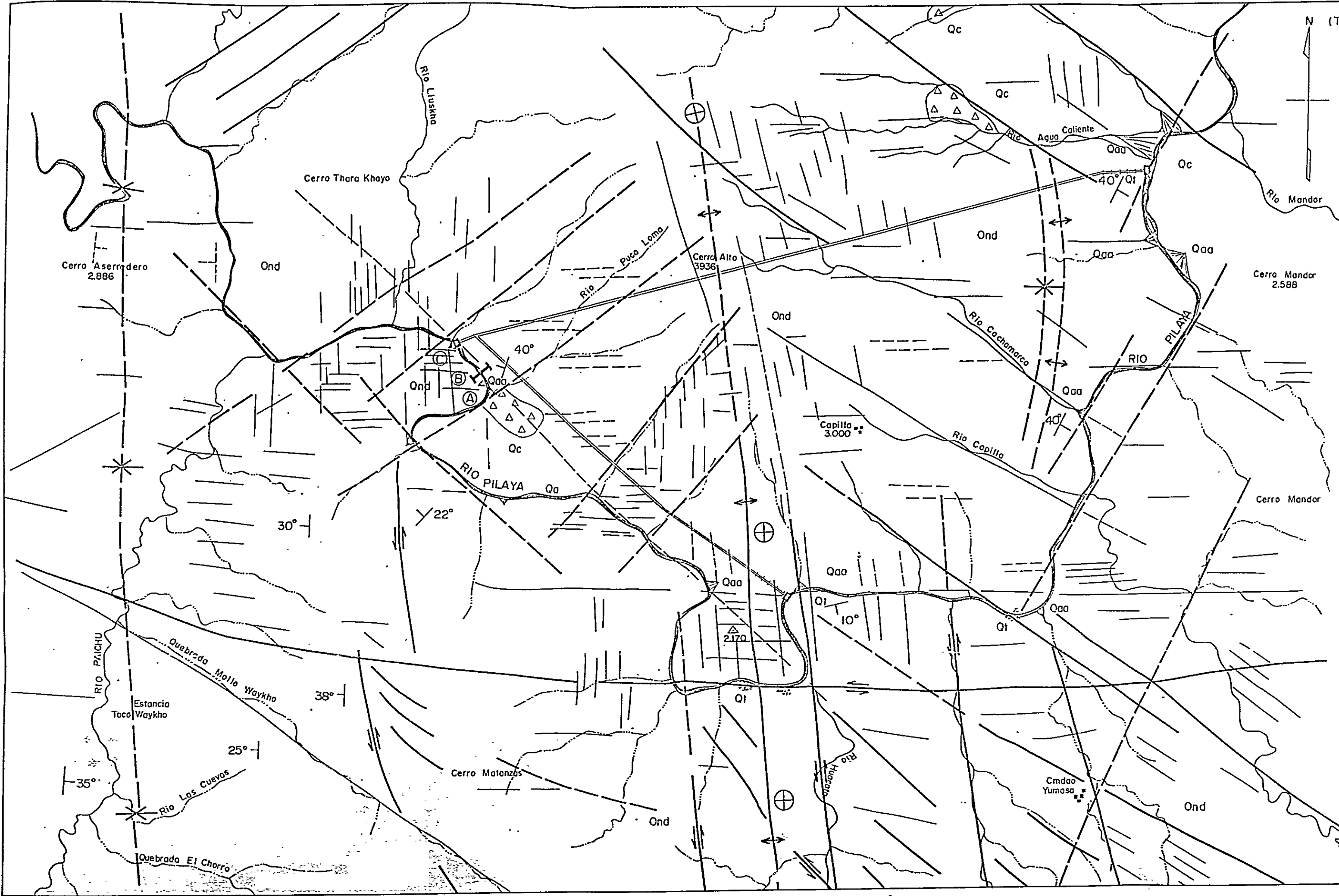
構造物は地下式のものが多いが、岩盤は節理、亀裂などに富んでいるので、掘削時天端や側壁が崩落し、地下水の湧出する可能性がある。それらの対策を考えておく必要がある。

