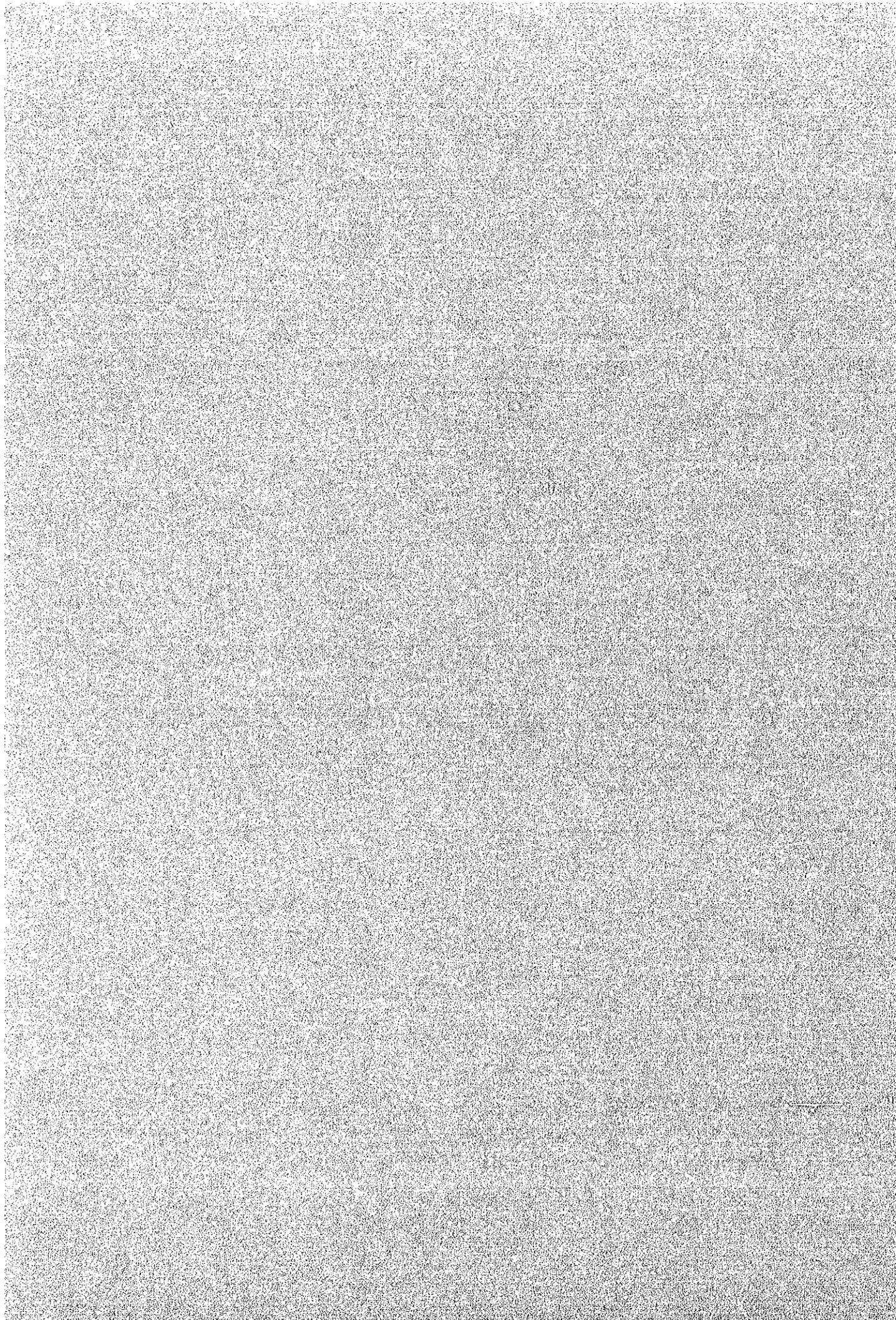


第 2 章 調査の概要



第 2 章 調査の概要

2-1. 調査の目的

ペルー共和国から無償資金協力の要請のあった標記計画に関し、日本国政府は基本設計調査の実施を指示し、国際協力事業団（以下 JICA という）が調査を実施した。調査の目的は、調査の結果に基づき計画の効果、無償資金協力案件としての妥当性を検証するとともに、本計画の実施に必要なかつ最適な内容・規模等につき基本設計を行い調査報告書を作成することである。

