

ホンジュラス共和国
上下水道公社

ホンジュラス共和国
テグシガルパ市内給水施設
小水力発電導入計画
準備調査報告書

平成 25 年 3 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構
(JICA)

株式会社ニュージェック
日本テクノ株式会社

産公
CR (1)
13-019

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ホンジュラス共和国のテグシガルパ市内給水施設小水力発電導入計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社ニュージェックと日本テクノ株式会社より構成する共同企業体に委託しました。

調査団は、2012年8月8日～2012年9月21日、2012年12月12日～2012年12月24日までの2回に亘り、ホンジュラス国の政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 25 年 3 月

独立行政法人 国際協力機構
産業開発・公共政策部
部長 入柿 秀俊

要 約

要 約

1. 国の概要

ホンジュラス共和国（以下「ホ」国）は、中央アメリカの中心部北緯約 15 度に位置し、国土面積 112,492 km²、人口約 775.5 万人（2011 年世界銀行推計）の国家である。「ホ」国は中央アメリカのほぼ中央に位置し、東はニカラグア、西はグアテマラ、北はカリブ海、南はエルサルバドル及び太平洋に面しており、東部の未開発の湿地、西部の山岳地帯、南北の海岸地域の平野部、中央部の高原地域から成っている。国土の 65% が山岳地帯で、標高 1,000～1,500m の高原地帯が中央部から南部に広がっている。

「ホ」国は、北部、東部、南部の平坦地では亜熱帯気候で高温多湿で年平均降水量は南部で約 1,500mm、カリブ海地方で約 3,000mm である。中央部、西部の高原地帯では夏季と冬季の気温差があり、11 月～4 月の乾季と 5～10 月の雨季に分かれている。テグシガルパ市の年間降水量は約 800～1,000mm、気温は平均 24℃ であり、年間を通して 15～30℃ 程度と大きな気温変化は無い。毎年 8～10 月頃、東方のカリブ海で発生したハリケーンが西方に発達しながら移動することが多い。この時期には洪水や高波による被害が多く発生する。特に 1998 年に中米地域を襲ったハリケーン・ミッチは、中米の中でも「ホ」国に最も大きな被害を及ぼした。

「ホ」国は、中南米において開発の遅れた貧困国の一つであり、都市部と地方の所得格差も大きい。国内総生産 (GDP) は 2011 年で約 174 億 US ドル、一人当たりの国内総生産 (GDP/capita) は 2,162US ドルである (2012 年、国際通貨基金 : World Economic Outlook Database)。また、「ホ」国の産業内訳は第 1 次産業が GDP の 12.8%、第 2 次産業が 26.6%、第 3 次産業が 60.6% となっている (2012 年、Central Intelligence Agency The World Fact Book)。経済成長率は、2004～2008 年は 3～6% 程度であったが、2008 年後半に深刻化した世界金融危機の影響とクーデターによる社会の混乱が追い打ちをかけ、2009 年には -2.1% に落ち込み、10 年振りのマイナス成長となった。2010 年は、2.8%、2011 年は 3.6% まで回復している (2012 年、「ホ」国中央銀行)。「ホ」国の経済は、伝統的にコーヒーやバナナ等の輸出に頼ってきたが、近年は、これから脱却するため、新規産業の育成を図っており、マキラ（輸出保税加工区）における製造業（特に繊維工場）、観光業、養殖エビ、メロンの輸出等への多様化が図られてきた。ハリケーン・ミッチの襲来によりコーヒー、バナナ農園が大きな被害を被ったが徐々に回復してきている。近年は、2009 年 6 月に発生したクーデターによる政治の混乱を経験し、国際協力の停止の影響も出て、国内経済は厳しい状況に陥り、治安の一層の悪化、ハリケーンなど頻発する自然災害といった課題が持続的発展の大きな障害となっている。2011 年の貿易収支は、輸出 7.2 億 US ドル、輸入 10.3 億 US ドルとなっており、3.1 億 US ドルの貿易赤字となっている。

「ホ」国は、国家財政赤字に悩まされており、この 10 年間赤字が続いている。2005～2008 年は同財政赤字の対 GDP 比は、-1%台で推移してきたが、2009～2011 年は、-4.7%、-2.9%、-2.8%であり、約 125 億レンピラ、85 億レンピラ、93 億レンピラの財政赤字となっている。

2. プロジェクトの背景及び経緯及び概要

「ホ」国政府は、2010 年に発表した長期的な国家開発目標「国家ビジョン 2010-2038」「国家計画 2010-2022」においてエネルギー安全保障／一次エネルギー源多様化、地球温暖化ガス排出抑制等の観点から、再生可能エネルギーの導入を積極的に進める政策を示し、同方針のもと、既設水力発電所のリハビリ及び小水力発電等再生可能エネルギーを活用した電源開発を積極的に進める計画である。また、「ホ」国の火力発電設備は、輸入化石燃料を利用した小型ディーゼル火力であるが、エネルギーの安全保障（輸入化石燃料への依存低減）及び温室効果ガス排出抑制の観点から、これらディーゼル火力への依存度を抑制するべく、再生可能エネルギーの積極的活用や、省エネルギーの推進が望まれている。こういった背景から、「ホ」国は再生可能エネルギーの導入拡大を国家レベルの重要課題の一つと位置づけ、「国家計画 2010-2022」にて、2022 年までに再生可能エネルギーの利用比率を 60%にまで引き上げる方針を打ち出している。

首都圏で国家上下水道公社 (National Autonomous Service of Aqueducts and Sewerage : SANAA) が管理する浄水場や地下水くみ上げ用のポンプで消費する電力は年間平均 11.7GWh にものぼり、SANAA は年間約 2 百万 US ドルの電気料金を負担している。このような状況を踏まえ、「ホ」国政府は、既存のコンセプション浄水場とピカチョ浄水場において、設備内の未利用エネルギー（位置エネルギー）を活用した小規模水力発電を行うことにより、「ホ」国の再生可能エネルギーの導入拡大を図るとともに、SANAA の財務状況に大きな負担を与えている国家電力会社 (Empresa Nacional Energia Electrica : ENEE) からの買電量を削減する計画を策定し、我が国に、小規模水力発電所の建設に係る無償資金協力の要請を行った。同要請を受け、JICA は「ホ」国側関係機関の概要、要請内容の背景等について確認するために基礎情報収集・確認調査を 2011 年 11 月に実施した。

なお、本案件は、政府の方針に則り平成 24 年度要望枠「グリーン成長の促進（新エネルギー導入・促進事業）」の一環として協力準備調査を実施するものであり、我が国中小企業の優れた製品・技術の活用を前提として設計方針等を検討する。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

上記の予備調査に基づき、我が国は協力準備調査の実施を決定し、JICA は協力準備調査団を 2012 年 8 月 8 日から 2012 年 9 月 21 日にかけて「ホ」国に派遣し、現地調査、関連資料の収集、「ホ」国関係者と実施内容等の協議を行った。帰国後、調査団は現地調査結果、関連資料に基づき、プロジェクトの必要性、効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査報告書(案)に取り纏めた。JICA は 2012 年 12 月 12 日～2012 年 12 月 24 日まで同報告書(案)説明調査団を「ホ」国に派遣し、同報告書(案)の内容に係る説明及び協議を行い、「ホ」国政府との間で基本合意を得た。受入国側の責任機関、実施機関は SANAA である。

本調査では、最適な事業内容・規模につき概略設計を行い、概略事業費の積算を行うとともに、相手側分担事業の内容、実施計画、運営・維持管理のためのソフトコンポーネント計画等について検討を行った。調査の結果、策定した協力事業は、既存の 2 箇所の浄水場内において出力合計 430kW の小規模水力発電所を建設するものである。

なお、政府の方針を踏まえ主要機材である水車、発電機については、我が国中小企業製品を前提として設計を行った。同設計に基づき、我が国中小企業製品を調達する方針である。

基本計画概要は以下のとおりである。

コンセプション地点では、既存の曝気装置の直上流に水車・発電機を設置して、上流のコンセプション貯水池水位と曝気装置水位との落差を利用し、発電所出力(設備容量) 250kW の発電を実施する計画である。一方、ピカチョ地点においては、浄水場下流の水道配管(L22 系統管路、内径 400mm)にある減圧弁と並列に水車・発電機を設置して、減圧弁の水圧差を利用し、発電所出力(設備容量) 180kW の発電を行う計画である。両発電所で発電した電気は、近傍の配電線に系統連系し、ENEE に全量売電される計画である。施設及び機材の概略を下表に纏める。

施設の概略

発電所名		単位	コンセプション発電所	ピカチヨ発電所
最大発電流量		m ³ /s	1.5	0.3
定格総落差		m	42.06	91.44
定格出力時有効落差		m	27.46	86.16
発電所出力		kW	250	180
推定年間発生電力量		MWh	1,650 ¹	520
導水路	型式	-	地下埋設式	—
	構造	-	ダクタイル鋳鉄管	—
	規模	-	内径 700mm	—
	水路長	m	2,973m	—
発電所	型式	-	地上式	地上式
	構造	-	鉄筋コンクリート構造平屋建	鉄筋コンクリート構造平屋建
	軒高	m	7.00m	7.00m
	延床面積	m ²	174m ² (幅 8.50m、長さ 20.5m)	174m ² (幅 8.50m、長さ 20.5m)

1 2006～2011年のダム日水位と日取水量の実績より算定した推定値。

機材の概略

サイト名	コンセプション発電所	ピカチョ発電所
水 車		
型 式	横軸単輪単流渦巻型 フランス水車	横軸単輪単流渦巻型 フランス水車
調 速 機	PD 制御電動ガバナ	PD 制御電動ガバナ
入 口 弁	電動式弁	電動式弁
定 格 出 力	273kW	204kW
回 転 速 度	900rpm	1200rpm
発電機		
型 式	3 相交流ブラシレス同期発電機	3 相交流ブラシレス同期発電機
絶 縁 の 種 類	F 種 (固定子、回転子)	F 種 (固定子、回転子)
定 格 電 圧	480V	480V
定 格 容 量	314kVA	235kVA
定 格 力 率	80%	80%
周 波 数	60Hz	60Hz
回 転 速 度	900rpm	1200rpm
水車発電機制御装置		
型 式	屋内自立閉鎖型 (1 面)	屋内自立閉鎖型 (1 面)
低圧配電盤		
型 式	屋内自立閉鎖型 (3 面)	屋内自立閉鎖型 (3 面)
遠方監視制御装置		
型 式	計算機制御装置 (1 台)	計算機制御装置 (1 台)
高圧配電盤		
型 式	屋内自立閉鎖型 (1 面)	屋内自立閉鎖型 (1 面)
主要変圧器		
型 式	屋外型油入自冷式	屋外型油入自冷式
定 格 電 圧	480V/34.5kV	480V/13.8kV
容 量	400kVA	250kVA
結 線 方 式	1 次 3 角型 / 2 次星型	1 次 3 角型 / 2 次星型

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトにおける実施設計には、詳細設計、入札図書作成、入札業務が含まれ、その後、施工、調達監理業務が行われ、事業実施期間は E/N 締結後 24 ヶ月と見込まれる。全体工期は、主に水力発電機器の製作図作成、製作、輸送、据付工事、調整・試運転及び検収・引渡しの機材調達の工程より決定され、導水配管工事、発電所工事等の土木・建築工事は、機器の製造、納入と並行して実施される。施工・調達実施工期は、業者契約承認後より 16 ヶ月程度と見込まれる。

事業費の総額は 9.73 億円（日本側 9.58 億円、「ホ」国側 0.15 億円）である。

5. プロジェクトの評価

5.1 妥当性

本案件の妥当性は下記に示すように高いものと判断される。

- 発電設備の約 6 割 (1,579MW) を輸入化石燃料（主として石油）に依存する「ホ」国において、①国産の再生可能エネルギーであり、②環境・社会負荷が比較的少なく、③施工期間が比較的短期で済む、小規模水力発電の開発を進めることは当該国の開発方針であるエネルギー安全保障、地球温暖化ガス排出抑制に合致する。
- 本事業は、エネルギー効率改善及び再生可能エネルギーの拡大を通じた気候変動への影響緩和を図るものであり、我が国の対「ホ」国協力における開発課題「気候変動対策」に位置づけられる。
- 我が国政府は、新エネルギー分野の優れた技術を活用し、途上国のグリーン成長の実現を後押しする方針を示しており、本案件は、同方針に合致するものである。
- ENEE への売電による SANAA の買電電気料金の削減効果は、発電所設備の維持管理費用を十分賄うことができ、余剰金は SANAA の財政改善等に資することが可能である

5.2 有効性

(1) 定量的効果

本事業の実施により想定される定量的効果の成果指標は以下の通りである。

想定される成果指標

指標名	基準値 (2012年)	目標値 (2018年) 【事業完成3年後】
発電端電力量 (MWh/年)	—	1,650MWh/年 (コンセプション発電所) 520MWh/年 (ピカチヨ発電所)
CO ₂ 排出量の削減 (t/年)	—	645 t/年 (コンセプション発電所) 203 t/年 (ピカチヨ発電所)
SANAA がポンプ使用等で消費する 電気料金削減額 (US ドル/年)	—	225,967 US ドル/年 (コンセプション発電所) 71,214 US ドル/年 (ピカチヨ発電所)

備考：「ホ」国の CO₂ 発生削減係数：391grammes/kWh

(2) 定性的効果

定性的効果は以下の通りである。

- 経済社会開発の向上及び温室効果ガス排出量の削減に寄与する再生可能エネルギー利用の促進が期待される。
- 本事業は、「ホ」国で最初の浄水設備の未利用エネルギーを活用した再生可能エネルギーのパイロットプロジェクトであり、今後同様のプロジェクトの普及に貢献するものと期待される。
- SANAA の財政を圧迫しているポンプ使用等で消費する多大な電気料金の削減により、水道事業のサービス向上が図られる。
- 電力供給源の多様化が図られる。

ホンジュラス共和国テグシガルパ市内給水施設小水力発電導入計画
準備調査報告書

目 次

序 文

要 約

目 次

プロジェクト位置図／完成予想図／写真集

図表リスト／略語集

第1章	プロジェクトの背景・経緯	1 - 1
1-1	当該セクターの現状と課題	1 - 1
1-1-1	現状と課題	1 - 1
1-1-2	開発計画	1 - 2
1-1-3	社会経済状況	1 - 3
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1 - 4
1-3	我が国の援助状況	1 - 4
1-4	他ドナーの援助動向	1 - 5
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2 - 1
2-1	プロジェクトの実施体制	2 - 1
2-1-1	組織・人員	2 - 1
2-1-2	財政・予算	2 - 2
2-1-3	技術水準	2 - 4
2-1-4	既存の施設・機材	2 - 5
2-2	プロジェクト・サイト及び周辺状況	2 - 7
2-2-1	関連インフラの整備状況	2 - 7
2-2-2	自然条件	2 - 8
2-2-3	環境社会配慮	2 - 15
2-2-3-1	環境影響評価	2 - 15
2-2-3-1-1	環境及び社会の状況	2 - 15
2-2-3-1-2	「ホ」国の環境社会配慮制度・組織	2 - 20
2-2-3-1-3	代替案	2 - 23
2-2-3-1-4	スコーピング及び環境社会配慮調査のTOR	2 - 23
2-2-3-1-5	環境社会配慮調査結果	2 - 25
2-2-3-1-6	影響評価	2 - 26
2-2-3-1-7	緩和策及び緩和策実施のための費用	2 - 27
2-2-3-1-8	モニタリング計画	2 - 28
2-2-3-1-9	ステークホルダー協議	2 - 30
2-2-3-2	用地取得・住民移転	2 - 30
2-2-3-2-1	用地取得・住民移転の必要性及び規模	2 - 30

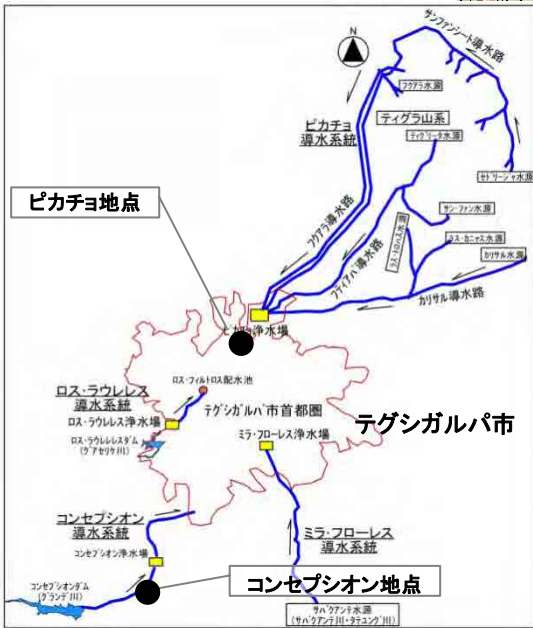
2-2-3-2-2	実施内容.....	2 - 30
2-2-3-2-3	実施スケジュール.....	2 - 31
2-3	その他（グローバルイシューとの関連）.....	2 - 31
第3章	プロジェクトの内容	3 - 1
3-1	プロジェクトの概要.....	3 - 1
3-2	協力事業の基本設計.....	3 - 4
3-2-1	設計方針.....	3 - 4
3-2-2	基本計画（施設計画／機材計画）.....	3 - 8
3-2-2-1	施設計画（土木設備）.....	3 - 8
3-2-2-2	機材計画（水車・発電機、電気設備）.....	3 - 41
3-2-3	概略設計図.....	3 - 65
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3 - 66
3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3 - 66
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3 - 67
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3 - 68
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3 - 69
3-2-4-5	品質管理計画.....	3 - 70
3-2-4-6	資機材調達計画.....	3 - 71
3-2-4-7	初期操作指導.....	3 - 73
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 75
3-2-4-9	実施工程.....	3 - 78
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3 - 79
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 80
3-4-1	基本方針.....	3 - 80
3-4-2	運営・維持管理体制.....	3 - 80
3-4-3	維持管理項目.....	3 - 83
3-4-4	中長期維持管理計画とモニタリング.....	3 - 85
3-5	プロジェクトの概算事業費.....	3 - 86
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3 - 86
3-5-2	運営・維持管理費.....	3 - 87
第4章	プロジェクトの評価	4 - 1
4-1	事業実施のための前提条件.....	4 - 1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4 - 2
4-3	外部条件.....	4 - 2
4-4	プロジェクトの評価.....	4 - 3
4-4-1	妥当性.....	4 - 3
4-4-2	有効性.....	4 - 3

図 面

資 料

- 資料 1 調査団員氏名
- 資料 2 調査行程
- 資料 3 関係者（面会者）リスト
- 資料 4 討議議事録（M/D）
- 資料 5 ソフトコンポーネント計画書
- 資料 6 参考資料／収集資料リスト
- 資料 7 その他資料・情報

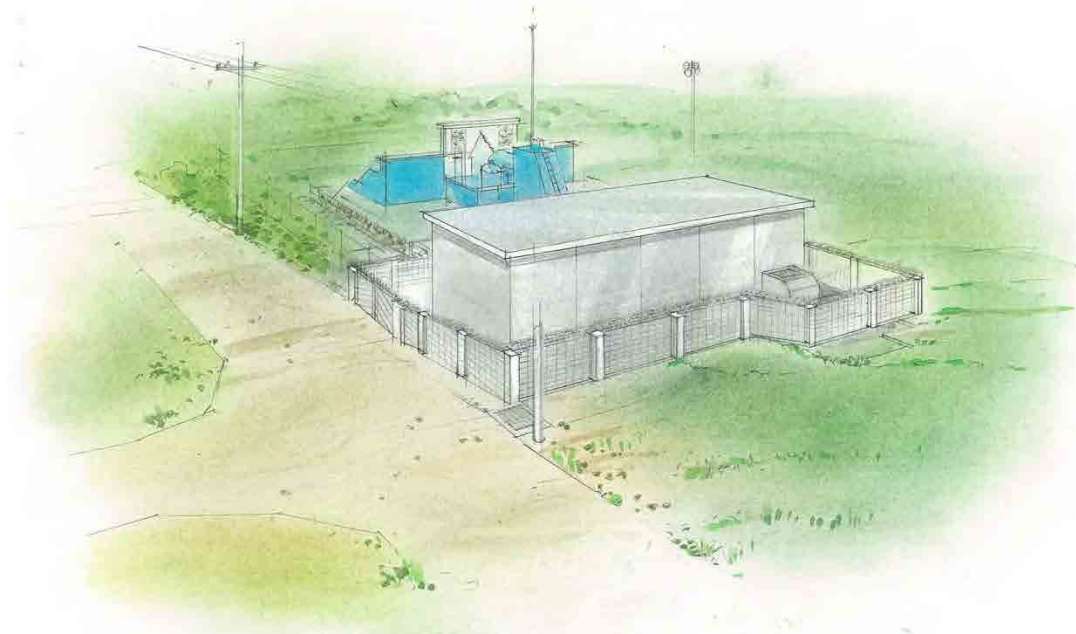
プロジェクト位置図



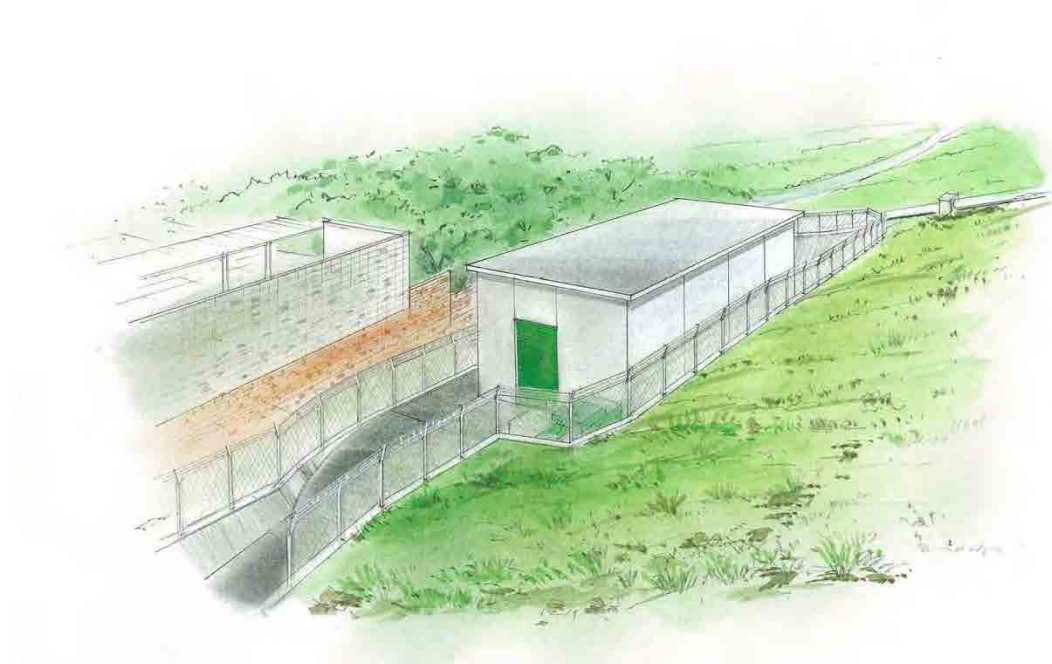
(凡例) ● 対象プロジェクトサイト

● コンセプション地点

完成予想図



コンセプション発電所



ピカチヨ発電所

写真集

(1) コンセプション地点



発電所地点

発電所予定地点は、曝気装置の直上流地点である。地形は平坦で、所々に露頭が見られる。コンセプションダムと曝気装置の導水管落差を利用して原水により、出力 250kW の発電を行う計画である。



発電所地点

コンセプション浄水場に到る砂利道より発電所へは容易にアクセスできる。この道路の反対側は新興住宅地となっており、現在も建設が進められている。



埋設管ルート

新設埋設管ルートは既存の道路沿いに計画されている。掘削深度は約 2m としバックホウで掘削し、建込み簡易土留め工法を用いる。舗装区間は約 1,890m であり、写真中央は沢の水が道路を横切っている地点である。



埋設管ルート

新設埋設管ルートの約 560m の上流区間は住宅地内の未舗装道路を通過する。写真は、道路の両側に壁が迫り、道幅が約 3m しかないため、工事中は全面通行止めとなる。このため迂回路等の対策が必要である。



曝気装置

発電所予定地点は曝気装置の直上流である。コンセプション浄水場の最大処理能力は 1,500liter/sec であり、平均取水量は約 1,250liter/sec で 1 年を通じて比較的安定している。



コンセプション貯水ダム

コンセプションダムは、ダム高 68m、有効貯水池容量 33 百万 m^3 、1991 年に建設された。延長約 7km(内径 1,100mm と 900mm)の鋼製送水管により曝気装置を経てコンセプション浄水場まで送水される。

(2) ピカチヨ地点



発電所地点

ピカチヨ発電所は、既存の減圧弁ピットから約10m標高の高い空地となっている斜面の土地を造成して発電所を建設する計画である。



アクセスルート

工事中及びメンテナンス用の発電所へのアクセス道路はL22系統配水管路と反対側で既存の道路から取り付ける。



既存の減圧バルブピット

事前調査では、同バルブピット内に水車・発電機を設置する予定であったが、スペースの問題、制御機器類設置の環境問題等で、約10m標高の高い斜面に決定した。



ピカチヨ浄水場 マニホールド

ピカチヨ浄水場からの配水管路は合計9系統あり、L22系統管路は内径400mmと最大径である。配水量の調整はマニホールドのバルブで行っている。



ピカチヨ浄水場

ピカチヨ浄水場の最大処理能力は2011年に1,100liter/secまで拡張された。乾季には水源からの取水量が減少する。上の写真は爆気装置である。



ピカチヨ浄水場の水源

ピカチヨ浄水場の水源は約18箇所あるが、全て溪流取水であり貯水ダムはない。多くがラ・ティグラ国立公園内にある。

図表リスト

図リスト

図 2-1.1	SANAA の組織図.....	2 - 1
図 2-1.2	水道事業規制の仕組み.....	2 - 2
図 2-1.3	テグシガルパ市首都圏の浄水場.....	2 - 5
図 2-1.4	L22 系統管路システム (SANAA 運転主任からの聞き取り)	2 - 7
図 2-2.1	ホンジュラスにおける地震履歴 (1990-2012)	2 - 8
図 2-2.2	テグシガルパ市の気温 (1990-2007)	2 - 9
図 2-2.3	ピカチョ地点とコンセプション地点の降水量 (2006-2011)	2 - 10
図 2-2.4	コンセプションダム の平均、最大及び最小の日ダム水位の変動 (2000-2011)	2 - 11
図 2-2.5	コンセプションダム の平均、最大及び最小の日取水量の変動 (2000-2011)	2 - 11
図 2-2.6	コンセプションダム の水位日変動 (2000-2011)	2 - 12
図 2-2.7	コンセプションダム の取水量日変動 (2000-2011)	2 - 13
図 2-2.8	ピカチョ浄水場の日処理水量 (2002-2011)	2 - 14
図 2-2.9	ピカチョ浄水場の月平均、最小及び最大処理水量 (2002-2011)	2 - 14
図 2-2.10	ピカチョ浄水場の年平均、最小及び最大処理水量 (2002-2011)	2 - 15
図 2-2.11	「ホ」国自然保護区地図.....	2 - 16
図 2-2.12	対象地点と自然保護区の位置関係.....	2 - 17
図 2-2.13	国民のための公園とピカチョ地点の位置関係.....	2 - 18
図 3-2.1	平均、最大及び最小取水量の変化.....	3 - 10
図 3-2.2	平均、最高及び最低ダム水位の変化.....	3 - 10
図 3-2.3	コンセプションダム の日ダム水位及び日取水量の変動 (2000-2011)	3 - 11
図 3-2.4	コンセプションダム からの取水量の流況曲線 (2006-2011 年)	3 - 12
図 3-2.5	コンセプション発電所の概略レイアウト.....	3 - 14
図 3-2.6	コンセプション発電所の年間推定発生電力量.....	3 - 15
図 3-2.7	コンセプション発電所の月別平均推定発生電力量.....	3 - 16
図 3-2.8	L22 系統管路における代表的な配水パターンと配水流量.....	3 - 17
図 3-2.9	ピカチョ浄水場の日処理水量 (2002-2011)	3 - 18
図 3-2.10	ピカチョ浄水場の月平均、最小及び最大処理水量 (2002-2011)	3 - 18
図 3-2.11	流速係数 (C) の違いによる各流量に対する摩擦損失水頭.....	3 - 19
図 3-2.12	ピカチョ発電所の縦断レイアウト.....	3 - 21
図 3-2.13	既設鋼管の水頭損失実測値と計算値の比較 (曝気装置直前地点)	3 - 24
図 3-2.14	年度別推定発生電力量の計算結果 (新設管無の場合)	3 - 26
図 3-2.15	年度別推定発生電力量の計算結果 (管径 500mm 新設管の場合)	3 - 26
図 3-2.16	年度別推定発生電力量の計算結果 (管径 600mm 新設管の場合)	3 - 27
図 3-2.17	年度別推定発生電力量の計算結果 (管径 700mm 新設管の場合)	3 - 27
図 3-2.18	年度別推定発生電力量の計算結果 (管径 800mm 新設管の場合)	3 - 28
図 3-2.19	各管径に対する年平均推定発生電力量の計算結果.....	3 - 28
図 3-2.20	新設管路の各管径に対する kWh 当り管路建設単価の比較 (2006-2011 年平均) ..	3 - 29
図 3-2.21	新設管路の上流分岐箇所.....	3 - 31
図 3-2.22	新設水路ルート沿いの地質状況 (コンセプション地点)	3 - 38
図 3-2.23	新設水路ルート沿いの道路及び周辺状況 (コンセプション地点)	3 - 39
図 3-2.24	コンセプション地点の水頭検討図.....	3 - 43

図 3-2.25	水車型式選定図.....	3 - 44
図 3-2.26	比速度とキャビテーション係数の関係.....	3 - 45
図 3-2.27	現状の取水系統.....	3 - 49
図 3-2.28	発電設備供用開始後の取水方法.....	3 - 49
図 3-2.29	ピカチョ地点の水頭検討図.....	3 - 53
図 3-2.30	水車型式選定図.....	3 - 54
図 3-2.31	現状の配水系統.....	3 - 58
図 3-2.32	発電設備供用開始後の配水方法.....	3 - 59
図 3-2.33	サンタ・フェ変電所単線結線図.....	3 - 63
図 3-2.34	ラ・レオナ変電所単線結線図.....	3 - 64
図 3-2.35	調達にかかる各機関の役割.....	3 - 66
図 3-2.36	発電所の運転、維持管理組織（案）.....	3 - 74
図 3-4.1	SANAA 組織図.....	3 - 81
図 3-4.2	コンセプション浄水場運転維持管理組織図.....	3 - 81
図 3-4.3	ピカチョ浄水場運転維持管理組織図.....	3 - 82
図 3-4.4	両発電所の運営、維持管理組織（案）.....	3 - 82
図 3-5.1	両発電所の運営、維持管理組織（案）.....	3 - 87

表リスト

表 1-1.1	2010 年の発電出力及び発電量.....	1 - 2
表 1-3.1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（電力分野）.....	1 - 4
表 1-3.2	我が国の無償資金協力の実績（参考：上水道分野）.....	1 - 5
表 1-4.1	他ドナー国・国際機関の援助実績（電力分野／上水道分野）.....	1 - 6
表 2-1.1	SANAA の連結損益計算書（2006 年－2011 年）.....	2 - 3
表 2-1.2	SANAA の連結貸借対照表（2006－2011 年）.....	2 - 4
表 2-2.1	コンセプション地点の平均、最大及び最小取水量.....	2 - 12
表 2-2.2	「ホ」国の環境カテゴリ分類.....	2 - 20
表 2-2.3	水力発電所建設に適用されるカテゴリ分類.....	2 - 20
表 2-2.4	スコーピング結果.....	2 - 23
表 2-2.5	環境社会配慮調査の TOR.....	2 - 25
表 2-2.6	環境社会配慮調査結果.....	2 - 25
表 2-2.7	環境社会配慮影響評価.....	2 - 26
表 2-2.8	主な環境影響に対する回避・緩和策（コンセプション地点）.....	2 - 27
表 2-2.9	主な環境影響に対する回避・緩和策（ピカチョ地点）.....	2 - 28
表 2-2.10	モニタリング計画の項目.....	2 - 29
表 2-2.11	実施スケジュール.....	2 - 31
表 3-1.1	施設の概略.....	3 - 2
表 3-1.2	機材の概略.....	3 - 3
表 3-2.1	コンセプションダム平均、最高及び最大水位.....	3 - 9
表 3-2.2	コンセプションダム平均、最大及び最小取水量.....	3 - 9
表 3-2.3	管路の摩擦損失水頭と有効落差（φ700mm 新設管）.....	3 - 13
表 3-2.4	コンセプション発電所の発電諸元.....	3 - 14
表 3-2.5	コンセプション発電所の推定発生電力量.....	3 - 15

表 3-2.6	管路の摩擦損失水頭と有効落差.....	3 - 20
表 3-2.7	ピカチヨ発電所の発電諸元.....	3 - 20
表 3-2.8	ピカチヨ発電所の最大発電流量と発電規模の検討.....	3 - 22
表 3-2.9	既設鋼管の摩擦損失水頭.....	3 - 23
表 3-2.10	新設管路の材料費及び布設費.....	3 - 25
表 3-2.11	新設管路の各管径に対する年間推定発生電力量.....	3 - 25
表 3-2.12	新設管路の各管径の経済性指標値.....	3 - 29
表 3-2.13	新設管の各区間の状況.....	3 - 33
表 3-2.14	ダクタイル鋳鉄管と鋼管の比較表.....	3 - 35
表 3-2.15	採用管種の検討表.....	3 - 36
表 3-2.16	吸出し水頭の計算.....	3 - 46
表 3-2.17	同期発電機と誘導発電機の比較.....	3 - 47
表 3-2.18	水車発電機制御装置仕様概要.....	3 - 51
表 3-2.19	同期発電機と誘導発電機の比較.....	3 - 56
表 3-2.20	水力発電システム制御装置仕様概要.....	3 - 61
表 3-2.21	両国の主要な分担業務.....	3 - 68
表 3-2.22	本計画における日本国コンサルタントの業務内容.....	3 - 69
表 3-2.23	実施設計に必要な要員と役割.....	3 - 69
表 3-2.24	入札監理に必要な要員と役割.....	3 - 69
表 3-2.25	施工監理要員と役割.....	3 - 70
表 3-2.26	機材調達区分（水力発電機材）.....	3 - 72
表 3-2.27	機材調達区分（建設用資材・機材）.....	3 - 72
表 3-2.28	発電所の運営組織体制（案）.....	3 - 74
表 3-2.29	ソフトコンポーネントの全体実施工程（案）.....	3 - 77
表 3-2.30	業務実施工程表.....	3 - 79
表 3-3.1	「ホ」国側の分担事業と実施体制.....	3 - 79
表 3-4.1	巡視、点検及び検査の頻度.....	3 - 83
表 3-4.2	水車、弁類の分解点検の頻度.....	3 - 84
表 3-4.3	予備品の調達リスト.....	3 - 85
表 3-5.1	本計画の概略事業費 日本側負担分.....	3 - 86
表 3-5.2	本計画の概略事業費 「ホ」国側負担分.....	3 - 86
表 3-5.3	運転、維持管理要員.....	3 - 88
表 4-4.1	「ホ」国の電力システムによる CO ₂ 発生削減係数.....	4 - 4
表 4-4.2	定量的効果.....	4 - 4

写真リスト

写真 2-2.1	コンセプション発電所建設予定地（青色の構造物はエアレータ）	2 - 17
写真 2-2.2	コンセプション発電所建設予定地.....	2 - 17
写真 2-2.3	コンセプションダム上流.....	2 - 18
写真 2-2.4	コンセプションダム 貯水池.....	2 - 18
写真 2-2.5	ピカチヨ地点の発電所建設予定地.....	2 - 19
写真 2-2.6	ピカチヨ地点の L22 管路	2 - 19
写真 2-2.7	ピカチヨ浄水場の水源・導水管・取水堰堤.....	2 - 19
写真 3-2.1	上流分岐点の候補地.....	3 - 32
写真 3-2.2	エアレーター付近道路斜面状況.....	3 - 32
写真 3-2.3	一般道路部 切取り法面状況.....	3 - 32
写真 3-2.4	一般道路部 平地部状況.....	3 - 33
写真 3-2.5	上流分岐予定地点 岩露出状況.....	3 - 33

略 語 集

略語	西語	英語	日本語
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica	Central American Bank of Economic Integration	中米経済統合銀行
BID	Banco Centroamericano de Integración Económica	Inter-American Development Bank (IDB)	米州開発銀行
CNE	Comisión Nacional de Energía	National Energy Commission	国家エネルギー委員会
CONASA	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento	National Water and Sanitation Council	国家水衛生委員会
DECA	Dirección de Evaluación y Control Ambiental	Department of Environmental Evaluation and Control	環境評価・管理局
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos	Department of Income	税務局
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica	National Electricity Power Company	国家電力会社
ERSAPS	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento	Portable Water and Sanitation Regulatory Agency	上下水道規制局
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	Japan International Cooperation Agency (JICA)	独立行政法人 国際協力機構
SANAA	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	National Autonomous Service of Aqueducts and Sewerage	国家上下水道公社
SEPLAN	Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa	Technical Ministry of Planning and International Cooperation	対外協力庁
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	Ministry of Natural Resource and Environment	天然資源環境省
SIAFI	Sistema Integrado de Administracion Financiera	Integrated System of Financial Administration	財政管理統合システム
SINEIA	Sistema Nacional de Evaluación de Impact Ambiental	National System of Evaluation of Environmental Impact	環境影響評価システム

単 位

距離	mm	: Millimeters
	cm	: Centimeters
	m	: Meters
	km	: Kilometers
面積	m ²	: Square-meters
	km ²	: Square-kilometers
体積	m ³	: Cubic-meters
時間	sec.	: Seconds
通貨	US\$: United States Dollars
	Lps.	: Lempiras (「ホ」国現地通貨単位)
	JPY	: Japanese Yen
電力	kV	: Kilo volts (1,000 V)
	kA	: Kilo-amperes (1,000 A)
	W	: Watts (active power) (J/s: Joule/second)
	VA	: Volt-amperes
	kW	: Kilo watts (1,000 W)
	kWh	: Kilo-Watt-Hour
	kVA	: Kilo volt-amperes
	MW	: Mega watts (10 ⁶ W)
	MVA	: Mega volt-amperes (10 ⁶ VA)

第1章

プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

ホンジュラス共和国（「ホ」国）の火力発電設備は、輸入化石燃料を利用した小型ディーゼル火力であるが、エネルギーの安全保障（輸入化石燃料への依存低減）及び温室効果ガス排出抑制の観点から、これらディーゼル火力への依存度を抑制するべく、再生可能エネルギーの積極的活用や、省エネルギーの推進が望まれている。こういった背景から、「ホ」国政府は再生可能エネルギーの導入拡大を国家レベルの重要課題の一つと位置づけている。

電力セクターのみならず、再生可能エネルギーは上下水道セクターにおいてもその導入可能性が期待される。首都圏で国家上下水道公社（SANAA）が管理する浄水場や地下水くみ上げ用のポンプで消費する電力は、年間平均 11.7GWh にものぼり、SANAA は年間約 2 百万 US ドルの電気料金を負担している。このため、浄水場における未利用エネルギーを活用した発電を行うことにより、SANAA の電気料金支出の削減が見込まれる。

このような状況を踏まえ、「ホ」国政府は、既存のコンセプション浄水場とピカチョ浄水場において、施設内の未利用エネルギーを活用した小規模水力発電を行うことにより、「ホ」国の再生可能エネルギーの導入拡大を図るとともに、SANAA の財務状況に大きな負担を与えている国家電力会社（ENEE）からの買電量を削減する計画を策定し、本計画具体化に係る無償資金協力の供与について日本政府に要請を行った。

「ホ」国電力セクターの課題には①火力発電への高い依存度（57%）、②高い送配電ロス（20%以上）、③発電コストを反映しない電力料金体系等があげられる。特に①は、90年代後半に民間投資による新規電源開発の大半が開発リスクの小さい火力発電に集中した結果であり、これが近年の化石燃料価格の高騰にあたり、輸入の増大による経常収支赤字拡大、電力補助金支出の増大による財政収支圧迫等を招いている。このような状況の中、「ホ」国政府は、「国家ビジョン 2010-2038」において、エネルギーの安全保障／1次エネルギー源多様化、地球温暖化ガス排出抑制等の観点から、再生可能エネルギーを活用した電源開発を積極的に進める政策を掲げている。

1-1-2 開発計画

(1) 電力セクター

「ホ」国の電力設備容量は、ディーゼルが 990MW (総設備容量の 62%)、水力が 523MW (32%)、その他が 90MW (6%) である。また発電電力量ベースでは、火力が 52% を占める等、「火主水従」の構成である。

表 1-1.1 2010 年の発電出力及び発電量

	Capacity (MW)			Generation (GWh)		
	ENEE	Private	Total	ENEE	Private	Total
Hydro	464.4	62.0	526.4	2,707.5	372.8	3,080.3
Thermal	124.6	867.9	992.5	23.4	3,477.6	3,501.0
Biomass	-	91.4	91.4	-	148.1	148.1
Total	589.0	1,021.3	1,610.3	2,730.9	3,998.5	6,729.4

「ホ」国の火力発電設備は、輸入化石燃料を利用した小型ディーゼル火力であるが、エネルギーの安全保障（輸入化石燃料への依存低減）及び温室効果ガス排出抑制の観点から、これらディーゼル火力への依存度を抑制するべく、再生可能エネルギーの積極的活用や、省エネルギーの推進が望まれている。こういった背景から、「ホ」国政府は、2010年に発表した長期的な国家開発目標「国家ビジョン 2010-2038」「国家計画 2010-2022」においてエネルギー安全保障／一次エネルギー源多様化、地球温暖化ガス排出抑制等の観点から、再生可能エネルギーの導入を積極的に進める政策を示し、同方針のもと、既設水力発電所のリハビリ及び小水力発電等再生可能エネルギーを活用した電源開発を積極的に進める計画である。「国家計画 2010-2022」にて、2022年までに再生可能エネルギーの利用比率を 60% にまで引き上げる方針を打ち出した。

2009年11月に発足したロボ・ソーサ政権において長期的国家計画である「国家計画 2010-2022」が策定された。同計画のセクター戦略計画である「気候変動国家戦略」を 2010年に策定した。その中で①水資源、②沿岸域保全、③保健医療、④土壌保全・農業、⑤森林保全と生物多様性、⑥エネルギー・運輸及び⑦自然災害の7分野を重点分野としている。

(2) 水道セクター開発計画

政府は国民の生活環境の改善と貧困者救済を重要施策の一つに揚げ、上下水道の整備に力を入れており、上水道分野において安全な水の安定供給を目指すとともに、貧困者へは給水サービスの向上を目標としている。SANAA はこうした上位目標を受け、1988年に策定したマ

スタープラン「テグシガルパ市上水道開発計画」に基づき、テグシガルパ市の水道施設整備事業を行っている。

1-1-3 社会経済状況

「ホ」国は、中南米において開発の遅れた貧困国の一つであり、都市部と地方の所得格差も大きい。国内総生産(GDP)は2011年で約174億USドル、一人当たりの国内総生産(GDP/capita)は2,162USドルである(2012年、国際通貨基金 World Economic Outlook Database)。また、「ホ」国の産業内訳は第1次産業がGDPの12.8%、第2次産業が26.6%、第3次産業が60.6%となっている(2012年、Central Intelligence Agency The World Fact Book)。経済成長率は、2004～2008年は3～6%程度であったが、2008年後半に深刻化した世界金融危機の影響とクーデターによる社会の混乱が追い打ちをかけ、2009年には-2.1%に落ち込み、10年振りのマイナス成長となった。2010年は、2.8%、2011年は3.6%まで回復している(2012年、「ホ」国中央銀行)。

「ホ」国の経済は、伝統的にコーヒーやバナナ等の輸出に頼ってきたが、近年は、これから脱却するため、新規産業の育成を図っており、マキラ(輸出保税加工区)における製造業(特に繊維工場)、観光業、養殖エビ、メロンの輸出等への多様化が図られてきた。1998年10月におけるハリケーン・ミッチの襲来によりコーヒー、バナナ農園が大きな被害を被ったが徐々に回復してきている。

近年は、2009年6月に発生したクーデターによる政治の混乱を経験し、国際協力の停止の影響も出て、国内経済は厳しい状況に陥り、治安の一層の悪化、ハリケーンなど頻発する自然災害といった課題が持続的発展の大きな障害となっている。

地方部での主要産業は農業であり、農業の主要品目は、コーヒー、砂糖、バナナとなっており、輸出の主要品目となっている。工業では、繊維、縫製品の軽工業が主体であり、この工業品目も輸出の主要品目となっている。2011年の貿易収支は、輸出7.2億USドル、輸入10.3億USドルとなっており、3.1億USドルの貿易赤字となっている。

「ホ」国は、国家財政赤字に悩まされており、この10年間赤字が続いている。2005～2008年は同財政赤字の対GDP比は、-1%台で推移してきたが、2009～2011年は、-4.7%、-2.9%、-2.8%であり、約125億レンピラ、85億レンピラ、93億レンピラの財政赤字となっている。なお、失業率は2008～2011年では3.0%、3.1%、3.9%、4.3%と増加傾向にある。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

浄水場設備やポンプ場運転のための多大な電力料金支払いが SANAA の財務に大きな影響を与えている。このような状況を踏まえ、「ホ」国政府は、既存の浄水場施設内（コンセプション浄水場及びピカチョ浄水場）に、未利用水力落差を利用した小規模水力発電を行うことにより、ENEE からの買電量を抑制する計画を策定するとともに、本計画の具体化にかかる無償資金協力の供与について日本政府に対し要請した。同要請を受け、JICA は「ホ」国側関係機関の概要、要請内容の背景等について確認するたための基礎情報収集・確認調査「Data Collection Survey on Mini Hydroelectric Power in Metropolitan Area in the Republic of Honduras」を 2011 年 11 月に実施した。

要請のベースとなった、ローカルコンサルタントが実施した事前調査のレビュー結果により、SANAA が管理するコンセプション浄水場、ピカチョ浄水場の 2 ヶ所について調査団が再検討を行った。その結論として、現在有効活用されていないエネルギーを活用し、合計 444kW 相当の発電を行うことにより、当該浄水場の効率的な運営に貢献するものである。

なお、本案件は、政府の方針に則り平成 24 年度要望枠「グリーン成長の促進（新エネルギー導入・促進事業）」の一環として協力準備調査を実施するものであり、我が国中小企業等の優れた製品・技術の活用を前提として設計方針等を検討する。

1-3 我が国の援助状況

我が国がこれまでに実施した電力分野、上下水道分野の協力は次表に示すとおりである。給水状況が厳しい首都圏の現況を緊急に解決するための対応策として、無償資金協力テグシガルバ緊急給水計画が 2007～2010 年に実施された。本プロジェクト対象地域のピカチョ地点において、同無償資金協力により更新された L22 系統管路に水車発電機を設置する計画である。

表 1-3.1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（電力分野）

協力内容	実施年度	案件名	概要
開発調査	1991－1993 年	エル・カホン水力発電所増設計画調査	フィジビリティ調査、75MW×2 基
有償資金協力	1980－1985 年	エル・カホン水力発電所建設事業	発電及び洪水制御の堤高 226m、堤長 282m アーチ式貯水ダム、出力 300MW(75MW×4 基) (78.00 億円)
	1983－1987 年	カニャベラル水力発電所拡張事業	概要不明。(27.01 億円)

表 1-3.2 我が国の無償資金協力の実績(参考:上水道分野)

