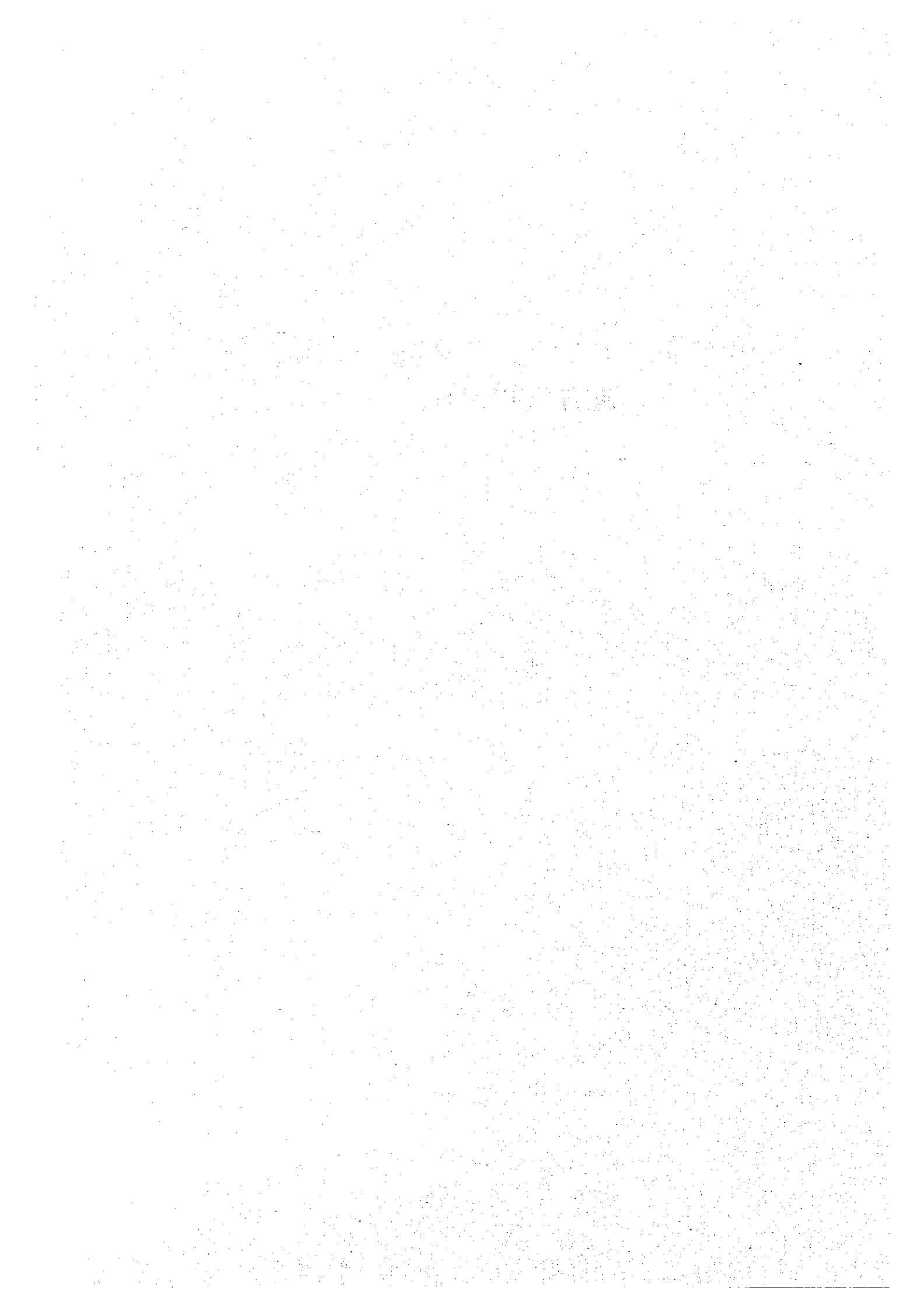


## 第4章 ボリヴィアの電力政策及び 地方電化計画



## 第4章 ボリヴィアの電力政策及び地方電化計画

### 4.1 電力政策と組織

ボリヴィアでは1985年に選出されたエステンソロ大統領が、当時の経済危機に対抗するため、通貨の大幅切り下げ、賃金凍結、有力国営企業の分割からなる緊縮型の経済政策に着手した。エステンソロ政権の政策は、89年発足のサラモ政権、93年発足のサンチェス政権、現パンセル政権（97年発足）でも踏襲され、経済の開放化や民営化が進められており、政府は電力事業を民間に開放し、プロジェクト開発に対する民間投資の促進を図っていく方針である。

ボリヴィアの電気事業者には、1962年に設立された国有電力公社（ENDE：Empresa Nacional de Electricidad, S.A.（株式保有者（当時）：エネルギー省、国有石油・ガス会社（YPFB）、国有鉱山会社（COMIBOL））と米国に本社を置く Leucadia National Corp. が主に出資する私営電力会社、ボリヴィア電力会社（COBEE：Compania Boliviana de Energia Electrica）の2社があり、ENDEは主要都市の配電会社への卸売と主要鉱山・大口需要家への直接供給を、COBEEは首都ラパスとその周辺域において発電から配電まで一貫した電力供給を行っていた。

1993年に主要6大国営企業の民営化を海外からの投資を導入して実施することが決定され、1994年に発電部門の民営化に関する入札が実施された。こうした民営化は消費者の福祉やプロセスに関係する生産者の利益の最大化を狙いとし、電力法の規制や監督権を通じた政府の介入は、競争市場の良好な運営を保証するためのものである。ENDEの所有していた発電会社3社は、1995年にそれぞれ米国電力会社に落札された。これらの会社は既設発電所を5年間運用するとともに、ボリヴィア国内外の市場向けに新たな発電所を建設する権利を与えられた。また、COBEEも1998年までに66MWの増設計画も含めて米国系企業に買収された。

#### 発電会社民営化の状況（分割時）

発電会社名称	設備容量(MW)	主要株主	価格(mil.\$US)
Corani SAM	126	Dominion Energy(米)	59
Guaracachi SAM	248	Energy Initiatives(米)	47
Valle Hermoso S.A.	87	Constellation Energy※	34
COBEE	151	NRG Energy Inc.	140

※Bolivian Generating Group(加), Baltimore Gas and Electric(米), Pennsylvania Power and Lightのコンソーシアム

Capitalization（資本化）と呼ばれる一連の民営化は、国営企業はその資産と権利を分配し、投資家が企業の50%の自由になるシェアと引き換えに相応の資金を供給するものである。通常の民営化と異なりこの資本化のプロセスでボリヴィア政府は何も収入をえることは無く、企業の経営権は投資家に移り、残りの50%のシェアは個人年金基金を通じて18才以上のボリヴィア国民に分配される。

1994年に施行された新しい電力法のもとでは、それまでの総括原価方式による料金制度は撤廃され、電気事業者に効率的な経営に対するインセンティブが働くこととなった。また、電気事業者が発電、送電、配電の兼業をできないこと（正確には、発電事業者が送配電事業を兼業できないこと、設備容量が全国送電系統に連係する総設備容量の35%を超え

ないこと、配電会社はピーク需要の15%を超える発電設備を持つてはいけないこと)が規定され(猶予期間1996年6月30日)、ENDEは所有していた配電会社ELFEC(Empresa de Luz y Fuerza Electrica de Cochabamba)をチリのEMELに\$50.3millionで売却、1996年1月には、COBEEが、所有する配電会社ElectropazとELFEO(Empresa de Luz y Fuerza Electrica de Oruro)をスペインのIberdrolaに売却した。

現在、新たにCESSA(Cooperativa Electrica Sucre Sociedad Anonima)、SEPSA(Servicios Electricos Potosi Sociedad Anonima)、SETAR(Servicios Electricos Tarija)、EDELSAM(Empresa de Distribucion Electrica Larecaja Sociedad Anonima de Economia Mixta)の4つの配電会社の民営化を準備中であり、近々公示予定である。

また、新電力法では、地方電化協同組合についても配電許可を受けた協同組合から投資家所有の会社とすることとなっており、現在は移行段階である。

電力法No.1604(1994.12.21)の骨子は次のとおりである。

- ・ 電力産業活動の民間企業への開放
- ・ 発電、送電、配電事業における差別の撤廃
- 【一つの電力会社が一つの事業のみを営むこととする】
- ・ 電力事業に対する効率性、透明性、品質、継続性、適合性、中立性の原則に基づく基準の適用
- ・ 上記原則にもとづく新たな価格・料金表の設定

ボリヴィアの幹線送電系統(STI:Interconnected Trunk System)の民営化については、1997年7月に完了し、落札者はEmpresa Transportadora de Electricidadであった。

ボリヴィアでは、毎年7%の高い電力需要の伸びを記録してきており、今後数年間で設備容量を2倍にすることが計画されている。このため、需要の伸びに対応して毎年50~60百万\$USの投資が必要とされている。

このため、政府は電力分野の発電・送電・配電の各分野において民間資本の導入を更に推進することとしており、そのため、次のライセンスのメニューが用意されている。

①ライセンス

ボリヴィア政府を代表して電気監督局が発行するもので、投資家が天然資源を利用して発電事業を行う権限を与える。

②テンポラリー・ライセンス

電気監督局によって発行され、天然資源や公共の資産の開発を視野に入れた発電や配電プロジェクトのF/Sを実施する権限を与える。

③コンセッション

電気監督局によって発行され、配電事業を行う権限を与える。

また、ボリヴィアでは豊富な水資源、天然資源を利用し、近隣諸国(特にブラジル)へ電力を輸出することが計画されている。ブラジルでは総電力需要は約60,000MWであるが、毎年3,750MWの割合で増加している。

ブラジルの南部/南東部/中西部連系系統(S/SE/CO)は、Matto Grosso Matto Grosso do Sul, Espiritu Santo Goias, Rio de Janeiro Sao Paulo, Parana Santa Catarina, Rio Grande

do Sul の各県が接続しており、連結点の近接性からしても最も有望な電力輸出市場である。

この系統では設備容量 42,700MW に対し電力需要は 41,000MW であり、毎年 4.7%、1,900MW の割合で増加しており、ボリヴィアでは、主に天然ガスを利用した火力発電により毎年 500MW の電力輸出を計画している。

また、これに伴い 6 月 6 日にエネルギー・炭化水素局と輸出局が共同で、国家自由地域会議(National Free Zone Council)に対し、工業向けの既設の工業自由地帯(Industrial Free Zone)を発電にも利用できるような拡張するとともに、輸出を視野に入れた発電事業に対してのみ適用される特別措置を提案することを決定した。

これにより、自由地域での発電事業には、同地域内の工業に対して与えられる全ての優遇措置が受けられるほか、輸出发電事業者に限った次の特例が与えられる可能性がある。

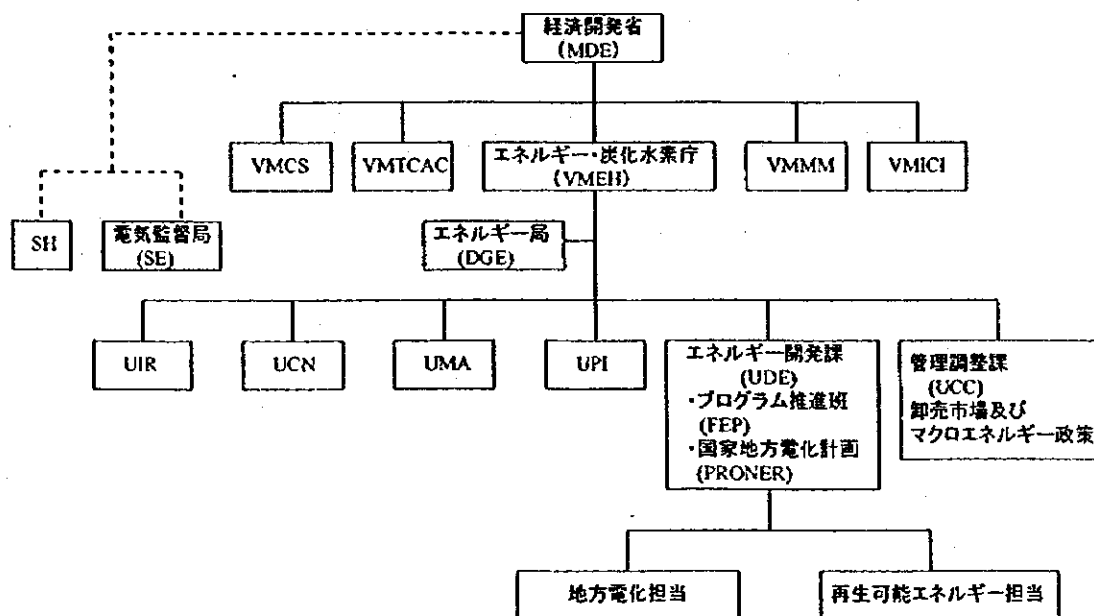
- ・自由地域の輸出发電事業者は、同時にコンセッション(配電事業を営む権利)とユーザーとしての地位を同時に与えられる。
- ・自らの裁量において、自由地域内で発電事業のみを営むか、他の工業も営むかを決定できる。

#### 4.1.1 電力セクターの組織と政府の役割

新電気法施行後の発送配電分離・民営化により、政府が電気事業に直接関与することはなくなり、政府の役割は、政策・基準の策定とこれに対する規制の実施に限定されることになった。

ボリヴィアの電力セクターにおける組織図を示す。

エネルギーセクターの組織図



#### (1) 経済開発省 (Ministry of Economic Development)

- 1) セクターごとの開発政策の作成

(2) エネルギー・炭化水素庁 (VMEH: Viceministry of Energy and Hydrocarbons)

エネルギーセクターの管轄は経済開発省に属するエネルギー・炭化水素庁が実施している。(行政組織に関する法律および最高法令 24855 (1997年9月23日)による。)

VMEHは、炭化水素(主にボリヴィア国内に産する天然ガスを指す)および電力セクターに関する法律の効果的な実施ならびに同セクターの発展に必要な規則や種々の規定の作成、提案に責任を持っている。主な役割は次のとおりである。

- 1) セクターの上位機関
- 2) 国家のエネルギー政策や戦略を明確化
- 3) 経済開発省に対する規格・規制の提案
- 4) 国内外からの民間投資の促進

電力セクターにおいては、次の事項に関し責任を有する。

- 1) 電力セクターへの投資促進および電力輸出市場開拓
- 2) 全国送電システムへの投資計画案の作成
- 3) 独立送電システムや農村システムに関するプロジェクト案の作成

(3) 課 (ユニット)

VMEHの下には、6つの課(ユニット)が存在し、その役割は次のとおりである。

1) 投資促進課 (UPI: Unidad de Promocion de Inversiones)

1998年1月設立。国家が提供する各種のプロジェクトに国内外企業の投資機会を促進する。民間投資家に対する情報提供他の窓口である。

2) 環境課 (UMA: Unidad de Medio Ambiente)

持続性と公平性の枠組みによる炭化水素・電力セクターの発展のため、生活の質、環境の質、天然資源の保全と管理に関する事項に責任を有する。

3) 収益回収課 (UIR: Unidad de de Ingresos y Recuadaciones)

ロイヤリティー、炭化水素生産の分配、資源探査・開発ライセンスに関する支払等を回収する。

4) 標準・規制課 (UNC: Unidad de Normas y Control)

未規制分野の規則の作成と現行規則の各工業における遵守状況を確認し、国内で活動する企業と政府の仲介を行う。

5) エネルギー開発課 (UDE: Unidad de Desarrollo Energetico)

地方電化に関して、政策・経済側面から総括的な役割を担う。

現在の最も重要な役割の一つは、小規模なコミュニティーや農村地帯を含めた電化率を向上する国家地方電化計画 (Programa Nacional de Electrification Rural: PRONER) を実施することである。この計画では、発電・配電システムの持続性、電力資源の効率的な利用、合理的な経済条件におけるより広範囲な電化を目指している。

こうした目的の達成のため、電力開発ユニットは、電力法と、自身の扱うプロジェクトの単線結線図、地図や位置図等にもとづいた国内の異なる地域のプロジェクト案の枠組みの中で、全国の適切な県や自治体とともに地方電力供給プロジェクトの調整と実施に務める。

世銀 ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program) の援助を受けて、工業

分野における電力の効率的な使用および地方におけるバイオエネルギー利用プログラムを実施する。

6) 管理調整課 (UCC: Unidad de Coordinación y Control)

電力セクター開発政策の実施状況の監視、電力市場の民間会社との調整、近隣諸国の市場調査に基づく電力輸出戦略の策定、タイムリーかつ信頼性のある統計データの提供を行う。

また、全国に 120~130 ある電気関係の協同組合や民間会社の所有する小水力発電所や小規模ディーゼル・ガス火力発電所について運転状況をモニタリングし、発電能力低下時にはメンテナンス等の技術指導も行っている。

(4) 電気監督局 (Superintendencia de Electricidad)

1) セクターの規制に従う

2) 現行の基準・規制の適用

4 部局より構成されており、電気事業に関わる許認可および電気事業者の管理、監査業務を行っている。また、電力系統（発電、送電、配電）の計画、運営協議機関として、国家給電委員会 (Comite Nacional de Despacho de Carga) が設置されている。

4.1.2 電力供給体制の概要

ボリビアにおける電力系統は、次のように分類される。

(1) 全国送電系統 (SIN: Sistema Interconectado Nacional)

本系統は、首都および人口密集地であるラパス (La Paz)、コチャバンバ (Cochabamba)、チュキサカ (Chuquisaca)、ポトシ (Potosi) およびサンタクルス (Santa Cruz) をカバーしている。

(2) 独立送電系統 (SA: Los Aislados)

SIN に連系しないシステムで、タリハ (Tarija)、トリニダード (Trinidad)、コビハ (Cobija) およびタリハ県の小都市 (ヤクイバ (Yacuiba)、ビシャモンテス (Villamontes) およびベルメジョ (Bermejo)、サンタクルス県のカミリ (Camiri) およびサンタクルス盆地 (Santa Cruz valleys)、ベニ県のグアヤラマ (Guayaramer) およびリベラルタ (Ribalta) をカバーしている。

(3) その他の小規模独立系統 (OSA: Otros Sistemas Aislados Menores)

これらの系統の設備容量は 1,000kW 以下であり、小人数の中心地で運用する小規模電力協同組合による場合が多い。

(4) 自家発電 (Autoproducción)

自己の需要を満たすために水力およびその他の熱源 (天然ガス、ディーゼル、バイオマス) により発電を行っている。

先に記述したとおり、SIN に連系する発電、送電、配電事業は互いに分割され、一方が別の事業者のシェア・ホルダーとなることはできないが、SA や OSA においては、発・送・配電の一貫した事業が認められている。

