第３章　地方電化政策と実施体制

第３章　地方電化政策と実施体制

3.1 PRONER

3.1.1 PRONERの背景と特徴

「行動運営計画 1998―2002」及びエネルギー炭化水素庁（VMEH）が推進するエネルギー政策の枠組みの中で，ボリヴィア政府は農村部及び人口の少ない集落における電力供給範囲の拡大を優先事項と定め，これを受けてVMEHは1998年８月PRONER(Programa Nacional de Electrificacion Rural:国家地方電化計画）を策定した。

PRONER の主な目的は，電力の賦与とそこから発生する全ての利益を通じて国内農村部の社会経済開発を支援・推進することである。

PRONER の焦点は，電化プロセスは大衆参加法・行政地方分権法の定めるところに基づき消費者側の需要によって推進されるべきであるという原則にある。プログラムの枠組みにおいては，農村電化のために経済的・技術的資源をどう活用するかは県，市町村，消費者及び民間セクターのイニシアチブの組み合わせによって柔軟に調整して決定する。これらの主体はプログラムで定めるところによりエネルギー炭化水素庁からインセンティブや技術指導・研修を受ける。

本プログラムでは，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（11万世帯・45万人を新たに電化する）ことを目標として，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。

現在，PRONERの枠組みの中で，UNDP/GEFがラパス，コチャバンバ，チュキサカ，ポトシ，タリハの５県で22プロジェクトの実施を計画している。

3.1.2 基準となる枠組み

(1)新電気法および新炭化水素法

(2)農村電化細則

ここには実施基準が含まれ，プロジェクト実施のための指示とガイドラインに裏付けられている。

農村電化細則の目的は次のとおりである。

1)歪みを回避するために新たな電気市場開発に対する公的資金利用の方向づけをする。

2)農村電化に関わる組織や個人の参加に関する基準を決める。

3)農村電化に関する情報を様々な場所で広め，特に農村市場を活性化するための政策策定や意思決定の方向性を探るために信頼性・持続性ある基本情報システムを構築する。

農村電化細則では，農村電化に関わる事業者，プロモーター，直接事業者，間接事業者等の位置づけ，融資構造等について枠組みを定めている。

(3)競争がありそうな場合はエネルギー料金体系の規制緩和

(4)発電，送電，配電事業の競争

3.1.3 組織と役割

(1)VMEH

1)VMEH は二国間，多国間その他の国外資金を調達管理し，本プログラムに含まれる農村電化プロジェクトに便宜を図り，推進する責任を有するプロモーター，ファシリテーターの役割を担う。このため，VMEH は農村電化プランのフィードバックを図るため実施中のプロジェクトのフォローアップを行うほか，各プロジェクトの発掘。作成段階で技術指導を行うプロジェクト・ファシリテーター・チーム（EFP）を設置した。

2)VMEH は EFP を通じて県が現行の基準にしたがって独自の農村電化計画を進める際に助言指導を行うために県と直接的・継続的な関係を構築するとともに，PRONER の枠組みに則ったプロジェクトを実現可能にするための既存の技術的，経済的，財務的基準をさらに発展させる。

(2)県および市町村

1)県および市町村は，独自財源を有し，農村電化プロジェクト共同出資用投資開発公的資金にもアクセスできることから，プロモーター・エージェントと定義付けられる。

2)県および市町村の投資開発公的資金（Public Funds for Investment and Development）の資金源は様々である。この資金を農村電化プロジェクトに割り当てるため県や市町村は割当て機関の役割を担い，評価マトリックスの達成度を検証する。

(3)国家地方開発基金（FNDR）

FNDR は資金仲介者・融資エージェントとして，VMEH と FNDR 間で結ばれた協定の枠内でそれぞれのクレジット細則に定める条項に基づき，農村電化プロジェクトに対するコンセッショナル資金の提供を担当する。

(4)民間会社

実施エージェントとして各プロジェクトの実施段階すべてを組織し，プロジェクトへの共同出資，プロジェクトの実施・管理の責任を負う重要な役割を持つ。

消費者，実施，運営，監督局の各エージェントの責任マトリックスを次に示す。

表 3.1—1 各エージェントの責任マトリックス

		エージェント				セクター		
レベル	責任	消費者	実施者	運営者	監督局			
市場	財源の優先順位付けと割当て	●						
	最適代替案の選	●						
	積極的参加	●						
経済財務評価	市場計量化		●					
	代替案開発		●					
	最小コスト代替案の選定		●					
	財務面からの評価							
	―資本分担レベル		●					
	―インセンティブレベル		●					
	―融資仲介		●					
	―感度分析		●					
運営	プロジェクトの持続性を保証			●				
規制	料金，コンセッション，登録に関する決議発表				●			
セクター評価	環境調査表発行					●		
	SIER番号発行						●	
	SISIN番号発行							●
結果		具体的負担，設置証書	契約及び/もしくは資本出資契約	運営事前契約	料金，コンセッション，登録に関する決議	環境調査表	SIER番号	SISIN番号

※SIER:農村電化情報システム，SISIN:投資情報システム

SIERは計画・操業中の系統および農村電化事業者に関する情報を登録・提供する。

3.1.4 コンポーネント

(1)投資コンポーネント（投資対象の技術オプション）

1)グリッドの拡張

2)天然ガスに基づく分散型発電

3)再生可能エネルギーを用いた発電

4)技術再編

(2)プロモーション・研修・普及コンポーネント（コンポーネント実現のためVMEHが行う活動）

1)プロモーション，研修，普及

次の角度から実施される。

ア 各農村電化エージェントに本プログラムのスコープを伝える。

イ 各農村電化プロジェクトの持続性確保のために人材を育成する。

ウ 国および民間の投資に方向づけを与え，これを促進するための情報の普及。

エ 現行の基準の枠内で適正な代替技術を追求する。

2)技術指導

次の作業について，県および市町村に対し支援を提供する。

ア 消費者の需要に基づく農村電化5ヵ年計画及び現在の当該年間計画策定。

イ 土地譲渡および用役権取得手続き，コンセッションやライセンス取得。

ウ プロジェクトの発掘と正しい形成。

エ プロジェクト資金調達と管理。

オ 運営主体，プロバイダー，資金仲介者などのその他のエージェントの交渉プロセス。

3)モニタリング，フォローアップ，評価

成功経験を普及実施し，プロジェクト実施メカニズムの完成度を高めるためこの活動の実施が盛込まれた。また，農村電化における国際的な成功経験も地域や地方の状況に適合させた上で取り入れて応用することも目指す。

4)資金管理支援

県および市町村で発生する官僚主義の弊害を克服するため，次の活動にとどめる。本活動のための費用は550万米ドルで，PRONER予算全体の5%に相当する。

ア プロジェクトの資金源を配分するための資金支援要請を法的・技術的枠組みに則り適用するための支援。

イ 資金仲介者の発掘選定。

ウ プロジェクトを国家公共投資システムの資金の流れにつなげるための支援。

エ 農村電化のための資金を有する機関との資金調達交渉への協力。

3.1.5 PRONERの資金調達メカニズム

(1)財源

本プログラムに対する財源は，基本的には公的資金と民間資金とがある。

1)公的資金

ア 公的資金は農村電化細則に定義されている最低限のインセンティブ提供基準のもと，農村電化プロジェクトのうち収益性の高い部分への民間投資が確保・促進されるよう，収益性の低い部分をカバーするために拠出される。

イ 大衆参加法・行政地方分権化法の枠組みにより，中央政府に頼らずとも公的財源部分がカバーできると期待されている。

※大衆参加法は，コミュニティーが自らの優先的なニーズを特定し，税共同負担による財源を当該プロジェクトに割り当てる権利を付与している。

※地方分権化法では，県開発計画の枠内にある農村電化その他の公共投資プログラムおよびプロジェクトの作成と実施は県の職権となると定めている。

2)民間資金

ア 民間部門は次の原則のもとで，民間向け財源をえるために競争を行わなければならない。

a)供給範囲がより広い。

b)最低コスト。

c)できるだけインセンティブが少ない。

3)資金調達構造

PRONER の第一フェーズ(5年間)の実施にかかる投資総額は1億300万米ドルであり，95%に当たる9,750万米ドルが投資コンポーネントに，550万米ドルが第2コンポーネントに当てられる。

投資コンポーネントは，① SIN 若しくは独立系統との接続による供給②小水力・小火力発電所による供給③太陽光若しくは風力エネルギーによる供給に分けられている。

投資資金は，県，市町村，個人裨益者，民間セクター，国外ファイナンスから調達することとしている。

表3.1－2 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

表3.1－3 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
技術協力等					5.5	5.5
合　計	21.5	9.0	8.0	30.0	34.5	103.0

表3.1－4 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

3.2 ラパス県における地方電化推進体制

3.2.1 県の組織と役割

ラパス県の組織図は添付資料に示すとおりであるが，県の組織は改革の途上にあって，現在も極めて流動的である。

県の中で農村電化に中心的な役割を果たすのは持続開発局内のエネルギー課である。

電化計画を有する市町村は，計画に関する調査結果を取りまとめエネルギー課に提出する。エネルギー課では提出された多くの電化プロジェクトにプライオリティーを付す作業を行い，評価結果に基づき財務部で年度予算を割り振ることになる。

プライオリティーの高いプロジェクトに対しては，優先的に県の予算が振り向けられるが，これに漏れたプロジェクトに対しては，翌年以降の予算や国際援助機関の予算が充てられる。また，FNDR の資金を活用することもある。プライオリティーが低いと判断されたプロジェクトについては，プロジェクトを変更して実施するか，延期・再調査されることになる。

プロジェクトの形成が，経済的・技術的能力の不足のため独力で実施できない市町村は，電化計画を県の持続開発局（エネルギー課以外の担当課所）へ持ち込み，県の予算で調査を実施することができる。市町村の提出する電化計画には資金調達計画も盛込まれており，海外からの融資を計画している場合には，県が調整役として働く。

PRONER では，県でプライオリティーが高いと判断されたプロジェクトは VMEH でもスクリーニングされ，優先プロジェクトは PRONER の枠組みで国や民間の融資が受けられるようになるとしているが，現状ではこのシステムに則って実施されたプロジェクトの

実績はなく，県としても新しい制度には戸惑いを持っている。

また，かつては中央で行われていた案件形成が大衆参加法の下，市町村や県で行われることになったが，地方自治体における技術者・経験の不足が問題となっている。ラパス県でも電力関係技術者は僅か4名だけである。

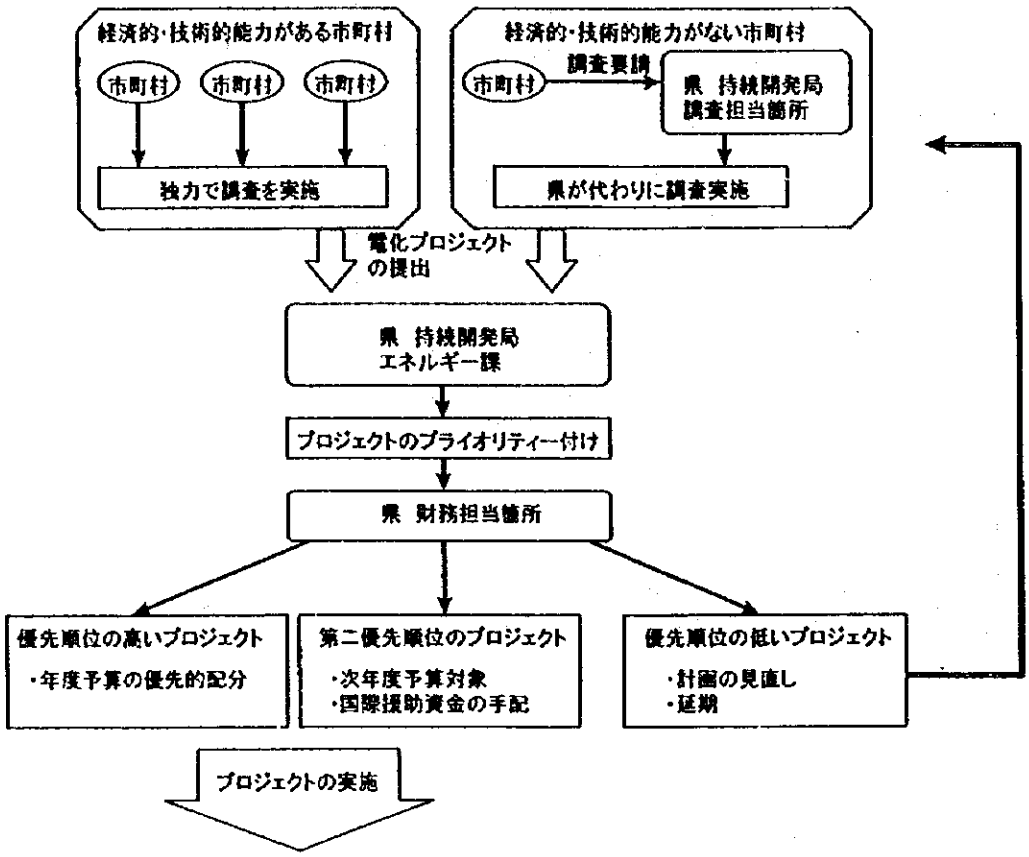


図 3.2—1 県における電化プロジェクトのフロー図

3.2.2 配電会社と電化組合の状況

ラパス県最大の電力会社 ELECTROPAZ はスペインの IBERDROLA グループに属し，県下 438 郡のうち，18 郡，250,000 戸以上を対象に電力を供給し，事業対象域の電化率は 69.2%となっている。

次に大きい電力会社 Emprelpaz は，100 郡で電力を供給しており，ISD は 24%となっている。合計 29,000 世帯に電力供給を行っており，事業対象域における電化率は 35.3%となっているが，財務状況は思わしくない。

※電力法の規制対象（許可事業）となる電力系統には，多角形あるいは低圧配電施設の両側 100 m幅の帯状に事業区域が設定されている。ある県全体の中で事業対象域に含まれる郡の割合を県別事業指数（ISD）と呼び，特定の電力供給者が県の中でどの程度事業を展開しているかを示す指標となる。

表3.2－1 ラパス県の電力系統

電力会社	県別事業指数 (ISD)%	事業対象域内の住宅数	事業対象域内の電化済住宅数	事業対象域内の電化率	事業対象域内の未電化世帯数
ELECTROPAZ	4.1	364,107	252,068	69.2	112,039
EMPRELPAZ	23.8	78,653	29,916	38.0	48,737
CEY	3.6	15,892	5,673	35.7	10,219
ELFEO	3.6	10,374	1,914	18.4	8,460
ELFASA	5.2	13,712	3,466	25.3	10,246

一般に ISD が 40%を超える事業体は，農村にも配電設備を有し，農村電化の経験が豊かであると言われる。

ELFEO は主としてオルロで事業を行っているが，ラパス県やポトシ県の農村地帯でも事業を行っており，農村電化に力を入れている企業であると評価されている。

ELFA は 91 年にエネルギー省の下で発足し 95 年に民営化された組織で，パタカマヤを中心として幹線道路沿いに南北約 100km，東約 20km，西約 30km の地域に配電している小規模の配電会社である。コミュニティーごとに代表者（プレジデント）を置き，請求書の配布やトラブルの通報への協力を依頼するなど，独自のマネージメントシステムを取り入れている。

本格調査において実施される PV パイロット試験の運営に関しては，グローバルミーティングや面談を通し，ELECTROPAZ，ELFA ともに積極的な姿勢が示された。

3.2.3 電化の現状

(1)全般

1997 年におけるラパス県内の世帯数は 602,421 世帯であり，このうち 350,133 世帯が市街地（人口 2,000 人以上の地域）に，243,288 世帯が農村部に暮らしている。

ラパス県の市街地における電化率は 71.0%に達するが，農村部の電化率は 17.9%と低く，全体の電化率は 49.6%にとどまっている。

(2)援助機関の活動

ラパス県における援助機関の活動について，正確には VMEH，ラパス県ともに把握しきっていない。

再生可能エネルギー利用地方電化の分野では，太陽光を中心にスペイン援助機関，NRECA(National Rural Electric Cooperative Association International Ltd.)等が活動しているが，風力については実績はない。

3.3 オルロ県における地方電化推進体制

3.3.1 県の組織と役割

オルロ県の組織図は入手できなかったが，担当者の説明によれば別添のとおりとなる。

オルロ県では，県知事の下に多くの局の一つにインフラ整備局（Direccion Desarrollo Infraestructura）があり，その中のインフラ部(Unidad Infraestractura)内のエネルギー課(Departmento Energia)が地方電化に携わっている。

エネルギー課には 4 人の技術者と 2 人の技能労働者がおり業務を実施している。

電化プロジェクトの流れにおける役割はラパス県と同様であるが，オルロ県の担当者によれば，県の電化計画立案，プロジェクトの発掘，入札書類の作成，事業実施時の監督，

事業運営主体（民間配電会社，協同組合等）の選定等も実施している。

3.3.2 配電会社と電化組合の状況

オルロ最大の電力会社 ELFEO はラパス県の ELECTROPAZ 同様 IBERDROLA グループの一つであり，県下 160 郡のうち 49 郡，約 39,000 戸を対象に電力を供給している。事業対象地域における電化率は 55.5%となっている。また，ELFEO は，Caracollo，Paznia，Poopo，Huari 各地区に電力を供給する企業にブロック販売も行っており，これらの地域での事業対象は 6,900 世帯，電化率は 28.5%となっている。このほか，オルロ県には協同組合が 4 郡で事業を展開しており，電化率は 24.7%となっている。さらに，同県では太陽光システム 700 基も設置されている。

ELFEO についても本格調査の PV パイロット試験への協力に関し，積極的な姿勢が示された。

表3.3－1 オルロ県の電力系統

電力会社	県別事業指数（ISD)%	事業対象域内の住宅数	事業対象域内の電化済住宅数	事業対象域内の電化率	事業対象域内の未電化世帯数
ELFEO	28.7	71,305	39,571	55.5	31,734
ELFEO*	6.8	15,097	4,133	27.2	10,981
組合(複数)	2.5	8,290	1,140	24.7	5,397

*ブロック毎に事業を展開。

3.3.3 電化の現状

(1)全般

1997 年におけるオルロ県内の世帯数は 366,829 世帯であり，このうち 248,557 世帯が市街地に，118,272 世帯が農村部に暮らしている。

オルロ県の市街地における電化率は 69.3%であるが，農村部の電化率は 12.7%であり，全体の電化率は 40.0%である。

(2)援助機関の活動

主な活動内容は別添資料のとおりであるが，サハーマ，パスーニャ，ウワマシ，サリナスギ・メンドーサ等でスペインや NRECA の援助で太陽光による電化プロジェクトが計画・進行中である。

