ペルー共和国

アリコータ水力発電開発計画

事前調査報告書

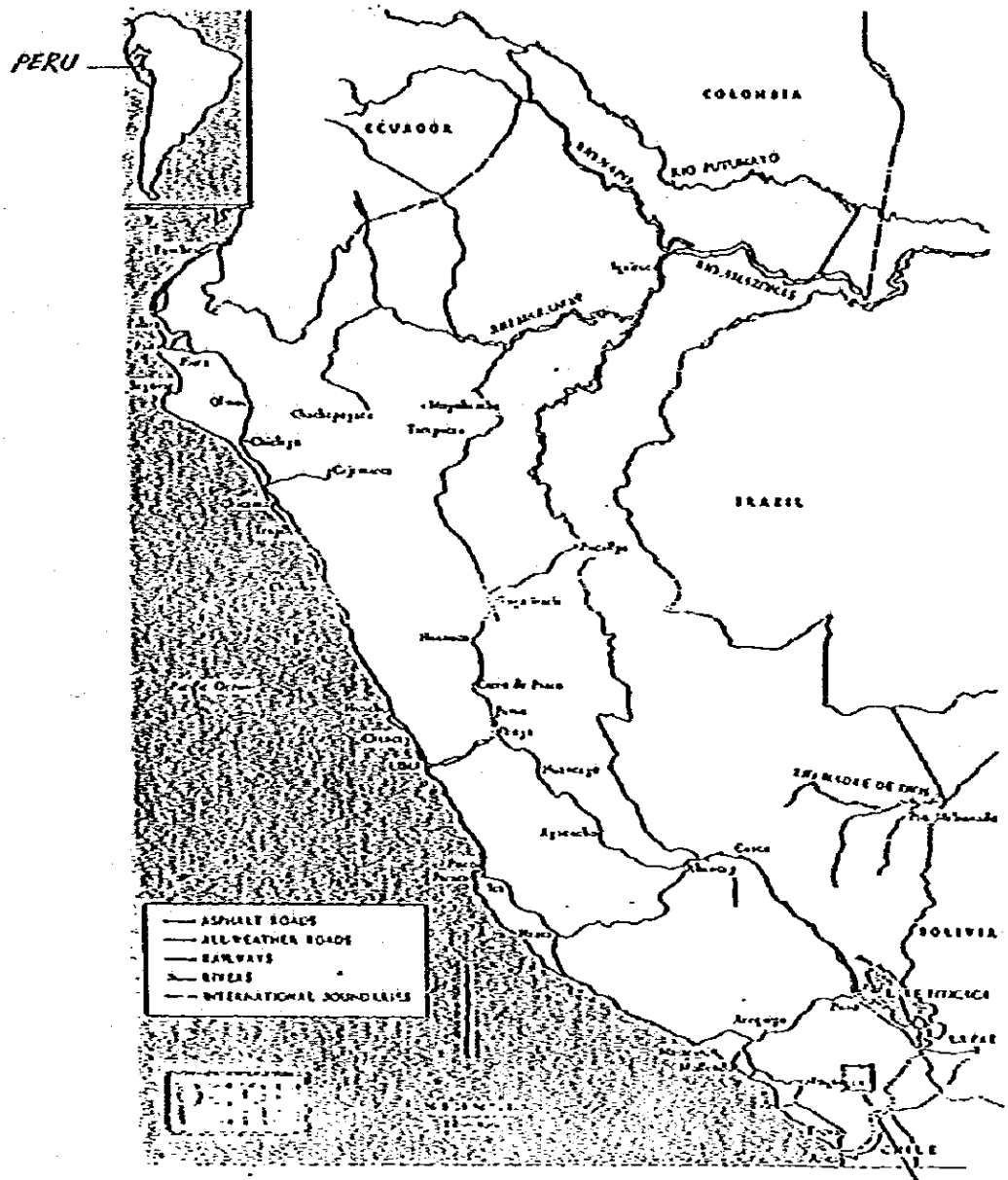
1982年11月

国際協力事業団

ペルー共和国
アリコータ 水力発電開発計画
事前調査報告書

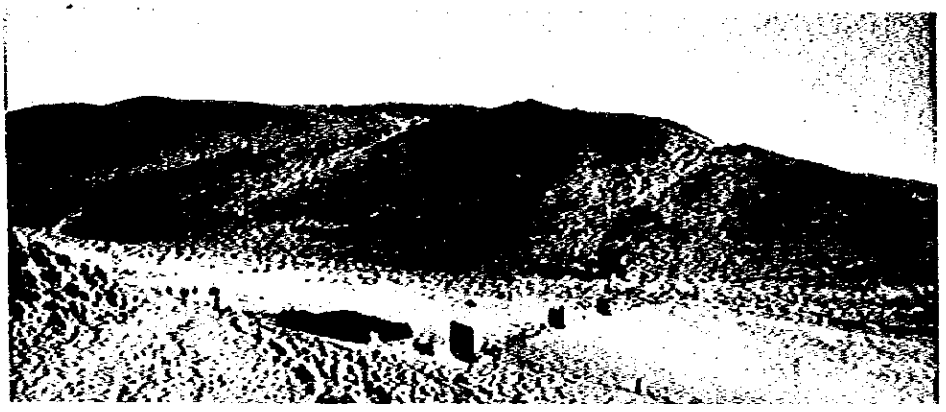
1982年11月

国際協力事業団


PERU
COLOMBIA
ECUADOR
BRAZIL
BOLIVIA
CHILE
ASPHALT ROADS
ALL-WEATHER ROADS
RAILWAYS
RIVERS
INTERNATIONAL BOUNDARIES

図－0.1　　位　置　図

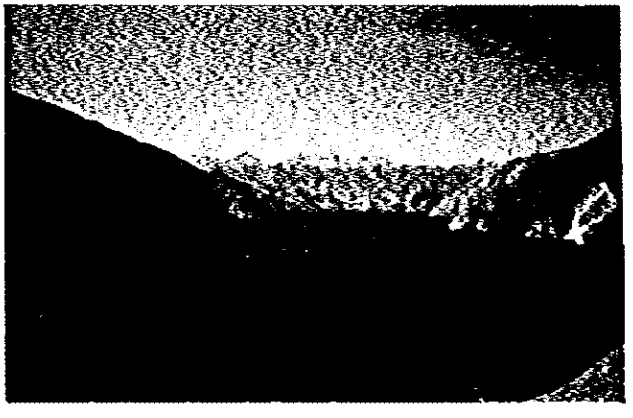
調査地域



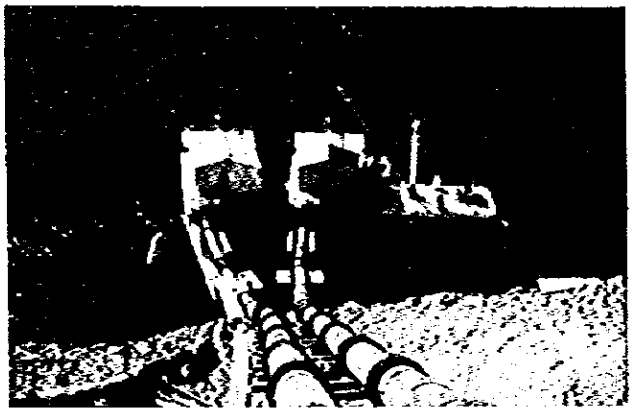
Pasto Grande ダムサイト

Loriscota 湖

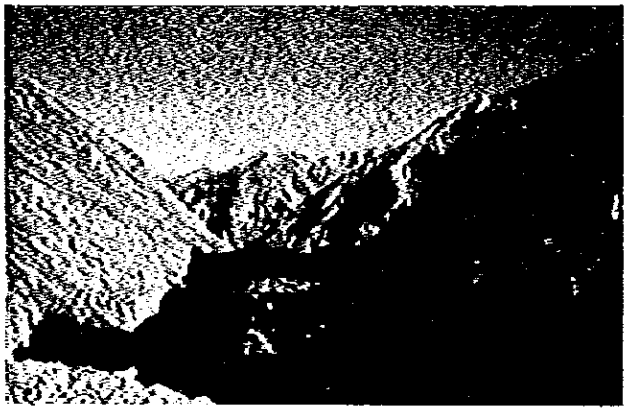
Viscacha 湖



Aricota 湖の下流より上流を見る



Aricota 湖の取水ポンプ



Aricota 第３発電所と鉄管路引渡地

Scope of Work の署名

目　　次

1. 総　　論

(1) 本調査の目的

本調査は、ペルー共和国（以下ペルーという）タクナ県（以下TACNA県という）中部を南西に流れ太平洋に注ぐCURIBAYA川中流にあるAricota湖への水補給計画ならびに、その下流のAricota第3水力発電所計画に関するフィージビリスタディ（以下F/Sという）実施に先立ち以下の調査及びSCOPE OF WORK（以下S/Wという）の協議・署名を行うことを目的として、

- ペルー共和国主としてTacna，Moquegua及びArequipa市 周辺の南西地区の電力事情
- 現地の地形、地質、水文、社会環境等の現地調査及び資料収集
- ペルー側関係機関（タクナ開発公団－Corporación Departmental de Desarrollo de Tacna略してCORDETACHA）及び関係官庁の本調査に対する熱意及び協力の程度

を調査のうえ

F／Sの内容、ペルー及び日本側双方の分担、ペルー側の便宜供与、スケジュール等を主な内容とするS／Wの協議を行ったうえで合意・署名することを目的としたものである。

(2) 今回調査に至るまでの経緯

本プロジェクトの完成により、電力量が飛躍的に増大するAricota第1発電所　（出力23,500KW）及び第2発電所（出力11,800KW）は、我国の協力によりAricota湖の貯水を利用して1967年（昭和42年）2月に完成した。

その後、Aricota湖への水位が年々低下し、今後5年から10年程度で水が枯渇し、TACNA県は、電力供給及び水利用面で危機に直面することが明らかになったため、可及的速やかにAricota湖の水補給とAricota 第3発電所の建設を行う必要に迫られている事情からペルー共和国政府は、更に日本の協力を求める意向を固め、これに関するF／Sの実施を、1982年3月5日付の書簡をもって、日本国政府に要請してきた。

同書簡によると、CORDETACNAは、1972年Aricota第3発電所建設計画 ならびにAricota湖水資源確保に関するPRE-F/Sを行い、1978年には、ペルー電力公社（ELECTRO PERU）がAricota湖水資源確保に関する調査を実施し、更に1981年農業省（Ministerio de Agricultura）が、同プロジェクトのPRE-F/Sを実施した。

ペルー政府は、1981年11月、Aricota湖の水資源確保問題を解決するために、各分野代表委員会を設立し、Pasto grande周辺流域の水量のうち、1.44㎥/secをAricota

湖水資源確保のために利用することに決定した。

これらの調査結果に基づいて、Aricota湖への水補給とAricota第3水力発電開発が可能であることを確認し、これらの計画は、開発済みであるAricota第1及び第2発電所と共にペルー南西地区の電力ならびに利水事情改善に大いに寄与するものであり、ペルー政府により優先的に取り上げられている計画であるとしている。

日本国政府は、本件の実施を、国際協力事業団（JICA）に委託することとなりJICAは、本案件が、ペルー国の緊急開発計画であるため最も適当な実施方法を検討するため、事前調査団を派遣し、現地調査及び協議を行うことにしたものである。

(3) 調査団及び調査期間

調査団員は表－1.1のとおりであり、また調査期間は、昭和57年6月14日から、7月8日までの25日間である。その間、現地調査は、6月21日から25日までの期間で実施した。詳細は、表－1.2のとおりである。

表－1.1 調査団員

	氏名	担当	所属
団長	小長 浩	総括	国際協力事業団特別嘱託
団員	佐々木宣彦	土木	通産省資源エネルギー庁公益事業部水力課
〃	加藤圭一	業務調整	国際協力事業団鉱工業計画調査部資源調査課
〃	寺西良樹	土木	八千代エンジニヤリング（株）
〃	多田稔	地質	〃
〃	野伸進	電気	〃

(4) 調査地域の概況及び計画概要

1) 調査地域の概況

ペルー共和国は、南米大陸の北西部にあり、赤道近くの北緯0度48分～南緯18度21分、西経68度48分～81度21分に位置し、北部をエクアドル（Ecuador）とコロンビア（Colombia）、東部をブラジル（Brazil）、南部をボリビア（Bolivia）とチリ（Chile）の5ケ国と国境で接し、西部は、太平洋東岸に面している。

国の総面積は、128万5,215 km² で我国の約3.4倍の大きさである。この国の地形的な特徴として、海岸線とほぼ平行して、南北にのびるアンデス山脈（Cordillera Andes）が、東、中央、西とほぼ3本で走り、これにより、地形は、砂漠状の海岸地帯、

(Costa)、山岳地帯(Sierra)森林地帯(Selva)の3地帯に大別される。

今回の調査地域は、ペルーのほぼ南端部のチリとの国境近くにあり、アンデス山脈の中部地域である。

地形的には、海岸地帯と山岳地帯にまたがっており、海岸地帯は、海岸線より東側に、ほぼ40～60Km幅で標高1500m位までの範囲にあり、全体に海岸に向って1/10～1/110の緩やかな勾配を示し、起伏の小さい丘陵性の地形を示している。一方、山岳地帯のうち、西側斜面は、標高1,500～4,000mの範囲が海岸地帯と高原地帯の漸移帯であり、急峻な渓谷をなして起伏が激しく、岩盤の露出も良好である。

高原地帯はほぼ標高4,000～4,500mの範囲にあり、広大な草原であるが、凹地は、湿地帯や湖となり、この中にスーチェ湖(Lag·Suches 標高4,450m)、ビスカーチャ湖(Lag·Viscacha、標高4,575m)ロリスコータ湖(Lag·Loriscocta,標高4,552m)等がある。又、この高原地帯の周辺部には、標高5,000～6,000mにもおよぶ、高山がそびえ、現在のアンデス山脈を構成する第四記の火山であるが、その主要なものは、Yucamaha火山(標高5,509m)、Tutupaca火山(標高 5,815m)等である。

これらのアンデス山脈に源を発する主要な河川は、北側よりTambo川、Ilo川、Locumba川があり、これらは、多くの支流を合流して、ほぼ北東－南西方向に流れ、太平洋に注いでいる。今回調査の対象となるPasto Grandeダムサイトは、Tambo川 水系上流のVijcachas川最上流地点に計画され、又、Aricota第3水力発電所はLocumba水系のCuribaya川に建設が予定されているものである。

行政的には、Tacna県に属するが、一部はMoquegua県にも含まれ、現地に近い主要都市は、Tacna, Moquegua等がある。

ii) 計 画 概 要

プロジェクトの概要は、図1.1～1.2に示すとおりであるが、これを大きく分けると二つのプロジェクトに区別される。すなわち、一つは、広大な平原(Pampa)を貯水池として活用するPasto Grandeダムと導水施設の建設であり、一つはAricota第3水力発電所の建設である。

Tacna 総合開発計画の一環として、実施されたAricota第1及び 第2水力発電所、(出力計35,000kw)の建設は、1962～1967年にかけて実施された。これは、当時約8億m³の貯水量をもつAricota湖の湖水を利用していたが、約15年経過した 現在では、貯水量が、約4.4億m³に減少し、更に今後5～10年で、その貯水は、無くなると想定され、Tacna県は、エネルギー面と利水面の双方に対し、危機に直面することになり、その対策が急がれている。

このような背景のもとで、Pasto Grandeにダムを建設し、その貯水量のうち、年平

均1.78㎥/S をMoquegua県に、年平均1.44㎥/SをAricota湖 の水源確保に分水して利用しようとするものであり、その計画概要は、次のとおりである。

1) プロジェクト名

Aricota 湖の水補給計画およびAricota 第3発電所計画。

2) 位　置

Tacna県

3) 計画責任主体

タクナ開発公団(CORDETACNA)

4) 開 発 計 画

a) Pasto Grande, Loriscocota流域の分水

－； ポンプ場の建設(KW＝4,000、Qmax＝2.8㎥/s、H＝110m)

－； 高さ8m、提長100mのダム建設

－； 全長16Km、Qmax＝3㎥/sの開水路の建設

－； Loriscocota湖流域より、Pasto Grandeへの分水路の建設

b) Aricota第3水力発電所

－； Q＝4.6㎥/s、H＝380m、KW＝14,000

－； 容量4.6㎥/sの取水口

－； 全長500mのopen channel

－； 容量4.6㎥/sで全長6.7Kmの導水トンネル

－； 全長800mの水圧鉄管

－； 発電所

－； 延長8Kmの送電線

Pasto Grandeダムサイトは、Viscachas川最上流部の狭 部にAricota第3発電所は、第2発電所の下流約8KmのCuribaya川右岸に、それぞれ建設するものである。

(5) 調査地域の電力事情

i) 電力系統と発電設備

ペルー(共)国の電力行政区分は現在北部、中部、南部、東部の4地域に区分されている。図－1.3に示す。

今回の調査地域はペルー電力行政区分からみると南部地域になる。この南部地域は、Tacna, Moquegua、Arequipa、Punocugco, Apurimacの6県からなっている。

南部地域内の電力系統は、南西系統と呼ばれるTacna～Ilo系(設備容量211.7MW)および南東系統と呼ばれるMachupicchu～Cuyco系統(設備容量125.5MW)のほか

Arequipa電力組合系統（設備容量３6.4MW）とCerro Verde鉱山の自家用設備（設備容量２８MW）の１０KV、１回線の送電線および１０MWの周波数変換機（Arequipa電力系統のみがペルー（共）国で唯一の５０Hz）を通じて相互に融通する送電線とがある。

このほかApurimac及びPuno両県には電力系統と呼称し得るほどのものはなく、小規模の水力又はディゼル発電所による局地的な電力供給が行なわれている。

調査対象地域である南西部の電力系統は図－1.4に示す通りTacna ～ Ilo系統は、Electro peruのAricota第１、第２水力発電所（設備容量３5.7MW）および鉱山会社である、Southern Peru Copper Corporation（以下S・P・C・C）がIlo市に有する自家用火力発電所（設備容量１７６MW）とが１３８ｋｖ１回線にて連系されおり、この系統における総発電設備容量の水力および火力の比率は１７：８３で火力発電設備の占める割合が非常に高い。

ii）需給バランス

調査対象地域の南西系統における電力需給バランスを、入手した１９８０年（表－1.3）についてみると、年間需要電力量（送電端）は１１３.4GWhであり、一方供給電力量は、Aricota第１、第２水力発電所で１２２GWh（発電端）、S・P・C・Cからの譲渡電力量が3GWhとなっている。なおAricota湖における揚水ポンプ動力、および送電損失は１1.6GWhと推定される。

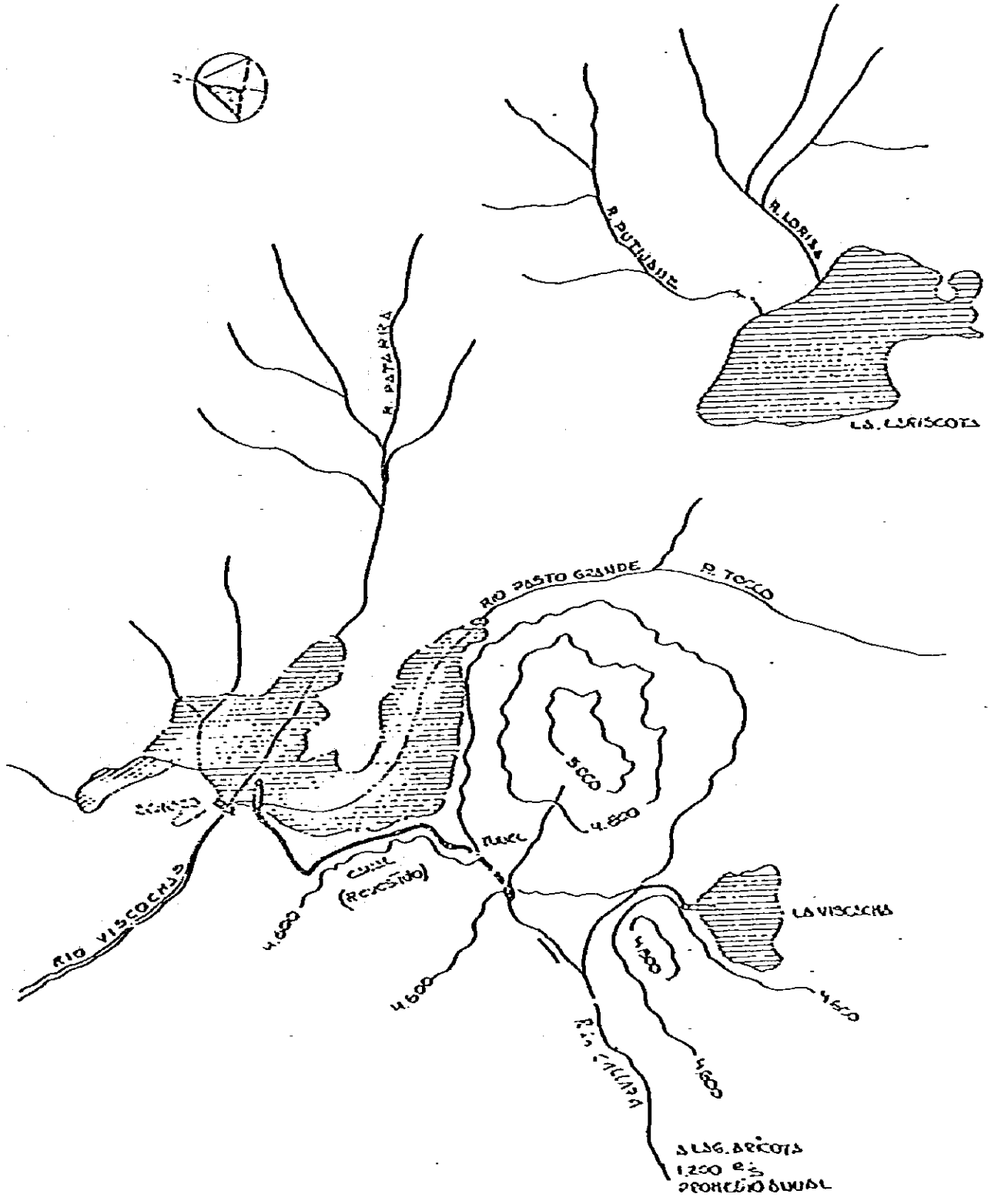
１９８０年におけるAricota第１、第２水力発電所の設備利用率は、３９％となっており、設備能力に比べて使用水量をおさえて運転しているが、Aricota湖への 補給水の確保が可能となれば潜在的には供給力があることがわかる。