SIN には極めて競争性の高い電力卸売市場が確立されており、発電事業者が供給と配電

事業者や規制対象外消費者の需要との間で取引されている。電力の配送は送電線を通して行われるが、その取扱いの運用調整に関しては、国家給電委員会が責任を有している。

#### 4.1.3 発電事業

##### (1) 発電事業者

ボリヴィアの主要な発電事業者は、上述した4者であり、主に全国送電系統 SIN へ電力を供給している。また各地に独立送電系統に対しては、ENDE がタリハ、ピラモンテス、ヤクバ、ベルメホ、トリニダード、コピハへ、Cooperativa Riberalta がリベラルタへ、Cooperativa Guayaramerin がガヤラメルンへ、CRE (Cooperativa Rural de Electrificación) がサンタクルス地域で電力を供給している他、配電事業者は最大需要の15%以内の範囲で再生可能エネルギーを利用した発電設備を所有することが許されている。

##### (2) 発電設備

ボリヴィアにおける1997年現在の総設備容量は969.9MW、年間発生電力量は3,417GWhであり、消費電力量は約3,040GWhである。各数値の1996年からの伸び率は1.7%、6.0%、6.5%となっている。

電源別の構成は水力323.6MW(33%)、火力(汽力、ガス、ディーゼルエンジン)643.3MW(67%)となっている。1997年における消費電力量3,040GWhのうち、全国送電系統(SIN)に連系しているものが約88%、独立送電系統が5%、その他小規模独立系統2%、自家発電が5%となっている。

発電電力量は1997年現在で3,417GWh、構成比は水力が45%、火力が55%である。

1997年現在の発電設備容量

系統	水力 (MW)	火力 (MW)	合計 (MW)	構成比 (%)
全国送電系統	286.2	490.3	776.5	80.1
独立送電系統	8.2	46.6	54.8	5.7
その他小規模独立系統	5.2	25.5	30.7	3.2
公共サービス合計	299.6	562.4	862.0	88.9
自家発電	24.0	83.9	107.9	11.1
合計	323.6	646.3	969.9	100.0
比率(%)	33	67	100	

1997時点の発電電力量

系統	水力 (GWh)	火力 (GWh)	合計 (GWh)	構成比 (%)
全国送電系統	1469	1548	3017	88
独立送電系統	28	128	156	5
その他小規模独立系統	12	45	57	2
公共サービス合計	1508	1720	3228	94
自家発電	42	147	189	6
合計	1550	1867	3417	100
比率(%)	45	55	100	



ボリビアにおける電力消費量(1997)

単位:GWh

区分	SIN※1	SA※2	OSA※3	自家発電	合計	比率(%)
住宅	1,126	83	26	27	1,261	41
一般	422	20	6		448	15
工業	714	16	1	62	792	26
公共照明	118	10	2		131	4
鉱業	315			88	404	13
輸出	3				3	0
総計	2,698	129	36	177	3,040	100
比率	89	4	1	6	100	

※1全国送電系統, ※2独立送電系統, ※3小規模独立系統

4.1.4 送電事業

ボリビアの送電系統の概要は先に述べたとおりであり、全国送電系統 (Sistema Interconectado Nacional : SIN) と3つの主な独立送電系統、小規模独立系統、自家発電からなる。ボリビア国の送電系統図を図 に示す。

送電系統のうち、STI (Interconnected Trunk System) と呼ばれる幹線網は、亘長が 1、484km に及び、ケンコ (Kenko)、ビント (Vinto)、カタビ (Catavi)、バレ・エルモソ (Valle Hermoso)、コラニ (Corani)、グアラカチ (Guaracachi)、ポトシ (Potosi)、スクレを結んでいる。STI は民営化され現在は Empresa Transportadora de Electricidad S. A. の所有となっており、その運用自体は国家給電委員会が月単位で監視している。

国家給電委員会は、送電会社、発電会社、配電会社、規制対象外消費者 (大口需要家である Inti Raymi と ENAF)、電気監督局の代表6名からなる。日々のエネルギー取引のアカウントは委員会の監視下にある給電運用ユニットが行い、委員会は、6ヵ月ごとに接点価格の見直しを行う。

SIN に繋がる電圧階級は 230kV、115kV、69kV および 24.9kV、周波数は 50Hz である。幹線系統網 STI (230kV、115kV、69kV) に繋がる送電線の総亘長は 2、350 km、SIN に繋がる変電所の総容量は 1、218MVA (230kV、115kV、69kV、25kV、10kV、6kV) となっている。

STI には 1997 年時点で 17 の変電所が稼働している。

幹線送電網 STI の概要

電圧(kV)	亘長(km)
230	333
115	1,051
69	100
合計	1,484

4.1.5 配電事業

ボリビアの配電系統の主たる電圧階級は、44、24.9、6.6kV である。低圧電圧はラパス市では 230・115V、その他の地域では全て 380/220V となっている。

配電事業者としては、ENDE が資本参加していた 8 つの地方配電会社を主として、SIN に接続している事業者と地方独立系統に接続している事業者があるほか、遠隔地の農村部では 120 以上の小規模の電化協同組合が給電に携わっている。

## 主な配電事業者

名称	接続系統	主な供給地	容量(MW)	備考
SINに接続している事業者				
ELECTROPAZ (D) (Electricidad de La Paz S.A.)	SIN	La Paz, El Alto, Viacha	194	
CRE(D) (Cooperativa Rural de Electrificación Ltda)	SIN, Santa Cruz	Santa Cruz	172	
ELEFEC(D) (Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de CESSA(D))	SIN	Cochabamba	94	
(Cooperativa Eléctrica Sucre S.A.)	SIN	Sucre	20	民営化予定
SEPSA(D) (Servicios Eléctricos Potosí S.A.)	SIN	Potosí	15	民営化予定
ELEFEC(D) (Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de Oruro)	SIN	Oruro	35	
INTIRAYMI(N/R)		Oruro	22	
EMP.MET.VINTO(N/R)		Oruro	4	
Others(N/R)			4	
計			560	
SINに接続していない事業者				
SETAR (Servicios Eléctricos Tarija S.A.)	Tarija, Villamontes, Yacuba, Bermejo			民営化予定
COSERELEC (Cooperativa de Servicios Eléctricos Trinidad ENDE)	Trinidad			
(Empresa Nacional de Electricidad S.A.)	Cobija			
Cooperativa Riberalta	Riberalta			
Cooperativa Guayaramerín CRE (Cooperativa Rural de Electrificación Ltda)	Guayaramerín Santa Cruz(Gamín), Santa Cruz(Veles Crucenos)			

※(D) 主たる配電事業者。(N/R)規制対象外消費

## 主要3配電事業者の顧客数

区分	ELECTROPAZ	CRE	FLFEC
住宅	211,209	149,745	107,179
一般	35,551	23,905	16,346
工業	667	1,530	3,123
セメントプラント	1	0	1
公共照明	1	23	5
計	247,429	175,203	126,654

### 4.1.6 電力料金

1994年12月21日の新電力法(No.1604)の施行で、それまでの料金制度は廃止され、電力料金はSINにおけるエネルギーの実質価格と1次・2次送電線との接点における需要によって決定されることとなったが、最高法令No.24045によりその移行期間を1995年4月1日～1996年4月30日までとしている。同最高法令で定める移行措置を次のとおりである。

- (1) 1995年10月31日までは、最高法令No.24045に定める仮の接点料金を適用する。
- (2) 発電会社への売電価格の確定とENDEの売電による利益の明確化(1995年4月～10月)
- (3) SINにおける主要顧客(5配電会社(CRE、ELEFEC、SEPSA、CESSA、ELECTROPAZ)、大口需要家(Inti Raymi、ENAF))の各発電会社への割り振り(1995年10月31日迄)
- (4) 新規発電事業者とSINの主要顧客との契約交渉、契約締結(1995年10月31日迄)
- (5) ENDEのその他顧客の各配電会社(あるいは直接契約により発電会社)への移行(1996年4月30日迄)

1995年10月の最高法令No.24545により、上記最高法令24045の有効期間は1995年12

月まで延期され、1995年12月の国家電気理事会DINEの決議No. 59/95により更に1996年4月30日まで延期された。しかし、1996年9月現在で、発電事業者と配電事業者間の契約が締結されていないこと、規制対象外消費者(N/R:主に大口工業需要家)の代表が国家給電委員会に編入されていないことから、未だ状況は明確ではない。

しかし一方で、ENDEによれば発電-配電に関わる1996年5月の請求書のための接点価格が新体制に従って計算されるため、1996年5月末までに新たな接点価格の計算が実施された。

#### 1997年現在の主要な3配電会社の平均電力料金

単位:U.S.CENTS/kWh

区分	ELECTROPAZ	CRE	FLFEC
住宅	6.11	6.56	7.30
一般	11.63	13.08	14.83
工業	6.34	6.45	7.41
セメントプラント	4.26		6.09
公共照明	7.13	8.40	6.62

#### 4.2 電力需給バランス

1996年時点の発電設備容量は954MW、発電電力量は3,224GWh、一人当たりの電力消費量は約400kWhで南米でも低い水準となっている。

1986年から1996年までの10年間で発電電力量は約2倍となり、平均して6.6%の伸び率を示している。こうした電力量の増加に対し、火力設備を増強することで対応してきている。

発電電力量の比率は1986年には水力69%、火力31%であったのに対し、1996年には水力45.3%、火力54.7%となった。

なお、1996年度の最大電力は、ラパス地区で194MW、サンタクルーズ地区で172MW、コチャバンバ地区で94MWであった。

#### 4.3 電力需要想定、電力開発計画

ボリヴィアには、火力発電に利用できる天然ガスや水力発電に利用できる水資源が豊富に存在している。

ボリヴィアの包蔵水力はおよそ39,800MW、178,000GWhと考えられ、このうちわずか1%にあたる322MWが開発済であるに過ぎない。

流域ごとの調査の結果、これまでに11,675MW、54,624GWhの包蔵水力が明らかとなっており、アマゾン川流域、特に北西地域のブラジル・ペルーとの国境付近で大きいことが分かっている。

#### ボリヴィアにおける包蔵水力

区分	電力量(GWh)	%	包蔵水力(MW)	%
開発済	1,536	1	322	1
調査済	54,624	31	11,675	29
未開発	121,840	68	27,853	70
計	178,000	100	39,850	100

調査の実施された流域における包蔵水力

流域	電力量(GWh)	%	包蔵水力(MW)	%
ラプラタ川流域	21,764	40	3,977	34
アマゾン川流域	32,864	60	7,689	66
計	54,628	100	11,666	100

発送配電の各事業の分割・民営化により、政府の役割は、政策・基準の策定とこれに対する規制の実施に限定されることになった。

全国的な需給計画についても、SIN に対する Referential Plan、独立系統に対する Indicative Plan の示唆的な計画を立案するが、最終的な設備投資計画は民間企業の自由意思に委ねられている。

Referential Plan、Indicative Plan で政府が想定する電源開発計画は、料金分析のため最小費用開発の考え方に基ついて行うもので、料金に不当に高い費用が反映されないためのものである。個別プロジェクトの情報は民間電力会社が調査に必要なライセンス取得の際に入ってくるものであり、1つのプロジェクトを複数の会社が同時並行的に調査していることもある。

次期 Referential Plan については、1998 年中の完成を目指して作成中であり、Indicative Plan については、いくつかの独立系統について完成している。

ボリヴィアでは、これまで毎年7%の高い電力需要の伸びを記録してきており、今後数年間で設備容量を2倍にすることが計画されている。このため、需要の伸びに対応して毎年50～60百万\$USの投資が必要とされている。

また、ブラジルへの電力輸出を視野に、数多くのプロジェクトが進行中である。

(1) Sacoba プロジェクト

Corani 社は、Cochabamba 市への電力・上水供給を目的とした Sacoba プロジェクトに \$85million の投資を申し出ている。

(2) Carrasco プロジェクト

Guaracachi S.A. は 54MW の火力発電所、Valle Hermosa S.A. は Carrasco に 108MW の火力発電所を建設する計画を持っている。

(3) Guiaba プロジェクト

主要3発電会社はコンソーシアム Electrobol SA を形成し、ブラジルの Mato Grosso 州に電力を供給するための 450-500MW のガス火力の建設を計画したが、この提案は採用されなかったものの、米国の Enron が、Guiaba 地点においてボリヴィア-ブラジルのパイプラインを利用して Mato Grosso 州に電力を供給する 480MW (\$500million) 計画を立案した。Enron は、ブラジルの Sao Paulo、Mato Grosso、Mato Grosso do Sul に供給するため、計2、260MW の発電容量を整備することを計画している。

COBEE は Miguilas 川流域で 160MW の水力発電開発を行う計画であり、既設発電所の拡張や Zongo Valley の水力発電所 (44MW) の完成により設備容量は 218.6MW となる予定である。

#### (4)Cachuela Esperanza プロジェクト

ベニ県の Vaca Diez 郡とパンド県の Federico Rome 郡の境界付近のベニ川の Cachuela Esperanza と呼ばれる滝を開発する水力プロジェクト。6.22MVA の発電機 6 基を据付、2024 年にボリヴィア側 16.8MW、ブラジル側 30MW の需要を見込んでいる。総投資額は US\$130million と見込まれている。

#### (5)Las Pavas 多目的プロジェクト

アルゼンチンとの共同開発プロジェクトであり、Bermejo 川において Las Pavas(102MW、US\$198million)、Arrazayal(93MW、US\$113.5million)、Cambar(88MW、US\$115million) の 3 つの多目的サブプロジェクトを実施する。

#### (6)Laguna Colorada 地熱プロジェクト

1978 年～1980 年にかけてイタリア政府と Andean Development Corporation が F/S を実施し、有望とされた Laguna Colorada 地点。1989 年までに平均 1、500m の深さの生産井 5 本がボーリングされ、地熱(水・蒸気)の性状は、350～370ton/hr、30～48bar、250～260℃ と確認されている。出力は 30MW が予定される。

### 4.4 地方電化政策、地方電化計画

#### 4.4.1 政策

ボリヴィアにおいては地方の貧困対策が政府の重要課題となっており、社会・経済インフラの整備が早急に望まれている。このため、地方電化計画も基本的施策の一つとなっており、既設配電線の拡充、小水力発電所の修復および建設、ディーゼル発電機による電化、小容量太陽電池等による再生可能エネルギーによる地方電化事業に期待が寄せられている。

電気事業の分割民営化後、人口の分散や貧困等の理由から民間企業のインセンティブが働きにくい農村地帯の電化に対し、新電力法では政府による何らかの支援が必要との認識から地方電化細則が策定され、①農村電化に必要な資金を国・ドナー等の協調融資により分担する方向付け②農村部における効率的情報システムの活用方針③事業主体(エージェント)の定義付け等が規定されている。

1994 年に国家エネルギー事務局(National Secretariat of Energy:NSE)は地方エネルギーの開発戦略を作成したが、この中でも調理用エネルギーと地方電化が重要施策とされており、政府も地方におけるサービスの拡大支援に務めると同時に、民間部門の投資や利益分配に対する参画促進施策の立案を行うことが謳われている。

地方電化の方法としては、①技術的・経済的に可能な範囲で送配電網を拡張する②分散集落の電気需要も満たすことができるローカル電源(太陽光、風力、小水力)を利用することが基本方針として挙げられている。

送配電網の拡張にあたっては、3-4 年の運転保守費用、10 年間の負債に対する利息の支払い、その後の拡張に向けた剰余金を確保するため、当面は給電コストに見合う妥当な回収レートが得られる消費者密度の高い地域を重視し、ユーザーを増やしながら事業を進めることとなっている。そのため、次の基準が考慮される。

- (1)インフラの質、特に、道路インフラが良いこと
- (2)農牧畜分野の成長が期待できること
- (3)生産活動と農産物の成長が明らかなこと
- (4)家族の収入が増えていること
- (5)承認された投資（公共投資と民間投資）を持つ地方と地域の開発計画が存在すること
- (6)技術的、経済的実現可能性が確認されていること

太陽光、風力、小水力等のローカルエネルギーによる電化は、こうした条件に当てはまらない場合に適用されるが、次の条件が必要とされている。

- (1)遠隔地であるがアクセスが可能であること
- (2)今後10～15年は系統網の拡張計画がないこと
- (3)電化を要求しているが従来のシステムでは技術的、資金的に不可能であること
- (4)市町村がプロジェクトの振興にある程度の権限を持っていること
- (5)再生可能エネルギーの出力が適切であること
- (6)村が初期の負担金と電気代を払う能力と意志を持っていること

#### 4.4.2 地方電化計画の歴史

電気事業者の創設時期を除くボリヴィアにおける地方電化の歴史は、古くは INER(National Institute of Rural Electrification)によるディーゼル発電を利用した電化事業の展開が本格的なものである。INERは多くの村落の電化を達成したが、協同組合における料金管理等が不十分であったため、資金回収と再投資を実施することができず経済的には失敗であった。

これと並行して USAID の援助により、ENDE をカウンター・パート、NRECA(National Rural Electric Cooperative Association)を実施機関に電化プロジェクトが実施された。ENDE は実施機関であったが、実際の事業は配電会社である ELFEC(Company of Electric Light and Power of Cochabamba)、CRE(Rural Cooperative of Electrification)が系統の延長により実施した。本事業は第2期事業も行われ、新協同組合の設立や ENDE による経営指導も実施された。

その後 INER 事業での反省点を踏まえ、エネルギー・炭化水素省 MEH(Ministry of Energy and Hydrocarbon)は地方電化促進会社 COFER(Corporacion de Fomento Energrtico Rural)を設立し、INER 事業を引き継ぎ系統拡張による電化事業を継続した。

1991年には、数年間活動停止状態にあった COFER は解体され、地方エネルギー促進理事会 DIFER(Direccion de Fomento Energetico Rural)が設立された。DIFER は事業の実施を行うことは殆どなく、MEH 内の検討の調整や海外機関とボリヴィア国内の関係省庁機関との調整を実施した。

近年も多くの事業が、援助機関の援助のもと実施されてきた。

これらは世銀 ESMAP(Energy Sector Management Assistance Program)の援助による地方エネルギー計画事業、ドイツの技術協力機関 GTZ の資金による再生可能エネルギー普及プログラム PROPER(Programa para la Difusion de Energias Renovables)、スペインの援助機関 ICI 資金による太陽エネルギー普及プログラム、国連麻薬統制プログラム