なお、要請内容は次の通りである。

発電設備の更新 : ペドロ・ルイス、ポマワカ、ウアイチャカ、
及び増設 ワアユンギタ、マクサニ、シカカテ

建設中の発電所 : チョココ、ラ・ウニオン、サンタ・レオノール
の発電設備の調達

2-2. 調査団長及び調査期間

団 長 足 立 隼 夫
期 間 平成 6 年 11 月 26 日～平成 6 年 12 月 25 日（30 日間）

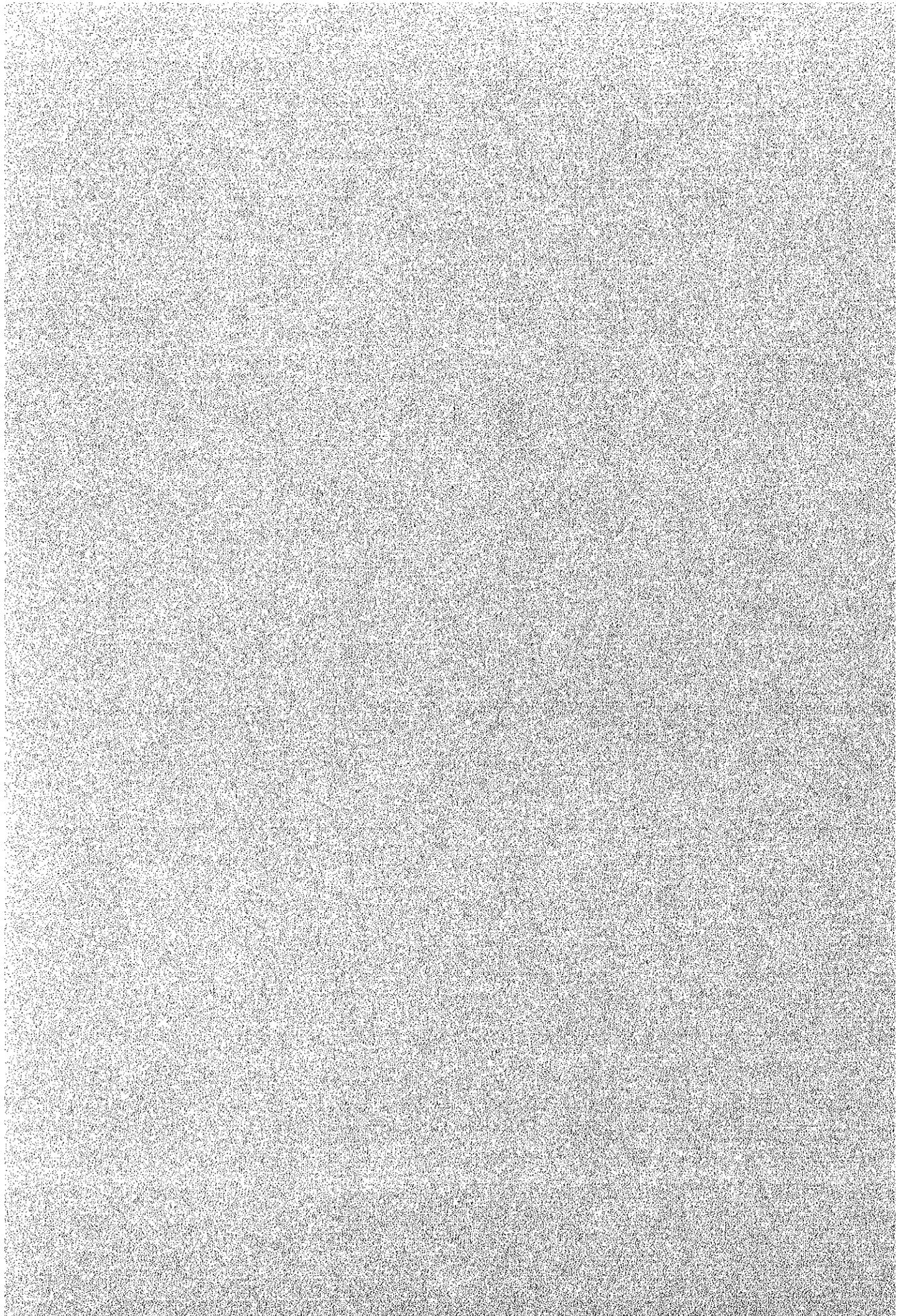
2-3. 調査内容

ペルーエネルギー鉱山省の担当局であるプロジェクト実施局に於いて、各関係者と協議を行うと同時に基本設計調査に必要なデータである既設設備の現況、電力需要、取水可能水量、有効落差、気象等を各地点につき調査した。現地踏査はローカルコンサルタントを活用した。

また、調査団の構成、調査日程、相手国関係者及び討議議事録は資料編に添付した。

第 3 章

プロジェクトの周辺状況



第3章 プロジェクトの周辺状況

3-1. ペルー共和国の社会・経済状況

資料編 5. にデータを添付する。

3-2. ペルー共和国の地方電化セクターの開発計画

3-2-1 上位計画

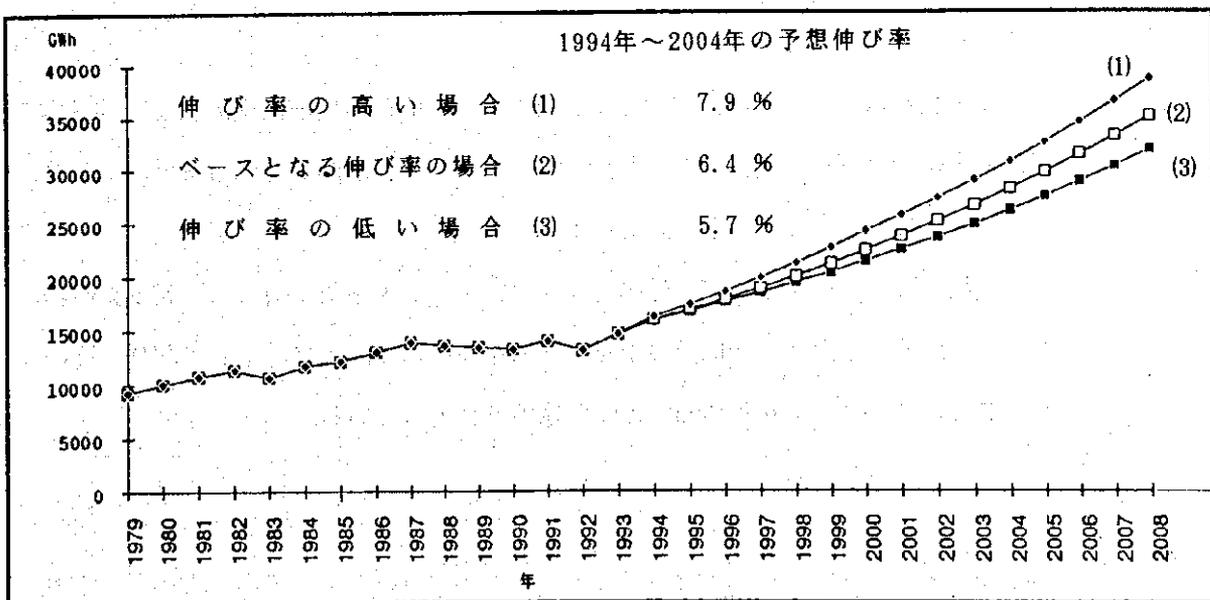
ペルー共和国の優先開発計画は、次の通りである。

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. 教育 | 5. 上下水道 |
| 2. スポーツ | 6. 運輸、通信網 |
| 3. 医療、保健・衛生 | 7. 港湾復旧 |
| 4. 発電、送配電網 | |

電力面で見ると、ペルー共和国の電力需要は、GDPの急成長に従い急速な伸び率を示し、1993年では前年比14.7%の電力需要の伸び率を示した。

1994年に於けるペルー共和国の電力需要は、16,000GWhで、今後10年間の伸び率は、平均6.4%と推定されている。

ペルー全国レベルの電力消費量 (GWh)の実績及び想定



これに従い、政府は国家開発計画の中でインフラストラクチャーの整備に関して、電源開発並びに地方電化プロジェクトを最優先プロジェクト計画を推進している。

エネルギー鉱山省は、1996年から4年間で10,000,000人の無電化地区の人口の12%にあたる約1,200,000人に電気を供給すべく地方の電化整備計画として計画を進めている。

その投資計画の概要は次の通り。

- \$ 80,000,000 送配電網の拡張
- \$ 84,000,000 孤立した町村落への169ヶ所のディーゼル発電所の建設
- \$ 36,000,000 孤立した村落用に16ヶ所の小水力発電所の建設

3-2-2 財政事情

ペルー共和国は、1992年までのGDP経済成長率がマイナスであったが、1993年にはプラス5%、1994年は1月～10月平均で12%、10月には17.6%を記録し、ラテンアメリカ一番の経済成長国となった。

また、1991年より世銀、IMFとの構造調整政策を受け入れ国営企業の民営化も順調に進んでおり、1992～1993年の2ヶ年でペルー鉄鉱石公社、ペルー航空、セロ・ベルデ鉱山公社などの国営企業が約5億ドルで売却され、民営化された。また、1994年1月～11月までにはペルー電話電信公社、リマ電力公社の配電部門、石油関連の公社などが約26億ドルで売却、民営化され、政府には30億ドル以上の収入をもたらせた。

ペルー政府は、これらの民営化による収入を対外債務の期限前返済、または世界銀行や米州開発銀行の承認を受けたプロジェクトに融資が開始されるまでのプレファイナンスに振り向けることとしている。