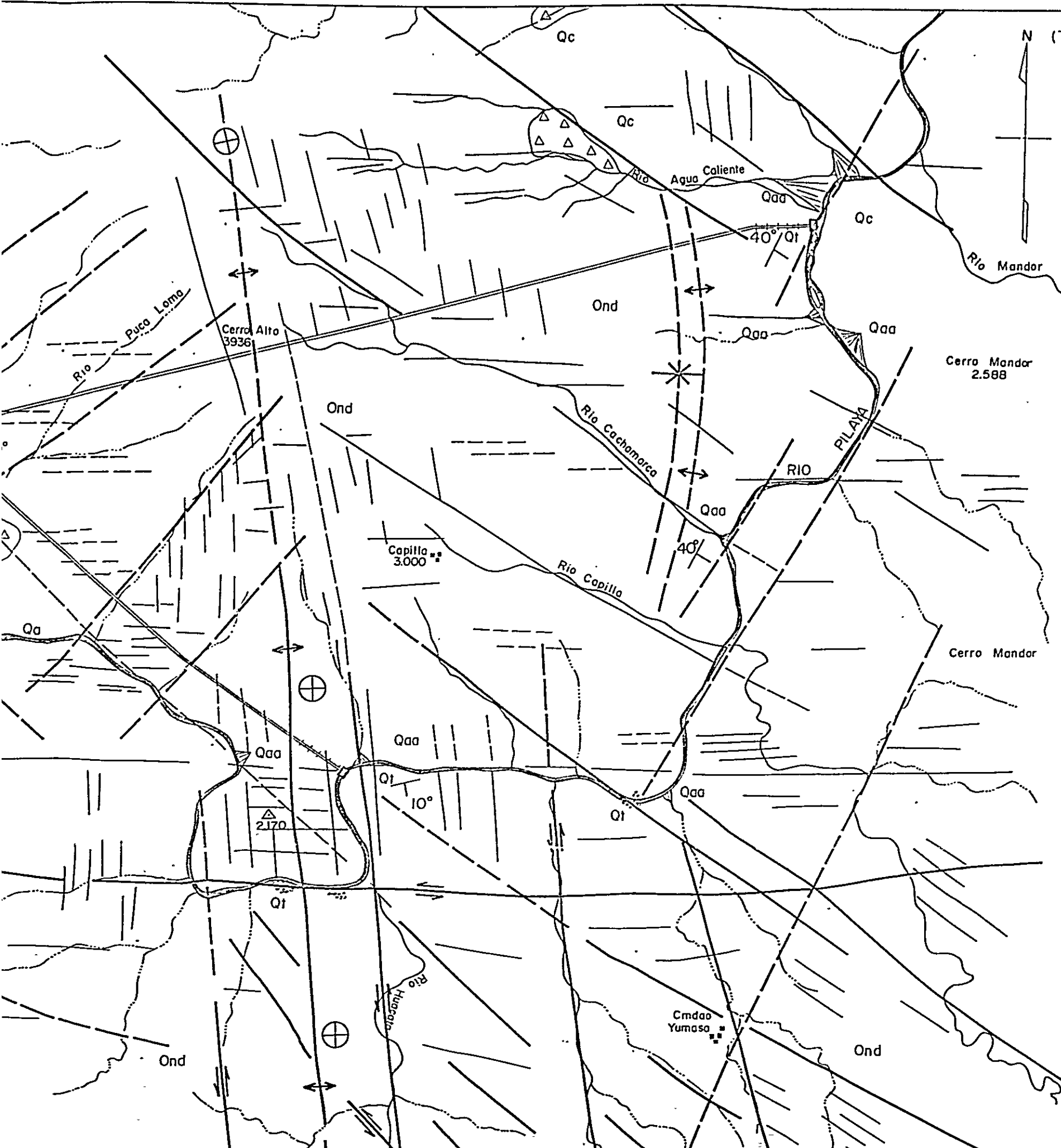
## 4) コンクリート用骨材

河床堆積物から良質の粗・細骨材を大量に得られる事はあまり期待できないので、原石山の調査が必要になるものとする。

## 5) 堆砂量

湛水池に流入して堆積する土砂量の推定は現在困難であると考えられているが、雨量は少ないけれども地形は急峻であり、地質にも軟弱岩がかなり存在しているようであるので、堆砂量はかなり多い傾向にあると考えるべきである。





