

エルサルバドル国
エネルギー分野に係る
情報収集・確認調査

最終報告書
(要約)

平成 26 年 3 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
株式会社コーエイ総合研究所

中南
JR
14-008



独立行政法人 国際協力機構

エルサルバドル国 エネルギー分野に係る 情報収集・確認調査

最終報告書 (要約)

平成 26 年 3 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
株式会社コーエイ総合研究所

通貨換算率
1USドル=102.35円
(2014年2月26日現在)



調査対象位置図（エルサルバドル国全土）

エルサルバドル国
エネルギー分野に係る
情報収集・確認調査

最終報告書
(要約)

調査位置図

略語表

目次

	頁
1. 調査の背景.....	1
2. 調査の目的.....	2
3. 調査全体の流れ.....	2
4 小水力詳細調査.....	3
4.1 詳細調査の目的.....	3
4.2 小水力の現況と課題.....	3
4.2.1 小水力の現況.....	3
4.2.2 小水力開発の問題点.....	4
4.3 小水力に関わる関連法規.....	4
4.4 小水力開発に関連する監督機関および省庁.....	5
4.5 小水力ポテンシャルの確認.....	5
4.5.1 再生可能エネルギーマスタープラン調査で確認された小水力ポテ ンシャル.....	5
4.5.2 机上検討による小水力ポテンシャルの確認.....	5
4.6 小水力ポテンシャル地点のスクリーニング.....	6
4.7 3つの小水力ポテンシャル地点の詳細調査.....	8
4.7.1 検討条件.....	8
4.7.2 検討結果.....	9
4.8 CECSA 所有の小水力候補案件.....	10
4.9 ANDA 施設内の小水力.....	11
4.10 小水力詳細調査の結果.....	13
4.11 事業実施の方法.....	14

4.11.1	事業実施の優先順位.....	14
4.11.2	小水力開発の課題.....	15
4.11.3	資金調達.....	16
4.11.4	今後の小水力開発に関わる提言.....	17
5.1	公的施設の詳細省エネルギー診断.....	18
5.1.1	詳細省エネルギー診断.....	18
5.1.2	Antiguo Cuscatlan ポンプ場.....	19
5.1.3	Santiago de Maria 地域病院.....	20
5.1.4	San Bartolo 税関事務所.....	22
5.1.5	Sonsonate MEGATEC 技術学校.....	24
5.2	公共照明.....	26
5.3	結論.....	26
5.3.1	総括.....	26
5.3.2	事業化提案.....	27

表目次

	頁	
表 4.3.1	小水力開発に関わる環境カテゴリーと要求事項.....	4
表 4.6.1	総合評価結果と詳細調査地点選定結果.....	7
表 4.7.1	選定された3つの小水力の詳細調査結果概要.....	9
表 4.8.1	サンルイス III 水力諸元.....	11
表 4.9.1	ANDA 小水力ポテンシャル地点リスト.....	11
表 4.9.2	ANDA 小水力地点概略返済期間検討.....	12
表 4.10.1	小水力調査結果要約.....	13

目次

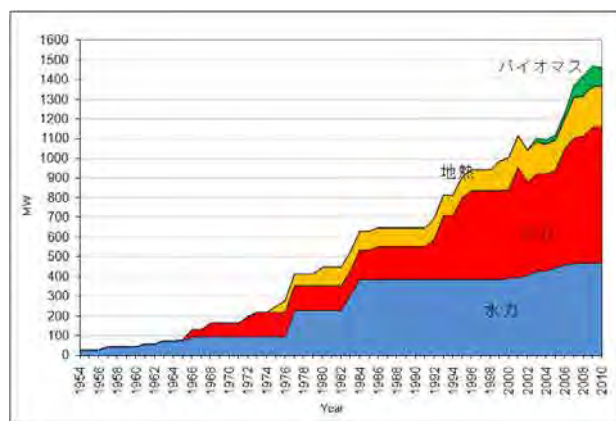
	頁
図 1.1.1 電源別設備容量の変化（2010年）	1
図 3.1.1 調査全体の流れ	2
図 4.2.1 再生可能エネルギーマスタープランで選定された小水力ポテンシャル地点	3
図 4.5.1 小水力ポテンシャル机上検討箇所位置図	6
図 4.6.1 プロジェクト選定の手順	6
図 4.6.1 選定された3つのポテンシャル地点	7
図 4.7.1 3つの小水力ポテンシャル地点の詳細調査工程	8
図 4.7.2 水車形式選定図	9
図 4.8.1 CECSA 計画中の小水力開発地点	10
図 4.11.1 想定される実施スケジュール	15
図 4.11.2 CEL へのローン提供による事業の実施イメージ	16
図 4.11.3 CECSA へのローン提供による事業の実施イメージ	17
表 5.1.1 Antigua Cuscatlan ポンプ場の施設概要	19
表 5.1.2 省エネルギー検討結果（Antigua Cuscatlan ポンプ場）	19
表 5.1.3 ANDA ポンプ場の全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額	20
表 5.1.4 Santiago de Maria 地域病院の施設概要	20
表 5.1.5 省エネルギー検討結果（1）（Santiago de Maria 地域病院）	21
表 5.1.6 省エネルギー検討結果（2）（Santiago de Maria 地域病院）	21
表 5.1.7 全国の病院数およびその年間電気使用量	21
表 5.1.8 病院の全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額	22
表 5.1.9 San Bartolo 税関事務所の施設概要	22
表 5.1.10 省エネルギー検討結果（San Bartolo 税関事務所）	23
表 5.1.11 全国の事務所ビル数およびその年間電気使用量	23
表 5.1.12 事務所ビルの全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額	24
表 5.1.13 Sonsonate MEGATEC 技術学校の施設概要	24
表 5.1.14 省エネルギー検討結果（Sonsonate MEGATEC 技術学校）	25
表 5.1.15 全国の学校数およびその年間電気使用量	25
表 5.1.16 学校の全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額	26
表 5.2.1 省エネルギー効果とその投資額	26
表 5.3.1 公的部門の省エネルギー効果およびその経済性	27

略語表

略語	スペイン語表記	英語表記	日本語表記
AES	Corporación AES	AES Corporation	AES 配電会社
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados	National Administration of Aqueducts and Sewers	上下水道公社
B/C	Costo/Beneficio	Benefit/Cost	費用便益比
BANDESAL	Banco de Desarrollo de El Salvador	El Salvador Development Bank	エルサルバドル開発銀行
CECSA	Compañía Eléctrica Cucumacayán S.A. de C.V.	Cucumacayán Electric Company Inc	ククマカヤン電力会社
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	Hydroelectric Executive Committee of the Lempa River	レンパ川水力発電執行委員会
CNE	Consejo Nacional de Energía	National Energy Council	国家エネルギー審議会
DD, D/D	Diseño Detallado	Detailed Design	詳細設計
DELSUR	Distribuidora de Electricidad del Sur, S.A. de C.V.,	Distributor of Electricity of South Variable Capital Company	南部配電会社
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FS, F/S	Edtudio de Factibilidad	Feasibility Study	実施可能性調査
GAL	Galón (3.785 litro)	Gallon (3.785 liter)	ガロン (3.785 リットル)
GWh	Gigawatts hora	Gigawatt hour	ギガワット時
HPMV	Mercurio de alta presión	High Pressure Mercury Vapour	高圧水銀灯
IDB (BID)	Banco Interamericano de Desarrollo	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IRR	Tasa Interna de Retorno	Internal Rate of Return	内部収益率
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
kW	Kilo watt	Kilo watt	キロワット (1,000 ワット)
kWh	Kilowatt hora	Kilowatt hour	キロワット時
LED	Diodo Emisor de Luz	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LNG	Gas Natural Lícuado	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ministry of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
MEGATEC	Modelo Educativo Gradual de Aprendizaje Técnico y Tecnológico	Gradual Learning Educational Model Technical and Technological	技能・技術段階教育モデル校
MP, M/P	Plan Maestro	Master Plan	マスタープラン
MW	Megawatts (=1,000 kW)	Megawatt (=1,000 kW)	メガワット (=1,000 kW)
MWh	Megawatts hora	Megawatt hour	メガワット時
NPV	Valor Presente Neto	Net Present Value	正味現在価値
Pre-F/S	Estudio de prefactibilidad	Pre Feasibility Study	実施可能性予備調査
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones	General Superintendency of Electricity and Telecommunications	電気通信総監督庁

1. 調査の背景

エルサルバドル国の2010年現在の電力需要量は5,650 GWhであり、エネルギー構成は水力36.8%、火力34.9%、地熱25.1%、バイオマス3.2%となっている。2026年までに電力需要は平均4.7%増加すると予想され、近年は増加する需要に対し民間投資によるディーゼル発電所が増えている。しかしながら、ディーゼル発電は燃料価格高騰の影響を受けやすいので、今後は廉価なエネルギーへの転換と、自国資源である再生可能エネルギー導入の重要性が高まっている。



出典：SIGET 電力統計 (2010年6月)

図 1.1.1 電源別設備容量の変化 (2010年)