地方電化計画にはエネルギー鉱山省はプロジェクト実施局に対し、国家予算の約1%にあたる55億円及び39億円の予算を1994年並びに1995年に計上しており、その中で本プロジェクトに対し1995年は9.8億円を計上している。

3-3. 他の援助国、国際機関等の計画

イタリアが1,000kWの発電設備を1992年に無償供与し、また1994年より同じ容量の設備の調達計画が策定されたが、その他は実施されなかった。

また、1996～1998年にかけて約2.0億ドルの借款を米州開発銀行より得て、地方電化の為、送配電網の拡張及び多数の小規模火力発電所の建設計画を策定している。その中にわずかではあるが、小水力発電所の建設も考慮している。

3-4. 我が国の援助実施状況

3-4-1 技術協力との関係

このプロジェクトに関連して実施した長期専門家の派遣及び研修員の受け入れは、以下の通りである。

長期専門家

期 間	分 野	人 数	派 遣 先
1984～1986	電源開発	1	ペルー電力公社
1988～1991	電源開発	1	ペルー電力公社

研修員の受け入れ

期 間	分 野	人 数
1992年(20日間)	小水力発電設備の据付け、運転及び保守	1

3-4-2 過去の関連援助

ペルー共和国第1次地方小水力発電所復旧計画として、我が国は平成3年度リマ県を含む4県10発電所を対象に発電機等の発電機器を調達している(約4.7億円)。

3-5. プロジェクト・サイトの状況

本計画は、第4章4-1-2に記述されているように、1994年1月にペルー共和国から提出された要請では、9ヶ所の発電所(ペドロ・ルイス、ポマワカ、ウアイチャカ、ワアユンギタ、チョココ、マクサニ、ラ・ウニオン、シカカテ及びサンタ・レオノール)

への発電資機材の調達であったが、その後のエネルギー鉱山省の調査並びに1994年12月の基本設計調査団との協議の結果、表4-1 に示す6ヶ所の発電所（ケエロコト、ウアイチャカ、チョココ、マクサニ、シカカテ及びサンタ・レオノール）に変更された。

6ヶ所の各発電所地点のプロジェクト・サイトの状況は以下の通りである。

3-5-1 自然条件

① 各計画地点の標高、気温及び湿度を下表に示す。

発電所名	標高 (m)	気温 (°C)	湿度 (%)
ケエロコト	1,230	14~25	50~80
ウアイチャカ	2,500	5~25	40~70
チョココ	2,800	0~17	36~64
マクサニ	4,300	-19~22.4	75.3
シカカテ	1,370	13~30	87
サンタ・レオノール	3,100	8~23	31~98

② サイトの形状

何れのサイトも取水河川の河床勾配は、 $1/15 \sim 1/30$ であり、導水路を造り、落差を得るには理想的である。

水路並びに発電所の敷地も地すべり等の心配はなく良好である。

③ 取水河川の流量、水質及び計画区域の雨量

発電所名 (河川名)	計 取 水 量 m ³ /s	渴 水 量 m ³ /s	渴 水 期 以 外 平 均 流 量 m ³ /s	河 川 の 水 質	摘 要
ケエロコト (オンダ川)	0.718	2.000	3.770	豊水期のみ 土砂を含み濁る。	
ウアイチャカ (ウアイチャカ川)	1.480	0.350	1.500	同 上	
チョココ (チョココ)	0.552	1.200	1.560	同 上	
マクサニ (マクサニ川)	0.800	2.000	3.000	同 上	
シカカテ (ロス・モリノス川)	0.612	0.160	0.640	同 上	
サンタ・レオノール (チェクラス川)	0.500	2.420	6.520	同 上	

- 可能取水量（渇水期は6月より9月まで）はウアイチャカ及びシカカテ発電所が渇水時に不足を来すが、既設ディーゼル発電所と併用して水不足を補う計画である。なお、各発電所地点での降雨量は200mm～600mm/年で少ないが、アンデス山脈の多降雨雪の山地が河川の水源となっている。

④ 地盤状況

既設発電所3ヶ所の地盤は重量物の支持が可能である。また、建設途中の発電所も含めてローカル・コンサルタントが本プロジェクトの全ての地点を調査したが、地盤については充分各構造物を支持し得る地盤であることを確認した。

- ⑤ 対象発電所までのアクセスについては、機材の輸送上には問題のない事が確認されている。

3-5-2 社会基盤整備状況

表 3-1 に各発電所地域の人口、電化状況並びに道路事情を示す。

3-6 環境問題

6ヶ所の発電所の所在地はいずれも村落より数km離れており、住民移転等の問題はなく、また、使用した水はそのまま元の河川に放流するため、下流の灌漑・上水道等に与える影響は全くない。

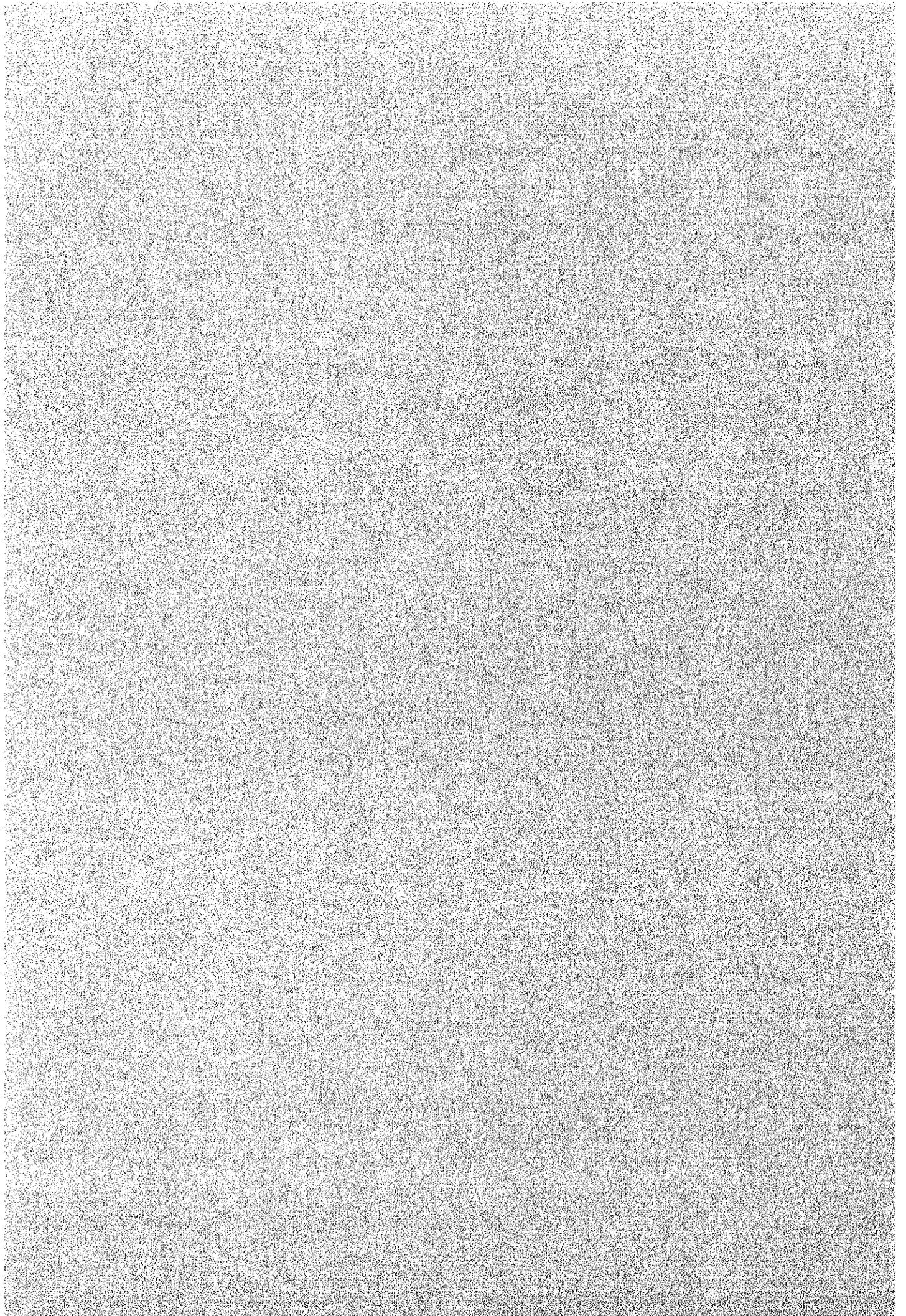
また、現在電力の供給は主に市町村に設けられたディーゼル発電機によっているものが多いが、水力発電に変える事により、騒音が無くなり、また排気ガスによる空気の汚染もなくなるので環境は以前より良くなる。