(UNDCP:United Nations Drug Control Program)資金による2次系統・配電設備導入コチャバンバ地方電化プログラム、ドイツ開発銀行KfW資金による送電線・2次送電線・配電設備導入ユングス盆地地方電化プログラム、USAID 資金を用い NRECA(National Rural Electric Cooperative Association(米))が実施した統合地方電化プログラムなどが実施されてきた。NRECA は 1997 年に TDA(U.S. Trade and Development Agency)資金を利用し、National Indicative Plan For Rural Electrification In Bolivia を作成している。

#### 4.4.3 地方電化の現状と計画

ボリヴィアにおける 1997 年の全国平均電化率は 45.8% であるが、地方の電化率は 13.7% と低い。また、1976 年から 1992 年の年間の地方電化平均伸び率は 0.5% に過ぎないが、1992 年から 1997 年では 2% に達している。この要因としては主に次の点が挙げられる。

(1) 地方分権および民間参加の実施

(2) 地域会社の民営化による新たな資金の地方電化への注入

エネルギー・炭化水素庁は、政府の主要目標のひとつである貧困の克服のため、貧困地帯へ電気供給するために必要なインフラの整備、エネルギー需要を満たせない地域へのエネルギー供給プロジェクトを計画している。

このため、貧困レベルの縮小、都市・地方間の格差縮小、人口の少ない地域および地方への確実かつ持続的な電力供給を行うために、制度、技術、財政状況の確立を目的とした国家地方電化計画(PRONER:Programa Nacional de Electrification Rural)を策定した。

PRONER では、1997 年時点で 13.7% である地方電化率を 1998 年から 2002 年までの 5 年間で 28% に向上させることを目標とし、農村電化に対するアプローチやガイドラインを定め、これまで実施された農村電化プロジェクトの反省点を踏まえた解決策の明確化、フレームワークの確立による秩序ある電化の推進を狙っている。

PRONER の主な特徴は次の点である。

(1) 農村電化プロジェクトは小規模かつ低収益性であるとの認識のもと、プロジェクト実施のための資金面の支援機構を構築を示唆(初期投資に対する補助、協調融資の枠組み等)する。

(2) 使用技術は、地域特性とフィジビリティを考慮し、十分な代替案検討により最小コストで実施可能なものを選択する。

同程度の代替案の中では再生可能エネルギーを使用することが望ましく、需要の 60% は再生可能エネルギーでカバーする計画である。

(3) 全国を網羅するデータベースを構築し、需要を満たすためのプロジェクトの特定や示唆的な順位付けを行う。

電化率経年変化 (%)

	1976	1992	1997
全国	32	46.1	45.8
地方	8	12	13.7

PRONER では、2002 年までの 5 年間で 110,000,000 世帯の電化を目指しており、そのうち、24.8% に当たる 25,000,000 世帯を主として小水力、37.4% に当たる 49,000,000

世帯を太陽光・風力等、合計 62.2%を再生可能エネルギーにより電化する計画である。

系統拡張も含めた電化目標達成に必要な費用は US\$103,000,000 と見込まれ、県、市町村、個人裨益者、民間セクター、海外等から調達することを想定している。

これら費用の内訳や資金調達計画を以下に示す。

PRONERにおける農村電化投資計画(1998-2002)

項目	電化世帯数 (百万)	世帯当たりの 単価 (\$US)	投資額 (\$US百万)	比率 (%)
SIN・独立系統の拡張	36	930	33.5	32.5
小水力発電	25	1,020	25.5	24.8
再生可能エネルギー(太陽光・風力)	49	790	38.5	37.4
小計	110		97.5	95.0
電化促進・技術支援・機構強化			5.5	5.0
合計			103.0	100.0

年次別農村電化投資計画と内訳(単位:百万ドル)

系統拡張	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計
資機材代	4.4	5.0	5.1	5.5	5.5	25.5
設置費用	0.8	1.0	0.9	1.0	1.1	4.8
その他	0.5	1.0	0.6	0.6	0.5	3.2
小計	5.7	7.0	6.6	7.1	7.1	33.5
太陽光	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計
資機材代	6.4	7.5	7.5	7.9	7.9	37.2
設置費用	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.8
その他	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
小計	6.7	7.8	7.7	8.2	8.1	38.5
小水力	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計
資機材代	1.6	1.5	2.0	1.8	2.0	8.9
土木工事費	1.6	1.5	2.0	1.8	2.0	8.9
設置費用	0.9	0.7	1.2	1.1	1.2	5.1
その他	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	2.6
小計	4.6	4.2	5.7	5.2	5.8	25.5
上記計	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計
資機材代	12.4	14.0	14.6	15.2	15.4	71.6
土木工事費	1.6	1.5	2.0	1.8	2.0	8.9
設置費用	1.9	1.9	2.2	2.3	2.4	10.7
その他	1.1	1.6	1.2	1.2	1.2	6.3
合計	17.0	19.0	20.0	20.5	21.0	97.5
技術協力費等	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	5.5
総計	18.0	20.0	21.0	22.0	22.0	103.0

PRONERにおける農村電化の資金調達計画

年次	県の出資	市町村	個人裨益者 の出資	民間 セクター	国外 ファイナンス	計
1	6.0	2.0	1.0	4.5	4.5	18.0
2	3.0	2.0	2.0	7.0	6.0	20.0
3	3.5	1.0	2.0	6.5	8.0	21.0
4	4.5	2.0	1.0	6.5	8.0	22.0
5	4.5	2.0	2.0	5.5	8.0	22.0
計	21.5	9.0	8.0	30.0	34.5	103.0
資機材代	20.6			22.0	29.0	71.6
土木工事費	0.2	4.2	1.5	3.0		8.9
設置費用	0.7	4.0	6.0			10.7
その他		0.8	0.5	5.0		6.3
小計	21.5	9.0	8.0	30.0	29.0	97.5
技術協力費等					5.5	5.5
合計	21.5	9.0	8.0	30.0	34.5	103.0



現状でも幹線に近い地帯においては、配電網の延長による電化は確実に進展している。各戸にメーターが設置され、盗電によるロスも比較的小さい。系統拡張による地方電化においては、人口増加や新規接続による需要増加に対し、既存変圧器の容量不足や各種設備の老朽化対策の実施、設備投資に耐えうる地方配電会社の財務体質や技術力の強化が必要である。

ディーゼルや太陽光を利用した分散型地方電化が実施されている個所においては、設置後短期間で使用不能となるケースが多い。電化委員会が運営を行っているものの徴収した料金の積立や機器の維持管理に関する技術指導を強化する必要がある。

ボリビアの農村地帯における電気消費量は次のとおりである。農村地帯における主な電力消費は、照明、冷蔵庫、視聴覚機器であり、それぞれ一戸当たり32kWh/月、25kWh/月、8kWhを超えず、合計でも最大140kWhを超えないことが分かる。

ボリビアの電気消費量（1995）

電気使用量 kWh/月	低地の熱帯・亜熱帯			低地の温暖地帯			渓谷地の亜熱帯		
	村の全体	村中心部	分散した村	村の全体	村中心部	分散した村	村の全体	村中心部	分散した村
	ZB1-T	ZB1-CP	ZB1-PD	ZB2-T	ZB2-CP	ZB2-PD	ZB3-T	ZB3-CP	ZB3-PD
照明	18.5	18.5	0.0	31.8	31.8	0.0	25.8	24.3	27.4
料理	14.9	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
湯沸かし	0.1	0.1	0.0	20.2	20.2	0.0	15.9	11.2	30.0
暖房	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0	21.0
エアコン	4.0	4.0	0.0	10.7	10.7	0.0	7.1	11.0	5.1
食品冷蔵庫	24.1	24.1	0.0	37.1	37.1	0.0	22.8	23.7	21.7
視聴覚機器	6.4	6.4	0.0	8.8	8.8	0.0	6.5	7.0	6.0
家庭用品	3.1	3.1	0.0	8.6	8.6	0.0	2.6	3.0	1.9
給水ポンプ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	21.4	23.0
バッテリーの再充電	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	71.2	71.2	0.0	117.2	117.2	0.0	124.2	101.6	136.1

電気使用量 kWh/月	渓谷地の温暖地帯			高地の亜熱帯			高地の温暖地帯		
	村の全体	村中心部	分散した村	村の全体	村中心部	分散した村	村の全体	村中心部	分散した村
	ZB4-T	ZB4-CP	ZB4-PD	ZB5-T	ZB5-CP	ZB5-PD	ZB6-T	ZB6-CP	ZB6-PD
照明	19.3	21.0	17.5	23.4	25.4	19.9	23.1	26.2	11.3
料理	0.0	0.0	0.0	45.6	45.6	0.0	24.7	24.7	0.0
湯沸かし	0.0	27.3	0.0	5.0	5.0	0.0	3.7	3.7	0.0
暖房	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	0.0	18.5	18.5	0.0
エアコン	24.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	4.9	0.0
食品冷蔵庫	5.2	24.9	23.6	14.9	14.9	0.0	14.5	14.6	0.0
視聴覚機器	4.7	5.1	5.4	6.3	6.5	5.9	8.4	9.1	3.9
家庭用品	0.0	5.3	3.6	2.4	2.4	0.0	3.3	3.2	7.6
給水ポンプ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
バッテリーの再充電	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	53.5	83.6	50.1	99.7	101.9	25.8	101.1	104.9	22.8

農村地帯の電気の単価と費用については、下表のように地域によって大きな開きがある。この原因の主なものは電源の違いによるものと考えられ、最も安価なものは系統に接続されているもので、最も高いものはディーゼル発電による独立システムである。ZB6-PD（高地温暖地帯の分散した村落）においては、電気の単価は\$US4.8/kWhに達している。

本表を見ても、大半の地域で月平均消費量は25～40kWhであるが、最高消費量は100～150kWh程度で、都市部の平均消費量（100～140kWh）と近い値であることが分かる。

また、地域別の電気料金の格差とは関係なく、一戸当たりの電気代は10～20Bsであり、農村エリアでは一定の額を電気代として充てる傾向が伺える。

農村地帯で消費者が感じる電気の供給に関する問題は、電圧の変動と予期せぬ短絡事故に関するものが多いが、遠隔地における発電機器の部品や燃料供給に対して問題意識を持っている住民は少なく、遠隔地における電気システムの管理・運営に農村ユーザーが参

加する難しさを示している。

### 農村地域の電気の価格と消費量

地域	kWh当たりの単価(US\$)			1か月の消費量(kWh)			1か月の費用(米比7/25:1991)		
	平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高
ZB1-T	0.229	0.054	0.865	30.6	2.5	122.0	20.5	3.0	114.6
ZB1-CP	0.229	0.054	0.865	30.6	2.5	122.0	20.5	3.0	114.6
ZB1-PD									
ZB2-T	0.103	0.043	0.315	74.8	6.0	283.0	26.3	2.1	100.0
ZB2-CP	0.103	0.043	0.315	74.8	6.0	283.0	26.3	2.1	100.0
ZB2-PD									
ZB3-T	0.132		1.078	38.8	2.0	160.0	13.3		89.0
ZB3-CP	0.164		1.078	34.8	2.5	100.0	14.5		89.0
ZB3-PD	0.105		0.720	42.1	2.0	160.0	12.2		53.0
ZB4-T	0.232	0.022	1.310	29.4	3.0	150.0	18.6	4.0	107.0
ZB4-CP	0.272	0.051	1.310	32.7	7.0	150.0	26.2	6.0	107.0
ZB4-PD	0.186	0.022	0.547	25.9	3.0	100.0	10.8	4.0	27.8
ZB5-T	0.164		1.038	30.0	2.0	120.0	12.3		74.0
ZB5-CP	0.129		0.485	33.3	5.0	120.0	11.0		27.0
ZB5-PD	0.221	0.059	1.038	24.8	2.0	60.0	14.3	6.7	74.0
ZB6-T	0.121		4.852	41.1	3.5	120.0	11.1		684.0
ZB6-CP	0.111		4.852	47.0	10.0	120.0	12.2		684.0
ZB6-PD	0.186	0.059	0.385	10.3	3.5	23.0	5.4	5.0	6.0

農村地帯における主な電力消費は照明と視聴覚機器である。

非電化地帯では、視聴覚機器について、主に乾電池や自動車のバッテリーが電源として用いられており、年間の平均使用量は最大の地域で60kWh/戸程度である。

照明については、地域によりエネルギー源は様々であるが、主にローソクに頼っている。電気のない家庭では必要な照明のために電気のある家庭より多くの経費を使い、しかもその質は悪い。

電化の進展により、農村地帯ではより質の良い照明を、より安価で利用出来るようになる。

### 年間の照明費用

エネルギー源	ガソリン	灯油	軽油	アルコール	バッテリー	電池	ロウソク	計
地域	\$us/H.A.	\$us/H.A.	\$us/H.A.	\$us/H.A.	\$us/H.A.	\$us/H.A.	\$us/H.A.	\$us/H.A.
ZB1-CP	21.4	28.6	25.5	2.5	0	14.9	27.8	120.7
ZB1-PD	35.2	33.3	15.4	5.9	0	10.1	28.6	128.5
ZB2-CP	2.7	12.2	26.2	0	0	8.9	54.3	104.3
ZB2-PD	19	21.5	17	3.4	16.9	11.6	31.4	120.8
ZB3-CP	19.4	19.9	0	0	0	7.8	38.5	85.6
ZB3-PD	15.1	28.9	20	0	0	19.1	41.6	124.7
ZB4-CP	11.1	7.6	0	0	0	7.4	52.4	78.5
ZB4-PD	14.9	11.9	7.8	3.9	0	9.5	37.5	85.5
ZB5-CP	10.5	12.5	0	0	0	4.9	29.4	57.3
ZB5-PD	11.5	12.6	10.6	0	0	4.5	31.1	70.3
ZB6-CP	0	11	0	0	0	4.4	17.9	33.3
ZB6-PD	6.6	9.1	0	0	0	12	37.2	64.9

### <参考>

1996年9月にまとめられたボリビアの農村電化計画では、国勢調査の区画割ごとに社会・経済条件を反映した構成指数を算出し、これをもとに給電の可能性のある新規接続数(新規電化可能戸数)を想定し、新規接続数に応じて各区画を4つにランク分けしている。

このランク分けによれば、それぞれの特徴は次のとおりである。

- E1：投資の回収性が高く、社会経済的に全て民間投資により電化が可能である密度の高い居住地域
- E2：密度があるが分散した集落も含む居住地域で、民間部門と公共部門の共同出資が必要なもの
- E3：居住パターンが分散し、電化の実現には民間投資に対する県の補助が必要なもの
- E4：居住パターンが非常に分散している上、民間投資が期待出来ない。道路や上下水道などの他のインフラのプライオリティーが高いもの

これらの特徴を考慮した場合、小水力・太陽光発電等の再生可能エネルギーを利用した地方電化を目指す本プロジェクトについては、ランク E3 または E2 に該当するような地域を対象と考えることが適当と思われる。

#### 新規接続数によるランク分け

接続ランク	区画数	新規接続数	接続%
E1:2,000-110,000	25	373,543	66.0
E2:500-1,999	86	77,745	13.7
E3:100-499	367	77,261	13.6
E4:1-99	949	37,533	6.6
合計	1,427	566,082	100

#### <ランク分けの手法について>

地方電化のポテンシャルを量るためには、地域の開発程度を数量化することが有効であり、ここでは次の手法を用いている。

##### (1) 使用する基本的な指数

###### 1) 貧困家庭の指数 (H)

負債能力についての家々の可能性と地域全体の戸数の収入を示す。

###### 2) 満たされていない必要性の指数 (I)

ある地方の基準以下の満たされていない必要性(教育、保健、下水、商業エネルギーの入手)の平均レベルを示す。

###### 3) 貧困指数 (P1)

上記2つの指数から求める。

###### 4) 村の人口増加率 (TC%)

地域の人口増加、移住の程度を示す。

###### 5) 識字率 (%ALFAB)

地域内の 15 才以上の住民の読み書きの割合を示す。

###### 6) 電化率 (%C/ELEC)

分析した時点の地域内の電気のある家の割合を示す。

###### 7) GLP (ガソリン) 使用の指数 (%GLP)

地域内で料理用に GLP を使っている家の割合を示す。

###### 8) 薪使用率 (%LENA)

地域内で料理用に薪を使っている家庭の割合を示す。

## (2) 指数の標準化

上記の指数は、指数ごとにバラツキがあり、標本そのままでは客観的な地域の指標としては使用できない。

このため、地域単位で求めた各指数の全国規模の算術平均がゼロになり、標準偏差が単位と同等になるよう加工して指数を標準化した。

すなわち、

$$a_i = (x_i - X) / s_i$$

※ $a_i$  = 地域  $i$  の指数  $I$  の標準値

$x_i$  = 地域  $i$  の指数  $I$  の値

$X$  = 指数の算術平均

$s_i$  = 指数の標準偏差

## (3) 地域の構成指数 (IC) の算出

地域  $i$  の構成指数 ( $IC_i$ ) は、上記の手法で標準化された各指数  $a_i$ 、 $b_i$ …を合計して得られる。

$$IC_i = a_i + b_i + c_i + \dots$$

ICの値がプラスである場合は、地域の開発度が高いことを表わし、マイナスの場合は地域の開発度が低いことを表わしている。

(H)、(I)、(P1)、(%LENA)については、指数が低いほどその地方は開発されているため、これらの指数については、その標準値に(-1)を掛けて合計し、その他の指標については、その標準値を直接合計する。

## (4) 電化可能性のある戸数の算定

ある地域の構成指数と電化の可能範囲には次の関係があるものと仮定する。

$$(D_i - D_m) / (D_x - D_m) = (IC_i - IC_m) / (IC_x - IC_m)$$

※ $D_i$  = 地域  $i$  の可能性のある電化範囲

$D_m$  = 地域  $i$  の現在の電化範囲

$D_x$  = 期待される最高の電化範囲 = 0.975

$IC_i$  = 地域  $i$  の構成指数

$IC_x$  = 地理的単位の最高構成指数

$IC_m$  = 地理的単位の最低構成指数

この関係により

$$D_i = [(IC_i - IC_m) / (IC_x - IC_m)] \times (0.975 - D_m) + D_m$$

地域 i の電化の可能性のある戸数は次のとおりに計算される。

$$HE_i = D_i \times H_i(t) - D_m \times H_i(0)$$

- ※HE<sub>i</sub> = 地域 i で電化される可能性のある戸数
- H<sub>i</sub>(t) = 地域 i の t 年のトータル戸数
- H<sub>i</sub>(0) = 地域 i の現在(1992)のトータル戸数
- 0.975 = 期待される最大の電化範囲