2010年に策定したエルサルバドル国国家エネルギー政策では、電源構成の多様化、省エネルギーの推進、隣国との広域電力網統合の推進等が重点課題として位置づけられている。本政策の「電源構成の多様化」の方針に沿ってエルサルバドル国政府は小水力をはじめとした再生可能エネルギーの活用促進と液化天然ガスの活用検討を施策としている。このような中、JICAにより「再生可能エネルギー国家マスタープラン策定プロジェクト」(2012年)(以下、「再生可能エネルギーMP」)が実施され、同マスタープランでリストアップされた小水力発電の事業化が望まれている。

一方で、JICAはIDBと、「再生可能エネルギー及び省エネルギーに対する協調融資スキーム」(「COREスキーム」)を締結し、中米・カリブ地域での支援連携を行っている。エルサルバドル国はCOREスキームの対象国の一つとなっている。IDBは電力セクター支援ポリシーの土台となる「セクターノート」をとりまとめる予定であり、COREスキームのパートナーであるJICAと「セクターノート」を共同で作成する事に前向きである。

エルサルバドル国における我が国技術の活用可能性を考慮すると、小水力発電に加えて省エネルギー分野も有望と考えられ、IDBの関心も高い。これらの分野においてこれから開発する優良・優先プロジェクトを検討するために必要な情報を収集する目的で、IDBと連携の上、本調査を実施することとなった。

2. 調査の目的

本調査業務の目的は、以下の3点である。

- 1) エルサルバドル国におけるエネルギー分野の現状と課題を整理し、セクターノートとしてまとめる。
- 2) 円借款を念頭に置いた省エネルギー及び再生可能エネルギー(小水力を想定)の事業化を検討するために必要な情報の収集・整理・分析を行う。
- 3) 2014年6月のエルサルバドル国新政権発足を見越し、エネルギーセクターにおける政策対話に資する資料を準備する。

なお、上記1)のエルサルバドル国におけるエネルギー分野の現状と課題を整理した結果は、2014年6月に発足する新政権との対話に今後活用される予定であり、エルサルバドル国政府、および本調査に関するIDBの都合を考慮し、本報告書には含めない。

3. 調査全体の流れ

2013年10月半ばより2014年3月末にかけて調査を実施した。調査開始時の調査全体の流れは以下に示す通りである。調査開始時の調査全体の流れは以下に示す通りである。

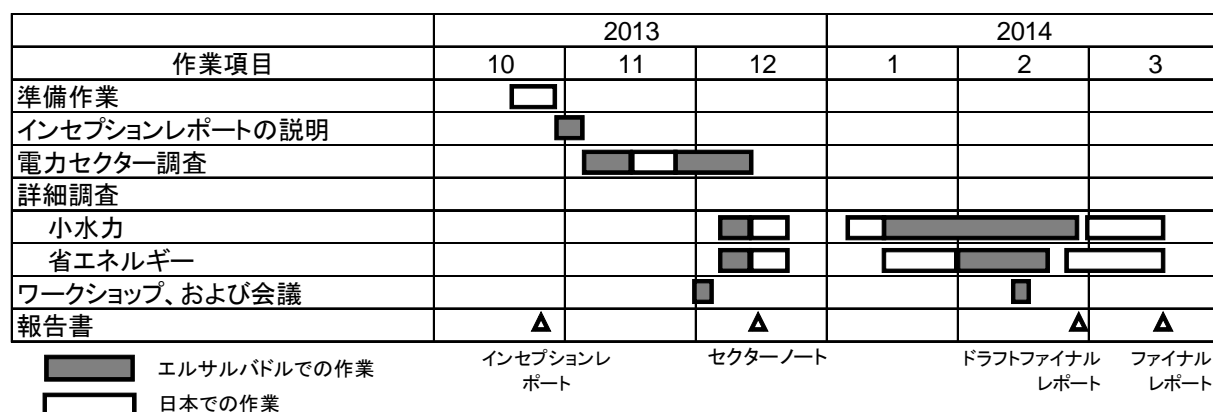


図 3.1.1 調査全体の流れ

4 小水力詳細調査

4.1 詳細調査の目的

小水力詳細調査は公的部門が行うモデル事業となりうる地点を選定し、選定した地点の事業化について提案することを目的とする。本調査では、まずエルサルバドル国における小水力開発の現状と課題を述べ、小水力開発に関わる関連法規と監督官庁について確認し、事業化を念頭においたポテンシャル地点の選定および詳細調査の実施、選定されたポテンシャル地点の事業化の実施方法について検討する。

4.2 小水力の現状と課題

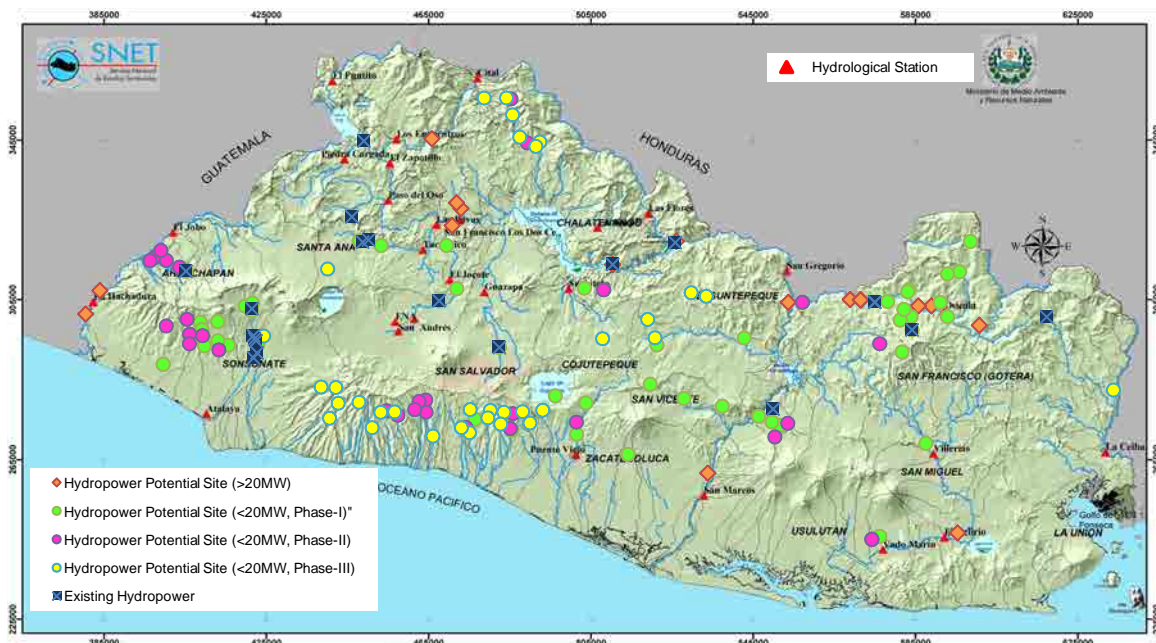
4.2.1 小水力の現状

(1) 既存の小水力発電所

電気通信総監督庁 (SIGET) からの情報によれば、2014 年 1 月現在 16 ヶ所の小水力発電所が稼働中であり、総出力は 15.4 MW である。

(2) 小水力ポテンシャル

CNE-JICA により 2012 年に策定された再生可能エネルギーマスタープランによれば、開発の可能性のあるサイト (ポテンシャルサイト) として 209 ヶ所が特定された。これらの発電容量は 180.8 MW で、予想年平均発電量は 756 GWh である。ほとんどのポテンシャルサイトは国の西部地域、特にアウアチャパン、ソンソナテ、ラパスの各県に位置している。これら 209 ヶ所の中から、123 ヶ所がマスタープランの候補プロジェクトとして選定され、以下の図に示すように 3 つのフェーズに分けて実施されることになっている。



出典：再生可能エネルギーマスタープラン (CNE-JICA、2012 年)

図 4.2.1 再生可能エネルギーマスタープランで選定された小水力ポテンシャル地点

4.2.2 小水力開発の問題点

1996年に始まった電力市場の導入により、民間会社が発電事業に参入できるようになった。このため、小水力を含む発電事業が民間会社によって積極的に進められると期待された。

しかしながら、実際は初期投資コストが低く、資金回収が比較的容易と思われるディーゼルエンジン発電が大量に導入されたものの、小水力開発は期待されたほど進んでいない。

小水力開発が進んでいない理由について、既存資料のレビュー、関連機関からの聞き取りなどにより調査した結果、以下のような点が明らかとなった。

- 1) 小水力の調査に要する時間や、政府からの開発許可取得に要する時間が火力やバイオマスなどの電源に比べて長い。
- 2) 流量観測データが十分に揃っていないため、小水力の正確な発電量の把握が難しく、開発の可否を判断しにくい。
- 3) 民間会社による小水力開発の場合、地域住民との対話の機会が少なく、民間会社は地域住民が開発に期待する事項やニーズを十分に把握せず、地域住民は開発に関する情報を十分に得られない。このため、開発に対する地域住民の理解や協力を得にくい。
- 4) 開発に関する情報が漏洩し、開発に必要な土地の買い占めが行われ、用地取得が困難となる場合がある。

上記のような問題点を解決し、小水力開発を円滑に進めるためには、政府をはじめとする公的セクターが積極的に小水力開発に関与し、地域住民のニーズなどを汲み上げながら開発を円滑に進めていくようなモデル事業を実施し、その事業から得られる教訓を今後の小水力開発に活かして行くことが望まれる。