凡 例

岩石記号

- Qa 第四紀沖積層
- Qaa 第四紀扇状地堆積物
- Q1 第四紀段丘堆積物
- Qc 第四紀崖錐堆積物
- Ond オルドヴィシヤ紀堆積岩

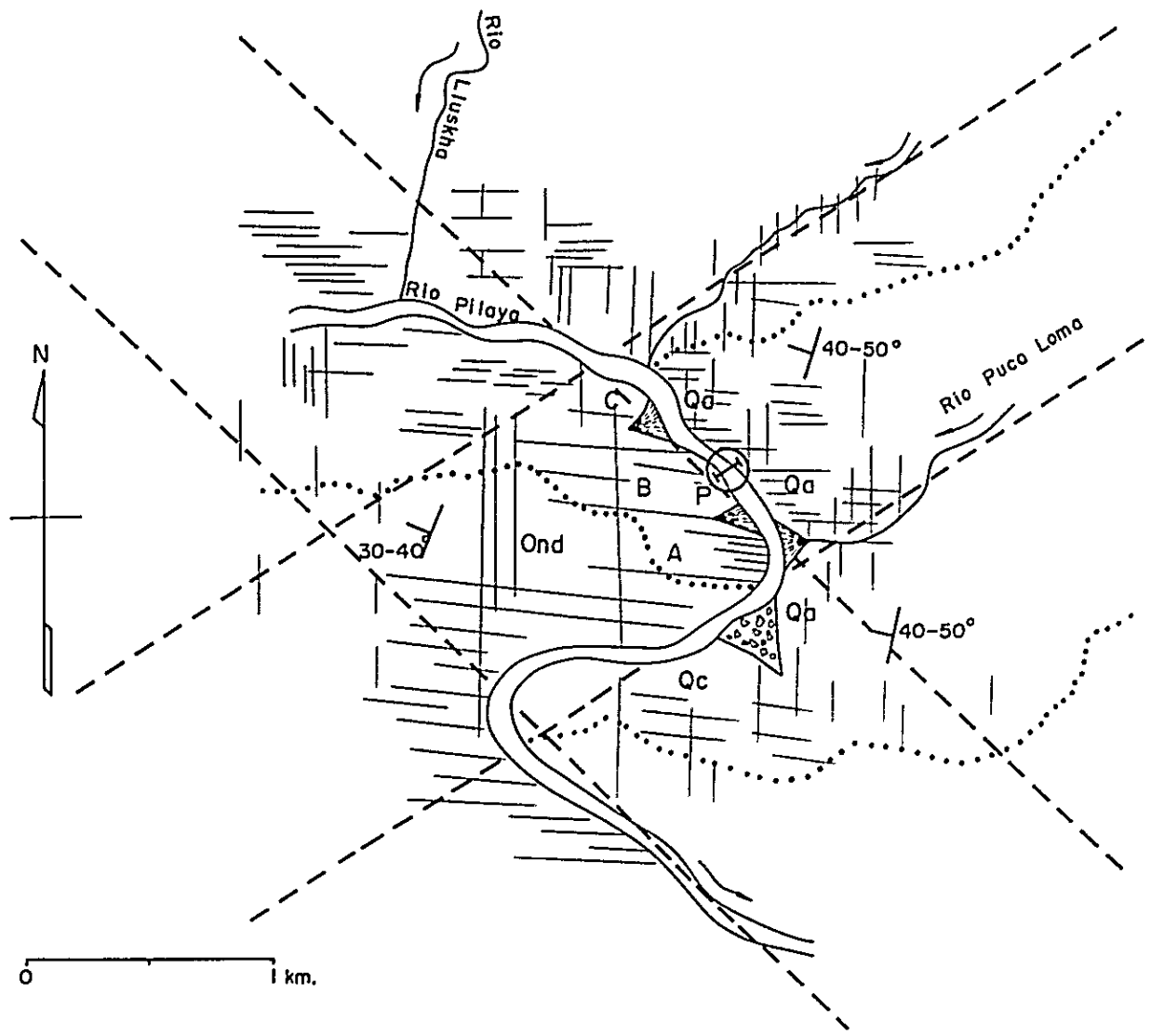
構造物

- |—| ダムサイト(A)(B)(C)ブロック
- ==== トンネル・ルート
- ++++ 水圧管
- 発電所

地質記号

- ↕ 背斜軸
- ↕- 背斜軸(堆定)
- ※ 向斜軸
- ※- 向斜軸(堆定)
- ⇌ 主要断層(運動方向)
- - - 主要断層(伏在或いは推定)
- — — 二次断層
- - - 二次断層(伏在或いは推定)
- ⊕ 水平層理
- └ 走向・傾斜(実測)
- └- 走向・傾斜(観察)

電力公社-国連	電力資源評価 BOL. 71/532	
PILAYA 計画地点 地質構造図 計画地点地域		
作成者 技師 R.Gonzales 監修者 技師 R.Stache	署名	縮尺 1:50,000 年月 1月 '78 図-6.1

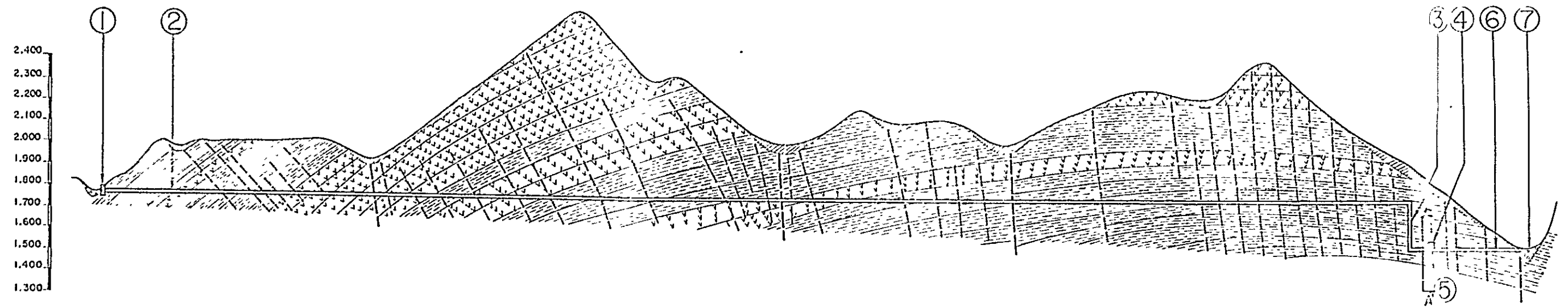
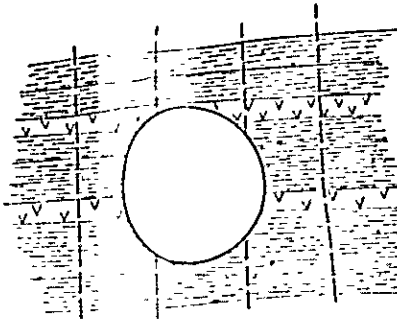