実施年度	案件名	供与限度額 (億円)	概要
1994－ 1995	テグシガルパ市周辺地域給水計画	9.87	深井戸22本の建設、給水車10台の調達、配水池建設資機材の調達(SANAA)
1994－ 1996	サンペドロスーラ市浄水場整備計画	21.21	サンタアナ浄水場、ピエドラス浄水場の建設(サンペドロスーラ市水道公社)
1999－ 2003	テグシガルパ市上水道復旧整備計画	31.39	配水池整備21箇所、送配水管網の復旧・整備14地区及び7路線、3次配水管、給水接続管復旧工事、給水メーター及び漏水抑制用機材の調達(SANAA)
2007－ 2010	テグシガルパ市緊急給水計画	18.28	送水管及び配水管の新設、更新、配水池6箇所の新設、ピカチョ浄水場の生産量200ℓ/秒の増加のために必要な改修、給水ステーション2箇所の建設(SANAA)

1-4 他ドナーの援助動向

これまでに他ドナーが電力分野、上下水道分野の協力を実施してきている。

上下水道事業法では、その48条で、公営水道事業者であるSANAAの施設と運営を5年以内に受益地方自治体に順次移管し、その後SANAAはCONASAに対する技術アドバイザー的な組織とすることが定められている。設備移管の時期は法で定められた2008年までに完了せず、5年間延長された。現在、2013年10月までに移管を完了することとされている。世界銀行グループのサポートのもとで市は手続きを進めているが、資金面の問題(SANAA従業員への退職金等を含めた各種支払いの清算金)でかなり難航している。

表 1-4.1 他ドナー国・国際機関の援助実績(電力分野/上水道分野)

実施年度	機関名	案件名	金額 (USドル)	援助形態	概要
電力分野					
2004～ 2014	米州開発銀行	地方電化支援プロジェクト	不明	技術協力	配電線及び変電所建設、通信システム、送電会社への支援
2006～ 2012	ドイツ国際 協力公社	EnDevプロジェクト発展 のための電力	不明	技術協力	EnDevの現在までの成果: 太陽電池 30W を各 500US ドルで国内 3,600カ所に設置、8～15kWの小水力発電 所 10カ所の建設。平均コストは 60,000 US\$, 裨益世帯は 40～60 戸、建設期間は 6ヵ月～1年。
	米国国際 開発庁	太陽光による電化	50,000	技術協力	受益者は 350 人。50/65W のシステムを 50 戸設置。(費用内訳:米国国際開発庁 43%、「ホ」国社会投資基金 40%、コミュニ ティ 17%)
	米国国際 開発庁	太陽光による電化	170,000	技術協力	50/65W のシステムを 50 戸設置。(費用内 訳:米国国際開発庁 37.5%、「ホ」国社会投 資基金 36%、市役所 13%、コミュニティ 7.5%、オホホナ市の組織 6%)
上水道分野					
2000	フランス開発庁	ピカチョ路線導水路の 整備	8,000,000	無償	
2000～ 2006	イタリア外務省 開発協力総局	コンセプションダムの 拡張	24,000,000	無償	コンセプションダムにおける転倒ゲート据 付、浄水場拡張、下水処理場建設
2003	米州開発銀行	市内管路整備及びポン プ施設整備	10,000,000	無償	導水管・配水管・ポンプステーションの整 備・ダム・1次処理等の保守、リハビリ
2003～ 2007	欧州連合	貧困地区の給水施設、 衛生施設の整備	34,000	無償	テグシガルパ市北西部発展途上周辺地域 の給水システムのリハビリ・拡張工事
2004	スペイン 国際協力庁	ミラ・フローレス浄水場 の拡張	900,000	無償	ミラ・フローレス浄水場のユニットプラントの 据付
2004	スペイン 国際協力庁	ロス・ラウレス浄水場 の拡張	不明	無償	ロス・ラウレス浄水場のユニットプラントの 据付、ダムの浚渫作業
2006～ 2007	中米経済 統合銀行	地下水開発プロジェクト(第1期拡張)	3,300,000	有償	

第2章

プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 組織・人員

本事業の責任機関及び実施機関は、いずれも国家上下水道公社（SANAA）であり、大きな地方都市を除く国内全域において、上下水道の調査、建設、運営・維持管理の業務を担っている。SANAA 従業員数は 2013 年 1 月現在、1,962 名である。本調査のカウンターパート部署としての計画部は職員 20 名であり、新規プロジェクトの計画立案を担当している。本計画の対象地域であるテグシガルパ首都圏の水道事業は首都圏局が担当しており、水道施設は運転部及び維持管理部によって運転・保守が行われている。2013 年 1 月時点での人員は、維持管理部 210 名、運転部 300 名である。SANAA は、独立公社（ホンジュラス共和国（「ホ」国）政府では省庁と同等レベル）であり、我が国による過去の無償資金協力事業においても SANAA は責任機関であり、かつ実施機関となっている。計画部及び首都圏局は、日本の援助を受けたことがあり、計画の進め方や実施方法については十分理解している。本事業の実施に関係する部署の責任者や技術者は、長期に亘り勤務しており、技術レベルも高い。したがって、実施機関の能力に問題はない。

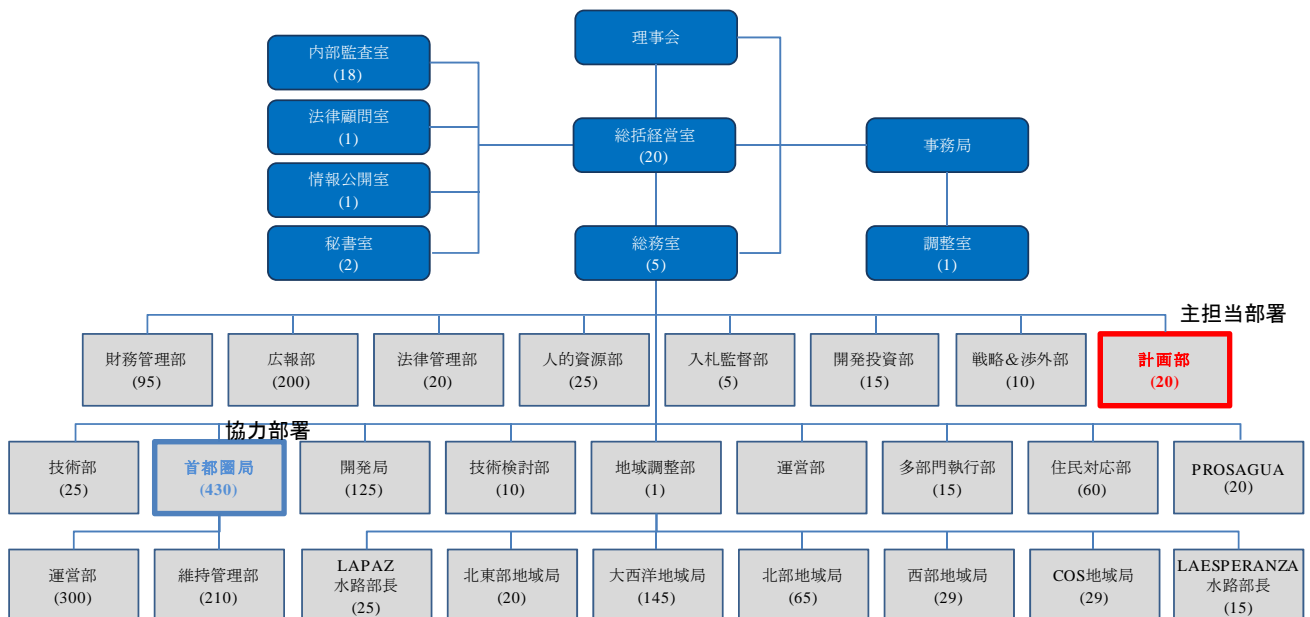


図 2-1.1 SANAA の組織図

(出典：SANAA 資料 () 内は人数)

2003 年に定められた上下水道事業法で、事業者の責務、料金設定等が規定されるとともに、規制当局の政府組織が定められた。厚生省のもと、国家衛生委員会（CONASA）が設置され、規制組織として上下水道規制局（ERSAPS）が設立され、民間事業者、上下水道組合、地方自治体、SANAA の事業を管理する体制が整えられた。

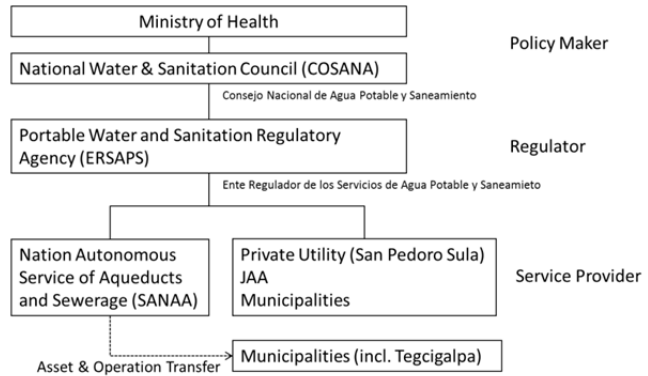


図 2-1.2 水道事業規制の仕組み

(2) 上下水道事業のテグシガルパ市への事業移管

「ホ」国では、地方分権化の推進に伴い、政府は 2003 年 10 月に「水と衛生部門に関する枠組み法」を発令し、上下水道のサービス機関を地方自治体に移管するよう指示した。SANAA からテグシガルパ市への上下水道事業移管について、法律上の期限である 2013 年 10 月に向けて準備を進めているが、資金面の問題（SANAA 従業員への退職金等を含めた各種支払いの清算金、1.1 億 US ドル相当）でかなり難航している。法律上、SANAA として事業移管以前に開始したプロジェクトは、他機関への事業移管後であっても、プロジェクト終了までは SANAA が責任を持って実施することが定められているため、本プロジェクトにおける設備建設工事の実施等には大きな影響は生じない。また、移管先であるテグシガルパ市は概略設計を行う準備調査段階から本事業について SANAA と積極的に情報共有を図っており、本事業により削減される当該浄水場における国家電力会社（ENEE）からの買電料金分によって発電設備の維持管理費用を十分賄えることをよく理解している。このため、移管後も、テグシガルパ市が継続して当該浄水場における小規模水力発電事業を運営する旨確認している。

2-1-2 財政・予算

2006 年から 2011 年までの SANAA の損益計算表と貸借対照表を以下に示す。SANAA は上下水道施設の調達、建設、運営、維持・管理を担っているが、施設建設費用に対する債務は国が責任を持ち、別会計で管理されている。

損益計算書によると 2006 年以降は、2010 年を除き赤字が続いている。支出で大きな割合を占める上水道維持・管理費（ポンプ場、送水・配水施設等）と運営事務費の増加が非常に大きい。一方、収入に関しては、最も大きな収入源である水道収入が増加しているが、支出の急激な増加には追いつけない状況である。2006 年から 2011 年の支出増額は約 50.0 百万レンピラであり、これに対して収入増額は 41.4 百万レンピラと支出増額が上回っている。また、

2006年は81.7百万レンピラの赤字が、2011年は、127.3百万レンピラ（約5.2億円）に拡大している。

貸借対照表より、収益の累計額はマイナス計上が続いており、毎年の赤字経営でその額は増える傾向である。

表 2-1.1 SANAA の連結損益計算書(2006年－2011年)

(単位：レンピラ)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
収入						
水道収入	325,009,721	383,033,593	447,291,576	457,593,425	676,186,641	600,916,059
基本使用料	72,508,462	84,302,911	88,992,627	84,627,220	77,548,054	84,359,358
従量水道料金	192,759,606	220,919,571	261,621,485	262,028,309	432,255,088	370,998,721
定額水道料金	73,169,908	83,899,551	97,468,980	98,837,350	164,337,220	160,668,345
調整水道料金	-19,597,338	-13,346,526	-7,948,254	-7,660,395	-12,115,988	-17,035,072
その他売上	6,169,083	7,258,086	7,156,738	19,760,942	14,162,268	1,924,707
その他収入	84,858,946	95,107,135	112,697,449	91,989,723	137,551,541	223,168,816
その他収入	4,840,233	6,124,209	10,506,024	9,760,757	9,333,008	7,598,289
メーター設置料	14,628,748	19,533,000	29,049,516	14,818,780	11,941,530	80,142,208
下水道料金	63,901,820	68,476,863	67,941,669	64,268,686	114,931,389	112,341,706
薬品販売			3,775,468			
支払利息	1,488,145	973,062	1,424,772	3,141,500	1,345,615	23,084,613
合計収入	409,868,667	478,140,727	559,989,025	549,583,148	813,738,182	824,082,876
支出(コスト・経費)						
上水運転維持管理費	260,212,559	282,939,525	338,651,322	366,258,360	397,508,393	505,300,553
取水施設	17,391,662	19,583,811	23,748,486	31,730,661	30,420,975	40,960,398
ポンプ場	90,642,837	98,264,145	122,629,595	125,763,071	137,357,147	205,740,577
浄水場	44,522,699	49,916,915	58,180,921	58,369,484	62,269,574	71,668,250
送水・配水施設	107,655,361	115,174,654	134,092,318	150,395,143	167,460,696	186,931,328
下水運転維持管理費	21,501,630	23,264,453	22,615,419	30,156,112	40,423,254	49,790,522
下水管	21,501,630	23,264,453	22,615,419	30,156,112	40,423,254	49,790,522
ポンプ場						
減価償却	34,683,600	34,683,600	34,683,600	34,683,600	71,607,600	71,607,600
運営事務費	175,158,763	194,822,546	226,196,414	257,194,695	304,073,556	324,636,437
営業	38,910,641	42,472,167	46,687,408	56,356,996.58	63,204,769	74,595,673
事務管理	136,248,122	152,346,461	179,472,137	200,800,388.84	240,817,897	249,871,503
財務		3,917	36,870	37,310	50,890	169,261
支出合計	491,556,552	535,710,124	622,146,755	688,292,768	813,612,802	951,335,112
利益(損失)	-81,687,885	-57,569,397	-62,157,730	-138,709,620	125,380	-127,252,236

表 2-1.2 SANAA の連結貸借対照表(2006-2011年)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
資産						
固定資産	5,207,664,620	5,516,013,158	5,618,604,802	6,036,300,863	6,334,473,943	6,634,057,167
使用中の財産・施設	3,380,997,714	3,795,883,481	3,734,924,594	3,706,295,788	3,683,414,871	4,156,167,160
進行中のプロジェクト	1,826,666,906	1,720,129,677	1,883,680,207	2,330,005,075	2,651,059,073	2,477,890,006
繰延資産	142,712,613	144,921,386	177,003,034	219,029,120	251,654,834	481,794,862
保証金	72,592	72,592	72,592	72,592	72,592	346,705
減価償却費	19,690,225	19,929,112	20,158,996	20,321,173	19,692,769	19,409,965
投資	122,949,796	124,919,681	156,771,445	198,635,355	231,889,472	462,038,192
プロジェクト関連売掛金						
流動資産	590,371,553	614,020,918	654,703,698	645,163,566	721,298,411	832,109,070
現金預金	67,173,825	74,067,660	98,592,150	53,388,767	139,464,638	73,373,463
正味売掛金	296,049,484	323,108,287	348,499,788	413,381,951	403,731,078	564,826,299
その他売掛金	14,372,632	14,749,380	21,463,356	18,235,121	22,035,826	32,863,987
在庫	212,775,612	202,095,591	186,148,404	160,157,726	156,066,868	161,045,320
前払金						
その他資産	9,689,400	7,118,238	15,651,403	14,153,202	8,037,907	5,034,188
資産合計	5,950,438,185	6,282,073,700	6,465,962,936	6,914,646,751	7,315,465,096	7,952,995,287
資本・負債						
出資金	4,122,460,499	4,243,943,830	4,593,650,321	4,764,329,568	5,209,330,992	5,618,194,492
プロジェクト出資金	1,779,359,700	1,956,661,548	2,105,108,617	2,421,466,151	2,607,206,655	2,744,687,281
繰越損益	-301,046,468	-361,087,111	-434,108,302	-574,300,020	-707,360,319	-793,289,454
前期繰越損益	-219,358,583	-303,517,714	-371,950,572	-435,590,400	-707,485,698	-666,037,218
当期損益	-81,687,885	-57,569,397	-62,157,730	-138,709,620	125,380	-127,252,236
プロジェクト関連売掛金						
長期借入金						
流動負債	349,664,455	442,555,432	201,312,300	303,151,052	206,287,768	383,402,968
短期借入金	36,000,000	36,000,000	36,000,000	36,000,000	38,187,500	39,441,390
買掛金	311,628,229	403,288,714	161,835,517	261,987,763	159,507,302	334,392,839
その他買掛債務	2,036,226	3,266,718	3,476,783	5,163,290	8,592,966	9,568,739
財産・負債合計	5,950,438,185	6,282,073,700	6,465,962,936	6,914,646,751	7,315,465,096	7,952,995,287

2-1-3 技術水準

SANAA は現在、水力発電所を所有していないので、発電所の運転、維持・管理及び電気事業運営経験は無い。しかしながら、SANAA は、浄水設備の運転、維持・管理の経験は豊富であり、機械、電気関係の技術者を有しており、水力発電技術を習得する素地がある。また、積極的にその技術習得と組織内での技術移転に取り組む姿勢もある。

当事業は SANAA の発電施設となるため、SANAA が発電事業者として、運営、管理にあたることとなる。SANAA は発電施設を所有していないため、ソフトコンポーネントとして、発電・送電設備の維持運営に関する長期計画を策定し、SANAA 担当部門に対する教育・訓練を通じて技術移転を実施する。なお、上下水道事業の SANAA からテグシガルパ市への移

管は法律上定められている。本発電施設も市に移管され、それ以降は市が維持管理を担当することとなるが、SANAA 職員が引続き雇用されることになると想定される。

2-1-4 既存の施設・機材

テグシガルパ市内の水源及び導水系統は、次図に示すように4つのシステムから構成されている。本プロジェクトでは、コンセプション及びピカチヨ浄水場施設内に、それぞれ小規模水力発電施設を設置する計画である。

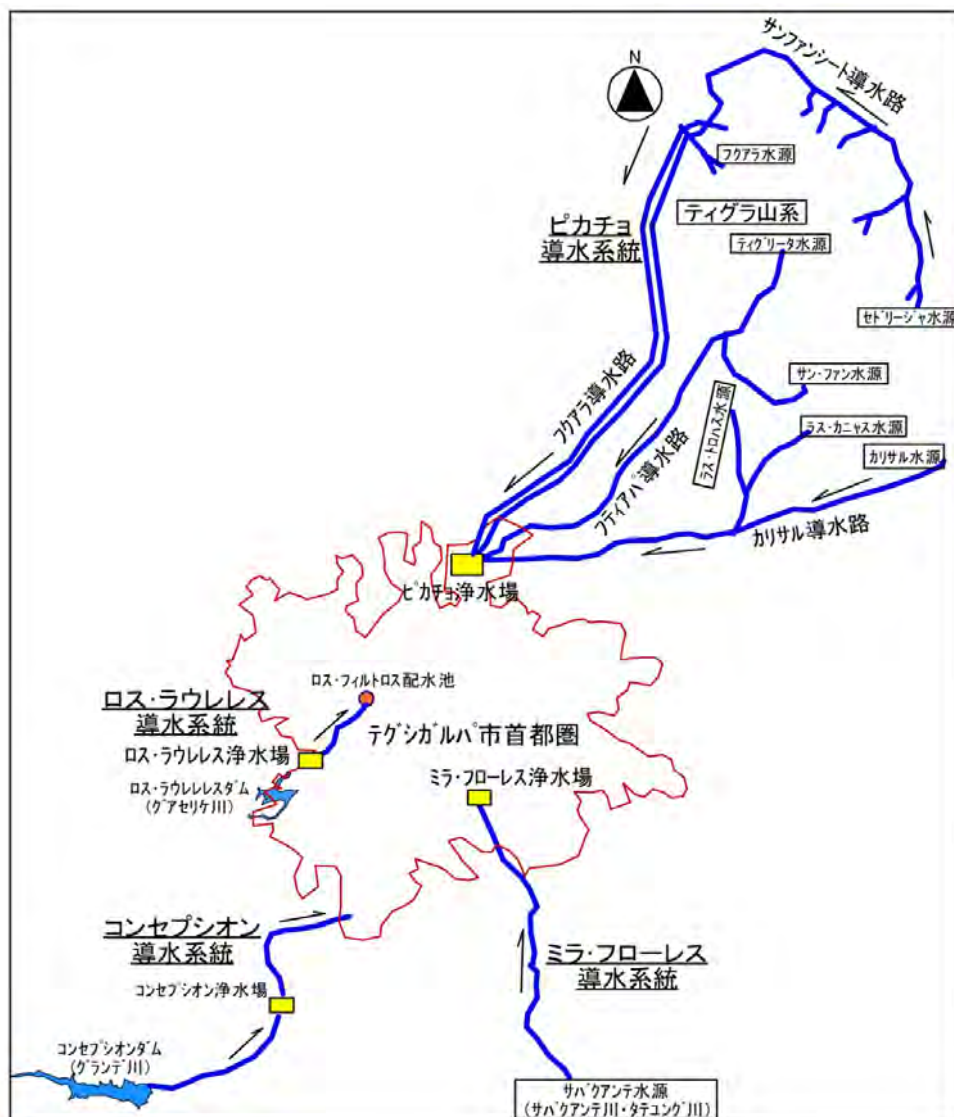


図 2-1.3 テグシガルパ市首都圏の浄水場

(1) コンセプション浄水場

コンセプションダムは、1991年に水道用ダムとしてイタリアの援助で建設された重力式貯水ダムである。同年にイタリアとフランスの援助で下流にコンセプション浄水場が建設された。ダムから浄水場へは、延長約7kmの導水管により原水が送水されている。建設当時の処理能力は1,200 liter/secであったが、2006年にイタリアの援助により、処理能力300 liter/secを増設し、最大処理能力1,500 liter/secとなった。これと同時に、貯水量を増やすために余水吐きに転倒ゲートを増築してダムを嵩上げしている。この結果、ダムの取水最高水位は標高1,155mが1,157.28mとなっている。取水最低水位は標高1,114m、ダムの有効貯水容量は33百万m³である。市内の浄水場の中で最大規模であり、年間を通して安定的な生産を行っている。乾季にはピカチョ送水系統への送水も補っている。今回、水車発電機を設置する箇所は、既存の曝気装置の上流である。既存の埋設鋼管は建設後20年以上経過している。

(2) ピカチョ浄水場

ピカチョ浄水場の水源はティグラ山系の渓流水であり、4つの導水路から取水している。このため、乾季と雨季の導水量の変動が大きい。市内の給水事情の改善を図るために、2007～2010年に実施された無償資金協力テグシガルバ緊急給水計画ではピカチョ浄水場の改修・拡張、配水池の建設、送配水管の布設、給水ステーションの建設が実施され、浄水場の処理能力が900 liter/secから1,100 liter/secに拡大された。

今回、水車発電機を設置するL22系統管路は、漏水の低減を図るため内径400mmダクタイル鋳鉄管に更新された区間である。

L22系統管路は、市中部の住宅地及び南東方面の新興住宅地への給水を目的として整備された重要な路線である。現在は、主にリンデロ配水池とエスペランサ地区の2つのエリアに配水している。

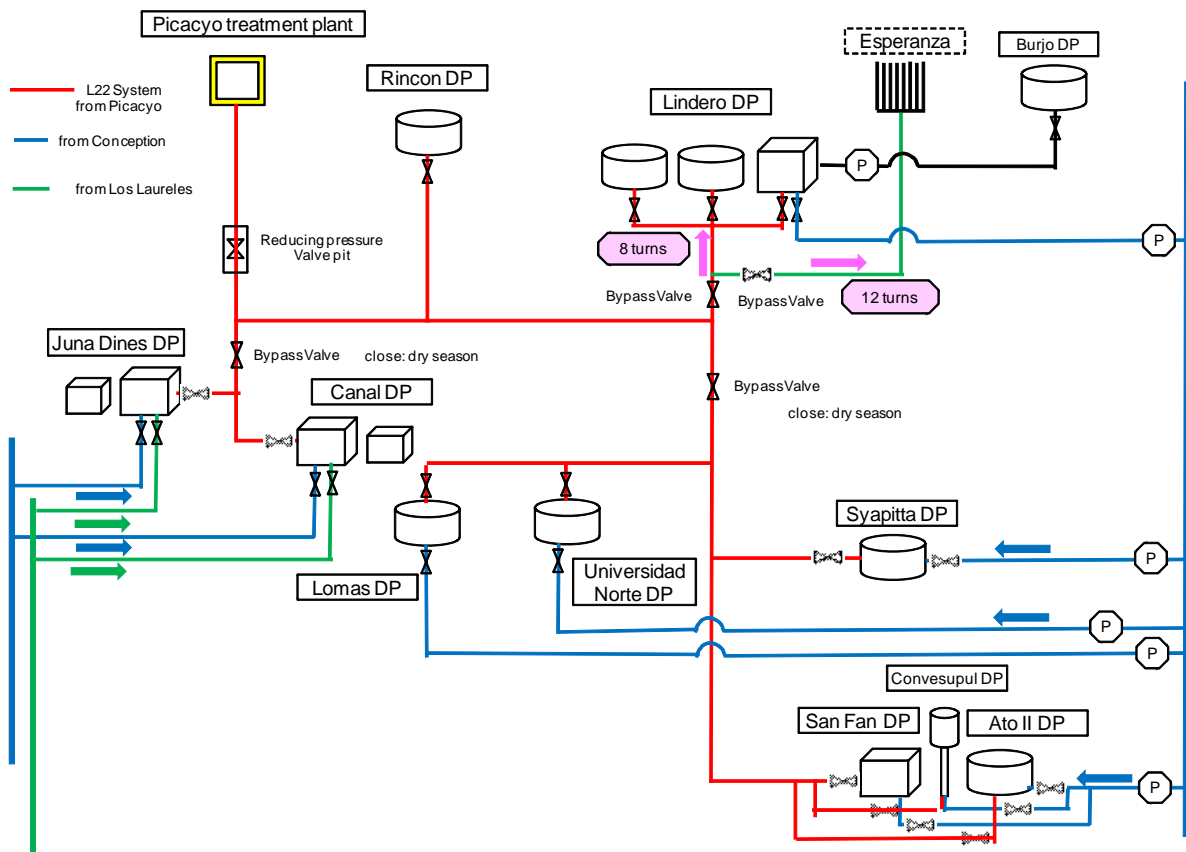


図 2-1.4 L22 系統管路システム(SANAA 運転主任からの聞き取り)

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

対象サイトの近隣道路は、コンセプションの一部区間を除き 2 車線のアスファルト舗装道路である。本工事で使用される市内道路は幅員が狭いものが多く、ピカチョ施工サイト付近の道路の維持管理状態は良いが、急勾配であり交通量が比較的多いため工事車両、機材運搬車両の搬入の際には注意が必要である。一方、コンセプション施工サイト付近の道路の維持管理状態は悪く、舗装の剥げや穴が多く一部舗装のされていない区間があるため雨季の走行には注意を要する。また、市内道路整備状況に関して午後 3 時 30 分以降は交通渋滞が厳しいため、生コン車や資機材運搬車両などは交通量を配慮した調達計画を立てる必要がある。工事用水に関してコンセプション導水管の水圧試験時などで大量の水が必要な場合は SANAA に依頼しタンク車により水の供給を受ける必要がある。

「ホ」国には 3 社ほど生コンクリート会社があり、相当数のコンクリートミキサー車、品質

試験機器などを保有している。鉄筋に関しては「ホ」国内工業都市であるサンペドロスラから調達が可能である。粗骨材に関しては、国内の砕石を使用しており、細骨材についても砕石材生産時に発生した砕石砂を使用している。

本邦からの小水力発電関連資機材は、エルサルバドル国内の国際港であるアカフトラ港で荷揚げされ、計画地点のテグシガルパ市までの約400kmをコンテナで陸上輸送される。アクセス道路は良好であるが、各サイトまでの市内アクセス道路は車幅が狭く急勾配なため、一担テグシガルパ市で小型車両に積み替えた後に各サイトへ輸送する。

2-2-2 自然条件

(1) 地形・地質

「ホ」国は、中央アメリカの中心部北緯約15度に位置し、国土面積112,492 km²、人口約775.5万人（2011年世銀推計）の国家である。

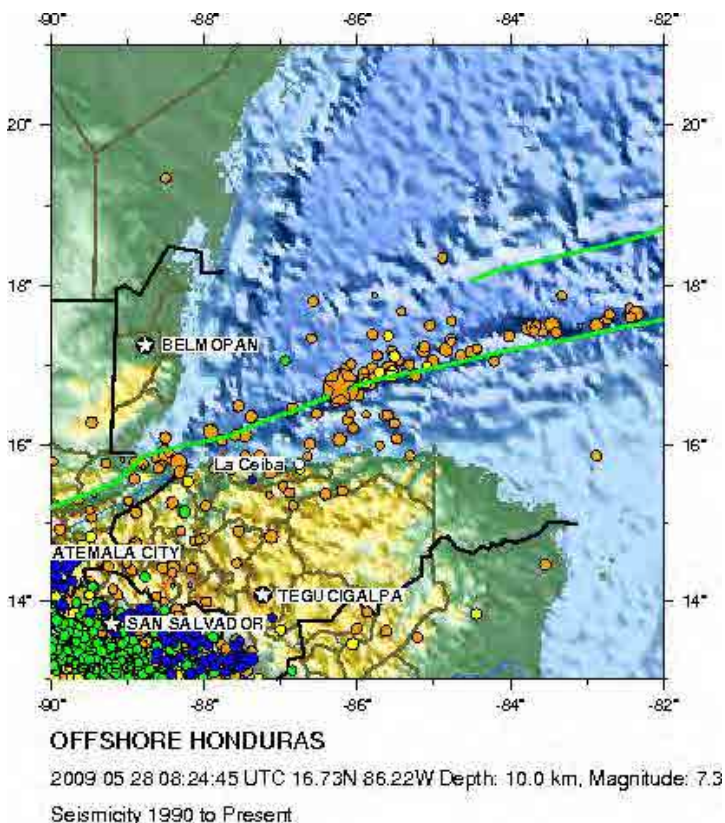


図 2-2.1 ホンジュラスにおける地震履歴
(1990-2012)

(出典：USGS http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2009/eq_090528_heak/neic_heak_h.html)

「ホ」国は中央アメリカのほぼ中央に位置し、東はニカラグア、西はグアテマラ、北はカリブ海、南はエルサルバドル及び太平洋に面しており、東部の未開発の湿地、西部の山岳地帯、南北の海岸地域の平野部、中央部の高原地域から成っている。国土の65%が山岳地帯で、標高1,000~1,500mの高原地帯が中央部から南部に広がっている。

対象サイトの位置する首都テグシガルパ市周辺は、市街を中心とした盆地状地形を成している。周辺の山地は丘陵上または台地状をなす。標高は盆地が約1,000m、山岳地帯はおよそ1,300~1,700mである。地質は、市内のほぼ中央を南北に流れる Cholteca 川から東側には古生代白亜紀の泥岩、砂岩、シルト岩が分布し、これらを第三期堆積岩類、火山岩類、火砕流堆積岩物が被っている。西側は、主に火山岩で構成されている。

「ホ」国周辺の地震記録を図 2-2.1 に示す。隣国のグアテマラ、エルサルバドルが位置する太平洋側は、火山帯で地震が頻発している。一方、本プロジェクトの対象地である中部のテグシガルパ市周辺には、大きな地震の記録は見られない。なお、同国北側、カリブ海側では 2009 年 5 月に、マグニチュード 7.3 の地震が発生し北部で大きな被害が出た。

コンセプション地点は、テグシガルパ市の南部、コンセプションダム の東に位置し発電施設周辺の標高は 約 1,110 m である。発電所予定地点の地形は平坦である。

ピカチョ地点は、テグシガルパ市の北東部に位置し市内を一望出来る丘にある。発電施設周辺の標高は約 1,100 m である。発電所予定地点の地形的は一般道路から約 10m 高い位置にある比較的緩やかな斜面に建設される。

(2) 気温・降雨量

「ホ」国の気候は、北部、東部、南部の平坦地では亜熱帯気候で高温多湿である。年平均降水量は南部で約 1,500mm、カリブ海地方で約 3,000mm である。中央部、西部の高原地帯では夏季と冬季の気温差があり、11 月～4 月の乾季と 5～10 月の雨季に分かれている。毎年 8～10 月頃、東方のカリブ海で発生したハリケーンが西方に発達しながら移動することが多い。この時期には洪水や高波による被害が多く発生する。特に 1998 年に中米地域を襲ったハリケーン・ミッチは、中米の中でも「ホ」国に最も大きな被害を及ぼした。

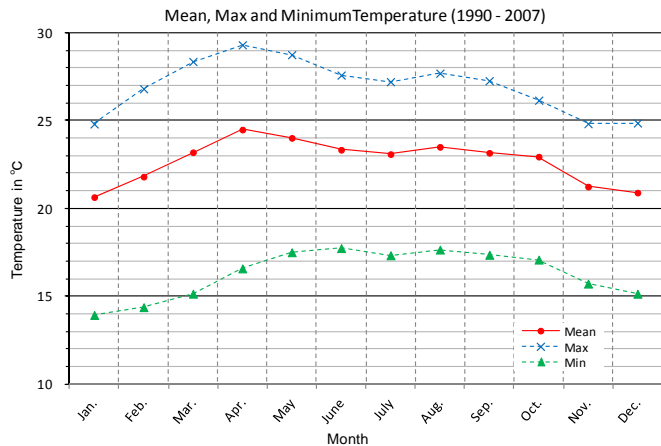


図 2-2.2 テグシガルパ市の気温(1990－2007)

対象サイトの位置するテグシガルパ市の年間降水量は約 800～1,000mm、気温は平均 24°C であり、年間を通して 15～30°C 程度と大きな気温変化は無い。

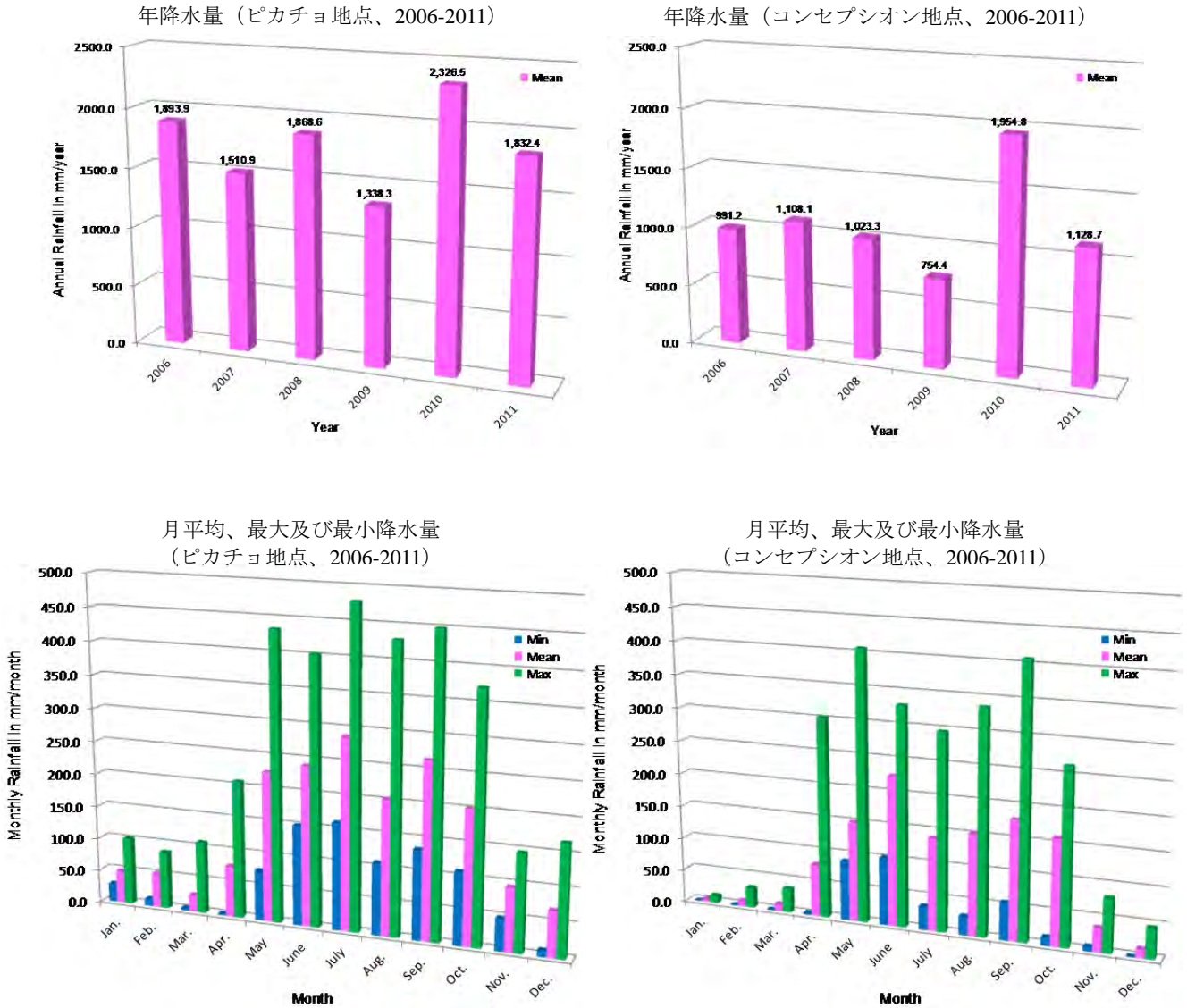


図 2-2.3 ピカチョ地点とコンセプション地点の降水量(2006-2011)

(3) ダム水位・流量

1) コンセプション地点

2000年から2011年のコンセプションダムのダム水位、ダムからの取水量の変動を以下に示す。2005年のダムの嵩上げ工事実施以降は、ダム水位は高く、取水量も増加している。（嵩上げ前は、ダム最高水位 HWL1,155mであったが、嵩上げ後は HWL 1,157.28mで運用されている）

ダム運用については、乾季が終わり、雨季が始まる3月から5月にかけて最も水位が下がっている。なお、ダム水位が著しく低下した場合、コンセプション浄水場に送水するためブースターポンプ稼働し所定の流量を送水している。

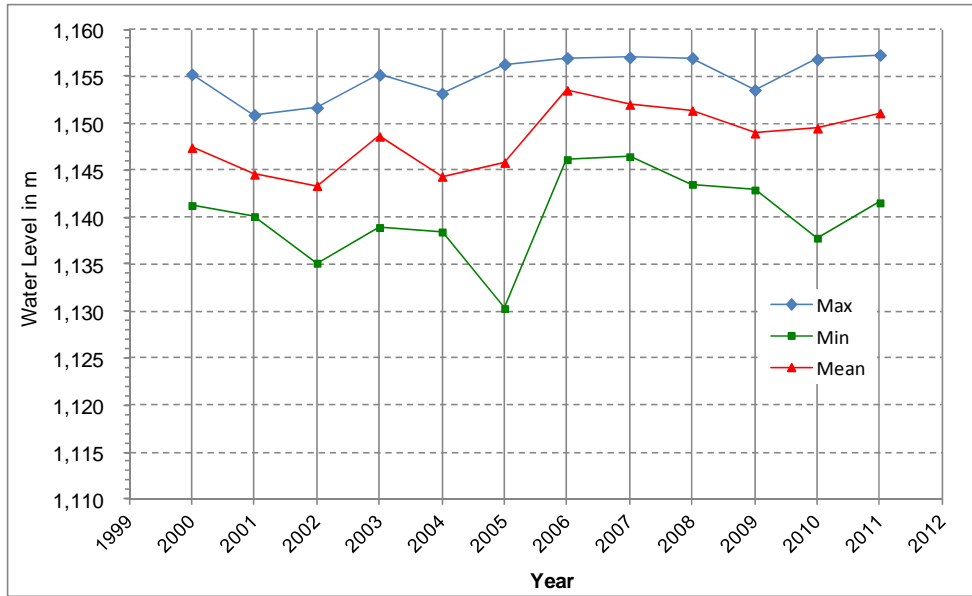


図 2-2.4 コンセプションダムの平均、最大及び最小の日ダム水位の変動(2000-2011)

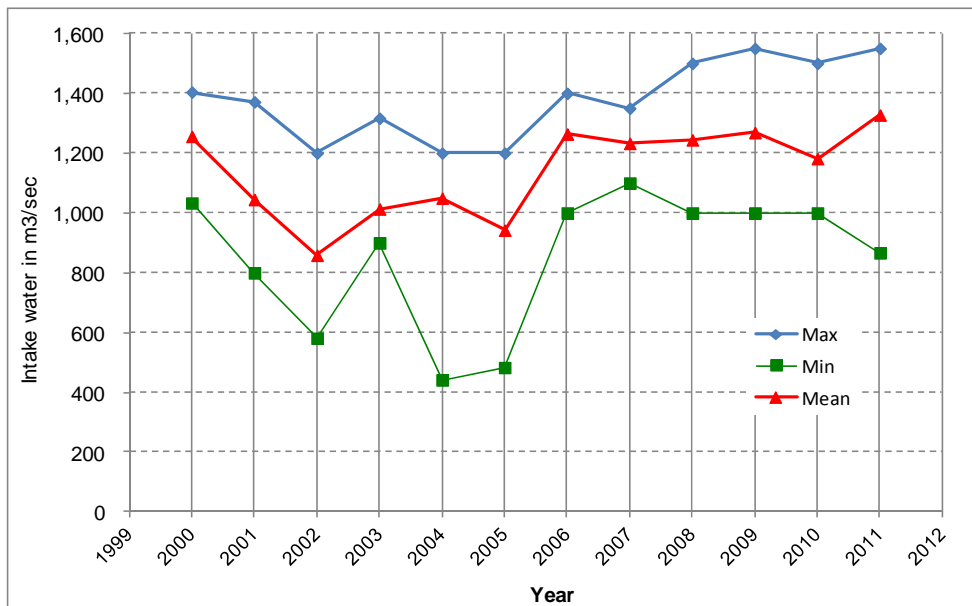


図 2-2.5 コンセプションダムの平均、最大及び最小の日取水量の変動(2000-2011)

ダムからの平均、最大及び最小取水量を次表に纏める。

表 2-2.1 コンセプション地点の平均、最大及び最小取水量

	2000－2011	2000－2005	2006－2011
平均取水量 (liter/sec)	1,140.25	1,027.45	1,253.06
最大取水量 (liter/sec)	1,550.00	1,404.17	1,550.00
最小取水量 (liter/sec)	441.67	441.67	866.67

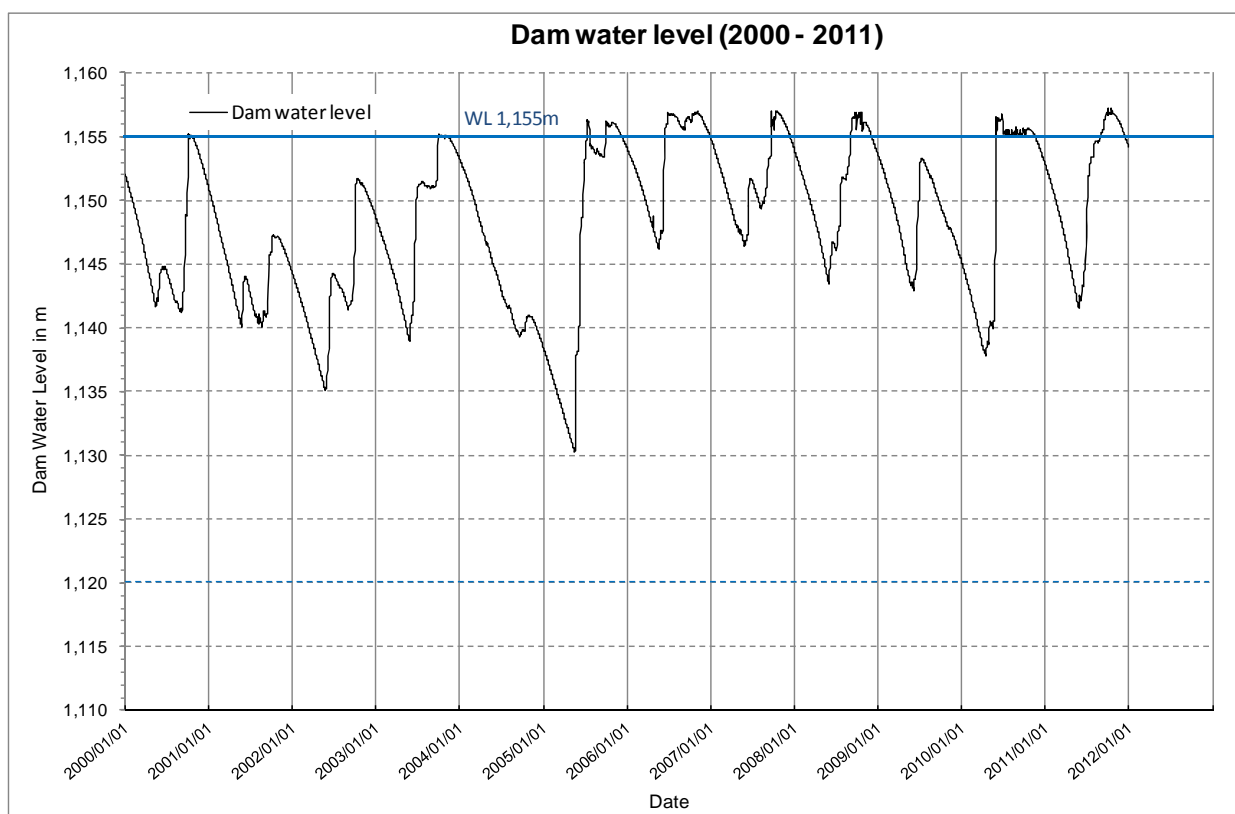


図 2-2.6 コンセプションダムの水位日変動(2000－2011)

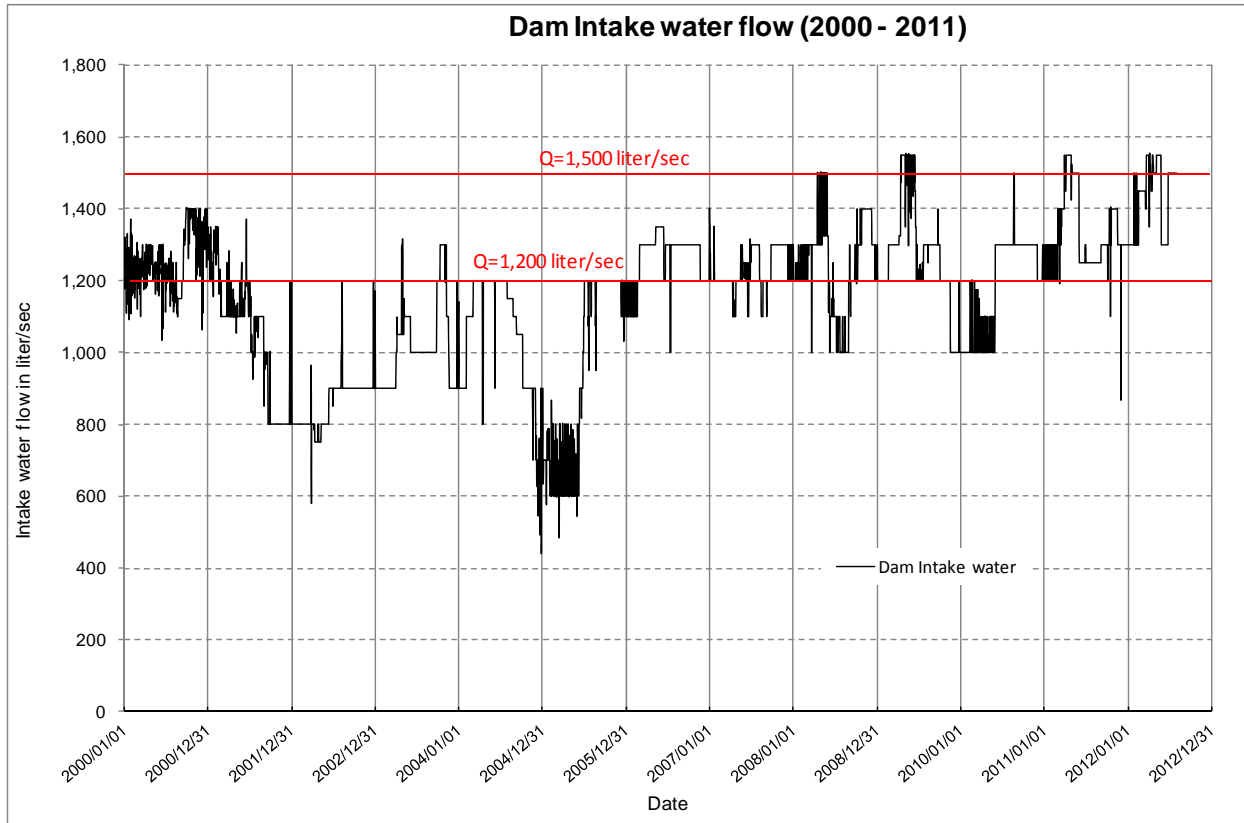


図 2-2.7 コンセプションダムの取水量日変動(2000—2011)