表 3-1 各発電所地域の人口、電化状況並びに道路事情

発電所名 (標高)	本プロジェクトの影響範囲内にある村落の人口及び電化状況		プロジェクト地区の道路事情 (一番近い都市から)
	人口	電化状況	
ケエロコト (1,230 m)	4つの町を含め 45,000人	-現在 2,500人が ディーゼル発電により裨益。 -完成後 2,800人 ディーゼル発電を廃止する。	県の首都チクライヨより自動車で10.5時間かかる。 道は非常に悪い。
ウアイチャカ (2,500 m)	2つの町を中心に 23,200人	-現在 6,457人が裨益。 その他は未電化である。 -完成後 6,457人 テロで破壊された2台の発電設備の交換で供給出力は同じ。 但し、ディーゼル発電は廃止	県の首都であるトルクイヨから 171km、 道路は非常に悪い。
チョココ (2,800 m)	5つの町を含め 10,922人	-現在 3,000人が ディーゼル発電により裨益。 -完成後10,922人 ディーゼル発電は廃止	県の首都アレキバーから 316km内80kmが 舗装されている。
マクサニ (4,300 m)	マクサニ市 2,600人 近郊を含めると 10,000人以上	-現在 2,200人が水力 100kW ディーゼル 200kW により裨益、近郊は 殆ど未電化。 ディーゼル発電が主体で 標高が高く、酸素が 少ないため、低地の 約2倍の設備費用と 燃料費がかかる。 -完成後 2,200人 ディーゼル発電は廃止	県の首都プノから 301 kmあるが、道は 比較的良好
シカカテ (1,370 m)	6つの町を含めて 38,000人	-現在 3,618人が140kw の水力と180kw のディー ゼルにより裨益 その他は未電化 -完成後 3,618人 既設の老朽化した水 力設備を交換、増設 する。但し、渇水期 は水が不足するので 渇水期対策でディーゼル 発電も残す。	県の首都ピウラから 自動車で7時間 (舗装道路 5.5時間) (舗装なし 1.5時間)
サンタ・レオノール (3,100 m)	多くの村落を含め 15,000人	-現在全て未電化 -完成後 3,147人	首都リマから 340km あるが、50kmを除き 舗装されている。

第 4 章

プロジェクトの内容



第4章 プロジェクトの内容

4-1. プロジェクトの基本構想

4-1-1 協力の方針

本計画の実施については、相手国実施機関であるエネルギー鉱山省プロジェクト実施局並びにその他関係機関との打合せで入手した資料、ローカルのコンサルタントを使つての現地調査等によりその効果、実現性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力を前提として計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

4-1-2 要請内容の検討結果

(1) 1994年1月に提出された要請による9ヶ所の小水力発電所地点は、1994年8月エネルギー鉱山省の調査の結果、ポマワカ及びワアユンギタの発電所が取水河川の上流での灌漑農地の拡大等により灌漑用水の取水量が大きくなり、発電用の取水量が減少し、発電が困難になって来ており、農民と電力公社との間の調整が困難である事、ラ・ウニオン発電所地区が、将来南部送電線が延長され、この送電線より電力を受けられる公算が出てきたので、前述の3発電所を要請から削除し、緊急に電化が必要なギネアマヨ及びケエロコトの2発電所を追加し、8ヶ所の発電所の整備について要請が変更された。

(2) 1994年12月基本設計調査団による現地調査並びにペルー側との協議及び国内解析の結果、以下の点を変更することが妥当であると判断された。

(i) ペドロルイス及びギネアマヨ発電所は将来の電力需要の増加に対応するもので、緊急性が低いので、今次計画から除外し、次の6地点を協力対象として検討する。

- 老朽化により運転を中止しているか、あるいは運転能力が低下している発電所の発電設備の更新
- シカカテ（ピウラ県）、マクサニ（プノ県）、ウアイチャカ（ラ・リベルター県）の発電所

ー 建設途中の発電所の発電設備の調達

チョココ（アレキパー県）、ケエロコト（カハマルカ県）、サンタ・レオノール（リマ県）の発電所

(ii) ケエロコト発電所は水圧鉄管を要請していたが、現地調査時点で既に相手側が手配済であるため、これを除く。

(iii) マクサニ発電所は水車の使用水量の変動が大きく、ポンプ逆転水車では対応困難なため、並びに発電所内のスペースが発電機器1組しか設置できないので、ポンプ逆転水車2台をクロスフロー水車1台に変更した。

(3) ペルー側と調査団との協議結果に基づく変更要請

変更要請内容を表 4-1 に示す。

(4) 各発電所別の基本設計調査結果の基本データを表 4-2 に示す。

4-2. プロジェクトの目的・対象

本計画の目的は、ペルー共和国地方村落の一部地域にあって老朽化・故障により発電を停止中あるいは未電化地域に建設中の、併せて6県6ヶ所の小水力発電所に対して発電に必要な機材を調達することにより、同6県の未電化地域を含む地方村落住民約29,000人以上を対象に電力を供給し、ペルー共和国のインフラ整備に貢献することである。

表 4-1 ペルー共和国第 2 次地方小水力発電所復旧計画 (今回協議の結果)