月別の需要電力量をみると、最大が９月、最低が７月に発生しており、最大月と最低月の需要電力量比は1.６５となっている。

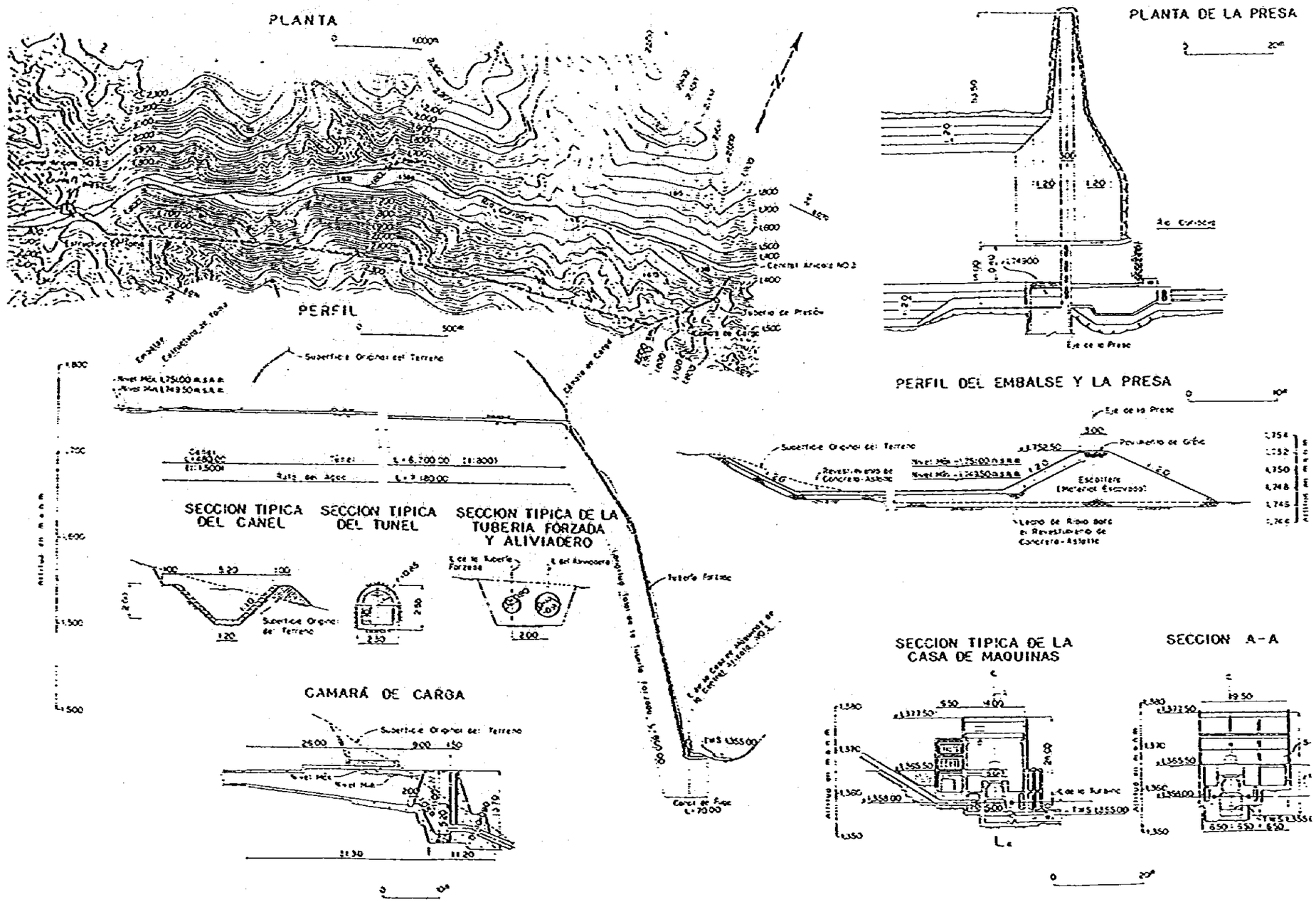
表－1.2 Schedule

Date No.	Date	Day	Itinerary	Trans-portation	Place of Stay	Remarks
1	6/14	Mon.	Tokyo → Lima	Air	Lima	Travel
2	15	Tues.			"	JICA Office, Embassy, ELECTROPERU
3	16	Wed.			"	Ministry of Mine & Energy, INAF, ELECTROPERU
4	17	Thur.			"	ELECTROPERU S/W, Quest. etc. I.G.M., INAF. Data Collection
5	18	Fri.	Lima → Tacna	Air	Tacna	Travel, CORDETACNA, ELECTROPERU Schedule, S/W, Quest. etc.
6	19	Sat.			"	CORDETACNA Data Collection
7	20	Sun.			"	
8	21	Mon.	Tacna → Aricota No.2 → LAG. ARICOTA → No.1 → No.2 → Tacna	Car	"	Aricota No.2, No.1 P.S., Lag. ARICOTA
9	22	Tues.			"	CORDETACNA, INAF. Data Collection
10	23	Wed.	Tacna → Ilo → Moquegua → Toquepala	Car	Toquepala	Travel, Ilo, Moquegua, Toquepala, S.P.C.C. Data Collection
11	24	Thur.	Toquepala → Lag. Suche → Pasto Grande → Lag. Loriscota → Lag. viscacha → Toquepala	"	"	Lag. Suche, Viscacha, Loriscota, Pasto Grande
12	25	Fri.	Toquepala → Tacna	"	Tacna	S.P.C.C. Data Collection, CORDETACNA S/W, Quest. etc.
13	26	Sat.			"	CORDETACNA S/W
14	27	Sun.	Tacna → Lima	Air	Lima	Travel
15	28	Mon.			"	CORDETACNA, INAF, ELECTROPERU S/W, Quest. etc.
16	29	Tue.			"	Transmission line investigation etc.
17	30	Wed.			"	CORDETACNA, INAF, ELECTROPERU S/W, Quest., Embassy S.P.C.C. Data Collection etc.
18	7/ 1	Thur.			"	CORDETACNA, INAF, ELECTROPERU S/W, S/W & Quest. RETTPE, JETRO, I.G.P. I.G.M. Data Collection, Boring Contractor (GEOTEC S.A.) visit.
19	2	Fri.			"	ELECTROPERU, I.G.P. Data Collection, CORDETACNA S/W sign
20	3	Sat.			"	Seismic and Electric Prospecting Contractor (JOSE E. ARCE HELBERG) visit
21	4	Sun.			"	
22	5	Mon.			"	CORDETACNA, Embassy, S.P.C.C., ELECTROPERU, INGEMMET Data Collection
23	6	Tues.	Lima →	Air	Los Angeles	Travel
24	7	Wed.		"		"
25	8	Thur.	→ Tokyo	"		"

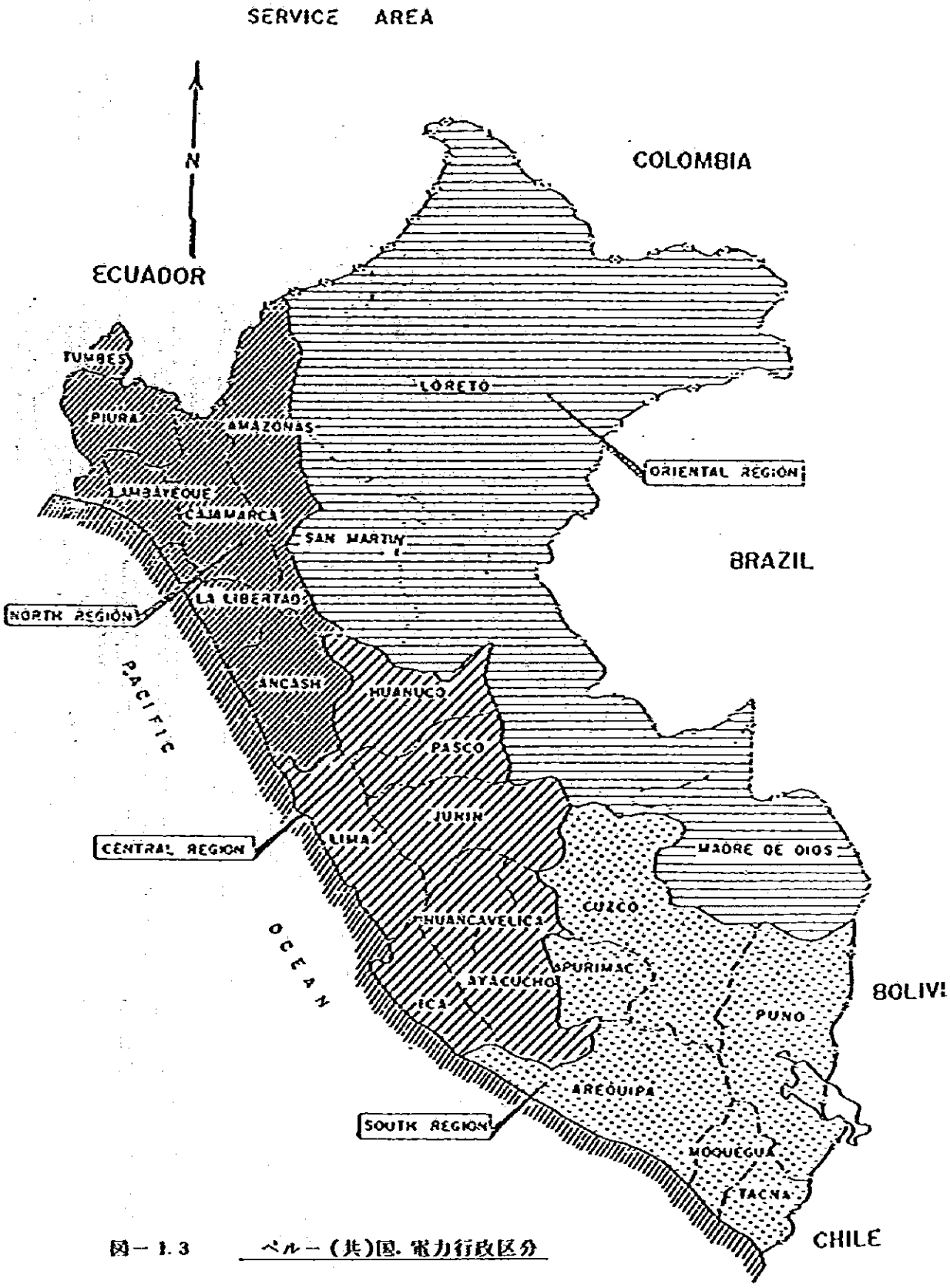
REMARKS: INAF: Instituto Nacional Desarrollo Agricola Frontera
S.P.C.C.: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
I.G.P.: INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU
I.G.M.: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
INGEMET: INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO



図－1.1　　計画地域概要 (Pasto Grande)



図－1.2　Aricota　第3発電所計画概要



図－1.3　ペルー(共)国. 電力行政区分

図－1.4 南部地域電力系統図（既設）

出典図（出所） Electro Peru
出所 金探
訂正 今回の調査により一部訂正

表－1.3　　年間需要電力量

1980年	需要電力量 kwh	供給力 水力（発電端）kwh	供給力 SPCCからの融通 kwh	損失 kwh
1月	8,285,500	9,160,200	31,000	905,700
2月	9,064300	10,000,600	—	936,300
3月	9,830,800	10,814,000	9,900	993,100
4月	9,668,100	10,351,800	241,700	925,400
5月	9,524,600	10,486,700	4,400	966,500
6月	9,077,400	8,781,800	1,119,200	823,600
7月	7,330,100	6,463,700	1,527,800	661,400
8月	10,240,000	11,219,300	12,600	991,900
9月	12,063000	13,227,700	—	1,164,700
10月	10,653,420	11,783,700	1,100	1,131,380
11月	8,997,800	10,018,100	300	1,020,600
12月	8,655,800	9,628,300	—	972,500
計	113,390,820	121,935,900	2,948,000	11,493,080

出所　Electro Peru

ii) 送 変 電 設 備

南西部地域のTacna～Ilo系統は138kv、66kv送電線により連系されている。

1982年6月現在における送電線設備は次の通りである。（図－1.5）

送電々圧	区		間	亘 長
66kv	Aricota NO 1 P・S	～	Aricota NO 2 P・S	5Km
	Aricota NO 2 P・S	～	Tomasiri S・S	99〃
	Tomasiri S・S	～	Locumba S・S	40〃
	Tomasiri S・S	～	Tacna S・S	35〃
	Tacna S・S	～	Yarada S・S	27〃
69kv	Cuajone S・S (Botiflaca)	～	Sukes S・S	図面上で約46Km
138kv	Toquepala S・S	～	Cuajoone S・S	35Km
	Cuajone S・S	～	Ilo P・S	85Km
	Ilo P・S	～	Ilo S・S	20Km
138kv	Ilo S・S	～		106Km
	Ilo P・S	～	Ile港 S・S	18Km

又、Tacna～Ilo系統とArequipa系統を220kvにて連系する計画も進められている。

(6) 調査結果の概要

i) 現地踏査結果

前記（表－1.2）の工程表のとおり現地踏査を実施したが、主要地点のルート図は、後述（図－5.7）に示すとおりであり、この結果を要約すると次のとおりである。

—； 各地点とも、道路網は、よく発達しており、車でのアプローチが可能であり、路面は乾燥した土漠で砂塵がすさまじく車の窓を締切っても微粒子が中に入って来る。

—； Aricota 第3発電所計画地点における鉄管路計画斜面は、岩盤の露出は良好であるが、鉛直方向の開口した割れ目が発達しており、表層部は、全体に緩んでいるものと予想される。発電所は、表層堆積層の厚さが問題で調査が必要。本地点は、標

高1,500m 程度であり、宿泊所、高山病等の問題はない。

—； Pasto Grandのダムサイトは地形的には問題ないが、地質的には透水層のCapillune層が、分布しているので慎重な検討を要する。分水路経過地は、地形、地質的に問題はない。本地点は、標高4,500～5,000m の高地であり、ベース、キャンプを予定しているSuches湖畔も標高4,460mであるため、高山病対策が最重要問題である。又、夜間では－10℃位まで温度が下がり、住民も殆んど居ないため、車が故障した場合、生命の危険も予想されるので、常時2台で行動する必要がある。

—； Tacna ～ Moquegua 間のPanamericana 高速道路Toquepala 鉱山私道内には、検問所があり、外国人には、パスポートの提示を求められるので、常に携帯する必要がある。

Ⅱ) F／s実施上の問題点

1) 高度、低温、砂塵

Aricota 第3については、高度、低温を考慮しなくてもよいが、Pasto Grande については、高山病対策として酸素吸入器及び、防寒衣の準備が必要である。現地の道路は前述したように、砂塵が激しいため、防塵マスク、眼鏡等の用意が望ましい。

2) 地 形 図

航空写真及び1／100,000、1／25,000の地形図はあるが、撮影年度が古く、高度差も大きいので、精度は悪いと思われる。Pasto Grande ダムサイト付近は、INAFが測量を実施しており、設計に必要な図面（1／500～1／2000）は入手出来る。測量の専門会はなく、ゼネコンがスタッフを持っている。

3) ボーリング、物探等

鉱山が多いので、大口径、深堀のボーリングが得意であり、ダムや発電所関係のボーリングも一応こなせる様であるが、余り期待はできない。電探も鉱山の関係で優れているといわれているが、弾性波探査は余り優れているとはいえないようである。

4) Moquegua公団関係

内閣総理大臣主催による各分野代表委員会の検討結果に基づき、まずMoquegua公団に1.78m³/sを、残りの1.44m³/sの水をCordetacnaに配分する事に決っている。

しかし、1.78＋1.44＝3.22m³/sの絶対値に対し、必ずしも充分な検討がされておらず、Tacna側に、1.44m³/sが 分水出来ない事もあり得る。

この決定では、両公団に対するF／Sを併行して行う事になっているが、（この事は、両公団が同時にJICAに調査してもらうと云う事ではなく、ペルー政府内で公平に扱うと云う事であり、Moqueguaへの分水1.78m³/sの検討は今回のF／Sの対象外である。）

両県の永年にわたる水の配分をめぐる抗争のしこりが、完全には解消していないようにみうけられることもあり、水の絶対量が少ないことが判明した場合には、再び水の配分をめぐり、Tacna, Moquegua両県の対立が再燃することも考えられ、本計画遂行に支障をきたすおそれなしとしないことも懸念される。したがって、F/S 調査団は、調査実施に際しては、不用意な刺激を与えない様に、又、いかなる場合もCordetacnaを介して処理する様に努めることが肝要であり、調査結果の取り扱いも配慮を要する。

5) 地下水とS.P.C.C(Southern Peni Copper Corp)

Past Grande付近には、膨大な地下水があると推定され、1950年頃より、SPCCが自家用水源としてかなり調査しており、現在では、Suches湖付近等から、0.23m³/sを揚水している。

一方、CORDETACNAは、Pasto Grandeからの水が、1.44m³/sを割る場合、地下水の利用を考えており、又、SPCCの揚水がCallazas川(Aricota湖に流入する川)への流入を妨げているのではないかとして、S/W 協議中地下水の調査を強く要請してきた。

これを本格的に調査すると、時間と費用が莫大となり、到底対応出来るものではないのでSPCC からの資料をReviewするに留めている。

6) 言　語

現地では、西語で英語は殆んど通用しない。Limaでは、通訳を雇えるが、技術的通訳は、期待出来ず、現地まで同行するかどうか疑問であるので、調査団員の西語能力は、絶対不可決である。

7) 治　安

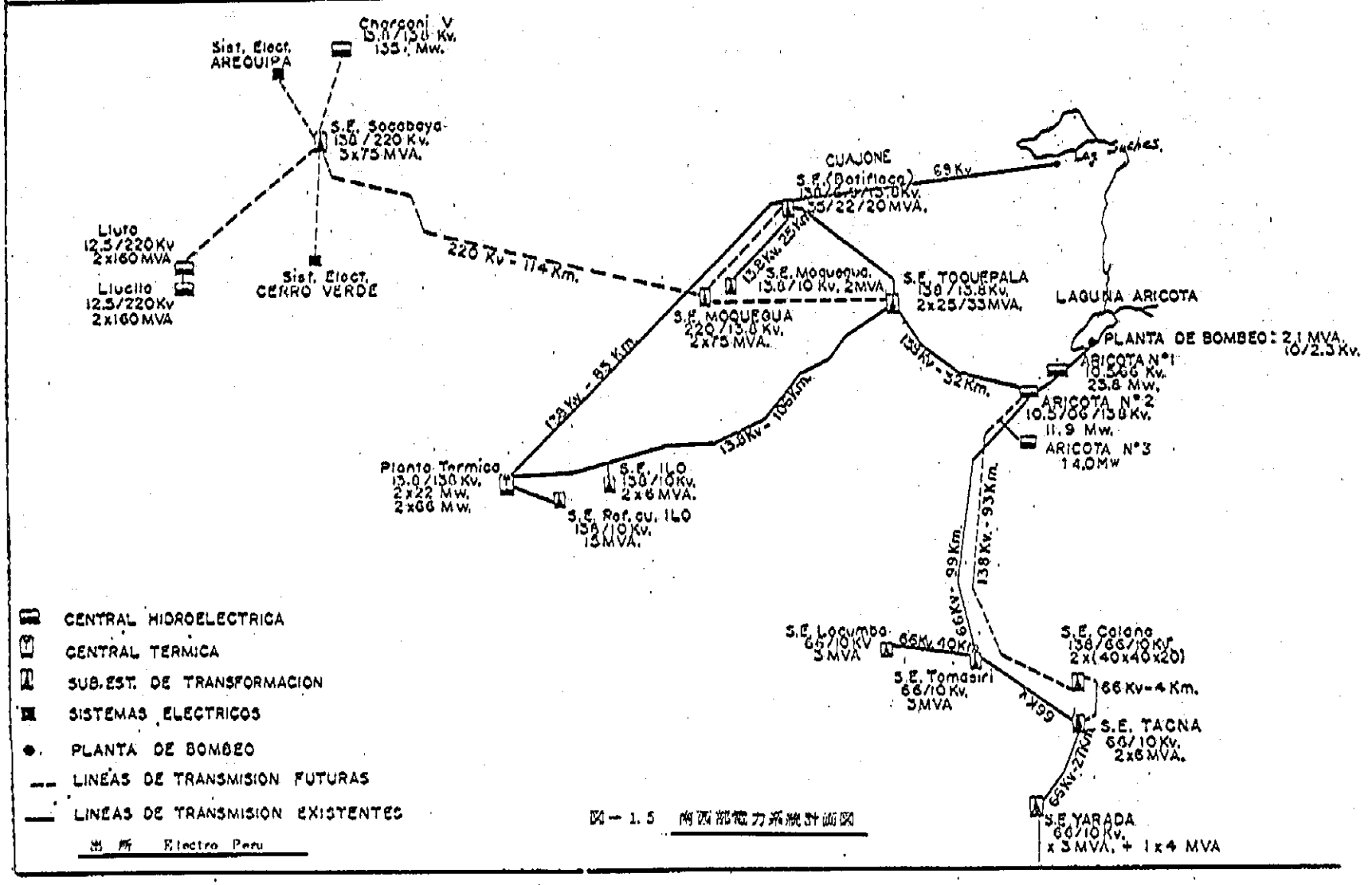
日本ほどではないが、治安上の問題は余りない。特にTacnaでは、問題はない。

8) 現地の両国関係省庁

在ペルー(共)日本大使館、JICAリマ事務所ともに本件に対する調査団の派遣が早期に実現したことに感謝するとともに、本件の実現が両国間の親密さを一層増大するものとして期待している。

又、ペルー政府、CORDETACNA の期待は、極めて大きくS/W協議、資料収集に非常に協力的であった。CORDETACNA とその協力機関であるINAF, ELECTROPERUの間にも不協和は、感じられなかった。

ELECTROPERU	ORGANO OPERATIVO DEL SISTEMA INTERCONECTADO SUR OESTE	DIAGRAMA ELECTRICO DEL SISTEMA INTERCONECTADO SUR OESTE	Fecha Mayo 1,981	Elaborado	Rev. y Apro.