第4章　現地踏査

第4章　現地踏査

4.1　踏査したサイトの位置図

現地踏査を行ったサイトは以下のとおりである。

(1) 太陽光発電

1)ラパス県

・ ELECTROPAZ、PV パイロット試験候補サイト：Pocollita 周辺（1999 年 1 月 25 日）

・ ELFA、PV パイロット試験候補サイト：Patacamaya 周辺（1999 年 1 月 26 日）

2) オルロ県

・ ELFEO、PV パイロット試験候補サイト：Pazna 周辺（1999 年 1 月 21 日）

3) サンタクルス県

・ CRE、既存 PV 設置サイト：Berlin 周辺（1999 年 1 月 22 日）

(2) 小水力発電

1) ラパス県

・ Caranavi 小水力発電所計画地点（1999 年 1 月 23 日）

・ Choro 既設小水力発電所（1999 年 1 月 24 日）

・ Challa 小水力発電所計画地点（1999 年 1 月 24 日）

2) オルロ県

・ Todos Santos 既設小水力発電所（1999 年 1 月 21 日）

・ Tomarapi 小水力発電所計画地点（1999 年 1 月 22 日）

(3) 風力

1) サンタクルス県

・ CRE、La Belgica 風況観測地点（1999 年 1 月 22 日）

現地踏査を行った位置図を図 4 . 1 ～図 4 . 1 － 3 に示す。

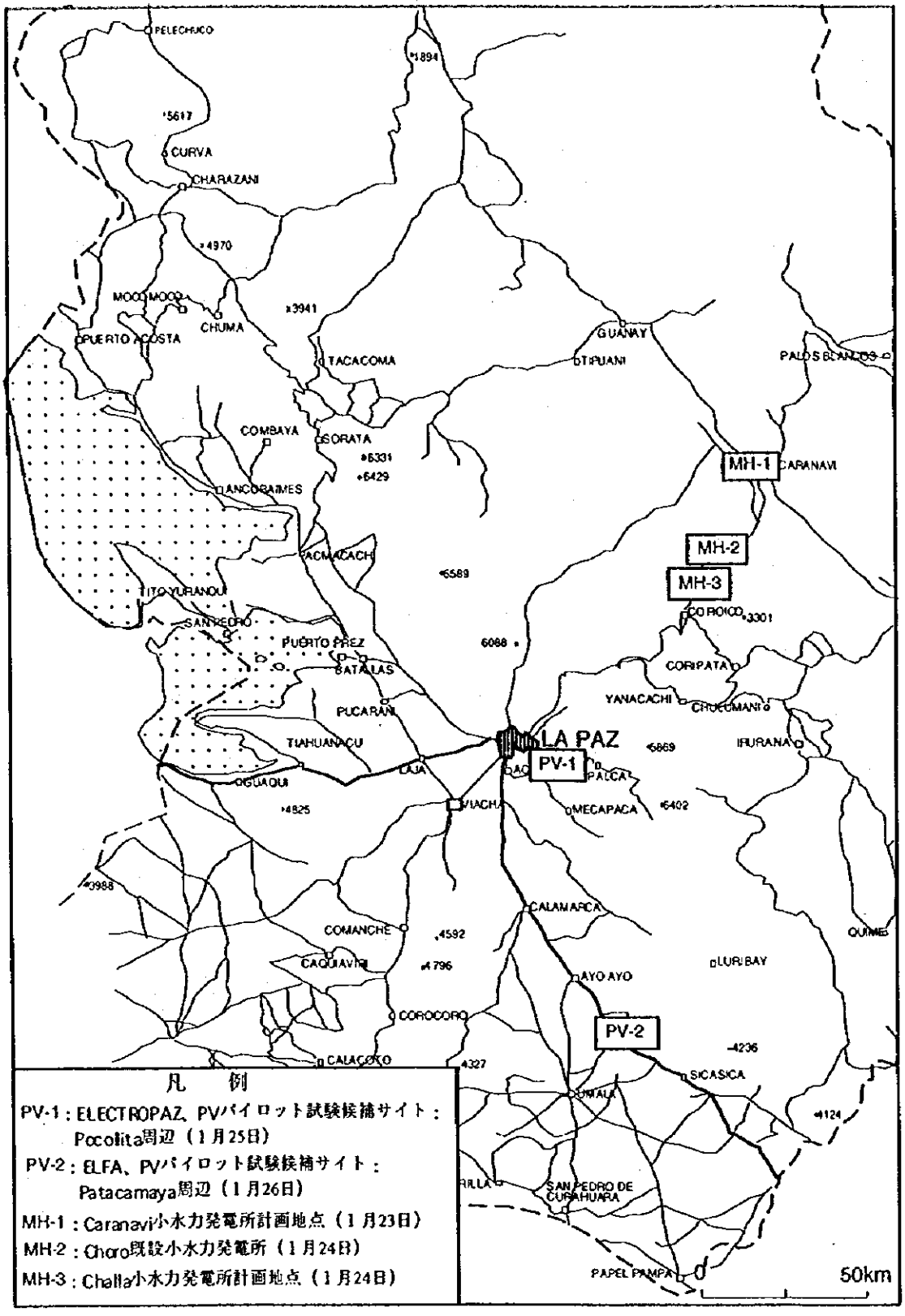


図4.1－1　現地踏査位置図（ラパス県）

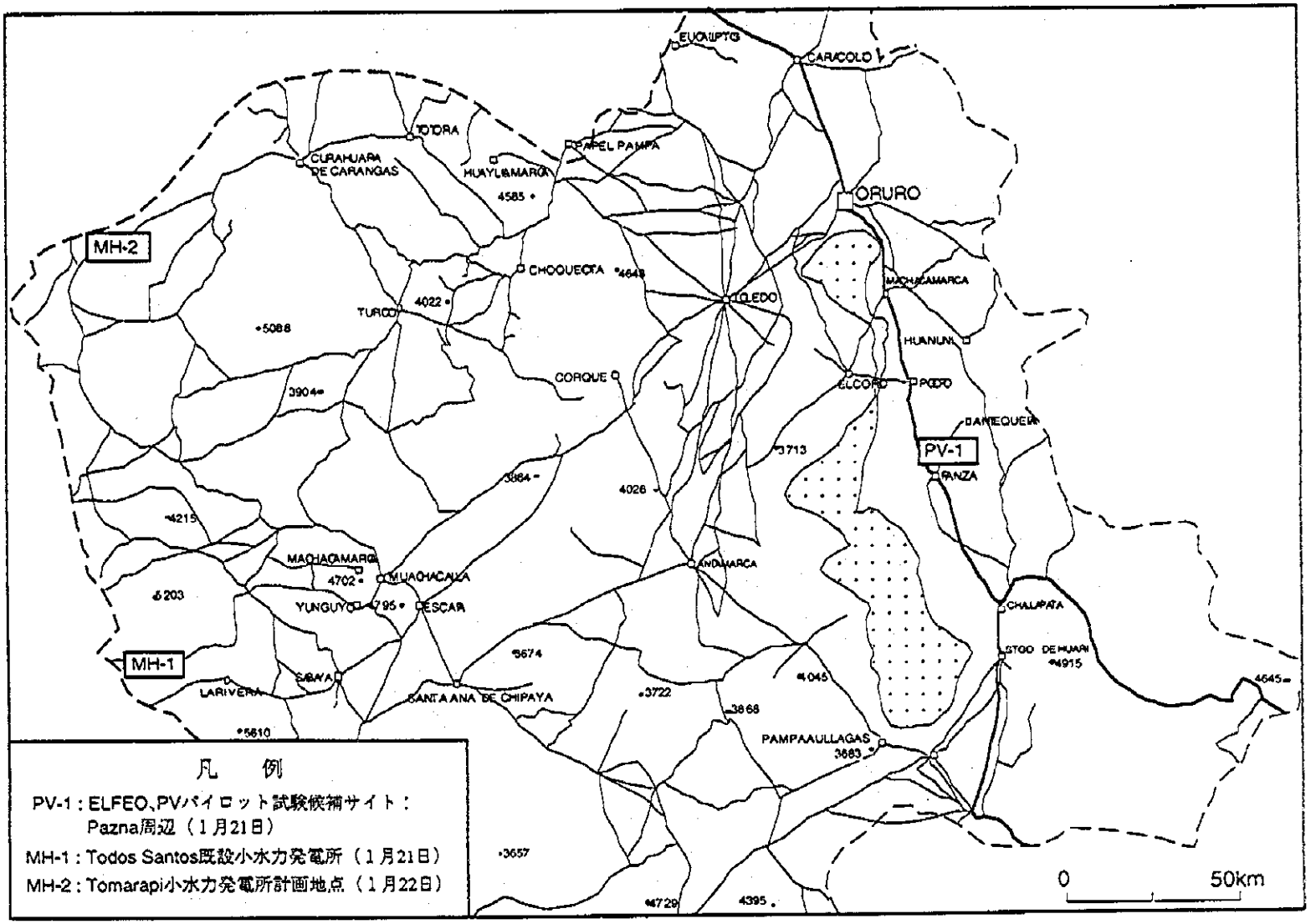


図4.1－2　現地踏査位置図（オルロ県）

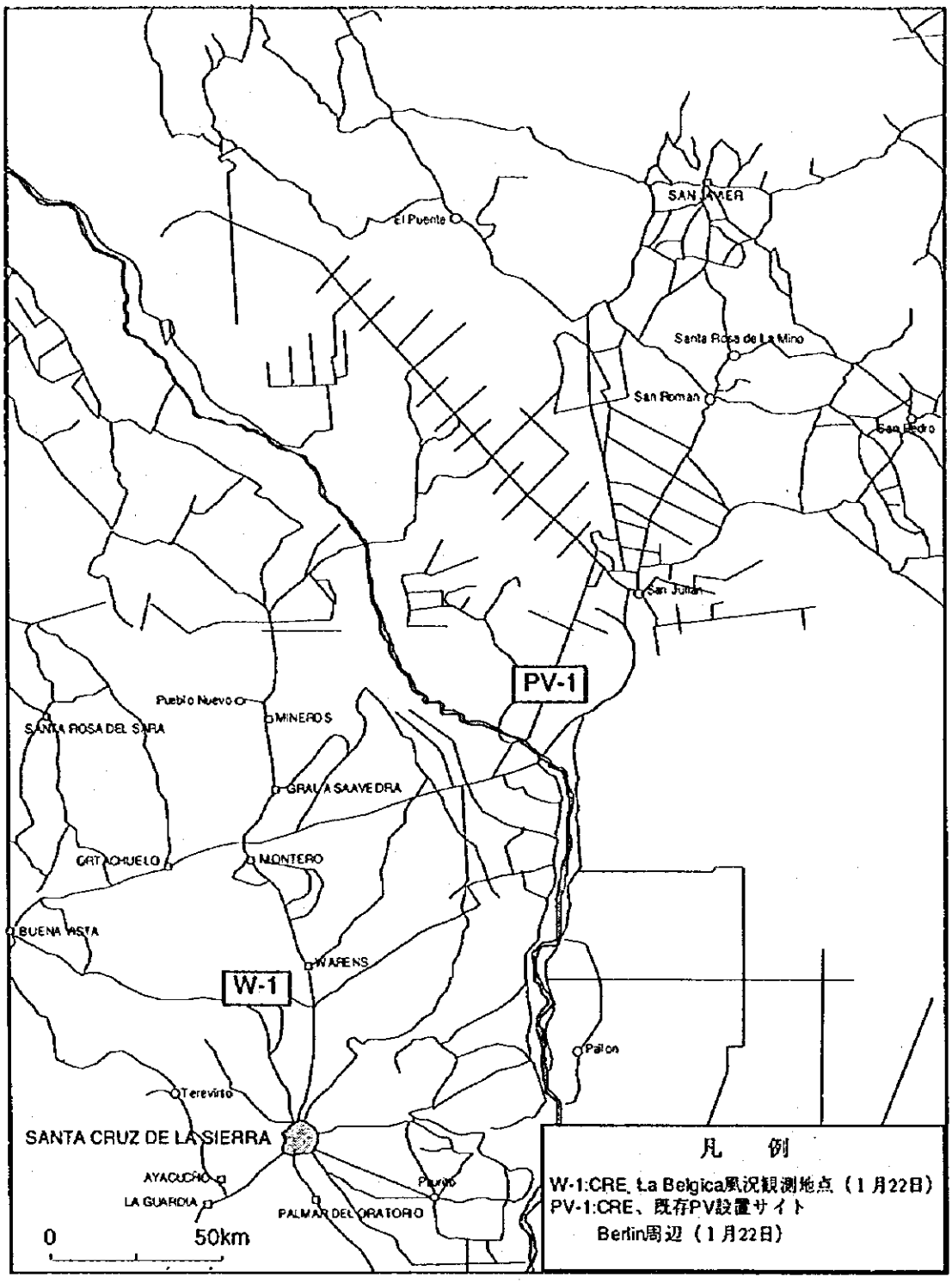


図4.1-3　現地踏査位置図（サンタクルス県）

4.2 地方電化関連（一般）

4.2.1 踏査年月日

1999年1月20日（水）～21日（木）

4.2.2 場所

オルロ県　オルロ市ならびに農村部

4.2.3 随行者

オルロ県エネルギー局

Mr. Jorge Guzman Anover(Jefe Departamento de Energia)

VMEH

Mr. Silvestre Tiuini(UDE-VMEH)

4.2.4 踏査結果

(1)オルロ市内の配電設備は比較的整然としているが、ラパス市同様、引き込み部の錯綜は散見される。市内の配線は6.6kVで柱上変圧器で降圧して配電している。

(2)電化されている農村部は、設備的にはオルロ市内と特段の変化はない。配電線は街区までは幹線道路等に沿って24.9kV、14.9kVが整備されており、郊外で6.6kVに降圧した後、柱上変圧器で220kVへ降圧、給電されている。また、各戸とも電力量計の整備が行き届いている。

(3)ラパス県で移動中にも散見されるPVパネルは、オルロ県ではほとんど見られず、普及に大きな差があることが理解できる。

4.3 小水力関連状況

4.3.1 オルロ県既設トド・サントス小水力発電所

(1)踏査年月日

1999年1月21日（木）

(2)場所

オルロ県南西部　ATTAHUALLPA郡　TODOS SANTOS村

トド･サントス水力発電所

(3)随行者

オルロ県エネルギー局

Mr. Jorge Guzman Anover(Jefe Departamento de Energia)

VMEH

Mr. Silvestre Tiuini(UDE-VMEH)

(4)踏査結果

1)トド･サントス水力発電所は、トドス・サントス川のトドス･サントス村の上流の狭窄部の滝を利用して小規模（越流部ダム高50cm）の堰を設置し、約2kmの開水路を経て水槽に導水し、延長150mの水圧鉄管にて横軸フランシス水車に接続し、発電後同河川に放流する流れ込み式の発電所である。

2)発電所の諸元については、随行者も良く知らなかったため後日資料を入手することとしたが、導水路の流水状況（0.35～0.40m³/sと推定、水槽余水吐より越流中）、水車の諸元（横軸フランシス型、61.9～494.3kW、落差20～80m、水量0.371～0.741m³/s）、発電機諸元（150kW、50Hz）、水圧鉄管の状況（延長150m、但し傾斜部100m前後、傾斜角30度前後と推定）、運転員の主弁・ガイドベーン全開との発言より、単機最

大使用水量 0.37 m^3/s 前後、有効落差 50m程度、単機最大出力 135kW 程度と推定された。

3)発電所建設期間は 1995 年 2 月～1996 年 4 月である。

4)本発電所では、上記水車発電機・制御盤が 2 基設置済であるが、1 系統は水槽・水圧鉄管の工事を実施しておらず、稼動は 1 系統のみである。

5)本発電所の事業費は合計で US$2,500,000（土木・機器・送電線）であり、うち機器分が US$1,750,000 である（2 ユニット分としても高いのであるいは誤りの可能性あり）。資金は中国からのローンで、償還期間は３０年、金利は不明である。事業費の高い理由としては、小水力にしては取水堰、水路発電所等の土木構造物を比較的高規格で設計していること、水圧鉄管を汎用のダクタイル管等を使用していないこと、水車発電機・制御装置が比較的高規格であること、送電線工事費を含んでいることなどが挙げられる。

6)調達に関しては、送電線工事を県が実施したほかは、土木工事・機器等は全て中国企業である。水車（LINHAI MACHINE MANUFACTURE WORKS）、発電機（LINHAI ELECTRIC MACHINERY PLANT）、制御装置（ASIA-PASIFIC AUTOMATIC HYDROPOWER EQUIPMENT DEVELOPMENT CO.）である。

7)運転員によれば、本河川は 2 月がもっとも流量が多く 5 月がもっとも流量が少ないとのことで、河川の推移で半分ほどになるとのことである。他の月については徐々に推移するものと考えられるが、運転員の話では極端に水位の低い状態が続くという感触ではない。また、河川にマスが生息するとのことであり、乾季に干上がることも考えにくい。

8)後日、河川流量、雨量、発電諸元等に関するデータを入手することとした。（その後河川流量についてのみ入手）

9)本発電所の計画は県が立てたが、発電所（送配電線含む）の所有・運営・補修・料金徴収等は、地域の配電会社 ERETS が実施している。ERETS は本発電所完成とともに地域の電化委員会が中心となって出資・設立した企業であり、現在、技術者 5 名、事務職員１０名で運営している（検針は技術者の担当）。現在の顧客は 100 世帯であるが、将来的には 200 世帯としたい希望も持っている。

10)1 世帯平均の電力使用量は 25～50kwh、料金は 30bs 前後が多い。

11)トド･サントス発電所の電力は、トドス・サントスのほか、サバヤやピシーガに送電されている。サバヤには単相 14.9ｋＶで、ピシーガには三相 24.9ｋＶで送電され、直接 220ｋＶに降圧して、低圧配電されている。メーターは整備されている

12)トドス・サントス付近の他配電線では、ELFEO の 24.9ｋＶ線はワチャカチが終点であり、その先は周辺部に 14.9ｋＶが伸びているだけとなる。

13)トドス・サントス付近の風況観測候補地点 Pakajaya には到達できなかったが、同地点から 15km の地点までは行くことができた。Pakajaya は、Altiplano にある火山の山麓であり、周囲の状況が到達できた地点と大きく異なることは考えにくく、土地確保の問題は発生しないと思われる。また、踏査当日の到達地点では強風ではないものの、比較的安定して風が吹いていると感じられた。

4.3.2 オルロ県　トマラピ小水力発電所計画地点

(1)踏査年月日

1999 年 1 月 22 日（金）

(2)場所

オルロ県北西部　サハマ郡　サハマ国立公園内

トマラピ水力発電所計画地点

(3)随行者

オルロ県エネルギー局

Mr. Reman Burgoa(Aux. Technico Departamento de Energia)

Mr. Jorge Castillo(Jug Elect II Departmento de Energia)

(4)踏査結果

1)トマラピ水力発電所は、サハマ郡北西部を流れるトマラピ川に計画されている流れ込み式発電所であり、計画諸元は随行者によれば、最大出力 100～200kW、使用水量 0.255m^3/s、有効落差 40～50m（後に聞き直した際には 30m と回答）を想定している。水車はペルトン水車、水路延長は約 1 km の予定である（当該計画地点の地形は比較的緩やかであり、落差を得るために水路が長くなる）。

2)トマラピ川の流域内には万年雪を抱いた高山も存在し、比較的流量は安定していることが伺えるが、現在の河川流量は見た目では 0.2m^3/s 程度と思われた。随行者によれば本河川は 2 月頃には 0.3 m^3/s 程度に達し、最小流量は 6 月頃の 0.1 m^3/s であるとのことである。

3)概算であるが本地域の通常の流況曲線から考えれば、想定している最大使用水量は、15～20％流量に相当するものと考えられ、1 年間で最大出力で発電できる期間は 60 日程度と見込まれる。通常の小水力発電計画でとられるように仮に 65％流量を 0.14m^3/s 程度（年間 235 日最大出力で運転可能）と見込めば、落差 30m、効率 80％と仮定して 30kW 程度の最大出力となる。こうした計画のために 1 km の水路を計画することはあまり経済的ではなく、M/P 策定に対する技術移転の必要性が強く感じられた。

4)本地点については、これまでいかなる流量調査、地質調査等もなされていない。本計画のスケジュールは、１９９９～２０００年に調査、２００１年建設、２００２年から運転開始となっている。

5)調査期間は１９９９年１年間の流量測定の他、地質調査、測量、設計、入札書類作成を含み、US $ 50,000 の予算が想定されている（プロジェクトコストそのものは未定）。なお、調査はコンサルタントは利用せず、県自らが行う。調査終了後、PRONER の枠組み適用を受けるべく上程する予定である。

6)本発電所で発電された電力は、独立系統で周辺の市町村に供給される予定である。なお、発電所の運営は COBEE か ELCTROPAZ を想定している。

7)現在、オルロ県の小水力プロジェクトは、トドサントス（運転中）、マイカ（Pre-F/S 終了）、トマラピ（1999 年調査開始予定）、サリナス（1999 年調査開始予定）である。調査対象として、何故トマラピを選択したかを尋ねたが明確な返答はなかったが、上記以外の候補地点は未だアイデンティファイされていないとの回答が得られた。

8)トマラピ周辺の風況観測候補地点 Caripe を望むことができた。周辺はサハマ山麓の広大な丘陵地で、土地の問題は考えられない（国立公園内の可能性があるので、許認可の必要性については要確認）。踏査当日は時折強い風が吹いたが、サーマル・ブローのようで、強弱が感じられた。

4.3.3 ラパス県　タイピプラヤ小水力発電所計画地点

(1)踏査年月日

1999年1月23日（土）

(2)場所

ラパス県東部　カラナビ郡　トマラビコミュニティー

(3)随行者

ラパス県エネルギー局

Mr. Ricardo Maldonado V.(Prefectura La Paz)

(4)踏査結果

1)トマラビ小水力発電所は、トマラビコミュニティーの約30km上流に計画されている出力50kWの小水力発電所であり、計画の目的は周辺地域への電力供給である。

2)1994年にFinal Designに向けたコンサルタントのInvitation Letterが作成されて以来、全く進捗は見られていない（再開に向けた具体的スケジュールもない）。理由は政権交代によるとのことであるが、現政権の下で本プロジェクトを再開することは問題ないとのことである。

3)上記調査業務に要する費用は、直接費、間接費、税金等を含めUS$29,264.26が見込まれ、実施期間は4ヶ月とされている。

4)本計画に関する資料は、上記のコンサルタント招聘状以外になく、流量状況・地形・計画諸元等全く不明。当該資料はCORDPAZ（Corporacion Regional de Desarrollo de La Paz；現存しないがラパスの地域開発会社）が準備したものである。

5)本プロジェクトが再開された場合、調査→PRONER→施工（6ヶ月を想定）の主体は県であるが、運用・メンテナンス・料金徴収等は市町村主体を考えている（随行者によれば、民間導入をしなくとも良いとのこと）。

6)タイピプラヤコミュニティーには既に系統が接続され、ソンゴ、コチャバンバ、サンタクルスから、ラパス、コロイコ、カラナビ経由で電力が供給されている。コミュニティーの人からは、もう小水力発電の必要はないとの意見が多数であった（一部の人からは電気代が高いので自前の発電所も有った方が良いとの声もあった）。