4.3 小水力に関わる関連法規

(1) 小水力に関わる関連法規のリスト

小水力など再生可能エネルギーに関連する法規は多岐に渡り、その中でもコンセッションや調査許可付与の法律などが小水力開発を進める上で重要な法律となる。小水力に関わる関連法規のリストは報告書本文の表 4.3.1 に示す通りである。

(2) 小水力開発に関わる環境カテゴリーと要求事項

小水力の開発に必要な環境面の要求事項は小水力の開発規模によって異なる。環境天然資源省によれば、開発規模による環境配慮事項は以下のように規定されている。

表 4.3.1 小水力開発に関わる環境カテゴリーと要求事項

Group	Category and Requirement
Group A	<i>Low environmental impact, which means that the holder of the project need not submit environmental documentation</i>
Group B	<i>Category 1: low potential environmental impact, which does not require the submittal of an EIA, but simple environmental study is required.</i>
	<i>Category 2: moderate or high potential environmental impact, requiring the submittal of EIA</i>

出典：JICA 調査団

小水力開発の場合、100 kW 未満の開発は Group A となり、100 kW 以上 1 MW 未満の開発は Group B の Category 1、1 MW 以上の開発は Group B の Category 2 となる。表に示す通り、Group B の Category 1 の場合、環境影響評価書を提出する必要は無く、簡易な環境影響評価書を提出すればよい。水力発電事業者への聞き取り調査によれば、Category 1 の環境評価承認の手続きには通常 2 か月から 6 か月、Group B の Category 2 は 8 か月から 10 か月必要とのことであった。

(3) コンセッション付与の手続き

小水力開発の場合、事業者は民間・公的部門に関わらずコンセッションを取得する必要がある。現在の法律では、コンセッションの付与は議会承認を必要とし、コンセッション申請からコンセッション付与までの審査期間の期限は設けられていない。議会の承認手続きが長くかかり、数年に亘るケースも見られる。

4.4 小水力開発に関連する監督機関および省庁

小水力開発に関わる監督機関および省庁は多岐にわたるが、中でも電気通信総監督庁（SIGET）と環境天然資源省の2つが小水力開発に深く関与している。小水力開発に関わる監督機関及び省庁のリストは報告書本文の表 4.4.1 に示す通りである。

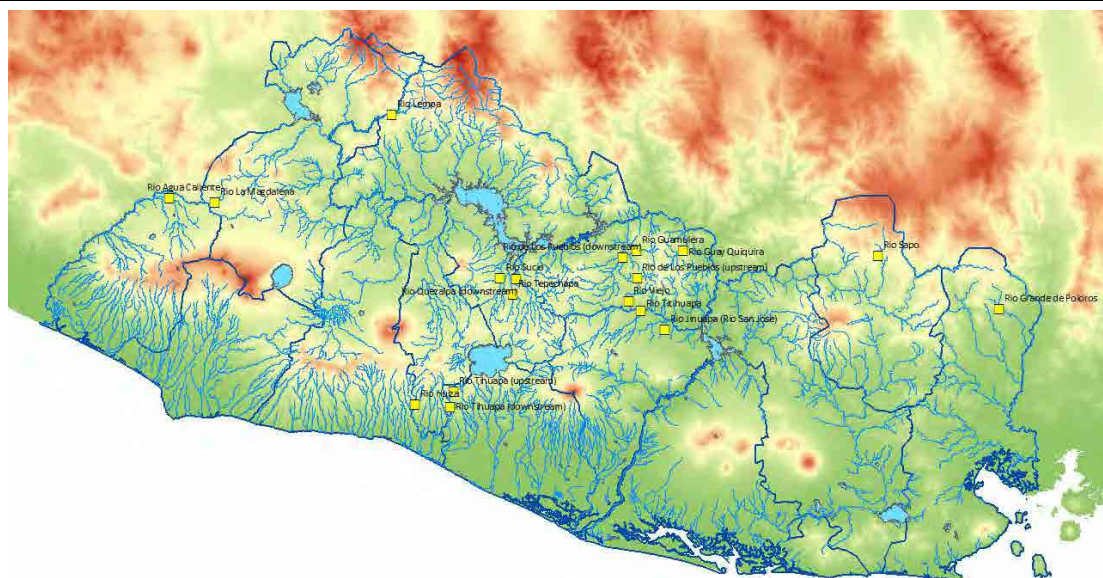
4.5 小水力ポテンシャルの確認

4.5.1 再生可能エネルギーマスタープラン調査で確認された小水力ポテンシャル

4.2.1 節で述べた通り、再生可能エネルギーマスタープラン調査では、209 カ所のポテンシャル地点が確認され、そのポテンシャル開発量は 180.8MW であり、ポテンシャル地点の総電力量は 756 GWh と推定された。これら 209 カ所の中から、123 カ所がマスタープランの候補プロジェクトとして選定された。

4.5.2 机上検討による小水力ポテンシャルの確認

再生可能エネルギーマスタープランで提案されたものの中には民間の開発会社が担当している案件が多く、流域面積、流量、落差などの諸元が明確でないものが多々ある。これらの案件の諸元を明確にし、また、エルサルバドル全土の有望な小水力候補地点を流域面積、落差の観点から再度レビューする目的で、机上検討を実施した。検討はエルサルバドル全土をカバーする 1/50,000 縮尺の地形図を用いて行った。検討に際しては、100 kW 以上の出力を目安として、最低でも流域面積が 40 km² 程度であること、開発に適切な落差として、地形図上で 40 m 程度の落差が確保できる地点であること、の 2 点に留意しながら作業を実施した。机上検討の結果、図 4.5.1 に示す 18 地点を有望開発地点として特定した。



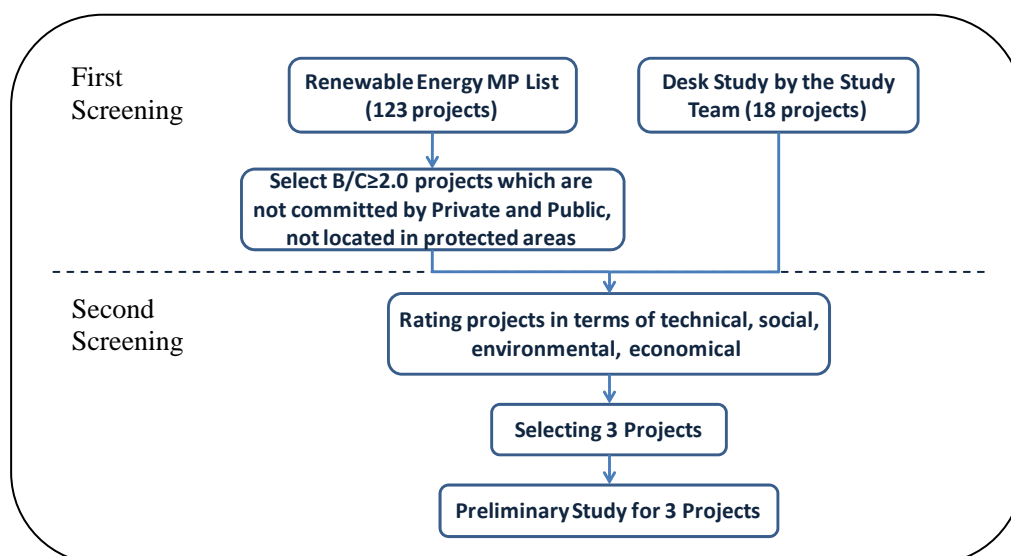
出典：JICA 調査団

図 4.5.1 小水力ポテンシャル机上検討箇所位置図

4.6 小水力ポテンシャル地点のスクリーニング

(1) 検討の流れ

前述の再生可能エネルギーマスタープランで提案された小水力ポテンシャル地点と、今回調査の机上検討により確認された小水力ポテンシャル地点のリストを用い、将来の円借款を見据えた候補案件を抽出するために、スクリーニングを実施した。スクリーニングでは 4.5.2 節で確認された水力ポテンシャル 18 地点に加え、第一次スクリーニングとして再生可能エネルギーマスタープランで挙げられた 123 地点から、B/C が概ね 2 以上で環境保護区にかからず、かつ民間・公社がコミットしていない地点として 21 地点を抽出し、合計 39 地点を選びだした。さらに第二次スクリーニングとして 39 地点から、技術面、環境面、経済性により評価し、詳細調査の候補となる 3 カ所を選定した。検討の流れを図 4.6.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.6.1 プロジェクト選定の手順