凡 例

- Ond オルドヴィシヤ紀堆積岩
- Qc 第四紀崖錐堆積物
- Qa 第四紀沖積層
- P (⊖) ダムサイト
- A Aブロック
- B Bブロック
- C Cブロック
- ..... 山 稜
- ||— 節 理 系
- - - 推 定 断 層
- ⊥ 走 向 ・ 傾 斜

電力公社-国連	電力資源評価 BOL. 71/532
<u>PILAYA 計画地点</u> 地質構造図(推定) ダムサイト	
作成者 技師 R. Gonzalez 監修者 技師 R. Stache	署名
縮尺 1:20,000	年月 1月 '78
	図-6.2

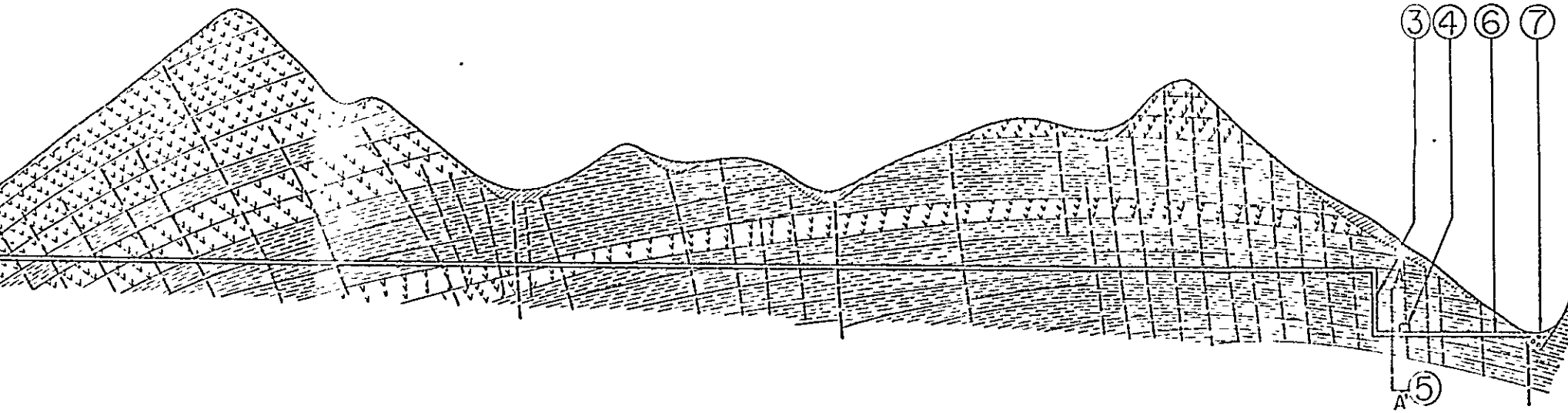
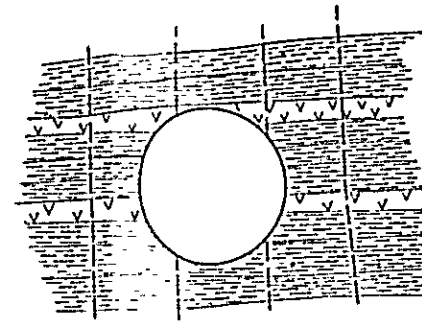
SECCION A-A'



岩 盤	RFA	RF	RFA	RF	RFA	RF	RS	RF	RFA	RF	RFA	RF	RS	RF	RFA	RF	RFA	RF	RFA	RF	RF	RFA				
区 間 距 離	260	900	100	100	100	400	1100	200	100	160	140	100	400	200	100	200	100	100	500	300	100	400	200	140	160	400
道 加 距 離	260	1.160	260	200	400	1.860	2.960	3.160	3.200	3.420	3.560	3.660	4.060	4.260	4.360	4.560	4.660	4.760	5.260	5.560	5.660	6.060	6.260	6.400	6.560	6.960
構 造 物	圧カトンネル																									



SECCION A - A'