この手法は農村電化計画の制限内(予算と固定数の電化予定村)で最大の裨益者数を達成するのが目的であり、広い電化範囲を正当化できる開発度を持つ地域に有利になる。

開発の少ない地域の電化はコストが高くなり電気の生産使用が低い傾向を意味する。電化は農村開発の多くの構成要素の一つではあるが、他に有利な要素がなければ電化で追加される効果は限定的なものとなる。

#### 4.4.4 組織と役割

電力セクターの機関の中で、地方電化に関する総括的役割を果たすのは、経済開発省 エネルギー炭化水素庁 エネルギー開発課であるが、その機能は政策立案と規制、計画立案による示唆的な方向付けの色合いが強い。

1996年9月策定の「農村電化向け投資計画」では、地方電化計画に関わる主な機関とその役割を次のとおりに定めている。

##### (1) エネルギー炭化水素庁

- 1) 市町村、県、電気を供給する民間部門を調整し、農村電化計画を促進する。
- 2) 二国間・多国間クレジットと国際的基金へのアクセスに便宜を図る。
- 3) 法的規制の作成。
- 4) 計画全体の実施を監督する。

##### (2) 農村開発部

- 1) 裨益者の組織化を促進する。
- 2) 計画の影響を受ける地域で関係機関を調整する。
- 3) 市町村開発の参加型計画案の実施を援助する。
- 4) 農村電化プロジェクト実施のために市町村や県がとる対策に便宜を図る。

##### (3) 電気監督局

- 1) 利権やライセンスを譲渡するため、農村電化プロジェクトを評価する。
- 2) 農村地域の電気料金や料金システムを規制し、電気供給技術の質を標準化する。

##### (4) 市町村

- 1) 管轄エリア内で農村電化プロジェクトの実施を促進する。
- 2) 開発計画の範囲内で資金を出資する。

- 3) 給電の質を監視する。
- 4) 農村の電気会社の株に出資する。

(5) 県

- 1) 地域内のプロジェクトの実施を推進する。
- 2) 直接的かつ1回だけの補助金の性格で資金を出す。
- 3) 市町村と調整して地域開発計画案を実施する。

(6) 民間部門

- 1) 電力システムの運用を担当する。
- 2) 電力供給の質を保証する。
- 3) 給電範囲拡大のために投資する。

(7) 地域開発基金 (FNDR)

- 1) エネルギー局、農村開発部と調整して、農村電化計画を実施する。
- 2) 農村電化計画のための二国間・多国間の資金獲得の手続きをする。
- 3) 農家開発基金との調整をする(農家開発基金は生産用の農村電化プロジェクトの実施を担当)。

(8) ユーザー／裨益者

- 1) 組織化されて農村の電気会社に参加しプロジェクト資金を出資する。

現在、地方電化計画の策定から実施に至るプロセスの中で、中心的な役割を果たしているのは県である。

地方の各コミュニティは必要とする農村電化プロジェクトを市町村に要請し、市町村は多数のコミュニティから提出されたプロジェクトから優先順位の高いものを選択して県に要請する。県はそれら中で優先順位の高いものについて技術面・財務面の調査(県のエネルギー関係の担当者)を実施する。

政府は、リストアップされたプロジェクトに対し、PRONERの枠組みにしたがい地域の需要・社会経済状況・代替技術等を考慮して方向付けをするとともに、県の行う調査をレビューするのみである(政府では、県の技術者が不足しているため技術指導を実施しているが、将来は県が技術的に独立することを期待している)。

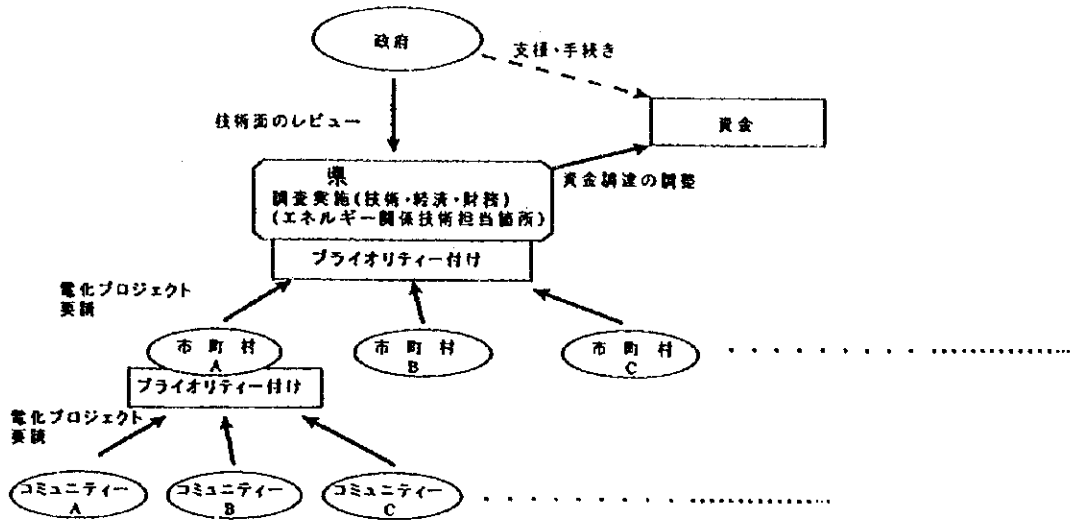
県はまた、プロジェクトに必要な資金調達においても中心的な役割を果たす。

県が自ら全額融資することもありえるが、一部資金を負担した残りを市町村、ユーザー、ドナー、FNDR等より調達することもある。

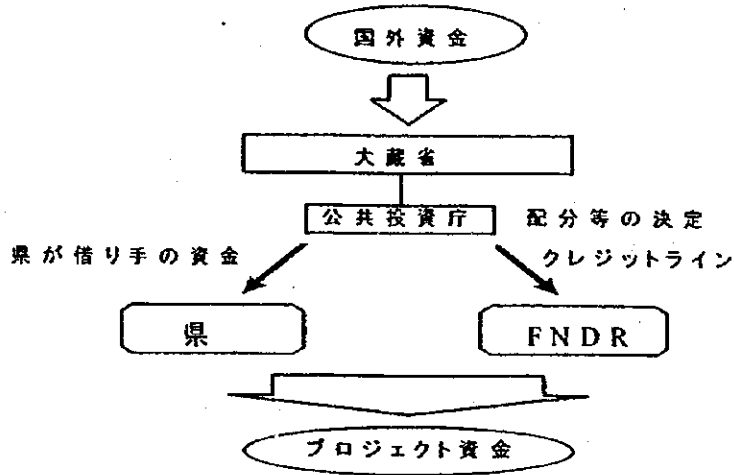
こうした調整の主体は県であるが、実際の資金は全て大蔵省公共投資庁を経由することになる。

サンタクルスのプロジェクトでは、計画策定を県とCRE(地域の配電会社)が、プロジェクトの施工自体はCREが実施し、事業資金は県が窓口となりオランダ援助機関から受け入れた。

地方電化における県の役割



国外資金の流れ



4.5 他援助機関、NGO等の関連活動

4.5.1 世界銀行

(1) 電力セクター改革支援

ボリヴィア国電力セクターの資本化、民営化のプロセスに対し、世銀ESMAPはエネルギー・炭化水素事務局を通じて以下の援助・調査を行った。

- 1) 最適な機構の提案
- 2) 送電および配電に必要な経済規則
- 3) 工業モデルの周辺および孤立システムの対処方法
- 4) 資本化の方法
- 5) 新規則の役割と機構
- 6) 電気法草案作成支援

また、①資本化や民営化関連法に定められた条項の実行②改革の長期的継続を保持する重要な移行措置の実施③独立送電系統の小規模事業者の資産の再構築と法人化の完成④ ENDE の送電部門 ENDE-T の民営化の完成を視野に現在も支援を続けている。

## (2) ESMAP エネルギー計画プログラム

ボリヴィアの地方におけるエネルギー消費や需要に関する基礎データを収集し、燃料用木材や石油ランプなどの伝統的なエネルギー利用パターンを、より商業的かつ効率的、経済的な利用へと変革し、生活向上とエネルギーの経済的生産性向上のための方策を立案する。

### (3) 地方電化に対する再生可能エネルギー

ボリヴィアの遠隔地に対する再生可能エネルギー利用電力供給の可能性の判定、サブプロジェクト実施における適切なコストの融資を得る可能性の判断を行うべく次の事項を実施

- 1) 優先地域への電力供給に関する政府の既存計画等の社会経済、基礎エネルギー供給および需要に関する情報入手。
- 2) 政府カウンターパートと共同で初期プロジェクト概念の作成。ローカルコンサルタント、国際的コンサルタントの参加、GEF 等各種資金利用に関するプロジェクト計画の立案。
- 3) サブプロジェクトの予備評価を含む投資プロジェクト立案のための現地調査。
- 4) 投資プロジェクトが銀行の投資案件候補に採択され正式に評価されるための活動。

### (4) 地方セクターにおけるエネルギー戦略

3 カ年にわたる地方エネルギー計画により持続可能な市場を開発することを目的として次の業務を行う。

- 1) DIFER の制度化
- 2) 地方エネルギープロジェクトのための適切な市場や資金調達システムの形成
- 3) 費用効果の高い地方エネルギープロジェクトの推進
- 4) トレーニングプログラムや T.A. プログラムの形成

また、1991～94 年にかけて、ラバスの北東 100km の Yungas 地方 Asunta valley において、グリッド延長による地方電化プロジェクトを実施している。

## 4.5.2 国連環境計画

ボリヴィア政府の地方電化で対象とされている村のうち 9 村について、ディーゼル発電に代えて小水力発電設備を設置し、地方電化計画に含まれない村については太陽光発電を設置する。本プロジェクトの特徴として、コミュニティー参加、特に村が投資額の多くを



負担し、管理運営費用の全額を負担することが挙げられる。

#### 4.5.3 国連麻薬統制プログラム(UNDCP)

チャパレ地方において、穀物や果物、野菜の加工・保存のための電力供給を行い、農業関連産業の振興を図るもの。

394kmの幹線(34.5、19.9kV)と110kmの2次送電線、12.5MVAの変電所を整備(1993完成)。事業費は\$8,767,000で5,000人のユーザーが接続された。ELFECの協力のもと ENDEが事業実施機関となった。

#### 4.5.4 UNDP

再生可能エネルギーを利用した地方電化計画を計画。22プロジェクト(US\$4,211,719)を特定している。小水力60-70%、太陽光30%、風力10%。

#### 4.5.5 エナジー・ハウス

CER(Cooperativa Eltrica Riberalta Ltda.)と米国のコンソーシアム NRECA(National Rural Electric Cooperative Association)のポリヴィアデスクは、ブラジルのナッツの外皮や地方の製材所から出る廃材を燃料とする1MWのプロジェクトを提案し、安定して手ごろなエネルギー源であるとともに河川への外皮の投棄を止めさせるための有効策として、エナジーハウスのE&Coからの融資を得て進行中である。

#### 4.5.6 スペイン援助機関

1988年から1993年まで、ICI(Spanish Cooperation Agency)・スペイン・マドリード太陽エネルギー協会が、ポリヴィア高原地帯において太陽光発電による個別電化プログラム(1,500世帯)を実施、現在までに3000戸に太陽光発電設備を設置している。1988年から1990年までは代表的10世帯に太陽光発電システムを設置して発電量・使用量を検証、その後ユーザー所有による運営機構の構築とオルロ県〜ラパス県に至る広い範囲で太陽光システム導入を実施した。1セット当たりの価格は\$850であり、10%をユーザーが、残りをICIが無償で提供した。本プロジェクト実施中に発生した技術的な問題や運営上の問題は、その後のプロジェクトに対する教訓となった。

整流器・照明施設は技術移転を受けた会社組織 EBES(Empresa Boliviana de Electrification Solar)で生産。ADE(Asociacion de Electrification Solar)が太陽光発電設置の組合を設置。実質的には各村の代表者によって運営された。約1,000世帯が電化されたが1993年にADESによる10,000米ドル横領事件が発生し、計画が頓挫した。

#### 4.5.7 ドイツ技術協力機関 GTZ

1991年より、再生可能エネルギー普及・技術移転プログラム PROPER を開始(1997終了予定)。

地元業者に対する小規模直流システム構成部品(充電制御器、電子安定器)や低周波蓄電池等の製造技術の移転に重点を置いた。また、数多くの小水力発電地点について検討を行った。本プログラムはMEHのリフォームプロセスを通じて、ポリヴィアにおける再生可能エネルギー開発政策に多くの影響を与えた。

#### 4.5.8 KfW

ラパス県の北ユンガス、南ユンガス、カラナビ、ラレカヤにおいて、115kV 送電線をカラナビ、グアナイを通り 117km に亘り延長し、チュスピバタの 3 変電所、カラナビとグアナイの 2 つの降圧変電所に接続。更に 316km の 1 次配電線 (34.5、19.9kV) 延長、106km の 2 次配電線延長を行い 47 共同体に接続するプロジェクトを実施。

#### 4.5.9 オランダ援助機関

PEMA (Programa de Energia y Medio Ambiente de la Cooperacion Neerlandesa en Bolivia) の実施の他、世銀-ESMAP への協力も積極的に推進している。

太陽光、小水力、ガス火力等を中心に、ハード面だけでなく、資金調達スキームの形成などソフト面でも幅広い援助活動を実施中である。

#### 4.5.10 米州開発銀行

現在は社会セクターのベーシックヒューマンニーズを中心に実施中であり、地方電化に関するプロジェクトに関しては 2001 年までは予定がない。しかし、ボリヴィア政府側のニーズが高まれば 2001 年以降の事業の選択肢となりうる。

#### 4.5.11 NRECA (National Rural Electric Cooperative Association International LTD.)

##### (1) ESD (Electrification for Sustainable Development Project)

CRE、ENDE、ELFEC、COBEE、CORELPAZ、CEY、CER、SETAR、CESSA 等の電気事業者や小規模な協同組合と協力し、系統拡張、天然ガス利用の独立システム、バイオマス (ブラジルナッツの殻) 燃焼による独立システム、太陽光利用の分散型システム等の電化モデル事業を実施するもの。

##### (2) National Indicative Plan for Rural Electrification in Bolivia

TDA (U. S. Trade and Development Agency) 資金により、ボリヴィアにおける地方電化計画を提案している。

#### 4.5.12 その他の地方電化への援助等

##### (1) 政府機関

###### 1) FONADAL

National Fund for Alternative Development (Fondo Nacional de Desarrollo Alternativo)

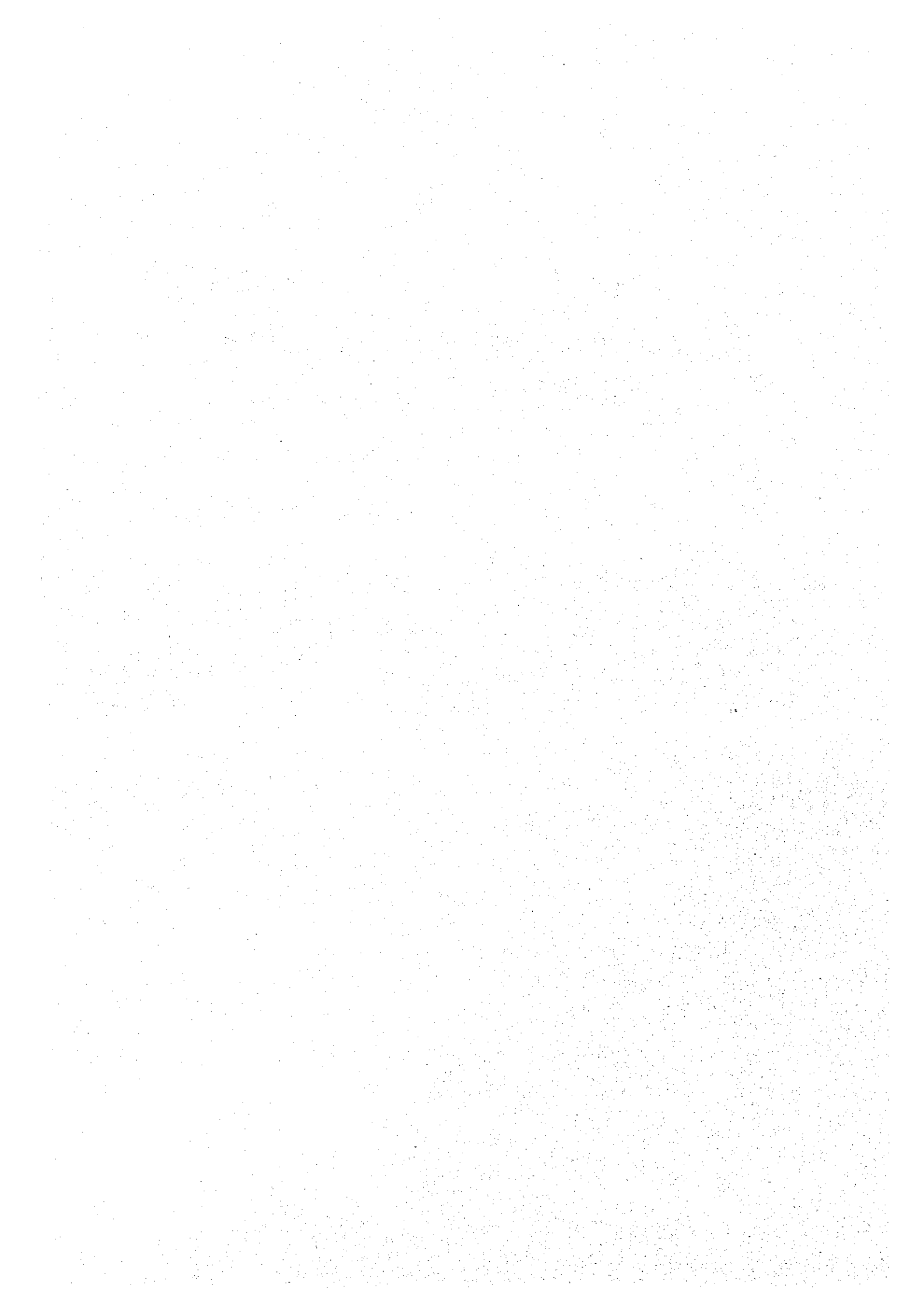
###### 2) FDC

Fund for the Development of the Rural Population (Fondo de Desarrollo Campesino)

##### (2) NGO

###### 1) Plan International and Food for Hungry

## 第5章 再生可能エネルギー利用の 現状並びにポテンシャル



## 第5章 再生可能エネルギー利用の現状並びにポテンシャル

### 5.1 ローカルエネルギーの需給および利用状況

ローカルエネルギー使用は主に照明および調理用である。薪木が入手可能な地域においては薪木が主に調理用として使用され、灯油およびLPGは照明および調理用として広く使用されている。表5.1.1にエネルギー使用量の一覧を示す