7)発電所地点はコミュニティーから更に30km先で、車両の通行できる道路もないため、現地を見ることは断念した。

8)ユンガス地方は、急峻な山岳地帯の上最高峰は万年雪を抱き、降雨も豊富である。山間のいたるところに大小の滝が見られる他、民家の近くに0.2～0.3m³/sの沢が流れるところも数多い。

4.3.4 ラパス県　チャヤ小水力発電所計画地点

(1)踏査年月日

1999年1月24日（日）

(2)場所

ラパス県東部　カラナビ郡　チャヤコミュニティー

(3)随行者

ラパス県エネルギー局

Mr. Ricardo Maldonado V.(Prefectura La Paz)

(4)踏査結果

1)チャヤ（Challa）は、比較的水量の豊富で流れの急な沢（滝も存在）に村落（70世帯・200人）が隣接しており、小水力の地点としては効率的な開発が可能な理想的地点で、プライオリティーを置くべきと考えられる。

2)本発電地点は、地元電化委員会（現リーダー：セバスチャン・ママニアス氏）が発案し、強く働きかけてコロイコ地方政府が中心となって調査を行い（ボリヴィア人技術者：Mr.Alejandro Revillaを雇用）レポートを作成した。同レポートは県に提出されレビュー済である。

3)コロイコ地方には、郡内の小市町村群のオーソリティーを有しており（現在 Mr.Javier Gonzalez）がおり、この人物を通じてコロイコ地方政府に働きかけを行っている。

4)レポートはファイナル・レポートと扱われており、委員会ではファイナンスがついて実施されることを期待している。これまでのところ国際機関等からのオファーはない（以前サンアンドレス大学が興味を示したが、サンペドロ地点等を採択）。

5)レポートは、1/500の地形図を用いたしっかりした図面ができているが、流量と出力に関するスタディーは不十分に思われる（落差42.5m、水圧鉄幹長97.5m以外は主要諸元は不明）。しかし、水量も十分であるように思われ、需要に合わせた機器類の選択によって出力は決定するタイプの地点と考えられる。

6)踏査時点（１月）で水量は1.5～2.0m^3/s程度あるものと推定されたが、流量は１０月頃から増加し、年間で最も流量が多いのが１～３月でその後４月にかけて減少するが、４月から１０月頃にかけては最大流量の半分ぐらいで安定しているとのことである。

7)本プロジェクトのコストはUS$196,521.89である。プロジェクトレポートには工事費の詳細内訳もあり、本格調査時の参考となるものと考えられる。当初、取水口から沈砂池まではコンクリートの開水路を予定していたが、セメント等の値段が高いことから管路とする方針である。

8)建設完了後の運営主体については、電化委員会かコロイコ地方政府がなるものと考えているが、未だ決定していない。パーツやメンテナンスのために料金を徴収したい意向は持っているが、定量制とするか従量制とするかはラパス県との協議で決定して行く予定。

9)料金については、タービン等が高価であることを認識しており、20～30bs/月でも良いと考えている。

4.3.5 ラパス県　チョロ既設小水力発電所地点

(1)踏査年月日

1999年1月24日（日）

(2)場所

ラパス県東部　カラナビ郡　チョロコミュニティー

(3)随行者

ラパス県エネルギー局

Mr. Ricardo Maldonado V.(Prefectura La Paz)

(4)踏査結果

1)チョロ（Choro）は、チャヤと同様の条件のところを電化したものであり、電力は24.9kVで近隣の村落に供給されている（コミュニティー内は230V低圧配電）。

2)チョロのプラントはコミュニティーから1km程上流（幹線道路沿い）にある。随行者を含め出力等を把握している人間はいない。水車タイプはペルトン。使用水量は推定で0.1m^3/s弱、落差も不明であるが水圧管路沿いに20分歩いたところにあるとのことで、かなり大きいものと考えられる。

3)世帯数は 66 世帯で、カナダ政府のグラント＋サンアンドレス大学の技術提供によるスキームである。所有はこのコミュニティーの電化委員会で、日常的な点検（計器類のチェック等）を行っている。住民は建設時の労務提供を行っている。

4)料金はメーターは使用せず月１０ｂｓの固定料金で、電化委員会が収集・管理している。お金は運転員の給料、部品類、メンテナンス料等に使うのが目的である。

5)運転開始（1998 年）後の大きなトラブルはないが、小石がペルトンの翼に当たり破損したことがある。このときはサンアンドレス大学の人間が修理し、それに対しては委員会が対価を支払っている。

6)送配電線に関してトラブルが発生した場合は、サンペドロの個人業者に修理を依頼することにしている。

7)本発電所では、乾季には水量が減少して出力が低下する。このため、白熱灯を低出力（60W→20W）に変更しなければならない。（電化委員会の人には、蛍光灯の方が効率的で寿命も長いことを話し、将来的には採用を考えてはどうかと提案）

8)帰路にサンアンドレス大学のチームと偶然出会い、200W 小水力（バッテリー充電に利用）を見学。

9)調査時に宿泊したカラナビのホテルのオーナーによれば、カラナビでの電力供給は UDEL(Unidad Distribucion de Energia proyecto Larecaja)が独占供給しており、サービス内容は良いものの電力料金は高い。同ホテルは産業用契約をしており、0.930bs/kWh、住宅用は 0.720bs/kWh であり、ラパス県の住宅用 0.350bs/kWh よりもかなり高いレベルにある。

4.4 風力発電

4.4.1 CRE 風況観測地点

(1) 日時　1999 年 1 月 22 日（金）１１：３０～1.1：５０

(2) 随行者

Mr. Carlos Garcia (CRE)

Mr. Carlos Gordillo (VMEH - UDE)

(3) 主な踏査結果

CRE は既存グリッドに系統連結する風力発電プロジェクトを推進するために 1992 年から現在まで１２地点（No.1～No.12）における風況観測を実施している。No.1～No.3 地点まではドイツの GTZ の協力により実施し、その後は独自に観測を実施しているとのことであった。No.1 地点はサンタクルス空港に設置され、観測高度は地上高 10m であった。現在風況観測を実施しているのは現地踏査を行った No.11 地点のみである。No.11 は空港の近傍にあり、空港周辺には偏形樹が多く見られ風速が強いことがうかがえた。No.11 の観測方法およびコストは以下の通りである。

・観測高度：地上高 10m、20m および 40m

・観測項目：風速は 10m、20m および 40m の３層で観測、風向は 20m の１層のみ

・平均化時間：５秒のサンプリングで１分間

・データ記録方法：データロガー（WINCOM EL-1）

・風向計：矢羽型風向計

・風速計：風杯型風速計

・タワー：トラス型タワー（地元で製作）

・太陽光パネルおよび蓄電池（タワー先端の赤色灯用電源）

・機材費：US$10,000
・据付費：US$3,000
CREから入手したNo.3、No.7、No.8およびNo.9データロガーの風況観測報告書によれば、各地点の観測方法および風況は以下のようになっている。
1) No.3データロガー
・住所：Provincia: Warnes、Localidad : El Paquio、Estacion : La Belgica
・標高：380m
・観測高度：10m
・観測期間：1993年4月～1995年12月
・年平均風速：1993年が5.9m/sec、1994年が5.5m/sec、1995年が5.5m/sec
・年最大風速：1993年が18.4m/sec、1994年が17.3m/sec、1995年が19.0m/sec
2) No.7データロガー
・住所：Provincia: M.M. Caballero、Localidad : Comarapa、Estacion : Comarapa
・標高：1,879m
・観測高度：20m
・観測項目：風速のみ
・観測期間：1994年9月～1995年9月
・年平均風速：8.0m/sec
・年最大風速：24.2m/sec
3) No.8データロガー
・住所：Provincia: M.M. Caballero、Localidad : Comarapa、Estacion : Comarapa
・標高：1,879m
・観測高度：10m
・観測項目：風向および風速
・観測期間：1994年9月～1995年9月
・年平均風速：7.2m/sec
・年最大風速：23.0m/sec
4) No.9データロガー
・住所：Provincia: M.M. Caballero、Localidad : Comarapa、Estacion : Comarapa
・標高：1,884m
・観測高度：10m
・観測項目：風速のみ
・観測期間：1994年9月～1995年9月
・年平均風速：7.3m/sec
・年最大風速：22.8m/sec
5) 指数法則のべき指数
・No.7データ(観測高度：20m)とNo.9データ(観測高度：10m）から求められたべき指数：1.096
・No.7データ(観測高度：20m)とNo.8データ(観測高度：10m）から求められたべき指数：1.098

地上高10mにおいて年平均風速が5m/sec以上であれば風力発電に適しているといわれている。CREの観測結果によればいずれの地点も風速が5m/secを超えており風力発電に適した

地域といえる。

現在 CRE はこれらの風況観測結果の分析に基づいて WindPark と呼ばれる風力発電プロジェクトの企業審査を行っている段階である。このプロジェクトの概要は以下の通り。
・総出力：20MW
・風車基数：44 基
・総投資額：US$13,000,000
・発電単価：6 セント/kwh（デンマークの援助機関 DANIDA が無利子の融資を提案しており、この融資を受けたことを想定した単価）

4.4.2 SENAMI

(1) 日時 1999 年 1 月 25 日（月）１０：００～１０：３０
(2) 随行者
Mr. Carlos Omoya JICA ボリビア事務所
(3) 面談者
Mr. Carlos Diaz Escobac : Director Nacional Representante Permanente de Bolivia Ante La O.M.M.
(4) 主な内容
SENAMI は Servicio Nacional de Meteorogia e Hidrologia の略称である。
SENAMI はボリビア全土に 464 ヶ所に気象観測ステーションを設置しており、その内訳は以下のようになっている。
・ PRINCIPALES：16
・ SINOPTICA：34
・ CLIM. ORDINARIA：59
・ TERMOPLUVIOMETRICA：95
・ PLUVIOMETRICA：245
・ AUTOMATICA：15

SENAMI から提供された一覧表によれば、調査対象地域であるラパス県に 73 地点、オルロ県に 25 地点の気象観測ステーションが設置されているが、風向・風速が観測されているのは、ラパス県で 12 地点、オルロ県で 19 地点となっている（表４.４－１、表４.４－２参照、図４.４－１、図４.４－２参照）。

表4.4－1（1）SENAMI気象観測ステーション（ラパス県）

No.	地点名	位置			測定項目							年平均風速	データ記録期間(年)	記録メディア
		経度	緯度	標高	気圧	気温	相対湿度	風速	風向	降水量	日射量			
1	AYO-AYO	68度00分	17度05分	3,880		○	○	－	－	○	－	－	45	紙
2	ASUNTA	67度14分	16度02分	390	－	○	－	○	○	○	－	－	25	紙
3	APOLO	68度31分	14度43分	1,436	－	○	○	－	－	○	－	－	67	紙
4	ANTAQUILLA	69度52分	14度52分	4,500	－	－	－	－	－	○	－	－	23	紙
5	ACHIRI	69度00分	17度13分	3,880	－	○	○	－	－	○	－	－	23	紙
6	ANCOMA	68度30分	15度44分	3,000	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
7	ANCORAIMES	68度54分	15度54分	3,870	－	－	－	－	－	○	－	－	23	紙
8	BERENGELA	69度13分	17度18分	4,700	－	－	－	－	－	○	－	－	22	紙
9	BATALLAS	68度29分	16度25分	3,825	－	－	－	－	－	○	－	－	13	紙
10	BOLSA NEGRA	67度38分	16度33分	3,800	－	－	－	－	－	○	－	－	23	紙
11	COPACABANA	69度04分	16度08分	3,850	－	○	○	－	○	○	－	－	55	紙
12	CORIPATA	67度36分	16度19分	1,732	－	○	○	○	○	○	－	○	23	紙
13	CALACOTO	68度38分	17度17分	3,805	－	○	○	○	○	○	－	○	55	紙
14	COLLANA	68度05分	16度05分	3,940	－	○	○	－	－	○	－	－	24	紙
15	CAMATA	68度46分	15度10分	2,250	－	○	－	－	－	○	－	－	21	紙
16	CORPAPUTO	68度32分	16度04分	4,080	－	－	－	－	－	○	－	－	25	紙
17	CALAMARCA	68度07分	16度54分	3,954	－	－	－	－	－	○	－	－	45	紙
18	CAXATA	67度20分	17度08分	4,100	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
19	CIRCUATA	67度13分	16度38分	2,012	－	－	－	－	－	○	－	－	30	紙
20	CAQUIAVIRI	68度36分	17度01分	3,800	－	○	－	－	－	○	－	－	22	紙
21	COPACATI	69度05分	16度12分	4,000	－	○	○	－	－	○	－	－	10	紙
22	CARACATO	67度50分	16度59分	2,650	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
23	CONCHAMARCA	67度27分	17度24分	3,675	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
24	CAPINATA	67度10分	16度39分	2,976	－	－	－	－	－	○	－	－	22	紙
25	COVENDO	67度06分	15度21分	420	－	－	－	－	－	○	－	－	50	紙
26	CARANAVI	67度34分	15度49分	600	－	○	○	○	○	○	－	－	8	紙
27	COPANCARA	68度33分	16度12分	4,330	－	○	－	○	○	○	－	－	16	紙
28	CARABUCO	69度10分	15度45分	3,815	－	○	－	○	○	○	－	－	6	紙

表4.4－1（2）SENAMI気象観測ステーション（ラパス県）

No.	地点名	位置			測定項目							年平均風速	データ記録期間（年）	記録メディア
		経度	緯度	標高	気圧	気温	相対湿度	風速	風向	降水量	日射量			
32	CHUMA	68度56分	15度24分	3,000	－	○	－	－	－	○	－	－	45	紙
33	CHARAZANI	68度58分	15度09分	3,730	－	－	－	－	－	○	－	－	23	紙
34	CHUNAVE－ALTO	68度20分	16度19分	4,000	－	－	－	－	－	○	－	－	22	紙
35	CHIRAPACA	68度35分	16度17分	4,339	－	○	－	－	－	○	－	－	7	紙
36	HUARINA C.	68度38分	16度12分	3,825	－	○	○	－	－	○	－	－	26	紙
37	HICHUCOTA	68度22分	16度10分	4,460	－	○	－	－	－	○	－	－	25	紙
38	HUATAJATA	68度42分	16度13分	3,824	－	－	－	－	－	○	－	－	52	紙
39	HUARACO	68度30分	17度23分	4,248	－	○		○	○	○		○	8	紙
40	IRUPANA	67度28分	16度25分	1,825		○	○	○	○	○		○	53	紙
41	ITALAQUE	69度02分	15度29分	3,500						○			23	紙
42	ISICANI	68度02分	16度05分	2,700	－	－	－	－	－	○	－	－	21	紙
43	INQUISIVI	67度10分	16度58分	2,900	－	－	－	－	－	○	－	－	30	紙
44	ISLA DEL SOL	69度09分	16度10分	4,027	－	○	－	－	－	○	－	－	23	紙
45	JIHUACUTA	68度39分	16度50分	3,950	－	○	－	－	－	○	－	－	13	紙
46	LURIBAY	67度40分	17度06分	2,575	－	○	○	○	○	○	－	－	55	紙
47	LAMBATE	67度42分	16度32分	3,365	－	－	－	－	－	○	－	－	53	紙
48	MIGUILLAS	67度13分	16度27分	1,100	－	－	－	－	－	○	－	－	23	紙
49	PTO.ACOSTA	69度15分	15度32分	3,835	－	○	－	－	－	○	－	－	54	紙
50	PENAS	68度38分	16度17分	3,986	－	－	－	－	－	○	－	－	56	紙
51	POROMA	67度32分	17度10分	3,100	－	－	－	－	－	○	－	－	26	紙
52	PINAYA	67度49分	16度40分	3,780	－	－	－	－	－	○	－	－	22	紙
53	PILLAPI	68度46分	15度29分	3,870	－	－	－	－	－	○	－	－	41	紙
54	PUCHUNI	67度26分	17度18分	4,208	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
55	PALCOMA	67度59分	16度27分	4,380	－	－	－	－	－	○	－	－	7	紙
56	PUCARANI	68度29分	16度24分	4,120	－	－	－	－	－	○	－	－	14	紙
57	QUIABAYA	68度46分	15度35分	3,470	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
58	QUIME	67度16分	16度59分	3,190	－	－	－	－	－	○	－	－	29	紙
59	STGO.－MACH.	69度12分	17度04分	387	－	○	○	－	－	○	－	－	19	紙

表4.4－1（3）SENAMI気象観測ステーション（ラパス県）

No.	地点名	位置			測定項目							年平均風速	データ記録期間（年）	記録メディア
		経度	緯度	標高	気圧	気温	相対湿度	風速	風向	降水量	日射量			
63	S.J.HUANCOLLO	68度58分	16度35分	3,829	－	－	－	－	－	○	－	－	14	紙
64	SAPAHAQUI	67度56分	16度52分	3,250	－	－	－	－	－	○	－	－	25	紙
65	SALLA	67度37分	17度11分	3,500	－	－	－	－	－	○	－	－	21	紙
66	SURI	67度14分	16度31分	2,050	－	－	－	－	－	○	－	－	25	紙
67	S.A.DE MACHACA	68度58分	16度58分	3,913	－	－	－	－	－	○	－	－	22	紙
68	S.J.ALTO	67度48分	17度49分	3,823	－	－	－	－	－	○	－	－	24	紙
69	SEPULTURAS	69度10分	17度48分	5,184	－	○	－	－	－	○	－	－	12	紙
70	TARACO	68度52分	16度28分	3,820	－	－	－	－	－	○	－	－	23	紙
71	VILOCO	67度30分	16度52分	4,650	－	－	－	－	－	○	－	－	16	紙
72	VILLA－PUNI	69度12分	15度40分	3,824	－	○	－	○	○	○	－	－	8	紙
73	YANAMAYO	68度29分	16度38分	3,940	－	－	－	－	－	○	－	－	25	紙

○印は観測項目を示す。

表4.4－2　SENAMI気象観測ステーション（オルロ県）

No.	地点名	位置			測定項目							年平均風速	データ記録期間（年）	記録メディア
		経度	緯度	標高	気圧	気温	相対湿度	風速	風向	降水量	日射量			
1	ANDAMARCA	67度30分	18度46分	3,740		○	○	○	○	○		○	19	紙
2	CARACOLLO	67度12分	17度39分	3,770		○	○	○	○	○		○	14	紙
3	COIPASA	68度16分	19度17分	3,680		○	○	○	○	○		○	20	紙
4	CORQUE	67度41分	18度20分	3,929	○	○	○	○	○	○		○	17	紙
5	COSAPA	68度43分	18度10分	3,890		○	○	○	○	○		○	21	紙
6	CHUQUINA	67度25分	17度52分	3,710	○	○	○	○	○	○		○	43	紙
7	CHALLAPATA	66度45分	18度43分	3,715		○	○	○	○	○		○	9	紙
8	CHILLCA	66度48分	17度50分	4,000		○	○	○	○	○		○	9	紙
9	CHOQUECOTA	68度43分	18度10分	4,586		○	○	○	○	○		○	6	紙
10	EUCALIPTUS	67度31分	17度30分	3,728						○			35	紙
11	HUACHACALLA	68度16分	18度46分	3,740	○	○	○	○	○	○		○	22	紙
12	HUYLLAMARCA	67度56分	17度50分	3,880		○		○	○	○		○	8	紙
13	ORURO	67度07分	17度58分	3,702	○	○	○	○	○	○		○	52	紙
14	CABANA F.	67度40分	17度58分	3,710		○	○	－	－	－		－	7	紙
15	PAZNA	66度56分	18度36分	3,740		○	○	○	○	○		○	34	紙
16	QUILLACAS	66度56分	19度14分	3,749		○	○	○	○	○		○	18	紙
17	SACABAYA	68度47分	18度34分	3,829		○	○	○	○	○		○	21	紙
18	SAJAMA	68度58分	18度07分	4,220		○							9	紙
19	SALINAS G. MENDOZA	67度41分	19度38分	3,680	○	○	○	○	○	○		○	40	紙
20	S.J.KALA	67度53分	18度36分	3,850						○			18	紙
21	SAN MARTIN	67度35分	19度16分	3,747		○	○	○	○	○		○	21	紙
22	TOMAS SANTOS	68度44分	19度01分	3,920		○	○	○	○	○		○	21	紙
23	P.TOLEDO	67度21分	18度11分	3,711						○			21	紙
24	TURCO	68度12分	18度10分	3,860	○	○	○	○	○	○		○	17	紙
25	UCUMASI	67度25分	19度09分	3,768						○			21	紙