凡 例

地 質

- 河床堆積物
- 崖錐堆積物
- 珪 岩
- 粘板岩(珪岩挟在)
- 断 層
- 亀 裂
- RS 亀裂少なく堅固な岩盤
- RF 亀裂のある岩盤
- RFA 亀裂のある変質した岩盤
- RMF 亀裂の多い岩盤

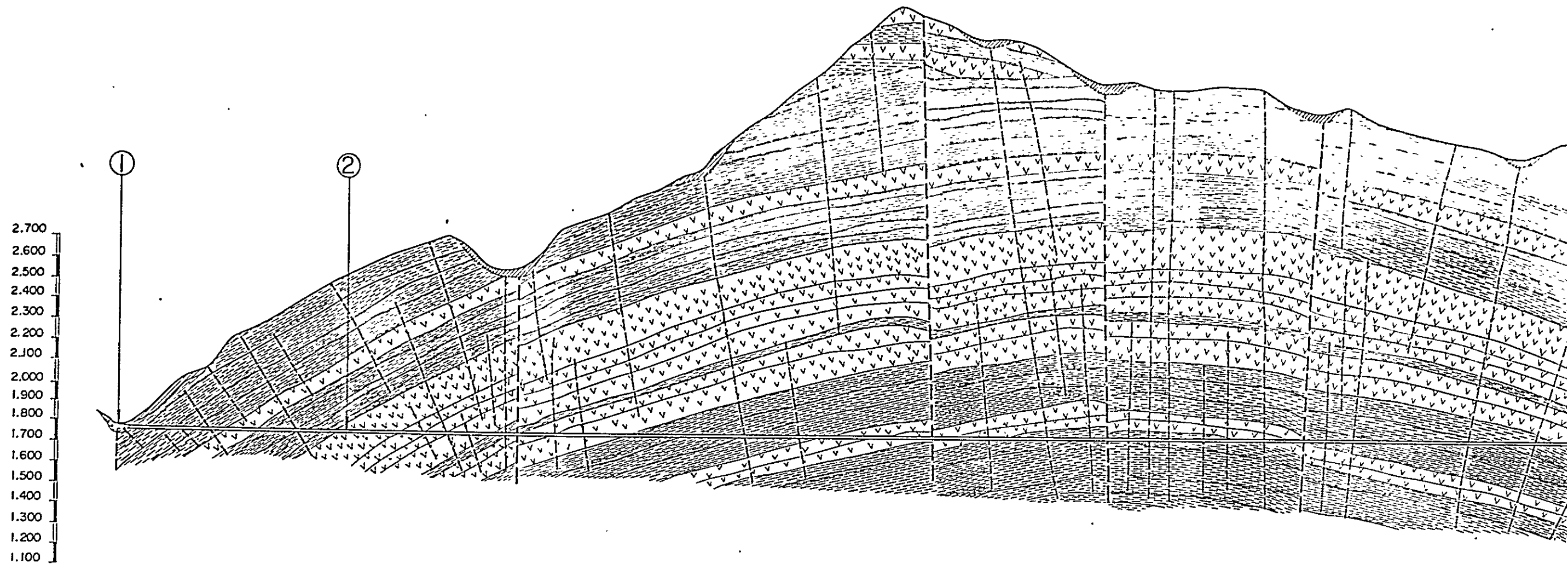
土木構造物

- ① PILAYA 川取水口(標高1756)
- ② 圧カトンネル
- ③ 水圧管地下鉛直部(標高1755~1500)
- ④ 地下発電所
- ⑤ 断面 A - A'
- ⑥ 放水路トンネル
- ⑦ PILAYA 川(標高1500)

RF	RS	RF	RFA	RMF	RFA	RF	RS	RF	RFA	RMF	RFA	RF	RS	RF	RFA	RMF	RFA	RF	RF	RFA
400	1100	200	100	160	140	100	400	200	100	200	100	100	500	300	100	400	200	140	160	400
1.860	2.960	3.160	3.200	3.420	3.560	3.660	4.060	4.260	4.200	4.560	4.600	4.700	5.260	5.560	5.600	6.060	6.260	6.400	6.560	6.960

圧カトンネル







電力公社-国連	電力資源評価 BOL. 71/532	
PILAYA 計画地点 地質縦断図 HUACATA トンネル		
作成者 技師 R. Gonzales	署 名	縮尺 1:20,000 年月 1月'78
監修者 技師 R. Gonzales		図-6.3



岩 質	RFA	RF	RS	RF	RFA	RMF	RFA	RF	RS	RF	RFA	RMF	RFA	RF	RFA	RMF	RFA	RF	RFA	RMF	RFA	RS	RF
区 間 距 離	250	450	700	200	300	200	300	200	1.000	200	200	200	300	200	200	200	200	400	160	240	200	400	1.200
追 加 距 離	250	700	1.400	1.600	1.900	2.100	2.400	2.600	3.600	3.800	4.000	4.200	4.500	4.700	4.900	5.100	5.300	5.700	5.860	6.100	6.300	6.700	7.900
構 造 物	圧カトンネル																						