2) ピカチヨ地点

1999年から2011年までのピカチヨ浄水場の処理水量日データを次図に示す。処理水量は、雨季（6月から11月）は月平均700 liter/sec程度、乾季（12月から5月）は月平均400～600 liter/secと減少している。ピカチヨ浄水場からの配水は全部で9配水系統に、浄水場にあるマニホールドのバルブを調整して配水されている。乾季と雨季で処理水量に大きな変化があることから、SANAAは、季節に応じて、各配水系統の運転パターン、配水量を調整し運用を行っている。

本プロジェクトの対象となるL22系統管路は流量データがない。今回の現地調査ではSANAAに依頼して超音波流速計を用いて流量測定を行った。

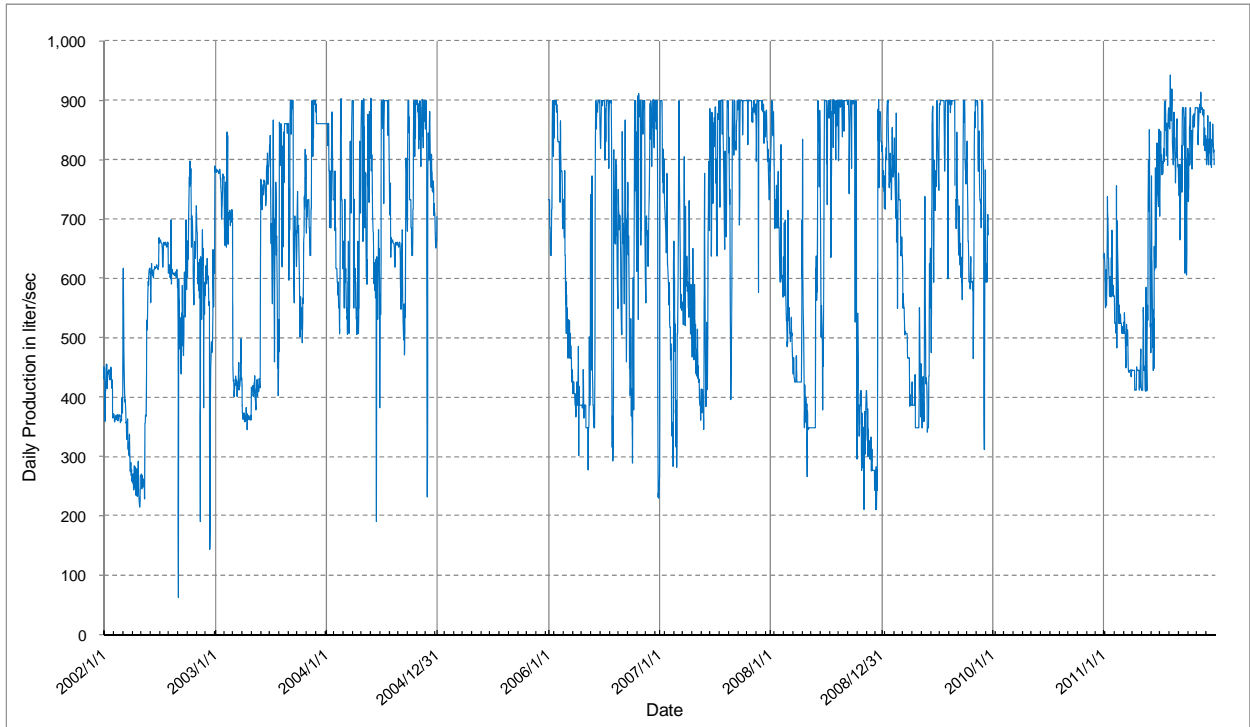


図 2-2.8 ピカチヨ浄水場の日処理水量(2002-2011)

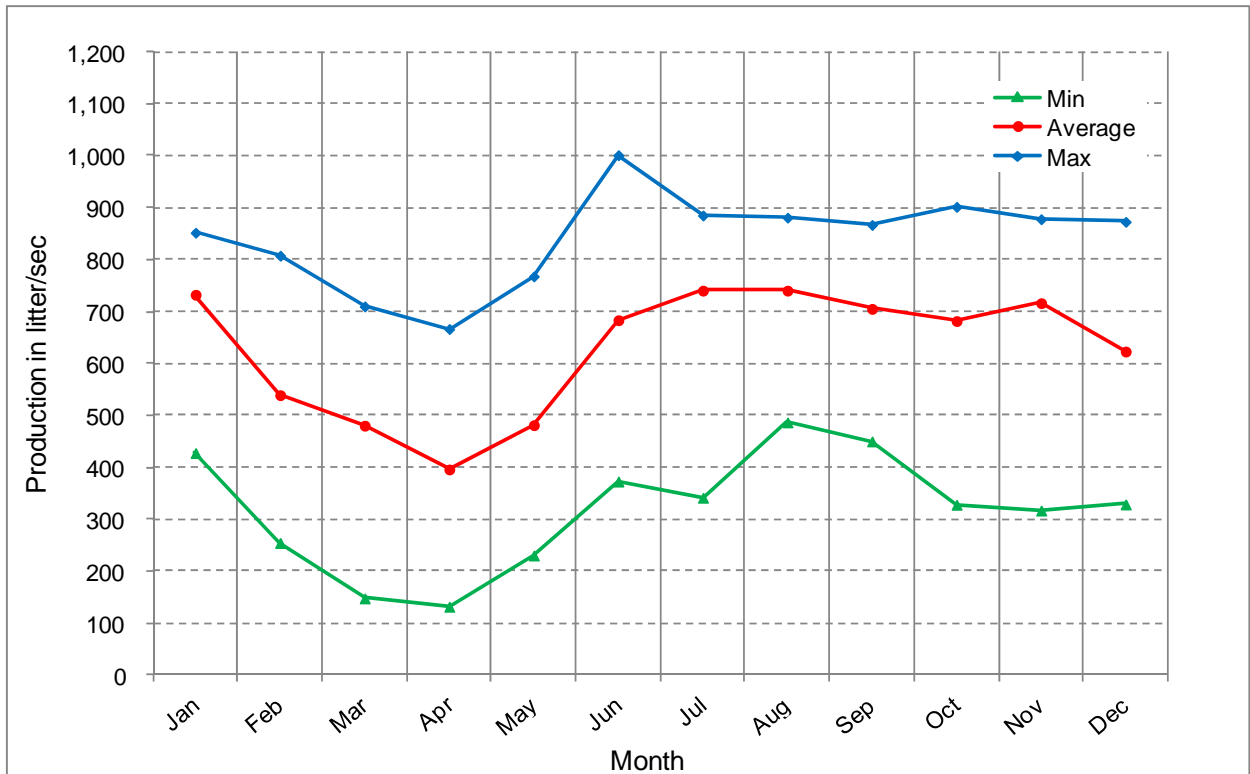


図 2-2.9 ピカチヨ浄水場の月平均、最小及び最大処理水量(2002-2011)

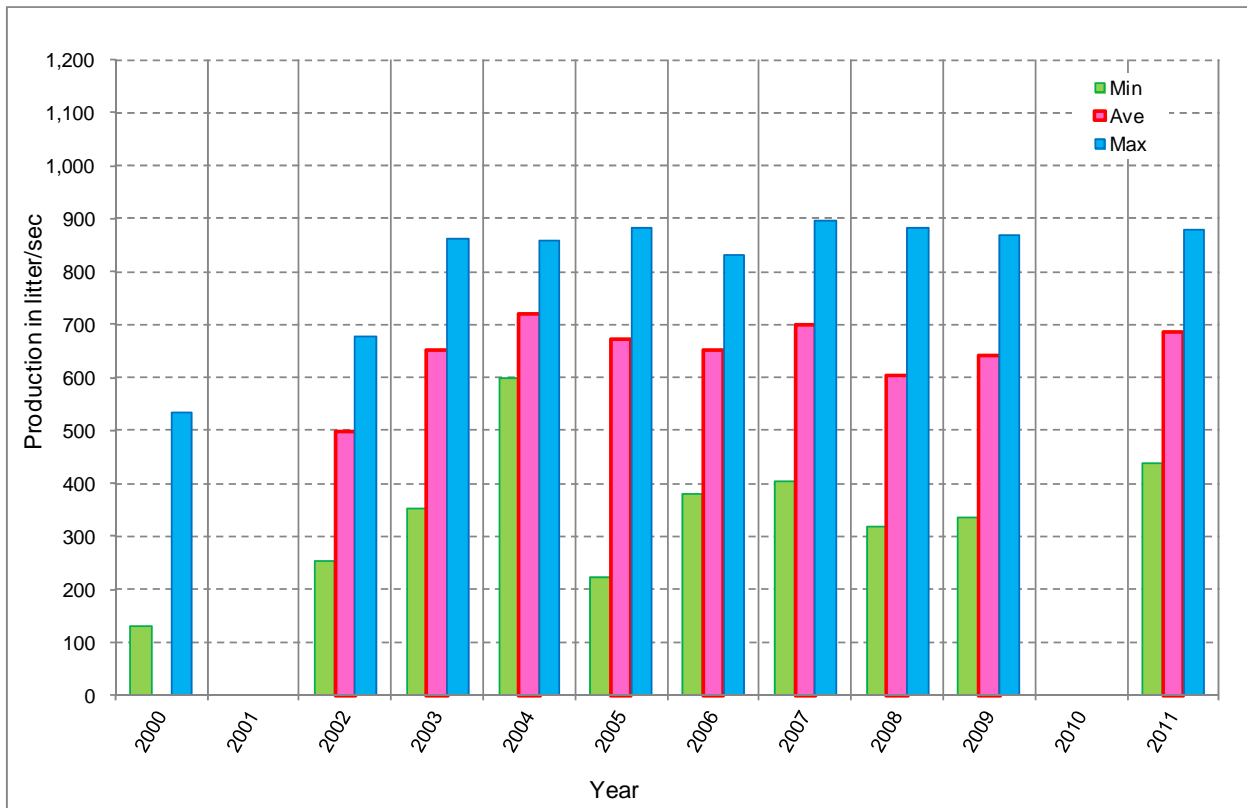


図 2-2.10 ピカチヨ浄水場の年平均、最小及び最大処理水量(2002—2011)

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

本事業対象地域は、既設水道管等敷設済地域であり、本案件が自然環境に与える影響は最小限であると想定されている。また、既設の浄水場施設内の小規模水力発電所の建設プロジェクトである。したがって、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010年4月公布)に掲げる水力発電・ダム・貯水池セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないため、カテゴリ B となる。

2-2-3-1-1 環境及び社会の状況

ピカチヨ地点はテグシガルパ市の北部に位置し、最高海拔 1,200m のティグラ山に属する。SANAA のピカチヨ浄水場は山の中腹にあり、一般的に“ピカチヨの丘”と呼ばれている場所にある。ナシオネス・ウニーダス国立公園に面し、丘の上にある巨大なキリスト像はテグシガルパ観光の目玉となっている。ピカチヨ浄水場より北東部の更に上流にはティグラ国立

公園があり、テグシガルパ市の貴重な水資源地区の一つとなっている。

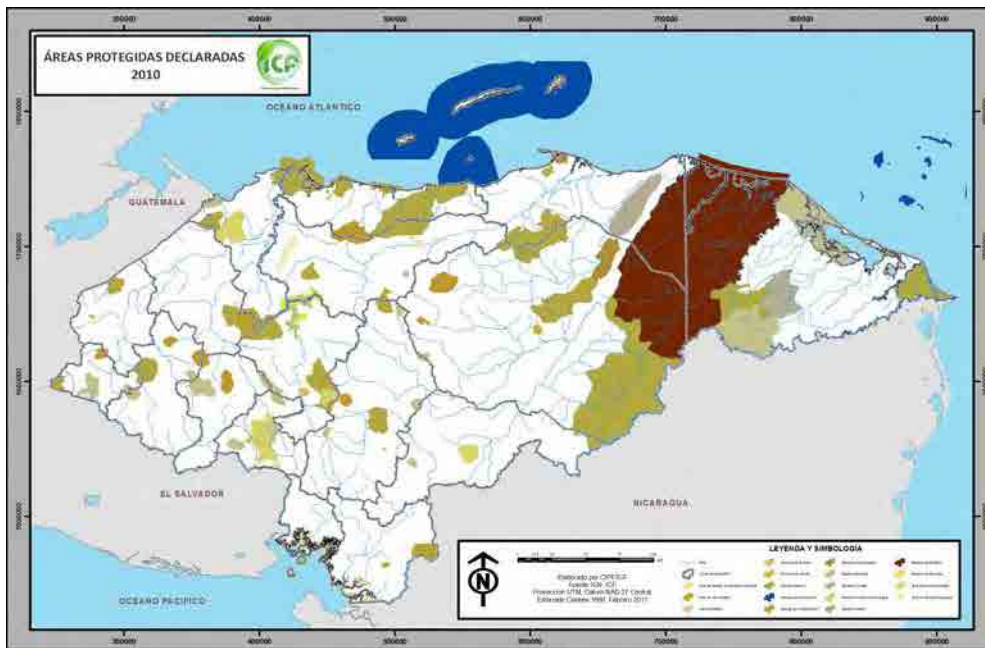
テグシガルパ市からティグラ山に入り、ピカチョの丘に伸びる幹線道路沿いは高級住宅地であり、アメリカ大使館や日本大使公邸が立ち並んでいる。一方、本計画予定地近傍には不法占拠と思われる家もいくつかある。これらの地区はエル・エラティージョと呼ばれるコミュニティに属している。

コンセプション地点はテグシガルパ市の南西部に位置している。上流には SANAA 管理のコンセプションダムがある。本計画予定地近くには中流階級向けの新興住宅地があり、現在も新しい住宅を建設中である。そこで一つの集落を形成している。

(1) 自然保護区

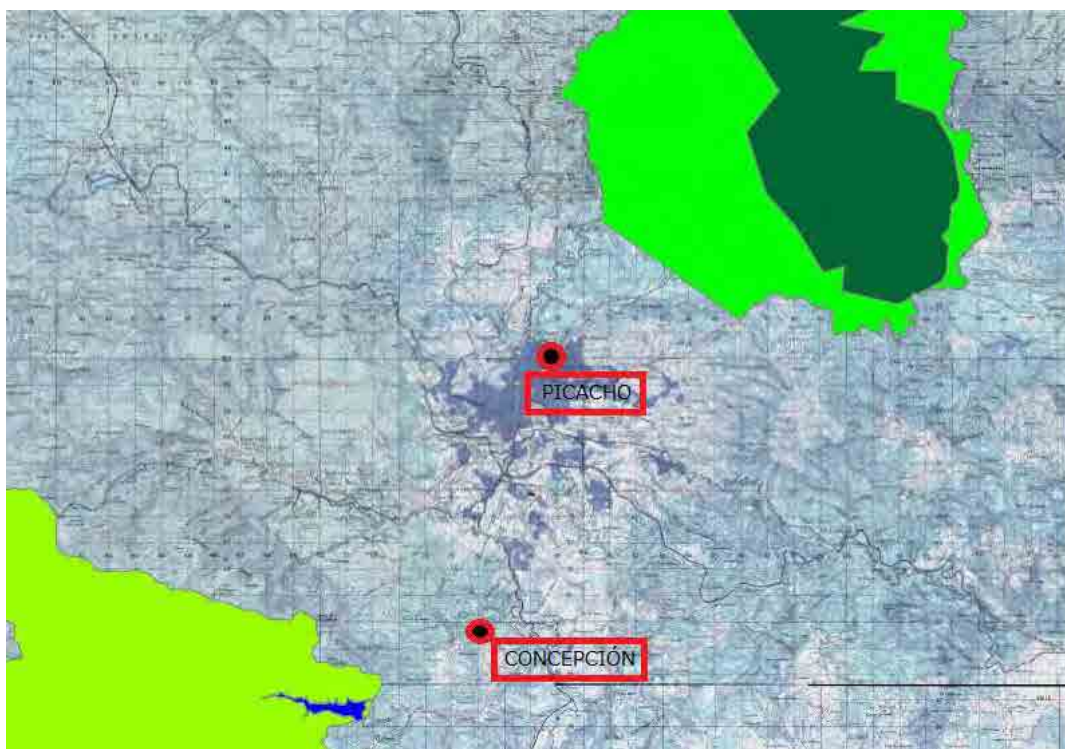
2007年に制定された森林法（Ley Forestal）12項により森林・保護区及び野生生物の発展と保護のための国立協会（ICF / Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas de Vida Silvestre）を組織することが定められ、環境面で保護されるべき地域が規定されている。

環境に影響を与える可能性のあるプロジェクトが森林法に定められる保護地域に含まれる場合、環境影響評価システム（SINEIA）での分類カテゴリが一段階上がるが、本プロジェクトの計画地域はいずれも保護地域には入っていない。以下に根拠となる保護区地図を示す。



出典：Areas protegidas Declaradas 2010 / ICF

図 2-2.11 「ホ」国自然保護区地図



出典：SANAA 資料

図 2-2.12 対象地点と自然保護区の位置関係

(2) コンセプション地点

コンセプション浄水場の水源はコンセプション貯水ダムである。このダムより上流の森林地帯は SANAA の管理のもと保護区に指定されている。しかし、今回の建設予定地はそれより直線距離で約 6km 下流の場所であり、保護区にはあたらない。



写真 2-2.1 コンセプション発電所建設予定地
(青色の構造物はエアレータ)



写真 2-2.2 コンセプション発電所建設予定地



写真 2-2.3 コンセプションダム上流



写真 2-2.4 コンセプションダム 貯水池

(3) ピカチョ地点

ピカチョ地点の建設予定地は当初国立公園に入るとの情報もあり、確認の調査を行った。サイトに最も近いのはナシオネス・ウニーダス公園であり、NGO である国立公園基金が運営を任されている。基金の理事長と面会し、直接話を伺ったところ、この公園は生態系の保護を目的とした国立公園ではなく、保護区とは関係がないとのことであった。この公園はレジャー・レクリエーションを目的とした国民のための休暇施設という位置づけの公園である。また、下の地図が示す通り本計画の建設予定地はこの公園の敷地外にある。



出典：Cadastral map (Tegucigalpa municipality)

図 2-2.13 国民のための公園とピカチョ地点の位置関係

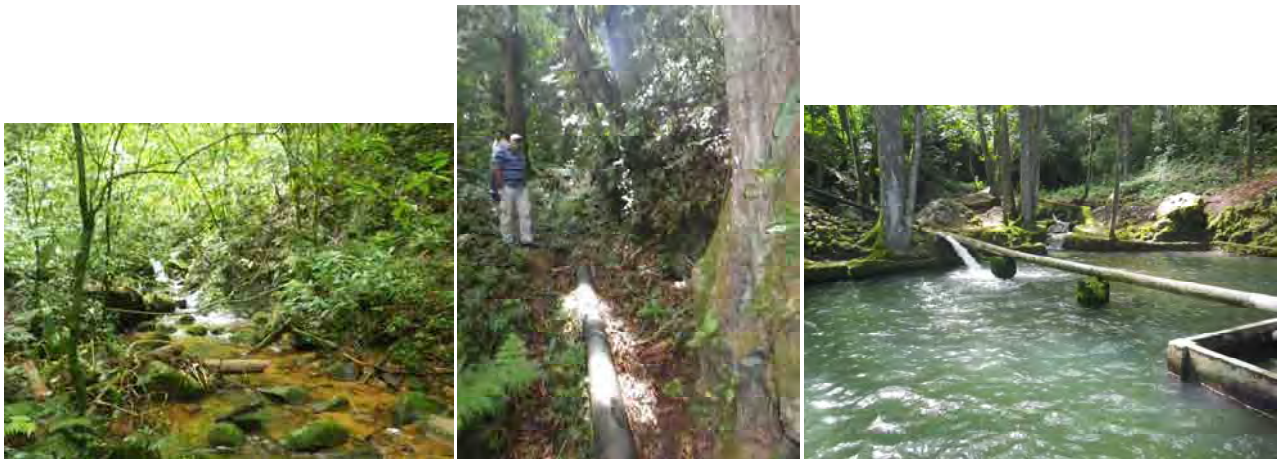


写真 2-2.5 ピカチヨ地点の発電所建設予定地



写真 2-2.6 ピカチヨ地点のL22管路

ピカチヨ浄水場上流の水源調査を行った。ピカチヨ浄水場の水源は約18カ所あるが、その多くがピカチヨ浄水場より北東のラ・ティグラ国立公園の中にある。これは238.21 km²に渡る国立公園で、その一部はその生態系保護のため、保護区に指定されている。この保護区から今回の建設予定地までは10km以上離れている。水源と浄水場の間にはいくつかの取水堰堤があり、コミュニティの人間がSANAAに雇われて管理を行っている。水質に関しては週に一度ピカチヨ浄水場の職員が検査を行っている。



水 源

導水管

取水堰堤

写真 2-2.7 ピカチヨ浄水場の水源・導水管・取水堰堤

2-2-3-1-2 「ホ」国の環境社会配慮制度・組織

(1) 「ホ」国の環境行政

「ホ」国の環境行政は1993年に制定された環境基本法（Ley general de medio ambiente）に沿って行われている。国レベルの環境関連業務の実施機関は天然資源環境省（SERNA）であり、SERNAの指導の下、各市役所が地域レベルで業務を行っている。

環境社会配慮に関してはSERNAの環境評価・管理局（DECA）が担当し、環境基本法に準拠して1994年に制定、2003年及び2009年に改定された環境影響評価システム（SINEIA）に基づいて審査・管理を行っている。

(2) 環境社会配慮制度

SINEIAには環境社会配慮調査の必要性、調査内容、カテゴリ分類、各カテゴリの許認可の手順などが示されており、全てのプロジェクトは4つのカテゴリに分類される。

表 2-2.2 「ホ」国の環境カテゴリ分類

カテゴリ 1	環境への影響が軽度、またはほとんど見込まれないもので、EIAを必要としない。事業詳細を添付した申請書類 F01のみを提出し、15日で環境許可が下りる。
カテゴリ 2	環境への影響がカテゴリ 1よりは見込まれるものの、大きな影響を及ぼさない。EIAは必要としないが、環境への影響予測を示した申請書類 F02を提出する。30~45日で環境許可が下りる。
カテゴリ 3	環境への悪影響が見込まれ、申請書類 F02を提出する。その内容によってEIAが必要になる場合もある。
カテゴリ 4	環境への重大な影響が考えられ、EIAを必要とする。

出典：SINEIA

また、2003年11月にSINEIAが改定された際にSERNAが定めた環境法規 no.1714-2010の中に各セクター別のカテゴリ分類表が示されている。全てのプロジェクトはこの表のよって分類される。本プロジェクトにおける小規模水力発電所建設の場合、下表に基づいてカテゴリ 1が適用される。

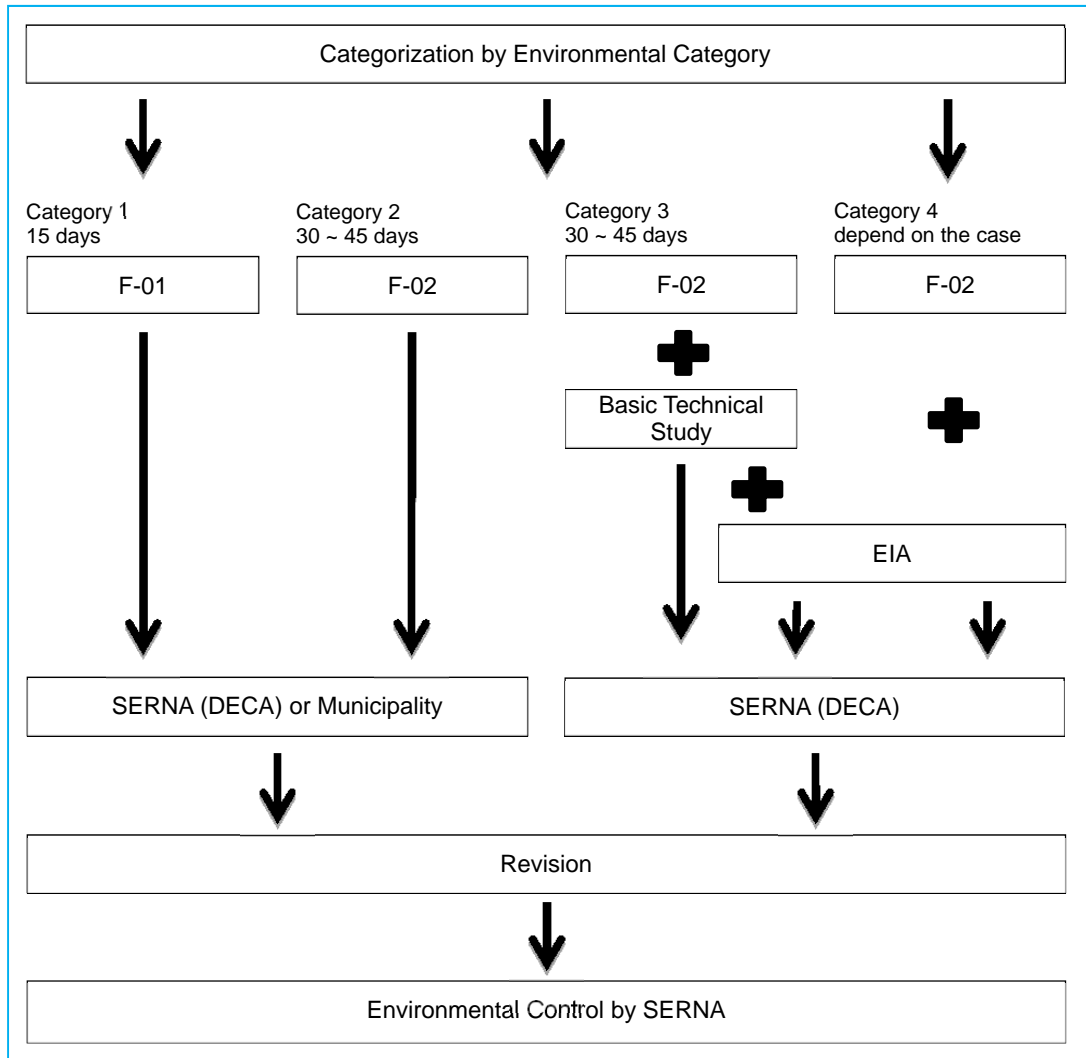
表 2-2.3 水力発電所建設に適用されるカテゴリ分類

Category	Division	Name of Activity	Description	Categories of Impact / Environmental and Sanitary Risk			
				1	2	3	4
E. Basic Service Sector	Electricity, gas and water	Generating electricity from hydraulic sources	Hydropower	to 3MW	>3-15MW	>15-30MW	>30MW

出典：Acuerdo no. 1714-2010

(3) 環境ライセンス取得手続きに関するフローチャート

環境ライセンス取得手続きに関するフローを以下に示す。



出典：SINEIA 及び聞き取り調査結果

(4) 環境配慮カテゴリ

1) 「ホ」国基準での本プロジェクトの評価及びその進捗状況

本計画で想定される小規模水力発電所の内容・規模は「ホ」国基準である SINEIA のカテゴリ分類表によるとカテゴリ 1 であり、EIA 実施の必要性は生じない。また、SERNA 内で環境ライセンス発行の責務を担う DECA の局長にも面会し、コメントを伺ったところ、保護区に入っていないのでカテゴリ 1 とのことであった。

2) 必要書類(F01 フォーム)について

カテゴリ 1 分類のプロジェクトに必要な提出書類は F01 フォームのみであるが、公証人による計画予定地の資産登記証明または弁護士の認定書を付けた不動産の使用を認める所有者の承認の署名を同時に提出する必要がある。

F01 フォームはプロジェクトの面積や用途等の一般情報のほか、環境関連では水源、土地、電力、植生、大気、騒音、水、土地、文化の項目がある。環境項目は以下のとおりである。

- ・ 給水源
- ・ 推定水使用量
- ・ プロジェクトによる土地利用の変更の有無
- ・ 推定電力使用量
- ・ 木の伐採の有無
- ・ ガス・煙・灰・埃・臭気の排出の有無
- ・ 騒音発生の有無
- ・ プロジェクトによって発生する排水の処理方法
- ・ 雨水の処理方法
- ・ プロジェクトによって発生するごみの処理方法
- ・ 特殊廃棄物の発生の有無
- ・ 土の移動の有無
- ・ 切土の有無
- ・ 文化遺産に与える影響の有無
- ・ 炭化水素使用の有無
- ・ 農薬使用の有無
- ・ 危険物使用の有無

なお、これらの項目に対して、「はい」、または「いいえ」で答える形式になっているが、「はい」と答えたからといって審査に通らないということではなく、審査を行う SERNA の環境評価・管理局職員が記入内容を精査し、環境ライセンス発行の際にそのプロジェクトが考慮すべき環境面での対策及びアドバイスを与えるとのことである。

F-01 フォームを章末に示す。

(5) その他申請書類

建設予定地での木の伐採が必要な場合、2009年に制定されたテグシガルパ市条例 no.35 の 155 章 (acuerdo no.25/articulo155) により、テグシガルパ市環境課へ事前の申請が必要である。

2-2-3-1-3 代替案

(1) コンセプション新設管取付け箇所について

コンセプション地点において経済性の観点から新設管を既設管と平行に埋設することも案として考えられたが、ルート上に多数の民家が建っていることを考慮し、移転の発生を避けるため道路沿いのルートが選定された。

(2) ピカチョ建設予定地について

ピカチョ発電所建設予定地は道路の下にある減圧弁ピットも一案として想定された。しかし、雨水の侵入の可能性、車両の振動による制御盤への影響、スペースの問題、施工の困難さ、発電機の排熱対策が必要になることから、現在の計画予定地が最適であると判断した。

(3) 水車の選定について

水車の選定において、水質事故の可能性を考慮し、仮に軸受より潤滑油が漏れても水質汚濁が発生しない外部軸受型水車を採用した。

2-2-3-1-4 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

(1) スコーピング案

スコーピングとは、重要及び重要と思われる環境社会配慮上の評価項目の範囲並びに調査方法を決定することである。以下にコンセプション、ピカチョ両地点のスコーピング結果を示す。

表 2-2.4 スコーピング結果

分類		環境項目	評価		評価理由
			工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C	D	工事中: 工事車両の稼働により、大気汚染物質排出量の増加の可能性がある。 供用時: 大気汚染を引き起こすような作業などは想定されない。
	2	水質汚濁	C	C	工事中: 工事現場、重機、車両等による水質汚濁の可能性はあるが、一時的である。 供用時: 浄水場の処理水を配水する管路に水車を設置するため、水車からのオイル漏れの等の可能性に注意する必要がある。
	3	騒音・振動	C	C	工事中: 工事車両重機による騒音・振動の可能性が予想される。 供用時: 水車・発電機による騒音・振動の可能性が予想される。
	4	廃棄物	C	D	工事中: 建設工事従事者からのごみの発生が想定される。 供用時: 周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	5	土壌汚染	D	D	土壌汚染を引き起こすような作業などは想定されない。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業などは想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業は想定されない。

分類	環境項目	評価		評価理由
		工事中	供用時	
自然環境	8 保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に保護区は存在しない。
	9 生態系	D	D	本事業は小規模構造物であり、生態系への影響が少なく、建設予定地周辺に希少動物も生息しない。
	10 水象	D	D	本事業は既存の浄水場施設の処理水を使用するため、河川、地下水などへの影響は想定されない。
	11 地形・地質	D	D	本事業の施設新設は小規模であり、大規模な切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響はないと考えられる。
	12 地球温暖化	D	D	再生可能エネルギーであり、CO ₂ 削減に寄与する。
社会環境	13 住民移転	D	D	施設建設地に人家はなく、住民移転はない。
	14 雇用や生活手段等の地域経済	D	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	15 土地利用や地域資源利用	C	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、地域資源への影響はほとんどないと考えられるが、発電所建設予定地の一部が私有地にかかる。正式な文書による土地提供の手続きはまだである。 工事のために木の伐採が必要になる可能性があるが、数本であるため、環境への大きなインパクトは想定されない。
	16 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はないと考えられる。
	17 既存のインフラや社会サービス	C	D	工事中: 工事車両等の増加により交通渋滞が予想される。 供用時: 本事業は再生可能エネルギーを発電して SANAA の支払う電気料金を削減し、そのサービスを向上させることが目的である。
	18 被害と便宜の偏在	D	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、周辺地域に不公平な被害と便宜をもたらすことはないと考えられる。
	19 地域内の被害対立	D	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。
	20 貧困層・先住民族・少数民族	D	D	建設予定地周辺に先住民族・少数民族は存在しない。
	21 ジェンダー	D	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、ジェンダーの視点からの社会的影響はないと考えられる。
	22 子供の権利	D	D	本事業は既存の浄水場施設を活用するため、子供の権利の視点からの社会的影響はないと考えられる。
	23 HIV/AIDS 等の感染症	D	D	大規模な工事・作業は想定されず、感染症拡大の可能性は想定されない。
24 文化遺産	D	D	事業計画地及びその周辺に文化遺産等は存在しない。	
25 景観	D	D	小規模構造物のため影響はない。	
26 労働環境	C	D	工事中: 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時: 供用段階で運転員等の労働環境が問題となるような作業は計画されていない。	

評価: A: 重大なインパクトが見込まれる
 B: 多少のインパクトが見込まれる
 C: 不明(検討する必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる可能性も十分に考慮する)
 D: インパクトはほとんど考えられないため、IEE あるいは EIA の対象としない

(2) 環境社会配慮調査の TOR

以下にスコーピング結果で、C に評定された 7 つの環境項目について調査の TOR 案を示す。

表 2-2.5 環境社会配慮調査の TOR

環境項目	調査項目	調査手法
大気	①環境基準等の確認	①関係機関での情報収集 ②関連法制度
水質	①環境基準等の確認 ②現在の水質の状況	①関係機関での情報収集 ②現地調査及びヒヤリング
騒音・振動	①環境基準等の確認 ②発生源周辺の状況	①関係機関での情報収集 ②現地調査及びヒヤリング
廃棄物	①処理方法	①関係機関での情報収集 ②既存資料調査
土地利用や地域資源利用	①用地取得の規模 ②用地取得フローの確認	①現地調査及びヒヤリング ②関係機関での情報収集
既存のインフラや社会サービス	①事業対象地周辺の状況確認	①現地調査及びヒヤリング ②関係機関での情報収集
労働環境	①労働安全対策	①既存資料調査 ②類似事例調査

2-2-3-1-5 環境社会配慮調査結果

スコーピング結果に基づき実施した環境社会配慮結果を次表に纏める。

表 2-2.6 環境社会配慮調査結果

環境項目	調査結果
大気	大気に関しては固定された建造物に対しての排出管理法規 (Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijos) が存在するが、工事または工事車両そのものに対する規定はない。
水質	水質に関する基準は保健省による飲料水水質規定 (Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable) がある。また、ピカチョ浄水場上流の水源調査も行った。ピカチョ浄水場の水源は約 18 ヶ所あり、その多くがピカチョより北東のラ・ティグラ国立公園の中に貯水池がある。水質に関しては週に一度ピカチョ浄水場の職員が検査を行っているとのことである。
騒音・振動	騒音・振動に関してはテグシガルパ市条例 (Plan de Arbitrios) 第 52 章で規定されている。
廃棄物	「ホ」国の基準に則って扱われる。
土地利用や地域資源利用	建設予定地はピカチョ、コンセプション両サイトとも私有地にかかる。ピカチョに関しては数名、コンセプションに関しては1名の土地所有者がいる。これに関しては SANAA がプロジェクト実施前に交渉及び取得する予定である。
既存のインフラや社会サービス	ピカチョサイトに関しては幹線道路に面しており、交通量が多く、工事中的関係車両の増加による渋滞が想定される。コンセプションサイトに関しても道路に面している。交通量自体は少ないものの、運行ルートに考慮する必要がある。
労働環境	「ホ」国の基準に則って扱われる。

2-2-3-1-6 影響評価

次表に調査結果に基づいたコンセプション、ピカチヨ両地点の環境社会配慮影響評価及びその根拠を纏める。

表 2-2.7 環境社会配慮影響評価

分類	環境項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事中	供用時	工事中	供用時	
汚染対策	1 大気汚染	C	D	B	D	工事車両の稼働により、大気汚染物質排出量の増加が考えられる。
	2 水質汚濁	C	C	B	D	水車からの油漏れによる水質事故が懸念されていたが、水質汚濁が発生しない外部軸受型水車を採用するため。
	3 騒音・振動	C	C	B	B	工事中：工事車両重機による騒音・振動の可能性が予想される。 供用時：水車・発電機による騒音・振動の可能性が予想される。
	4 廃棄物	C	D	B	D	工事中：建設工事従事者からのごみの発生が想定される。
	5 土壌汚染	D	D	D	D	
	6 地盤沈下	D	D	D	D	
	7 悪臭	D	D	D	D	
自然環境	8 保護区	D	D	D	D	
	9 生態系	D	D	D	D	
	10 水象	D	D	D	D	
	11 地形・地質	D	D	D	D	
	12 地球温暖化	D	D	D	D	
社会環境	13 住民移転	D	D	D	D	
	14 雇用や生活手段等の地域経済	D	D	D	D	
	15 土地利用や地域資源利用	C	D	B	D	ピカチヨ・コンセプション両サイト共に空き地ではあるが建設予定地が私有地にまたがる事が判明し、土地所有者との合意及び正式な書類の取り交わしが必要である。
	16 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	
	17 既存のインフラや社会サービス	C	D	B	D	工事車両は少ないが、一時的な交通渋滞が起こる可能性もある。
	18 被害と便宜の偏在	D	D	D	D	
	19 地域内の被害対立	D	D	D	D	
	20 貧困層・先住民・少数民族	D	D	D	D	
	21 ジェンダー	D	D	D	D	
	22 子供の権利	D	D	D	D	
	23 HIV/AIDS等の感染症	D	D	D	D	
	24 文化遺産	D	D	D	D	
	25 景観	D	D	D	D	
	26 労働環境	C	D	B	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。

- 評価： A: 重大なインパクトが見込まれる
 B: 多少のインパクトが見込まれる
 C: 不明(検討する必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる可能性も十分に考慮する)
 D: インパクトはほとんど考えられないため、IEEあるいはEIAの対象としない

2-2-3-1-7 緩和策及び緩和策実施のための費用

主な環境社会影響に対する回避・緩和策を検討した結果、マイナス面の影響が想定される項目は、対策の立案・実施によって影響を回避・低減できると考えられる。

(1) コンセプション地点

表 2-2.8 主な環境影響に対する回避・緩和策(コンセプション地点)

環境項目	評価	想定される回避・緩和策
大気汚染	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工業者は適切な重機・工事車両を使用し、メンテナンスを定期的に行う。 ・ 工事車両の不要なアイドリングを避けるよう作業員に指導する。 ・ 定期的な水散布の実施を検討する。
水質汚濁	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工業者は適切な重機・工事車両を使用し、メンテナンスを定期的に行う。 ・ 水道原水を送水する管路に水車を設置するため、水車の選定にあたってはオイル漏れなどにより原水に悪影響を与えないような水車を選ぶ。 ・ 定期的な水質検査の実施を検討する。
騒音・振動	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 騒音が想定される工事を日中及び平日に実施する。 ・ 地域住民に対して事前に工事計画を知らせる。
廃棄物	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工業者は建設作業員への環境教育を行い、廃棄物の適切な分別のための啓発を行う。
土地利用や地域資源利用	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設予定地の取得に必要な交渉及び手続きを行う。
既存のインフラや社会サービス	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画段階で夜間は避けるなど工事車両の運行ルートを考慮する。 ・ 地域住民に対して工事内容・期間の情報提供を工事前に2度行う。
労働環境	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法律に準拠した労働環境を提供する。 ・ 施工業者は労働者のための仮設トイレや休憩所等を設置する。

評価: A: 重大なインパクトが見込まれる
 B: 多少のインパクトが見込まれる
 C: 不明(検討する必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる可能性も十分に考慮する)
 D: インパクトはほとんど考えられないため、IEEあるいはEIAの対象としない

(2) ピカチョ地点

表 2-2.9 主な環境影響に対する回避・緩和策(ピカチョ地点)

環境項目	評価	想定される回避・緩和策
大気汚染	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工業者は適切な重機・工事車両を使用し、メンテナンスを定期的に行う。 ・ 工事車両の不要なアイドリングを避けるよう作業員に指導する。 ・ 定期的な水散布の実施を検討する。
水質汚濁	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工業者は適切な重機・工事車両を使用し、メンテナンスを定期的に行う。 ・ 処理水を配水する管路に水車を設置するため、水車の選定にあたってはオイル漏れなどにより処理水を汚染しないような水車を選ぶ。 ・ 定期的な水質検査の実施を検討する。
騒音・振動	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 騒音が想定される工事を日中及び平日に実施する。 ・ 地域住民に対して事前に工事計画を知らせる。
廃棄物	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工業者、建設作業員への環境教育を行う。 ・ 工事中は廃棄物の適切な分別を行う。
土地利用や地域資源利用	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設予定地の取得に必要な交渉及び手続きを行う。 ・ 木の伐採に関しての申請を市役所に行う。
既存のインフラや社会サービス	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画段階で夜間は避けるなど工事車両の運行ルートを考慮する。 ・ 地域住民に対して工事内容・期間の情報提供を工事前に2度行う。
労働環境	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法律に準拠した労働環境を提供する。 ・ 施工業者は労働者のための仮設トイレや休憩所等を設置する。

評価: A: 重大なインパクトが見込まれる
 B: 多少のインパクトが見込まれる
 C: 不明(検討する必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる可能性も十分に考慮する)
 D: インパクトはほとんど考えられないため、IEEあるいはEIAの対象としない

2-2-3-1-8 モニタリング計画

モニタリング計画の項目の中で「ホ」国で工事中及び発電所供用時に遵守すべき基準としては、騒音・振動に関してはテグシガルパ市条例 (Plan de Arbitrios)、水質に関しては保健省による飲料水水質規定 (Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable) がある。各基準を以下に示す。大気に関しては固定された建造物に対しての排出管理法規 (Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijas) が存在するが、工事または工事車両そのものに対する規定はない。なお、モニタリングフォーム案を章末資料に示す。

表 2-2.10 モニタリング計画の項目

環境項目	詳細		対象者	期限	報告回数	責任機関
【工事前】						
住民説明会	1回目	工事概要の説明	工事現場近隣の住民	E/N 後	1回	SANAA
	2回目	工事業者を含めた工事詳細	工事現場近隣の住民	工事開始前	1回	SANAA
土地取得	ピカチョ	交渉による合意	建設予定地内の土地所有者	E/N 前	1回	SANAA
		正式な文書締結	建設予定地内の土地所有者	E/N 後3月以内	1回	SANAA
	コンセプション	交渉による合意	建設予定地内の土地所有者	E/N 前	1回	SANAA
		正式な文書締結	建設予定地内の土地所有者	E/N 後3ヶ月以内	1回	SANAA
環境許可取得	F01 フォームの記入			E/N 後	1回	SANAA
	SERNA への提出			土地取得後	1回	SANAA
環境項目	項目	地点	方法	頻度	責任機関	
【工事中】						
大気質	煤塵、排ガス	工事車両	排ガス証明書のチェック	工事開始直後に1回	工事請負業者	
			(サンプリング調査)		SANAA	
騒音	工事車両、重機	発電所に最も近い民家	簡易計測器による調査 (平均値を算出) テグシガルバ市基準 (Plan de arbitrios) 52章に沿う	1回/月	工事請負業者	
	発電機、水車	発電所に最も近い民家		設置後ただちに1回	SANAA	
水質	SANAA の定期水質検査にサイト周辺の検査を組み込む			水車設置後	SANAA	
				1回		
【供用時】						
騒音	発電機、水車	発電所	周辺住民への聞き取り調査	1回/月	SANAA	
		100m 圏内				
水質	SANAA の定期水質検査にサイト周辺の検査を組み込む				SANAA	

2-2-3-1-9 ステークホルダー協議

「ホ」国の環境法令ではステークホルダー会議を実施する義務はない。しかし、調査団側から働きかけたところ、SANAAは過去にJICAの無償資金協力プロジェクトの実施経験があり、その際に住民説明会を行っており、今回も同様に行うとのことであった。E/N締結後に1回、及び施工業者決定後に1回の計2回に渡って周辺住民に対する工事説明を行う予定である。

2-2-3-2 用地取得・住民移転

2-2-3-2-1 用地取得・住民移転の必要性及び規模

(1) コンセプション地点

コンセプション発電所建設予定地はSANAAの土地ではなく、私有地である。現在空き地であり、住民移転は発生しないが、一名の土地所有者より用地取得が必要となる。取得予定の用地面積は約604m²である。

(2) ピカチョ地点

発電所建設予定地に民家はないものの一部私有地にかかる。空き地ではあるが、アクセス道路も含めると3名程度の土地所有者がおり、用地買収が必要である。取得予定の用地面積は約1,382m²となっている。住民移転は発生しない。

2-2-3-2-2 実施内容

用地取得はSANAAが責任を持って行い、費用も負担する。再取得価格は市場価格及び交通の便や上下水道・電気など公共サービスの有無を考慮した市の評定額によって決められる。すでに交渉も行っており、コンセプション地点に関しては、土地所有者と既に土地売買に関する合意は取り付けているが、正式な書面での手続きはまだである。ピカチョ地点では既に書類での土地買収の手続きを行っている最中である。

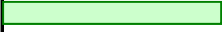

SANAA内部の手続き上、実施が決定してからでないと予算を確保することができないため、実際の土地購入は交換公文締結後となる。テグシガルパ市役所への2013年度の移管有無の問題もあり、2013年3月までに予算計上できるように地主と協議中である。

土地所有者は両サイトを合わせても数人であるため、用地取得に関する住民協議は集会形式ではなく、各所有者とSANAAが個別に対応する形で行う。苦情処理に関しても個別に対応する。

2-2-3-2-3 実施スケジュール

今後、工事着工時までには、SANAA が行うべき環境許可取得に必要な手続き等を下記に示す。

表 2-2.11 実施スケジュール

年月		2012/10	2013/3	2013/10
段階	交換公文締結(E/N)		▼	
	贈与契約(G/A)			▼
	工事開始			▼
環境 関連 項目	土地買収交渉			
	土地購入		▼	
	住民説明会		▼	▼
	F01フォーム提出		▼	
	環境ライセンス取得			

2-3 その他(グローバルイシューとの関連)

本事業は、大需要地域である首都圏において、未利用の水力資源である浄水場の既存設備を活用した小規模水力発電施設を建設し、当該地域の電力供給力の増強及び再生可能エネルギーの利用促進を図るものである。

また、本事業実施機関である SANAA は、発電によって得られた収益を低所得者住居地域や未給水地域への給水サービス向上等に活用する計画であり、同計画より貧困削減効果が期待される。