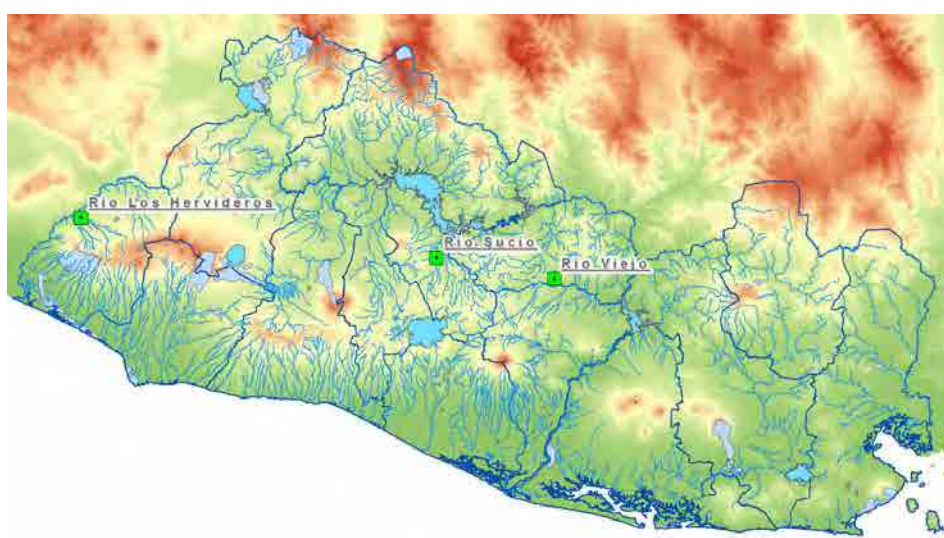
(2) スクリーニング結果

スクリーニング結果を表 4.6.1 に示す。表に示す通り上位 3 つのポテンシャル地点はアウアチャパン県に集中している。これは、アウアチャパン県は雨量の豊富な山地部に位置し、地下水の流出によって河川の流況が安定しているため有望な小水力ポテンシャル地点が多く存在するためと考えられる。しかし、将来の円借款を見据えた候補案件の選定においては、候補案件は各地域の小水力開発のパイロットプロジェクトとして位置づけられることから、選定される案件は一つの地域に偏らず、地域的に分散するように配慮した。したがって、アウアチャパン県からはロスヘルビデロス (Los Hervideros I) 1 件のみを選定し、残りは総合評価が 3 位で同位のスチオ川 (Rio Sucio : クスカトラン県) とビエホ川 (Rio Viejo : カバニャス県) のポテンシャル地点を選定した。選定された 3 つのポテンシャル地点を図 4.6.1 に示す。

表 4.6.1 総合評価結果と詳細調査地点選定結果

Overall Ranking		Department	Selected
Ranking	Project Location		
1	Los Hervideros I	Ahuachapan	✓
2	Rio Agua Caliente	Ahuachapan	
3	Copinula III	Ahuachapan	
3	Rio Sucio	Cuscatlan	✓
3	Rio Viejo	Cabañas	✓
6	Malancola	San Salvador/La Paz	
7	Loma de San Juan	San Salvador/La Paz	
8	Rio Sapo	Morazan	
8	Rio de Los Pueblos (downstream)	Cabañas	
8	Rio Quezalpa (downstream)	Cabañas/Cuscatlan	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.6.1 選定された 3 つのポテンシャル地点

4.7 3つの小水力ポテンシャル地点の詳細調査

選定された3つのポテンシャル地点について、現地状況の確認と概略設計を行う詳細調査を実施した。詳細調査は現地再委託業務としてローカルコンサルタントに委託し、調査団監督のもと実施した。詳細調査の工程を図4.7.1に示す。

Work item	1st Week	2nd Week	3rd Week	4th Week
0 Collection of Data	■			
1 Field Survey (Leveling Survey, Discharge Measurement)	■	■		
2 Selection of method of hydropower generation		■		
3 Preliminary Design		■	■	
4 Cost Estimate			■	
5 Economic analysis				■
6 Preparation of Report				■

出典：JICA 調査団

図 4.7.1 3つの小水力ポテンシャル地点の詳細調査工程

4.7.1 検討条件

詳細調査の概略設計で用いた仮定および検討条件を以下に示す。

(1) 取水堰

取水堰は固定堰とし、堰下流側は地質の状況に応じて副ダム式減勢工もしくはスキージャンプ式減勢工とする。

(2) 水車の最大使用水量

エルサルバドル国では、最大使用水量が概ね流況曲線の20%から30%の間で取られていることから、流況曲線の25%流量を最大使用水量として設定する。

(3) 落差

落差はヘッドタンク水位と水車中心までの差を取る。取水地点と発電所位置の標高は、水準測量で確認した。損失水頭は水路の摩擦ロスと、スクリーン通過時のロスを算定する。

(4) 水車形式

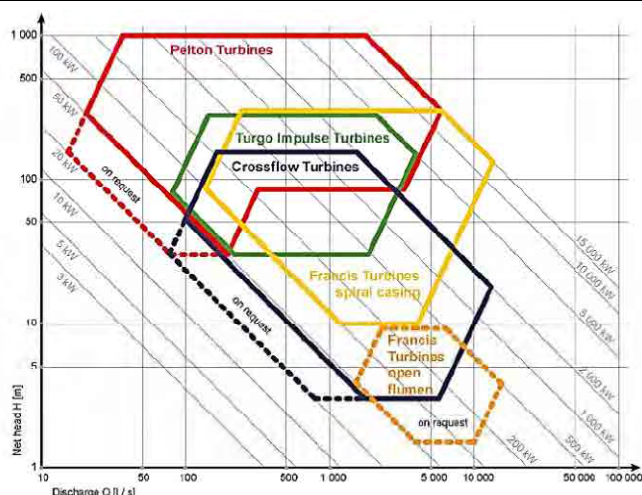
水車形式の選定では、以下の水車形式選定図を用い、落差と最大使用水量から水車形式を決定する。

(5) 工事費

工事費は、堰、水路、ヘッドタンクなど中南米での経験値から得られるサイズと費用の関係を基に算出する。配電線の費用は20,000 US\$/kmとする。

(6) 財務的経済評価

プロジェクトの財務評価では、プロジェクトの評価期間を50年とし、融資条件は、金利8%、返済猶予期間2年、猶予期間後の返済期間10年、とした。売電価格は、2008年から2013年における配電会社（CLESA）への売電単価を考慮した値（0.15 US\$/kWh）を用い、年率3%の増加を見込んだ。



出典：Ingendehsa S.A. de C.V.

図 4.7.2 水車形式選定図

4.7.2 検討結果

現地再委託により実施した3つの地点の詳細調査結果の概要を表4.7.1に示す。

表 4.7.1 選定された3つの小水力の詳細調査結果概要

Item	Unit	Project Name		
		Los Hervideros I	El Manzano	Los Coyotes
River Name		Rio Los Hervideros	Rio Sucio	Rio Viejo
Catchment Area	sq.km	95.94	73.68	28.79
Average Discharge	cms	3.10	0.83	0.46
Dam height	m	5.00	2.50	2.50
Waterway length	m	2,900	1,100	1,900
Turbine Type		Francis	Crossflow	Pelton
Capacity of Turbine	kW	935	664	687
Nos. of unit	unit	2.00	1.00	1.00
Total Capacity	kW	1870	1870	687
Annual Energy	kWh	9,177,706	2,223,247	1,771,104
Design Discharge per unit	cms	2.00	1.25	0.70
Effective Head	m	55	67.00	123.00
Transmission Line	km	11.00	4.00	6.00
Generator Type		Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase
Project Cost	US\$	7,900,000	2,400,000	2,700,000
Project IRR	%	24.8	10.0	1.2
Repayment Year	year	5.7	7.2	10.1

*Assuming selling electricity at 0.15US\$/kWh, zero interest rate.

出典：JICA 調査団、CECSA

上表に示す通り、ロスヘルビデロス I は経済性もよく有望であるが、エルマンザノは経済性が良好とは言えず、また地質リスクもあるため実施には慎重な判断が必要となる。ロスコヨテスは、実測流量が少なく経済性が低いため、推奨できない結果となった。

4.8 CECSA 所有の小水力候補案件

エルサルバドル国側が実施した既存調査情報をもとに小水力開発の候補案件を検討するため、JICA 調査団は CECSA から計画中の4つの小水力開発案件の F/S 調査報告書を受領した。CECSA から提供された4つの調査報告書のプロジェクト位置を図4.8.1に示す。



出典：CECSA

図 4.8.1 CECSA 計画中の小水力開発地点

入手した4つの F/S 報告書をレビューした結果、サブヨ水力とアカフアパ水力の2つのプロジェクトは、代替案が比較検討されているが、最終的に採用された案が提示されておらず、F/S 調査として未完であることが判明した。また、エルチョレロン水力は、プロジェクトの諸元は示されているが、プロジェクトの平面図や縦断図など基本的なレイアウトも不明瞭であり調査内容が不十分であることが判明した。このため、当該3案件は詳細調査として取り上げない事とした。

サンルイス III 水力は F/S 調査として、地質評価が行われていないなどの多少の不備があるものの、最終案の諸元や基本的なレイアウトが明確に示されており、短期的な F/S の見直しを行えば有望な案件となることが考えられるため、事業化候補案件として取り上げる事とした。サンルイス III の諸元を表 4.8.1 に示す。

ただし、CECSA の情報提供は現地調査終了直前であり、本来であれば、JICA 調査団が現地踏査を実施し既存の調査内容の妥当性を確認する必要があった。しかし、時間的な制約から現地調査を実施していないため、今後事業化を検討する際にはコンサルタントにより現地踏査を実施し、調査報告書の内容の妥当性を検証する必要がある。