図－1.5 南西部電力系統計画図

2. S／Wの協議及び合意内容

(1) 調査団は、リマでELECTROPERUと第一回目の意見交換を行った際、S／W案を先方に提示し、その概略説明を行った。更にタクナに於てCORDETACNAにS／W案を提示し、その概略説明を行ったが、その際ペルー側の直接のカウンターパートはCORDETACNAであり、技術者がほとんどいないためERECTROPERUならびに、国境地区農地振興庁（略してINAF）等の関係機関が協力する体制になることを確認した。

協議の冒頭にCORDETACNA より下記事項について要請が出されたが、調査団は、(a)ならびに(b)項については、東京に請訓し、回答を得た後、協議することとした。

また、(c)項については、現地調査結果、資料収集状況ならびに、(a)、(b)項と密接な関係が有るので、前項同様後日協議することとした。

(a) S／W（案）のタイトルについて

原案のAricota NO、3の前にThe water supply for the Lake Aricota (Afianza miento hidorco de la Laguna de Aricota)を加える。

理由は、今後5～10年で、アリコータ湖が枯渇し、電力のみならず下流かんがい地域が全滅の危機にひんするので、アリコータ湖に水を補給すると云うことを明確に唱ってもらいたい事と政府内部で、本プロジェクトをスムーズに推進させる為との説明があった。

(b) 調査工事費の一部JICA負担

CORDETACNA及びELECTROPERUの財政状態が逼迫しているので、pasto grandeダムサイト及びCallaza川までの導水路（約36Km）について、INAFが、1982年7月より実施する予定である地形測量（S＝1／2,000）ボーリング調査（ダムサイト20m×4本、貯水池内5本、すでに現在機械を1台、ダムサイトに搬入）及び、CORDETACNAがすでに入手済であるHOJA 33X-11、34V-V1の航空写真、（S=1／50,000）、その他上記ダムサイトの電気探査記録等の既往データ以外に本プロジェクトF／Sに必要な測量、ボーリング、物探等の現地調査費をJICAで負担して貰いたい。

(c) 調査工期の短縮について

上記(a)項で記述した様に事態が逼迫しているため、JICA提案のF／S期間を短縮して貰いたい。

調査団は、調査日程を調整後、6月21日より現地踏査を開始、6月25日から現地踏査の結果を、踏えて再度S／Wの協議に入った。

調査団より、現地踏査の結果について、概略説明を行うとともに、pasto grande 地域の分水計画については、1981年11月、内閣総理大臣によってAricota 湖水資源庁

保の問題を解決することを目的に設立した各分野代表委員会の決定をふまえつつ、F/Sを、実施するとともにCORDETACNA が全責任を持って、一切の問題に当たるものとし、ＪＩＣＡは、一切責任が無いことを確認し、議事録に明記することにした。

その後、両者はＳ／Wの内容を協議し、東京からの指示に基き、Ｓ／WのAricota湖水補給計画を明記するとともに、現地調査費の一部ＪＩＣＡ負担と調査期間短縮等で合意に達し、別添のとおり、Ｓ／Wに署名するに至った。協議中の主要問題については、以下の記載及びMinutes of Meetingのとおりである。

なお、水配分に関連する書類は添付資料NO. 1及びNO. 2のとおりである。

(2) Ｓ／W協議時の主要問題点

i) Ｓ／W及びＦ／Ｓ報告書の言語

ペルー（共）は、西語を公用語としていることから、Ｓ／Wについては、西文を正文としたい旨要請があり、協議の結果、英文及び西文を、正文とし、もし、疑義を生じた場合は、英文による旨、合意に達した。Ｆ／Ｓ報告書についても、Ｓ／Wでは英文となっているが、これを西文とするよう要請が有り、種々協議の結果、下記のとおり合意に達した。

(a) Inception Report = 英文と西文

(b) Progress Report = 同 上

(c) Feasibility Report = 英文によるものとし、そのSummary Reportのみ西文

ii) COMPARATIVE STUDY

Compartive Studiesにはpasto grande ダム計画をやめて、地下水を利用する様な計画も含まれているかとの確認が求められた。

ＪＩＣＡは、ダムサイトの位置、高さ、及びトンネルならびに導水路等の位置を多少変えて経済性などの検討を行って、その計画をつめる程度のものであり、現在、その様に基本的な計画変更まで作業を拡大してＦ／Ｓを実施する考えはないむね回答した。

iii) 報 告 書

ペルー（共）側は、本調査を非常に急いでいるので原案にあったDraft Final Reportを省略し、水文解析等がほぼ出来ると考えられる１９８３年５～６月 頃追加資料の収集を兼ねてプロジェクトマネージャー他の技術者をペルーに派遣して技術説明ならびに協議を行ない、その後Final Report を作成の上、提出するものとする。

iv) 現地調査機材

業務分担については、Ｓ／WのAPPENDIX のとおりであるが、今回のＦ／Ｓ実施にあたり必要な機材の内CORDETACNA が調達不可能な弾性波及び電気探査用器材（本

体及び記録計各1台）簡易水深測定用音響測深器材1台、携帯用無線器2パーティ分（6台）航空写真用立体鏡1台を日本より持ち込む必要がある。

なお、ELECTROPERUが軍当局より、使用許可されている無線器の周波数は、添付資料"Tefa Diva Transmision"に示す通りであり、その内本調査団が使用出来る周波数は、163.8MHz（UHF）であるので、無線器調達の際注意が必要である。

v) 技術研修

CORDETACNAは、技術研修のため研修員の日本受け入れを要請して来た。

57会計年度では、JICA予算がないので受け入れは、不可能であるが、58会計年度で、受入の可能性について検討することとした。

vi) 現地事務所及び宿舎

前記の通りAricota第3発電所は、アプローチ及び高山病等、特に問題ないがPasto grande, suches湖、Viscacha湖、Loriscota湖付近は、道路状態も悪く、標高が約4,400m～4,600mと高く、問題が多いと予想されるため、F／S調査団が実際に現地を見た上で、最も都合の良い場所を下記候補地点から選定できるようCORDETACNAに手配を依頼してある。

(a) Aricota第3発電所プロジェクトサイトでの候補地：Aricota NO、1又はNO、2 P.S宿舎又はCURIBAYA地区養魚場宿舎。

(b) Pasto grande, Suches湖等のプロジェクトサイトでの候補地；Suches湖畔の、S.P.C.C施設（約20名程度宿泊可能）。

なお、本プロジェクトサイトは、前述のごとく、標高が高く、長期滞在が難しく、Toquepala鉱山からサイトまでの途中にある峠は、約5,000mにも達するため、高山病が懸念されるので選択には、S.P.C.C Toquepala Accomodation（標高約2,600m）を、又、緊急時には、S.P.C.C Toquepala総合病院を利用出来るようCORDETACNAがS.P.C.Cと協議することで合意に達した。

vii) 自動車等

前述したごとく両プロジェクト、サイトともアプローチは、自動車で可能であるが、特にPasto grande, Suches湖等のサイトは夜間－10℃位まで低下し、かつ付近には、住民も殆んどいないため、自動車は、絶えず2台で行動しなければ故障時には生命の危険も予想されるため、4台（2パーティ×2台）の車を調査用にCORDETACNAは、手配することで合意に達した。

但し、運転手の傭人費、車両の燃料、修繕費は、JICAが負担する。

viii) 機材持ち込み及び持帰り

一般にペルー（共）への電気機器の持ち込みが非常にむずかしく、場合により業務の

遂行に支障をきたす恐れがあるとともに、高額の税金も課せられる可能性が大であると予想されるのでCORDETACNAが関税当局と事前に協議し、F／S調査団が支障なく通関できるよう努力することで合意に達した。なお、F／S調査団は出来るだけ早く、CORDETACNA に日本から持ち込む機材リスト等を連絡するよう留意する必要がある。

(3) 合意したS／Wの内容

前記のような経緯で合意署名したS／Wの英、西文及びMinutes of meeting（英語、西文、日本語）を参考資料に示す。

"AÑO DE LOS DERECHOS DEL MINUSVALIDO"

Tacna, 24.06.1982

UDC-SO-SI-TC-021-82

Para : Jefe Div. Transmision

Asunto : DATOS DE FRECUENCIAS SISTEMA DE RADIO

- -

Con stancion a su solicitud verbel le remito la informacion referente a les frequencias de operacion de los Sintemas de Radio en HF y VHF de la region sur caste.

Frequencias en HF :	5,780 KHz	(ZONALES)
	6,332 KHz	(OPERC. SIST. ARICOTA)
	7,415 KHz	(DEF. CIVIL)
	9,265 KHz	(LIMA)
Frequencia VHF :	163.8 MHz	(Unidades Moviles y Portatiles).

Atentamente,

3. 地形図関係の調査

(1) 現 況

現在日本又は、ペルー国内で入手又は閲覧出来る航空写真及び地形図は表－3.1のとおりである。

表－3.1 航空写真 地形図一覧表

国別	航空写真			地形図			備考
	縮尺	撮影年度	機関	縮尺	撮影年度	機関	
日本				1/1,000,000	1978	D.M.A.A.C	Operational navigation chart ONC N-25, P-26
ペルー(共)	1/50,000	1955	HYCON				HOJA 33X-11
		不明	〃				〃 34V-1V
				1/100,000	1960	I.G.N	Corta Nacional HOJA 34U, 34V, 34X, 34Y 〃 35U, 35V, 35X, 35Y 〃 36U, 36V, 36X 〃 37U, 37V, 37X
	1/50,000	不明	HYCON				HOJA 35-V. 1枚 (JICA ペルー事務所保管)
				1/25,000	不明	I.G.N	コピー6枚
				1/25,000	不明	I.G.N	Electroperu社1部あり絶版

D.M.A.A.C ; Defence Mapping Agency Aerospace Center USA

I.G.N ; Instituto Geografico nacional

(旧 I.G.M ; Instituto Geografico Militor)

航空写真は、撮影年度が古く高度差も大きいので精度は低いものと予想される。

調査地域は、国境近くであるため、主要な地図の管理は全てＩ．Ｇ．Ｎ でやっており入手の手続きがめんどうであるが、今回入手出来た地形図の主要なものは、表－３１に示す、１：１００,０００ 地形図（全１４枚２組は日本に持ち帰り、１組は、ＪＩＣＡリマ事務所に保管している）

１：２５,０００ 地形図（コピー）６枚１組、１：５０,０００航空写真（ＪＩＣＡリマ事務所 保管）１枚、主要座標点（５地点）の実測資料等である。

Pasto Grande についてはＩＮＡＦにおいて、現在測量が実施されており、設計が可能な地形図（１／５００～１／２,０００）を作成中である。

Aricota については、適当な Scale の実測図がないので、Ｆ／Ｓ時に測量する必要がある。

(2) Ｆ／Ｓ実施時の問題点

前述のように国境近くであるため、地形図関係の入手は困難であるが、Ｉ．Ｇ．Ｎ にて入手する場合は、次の書類が必要である。（写しを別紙に添付）。

—； ペルー政府より、日本政府に対する調査依頼書

（写しはＪＩＣＡリマ事務所で入手のこと）

—； 申 請 書

（Ｆ／Ｓ団長名、今回Ｉ．Ｇ．Ｎ担当キャプテンに充分説明してある）

Ｉ．Ｇ．Ｎの所在地は下記の通りであり、主要地図の単価を参考迄に示す。

—；	１：１００,０００	地形図	１枚	１,５００	sol
—；	１：２５,０００	〃	〃	２,５００	sol
—；	三角点		１点	５,０００	sol

現地には、測量専門の会社は無く、ゼネコンがスタッフを持っている。

4. 水文関係の調査

(1) 現　況

i) 気　象

本調査地域は、Puno県に源を発しMoquegua県中部を、概ね南西に流れるTambo 川の源流部ならびに、Locumba川の支流Curibaya川の下流部付近のAndes山脈に位置する。収集資料B－3の中で、1964年から1975年の約12年間の降雨資料 を用いて図面（収集資料B－11）に示されるようなTiticaca湖からTambo川上流域、Suches湖、Viscacha湖ならびにAricota湖周辺の年等雨量線が求められている。

この図から調査地域の年平均雨量は、Tambo川上流域、Suches湖等周辺で 400～600mm、Aricota湖周辺で100～200mm程度であることがわかる。

この図はTambo川上流域、Sucha湖等周辺の年雨量の分布特性を大局的に示しているが、観測期間も短く、又近年の資料も含まれていないので、調査地域の年雨量の分布特性を必ずしも十分に示しているとは云えない。

本調査地域は、太平洋岸より降雨量は多く、寒冷前線と気圧変動に大きな影響を受け、4月～11月は前線が遠のくため、高気圧に覆われ、晴天が続くが12月～3月は、不活発な前線が停滞するため、雲に覆われて気圧も低く、降雨がもたらされる。

気温は、日中と夜間で大きな温度差が生じ、年平均気温は日中約11℃であるが、夜間－10℃近くまで低下する。又標高約4,500m以では、12月～3月に降雪がある。

ii) 水文観測施設

調査地域及び近傍地域には、図面（収集資料B－12及びB－13）に示されるような気象観測施設ならびに水位、流量、観測施設がすでに設置されている。

しかし、水位及び流量観測施設に1部稼動していないものもある。

iii) 観測記録他

本F／Sに関連する主な水文資料等は、次のとおりである。

1) 図面B－11　：　調査域年等雨量線図（1964～1975年）
2) 図面B－12　：　気象観測所設置位置図
3) 図面B－13　：　水位、流量観測所設置位置図
4) Report on Modified Second Stage development of plan TACNA volume I ; volume II and volume III in Nov 1971 by EPDC
5) その他　：　詳細は添付資料参照

なお、各観測所の水位、流量、蒸発量ならびに降雨観測資料は、INAF及びSENAMHI（Servicio Nacional de Meteorologia I Hidrologia）のLIMA 事

務所で得られる。

なお、1月～3月について気温、湿度等の1部観測資料をELECTROPERUが持っている。

(2) F／S時の問題点

i) 本調査地域の流況及び蒸発量の把握等は、本F／Sにおける水文調査の重要な課題であり、1971年 我国企業が実施した第2次TACNA開発計画書"Modified Second Stage Development of plan Tacna"にも1部解析データがある。

ii) 調査地域の水文観測は、INAF、SENAMHI及びELECTROPERUで実施されており、1ケ所で全ての観測資料が得られないので必要な観測地点の資料入手先を1つ1つ確認し、収集する必要がある。

iii) posto grande計画では、Moquegua 側に1.78㎥/sec、Tacna 側に1.44㎥/sec分水することになっているが、その分水に必要な流量が確保できるか今回の調査では確認できなかった。

5. 地質関係の調査

(1) 地 質 概 要

今回のF／S実施地域の地質関連資料は、資料C－1～C－11に示すとおりである。この中で基礎となっている資料は、政府機関の地質省（INGEMMENT☆） 発行による、1／100,000 地質図（資料C－1）である。事前調査実施に際して、ELECTROPERUとCORDETACNA の地質担当技師の現場同行もあり、更には、我国内で入手出来たアンデス山系に関する資料等もあるため、これ等を総括して地質概要を述べることにする。

調査地域は、新世代後期に生成した大規模なアンデス山系（幅300～700km、長さ約9,500km）のほぼ中央部にあり、この付近のアンデスは、南北に走る構造谷により、東、中央、西アンデスに細分されるが、これ等を総称してCordillera de Los Andesと呼んでいる。

アンデスは、古生代より少なくとも二つの主要な地向斜（Geosyncline）時代を経て形成されている。すなわち、始めは、カンブリア紀（Cambrian）末より、デボン紀（Devonian）中期にかけて東側にプレアンデス地向斜（Pre Andean Geosyncline）を生じ、厚さ10Kmにもおよぶ海成層を堆積して、二畳紀（Permian） 中頃に陸化した。次いでその西側で、三畳紀（Triassic）末より、激しい火山活動を伴ってアンデス地向斜（Andean Geosyncline） が発達し、白亜紀～古第三紀（Cretaceous ～ Paleogene） に花崗岩（Granite） や閃緑岩（Diovite）からなるアンデスバソリス（Andean batholith） が選入し、鮮新世（Pliocene）以降に急速に上昇した。

中央アンデスに相当するPasto Grande 地域は、図－5、1に示すように基盤は、第三紀（Tevtiary）初期に堆積した岩や砂岩（Puno層）で、中期になり、凝灰岩を主とした、Huaylillas層や安山岩溶岩を主としたLlallahui火山が活動し、更に後期になり湖成堆積物の礫岩、シルト岩等より構成されるMaure層、Capillune層が分布し、その間凝灰角礫岩を主とするSencca火山が噴出した。その後第三紀後期より第四紀にかけて広大な火山岩を分布したBarroso火山が噴出し、その後平坦部に氷河堆積物や河川堆積物が被覆層として分布している。一方、西アンデスに相当するAricota周辺は 図－5.2のように中生代、（Mesozoic）の変成の激しい堆積岩と花崗閃緑岩が基盤となり、その上位に、中世代末～第三紀初期に活動した安山岩や凝灰角礫岩からなるToquepala層が広く分布した。更に、第三紀後半には、火山活動が活発となってMoquegue層やHuaylillas火山や、Sencca火山岩類が分布し、その後礫岩、砂岩を主体としたCapillune層が広範囲に堆積した。その後第四紀に入って安山岩や凝灰角礫岩を主体としたBarroso火山岩類が広範囲に分布している。 ☆ INGEMMENT；Instituto Geologico Minero Y Metalurgico

(2) 各地点の地形、地質

Pasto Grande 地域のダムサイトは、谷の形状は、逆台形であり、尾根の厚味は大きく、河床幅は、40～50mである。高標高であるため、充分な観察は出来なかったが、ダム両岸の露岩の状況は余りよくないが、低標高部はLlallahui火山に属する安山岩と凝灰岩と思われ、その上位のCapillune層が分布するものと思われる。両岸とも風化および緩みが厚いことが予想され、又河床砂礫の厚味も大きいものと予想される。

Aricota 第3発電所付近および導水路トンネル付近は、急峻な山岳であり、露岩の状況もよい。全て、Toquepala層に属する凝灰角礫岩であるが、表層部が鉛直方向の開口した割れ目が密に発達し、緩みが大きいが、これ等の部分を除けば、鉄管路の基礎およびトンネル堀削としての問題はないと思われる。

上記の各地域において、今後F／Sを実施する際の留意点や問題点を要約すると次のとおりである。

i) Pasto Grande

ダムタイプは、地形、地質的にみて、フィルタイプが妥当と思われるが、取水等の付帯設置を考慮すると、重力式コンクリートも検討する必要がある。フィルにすると高さも低いので、基礎岩盤の耐荷性については、大きな問題点ではないが下記に示す様な問題点が考えられる。

—； ダムサイトにおいて、計画洪水位以下の標高にCapillune層が分布すると、貯水位の上昇により、漏水やスレーキングが発生する恐れがある。Capillune層は、水理地質の項で詳述しているが、本地域において、有力な帯水層を形成しており、固結度の弱い礫岩、砂岩、泥岩（粘土岩）等で構成されるため、その分布状況と性状（特に透水性）についての把握と対策が必要である。