参考資料 2-1 F0-1 フォーム

天然資源・環境庁
国家環境影響評価システム(SINEIA)
SINEIA様式 F-01: 環境ライセンスの申請
環境カテゴリーリストに基づくカテゴリー1のプロジェクト-SERNA

申請書提出日
申請書提出場所:

I.- プロジェクト、工事、活動に関する一般情報					
1	プロジェクト、工事、活動の名称				
2	プロジェクト住所: 通り 番地	3	その他の連絡先(地区、地図番号)		
	市 県				
4	電話番号	5	FAX 番号	6	郵便番号
				7	メールアドレス
II.- プロジェクト、工事、活動の法的所有者に関する一般情報					
8	所有者の名前・会社名 (個人または法人)			9	身分証明書の種類と番号
10	住所: 通り 番地	11	その他の連絡先(地区、コンドミニアム等)		
	県 市				
12	電話番号	13	FAX 番号	14	郵便番号
				15	メールアドレス
III.- プロジェクト、工事、活動の法的代理人に関する一般情報					
16	法的代理人の姓			17	既婚・未婚
	法的代理人の名前				
18	職業		19	住所	
20	身分証明書の種類と番号				
21	電話番号	22	FAX 番号	23	郵便番号
				24	メールアドレス

IV.- プロジェクト、工事、活動に関する基本技術情報						
25	CIU番号	26	IAP分類(カテゴリーリストによる)			
27	プロジェクト、工事、活動の記述(様式の指示に従う)					
V.- プロジェクト、工事、活動に関する基本技術情報影響地域の基本的環境特性						
28	プロジェクト合計面積 m2	29	プロジェクト正味面積m2	30	建築面積m2	
31	プロジェクトには水がありますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	32	プロジェクトには電気がありますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	33	プロジェクトにはごみ収集や埋め立て処分場がありますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
34	約500m以内に類似活動がありますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	35	アクセス道はありますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	36	アクセス道の種類は? バラスト <input type="checkbox"/> 舗装 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> (具体的に記述)	
VI.- プロジェクト、工事、活動の場所について						
プロジェクト、工事、活動の実施候補地は以下の通り。 都市部 <input type="checkbox"/> 地方部 <input type="checkbox"/> 海岸地域 <input type="checkbox"/>						
プロジェクト、工事、活動が土地利用計画に準拠する場所にある場合、この計画に従っていますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
VII.- プロジェクト、工事、活動の特別な規定について						
38	この活動に係る特殊な環境・衛生規定がありますか? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
VIII.- 重要な環境項目						
39	項目	内容	効果	Si	No	NA
	消費	水源	プロジェクトは上水道給水ですか?			
			プロジェクトは井戸給水ですか?			
			プロジェクトは河川、湖、泉、湧水による給水ですか?			
			推定水使用量は50m3/月以上ですか? (一般家庭の消費量は)?			
	消費	エネルギー	プロジェクトは土地利用の変更をもたらしますか?			
			活動に電力は必要としますか?			
			独自の電力源を使用しますか?(自家発電) El el caso de contestar sí, especifique cuál: 推定電力消費量は240MWh/年以上ですか? (一般家庭の消費量は)?			
	消費	植生	プロジェクト開発には伐採が必要ですか? 伐採が必要な場合、その量を明確にして下さい。			

参考資料 2-2 環境チェックシート

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIA 及び環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書(EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 相手国の環境評価基準では本事業規模に EIA は必要ない。 (b) 同上 (c) 同上 (d) F-01 フォームの提出による環境許可が必要である。申請より 15 日で取得可能であることと、申請の際に土地を取得しておく必要があるため、現段階では未取得であるが、工事前には申請・取得予定である。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) N (b) N	(a) 現段階ではまだであるが、E/N 締結後に 1 回、及び施工会社決定後に 1 回説明を行う予定である。 (b) 同上
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて)検討されているか。	(a) Y	(a) ピカチョ建設予定地、コンセプション新設間取付箇所、及び発電機の水車に関し、代替案が検討された。
2 汚染対策	(1) 水質	(a) ダム湖/貯水池の水質は当該国の環境基準等と整合するか。動植物プランクトンの異常発生する恐れはあるか。 (b) 放流水の水質は当該国の環境基準等と整合するか。 (c) 試験湛水前の樹木の伐採などダム湖/貯水池の水質悪化防止のための対策が計画されるか。 (d) 下流の河川流量が低下することで、水質が悪化し、環境基準を下回る区間が生じるか。 (e) ダム湖/貯水池の底部からの放水(通常表面水より水温が低い)による下流域への影響を考慮した計画か。	(a) Y/N (b) Y (c) Y (d) N (e) N	(a) 既に水道水として使用されている水を使用するため、関連性がない。水道水は国が定める飲料水の水質のための技術規定に則っている。 (b) 水道排水管に水車を設置するため、水車からの油漏れによる水質汚濁防止のために外部軸受型水車を採用する予定である。 (c) 既存の水道施設を使用するため、関連性がない。 (d) 同上 (e) 同上
	(2) 廃棄物	(a) 掘削により発生した土砂は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) アスファルト等の廃棄物が発生するが、SANAA の指導の下、コントラクターにより相手国側の基準に沿って処理される
3 自然環境	(1) 保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) サイトは保護区内には立地せず、影響は与えない。
	(2) 生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 下流域の水生生物、動植物及び生態系への悪影響はあるか。生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) ダム等の構造物により遡河性魚類(サケ、マス、ウナギ等、産卵のため河川と海の間を移動する種)の移動を妨げる恐れはあるか。これらの種への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) サイトはこれらが含まれる場所にはない。 (b) サイトは貴重種の生息地を含まない。 (c) 既存の水道施設を使用するため下流域への悪影響はない。 (d) 既存の水道施設を使用するため遡河性魚類は元々いない。
	(3) 水象	(a) 堰等の構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか(特に流れ込み式水力発電の場合)。	(a) N	(a) 既存の水道施設を使用するため地表水・地下水への影響はない。
	(4) 地形・地質	(a) ダム湖による土砂等の捕捉により、下流域への土砂流入量が減少し、河床低下、土壌侵食等が生じるか。また、ダム湖への土砂の堆積による貯水池の容量減少、上流域の河床上昇、土壌堆積が生	(a) N	(a) 既存の水道施設を使用するため地形・地質への影響はない。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
		<p>じるか。これらの可能性について調査され、必要な対策が講じられるか。</p> <p>(b) プロジェクトにより計画地周辺の地形・地質構造が大規模に変更されるか(特に流れ込み式水力発電)。</p>	(b) N	(b) 同上
4 社会 環境	(1) 住民移転	<p>(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e) 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) Y</p> <p>(c) Y</p> <p>(d) Y</p> <p>(e) N</p> <p>(f) N</p> <p>(g) Y</p> <p>(h) Y</p> <p>(i) Y</p> <p>(j) Y</p>	<p>(a) 本事業による住民移転は生じないが、土地取得の必要がある。</p> <p>(b) 住民の移転は生じない。また、取得予定の土地所有者には SANAA が個々に説明を行っている。</p> <p>(c) 住民移転は生じないが、再取得価格は市場価格及び交通の便や上下水道・電気など公共サービスの有無を考慮したの市の評定額によって決められる。</p> <p>(d) 土地の買収は、建設工事前に行われる。</p> <p>(e) 現在交渉中であり、今後文書を取り交わす予定である。</p> <p>(f) 住民の移転はない。</p> <p>(g) 住民の移転はないが土地の取得に関して土地所有者との交渉が現在行われている。</p> <p>(h) 現在本プロジェクト経費が組み込まれた SANAA の予算が国会で審議されている。</p> <p>(i) 住民移転はなく、土地取得に関わる土地所有者の数も少ないため、SANAA が個別に対応する。</p> <p>(j) 同上</p>
	(2) 生活・生計	<p>(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>(b) プロジェクトにより周辺の地域利用が変化して住民の生計に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(c) 関連施設が住民の既存水域交通及び周辺の道路交通に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(d) 他の地域からの人口流入により病気の発生(HIV等の感染症を含む)の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。</p> <p>(e) 下流の水利用維持のための最低流量は供給されるか。</p> <p>(f) 下流水の流量の変化、あるいは海水浸入により、下流の水利用や土地利用に影響が生じるか。</p> <p>(g) 水を原因とする、もしくは水に関係する疾病(住血虫症、マラリア、糸状虫症等)は発生する恐れはあるか。</p> <p>(h) 河川等における漁業権、水利権、山林入会権等が阻害されることはあるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p> <p>(c) Y</p> <p>(d) N</p> <p>(e) N</p> <p>(f) N</p> <p>(g) N</p> <p>(h) N</p>	<p>(a) 本事業は既存の水道施設を使用するため、住民の生活へ大きな悪影響は生じない。</p> <p>(b) 本事業は既存の水道施設を使用するため、地域利用の変化はないと考えられる。</p> <p>(c) 供用中は交通への影響は考えられないが、工事中は工事車両増加により、交通渋滞が予想される。計画段階での工事車両の運行ルートを検討する、地域住民に対しての説明を行うなどの緩和策が考えられる。</p> <p>(d) 大規模な作業・工事は想定されず、病気発生危険性は少ない。</p> <p>(e) 既存の水道施設の水を使用するため、下流の流量は変わらない。</p> <p>(f) 既存の水道施設を利用するため、その影響は考えられない。</p> <p>(g) 同上</p> <p>(h) 同上</p>
	(3) 文化遺産	<p>(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	(a) N	(a) サイト周辺に文化遺産はない。
	(4) 景観	<p>(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。</p>	(a) N	(a) 本事業は超規模であり、周辺に配慮すべき景観もない
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。	(a) N	(a) サイト周辺に少数民族・先住民族の居住地はない。
		(b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(b) N	(b) 同上

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)	
4 社会 環境	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。	(a) Y	(a) SANAA の指導の下、工事請負業者が考慮する	
		(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。	(b) Y	(b) 同上	
		(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育(交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。	(c) Y	(c) 同上	
		(d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(d) Y	(d) 同上	
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。	(a) Y	(a) 今後工事請負業者が考慮することとなる。工事車両の定期的なメンテナンス、昼間の工事、廃棄物の分別が考慮されるべきである。	
		(b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(b) N	(b) 工事が小規模であること、建設予定地も空き地であること、貴重な生態系の存在もないことから、大きな影響はない。	
		(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(c) N	(c) 工事が小規模であり、社会環境への大きな影響はない。	
	(2) 事故防止対策	(a) ダムからの放水時における下流部への警報体制は整備されるか。	(a) N	(a) 既存の水道施設を使用するため、ダムとの関連性はない。	
		(3) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。	(a) Y	(a) 水質に関してはSANAAが通常行っている定期水質検査にプロジェクトサイトを入れる。大気、振動・騒音に関しては工事請負業者が決まり次第、決めることになる。
			(b) 当該計画の項目、方法、頻度等どのように定められているか。	(b) Y	(b) 同上
			(c) 事業者のモニタリング体制(組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性)は確立されるか。	(c) Y	(c) 同上
(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(d) N		(d) 報告の方法についてはまだ規定されていないため、今後決める必要がある。		

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外(日本における経験も含めて)の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業及び地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

参考資料 2-3 モニタリングフォーム

環境項目	詳細	対象者	期限	報告回数	モニタリング結果	責任機関	備考
【工事前】							
住民説明会	1回目	工事概要の説明	工事現場近隣の住民	E/N 後	1		SANAA
	2回目	工事業者を含めた工事詳細	工事現場近隣の住民	工事開始前	1		SANAA
土地取得	ピカチョ	交渉による合意	建設予定地内の土地所有者	E/N 前	1		SANAA
		正式な文書締結	建設予定地内の土地所有者	E/N 後 3ヶ月以内	1		SANAA
	コンセプション	交渉による合意	建設予定地内の土地所有者	E/N 前	1		SANAA
		正式な文書締結	建設予定地内の土地所有者	E/N 後 3ヶ月以内	1		SANAA
環境許可取得	F01 フォームの記入			E/N 後	1		SANAA
	SERNA への提出			土地取得後	1		SANAA

環境項目	項目	地点	方法	確認事項	モニタリング結果	頻度	責任機関	備考
【工事中】								
大気質	煤塵、排ガス	工事車両	排ガス証明書のチェック (サンプリング調査)	排ガス証明書を取得しているかどうか		工事開始直後に1回	工事請負業者 SANAA	
騒音	工事車両、重機	発電所に最も近い民家	簡易計測器による調査 (平均値を算出) テグシガルパ市基準 (Plan de arbitrios) 52章に沿う	65 decibel		1回/月	工事請負業者 SANAA	
	発電機、水車			65 decibel		設置後ただちに1回	工事請負業者 SANAA	
水質	SANAA の定期水質検査にサイト周辺の検査を組み込む					水車設置後1回	SANAA	
【供用時】								
騒音	発電機、水車	発電所 100m 圏内	周辺住民への聞き取り調査	苦情件数		1回/月	SANAA	
水質	SANAA の定期水質検査にサイト周辺の検査を組み込む						SANAA	

第3章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

ホンジュラス共和国（「ホ」国）の2011年における年間電力需要（電力販売量）は5,235GWhであり、総計1,184MWの発電設備により、7,169GWhを供給して需要に対応している。一方、2002年から2011年の電力需要の伸びは、2009年に世界的景気後退の影響を受けマイナスを示したものの、平均4.5%と堅調な伸びを維持している。「ホ」国の経済発展、貧困撲滅のためには安定した電力供給が求められており、国家電力会社（ENEE）は民間開発も含め、2022年までに、現状発電能力の1.7倍にあたる2,121MWの新規発電設備の開発を計画している。

「ホ」国政府は、2010年に発表した長期的な国家開発目標「国家ビジョン2010-2038」「国家計画2010-2022」においてエネルギー安全保障／一次エネルギー源多様化、地球温暖化ガス排出抑制等の観点から、再生可能エネルギーの導入を積極的に進める政策を示し、同方針のもと、既設水力発電所のリハビリ及び小水力発電等再生可能エネルギーを活用した電源開発を積極的に進める計画である。また、「ホ」国の火力発電設備は、輸入化石燃料を利用した小型ディーゼル火力であるが、エネルギーの安全保障（輸入化石燃料への依存低減）及び温室効果ガス排出抑制の観点から、これらディーゼル火力への依存度を抑制するべく、再生可能エネルギーの積極的活用や、省エネルギーの推進が望まれている。こういった背景から、「ホ」国は再生可能エネルギーの導入拡大を国家レベルの重要課題の一つと位置づけ、「国家計画2010-2022」にて、2022年までに再生可能エネルギーの利用比率を60%にまで引き上げる方針を打ち出した。再生可能エネルギーは電力セクターのみならず、上下水道セクターにおいてもその導入可能性が期待される。

本事業は、上記政策・計画に沿った再生可能エネルギー開発を進めるものであり、テグシガルパ市内の上下水道事業を担う国家上下水道公社（SANAA）が管理している既存の浄水設備内（コンセプション浄水場及びピカチョ浄水場）に、未利用の落差（位置エネルギー）を利用した合計出力430kWの小規模水力発電所を建設することにより、再生可能エネルギーの利用促進と当該浄水場の効率的運営（買電量の削減）を図り、当該国の経済社会開発の向上及び温室効果ガス排出量の削減に寄与する。また、本事業はパイロットプロジェクトとして、全国の浄水施設等を活用した再生可能エネルギープロジェクトの普及に大いに貢献するものと期待される。

(2) プロジェクトの概要

コンセプション地点では、既存の曝気装置の直上流に水車・発電機を設置して、上流のコンセプション貯水池水位と曝気装置水位との落差を利用し、発電所出力（設備容量）250kWの発電を実施する計画である。より有効に未利用エネルギーを活用する目的で、コンセプション地点ではダムから曝気装置に至る内径 1,100mm と 900mm の鋼管よりなる全長約 6.3km の送水管のうち、内径が 900mm と小さくなっている区間において、内径 700mm、延長約 3km のダクトイル鋳鉄管を新設する計画である。一方、ピカチョ地点においては、浄水場下流の水道配管（L22 系統管路、内径 400mm）にある減圧弁と並列に水車・発電機を設置して、減圧弁の水圧差を利用し、発電所出力（設備容量）180kW の発電を行う計画である。両発電所で発電した電気は、近傍の配電線に系統連系し、ENEE に全量売電される計画である。

施設の概略及び機材の概略を表 3-1.1 及び表 3-1.2 に示す。

表 3-1.1 施設の概略

発電所名		単位	コンセプション発電所	ピカチョ発電所
最大発電流量		m ³ /s	1.5	0.3
定格総落差		m	42.06	91.44
定格出力時有効落差		m	27.46	86.16
発電所出力		kW	250	180
推定年間発電電力量		MWh	1,650 ²	520
導水路	型 式	—	地下埋設式	-
	構 造	—	ダクトイル鋳鉄管	-
	規 模	—	内径 700mm	-
	水 路 長	m	2,973m	-
発電所	型 式	—	地上式	地上式
	構 造	—	鉄筋コンクリート構造平屋建	鉄筋コンクリート構造平屋建
	軒 高	m	7.00m	7.00m
	延床面積	m ²	174m ² (幅 8.50m、長さ 20.5m)	174m ² (幅 8.50m、長さ 20.5m)

2 2006～2011年のダム日水位と日取水量の実績より算定した推定値。

表 3-1.2 機材の概略

サイト名	コンセプト発電所	ピカチョ発電所
水 車		
型 式	横軸単輪単流渦巻型 フランス水車	横軸単輪単流渦巻型 フランス水車
調 速 機	PD 制御電動ガバナ	PD 制御電動ガバナ
入 口 弁	電動式弁	電動式弁
定 格 出 力	273kW	204kW
回 転 速 度	900rpm	1200rpm
発電機		
型 式	3 相交流ブラシレス同期発電機	3 相交流ブラシレス同期発電機
絶 縁 の 種 類	F 種(固定子, 回転子)	F 種(固定子, 回転子)
定 格 電 圧	480V	480V
定 格 容 量	314kVA	235kVA
定 格 力 率	80%	80%
周 波 数	60Hz	60Hz
回 転 速 度	900rpm	1200rpm
水車発電機制御装置		
型 式	屋内自立閉鎖型 (1 面)	屋内自立閉鎖型 (1 面)
低圧配電盤		
型 式	屋内自立閉鎖型 (3 面)	屋内自立閉鎖型 (3 面)
遠方監視制御装置		
型 式	計算機制御装置 (1 台)	計算機制御装置 (1 台)
高圧配電盤		
型 式	屋内自立閉鎖型 (1 面)	屋内自立閉鎖型 (1 面)
主要変圧器		
型 式	屋外型油入自冷式	屋外型油入自冷式
定 格 電 圧	480V/34.5kV	480V/13.8kV
容 量	400kVA	250kVA
結 線 方 式	1 次 3 角型/2 次星型	1 次 3 角型/2 次星型

3-2 協力事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

1) 協力対象範囲に対する方針

「ホ」国政府は、ローカルコンサルタントにより実施された既存の浄水設備内で未利用水力落差（位置エネルギー）を利用した小規模水力発電計画の具体化に係る無償資金協力の供与について、日本政府に対し要請を行った。同要請を受け、JICAは2011年11月に本小規模水力発電計画に係る基礎情報収集・確認調査を実施した。調査団はローカルコンサルタントの事前調査結果をレビューし、SANAAが管理するコンセプション浄水場とピカチョ浄水場設備内の2箇所の発電計画に対して検討を行った。その結論として、有効活用されていない位置エネルギーを利用して合計444kW相当の発電計画が提案された。本協力準備調査において、上述の既存の浄水設備内において小規模水力発電所の最適開発計画を策定する。2箇所の小規模水力発電所で、発電した電気をENEEの配電線に系統連系し売電を行う計画である。

2) サイト選定に対する方針

SANAAが管理するテグシガルパ市のコンセプション浄水場とピカチョ浄水場施設内において、提案されている発電所サイト、新設管路の延長、規模等について、現地調査で得られた地形、地質情報、流量等の水文情報、残存水頭、流量測定結果、系統連系設備の情報をを用いて選定を行う。

コンセプション地点は、既存の曝気装置の直上流に水車・発電機を設置して、上流のコンセプション貯水ダムと発電所地点の導水管落差を利用して発電を行う計画である。より有効に未利用エネルギーを利用する目的で管路の新設を計画する。一方、ピカチョ地点は、ピカチョ浄水場下流の水道配管（L22系統管路）にある減圧弁と並列に水車・発電機を設置し、減圧弁の水圧差を利用して発電を行う計画である。発電所地点については、必要な機器スペース、制御機器類の設置環境、車両による振動の影響、設備のメンテナンスの容易さ、施工の難易度、工事中の交通規制等を配慮して決定する。両発電所は近傍のENEEの配電線と系統連系する。

3) 設備規模に対する方針

本計画においては、現状の送水及び配水機能に支障を来さないよう、発電設備を導入し、原水または浄水により、残存の位置エネルギーを有効利用して、発生電力量が最大とな

るべく、最適な設備規模を決定する。

コンセプション地点においては、季節によりダム水位が変動すること、水路の摩擦等による損失水頭の影響で有効落差の著しい減少が生じていることから、より有効に未利用エネルギーを利用する目的で管路を新設する計画である。一方、ピカチョ浄水場は合計9系統の管路から配水が行われており、各系統への配水量は季節、時間により変動する。対象のL22管路では通常流量は測定の結果、120 liter/sec～150 liter/secと少なかったが、基本計画での最大配水流量は225 liter/secと設定されていることも配慮して設備規模を決定する。

(2) 自然条件に対する方針

対象サイトが位置するテグシガルパ市は、北緯14度、「ホ」国太平洋側内陸部の中央部高原地帯に位置する。両サイトは標高約1,100mに位置し、月平均気温は25°C以下であり、四季を通じて気温が15～30°Cと気温の変化は小さい。「ホ」国の季節は、雨季、乾季がはっきり別れており、5～10月が雨季、その他の時期は乾季となっている。年間降雨量はコンセプション地点で約1,000mm、ピカチョ地点で約1,700mmである。雨季には集中豪雨が起こることから、埋設管路等の掘削工事においては安全面に、埋戻し工事では品質管理面に十分配慮する。

テグシガルパ市周辺では大きな地震の記録は見られない。両サイトは「ホ」国の地震規準にある6段階の地域係数(0.10～0.35)で段階4(0.25)に該当する。発電所建屋の構造検討では、この地域係数、構造物重要度、土質、建物構造等から算定した設計水平震度0.1を用いる。また、両サイトの設計風圧は「ホ」国の風圧規準より、風の状況、建物構造、建物重要度及び基準風速(サイト周辺120km/hr = 33m/sec)から算定した120kg/m²を用いる。

(3) 社会経済条件に対する方針

コンセプション地点における新設埋設管の布設ルートは道路沿いであり、近傍に民家も多く、工事中の騒音、振動、煤塵対策には十分注意する。両発電所地点近くには住宅があり、発電所運転中の騒音対策については、発電所建屋の設計において十分配慮する。

(4) 建設事情／調達事情に対する方針

建設に関する手続では、コンセプション地点の導水管新設工事で市道沿いの掘削を行うことから、SANAAはテグシガルパ市から道路占用などの建設許可を取得しておく必要がある。また、対象区域には電気、電話ケーブル、地下埋設物はないとの説明をSANAAより受けているが、掘削許認可を必要とするものについて事前に協力要請を行い、許認可を取得してお

く必要がある。現地調査の結果、コミュニティ運営による上水道設備が道路に埋設されていることがわかったが、図面等は保管されていない。

資機材については生コンクリート、鉄筋、セメント、木材、砕石、砂等は一般に流通しており品質も問題のないことが確認されているため現地調達とする。一方、大口径（φ200mm 以上）のダクタイル鋳鉄管、鉄管、バルブ、流量計等は要求される品質と数量の確保が難しいため、日本もしくは第3国からの調達とする。第3国からの調達に関しては輸送日数が約2ヶ月必要であるため、全体スケジュールに配慮した調達が望ましい。

また、過去に行われた我が国無償案件で実績のある施工業者などから治安の悪化が伝えられているため、民間警備会社、現地警察などを活用し安全面で万全な対応をとることが重要である。

(5) 現地業者の活用に係る方針

本計画において、土木・施設設置工事は、プライムコントラクターの日本企業の管理の下で「ホ」国内の工事業者が実施することを想定する。現地業者の中には日本の協力による施設建設（水道、橋梁など）を通して日本業者の下請けを経験した企業もあり、地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進のためにも積極的に活用することが望ましい。また、発電設備の据付工事においても、建設工事用機材及び労務提供を中心に現地工事業者がこれを実施する。主な工種は土木工事（土工事・コンクリート工事、管布設工事等）、設備工事（水車、発電機設置等）、電気工事（ケーブル敷設、電柱、変圧器設置等）である。なお、品質管理、工程管理、安全管理、機材据付指導、試験調整などのためには、日本から技術者を派遣する。

(6) 運営・維持管理に対する方針

SANAA からテグシガルパ市への上下水道事業の移管は法律上 2013 年 10 月と定められており、市は手続きを進めているが、資金面の問題（SANAA 従業員への退職金等を含めた各種支払いの清算金）でかなり難航している。プロジェクト完成後、本発電施設も市に移管される予定であるが、移管後のテグシガルパ市の水道事業については、その事業ノウハウや技術能力の面から、SANAA 技術者が引き続き事業運営、運転、維持管理に従事する予定である。したがって、本発電設備を持続的に運用するための運転、維持、管理技術については、SANAA に移転する必要がある。しかし、SANAA は水力発電所運営の実績がないため、ソフトコンポーネントの実施によって、現状の配水システムに支障なく、適切な運転、維持管理を行うための技術支援が必要であり、SANAA が将来に亘り運転・保守を問題なく実施できる能力を開発するものである。なお、ソフトコンポーネントのメンテナンスの対象は、日常点検、軽微なメンテナンスであり、大規模なオーバーホール、大規模なスペアパーツの取替は中長

期計画を策定し、メーカーに発注されるものとする。

SANAA は現在、水力発電所を所有していないので、発電所の運転、維持・管理及び電気事業運営経験は無いが、上水道設備の運転、維持管理の経験は豊富であり、機械、電気関係の技術者を有している。このように、SANAA には、水力発電技術を習得する素地があり、積極的にその技術習得と組織内での技術移転に取り組む姿勢もある。したがって、電力設備の運転、保守技術の技術移転に関しては、適当な人材を確保できると考えられる。今後、発電設備の運用を継続的に行っていくためには、SANAA 内部の電気、機械の保全担当箇所の協力を得るとともに、電力設備の豊富な技術を有する ENEE からの技術支援も効果的であると考える。

(7) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

土木施設の設計において、設計水平震度及び風荷重等は「ホ」国の技術基準に準じて行った。発電所建屋については、両地点ともに住宅地に近接していることから、騒音対策を考慮して鉄筋コンクリート構造とした。施工時においても工事エリアで岩掘削が必要になる場合は、振動、騒音が周辺の施設及び家屋に与える影響を配慮し無発破工法を採用する。また、建設工事に伴う騒音・振動対策として、低騒音型・低振動型建設機械を極力使用する。

政府の方針を踏まえ、主要機材である水車、発電機については、我が国中小企業製品を前提として設計を行った。機材の適用規準に関しては、国際電気標準会議規格（IEC）、日本工業規格（JIS）、日本電気規格調査会標準規格（JEC）、日本電気工業会標準規格（JEM）、日本電線工業会標準規格（JCS）を適用するものとする。但し、本事業完了後の運転・維持管理を実施する SANAA の運転・維持管理部門の技術レベルを考慮し、複雑な構成や仕様とならないよう留意する。また、高圧配電盤や変圧器など第3国調達の機器、機材については、現在、ENEE や SANAA の適用している国際規格及び基準に準ずるものとする。

各水力発電所は、近傍の既設配電線に系統連系される計画であり、配電設備の設計は、ENEE 規準に準じて行うものとする。

(8) 工法／調達方法、工期に係る方針

対象サイトは住宅地に近接しているため、近隣住民への騒音・振動対策について配慮した施工方法を選択する必要がある。また、所定の工期内で完工させ、期待される効果を発現させるためには、日本側工事と建設に伴う用地取得などの「ホ」国側負担事項が工事開始前に完了すること、及び免税や建設認可等の諸手続きに要する時間を考慮した工程計画を策定する。

3-2-2 基本計画(施設計画/機材計画)

3-2-2-1 施設計画(土木設備)

(1) 発電計画

1) コンセプション地点の設備規模

テグシガルバ市南西部リオグランデ川下流部に位置する高さ 68m の既設のコンセプションダムから、コンセプション浄水場へは、延長約 7km の導水管により最大 1.5m³/sec の原水が送水されている。コンセプション発電所候補地点は、同ダムから約 6.3km 下流の曝気装置直上流であり、この区間の未利用落差を利用して原水により、発電を行う計画である。

コンセプションダムは、1991年に水道用ダムとしてイタリアの援助で建設された重力式貯水ダムである。同年にイタリアとフランスの援助で下流にコンセプション浄水場が建設された。建設当時の処理能力は 1,200 liter/sec であったが、その後イタリアの援助により、2006年に処理能力 300liter/sec を増設し、最大処理能力 1,500 liter/sec となった。これと同時に、貯水量を増やすために余水吐きに転倒ゲートを増築してダムを嵩上げしている。この結果、ダムの取水最高水位は標高 1,155m が 1,157.28m となっている。取水最低水位は標高 1,114m、ダムの有効貯水容量は 33 百万 m³ である。

既設送水管は、ダムから曝気装置までは、上流の 3.67 km 区間は内径 1,100mm、下流の 2.61km 区間は内径 900mm の鋼管である。鋼管は古く、延長が長いので、水路の損失が大きくなっており、管路を新設して損失を軽減し発電する計画とする。

コンセプション地点については、SANAA より収集した 12 年間 (2000~2011 年) の日平均取水量、日平均ダム水位データに基づいて、発電規模、発生電力量を算定する。

a) 流量及びダム水位

2006 年以降は、コンセプションダムの余水吐きゲートの増築工事によりダム水位が高くなったこと、コンセプション浄水場の処理能力が 1,200 liter/sec から 1,500 liter/sec に拡大したことにより、ダムの運用水位が高くなるとともに、ダムからの取水量も明らかに増えている。

2006 年以降の平均ダム水位は、2000 年~2005 年の平均より約 5.4m 高くなり、平均取水量も 2006 年以降の平均は 1,253 liter/sec と、2000 年~2005 年の平均取水量の約 20% 増である。ダムから浄水場への送水量は、2006 年以降年間を通して変動はある

ものの比較的安定している。次表に、ダム平均、最高、最低水位及び平均、最小及び最大取水量を纏める。また、図 3-2.1 に平均、最大及び最小取水量、図 3-2.2 にダム平均、最高及び最大水位の 2000～2011 年までの変化を示す。

表 3-2.1 コンセプションダム平均、最高及び最大水位

	2000－2011	2000－2005	2006－2011
平均ダム水位 (m)	1,148.37	1,145.68	1,151.06
最高ダム水位 (m)	1,157.28	1,156.29	1,157.28
最低ダム水位 (m)	1,130.29	1,130.29	1,137.79

表 3-2.2 コンセプションダム平均、最大及び最小取水量

	2000－2011	2000－2005	2006－2011
平均取水量 (liter/sec)	1,140.25	1,027.45	1,253.06
最大取水量 (liter/sec)	1,550.00	1,404.17	1,550.00
最小取水量 (liter/sec)	441.67	441.67	866.67

ダム水位及びダムからの取水量の日変化を、図 3-2.3 に示す。この図に示されるように、コンセプション貯水ダムの運用は、乾季が終わり、雨季が始まる 3 月から 5 月頃にダム水位が最も低下する。乾季には、テグシガルパ市内に給水している貯水池を持たない他の浄水場は水源からの供給が少なくなる。このため、貯水池を有するコンセプション浄水場は処理水量を最大限まで高め、配水量が不足している地域の配水池に送水している。この時期には、ダム水位が低下し、自然流下により、コンセプション浄水場に十分な原水の送水ができなくなり、3 基のブースターポンプを稼働し強制送水している。

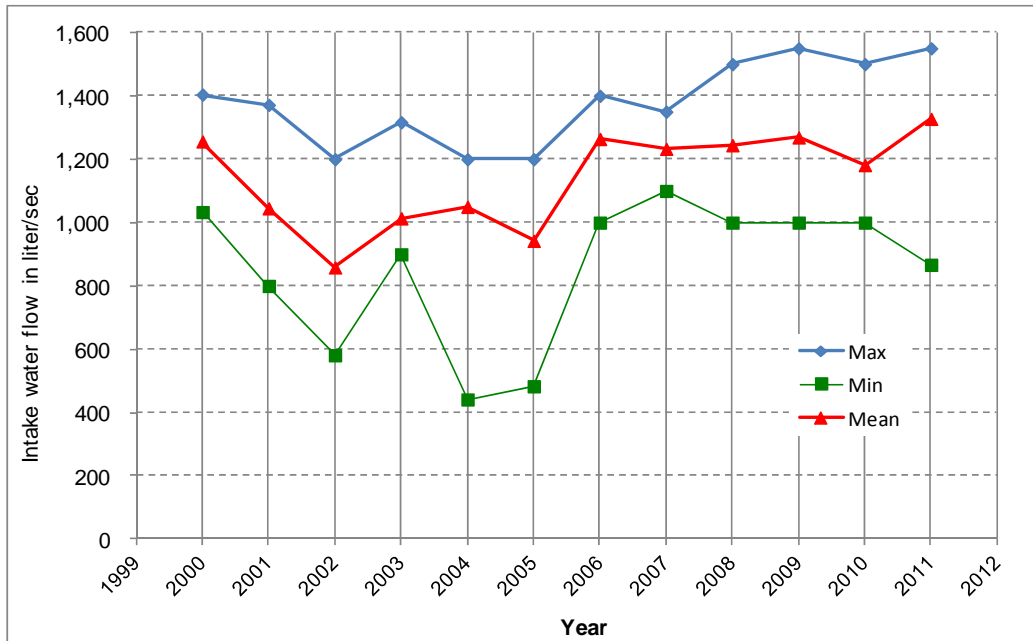


図 3-2.1 平均、最大及び最小取水量の変化

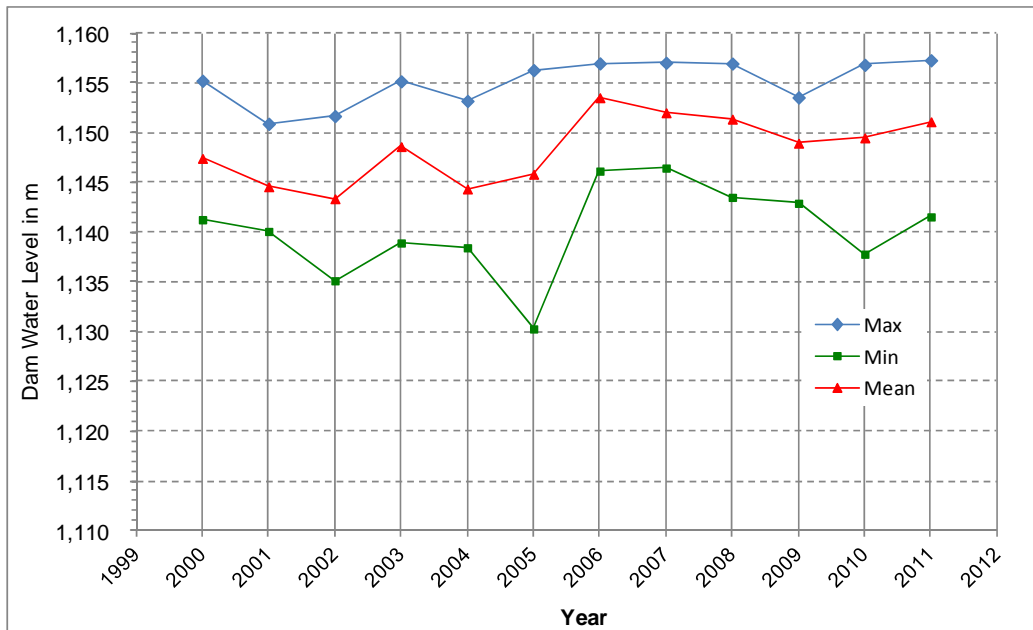


図 3-2.2 平均、最高及び最低ダム水位の変化

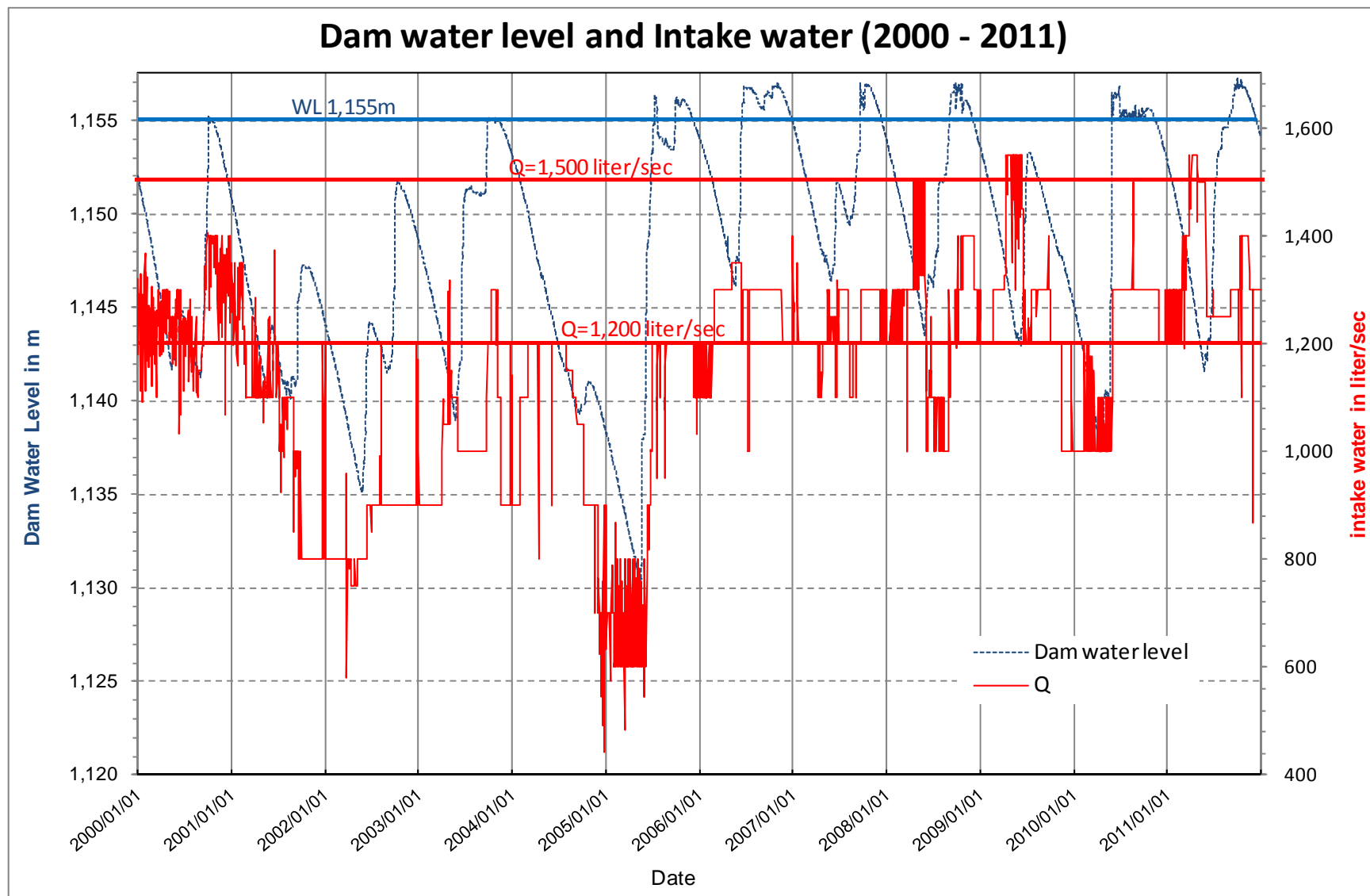


図 3-2.3 コンセプションダムの日ダム水位及び日取水量の変動(2000-2011)

b) 最大発電流量の決定

2006年のダムの高上げ以降、取水量が増え、下図の流況曲線に示すように流量は安定している。発生電力量を最大とするように、ダム取水量の最大 1,500 liter/sec を最大発電流量 (Q_{pmax}) とすると、最小発電流量 (Q_{pmin}) の目安は $0.4Q_{pmax} = 600$ liter/sec となる、2006年以降は、最小取水量は 867 liter/sec であり、常時発電可能流量が確保されている。

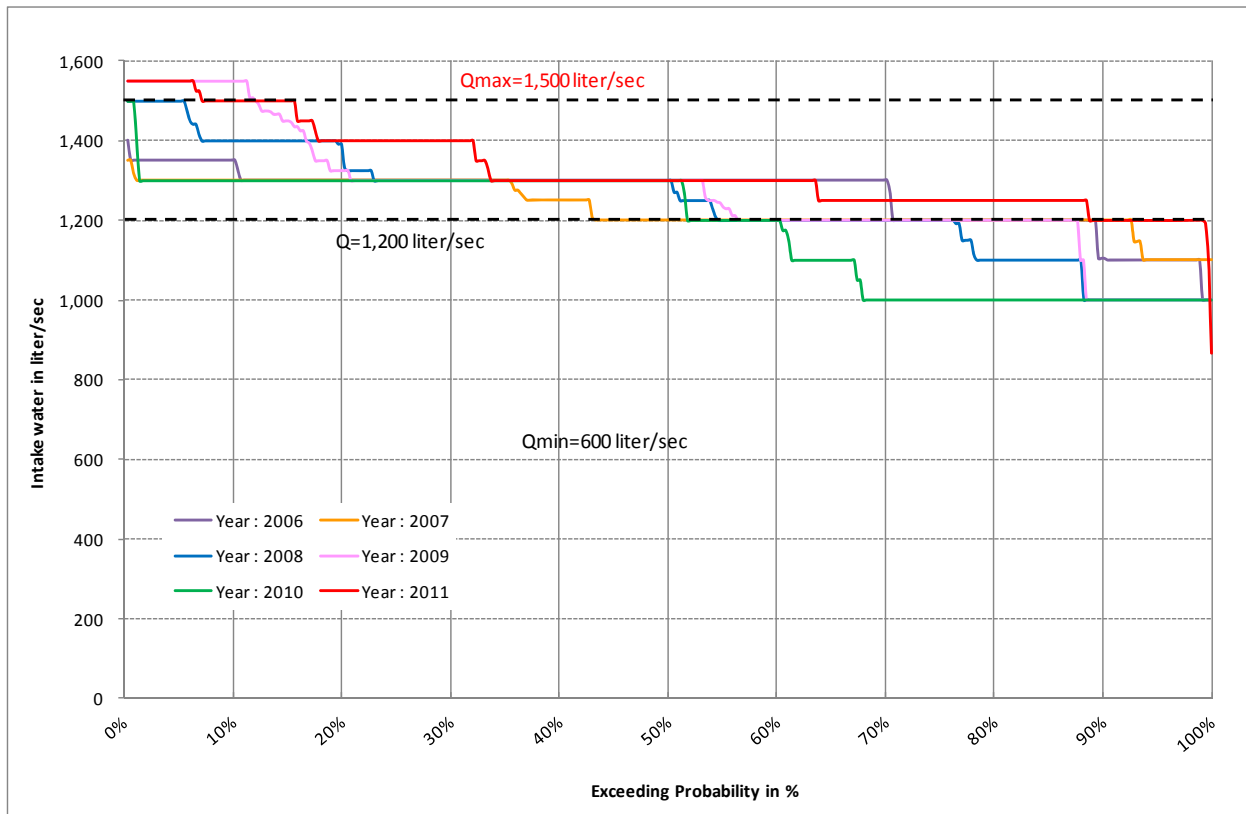


図 3-2.4 コンセプションダムからの取水量の流況曲線(2006－2011 年)

c) 新設ダクタイル鋳鉄管の必要性について

コンセプションダムから曝気装置までの埋設鋼管延長は、約 6.3km あり、内径 1,100mm 区間（上流の約 3.7km）と内径 900mm 区間（下流の約 2.6km）よりなる。曝気装置手前で水頭を計測した結果、最大流量 1,500 liter/sec の時は水頭がほとんどなかった。本計画では、1,100mm 鋼管と 900mm 鋼管の境界から約 180m 上流の地点から分岐して、内径 700mm のダクタイル鋳鉄管を道路沿いに延長 2,973m 埋設し、発電所上流地点で再び既存管路に合流する計画である。（第 3-2-2-1 (1) 3)「コンセプション地点 ダクタイル鋳鉄管の最適径の検討」参照）

d) 有効落差の算定

コンセプション発電所の有効落差は、ダム水位の変動と流量変化による損失水頭の変動の2つの影響によって、大きな変動が生じる特徴がある。ダム水位が低くなった時に、大量の送水を行う場合は、有効落差が著しく小さくなり、発電できなくなる。また、必要量の送水ができなくなった場合はブースターポンプを稼動する必要が生じる。

内径 700mm のダクタイル鋳鉄管を新設した場合、ヘーゼン・ウィリアムスの式を用いて管路全長の摩擦損失水頭を計算した結果を次表に纏める。最大取水時 (1,500 liter/sec)で損失水頭は 22.3m となる。ダム最高水位時の最大総落差は 42.06m であり、有効落差は $He = 19.79m$ となる。なお、既設鋼管の流速係数³ $C = 90$ 、新設ダクタイル鋳鉄管は $C = 110$ として求めた。

表 3-2.3 管路の摩擦損失水頭と有効落差(φ700mm 新設管)

流量 (m ³ /sec)	摩擦損失水頭 (m)	ダム最高水位時の有効落差 (m)
0.0	0.00	42.06
0.2	0.65	41.41
0.4	2.01	40.05
0.6	4.09	37.97
0.8	6.88	35.18
1.0	10.38	31.68
1.1	12.40	29.66
1.2	14.60	27.46
1.3	16.98	25.08
1.4	19.53	22.53
1.5	22.27	19.79

e) 発電規模

コンセプション発電所は、既設管路から分岐して、内径 700mm の管路を約 3km 新設し、新設管路と両方に送水することで損失水頭を軽減し有効落差を増し、出力を上げ、発生電力量を増加する計画とする。定格出力⁴は、流量が 1.2m³/sec の時、有効落差 27.46m となり、水車効率を 0.845 とすると 273kW となる。次表に発電諸元を纏める。

3 流速係数 C は管路面の粗さを示す値である。既存鋼管は水圧試験の測定結果より推定した $C=90$ 、新設ダクタイル鋳鉄管は、設計時の $C=110$ とする。

4 $P_t=9.8 \eta_t Q_p H_e$ ここで P_t : 定格出力 (kW)、 η_t : 水車効率、 Q_p : 発電流量 (m³/sec)、 H_e : 有効落差 (m)

表 3-2.4 コンセプション発電所の発電諸元

項目		値	備考
流量範囲	Qp	0.6~1.5 m ³ /sec	Qpmin =0.4Qpmax
最大発電流量	Qpmax	1.5 m ³ /sec	
ダム最高水位	Hmax	1,157.28m	
発電所放水位	TWL	1,115.22m	
最大総落差	Hg	42.06m	=Hmax - TWL
定格出力時の発電流量	Qp	1.2m ³ /sec	
定格出力時の管路全長の摩擦損失水頭	Hloss	14.6m	ヘーゼン・ウィリアムスの式より算定 既設鋼管 C=90、新設ダクタイル管 C=110
定格出力時の有効落差	He	27.46m	
定格出力	Pt	273kW	水車効率:ηt=0.845
発電所出力(設備容量)	P	250kW	発電機出力(314kVA)の80%