○印は観測項目を示す。

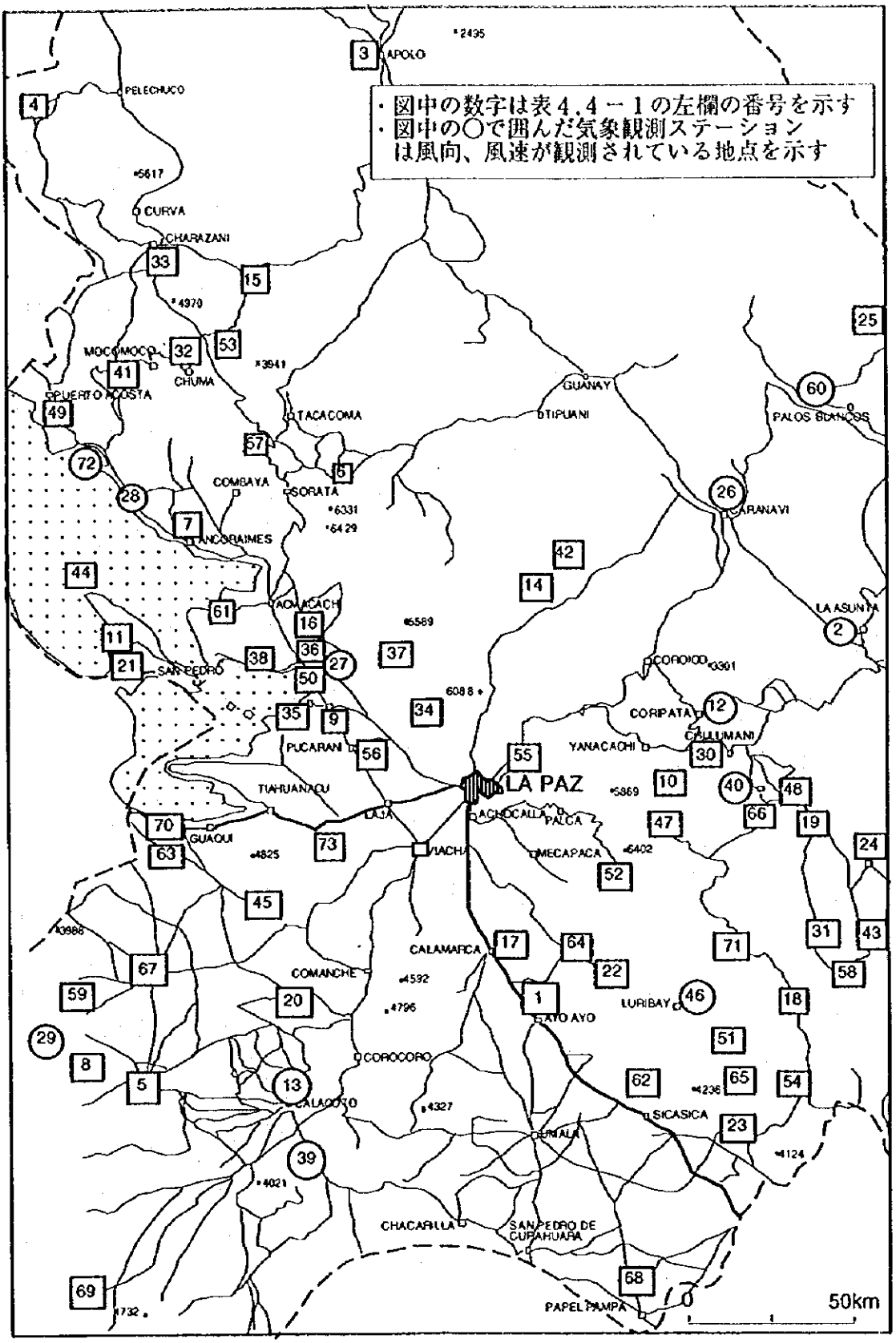


図4.4－1　SENAMI気象観測ステーション位置図（ラパス県）

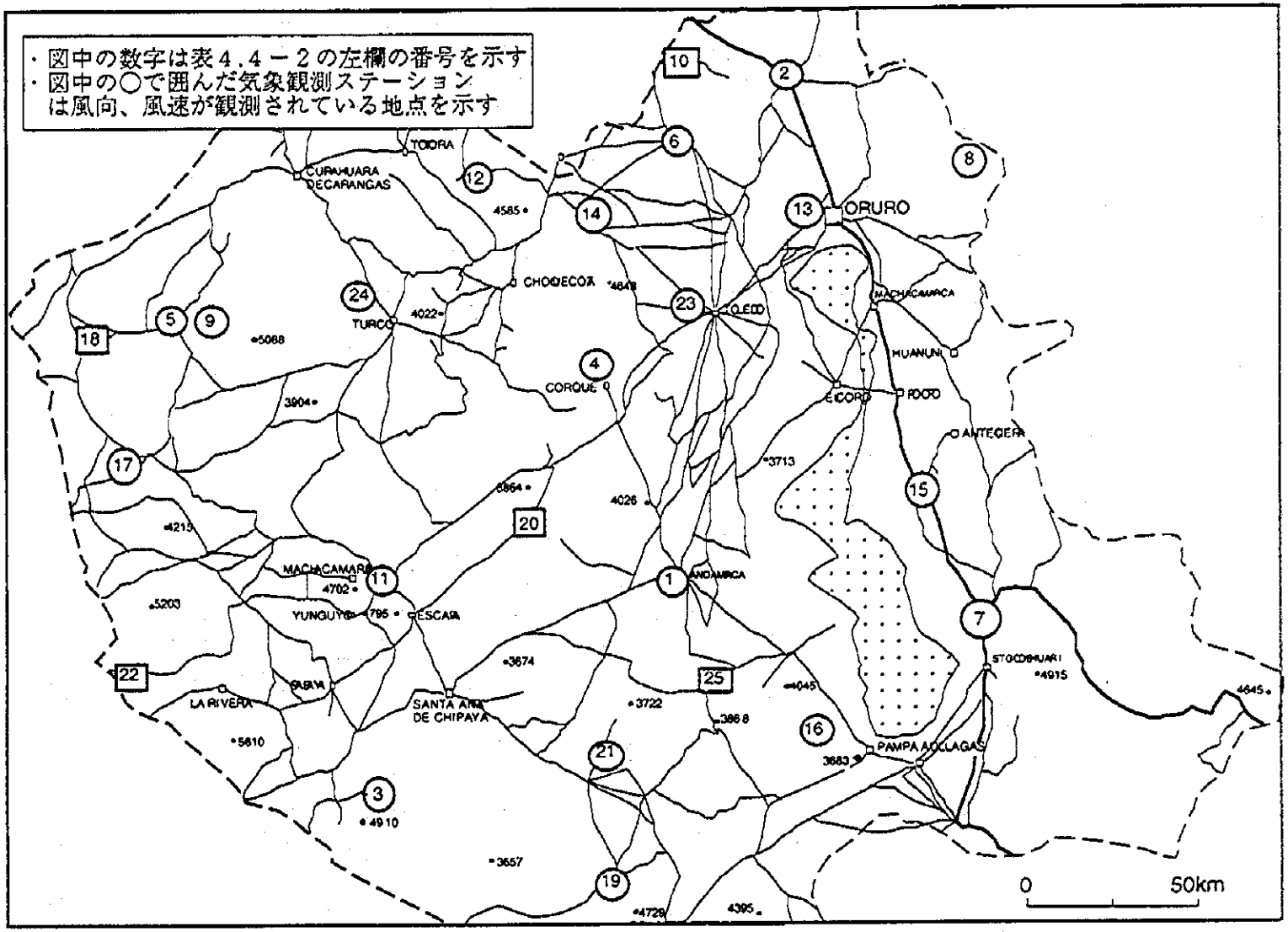


図４．４－２　SENAMI 気象観測ステーション位置図（オルロ県）

4.5 太陽光発電関係

太陽光発電パイロット試験は地域的要因に偏らないように複数の場所で実施する。このため経済的に比較的裕福なラパス県、やや貧困なオルロ県から選ぶことにする。また今回のパイロット試験は運営管理に重点が置かれることから、実際に運営担当する配電会社が充分能力のあるところとして、ラパス県から ELECTROPAZ、ELFA、オルロ県から ELFEO が選ばれた。更にこれらの配電会社の担当杭区域から候補サイトが ELFEO(パスニア)、ELECTROPAZ(ボコリータ、サイト)、ELFA(パタカマヤ)が挙げられた。、ラパス県内では ELECTROPAZ は大規模の配電会社、ELFA は小規模の配電会社、オルロ県内では ELFEO は大規模としてパイロット試験の運営管理を行う。

現地踏査としては候補サイトのほかに担当県や担当配電会社等についてもまとめ、更に既存 PV 地方電化例としてサンタクルスの CRE の取り組み、再委託先についてもまとめた。

4.5.1. オルロ現地踏査

実施日 1999 年 1 月 20、21 日

オルロ県の県庁所在地はオルロで、ラパスからオルロまでの道路状況は良く、車で約 3.5 時間かかる。太陽光発電パイロット試験候補サイトのパスニアはオルロから更に車で 1 時間かかる。道路状況はよい。ラパスからパスニアまで標高 3700m 程の高地が続き、雨が少なくステップ状の平原となっている。高地であるため樹木はほとんど無く日射を遮るものはない。空気が薄いせいか日中には通常の 1kw/m2 より 1 割ほど強い日射が得られる。グリッドによる電化はオルロの先の POOPO という所まで行われているが、その間も配電網から少し離れると電化されていない村が多くある。この地域の配電を担当する ELFEO の事務所はオルロにある。また、太陽光発電設置の再委託先の候補となる HANSA の事務所もオルロにある。

・オルロ県(1 月 20 日実施)

オルロ県で地方電化に関係する組織はインフラ開発局でこの下にインフラ部があり更にその下にエネルギー課がある。県では電化のプロジェクトも実施する。市町村が独自に電化プロジェクトを行うことは少なく、県に依頼して行う。PV 関係では NRECA とのプロジェクトでサハマに 55 セットつける計画がある。また、PAZNA でも NRECA とのプロジェクトで 120 セットつける計画がある。この場合は県が 50%、市が 25%、ユーザーが 25%、ユーザーが 25%負担する。この他スペインの援助でサハマなどに 500 セットの PV が設置される予定である。

オルロ県は独自にプロジェクトを進めていることもあり、地方電化に対する意識が高く、体制的にもしっかりしている。

・ ELFEO(1 月 20 日実施)

IBERDROLA という電力会社グループの一つでオルロのほぼ全域の電化を担当している。クライアントは約 4 万戸。職員数は 65 人でこのうち 6 人がエンジニア、40 人がテクニシャン、メーターを読む人はこの中には含まれない。7 つのオフィスを持ち 1 人従業員を配備している。電気料金は銀行振込か、各オフィスへの払い込みで行っている。子会社に修理やメーターの読みを行う会社(従業員 35 人)をオルロに持つ。送配電のみを行い発電はしていない。オルロ県の各家庭の電気使用量は 80-100kWh/月、40- 50Bs/月ぐらい。農村部

では 50kWh/月ぐらいだろう。
PV は有効であり今回の PV プロジェクトは理解するが、ELFEO でもいろいろ調べて農村電化の採算の悪いことを知っており、ELFEO が赤字にならないか心配している。

・パスニア(1 月 21 日実施)
パスニアには市の役所があり市長からパスニアの概要を聞いた。
パスニアは四つのカントンからなり人口 8300 人。市役所には 6 人の職員がいる。産業は農牧業で、アルファルファ、大麦、アバーナ、ジャガイモ、牛、羊などあるがほとんどは自給自足用。電化率は 60%ほどで電気代は 20-25Bs/月 (1Bs=約 20¥)。平均的な世帯所得は 600Bs/月ぐらい。但し貧しい家は 60Bs/月のところもある。都市と村の所得の差は大きい。パスニア市も小さな食堂がひとつある程度の小さな町。
パスニア市自体は電化されている。オルロからの道路沿いの送電は POOPO までであるが、別に東のほうから配電でまかなっている。現在、電化プロジェクトを起こしており、県 60%、市 40%の負担割合で提案する予定。また、これまでパスニアには 120 の PV が入っており、あちこちに点在している。

・太陽光発電候補サイト(1 月 21 日実施)
パスニアの南の外れから山のほうに入る。山のふもとに散在している村が対象村。舗装道路から 2-3km 離れるが、アクセスはそれほど悪くない。一部に配電せんが通っているが、配電もとの変圧器が容量いっぱいで、これ以上配電を増やせない。また、変圧器の容量をあげる計画はないので、このあたりの無電化村に電気の来る予定はない。

候補対象村では現在村に水をひく灌漑プロジェクトを実施中で、家の男性はこのプロジェクトの水路建設の土木作業奉仕に駆り出されており、女性は日中は町へ物売りに行っている。このため、土木作業現場に行き、男性から生活状況を聞いた。

村民の一番の生活問題は水の確保で、土地は数 ha あるが水が確保できないため農作物が安定せず、収入も得られにくい。現在作っている水路は非常に重要。
照明には蝋燭や灯油ランプを使っている。利用状況は次のとおり。

蝋燭	60 本/月	0.5Bs/本
灯油	5 l/月	1.6Bs/l

家畜の所持状況は次のとおり。

牛	5-6 頭	1300Bs/頭
羊	50-60 頭	70Bs/頭

この村は現状では安定した収入を持っておらず、ある程度の(10-20Bs 程度)電気料金なら払うといっているが、電気料金の設定や今後の展開にには充分な考慮が必要。

4.5.2. ラパス県踏査
・ラパス県(1 月 19 日実施)
ラパス県での地方電化に対する取り組みはまだ不明確である。体制的には持続開発局という組織の下にインフラ部があり、そこで担当することになっているが現在組織変更の過程にあり流動的である。現在の体制では、地方電化は市町村から申請されるプロジェクト

案に対し執行の優先順位をつけ、予算措置を行うことを業務としており独自に地方電化に対する取り組みはない。今後 PRONER に沿って重要な役割を果たす組織であるが、現在は県内のプロジェクトを充分に把握しておらず、組織変更などで補強されることが望まれる。

ラパス県の候補サイトについては VMEH との共同で ELFA、ELECTROPAZ の担当区域から選出されることになった。

・ ELFA(実施日　1 月 26 日)

パタカマヤを中心にトラール村からパニロール村(オルロとの県境)の約 100km の電化を ELFA という配電会社が担当。91 年に設立され 95 年に民営化された。担当区域は東に約 20km、北に約 30km 広がる。このうち 46 村にグリッドが来ており 50%ほど電化されている。ELFA は 2 人のマネージャーと 6 人の技術者がいて、ラパスに会計担当が 1 人いる。電気料金は職員が読み取った電気量をまとめて各村の代表者に渡し、代表者から各戸に請求され、各戸から ELFA の事務所に支払いに来る。代表者は他にトラブルの連絡なども行い、ELFA から 50Bs/月の報酬をもらっている。平均的な電気料金は 35Bs/月、60kwh/月ぐらい。現在のクライアントは約 4000 戸。料金未払いは 2 ヵ月で配電カット。グリッドへの接続は 35Bs(20Bs が保証金、15Bs が接続費)であるが、自宅までの配電費用は別途各戸持ち(電柱を含み 100m あたり約 500Bs)

このあたりは未電化村や未接続家庭が多いが、家が離れて散在しているため電化コストがかかる。グリッド延長計画はあるがコストがかかるのですこしずつ進めている。今回の PV のパイロット試験にはパタカマヤの少し南東のリャンガスと少し北西のビスカチャニを考えている。

・パタカマヤ(実施日　1 月 26 日)

ラパスからオルロへ行く途中にあり、車で約 2 時間。実際のサイトはパタカマヤの南東のリャンガスと北西のビスカチャーニ(Mantecani 村、トローマ村)。

このあたりは行政区域としてはアロマ郡に所属し、平均収入はヒアリングでは 600-800Bs/月とパスニアより少し多い程度だが、見たところ農作物も豊富で生活も安定しているようだ。自然環境はオルロとほぼ同じである。現状アロマ郡としては特に地方電化に独自には関与していないが、各コミュニティの電化活動のコーディネーションはしている。

このあたりは無電化村でバッテリーを使っている家も少しあり、バッテリーチャージは近くの電気屋で 5-6Bs で行っている。

・リャンガス(実施日　1 月 26 日)

このあたりは家が散在しており、どこまでが 1 つの村かわからない。中圧(24.9kV),低圧の送配電が走っているが、電化されているのは低圧配電線の近くの家だけで現在の電化率は 50%程。農放牧で生計をたてており牛数匹、羊数十匹を飼っているのが平均的。羊から取れる乳が近くのピルアンデーナの工場に売れるため収入が安定している。1 日に 20 l/60 匹の乳が羊からとれ 1.5Bs/l で売れる。

ここのコミュニティの長にヒアリングしたところ、配電線から 500m 離れているのでまだ電化されていないが、現在電柱を少しずつ購入中で今年中に電化するという。彼は現在蝋燭、灯油、電池などに 50Bs/月の出費があるという。ここで PV テストをする場合は配電からの電化との比較をする必要があり、経済性が成立しないのではないかと見られる。

・ビスカチャーニ(実施日　1月26日)

パタカマヤ北西のMaintecani村とトローマ村を踏査。それぞれ80世帯、40世帯。近くには送配電はなく、今後の電化予定も今の所ない。やや丘陵状であるがPV設置には問題ない。無電化であるが車を持っている家もあり、農作物の生育状況も良好で生活、収入は安定していると見られる。PVパイロット試験には適したサイトと見られる。

・ELECTROPAZ(実施日　1月25日)

ボリビアで最大の配電会社。IBERDROLAグループのひとつ。25万ユーザーをかかえる。従業員数は260人。現在214MWの電力需要があるので、このうち15%の32.1MWまでは政府の方針に沿った再生可能エネルギーによる発電が可能。この面からPV農村電化にも興味を持っている。

ELECTROPAZとしては今後グリッド電化予定地域にPVを設置し、電気利用や料金徴収の意識付けを行って、グリッドが達したらPVを取り外し別の場所に移すようにし、電化前の意識付けの手段としてPVを使うことを考えている。今回はパイロット試験なのでその枠組みに沿った方法でPV電化を実施することになるが、ELECTROPAZとして関心があるのは意識付け。場所選定や料金徴収については協力できる。ここの担当区域からはポコリータとサイトが候補サイトとして挙げられた。

・ポコリータ

ラパスの上の国際空港のあるエルアルトを南に出た所から車で約30分。ラパスからは1-1.5時間ぐらいでアクセスできる。最後に山から下る10分ほどはかなり険しいが車は通れる。ビリャコンセプションというカントンに属する8つのカントンのひとつで、ここで45世帯が生活している。

生計は農業と家畜でたてており、農業ではジャガイモ、大麦、そら豆、野菜などを作り、家畜は牛(5頭ぐらい)、羊(10頭ぐらい)飼っている。農作物はエルアルトに持っていって売る。牛や羊は特別のことが無い限り売らない。

照明には灯油ランプを用い月に10 litterぐらい使う。灯油はエルアルトで購入(1.8Bs/litter)する。エルアルトでものを売買するときは先ずロバで山頂の村まで行き、そこからバスでエルアルトに行く。バス代は3Bs。

この村にはTVを持った家が3軒ある。ヒアリングをした家は12インチの白黒TVをエルアルトで3年前に280Bsで購入。TVにはバッテリーを使っており、月に一回エルアルトで充電する。充電料は4-5Bs。蛍光燈を使っている家はこの村にはない。また、この家庭は居住に2室と台所を持っている。生活向上には前向きで手工業などの技術指導を受けたいといっている。

4.5.3 再委託先調査

ボリビアにはHANSAという大手の総合商社があり、ここで太陽光発電機器の販売のほか据え付けも行っている。取り扱っているメーカーはSIEMENS, Solarexなど。ラパスのほかにオルロなどにも支店を持つ。従ってオルロ県での実施はオルロ支店を通して行えるので便利である。但し、重要な業務はすべてラパスのJAIME ROCABADEが担当している。

今回の調査時に参考として下記の仕様のSHSの見積もりを依頼した。

太陽光パネル　55W

バッテリー　　100Ah
蛍光燈　　11W×3
設置　　木製ポール設置

この結果、100セットまとめて輸送、据え付け込みで971US$という答えであった。パネルについてはセルを角型から丸型、出力を55Wから50Wにすることでコストダウンが可能。補償はパネルが25年、その他のパーツが1年である。蛍光燈はインバータ内蔵型でねじ込みソケット方式である。このため蛍光燈取り替え時にはややコストがかかる(31US$)。SHSの設置は1戸あたり3人で1日みており、コストとしては65US$になっている。納期は当初90-120日といっていたが、60日でできるよう取り組むと答えた。100戸を1ヵ月で設置できるとしている。

4.5.4 既存PV設置サイト調査

サンタクルス地域でCREという配電会社が大規模にPV電化に取り組んでいる。この地域は低地にあり、農業生産も安定しており村民の生活レベルもラパスやオルロに比べ高いと思われる。

ここでのPVの管理方法は先ず太陽電池パネル、充放電コントローラ、バッテリーをCREの所有物とし、その他の蛍光燈などは住民の所有物としている。このためバッテリーの定期取り替えなどはCREの責任で無償で行い、蛍光燈などの取り替えは住民負担となっている。ここも料金徴収方式で売りきりにはしていない。仕様は次のとおり