—； 地質資料によると、貯水池内においてもCapillune層が広く分布をするため上記の問題点があり、慎重な検討が必要である。

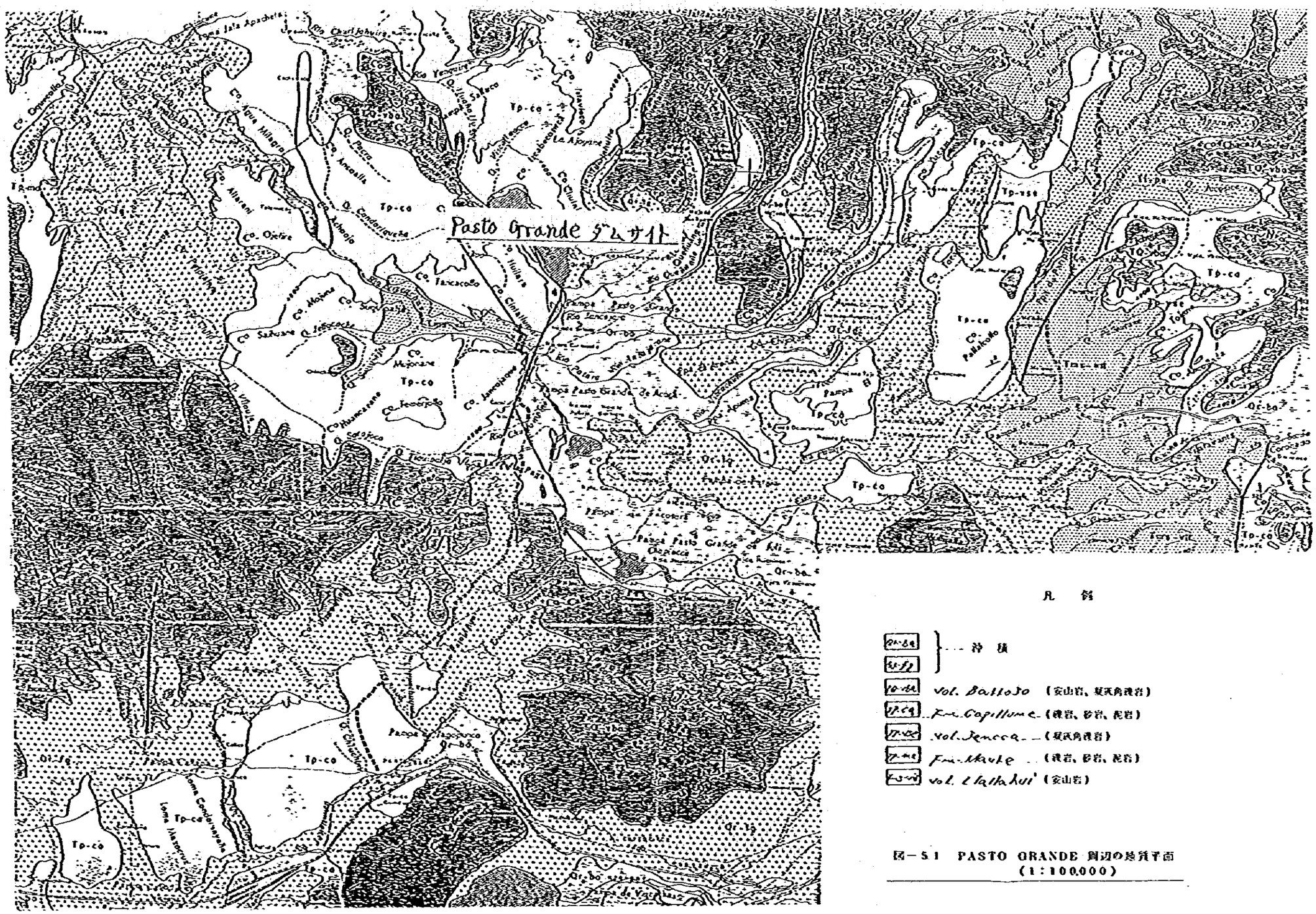
—； ダム基礎岩盤は安山岩が凝灰岩と予想されるが、上位に分布するCapillune層との境界付近（不整合面）に脆弱層が挟有されるか、否かの確認が必要である。

—； 河床部は、未固結の堆積物が厚いものと予想されるので、その分布と性状把握が必要である。

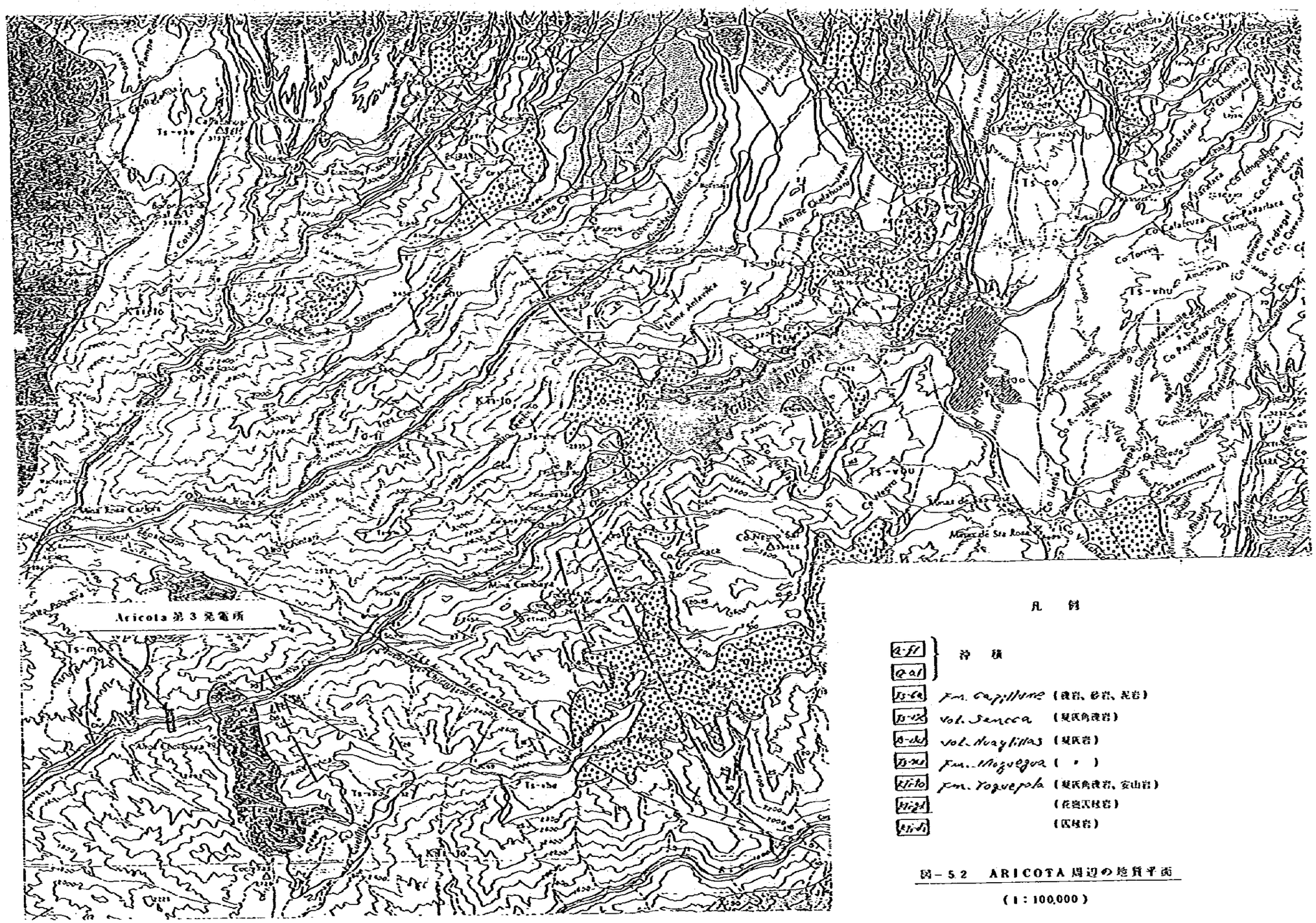
—； ダムサイトは、断層が、1～2本河床を横断して分布するものと思われるので、その規模と、方向性の確認およびダム位置との検討が必要。

ii) Aricota 第3発電所

本地域は、Pasto Grande に比較して問題点は少ないが、次の点に留意する必要がある。



図－5.1　PASTO GRANDE 周辺の地質平面
(1:100,000)



図－5.2　ARICOTA 周辺の地質平面

(1：100,000)

—； 第２発電所の直下流にＮＷ－ＳＥ方向の断層があり、これは主要な構造線で、南部延長はチリーまで延びており地形的にも連続のある凹地を形成しており、構造物との関係を検討する必要がある。

—； 鉄管路基礎は急斜面で岩盤の露出も良好である。しかし、表層は、緩みがあるので、その範囲を把握する必要がある。

—； 第３発電所基礎部は、表層堆積物が厚いことが予想され、その分布と強度の把握が必要である。

(3) 水 理 地 質

本計画地域の地質構成は、前述したとおり、第三紀より第四紀初期に活動した火山岩類が主要な構成物である。

しかし、第三紀後期に２層の湖成堆積物が生成されている。すなわち、下位のものが、Maure層と上位のものがCapillune層であり、その層間に火山噴出物のSeneca層を、挟んでいる。

このMaure層とCapillune層は、礫（礫岩）、砂（砂岩）、粘土～シルト（泥岩）で構成され、いずれも地下水を大量に賦存した広大な帯水層となっている。

層厚は、Maure層が、１５０～５００ｍ、Capillune層が５０～５００ｍといわれている。

この両層の内、上位のCapillune層は、pasto Grande、Aricota周辺は、もとより、ボリビア、チリー国境付近まで広範囲に分布しており、地表部に露出した部分より大量の湧水がみられ、この付近の多くの河川は、このCapillune層からの湧水により涵養されているといっても過言ではない。

ダムサイトの西南約６０Ｋｍの所にSouthern peru Copper Corporation（S.P.C.C）所有のToquepala鉱山があり、ペルー国内でも有数の銅鉱山である。このToquepala鉱山の水源は、Suches湖（標高4,450ｍ）の湖水をポンプアップにより約0.3㎥／s導水して使用していた。しかし、１９６４年 以後の大渇水により、湖水の水位が低下したため、水量不足となり、１９５０年頃よりCapillune層に賦存している地下水に着目して、その調査を実施している（資料Ｇ－４参照）。現在までに、合計３６本のボーリング（平均深度は250ｍ）を実施し、1.8㎥／sの採水が可能であり、Viscachas湖付近まで拡大すると2.8㎥／sまでは、地下水の採取が可能と推定している。

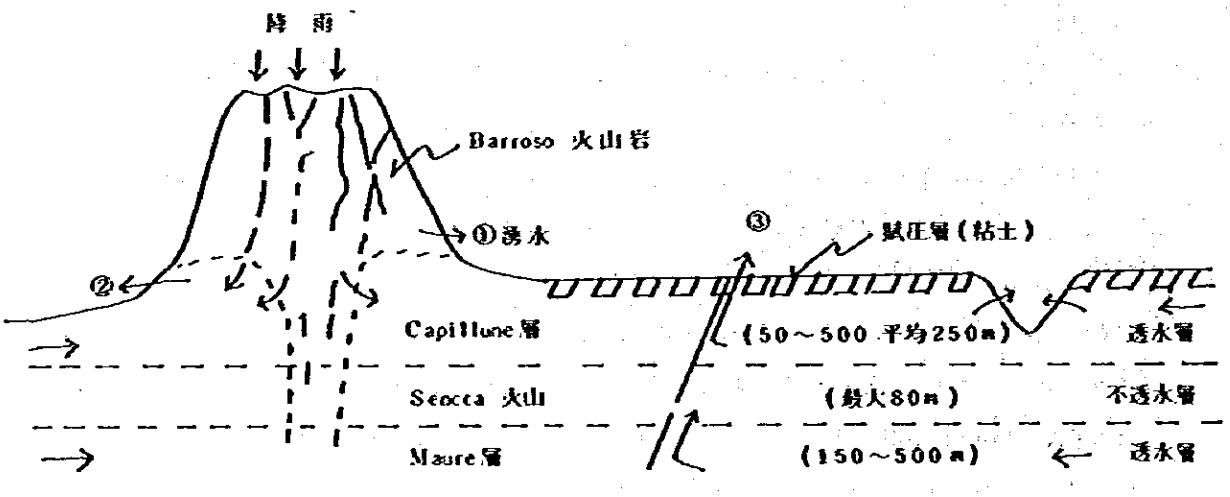
Suches湖の東側低地には、現在水源用井戸（口径４５０㎜）４本が設置され、１本が故障のため、３井より計２３０ℓ／sを揚水して使用している。又、Viscachas湖の東側には、現在使用していない井戸（深度１５０ｍ、口径４５０㎜、ストレーナー１００～１５０ｍ）が設置されているが、この井戸は、約２００ℓ／sの自噴があり、水圧は、4.4kg/㎠ である。

テストボーリング時のコアは、Toquepala 鉱山に保存されている。

このCapillune 層は、前記したように分布は広範囲におよんでいるが、SPCC の技術の説明によるとPasto Grande ダムサイト付近より、貯水池内では約５０ｍの層厚で薄い。

しかし、南側で漸次厚さを増し、Viscachas 湖付近で４００～５００ｍ、Suches 湖付近では、約３００ｍ、Loriscota 湖付近では、約１００ｍである。断層や褶曲も多く、東側では連続性がよいが、Suches 湖の西側約１０Km付近では断層で切断されている。

Capillune 層の湧水機構を模式的に示すと図－５.３のように考えられる。



図－５.３　Capillune 層と湧水機構の模式

①は　Barroso 安山岩からの湧水であるが、下位のCapillune 層との境界部が、不透水性の場合に、これを受盤としてその上部より湧水するものと思われる。しかし、この場合は、降雨の影響を受けやすく、湧水量は増減が大きいものと予想される。

②は　Capillune 層が地表に露出している場合の湧水であるが上位の Barroso より供給された地下水、又は、他の地域のCapillune 層から供給された地下水も含まれる。

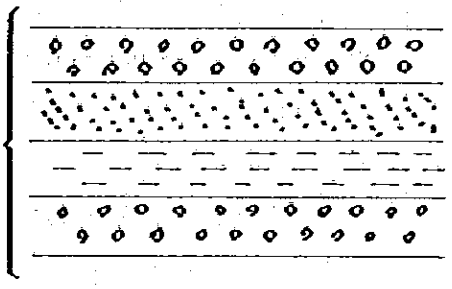
湧水量はかなり安定しているものと思われる。

③は　断層面を介しての湧水であるが、ボーリング孔からの湧水機構は、このタイプであるとＳ.Ｐ.Ｃ.Ｃの関係者は論じており、②のタイプの湧水も断層面であるとしている。

したがってCapillune 層に貯存している地下水は断層により、分断されており、連続性は、余りないとしているが、この点については、疑問である。（地下水問題でCorde tacna を刺激したくないとの意図もあるようだ。）

④は　河岸に露出するCapillune 層からの湧水で、これが河川を涵養し、その下流にあるAricota 湖等に流入している。

Capillune 層からの湧水機構は、前記の②～④の３通りと考えられるが、本層を細区分すると、図－5.4とおりである。



図－5.4　Capillune 層の分類

図－5.4に示されるように、全層厚の約６０%が帯水層を形成しているものと考えられるが、Viscacha 湖周辺の井戸の揚水試験の結果から、求められた帯水層の常数は次のとおりである。

（資料Ｇ－４参照）

表－5.1　Capillune 層の水理常数（一部加筆）

ボーリング番号	深度(m)	透水量係数(m^2/s)	貯留係数
TP－3	304	3.6×10^{-3}	0.001
TP－5	290	1.15×10^{-2}～1.29×10^{-2}	0.004
TP－7	440	7.76×10^{-3}～1.49×10^{-2}	0.001～0.002
平　均		9.03×10^{-3}	0.002

又、有効帯水層厚を１００m として透水係数（Ｒ）を参考までに算出すると次のようになる。

$$R = \frac{T}{M} = \frac{0.009}{100} = 0.009 \fallingdotseq 1\times10^{-2} \quad cm/s$$

ここに　T；　透水量係数

M；　帯水層厚

以上のように、本地域に広大な分布をする Capillune 層は、有望な地下帯水層を形成し、地表水に供給される湧水量は湧水期で、約4.5m^3/sである（SPCC報告）。したがって、F/S 実施に際しては、この Capillune 層に対する性状把握は重要であり、その問題点は、次のとおりである。

一；　本層は Pasto Grande ダムサイト、貯水池の基底と、その周辺部に分布するため、その性状によっては、貯水池周辺からの漏水が懸念される。したがって、ダムサイ

トと貯水池内での分布と性状特に透水性の把握が必要である。

—； 図－5.3に示すようにCapillune層の湧水は、河川水を涵養しており、その河川は、下流にあるAricota湖等への供給源ともなっている。したがって、本層からの湧水はAricota湖の増減にも影響しているものと考えられる。Toquepala 鉱山の水源として、Aricota湖上流のCapillune層の地下水を採取しているため、Aricota湖への供給量が減少したとの議論もある。

これを解明するには、広域にわたる水理地質の調査が必要であり、莫大な期間と経費が必要である。今回のF/Sには、広域の地下水調査は、含まれておらず、S.P.C.C提供の資料（資料G－2～G－6）の分析のみになっている。しかし、もし、Pasto Grandeからの分水が1.44㎥/sを割るような場合には、将来CORDETACNAはCapillune層の地下水を揚水して補給する可能性も検討すると考えられるので、この場合の参考になる資料の整理が必要であろう。

(1) 地　震

環太平洋火山帯に属するアンデス山脈は、第三紀～第四紀に生成された火山の総計は、約400個に達しており、我国と同様に地震国といってもよい。

図－5.5は、1513～1974年の間にペルーに発生した大地震の記録と、被害を受けた地帯を示しているが、Tacna，Moquegua地方も震度10以上の被害を受けている。

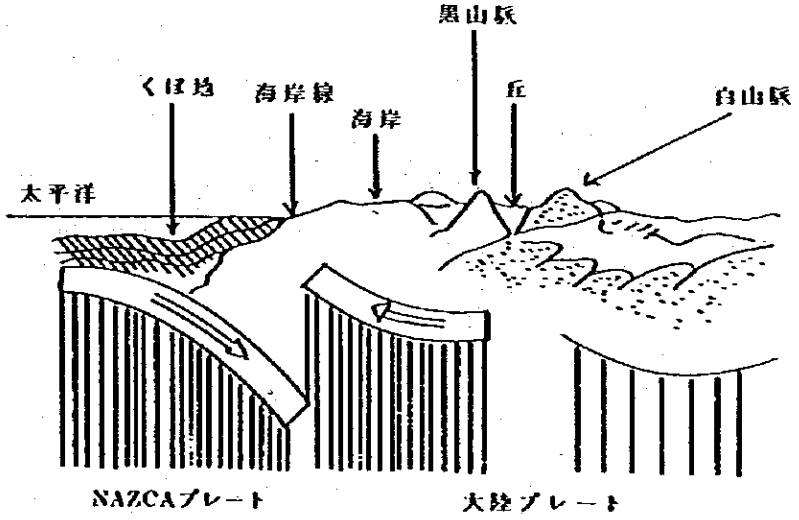
又、表－5.2は、今後20年間、50年間、100年間の間に、大地震の発生する可能性を表示したものである。

表－5.2　大地震発生の頻度（資料C－5参照）

マグニチュード	年　　間	大地震の危険度(%)
8.0	20	71
	50	95
	100	99
8.4	20	58
	50	88
	100	97
8.6	20	48
	50	80
	100	96

火山と地震の関係については、KATSUIとKATZ(1967)によれば、地震が直接てグマ溜りに衝撃を与え、これが引金となって噴火を誘発すると考えた。又、活発な地震発生の大きな原因としては、図－5.6に示すように、東太平洋プレートが南米大陸プレートに、underthnistすることにより、起こるものと一般には考えられている。

いわゆる、最近よくいわれるプレートテクトニクス説であり、プレートの動きは過去1千万年の間平均4.5㎝/年、鮮新世末以降はもっと早く10㎝/年とも推定されている。



図－5.6　1970年5月31日発生の地震時のプレートの状態
(Lomnitz, 1971)(資料C－5参照)

Aricota第1、第2発電所は、建設後10年以上が経過しているが、現在担当者等の話では、地震による構造物への被害や変状等は、認められないとの事であった。

構造物に対する地震係数の取り扱いについては、参考資料C－6～C－8等を参照されたい。なお、地震記録に関する詳細な資料は、今回入手出来なかったが、Lima の地形物理庁(Instituto Geofisico del Peru)および建設会議所(CAPECO)で入手出来るが、土木工事一般、水圧鉄管等の一般仕様書もCAPECOで入手出来る。

(5) ペルーの地質調査業者

ペルーにおける主要な地質調査業者は、表－5.3に示すとおりである。これらの中で、2社については、社長又は副社長に面談して状況を聞いたが、詳細は資料C－10、11を参照されたい。なお、現地のTacna県には、調査業者は、いないので、全て、Lima にて、調達