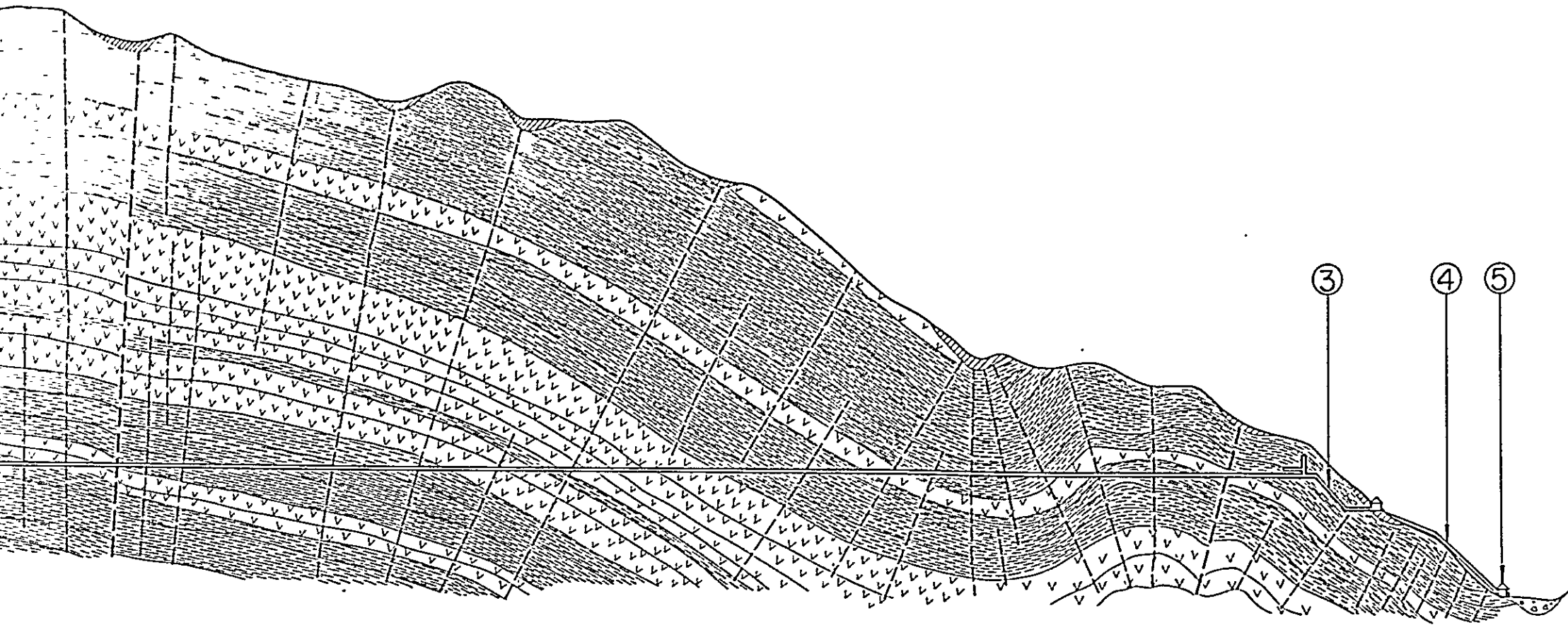
# 凡例

## 地質

-  河床堆積物
-  崖錐堆積物
-  珪岩 (粘板岩挟在)
-  粘板岩 (珪岩挟在)
-  断 層
-  亀 裂
- RS 亀裂少なく堅固な岩盤
- RF 亀裂のある岩盤
- RFA 亀裂のある変質した岩盤
- RMF 亀裂の多い岩盤

## 土木構造物

- ① PILAYA川取水口 (標高 1768)
- ② 圧カトンネル
- ③ 水圧管地下傾斜部
- ④ 水 圧 管
- ⑤ 発 電 所



	RFA	RMF	RFA	RS		RF		RS		RF	RS	RF	RFA		
0	160	240	200	400		1.200		1.100		500	300	600	260	240	500
00	5860	6100	6300	6700		7.900		9.000		9500	9800	10.400	10.660	10.900	11.400
														水圧管 地下部	水 圧 管 地 表 部

電力公社-国連	電力資源評価 80L. 71/532	
PILAYA計画地点 地質縦断図 AGUAS CALIENTESトンネル		
作成者 技師 R. Gonzalez	署 名	縮尺 1:20.000
監修者 技師 R. Stache		年月 1月'78
		図-6.4

## 6-2 E.N.D.E.より便宜供与可能な事項

E.N.D.E.より便宜供与可能な主な事項は以下に記すとおりである。

### 1) 事務所および宿舎

調査団の基地はTarijaに置くものとし、事務所はE.N.D.E.で用意する。

現地には、土石壁、トタン葺きの小屋をダムサイト付近とHuacata～Aguas Calientesの中間点に設け、仮事務所および宿舎として利用する。

電灯は携帯用発電機を用い、飲料水には渓流水が利用出来る。

### 2) 現地調査用足場

乾期にはダムサイト～Huacata間、Huacata～Aguas Calientes間共に歩行可能である。従って、両計画とも水槽、水圧管路などの踏査用に小径や仮棧橋を造る必要があり、さらに雨季にも歩行可能な道を出来るだけ準備する。