太陽電池 50W、バッテリー 100Ah、蛍光燈 7W×3

料金は初期設置時に99.05$(設置費48$、蛍光燈51.05$)支払い、その後は毎月7.5$支払う。初期設置の99.05$が払えない人は、最初15.8$支払い、その後3年2ヵ月10.3$払い、その後は7.5$/月になる。

保守には一定の地域を決めて、そこの技術責任者を村民から選出し3ヵ月に1度巡回する。責任者には工具、自転車を与えており、200戸以上受け持っているものには自転車の代わりにバイクを与える。この責任者の報酬は0.44US$/戸月となっている。サファリン、ベルリンで合計1000戸ほど運営し技術責任者を11人置いている。料金徴収は住民が事務所に支払いに来る。ここに1人外注の事務員を置いている。料金を5ヵ月支払えないと撤去することになっている。

住民に対しては使用前に一度教育を行っており、これでほぼ利用方法を理解している。この結果村民もあまり電気を使いすぎないように心がけており、利用状況は良好でトラブルはほとんど起こっていない。これまでランプにガスなどを使っていたが、それより安全で使いやすいと答えている。

第５章　本格調査実施方針

第５章　本格調査実施方針

5.1 調査全般

5.1.1 ボリヴィア国再生可能エネルギー利用地方電化計画作成に関する基本方針

ボリヴィア国のラパス県・オルロ県を対象とした地方電化計画を作成するにあたり、以下の基本方針に則ることとする。

1)既設送配電網の拡張により技術的・経済的に電化が可能である区域は、これを優先手段とする。

2)ボリヴィア国では、国土のほぼ全域で太陽光発電のポテンシャルが高いため、再生可能エネルギーのなかでPVシステムを最優先電源と位置付ける。

3)小水力・風力については、自然条件に加えて集落の密集度等の社会条件を十分勘案し、需要に見合った最適規模の電源を最小限のコストで提供できる場合にこれを選択肢とする。

5.1.2 分野別調査方針

(1)PVパイロット試験

PVパネルを用いた分散型地方電化パイロット試験を実施し、ボリヴィア国における太陽光発電の有効性を確認すると共に、技術的な問題点や維持管理・料金徴収等における組織やマネージメントに関する問題点を検証し、持続的な事業の発展に必要な提言をまとめる。

(2)風力発電ポテンシャル調査

既存データの収集に加え、ラパス県・オルロ県の各５地点（計１０地点）で風況観測を実施することにより、ボリヴィア国における風力エネルギー分布を調査し、風力発電候補地点を選定する。

(3)小水力発電

机上調査・現地調査等によりボリヴィア国の小水力発電地方電化候補地点を選定するとともに、オルロ県・ラパス県各１地点においてF/Sを実施する。

5.1.3 本格調査のフローと工程

調査に必要とされる期間は，PVパイロット試験に要する資機材の現地調達を条件として28ヵ月と想定される。

調査スケジュール案は添付のとおりである。

(1)基礎データ収集

気象・社会経済・エネルギー・電力需給等

(2)セクターレビュー調査

エネルギー・電力・地方電化分野の現状分析

(3)対象地域（ラパス県・オルロ県）のエネルギー・電力需給調査

(4)対象地域の再生可能エネルギー賦存量調査

(5)再生可能エネルギー源別調査

1)太陽光発電—パイロット試験による運営システム分析

2)風力発電　－風況モニタリング

3)小水力発電—候補案件調査・F/S

(6)地方電化促進計画策定

1)既設配電網経済拡張範囲の設定

2)太陽光発電候補地とモデル運営形態の提案

3)風力発電有望地域の設定
4)小水力発電有力候補地点の確定
(7)経済財務評価
(8)再生可能エネルギー利用地方電化実施計画の策定
1)地方電化運営体制・システムに関する提言
2)地方電化推進のための政策的提言

5.1.4 県別関係機関

個別調査における役割については別途記述するが，ここでは県別に関係する機関を列挙する。

(1)ラパス県
1)VMEH
直接のカウンターパート：調査全体の方向づけ，関係者全体の調整
2)ラパス県エネルギー局
具体事項に関わる調整：市町村，地方配電会社等との調整
3)ELECTROPAZ，ELFA
PV 試験における運営機関：メンテナンス・料金徴収等
4)市町村
PV 試験・風況モニタリング実施箇所市町村
5)UMSA
小水力調査協力機関

(2)オルロ県
1)VMEH
直接のカウンターパート：調査全体の方向づけ，関係者全体の調整
2)オルロ県エネルギー局
具体事項に関わる調整：市町村，地方配電会社等との調整
3)ELFEO
PV 試験における運営機関：メンテナンス・料金徴収等
4)市町村
PV 試験・風況モニタリング実施箇所市町村
5)UMSA
小水力調査協力機関

5.2 小水力

(1)調査内容

小水力により地方電化を計画する場合次の点に留意する必要がある。
1)渇水量を把握し、年間を通じて安定した出力が得られること
2)水量・落差が集落の周辺で容易に得られ、過大な土木工事を伴わないこと
3)集落が電源地地域に比較的集中し、送配電費用が大きくならないこと
4)集落規模に応じた適切な発電規模とすること

小水力の場合、需要者である集落の規模に応じた発電計画とすることが何よりも大切である。地点によっては水量・落差ともに豊富でかなり大規模な発電が可能となる個所も考えられる。しかし、需要地までの送電コストが過大となったり、そもそも事業費がコミュニティー・市町村・県等の負担限度を超えたのでは意味がない。あくまで需要地

のサイズに合致し、送電コストが小さい（需要地に隣接）ものとすることが望まれる（可能であれば低圧配電のみで対応できることが理想である）。

また、落差を得るために水路長が数キロに及んだり、堰堤が高くあるいは長くなったのでは経済的ではなくなる。滝を伴う急な沢や急激な屈曲部などを利用し、容易に落差の得られる地点でなければならない。

流量については、需要規模をまかなうだけの渇水量があることが大切である。ただし、これまでの調査から地方のまとまった集落は 100～200 戸が多く、需要規模に応じた適切な発電規模は、15kW～50kW であることが想定される。したがって、落差さえ確保できれば河川流量は 1 m3/s 未満でも発電計画は可能となる。地点選定では、集落近くで流量よりも落差が容易に確保できることに重点を置くべきである。

なお、ある程度規模の大きな地点については、民間企業や市町村・県によって既に計画されているものの多く、その点からも上記程度の出力を念頭に置くのが良いと考えられる。

(2)調査の流れは、以下のように想定される。

1)自然条件（地形・降雨量）による有力地域の選定

（案）ラパス県東部ユンガス地方を中心としたアンデス山脈東斜面、オルロ県東部・西部山岳・丘陵地帯

2)社会条件による電化対象集落の絞込み

経済的な配電範囲に 200 戸程度が集中する未電化集落の抽出

3)2)の集落に隣接する沢・小河川の存在調査（机上）

4)絞り込んだ地点の現地調査

ア 集落の現状調査

イ 落差の確認（滝・急流・屈曲等）（簡易レベル等による測量）

ウ 渇水量の確認

5)その他基礎情報の収集（想定水路長等）候補地点の基礎情報調査

ア 落差、使用水量、出力

イ 概算事業費

6)有望地点（各県 1 箇所）における F./S

ア 地形測量

イ 流量調査（月 1 回程度：プロペラ流量計(一式 40 万円程度)使用）※

ウ 設計

エ 事業費積算

オ 財務分析

※流量・地形条件によっては、樋とバケツ、簡易三角堰等の使用も考えられる。また，降水量データも活用し年間の河川流量を概算する。

(3)サンアンドレス大学との協力

サンアンドレス大学（UMSA）土木工学科の水理学研究室では、長く小水力発電に関わってきており情報や経験も豊富に有している。同研究室では小水力案件の発掘、調査、設計、水車発電機の設計・製造に精通し、国際機関との協調実績も有する。

UMSA との協調により、本調査がより木目細かく、実際的なものとなりスムースに進捗することが期待できる。大学側の協力の意思は確認済である。

具体的な協力としては、主に以下の項目が考えられる。

1)情報の提供

UMSAでは、過去に多くの小水力プロジェクトを手がけ、多くのデータを保有している。また、GTZと共にボリヴィア国の小水力地点発掘を実施したこともあり、こうした情報は、効率的な調査実施に有効である。

2)現地調査への協力

案件発掘やF/S実施の過程における現地調査時の測量や測水等に対し、人的・技術的な面での協力が期待でき、再委託先としての能力も十分有している。

UMSAの技術者に業務委託する際の人件費―約US$3,000/月

(4)小水力に関する収集情報

1)小水力発電機器の流通価格（インターネットによる）

水車発電機の流通価格（インターネットによる）

メーカー	タイプ	モデル	仕様	出力(kW)	価格(US$)	備考
ハリス	ペルトン	HOA	1ノズル12/24VDC	20~1500	900~950	(別ページ記載)
	〃	〃	2ノズル12/24VDC	〃	1000~1050	適用落差20~600ft
	〃	〃	4ノズル12/24VDC	〃	1160~1200	適用流量4~251GPM (ガロン/分)
	〃	〃	48VDC	〃	1350	最大出力12V-700W, 24V-1400W
	増設ノズル				5~10	
ES and D	ターゴインパルス		2ノズル	1000W	1295	適用落差5~200ft
	〃		4ノズル	1000W	1395	電圧12~48VDC
	増設ノズル				27	
TECNHYDRO-SAVOIA	不明			5kW	6500	最小落差24m
				10kW	8500	最小流量39l/s
AZAP POWER	小型バルブ	MTI-66		11~85kW	45000	小ダム建設・エンジニアリング等を含む
		MTI-100		100~409kW	不明	
		MTI-130		211~500kW	不明	
		MTI-168		113~449kW	不明	
その他機器	圧力ゲージ		0-100 PSIゲージ		10	
	〃		0-200 PSIゲージ		10	
	〃		0-300 PSIゲージ		10	
	蓄光塩		12V-8W		32	
	〃		12V-15W		35	
	〃		12V-30W		48	
	〃		12V-20W		47	
	〃		12V-36W		58	
	電力量計		120V・120/240VAC-100A		35	中古
	開閉器類				28	

出力不明、出力過小のものは記載していない。

2)UMSA水車製作費

・4－8kW	US$8,000
・8－15kW	US$12,000
・15－25kW	US$18,000
・25－50kW	US$30,000
・50－100kW	US$50,000
・100－300kW	US$450/kW

5.3 風力

ボリビアではサンタクルスにおいてCREが20MWの既存グリッドに系統連結するプロジェクトを進めている以外は風力発電の計画はない。また、風力エネルギー賦存量評価を目的とした風況観測も実施されていない現状である。風力発電による地方電化の可能性を評価するためには第一段階として風況観測を実施し、風力エネルギー賦存量を評価することが必要である。

本格調査ではラパス県およびオルロ県のそれぞれ5地点において風況観測を1年間実施し、

風力エネルギー賦存量の把握と利用可能性の評価を行う。また、既存風況データについても評価を行い活用する。
風況観測システムの据付には資機材搬入、タワーの組立、タワーの据付、ガイワイヤ、アンカーの設置、接地工事、フェンス工事などローカルコントラクターによるサポートが必要である。このため風況観測システムの据付はローカルコントラクターに再委託し、本格調査団がを指導・監督することにより行う。
1年間の観測期間中における風況観測システムの点検・観測データの回収は連続欠測期間を少なくするため、システム異常の早期発見のために2週間毎に行う。この点検・観測データの回収もローカルコントラクターに再委託する。

5.3.1 本格調査の内容

(1) 既存風況データの収集

SENAMI から提供された一覧表によれば、ラパス県、オルロ県内の SENAMI の気象観測ステーションはラパス県に 73 地点、オルロ県に２５地点設置されている。これらの気象観測ステーションのうち風向・風速が観測されているのは、ラパス県で 12 地点、オルロ県で 19 地点となっている。これらの風向・風速観測データは長期に亘って観測されており、有用なデータである。既存風況データを評価し、風力エネルギー賦存量評価に利用できるデータを収集する。

(2) 風況観測地点

ボリビア側との協議において風況観測候補地点を選定する際に以下の条件を考慮した。
・風が強いといわれている地域
・既存グリッドがない地域
・今後グリッド延長計画がない地域
・機材輸送アプローチ道路
・機材輸送距離

風況観測候補地点として以下の１０地点が選定された（図５.３－１および図５.３－２参照）。

1) ラパス県
・ LA-1 ：Escoma 周辺
・ LA-2：Taquiri 島内
・ LA-3：Jesus de Machoca 周辺
・ LA-4：Tincachi 周辺
・ LA-5：Caxata 周辺

2) オルロ県
・ OR-1：Caripe 周辺
・ OR-2：Totora 周辺
・ OR-3：Caripaya 周辺
・ OR-4：San Martin 周辺
・ OR-5：Pacallo 周辺

上記風況観測候補地点を中心に現地踏査を実施し、以下のような項目について評価し決定することが必要である。
・既存の気象観測地点
・配電網までの距離
・土地利用（畑、荒地、放牧地、山地等）

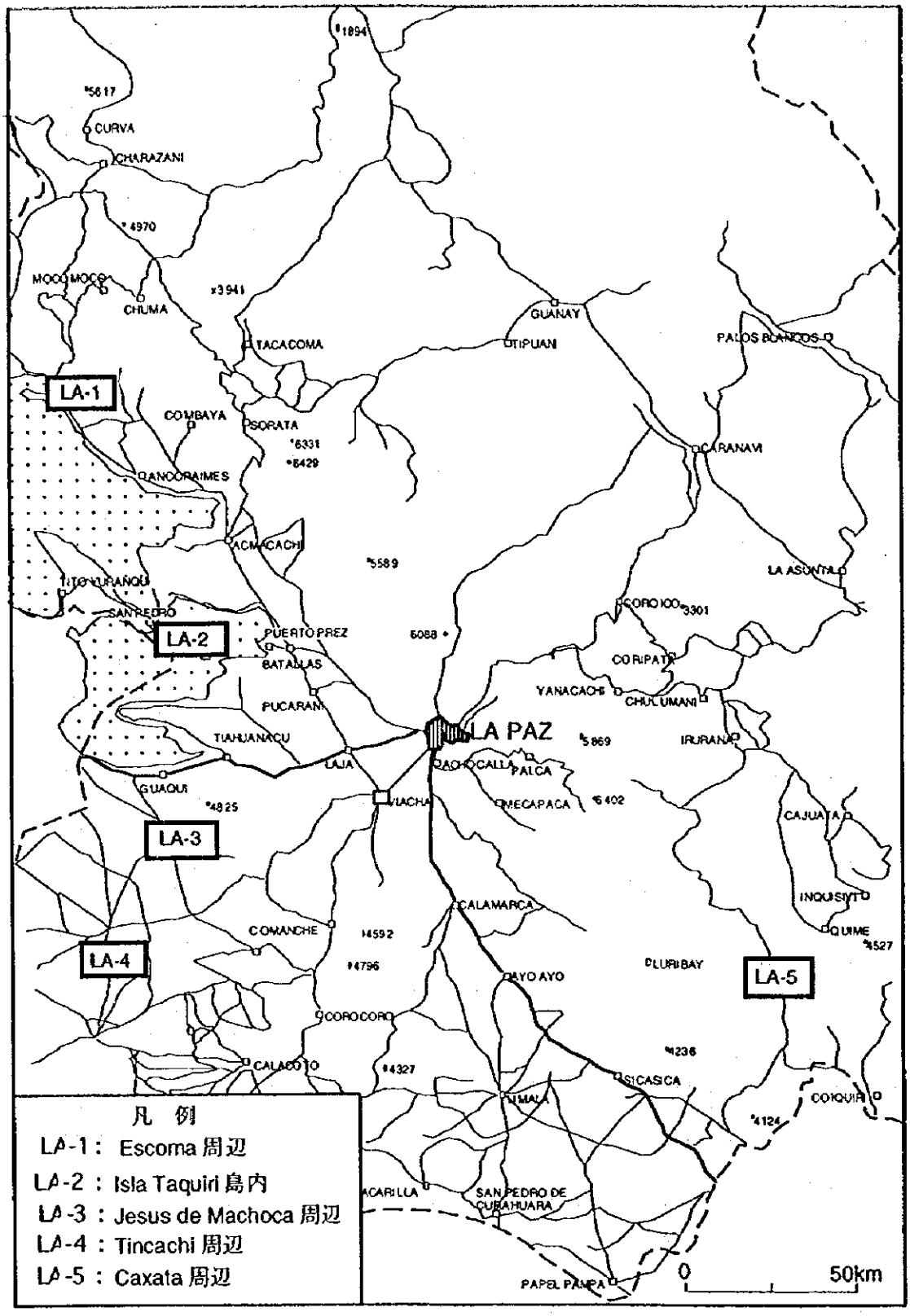


図５．３－１　風況観測候補地点図（ラパス県）

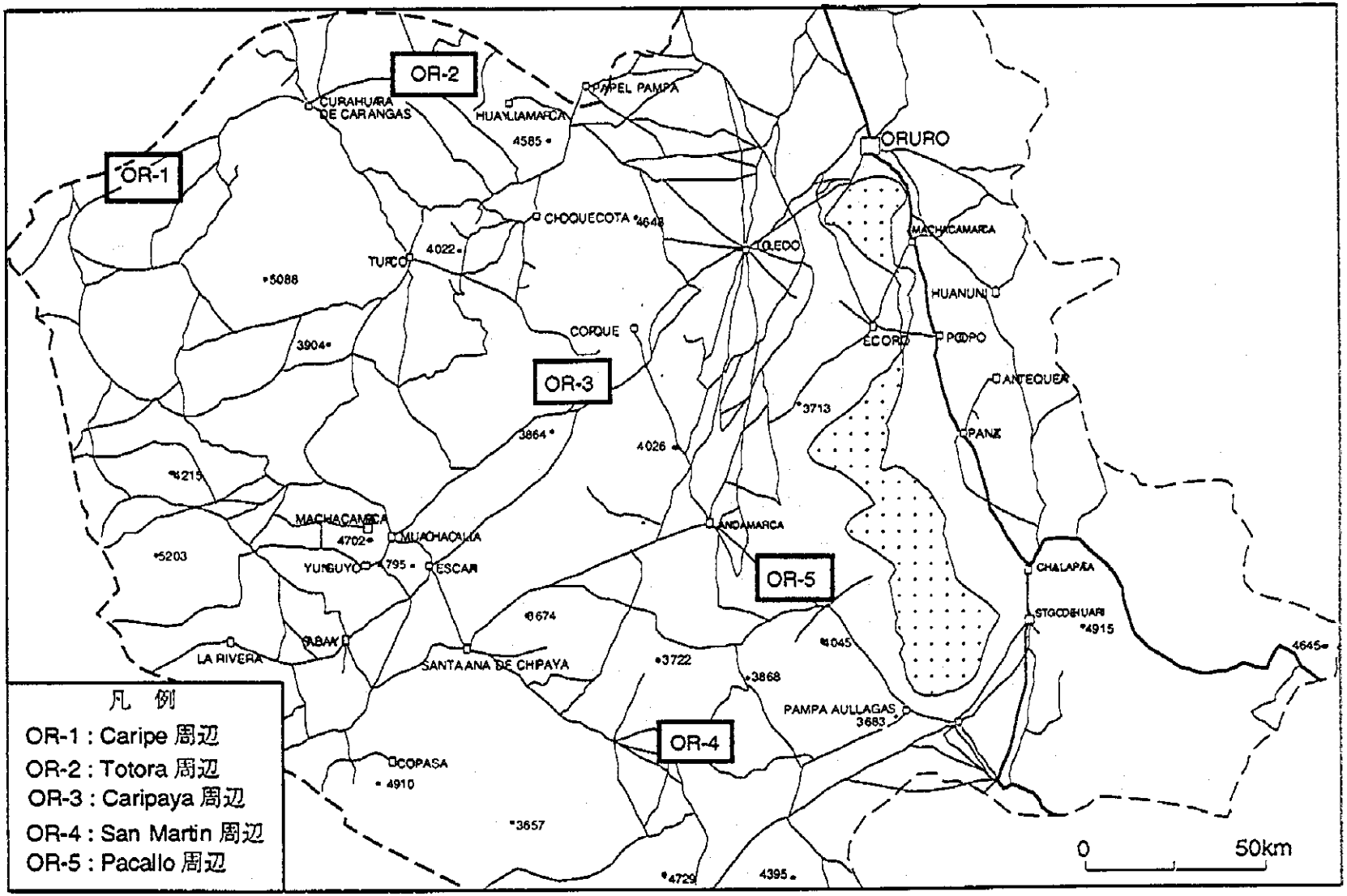


図5.3－2　風況観測候補地点図（オルロ県）

・観測資機材搬入のアプローチ道路
・指定地域（保護地域、遺跡、公園等）
・障害物等の有無

(3) 風況観測システムの据付工事

本格調査団がローカルコントラクターを指導・監督することにより風況観測システムの据付を行う。ローカルコントラクターが行う据付工事には以下のようなものが含まれる。

・風況観測資機材の保管
・風況観測資機材の輸送
・風況観測システムの据付工事
・接地工事
・フェンス工事
・看板製作

(4) 風況観測の実施

以下の内容について風況観測を実施する。

1) 観測項目

風力エネルギー賦存量を評価するために必要な項目を観測する。なお、日射量は風力エネルギー量とは直接関係がないが、風況観測地域の太陽エネルギーを評価するために測定する。