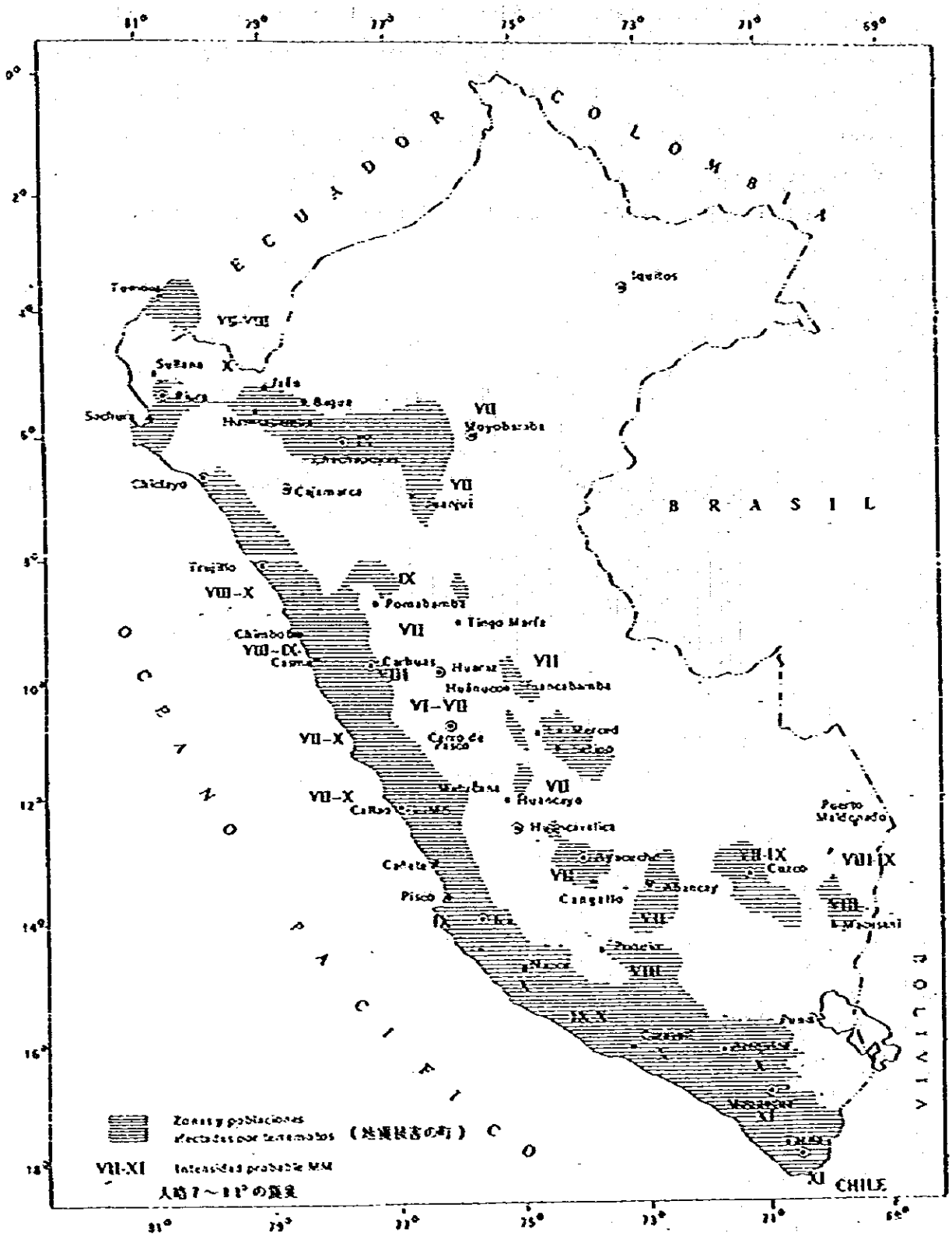


図4－5.5 Líneas (I) de Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 - 1974)

Cortesía del Dr. Enrique Silgado Ferro

（1513～1974年間にペルーで起った地震の分布）

する必要がある。

表－5.3　ペルーにおける主要な調査業者

会　社　名	専門分野	実　　績	備　　考
GEOTEC, S.A	ボーリング	ELECTRO PERU他、官民と幅広く。ペルー最大手業者	会社訪問
Minem del Hiu	〃	不　　明	ELECTRO PERUよりの情報
Esondy	〃	不　　明	〃
Jose'Arce Helberg	物　探	国内のみでなく海外にも出ている。完全な個人経営。	会社訪問

(6)　F／S 実施時の問題点

i）調査地点へのアプローチ

図－5.7は、調査地点への道路の距離（車の走行メーター測定）と所要時間を示したものである。調査地点までは、道路網がかなり発達しており、全ての主要地点まで車で乗り込むことが可能である。

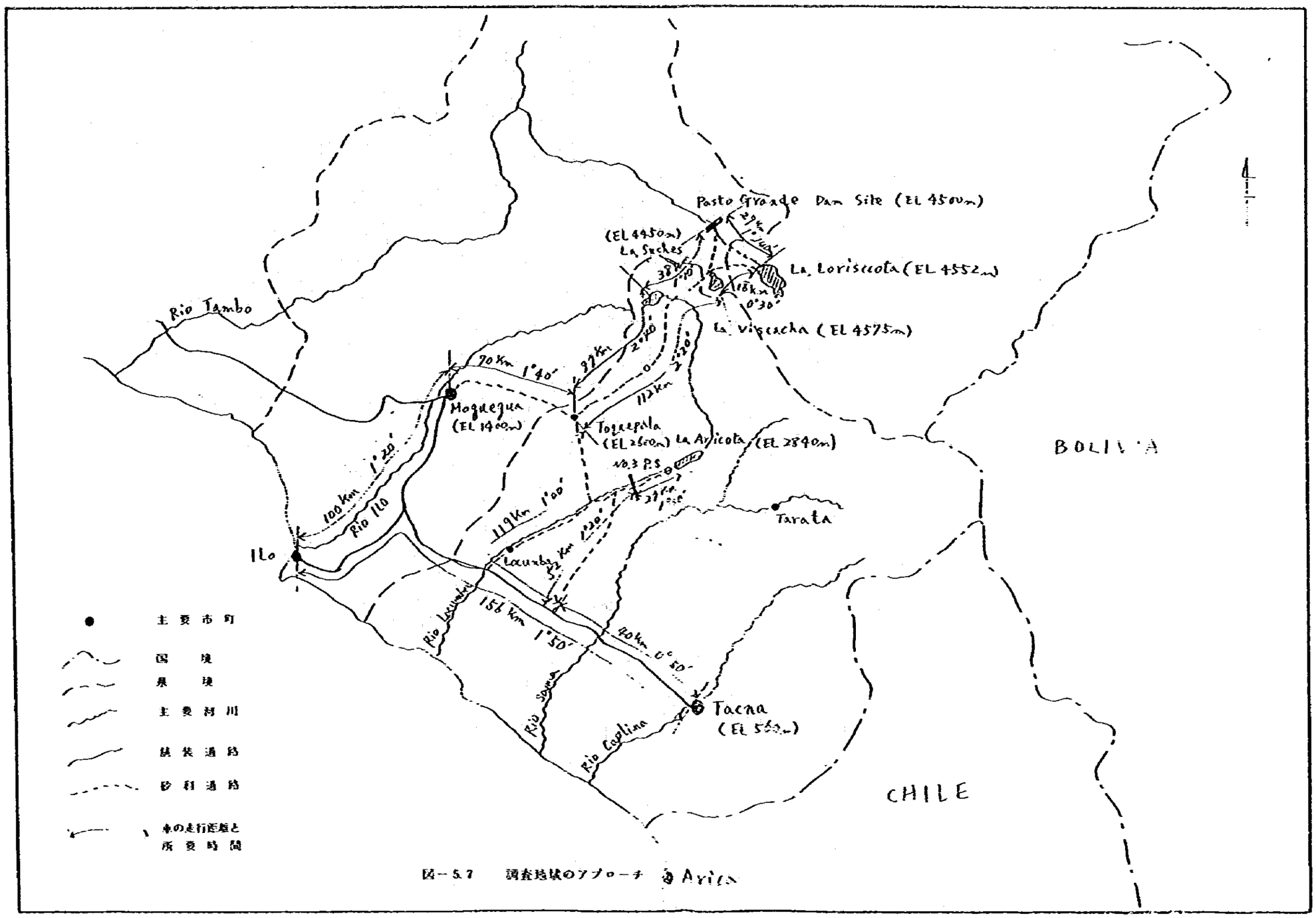
道路は、Tacna～Moquegua間は、Pan－ame－vican 高速道路があるので便利だが、これより分岐した道路は全て砂利道である。

調査に際しての最大の問題は、高標高部での作業である。現地の者は、慣れているので、普通の動きが出来るようであるが、高地作業の経験のない者は、現地に慣れるまで動きは出来るだけスローペースで行い調査工程は、十分に余裕を見込んでおいた方がよいと思われる。

ii）ボーリング

ペルー国内で最大手企業といわれるGeotec S.A社を訪問し、機材類も見せてもらったが、規模は、我国での中企業程度に比較出来るものと思われる。実績は、官庁の業務も多くやっており申し分ないが、大型試錐機の方が、所有台数も多いようであり、どちらかといえば、深堀り（鉱山、セメント等）が得意のようである。

しかし、同社長との面談の中では、透水試験（ルジオンテスト）も出来るようであり、又、高地作業での能率低下は考慮しなくてよいとの事であった。ボーリングについての技術的な問題点は、Capillune 層のコア採取である。本層は、第三紀末～第四紀初期の堆



図－5.7　調査地域のアプローチ

積物であるが、地下水を多量に含んだ帯水層となっており、全体に固結度は弱いと予想されるので、コアの採取については、充分な技術管理が、必要と思われる。

iii) 弾性波　電気探査

Jose・Arce Helberg 氏自身が、個人企業として国内外でかなり手広くやっている。

関係者の話を総合すると、ペルーは鉱山が多いため、その調査に多用している電気探査はかなり技術レベルが高いようであるが、弾性波探査は、我国に遠くおよばないとの事である。探査器もやや古い型のようで不安もあり、我国より、持ち込んだ方がよいが、問題は、San Marcos 大学の学位をもつ彼自身が、調査結果の解析を実施するかどうかである。ダイナマイトの購入や現地作業での手続きは、我国ほどの厳しさはないようであるが、国境地帯である事を考慮し、慎重に対処した方が無難である。

iv) その他の諸試験

土質試験については、民間企業で実施している会社はない。

大学等の公共機関に依頼する他はないようである。

6. 開発計画関係の調査

(1) 対象地域の電力需要想定

i) 電力需要想定

エネルギー鉱山省が作成したペルー（共）国南西部における電力需要想定（1982年、1月作成の資料）は表－6.1の通りとなっている。

これによれば1982年から1990年迄の9年間の電力需要量の平均伸び率は24.6%、需要最大電力の年平均伸び率は20.6%となっている。

このように南西部における電力需要は年々増大していくことが見込まれているが、とくに1983年から1984年にかけて伸び率が高いのは、Tacna～Arequipa の系統連携の実現によって南西部の灌漑用電力、鉱山用電力、民生用電力、等の需要創出効果を多く見積っていることによると思われる。

また、需要の伸び率が全体的に高いのは、現状での系統規模が小さいことにもよるが、南西部が国境辺境地域であり、民生安定のための産業開発基盤整備事業が種々計画されており、これらの開発に見合った電力需要想定がなされているものと推定される。

なお、今回調査では、調査対象地域の需要源別の想定等、細部の資料については入手できなかった。

ii) 電力長期計画

エネルギー鉱山省が作成（1982年1月）した今後の電力需給バランス計画は、表－6.2の通りとなっている。

これによれば、南西部全体における電力需給バランスは至近年度の1982年、1983年ではかなりの供給予備力を有しているように判断される。しかし前述のように、南西部の電力系統は現実には地域全体の系統運用ができる状態でなくそれぞれの需要地域で系統が独立していること、電源別にみても火力が75%、水力が25%であり、鉱業関係の需要に対応した小規模水力発電所が主体であることなどから、非常用設備を含めて、予備設備をかなり保有していることによるものと考えられる。

又、今回の調査対象地域であるTacna～Ilo 系統におけるAricota 第1、第2水力発電所は、貯水池の大幅な水位低下を防止する意味で稼動率を抑さえて運転しており、S.P.C.Cの火力発電所からの融通によって電力需要を賄っている現状に鑑みれば、電力供給コストの問題に加え需給バランス上の数字が必ずしも実態的に電力需給の緩和状態を意味しているものではない。

しかし、最大需要時の需給バランスがショートする1987年、1988年においても年間の総需要電力量に対する供給電力量としては、水力発電所を可能な限り優先して運転す

ることを前提とすれば、火力発電所の稼動率が５０％台と試算され年間需給バランスとしては、供給コスト面はともかく設備面からは、余裕があることがわかる。

以上のような需給バランスを前提とした今後の南西部における電源開発計画では、1982年1月の資料によれば、１９８５年Charcani 第５水力発電所（１３５MW）、１９８９年、Llula 第１水力発電所（２１０MW）の投入を予定している。

これは、ペルー（共）国における石油情勢は、１９８５年頃には、輸出余力が無くなるだろうと推定されており、極力石油を燃料とした電力供給を抑制する方向にあり、今後の電源開発は基本的には豊富な水力エネルギーの利用を先ず優先して考え火力発電所の新設による供給対応はしないとしているペルー政府の考え方に沿ったものである。

なお、Aricota 第３水力発電所の開発が、この開発計画に織り込まれていないのは、エネルギー鉱山省の説明によれば、１９８２年１月の時点では、Pasto GrandeからAricota 湖への補給水について、水の配分が決定していなかったことも有り開発の具体的スケージュールを織り込むことが困難であったためであるとしている。

今回水の配分について、大統領諮問調査委員会の報告書が提出されたこともあり、遅くとも需給バランス上１９８６年には、Aricota 第３水力発電所を開発することが必要であるとしている。

一方、電力供給コストの面からみると、現在の火力発電原価が、ペルー電力公社の説明によれば７セント／kwh 程度（１５円～１７円／kwh）であり、水力の発電原価がその半分以下であるとしている。

今回の調査対象であるAricota 第３水力発電所は、現在の火力発電のコストに比してかなり低いコストで供給できる見通しであり、できるだけ早期に火力発電所の失減らしを図り、水力エネルギーへの転換を促進していくことが当地域の課題ともなっていることから、Aricota 第３水力発電所の早期開発に対する必要性の位置づけは、この意味からも重要であるといえる。

又南部地域の電力系統の連系を強化するため、ペルー電力公社においていくつかの送電計画（図－６.１に示す）が考慮されている。

この連系送電計画の利点としては、内陸部のPuno 県Cuyco県のほとんどが海抜3,000～4,500m の高地でありこれらの地域でのディーゼル発電は、空気密度の減小から出力は、７０％程度までに下がり、燃焼効率が悪くさらに燃料油の輸送のためにも多量の石油が消費されていることから、連系強化によってこれらの電力需要に対して、有効な系統運用がはかられることがあげられる。

なお、本F／Sとは別問題であるがAricota 第３水力発電所から送電々圧１３８kvにて、Calana S・S（新設予定）迄Calana S・Sから６６kvにてTacna S・S（既設）

迄の送電計画も長期的には考えられており、この計画が実施されることによりTacna S・Sは Loop回線になり、より信頼おける供給が可能となるだろう。

(2) F／S実施時に注意すべき事項

i) 発 電 計 画

(イ) Pasto Grande ダムサイト地点における流量資料の詳細解析を十分行うことが必要と思われる。

(ロ) 貯水池における漏水量、貯水池および補給水の導水路における蒸発散量を調査しておくことが必要と思われる。

(ハ) 水車のキャビテーションについて、既往の資料を十分調査し対策を考慮しておくことが必要と思われる。

(ニ) 極力経済設計で水車タイプを選定することが必要である。

ii) 地 点 の 選 定

Aricota 第3水力発電所地点は鉄管路の尾根の中心よりやや上流に予定している。

山側は岩盤が露出しており、川側は平坦な堆積層となっているので、岩盤の確認が必要と思われる。

iii) 送 電 線 計 画

Aricota 第3発電所からAricota 第2発電所までの送電線138kvのルートとしては、現在布設されている66kv 送電線と、おおよそ同じルートになると思われるが、電圧が高いので鉄塔の位置については、地形および地質的に十分な調査を必要とする。

又、Pasto Grande ダムの揚水ポンプ所への送電線ルートは、図－6.2に示す通り、Suckes湖S・Sより 供給する計画である。地形的には問題ないが、地質的には表層が砂地であり場所によって深さも違うと思われるので調査を必要とする。

なお、送電線ルートが高地のため、低地に比べコロナ放電、落雷の影響が多いと思われるので調査検討を必要とする。

iv) Aricota 湖既設揚水ポンプは、吐出バルブを全開にした場合、ポンプが自動的に停止するので約70～80%の開度でしか運転できないものとの申し出がELECTROPERUより受けた。

F／S調査団は、それについて質問される可能性もあると考えられるので、留意する必要がある。

v) 現在ELECTROPERUは、ARICOTA NO 2 発電所からの放流水を直接取水する程度の施設をARICOTA NO 3 発電所として計画しているが、将来の電力需要の伸び及び需要の変化等を考慮して調整池ダムに計画変更する必要がないか検討する必要が有る

と考える。

vi) Aricota NO 2 発電所は、NO 1 発電所からの放流水を使用し、渓流水を十分有効利用していない可能性があるので、Aricota NO 3 発電所では、渓流水も十分有効利用出来る取水施設を計画するようELECTRO PERUより要請があった。

vii) 既設Aricota NO 1 発電所の余水路は急斜面に建設された梯形状開水路であるため放流の際、水が飛散し、問題が生じた。

ELECTRO PERUは、一部蓋を設け、カルバート形式に改造したが、十分問題が、解決されていない。従ってARICOTA NO 3 発電所計画には、上記余水路改修工事も含める様、ELECTRO PERUより要請があった。

予備調査団は、回答を保留したが、F／Sでは、この問題について、再要請を受ける可能性が予想されるので留意する必要がある。

なお、ELECTRO PERUが考えている改修計画案は、既設ARICOTA NO 2発電所と同じ様に鉄管路である。

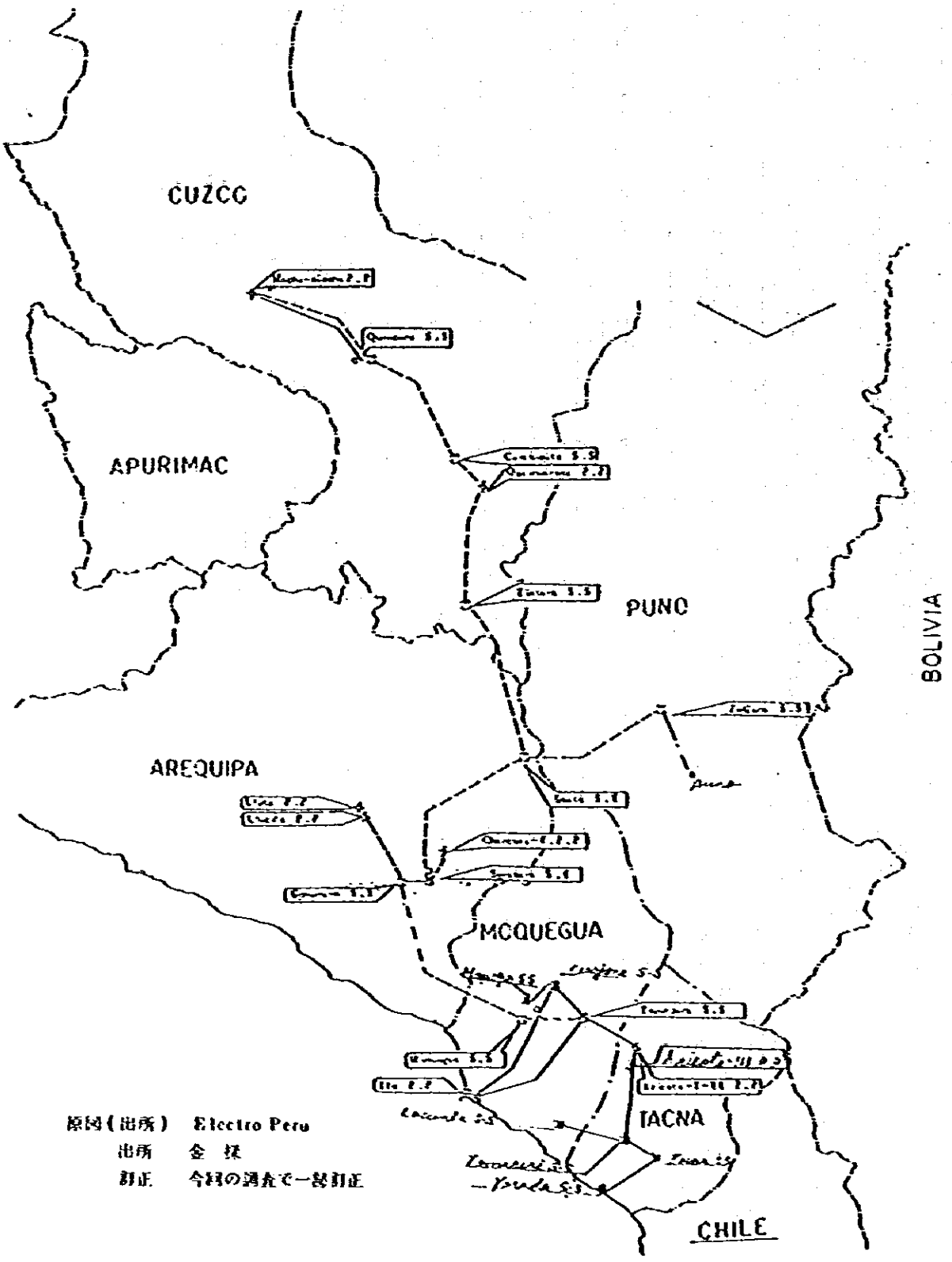
表－6.1　　電力需要の伸び

年 項目	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	平均伸び率
需要端電力量 GWH	30.80	448.6	1405.8	1729.2	1804.0	1851.7	1989.7	2081.0	2232.9	24.6
需要最大月の 最大需要電力 MW	78.1	101.4	249.6	325.3	325.8	342.8	374.4	388.9	421.2	20.6