コンセプション発電所の縦断概略レイアウトは下図に示すとおりである。

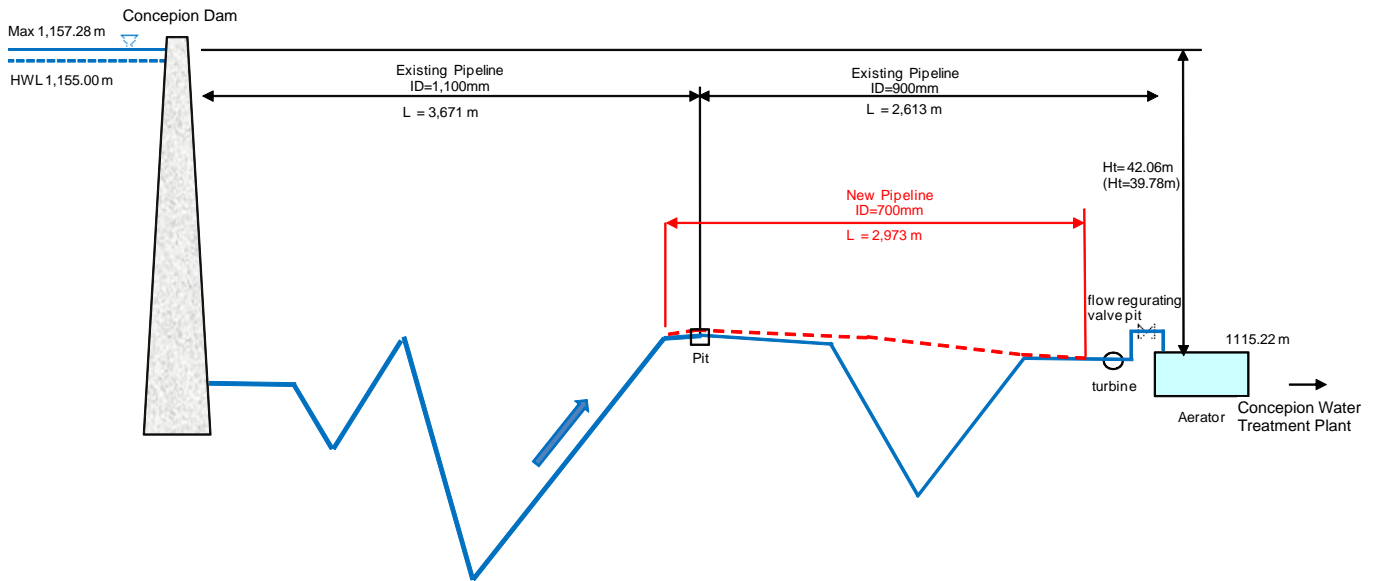


図 3-2.5 コンセプション発電所の概略レイアウト

f) 年間推定発生電力量

年間推定発生電力量⁵は、ダム日水位と損失摩擦水頭より求まる有効落差と日流量より計算する。有効落差が 10m 以下または、流量が 0.6m³/sec 以下の場合は、発電不能とし日発生電力量を 0 とする。水車発電機の総合効率⁵は 0.8 として計算する。下表に示すように、2000～2011 年（12 年間）の平均年間発生電力量は 1.495 GWh/年、ダム嵩上げ後の 2006～2011 年（6 年間）は 1.650 GWh/年となる。なお、設備利用率（PF）はそれぞれ 75%、68%となっている。図 3-2.6 には年度別の年間推定発生電力量を、図 3-2.7 には月別の推定発生電力量を示す。

表 3-2.5 コンセプション発電所の推定発生電力量

計算期間		平均年間 推定発生電力量	最大年間 推定発生電力量	最小年間 推定発生電力量
2006－2011	GWh/年	1.650	1.910	1.349
	PF	75%	87%	62%
2000－2011	GWh/年	1.495	1.910	1.201
	PF	68%	87%	55%

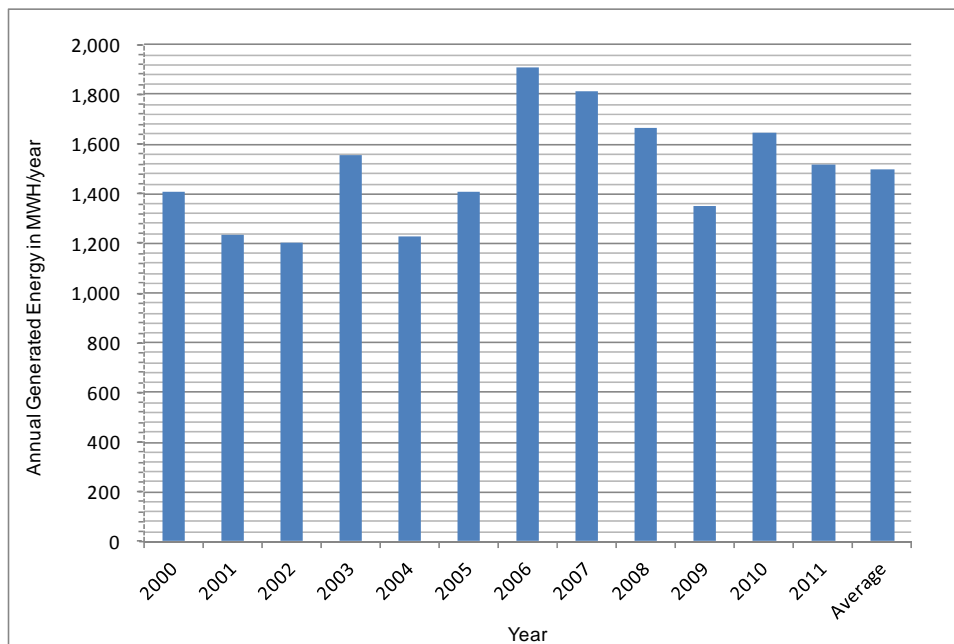


図 3-2.6 コンセプション発電所の年間推定発生電力量

⁵ $E = \sum_{i=1}^{365} 24 \times P_i = \sum_{i=1}^{365} 24 \times 9.8 \times \eta \times Q_i \times He_i$ ここで、E：年間発生電力量（kWh/year）、P_i：毎日平均出力（kW）、Q_i：毎日平均流量（m³/sec）、He_i：有効落差（m）、η：効率

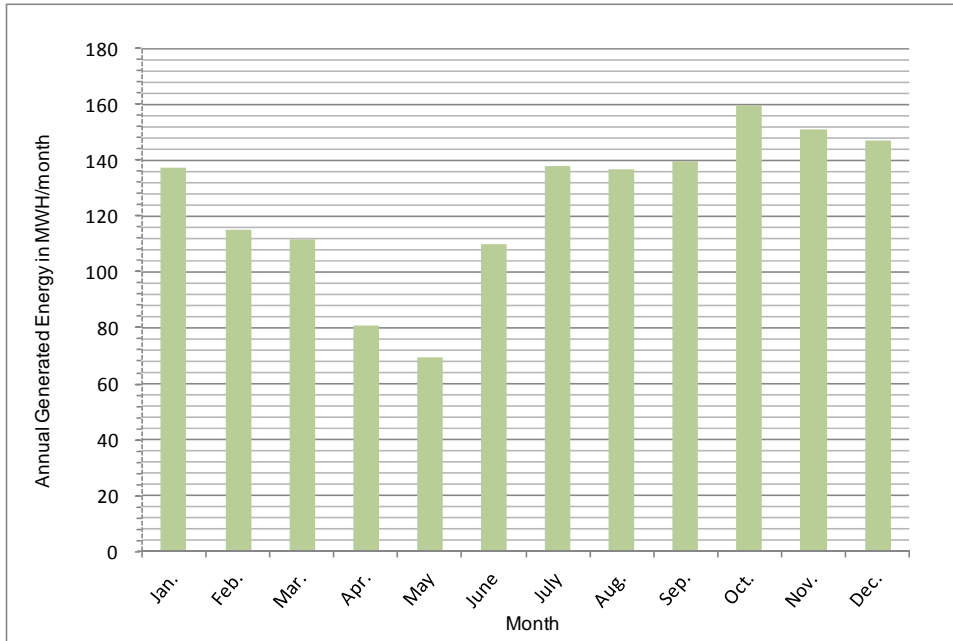


図 3-2.7 コンセプション発電所の月別平均推定発生電力量

2) ピカチヨ地点の設備規模

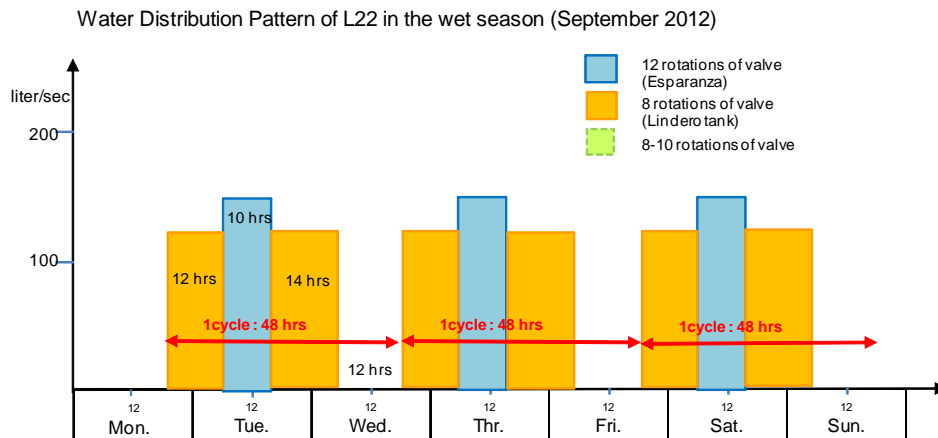
ピカチヨ発電所は、ピカチヨ浄水場からの9つの配水系統の中の1つの管径400mmのL22系統管路にある減圧弁と水車を並列に設置して発電を行う計画である。減圧弁の下流側で90mの残圧水頭を確保する必要があるため、総落差は91.44mとなる。浄水場のマニホールドから発電所予定地点までのダクタイル鋳鉄管延長は約300mと短く、管径は400mmと大きい。このため、損失水頭は小さく、有効落差の変動も小さくなる。

発電流量については、発電所設置対象のL22系統管路における流量測定記録がないため、発電規模検討は、実測流量及び配水計画時の最大配水量(225.54 liter/sec)を勘案して行うこととする。L22系統管路の現状の流量は、120~150liter/secと少ないが、L22系統管路はピカチヨ浄水場からの9配水系統の中では、最大管径で、配水地域も広いことから、今後、配水量が増える可能性は十分考えられる。したがって、将来的には、最大配水量225liter/sec相当で発電が可能な計画とするのが適切であると判断する。

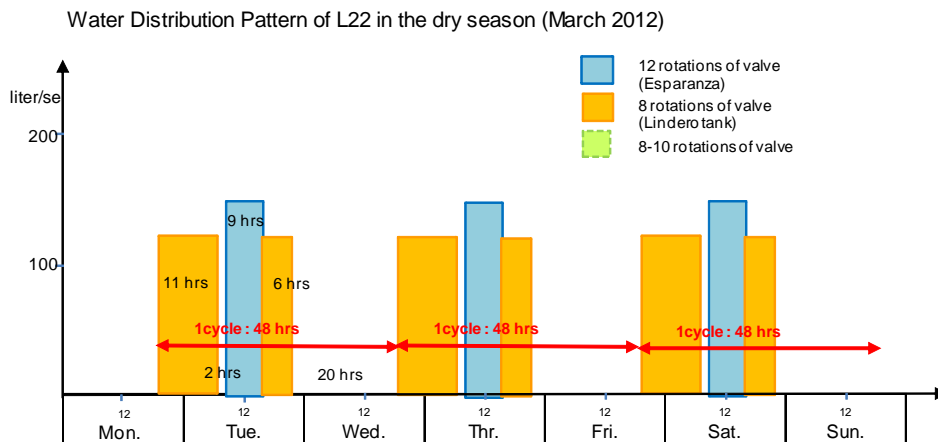
a) 22系統管路の配水量とピカチヨ浄水場の処理水量

本事業の対象となるピカチヨ浄水場のL22系統管路(発電区間の内径400mm)の日流量データがないため、現地調査において流量測定を行った。通常の配水運用においては、ピカチヨ浄水場のマニホールドのバルブの開閉で流量調整を行っており、リンデロ配水池とエスペランザ住宅地(配水池無し)に送水する2パターンがある。

超音波流速計による実測流量値はそれぞれ 120 liter/sec、150 liter/sec であった。また、SANAA 運転責任者からの聞き取りによると、配水時間は、年毎、雨季、乾季で変わるとのことであるが、下図に示す今年の配水パターンによると、雨季には約 30%、乾季には約 55%相当の時間はバルブを閉じて浄水場から送水されていない状況となっている。



L22 系統の雨季における典型的な配水パターン



L22 系統の乾季における典型的な配水パターン

図 3-2.8 L22 系統管路における代表的な配水パターンと配水流量

ピカチヨ浄水場の水源は溪流であり、次図に示すように年間の取水量は、乾季には 200~300 liter/sec、雨季には 800~900 liter/sec と大きな変動が生じている。2010 年にピカチヨ浄水場の処理能力は 900 liter/sec から 1,100 liter/sec に拡張された。水源が溪流のため、乾季には溪流の水量が減少するため処理水量も少なくなっている。

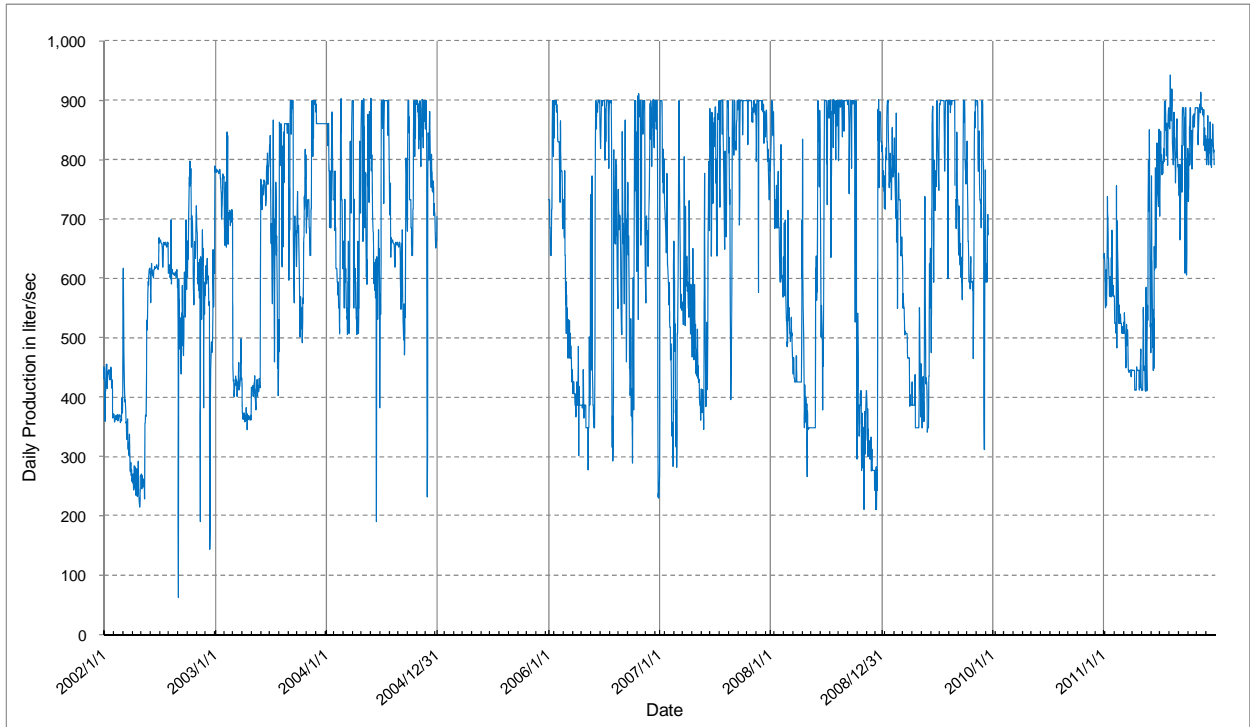


図 3-2.9 ピカチヨ浄水場の日処理水量(2002-2011)

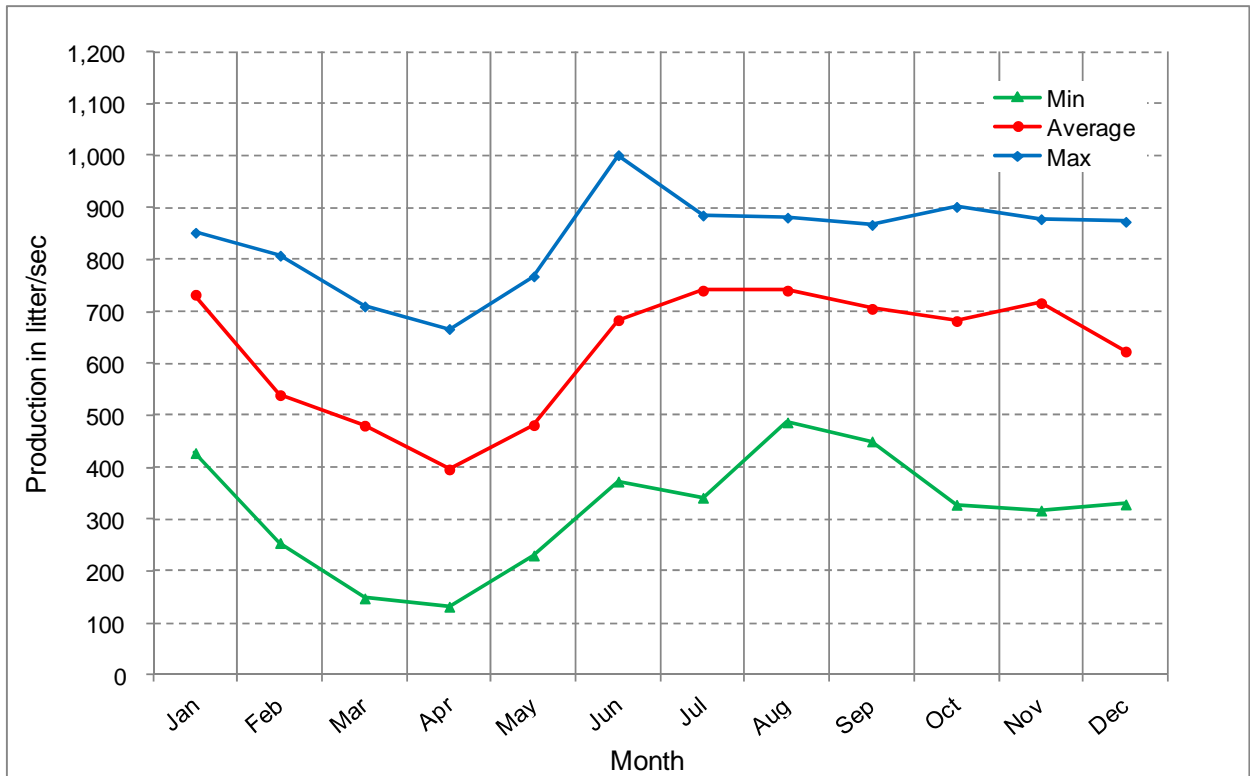


図 3-2.10 ピカチヨ浄水場の月平均、最小及び最大処理水量(2002-2011)

b) 減圧弁における残圧

緊急給水無償の建設時の書類より、減圧弁下流の圧力水頭は90mでセットされている事を確認した。したがって、本発電計画で利用可能な総落差は、181.44m（ピカチョ浄水場水位）－90m＝91.44mとなる。

c) 最大発電流量

現地調査時の流量測定結果に基づくと、現状の最大配水量は約150 liter/secである。L22系統管路においては、管径150～400mm、延長約15kmの管路の新設及び更新の緊急無償工事が行われ、基本計画では最大配水量が225 liter/secと設定されている。したがって、最大発電流量（ Q_{pmax} ）は、若干余裕を見て250 liter/sec程度で十分である。しかし、標準品のフランシス型水車の最小流量は300 liter/secであり、経済的となる標準品を採用する。（表3-2.8 最大発電流量の比較表を参照）

d) 新設水路の必要性について

既設の内径400mmダクタイル鋳鉄管に、設計時の最大配水量225 liter/secが流れた場合の摩擦損失水頭は2.49m（ $C=110$ として、ヘーゼン・ウィリアムスの式より求めた⁶⁾）と小さく、総落差の3%程度に過ぎない。したがって、新設管を増設しても、有効落差の増加による発生電力量の増加は僅かでありその効果は期待できない。次図に各流量に対する摩擦損失水頭を示す。

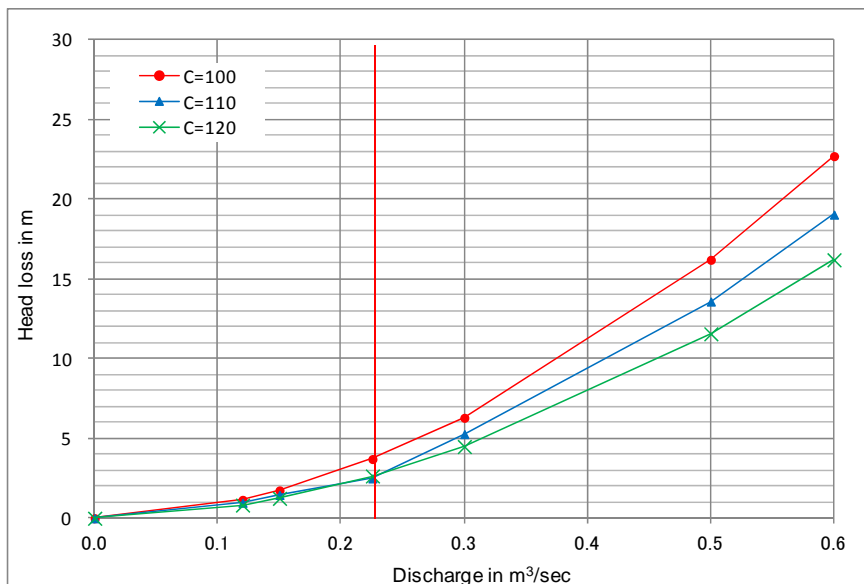


図 3-2.11 流速係数(C)の違いによる各流量に対する摩擦損失水頭

6 C値は、管内面の粗度と管路中の屈曲、分岐部等の数により異なる。設計時の新管の場合は、屈曲部損失等を含んだ管路全体として $C=110$ とする。（出典：水道施設設計指針）
ダクタイル鋳鉄管は2011年に取替えられた新しい管であり、新設管と同等の $C=110$ とする。

e) 落 差

浄水場から減圧弁までは延長 327m、内径 400mm のダクタイル鋳鉄管であり、浄水場と減圧弁位置の総落差が 181.44m ある。下流で必要となる 90m の残圧水頭を差し引いた 91.4m が総落差となる。ヘーゼン・ウィリアムスの式より流速係数 $C=110$ と仮定して摩擦損失を計算した結果を次表に纏める。最大発電流量 300 liter/sec の時、摩擦損失水頭は 5.28m となる。したがって、総落差 91.44m より損失水頭を減じ有効落差 (He) は 86.16m となる。

表 3-2.6 管路の摩擦損失水頭と有効落差

流量 (m ³ /sec)	摩擦損失水頭 (m)	有効落差 (m)
0.000	0.00	91.44
0.120	0.97	90.47
0.150	1.46	89.98
0.225	2.49	88.95
0.300	5.28	86.16

f) 発電規模

最大発電流量 300 liter/sec の時、有効落差は 86.16m となり、水車効率を 0.806 とすると定格出力 (Pt) は 204kW となる。次表に発電諸元を纏める。図 3-2.12 にピカチヨ発電所の縦断レイアウトを示す。

表 3-2.7 ピカチヨ発電所の発電諸元

項 目		値	備 考
流量範囲	Qp	0.12~0.30 m ³ /sec	Qpmin =0.4Qpmax
最大発電流量	Qpmax	0.30 m ³ /sec	
最高水位	Hmax	1,301.44m	
放水位	TWL	1,210.00m	
定格総落差	Hg	91.44m	=Hmax - TWL
定格出力時の流量	Qp	0.30 m ³ /sec	
定格出力時の管路全長の摩擦損失水頭	Hloss	5.28m	ヘーゼン・ウィリアムスの式より算定 既設ダクタイル鋳鉄管 C=110
定格出力時有効落差	He	86.16m	
定格出力	Pt	204kW	水車効率 : $\eta_t=0.806$
発電所出力 (設備容量)	P	180kW	発電機出力 (235kVA) の 80%

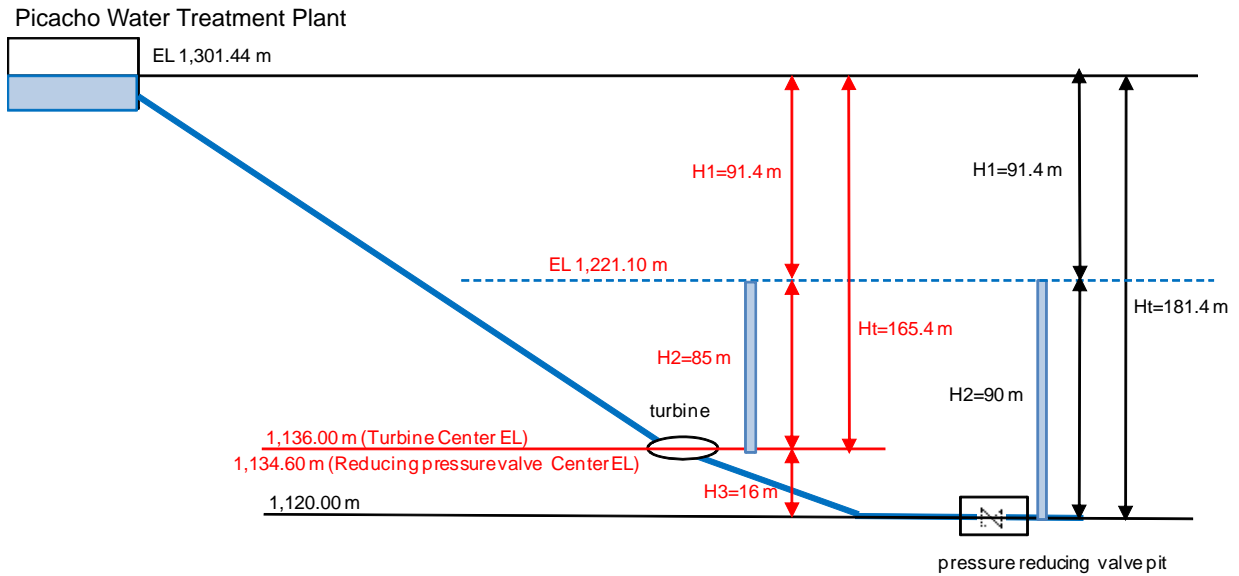


図 3-2.12 ピカチヨ発電所の縦断レイアウト

g) 推定発生電力量

実測流量 (120 liter/sec 及び 150 liter/sec) と SANAA から聞き取った配水運用実績 (雨季は 75% 相当、乾季は 54% 相当の時間割合で配水する⁷⁾) より年間推定発生電力量を計算すると 0.52GWh/年となる。また、最大配水量相当の 225 liter/sec が、乾季に 80% 及び雨季に 60% 相当の時間割合で配水すれば 0.95GWh/年と推定される。

⁷ 雨季の配水パターンは、120liter/sec で 48 時間中 26 時間、150liter/sec で 48 時間中 10 時間の配水を行う。(合計 75%)
一方、乾季の配水パターンは、120liter/sec で 48 時間中 17 時間、150liter/sec で 48 時間中 9 時間の配水を行う。(合計 54%)

表 3-2.8 ピカチヨ発電所の最大発電流量と発電規模の検討

最大発電流量 最大設備出力	流量配分	発生電力量	水車価格	その他	評価
150 liter/sec Pt = 106 kW	実測流量120~150 liter/secの範囲内で全量水車を流れるが、150 liter/sec以上となると、全量バイパス弁に流れ、発電しない。	最大150 liter/secまでに対して発電が可能である。配水流量が増えた場合の発電量減の割合が1番大きい。最小流量60 liter/secまで発電可能(Qmaxの40%)	水車は特注品となり、水車の設計、試験費用が加算され、割高となる。	水車周りの配管、バルブ径、発電機が小さくなるが、上記以外の設備は同じ。管路の増設等もないため、全体設備費用の大差はない。流量が増え増設する場合、発電機、制御システム等の更新も必要となり高価となる。	△
200 liter/sec Pt = 140kW	実測流量120~150 liter/secの範囲内で全量水車を流れるが、200 liter/sec以上となると、全量バイパス弁に流れ、発電しない。	最大200 liter/secまでに対して発電が可能である。配水流量が増えた場合の発電量減が生じる。最小流量80 liter/secまで発電可能	同上	同上	△
250 liter/sec Pt = 175kW	最大配水流量225.54 liter/secの場合も全て水車を流れる。	最大250 liter/secまでに対して全て発電が可能であり、発電量は最大となる。最小流量100liter/secまで発電可能	同上	管路の増設等もないため、上記以外の設備は同じ。増設の必要なし。	○
300 liter/sec Pt = 204kW	同上	最大300 liter/secまでに対して全て発電が可能であり、発電量は最大となる。最小流量120 liter/secまで発電可能	水車は標準品で可能であり、安くなる	同上	◎

3) コンセプション地点 ダクタイル鋳鉄管の最適径の検討

コンセプションダムから曝気装置に布設されている既設送水管は、上流 3.67 km 区間は内径 1,100mm で、下流 2.61km 区間は内径 900mm の鋼管である。建設から 20 年以上経っており、延長も 6km 以上と長いため、管路の摩擦等による損失が大きくなっている。このため、ダクタイル鋳鉄管を新設して水路損失を軽減し、発生電力量の増大を図る計画である。

以下に新設管の延長区間と最適径の検討結果を纏める。また、管路新設に対する経済性については、新設管路を布設した時の発生電力量の増分による電気料金収入と管路の建設費を算定し検討した結果、十分な経済性が得られると判断した。

a) 新設管路の延長区間について

新設管路の延長区間は、既存の鋼管管路で生じている損失を効果的に軽減できるよう以下の検討に基づいて決定する。

既存鋼管の管径 1,100mm 及び 900mm 区間に対して、ヘーゼン・ウィリアムスの式を用いて摩擦損失水頭を計算した結果を下表に示す。この結果から、延長が約 1,000m 短いにも係らず、全損失の約 65%は管径 900mm の区間で生じており、単位 m 当りの損失水頭は約 3 倍に近い。したがって、新設管の接続は管径 900mm の区間で行ない、摩擦損失を減らすのが非常に効果的である。なお、最適な分岐箇所は、周辺の地形、土地利用、埋設深度等を現地調査によって確認して決めるものとする。
(第 3-2-2-1 節 (2) 2) b. 項参照)

表 3-2.9 既設鋼管の摩擦損失水頭

流量 m ³ /sec	摩擦損失水頭 (m)				合計 全長分
	管径 1,100mm 区間		管径 900mm 区間		
	L=3,671m		L=2,613 m		
	全長分	100m 当り	全長分	100m 当り	
0.200	0.30	0.008	0.57	0.022	0.87
0.400	1.10	0.030	2.07	0.079	3.17
0.600	2.32	0.063	4.39	0.168	6.61
0.800	3.95	0.108	7.47	0.286	11.42
1.000	5.97	0.163	11.29	0.432	17.26
1.200	8.36	0.228	15.82	0.605	24.18
1.300	9.70	0.264	18.34	0.702	28.04
1.500	12.64	0.344	23.90	0.915	36.54

(既設鋼管は、C=90 とする⁸⁾)

8 第 3-2-2-1 節 (1) 3) b. 項 参照

b) 既設埋設鋼管の損失水頭と流速係数の推定について

2011年11月に行われた事前調査と、2012年8月の現地調査において、コンセプション地点の既設管路で水圧測定を行った。事前調査では曝気装置直前で、今回調査では、曝気装置直前を含む既設管路上の4箇所では流量を変化させて水圧測定を行った。

ヘーゼン・ウィリアムスの式を用いて、管内面の粗度等を表す流速係数C値90、100、110に対して各流量時の摩擦損失水頭を計算し、実測値と比較した(図3-2.13参照)。この結果、C=90に対する摩擦損失水頭の計算値が、各流量時の実測値と良く合っている。この値は、古鋼管のC値80~100の範囲であり、妥当な推定値と考えられる。

管路の摩擦損失水頭は、管内面の粗度に屈曲部損失等を示す流速係数を用いて、下記のヘーゼン・ウィリアムスの式より求める。⁹

$$H_f = 10.666 \times L \times Q^{1.85} / (C^{1.85} \times d^{4.87})$$

ここで、Hf：摩擦損失水頭 (m)

L：水路長 (m)

Q：流量 (m³/sec)

d：内径 (m)

C：流速係数

管種	Cの値
新铸铁管	130
古铸铁管	100
新钢管	120-130
古钢管	80-100

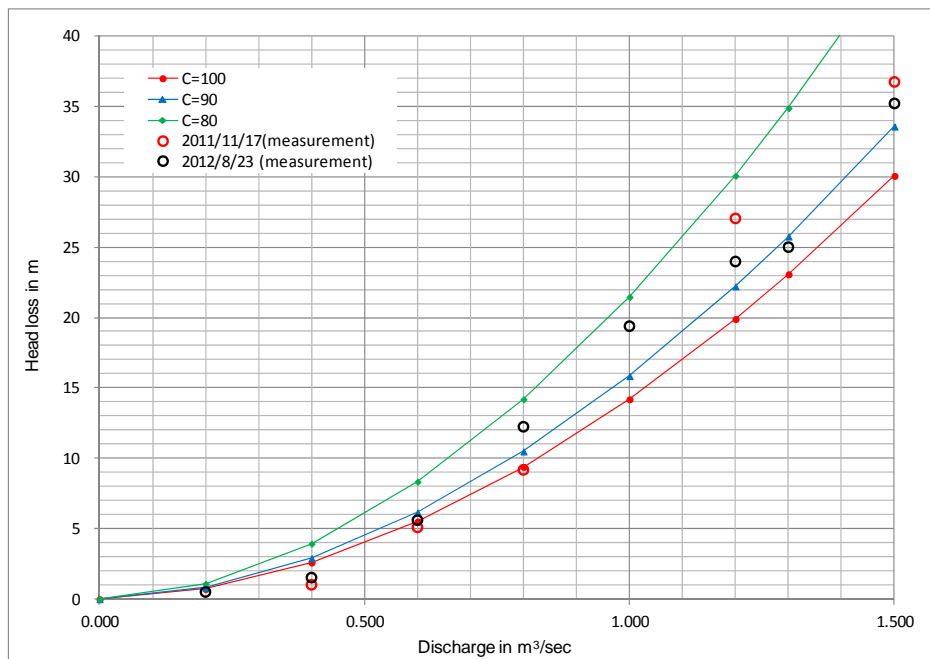


図 3-2.13 既設鋼管の水頭損失実測値と計算値の比較(曝気装置直前地点)

⁹ C値は、管内面の粗度と管路中の屈曲、分岐部等の数により異なる。設計時の新管の場合は、屈曲部損失等を含んだ管路全体としてC=110とする。(出典：水道施設設計指針)

c) 新設ダクタイル鋳鉄管の最適径の検討

新設管路の最適径を検討するため、内径 500、600、700、800mm のダクタイル鋳鉄管に対して経済性の比較を行った。下表に示す各内径に対する m 当り管材単価は積算時の価格、管路布設費は概算費である。新設管路延長は 2,973m である。

表 3-2.10 新設管路の材料費及び布設費

	単位	500mm	600mm	700mm	800mm
m 当り管材単価	US\$/m	289	399	497	627
管材料費 (全長区間)	百万円	68.8	94.9	118.2	149.2
管路布設費 (全長区間)	百万円	41.5	43.0	44.5	46.1
合計	百万円	110.2	137.9	162.8	195.3

備考：1US\$=80 円

管路全体の損失水頭は、既設鋼管の流速係数 $C=90$ (実測値よりの推定に基づく)、新設ダクタイル鋳鉄管の流速係数 $C=110$ (設計時の新管と同等とする。水道施設設計指針参照) としてヘーゼン・ウィリアムスの式により求めた。水車発電機合成効率係数は 0.8 と仮定し、有効落差が 10m 以下、流量が $0.6\text{m}^3/\text{sec}$ ($= 0.4 P_{\text{max}} = 0.4 \times 1.5\text{m}^3/\text{sec}$) 以下となる場合は発電不能とて、ダム日水位、日流量を用いて推定発生電力量を計算した。下表に、各内径に対する年推定発生電力量及び増分量 (管路を新設しない場合の推定発生電力量を差し引いた値) を示すとともに、図 3-2.14～図 3-2.18 に各管径に対する年度別推定発生電力量の変化、図 3-2.19 に年平均推定発生電力量を比較する。2006 年以降は転倒ゲートが増築され、浄水場の処理能力が 1,500 liter/sec に拡張されたことにより、ダム水位が上昇し、取水量が増え推定発生電力量が増加している。

表 3-2.11 新設管路の各管径に対する年間推定発生電力量

		MWh/year				
項目	計算に用いた年度	新設管無	500mm	600mm	700mm	800mm
年間推定発生電力量 (MWh/year)	2006－2011 平均	653	1,268	1,472	1,650	1,802
	2000－2011 平均	602	1,136	1,342	1,495	1,616
年間推定発生電力量増分 (MWh/year)	2006－2011 平均		615	819	997	1,149
	2000－2011 平均		534	740	893	1,014

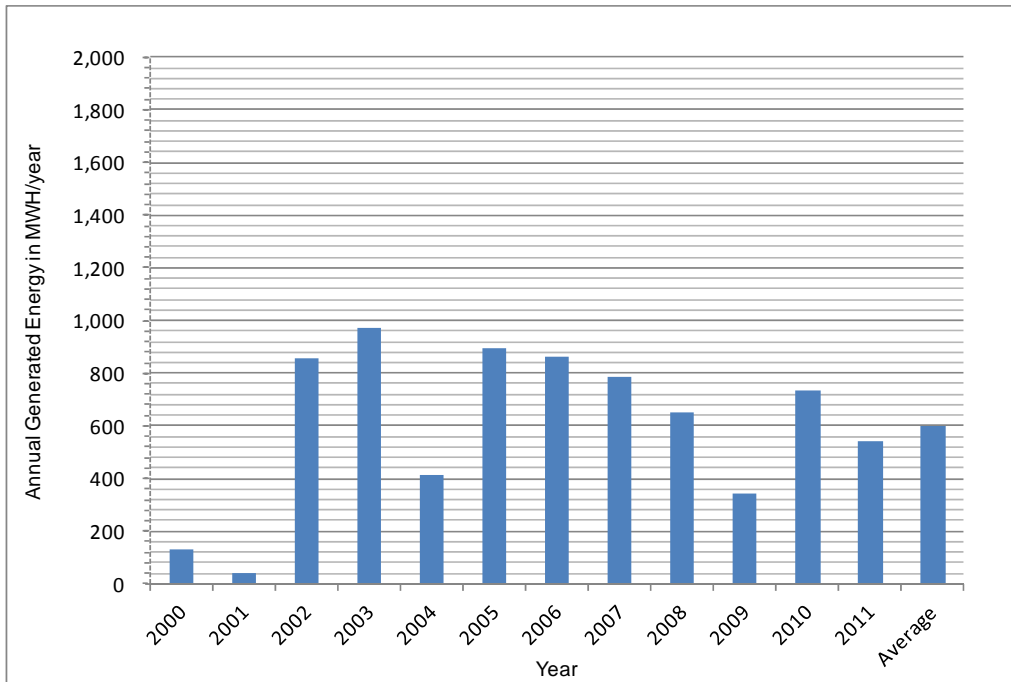


図 3-2.14 年度別推定発生電力量の計算結果(新設管無の場合)

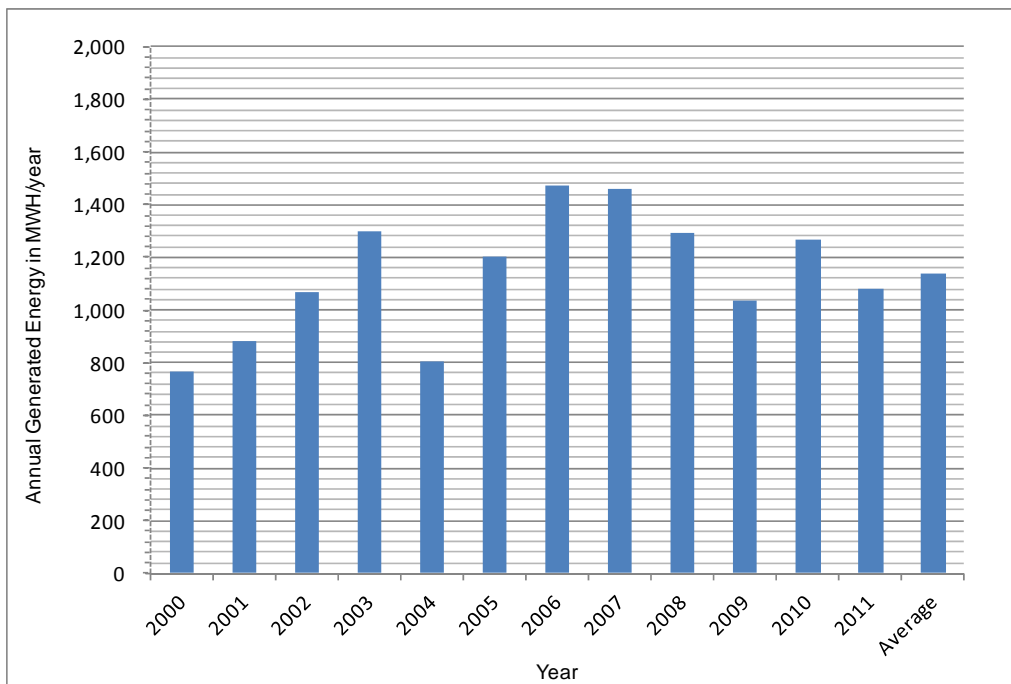


図 3-2.15 年度別推定発生電力量の計算結果(管径 500mm 新設管の場合)

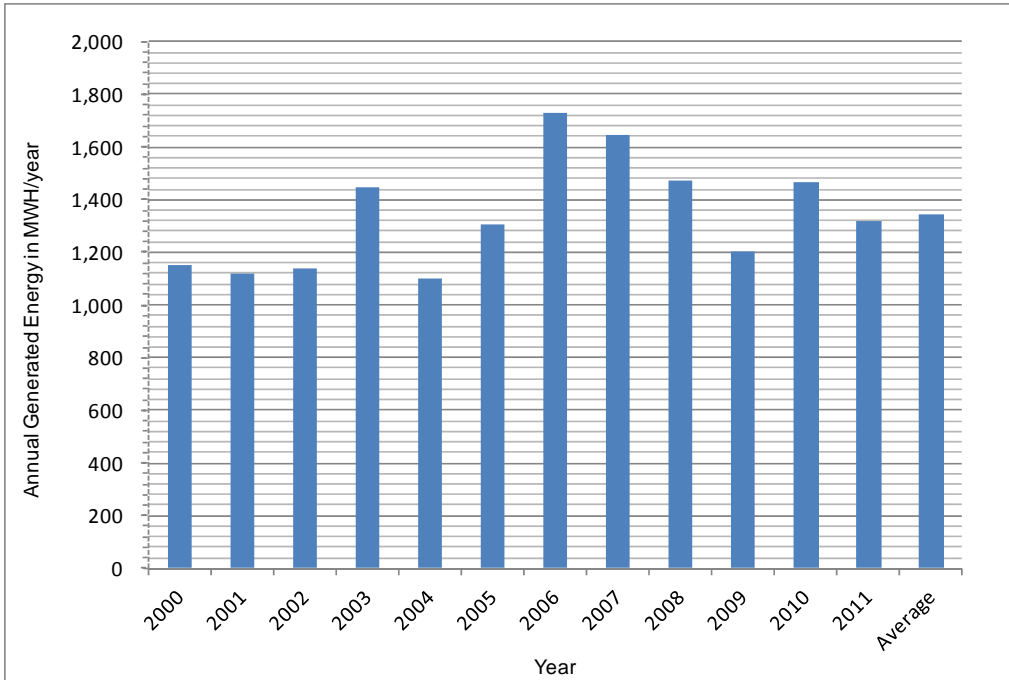


図 3-2.16 年度別推定発生電力量の計算結果(管径 600mm 新設管の場合)

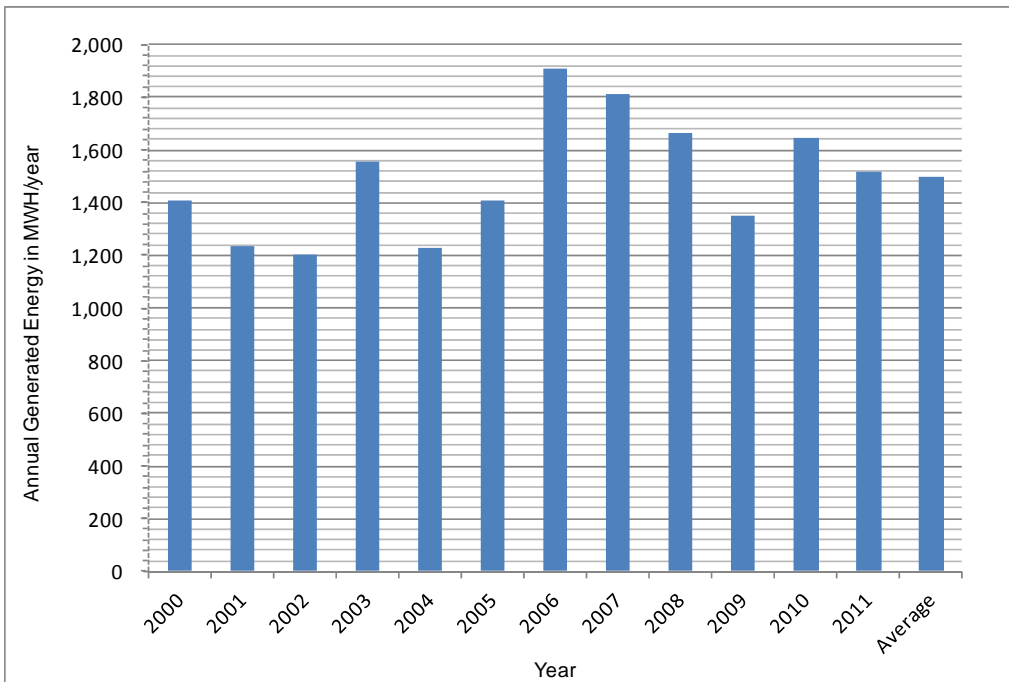


図 3-2.17 年度別推定発生電力量の計算結果(管径 700mm 新設管の場合)