計 画 発 電 所 名	所 在 県	便 益 を 受 け る 人 口	要 請 す る 設 備		現 状
			出 力 (kW)	水 車 タ イ プ	
ELECTRONORTE S. A.					
ケエロコト	カハマルカ	2,800	1×318	R	建設中
ELECTRONORTE MEDIO S. A.					
ウアイチャカ	ラ・リベルタ	6,457	1×140 1×160	R	テロにより破壊された 発電機器の交換を要する。
ELECTROSUR OESTE S. A.					
チョココ	アレキパー	10,922	2×336	R	建設中 (水圧鉄管も必要)
ELECTROSUR ESTE S. A.					
マクサニ	プノ	2,200	1×188	C	機器の老朽化のため、 発電機器の交換を要する。
ELECTRONOR OESTE S. A.					
シカカテ	ピウラ	3,618	1×197 1×210	R	機器の老朽化のため、 発電機器の交換を要する。
ELECTROLIMA S. A.					
サンタ・レオノール	リマ	3,147	1×276	R	建設中 (水圧鉄管も必要)
計		29,144	9組 2,161kW		

注 : R=ポンプ逆転水車 C=クロス・フロー水車

表 4-2 ペルー共和国第2次地方小水力発電復旧計画
基本設計調査結果の基本データ

発電所名 所在地 (邦)	使用水量 = Q 落差 = H 発電所出力 = P	目的	現状	運転開始時期	高水量及び標高	供給人口及び 1人当たり 消費電力	土木構造物の現状	有効落差のチェック			インフラサービス ①水取排水機 ②水車放水機 ③送電	1人当り発電 単価 円/kWh ①水力とP1-P2 の併用 ②水力のみ ③P1-P2のみ	備
								①水車水位 ②取水水位 ③送電 (①-②)	④鉄道 ⑤河川 ⑥当計画 ⑦その他	⑧落差 ⑨初期計画 ⑩その他			
ケエロコト カハマルカ (Catarino)	Q=718ℓ/s×1 H=72.4m P=318×1	1987年に建設を中断したものを 完成させる為、機器は2台であ るが、今回は1台増設。	- 土木工事60%完了 - ディーゼル発電設備は4台で 計240kWあり、2,500人 - 未電化地域で電気がつく欲し い人が多数いる。	建設中 1985年 12月 予定	Q=2,000ℓ/s 長期計画データによる。 標高1,230m	現在供給人口 2,500人 96W/人 新設開始出来 た時点 2,800人 110W/人	建設中	①1,302m ②1,226.8m ③76.1m	④2.4m ⑤73.7m ⑥OK	①鉄道終点 ②ドラフトまで ③けが二次側は	① ②8.4 ③23.0		
ウアイチャカ ラ・リベラタ (Santiago de chico)	Q=730ℓ/s×1 750ℓ/s×1 H=30.5m P=140×1 160×1	1992年デロに破壊された180kW ×2の発電所機器の交換(2台)	- 水車2台の内1台は修理出来 て150kWで運転中であるが、 修理困難になった。 - ディーゼル発電設備が150kW× 2及び100kW×1があるが、 現在は150kW×1のみ運転中 - 計300kWを発電中	1970年	過去の運転実績で7月～9月は 350ℓ/s程度まで下がる。 その他の月は充分ある。 標高2,500m	現在供給人口 6,457人 46W/人 新設開始出来 た時点 6,457人 46W/人	下記の点の修理を要する ①取水機が10-トン ②取水路が10-トン ③鉄道が不良	①99.73m ②67.43m ③32.3m	④0.3m ⑤32m ⑥OK	①分岐管末端 ②ドラフトまで ③けが二次側は	①13.2 ② ③25.3		
チココ アレキサンダー (La Union)	Q=552ℓ/s×4 H=87.5m P=336×2	ごく一部がP1-P2 発電で供給さ れているが、殆どが無電化地帯 でP1-P2 では標高が高いため、 高電圧にすくため水力発電に変更 する。	- 土木工事20%完了 殆どが無電化地帯	建設中 1985年 12月 予定	Q=1,200ℓ/s(92%) 長期計画データによる。 標高2,800m	現在供給人口 3,000人 50W/人 新設開始出来 た時点 10,922人 62W/人	建設中	①2,882.69m ②2,801.20m ③90.49m	④1.5m ⑤88.0m ⑥OK	①鉄道終点 ②ドラフトまで ③けが二次側は	① ②9.0 ③23.7		
マクサニ プノ (Macusani)	Q=800ℓ/s H=35.4m P=188×1	- 1972年に作製した機器(126kW ×1)で運転が危険状況にある ため、交換し、出力を増加す る。 - 標高が高いためディーゼル発 電はコストが高いので廃止す る。	- 現在の水力は110kWで運転中 であるが、振動騒音、水車機 耗、キャビが大きく、水車機 水中。 - 250kWのディーゼル設備が運 転中、但し、現在の最大供給 能力は200kW	1972年	現在は200ℓ/sであるが、標水 により2,000ℓ/sとなる予定。 現在計画は進行中 標高4,300m	現在供給人口 2,200人 90W/人 新設開始出来 た時点 2,200人 90W/人	全て問題なし	①4,351.00m ②4,311.18m ③39.82m	④4.92m ⑤34.9m ⑥多少出力低下	①鉄道終点 ②ドラフトまで ③けが二次側は	① ②8.2 ③23.1		
シカカテ ピウラ (Ayabaca)	Q=292ℓ/s×1 320ℓ/s×1 H=96m P=197×1 210×1	発電機が耐用年数を超過して 危険であり交換、更に1台増設 増設に対応するため増設する。	- 200kWの設備であるが、現在 140kWで運転中(濁水時110 kW) - 180kWのディーゼル設備が運 転中	1985年	9月～11月は灌漑用水の取水の ため160ℓ/sになるが、その他 の月は問題なし。現在は144-省 は灌漑なし。現在 66W/人 発電用取水と6～11月の時間帯の 発電用取水の打合せ中 標高1,370m	現在供給人口 3,618人 66W/人 新設開始出来 た時点 3,618人 110W/人	①水路の一部修理を要する ②保守が良くない	①1,471.39m ②1,367.65m ③103.74m	④5.2m ⑤98.5m ⑥OK	①分岐管末端 ②ドラフトまで ③けが二次側は	①14.4 ②8.9 ③25.9		
チリノイノ リマ (Huaura)	Q=500ℓ/s×1 H=77.4m P=276×1	供給予定地が全く電化されてな い為、計画は276kW×1である が、1期は1台として発電所に 近い場所から電化する。	- 土木工事概ね10%完了	建設中 1985年 12月 予定	2,500ℓ/s 測水データによる。 標高3,100m	現在供給人口 0人 0W/人 新設開始出来 た時点 3,147人 57W/人	建設中	①3,141.52m ②3,059.20m ③82.32m	④4.6m ⑤77.6m ⑥OK	①鉄道終点 ②ドラフトまで ③けが二次側は	① ②12.9 ③26.4		