表5.1.1 エネルギー使用量

種類	都市部	農村部
薪木 (ton/yr)	0.1	2
灯油 (liters/yr)	25	60
LPG (kg/yr)	200	17
電気 (kwh/month)	185	20

出典 : Programa Nacional de Electrificación Rural, 1998年8月

電気の普及状況についてみると1997年における電化率は表5.1.2に示すようになっている。

表5.1.2 ボリビアにおける電化率

県		人口	住宅戸数	電化戸数	電化率(%)
チュキサカ	都市部	182,508	42,783	30,481	71.2
	農村部	320,656	79,614	6,491	8.2
	計	503,164	122,397	36,972	30.2
ラ・パス	都市部	1,497,364	359,133	255,091	71.0
	農村部	716,047	243,288	43,589	17.9
	計	2,213,411	602,421	298,680	49.6
コチャバンバ	都市部	751,793	168,563	129,826	77.0
	農村部	602,000	182,376	38,238	21.0
	計	1,353,793	350,939	168,064	47.9
オルロ	都市部	248,557	58,785	40,727	69.3
	農村部	118,272	62,934	8,005	12.7
	計	366,829	121,719	48,732	40.0
ポトシ	都市部	240,148	55,423	45,339	81.8
	農村部	420,542	138,569	6,671	4.8
	計	660,690	193,992	52,010	26.8
タリハ	都市部	205,249	45,130	39,785	88.2
	農村部	148,195	34,811	4,114	11.8
	計	353,444	79,941	43,899	54.9
サンタクルス	都市部	1,310,924	274,033	190,210	69.4
	農村部	460,397	97,763	9,937	10.2
	計	1,771,321	371,796	200,147	53.8
ベニ	都市部	233,439	41,374	24,181	58.4
	農村部	109,898	21,167	1,168	5.5
	計	343,337	62,541	25,349	40.5
バンド	都市部	13,657	2,879	2,088	72.5
	農村部	28,046	6,192	269	4.3
	計	41,703	9,071	2,357	26.0
ボリビア全土	都市部	4,683,639	1,048,103	757,728	72.3
	農村部	2,924,053	866,714	118,482	13.7
	計	7,607,692	1,914,817	876,210	45.8

出典 : Base de Datos de la Electrificación Rural Bolivia 92/97, 1998

都市部の電化率は58.4%（ベニ県）～88.2%（タリハ県）となっており、ベニ県以外は60%を越えている。農村部の電化率は4.3%（バンド県）～21.0%（コチャバンバ県）となっているが、15%を越えているのはラ・バス県（17.9%）とコチャバンバ県（21.0%）のみとなっており、農村部の電化が遅れている。特にポトシ県とバンド県の電化率は5%に達していない現状である。

1991年に世銀と統計局はエネルギー消費に関するアンケート調査を行っている。このアンケート調査結果によれば、村落における電気消費は以下のように要約される。

- ・全村落において使用されている電気機器は照明器具が多い
- ・照明用の電気消費量は11.3～31.8kwh/月となっており、分散した村落の消費量が他に分類される村落より少なくなっている
- ・調理用の電気消費量は14.9kwh/月～45.6kwh/月と多いが利用率は0.3%～11.4%と低い
- ・冷蔵庫の電気消費量は14.5kwh/月～37.1kwh/月と多いが利用率は0.3%～52.1%と生活ゾーン別に大きな差がある
- ・オーディオ機器の電気消費量は4.7kwh/月～9.1kwh/月と比較的少なく、生活ゾーン別に大きな差はない。また、利用率は5.5%～76.1%と比較的高い

## 5.2 小水力発電の導入計画、プロジェクト概要

PRONERでは、1998～2002年の5年間で11万世帯の地方電化を実施することを目標としているが、このうちの2万5千世帯を小水力発電により実施することとし、プロジェクト実施に要する費用をUS\$25,500,000（機器 US\$8,900,000、土木 US\$8,900,000、設置 US\$5,100,000、その他 US\$2,600,000）と見積もっている。

また、地方電化プロジェクトに積極的なUNDPでは、1999年からの4年間で22プロジェクト（US\$4,211,719）を実施する計画であるが、その60%は小水力で実施する予定である。

エネルギー炭化水素庁では、小流域ごとにまとめた小水力地点135箇所のリストを作成している。リストでは、小水力地点の位置、裨益世帯数、使用水量・落差・出力等の諸元、事業費、事業主体、資金源、推定発電単価、プロジェクトの現況等が示されている。

135地点の出力は、0.35～350kWであるが20～50kW級、次いで200kW級が多くなっている。県別では、ラバス県50地点、ポトシ県33地点、タリハ県19地点、コチャバンバ県17地点、チュキサカ県7地点、サンタクルス県6地点、オルロ県3地点の順となっている。

これらのプロジェクトの分布から、現地踏査で得られた知見と同様にアンデス高原東側の山脈周辺を中心に小水力の適地が広がっていることがうかがえる。ベニ・バンドの両県は、アマゾンの熱帯雨林地帯に入り平坦なため適地が少ないものと推測される。

小水力発電計画に必要な基礎データの整備状況であるが、太陽光、風力、小水力全てに関係する気象データについては、気象庁のSENAMIという機関で入手可能であるが、その精度や観測地点、観測項目等については、確認中である。

地形図については、軍の地理院（Institute Geographico Militar：IGM）が作成・管理し、1：50,000の地形図は、平成8年度に終了したJICAの「ボリヴィア国ラ・バスーベニ県地形図作成調査」によりラバス県、ベニ県について整備されていることは確認された。地形図は直売店で購入可能

であるが、1：50,000については増刷能力が限られているためか、12月までには入手不能とのことであった。

上記地形図作成調査の事前調査時点における地形図の整備状況は次のとおりである。

(1) ボリビア国における国土基本図は、縮尺1：50,000地形図である。地図の縮尺体系は1：500,000図を基調として、この図郭を2等分して作成する1：250,000図、これを3等分して作成する1：100,000地形図、更にこれを2等分する1：50,000地形図となっている。

(2) 1：500,000地形図

全19面のうち、6面の整備が完了。地形図のベースは1：250,000地形図またはランドサットの衛星写真を使用している。

(3) 1：250,000地形図

85面中61面が整備されている。作成方法は、1：50,000地形図の縮小編集である。整備状況は国の北部及び南部の整備が完了しており、中央部が未整備である。

(4) 1：50,000地形図

JICA地形図作成調査以前で、2,349面中既に2,129面(1,024,073km<sup>2</sup>)の現地調査(現地写真判読)が完了している。そのうち刊行している地形図は1,657面で、進捗率は約70%である。編集は1：25,000で図化したものを縮小編集している。

(5)その他

1：100,000地形図は、重要な地域9面を作成しているが当面の作成計画はない。その他1：1,000,000～1：4,000,000の小縮尺地図と数面ではあるが1：10,000地形図も作成している。

水文データについては、水監督庁(Water Superintendency)で管理しているが、全国的なデータを系統立てて整理してはいない(当該機関には確認中)。水文データの整備は不十分でありプロジェクトごとに実測するケースが多い。

### 5.3 太陽光発電の導入実績・形態、既存プロジェクト概要

ボリビアではコミュニティーが分散して多く存在すること、日射量が強いため等からAltiplano地域を中心に太陽光発電による地方電化の実績は多く、これまでに約20,000システムの個別分散型太陽光発電が導入されている。海外からの援助として、スペイン政府が約3,000戸、オランダ政府が約10,000戸に導入を行っている。

地方自治体による導入実績を表5.3.1に示す。地方自治体による導入実績は約900基となっており、オルロ県での導入が多くなっている。

ボリビアにおける太陽光発電の形態は各戸に太陽電池パネルを設置してバッテリーに蓄電する個別分散型太陽光発電システムがほとんどである。

スペイン政府はチチカカ湖のスリキ島に集中型太陽光発電システムを贈与・設置したが、設置後6～7カ月で落雷により被害を受けた。このため、80枚の太陽電池パネルは住民に分配され、現在は個別分散型太陽光発電設備として使用されている。

表5.3.1 地方自治体による太陽光発電導入実績

県	郡	市町村	CANTON	人口	住宅戸数	設置戸数	電化率 (%)
LA PAZ	PACAJES	Charana	LADISLAO CABRERA	255	87	35	40.2
LA PAZ	PACAJES	Charana	RIO BLANCO	308	93	75	81.0
LA PAZ	PACAJES	Charana	E. ABAROA	125	84	20	23.7
LA PAZ	VILLARROEL	Curahuara	SAN PEDRO DE CURAHUARA	749	270	4	1.6
LA PAZ	VILLARROEL	Papel Pampa	CHIRCA CRUZANI	94	29	2	7.0
LA PAZ	PACAJES	Caquilaviri	ACHIRI	1,728	1,031	5	0.5
LA PAZ	PACAJES	Charana	GRAL PEREZ	171	76	20	26.3
LA PAZ	PACAJES	Charana	CHINOCABI	284	112	75	67.0
LA PAZ	VILLARROEL	Curahuara	WALDO BALLIVIAN	651	157	6	3.8
COCHABAMBA	CARRASCO	Pocona	Chimboata	852	218	40	18.3
COCHABAMBA	TAPACARI	Tapacari	TAPACARI	5,834	1,916	4	0.2
ORURO	SAJAMA	Turco	CHACHACOMANI	490	236	10	4.2
ORURO	ATAHUALLPA	Sabaya	JULO	164	170	20	11.8
ORURO	ATAHUALLPA	Sabaya	CRUZ DE HUAYLLAS	157	152	25	16.4
ORURO	SAJAMA	Turco	COSAPA	706	368	45	12.2
ORURO	L. CABRERA	S. Garaci Mendoza	SALINAS DE GARCIMENDOZA	1,705	1,071	50	4.7
ORURO	L. CABRERA	S. Garaci Mendoza	JIRIRA	523	219	10	4.6
ORURO	ATAHUALLPA	Sabaya	NEGRILLOS	114	233	20	8.6
ORURO	ATAHUALLPA	Sabaya	SACABAYA	180	126	20	15.9
ORURO	ATAHUALLPA	Sabaya	SAN ANTONIO DE PITACOLLO	57	54	20	37.1
ORURO	ATAHUALLPA	Sabaya	BELLA VISTA	85	142	15	10.5
ORURO	ATAHUALLPA	Chipaya	CHPAYA	745	599	21	3.5
ORURO	SAJAMA	C.de Carangas	SAJAMA	462	224	14	6.2
ORURO	L. CABRERA	S. Garaci Mendoza	UCUMASI	914	584	38	6.5
ORURO	L. CABRERA	Pampa Aullagas	PAMPA AULLGAS	1,070	857	90	10.5
ORURO	N. CARANGAS	Huayllamarca	HUAYLLAMARCA	1,596	1,097	40	3.6
ORURO	N. CARANGAS	Huayllamarca	LLANQUERA	610	533	40	7.5
ORURO	N. CARANGAS	Huayllamarca	SAN MIGUEL	535	444	35	7.9
ORURO	N. CARANGAS	Huayllamarca	CHUQUICHAMBI	617	532	60	11.3
ORURO	N. CARANGAS	Huayllamarca	BELLA VISTA	122	78	30	38.3
SANTA CRUZ	CORDILLERA	Charagua	Izozog	9,482	1,719	30	1.7
						設置戸数合計	919

出典： Base de Datos de la Electrificación Rural Bolivia 92/97 1998

1998年にエネルギー炭化水素庁が作成した地方電化計画における太陽光発電計画を表5.3.2に示す。この計画では約23,000基が導入される計画となっている。導入予定基数が多いのはサンタクルス県、コチャバンバ県、ポトシ県であり、それぞれ約4,700～4,800基が導入される計画となっている。また、この計画による太陽電池パネルの容量はほとんどが50Wpクラスで、1基当たりの設置費用はUS\$800～US\$1,000の範囲にある。また、設定された電気料金はほとんどが



0.292US\$/kwhとなっている。

エネルギー炭化水素庁はボリヴィアにおける太陽エネルギー分布図 (Mapa de Distribucion de la Energia Solar en Bolivia) を 1998 年に作成している。この分布図によれば国土の 1/3 を占める Altiplano および Valley 地域の太陽エネルギーが強いことが示されている。

太陽電池パネルは、ボリヴィア国内で一般に流通している。ELECTROPAZ での聞き取りでは 50Wp クラスが US\$700 程度との情報であった。ラパス市内で販売されていたものはシステム一式 (除工事費) で SIEMENS 製 50Wp が定価で US\$1,000、90Wp が US\$1,300 であった (1 式につき 5%、複数購入でそれ以上の割引有り)。ペルー製の SOLAREX 社製も流通している。

表 5.3.3.2 太陽光発電による地方電化計画 (1/4)

県	郡	市	コミュニティー	実施主体	運営主体	太陽電池容量	初期費用 (US\$) (a)	設置予定 基数(b)	(a)/(b) (US\$)	設定電気料金 (US\$/kWh)
BENI	Marban	Loreto	Loreto	Prefectura		52W	24,000	40	600	
BENI	Ienez	Magdalena	Loreto	Prefectura		52W	60,000	100	600	
BENI	Mamre	More	More	Prefectura		52W	12,600	21	600	
BENI	Moxos		San Francisco	Prefectura		50W/p	114,750	135	850	
CHUQUISACA	Tomina	Tomina		UMSEFX	Comite	45W	12,000	90	133	
CHUQUISACA	Zudanez	Zudanez		UMSEFX	Comite	55W	15,000	110	136	
CHUQUISACA	Zudanez	Mojocoya		UMSEFX	Comite	50W/p	170,000	200	850	0.292
CHUQUISACA	Yampareez	Mojocoya		UMSEFX	Comite	75W/p	120,000	145	828	
CHUQUISACA	Yampareez	Tarabuco	Sotomayor	Prefectura		50W/p	122,400	144	850	0.292
CHUQUISACA	Yampareez	Yampareez		Prefectura		50W/p	85,000	100	850	0.292
CHUQUISACA	Tomina	Sopachuy		SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	50W/p	42,500	50	850	0.292
CHUQUISACA	S. Cinti	Culpina		Prefectura		50W/p	255,000	300	850	0.292
CHUQUISACA	N. Cinti	Incahuasi		Prefectura		50W/p	170,000	200	850	0.292
CHUQUISACA	Oropeza	Sucre	Potolo	SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	46W/1, 50W/98.	152,522	154	990	9 SUS/月
CHUQUISACA	Oropeza	Poroma		SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	46W/1, 50W/98.	104,464	102	1,024	9 SUS/月
CHUQUISACA	S. Cinti	Villa Abecia		Prefectura		50W/p	212,500	250	850	0.292
CHUQUISACA	N. Cinti	San Lucas		Prefectura		50W/p	255,000	300	850	0.292
CHUQUISACA	N. Cinti	Incahuasi	Santa Elena	SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	46W/2, 50W/46.	50,239	50	1,005	105US/月
CHUQUISACA	N. Cinti			Prefectura		50W/p	212,500	250	850	0.292
CHUQUISACA	N. Cinti	Camargo	Camargo	Prefectura		50W/p	340,000	400	850	0.292
CHUQUISACA	L. Calvo	Macharef	Ivo	SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	46W/44, 35W/88	363,062	132	2,750	9 SUS/月
CHUQUISACA	L. Calvo	V. Yaca Guzman	Muyupampa	Prefectura		50W/p	212,500	250	850	0.292
CHUQUISACA	L. Calvo	Machareti	Carandayti	Prefectura		50W/p	113,900	134	850	0.292
CHUQUISACA	L. Calvo			Prefectura		50W/p	42,500	50	850	0.292
CHUQUISACA	H. Siles	Monteagudo		Prefectura		50W/p	129,200	152	850	0.292
CHUQUISACA	H. Siles	Monteagudo		Prefectura		50W/p	170,000	200	850	0.292
CHUQUISACA	H. Siles			Prefectura		50W/p	51,000	60	850	0.292
CHUQUISACA	H. Siles			Prefectura		50W/p	17,000	20	850	0.292
COCHABAMBA	Tapacari	Tapacari	Challa	Prefectura		50W/p	183,600	216	850	0.292
COCHABAMBA	Quillacollo	Tiquipaya		SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	46W/60, 75W/8	78,755	68	1,158	105US/月

表 5.3.3.2 太陽光発電による地方電化計画 (2/4)

県	郡	市	コミュニティー	実施主体	運営主体	太陽電池容量	初期費用 (US\$) (a)	設置予定 基数(b)	(a)/(b) (US\$)	設定電気料金 (US\$/kWh)
COCHABAMBA	Mizque	Vila Vila	Sivigani	SNE/PNUD/Solsico SRL	Empresa Local	46W/54, 50W/2	57,676	56	1,030	11US\$/月
COCHABAMBA	Campero y			ELPEC	ELPEC	47-51Wp	199,440	300	665	
COCHABAMBA	Tapacari	Tapacari	Leque-palca	Prefectura		50Wp	92,650	109	850	0.146
COCHABAMBA	Carrasco	Pojo		Prefectura		50Wp	306,000	360	850	0.292
COCHABAMBA	Carrasco	Pocona		Prefectura		50Wp	926,500	1,090	850	0.292
COCHABAMBA	Capinota	Santivanez		Prefectura		50Wp	255,000	300	850	0.292
COCHABAMBA	Campero	Pasorapa		Prefectura		50Wp	223,550	263	850	0.292
COCHABAMBA	Campero	Omoreque		Prefectura		50Wp	234,600	276	850	0.292
COCHABAMBA	Ayopaya	Independencia		Prefectura		50Wp	782,000	920	850	0.292
COCHABAMBA	Ayopaya	Morochata		Prefectura		50Wp	425,000	500	850	0.292
COCHABAMBA	Ayopaya	Morochata	Cocapata	Prefectura		50Wp	389,300	458	850	0.292
COCHABAMBA	Arque	Ventilla		Prefectura		50Wp	137,700	162	850	0.146
LA PAZ	Pacajes		Achiri	Prefectura		50Wp	113,050	133	850	0.292
LA PAZ	Los Andes		San Juan de	Prefectura		50Wp	89,250	105	850	0.292
LA PAZ	Los Andes		Laja	Prefectura		50Wp	170,000	200	850	0.292
LA PAZ	Los Andes		Pucarani	Prefectura		50Wp	170,000	200	850	0.292
LA PAZ	Los Andes		Kerani	Prefectura		50Wp	85,000	100	850	0.292
LA PAZ	Larecaja		Yani	Prefectura		50Wp	119,850	141	850	0.292
LA PAZ	Larecaja		Combaya	Prefectura		50Wp	100,300	118	850	0.292
LA PAZ	Ingavi		Huacullani	Prefectura		50Wp	108,800	128	850	0.292
LA PAZ	F. Tamayo		Ulla Ulla	Prefectura		50Wp	99,450	117	850	0.292
LA PAZ	Camacho		Mocomoco	Prefectura		50Wp	130,050	153	850	0.292
LA PAZ	Camacho		Ambana	Prefectura		50Wp	148,000	175	846	0.292
LA PAZ	Aroma		Patacamaya	Prefectura		50Wp	255,000	300	850	0.292
LA PAZ	Aroma		Ayo Ayo	Prefectura		50Wp	170,000	200	850	0.292
LA PAZ	B. Saavedra	Charazani		SNE/PNUD/Solsico SRL		46W/118, 50W/6	125,597	124	1,013	0.292
LA PAZ	Franz Tamayo	Pelechuco	Ulla Ulla	SNE/PNUD/Solsico SRL		46W/297, 50W/1.	323,306	317	1,020	10US\$/月
ORURO	Cabrera-Sajama			Prefectura			104,000	100	1,040	
PANDO	M. De Dios	Sena	Copacabana	Prefectura		50Wp	102,000	120	850	0.292
PANDO	N. Suarez	Bolpebra	Bolpebra	Prefectura		50Wp	131,750	155	850	0.292
PANDO	M. De Dios	Puerto Gonzalo	Fortaleza	Prefectura		50Wp	85,000	100	850	0.292