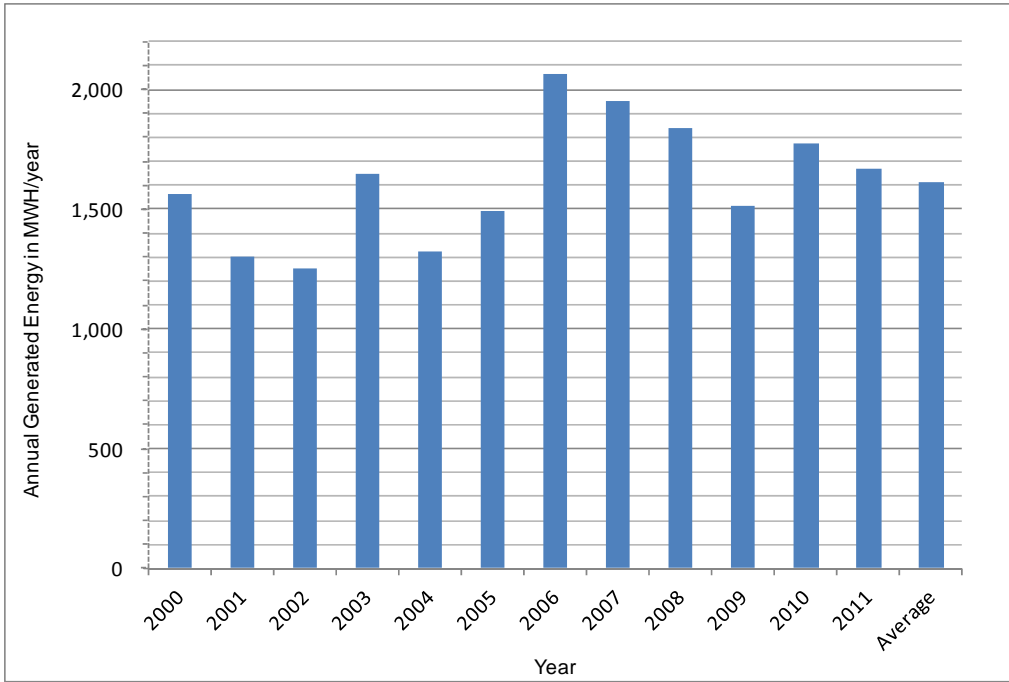


図 3-2.18 年度別推定発生電力量の計算結果(管径 800mm 新設管の場合)

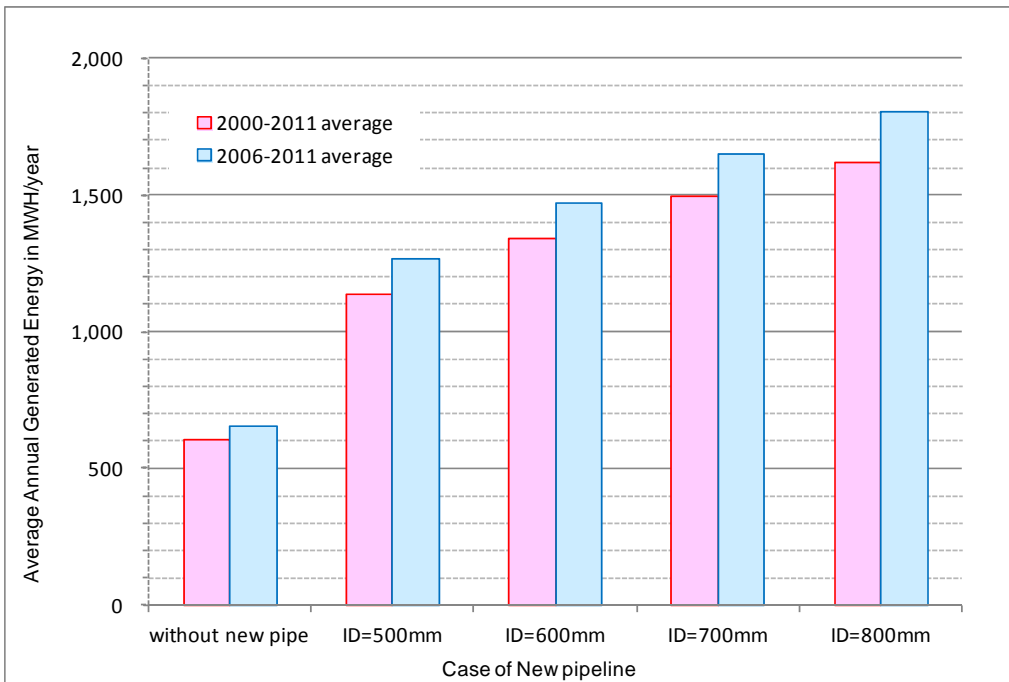


図 3-2.19 各管径に対する年平均推定発生電力量の計算結果

最適径選定のための経済性指標は、kWh（増分量）当りのダクタイル鋳鉄管の建設費（材料費＋布設費）によるものとした。表 3-2.12 及び図 3-2.20 に示すように、kWh 当り管路建設単価は管径 700mm が最も安価となり、最適であると判断できる。参考に、ダクタイル鋳鉄管の耐用年数を 40 年として算定した年均等費用（C）と、新設管路の布設による増分推定発生電力量により得られる年間売電収入（B）より、B-C、B/C を求めた結果も同表に示す（売電単価は、2011 年再生可能エネルギーに適用される 0.13695 kWh/US\$を適用した）。

ダクタイル鋳鉄管の耐用年数 40 年として求めた年均等費用（C）と、内径 700mm 管路を新設して得られる売電収入の増加分（B）の差額が年間約 685 万円（2006～2011 年平均）と算定された。したがって、管路の新設は経済的であると判断される。

表 3-2.12 新設管路の各管径の経済性指標値

経済性指標	計算に用いた年度	500mm	600mm	700mm	800mm
kWh 当り管路建設単価 円/kWh	2006－2011 年平均	179	168	163	170
	2000－2011 年平均	206	186	182	186
B-C 万円/年	2006－2011 年平均	399	552	685	771
	2000－2011 年平均	310	466	571	639
B/C	2006－2011 年平均	2.45	2.60	2.68	2.58
	2000－2011 年平均	1.95	2.12	2.14	2.09

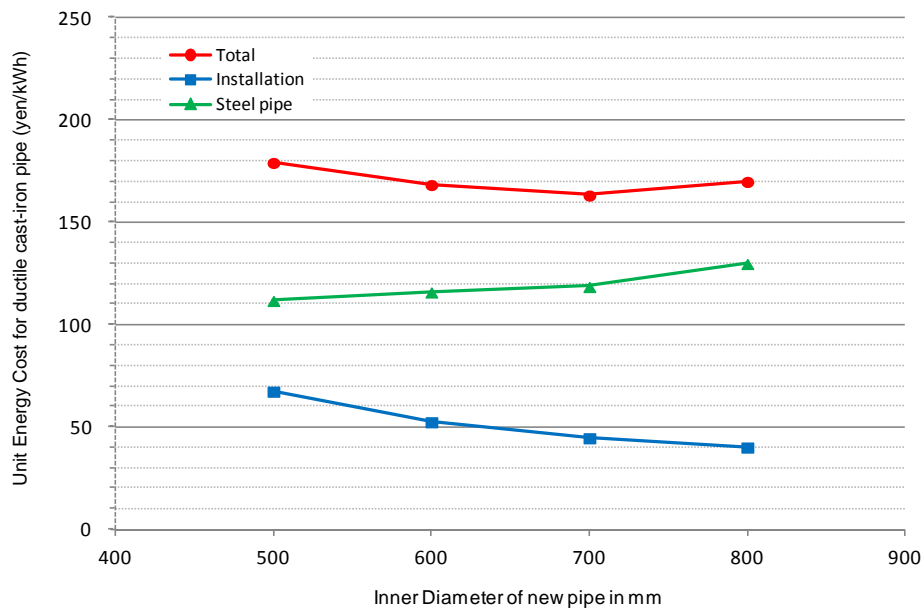


図 3-2.20 新設管路の各管径に対する kWh 当り
管路建設単価の比較(2006－2011 年平均)

(2) 施設計画(土木設備)

1) 全体計画

本プロジェクトは、SANAA が管理しているテグシガルパ市内の既存のコンセプション浄水場とピカチヨ浄水場施設内に小規模水力発電所を建設し、発電した電気を近傍の ENEE の配電線に系統連系して売電を行うものである。

コンセプション地点は、既存の曝気装置の上流側に発電所を建設して、上流のコンセプション貯水ダムと発電所地点の残圧により原水を利用して発電を行う計画である。より有効に未利用エネルギーを利用する目的で、ダムから曝気装置に到る全長約 6.3km の送水管の途中から分岐し、管路を新設する計画である。既設管路は内径 1,100mm と 900mm の埋設鋼管であり、内径 900mm の区間にあたる下流側に、内径 700mm のダクタイル鋳鉄管を延長 2,973m 新設する。

一方、ピカチヨ地点は、ピカチヨ浄水場下流の水道配管 (L22 系統管路) にある減圧弁に並列に水車を設置して、浄水を利用して発電を行う計画である。浄水場マニホールドから発電所地点までは、約 30 度の急勾配斜面に約 330m、管径 400mm のダクタイル鋳鉄管が布設されている。発電所建設地点は、道路直下の既存の減圧弁室近傍の約 10m 標高の高い斜面に配置する計画である。

土木施設については、「ホ」国内の設計基準の準じて行うものとする。発電所建屋の構造検討は、静的解析法により検討を行うものとし、「ホ」国規準より求めたサイトにおける設計水平震度 0.1 を用いる。風圧に対する設計は、「ホ」国規準より求めたサイトにおける風荷重 120kg/m^2 を用いる。

2) コンセプション 地点

a) 新設埋設管

a. 新設管の分岐箇所

効果的に損失水頭を小さくするためには、新設管の布設区間を、既設の管径 $\phi 900\text{mm}$ 区間とすることである。したがって、新設管の上流分岐箇所は、既設管径 $\phi 1100\text{mm}$ 区間と $\phi 900\text{mm}$ 区間の境界地点を選ぶものとする。しかしながら、境界地点は、地表からの深さが 10m 以上の No.1 ピット (立坑開口部 約 $1\text{m} \times 1\text{m}$) となっているため、分岐管取付けの施工が非常に困難である。技術面、施工面、安全面、経済面等の観点から、最適な分岐箇所を選定するため、境界の上流の $\phi 1100\text{mm}$ 区間と下流の $\phi 900\text{mm}$ 区間において現地踏査を行った。境界近傍は既設管路の埋設深度が 10m 以上と非常に深くなっており、施工面、安全面、経済

面等から分岐箇所の埋設深さが約 3~4m までとなるような比較的浅い地点を調査した。φ900mm 区間の箇所（分岐箇所 1）においては、道路幅が狭く、民家も密集しているため、掘削工事にあたり工事スペースの確保が困難であり、安全確保が難しい。一方、管径φ1100mm 区間の候補地点（分岐箇所 2）は民家が少なく、工事スペースも十分確保でき施工は容易となることから、同地点を選定した。

一方、下流側の分岐箇所は、曝気装置上流の発電所建設予定地近傍で、掘削深度が約 3m 以下で、施工スペースが確保できるような地点を選定した。近傍には民家等もなく、施工面の問題はほとんど見られない。



図 3-2.21 新設管ルートの上流分岐箇所



写真 3-2.1 上流分岐点の候補地

b. 新設管ルート

当初計画では、既設埋設管の両側 3m ずつは SANAA 所有地とのことで、新設管は、既設管に平行して埋設することになっていた。しかし、現在、既設埋設管ルート上には多数の民家が建っているため、既設管と平行に、最短距離で新設管を埋設するルートで施工することは非常に困難であると判断された。このため、SANAA と協議して施工時に住民と土地問題が生じないように、市の管理している道路沿いに新設管の埋設ルートを選定することとした。このため、事前調査時と比較して、管路延長が約 500m 長くなり、全長約 2,973m となった。

新設管ルートは、地質、地形、土地利用（道路、住宅地、草地等）等の状況により、全長を 4 区間 Zone1～Zone4 に区分した。次表に各区間の特徴を纏める。これらの状況により、掘削断面、支保工の有無、埋戻し断面、施工方法等を検討した。



写真 3-2.2 エアレーター付近道路斜面状況



写真 3-2.3 一般道路部 切り取り法面状況



写真 3-2.4 一般道路部 平地部状況



写真 3-2.5 上流分岐予定地点 岩露出状況

表 3-2.13 新設管の各区間の状況

区間	位置	新設ルート状況等
Zone 1 約 565m	上流分岐箇所から幹線道路までの最上流部	地質は主に玉石混じりの土砂である。一部コミュニティが管理する土地を通過し、両側に民家のある未舗装道路を通過し、幹線舗装道路に到る。途中で両側に壁のある幅員 3m 程度の道路区間があり、工事中は迂廻路による交通規制が必要となる。
Zone 2 約 1,080m	幹線道路の上流側	地質は主に玉石混じりの土砂である。この区間には、新設管が既設管(φ900mm)を横断する箇所、道路沿いに水道管(φ100mm)が布設され、道路を横断して民家に枝管が配管されている箇所がある(コミュニティ運営の水道施設で図面はない)。上流側約 1,080m は既設管に平行して埋設する。
Zone 3 約 809m	幹線道路の下流側	約 100m 区間が岩盤であり、他の箇所は主に玉石混じりの土砂である。新設管は既設管と反対側の道路沿いルートとする。幹線道路はアスファルト舗装されている。
Zone 4 約 519m	幹線道路交差部から発電所上流の分岐箇所までの最下流部	幹線道路から分岐してコンセプション浄水場に到る未舗装道路に沿って約 80m 上り、民家裏庭を通り、山斜面を上った後、再度この未舗装道路に合流し、道路沿いを通過し発電所上流側の既設管に接続することとなる。

c. 掘削断面と施工方法

新設管の埋設ルートとなる幹線道路の切取り斜面等に露出している岩盤は節理が発達しており、風化が進み、ハンマーで叩くと鈍い音を立てると共に、容易に割ることが可能である(事前調査報告では、岩の一軸圧縮強度は 15~30MPa と推定されている)。

SANAA 従業員に、1990 年代にイタリア国が既設管路を布設した際の状況の聞き取りを行ったところ、Zone-3 で両側に岩が露出している区間(写真 3-2.3)付

近の道路工事では発破による掘削を実施していたとのことである。現在は、周辺に多くの民家があり、一般車両の通行も多いため、発破による掘削は困難であり、岩盤は比較的柔らかく、ブレーカーにより掘削が可能であると判断する。したがって、工事中の騒音・振動、安全面等を考慮し 0.6m³級バックホウにブレーカーを装着して掘削を行う計画とする。

また、同従業員によると、Zone-2、Zone-3 の幹線道路において 2m 程度の掘削深さであれば、主に玉石混じりの土砂の掘削となるとのことであった。なお、Zone-4 の山地斜面ルートでは約 30cm 程度の表土の下に岩盤が出るものと推測される。

平均掘削深度が約 2m と浅く、比較的良好な土質（礫、砂質土）で湧水等がないことを考慮して、建込み簡易土留工法を計画する。

上流分岐箇所から約 1.1km の道路沿いルートの地点では沢がルートを横断しているため、掘削時の水替え工が必要となる。この箇所以外は掘削時の水処理の必要はないと判断する。

d. 新設管の布設と埋め戻し

管の埋め戻しは、岩盤部は砂基礎（厚さ 30cm）によるもの、玉石交じりの土砂は埋設管に損傷を与えるような大きな玉石を取り除いた直接基礎とする。岩盤部は管天端から 30cm を砂で埋め戻し、その上は普通土で 30cm 毎に転圧を行い埋め戻す。岩盤以外は、大きな玉石を取り除いた普通土で同じく 30cm 毎に転圧し埋め戻す。また、道路を横断する箇所で埋設深度が浅くなっている箇所はコンクリート保護を行う。なお、道路舗装箇所は現状復旧を行う。

管路の水平及び鉛直の曲線部にはコンクリートブロックを設置する。曲り部で生じる管内の水圧による不平均力により、異形管（曲管）が外側へ押し出され、継手が離脱しないように、コンクリートブロックで異形管を防護する。水圧、曲りの角度が大きいほど不平均力が大きくなる。管路の最大水圧、縦横断線形に基づいてコンクリートブロックの大きさを決定した。

e. 管路の付帯構造物

新設管路の最も標高の低い凹部近傍に排泥バルブピットを 1 箇所、凸部近傍にエアバルブピットを 2 箇所配置し、発電及び水道事業の運用に支障を与えないように配慮した。

また、新設管の修理、改修及び漏水事故に対応するために、既設管との上下流分岐箇所近傍にゲートバルブピットを設置する。ピットは点検用に内部空間を

確保した鉄筋コンクリート製とする。メンテナンス作業時に、車両通行の障害にならない位置を選定する。

f. 管材の選定について

管種はダクタイル鋳鉄管、鋼管、硬質塩化ビニール管（塩ビ管）など多種多様である。本計画は内径 700 mm の大口徑の管が必要である。大口徑の硬質塩化ビニール管は、耐久性など品質面で不安があることから、ダクタイル鋳鉄管及び鋼管の 2 種で比較を行う。

ダクタイル鋳鉄管については、「ホ」国産はなく、日本あるいは第 3 国（中国、インド等）からの輸入品となる。アメリカ製については ANSI/AWWA で 700mm（28inch）の口径がなく特注となる。下表に鋼管とダクタイル鋳鉄管の特徴をまとめる。本計画では、比較検討の結果から、ダクタイル鋳鉄管を選定する。

表 3-2.14 ダクタイル鋳鉄管と鋼管の比較表

項目		ダクタイル鋳鉄管	鋼管
1.規格		ISO 2531	ANSI, AWWA その他
2.寸法	(1) 管厚(WT)mm (2) 管長(L)mm	(1) 13.5 (2) 6,000	(1) 4~22 (2) 12,000
3.耐圧性	(1) 耐外圧 (2) 耐内圧	(1) 曲げ強度が大きく、大きな荷重に耐える (2) 32bar 以上の高水圧に耐える	(1) ダクタイル鋳鉄管より延性が大きい (2) 25bar 以上の高水圧に耐える
4.継手	(1) 継手形式 (2) 水密性 (3) 伸縮可撓性 (4) 離脱防止性	(1) T, K, NS 形などいずれもプッシュオン式 (2) ゴム輪にて密封されるため良好 (3) 伸縮性を有しているため管に無理な応力を発生し難い (4) T 形管には離脱阻止力は無く、曲管等内圧による不均等圧が作用する箇所には継手の離脱を防止する措置を取る必要がある	(1) 外面 V 開先, 内面 V 開先, X 開先 (2) 溶接施工が完全であれば水密性は高い (3) 溶接継手であるため伸縮性がなく、伸縮可撓管を適宜挿入する必要がある (4) 溶接継手であり、離脱阻止力に優れる
5.施工性	(1) 掘削工 (2) 吊込据付工 (3) 管の接合	(1) 継手部に会所掘りを必要とする (2) 管体の単位メートル当り重量が鋼管より重い が、施工性の差はほとんど無い (3) T 形管においては、レバーブロック、ワイヤーロープを用いて短時間に接合可能 若干の湧水や気象条件に左右されない	(1) 溶接作業を行うためダクタイル管より大きな掘削断面を必要とする (2) 同左 (3) 溶接のためダクタイル鋳鉄管に比べ施工性が非常に劣るうえ、X 線検査を必要とする。 溶接のため気象条件に左右されやすい。 特に内面溶接(上部)の品質にむらが出る可能性がある
6.耐久性	(1) 本体の耐食性 (2) 内面防食 (3) 耐電食	(1) 科学的な特性により優れた耐食性を有する (2) モルタルライニングまたはエポキシ粉体塗装が製造工場で施され品質にムラが無く接合部も本体と同様に防食される (3) 継手部がゴム輪によって電氣的に絶縁されるため電食を起しにくい	(1) 溶接、塗装が完全であれば優れた耐食性を有する (2) 接合部は全て現場施工されるため現場加工時にムラが発生しやすい (3) 継手部が溶接であり管全体が電氣的に一体化されるため電食を起しやすい

表 3-2.15 採用管種の検討表

導水管 D700	ダクタイル鋳鉄管		鋼管	
摘要性	○	施工性が良く鋼管より工期が短い	×	継手内面溶接、溶接部の塗装が必要であるが、「ホ」国で熟練工を探すのは難しい。「ホ」国には溶接の検査機関がない。
調達	○	「ホ」国で実績があるため現地代理店より調達し易い	×	「ホ」国でほとんど使用されておらず、現地もしくは中南米の代理店から調達が難しい
周辺への影響	○	ほとんど無い	○	工期が長くなるが影響は少ない
経済性	○	材料費・工事費共に安価である	×	材料費・工事費共に高価である
妥当性	○	経済性、調達性、施工性で有利である	×	
総合評価	全項目について優位であり、選定する。			

b) 発電所敷地造成及び基礎

発電所予定地点は既存の曝気装置の上流側に隣接して建設する。既設の未舗装道路沿いで、平坦な地形となっており、大規模な切土、盛土は生じない。

予定地点の地質は、砂利と角礫岩を含む火砕流堆積物で構成されている。地表の所々に露頭が見られる。簡易貫入試験によると地表から約 2m までは小石混じりの砂となっているがその下は岩盤（凝灰岩）である。水車・発電機、バルブ類の基礎は岩盤であり支持力は十分である。

c) 発電所建屋

発電所は地上式として水車発電機、低圧及び高圧配電盤を収容する平屋建て鉄筋コンクリート構造建屋として計画する。

- 騒音防止、治安対策のため鉄筋コンクリート構造とする。
- 治安対策、盗難被害等を避けるため、入口ゲート、建屋門扉は鋼製、発電所敷地周囲はブロック塀とし、その上部には進入防止柵（有刺鉄線）を設置する。
- 発電所敷地内はアスファルト舗装とし、駐車場を確保出来るスペースを確保する。
- 発電所敷地入口前面は未舗装道路で、素堀の側溝があり、発電所からの排水は同側溝に流す。
- 発電所建屋内の換気を行うため換気扇を設置する。
- 水車発電機、バルブ類等のメンテナンスを行うために、柱の張出し部を用いて走行クレーン（スパン 8m）を設置する。手動式で吊下げはチェーンブロックで行う。

- 建屋面積を小さくするため、ゲートバルブは建屋の外側のピットに格納する。
- 建屋面積は 174m^2 (幅 8.50m、長さ 20.50m)、高さ 7.00m である。機器類の分解、修理、分解、点検等のための作業スペースが確保されている。

建屋の設計条件は、設計水平震度 $kh=0.1$ 、設計風圧は 120kg/m^2 とする。柱、梁は骨組構造、壁、天井は単純梁として、断面力及び配筋を算定する。柱間隔は 5m とする。

d) 制御室

発電所の運転は、コンセプション浄水場から遠方監視制御により行う。発電設備の制御室は浄水場既設管理棟の既存の空きスペースを利用するため、建築工事は不要である。

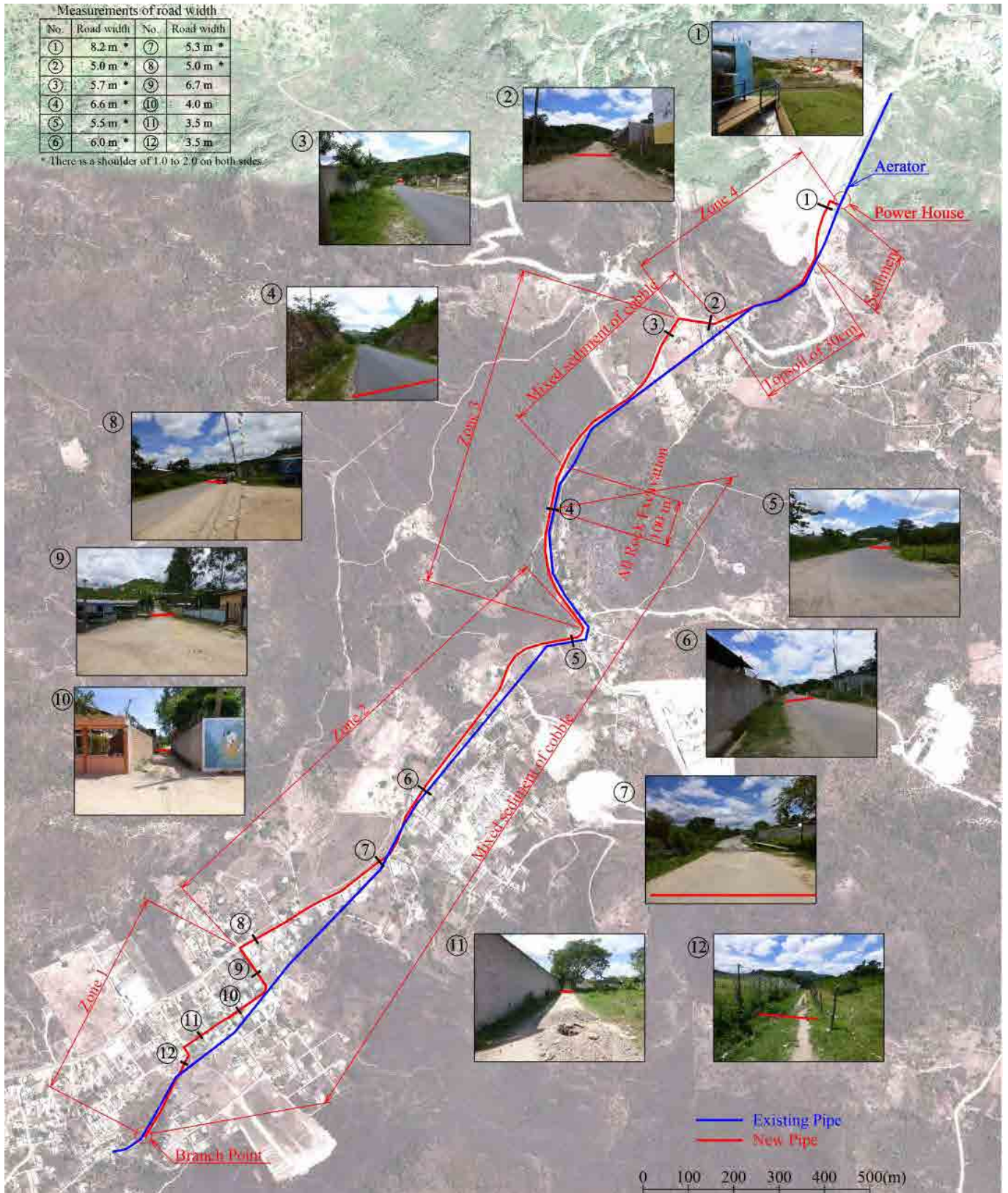


図 3-2.22 新設水路ルート沿いの地質状況(コンセプション地点)

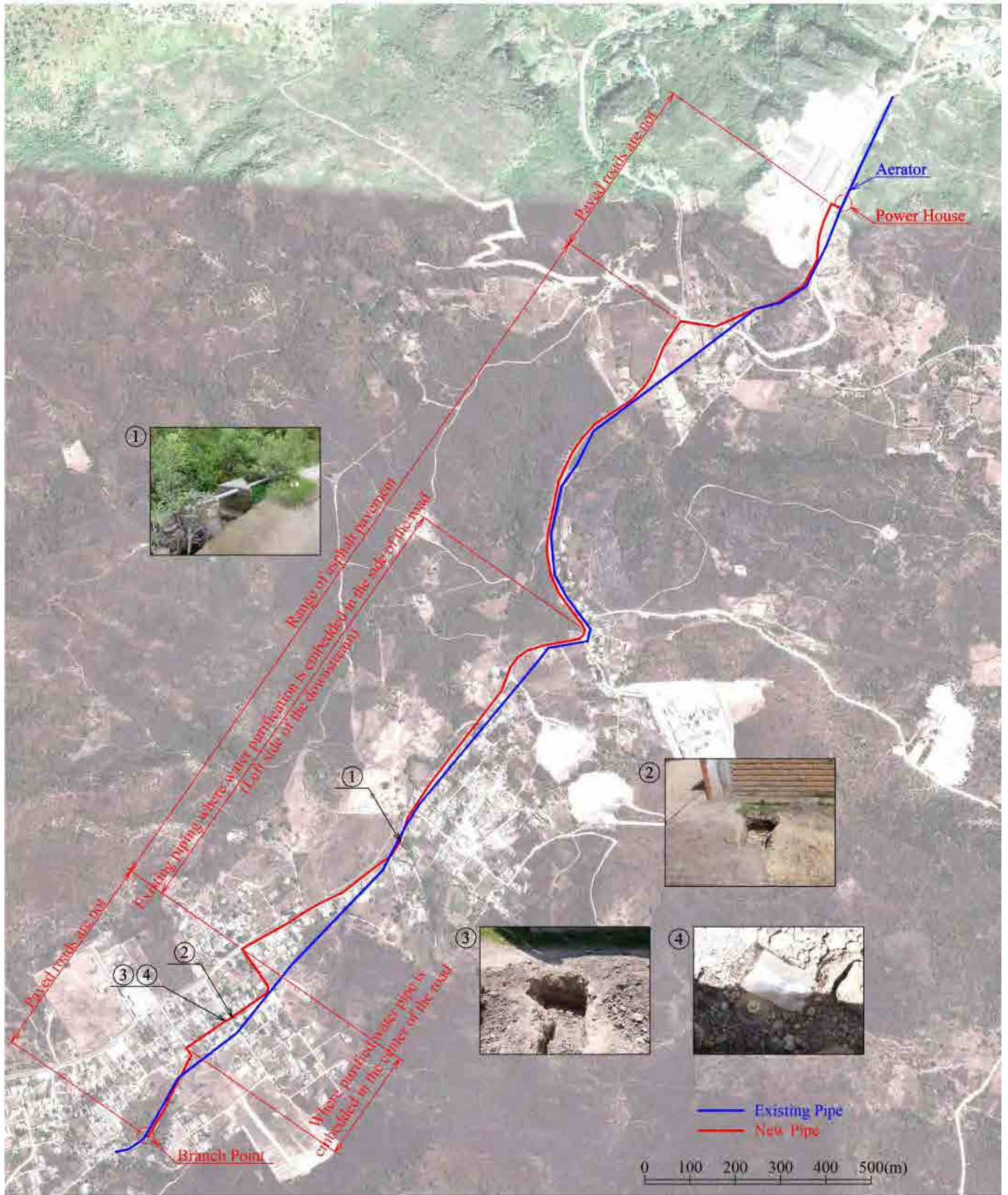


図 3-2.23 新設水路ルート沿いの道路及び周辺状況(コンセプション地点)

3) ピカチョ地点

a) 発電所地点の選定

発電所地点は、道路直下の既存の減圧弁室の拡張案と近傍の約 10m 標高の高い斜面の 2 箇所の候補地がある。前者は、スペースの不足（内空幅 2.80m、長さ 5.13m、高さ 1.90m）、発電設備の制御機器類の環境問題、車両走行による振動、工事中の交通渋滞の発生、メンテナンス等多くの問題が懸念されることから、後者の候補地を選定する。

ピカチョ地点における土木建築工事は土地造成、発電所基礎、建屋及び取付け道路となる。発電所位置は一般道路から約 10m 程度高くなるため、工事及び運転、保守用に取付け道路が必要となる。道路より高台民家にアクセスするために、急勾配（20%以上）のコンクリート舗装道路があるが、水車・発電機の重量物、建設資機材等の搬入のために発電所への取付け道路を新設する計画とする。発電所建設予定地は空地となっているため住民移転は生じないが、周辺には民家があるため、工事中及び発電運転時の騒音、振動等に配慮して計画する。

b) 取付け道路

取付け道路は工事車両及び保守点検車両の進入を考慮し、日本の林道規定を参考に以下の仕様とする。

設計速度：20 km/h

幅員：4.0 m

縦断勾配：16%（2級の特例値）

横断勾配：縦断的に勾配が付いているため考慮しない。

最小曲線半径：10 m

c) 発電所敷地造成及び基礎

発電所サイトは斜面に位置するため、地山の切取り・盛土による土量バランスを考慮し、敷地を造成するものとする。発電所の敷地高さは、既設道路からの取付け道路が上記の条件を満たすよう配慮する。

切取り斜面はもたれ式コンクリート擁壁により保護する。また、盛土箇所は重力式コンクリート擁壁を設置し、発電所近傍の下側の民家に影響のないように配慮する。発電所敷地、取付け道路は雨水排水を設置し、アスファルト舗装とする。

発電所予定地点には所々岩が露頭している。地質は、簡易貫入試験によると、地表面は小石混じりの砂で、地表から約 2m で凝灰岩となる。水車・発電機、バルブ類

の基礎の支持力は十分である。

d) 発電所建屋

発電所は地上式として水車発電機、低圧及び高圧配電盤を収容する平屋建て鉄筋コンクリート構造建屋として計画する。

- 騒音防止、治安対策のため鉄筋コンクリート構造とする。
- 治安対策、盗難被害等を避けるため、入口門を設け、建屋門扉は鋼製、発電所敷地周囲の擁壁の天端にフェンスを設置する。
- 発電所敷地内はアスファルト舗装とし、駐車場を確保出来るスペースを確保する。
- 発電所敷地入口前面は舗装道路で、発電所からの排水は同側溝に流す。
- 発電所建屋内の換気を行うため換気扇を設置する。
- 水車発電機、バルブ類等のメンテナンスを行うために、柱の張出し部を用いて走行クレーン（スパン 8m）を設置する。手動式で吊下げはチェーンブロックで行う。
- バイパスバルブ、ゲートバルブ、減圧バルブ、流量調整バルブは発電所建屋内に格納する。
- 建屋面積は 174m²（幅 8.50m、長さ 20.50m）、高さ 7.00m である。機器類の分解、作業スペースが確保されている。

建屋の設計条件は、設計水平震度 $k_h=0.1$ 、設計風圧は 120kg/m² とする。柱、梁は骨組構造、壁、天井は単純梁として、断面力及び配筋を算定する。柱間隔は 5m とする。

e) 制御室

発電所の運転は、ピカチョ浄水場から遠方監視制御により行う。制御室は、浄水場既設管理棟 3 階にある既設制御室の隣を拡張して発電設備用の制御室を設置する。

3-2-2-2 機材計画（水車・発電機、電気設備）

(1) コンセプション地点の水力発電設備

1) 水車使用流量の検討

第 3-2-2-1 節(1) 1) 「コンセプション地点の設備規模」に記載のように、コンセプション浄水場への送水量は最大で 1.50m³/s である。また、最小送水量は 0.80 m³/s 程度である。

このような運転実績及び運転方法を考慮した場合、 $0.80\text{m}^3/\text{s}$ ～ $1.50\text{m}^3/\text{s}$ の範囲で発電可能となる使用水量を設定することが望ましいと言える。また、水車使用流量が $1.20\text{m}^3/\text{s}$ のときに水車出力が最大になる。

よって、本発電計画では、

水車最大使用水量	$Q_{tmax} = 1.50\text{m}^3/\text{s}$
水車使用水量	$Q_t = 1.20\text{m}^3/\text{s}$

と決定する。

2) 有効落差

有効落差は、

$$\text{有効落差 (He)} = \text{総落差 (H)} - \text{損失水頭}^{10} \text{ (HL)}$$

で算定され、使用水量 ($1.20\text{m}^3/\text{s}$) 時の有効落差は、

$$\text{He} = \text{H} - \text{HL} = 42.06 - 14.60 = 27.46\text{m}$$

となる。

最大有効落差は、

$$\text{最大有効落差 (Hemax)} = \text{総落差 (H)} - \text{損失水頭}^{11} \text{ (HL)}$$

で算定され、使用水量 ($0.80\text{m}^3/\text{s}$) 時の有効落差は、

$$\text{Hemax} = \text{H} - \text{HL} = 42.06 - 6.88 = 35.18\text{m}$$

となる。

最小有効落差は、

$$\text{最大有効落差 (Hemin)} = \text{総落差 (H)} - \text{損失水頭}^{12} \text{ (HL)}$$

で算定され、使用水量 ($1.50\text{m}^3/\text{s}$) 時の有効落差は、

$$\text{Hemin} = \text{H} - \text{HL} = 42.06 - 22.27 = 19.79\text{m}$$

となる。

10 第3-2-2-1 節(1) 1 「コンセプション地点の設備規模」 参照

11 第3-2-2-1 節(1) 1 「コンセプション地点の設備規模」 参照

12 第3-2-2-1 節(1) 1 「コンセプション地点の設備規模」 参照

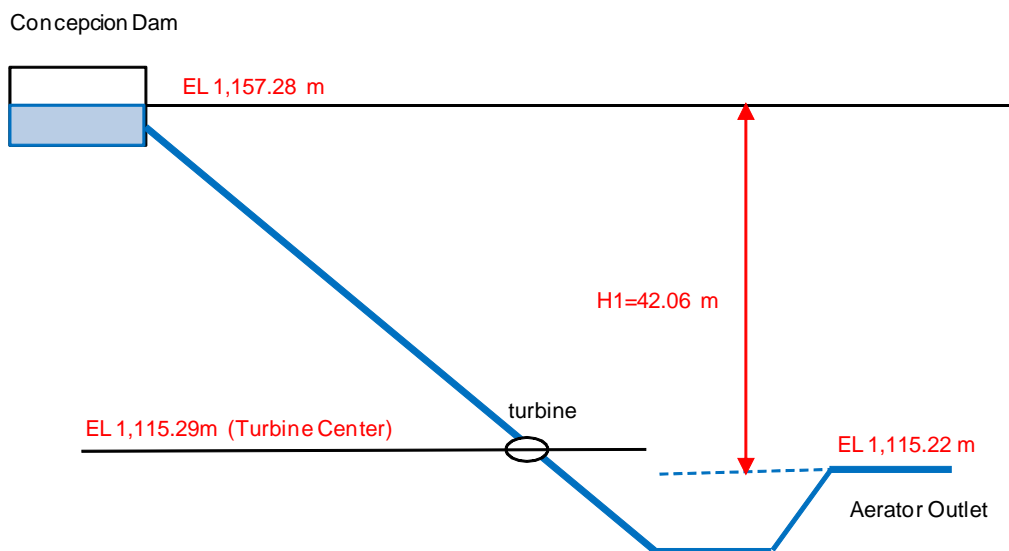


図 3-2.24 コンセプション地点の水頭検討図

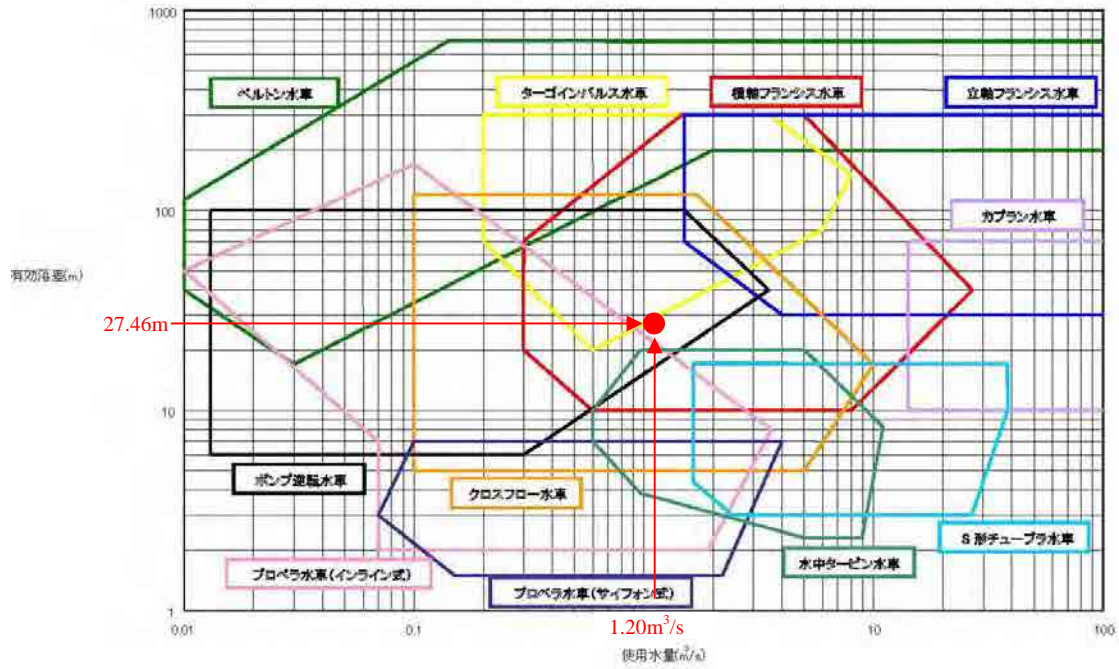
最大設計水圧は、総落差（42m）の130%（54.0m）とする。

3) 水車の選定

使用水量と有効落差に対し、図 3-2-25 に示す水車型式選定図より選定される水車型式は以下のとおりとなる。

- 使用水量 (Qt) = 1.20m³/s
- 有効落差 (He) = 27.46m
- 水車形式 反動型水車：ポンプ逆転水車、横軸フランシス水車
衝動型水車：クロスフロー水車

図 3-2.25 より選定される水車型式のうち、衝動型水車は、水車以降で自由水面を必要とする水車型式であり、今回計画のような導水路の圧力管路途中に導入する場合には不適な型式である。よって、選定される水車型式は、反動型水車の2種類（ポンプ逆転水車、横軸フランシス水車）となる。



(出典：「ハイドロバレー計画ガイドブック」、資源エネルギー庁 新エネルギー財団)

図 3-2.25 水車型式選定図

選定された2種類の反動型水車に対して、本システムにおける適用評価を下表に示す。

水車タイプ	適用評価	評価
横軸フランシス水車	流量、落差変動に対しても対応できる。同水車は调速機能を有するため、同期発電機（後述）を採用する本システムに適している。	○
ポンプ逆転水車	同期発電機を採用するため调速機能がない同水車の採用は不向きである。流量調整ができないため、流量変動のある本システムでは不適当である。	×

本発電計画における水車発電機導入箇所は既設の曝気装置（エアレーター）に接続されている導水路であり、据付けスペースの制約条件はないので、横軸フランシス水車が適している。また、本発電計画では、負荷遮断時においても曝気装置水位の上昇が問題とならない横軸フランシス水車を最適水車として選定する。

本発電計画における水車型式
横軸フランシス水車 最大使用水量 1.50m³/s
使用水量 1.20m³/s

4) 水車の選定

a) キャビテーションの検討

水車は作用する水頭をランナーで使い切り、ランナーの出口圧力は放水位から放水路の損失水頭を差し引いた圧力となる。この圧力が比速度¹³で決まる圧力以下になると、ランナーの出口部にキャビテーションが発生し、壊食を起こすことになる。当小規模水力発電設備では、水車中心標高と曝気装置吐出口標高が決まっているので、この条件でキャビテーション発生のおそれがないか、「JEC¹⁴-4001 水車及びポンプ水車」の規定に基づき検討する。

フランス水車の比速度とキャビテーション係数の関係を図 3-2.26 に示す。

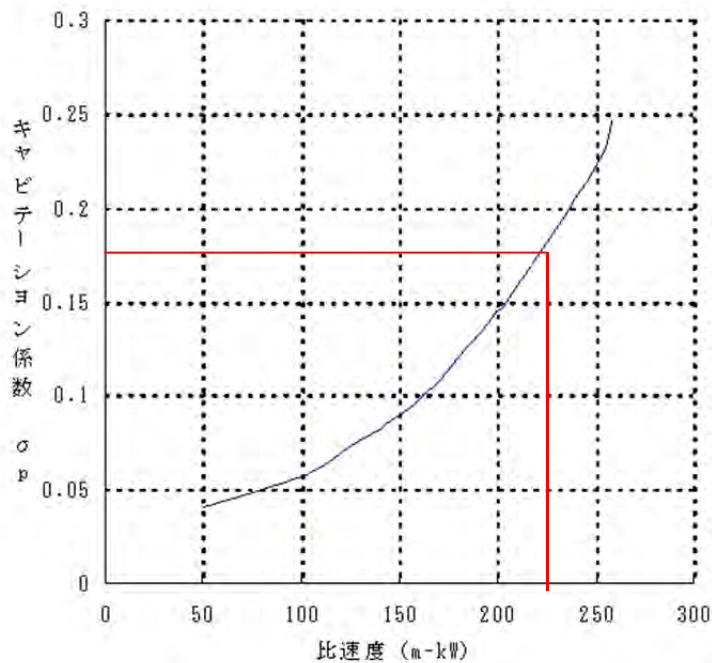


図 3-2.26 比速度とキャビテーション係数の関係

吸出し水頭の計算結果を表 3-2-16 に示す。

13 比速度とは、ポンプや発電用水車などのターボ機械の形式を表すために用いられる物理量であり、機械を相似形で拡大縮小したとき、単位揚程、単位流量を発生するために必要な回転速度である。

14 電気規格調査会 (Japanese Electrotechnical Committee)

表 3-2.16 吸出し水頭の計算

項目	計算
最大有効落差 He	35.18m
比速度 Ns	236m-kW
キャビテーション係数 σ	図 3-2-26 から 0.18
水車据付標高	EL 1,115.29m(水車軸)
水温	20.0°C
キャビテーション発生限界水頭	キャビテーション発生限界水頭 = 大気圧 - 飽和蒸気圧 - ($\sigma \times He$) = 9.05 - 0.24 - (0.18 × 35.18) = +2.48m (注)0.24 は水温 20.0°C での飽和水蒸気圧 水車中心標高が、曝気装置吐出口標高より 2.48m高くても キャビテーションは発生しない。
水車の吸出し水頭	吸出し水頭 = -(曝気装置吐出口標高 - 水車中心標高) = -(EL 1,115.22m - EL 1,115.29m) = 0.07m

水車の吸出し水頭は、+0.07m であるので、キャビテーション発生限界水頭の +2.48m に比べて、十分に余裕がありキャビテーションの発生はない。

5) 水車の仕様選定

特に留意すべき点として、水道配水管に水車を設置した場合の水質汚濁防止対策について検討した。

水車からの油漏れによる水質事故が懸念されるので、仮に軸受より潤滑油が漏れても水質汚濁が発生しない外部軸受型水車（水車ケーシング外部に軸受を設置した水車）を採用する。また、ガイドベーン軸受はオイルレス型とする。日本では、浄水場設備にこの型の水車を設置した例は多数あり、水質事故に対する十分な信頼性を有する。

水車の仕様を下記に示す。

- 型 式 横軸フランシス水車
- 数 量 1 台
- 有効落差 27.46m

- 流 量 1.20m³/s
- 出 力 273kW
- 回転速度 900rpm
- 比 速 度 236m-kW

6) 発電機の仕様選定

一般的に発電機には同期発電機と誘導発電機がある。出力の小さい場合の比較を表3-2.17に示す。

表 3-2.17 同期発電機と誘導発電機の比較

項 目	誘導発電機	評価	同期発電機	評価
構 造	回転子がかご形で簡単	○	回転子が巻線形（励磁及び制動）でやや複雑	○
保守・点検	回転子がかご型であるため容易。他は同期機と同等	○	励磁巻線の保守が必要。また、ブラシ、スプリングがある場合は、これらの保守が必要。他は誘導機と同等	○
励磁装置	不要	○	必要	○
寸法・重量	励磁装置が不要で小型軽量	○	励磁装置が必要で寸法・重量共にやや大きい	△
系統並列	強制並列が可能で、自動同期投入装置が不要。	○	系統並列のため自動同期投入装置が必要	○
負荷調整	負荷変動に対し同期外れがない。	○	急激な負荷変動に対しては、同期外れを起こす場合がある	○
力 率	調整は不可能であり、配電系統の力率を低下させる。力率改善コンデンサを設置して力率改善は可能。	○	励磁調整により調整可能。	○
単 独 運 転	不可能	△	単独運転が可能。ただし、慣性モーメントを標準より増加させる必要があり、発電機寸法が大きくなる。	○
突 入 電 流	同期速度付近で並列させるが、その時やや大きな突入電流が流れ、配電系統の電圧を低下させる。限流リアクトルや変圧器等により系統に影響の無いレベルまで電圧変動を低下させる必要がある。	△	自動同期投入装置により並列するので、突入電流は無視できる。	○
経 済 性 (価 格)	基準	○	やや高い	△
総 合 評 価	△		○	

本発電設備に設置する発電機は、配電線網が発展途上にある脆弱な配電線に接続されるので突入電流が無視できる同期発電機とする。

発電機は負荷遮断時の回転上昇を抑えるため、はずみ車付とする。発電機は水車直結型とする。

発電機の仕様を下記に示す。

- 型式 横軸同期発電機
- 数量 1台
- 出力 314kVA
- 電圧 480V
- 周波数 60Hz
- 力率 0.8
- 回転速度 900rpm
- 絶縁 F種