表 4.8.1 サンルイス III 水力諸元

Project Name	Unit	Value/Name
Project Name		San Luis III
River Name		Suquiapa
Catchment Area	sq.km	165.47
Average Discharge	cms	5.0
Dam height	m	-
Waterway length	m	626
Turbine Type		Crossflow
Capacity of Turbine	kW	405
Nos. of unit	unit	2
Annual Energy	kWh	1,804,626
Design Discharge	cms	5
Effective Head	m	9.63
Transmission Line	m	1
Generator Type		Synchronous, 3phase
Project Cost	US\$	1,400,000
Project IRR	%	19.9
Repayment Year	Year	5.2

出典：CECSA

4.9 ANDA 施設内の小水力

(1) ANDA の小水力ポテンシャル

ANDA は、水道取水施設および配水施設の落差を用いた小水力の計画を有しており、JICA 調査団は ANDA が計画中の小水力のリストを入手した。ANDA が計画中の小水力ポテンシャル地点のリストを表 4.9.1 に示す。

表 4.9.1 ANDA 小水力ポテンシャル地点リスト

Item	Place	Diameter (inch)	Design Discharge (L/S)	Gross Head (m)	Plant Capacity (kW)
1	T-10 (Santa Tecla A)	36	590	30	157
2	Buenos Aires	30	350	60	185
3	T11 (Santa Tecla B)	24	80	65	45
4	Tanque Corinto	10	55	56	27
5	Planta Chilama	10	80	35	25
6	Río Yamabal		800	20	140
7	Río Apuniam		1000	30	475
8	Río Suquiapa (El Jardín)		3000	9	250
9	Río Amulunca		1000	30	400
10	Río El Rosario		1000	150	1000
11	Río Atehuasias		1500	70	825
2	Las Pavas (río Lempa)		11000	10	1000

出典：ANDA

上表の内、1 番から 5 番は水道配水施設内に計画されたもので、6 番から 12 番は水道用の取水設備に付随して計画された小水力である。水道施設に小水力を設ける利点は、1)既設の構造物に設置するため、社会・自然環境への影響が小さいこと、2) 取水後の水を利用するため、コンセッションを取得する必要がないこと、である。

ANDA は上表に示す小水力ポテンシャル地点の実施のため国際援助機関からの融資を探しているが、まだ構想の段階にあり、事業化のためには更に詳細なプレFS および FS 調査を実施し、事業規模を確定の上、優先順位の高いものからの実施していくことが必要である。

(2) ANDA の小水力ポテンシャルの財務性

表 4.9.1 に示した ANDA 小水力ポテンシャル地点に対し、日本の出力当たりの建設単価 (10,000 US\$/kW) を適用した場合の返済期間を試算した。試算では、3 つの稼働率 (80%、70%、60%) を想定し、売電単価を 0.15 US\$/kWh とし、金利は考慮していない。試算結果を表 4.9.2 に示す。

表 4.9.2 ANDA 小水力地点概略返済期間検討

No	Site	Installed Capacity	Investment Cost	Repayment Year (i=0%)		
		(kW)	(1000 US\$)	P.F. = 80%	P.F. = 70%	P.F. = 60%
1	T-10 (Santa Tecla A)	157	1,840	11.1	12.7	14.9
2	Buenos Aires	185	2,160	11.1	12.7	14.8
3	T11 (Santa Tecla B)	45	550	11.6	13.3	15.5
4	Tanque Corinto	27	340	12.0	13.7	16.0
5	Planta Chilama	25	320	12.2	13.9	16.2
6	Río Yamabal	140	1,640	11.1	12.7	14.9
7	Río Apuniam	475	5,490	11.0	12.6	14.7
8	Río Suquiapa (El Jardín)	250	2,900	11.0	12.6	14.7
9	Río Amulunca	400	4,630	11.0	12.6	14.7
10	Río El Rosario	1000	11,530	11.0	12.5	14.6
11	Río Atehuasias	825	9,520	11.0	12.5	14.6
12	Las Pavas (río Lempa)	1000	5,770	5.5	6.3	7.3

P.F. = Plant Factor,
出典：JICA調査団

上表に示す通り、買電単価 0.15 US\$/kWh では返済期間が 10 年を超える。現状では、ANDA は電力会社から 0.15 US\$/kWh~0.16 US\$/kWh で電力を調達しており、買電単価が 0.20 US\$/kWh になれば 10 年未満とならない。小水力のプレFS 調査では、この財務的実現可能性について確認が必要となる。

(3) 水道施設の小水力開発例

水道施設内の小水力開発事例として、日本の事例および隣国ホンジュラスで現在進められている水道施設の小水力を紹介する。詳細は報告書本文に示す。

4.10 小水力詳細調査の結果

JICA 調査団によって実施された 3 つの詳細調査の結果と CECSA から入手した F/S 調査内容の要約を表 4.10.1 に示す。

表 4.10.1 小水力調査結果要約

Item	Unit	Project Name			
		Los Hervideros I	El Manzano	Los Coyotes	San Luis III
River Name		Rio Los Hervideros	Rio Sucio	Rio Viejo	Rio Suquiapa
Catchment Area	sq.km	95.94	73.68	28.79	165.47
Average Discharge	cms	3.10	0.83	0.46	5.0
Dam height	m	5.00	2.50	2.50	-
Waterway length	m	2,900	1,100	1,900	626
Turbine Type		Francis	Crossflow	Pelton	Crossflow
Capacity of Turbine	kW	935	664	687	405
Nos. of unit	unit	2.00	1.00	1.00	2.0
Total Capacity	kW	1870	1870	687	810
Annual Energy	kWh	9,177,706	2,223,247	1,771,104	1,804,626
Design Discharge per unit	cms	2.00	1.25	0.70	5
Effective Head	m	55	67.00	123.00	9.63
Transmission Line	km	11.00	4.00	6.00	1
Generator Type		Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase
Project Cost	US\$	7,900,000	2,400,000	2,700,000	1,400,000
Project IRR	%	24.8	10.0	1.2	19.9
Repayment Year	year	5.7	7.2	10.1	5.2

*Assuming selling electricity at 0.15US\$/kWh, zero interest rate.

出典：JICA 調査団、CECSA

上表の内、ロスヘルビデロス I 水力とサンルイス III 水力が以下の理由により有望案件として推奨される。

- 1) ロスヘルビデロス I は乾季においても流量が豊富であり、経済性も良好である。設備容量が 1 MW を超えるため、EIA が必要となる。プロジェクトが位置するタクバ市はエルサルバドル国の中でも特に電化率が低く市全体の電化率は 49% と推定されている。また、タクバ市はエルサルバドル国で貧困層が特に多いとされる 100 の市に含まれる。もし、この事業が進められれば、電化率の向上、供給電力品質の向上という 2 次的な効果が期待され、かつ本事業により地域開発が実現されれば、小水力開発のモデル事業としてよい成功例になり得る。
- 2) サンルイス III は既設の発電所の直下に位置し、既設発電所が発電で利用した水を利用して発電を行うため取水堰が不要となる。取水堰が不要となるため、建設費が安くなり経済性の高い事業となっている。CECSA は既に事業のために土地を取得しており、用地取得で問題になることはない。事業が位置するコアテペケ市はエルサルバドル国で貧困層の多い 100 の市に含まれ、電化率も 65% とエルサルバドル国平均の 93% に比べてかなり低い数値となっている。本事業が実施されれば、ロスヘルビデロス I と同じく電化率の向上、供給電力品質の向上と言った 2 次的効果が期待される。また、地域開発がうまく行けば、小水力開発のモデル事業として良い成功例になり得る。

表 4.10.1 に示した案件のうち、エルマンザノ水力は堆砂と基礎地盤の地質リスクが予見され、かつ経済性も良くないため、上述の 2 つの事業に比べ慎重に検討する必要がある。ロスコヨテス水力は、乾季の水量が著しく減少するため経済性が低くなり、実施は困難と考える。

4.11 事業実施の方法

4.11.1 事業実施の優先順位

4.7 節から 4.9 節にかけて記述した小水力詳細調査の検討結果から、以下の優先順位で事業を実施することを提案する。

優先順位 1: ロスヘルビデロス I 水力

ロスヘルビデロス I 水力は経済性が高く、また地域開発および地方電化への貢献も期待できる。

優先順位 2: サンルイス III

サンルイス III の経済性は高いが、実施にあたっては地質の確認および現状の導水路の線形を見直す必要がある。

優先順位 3: エルマンザノ水力

エルマンザノ水力は地質リスクが予見されるため、地質調査によって地質リスクの度合いを確認し、事業実施可能性を判断することを提案する。ただし、プロジェクトの経済性も良くないため、地域への貢献など 2 次的な効果を確認し、実施については慎重に判断する必要がある。

優先順位 4: ANDA 小水力および CECSA 小水力計画の F/S の実施

ANDA から入手した 12 カ所のポテンシャル地点は、ANDA 敷地内での実施案件のためコンセッションの問題や用地取得の問題がない。まずプレ F/S を実施しスクリーニングの上、有望案件を抽出し F/S 調査を実施することを提案する。また、CECSA の F/S 調査地点も用地取得の問題がないことから、F/S の内容をレビューの上、必要な追加調査を実施し、経済性が確認された案件について詳細設計へと進めることを推奨する。