4-3. プロジェクトの実施体制

4-3-1 組織及び要員

エネルギー鉱山省が監督官庁であり、また実施機関でもある。

エネルギー鉱山省の中にプロジェクト実施局があり、全ての電力プロジェクトの計画、実施または管理を行っている。

本プロジェクトは、同局の地方電化計画の予算（1995年度は約38.6億円）を使用して行なわれる。

据付けを含む建設は現地業者が実施し、ローカル・コンサルタントが設計監理をプロジェクト実施局の下で行う。

また、地方電力公社は、建設後の運営管理を担当することになるので、計画時点からプロジェクト実施局と緊密な連携を計りプロジェクトに参加する。

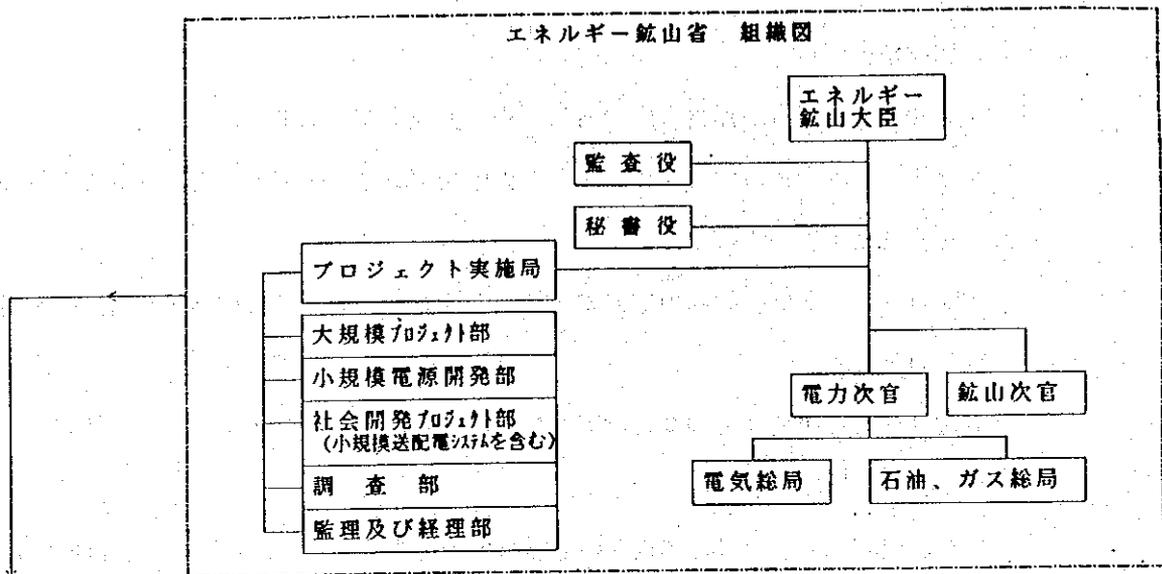
計画対象の各発電所を運営する地方電力公社は次の通りである。

発電所名	地方電力公社名
ケエロコト	北部電力公社
ウアイチャカ	中央北部電力公社
チョココ	南西部電力公社
マクサニ	南東部電力公社
シカカテ	北西部電力公社
サンタ・レオノール	リマ電力公社

なお、プロジェクト実施局は約 100人の技術者を要し、その殆どは電化関係の技術者である。

図 4-1 にエネルギー鉱山省及び電力公社の組織図を示す。

図 4-1 ペルー共和国 エネルギー鉱山省及び電力公社組織図



	内 訳	発 電 会 社	送 電 会 社	配 電 会 社
1.	エレクトロベル (ペルー電力公社)		中央-北部系統 送電会社 (民営化予定)	エデルノール (民営) (リマ北部配電会社)
2.	エレクトロリマ (リマ電力公社)	エデゲル リマ発電会社 (民営化予定)		エデルスール (民営) (リマ南部配電会社) エレクトロリマ (国営)
3.	エレクトロ ノル オエステ (北西部電力公社)			国 営
4.	エレクトロ ノルテ (北部電力公社)			国 営
5.	エレクトロ オリエンテ (東部電力公社)			国 営
6.	エレクトロ ノル メディオ (中央北部電力公社)			国 営
7.	エレクトロ セントロ (中部電力公社)			国 営
8.	エレクトロ スル メディオ (南部中央電力公社)			国 営
9.	エレクトロ スル エステ (南東部電力公社)	マチュピッチュ発電会社 (民営化予定)		国 営
10.	エレクトロ スル オエステ (南西部電力公社)	エレクトロ スル オエステ 発電会社 (民営化予定)	南部送電会社 (民営化予定)	国 営
11.	エレクトロ スル (南部電力公社)			国 営

4-3-2 予 算

エネルギー・鉱山省、同省のプロジェクト実施局の予算は次の通りである。

(単位：億円)

項目 年度	エネルギー・ 鉱山省 省 予 算	エネルギー・鉱山省プロジェクト実施局			摘 要
		局 予 算	地方電化関係予算		
			総 額	本プロジェクト用	
1993年度	83.6	43.6	—	—	ｽｲｯﾁ・ｼｰｽﾞ=51.9円
1994年度	128.4	110.7	55.2		ｽｲｯﾁ・ｼｰｽﾞ=49.2円
1995年度	201.1	94.6	38.6	9.8	ｽｲｯﾁ・ｼｰｽﾞ=47.1円

また、1995年度の本プロジェクト用の工事内訳及びその予算は次の通りである。

工 事 内 容	予 算	摘 要
発電所建設工事、 機器国内運搬及び 据付け	5.4 億円	担当部は小規模電 源開発部
送配電線工事	4.4 億円	担当は社会開発 プロジェクト部
計	9.8 億円	

なお、予算年度は1月～12月であり、上述1995年度予算は、既に執行されている。

4-3-3 維持管理計画

発電所の維持管理は、エネルギー鉱山省の監督下で4-3-1で述べた6電力公社がその運転、保守、管理を行うことになる。

その費用は概算次に示す通りである。

6ヶ所の発電所の維持管理費用

維持管理費用

人件費	1,500千円/月
施設維持費	4,500千円/月
計	6,000千円/月

人件費内訳

$$3 \text{名} \times 350 \text{円/月} \times 1.8 \times 6 \times 99 = 1,100 \text{(千円)/月}$$

(運転員) (月平均給与) (間接経費) (発電所数) (円換算)

$$3 \text{名} \times 125 \text{円/月} \times 1.8 \times 6 \times 99 = 400 \text{(千円)/月}$$

(保守要員) (月平均給与) (間接経費) (発電所数) (円換算)

$$\text{計} \quad 1,500 \text{(千円)/月}$$

施設維持費内訳

$$5,000 \text{円/kW} \times 2,160 \text{kW} \times 0.05 \times 99 \div 12 = 4,500 \text{(千円)/月}$$

(発電所平均kW当り建設費) (本件設備) (償却・金利・機材費) (円換算) (月換算)

電力売電収入として低料金に設定しても7,000千円～8,000千円/月が考慮されるので、これが、維持管理費用にあてられる(kWh当り電力料金は9円)。

電力料金は、電力料金委員会がエネルギー鉱山省の指導の下で、各電力公社の売電収入と支出をベースに各条件を考慮の上、各地区別に料金を決定し、必要に応じて調整を行なっている。