7) 低圧配電盤

発電機回路、所内電源回路、直流電源装置等を含む。

8) 変圧器の選定

変圧器の仕様を下記に示す。

- 型式 油入自冷式、無負荷タップ切換
- 数量 1台
- 容量 400kVA
- 電圧 0.48/34.5kV (Δ -Y)
- 相 3相

9) 高圧配電盤

本水力発電所は高圧配電盤を介して既設の 34.5kV 配電線に系統連系される。売買電用の積算電力量計を取り付ける。積算電力計の取り付け位置は、系統連系事前協議時に ENEE と協議をして決める。高圧配電盤の仕様を下記に示す。

- 型式 金属閉鎖型
- 数量 1台
- 電圧 34.5kV
- 相 3相

10) 水制御(既設システムへの組入れ)

a) 現状の取水方法

コンセプション浄水場における現状の取水システムを図 3-2.27 に示す。曝気装置の流量調整弁 (RV) を浄水場から遠方監視制御し、浄水場の取水流量 (Q) を調整している。

第 3-2-2-1 節(1) 1)「コンセプション地点の設備規模」に記載のように、コンセプション浄水場への送水量は最大で $1.50\text{m}^3/\text{s}$ である。また、最小送水量は $0.80\text{m}^3/\text{s}$ 程度である。

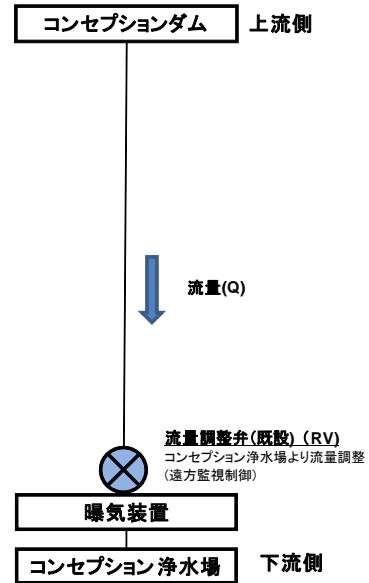


図 3-2.27 現状の取水系統

b) 発電設備供用開始後の取水方法

発電設備供用開始後の取水方法概要図を図 3-2.28 に示す。

発電設備供用開始後においても、曝気装置の流量調整弁 (RV) を浄水場から遠方監視制御し、従来の最大取水流量 (Q_{max}) $1.50\text{m}^3/\text{s}$ の取水ができるようにする。

水車は、曝気装置の流量調整弁 (RV) で調整された流量 (Q) に追従する運転とする。水車最使用大流量 (Q_{max}) は $1.50\text{m}^3/\text{s}$ である。もし、流量 (Q_t) が水車運転最低流量 (Q_{tmin})

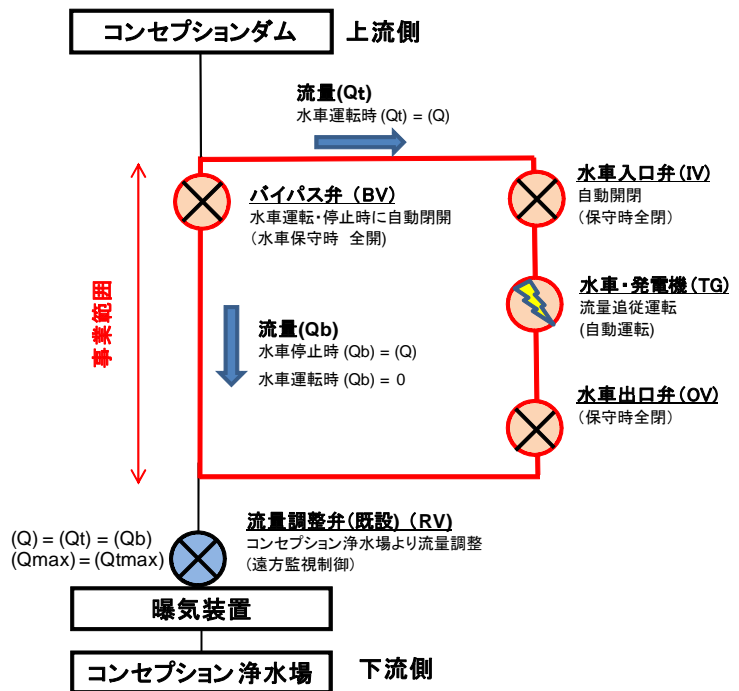


図 3-2.28 発電設備供用開始後の取水方法

を下回ったら水車発電機を停止してバイパス弁 (BV) を全開する。

水車発電機故障時または保守時はバイパス弁 (BV) を全開し、流量 (Q) を取水する。

11) 水車発電機起動停止手順

水車発電機の起動停止及び保守時の操作手順概要を下記に示す。

a) 水車発電機起動準備

- バイパス弁 (BV) : 全開
- 入口弁 (IV) : 全閉
- 出口弁 (OV) : 全開
- 流量調整弁 (RV) : 流量調整

b) 水車発電機起動(自動制御)

- 水車発電機 : 起動操作
- バイパス弁 (BV) : 全閉
- 入口弁 (IV) : 全開
- 水車発電機 : 起動
- 水車発電機 : 流量追従運転

c) 水車発電機停止(自動制御)

- 水車発電機 : 停止操作
- 水車発電機 : 停止
- 入口弁 (IV) : 全閉
- バイパス弁 (BV) : 全開

d) 水車流量(Q_t) ≤ 水車運転最低流量(Q_{tmin})(自動制御)

- 水車発電機 : 自動停止
- 入口弁 (IV) : 全閉
- バイパス弁 (BV) : 全開

e) 水車発電機保守

- バイパス弁 (BV) : 全開
- 入口弁 (IV) : 全閉
- 出口弁 (OV) : 全閉
- 流量調整弁 (RV) : 流量調整

12) 制御装置

水力発電所の制御装置は、コンセプション浄水場から監視制御ができる遠方監視制御装置とする。遠方監視装置は、水力発電システムの制御、監視、データ収集等水力発電システムを適切かつ安全に動作させるための動作手順、及びインターロック機能等の機能

を有する水車発電機制御装置を装備する。

水車発電機制御装置仕様概要を表 3-2.18 に示す。

表 3-2.18 水車発電機制御装置仕様概要

制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転シーケンス ・ 起動速度制御 ・ 速度制御 ・ 負荷制御 ・ 流量追従制御 ・ プログラム運転、等 	
装置構成	・ コンピュータ装置部	
	・ 表示装置部	運転操作、運転表示 機能設定、故障表示
	・ 駆動部	サーボドライブ サーボモータ
	・ 速度検出部	SSG ¹⁵ センサ
	・ 計測部	ポテンシオメータ トランスデューサ
調速機機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本周波数 ・ 周波数感度 ・ 周波数調整範囲 ・ 負荷調整範囲 ・ 速度調停率 ・ 制御方式 ・ 速度検出 	<p>60Hz</p> <p>±0.2%</p> <p>+3.0Hz -0- -3Hz</p> <p>0 - 100%</p> <p>0 - 6%</p> <p>コンピュータによる PD 制御</p> <p>SSG 方式</p>
自動投入機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動同期投入 CB 投入時間 許容周波数差 許容電圧差 	<p>電圧平衡機能、揃速機能</p> <p>0.05 - 0.5sec</p> <p>±0.005%</p> <p>±0.5%</p>
運転記録機能	日報、月報、年報	

15 Speed Signal Generator

(2) ピカチヨ地点の水力発電設備

1) 水車使用流量の検討

第3-2-2-1節(1)2「ピカチヨ地点の設備規模」に記載のように、L22系統管路は、新設及び更新の延長約15km、管径150～400mmの緊急無償工事が行われ、この時の基本計画では最大配水流量は225 liter/secとされた。水車の最大使用水量 Q_{tmax} は、標準型水車を採用することが経済的であるので、「ハイドロバレー計画ガイドブック」水車型式選定図に記載された標準型横軸フランシス水車の最小流量である $0.30\text{m}^3/\text{s}$ とする。

よって、本発電計画では、

水車最大使用水量 Q_{tmax}	=	$0.30\text{m}^3/\text{s}$
水車使用水量 Q_t	=	$0.30\text{m}^3/\text{s}$

と決定する。

2) 有効落差

総落差 (H) は、図3-2-29記載の通りピカチヨ浄水場配水タンク水位標高 (EL1,301.44m) から既設減圧弁取り付け標高 (EL 1,120.0m) に既設減圧弁下流での残圧水頭 (90m) を加えた水車放水水位 (EL1,210.0m) を減じた値 (91.44m) となる。

有効落差は、

$$\text{有効落差 (He)} = \text{総落差 (H)} - \text{損失水頭}^{16}(\text{HL})$$

で算定され、使用水量 ($0.30\text{m}^3/\text{s}$) 時の有効落差は、

$$\text{He} = \text{H} - \text{HL} = 91.44 - 5.28 = 86.16\text{m}$$

となる。

最大有効落差は、

$$\text{最大有効落差 (Hemax)} = \text{総落差 (H)} - \text{損失水頭}^{17}(\text{HL})$$

で算定され、使用水量 ($0.12\text{m}^3/\text{s}$) 時の最大有効落差は、

$$\text{He} = \text{H} - \text{HL} = 91.44 - 0.97 = 90.47\text{m}$$

となる。

最小有効落差は、

$$\text{最小有効落差 (Hemin)} = \text{総落差 (H)} - \text{損失水頭}^{18}(\text{HL})$$

で算定され、使用水量 ($0.30\text{m}^3/\text{s}$) 時の最小有効落差は、

16 第3-2-2-1節(1)2「ピカチヨ地点の設備規模」参照

17 第3-2-2-1節(1)2「ピカチヨ地点の設備規模」参照

18 第3-2-2-1節(1)2「ピカチヨ地点の設備規模」参照

$$H_e = H - H_L = 91.4 - 5.28 = 86.16\text{m}$$

となる。

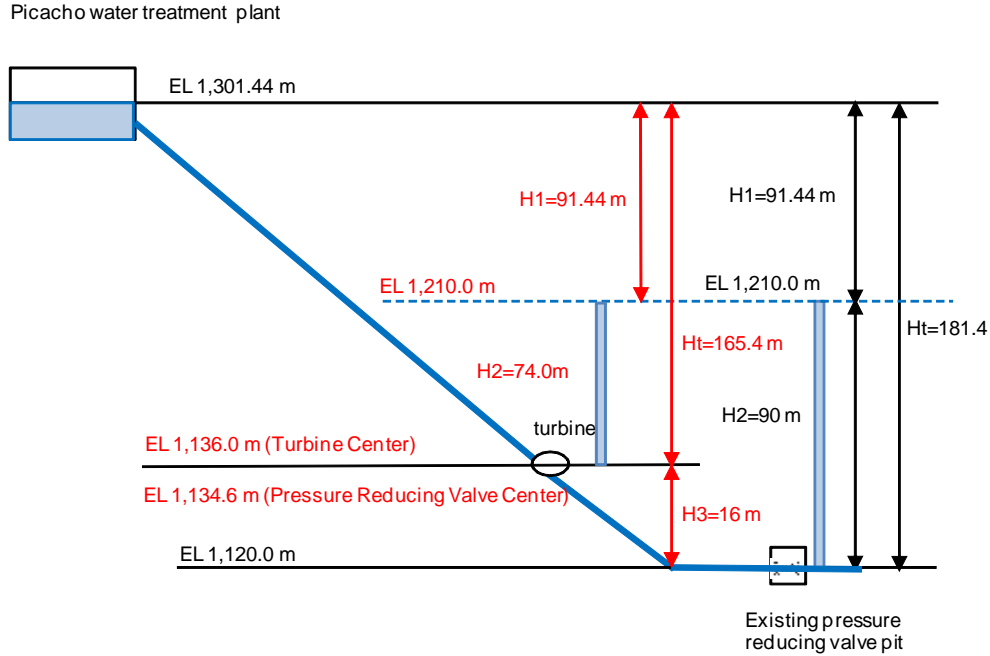


図 3-2.29 ピカチヨ地点の水頭検討図

最大設計水圧は、水車に作用する静水圧（165m = EL 1,301 – EL 1,136）の 130%（215m）とする。

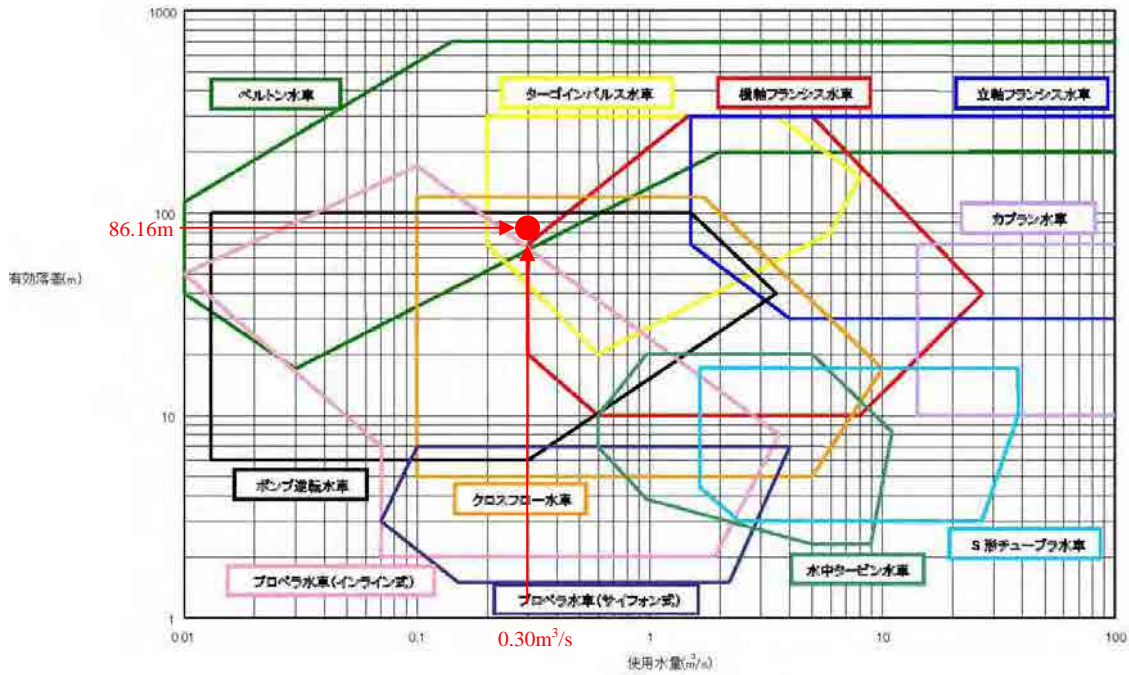
3) 水車の選定

最大使用水量と有効落差に対し、図 3-2.30 に示す水車型式選定図より選定される水車型式は以下のとおりとなる。

- ・使用水量 : $Q_t = 0.30\text{m}^3/\text{s}$
- ・有効落差 : $H_e = 86.16\text{m}$
- ・水車型式 : 反動型水車 ; ポンプ逆転水車、横軸フランシス水車、プロペラ水車
(インライン式)

衝動型水車 ; クロスフロー水車、ターゴインパルス水車、ペルトン水車

図 3-2.30 より選定される水車型式のうち、衝動型水車は、水車以降で自由水面を必要とする水車型式であり、今回計画のような上水道の圧力管路途中に導入する場合には不適な型式である。よって、選定される水車型式は、反動型水車の 3 種類（ポンプ逆転水車、横軸フランシス水車、プロペラ水車（インライン式））となる。



(出典：「ハイドロバレー計画ガイドブック、(資源エネルギー庁 新エネルギー財団)

図 3-2.30 水車型式選定図

選定された3種類の反動型水車に対して、本システムにおける適用評価を次表に示す。

水車タイプ	適用評価	評価
横軸フランシス水車	流量変動に対しても対応できる。同水車は调速機能を有するため、同期発電機を採用する本システムに適している。	○
ポンプ逆転水車	同期発電機を採用するため调速機能がない同水車の採用は不向きである。流量調整ができないため、流量変動のある本システムでは不適當である。	×
プロペラ水車(インライン式)	同水車は调速機能を有するため、同期発電機を採用する本システムに適している。適用最大落差が約20mであり、落差86mのピカチョ地点では、4台直列に配置(ダンデム接続)する必要があり費用が割高となる。	△

本発電計画における水車発電機導入箇所は既設上水道の圧力管路であり、据付けスペースの制約条件はない。また、タンデム接続が必要ない横軸フランシス水車を最適水車として選定する。

本発電計画における水車型式
横軸フランシス水車 最大使用水量 0.30m³/s
使用水量 0.30m³/s

4) キャビテーションの検討

水車は作用する水頭をランナーで使い切り、ランナーの出口は放水位から放水路の損失水頭を差し引いた圧力となる。この圧力が比速度で決まる圧力以下になると、ランナーの出口部にキャビテーションが発生し、壊食を起こすことになる。当小規模水力発電設備では、図 3-2.29 に示すように吸出し水頭が 74.0m 想定できるので、キャビテーションの発生はない。

水車吸出し管は 74.0m で押込まれているので、キャビテーション発生限界に比べて、十分に余裕がありキャビテーションの発生はない。

5) 水車の仕様選定

特に留意すべき点として、水道配水管に水車を設置した場合の水質汚濁防止対策について検討した。

水車からの油漏れによる水質事故が懸念されるので、仮に軸受より潤滑油が漏れても水質汚濁が発生しない外部軸受型水車（水車ケーシング外部に軸受を設置した水車）を採用する。また、ガイドベーン軸受はオイルレス型とする。日本では、上水道設備にこの型の水車を設置した例は多数あり、水質事故に対する十分な信頼性を有する。なお、更に安全を期して、減圧弁及び流量調整弁頂上にストレーナを配置する。

水車の仕様を下記に示す。

- 型 式 横軸フランシス水車
- 数 量 1 台
- 有効落差 86.16m
- 出 力 204kW
- 流 量 0.30m³/s
- 回転速度 1200rpm
- 比 速 度 65m-kW

6) 発電機の仕様選定

一般的に発電機には同期発電機と誘導発電機がある。同期発電機と誘導発電機の比較を表 3-2.19 に示す。

表 3-2.19 同期発電機と誘導発電機の比較

項目	誘導発電機	評価	同期発電機	評価
構造	回転子がかご形で簡単	○	回転子が巻線形（励磁及び制動）でやや複雑	○
保守・点検	回転子がかご型であるため容易。他は同期機と同等	○	励磁巻線の保守が必要。また、ブラシ、スプリングがある場合は、これらの保守が必要。他は誘導機と同等	○
励磁装置	不要	○	必要	○
寸法・重量	励磁装置が不要で小型軽量	○	励磁装置が必要で寸法・重量共にやや大きい	△
系統並列	強制並列が可能で、自動同期投入装置が不要	○	系統並列のため自動同期投入装置が必要	○
負荷調整	負荷変動に対し同期外れがない	○	急激な負荷変動に対しては、同期外れを起こす場合がある	○
力率	調整は不可能であり、配電システムの力率を低下させる。力率改善コンデンサを設置して力率改善は可能	○	励磁調整により調整可能。	○
単独運転	不可能	△	単独運転が可能。ただし、慣性モーメントを標準より増加させる必要があり、発電機寸法が大きくなる。	○
突入電流	同期速度付近で並列させるが、その時やや大きな突入電流が流れ、配電システムの電圧を低下させる。限流リアクトルや変圧器等により系統に影響の無いレベルまで電圧変動を低下させる必要がある	△	自動同期投入装置により並列するので、突入電流は無視できる	○
経済性（価格）	基準	○	やや高い	△
総合評価	△		○	

本発電設備に設置する発電機は、配電線網が発展途上にある脆弱な配電線に接続されるので突入電流が無視できる同期発電機とする。

発電機は負荷遮断時の回転上昇を抑えるため、はずみ車付とする。発電機は水車直結型とする。

発電機の仕様を下記に示す。

- 型式 横軸同期発電機
- 数量 1台

- 出力 235kVA
- 電圧 480V
- 周波数 60Hz
- 力率 0.8
- 回転速度 1200rpm
- 絶縁 F種

7) 低圧配電盤

発電機回路、所内電源回路、直流電源装置等を含む。

8) 電力変圧器の選定

電力変圧器の仕様を下記に示す。

- 型式 油入自冷式、無負荷タップ切換
- 数量 1台
- 容量 250kVA
- 電圧 0.48/13.8kV (Δ-Y)
- 相 3相

9) 高圧配電盤

配電線に系統連系される。売買電用の積算電力量計を取り付ける。積算電力計の取り付け位置は系統連系事前協議時に ENEE と協議をして決める。高圧配電盤の仕様を下記に示す。

- 型式 金属閉鎖型
- 数量 1台
- 電圧 13.8kV
- 相 3相

10) 水制御(既設システムへの組入れ)

a) 現状の配水方法

ピカチョ浄水場における現状の配水系統を図 3-2.31 に示す。浄水場から L22 系統管路の配水管を使用して配水タンク、需要家等へ配水している。配水量は、配水タンク、需要家等にある流量調節弁を全開して浄水場にある L22 系統管路用の配水弁を調整して決めている。

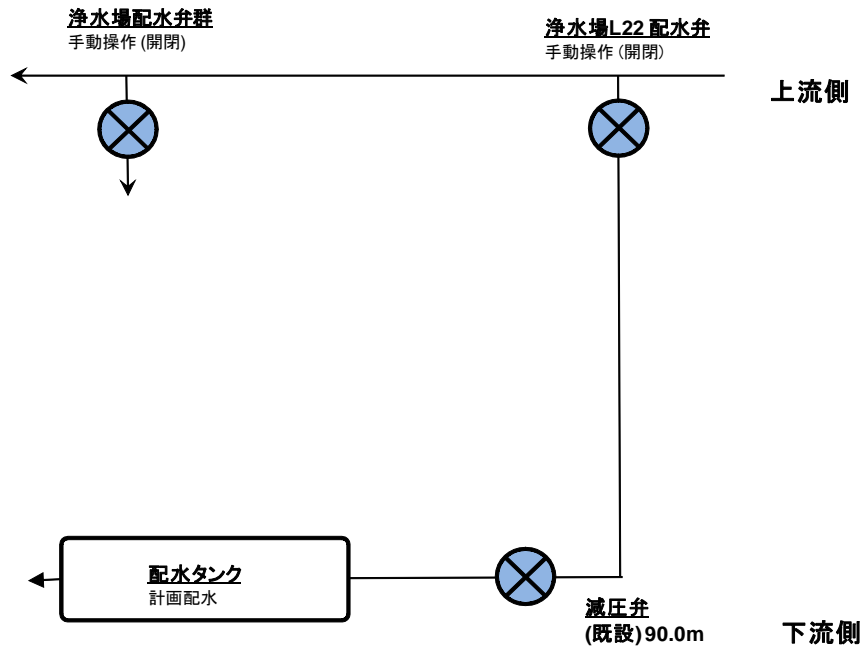


図 3-2.31 現状の配水系統

b) 発電設備供用開始後の配水方法

発電設備供用開始後の配水方法概要図を図 3-2.32 に示す。

L22 系統管路用弁を全開し、新設の流量調整弁 (RV) を調整し水量 (Q) を配水、また、計画最大配水量 (Qmax) $0.30\text{m}^3/\text{s}$ の配水もできるようにする。水車は出口水圧 (P) (74.0m) 一定運転とする。水車発電機故障時または保守時はバイパス弁 (BV) を全開し、流量 (Q) を配水する。新設減圧弁出口水圧 (P) は、水車出口水圧より約 5%低くして、72.0m とする。

もし、流量 (Qt) が水車運転最低流量 (Qtmin) を下回ったら水車発電機を停止してバイパス弁 (BV) を全開する。また、流量 (Qt) が水車最大使用流量 (Qtmax) $0.30\text{m}^3/\text{s}$ を越えたら水車発電機を停止してバイパス弁 (BV) を全開する。

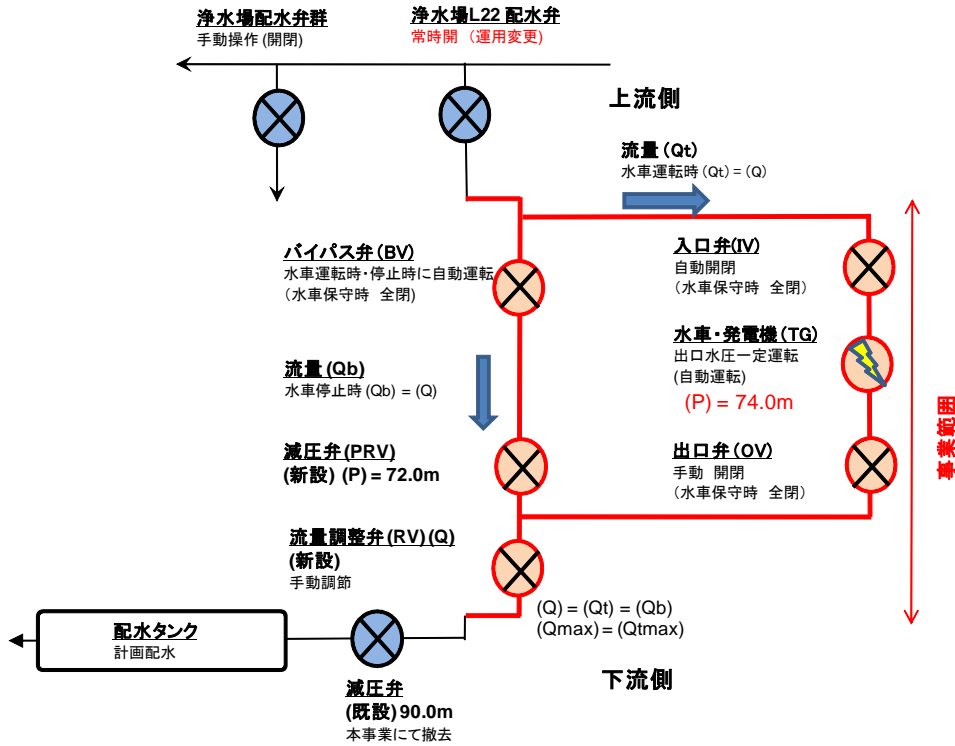


図 3-2.32 発電設備供用開始後の配水方法

11) 水車発電機起動停止手順

水車発電機の起動停止及び保守時の操作手順概要を下記に示す。

a) 配水流量調整

- バイパス弁 (BV) : 全開
- 入口弁 (IV) : 全閉
- 出口弁 (OV) : 全開
- 流量調整弁 (RV) : 流量調整

b) 水車発電機起動準備

- バイパス弁 (BV) : 全開
- 入口弁 (IV) : 全閉
- 出口弁 (OV) : 全開

c) 水車発電機起動(自動制御)

- 水車発電機 : 起動操作
- 入口弁 (IV) : 全開
- 水車発電機 : 起動

- 水車発電機 : 水圧一定運転
- バイパス弁 (BV) : 全閉

d) 水車発電機停止(自動制御)

- 水車発電機 : 停止操作
- 水車発電機 : 停止
- 入口弁 (IV) : 全閉
- バイパス弁 (BV) : 全開

e) 水車流量(Q_t) \leq 水車運転最低流量(Q_{tmin})(自動制御)

- 水車発電機 : 自動停止
- 入口弁 (IV) : 全閉
- バイパス弁 (BV) : 全開

f) 水車流量(Q_t) \geq 水車最大流量(Q_{tmax})(自動制御)

- 水車発電機 : 自動停止
- 入口弁 (IV) : 全閉
- バイパス弁 (BV) : 全開

g) 水車発電機保守

- バイパス弁 (BV) : 全開
- 入口弁 (IV) : 全閉
- 出口弁 (OV) : 全閉
- 流量調整弁 (RV) : 流量調整

12) 制御装置

水力発電所の制御装置は、ピカチョ浄水場から監視制御ができる遠方監視制御装置とする。遠方監視制御装置は、水力発電システムの制御、監視、データ収集等水力発電システムを適切かつ安全に動作させるための動作手順、及びインターロック機能等の機能を有する水車発電機制御装置を装備する。

水車発電機制御装置仕様概要を表 3-2.20 に示す。

表 3-2.20 水力発電システム制御装置仕様概要

制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転シーケンス ・ 起動速度制御 ・ 速度制御 ・ 負荷制御 ・ 出口水圧一定制御 ・ プログラム運転、等 	
装置構成	・ コンピュータ装置部	
	・ 表示装置部	運転操作、運転表示 機能設定、故障表示
	・ 駆動部	サーボドライブ サーボモータ
	・ 速度検出部	SSG ¹⁹ センサ
	・ 計測部	ポテンシオメータ トランスデューサ
調速機機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本周波数 ・ 周波数感度 ・ 周波数調整範囲 ・ 負荷調整範囲 ・ 速度調停率 ・ 制御方式 ・ 速度検出 	<p>60Hz</p> <p>±0.2%</p> <p>+3.0Hz - 0 - -3Hz</p> <p>0 - 100%</p> <p>0 - 6%</p> <p>コンピュータによる PD 制御</p> <p>SSG 方式</p>
自動投入機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動同期投入 CB 投入時間 許容周波数差 許容電圧差 	<p>電圧平衡機能、揃速機能</p> <p>0.05 - 0.5sec</p> <p>±0.005%</p> <p>±0.5%</p>
運転記録機能	日報、月報、年報	

(3) 配電線

コンセプション水力発電所及びピカチョ水力発電所は、それぞれ既設 34.5kV 配電線及び既設 13.8kV 配電線に系統連系される。

1) コンセプション水力発電所

コンセプション水力発電所は、サンタ・フェ変電所の 12.5MVA 69/34.5kV 変圧器 (T410) に接続されている既設 34.5kV 配電線 (L307) に連系される。水力発電所と変電所の距離は 10.6km である。連系点は水力発電所近傍にある既設 34.5kV 配電線電柱である。サンタ・フェ変電所の単線結線図を図 3-2.33 に示す。

¹⁹ Speed Signal Generator

2) ピカチヨ水力発電所

ピカチヨ水力発電所は、ラ・レオナ変電所の 25MVA 69/13.8kV 変圧器 (T412) に接続されている既設 13.8kV 配電線 (L231) に連系される。水力発電所と変電所の距離は 1.4km である。連系点は水力発電所近傍にある既設 13.8kV 配電線電柱 (L231、P19、M3) である。

ラ・レオナ変電所の単線結線図を図 3-2.34 に示す。

3) 系統連系の検討

系統連系事前協議を ENEE と下記のように行った。

コンセプション発電所及びピカチヨ発電所を既設配電線に連系して発生電力を売電するため、事業主体である SANAA が ENEE と系統連系協議を行う必要がある。系統連系協議は、事業実施時の設計・エンジニアリング期間に行われる。

系統連系協議には下記情報が必要であるが、この事業で据付ける発電設備は小規模であるので、機器製造者は下記の全ての情報提供に対応できない。よって、情報提供は機器製造者が対応できる範囲で良い事で ENEE と合意した。

- a) 水力発電所の計画及び事業概要
- b) 定格出力及び推定年間平均売電電力量
- c) 設備利用率及び発電機力率
- d) 営業運転開始日
- e) 発電機電圧
- f) 変電所、送電線または配電線及び系統連系点電圧レベル
- g) 系統連系点から関連変電所までの距離
- h) 発電設備保護装置及び配電線保護装置情報
- i) 発電所単線結線図
- j) 電圧、インピーダンス、損失、巻線、タップ特性、タップ数等電力変圧器特性
- k) 同期リアクタンス、横軸リアクタンス、零相及び逆相インピーダンス、過度リアクタンス、初期過渡リアクタンス、回転子 (突出極型等)、慣性定数、無効電力制限、励磁装置及び調速器特性の発電機特性
- l) 発電機可能出力曲線
- m) 送電線の互長、導体種類、相間距離、導体地上高、直接接地、電圧及び幾何学的相間距離、及び塔種類、地形

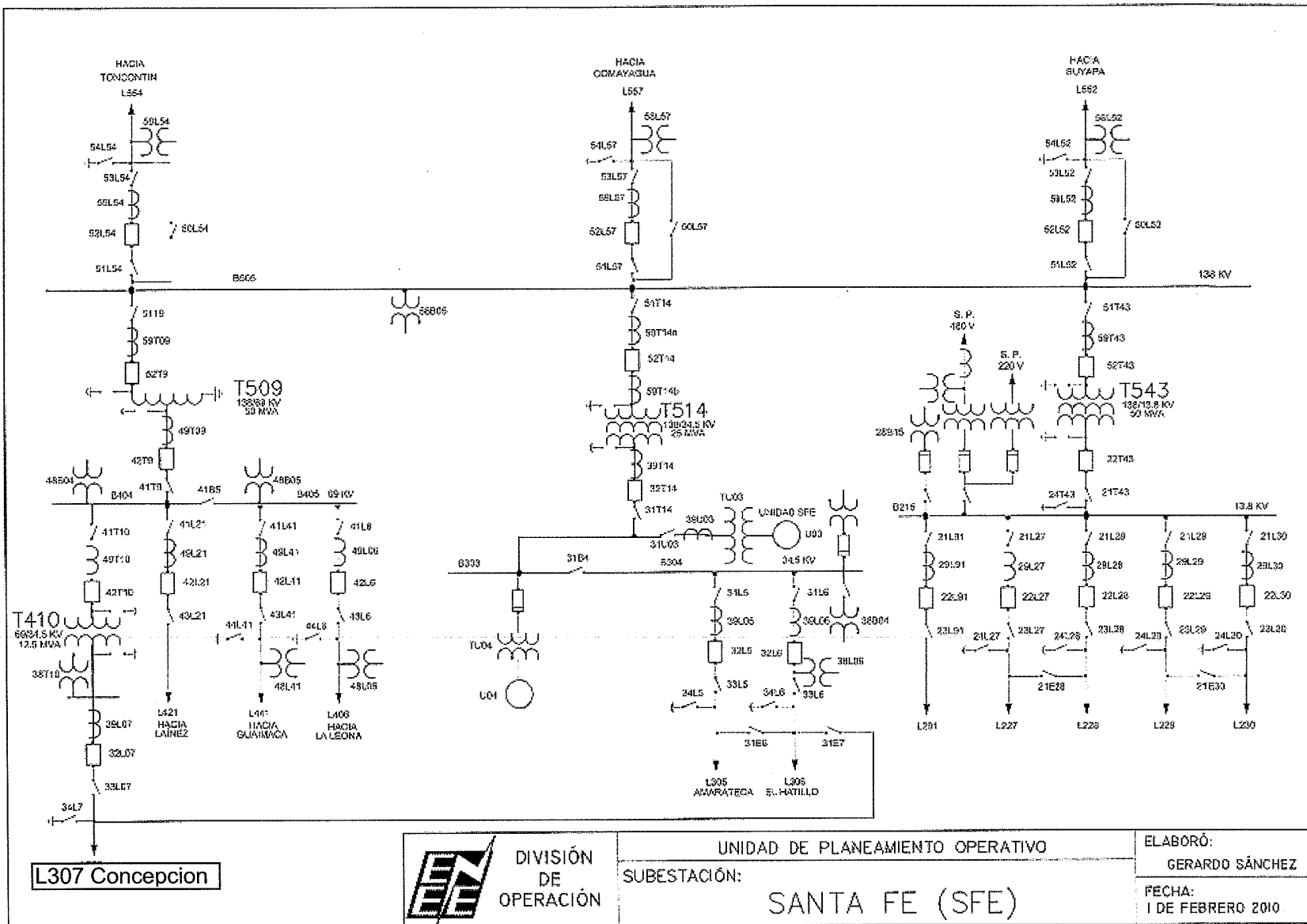


図 3-2.33 サンタ・フェ変電所単線結線図

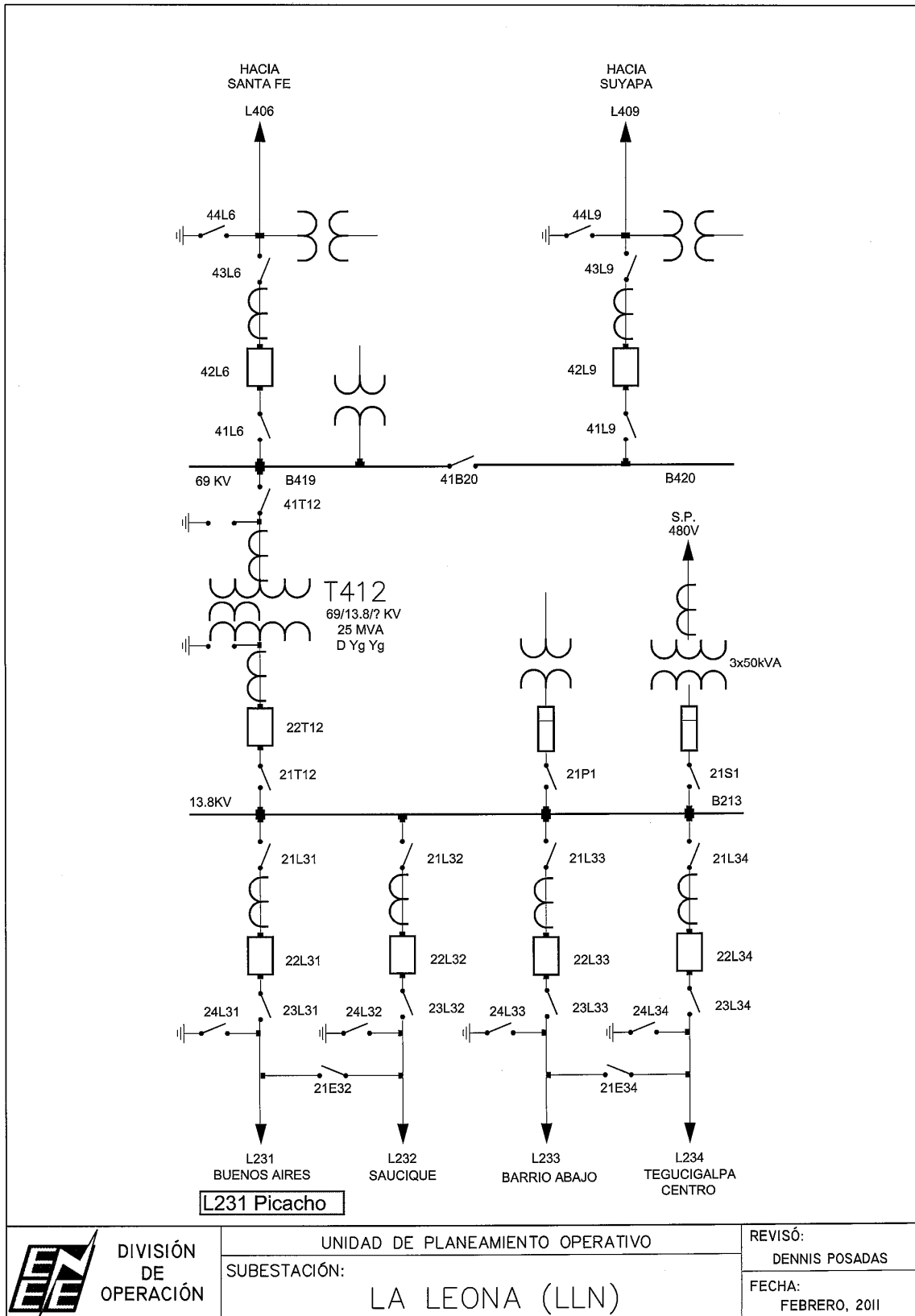


図 3-2.34 ラ・レオナ変電所単線結線図

3-2-3 概略設計図

本プロジェクトの概略設計図は次表のリストのとおりであり、巻末に添付する。

図面番号	図面タイトル
Concepcion Hydroelectric Power Plant	
Civil Works	
CC-CV-01	Water Pipe, General Plan (1/2)
CC-CV-02	Water Pipe, General Plan (2/2)
CC-CV-03	Water Pipe, Profile (1/2)
CC-CV-04	Water Pipe, Profile (2/2)
CC-CV-05	Water Pipe, Typical Sections
CC-CV-06	Valve Pits, Details
CC-CV-07	Concrete Blocks, Details
CC-CV-08	Powerhouse, General Layout Plan
CC-CV-09	Powerhouse, Sections (1/2)
CC-CV-10	Powerhouse, Sections (2/2)
CC-CV-11	Powerhouse, Typical Sections
CC-CV-12	Powerhouse, Concrete Outline Plan
CC-CV-13	Powerhouse, Concrete Outline Profile and Sections
CC-CV-14	Powerhouse, Reinforcement Arrangement
Electro-mechanical and Electrical Works	
CC-EM-01	Equipment Layout Plan
CC-EM-02	34.5kV Single Line Diagram
CC-EM-03	34.5kV Power Cable Route
CC-EM-04	Control Room (Concepcion Water Treatment Plant)
CC-EM-05	Communication Cable Route
Picacho Hydroelectric Power Plant	
Civil Works	
PC-CV-01	Powerhouse Area, General Plan
PC-CV-02	Powerhouse, General Layout Plan
PC-CV-03	Powerhouse, Sections (1/3)
PC-CV-04	Powerhouse, Sections (2/3)
PC-CV-05	Powerhouse, Sections (3/3)
PC-CV-06	Powerhouse, Concrete Outline Plan and Sections (1/2)
PC-CV-07	Powerhouse, Concrete Outline Profile and Sections (2/2)
PC-CV-08	Powerhouse, Reinforcement Arrangement
Electro-mechanical and Electrical Works	
PC-EM-01	Equipment Layout Plan
PC-EM-02	13.8kV Single Line Diagram
PC-EM-03	13.8kV Power Cable and Distribution Line Route
PC-EM-04	Control Room (Picacho Water Treatment Plant)
PC-EM-05	Communication Cable Route

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画は、我が国無償資金協力の制度に基づいて実施されるもので、その事業実施計画に当たっては、無償資金協力制度を十分に考慮し、適切な事業実施体制と工期の設定が必要である。

本計画で起用される我が国コンサルタントは、両国政府による E/N、G/A 締結後、入札図書作成と入札の支援、調達、施工、技術指導等の監理に関して、先方実施機関である SANAA と業務契約を結び、資機材調達及び施設建設を行う企業の入札を実施する。無償資金協力としての本プロジェクトの主契約者は日本国企業となる。主契約者である日本国企業はその業務契約に基づき、資機材の調達、管布設、発電所建設、配電工事、資機材の据付を定められた期間内にそれぞれ指定された場所に完成させる。

以上の方針は、下図に概略的に示される。

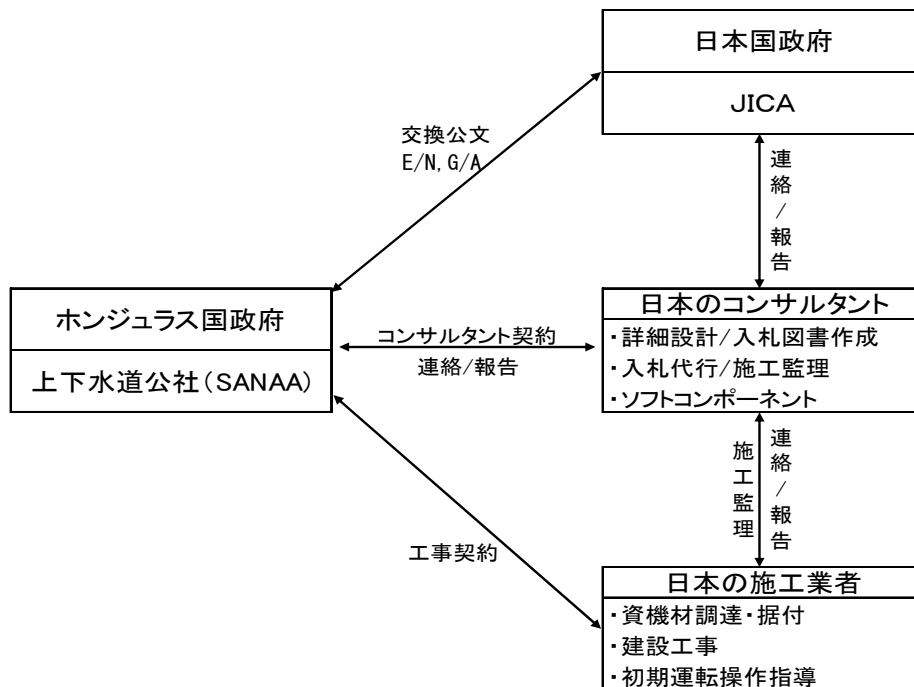


図 3-2.35 調達にかかる各機関の役割

水車、発電機については、政府の方針を踏まえて我が国中小企業製品を調達する方針である。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 関係諸機関との協力

本計画のコンセプション地点における市道沿いの導水管布設工事では、テグシガルパ市計画局との許認可などの調整が必要である。また、配電線工事についても ENEE との連絡、協議、調整が重要になる。

(2) 免税措置の手続き

免税措置に必要な手続きは、申請・承認過程に多くの時間を要することが過去の例から予想される。本事業の免税手続きは SANAA が中心となって行うことになるが、コンサルタントと施工業者は、「ホ」国の免税処置に係る法律を十分理解したうえで、迅速な手続きを行うことが重要である。

(3) 気象条件

工事対象地域のテグシガルパ市の気候は、サバナ気候²⁰に属し、乾季と雨季の区分が明確に分かれており、気温の年較差が少ない。雨季は5月から10月であり、市内道路には雨水処理の施設がほとんどなく、特に埋設配管工事は降雨の影響を大きく受ける。そのため、各工事において、降雨の影響を受けやすい工種をなるべく乾季に集中させること等により、全体工期を短縮するよう各工種の工程計画を検討する。また、雨季の排水状況は非常に悪くなるため、管路の掘削工事の際には排水処理について留意する。

(4) 安全管理

基本的な安全対策は以下の通りである。

- 1) 本計画のサイト、資材置き場などの工事関連施設においては、治安及び盗難防止の理由から24時間体制の警備を実施するものとする。
- 2) 現場作業中は重機車両の走行が多くなるため、第三者に対する安全対策として、誘導員及び安全標識を配置し、安全確保に努める。工事実施サイトでは防護柵、標識などにより現場内の立ち入りを制限する。
- 3) 輸送に関しては、適正な積載量を確保しつつ、事前に搬入計画を立案する。また本工事は材料搬入などにより一般市道を使用するため、交通法規の遵守をはかり、事故防止に

²⁰ サバナ気候とはケッペンの気候区分における気候区のひとつで、夏は赤道低圧帯に入り多雨、冬は中緯度高圧帯に入り、乾燥するため一年の間で雨季と乾季がはっきりと分かれている。

万全を期す。

- 4) 埋設導水管敷設の際には、第3者の安全のため、もしくは資材の盗難防止のためにすみやかに仮埋め戻しを行う。

(5) 住民説明

コンセプションの導水管とピカチヨの配水管の既存管への接続工事の際には、断水による影響を最小限となるよう念入りに施工計画を立てる。接続時に生じる断水については SANAA と事前に協議を行い住民に広報し、テグシガルパ市民から本計画への理解協力を得るものとする。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の範囲とそれに対応する「ホ」国側と日本側の分担内容は以下の通りである。

表 3-2.21 両国の主要な分担業務

No.	項 目	無償事業 で実施	受入国側 で実施
1	本計画のために必要な用地の取用・無償提供		●
2	本事業に必要な仮設用地の借地権の取得・無償提供、及び障害物の除去		●
3	本協力事業工事に必要な廃材処分場の提供		●
4	サイト内道路の建設	●	
5	サイト外の既存道路の維持保守		●
6	小水力発電機材の調達	●	
7	小水力発電施設の建設と関連設備の据付	●	
8	導水管布設工事（コンセプション）	●	
9	既存送配電設備への接続工事	●	
10	水圧試験などの工事に必要な水の提供		●
11	銀行取極（B/A）にかかる日本側銀行のサービスに対する対価の負担		
	1) A/Pにかかる相談費用		●
	2) 支払い手数料		●
12	建設工事に必要な許認可の申請・所得		●
13	受入国側搬入点における迅速な荷卸と通関		
	1) 日本または第3国から受入国への製品の海上或いは航空輸送	●	
	2) 陸揚げ港における製品への税の免除或いは引受けと通関		●
	3) 陸揚げ港からサイトへの内陸輸送	●	
14	プロジェクトの実施に関係してサービスを提供する日本人または第3国の人に対し、それを目的とした受入国への入国と滞在の保証		●
15	日本国政府により認証された契約書に基づく資機材調達に関わる手数料を負担する		●
16	無償資金によって建設された施設や調達された機材について適切かつ効果的に維持し使用すること		●
17	無償資金協力の負担以外の、プロジェクトの実施に必要とされる費用を全て負担する		●
18	無償プログラムにおける環境社会配慮を遵守すること		●