現時点で想定される各案件の実施スケジュールを図 4.11.1 に示す。

Priority	Name of Project	Identified by	Year												
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
Priority 1	Los Hervideros I	JICA Study Team		F/S	D/D	C	P								
Priority 2	San Luis III	CECSA			Review F/S	D/D	C	P							
Priority 3	El Manzano	JICA Study Team				F/S	D/D	C	P						
Priority 4	El Chorreron	CECSA					F/S	D/D	C	P					
	Zapuyo	CECSA					F/S	D/D	C	P					
	Acahuapa	CECSA					F/S	D/D	C	P					
	ANDA Small Hydropower	ANDA					Pre F/S	F/S	D/D	P					

Note:

	F/S or Pre F/S or Review F/S
	D/D
	Concession Application
	Procurement for Construction
	Construction
	Land Acquisition

出典：JICA 調査団

図 4.11.1 想定される実施スケジュール

上図の実施スケジュールでは、2015年に次段階の調査を開始し、F/S および D/D をそれぞれ1年かかると仮定した。サンルイス III 水力は、既存の F/S 調査を完成させるため半年間の F/S レビューとし、地質調査など追加調査を行うことを想定した。用地取得は詳細設計後のコンセッション取得手続きと施工業者調達期間に平行して行うとした。本調査で有望と考えられるロスヘルビデロス I 水力は調達や用地取得等に支障が無ければ2020年の運転開始、用地取得の必要のないサンルイス III は2019年末の運転開始と想定された。ANDA 小水力については、ポテンシャル地点のプレ F/S を実施し、有望案件について F/S および D/D を実施するものと想定した。

4.11.2 小水力開発の課題

エルサルバドル国での小水力開発は再生可能エネルギーマスタープランが策定されたものの、主に“地域社会の問題”と“コンセッションの問題”が障害となり、期待されたほど進んでいない。コンセッションの問題は法律の改正を待たざるを得ないが、地域社会の問題については、他の水力案件の成功例を参考に以下の通り、対応が可能であると考えられる。

(1) 地域社会への貢献

小水力開発に対する地域社会の理解を得るためには、プロジェクト実施の際に以下のような対応を行うことが望まれる。

a. 対話モデルの構築

地域社会を含めたステークホルダー間の対話モデルを構築する。対話モデルは継続的で建設期間中のみならず、事業運営期間中も継続するようなモデルとする。

b. 地域開発手法の提案

事業者と地域社会との対話を通じ、地域社会の抱える問題、水力発電所の建設・運用による地域社会への影響、事業による地域社会への貢献の手法について確認を行う。その上でプロジェクトによる地域開発の手段を利害関係者間で合意する。

c. 地域開発への適切な予算の配置

プロジェクトの実施の際には地域開発のための適切な予算を計上する必要がある。暫定的に建設費の1-3%を地域開発費、また年間売電収入の3%を継続的な地域開発への予算として確保する。この比率はパイロットプロジェクトなど複数のプロジェクトを経験した後見直し、地域開発に必要な適切な予算範囲を確定する事とする。

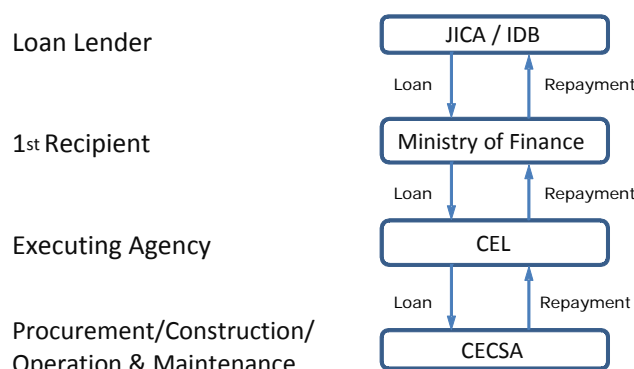
水力開発では地域住民の意見をくみ上げ、地域への貢献をおこなった成功例がいくつかある。本調査では、インドネシアやケニアならびに CECSA の成功事例を取り上げ、詳細を報告書本文に記載した。

4.11.3 資金調達

今回挙げられた小水力はパイロット事業として円借款などローンによる融資で実施されることが想定され、その場合の融資手段を示す。ただし、以下に示す事業スキームは、現状知り得た情報により想定したアイデアベースのものであり、その有効性については詳細に検討する必要がある。

(1) CEL に対するローンの提供

先ず考えられる小水力開発への融資は JICA-IDB のローンを CEL に提供することである。CEL はローンを受け、小水力を担う CECSA が CEL から資金の提供を受けプロジェクトを実施し、計画・建設・運用を行う。ローンの返済は CECSA の売電収入を原資に CEL が行う。以下に CEL がローンの借り手となった場合の事業実施のイメージを示す。



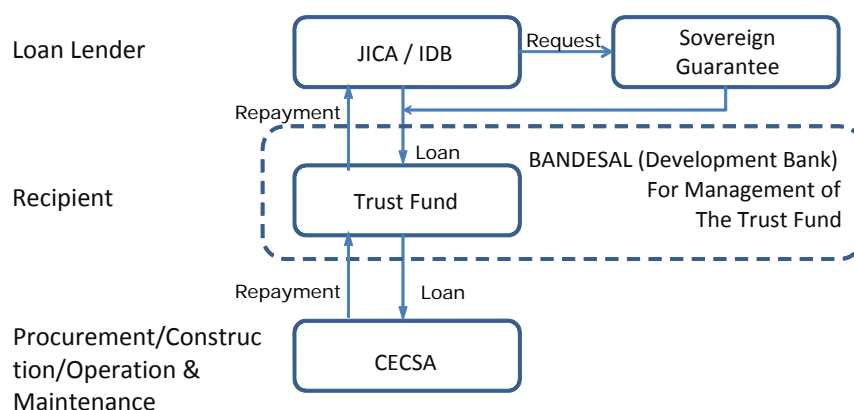
出典：JICA 調査団

図 4.11.2 CEL へのローン提供による事業の実施イメージ

(2) CECSA に対するローンの提供

CEL が政策等の都合によりローンの受け手になれない場合、第二のオプションは CECSA に対するローンの提供である。ただし、CECSA は組織の形態上民間会社であり、政府保証付きのローンは民間会社に直接提供できない。公的な開発銀行である BANDESAL が信託基金を設立し、信託基金経由で融資することは可能である。この場合、BANDESAL は信託基金を管理し、信託基金に JICA-IDB からローンを提供し、信託基金から CECSA に資金が融資される。信託基金に対しては、

議会承認のもと政府保証の付与を行う。CECSA は売電収入を原資に返済を行う。以下に信託基金を経由した CECSA へのローン提供による事業実施のイメージを示す。



出典：JICA 調査団

図 4.11.3 CECSA へのローン提供による事業の実施イメージ

4.11.4 今後の小水力開発に関わる提言

本調査において小水力開発の現状について調査を行った結果、地域住民の反対やコンセッション取得期間が長いなどの問題により開発が進んでいないことが判明した。地域住民の反対は本調査で提言したように地域振興を含めた持続的な小水力開発の実施により解消されることが期待され、コンセッション取得の問題は法律の改正で解消されることが期待される。

一方で、エルサルバドル国では小水力開発が民間に任されているため、小水力の貴重な資源が無秩序に開発される懸念があり、資源の有効活用の面から考えると、好ましい状態ではないことが判明した。

例えば、CECSA が計画したある小水力開発計画では、ある民間会社が CECSA の計画地点の直上流で取水するような開発計画の許可を取ったため、CECSA の事業が成り立たなくなり、計画の中断が余儀なくされた事例があった。

本来であれば、河川における最適な発電計画は一つに決まるが、民間により無秩序に開発されれば、上述のように貴重な資源が非効率に開発される可能性が多いにある。

このような事態を防ぐためには、エルサルバドル国の主要河川に対し公的部門の主導により小水力ポテンシャル調査を実施し、河川の小水力ポテンシャルに合った最適開発計画を立案し、民間業者や公的部門の小水力開発は抽出されたポテンシャル地点のみコンセッションを付与するような仕組みが提案される。具体的には、再生可能エネルギーマスタープランで策定された小水力ポテンシャル地点のリストを基に、マスタープランでは情報が十分に得られなかったプロジェクト諸元のアップデートを行い、小水力ポテンシャルを有する主要な河川を抽出の上、河川毎の最適開発計画を策定することが有効であると考えられる。

日本においては、水力ポテンシャルは包蔵水力調査で抽出され、情報は公開されている。エルサルバドル国においても、包蔵水力調査が実施され、結果が公開されることにより、資源の効率的な開発が可能になることが望まれる。

5. 公共部門の省エネルギーに係る詳細調査

5.1 公的施設の詳細省エネルギー診断

本調査において、公的施設における 20 カ所の簡易エネルギー診断および 4 カ所の詳細省エネルギー診断を実施した。

20 カ所の簡易省エネルギー診断は、学校 5 カ所、診療所 6 カ所、病院 2 カ所、政府事務所 4 カ所、ANDA のポンプ場 3 カ所を対象として実施し、20 施設の簡易省エネルギー診断の結果をもとに、詳細省エネルギー診断を実施する 4 ヶ所の候補施設、ANDA のポンプ場、病院(医療施設を含む)、学校、事務所ビルからそれぞれ 1 ヶ所を選定した。