### 3) カウンター・パート

現地調査期間中、調査団のカウンター・パートとしてE.N.D.E.の職員1名を付け、測量、ボーリング業者との交渉、E.N.D.E.側との打合せなどの調整に当らせる。

### 4) 人 夫

地表踏査の案内、調査活動の補助、宿舎の管理、料理、洗濯などの雑務に従事する人夫を確保する。

## 5) 医 療

Tarija の病院を利用する。緊急時には現地からヘリコプターで運ぶことになる。所要時間は片道約30分、ヘリコプターが Cochabamba にしか居ない場合は途中 Sucre の給油を1時間と見ても4時間半を要する。

## 6) 交 通

La-Paz, Cochabamba, Tarija などにおける車は E.N.D.E が用意する。

## 7) 食糧の確保

現地への食糧の輸送、あるいは現地近傍の集落からの調達については E.N.D.E が保障する。

## 8) そ の 他

日本より Bolivia への機材持込みについては関税の特別措置を講ずる。日本食の持込みについては検疫上の問題もあるが出来るだけ協力する。

### 6-3 E.N.D.E. 提供資料と今後確認を要する事項

Feasibility 調査に先立って実施した予備調査の際に、E.N.D.E. から提供された資料は以下の通りである。なお、現時点で特に確認を要する事項は無い。

- 本文および気象
- 1) 測水所、雨量観測所位置図
  - 2) 水文および気象関係資料

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Huacata および<br>Aguas Calientes<br>計画 | <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 計画地点流量および発生電力量</li> <li>2) ダム設計図および水路縦断図</li> <li>3) Pilaya 開発関連送電線計画図</li> <li>4) 工事用道路計画図</li> <li>5) Tarija 地域の道路図</li> <li>6) 水路断面, サージタンク, 水圧鉄管, ダム洪水吐等検討書</li> </ul>   |
| Pilcomayo 川<br>および Pilaya 川<br>開発計画  | <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Evaluacion de la Demanda de Energia Electrica Area Pilaya (1977 E.N.D.E)</li> <li>2) Aprovechamiento Hidroelectrico del Rio Pilaya (抜粋, 出典不明)</li> <li>3) Proyectos Hidroelectricos en el Rio Pilaya (1973 E.N.D.E.)</li> <li>4) Rio Pilcomayo Planta Hidroelectrica de Icla (1976 UN および E.N.D.E.)</li> <li>5) Identificacion de Proyectos (Comision Bolivia Proyecto Pilcomayo)</li> </ul> |
| 開発計画一般                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 既設発電設備一覧(抜粋, 出典不明)</li> <li>2) Evaluation and Development of Bolivia's Energy Resources (1977, UN および E.N.D.E.)</li> </ul>   |

- 3) Plan Nacional de Electrificación  
(1976, U.N.およびE.N.D.E.)
- 4) 1977~1988 System Expansion Study  
(1977, E.N.D.E.)
- 5) Costos Especificos para Centrales  
Hidroelectricas (1976, U.N.および  
E.N.D.E.)
- 6) Evaluacion de la Demanda  
(試算表 1978, U.N.およびE.N.D.E.)

地 形

- 1) 対象地域の地形図(1/50,000)
- 2) 対象地域の地形図(1/25,000)
- 3) Mapa de la Republica de Bolivia  
(1/1,000,000, ボリビア全域地形図)
- 4) Pilaya川流域図(1/500,000)
- 5) 対象地域の航空写真(1/50,000)

地 質

- 1) Zur Tektonik des Andinen Bolivia
- 2) Die geowissenschaftliche Literatur  
Boliviens in den Jahren 1960 1971:  
Eir überbick
- 3) Bosquejo de la Geologia y Paleogeografia  
de Bolivia

- 4) ボリヴィア 全土の地質図 (1/4,000,000)
- 5) Zonas Morfo-Estructurales Bolivia  
(1/9,000,000)
- 6) 対象地域の地質構造図 (1/50,000)
- 7) 対象地域の地質構造図 (1/250,000 アーノの写  
真に基づく)
- 8) Dam Site 付近の地質構造図 (1/20,000)
- 9) Dam Center 地質断面図 (1/250・地震探査  
の結果)
- 10) Huacata 水路縦断地質図 (1/20,000)
- 11) Aguas Calientes 水路縦断地質図  
(1/20,000)