表 5.3.2 太陽光発電による地方電化計画 (3/4)

県	郡	市	コミュニティー	実施主体	運営主体	太陽電池容量	初期費用 (US\$) (a)	設置予定 基数(b)	(a)/(b) (US\$)	設定電気料金 (US\$/kWh)
PANDO	M. De Dios	San Lorenzo	Fortaleza	Prefectura		50Wp	93,500	110	850	0.292
PANDO	Manuripi	Puerto Rico	Puerto Rico	Prefectura		50Wp	35,000	150	233	0.292
PANDO	Manuripi	San Pedro	San Pedro	Prefectura		50Wp	85,000	100	850	0.292
PANDO	F. Roman	Santos Mercado	Santos Mercado	Prefectura		50Wp	110,500	130	850	0.292
PANDO	Manuripi	Filadelfia	Filadelfia	Prefectura		50Wp	10,000	110	91	0.292
PANDO	F. Roman	Fortaleza	Fortaleza	Prefectura		50Wp	85,000	100	850	0.292
PANDO	F. Roman	Loma Alta	Fortaleza	Prefectura		50Wp	85,000	100	850	0.292
POTOSI	T. Frias	Yocalla		Prefectura		50Wp	85,000	100	850	0.292
POTOSI	C. Saaverda	Betanzos	Millares	SNE/PNUD/Solstico SRL	Empresa Local	46W	68,515	63	1,088	95US/月
POTOSI	S. Chichas	Tupiza	Esmoraca	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	81,000	100	810	
POTOSI	C. Saavedra	Betanzos	Potobamba	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	91,530	113	810	
POTOSI	C. Saavedra	Tacobamba	Tacobamba	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	83,430	113	738	
POTOSI	C. Saavedra	Betanzos	Millares	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	69,660	86	810	
POTOSI	Quijaro	Tomave	Calasaya	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	53,460	66	810	
POTOSI	Quijaro	Tomave	Tola Pampa	Prefectura/Municip.	Municip. .	50Wp	86,670	107	810	
POTOSI	Quijaro	Tomave	Tomave	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	1,103,680	128	8,623	
POTOSI	N. Lipez	Colcha K	Colcha K	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	92,340	114	810	
POTOSI	N. Chichas			Prefectura		50Wp	151,300	178	850	0.292
POTOSI	N. Chichas	Cotagaita		SNE/PNUD/Solstico SRL		46W/8, 50W/399.	400,168	411	974	95US/月
POTOSI	M. Omiste	Villazon	Socochea	SNE/PNUD/Solstico SRL		46W/394, 50W/9.	404,738	410	987	95US/月
POTOSI	M. Omiste	Villazon	Chagua	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	58,320	72	810	
POTOSI	Linares			Prefectura		50Wp	286,450	337	850	0.292
POTOSI	Linares			Prefectura		50Wp	127,500	150	850	0.292
POTOSI	Linares			Prefectura/Municip.		50Wp	81,000	100	810	
POTOSI	Linares			Prefectura			311,100	366	850	0.292
POTOSI	Linares			Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	134,460	166	810	
POTOSI	Linares			Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	110,970	137	810	
POTOSI	T. Frias	Yocalla		Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	40,500	50	810	
POTOSI	Ibanez	Caripuyo	Jankho	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	66,420	82	810	
POTOSI	D. Campos	Llica	Carquilla	SNE/PNUD/Solstico SRL		46W/82, 50W/3.	144,590	116	1,246	105US/月
POTOSI	Chayanta			Prefectura		50Wp	170,000	200	850	0.292

表 5.3.2 太陽光発電による地方電化計画 (4/4)

県	郡	市	コミュニティー	実施主体	運営主体	太陽電池容量	初期費用 (US\$) (a)	設置予定 基数(b)	(a)/(b) (US\$)	設定電気料金 (US\$/kWh)
POTOSI	Chayanta	Ravelo	Antora	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	102,060	126	810	
POTOSI	Chayanta	Colquechaca	Ayoma	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	90,720	112	810	
POTOSI	Charcas			Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	33,210	41	810	
POTOSI	Charcas	San Pedro de B.		Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	89,910	111	810	
POTOSI	Chayanta	Ocni		SNE/PNUD/Solsico SRL		46W/145, 50W/6.	191,247	180	1,062	98US/月
POTOSI	Chayanta	San Pedro de B.		Prefectura		50Wp	155,550	183	850	0.292
POTOSI	Charcas	San Pedro de B.	Moscari	Prefectura		50Wp	136,850	161	850	0.292
POTOSI	Charcas		Moscari	Prefectura		50Wp	94,350	111	850	0.292
POTOSI	Bustillos	Chayanta	Panacachi	Prefectura/Municip.	Municip.	50Wp	33,210	41	810	
POTOSI	Bustillos			Prefectura/Municip.		50Wp	85,850	101	850	0.292
TARJA	Gran Chaco	Villamontes	Ibibobo	SNE/PNUD/Solsico SRL		46W/73, 35W/146	603,500	219	2,756	98US/月
TARJA	Mendez	El Puente	El Puente	PROZAVAT	Comite Electrification	50Wp	43,691	40	1,092	
TARJA	Cercado	Diferentes	El Puente	PROZAVAT	Usuarios	50Wp	24,529	15	1,635	
SANTA CRUZ	Velasco	San Ignacio	Bajo Paragua				57,200	48	1,192	0.467
SANTA CRUZ	Velasco	San Ignacio	Alto Paragua				65,000	178	365	0.467
SANTA CRUZ	Ichilo	San Carlos	San Carlos	Prefectura			39,000	50	780	0.467
SANTA CRUZ	Todas las	San Carlos	San Carlos	Prefectura			750,000	1,000	750	0.467
SANTA CRUZ	Velasco	S. I. de Velasco		Prefectura		50Wp	255,000	300	850	0.467
SANTA CRUZ	Sura	Percoto		Prefectura		50Wp	228,650	269	850	0.467
SANTA CRUZ	Sara	Santa Rosa del		Prefectura		50Wp	297,500	350	850	0.467
SANTA CRUZ	N. Chavez	Saturnino		Prefectura		50Wp	680,000	800	850	0.467
SANTA CRUZ	Sanfesteban	Mineros		Prefectura		50Wp	425,000	500	850	0.467
SANTA CRUZ	Ichilo	Buena Vista		Prefectura		50Wp	510,000	600	850	0.467
SANTA CRUZ	Guarayos	Urubicha		Prefectura		50Wp	425,000	500	850	0.467
SANTA CRUZ	A. Sandoval	San Matias		Prefectura		50Wp	138,550	163	850	0.467
SANTA CRUZ	A. Sandoval	Las Petas		Prefectura		50Wp	93,500	110	850	0.467
							設置予定基数合計	23,077		

出典：Proyectos de Electrificación Rural Bolivia 1998

#### 5.4 風力発電の導入実績・形態、既存プロジェクト概要

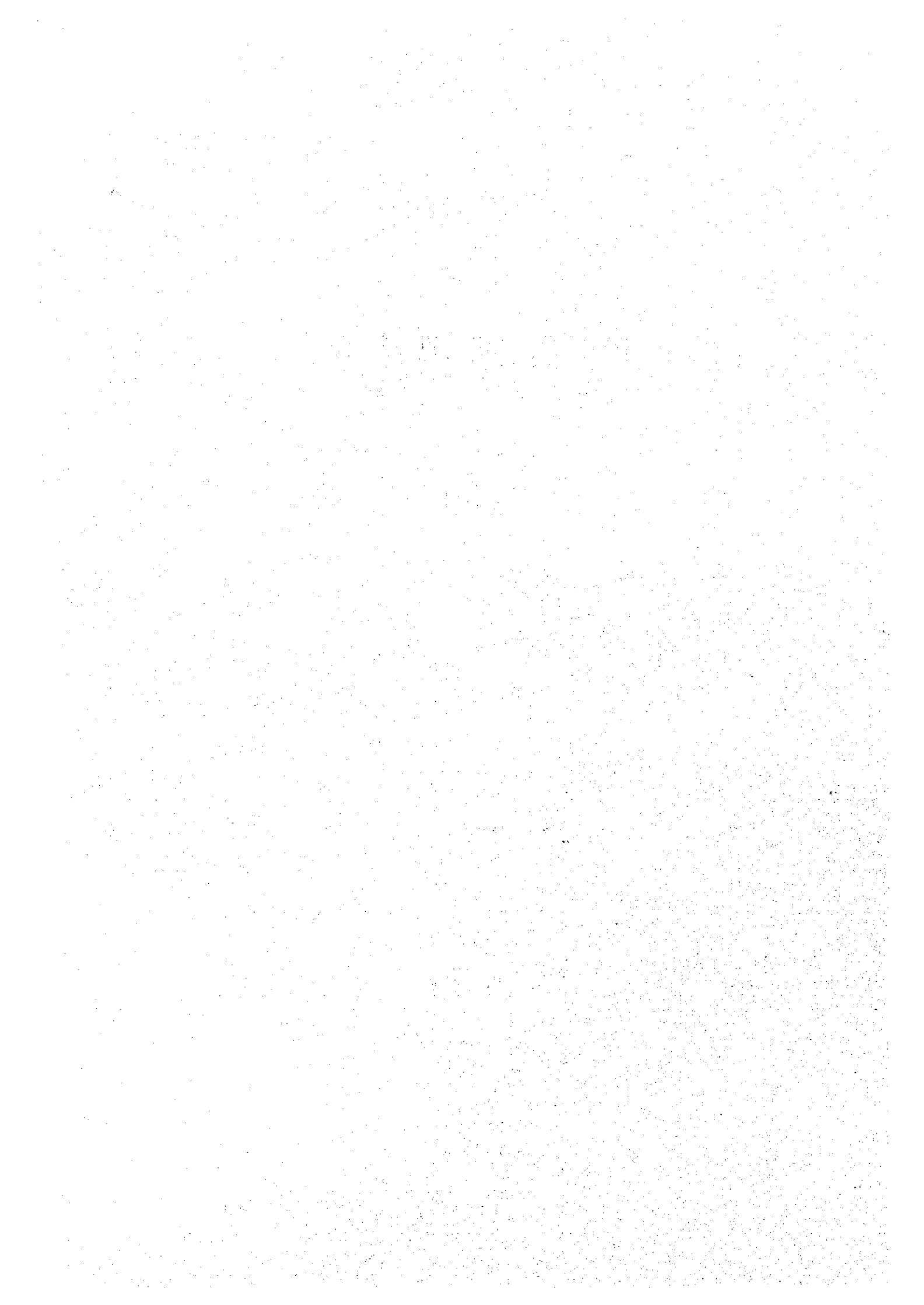
ボリビアでの商業的な風力発電はほとんど行われていない。また、1998年にエネルギー炭化水素庁が作成した地方電化計画でも風力発電による電化は計画されていない。この主な理由として風力発電を検討するための信頼できる風況データが整備されていないことがあげられる。

一方、未確認ではあるが、CREがサンタクルスの飛行場近くで4基の風車を設置して試験を行っているとの情報を得た。

UNDPは5県を対象として小水力、太陽光および風力の再生可能エネルギーを導入する22プロジェクトを提案している。このプロジェクトの中には既存データ解析に基づく2つの風力発電プロジェクトが含まれている。

気象データは気象庁のSENAMIという機関で入手可能であるが、その精度や観測地点、観測項目等については、確認中である。

## 第6章 現地踏査





## 第6章 現地踏査

1998年10月30日(金)～10月31日(土)の2日間にわたって以下のような現地踏査を行った。

### (1) 1998年10月30日(金)

- ・ Huarina 変電所：既存送電線の延長計画
- ・ Chirapaca 気象観測ステーション：気象観測状況
- ・ チチカカ湖スリキ島 (Isla Suriqui)：集中型太陽光発電設備

### (2) 1998年10月31日(土)

- ・ Unduavi コミュニティー：小水力発電地点 (建設中)
- ・ Pongo コミュニティー：小水力発電地点 (稼働中)
- ・ Contorno Retanias コミュニティー：個別分散型太陽光発電設備

### 6.1 踏査したサイトの位置図

現地踏査を行ったサイトの位置を図6.1.1に示す。

### 6.2 地方電化関連情報

#### (1) 踏査年月日

1998年10月30日(金)

#### (2) 場所

ラパス県北部 Huarina 村、Huarina 変電所ならびに周辺地域

#### (3) 随行者

- ・ 経済開発省 エネルギー炭化水素庁 管理調整課 (UCC/Unidad de Coordinacion y Control)  
Mr. Freddy Andrade Valdez
- ・ ラパス県エネルギー部 (Seccion Energia Prefectura)  
Mr. Clemente Rojas Ugarte

#### (4) 踏査結果

- 1) ラパスからチチカカ湖に向かう幹線道路沿いには、主として69kV送電線が通っており、この周辺の村落には69kV→14.9kV→6.6kV→230Vと降圧されたグリッドからの電力が供給されている。
- 2) Huarina 変電所は、国有電力会社 (ENDE/Empresa Nacional de Electricidad) が建設しその後協同組合の所有となった後、現在はラパス地方電力会社 (EMPRELPAZ/Empresa Rural Electrica La Paz) の所有となっている。変電所には5 MVAの変圧器1基が置かれ、1次側69kV 1回線を2次側3相24.9 kV・単相14.9 kV各1回線に降圧し、周辺に給電している。変圧器容量5 MVAは、ボリヴィア国内では最大級である。
- 3) 同変電所には増設計画があり、現在の2次側配電線に平行して3 kmの配電線(24.9kV、14.9kV)が建設されているが、変電所にはまだ接続されていない。容量的に十分であるので変圧器の増設は行わない計画である。
- 4) ボリヴィアで電柱に用いられるのは、主にクチの木というユーカリの一種であり、硬質で表面処理を要さない。配電網の拡張に必要な資機材のうち国内で調達可能なのは電柱、電線 (Cablebol 社)、柱上変圧器 (4割程度) であり、大型変圧器は米国やブラジル、コ

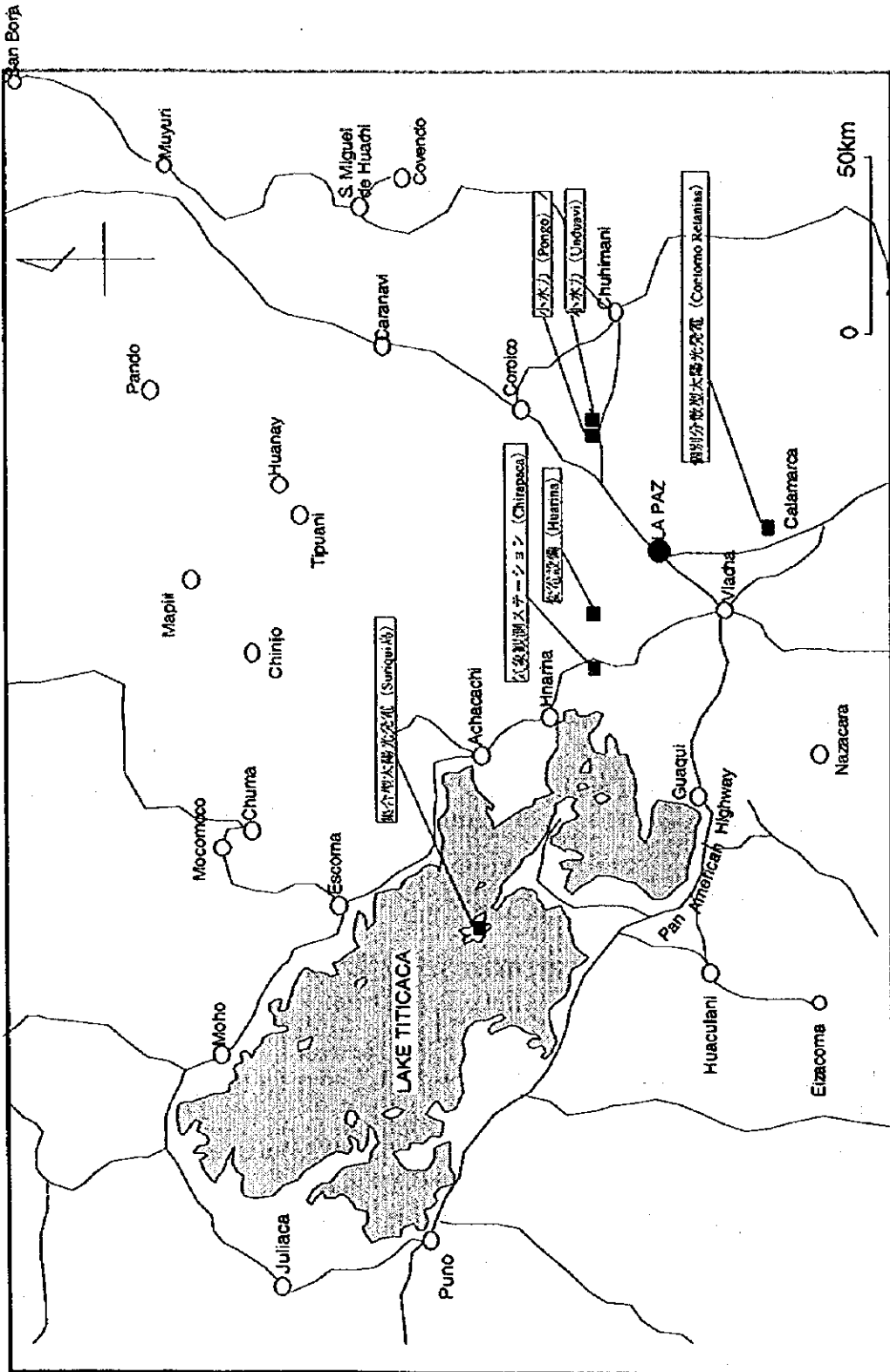


图 6.1.1.1 現地調査地点图

ロンビアより輸入している（国内にはサンタクルスに Electromatic 社・Fatra 社、コチャバンバに Fatra 社の組立工場有）。磚子は全て輸入である。