・風向
・風速
・気温
・湿度
・気圧
・日射量

2) 観測高度

風向および風速については鉛直分布を評価するために 10m、20m の２層観測とし、その他の項目は１層観測とする。

3) サンプリング時間および平均化時間

１秒毎にサンプリングし１０分間の平均値をデータロガーに記録する。

4) 観測期間

１年間とする。

5) 点検・観測データの回収

本格調査団がローカルコントラクターを指導・監督することによりローカルコントラクターに再委託して行う。点検は２週間毎に行い、観測データの回収は１カ月毎に行う。ローカルコントラクター用の点検簿を準備し点検要員に記載させ、風況観測システムに異常がないかを確認させる。メモリーカードに記録された観測データはパソコンに転送させる。

(5) 風況観測システムの撤去

本格調査団がローカルコントラクターを指導・監督することによりローカルコントラクターに再委託して行う。

(6) 風況観測データの整理解析

観測したデータに基づいて風況の特性、風力エネルギーについて整理解析を行う。主な解析内容は以下の通り。

・平均風速

・風向別風速出現率
・風向別平均風速
・風速の時間的変動
・風速の出現率
・風速の鉛直分布
・乱れ強度
・最大風速
・風力エネルギー密度

(7) 既存風況データの整理解析

既存風況観測データのうち活用できるデータを用いて風況の特性、風力エネルギーについて整理解析を行う。

(8) 風力エネルギー分布評価

風況観測データおよび既存風況データの解析結果に基づいて風力エネルギー分布を評価し風力発電候補地点を選定する。

(9) 風力発電の可能性評価

選定された風力発電候補地点において風車の規模別に以下の項目について解析を行い、風力発電の可能性について評価する。

・風力エネルギー取得量
・風車の設備利用率
・風車の稼働率
・発電コスト

5.3.2 本格調査にあたっての留意事項

(1) 既存風況データの利用

SENAMI の気象観測ステーションは風力エネルギー賦存量評価を目的として設置されたものではないため、これら既存の風況観測データを入手して活用する場合には以下のような観点からデータの信頼性、適用範囲等について検討し、風況の特性、風力エネルギー賦存量評価に活用できるデータを収集する。既存の風況観測データを入手して活用する場合にはデータの信頼性、適用範囲等について検討する必要がある。風況データを収集する際には以下のような情報に基づいて利用可能性を検討することが必要である。

・観測地点の立地条件（解放状態、周辺障害物等の有無）
・観測高度
・観測期間
・観測システム
・データの記録方法（平均化時間、記録器の種類等）
・欠測データの有無

(2) 風況観測地点の安全対策

風況観測設備は一般の人が近づかないようにフェンスで囲うことが必要である。観測地点が放牧などの目的で利用されている場合には鉄条網など家畜を傷つける可能性のあるフェンス材は使用しないことが必要である。

(3) 風況観測システムの据付

ラバス県、オルロ県で風況観測システム据付に経験のあるローカルコントラクターはない。据付にあたっては事前にローカルコントラクターと資機材の搬入、用地整備、据付等に関して十分に打ち合わせを行い、据付工事の安全に配慮することが必要である。現地情報に

よれば、午後から風が強くなるとのことであった。また、現地踏査時においても広範囲につむじ風が観察された。据付の時間帯についても考慮することが必要である。

(4) ローカルコントラクターとの契約

ラパスにある電気工事会社 edeser (EMPRESA DE SERVICIOS) 風況観測システムの資機材搬入、据付、接地工事、フェンス工事、点検などについて参考見積を依頼した。見積範囲は以下のとおりである。

・ラパス、オルロに風況観測用資機材の保管用倉庫の確保
・風況観測用資機材のラパス空港から保管用倉庫への輸送
・風況観測用資機材の保管用倉庫から観測地点（ラパス県：５カ所、オルロ県：５カ所）への輸送
・風況観測システムの据付
・避雷設備に必要な機材購入および接地工事（総合接地抵抗 10 オーム以下）
・フェンス用資材購入（木杭、針金）およびフェンス工事
・フェンスに掛ける看板製作
・２週間毎の風況観測システムの１年間に亘る点検
・風況観測後の風況観測システムの撤去
・観測終了後、風況観測用資機材の観測地点から保管用倉庫への輸送

edeser には英語が理解できる人がいないため英語からスペイン語への通訳によって再委託内容を説明した。また、説明時間が十分でなかった。このため、提出された見積には内容が十分理解されていない部分があった。特にフェンス用資材購入・工事について英文では木杭、針金によるフェンスとなっているが、edeser 側は強固な鉄柵のフェンスと考えて見積したようである。

再委託にあたってはローカルコントラクターと十分な打ち合わせが必要である。

(5) 点検簿

ローカルコントラクターの点検要員用に点検簿を作成し風況観測システムの異常を早期に発見することが必要である。

5.4 太陽光発電

ボリビア国太陽光発電の本格調査は、具体的に Solar Home System を設置・運営するというパイロット試験を通じて PV 地方電化について提案して行くことであり、このために様々な機関との連携や共同作業が発生する。これまでの調査からこれらの実施にあたって下記の点を留意する必要が有る。

(1)協力組織

ボリビア国側のカウンターパトは VMEH(エネルギー省)で、業務は基本的に VMEH を通じて行なうことになるが、VMEH は国の政策を担当する部門で実際にパイロット試験を行なう地域に関してはあまり詳細の情報を持っていない。VMEH の次の機関としては各県(ラパス県、オルロ県)があるが、各県によって電化の取組み状況には差がある。また、各サイトに関連する機関としては市町村や配電会社、資金運用面については FNDR がある。これらの組織取組みについては次のような方向が考えられる。

1)配電会社

今回のパイロット試験候補サイトを担当する配電会社(ELECTROPAZ, ELFA, ELFEO)は経営状態も良く、しっかりした体制を持っている。料金徴収や運営面で実際

に対応する組織であり、実施方法を決めるにあたっては彼らの運営経験や組織形態を考慮して取り組むことが望ましい。料金徴収などの作業は配電会社から各村の代表者に委託する方法が考えられる。

2)県

現在ボリビア国では PRONER に従って電化を地方分権化する途上に有り、県の取組み状況には地域によって差がある。ラパス県は体制整備中であるためかまだ取組み体制が充分でなく、現状は市町村から上がってくる電化要請に対応するだけの機関となっている。一方、オルロ県は市町村がまだ電化プロジェクトを起こす力を持っていないという判断から、県が地方電化に積極的に取り組み市町村を動かしている。

PV パイロット試験は単に候補サイトの電化を行なうだけでなく、地域あるいは国全体への発展性も考慮して実施するものであるので、少なくとも県の中での他の地域との整合性など調整する必要が有ると思われる。現在、地方分権化の途中であるためこの取組みについてはまだ明確ではないが、各県の状況に応じた地方電化の取組みについて提案して行くことが必要と思われる。

3)市町村

PV パイロット試験立ち上げ後の運営は配電会社で行なうが、はじめの住民との対応などの作業については県との協力の下に市町村から実施するのがよいと考えられる。

4)FNDR

国内から申請される様々なプロジェクトの資金調達をする機関である。業務上、プロジェクト実施のための資金の自己調達／外部補助、融資割合などを検討する立場に有り、プロジェクトの健全な資金調達についてのノウハウを持っている。地方電化についても電気料金のレベルや住民の支払い可能額についての調査経験が有るようであり、パイロット試験の料金レベルの設定については有力な協議機関となる。

5)UNDP

今回の PV パイロット試験とは直接の関係はないが、JICA と UNDP は積極的に情報交換することになっており、UNDP 自体もこれまでボリビア国でいくつもの SHS 設置や地方電化を取り扱ってきている。今回のプロジェクトではコーディネイティンググループを設置して情報交換/意見調整することになっており、UNDP はこのメンバーの一員に入ることになっている。UNDP とは基本的にここを通して情報交換するとともに、必要に応じて個別に情報交換していくとよい。

(2)実施体制

(1)の考察からパイロット試験の実施体制は図 5.4-1 の形にまとめられる。

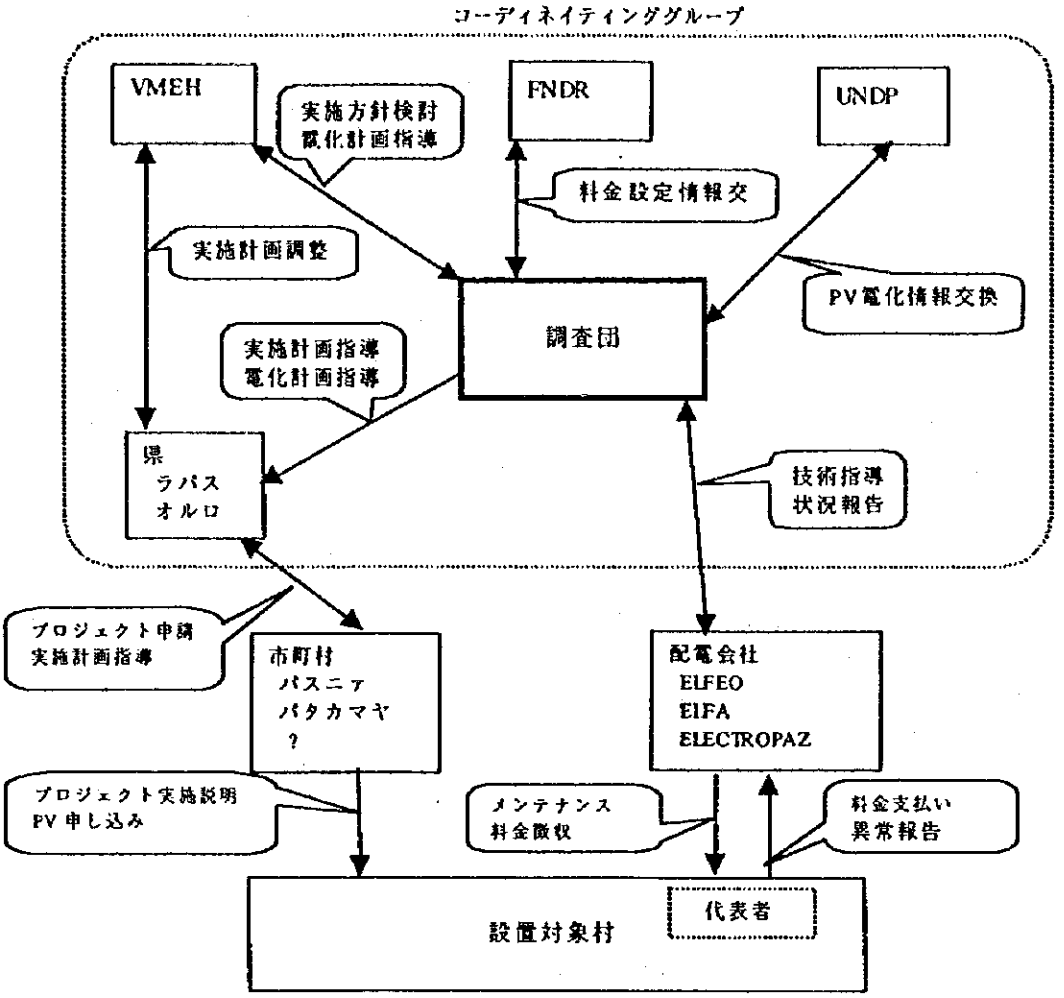


図 5.4-1 パイロット試験実施体制(案)

(3)料金レベル

パイロット試験での料金設定が今後の M/P に反映されることを考慮すると、この料金は今後ボリビア国で自立展開できるレベルに設定する必要がある。通常の SHS は 1 セット 10 万円程度のものであり、これのメインテナンスと保守費用を裨益者からの料金で賄おうとすると 1000 円/月程度は必要となり、途上国の電化されていない家庭からこれだけ徴収するのは困難である。このため国庫などからの補助金により補填する必要があるが、この補助金の割合があまり多いと国庫負担が大きくなり地方電化を行なうのが困難になる。海外の援助を利用するのは有効な方法であるが、安定的には得られる保証が無いなどの問題が有る。料金レベルはこれらの背景と住民の支払い可能額を考慮して設定する必要が有る。

ボリビア国では CRE がサンタクルスで PV の料金徴収方式を実施している例が有り、そこでの料金は 7.5US$/月となっている。但しこの地域は低地で農業生産が安定しており

比較的裕福であるとみられる。今回のPV電化の候補サイトはラパス県、オルロ県とも高地で農業生産もあまり良くないため、料金レベルもそれほど高くは設定できない。この地域では電化された農村の電気料金が30Bs/月(~600円)程であり、無電化地域の住民の支払い可能額も高々この程度ではないかと見られる。従ってPVによる電化を展開するには補助金は必須であり、本格調査内で今後補助金の獲得方法についても幾つかのプランを提案したほうが良いと思われる。

いずれにせよ、SHSの設置は先ず料金を決めてそれに対する希望者を募って行なうことになると見られるため、料金設定は本格調査開始とともに早急に決める必要が有る。

(4)設置サイト

今回候補としてあげられたサイトは次のとおり。

表 5.4-1 SHS設置候補サイト

県	ラパス		オルロ
配電会社	ELECTROPAZ: 職員260人。安定した会社	ELFA: 職員9人。経営は安定。	ELFEO: 職員65人。経営は安定。
候補サイト	ボコリータ: 配電から数km。 アクセスやや難。 (サイトゥ): 未踏査	パタカマヤ周辺 リャンガス: 配電一部あり。 家が分散しているので電化コストがかかる。 搾乳収入有り。生活安定。 マインテカニ、トローマ幹線道路沿い。 電化計画無し。 農作は比較的安定。	パスニァ周辺 : 近くに配電があるが容量不足で拡張できない。 水が無く農作不安定。

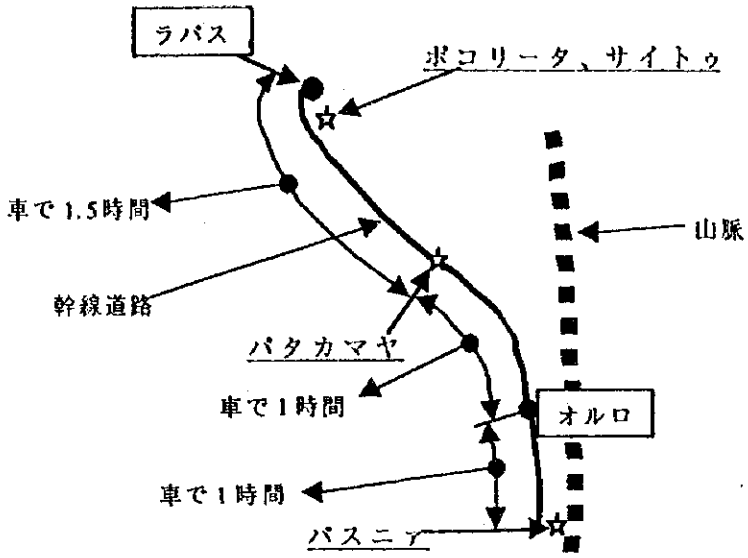


図 5.4-2 SHS 設置候補サイトの位置

上記の配電会社の中で ELECTROPAZ だけは PV をグリッド電化前の住民の電化教育に使いたいとしている。教育目的は技術的なものでなく、料金の定期的な支払いなどの運用面としている。PV のパイロット試験としてこのような目的に使うことも考えられるが、この場合は PV 導入前後での住民の電化に対する意識調査などをしておき、電化教育としての効果があったかどうか調べる必要が有る。

他にサイトでのパイロット試験の評価項目としては次のようなものが考えられる。

1)配電会社規模

ELECTROPAZ だけは配電会社としてはかなり大規模になるが、通常の地方配電会社としては ELEFEO は大規模、ELFA が小規模に相当する。このような会社規模にともなって運用形態に差が見られるかどうかの評価。

2)住民生活レベル

住民生活レベルに合わせた料金設定が可能かどうか、生活レベルに合わせた仕様が必要かどうかの評価。

3)生活変化

PV 導入によって生活にどのような変化があったかの評価

(5)所有権

CRE の取組みでは太陽電池／コントローラ／バッテリーを配電会社の所有物として保守し、ランプなどの利用器具やその配線は住民所有で自分で保守することになっている。管理形態としては望ましい形と考えられるが、住民所有分の費用は自己負担となるため、CRE より生活レベルの低い今回の候補サイトで適用については検討を要す。CRE でも初期費用として自己負担分を払えない家庭には credit の適用などを実施しており、今回の対象村でも credit を使ったり、あるいはこれにも補助金を適用するなどの措置が必要と思わ

れる。

(6)バッテリーリサイクル

ボリビア国では BATEVOL というバッテリー会社がサンタクルスにあり、この会社は廃バッテリーのリサイクルも行っている。製造されているバッテリーも信頼性が高く、ここの TOYO というバッテリーは深放電にも対応し、太陽光発電への利用実績も高い。本プロジェクトで調査した再委託先候補の HANSA も太陽光発電用のバッテリーとして TOYO を使っている。

本プロジェクトにもこのバッテリーの利用が望まれるが、現在の問題点としてバッテリーリサイクル時にバッテリー液の処理が対象外になっている点が挙げられる。化学薬品の処理が必要なため法規制の問題も伴い、この問題への対応は複雑であるが、今後の PV 普及のためにバッテリー回収時のバッテリー液の処理方法についての提案が必要と見られる。

5.5 所要技術者と M/M(案)

本調査で必要とされる技術者は次のとおりと考えられ，想定される M/M は 45M/M 程度と想定される。

(1)総括

調査の総括・調整

(2)地方電化計画

地方電化計画に関する調査・設計・分析

(3)太陽光発電

太陽光発電機器に特有な技術に関する調査・設計・機器の運営等

(4)小水力発電

小水力発電計画に関する調査・設計・分析等

(5)風力発電

風力発電計画に関する調査・設計・分析等

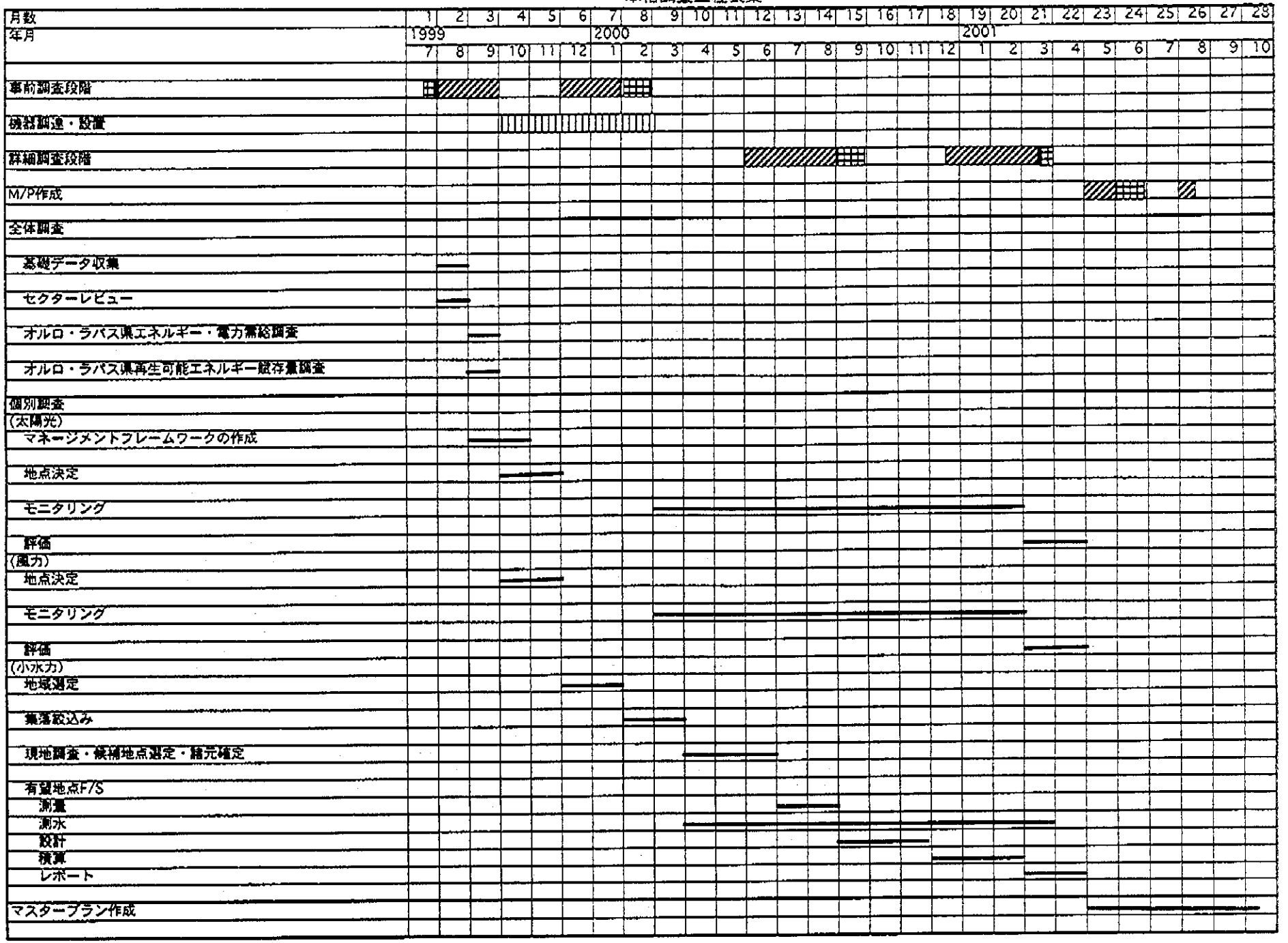
(6)財務分析

プロジェクトの財務・経済分析

(7)組織・制度

プロジェクトの実施・運営に関わる組織・制度の分析・検討

本格調査工程表案


月数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
年月
1999 2000 2001
7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
事前調査段階
機器調達・設置
詳細調査段階
M/P作成
全体調査
基礎データ収集
セクターレビュー
オルロ・ラパス県エネルギー・電力需給調査
オルロ・ラパス県再生可能エネルギー賦存量調査
個別調査
(太陽光)
マネージメントフレームワークの作成
地点決定
モニタリング
評価
(風力)
地点決定
モニタリング
評価
(小水力)
地域選定
集落絞込み
現地調査・候補地点選定・諸元確定
有望地点F/S
測量
測水
設計
積算
レポート
マスタープラン作成