詳細省エネルギー診断は、簡易省エネルギー診断の結果をもとに、現地において電力量などを実測し、省エネルギー手法に対する具体的な省エネルギー量およびその投資費用を算定するために行い、その結果から、ANDA のポンプ場、病院、学校、事務所ビルの全国レベルでの省エネルギー可能性量、投資費用を算定した。

5.1.1 詳細省エネルギー診断

簡易省エネルギー診断の結果から、省エネルギー可能性量、施設の規模、詳細データの入手し易さなどを考慮し、CNE および ANDA と協議のうえ、以下の 4 施設を選定した。

1) Antiguo Cuscatlan ポンプ場

簡易省エネルギー診断を実施した 3 ヶ所のポンプ場の中で、省エネルギー可能性量が大きく、流量計、水圧計が設置されていることから詳細な分析に必要となるデータが入手できることからこのポンプ場を選定した。

2) Santiago de Maria 地域病院

この病院のスタッフは、エネルギーの効率的な利用、省エネルギーに対する意識が高く、省エネルギー診断に対して関心を持っている。また、サンサルバドル郊外の地域病院は、似たような規模の病院が多くあることから、この病院を選定した。

3) San Bartolo 税関事務所

簡易省エネルギー診断を実施した 4 ヶ所の事務所ビルの中でも、省エネルギー可能性が大きく、このビルには、事務スペース、倉庫、公共広場などがあり、エルサルバドルにこのようなビルが多く存在することから、選定した。

4) Sonsonate MEGATEC 技術学校

簡易省エネルギー診断を実施した 5 ヶ所の学校の中でも、省エネルギー可能性が大きく、詳細なエネルギーデータを収集するための計測器が設置されていることから、この学校を選定した。

簡易省エネルギー診断では、その施設に適した省エネルギー手法を検討するためにエネルギー使用量を調査し、詳細省エネルギー診断では、必要な計測機器を設置し、エネルギーの使用状況の分析を行い、省エネルギー手法に対する具体的な省エネルギー量を算定した。

また、月ごとのエネルギー使用量およびその支払額の年間データも収集し、その施設のエネルギーベースラインを設定し、各省エネルギー手法によるエネルギー削減量は、そのベースラインを基準として算出した。

5.1.2 Antigo Cuscatlan ポンプ場

(1) 施設概要

Antigo Cuscatlan ポンプ場の施設概要は下表の通り。

表 5.1.1 Antigo Cuscatlan ポンプ場の施設概要

施設名称	Antigo Cuscatlan	
住所	Calle Mediterráneo, Avenida Antigo Cuscatlan, Antigo Cuscatlan, La Libertad	
稼働時間	22	hours/day
	8,030	hours/year
電気使用量	2,650,752	kWh/year
ポンプ場の容量 (能力)	392.50 / 8,635.00	m ³ /h, m ³ /day

出典：JICA 調査団

(2) 省エネルギー効果およびその投資額

4つの省エネルギー手法を適用した場合の省エネルギー効果とその投資額を下表に示す。

表 5.1.2 省エネルギー検討結果 (Antigo Cuscatlan ポンプ場)

	現在の年間電気使用量		2,650,752 kWh/年					投資回収年 年
	kWh	US\$	年間削減量/額 US\$	IRR %	NPV US\$	B/C		
1 既設モータの高効率電気モータへの更新	39,001	7,021	45,892	8.6	-2,501	1.53	6.54	
2 既設ポンプの高効率ポンプへの更新	268,786	48,390	245,073	14.8	47,511	1.97	5.06	
3 インバータによる変流量制御	133,535	24,041	59,897	38.6	79,840	4.01	2.49	
4 既設屋外灯のLED照明への交換	2,015	363	2,112	11.3	108	1.72	5.82	
合計	443,337	79,815	352,974	18.5	124,959	2.26	4.42	

省エネルギー率 16.7%

プロジェクト期間 10年
金利(割引率) 10%

出典：JICA 調査団

(3) 全国レベルの省エネルギーの可能性検討

詳細省エネルギー診断の結果から、ポンプ場は 15%程度の省エネルギーの可能性があり、その投資回収年は 5 年程度であると推計できる。

ANDA の 2008 年から 2012 年の全ポンプ場の年間電気使用量（平均）は 508,737 MWh である。この年間電気使用量をベースとし、詳細省エネルギー診断の結果から、全国レベルでの年間の電気削減量は 76,310 MWh、その投資額は 38.2 百万ドルと算定される。

表 5.1.3 ANDA ポンプ場の全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額

電気使用量	MWh/年	508,737
支払額	US\$/年	56,580,399
省エネルギー率		15.0%
削減量	MWh/年	76,310
省エネルギーによる削減額	US\$/年	8,487,060
投資回収年	年	4.5
投資コスト	US\$	38,191,769

出展：JICA 調査団

5.1.3 Santiago de Maria 地域病院

(1) 施設概要

Santiago de Maria 地域病院の施設概要は下表の通り。

表 5.1.4 Santiago de Maria 地域病院の施設概要

施設名称	National Hospital “Dr. Jorge Arturo Mena”	
住所	3ª. Calle poniente No. 15, Barrio Concepción, Santiago de María, Usulután	
施設用途	病院	
施設の運用時間	24	hours/day
	8,760	hours/year
電気使用量	85,403	kWh/year
延床面積	4,237.12	m ²
ベット数	75/100	現在/ 将来
患者数	350/55	外来/入院
職員数	205	

出典：JICA 調査団

(2) 省エネルギー効果およびその投資額

3つの電気使用量に対する省エネルギー手法を適用した場合の省エネルギー効果とその投資額を下表に示す。

表 5.1.5 省エネルギー検討結果 (1) (Santiago de Maria 地域病院)

	現在の年間電気使用量		281,762 kWh/year				
	年間削減量/額		投資額 US\$	IRR %	NPV US\$	B/C	投資回収年 年
	kWh	US\$					
1 既設照明設備のLED照明への更新	41,670	10,406	34,867	27.1	26,430	2.98	3.35
2 人感センサーの設置	1,490	368	1,296	25.5	877	2.84	3.52
3 既設空調設備の高効率空調設備への更新	48,630	13,563	59,170	18.8	21,972	2.29	4.36
合計	91,790	24,337	95,333	22.1	49,279	2.55	3.92

省エネルギー率 32.6%

プロジェクト期間 10 years
金利(割引率) 10%

出典：JICA 調査団

また、燃料消費量に対する省エネルギー手法を適用した場合の省エネルギー効果とその投資額を下表に示す。

表 5.1.6 省エネルギー検討結果 (2) (Santiago de Maria 地域病院)

	現在の年間燃料使用量		3,072 GAL				
	年間削減量/額		投資額 US\$	IRR %	NPV US\$	B/C	投資回収年 年
	GAL	US\$					
4 蒸気システムの熱ロスの低減	345	1,413	2,079	67.6	6,003	6.80	1.47

省エネルギー率 11.2%

プロジェクト期間 10 年
金利(割引率) 10%

出典：JICA 調査団

(3) 全国レベルの省エネルギーの可能性検討

全国の病院数および全病院での 2012 年 11 月から 2013 年 10 月までの一年間の電気使用量を下表に示す。全病院の合計の年間電気使用量は 8.75 GWh と算出される。この数値は、配電会社である AES および DELSUR から提供されたデータをもとに算出した。

表 5.1.7 全国の病院数およびその年間電気使用量

	AES	DELSUR	合計
数 (配電サービス数)	29	145	174
電気使用量 (MWh/年)	1,026	7,720	8,746
電気支払額 (USドル/年)	249,263	1,825,805	2,075,068

出展：AES および DELSUR のデータをもとに調査団作成

詳細省エネルギー診断の結果から、病院は 30% 程度の省エネルギーの可能性があり、その投資回収年は 4 年程度であると推計できる。

全病院の年間電気使用量 8,746 MWh をベースとし、詳細省エネルギー診断の結果から、全国レベルでの年間の電気削減量は2,624 MWh、その投資額は2.5百万ドルと算定される。

表 5.1.8 病院の全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額

数 (契約数)		174
電気使用量	MWh/年	8,746
支払額	US\$/年	2,075,068
省エネルギー率		30.0%
削減量	MWh/年	2,624
省エネルギーによる削減額	US\$/年	622,520
投資回収年	年	4.0
投資コスト	US\$	2,490,082

出典：JICA 調査団

5.1.4 San Bartolo 税関事務所

(1) 施設概要

San Bartolo 税関事務所の施設概要は下表の通り。

表 5.1.9 San Bartolo 税関事務所の施設概要

施設名称	General Direction of Customs San Bartolo	
住所	Panamerican Highway Km 17 1/2, San Bartolo, Ilopango, San Salvador	
施設用途	事務所ビル	
施設の運用時間	8	hours/day
	2,112	hours/year
電気使用量	1,866,690	kWh/year
延床面積	36,980	m ²
建物階数	3	
利用者数	300	