- 5) 配電網整備事業に関するコントラクターは入札により決定され、資機材はコントラクターが調達する場合もあれば、発注者が提供する場合もある。
- 6) 現在ラパス県が、4 箇所の変電所について入札を行い事業を実施中である。
- 7) Huarina 村では、村内の道路にそって電柱が建てられ、6.6kV の配電線から柱上変圧器で降圧された後、各家庭に接続されている。引込み線は比較的整然としており、ラパス市街地で見られるような著しく錯綜した接続は目に付かない。受益者宅では道路沿いに電力量計が設置されているのを確認できる。

### 6.3 小水力発電

#### (1) 踏査年月日

1998 年 10 月 31 日（土）

#### (2) 場所

ラパス県東部 北ユンガス郡 コロイコ市

- ・ Unduavi コミュニティー 小水力発電地点（建設中）
- ・ Pongo コミュニティー 水力発電地点（稼動中）

#### (3) 随行者

ラパス県エネルギー部（Seccion Energia Prefectura） Mr. Clemente Rojas Ugarte

#### (4) 現地対応者（主に Unduavi 電化委員会委員）

- ・ Mr. Ramon Fopiaso (Presidente de la junta de Vecinos y Comite de Electrificacion pueblo de "Unduavi")
- ・ Mr. Jones Comdori Lopes (Excomite de Electrificacion "Unduavi")
- ・ Mr. Clemente Chauca (ExVice Electrificacion "Unduavi")
- ・ Mr. Roberto Ramos Condoni (Ex Presidente de Unduavi gestion 97-98)

#### (5) 踏査結果

- 1) Unduavi の小水力発電所は、Unduavi コミュニティー直下を流れる Unduavi 川に取水口を設置し、約 200 m の水路・水槽を経て、長さ約 30 m の水圧管路により発電所に導水し、落差 15 m を得て 15kW の発電を行うものである。使用水量は現地対応者も良く把握していない（15l/s と回答）が、各種諸元から 150l/s（0.15m<sup>3</sup>/s）程度と推測される。
- 2) 本発電所はほぼ完成し配電柱に架線する作業が残っているが、1 週間程度で完了する予定である。水車の据付は約 1 年前、発電機の据付は約 9 ヶ月前に完了した。
- 3) Unduavi コミュニティーでは全世帯が電化委員会に参加している。人口は 250 人、世帯数は 45 世帯である。
- 4) 電力は、配電線により直上に位置する Unduavi コミュニティー全世帯に供給され、電気料金の徴収や発電所の運営・維持管理は電化委員会が担当する。電気料金は未だ決定されていないが、ラパスの平均電気料金と同程度としたい意向で、70centavos/kWh 程度を想定している。月々に支払う電気料金については、20～30Bs. との声が聞かれた。徴収した料金は、発電所の運転・維持管理に充てられる。
- 5) 本計画の事業費は US\$25,000 であり、カナダ政府、コロイコ市、ラパス県が資金を供給している。県からは配電のための資材・ケーブルが提供された。
- 6) カナダ政府協力の下、本件の設計（水路構造物等）・施工管理・技術指導（運転方法も

含む)には、ラバスのサンアンドレス大学土木科水理学研究室が協力し、1年間は必要に応じて2名の技術者が派遣される。同研究室は本発電所の水車(現地対応者は把握していないがクロスフロー水車と推察される)の製造を実施しており、他地点においても実績を有している。

- 7) 発電所建設に当たり電化委員会は資金の拠出はしないが、可能な資材と労働力を提供している。土木構造物や建屋の工事も一部を除き自ら実施している。大学の技術指導は、委員会が工事を自ら実施することを前提に実施される。
- 8) 発電機はブラジルの KOHLBATCH 社製 25kVA のものである。鉄管の径は 25~30cm 程度で一般に流通している汎用品を使用している。
- 9) Unduavi 川は乾季に水量がやや減少するものの年間を通じて流量が豊富である。水量減少時には石を積み上げるなどして簡易の堰を設置して対応する予定である。同地域では、積雪と降雨により比較的安定しているものと推察される(標高はラバスと同程度であるが、植生からも明らかに湿潤であることが伺える)。
- 10) 本計画の立案は、大衆参加法施行当時のコミュニティーの長 (Mr. Jones Comdori Lopes) が市に要請を上げたところ、市が大学に話を持っていき、大学側が既にカナダの機関と同様のプロジェクトを実施していたことから、カナダ大使館の調査後、実施する運びとなった(市側が大学の活動を知っていたものと推測される)。
- 11) Unduavi コミュニティーの周辺地域には、Unduavi 川のように年間を通じて水が枯れない河川が数多く存在し、そうした河川の周囲にある村落もある。Unduavi コミュニティーより 5km 程下には Yerbani コミュニティーがあり、当該地の河川では乾季でも Unduavi コミュニティーの発電機が 4 台も動かせるほどの水量がある。しかし、この周辺地域で同様なプロジェクトを実施する計画があることは聞いたことがないとのことである。
- 12) Unduavi コミュニティーより少し標高の高い Pongo コミュニティーには落差 50m、使用水量 8 l/s、出力 10kW (諸元は聞き取りであるが、いずれかに誤りがあるものと思われる) の小水力発電所(ベルトン水車)が稼動しており、50Hz、230V で安定した発電を行っていた。

以上より、ラバス県の東の山脈を越えた、いわゆる溪谷地帯においては、その地形、気象等の条件から、10~数 100kW クラスの小水力発電のポテンシャルが高いことが推測される。

#### 6.4 風力、太陽光発電関連状況

##### 6.4.1 風力発電関連状況

###### (1) Huarina 変電所周辺

###### 1) 踏査年月日

1998 年 10 月 30 日 (金)

###### 2) 場所

ラバス県北部 Huarina 村、Huarina 変電所周辺地域及び Chirapaca 気象観測ステーション

###### 3) 随行者

経済開発省 エネルギー炭化水素庁 管理調整課 (UCC/Unidad de Coordinacion y Control)

Mr. Freddy Andrade Valdez  
ラパス県エネルギー部 (Seccion Energia Prefectura)  
Mr. Clemente Rojas Ugarte

#### 4) 踏査結果

Huarina 変電所周辺状況は以下のものであり、風力発電の候補地となりうると考えられる。

- ・ 標高の高い平坦な草原
- ・ 北西風が卓越して連続的に吹いていた (17時頃)
- ・ 風速はかん木等の状況 (木の葉や細かい小枝がたえず動く～葉のあるかん木がゆれはじめる) から判断して 5~10m/秒 (17時頃)
- ・ 周辺の山地に偏形樹がみられる

Huarina 変電所の西方約 15km には Chirapaca 気象観測ステーションがあり、風向・風速 (観測高度は約 3m)、気温、湿度、気圧、日射量、雨量観測機器が設置されている。観測方法、機器仕様、サンプリング頻度、平均化時間、観測期間等については未確認であるが、参考データとして利用可能と考えられる。

#### (2) Contorno Retanias コミュニティー周辺

##### 1) 踏査年月日

1998 年 10 月 31 日 (土)

##### 2) 場所

ラパス県南部 Viacha 市 Contorno Retanias コミュニティー

##### 3) 随行者

経済開発省 エネルギー炭化水素庁 管理調整課 (UCC/Unidad de Coordinacion y Control)

Mr. Freddy Andrade Valdez

##### 4) 踏査結果

個別分散型太陽光発電設備に関して現地踏査した Contorno Retanias コミュニティー周辺は平坦な畑作地帯で現地踏査時 (16時頃) にはかん木の状況から判断して 5~7m/秒の風が吹いていた。また、丘の上に実験用と思われる 50W 規模の風車および太陽電池パネルが設置されていた。丘へ通じるアクセス道路のゲートが施錠されていたため、風車設置地点まで行くことができず、設置主体等については未確認である。この地点周辺も風力発電の候補地となりうると考えられる。

#### 6.4.2 太陽光発電関連状況

##### (1) 集中型太陽光発電設備

###### 1) 踏査年月日

1998 年 10 月 30 日 (金)

###### 2) 場所

チチカカ湖のスリキ島 (Isla Suriqui)

###### 3) 随行者

経済開発省 エネルギー炭化水素庁 管理調整課 (UCC/Unidad de Coordinacion y Control)

Mr. Freddy Andrade Valdez

ラパス県エネルギー部 (Seccion Energia Prefectura)

Mr. Clemente Rojas Ugarte

#### 4) 踏査結果

集中型太陽光発電設備を設置していたチチカカ湖のスリキ島 (Isla Suriqui) を現地踏査した。スリキ島の概要は以下のとおり。

- ・島の大きさ：約 10km x 5km
- ・人口：約 2,000 人
- ・世帯数：約 800
- ・小学校：4 校
- ・中学校：1 校
- ・コミュニティ数：4 (Suriqui, Paco, Supicachi, Cuyampaja)
- ・厚生省ヘルスポスト数：1
- ・農業組合数：1
- ・主要産業：ボート建造、観光、民芸品製作

スリキ島ではディーゼル発電による電力供給が行われていたため各戸への配電網、公共照明が整備されている。集中型太陽光発電設備はスペイン政府の贈与により 1993 年に設置されたもので、システム構成は以下の通りであった。

- ・太陽電池：50Wp×80 枚 (Industria Eulopea Marcel Siemea 社製)
- ・整流器：26 KW×2 セット (米国 TRACE ENGINEERING 社製)
- ・バッテリー：HOIPECKE DIN 40736 SOLAR, dN=1.24kg/l, 240PzS3000×1 セル、  
240PzS2000×11 セル
- ・配電：電化組合の配電網に連結。

住民は設備建設時に 1 世帯あたり US\$10 と労働力を提供した。電化委員会が各世帯から 5Bs./月の電気料金を徴収したが、太陽光発電設備は設置後 6~7 カ月で落雷により被害を受け機能しなくなった。住民側はスペイン政府に対して修理を要請した。スペイン政府は技術者を派遣し、修理費として US\$3,000 の見積を住民側に提示した。スペイン政府は維持管理は住民側の責任であるとしてこの修理費は住民側が負担すべきとした。住民側はこの修理費を負担できないとしてスペイン政府に太陽電池パネルの譲渡を要請し、スペイン政府はこの要請を認めた。太陽電池パネルの配分は住民台帳の登録順に行われ、住民側は独自で太陽電池パネルを各世帯に設置した。各世帯に設置された方式は太陽電池と 12V バッテリーを直接接続する方式で、整流器を用いない方式となっている。また、2 戸で 1 つの太陽電池パネル共有しているケースもあり、この場合は各戸が 1 日交替で電気を利用している。

従来のディーゼル発電機は故障および燃料不足のためこのディーゼル発電機による電力供給はできない状態である。住民側は既存送電系統とチチカカ湖底をつなぐ水中ケーブルによる電力供給を申請したが、コストが高いという理由で認められなかった。その後、キワヤ島、バリティ島、インクワ島、スリキ島を結ぶ空中送電線建設の申請をラバス県に対して行った。この空中送電線のスパン長は最小 800m、最大 1,600m であり、県側は技術的検討を行っている段階である。電気料金の支払意志額については次のような回答であった。

- ・対岸の村で支払っている最低電気料金は 12Bs./月
- ・対岸の村の最低電気料金を支払える世帯もある
- ・20Bs./月は高いかもしれないが使用量に応じて支払う意志はある

(2) 個別分散型太陽光発電設備

1) 踏査年月日

1998年10月31日(土)

2) 場所

ラパス県南部 Viacha 市 Contorno Retanias コミュニティー

3) 随行者

経済開発省 エネルギー炭化水素庁 管理調整課 (UCC/Unidad de Coordinacion y Control)

Mr. Freddy Andrade Valdez

4) 踏査結果

Contorno Retanias コミュニティーを訪問し、下記2人に聞き取り調査を行った。このコミュニティの土地利用は畑地であるが、周辺にはセメント工場、ビール工場がある。コミュニティ内には ELECTROLAPAZ の配電網が敷設されているが、太陽光発電を利用している世帯がある。

ア Mr. Fermin Mamane

年配の男性で、農業を営んでおり、妻と2人暮らし。農作業の最中で繁忙であったため聞き取りは以下のような内容に留まった。

- ・7～8年前にグループで太陽光発電設備を購入した
- ・購入価格は忘れてしまった
- ・蛍光灯(18W)を5個を使用してる
- ・バッテリー交換はしていない
- ・現在のところ問題はない
- ・1日2時間ぐらい使用している
- ・この周辺20世帯に太陽光発電設備がある
- ・電気照明のない生活に比較すれば太陽光発電設備に大変満足している

イ Mr. Cleto Gomez Zapata

年配の男性で、家族数は5人、職業は労働者。聞き取り結果は以下の通り。

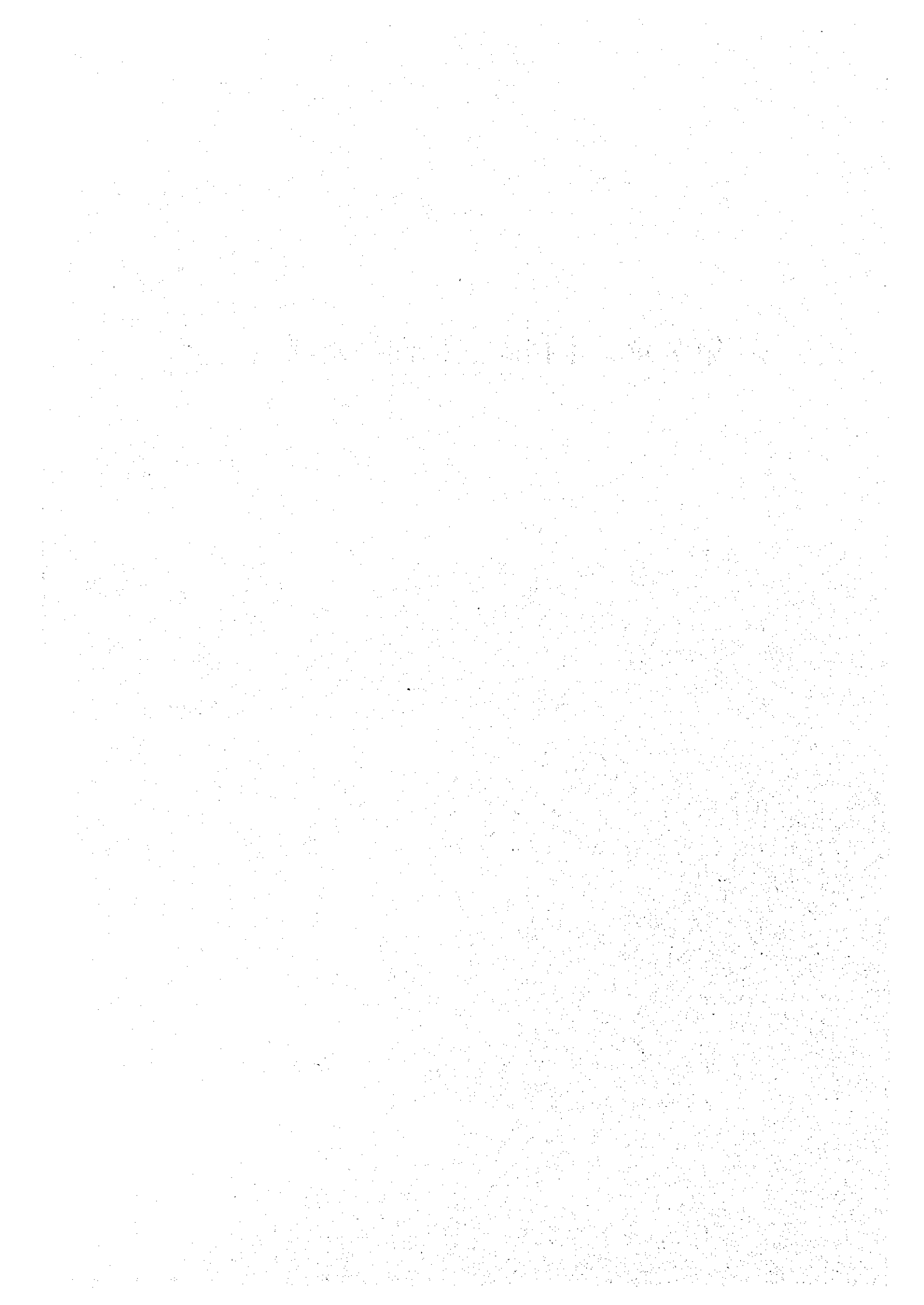
- ・スペイン政府のプロジェクトで、10年ぐらい前に200Bs.支払った
- ・太陽電池パネルはスペイン製で7～8年使っている
- ・バッテリー交換はしていない
- ・雷などに影響される
- ・スペインのドナー機関から技師が派遣され、20コミュニティを管轄している
- ・設置後3～4年間は2.5Bs./月、その後0.125Bs./月支払っている
- ・ELECTROLAPAZ 配電網からの電気が来たのは5～6年前
- ・電気使用量メータの取付費用として200Bs.かかるため、配電網から電気が引けない状態である
- ・80戸のうち52戸が太陽光発電設備を設置
- ・太陽光発電設備も無く電気も来ていない世帯はたくさんある

ELECTROLAPAZ の配電網からの電気を使っている年配の女性からの聞き取りによれば電気代として少ない月で18～20Bs./月、多い月で25～30Bs./月支払っているとのことであった。