1992年及び1993年の各電力会社の収支並びに収益性を表4-3に示す。

全電力公社11社の平均電力料金は1993年度に於いては、約6円/kWhであるが、大水力発電所よりペルーの幹線送電線を経由して配電される大都市は、5円/kWh前後である。これに対して孤立した地方の小電力系統の村落では9～30円/kWhとなっている。

電力料金委員会により定められた電力料金により各電力公社は料金を徴収し、本案件の発電所の人件費、施設維持費を支出する。なお、本案件の発電所別発電原価は表4-2に示すように、8円～13円/kWhとなっているので充分フィジブルである。

表 4-3 第二次地方小水力発電所復旧計画に関連ある電力公社の売電量並びに経済収支(メボ・ソーレス)

1992年度(1月~12月)

単位: メボ・ソーレス
\$ = 1.63ヌエボ・ソーレス

項目	リマ電力	南東電力	南西電力	北 部 中央電力	北部電力	北西部 電 力
電力量 (GWh)						
1.一般向け 売電	4,299.9	304.3	393.4	577.6	158.0	220.4
2.電力公社間 売電(購入)	(2,943.9)	(136.3)		(775.7)	(164.5)	(68.2)
A. 売電収入	334,256,726	35,043,966	29,408,378	50,118,759	16,684,340	28,051,960
B. 支 出	288,472,067	41,918,438	28,517,499	56,022,694	17,515,828	33,151,680
収 益	45,784,659	-6,874,472	890,879	-5,903,935	-831,488	-5,099,720
投資不動産	609,536,552	75,419,353	31,746,767	50,380,933	23,784,167	45,566,971
収 益 率	7.51%	-9.11%	2.81%	-11.72%	-3.50%	-11.19%

1993年度(1月~12月)

単位: メボ・ソーレス
\$ = 2.16ヌエボ・ソーレス

項目	リマ電力	南東電力	南西電力	北 部 中央電力	北部電力	北西部 電 力
電力量 (GWh)						
1.一般向け 売電	5,069.0	453.0	384.0	497.0	175.0	241.0
2.電力公社間 売電(購入)	(3,510.0)	(344.0)	0.0	(719.0)	(225.0)	(188.0)
A. 売電収入	589,631,078	62,415,271	40,286,626	67,309,334	23,470,955	47,326,096
B. 支 出	544,910,503	61,719,267	40,779,523	64,937,564	29,446,283	54,752,708
収 益	44,720,575	696,004	(492,897)	2,371,770	(5,975,328)	(7,426,612)
投資不動産	1,040,420,421	36,129,087	49,306,585	55,383,392	32,739,952	55,179,351
収 益 率	4.30%	1.93%	-1.00%	4.28%	-18.25%	-13.46%

注 : 支出は次の項目を含む

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. 燃 料 | 4. 税 金 | 7. 電力開発資金 |
| 2. 電力購入料 | 5. 監 理 費 | 8. その他 |
| 3. 人 件 費 | 6. 消 却 費 | |

4-4. プロジェクトの最適案にかかる基本設計

4-4-1 設計方針

本プロジェクトは、既設の水力発電所及び建設途中の発電所の水車、発電機等の資機材の調達である。

従って、既設の発電所または建設途中の発電所の建屋並びに機器の配置等を考慮し、また、現地調査時に双方で取り交わした議事録で合意した規模及び仕様（資料編 4.）をベースとして、最適の発電設備の選定、配置について以下の条件により基本設計を行なう。

- (i) 運転・保守が容易で発電効率の良いこと。
- (ii) 耐久性が良く、経済性の高いこと。
- (iii) 既存の土木設備または建設途中の発電所の設計を変更する場合、最小限となること。

4-4-2 設計条件の検討

本プロジェクトにおいて発電所設備に関する資機材の調達が実施される水車、発電機、変圧器等の設計条件は、各発電所地点の標高が 1,000m から 4,300m と高いので水車の吸出高さ、電気機器に関連する機器の絶縁、温度特性を充分検討するとともに、現在エネルギー鉱山省の適用している国際規格及び基準並びに日本における標準的設計（第1次と同じ）手法に準拠した。

(1) 設計条件

1) 自然条件

- a. 標 高 : 1,000m~4,300m
- b. 外気温度 : 最 高 40℃
最 低 -20℃
- c. 湿 度 : 95%

2) 適用規格

本プロジェクトの設計にあたっては、原則として次に示す日本の規格を適用するものとする。ただし、これらの規格を使用しても既設発電所への送電線引込みに問題が生じないように配慮する。

国際電気標準会議規格 (IEC)

日本工業規格 (JIS)

日本電気規格調査会標準規格 (JEC)

日本電気工業会標準規格 (JEM)

日本電線工業会標準規格 (JCS)

電気設備に関する技術基準

水門鉄管技術基準

4-4-3 基本計画

(1) 敷地・配置計画

本プロジェクトの対象サイトは、既設発電所及び建設途中の発電所の敷地内であり、また、発電機器の据付けについては既存の配置に最も適応するものとした。

(2) 施設計画

本プロジェクトは、既存の発電所及び建設途中の発電所のための発電設備の調達であり、土木施設の設計は出来ているので要請のあった発電所の既存の平面図、断面図、構造図及び設備図を資料編 7. の図 1-1-0 ～図 1-6-3 として添付する。

(3) 機材計画

1) 機材の内訳

本プロジェクトは、3ヶ所の既設小水力発電所で老朽化、または修理が困難な故障のため、運転が危険な状況にある発電機器の更新及び建設途中で機材の調達が出来ず工事が中止されている3発電所に必要なる発電設備及び鉄管の調達案件である。