第６章　調査用資機材の基本仕様

第６章　調査用資機材の基本仕様

6.1　風力発電

ラパス県、オルロ県１０カ所に設置する風況観測システムはタワー、タワー据付・支持具、各種センサー、記録器、保護装置等から構成される。風況観測システムの基本仕様を表６．１－１に示す。

表６．１－１　風況観測システムの基本仕様

資機材	数量	仕　様	備　考
タワー	10本	鉄パイプ、直径89mm、高さ20m	長さ2m、10本に分割した連結式鉄パイプ
ベースプレート	10基	50cmx45cm鉄製プレート	地盤面でタワーを支えるプレート
ガイワイヤー	10セット	直径5mmワイヤーロープ	タワーの6m、12mおよび18m高さから張り、タワーを支持する
スクリューアンカー	40本	直径10cm、長さ1m	東西南北4箇所で地盤中にねじ込みガイワイヤーを接続する
ジンポール	1本	鉄柱、直径89mm、長さ6m	タワー起倒用ポール
ウインチ	1基	バッテリー駆動ウインチ、最大荷重680kg	タワー起倒用ウインチ
風速計	20台	・タイプ：風杯型風速計 ・観測レンジ：1m/sec～60m/sec ・出力：デジタル出力	10mおよび20mの２高度で観測
風向計	20台	・タイプ：矢羽型風向計 ・起動風速：1.0m/sec以内 ・出力：アナログ出力	10mおよび20mの２高度で観測
気温計	10台	測定レンジ：-40～+50℃、アナログ出力	
湿度計	10台	測定レンジ：0～95%、アナログ出力	
気圧計	10台	測定レンジ：15～115kPa、アナログ出力	
日射計	10台	測定レンジ：0～3,000W/m2、アナログ出力	
記録器	10台	・タイプ：データロガー ・デジタル入力：６チャンネル ・アナログ入力：６チャンネル ・データ記録：256KBメモリーカード ・サンプリング間隔：1Hz（1秒） ・データ出力間隔：1分、2分、5分、10分、60分から選択可能 内部計算機能：平均、標準偏差、最大瞬間風速	
パソコン	2台	ラップトップ型、64MB、2GB、RS232端子付	観測データ転送・保存、データ解析用
避雷設備	10地点	銅製避雷針、接続ケーブル、総合接地抵抗10オーム以下	接地棒材購入・工事はローカルコントラクターに再委託し、総合接地抵抗10オーム以下となるようにする
フェンス	10地点	25m x 25m x 1.5m、木杭を打ち針金で風況観測設備全体を囲む	フェンス用資材購入・工事はローカルコントラクターに再委託する
看板	10地点	フェンスに掛ける1m x 1m程度の看板、木枠・鉄板製	看板製作はローカルコントラクターに再委託する

6.2 太陽光発電仕様

ボリビア国は低緯度に有り安定した日照の得られる国である。特にラパス、オルロの両県は高緯度にあるせいか、空気が薄く高い木も無いため強い日差しを遮るものもなく太陽光発電設置にとって好条件になっている。雨期は 12 月～2 月であるが、この間もそれほど雨が降るわけでなく、降っても夜間に降ったり一時的に降ることが多い。このため日射量も 7kWk/m2*day と著しく多い。

Solar Home System は通常 50W 程度の太陽光パネルで 3～4 灯の蛍光燈をつけるものがものが多い。ボリビア国は 1 人当たりの GDP は約 1000US$と少し高めであるが、農村部の生活は他の途上国と大差なく、同様の太陽光発電装置で十分対応できると考えられる。ランプの個数については通常の農村の家は母屋が 1 ～ 2 室で、これに別棟の台所が有るのが標準的なため、3 灯が標準と考える。

太陽電池パネルを設置する方法には屋根設置とポール設置の 2 通りが考えられるが、ボリビア国の場合日照が容易に得られることと、個人設置の財産と電力会社所有の財産を明確に分けるためからポール設置を用いるほうが望ましい。ボリビア国の場合、配電の電柱にユーカリの一種の木を用いることが定着しており、既存の太陽光パネルもこれを用いて設置している実績が有り、ポールにはこの木を用いることが望ましいと考える。ポールの高さは技術的には制約はないが、途上国ではパネルの盗難等の恐れが有りボリビア国での治安の確認が出来ないため 3m 程度にしておくことが望ましい。

以上のことから導入する SHS の詳細仕様例はつぎのようになる。

<u>SHS 装置仕様</u>

①太陽電池パネル

- 単結晶又は多結晶太陽電池をもちいたもの
- 容量　　50～60W（標準測定条件）
- 開放電圧　　19～22V（標準測定条件）
- アルミフレーム、強化ガラスで保護され、④のポールマウントの取り付けに対応できること

②バッテリー

- 湿式鉛バッテリー
- 動作電圧　　12V
- 容量　　100Ah
- 太陽光発電利用に対応した深放電(70%)が可能なこと

③チャージ／ディスチャージコントローラ

- ①、②との連動動作が可能なもの
- 過充電／過放電保護装置付

・電流容量 10A 以上
・バッテリーの状態を示す機構(ランプなど)があること
・壁取り付け可能な機構を有すること

④太陽電池取り付け台
・①の太陽電池を地上 3m の位置に設置できるポール型取り付け台
・太陽電池取り付け角度は１０～１５度
・ポールの地中部分は上記の高さを支えるのに充分な長さとし、回転防止のロッドを持つこと。
・①の太陽電池を固定するアングル等を含むこと
・アングル材は防錆対策をしてあること

⑤ランプ
・数量　　３灯
・定格　　９～１１W
・１２VDC で動作し RF 変換して点灯する高効率蛍光燈。
・壁などに直付けできること

⑥配線材
・下記の配線に必要な材料

<u>SHS 配線仕様</u>

a. 全般
・屋内配線は 50cm 毎に配線止めをすること
・分岐にはジャンクションボックスを用いること

b. 太陽電池～チャージコントローラ～バッテリー
・配線太さ　　5sq. mm 以上
・チャージコントローラ～バッテリー間に 10A のブレーカ設置
・チャージコントローラ、ブレーカは壁に直付けすること
・太陽電池は建屋のそばに設置し、太陽電池～建屋間は架空配線
・屋内配線は 50cm 毎に配線止めをすること

c. チャージコントローラ～ランプ
・配線太さ　　2sq. mm 以上
・各ランプに個別に SW を設置すること
・ 5m 以上の建屋間配線のある場合は埋設配線すること

以上の SHS のイメージを図 6.2-1 に示す。

Solar Home System
(JICA-Bolivia)

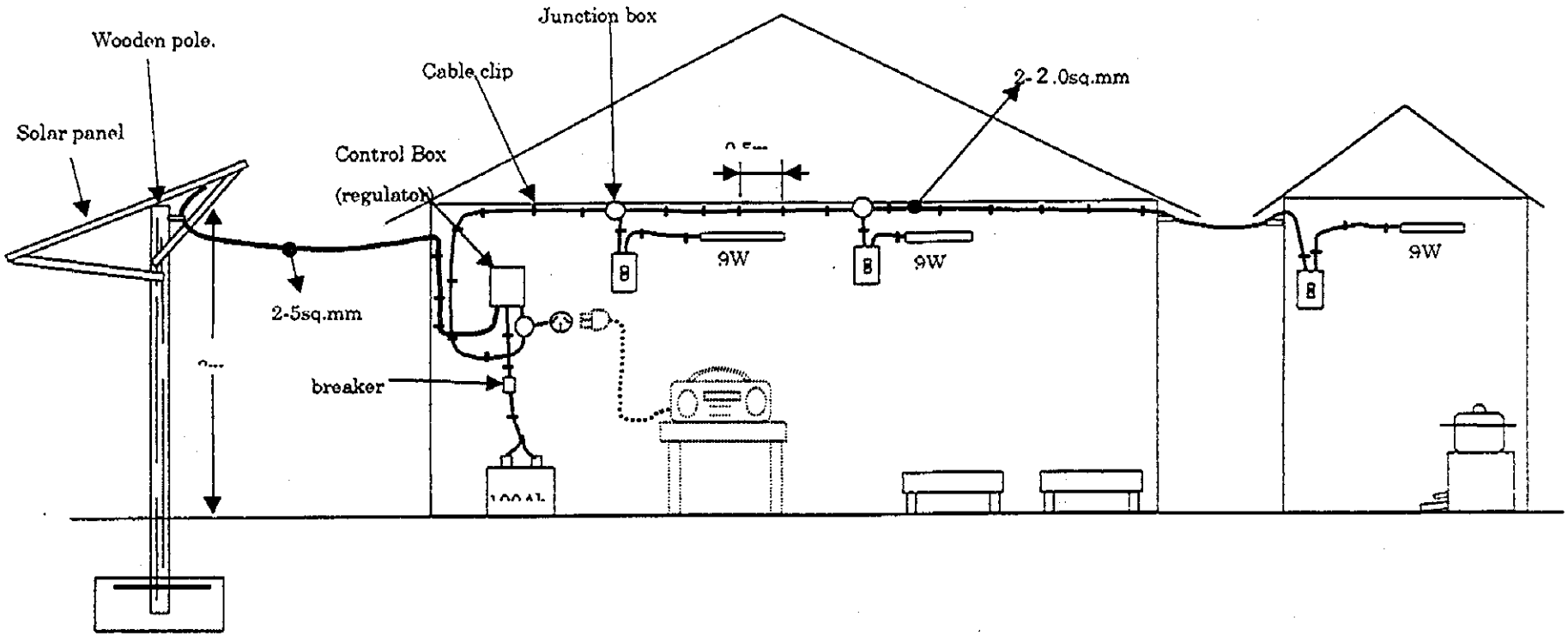


図 6.2-1 太陽光発電システムのイメージ図

測定装置類については、日射量は別途気象観測装置で測定されるため、ここでは特に SHS の利用状況についての測定を行なうこととし、各サイトで一軒程度消費電流と発電電流を記録する装置を導入する。この装置は通常のデータロガータイプのもので、SHS の動作測定には Total Energy 社で作られた SANPUC が標準的で使いやすい。SUNPAC は 1 年分のデータ記録容量が有るため、1 年間現場に設置した後引き上げてデータを解析用の計算機に取り込む。この SUNPAC を各測定サイトに設置する以外に、トラブル対策のため全体で 1 台程度の予備を持つことが望ましい。

データの解析には通常の Windows 計算機とデータロガー付属のソフトウエアと EXCEL 等を用いて行なえる。データ解析の計算機は全体で 1 台とし、カウンターパトの事務所に設置する。但しこの計算機は SUNPAC の保守への利用も考えられるため、B5 サイズの携帯型のノートブックにする。

以上のことから測定装置の詳細使用例は次のようになる。

①データロガー

- Total Energy 社の SUNPAC 相当品
- 測定項目　　発電電流、消費電流
- 上記の電流測定に必要なシャント抵抗を含むこと
- データロガーのデータを Windows 計算機に読み込むためのハードウエアを含む
- Windows98 で動作するデータ処理ソフト又は EXCEL97 で処理できるようにデータ変換するソフトを含む

②解析装置

- 計算機　　Windows98 搭載のノート型パーソナルコンピュータ
  CPU 能力　PentiumII 266MHz 以上
  メモリー 64MB
  OFFICE97 をプレインストールしてあること
  CD-ROM ドライバーを含むこと
  プリンターを含むこと

6.3 PV設置再委託の実施可能性

現地には太陽光発電システムを取り扱う会社があり、中でもHANSAはBPやSolarex等の主要な商品を取り扱い、これまでに設置経験をもっている。ラパスに本店を持ち他にオルロなど何個所かに支店を持つので、今回のパイロット試験実施に際しても支店が活用でき有効と考えられる。太陽光関係についてはラパスにいるJaine Rocababoが知識も豊富で技術的な対応も信頼できる。

前述の50W/100Ah/ランプ3灯のSHSシステムの見積もりについては機器コストが906US$で設置費用が65US$で、パタカマヤ、パスニァいずれにも適用できるとしている。設置には3人が1日で1つのSHSを設置し、10人ほどが1ヵ月で100戸のSHSを設置する見込みである。

但し、今回の本格調査は現地の要請から調査機関が短縮され、より早い設置が望まれている。予定では2000年1月～3月で3村300戸のSHSの設置作業が発生するとみられる。SHSの設置作業はHANSAに再委託することが可能と見られるが、短期間で確実に設置作業を行なうため、事前準備と設置監督を本格調査団が主導的に行なうことが必要と見られる。

添 付 資 料

資料１．　主要面会者リスト

資料２．　入手資料リスト

資料３．　最新組織表（VMEH、ラパス、オルロ県）

資料４．　太陽光システム見積もり

資料５．　風力設置工事見積もり

資料６．　PRONER（国家地方電化プログラム）

資料７．　ラパス、オルロ県のプロジェクトリスト（小水力、太陽光）

資料８．　気候図

資料９．　年平均降水量

資料 10．　包蔵水力

資料 11．　平均日射量

資料 12．　送配電系統図（ラパス県、オルロ県）

主要面会者リスト

VMEH	Mario Candia Moya	Vice Minister
	Juam Mendosa	UDE
	Silvester Tinini	UDE
	Carlos Gordillo	UDE
	Alvaro del Castillo	UDE
	Julio Patino A	EFP-PRONER
	Manuel Zapata	EFP-PRONER
FNDR	Raul Quintana	Consultator en Planification
	Bernardo siha	
UNDP	Jairo Escobar Li	Oficial de Programas
La Paz	Ricardo Maldonado	
	Carlos Lopez Sarasia	
	Mario Eguez	
	Edgor Solia R	
ORURO	Felix Gastanares Arce	Director Desarrollo de Infrastructure
	Boris Mediana Campuzano	JEFE de la Unidad de Infrastructuer
	Gorge Gvzman Anover	JEFE de Energia
	Gorge Castillo N	ENC Proyecto
	Gecnada Sossa Zolas	ENC Proyecto
	Ramiro Pinto Villarroel	ENC Proyecto
	Oswalro Guzman Rois	ENC Proyecto
Electropaz	Armardo Lara A	Gerente General
	Raul Saavedia C	
ELFA	Lutgardo Alvorez Garay	Gerente General
	Jainsl Yaney	
ELFEO	Ramiro Dulon Perez	Gerente ELFEO
PASNA	Silvio Rios Huanca	Oficial Mayor
	Julio Rios Nunez	Tesorero
	Martin Cruz Chaparro	Intendente
	Placida Condori Ancalle	Secretaria
	Zenon Valero Challapa	Sereno
CRE	Eduardo Elder Lopez	Asesor Gerencia General
	Carlos Garcia Agreda Dabdou	JEFE Programs
BATEBOL	Enrique Palicio	Gerente General
	Javier Parada	Gerente Comercial
	ホセルス メンデ	
	Oscar F Salazar	Investigation-Desarrollo Energia
UMSA	Ivan Irazoque Tobias	Decano Fac. Ingenieria
	Javier Lueero B. Lav	ViceDecano
	Fraddy Cawadro Villega	Institute Hidraulice
	Emilio montano Gouzals	Institute Hidraulice
	Luis Alfonso Jurado Viscarra	Carr. Ing. Electroca Dorector
HANSA	JAIME ROCABADO R.	Gerente de Producto
	Juan Carlos Velasco Guerra	Represetante de Ventas

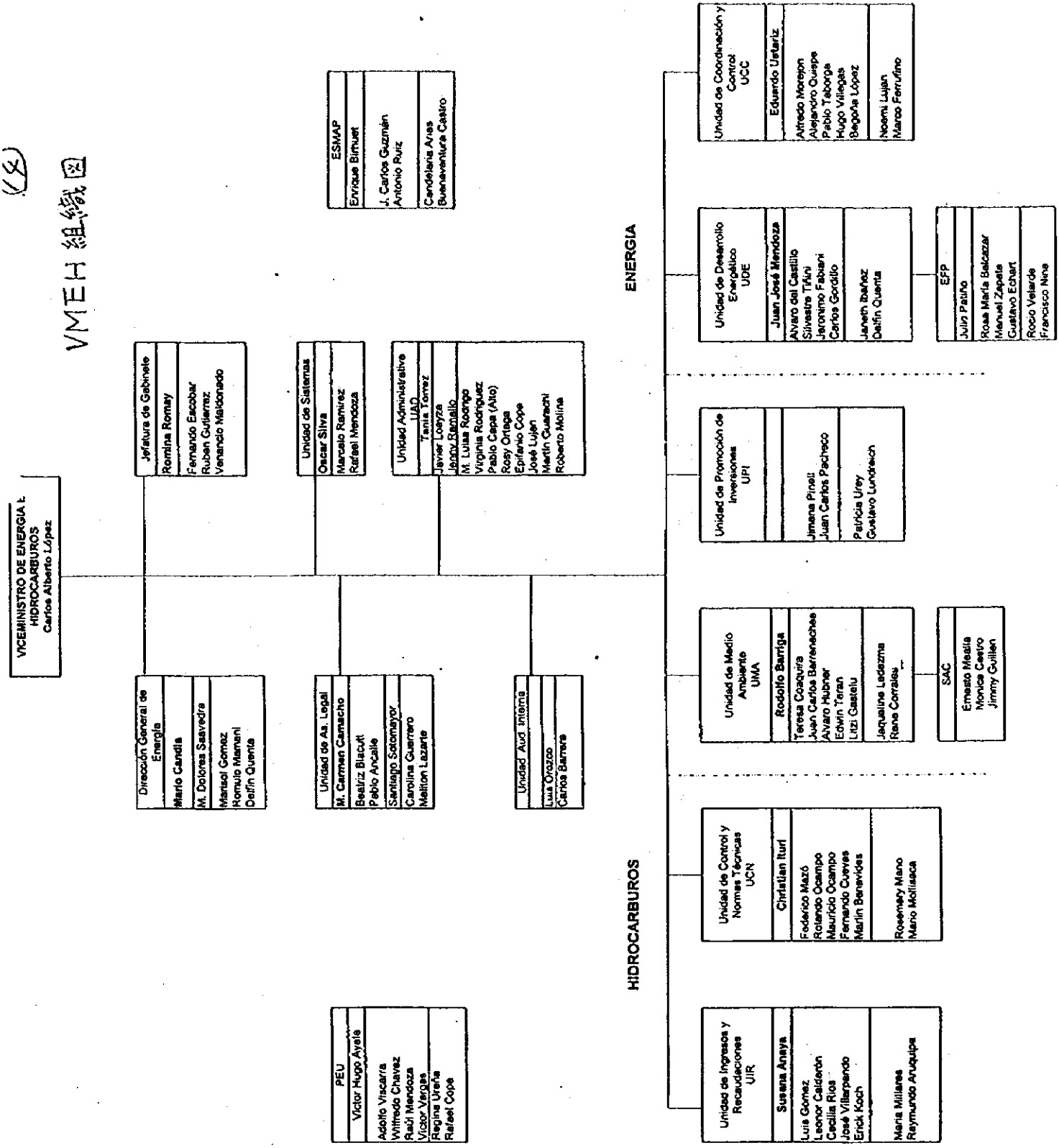
入手資料一覧

No.	Title or Contents	入手先	入手日
1	Direction y Velocidad Promedio del Vient(nudos)	VMEH	1/18
2	Inventario de Proyectos de Minicentrales Hidroelectricas (Bolivia-1998)	VMEH	1/18
3	Proyectos Identificados en el Departmento de Oruro (Systema Photovolaico)	VMEH	1/18
4	Proyectos Identificados en el Departmento de La Paz (Systema Photovolaico)	VMEH	1/18
5	Proyectos Identificados en el Departmento de Oruro y La Paz (Systema Hydroelec	VMEH	1/18
6	Lista de Empresas Asociadas	VMEH	1/18
7	Agua que no has de beber, dejala correr	VMEH	1/18
8	Ofer Micro Central Hidroelectrica	VMEH	1/18
9	Lista de Precios Equipos Solares Sicsol	VMEH	1/18
10	Lista de Precios (Solares)	VMEH	1/18
11	Lista de Empresas en: fotovoltaico Microcentrales Hidroelectricas	VMEH	1/18
12	Personal de Empresas Electricas	VMEH	1/18
13	Persnal de Entidades de Electrificacion Rural	VMEH	1/18
14	Organization Map of VMEH	VMEH	1/20
15	ELFEO Informe annual 1997	ELFEO	1/20
16	ORGANIGRAMA HORIZONTE/OBJECTIVO ELFEOの組織図	ELFEO	1/20
17	AREA DE ATENCION ELFEO S.A. ELFEOの送電線マップ	ELFEO	1/20
18	SOLICITUD MODULOS FOTOVOLTAICOS オルロの太陽光プロジェクト	ORURO	1/20
19	TRANSPROJECT S.A. (CONSULTING & CONTRACTING)	VMEH	1/21
20	TOYO SOLAR	BATEB	1/23
21	HANSA (SM50, SR90)	HANSA	1/19
22	Aprovechemos la Energia del Sol CREのSHS住民説明資料	CRE	1/22
23	Convenio Prefectura-NRECA International, Ltd	Oruro	1/21
24	Orulo Map 1/50,000	Oruro	1/21
25	Programa de Inversion en Proyectos de Electrificacion Rural-ano Fiscal 1998	VMEH	1/25
26	サントス 流量データ	Oruro	1/21
27	ボリビア電化マップ	VMEH	1/25
28	ラパス/オルロ電化マップ	VMEH	1/25