表－6.2　　南部地域における需要最大月の電力需給バランス

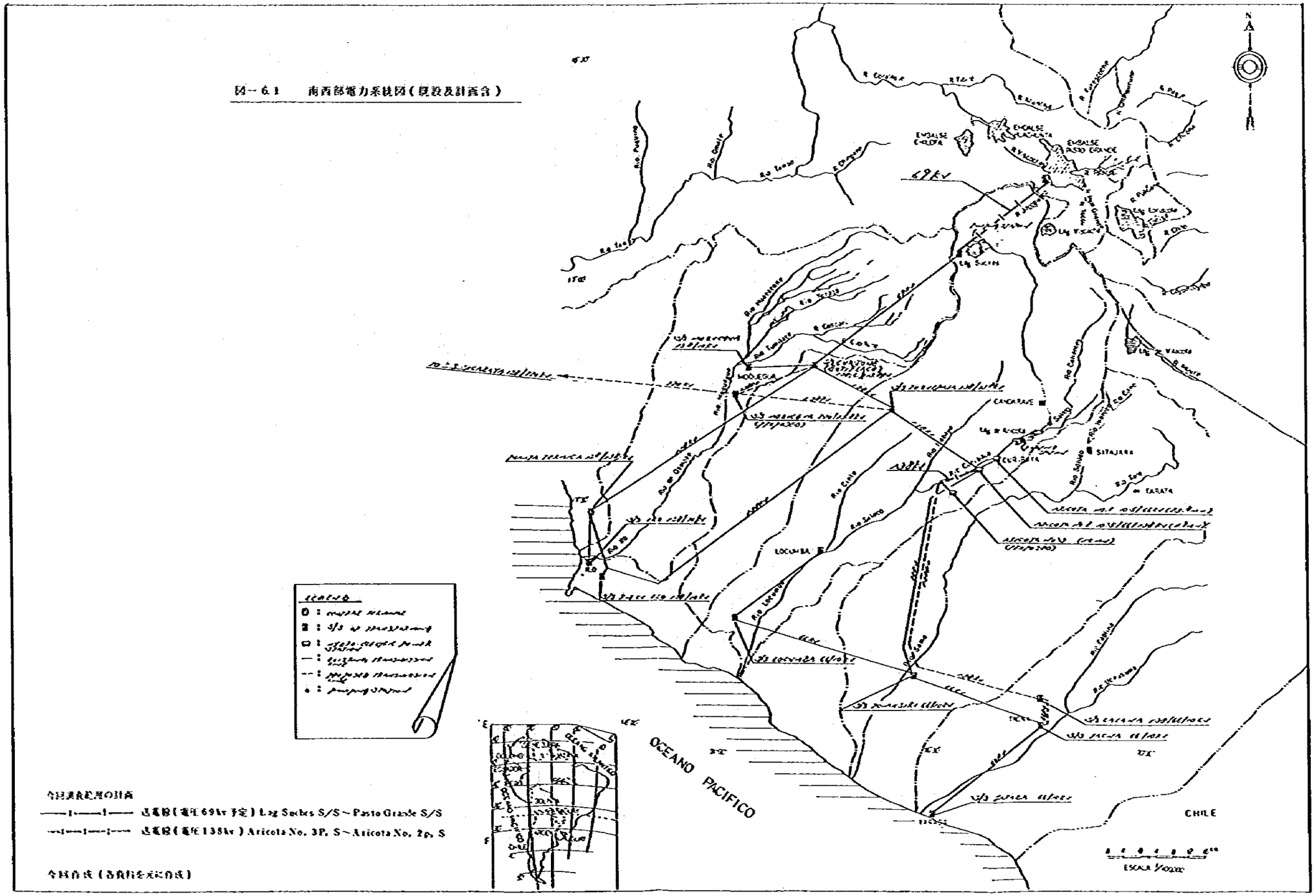
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
供給力	水力 MW	64.0	64.0	64.0	147.6	147.6	147.6	147.6	357.6	357.6
	火力 MW	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3
	計	255.3	255.3	255.3	338.9	338.9	338.9	338.9	548.9	548.9
需要電力 MW		78.1	101.4	249.6	325.3	325.3	342.3	374.4	388.9	421.2
供給予備力 MW		+177.2	+153.9	+ 5.7	+ 13.6	+ 13.1	− 3.4	− 35.5	+160.0	+127.7
開発計画（設備容量）					CHARCANI 第5水力 135MW CHARCANI 第1.2.3水力 6.4MW 廃止			LLUTA 第1水力 210MW		

図－6.1　南部系統連系計画位置図



原図（出所）　Electro Peru
出所　金　採
訂正　今回の調査で一部訂正

図－6.1　南西部電力系統図（既設及計画含）



7. 収集資料リスト

業管部長	資料管理課長	業管課長	情報管理課長	図書資料室受付印

7. 収集資料リスト

昭和 57年 7月 22日 作成

地域		調査団	アリコータ河水域開発計画及び	調査の種類	事前調査	作成部課	
国名	ペルー(共)	報告書	アリコータ第3発電所計画事前調査	現地調査期間	57年 6月14日～57年 7月 8日	担当者氏名	

番号	資料の名称	形態	取得	ページ数	オリジナル・コピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	寄贈・購入(価格)の別	取扱区分	利用表示	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認欄
A-1	ペルー(共)全図 (1:1,000,000) 4枚 1組	印刷図				1組	日本	購入					
2	TACNA県全図 (1: 330,000)	〃				1枚	TOCNA公団	寄贈					
3	MODUEGUA県全図 (1: 300,000)	〃				1〃	〃	〃					
4	調査地域地形図 (1: 100,000) 14枚 1組	〃				3組	IGN (2組は日本 1組はJICAペルー)	購入					
5	PASTO GRANDE ダムサイト地形図 (1:25,000)	青焼				1枚	ELECTOLOPERU	寄贈					
6	調査地域の標準(5点)(1:25,000)地形図 6枚	〃				6〃	IGN	購入					
7	ペルー図、地図リスト	製本				1〃	ELECTOLOPERU	〃					
8	〃 道路図 (1:2,200,000)	印刷				1〃	IGN	〃					
B-1	(流域の説明) MINISTERIO DE AGRICUTURAY AUMENTACION	印刷				2部	INAF						
2	ENOUEMA HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MAURE (流域図)	コピー				1〃	〃						
3	RED DE ESTACIUNES NIDROMETRICAN (水量観測)	〃				1〃	〃						
4	RED METEOROLOGICA DEL AREA DEL PROYECTO (1977) (気象観測報告)	印刷				1〃	〃						
5	CALIDAD AGRICOLA DEL AGUA SUPERFICIAL DE LAS CUENCAN COMPRO METIDAS(1978)(農業に使用する水質調査)	〃				1〃	〃						
6	DATOS METEREOLOGICOS O TENIDOS PORNUENTRA ESTACION DE PLATAFORMA MINA TODUEPARA(1981)	コピー				1〃	ELECTROPERU						
7	OBSERVACION METEOROLOGICA ENPLATAFORMA MINA TODUEPARA (1978)	〃				1〃	〃						
8	ペルー(共) 水力調査報告書	〃				1〃	JICA						
9	ククチ総合開発修正D期計画調査報告書	〃				1〃	〃						
10	水文(気温、風速、流量、雨量、蒸発量)観測資料	〃				1〃	SENAMHI						

主管部長	文書管理課長	主管課長

情報管理課長	図書資料室受付印

収集資料リスト

昭和　年　月　日　作成

地域		調査団名称		調査の種類		作成部課	
国名				現地調査期間	年　月　日～　年　月　日	担当者氏名	

番号	資料の名称	媒体	縮尺	ページ数	オリジナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	郵送・搬入（携行）の別	取例区分	利用責任	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認欄
B-11	調査域部等用意地図（1964～1975版）	コピー				1部							
12	気象観測所設置位置図	〃				〃							
13	水位、気象観測所設置位置図	〃				〃							
C-1	地質図（1：100,000）：TARATA, HUAITIRE, MAZOCRUZ	印刷図				各1部	INGEMMET	搬入					
	PIZACOMA, PUDUINA, OMATE（6枚）	〃				〃（6枚）	〃	〃					
2	地質図（OMATE, HUAITIRE, MAZOCRUZ, PRACOMA）	製本		63		1部	〃	〃					
3	MOQUEGUA TACNA 地質図（1：250,000）	青焼				1〃	〃	〃					
4	地質図のカタログ	製本		29		3部	〃	郵送					
5	TERREMOTOS 大地震	〃		76		1〃	CAPECO	搬入					
6	CONSTRUCTION ANTISISMICA 耐震耐風設計（1）	〃		267		1〃	〃	〃					
7	TEORIA ANTISISMICA 〃（3）	〃		275		1〃	〃	〃					
8	CALCULO ANTISISMICA 〃（4）	〃		316		1〃	〃	〃					
9	アンデス山脈に関する説明他	ゼロックス				1〃	国内	郵送					
10	OKOTEC S.A 社案内	〃				1〃	ボーリング会社訪問	〃					
11	JOSE L. ARCE HELBERO（物理探査）	コピー				1部	会社訪問	〃					

正管部長	文書管理課長	正管課長

情報管理課長	文書管理担当者

収集資料リスト

昭和　年　月　日　作成

地域		調査団		調査の種類		作成部課	
国名		事業名		現地調査期間	年　月　日～　年　月　日	担当者氏名	

番号	資料の名称	形態	版型	ページ数	オリジナル・コピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	保管・購入（貸出）の別	収集区分	利用状況	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認欄
D-1	電気関係記録資料	コピー				1 部	ELECTRO PERU 他						
2	ENERGIA ELECTRICA Y DENARROLLO（1987） 電源開発計画	印刷				1 〃	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS						
3	ペルー国水力発電一覧表	コピー				1 〃	ELECTROPERU						
4	設備概要	〃				1 〃	〃						
5	DATOS TECNICUS Y PRINCIPALLES CARACTERINTICAS DEL SINTE MA ARICOTA	〃				1 〃	〃						
6	DIRECCION GEMERAL DE ELECTRICIDAD	〃				1 〃	CORDETACNA						
7	電力計画	〃				1 〃	JICA						
8	ELECTROPERU MEMORIA（1978年版）	〃				1 〃	〃						
9	ペルー共和国地域開発計画調査（56年3月）	〃				1 〃	〃						
10	MODIFIED NECOND STAGE DEVELOPMENT OF PLAN TACNA VOL I　（1971）	印刷				1 〃	ELECTROPERU						
11	〃　VOL II　（1971）	〃				1 〃	〃						
12	〃　VOL III　（1971）	〃				1 〃	〃						
13	ENERGIA ELECTRICA Y DENARROLLO（Programa de Accion）	コピー				1 〃	〃						
14	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SINTEMA ARICOTA S. P. C. C TO UEPALA	〃				1 〃	〃						
15	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SINTEMA ARICOTA ELECTRIO SPCC	〃				1 〃	〃						
16	ENTUDIO RED ES UEMA GENERAL	〃				1 〃	〃						

立替報告	文書管理課長	工管課長	情報管理課長	図書資料室管理官

収集資料リスト

昭和　年　月　日　作成

地域		調査団		調査の種類		作成部課	
国名		外名称		現地調査期間	年　月　日～　年　月　日	担当者氏名	

番号	資料の名称	形態	取型	ページ数	オリジナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	保管・閲人(他所)の別	収集区分	利用状況	利用者所属氏名	納入作成日	納入確認欄
E-1	CATALOGO PERUANO DE LA CONSTRUCCION (建設物価)(1982-3)	冊子	A4	45			ELECTOLOPERU, CAPECO	1部保管 1部閲人					
2	TABLA DE ALQUILER DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION(1982-4-30)建設機械のリース料	〃	〃	19			〃	保管					
3	REPORT ON THE ECONOMIC SITUATION OF PERU(1981)	印刷					BANCO CONTINENTAL	〃					
4	〃 (1982)	〃					〃	〃					
5	経済協力関係資料(ペルー)昭和54年-3月	コピー					JICA	〃					
6	INFORME ESTADISTICO 全情報 (1979)	印刷	A4	50			ELECTOLOPERU	〃					
7	〃 (1980)	〃	〃	95			〃	〃					
8	〃 (1981)	〃	〃	95			〃	〃					
9	〃 (1982)	〃	〃	85			〃	〃					
10	貿易市場シリーズ (1976)	コピー	〃	81			JETRO	〃					
11	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1982-1983 (82～83年国家の開発)	〃	〃	44			CORDETACNA	〃					
12	CORPORACION DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO DE TACNA (1982)	〃	〃	28			〃	〃					
13	BOLETIN NO. 11 DEL CREPCO (情報データ)	〃	〃	13			ELECTOLOPERU	〃					
F-1	DESARROLLO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE TACNA Y MOQUEGUA	コピー				1部	INAF						
2	ESTUDIOS QUE SE REALIZAN DENTRO DEL CONTEXTO DEL ESTUDIO INTEGRAL DE LAS CUENCAS DE TACNA	〃	(開発調査の目的)			1〃	〃						
3	CURVA HIPSOMETRICA DE LA CUENCA DEL RIO UCMUSUMA A PARTIR DE LA ESTACION BOCATOMA	〃				1〃	〃						
4	CAMARA PERUANA DE LA CONSTRUCTION (建設会議メンバーリスト)	〃				1〃	ELECTOLOPERU						
5	ペルー紹介一般(カタログ他)	印刷				1式	外務						

主管部長	文書管理課長	主管課長

情報管理課長	図書管理担当者印

収集資料リスト

昭和　　年　　月　　日 作成

地域		調査団名称		調査の種類		作成部課	
国名				現地調査期間	年　月　日～　年　月　日	担当者氏名	

番号	資料の名称	形態	規格	ページ数	オリジナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	購入・寄贈(他所)の別	収集区分	利用責任	利用者所属氏名	納入年度日	納入機関名
G-1	BIENRENIDO A TO UKPALA (会社構内)	印刷				1 部	SPCC						
2	DEVELO PMENT OF WATER SUPPLY FROM PANTO GRANDE RENERVOIR (1967)	コピー		36		1 〃	〃						
3	ESTADISTICA HIDROLOGICA Y METEREOLOGICADE LOS DEPARTA MENTOS DE TACNA Y MO UEGUA (1982)	〃		58		1 〃	〃 (水文関係)						
4	PROYECTO CUAJONE VOLUMEN I (1974)	〃		167		1 〃	〃 (地下水調査報告)						
5	ANEXO DEL VOLUMEN I (1974)	〃				1 〃	〃 (図面集)						
6	GENERAL DATA & DRAWINGS (TULY, 1982)	〃				1 〃	〃 (ボーリング柱状図)						
7	EL ACUIFERO MAURE EN LAS PAMPASDEL AYRO(1973)	〃		33		1 〃	〃						
8	A PROPOSAL FOR A HYDROELECTRIC ENERGY AND KIATER (1982)	〃		6		1 〃	〃						

8. 質 問 調 査

Questionnaire

on

The Water Supply For The Lake Aricota

and

Hydroelectric Power Development Project

of

the Republic of Peru

Preliminary Survey Team of JICA

July 2, 1982

Contents of Questionnaire

1. Electrical data in the Republic of Peru

Item	Description	Availability	Notes
1. Existing Power Facilities	Power plants, substations, and transmission lines (voltage, No. of circuit, route length) Power system single line diagram and route map		1： 国家的なものは、電力鉱山省（ITEM）で作っているが１９７５年以降については、印 していないが入手可能である。 但し、どの程度の発電所までの線に入れるか検討の要があると考える。 両函部については、ELECTROPERU 又はＭＥＭで入手出来る。
2. Power Consumption	Maximum power demand (KW), annual energy consumption (KWH) Classification energy consumption (KWH) (a) Household (b) Industry (c) Agriculture (d) Commercial (e) Others Energy loss (transmission and distribution)		2： 国家的なものはＭＥＭで入手出来る。 両函部についてはTACNA ELECTROPERU又はSEAL（Servicio electrico-Arequipa）で入手できる
3. Demand and Supply Balance	Demand and supply balance at generating end from 19 to 19 (KW, KWH) Typical daily load curve		3： ＭＥＭで入手函館の見込み。 両函館なし
4. Demand Forecast	Regional development plan (master plan) Long term demand forecast (max KW, KWH) and protection method		4： 国家的なもの及び両函館のものはＭＥＭ又はELECTROPERUで入手出来る。

Item	Description	Availability	Notes
5. Supply Planning	Long term supply planning (max KW, KWH) installed capacity, firm and secondary energy of each proposed power plant Reserve capacity		5 : 上記4と同じ

2. Economic Evaluation

Item	Description	Availability	Notes
1. Evaluation Principle	Comparison with alternative power plants		1 : 前記1.3と同じ
2. Period of Analysis	Hydraulic and alternative power plants		2 : 50年
3. Service Life, Period of Replacement	Serve life, period of replacement of each item of hydraulic and alternative power plants		3 : 水力発電所 : 40～45年 蒸気火力 : 20～25年 ガスタービン : 15～20年 ディーゼル : 15～20年
4. Operation and Maintenance	Annual operation and maintenance costs or ratios such as salaries and wages, repair expenses and others in which lubricating oil insurance and so on are included for hydraulic and alternative power plants		item 4及び item 5を含めて2.5%
5. Administration	Administration cost for hydraulic and alternative power plants		
6. Other Items of Alternative Power Plants	Installed capacities, no. of units, fuel cost and so on		6 : Case by Case
7. KW and KWH Benefits of Alternative Power Plants	Including estimation basis		7 : Case by Case 但し燃料価格については国際価格とする。
8. Tariff	Existing and future		8 : ELECTROPERU(17所) 料金表で入手出来る。
9. Distribution Cost	Administration, transmission, substation, distribution, sales, interest, tax		9 : ELECTROPERU 配電表と販売表で入手出来る。

3. Geological Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Published Map on Rock and Soil Classification	Comprehensive geological maps, geological structures and their explanation		1 : INGEMMET (Instituto geologic minero metalurgico) で在庫品がなくなったが、1部ELECTROPERU にある。コピーはELECTROPERU で見ることが出来る。
2. Aerophotograph			2 : CORDETACNA にS＝1／50,000が有る
3. Project Site			3 : Pasto grande ダムサイト、Pasto grande ダムサイトからCallaza 川までの 地質調査 Report が有る。
a) Geological Drawings and Geological Report	Plans, profiles and sections Geological investigation reports		
b) Results of Geological Investigation Work	Developed drawings of exploratory tunnels or shafts Core drilling log Permeability tests and grouting tests Seismic prospecting Rock tests (deformation and shearing)		
4. Reservoir Geological Drawings and Geological Reports	Plans, profiles and sections Geological investigation reports		4 : INAF. ELECTROPERU に有る。

Item	Description	Availability	Notes
5. Hydro-geology a) Observed Under-ground Water Level b) Springing Spot c) Water Quality Examination	Pumping test, chemical analysis		5 : 川の水量については、INAFにある その他は何もない。
6. Construction Materials a) Locations b) Materials Tests	Concrete aggregate, banking materials Plans and sections		6 : 十分にある。
7. Published Report on Earthquake or Volcanic Activities	Vertical, horizontal seismic coefficient applied to design		7 : 地震については、ERECTROPERU又は地球物理庁 (Instituto Geofisico del Peru) にある

4. Planning Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Reservoir Area Capacity Curve			1： INAFで策定したAricota利水供給Reportにある。
2. Rating Curve	Near downstream of dam site, including location map		2： INAFにある。
3. Back Water Level of Downstream Dam	If any		3： 資料なし。
4. Power Plant	Available maximum head and discharge, and so on		4： Pasto grande Pump up 揚程＝110m 揚水量＝2.5～3.5 m³/sec Aricota No.3 psの落差375m 流量 4.6 m³/sec
5. Transmission Line	Topographical map of proposed route around 1/100,000, 1/50,000		5： 資料なし
6. Development Plans of the River Basin			6： 同上
7. Regulation, Code, Criteria and so forth	Civil work, (dam, penstock, road, etc.), building, machine, and material and communication		7： CAPECOで入手できる。
8. Names of Contractor	Recommendable contractors (survey, geology, transportation)		8： 毎年作成されており官報に公表される。 最近のものは1982年2月のものである。 CopyをELECTROPERUで入手出来る。

5. Topographical Map

Item	Description	Availability	Notes
1. Topographical Map covering the Locumba and Tambo	Appropriate scale		1： IGM（Instituto Geofisico Militar ＝1日米）よりS＝1／1,000,000が公表されている。 （注）I. G. MはI. G. N（Instituto Geografico n／acionalyに変った。
2. Topographical Map covering Project Area	Scale around 1/100,000, 1/50,000 including catchment or reservoir area with 20m contour		2： 同上　但し　S＝1／100,000
3. Topographical Map near Project Site	Scale around 1/25,000 (5m contour) and/or around 1/10,000 (2m contour)		3： 農林省（Ministerio de Agricultura）からS＝1／25,000（コンター＝25ｍ）のものが公表されている。
4. Topographical Map of Structure Site	Scale around 1/1,000 (0.5 to 1m contour) including quarry area and sites for construction facilities		4： Pasto grandeからCallaga川までの分水のための水路のルートについてはS＝1／2000の地形図がINAFにあるAricota No 3 P.Sについてはない
5. Profile Map of River	Appropriate scale		5： 資料なし
6. Cross Section of Dam Site	Scale around 1/2,000 ~ 1/1,000		6： 今S＝1／500で実施中である。
7. Survey	List and data of triangulation net for Project area List and data of level net for Project area List and data of bench-mark near Project area		7： ある程度　I. G. Mで得られる

6. Hydrological and Meteorological Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Run-off	Available data of all water gauging-stations including location map(s)		1 : SENAMHI (Servicio National de meteorologia I Hidrologia) 又はINAFにある。
	Converted run-off data at the dam site		
2. Flood Flow	Physical method such as probable maximum method		2 : なし
	Statistical method		
	Recorded maximum flood		
3. Sedimentation	Suspended material and bed load material		3 : なし
4. Evaporation	Monthly average observed or arranged evaporation		4 : SENAMHI 又はINAFにある
5. Precipitation	Available precipitation data, wet and dry seasons		5 : 同上
6. Weather	Temperature, humidity and thunder (annual number of days per 10 km square), location maps of station(s)		6 : ELECTROPERUに雨季の1月から3月までの調査資料がある。
	Max. Min. Temperature applied to design		
	Max. wind velocity applied to design		
	Lightning		