出典：JICA 調査団

(2) 省エネルギー効果およびその投資額

4つの省エネルギー手法を適用した場合の省エネルギー効果とその投資額を下表に示す。

表 5.1.10 省エネルギー検討結果 (San Bartolo 税関事務所)

	年間削減量/額		投資額 US\$	IRR %	NPV US\$	B/C	投資回収年 年
	kWh	US\$					
1 既設照明設備のLED照明への更新	303,000	63,488	228,752	24.7	146,686	2.78	3.60
2 人感センサーの設置	19,200	4,292	15,211	25.3	10,147	2.82	3.54
3 既設空調設備の高効率空調設備への更新	228,700	55,518	241,779	18.9	90,323	2.30	4.35
4 天井の断熱強化	45,744	10,101	22,905	42.9	35,601	4.41	2.27
合計	596,644	133,399	508,647	22.9	282,756	2.62	3.81

現在の年間電気使用量 1,866,690 kWh/年

省エネルギー率 32.0%

プロジェクト期間 10年
金利(割引率) 10%

出典：JICA 調査団

(3) 全国レベルの省エネルギーの可能性検討

全国の事務所ビル数およびその全事務所ビルでの 2012 年 11 月から 2013 年 10 月までの一年間の電気使用量を下表に示す。全事務所ビルの合計の年間電気使用量は 95.1 GWh と算出される。この数値は、配電会社である AES および DELSUR から提供されたデータをもとに算出した。

表 5.1.11 全国の事務所ビル数およびその年間電気使用量

	AES	DELSUR	合計
数 (配電サービス数)	9,658	1,419	11,077
電気使用量 (MWh/年)	45,027	52,040	95,067
電気支払額 (USドル/年)	8,233,574	12,816,650	21,050,224

出典：AES および DELSUR のデータをもとに JICA 調査団作成

詳細省エネルギー診断の結果から、事務所ビルは30%程度の省エネルギーの可能性があり、その投資回収年は4年程度であると推計できる。

全事務所ビルの年間電気使用量 95,067 MWh をベースとし、詳細省エネルギー診断の結果から、全国レベルでの年間の電気削減量は 28,520 MWh、その投資額は 25.3 百万ドルと算定される。

表 5.1.12 事務所ビルの全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額

数 (契約数)		11,077
電気使用量	MWh/年	95,067
支払額	US\$/年	21,050,224
省エネルギー率		30.0%
削減量	MWh/年	28,520
省エネルギーによる削減額	US\$/年	6,315,067
投資回収年	年	4.0
投資コスト	US\$	25,260,269

出典：JICA 調査団

5.1.5 Sonsonate MEGATEC 技術学校

(1) 施設概要

Sonsonate MEGATEC 技術学校の施設概要は表の通り。

表 5.1.13 Sonsonate MEGATEC 技術学校の施設概要

施設名称	Technical School Megatec	
住所	Km 63 Highway San Salvador to Sonsonate	
施設用途	教育施設	
施設の運用時間	13.25	hours/day
電気使用量	224,874	kWh/year
延床面積	568.64	m ²
教室数	16	教室
生徒数	700 / 200 / 125	一般 / 語学 / パソコン
職員数	70	

出典：JICA 調査団

(2) 省エネルギー効果およびその投資額

4つの省エネルギー手法を適用した場合の省エネルギー効果とその投資額を下表に示す。

表 5.1.14 省エネルギー検討結果 (Sonsonate MEGATEC 技術学校)

現在の年間電気使用量	224,874 kWh/年		投資額 US\$	IRR %	NPV US\$	B/C	投資回収年 年
	年間削減量/額						
	kWh	US\$					
1 既設照明設備のLED照明への更新	35,360	7,431	30,010	21.1	14,228	2.48	4.04
2 人感センサーの設置	2,290	509	1,879	23.9	1,135	2.71	3.69
3 既設空調設備の高効率空調設備への更新	25,320	5,984	65,807	-1.7	-26,398	0.91	11.00
4 天井の断熱強化	10,037	2,330	7,946	26.5	6,368	2.93	3.41
合計・1	73,007	16,254	105,642	8.7	-5,244	1.54	6.5
合計・2 手法No.3を除く	47,687	10,270	39,835	22.4	21,254	2.58	3.88

省エネルギー率 32.5% (合計・1)
21.2% (合計・2 手法No.3を除く)

プロジェクト期間 10 years
金利(割引率) 10%

出典：JICA 調査団

手法3の既設空調設備の更新は、削減量は期待できるが投資回収年が11年と長いことから、この手法を除く3つの手法を適用することを推奨する。

(3) 全国レベルの省エネルギーの可能性検討

全国の学校数およびその全学校での2012年11月から2013年10月までの一年間の電気使用量を下表に示す。全学校の合計の年間電気使用量は9.7 GWhと算出される。この数値は、配電会社であるAESおよびDELSURから提供されたデータをもとに算出した。

表 5.1.15 全国の学校数およびその年間電気使用量

	AES	DELSUR	合計
数 (配電サービス数)	3,614	991	4,605
電気使用量 (MWh/年)	2,516	7,200	9,716
電気支払額 (USドル/年)	742,221	2,013,509	2,755,730

出典：AESおよびDELSURのデータをもとにJICA調査団作成

詳細省エネルギー診断の結果から、学校は20%程度の省エネルギーの可能性があり、その投資回収年は4年程度であると推計できる。

全学校の年間電気使用量9,716 MWhをベースとし、詳細省エネルギー診断の結果から、全国レベルでの年間の電気削減量は1,943 MWh、その投資額は2.2百万ドルと算定される。

表 5.1.16 学校の全国レベルでの省エネルギー可能性量とその投資額

数 (契約数)		4,605
電気使用量	MWh/年	9,716
支払額	US\$/年	2,755,730
省エネルギー率		20.0%
削減量	MWh/年	1,943
省エネルギーによる削減額	US\$/年	551,146
投資回収年	年	4.0
投資コスト	US\$	2,204,584

出典：JICA 調査団

5.2 公共照明

2012年の調査によると、全国262自治体で187,000灯の公共照明があり、その80%が175W水銀灯で、その数はおよそ150,000灯である。

既存照明設備の175W水銀灯を60WLED照明に交換した場合の省エネルギー効果とその投資額は下表の通り、年間74.3GWhの削減となり、その投資額は75百万ドルとなる。

表 5.2.1 省エネルギー効果とその投資額

ランプタイプ		水銀灯	交換ランプタイプ LED
定格消費電力	W	175	60
交換対象数		149,578	
月間電気使用量	kWh	9,423,414	3,230,885
月間削減量	kWh		6,192,529
	%		65.71%
	US\$		1,238,506
年間削減量	kWh		74,310,350
	US\$		14,862,070
ランプ交換費	US\$		500
総投資額	US\$		74,789,000
ランプ寿命	時間		50,000
投資回収年	年		5.0

出典：JICA 調査団

5.3 結論

5.3.1 総括

詳細省エネルギー診断および公共照明設備の省エネルギー検討の結果から、全国レベルで実施した場合のセクターごと省エネルギー効果および経済性を下表に示す。

表 5.3.1 公的部門の省エネルギー効果およびその経済性

	対象数	現在電気使用量 MWh/年	削減量			投資額 Mil US\$	投資回収年 年	IRR	NPV Mil US\$
			率	MWh/年	削減額 (Mil US\$)				
ポンプ場 (ANDA)	450	508,734	15%	76,310	8.487	38.2	4.5	17.96%	12.68
病院	174	8,746	30%	2,624	0.623	2.5	4.0	21.31%	1.21
事務所ビル	11,077	95,067	30%	28,520	6.315	25.3	4.0	21.36%	12.28
学校	4,605	9,716	20%	1,943	0.551	2.2	4.0	21.46%	1.08
公共照明	150,000	113,076	65%	73,499	14.862	74.5	5.0	15.03%	15.29
合計		735,339	25%	182,897	30.838	142.7	4.6	17.19%	42.53

プロジェクト期間 10 years
金利(割引率) 10%

出典：JICA 調査団

5つのセクターで省エネルギーを実施した場合の電気使用量の削減量は合計で180 GWhに達する。180 GWhはエルサルバドル全体の電気使用量の3%に相当する。

5.3.2 事業化提案

調査結果から以下の優先順位で実施することを提案する。

優先順位 1: ANDA のポンプ場および公共照明

この2つのセクターは電気使用量が非常に多く、省エネルギー事業を実施することにより多くの削減が期待できる。この2つのセクターによる削減量は150 GWhで、これはエルサルバドル全体の電気使用量の2.5%に相当する。

優先順位 2 事務所ビルおよび学校

この2つセクターの省エネルギーは20-30%期待でき、この2つのセクターに対する省エネルギー事業の実施は、デモンストレーション効果もあり、国の省エネルギーの推進に繋がる。特に学校への実施は、省エネルギー教育にも繋がるものである。

病院については、高い省エネルギー効果が期待できるが、利用者に対する施設環境が優先されることから、省エネルギー事業の実施については、慎重に検討する必要がある。

上述した検討結果および省エネルギー事業の優先順位については、2014年2月18日に実施した第2回ワークショップにおいて、エルサルバドル関係者に説明し、調査団の提案に対して賛同を得ることができた。