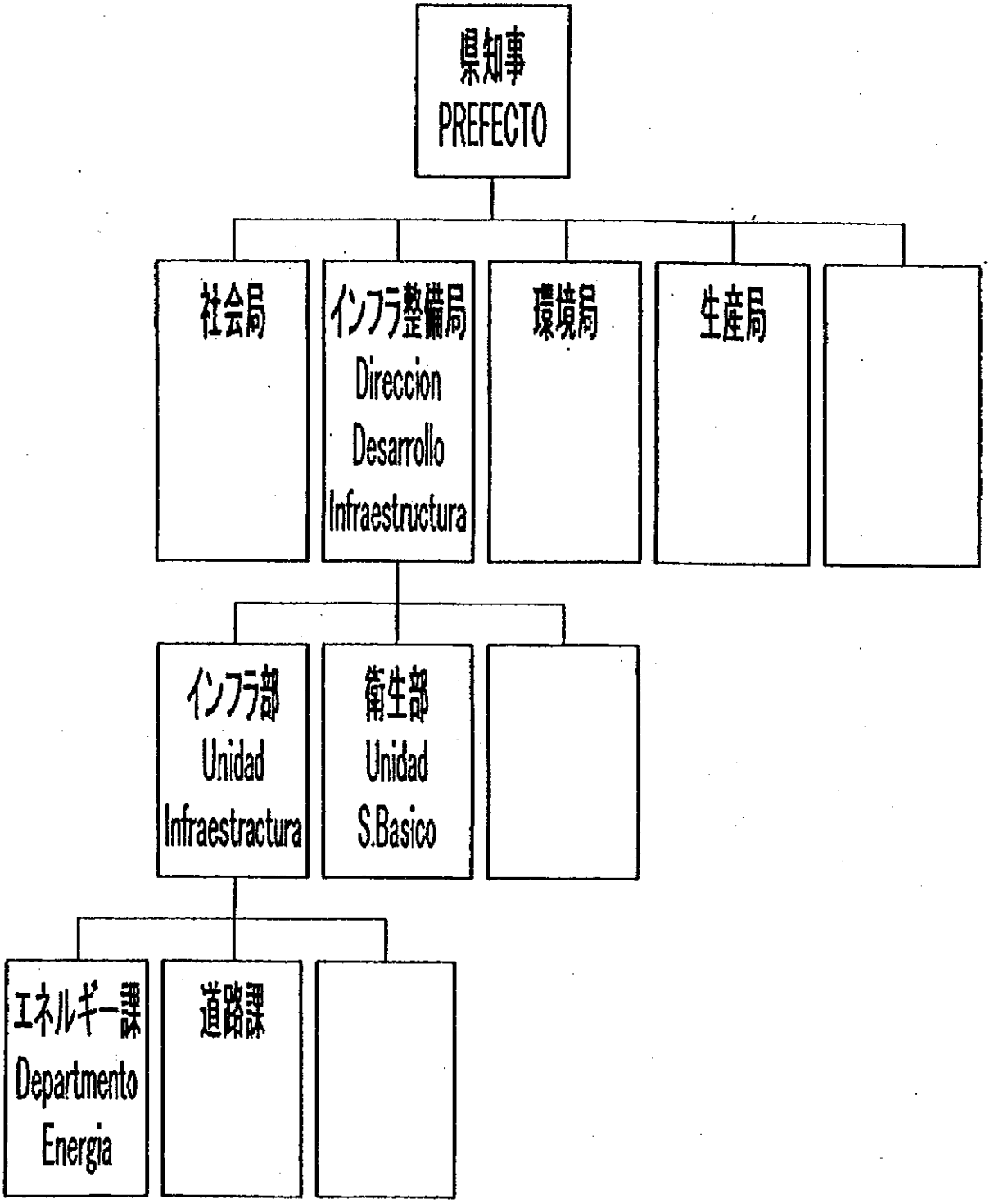
29	Pequenos Aprovechamientos Hidroenergeticos en el Area Rural	UMSA	1/25
30	Experimencias en la Construccion de Microcentrales Hidroelectricas y Equipos de	UMSA	1/25
31	USO de Hidroenergia en el Pre-Beneficiado de Café COLOPAMPA-SANTA ROSA	UMSA	1/25
32	USO de Hidroenergia en el Pre-beneficiado de Café YANAMAYU-CHAMACA-CHA	UMSA	1/25
33	Microcentrales Hidroelectricas 小水力設計の簡易マニアル	UMSA	1/25
34	Proyecto Ecotecnologico	UMSA	1/25
35	FNDR 案内書	FNDR	1/25
36	Empresa de Distribucion Electrica Larecaja S.A.M.		
37	Proyecto Microcentral Hydroelectrica TUMUPASA		
38	環境法(ボリビア国官報)		1/27
39	Proyectos Identicados en los Departamentos de Oruro y La Paz		1/27
40	Relacion de Instalacions de Energia Solar Fotovoltaica Cofinancidas por la Agencia Espanola de Cooperacion Internacional(A.E.C.I.) y el Instituto de Promocion Apoyo Desarrollo		1/27
41	AYUDA MEMORIA-Proyectos con Centrales Hidroelectricas y Fotovoltaicos		1/27
42	Regulamentacion de la Ley del Medio Ambiente		1/27
43	HANSA見積もり	HANSA	1/25
44	PLANO UBICACION ZONA DEL PROYECTO	CRE	1/22
45	REPORTE de MEDICIONES ESTACION #3	CRE	1/22
46	REPORTE de MEDICIONES ESTACION #7,#8,#9	CRE	1/22
47	UMSAの概要	UMSA	1/26
48	UMSAの概要観測項目	UMSA	1/26
49	UMSAの観測地点図	UMSA	1/26
50	Aspectos Generals Sobre la Ejecucion de Proyectos de Generacion Hidroelectrica UMSAの水力見積もり資料	UMSA	1/25
51	Proyectos Priorizados por el IHH Instituto de Hidrologia UMSAの有望11プロジェクト	UMSA	1/25
52	Informacion General Cooperacion Japonesa Sector Hidroenergia UMSAの調査コスト	UMSA	1/25
53	ラパス県組織図	LaPaz	1/25
54	Prefectura del Departamento de La Paz ラパス県プロジェクトリスト(従来方法)	LaPaz	1/25
55	Estudio Final del Proyecto de Instalacion de la Mini Central Hidroelectrica de Chal 水力FSレポート	LaPaz	1/26
56	La Prefectura te Informa ラパス県案内	LaPaz	1/25
57	IBERENER 1997 IBERENER グループの案内	Electro	1/25
58	Energia y Desarrollo Febrero 1997 Numero 10		

	再生可能エネルギー技術情報誌		
59	ELFEO Informe Annual 1998 ELFEO 案内	ELFEO	1/20
60	EDESER empresa de servicios EDESER 案内	EDESER	1/27
61	ラパス県組織図	LaPaz	1/27
62	EDESERの見積もり	EDESER	1/27
63	オルロ県組織図	ORURO	1/20

資料３．最新組織表（VMEH、ラパス、オルロ県）

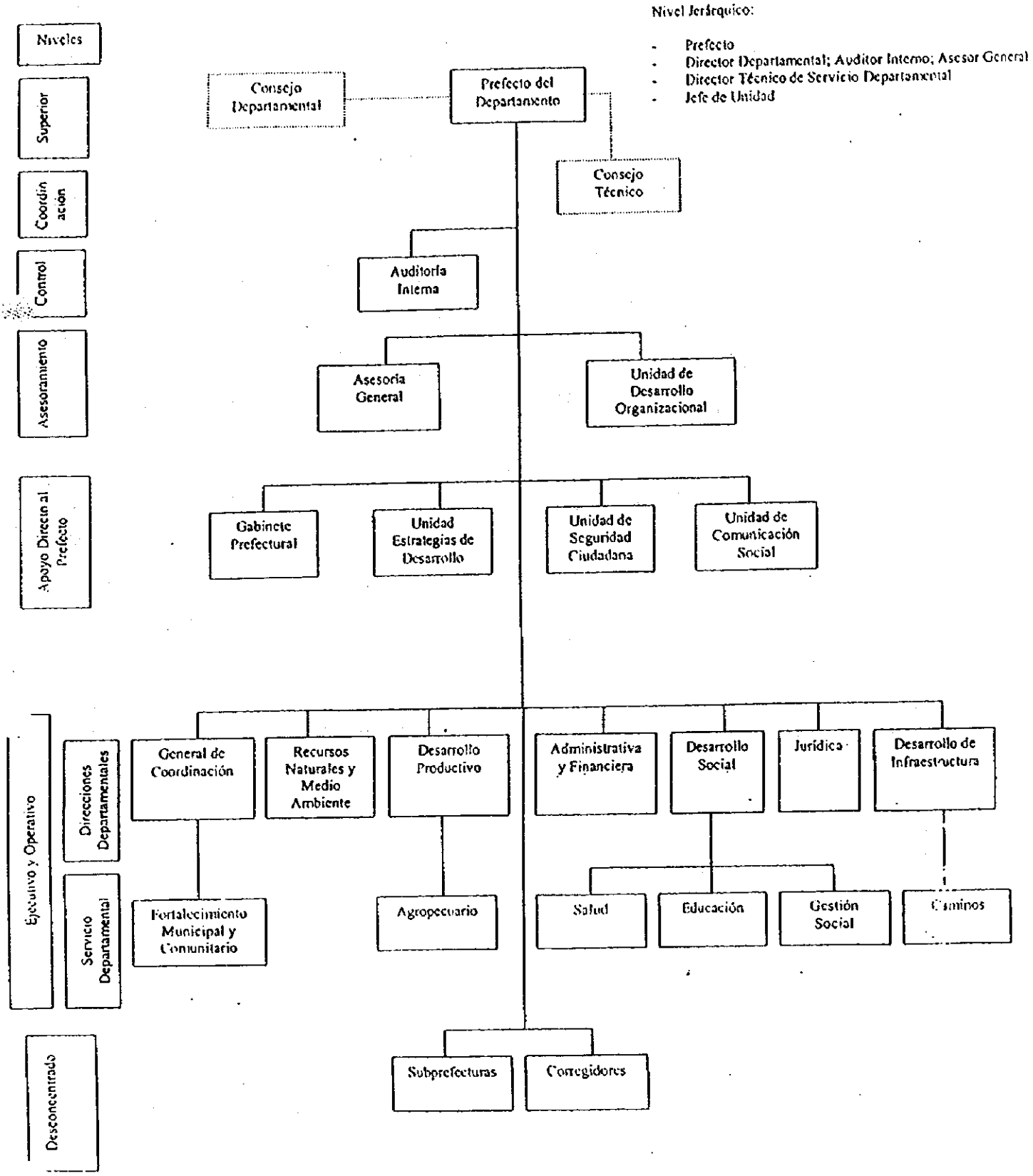


オルロ県の組織図（聞き取りによる）



ラパス県組織図

Estructura de Las Prefecturas de Departamento
Decreto Supremo Nº 25060 2 junio 1998



資料４．太陽光システム見積もり

PROFORMA

HANSA 太陽光見積

HANSA
Sociedad Comercial é Industrial
HANSA Ltda.

FECHA : LA PAZ , 25 de Enero de 1999 — N° : 1757
CLIENTE : O JICA BOLIVIA — RUC :
DIRECCION : — TELF. :
REFERENCIA : SR. KUNIO ASAI
VALIDEZ : 10 días — EXPRESADO EN: Dolares

Nº ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	U/M	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ES4710 1005	ES1005 SM55 PANEL SOLAR SIEMENS SM55 55 W. PICO ALTA EFICIENCIA CORRIENTE TIPICA BAJO CARGA: 3.15 A TENSION TIPICA BAJO CARGA : 17.4 V. BAJO COND. IRRADIACION SOLAR 1000 W/M2	1.00	PZA	520.00	520.00
ES4720 3020	ES3020 N100S BATERIA TOYO SOLAR N100S SIN ELECTROLITO 12 V. 100 AH. BATEBOL - IND. NACIONAL	1.00	PZA	83.00	83.00
ES4715 2036	ES2036 SOLSUM 8.8 REGULADOR DE CARGA STECA SOLSUM 8.8 DESCONECCION DE BAJO VOLTAJE CORRIENTE DE PANEL: 8A CORRIENTE DE CARGA: 8A	1.00	PZA	55.00	55.00
ES4750 9000	ES9000 ESTRUCTURA DE SOPORTE P/FIJACION INDIVIDUAL DE PANELES SERIE N EN POSTE DIAMETRO MAXIMO DEL POSTE: 3 PULGADAS	1.00	PZA	22.06	22.06
SE177310 010	SSX1 110-7 1.310.508.5 DISYUNTOR MONOPOLAR SISTEMA "N", 10 A. 440 V. 1.310.508.5	1.00	PZA	6.35	6.35
ES4740 7030	ES7030 ADAPTADOR DC/DC PARA EQUIPOS DE RADIO CASSETTE. VOLTAJE DE INGRESO: 12 V DC. VOLTAJE DE SALIDA:3. 4.5. 6. 7.5 Y 9V DC	1.00	PZA	13.50	13.50
ES4725 4006	ES4006 SOLSUM ESL 11W LUMINARIA DE ALTA EFICIENCIA. SOLSUM 11W 12 VCC. CORRIENTE NOMINAL: 900 MA. VIDA UTIL: 5000 HR. FLUJO LUMINOSO: 650 LUMEN ROSCA ESTANDAR E27	3.00	PZA	31.00	93.00
ES4745 8008	ES8008 AUTONOF 1 X 6 CABLE AUTONOFLAM 1 X 6 mm2: NEGRO SIEMENS 300 V.. (40 AMP)	15.00	MTO	0.47	7.05
ES4745 8010	ES8010 AUTONOF 1 X 6 CABLE AUTONOFLAM 1 X 6 mm2: ROJO SIEMENS 300V.. (40 AMP)	15.00	MTO	0.47	7.05
ES4745 8000	ES8000 AUTONOF 1 X 2.5 CABLE AUTONOFLAM 1 X 2.5 mm2 SIEMENS.300 V..NEGRO (20 AMP)	25.00	MTO	0.24	6.00
ES4745 8002	ES8002 AUTONOF 1 X 2.5 CABLE AUTONOFLAM 1 X 2.5 mm2.	25.00	MTO	0.24	6.00
	Pasa a la siguiente pagina.				

SON :
NOTA :

VENDEDOR:

LA PAZ: Calle Yanacocha Esq. Mercado Nº 1004 Edif. Hansa Cajón de Correo 10800 Teléfono (591-2) 314445 Fax: (591) 811-2281- (591-2) 370397
COCHABAMBA: Calle Santivañez Nº 0142 Este Casilla 43 Teléfono (042) 51157 Fax (042) 51157
ORURO: Calle Sucre Esq. Pagador Nº 1651 Casilla 321 Teléfono (052) 51683 Fax (052) 51683
SANTA CRUZ: Av. Cristo Redentor Nº 470 Casilla 28 Teléfono (03) 424000 Fax (03) 423233
TARIJA: Calle Bolivar Nº 255 Casilla 28 Teléfono (066) 43880 Fax (066) 42537

PROFORMA

HANSA
Sociedad Comercial é Industrial
HANSA Ltda.

FECHA : LA PAZ , 25 de Enero de 1999
CLIENTE : O JICA BOLIVIA
DIRECCION :
REFERENCIA :
VALIDEZ : 10 días

N° : 1757
RUC :
TELF. :

SR. KUNIO ASAI

EXPRESADO EN: Dolares

Nº ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	U/M	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SE077953 125	SIEMENS,300 V..ROJO (20 AMP.) 953 125	45 00	MTO	0.28	12.60
SE077953 125	CONDUIT PLASTICO 5/8 953 125 CONDUIT PLASTICO 5/8	27.00	MTO	0.31	8.37
SE177953 126	CONDUIT PLASTICO 1" PVC SE177953 126 ABRAZADERA 10 CM. ABRAZADERA PARA DUCTO DE 5/8"	50.00	PZA	0.20	10.00
SE177953 127	SE177953 127 ABRAZADERA 15 CM. ABRAZADERA PARA DUCTO DE 1"	20.00	PZA	0.25	5.00
SE177965 001	965 001 - 5TA5 111 MODULO INTERRUPTOR UNIPOLAR 16A.. 250 V. SIEMENS SENATOR PLACA COMPLETA	3.00	PZA	2.17	6.51
SE177965 101	965 101 - 5U85 120 MOD.TOMACORRIENTE UNIVERSAL CON TIERRA 10 A.. 250 V. SIEMENS SENATOR PLACA COMPLETA	1.00	PZA	2.17	2.17
SE177965 301	965 301 - 69 408 033 CAJA PLASTICA DE EMBUTIR 2"X4" (PARA PLAQUETAS DUOMO Y SENATOR) 4 CAJAS RECTANGULARES 4 CAJAS OCTOGONALES	8.00	PZA	0.45	3.60
ES9999 9999	MATERIAL DE FIJACION (TORNILLOS, TACOS PLASTICOS). CINTA AISLANTE MILLON GRANDE.	1.00	PZA	8.00	8.00
ES9999 9999	VACIADO DE HORMIGON PARA FIJAR POSTE INCLUYE POSTE DE MADERA.	1.00	PZA	31.00	31.00
ES9999 9999	MANO DE OBRA DE INSTALACION COMPLETA. ENTREGA DEL SISTEMA FUNCIONANDO.	1.00	PZA	65.00	65.00
			Sub Total		971.26
			Dcto.%	0.00	0.00
			TOTAL	$US	971.26

SON : NOVECIENTOS SETENTA y UNO 26/100 Dolares

NOTA : TIEMPO DE ENTREGA 60 DIAS
TIEMPO DE INSTALACION POR VIVIENDA 3 DIAS
FORMA DE PAGO 50 % A LA CONFIRMACION DEL PEDIDO
SALDO CONTRA ENTREGA.

VELASCO GUERRA JUAN CARLOS
VENDEDOR:

LA PAZ:
Calle Yanacocha Esq. Mercado
Nº 1004 Edif. Hansa
Casilla de Correo 10800
Teléfono (591-2) 314445
Fax: (591) 811-2281- (591-2) 370397

COCHABAMBA:
Calle Santivañez
Nº 0142 Este
Casilla 43
Teléfono (042) 51157
Fax (042) 51157

ORURO:
Calle Sucre
Esq. Pagador Nº 1651
Casilla 321
Teléfono (052) 51683
Fax (052) 51683

SANTA CRUZ:
Av. Cristo Redentor Nº 470
Casilla 28
Teléfono (03) 424000
Fax (03) 423233

TARIJA:
Calle Bolivar Nº 255
Casilla 28
Teléfono (066) 43880
Fax (066) 42537