7. Cost Estimation Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Construction Cost for Civil Work	Labour Materials (cement, steel, fuel, etc.) Unit cost of hydroelectric power plant constructed in recent years (per KW, per KWH)		1 : ・CREPCO(Consejo de Reajuste de la Precios de la Construccion： 建設省ビルの9階、保険病院の横日本大使館に近い)にある。 CREPCOは建設に関する様々の問題を解決するために毎月開催されている。 ・Charcani 第5発電所＝ US$ 2,500／KW ・Carhuaquero 〃 ＝ 〃 2,700／KW ・Yuncan 〃 ＝ 〃 2,500／KW
2. Construction Cost for Electrical Work	Labour Materials (cement, steel, fuel, etc.) Unit cost of oil-, coal-, geo-thermal power plant constructed in recent years (per KW, per KWH) Unit cost of transmission line		2 : ガスタービン 第5発電所＝ US$ 400～600／KW ディゼル 〃 ＝ 〃 700～800／KW
3. Annual operation and Maintenance cost	Hydroelectric power station Thermal power station (including fuel) Transmission line Substation		3 : Case by Case
4. Interest rate			4 : Case by Case 国内金利 56% 物価上昇 60%
5. Escalation rate			5 : Case by Case 国内 64% 国外 11% 電力法でリボル金利＋1.25%をMaxにしている 1982年5月7日付の官報に出ている
6. Import duties	Permanent and temporary machinery and materials		6 : 一般にはFOB価格の60%をかけている 本プロジェクトはどうなるかわからない

8. Other Requests

Item	Description	Availability	Notes
1. Organization in Charge of and/or concerned with the Project	Ministerial, Regional, Provincial Organization Responsible agency		1 : CORDETACNA ← JICA CORDETACNA → INAF CORDETACNA → ELECTROPERU CORDETACNAが責任を持ってJICAと協議する
2. Published Statistics	Statistics of economy, industry, trade, etc. in Dominican Rep. and the Project area (Annual Electric Report, Statistical Yearbook, etc.)		2 : ONE(Oficina National de Estadistica)で協力完成している
3. Resettlement	Number of houses, population, farm land, etc. necessary to be relocated Unit prices of each item		3 : CORDETACNAで調査する
4. Land, Forest	Schemes of land use, forest, etc.		4 : 問上
5. Game Reserve	Kinds of wildlives preserved (if any) Area of game reserve		5 : なし
6. Facilities and Arrangements for Field Investigation	Temporary bridges or boats and rafts to cross the river near the dam site Facilities for climbing at the dam site if necessary Labours, cars, radiophones (Hertz), Hotel accommodations		6 : 交通に関しては問題はない。 労働者及び自動車はCORDETACNAで準備する。 Chintaraに於ける宿舎はELECTRO-PERUが準備する。

9. 現地訪問先リスト

機関名	氏名	所属	職位
ペルー(共) 日本大使館	野田英二郎 伊藤忠一 厚井達夫		大使 公使 二等書記官
JICAリマ 事務所	平林武尚 高木繁		所長 所員
ELECTRO PERU	ING. TSUGUO NOZAKI	本部	ASESOR TECNiCO
	AMADED PRADO BENITEZ	〃	局長
	JOSE CLAUDIO SALAMANCA	〃	調査研究部長
	LUCIANO YI YEP	〃	調査課長
	MARIO TALIVERA	〃	
	ORIANDO FELIX SALVADOR	〃	送電技師
	JOSE LUIS GUISA RIOS	TACNA事務所	電気担当技師
	CESAR VALDIVIA MEDINA	〃	〃
CORDETACNA (タクナ開発公団)	LHIS BOCCHIO RETAS	本部	総裁
	AMERICO OLIVARES ESQUIVEL		副総裁
	LVIS SAEZ SAUCHEZ		技師
	VICTOIO ESQUIVEZ VILLECAS		〃

（その２）

機関名	氏名	所属	職位
CORDETACNA（タクナ開発公団）	FEDERICO NIETO BECERRA		技師
	EDOAD ACOSTA PINTO		〃（地質）
	FERNANDO CARONEL ASLUNA		〃（地質）
	MISUEL NEYRA SARAYCOCHEA		〃
INAF	JOSE URTEASA CABERA	本部	
	RICARDO GAYOSO ZEVALLOS	〃	
	LUIS NAZANO HUCRTA	〃	
	CARLOS CABEZA E	Tacna事務所	技師
鉱山動力省（Ministerió de Energia Y Minas）	EONUNDO RENDOO	本部	電力総局長
MOQUEGUA公団、他	MAUUCL VCRA VERA	本部	副総裁
	CRISTALA CONSTANTIUIDES	Moquegua	市長
	ANTONIO CABELLO OVIEAO	本部	技師
	JOSE COAOUIRA BEDOYS	〃	〃
	SIDGAR SAROON ESPEZUA	〃	〃
	MANUEL PLORN LUOVZ	〃	〃

（その３）

機関名	氏名	所属	職位
MOQUEGUA 公団	RONB DRVALS B	本部	技師
	VICTOR REYNAGA	〃	〃
ILO港湾事務所	ANGEL CHEUGUAYEN CARTS		
SPCC	DANIEL RODRIGUEZ HOYLE	本社	副社長
	LUCIANO GAILLARN	〃	
	FRANK B STEUEVSON	〃	地質部長
	GUILLERMO VELAZQUEZ E	Toquepala 鉱山	
	JORGE A. TOVAR PACHECO	〃	地質技師
GEOTEC S A	JORGE ZORRILLA MALCA	本社	副社長
JOSE E. ARCE HELBERG	本人	本社（自宅）	社長

10. 参 考 資 料

(1) S/W 及び ミニッツ

SCOPE OF WORK FOR THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER SUPPLY FOR THE LAKE ARICOTA AND THE ARICOTA N° 3 HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna - The Republic of PERU

and

Japan International Cooperation Agency

The Government of Japan decided to extend technical cooperation for undertaking a Feasibility Study of the Water Supply for the Lake Aricota and the Aricota N° 3 Hydropower Project on the tributary of LOCUMBA River in TACNA Province - (hereinafter referred to as "the Project") in accordance with laws and regulations in force in Japan

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as " JICA") the official agency responsible for the implementation of technical cooperation programs of the Government of Japan, dispatched the Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Hiroshi KOHASHI from June 14th. to July 5th, 1982, to work out the Scope of Work of the Project with the Government of the Republic of Peru and the executing organization for the Project, Corporación Departamental de Desarrollo de TACNA (hereinafter referred to as "CORDETACNA").

As a result of a series of discussions, "the Team" and "CORDETACNA" hereto agreed upon the Scope of Work on July 2nd. 1982, in Lima.

Hiroshi Kohashi

Mr. Hiroshi KOHASHI
Team Leader of the Preliminary Survey Team
Japan International Cooperation Agency

Sr. Luis Bocchio Rejas
Presidente
Corporación Departamental de Desarrollo de TACNA.

I. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the study will be to carry out a feasibility study for the development of the Project by undertaking site investigations and office studies such as technical, economic and financial analysis.

II. SCOPE OF THE STUDY

The feasibility study of the Project will be carried out in the following two (2) stages within a period of about 8 months after the completion of the field investigation.

1. Field Investigation Stage
2. Feasibility Design Stage

The detailed scope of work at the respective stages is itemized as follows :

1. Field Investigation Stage

Investigations of electric power and social and economic resources of the river basin of the Aricota Lake, Loriscota Lake and exceeding water at the upperstream of the Viscachas River, and the existing power facilities, load forecast, power source development program and financial and economic conditions.

(1) Comparative studies

Comparative studies of the existing plans and alternative plans of the Project based upon the existing topographic maps and data.

(2) Site reconnaissance

a. Site reconnaissances of the project sites including alternative sites.

b. Ground surface investigations of topography and geology of diversion and intake sites, diversion channel, power station sites, switch-yard and quarry sites and borrow area.

c. Investigations of transportation routes.

d. Siting of hydrological observation stations.
Siting of rainfall gauging stations, water stage gauging and discharge observation stations.

(3) Topographic surveys.
Topographic surveys by planimetry, levelling and aerophotogrammetry on the proposed sites for main structures including reservoir area, lakes, diversion channel, quarry and borrow area.
Installation of survey posts and bench marks.

(4) Seismic and electric prospectings
Seismic prospectings on the proposed sites of dam, spillway, headrace, power station and quarry sites, borrow area.
Electric prospectings for underground water level in swamp area.

(5) Drilling works
Drilling works and permeability tests on the optimum site of dam, spillway, headrace, power station, tailrace and quarry

(6) Well excavations
Geological and underground water level investigations by well excavations in swamp area.

(7) Test pits
Collection of investigation samples by test pits on the proposed sites of concrete aggregates, (quarry if necessary) and riverbed deposits.

(8) Discharge observation
Guidance of actual measurement of discharge, sediments at the discharge observation stations.

(9) Field/laboratory tests
Mechanical tests of concrete aggregate, drilling core, soil and water pumping quality tests.

(10) Power market survey

a. Review and analysis of the present power system and future programs for the distribution area.

b. Collection of information on future program of industrialization in the distribution area.

c. Review and analysis of relevant information on growth of power consumption, available forecasts of power demand, characteristics of power consumption pattern, etc.

(11) Investigation and study of the substation and transmission lines. Transmission lines from the power stations to the closest or existing receiving end substation and to the pumping-up station at Pasto Grande.

(12) Study of social and environmental problems.

(13) Hydro-meteorological investigation on flood/drought run-off and sediments.

(14) Investigation of roads for transportation of construction equipments and materials from the port to the site.

(15) Investigation of houses, roads, land and rights to be submerged in the reservoir, and recommendation on compensation thereof.

2. Feasibility Design Stage

Using the results of the studies carried out at the Field Investigation stage, the following will be carried out.

(1) Review and study of optimum diversion and power generation scheme.

a. Review and study of optimum diversion and power generating scheme and optimum operating plan of the power station corresponding to the demand in the distribution area.

b. Comparative study on the alternative layout or sites of major permanent structures of the Project.

c. The timing, staging and phasing of the development of the Project will be determined to coincide with CORDETACHA's generation and transmission line expansion plans.

(2) Geological and material analysis

a. Analysis of the foundation of dam and main structures

b. Study of the locations of quarry sites and borrow areas and available volume.

(3) Feasibility design

The design work will include civil works, steel structures and electro-mechanical equipment and temporary construction facilities, the transmission line and adopted voltage. The transmission line route will be determined by taking into account CORDETACNA's generating and transmission line expansion plan.

(4) Cost estimation

The cost estimation of the Project will be broken down into local and foreign currency costs. The schedule of yearly disbursement will be prepared.

(5) Construction plan adn schedule of the Project

The construction plan and schedule of the Project will be prepared using time-oriented bar chart.

(6) The Economic and financial analysis of the Project

The economic analysis will include computation of the Project cost and OM (Operation and Maintenance) costs, and comparison of the cost with alternative power sources to obtain the cost-benefit, and calculation of internal rate of return and also sensitivity analysis. Financial analysis will include calculations of the project financial costs, cash flow, and calculation of financial internal rate of return.

III) REPORTS

The following reports will be prepared to CORDETACNA as indicated below:

1. Inception Report (English and Spanish)

The Inception Report (15 copies) not later than one and half (1.5) months after the starting date of the Feasibility Study.

2. Progress Report (English and Spanish)

Quarterly Report (10 copies) covering the field and office studies of the Feasibility Study.

3. Feasibility Report (English except the Summary Report)

The Feasibility Report (30 copies) within eight (8) months after the completion of the field investigation.

IV) DIVISION OF UNDERTAKING

The division of technical undertakings by CORDETACNA and JICA of the Feasibility Study is as per APPENDIX - 1.

V) CONTRIBUTION OF BOTH SIDES

1. Contribution of CORDETACNA

(1) To provide the JICA Study Team with available data, information and materials including the hydrological data necessary for the study.

(2) To arrange/coordinate meetings with authorities concerned.

(3) To obtain official permissions for the study team members to enter into, stay and work in, and depart from the Republic of Peru.

(4) To obtain for the study team members the exemption from taxes and duties on equipment, materials and personal effects brought into the Republic of Peru by the Team for the purpose of the study, in accordance with the regulations of the Government of the Republic of Peru.

(6) To assist in clearing, handling and storage at the port/airport and inland transportation (to and from the Project site) and custody of equipment, machines, instruments, tools and other articles to be brought into the Republic of Peru and then brought back to Japan by the study team.

(7) To nominate a counterpart personnels including a project coordinator who has responsibility for the survey works and to handle any trouble which arises or may arise with other parties throughout the survey period.

(8) To obtain for the study team members necessary permissions to use radiophones in carrying out the investigations.

(9) To obtain for the study team members the permission to enter into the Project area and private-owned land for the purpose of the study.

(10) To provide the following facilities/services :

a. The best assistance for security of the lives and properties of the study team members during their stay in the Republic of Peru.

b. Undertaking to bear claims against the study team members occuring in the course of or otherwise in conection with the discharge of their official functions in the Republic of Peru, except those claims arising from the willful misconduct or gross negligence of the study team members.

c. Adequate office accommodation at Tacna and Chintari with sufficient floor space and necessary office equipment together with secretarial and clerical services.

d. Necessary lodging accommodation with furniture for daily life, lighting, heater and water supply at the Project sites with and adequate floor space.

e. Four units or more of 4-wheel drive Jeep.

f. Construction of access road or footpath for execution of field investigation works, geological surveys and drilling works in the Project area.

g. Workers required for the field surveys conducted by the study team.

h. Security of the study team members at the Project area.

2. Contribution of JICA

(1) To send the study team to conduct the study according to the schedule given in the Clause III, Scope of The Study.

(2) To prepare the necessary equipments

(3) To transfer knowledge and technology to the counterparts during the period of the study.

APPENDIX I Division of undertaking by CORDETACNA & JICA FOR THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER SUPPLY FOR THE LAKE ARICOTA AND THE ARICOTA N° 3 HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

WORK ITEM	by CORDETACNA	by JICA
1. Site reconnaissances	1. To provide counterpart engineers and workers for guiding, clearing of footpaths.	1. Site reconnaissances
2. Topographic surveys 2.1 Aerial surveys and mapping.	1. To carry out the following items (1) Survey for control points (2) Aerial photographing (3) Aerial triangulation (4) Provision of aerophoto on the scale of around 1:25,000 (5) Production of aerophoto maps. (6) Provision of maps on the scale of around 1:100,000 of 1:25,000 for the whole Project area including catchment area, around 1:10,000 for the proposed damsite and division channels, power station and their vicinity and around 1:100,000 or 1:25,000 for the route of the transmission line.	1. To prepare the technical specifications if necessary. 2. To supervise aerial topographic survey.
2.2 Ground surveys	1. To provide technical assistants and workers for ground surveys. 2. To provide and ascertain triangulation stations and the elevations of the bench marks available in the nearest points to the site	1. To program surveys 2. To determine locations and area of ground surveys 3. To carry out ground surveys including planimetry and levelling of project sites by contracting local contractor. 4. To supervise ground surveys. 5. To produce topographic maps on the scal of around 1:2,000 (or 1:1,000 if necess ry) of the main structures by contracti local contractor.

WORK ITEM	by CORDETACNA	by JICA
3. Geological surveys 3.1 Drilling works and permeability tests.	1. To provide technical assistants and workers 2. To carry out surveys for identifying the location and elevation of boreholes 3. To carry out drilling works and permeability tests, etc.	1. To program drilling works 2. Geological assessment of boring cores and permeability tests. 3. To supervise geological surveys. 4. To carry out drilling works and permeability tests by contracting local contractor, if necessary.
3.2 Seismic and electric prospectings	1. To provide technical assistants and workers 2. To carry out necessary topographic surveys 3. To provide explosives and powder magazine(s) 4. To provide guards for powder magazine(s) 5. To carry out and record seismic and electric prospectings.	1. To program and analyse data 2. To supervise seismic and electric prospectings. 3. To carry out and record seismic and electric prospectings by contracting local contractor.
3.3 Well and pits excavations	1. To carry out wells and pits excavations.	1. To program excavations. 2. To determine locations of excavation 3. To supervise wells and pits excavations. 4. To carry out wells and pits excavations, by contracting local contractor. 5. Geological assessment of results of wells and pits excavations.

WORK ITEM	by CORDETACNA	by JICA
3.4 Field/laboratory tests.	1. To provide technical assistants and workers for sampling and local transport of sampled materials. 2. To carry out tests.	1. To program and analyse data. 2. To identify locations for sampling 3. To supervise tests. 4. To carry out tests by contracting local contractor.
3.5 Preparation of geological maps.	1. To provide existing available data on geology and the past earthquake records in the vicinity of the project area or in the Republic of Peru. 2. To prepare geological maps.	1. Field reconnaissances. 2. Geological assessment based on result of field geological survey
4. Hydro-meteorological investigation.	1. To install measuring instruments, if necessary. 2. To provide measuring instruments, if necessary. 3. To observe and record 4. To provide workers for sediment sampling.	1. To plan hydro-meteorological measurements, if necessary. 2. Analysis of data
5. Studies on flood/drought, land use, etc.	1. To provide the existing available data.	1. Analysis.
6. Office studies.	1. To provide the existing available data of the various investigations.	1. Analysis 2. Designs 3. Reports
7. Load demand and transmission studies.	1. To provide previous studies on potential load demand and transmission	1. To review and analyse previous studi 2. To prepare demand forecast and power development program. 3. Analysis.
8. Social and environmental aspects studies.	1. To provide the data of social and environmental aspects.	1. Analysis.

Tentative Time Schedule of the Feasibility Study of the Project

July 2nd., 19

Work in Peru
Work in Japan

Item	Year	1982			1983																							
	Month	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
	Calender Month	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
	Wet of Dry Season																											
Field Investigation	Site Reconnaissance, data collection, planning of investigation work.																											
	Topographic survey																											
	Drilling work																											
	Seismic, Electric Prospecting.																											
	Hydrological observations.																											
	Test pit and well																											
	Field laboratory test.																											
	Power Market Survey																											
	Other survey																											
Office Work	Comparative study of several layout design																											
	Feasibility design.																											
Report	Inception report																											
	Progress report																											
	Feasibility report																											

ALCANCES DEL TRABAJO PARA EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL

AFIANZAMIENTO HIDRICO DE LA LAGUNA DE ARICOTA Y LA CENTRAL

HIDROELECTRICA ARICOTA N° 3

CORPORACION DE DESARROLLO DE TACNA

REPUBLICA DEL PERU

AGENCIA JAPONESA DE COOPERACION INTERNACIONAL

INTRODUCCION.

El Gobierno del Japón ha decidido dar cooperación técnica para encargarse del estudio de factibilidad del Afianzamiento Hídrico de la Laguna Aricota y Central Hidroeléctrica Aricota N° 3, aguas arriba del río Locumba, Provincia de Tacna, de acuerdo con las leyes y reglamentos que están vigentes en el Japón.

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) es la Agencia Oficial responsable de la implementación de los Programas de Cooperación Técnica del Japón, envía el equipo de estudio preliminar (que en adelante se denominará equipo Japonés), a cargo del Sr. Hiroshi Kohashi desde el 14 de Junio al 5 de Julio de 1982, para trabajar y determinar el alcance del trabajo del Proyecto con el Gobierno de la República del Perú y la organización ejecutiva del proyecto, la Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna (de ahora en adelante se denominará CORDETACNA).

Como resultado de una serie de discusiones, el equipo Japonés y CORDETACNA se han puesto de acuerdo sobre el alcance del trabajo en la fecha 2 de Julio de 1982 en Lima.

Sr. Hiroshi Kohashi
Jefe del Equipo Preliminar
del Estudio (JICA)

Sr. Luis Bocchio Rejas
Presidente Cooporación
Departamental de Desarrollo
de Tacna.

(1) Estudios Comparativos

Estudios comparativos de los planes existentes y los planes alternativos del Proyecto, basados sobre mapas topográficos existentes y otros datos.

(2) Reconocimiento del Lugar

a. Reconocimiento del lugar del proyecto incluyendo otros lugares alternativos.

b. Investigaciones superficiales de topografía y geología de lugares de desviación y de captación, canales de desviación , ubicación de estaciones eléctricas, patio de llaves, ubicación de canteras y áreas expropiables.

c. Investigaciones de rutas de transporte.

d. Ubicación de estaciones de observación hidrológica. Ubicación de estaciones de medición de lluvia, pozos de agua y estaciones de observación de descargas.

(3) Mediciones topográficas

Mediciones topográficas por planimetría, nivelación y aero fotogrametría en los sitios propuestos para las construcciones principales, incluyendo reservorio, lago , canales desviación, cantera y áreas expropiables. Instalación de puestos de medición y bench marks.

(4) Exploraciones sísmicas y eléctricas

Exploraciones sísmicas en los lugares propuestos para la represa, aliviadero, canal de alimentación de la turbina, casa de fuerza, canteras y áreas expropiables. Exploraciones eléctricas, para determinar el nivel de agua subterránea

en áreas pantanosas.

(5) Trabajos de Perforación

Trabajos de perforación y pruebas de permeabilidad en los sitios óptimos de represa, canal de rebose, canal de alimentación de la turbina, estación de potencia, canal de descarga de la turbina y cantera.

(6) Excavaciones de Pozo

Investigaciones geológicas y de nivel del agua subterránea por medio de excavaciones de pozos en áreas de pantano.

(7) Pozos de Prueba

Colección de muestras de investigación por medio de pozos de prueba en los sitios propuestos para conseguir agregados de concreto, (canteras si es necesario) y depósitos del lecho del río.