#### 6-4 その他の事項

##### 1) 通貨および交換レート

通貨としてはペソ (Sb), 補助通貨としてセントボが使用される。

交換レートは1ドル (SUS) が20ペソ (Sb) でホテルのフロントな  
どで簡単に交換出来る。又、ホテル、レストラン、一般商店においては  
ドル (SUS) も通用する。



## 2) 言 語

公用語はスペイン語である。英語は上級役人、上級技術者の中には通用する人もいるが、一般にはスペイン語以外通用しないと考えるべきである。

## 3) 日本からの交通、運輸、通信

### ・航空機

東京～San Francisco 約9時間(往路)

San Francisco～Lima 約9時間

Lima～La Paz 1時間40分

・郵便物；航空便7日，船便120日

・荷 物；航空便15日，船便90～120日

・通 信；国際電話は衛星通信によっており比較的よく聴取出来る。料

金は3分間22SUS程度である。

テレックスも利用可能

## 4) Bolivia 国内の交通、運輸

航空は総てLloyd Aereo Boliviano(ボリヴィア国営航空)による。

La Paz - Cochabamba - Santa Cruz間は毎日3～4往復，

Cochabamba - Tarija間は月曜(直行)，火および土曜(Sucreで乗替)に各1往復がある。

鉄道もあるが，一般的に不便で余り利用されていない。

道路はLa Paz - Oruro, Cochabamba - Santa Cruz間が舗装され

ているのみで、他は砂利道である。雨季には崖崩れや橋のない川などのため不通となる個所が多い。

物資の輸送は一般に車が利用されている。

5) Tarija からサイトへのアプローチ

・ヘリコプター（所要時間約30分）

ダムサイトは乾季 雨季ともに着陸可能

Huacataは乾季のみ着陸可能

Aguas Calientesは乾季、雨季ともに着陸可能

しかし、Aguas Calientesを除けば、気象条件によっては着陸不可能な場合もある。

・自動車および徒歩

第1ルート；Tarija→Culpina（180km）、車で8時間

Culpina→Miskha Pampa 車で30分

▽ Miskha Pampa→Capilla（EL3000m）徒歩1日

途中EL4000mを越える。

Capilla→Huacata 徒歩半日

第2ルート；Tarija→Comunidad Quirusillas（50km）

車で3時間程度

Comunidad Quirusillas→Aguas Calientes

徒歩6～7時間

両ルート共、雨季は通行不能である。

## 6) 健康, 衛生

La Pazは高地で酸素が少いため、到着時には高山病にかかることがある。一般に食事, 飲酒, 喫煙, 運動など通常より控え目に行う必要がある。Cochabamba・Tarijaではその必要はない。

水道は飲料出来ないのでミネラル水かフィルターでこした水を飲む必要がある。

薬は日本から持参すべきで、特にサルファ剤, 抗生物質は必要である。Boliviaで購入する薬は、日本人には副作用が強いと言われている。

## 7) その他

La Pazは年中秋の気候で夜はかなり冷え込むため冬用の下着, 合ものの背広, コートなど用意しておくべきである。Cochabamba・Tarija, 現地などは初夏又は初秋の気候で昼間は夏服装でよいが、夜はやや冷える。現地の夜はかなり冷え込むものと思われる。

作業服, スックその他一般的な日用雑貨は都市では充分購入可能で、値段も余り高くはないので特殊なものを除いては、日本から持参する必要はない。



写真-1. DAM SITE (下流より SITE を写す)

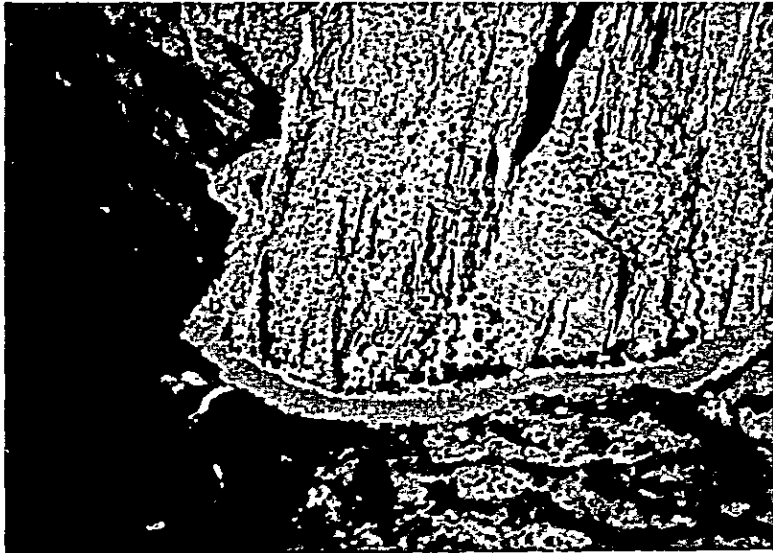


写真-2. DAM SITE



写真-3. HUACATA 発電所地点

(下流より SITE を望む)



写真-4. AGUAS CALIENTES 発電所地点

(下流より SITE を望む)