機材の内訳表 4-4 の通り。

表 4-4 第2次地方小水力発電所復旧計画資機材リスト

発電所名	ケエロコト		ウアイチャカ		チョココ		マクサニ		シカカテ		サンタ・レオノール		合計
	仕	様	数	仕	様	数	仕	様	数	仕	様	数	
水車型式 使用水量 (L/S) 有効落差 (M) 水車回転数 (rpm) 発電所出力 (kW) 発電機台数	BR-D-350 358×2 72.4 1.200 318 1		BR-D-500 & D-350 730+375×2 30.5 660 & 1.200 140+160 2	BR-D-300 273×4 87.5 1.200 336×2 2	CF-D-600 800 35.4 480 188 1	BR-D-300 & S-250 292+160×2 98 1.200 197+210 2	BR-D-300 250×2 77.4 1.200 276 1						2.161 9
水車			2 D-350 1 D-500			4 クロス・フロー			2 S-250 1 D-300			2 1	
増速機			1 185kW, 560/1.200rpm			1 480/1.200 rpm							
発電機	318kW, 6P, 400V		1 160kW, 6P, 400V 1 140kW, 6P, 400V	2 336kW, 6P, 400V	2 188kW, 6P, 400V	1 197kW, 6P, 400V 1 210kW, 6P, 400V	1 276kW, 6P, 400V					1	
ガバナ	1 318kW		2 160kW, 6P, 400V 1 140kW, 6P, 400V	2 336kW	2 188kW	1 197kW, 6P, 400V 1 210kW	1 276kW					1	
操作盤	400 V		1 400 V	1 400 V	1 400 V	1 400 V	1 400 V					1 400 V	
入口弁	350 手動蝶型バルブ		2 350 手動蝶型バルブ 1 500 手動蝶型バルブ	2 350 手動蝶型バルブ	4 600 手動蝶型バルブ	1 300 手動蝶型バルブ	3 300 手動蝶型バルブ					2	
配管材			1	1	1	1	1					1	
配線ケーブル			1	1	1	1	1					1	
変圧器	397.5kVA 23,000/400V		1 375kVA, 23,000/400V	1 840kVA, 400/23,000V	1 250kVA, 10,000/400V	1 509kVA, 10,000/400V	1 345kVA, 400/20,000V					1	
水圧鉄管				フランジ付直管 口径=600mm 延長=6m 26組 フランジ付直管 口径=750mm 延長=6m 29組 曲管 : 4 ベルマウス : 1 伸縮管 : 5 分岐管等 : 1			フランジ付直管 口径=750mm 延長=6m 29組 曲管 : 4 ベルマウス : 1 伸縮管 : 4 分岐管等 : 1						
予備部品													
海上輸送 海上保険													

注: BR:ポンプ運転水車 D:ダブル・サクシオン S:シングル・サクシオン
CF:クロス・フロー水車 数字:入口口径

2) 機材の仕様、その他

a. 水車

i) 形式

発電所の取水量の大幅な変動を予想し、特に変化の大きいマクサニ発電所に関しては、流量の変動に優れたクロスフロー水車を採用する。

他の発電所は、安価で運転保守の容易なポンプ逆転水車を採用する。

ii) クロスフロー水車 (MACUSANI 発電所)

- ① 利用水量の変化量大きい為、ランナーは1:2の分割型とする。ガイドベーンは、手動ハンドルにて開度を調整する。
- ② 操作ミスを防ぐため、吸出高さを利用しない構造とする。
- ③ ランナーブレードは砂、シルトによる摩耗を考慮してステンレススチール製を採用する。

iii) ポンプ逆転水車

- ① ランナー、スリーブ、主軸材料は砂、シルトによる摩耗を考慮してステンレススチール製を採用する。
- ② 無拘束回転にも連続で耐える強度を持ったものとする。
- ③ 上水槽水位が規定値以下に下がらない様に手動にて水車入口弁の開閉で調整する。

iv) ガバナー装置

- ① 形式は安価で、維持管理が容易なダミーロード式ガバナー方式を採用する。
- ② 次の性能を有する。
 - 調整周波数レンジ : 57~63Hz
 - 回転数ドロップ : 6%以下
 - デッドバンド : ±1%以下
 - 負荷調整レンジ : 0-100%
- ③ ヒーター部分は水没式とし、砂、シルトや水草などの影響を受け難い構造を採用する。
- ④ ヒーター材質は、長寿命の使用に耐えるステンレススチール製とする。
- ⑤ ガバナー装置は湿気に強く、十分な放熱能力を持った構造とする。

v) 入口弁

- ① 形式は流量調整が可能な蝶形弁を採用する。
- ② 手動にて簡単に操作できる様、ウォームギアを取り付ける。
- ③ 弁箱の耐圧は最大使用圧力の 1.5倍以上の試験水圧に耐えること。

b. 発電機

- ・ ブラシレス形式を採用し、現地でのメンテナンスを容易なものとする。
- ・ 無拘束回転にも安全に運転が出来るようにする。
- ・ 系統投入の為に自動電圧調整器は自動力率調整器付とする。

- ① 形 式 : 横軸、3相、ブラシレス、同期発電機
- ② 冷却方式 : 自己冷却、空冷式
- ③ 保 護 : 開放防滴型
- ④ 絶 縁 : Fクラス
- ⑤ 電 圧 : 400/230 V
- ⑥ 周波数 : 60Hz
- ⑦ 極 数 : 6 P (同期回転数 1,200 rpm)
- ⑧ 相 : 3相、4線
- ⑨ 力 率 : 0.8
- ⑩ 励磁方式 : 自己励磁方式
- ⑪ スターター巻線 : スター
- ⑫ 定 格 : 連続
- ⑬ 軸 受 : ボールベアリング
- ⑭ 温度上昇 : スターター 100 °C
ローター 125 °C
ベアリング 40 °C
- ⑮ 無拘束回転 : 160 ~180 %
- ⑯ 耐圧試験 : スターター 2,000 V
ローター 1,500 V

c. 発電機盤

① 形 式 : 鋼板製自立形、前面監視扉付屋内形

② 発電機盤の
取付機器 : 遮断器
CT
電圧計
電流計
周波数計
電力計
逆電力継電器
過電流継電器
不足電圧継電器
過電圧継電器

③ 母 線

材料 : 銅板、絶縁カバーなし

d. 遮断器

発電所名	形 式	容 量	定 格 電 圧
ケエロコト	MC	800 A	400 V
ウアイチャカ	MC	800 A	400 V
チョココ	ACB	1,600 A	400 V
マクサニ	MC	600 A	400 V
シカカテ	ACB	1,250 A	400 V
サンタ・レオナル	MC	800 A	400 V

ACB : 気中遮断器 MC : 磁気遮断器

e. 自動電圧調整器

- ① 台 数 : 各発電機に1台
- ② 形 式 : 自動力率調整器、横流補償(2台並列用)付
自動電圧調整器
- ③ 保 護 : 最大励磁電流制限
- ④ 特 性 : 調整レンジ : 80~110 %
電圧変動 : ±3%以内
最大電圧上昇 : 40%以下

f. 変圧器

- ・ 発電機電圧は400Vとし、2次電圧は送電線電圧に合わせた電圧とする。
- ・ 形式は油入自冷式とし、設置される標高に合った十分な冷却能力を持ったものとする。

- ① 形 式 : 油入自冷式
- ② 台 数 : 各発電所に1台設置
- ③ 主 巻 線 : 3相、3線、デルタ接続
- ④ 2次巻線 : 3相、3線、スター接続
- ⑤ 容量、電圧 :

発電所名	容 量	電 圧	標 高	設 置
ケエロコト	500 kVA	0.4/22.9kV	1,230m	屋 内
ウアイチャカ	500 kVA	0.4/10.0kV	2,500m	屋 内
チョココ	1,000 kVA	0.4/22.9kV	2,800m	屋 外
マクサニ	300 kVA	0.4/10.0kV	4,300m	屋 内
シカカテ	650 kVA	0.4/10.0kV	1,370m	屋 内
サンタ・レオノール	400 kVA	0.4/20.0kV	3,100m	屋 内

⑥ 温度上昇の限定

巻 線 : 55℃

油 : 50℃