(8) Observación de Descarga

Guía de la medida de descarga, sedimentos en las estaciones de observación de descarga.

(9) Pruebas en el Campo y en el Laboratorio

Pruebas mecánicas de agregado de concreto, rocas y suelos y calidad del agua, pruebas de bombeo.

(10) Estudio del Mercado de Potencia Eléctrica

a. Revisión y análisis del presente sistema de fuerza

eléctrica y los futuros programas para el área de distribución.

b. Recolección de información, sobre futuros programas de industrialización para el área de distribución.

c. Revisión y análisis de informaciones sobre el crecimiento del consumo de energía eléctrica, pronósticos disponibles de la demanda de energía eléctrica, características del consumo habitual de energía eléctrica, etc.

(11) Investigación y Estudio de la Subestación y Líneas de Transmisión

Líneas de transmisión desde las centrales de energía a las subestaciones, terminal de recepción más cercanas o existentes a la estación de bombeo en Pasto Grande.

(12) Estudio de Problemas Sociales y del Medio Ambiente

(13) Investigación hidrometereológica sobre inundaciones y sequías y de sedimentos.

(14) Investigación de caminos para el transporte de equipos de construcción y materiales desde el puerto hasta el lugar de construcción.

(15) Investigación de casas, caminos, terrenos que serán afectados al crear un reservorio y recomendaciones en cuanto a compensaciones por los terrenos.

2. Etapa de Diseño de Factibilidad

Utilizando los resultados de los estudios efectuados en la etapa de investigación de campo debe efectuarse lo siguiente:

(1)a. Revisión y Estudio de la derivación óptima y del plan de generación de potencia y óptimo plan de operación de la Central Eléctrica, correspondiente a la demanda en el área de distribución.

b. Estudio comparativo acerca del proyecto alternativo o ubicaciones de principales estructuras permanentes del Proyecto.

c. La asignación de tiempos, etapas y fases en el desarrollo del proyecto será determinada para que coincida con los planes de expansión de las líneas de transmisión y generación de CORDETACNA.

(2) Análisis Geológico y de Materiales

a. Análisis de los cimientos de la represa y estructuras principales.

b. Estudio de las ubicaciones de lugares de canteras y áreas expropiables, y volúmenes disponibles.

(3) Diseño de Facatibilidad

El trabajo de diseño incluirá obras civiles, estructuras de acero y equipo electromecánico y construcción de facilidades temporales, la línea de transmisión y el voltaje adoptado.

La ruta de la línea de transmisión se determinará tomando-

en cuenta el plan de expansión de líneas de transmisión y generación de CORDETACNA.

(4) Cálculo de Costos

La estimación del costo del proyecto se expresará en moneda nacional y extranjera, Se preparará un calendario de desembolsos anuales.

(5) Plan de Construcción y Calendario del Proyecto

El Plan de construcción y el calendario de proyectos se preparará usando diagrama de barras respecto al tiempo.

(6) Análisis Económico y Financiero del Proyecto.

El análisis económico del proyecto incluirá el cálculo del costo del proyecto, costos de operación y mantenimiento, y la comparación del costo con el de otras fuentes alternativas de energía eléctrica para obtener el Costo Beneficio y el cálculo de la Tasa Interna de Retorno y también el análisis de sensibilidad. El análisis financiero incluirá cálculos de costos financieros del Proyecto de Flujo de Caja y Cálculo de la tasa interna de retorno.

III. INFORMES

Los siguientes informes se prepararán para CORDETACNA, como se indica a continuación :

1) Informe Inicial (Inglés y Castellano)

El Informe inicial (15 copias) a más tardar a un mes y medio después de iniciado el estudio de factibilidad.

2. Informes de Avance (Inglés y Castellano)

Un informe cada 3 meses (10 copias) que incluirá los estudios de campo y de oficina sobre el estudio de factibilidad.

3. Informe de Factibilidad (Inglés, excepto el resumen del informe.

Del informe de factibilidad (30 copias) dentro de ocho (8) meses después de terminar las investigaciones de campo.

IV. DISTRIBUCION DE TAREAS

La distribución de tareas entre CORDETACNA y JICA del estudio de facatibilidad se encuentra en el apéndice N° 1.

V. CONTRIBUCION DE AMBAS PARTES

1. Contribución de CORDETACNA

1) Proveer al equipo de estudio de JICA de datos, información y materiales incluyendo los datos hidrológicos necesarios para el estudio.

2) Arreglar y coordinar reuniones con las autoridades pertinentes.

3) Obtener permisos oficiales para que los miembros del equipo de estudio puedan ingresar, transitar, trabajar y salir de la República del Perú.

4) Obtener para los miembros del equipo del estudio la exoneración de impuestos de aduana sobre equipo, materiales y efectos personales que los miembros del equipo -

traigan a la República del Perú, con el propósito de hacer el estudio de acuerdo con los reglamentos de la República del Perú.

(5) Obtener para los miembros del equipo de estudio las exoneraciones de impuestos y derechos de ingreso de cualquier clase, relacionados con el costo de vida, remitidos del extranjero de acuerdo con los reglamentos del Gobierno de la República del Perú.

(6) Ayudar con el despacho o almacenamiento en el puerto o aeropuerto y en el transporte al lugar del proyecto y la custodia del equipo, máquinas, instrumentos, herramientas y otros artículos que se traerán a la República del Perú y después ayudar en su traslado y regreso al Japón por el equipo de estudio.

(7) Nombrar un equipo coordinador que tenga la responsabilidad de los trabajos de reconocimiento y medición y de solucionar cualquier problema que pueda surgir entre las dos partes durante el período de reconocimiento.

(8) Obtener para los miembros del equipo de estudio los permisos necesarios para usar equipos de radio en su trabajo de investigación.

(9) Obtener para los miembros del equipo de estudio el permiso para entrar en la zona del proyecto y en cualquier área privada con el propósito de cumplir su estudio.

(10) Proveer los siguientes servicios o facilidades:

a. La mejor asistencia para seguridad de las vidas y propiedades de los miembros del equipo de estudio durante su permanencia en la República del Perú.

b. Encargarse de los reclamos contra los miembros del equipo de estudio en el curso de sus funciones oficiales en la República del Perú, excepto de aquellos que resulten de una mala conducta o negligencia seria de parte de los miembros del equipo de estudio.

c. Facilidades adecuadas de oficina en Tacna y Chintari con suficiente espacio y equipo de oficina necesario junto con los servicios secretariales y conserjería.

d. Alojamiento amoblado y equipado para la vida diaria con luz, calefacción, agua, en los sitios del proyecto con espacios adecuados.

e. Cuatro unidades de vehículos o más, tipo Jeeps de doble tracción.

f. Construcción de caminos de acceso o de senderos para la ejecución de trabajos de investigación en el campo, investigación geológica y trabajos de perforación en la zona del proyecto.

g. Obreros requeridos para efectuar las investigaciones de campo que debe ejecutar el equipo de estudio.

h. Seguridad para los miembros del equipo de estudio en la zona del proyecto.

2. Contribución de JICA

1) Enviar un equipo de estudio para llevar a cabo el estudio según el calendario indicado en la cláusula III Alcance del Estudio.

2) Preparar los equipos necesarios.

3) Transferir conocimientos y tecnología a la contraparte peruana durante el tiempo del estudio.

APENDICE N° 01 .- Distribución de tareas entre CORDETACNA y JICA para el Estudio de Factibilidad del Afianzamiento Hídrico de la Laguna Aricota y de la Central Hidroeléctrica Aricota N° 3.

TRABAJOS	POR CORDETACNA	POR JICA
1. Reconocimiento de lugares	1. Proveer de Ingenieros de contraparte y obreros para guiar y despejar los senderos.	1. Reconocimiento de lugares
2. Medición topográfica	1. Hacer las siguientes cosas :	1. Preparar las especificaciones técnicas si son necesarias.
2.1 Mediciones aéreas y dibujo de mapas.	1) Mediciones para registrar puntos de control 2) Fotografías aéreas 3) Triangulación aérea 4) Proveer de aerofotografías en escala de 1 : 25,000 5) Producción de mapas basados en las fotos aéreas. 6) Proveer de mapas en la escala de 1:100,000 ó 1: 25,000 para toda el área del Proyecto inclusive zonas de drenaje alrededor de 1: 10,000 para el sitio de represa y canales de derivación, estación hidroeléctrica y sus alrededores de 1:100,000 ó 1: 25,000 para la ruta de las líneas de transmisión.	2. Supervisar en la medición topográfica aérea.
2.2 Mediciones del terreno	1. Proveer asistentes técnicos y obreros para las mediciones del terreno. 2. Proveer y averiguar las estaciones de triangulación las elevaciones de los bench marks que están disponibles en los puntos más cercanos del lugar.	1. Programar las mediciones y reconocimientos. 2. Determinar las ubicaciones y las zonas de mediciones en el terreno. 3. Llevar a cabo mediciones en el terreno inclusive agrimensura de los lugares del Proyecto.

TRABAJOS	POR CORDETACNA	POR JICA
		4. Supervisar las mediciones en el terreno.
		5. Producir mapas topográficos en la escala 1:2,000 ó 1: 1,000 si es necesario, de las estructuras principales.
3. Mediciones geológicas	1. Proveer de asistentes técnicos y obreros.	1. Programar los trabajos de perforación.
3.1 Trabajos de perforación	2. Llevar a cabo mediciones y reconocimiento para identificar la ubicación y elevación de los huecos hechos por las perforaciones.	2. Asesoramiento geológico de las muestras de perforaciones y las pruebas de permeabilidad.
	3. Llevar a cabo trabajos de perforación, y pruebas de permeabilidad.	3. Supervisar las mediciones geológicas.
		4. Llevar a cabo los trabajos de perforación y pruebas de permeabilidad por medio de contratistas locales si es necesario.
3.2 Exploración sísmica y eléctrica.	1. Proveer asistentes técnicos y obreros.	1. Programar y analizar datos.
	2. Llevar a cabo mediciones topográficas necesarias.	2. Supervisar exploraciones sísmicas y eléctricas.
	3. Proveer de explosivos y almacén de pólvora.	3. Llevar a cabo y registrar prospecciones sísmicas y eléctricas por medio de contratistas locales.
	4. Proveer de guardianes para los almacenes de pólvora.	

TRABAJOS	POR CORDETACNA	POR JICA
	5. Llevar a cabo y registrar las prospecciones sísmicas y eléctricas.	
3.3 Excavaciones de pozos y calicatas.	1. Llevar a cabo la excavación de pozos y fosos.	1. Programar excavaciones. 2. Determinar ubicación de excavaciones. 3. Supervisar excavaciones de pozos y calicatas. 4. Llevar a cabo la excavación de pozos y huecos por medio de contratistas locales. 5. Asesoramiento geológico de los resultados de las excavaciones de pozos y fosos.
3.4 Pruebas en el campo y en el laboratorio.	1. Proveer de Asistentes técnicos y obreros para hacer muestras y transportar los materiales de las muestras. 2. Llevar a cabo las muestras.	1. Programar y analizar los datos. 2. Identificar los sitios de donde se han sacado las muestras. 3. Supervisar las pruebas. 4. Llevar a cabo las pruebas por medio de contratistas locales.
3.5 Preparación de los mapas geológicos.	1. Proveer datos existentes de geología y los records en la vecindad del proyecto o en la República del Perú.	1. Reconocimiento de campo. 2. Asesoramiento geológico basado en los resultados a los reconocimientos

TRABAJOS	POR CORDETACNA	POR JICA
	2. Preparar mapas geológicos.	geológicos en el campo.
4. Investigación hidrológica y metereológica.	1. Instalar instrumentos de medición, si es necesario. 2. Proveer instrumentos de medición, si es necesario.. 3. Observar y registrar. 4. Proveer de obreros para tomar muestras de sedimento.	1. Planificar las mediciones hidrológicas y metereológicas, si es necesario. 2. Análisis de datos.
5. Estudios de inundaciones o de sequías uso de tierra en la zona, etc.	1. Proveer datos existentes.	1. Análisis.
6. Estudios de Oficina	1. Proveer de datos existentes de las varias investigaciones que se han hecho.	1. Análisis 2. Diseños 3. Informes
7. Estudios de demanda, carga y -	1. Proveer estudios previos sobre carga potencial y transmisión.	1. Revisar y analizar estudios previos. 2. Preparar el pronóstico de demanda y programa de desarrollo de potencia. 3. Análisis.

TRABAJOS	POR CORDETACNA	POR JICA
8. Estudios de aspectos sociales y de medio ambiente.	1. Proveer los datos de aspectos sociales y medio ambiente.	1. Análisis

MINUTES OF MEETING

The minutes is prepared in accordance with a series of discussions realized between JICA Preliminary Survey Team and the Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna, from June 15th. 1982 to 1st. July 1982, agreed upon the Scope of Work on the Feasibility Study of the Water Supply for the Lake Aricota and the Aricota N° 3 Hydroelectric Power Development Project.

The results of meetings are itemized as follows :

1) JICA Survey Team expressed heart-felt thanks for the cooperation given by the Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna during theis stay in Tacna, executing the reconnaissance of the Project site.

2) The Scope of Work will be prepared both Spanish and English; in case of existing doubts in the interpretation, the last text will be consulted.

3) The Feasibility Study Report on the Water Supply for the Lake Aricota and the Aricota N° 3 Hydroelectric Power Development Project will be prepared in english, and a summary in spanish.

4) The present study is undertaken in harmony with the conclusions and recommendations of the Report prepared by the Multisectorial Commission named by Supreme Resolution N° 0148-81,PCM, in accordance with the conversations and agreements subscribed among technichs, Parliamentaries and the President's of Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna and Moquegua.
   Under the suggestion of JICA the President's Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna, assumes the responsability and guarantee the normal develop of the work and studies carried out by the JICA Survey Team in Tacna.

5) CORDETACNA will arrange and coordinate the use of camps, apartments, medical and hospital assistance existing in the area for the Survey Team.

6) JICA will be borne the necessary cost of the geo-seismic and geo-electric studies, topographic surveys, hydrological studies, drilling works, and others, if necessary.
   CORDETACNA will ask INAF to provide their information about the results of studies andwork they have carried out in the area of Pasto Grande, considering, if necessary, that the JICA Survey Team will carry out the supplemental works of this information.

7) Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna, expressed her recognition and gratitute to JICA and her outstanding representatives that participated with high responsability, changing opinnions and recommendations.

Finally, CORDETACNA thanks to the Japanese Government, through his worthy and Excellency Mr. Ambassador, the decision to extend the technical cooperation in this important project not only for Tacna but also for South of Peru as well.

Lima, 2nd. July 1982.

Hiroshi Kohashi

Mr. Hiroshi KOHASHI
Team Leader of the Preliminary Survey Team
Japan International Cooperation Agency.

Sr. Luis Bocchio Rejas
Presidente
Corporación Departamental de Desarrollo de TACNA.

ACTA DE REUNIONES

Esta Acta ha sido preparada en base a una serie de conversaciones y discusiones realizadas entre el Equipo de Estudios Preliminares de JICA y la Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna, entre los días 15 de Junio - 1982 y el 1° de Julio 1982, para llegar a un Acuerdo sobre los Alcances del Estudio de Factibilidad del Afianzamiento Hídrico de la Laguna Aricota y la Central Hidroeléctrica Aricota N° 3.

En dichas reuniones se acordó suscribir los siguientes puntos :

1) La Misión Japonesa de JICA queda sinceramente agradecida por el apoyo prestado por la Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna durante la estadía de la Misión en la ciudad de Tacna, donde realizaron trabajos de reconocimiento de campo del Proyecto.

2) Los acuerdos serán suscritos en los idiomas español e inglés; en caso de existir algunas dudas de interpretación se consultará el texto de este último idioma.

3) El Informe del Estudio de Factibilidad del Afianzamiento Hídrico de la Laguna de Aricota y la Central Hidroeléctrica Aricota N° 3, será redactado en el idioma inglés y un resumen del mismo deberá ser elaborado en el idioma castellano.

4) El presente Estudio se realiza en armonía a las conclusiones y recomendaciones del Informe evacuado por la Comisión Multisectorial nombrada mediante Resolución Suprema N° 0148-81,PCM y en virtud de conversaciones y acuerdos suscritos entre técnicos, parlamentarios y Presidentes de las Corporaciones de Tacna y Moquegua.
A sugerencia de JICA el Presidente de la Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna asume la responsabilidad de garantizar el normal desarrollo de los trabajos y estudios de campo que viene realizando la Misión Japonesa de JICA en Tacna.

5) CORDETACNA gestionará la utilización de campamentos, vivienda y atención médica y hospitalaria existentes en la zona, para los miembros de la Misión Japonesa de JICA.

6) JICA realizará por su cuenta los estudios geosísmicos, geoeléctricos, levantamientos topográficos, perforación de pozos y estudios hidrológicos y otros que sean necesarios.
La Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna gestionará ante INAF facilite la información y los resultados sobre los estudios y trabajos que vienen realizando en la zona de Pasto Grande; considerando, de ser necesario, que el Equipo Japonés de JICA realizará los trabajos complementarios de estas informaciones.

7) La Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna deja expresa constancia de su más vivo reconocimiento y profunda gratitud a JICA y a sus destacados integrantes que han participado con elevada responsabilidad en el intercambio de opiniones y recomendaciones correspondientes.
Finalmente, CORDETACNA agradece al Gobierno del Japón, por el digno intermedio de su Excelentísimo Sr. Embajador la decisión de contribuir a los estudios de una obra de significación para Tacna y el Sur del Perú.

Lima, 02 de Julio 1982

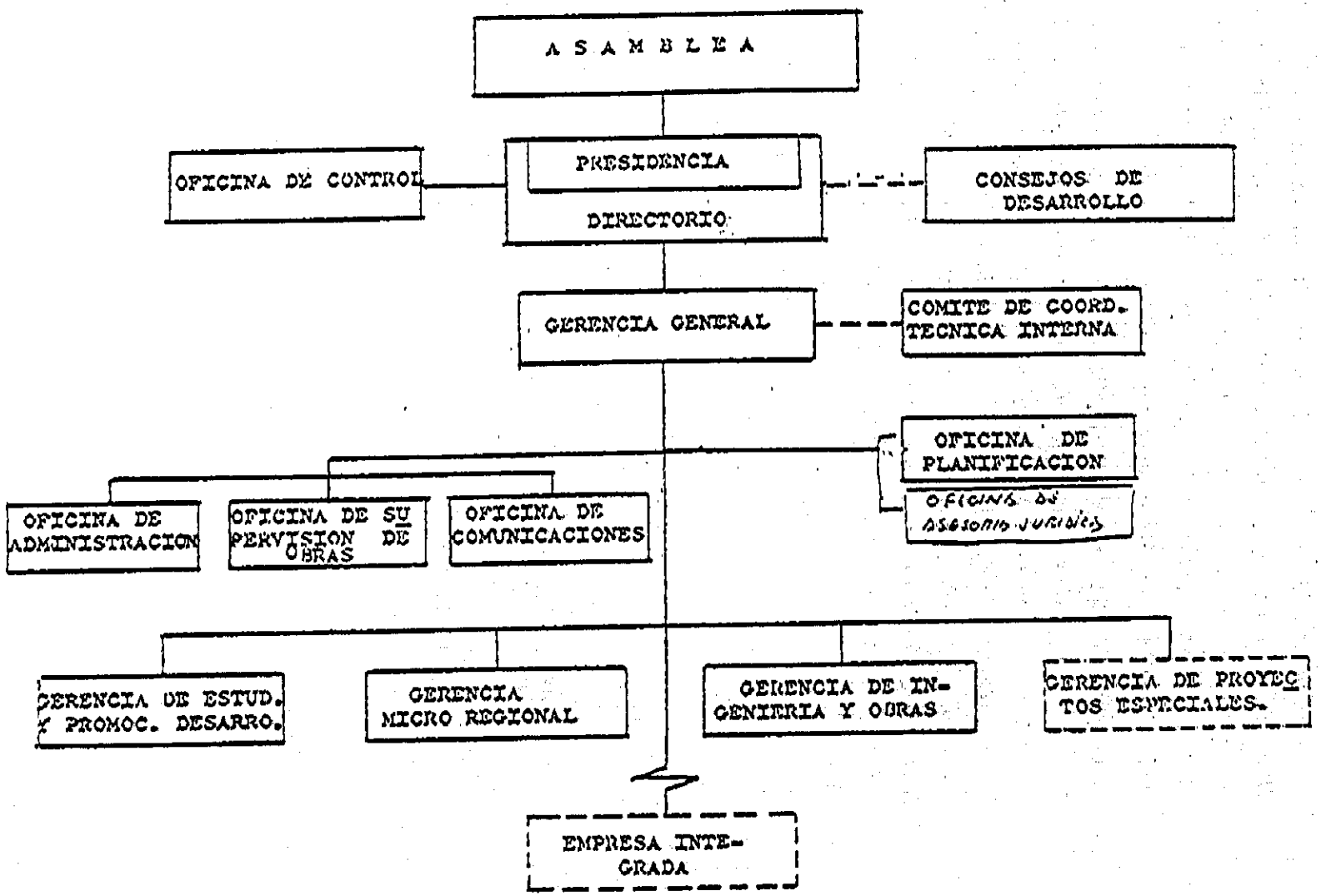
Hiroshi Kohashi

Mr. Hiroshi KOHASHI
Team Leader of the Preliminary Survey Team
Japan International Cooperation Agency

Sr. Luis Bocchio Rejas
Presidente
Corporación Departamental de Desarrollo de TACNA

ORGANIGRAMA DE LA CORPORACION DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO DE TACNA

ALTERNATIVA "A"



(2) CORDETACNA

JICA