## 第7章 本格調査に向けた課題



## 第7章 本格調査に向けた課題

### 7.1 地方電化計画

- ・本格調査に向けて、各再生可能エネルギーの分布に応じた適切な事業実施エリアの特定が必要である。
- ・特定した事業エリアにおいて、パイロットプラントの運営や将来の事業運営体となるべき電化委員会・地方配電会社・地方自治体の絞り込みや、財務状況・技術的実施能力の検証が不可欠である。とりわけ、地方電化事業の計画から実施において、大きな役割を担う県の実施能力については慎重に検証することが必要である。
- ・以上を総括して、有機的な事業実施体制と効果的な技術移転スキームを立案することが必要である。
- ・住民の支払い能力、電化に対する期待の強さを勘案した適切な料金設定について、具体的な事業実施エリアにおける基礎的な情報の収集を進める必要がある。

### 7.2 小水力発電

- ・今次調査では地形図と流量資料の整備状況について一般的知見を得ることは出来たが、事業実施が予定される県を特定した後、当該県における基礎データの整備状況を確認することが必要である。
- ・プロジェクトの調査を担当する県の技術力を検証するとともに、有望とされる個別プロジェクトの詳細情報検証する必要がある。特に、当該地域の地形測量調査等の実施状況、河川流量資料の整備状況を調査する必要がある。
- ・個別プロジェクトの事業費積算根拠を調査し、その妥当性を検証するとともに、ポリヴィア国内における資機材の流通状況を確認する必要がある。
- ・サンアンドレス大学研究室のような、小水力に関する技術蓄積のある機関を確認し、本案件に対する技術協力の可能性について検証する。

## 7.3 太陽光・風力発電

### 7.3.1 風力

#### (1) 風力発電候補地点の選定

風力発電候補地点の選定にあたっては以下のようなことを考慮することが必要である。

##### 1) 既存風況データ

既存風況データは地域の風況特性を知る上で有効な情報である。既存の風況データを利用する場合には、候補地点への適用性を評価する必要がある、そのためには以下に示す情報を併せて入手すべきである。

- ・観測地点の立地条件（解放状態、地形条件）
- ・データの取得地点と候補地点の位置関係（距離や地形条件）
- ・観測高度
- ・観測期間
- ・観測機器の種類
- ・データの記録方法（平均化時間、記録器の種類等）
- ・データの取得状況（欠測データの有無等）

世界気象機関（WMO）では平らな開けた場所において、地上高10m以上で観測することを地上気象観測の標準としている。1998年10月30日に現地踏査したChirapaca気象観測ステーションは平坦な開けた地点に設置されているが、風向・風速を地上高約3mで観測していた。観測データを利用する際には観測高度を確認するとともに観測地点の立地条件を確認することが必要である。

##### 2) 地形条件

風力発電に適した地形条件を選定することが必要である。

風力発電に適した地形条件としては一般的に以下に示すものがあげられる。

- ・山岳地帯から下方に延びる長い谷
- ・標高の高い平原や草原
- ・大きな圧力傾度と気温の逆転に伴う風があり、連続する強い下り勾配をもった平原や谷
- ・上空の風が強い地域の開放的な峰や山頂
- ・陸に対して垂直な丘や尾根
- ・卓越風向に直角な尾根

風力発電に適さない地形条件としては一般的に以下に示すものがあげられる。

- ・卓越風向に対して直角な谷
- ・閉鎖的な盆地
- ・短いあるいは狭い谷や峡谷

### 3) 土地利用規制

建築物や工作物の建設が制限されている地域は候補地点から除外することが必要である。土地利用規制を受ける地域としては以下のようなものがあげられる。

- ・自然公園、国立公園等
- ・自然環境保全地域、立入制限区域等
- ・遺跡等

### 4) 搬入路

風況観測システムならびに風力発電システムの搬入、点検等の容易さの面から搬入路について検討することが必要である。

### 5) 騒音

風車騒音レベルは機種によって異なるが、候補地点選定にあたっては最寄り民家との距離を考慮することが必要である。

### 6) 景観

景観について客観的に評価することはできないが、風車が景観阻害となるような地域は避けることが必要である。

### 7) 鳥類

鳥類の渡りの経路や中継地点等がある地域に風車を建設することは望ましくない。候補地点を渡りの経路等にすることは避けることが必要である。

### 8) 配電線までの距離

風力発電によって発電した電力を既存系統に連結する場合には既存配電線までの距離を考慮することが必要である。

## (2) 風況観測システム

### 1) 観測高度

観測高度は風速の鉛直分布を評価するために地上高 10m および 20m の 2 高度において行うことが必要である。

### 2) 風向風速計

日本および欧米等において風力資源量評価のために広く用いられている矢羽式風向計および風杯式風速計を使用することが必要である。

### 3) 観測期間

年間の風速・風向、風力エネルギー取得量を評価するために観測期間は最低 1 年間とすることが必要である。

### 4) 土地借用

観測高度 10m および 20m の風況観測システムにより占有される土地は約 450m<sup>2</sup> となる。観測期間 1 年、設置工事および撤去工事期間を含めた土地借用についての交渉が必要である。

#### 5) 接地工事

Altiplano の現地踏査時のヒヤリング結果によれば雷が発生するとの情報を得た。風況観測システムには避雷針を設置するとともに、システムやタワーの接地を行うことが必要である。

#### 6) 保護および安全対策

観測施設は一般の人が近づけないようにフェンスで囲うことが必要である。また、データ記録装置は鍵のかかる容器に収納し、施錠することが必要である。観測地点が農地、放牧など他の目的で使用されている場合には、タワーの支線やアンカーは目立つ色、リボン等で印を付けるか保護カバー等により人や家畜の衝突を防止することが必要である。

#### 7) 点検頻度

連続欠測期間は 1 週間以内に抑えることが望ましく、点検の頻度はこの基準を考慮して決定することが必要である。また、機器の盗難防止等を目的とした点検も必要である。

#### (3) 空気密度

候補地点において風力エネルギー取得量を算出する際には風況データに加えて空気密度が必要となる。高地の場合には空気密度が小さくなるため同じ風速でも低地に比べて風力エネルギー取得量が小さくなる。空気密度は気温、湿度、気圧に基づいて求められる。これらのデータについて既存観測値の有無を確認することが必要である。既存観測値がない場合には風況観測時に測定することが必要である。

#### (4) CRE による実験風車

サンタクルス県において CRE が風車を設置して実験を行っているとの情報があったが確認されていない。現地において確認することが必要である。

### 7.3.2 太陽光

#### (1) 太陽エネルギー分布図

ボリビアにおける太陽エネルギー分布図 (Mapa de Distribucion de la Energia Solar en Bolivia) が 1998 年に作成されている。この分布図は太陽光発電パイロット地点を選定する際の参考になる。

#### (2) 他の援助機関との調整

他の援助機関においても太陽光発電プロジェクトを進めているため、他の援助機関のプロジェクトと重複しないように調整を図ることが必要である。

# 別 添





別添 1. 調査行程表

鉱工業プロジェクト外形成基礎調査  
 (ボリヴィア国小規模水力・風力発電による地方電化計画調査)  
 調査行程

月日		行程	宿泊地
(1) 10月26日	月	成田19:00(RG833)→(L.A.、リマ経由)。	機内
(2) 10月27日	火	→サンパウロ7:50。サンパウロ10:45→(カンペグランデ、サ ンタクルス経由) ラパス17:30着。15:00JICA事務所、16:30大 使館表敬。	ラパス
(3) 10月28日	水	協議(経済開発省エネルギー庁/VMEH、公共投資国際金融庁、 ELECTROPAZ)	〃
(4) 10月29日	木	協議(UNDP、米州開発銀行)。日本大使館表敬。	〃
(5) 10月30日	金	現地踏査(チチカカ湖PV設置村、変電所)。	〃
(6) 10月31日	土	協議(EMPRELPAZ)。現地踏査(ヴィアチャ地区PV設置村、 小水力発電サイト)。	〃
(7) 11月1日	日	資料分析、MM案作成。	〃
(8) 11月2日	月	資料整理・翻訳作業(祝日)。	〃
(9) 11月3日	火	MM案提出。協議(世銀、USAID、オランダ援助機関、スベ イン援助機関)、MM協議(VMEH)。	〃
(10) 11月4日	水	MM協議(VMEH)、協議(UNDPコンサルタント)。	〃
(11) 11月5日	木	MM調印、現地調査報告(JICA事務所、大使館)。	〃
(12) 11月6日	金	ラパス7:35(AA922)→マイアミ15:37。マイアミ17:10(AA211)→ ニューヨーク20:09。	ニューヨ ーク
(13) 11月7日	土	ニューヨーク12:10(JL005)→。	機内
(14) 11月8日	日	→成田16:10。	

lidades sobre malos manejos administrativos que habrían cometido ex autoridades de esta institución se conocerá este jueves, informó ayer el ministro de Hacienda, Herbert Müller.

Debe recordarse que después de conocerse que el ex director de la Aduana Nacional, Rubén Darío Castedo, firmó varias pólizas de impor-

de automóviles, ésta y otras autoridades presentaron su renuncia el pasado mes de octubre.

"El informe preliminar de auditoría muestra que hay responsabilidad administrativa, que no hay responsabilidad legal ni responsabilidad civil, tampoco existe daño al Estado", expresó esta autoridad.

### EMBAJADORA DE EE.UU. ASEGURA QUE BOLIVIA OFRECE CONDICIONES PARA INVERTIR

**S**ANTA CRUZ, (LA RAZÓN).- La embajadora de los Estados Unidos, Donna Hrinak, sostuvo que existen las condiciones para que los empresarios de su país inviertan en Bolivia ya que tiene la gran ventaja de contar con una Ley de Capitalización que asegura la entrada de capitales frescos.

La diplomática llegó a la capital para realizar una serie de contactos con i

sionistas norteamericanos y autoridades locales con el objeto de ampliar las inversiones de empresarios de su país en Bolivia.

Explicó que la agropecuaria cruceña, con su crecimiento en los últimos años, es el rubro que más interesa a inversionistas y empresarios estadounidenses. Por lo

### JAPÓN COMPROMETE SU APOYO AL PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

**A**NF.- La Agencia Japonesa de Cooperación Internacional, JICA, cooperará en el estudio de formulación del proyecto para implementar el programa de electrificación rural en el territorio nacional.

Con la finalidad de concretar este convenio, este jueves se suscribirá la minuta entre Bolivia y Japón, en el Viceministerio de Energía e Hidrocarburos.

La minuta será suscrita

por los Viceministro de Energía e Hidrocarburos, Carlos Alberto López; de Inversión Pública y Financiamiento Externo, Alberto Valdez; con el jefe de la Misión de Estudio de Formulación del Proyecto JICA, Kunihiko Tokida.

El acuerdo se enmarca en las gestiones realizadas por el Viceministerio de Energía para canalizar recursos financieros para ejecutar el Pro-

### DIRIGENCIA MINERA NIEGA QUE EXISTA DECISIÓN MASIVA PARA ACOGERSE AL RETIRO VOLUNTARIO

**A**NF.- El secretario ejecutivo de la Central Obrera Boliviana, Milton Gómez, negó ayer que un alto porcentaje de trabajadores de Huancuni, Colquiri, Vinto y otros distritos mineros se hayan acogido masivamente al retiro en forma voluntaria.

Sin embargo, el también dirigente de la Federación de Mineros, admitió que si una parte de los trabajadores asumieron la determinación de aceptar la propuesta de Comibol, de acogerse al retiro

voluntario, sostuvo que este porcentaje no es como manifiestan los funcionarios de gobierno.

"Ellos (Comibol) esperaban que se presenten la totalidad de las cartas. Yo creo que han fracasado, porque los trabajadores mineros continúan en sus fuentes de trabajo", sostuvo el sindicalista al reiterar que la mayoría de los trabajadores rechazaron también el pago del bono extralegal de 1.000 dólares por año de servicio.

cuado de petróleo en el resto del país por aumento de volúmenes na-

ra l  
mir  
Ecc  
che

provisiones están previstas.

"Hay especulación", señaló el Ministro al recordar que comenzó en La Paz y ahora se extiende a Cochabamba y Santa Cruz.

Sin embargo se adoptaron medidas para abastecer ambos mercados con un mayor volumen de GLP.

Ayer en el Ministerio de Desarrollo Económico se realizó un análisis minucioso de la situación del comercio del

ús. Pa-  
ecibió  
onado  
nación

de YPFB.

El agio con el gas licuado no tendrá resultados positivos para los especuladores, remarcó el Ministro al indicar que para el control también se adoptan otras medidas.

### 別添 2. 新聞記事コピー

que en Cochabamba no inició un plan de tecimiento y con la:

noció ayer que hay en estas dos regiones por falta de GLP sino circularon rumores de combustible estaba salado a La Paz, incupos de esas ciudades tuación ocasionó que da aumento por temor y los especulados

Para que no se repita la historia de escasez de sede de gobierno, Yz informó que realizará zos para saturar esos con garrafas y de e contrarrestar la sol da.

### EN EL BENI LA COSA ES GRAVE

Según un despacho de la agencia Jatha desde pese al oportuno pe evitar el desabastecir mentablemente no es do los cupos establecidos para el Beni, inform te regional de YPFB Fernández, al habla escasez de este comb esta capital.

Fernández dijo Santa Cruz —lugar se abastece el Beni—

### TRES IMPORTADORAS YA TIENEN EL I

# Las gasoliner

Mientras las gasolinerías reclaman su derecho de entrar al negocio, tres importadoras de hidrocarburos —Petrobol, Piscoy Copenac— ya están comercializando el stock de diesel de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), con la finalidad de disminuir los volúmenes de los centros de almacenamiento y conseguir espacios para otros productos como el GLP, gasolina, querosén, entre otros.

Ahora las estaciones de servicio del país —a través de Aso-sur— están solicitando a Yacimientos participar en la venta de diesel para disminuir el stock,

### Los dueños de llegó a la Supe

en las mismas condiciones acordadas con las importadoras: comisión de ciento, pagos a crédito y plazo para la compra del combustible.

YPFB no acepta c solinerías comercialic sel debido a que ya tu oportunidad, con una del 12 por ciento, que vecharon. Ahora exi tratos con las importa cuales disminuyeron

1998年11月5日付 新南記事

別添3. 収集資料リスト

入手資料一覧

No	資料名 (スペイン語)	資料名 (日本語)	入手先
1	Plan Operativo de Accion 1997-2002	1997年～2002年行動計画	エネルギー炭化水素庁
2	Ley de Electricidad No.1604 y Reglamento, Ley de Hidrocarburos	電気法・法律第1、604号及び石油法	"
3	Reglamento de Electrificacion Rural	地方電化細則	"
4	Estrategia de Electrificacion Rural	地方電化戦略	"
5	Identificacion de proyectos de Electrificacion Rural	地方電化プロジェクト名	"
6	Identificacion de proyectos Perfiles Minimos	地方電化プロジェクト概要	"
7	Programa de Inversion en Proyectos de Electrificacion Rural, gestion 1998	1998年度地方電化プロジェクトへの投資計画	"
8	Identificacion de proyectos Micro Centrales Hidraulicas	小規模水力発電プロジェクト名	"
9	Organigrama	組織図 (エネルギー関連政府機関)	"
10	Balance Energetico	エネルギー指標 (エネルギー種別生産比率等)	"
11	Anuario Estadistico del Sector Electrico Boliviano 1996	1996年電力セクター年鑑	"
12	Mapa de Distribucion de la Energia Solar en Bolivia	ボリヴィアにおける太陽エネルギー分布図	"
13	Programa Nacional de Electrificacion Rural (PRONER)	国家地方電化計画	"
14	Base de Datos de Electrificacion Rural	地方電化のための統計資料 (各村人口、電化率等)	"
15	Cuadro de Indices	エネルギー指標 (用途別消費等)	"
16	Datos Economicos	経済指標	"
17	Programa de Inversion Publica 1998	1998年度公共投資計画	"
18	Listado de Proyectos	プロジェクトリスト (大蔵省・公共投資国際金融庁)	"
19	Ley No.1654 Ley de Descentralizacion Administrativa	行政地方分権化法	"
20	Proyectos Hydroelectricos Inventariados-ENDE	ENDEの水力発電プロジェクト一覧	"
21	Plan Indicativo Sistema Electrico Trinidad Resumen Ejecutivo	トリニダードシステムのインディケーティブプラン (要約版)	"
22	Plan Indicativo Sistema Electrico Guayaramerin Resumen Ejecutivo	グアヤラメルンシステムのインディケーティブプラン (要約版)	"
23	Plan Indicativo Sistema Electrico Riberalta Resumen Ejecutivo	リベラルタシステムのインディケーティブプラン (要約版)	"

24	Plan Indicativo Sistema Electrico Cobiya Resumen Ejecutivo	コビハ系統のインディケーティブプラン (要約版)	"
25		ボリヴィア国気象データ・社会指標	JICAボリヴィア事務所
26		ボリヴィア国の電気エネルギー	"
27	Anuario Estadistico 1997	統計年鑑 1997	"
28		PRONERに関するプレゼンテーション資料	"
29		ボリヴィア国 1998 年度国家総予算	"
30		大衆参加法 (日本語訳)	"
31		行政地方分権化法 (日本語訳)	"
32		同上細則 (日本語訳) 県レベルにおける執行権の組織	"
33		ボリヴィア国ラ・パス・ベニ県 地形図作成調査 (事前調査報告書抜粋)	"
34		ボリヴィア国ラ・パス・ベニ県 地形図作成調査 (総合報告書抜粋)	"
35	Micro-Hydropower Sourcebook	マイクロ水力設計・施工に関するガイドブック	"
36		ELECTROPAZ 1997 年鑑	ELECTROPAZ
37		ELPEO 1997 年鑑	"
38	Antecedentes "EMPRELPAZ" 1998	EMPRELPAZ の概要 1998	EMPRELPAZ
39		EMPRELPAZ 電気料金表	"
40		プロジェクトリスト (22)	UNDP
41	Atlas de Bolivia	ボリヴィア地図	Instituto Geografico Militar
42	Mapa Politico de Bolivia	ボリヴィア行政区分図	"
43	Lista de Precios de Material Cartografico	地図価格表リスト	"
44	Como Usar Panels Solares	太陽光パネルの使い方	IPADE (スペイン開発振興 NGO)

# 農村での ソーラーパネルの 使い方



所有者

村

AYLLU

ソーラーパネル番号

設置年月日

著者 Aejandro Herrera Insúa

技術顧問 Javier Huici Castiella

CALIF Perez Cruz

絵 Juan H. Quispe Mamani

印刷 オフセット印刷

出版 EDITORIAL BRUÑO

ペルー共和国ラパス市

N.D.L, 4-1-700-97

この小冊子は、

\* Radio San Gabriel.

\* Falk Solar.

の支援を得て作成されました。