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本計画は、無償資金協力事業として実施されるため、日本国コンサルタント企業は詳細設計から調達・施工監理までを担当する。その業務内容は下記の通りである。

表 3-2.22 本計画における日本国コンサルタントの業務内容

段階		業務内容	
1.	実施設計・入札段階	詳細設計調査 入札業務代行 契約業務補佐	入札図書の作成 入札結果評価
2.	施工・調達段階	工事監理、資機材調達管理 報告書作成等	検査、操業指導

詳細設計調査の結果、入札図書が作成され、関連官庁との協議に基づいて入札期日が決定される。入札に当たって、コンサルタントは実施機関である SANAA の業務を代行し、入札結果について評価を行い、さらに実施機関と建設業者の契約業務を補佐する。実施設計と入札監理に係る要員について下表に示す。

表 3-2.23 実施設計に必要な要員と役割

担当者	担当分野
業務主任	本プロジェクトの総括として、詳細設計に係る業務を総括的に担当する。
土木建築施設設計 (1)	業務主任を補佐するとともに、発電所建屋や付帯工事の詳細設計を行う。
水道施設設計	導・配水管路の詳細設計を行う。
施工計画/積算	現地資機材の流通状況・価格の確認調査、詳細設計積算業務、調達機材計画の確認作業を行う。

表 3-2.24 入札監理に必要な要員と役割

担当者	担当分野
業務主任	本プロジェクトの総括として、入札図書作成、入札監理（入札公示、図渡し、解説、技術審査）に係る業務を総括的に担当する。
土木建築施設設計 (2)	土木・建築工事全般の入札図書作成業務を行うとともに、入札監理（技術審査）を行う。
水車発電機設備設計	水車発電機設備の入札図書作成業務を行うとともに、入札監理（入札公示、図渡し、解説、技術審査）を行う。
入札図書担当	入札図書作成業務を行う。

施工段階では、工事監理担当技術者を常駐させ、実施機関をはじめとする「ホ」国側関係機関との調整を図りながら、建設工事の品質・工程管理を行う。また、ソフトコンポーネント支援については、日本国コンサルタント専門家が工事期間中と竣工直後に実施する。

施工監理の基本方針として、下記のように掲げる。

- 既設水道施設に小規模水力発電設備を設置することから、品質管理を最優先事項として掲げ、施工監理を遂行する。
- 水力発電設備や管材を「ホ」国外から納入する必要があるため、納期限など工事進捗監理に注視する。
- 「ホ」国においては、治安が急激に悪化しているため、「ホ」国側、現地日本国大使館、JICA事務所と連絡を密にして安全管理に努める。
- 月1回 SANAA の代表者と建設業者を交えて定例会議を開催し、問題点の共有・確認、対処方針などについて協議する。特に既設管との接続工事に関しては、事前に関係者間で十分に協議を行う。

また、施工監理に係る要員について次表に示す。

表 3-2.25 施工監理要員と役割

担当者	担当分野
施工監理者	着工時及び完工時にそれぞれ着工時応援、竣工時応援として派遣し、各種着工準備、撤収、着工・竣工式典等の対応を行う。
常駐施工監理者 (1)	現場に常駐して、工事出来形、品質確認など土木・建築の施工監理を担当する。本プロジェクトの現場業務全体を監理する。
施工監理技術者 (2)	水車発電設備及び配電設備施設の検査・試運転を担当する。
施工監理者 (完成検査)	完成検査を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された施設・資機材の品質が、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理を実施する。品質の確保が危ぶまれる時は、施工業者に訂正、変更、修正を求める。

(1) 調達機材据付工事における品質管理

- 1) 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- 2) 資機材に係る現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- 3) 資機材の現地据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い

4) 施設施工図と現場出来型の照査

(2) 建設工事における品質管理

主な建設工事は管材の布設、発電所の建設である。

- 1) 管路の布設に関しては、管基礎のしつらえ、埋戻土の土質、1層の仕上がり厚、転圧状況などに留意する。管路水圧試験に関しては、布設された管路全体の水密性、安定性を確認するため実施し接合部の漏洩状況等を確認する。
- 2) 本案件において、生コン車を利用するため、プラント出発から打ち込み完了までの時間管理を十分行う。さらに、コンクリート構造物の品質管理は民間の機関に依頼してコンクリート試験（スランプ試験、空気量試験、圧縮強度試験）、鉄筋試験（引張試験）を行う。さらに打設後には適切な養生が施されているか確認する。

出来形に関しては、打設コンクリート量、出来形寸法、管布設の延長距離、埋設深さの実測を写真記録と併せて管理する。工事用写真には必ず説明用の黒板を付けて写し、構造物などは箱尺、ポール、リボンテープなどを使用し、寸法が正確に確認できるようにする。

3-2-4-6 資機材調達計画

(1) 資機材調達

水車、弁類、発電機、水車発電機制御装置、発電機主回路を含む低圧配電盤及び遠方監視制御装置は日本調達とし、高圧配電盤、変圧器及び高圧ケーブルは日本、第3国調達とする。

本計画で使用する主な建設用資機材は、管路、発電所、配電施設で用いられるコンクリート、鉄筋、砂、ダクタイル鋳鉄管である。本計画での使用が想定されるセメント、砂、碎石、木材等の一般土木材料に関しては「ホ」国内での調達に問題はない。「ホ」国には3社ほど生コンクリート会社があり、相当数のコンクリートミキサー車、品質試験機器などを保有している。鉄筋に関しては「ホ」国内工業都市であるサンペドロスラから調達が可能である。鉄筋の規格は、米国 ASTM に準拠しており、グレード 40、60 の異形鉄筋を生産している。粗骨材に関しては、国内の碎石を使用しており、細骨材についても碎石材生産時に発生した碎石砂を使用している。これら現地で汎用的に使用され容易に調達可能な建設資材に関しては、過去に行われた我が国無償案件への納入実績があり、十分な品質を有したものを必要数量調達することは可能であることが確認されているため、「ホ」国での調達とする。

一方、送水管増設に必要な、大口徑（φ500～700mm）のダクタイル鋳鉄管、鉄管、バルブ類に関しては現地調達できないため、日本、第3国で価格、品質等を比較し第3国調達とした。

工事用機械調達に関して、本工事で必要となる一般土工に使用されるクレーン、バックホウ、ブルドーザー、コンプレッサー等の汎用機はリースで取り扱う業者が存在し「ホ」国において調達は可能である。資機材調達区分について次表に示す。

表 3-2.26 機材調達区分(水力発電機材)

資機材名	調達区分		
	日本	現地	第三国
水力発電機材			
水車	○		
弁類	○		
発電機	○		
水車発電機制御装置	○		
発電機回路盤	○		
所内盤	○		
直流盤	○		
遠方監視制御装置	○		
高圧配電盤			○
変圧器			○
高圧ケーブル			○

表 3-2.27 機材調達区分(建設用資材・機材)

資機材名	調達区分		
	日本	現地	第三国
建設用資材			
生コンクリート		○	
セメント		○	
砂・砕石		○	
鉄筋		○	
木材		○	
ダクタイル鋳鉄管、鉄管 (φ200mm 以上)			○
バルブ・流量計類			○
電柱		○	
建設用機材			
クレーン		○	
バックホウ		○	
ダンプトラック		○	
ブルドーザー		○	

(2) 労務調達

「ホ」国には、これまで無償資金協力による工事で経験を積んだ建設会社があり、技術者・労働者もいる。本工事で必要となる管路工事やコンクリート工事などの類似工事を経験しており、その能力に問題点がないことが確認されていることから、現地労働力を活用する方針とする。しかしながら、日本製の小規模水力発電機の設置・据付など電気施設工事を経験している業者は存在しないため、日本から技術者・オペレーターの派遣は必須である。

(3) 輸送

本邦からの小規模水力発電関連資機材は、これまでの実績から、エルサルバドル国内で唯一の国際港であるアカフクラ港で荷揚げされることを原則とする。アカフクラ港は深度 7.01m～14.93m の3つの埠頭を持ち、最大 500 フィートの船を収容できる能力を有する国際港である。最大クレーン荷揚げ能力は 49 トンであり、今回想定される最大コンテナ重量 20 トンを十分に満足する能力を有する。計画地点のテグシガルパ市までは約 400km あるが、経験のあるコンテナ輸送会社が数多くあり、アクセス道路も良好であるため、テグシガルパ市までの現地輸送に関しての懸念材料はない。ただし、各サイトまでの市内アクセス道路は車幅が狭く急勾配なため、一担テグシガルパ市で小型車両に積み替えた後に各サイトへ輸送する。本邦から現地までの輸送期間は約 2 ヶ月を要する。また、「ホ」国公務員の終業時間である午後 3 時 30 分から渋滞が生じるため、生コンなどの市内輸送に関しては渋滞を考慮した施工計画を立てる必要がある。

3-2-4-7 初期操作指導

(1) 目的

受け入れ先である SANAA において初の事例となる水力発電設備が事故対応も含め適切に運転・保守されるように、実際に運転・保守を行うことになる運転・保守要員に初期操作指導を行う。

(2) 初期操作指導計画

据付工事、試運転期間中に実施する調整、試運転、設備点検時に、実際に運転、維持管理を行う発電所の運転要員と保守要員に対して、起動・停止、非常時の運転操作等最低限承知・修得しておくべき手順及び初歩的な操作方法の指導、並びに日常巡視点検、保守等の運用指導を、機材メーカー技術者が本システムの運転、維持管理マニュアル（取扱説明書）に則して実施する。

1) 据付期間中の初期操作指導計画

計画内容を下記に示す。

a) 技術指導実施期間と実施場所

講義及び実習：約2週間（現場）

b) インストラクター等

契約業者が納入する水力発電設備の製造会社（水車、発電機、制御装置、配電盤等の電気設備）から派遣される機材据付・試運転・調整技術者を、インストラクターとして想定する。

c) 研修員

技術指導を受講する SANAA 側研修生は、当該発電設備運転開始後に、直接運転・維持管理業務に携わる下記運転員及び保守要員を中心とする。

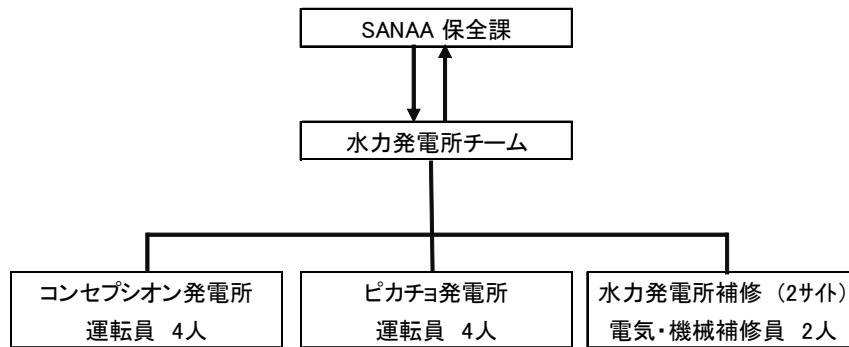


図 3-2.36 発電所の運転、維持管理組織(案)

表 3-2.28 発電所の運営組織体制(案)

担 当		人数	主な役割
SANAA 保全課長		1 名	責任者・主要な方針決定
水力発電所チーム長 (総括技術者)		1 名	電気設備・基本的な水力発電設備のバックグラウンドに基づいた設備運用方針（詳細）等の検討
運転員	電気技能者	8 名	日常運転の実施（各発電所3交代+1人）
保守要員	電気技能者	2 名	日常点検の実施

d) 研修内容

a. 座 学

運転、維持管理マニュアル（取扱説明書）を使用して、当該水力発電設備を中心とした下記教育を行う。

- ・ 運転、維持管理マニュアル全体の解説
- ・ 運転・保守管理の基礎（設備機能、事故・故障対策の基礎、予備品及び工具の管理、図面、書類の管理）
- ・ 配電線系統
- ・ 水車・発電機設備の機能説明と運転（水車と発電機周辺装置の働きと機能、制御盤の操作、運転停止、非常時）
- ・ 遠方装置による運転（遠方装置による水車運転、管理方法、データの扱い）
- ・ 水車、発電機の保守
- ・ 水車の分解
- ・ 配電盤の点検と操作
- ・ 変圧器の点検

b. 現場研修

機材の据付、試運転期間中に下記項目・内容の研修を現場にて行う。

- ・ 水車設備の機能説明と運転（水車と発電機周辺装置の働きと機能、制御盤の操作、運転停止、非常時）
- ・ 遠隔装置による運転（遠隔装置による水車運転、管理方法、データの扱い）
- ・ 水車、発電機の保守
- ・ 水車の分解
- ・ 配電盤の点検と操作
- ・ 変圧器の点検
- ・ 実機での盤メータ・部品等説明
- ・ 監視、目視点検方法
- ・ 電気設備の保守方法

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

本件については、通常の水力発電単体の設置事業とは異なり、浄水場の効率的な運用と本事業にて整備される小規模水力発電設備の設備利用率の最大化を両立させることが極めて重要

である。SANAA は浄水設備単体の運用については優れた能力を持つものの、これまで水力発電所を所有したことがないことから、発電所の運転、維持・管理及び電気事業運営の知見はなく、能力の強化及び体制の構築が必要である。さらに、浄水設備の運用と水力発電所の運用双方に目を配り、全体を統一のとれたシステムとして運用するために必要な管理体制の構築が不可欠である。

SANAA は、上水道設備の運転、維持・管理の経験は豊富であるとともに、SANAA 内に、機械、電気関係の技術者を有する等、水力発電技術を習得する素地は十分にある。また、SANAA も積極的に当該技術の習得と組織内での技術移転に取り組む姿勢もあることから、上述した各種能力の強化及び体制構築を行うにあたり、適当な人材を確保できると考えられる。

なお、上下水道事業の SANAA からテグシガルパ市への移管（2013 年 10 月予定）に伴う運営、維持管理体制の継続性については、上下水道設備（本発電所も含む）のテグシガルパ市への移管後も、事業ノウハウの保持等の面から、SANAA 技術者が引き続き事業運営、運転、維持・管理に従事する予定である。したがって、上記した能力強化／体制構築にかかる支援は、SANAA に対して実施することが適当である。

(2) ソフトコンポーネントの目標

相手国実施機関である SANAA において、既存の浄水設備と本事業により整備された発電設備を最適かつ適正に運転、維持・管理し、持続的な浄水／電気事業の運用を行なうためのマネジメント体制が確立されることを目指す。

(3) ソフトコンポーネントの活動

上記の目標が達成された場合の成果は以下の通りである。

- ① 適正な電気事業運営体制、制度が確立される。
- ② 適正な水力発電所運用制度が確立される。
- ③ 発電運用・設備と協調した適切な浄水設備運用計画・方法が確立される。

上記の3つの成果を達成するため、以下の活動を実施する。

ソフトコンポーネントに先だって、施設、機材の初期操作指導、維持管理方法の説明は、本邦の建設業者及び機材納入業者によって実施される。

ソフトコンポーネントは、発電及び浄水設備の運転、保守点検能力の強化と運営主体となる小水力発電チームの組織、制度の整備を支援し、プロジェクトが円滑に立ち上がり、水力発電所の持続的な運用、維持管理を確保するために行うものである。

① 適正な事業運営体制、制度の確立

- ・ 発電計画、電気事業に係る講習
- ・ 収支報告書の作成支援
- ・ 設備、予備品、備品の管理に係る指導
- ・ 発電・配電及び浄水設備のモニタリング計画の策定
- ・ 電気事業運営、モニタリングに係る帳票、要領等の作成

② 適正な水力発電所運用制度の確立

- ・ 水力発電技術の基礎の講習
- ・ 発電及び浄水設備の基本技術の講習
- ・ 水力発電所の運用管理に係る帳票、要領等の作成支援
- ・ 発電・配電及び浄水設備の事故時、緊急時の対策
- ・ 水力発電所の運用管理の確認
- ・ 浄水事業への影響を考慮した中長期メンテナンス計画の策定

③ 発電運用・設備と協調した適切な浄水設備運用計画・方法の確立

- ・ 浄水設備運用計画（案）の策定及び運用方法に係る資料作成
- ・ 浄水設備運用計画の策定及び運用方法に係る講習及び協議

(4) 実施工程

ソフトコンポーネントの全体実施工程表を表 3-2.29 に示す。

表 3-2.29 ソフトコンポーネントの全体実施工程(案)

		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	29	30
契約 / 入札 / D D	契約	■																													
	現地調査		■	■																											
	国内作業			■	■	■																									
	入札関連			■	■	■	■	■	■																						
施工	機材製作・輸送								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	水車機材据付 (試運転含む)																														
	土木工事																														
運転	運転、維持管理																														
ソフトコンポーネント	実施																														
	報告書																														

第1回実施状況報告書 ▼ 完了報告書 ▼
第2回実施状況報告書 ▼

(5) ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントの成果品は以下のとおりである。

- ・ 電気事業運営要領
- ・ 水力発電所の運用管理要領（運転日報、日常点検簿、点検、保守記録、緊急時対策等含む。）
- ・ 発電運用と協調した浄水設備運用計画
- ・ 発電設備と協調した浄水設備運用要領（点検、保守記録、緊急時対策等含む。）
- ・ 定期モニタリングフォーム
- ・ 設備、予備品管理台帳
- ・ 中長期メンテナンス計画

3-2-4-9 実施工程

工期設定においては無償資金協力事業の制度上、定められた日程の範囲内で事業が完了する内容とする。

- ① 政府間交換公文（E/N）
- ② コンサルタント契約
- ③ 現地詳細設計調査
- ④ 入札図書作成
- ⑤ 入札、業者契約
- ⑥ 資機材製造・調達
- ⑦ 現地土木工事・据付・調整
- ⑧ ソフト・コンポーネント・プログラム実施
- ⑨ 完成引き渡し

本計画は E/N 締結後、約 23 ヶ月の工程で実施される。施設建設工期設定の条件として「ホ」国の基礎労働時間は週 44 時間、基礎労働日は月～土曜日の週 6 日制である。これら条件に降雨による作業不能日、祝祭日を加算し稼働日数率を算定し作業工程を立案する。本計画の全体工期は主に小水力発電機材の製造・納入、輸送、基礎工事、据付・調整の工程により決定される。導水配管工事などの工種は、製造・納入と並行して作業を進めるものとして施工工期を算定する。

我が国無償資金協力制度に基づき策定した実施工程表を次表に示す。

表 3-2.30 業務実施工程表

詳細設計・入札		計: 7ヶ月															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
現地調査																	
国内作業																	
入札関連																	

施工・調達		計: 16ヶ月															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
機材製作・輸送																	
水車機材据付 (試運転含む)																	
土木工事																	

3-3 相手国側分担事業の概要

本事業の実施において、「ホ」国側の分担事業は以下の通りである。

表 3-3.1 「ホ」国側の分担事業と実施体制

	「ホ」国側の分担事業	「ホ」国側の実施体制等
1	本計画のために必要な用地(発電施設、配電線)の収用・無償提供	責任機関である SANAA が実施
2	本事業に必要な仮設用地の借地権の取得・無償提供及び障害物の除去	責任機関である SANAA が実施
3	本事業工事に必要な廃土、廃材処分場の提供	責任機関である SANAA がテグシガルパ市と調整し、実施
4	サイト外の既設アクセス道路の維持保守	責任機関である SANAA がテグシガルパ市と調整し、実施
5	管路の水圧試験等の工事に必要な水の提供	責任機関である SANAA が実施
6	銀行取極(B/A)に係る日本側銀行のサービスに対する対価の負担(A/Pに係る相談費用、支払い手数料)	責任機関である SANAA が実施
7	建設工事に必要な許認可の申請・取得	責任機関である SANAA が関係省庁、テグシガルパ市と調整し、実施
8	陸揚げ港における製品への税の免除及び通関手続き	責任機関である SANAA が実施
9	プロジェクトの実施に関してサービスを提供する日本人または第3国の人に対し、それを目的とした受入国への入国と滞在に関し必要となる便宜を供与すること	責任機関である SANAA が実施
10	機材の購入やエージェントの雇用に関し受入国内で発生する関税、内国税その他の財務的徴収について受入国政府が免除すること	責任機関である SANAA が関係省庁と調整し、実施
11	無償資金によって建設された施設や調達された機材についての適切かつ効果的に維持し使用すること	責任機関である SANAA が実施
12	機材の調達に関し無償資金及びその利息により負担される支出以外の全ての支出を負担すること	責任機関である SANAA が実施
13	無償資金協力プログラムにおける環境社会配慮を遵守すること	責任機関である SANAA が関係省庁と調整し、実施

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針

発電所は無人で、浄水場から遠方監視制御運転を行う計画であり、制御、監視、計測設備により、運転及び監視を行うことができる。本計画で建設される小規模水力発電施設を将来に亘り、現状の配水運用に支障なく、かつ持続的に発電設備を運用するためには、電気、機械設備の適切な運転と維持管理が不可欠である。

電気、機械設備の延命化を図るとともに、修繕費用の低減を行うためには、故障予防のための日常の巡視点検及び部品取替、設備の劣化度を評価する定期的な保守管理より総合的な維持管理を行うことが必要である。

また、安全管理、事故時（緊急時）の対策については、リスク管理の面からも十分に検討する必要がある。緊急時の連絡体制、事故対応について整備しておくことが重要となる。

3-4-2 運営・維持管理体制

SANAA の組織図を図 3-4.1 に、コンセプション浄水場及びピカチヨ浄水場の組織図を図 3-4.2、図 3-4.3 に示す。

SANAA は上水道設備の運転、維持・管理の経験は豊富であり、機械、電気関係の技術者を有している。このように SANAA には水力発電技術を習得する素地があり、積極的にその技術習得と組織内での技術移転に取り組む姿勢もある。したがって、発電設備の運転、保守技術の技術移転に関しては、適当な人材を確保できると考えられる。

コンセプション発電所及びピカチヨ発電所を運営するために、運転要員が各 4 名（3 交替+1 名）、両発電所の保守要員が 2 名の計 10 名の配置とするとともに、SANAA 内部の保全課と連携し支援を受けることとする。図 3-4.4 に発電施設運営、維持管理の組織（案）を示す。

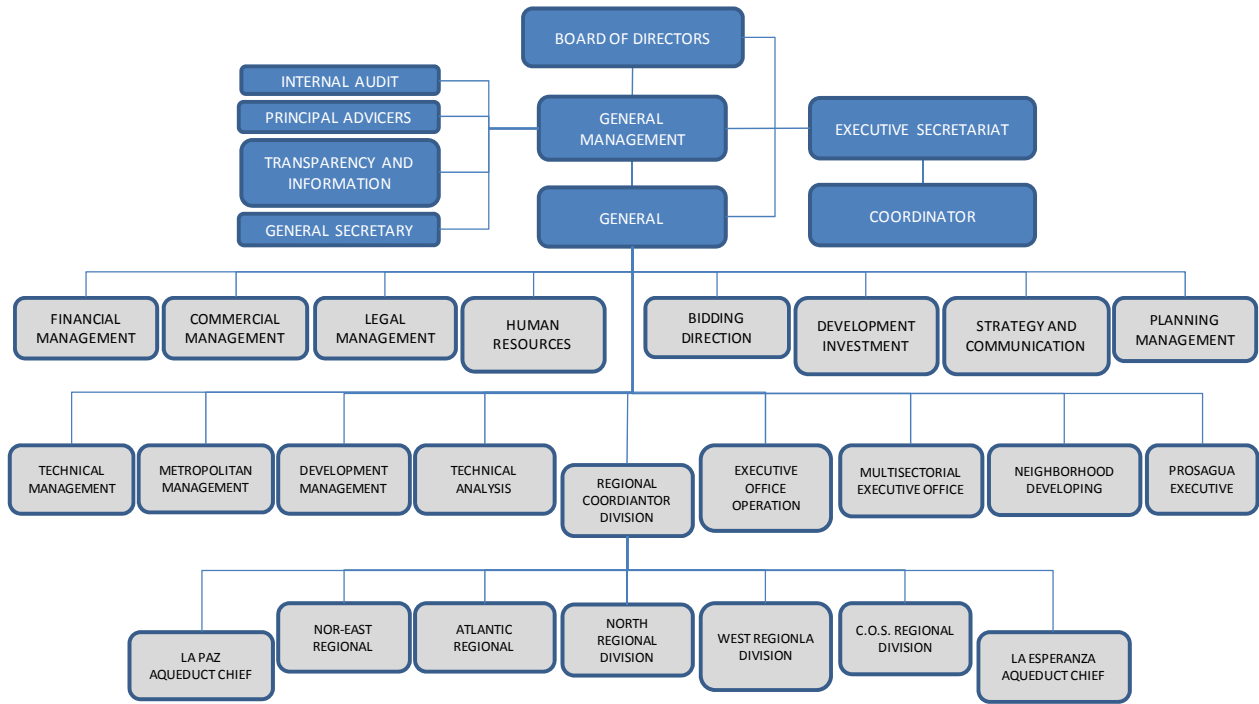
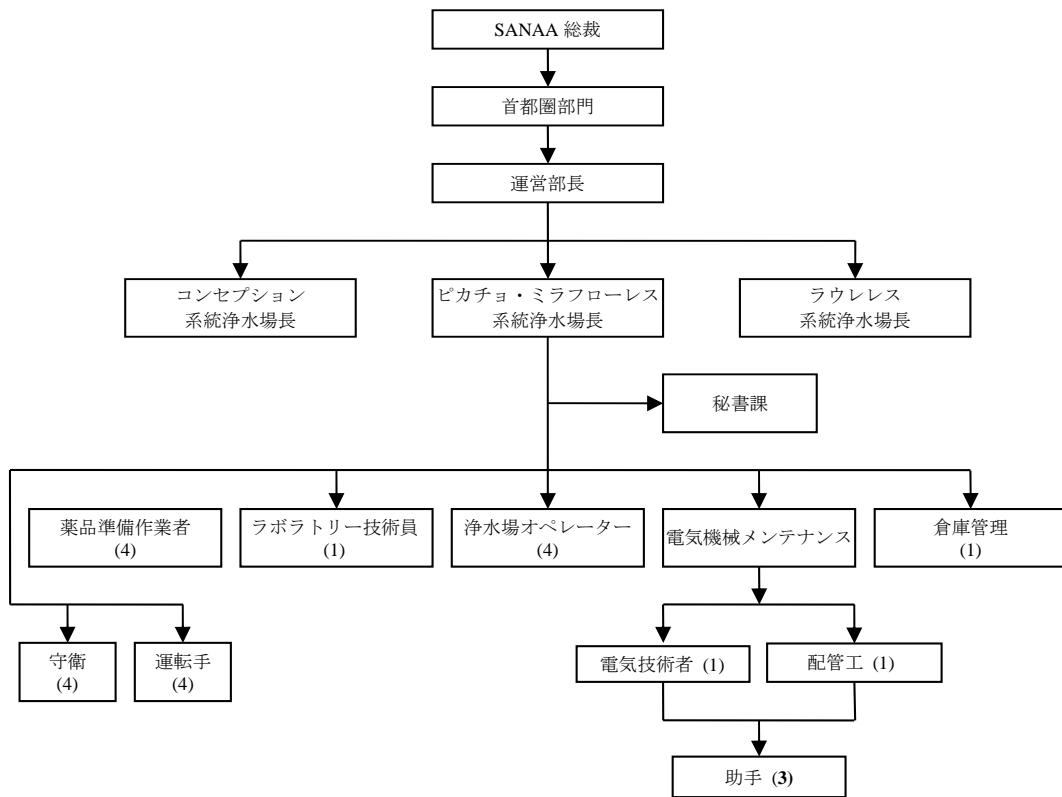
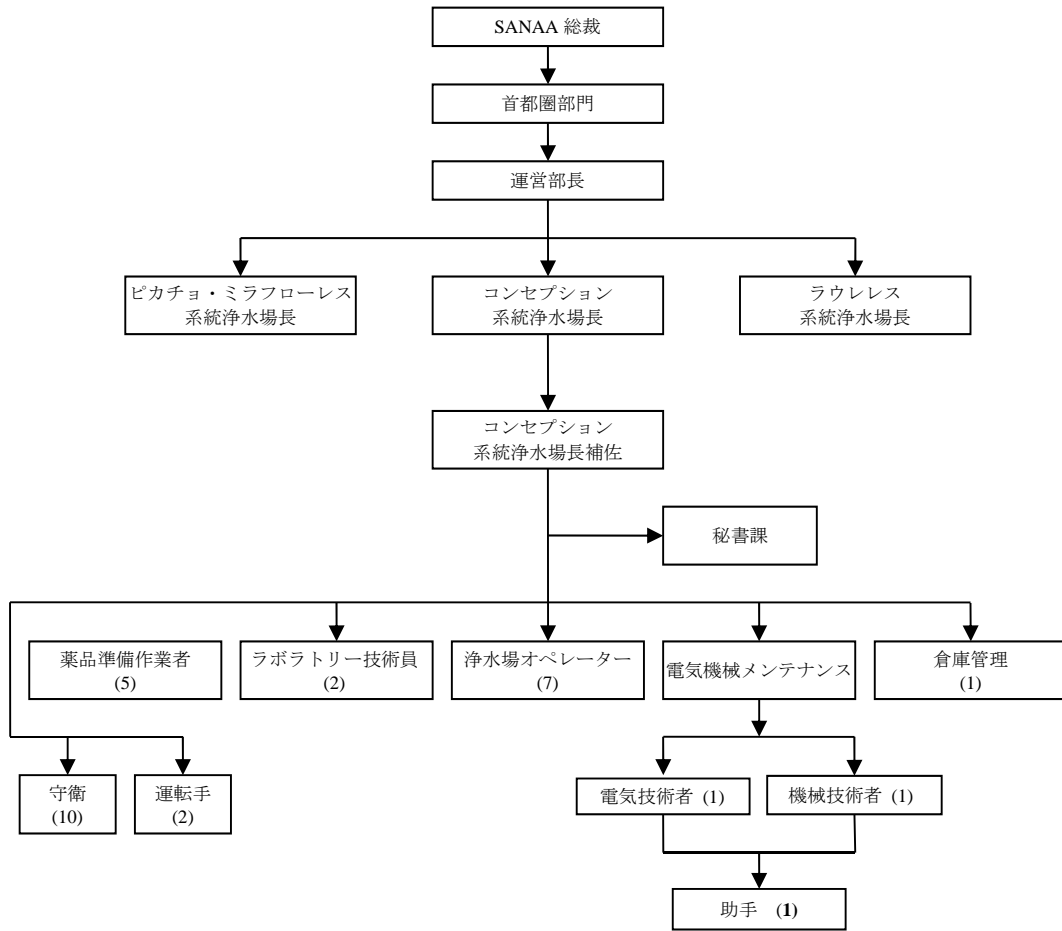


図 3-4.1 SANAA 組織図



() 内は人数

図 3-4.2 コンセプション浄水場運転維持管理組織図



() 内は人数

図 3-4.3 ピカチヨ浄水場運転維持管理組織図

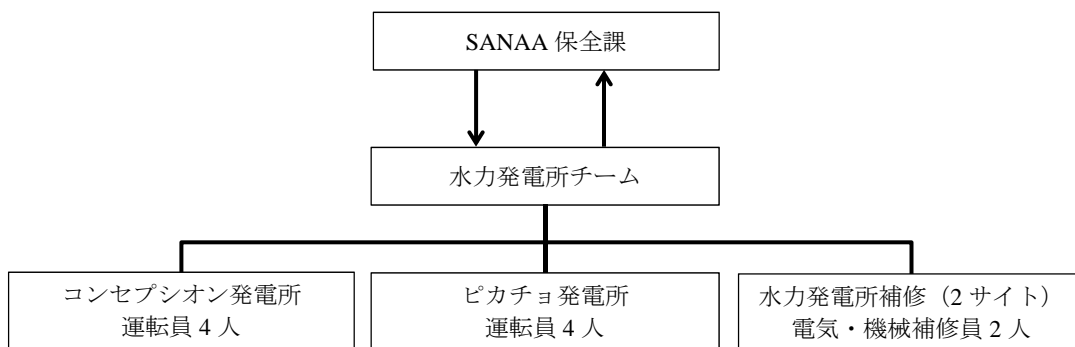


図 3-4.4 両発電所の運営、維持管理組織(案)

3-4-3 維持管理項目

基本方針でも述べたように、日常の巡視点検及び定期点検の概要を下記に示す。

SANAA が既設の上水道設備で実施している維持管理については、従来と同様に行われることとなる。なお、事故時（緊急時）の連絡体制、事故対応については、SANAA の従来運用と調整を行うとともに、系統連系している ENEE からの支援と協力が必要である。

また、発電施設に関連のある上水道施設の点検等の情報は、SANAA 内部で共有する必要がある。

(1) 日常の巡視点検

日常巡視は、機器及び設備の異常の有無、兆候を発見するために毎日行う点検である。

点検項目は、機器の異音、振動、加熱、油・水漏れ等を目視、聴覚、臭覚等で行う簡易点検が基本である。発電所は無人運転されているが、日常の巡視点検として、巡視点検簿を用いて1回/日実施する。異常が認められれば保守班に連絡を行ない、詳細点検が行われる。

(2) 定期点検と劣化診断

定期点検は、機器及び設備の損傷、腐食、摩耗状況を把握して、修理、修繕などの保全計画を立てるために期間を定めて行う点検である。

発電設備の定期点検と劣化評価のための検査、測定は、基本的に3年毎に実施することを提案する。

表 3-4.1 巡視、点検及び検査の頻度

設備別	巡 視		点検及び検査		
	設備	頻 度	設備	項 目	頻 度
水力発電及び配水設備	水力発電及び配水設備	一回/日	水力発電設備	定期点検	一回/三年
				劣化度検査・測定	
				詳細点検	異常時

(3) 水車、弁類の分解点検

水車、弁類の分解点検の頻度の目安は下表の通りである。供用開始1年後に行う分解点検により、水車、弁類のキャビテーションの発生や硬質の流砂による摩耗等の状況を把握することができ、この結果に基づいて、今後行うべき分解点検の頻度、内容について具体的に検討する。

表 3-4.2 水車、弁類の分解点検の頻度

種 類	内 容	頻 度
分解点検	供用開始後点検	供用開始一年後
	分解点検	一回／10年

(4) 予備品調達計画

本プロジェクトの予備品調達方針として、定期的（5～10年毎）に取替が必要な部品、及び発電設備の継続運用に支障が生じないように準備しておくべき部品一式を、予備品として発電設備機器と共に調達する。

定期的に取り替が必要となるのは水車及び弁等のパッキン類であり、パッキン類については5～10年毎の取替が必要となる。また、発電設備主要機器の故障等により予備品が使用された場合には、その都度同品を購入し補充しておくことが必要であり、この補充は事業主体者である SANAA が責任をもって行う。

使用頻度、据付場所状況、電力系統雷事故頻度等により発電設備機器の故障頻度は変わるが、発電設備機器が故障した場合、故障した部品を機器製造者（本邦中小企業が想定されている）に発注し入手するまでに、発注手続き、部品製造、発送等にそれぞれ時間を要し、相当の期間発電設備の停止を余儀なくされてしまうため、こうした発電設備の継続運転に支障をきたすことの無いよう、事業開始後10年目に予定されている分解点検（オーバーホール）までに故障する可能性が見込まれる部品については、予め調達・保管しておく必要がある。

以上を踏まえ、本プロジェクトにて納入が必要と判断される予備品は表 3-4.3 に示すとおりである。

表 3-4.3 予備品の調達リスト

発電所 機器名	品名	数量	備考
コンセプション水力発電所			
1. 水車	・軸受	1 式	
	・軸封水パッキン	1 式	
	・パッキン類	1 式	
2. 発電機	・軸受	1 式	
3. 制御盤/配電盤	・保護継電器	1 式	
	・補助継電器	1 式	
ピカチョ水力発電所			
1. 水車	・軸受	1 式	
	・軸封水パッキン	1 式	
	・パッキン類	1 式	
2. 発電機	・軸受	1 式	
3. 制御盤/配電盤	・保護継電器	1 式	
	・補助継電器	1 式	

3-4-4 中長期維持管理計画とモニタリング

水力発電システムの主要機材である水車、発電機の平均寿命は 20 年以上、バッテリーは 10 年程度と推定される。特に、水車については、キャビテーションの発生や硬質の流砂による摩耗等の程度によって、寿命が大きく影響される。

実際の機器の寿命は、定期点検の実施状況、部品の交換頻度、日常の管理状態等により異なる。適切な維持管理が行われなければ、故障部品のみを取替えてなく、設備を新品に取り換える必要が生じ、多大な出費が必要となる。したがって、適切な巡視点検、定期点検や設備機器の劣化評価が重要であり、設備機器の点検結果、故障の経歴や修繕内容、また、運転時間といった保全情報を継続的に記録し、分析を行ない、より効果的な保全計画の立案に役立つ必要がある。

水力発電及び配電設備については、「ホ」国で水力発電所・配電設備の運転、維持・管理を行っている ENEE の技術協力を依頼する。また、SANAA は定期的に発電設備のモニタリングを実施し、モニタリング結果を ENEE、日本側に報告することとする。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、9.53 億円となり、先に述べた日本と「ホ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記 (3) に示す積算条件の下、次の項目 (1)、(2) のとおり見積られる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担額

本計画の概略事業費の積算結果は以下のとおりである。

表 3-5.1 本計画の概略事業費 日本側負担分

費 目		概略事業費 (百万円)	
施設費	2 サイトの発電施設の土木工事、発電所建屋工事、埋設管工事等	328	855
機材費	2 サイトの水車、発電機、制御保護装置、バルブ類、配電設備等	527	
実施設計・施工監理費		88	
ソフトコンポーネント費		15	
合 計		958	

(2) 「ホ」国側負担経費

「ホ」国側負担経費の積算結果は下表のとおりである。

表 3-5.2 本計画の概略事業費 「ホ」国側負担分

費 目	金 額	日本円換算	備考
発電所用地の取得	3,281,000Lps.	約 13.4 百万円	コンセプション発電所予定地 604m ² ピカチヨ発電所予定地 1,382m ²
ピカチヨ発電所建設予定地内の既設配管の切替え	160,000Lps.	約 0.7 百万円	管径 150mm、延長 48m の鋼管
B/A 及び A/P 手数料	240,000Lps.	約 1.0 百万円	事業費の 0.1%
合 計	3,678,000Lps.	約 15.1 百万円	

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 平成 24 年 8 月
- 2) 為替交換レート 1 US\$ = 81.09 円、1Lps.=4.1798 円
- 3) 施工・調達期間 詳細設計、工事・機材調達の期間は第 3-2-4-9 節で述べた業務実施工程に示した通りである。
- 4) その他 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

SANAA は、上水道設備の運転、維持・管理の経験は豊富であり、SANAA 内に、機械、電気関係の技術者を有する等、十分な技術力があり、水力発電所運用の体制構築、要員確保を行うにあたり問題はみられない。

必要経費についても、本プロジェクトは無償資金事業の枠内で行われる為、初期設備費用については無償であり、ENEE への売電による SANAA の買電電気料金の削減効果は、年間約 5.8 百万レンピラ相当あり、運転要員及び保守要員の人件費、予備品及び消耗品購入費、10 年毎に予定される分解点検費用等の年間必要経費約 2.0 百万レンピラ相当を十分賄うことができ、余剰金は SANAA の財政改善等に資することが可能である。

(1) 人件費

コンセプション発電所及びピカチョ発電所を運営するために、運転要員が各 4 名（3 交替+1 名）、両発電所の保守要員が 2 名の計 10 名配置される予定である。したがって、想定される人件費は年間 1.92 百万レンピラ（160,000 レンピラ（10 人分の月額報酬：LPs.15,000 × 8 人、Lps.20,000 × 2 人）×12 ヶ月、約 7.8 百万円）と見積もられる。図 3-5.1 に発電施設運営、維持管理の組織（案）を示す。

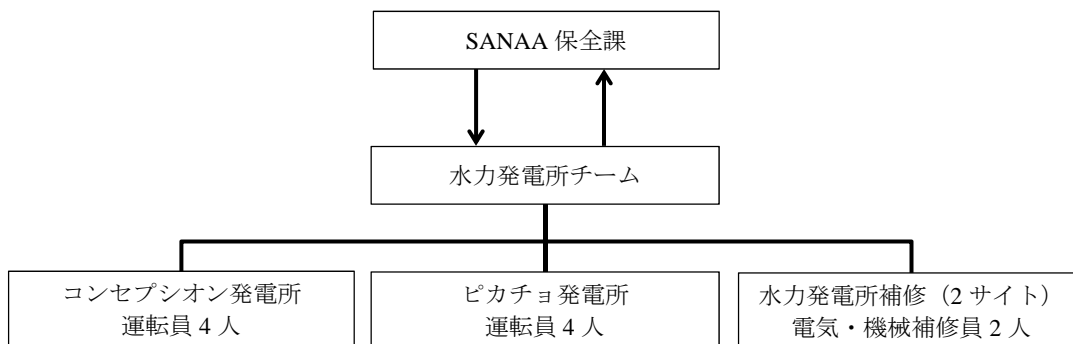


図 3-5.1 両発電所の運営、維持管理組織(案)

表 3-5.3 運転、維持管理要員

担 当		人数	主な役割
SANAA 保全課長		1名	責任者・主要な方針決定
水力発電所チーム長 (総括技術者)		1名	電気設備・基本的な水力発電設備のバックグラウンドに基づいた設備運用方針（詳細）等の検討
運転員	電気技能者	8名	日常運転の実施
保守要員	電気技能者	2名	日常点検の実施

(2) 予備品購入費

定期的に取り替が必要となるのは水車及び弁類のパッキン類であり、この費用は 25 千レンピラ/年（約 100,000 円/年）と見積られる。

(3) 消耗品購入費

制御装置用のプリンタのカートリッジ、発電機用のグリース及び事務用品等が約 12 千レンピラ/年（約 50,000 円/年）と見積られる。

(4) 分解点検等費用

10 年毎に実施する予定の水車、発電機の分解点検（オーバーホール）は、メーカー技術者（邦人）が行う必要がある。分解点検時に消耗品である水車軸封水パッキン及び弁のパッキン類の交換を想定する。概算費用は、メーカー技術者派遣費用及び交換具等であるパッキン類費用を含んで約 737 千レンピラ/回（約 3 百万円/回）と見積られる。

第4章

プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

(1) 用地取得

コンセプション発電所建設予定地点は、既設の曝気装置に隣接する約 604m² (30.5m × 19.8m) の空地である。私有地となっているため、用地買収が必要であり、国家上下水道公社 (SANAA) は取得のための交渉を開始しており、2013 年度予算により E/N 締結後に取得予定である。なお、延長約 3km の新設導水路は、市道に沿って埋設管路で計画しているため、土地取得の必要はない。

ピカチヨ発電所建設予定地点は、既設の配水管路に沿った斜面の約 1,381m² (アクセス道路約 47m 含む) の空地である。複数の土地所有者がいることがわかったため、SANAA は土地取得のための交渉を開始しており、2013 年度予算により E/N 締結後に取得予定である。

(2) 環境許可

「ホ」国基準では、水力発電所の場合、3MW 以下の小規模水力発電所建設は、環境への影響が軽度、またはほとんど見込まれないカテゴリ 1 に該当する。また、本プロジェクト対象地域はいずれも保護区に入っておらず、既設の浄水場施設を利用するため、ダム、貯水池の建設の必要がなく、住民移転は生じない。カテゴリ 1 に該当する場合は、プロジェクトの一般情報、重要な環境項目を記載した申請書類 F0-1 と計画予定地の所有者の承認の署名を SERNA に提出する。環境調査は不要であり、15 日間で環境許可が下りる。環境に関する書類の提出は E/N 締結後に行われる予定である。

(3) 免税手続き

本プロジェクトでは責任機関である SANAA がプロジェクトに係る関税、付加価値税 (VAT) の免税手続きを行うことになっている。日本から海上輸送される主要機器は、隣国のエルサルバドルのアカフトラ港で陸揚げされ、サイトまで陸上輸送となる予定であるため、SANAA は事前に通関する際の免税手続き方法を確認しておく必要がある。なお、VAT 及び輸入関税を免税とするためには、免税に関する臨時立法の国会承認を得る必要がある。

(4) 建設許可

工事着工前に、建設業者はテグシガルパ市に建設許可を申請し得る必要がある。事前に環境許可を取得する必要がある。

(5) 発電運用許可等

両発電所で発電した電気は国家電力会社（ENEE）に売電される。売電方法は、電力クレジットとして ENEE に対する電力料金支払い金額の一部が相殺される。買い取り価格は、毎年1月に見直され、これに再生可能エネルギーのインセンティブ 10%が加算される。2012年度の小水力発電による電力の買取価格は 0.13695US\$/kWh である。

浄水場の近傍にある ENEE の配電線に系統連系して売電するため、SANAA は ENEE と系統連系協議を行う必要がある。この協議は事業実施時の図面承認時に実施される予定である。準備調査期間に、SANAA と ENEE は上述の発電運用に係る事前の協議を行った。

(6) その他の先方負担事項

ピカチヨ発電所建設予定地を縦断する既設配水管は、工事着工前に SANAA が責任を以て移設する必要がある。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入(負担)事項

(1) 維持管理費用及び要員の確保

本プロジェクトで設置される発電所設備の所有及び管理責任が上下水道事業の一部とともにテグシガルパ市に移管されることになっている。移管後も設備の維持管理費用及び維持管理要員が適当に確保されるよう SANAA 及びテグシガルパ市が責任をもつ必要がある。

(2) 環境社会配慮の措置

発電所建設地点はいずれも周辺に民家があるため、騒音対策を考慮した施設設計とした。また、水道の処理水を利用することより、水道の水質に影響を与えない水車設計を行った。施設供用後は、SANAA が定期的に騒音、水質のモニターを実施する。

4-3 外部条件

本プロジェクトの効果を発現、持続するための外部条件を下記に示す。

- 大規模な自然災害、政治的混乱等により発電及び配電設備が重大な被害を受けない。
- 発電使用水量となる当該浄水設備の処理水配水量、原水送水量が、浄水場設備の事故・故障による停止、気候変動影響による取水量の減少等の重大な影響を受けない。
- 系統連系している ENEE の配電設備及び発電所内の変電設備等の事故・故障による大規模

な配電停止が生じない。

- 適正な電気の買取価格が維持され、発電所の維持管理費に係る必要経費の高騰が起こらない。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

本案件の妥当性は下記に示すように高いものと判断される。

- 発電設備の約6割（1,579MW）を輸入化石燃料（主として石油）に依存する「ホ」国において、①国産の再生可能エネルギーであり、②環境・社会負荷が比較的少なく、③施工期間が比較的短期で済む、小規模水力発電の開発を進めることは当該国の開発方針であるエネルギー安全保障、地球温暖化ガス排出抑制に合致する。
- 本事業は、エネルギー効率改善及び再生可能エネルギーの拡大を通じた気候変動への影響緩和を図るものであり、我が国の対「ホ」国協力における開発課題「気候変動対策」に位置づけられる。
- 我が国政府は、新エネルギー分野の優れた技術を活用し、途上国のグリーン成長の実現を後押しする方針を示しており、本案件は、同方針に合致するものである。
- ENEE への売電による SANAA の買電電気料金の削減効果は、発電所設備の維持管理費用を十分賄うことができ、余剰金は SANAA の財政改善等に資することが可能である。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

1) 発電端電力量

コンセプション発電所の発生電力量は、2006～2011年のダム水位とダムからの取水量の日データを用いて算定した年間平均値である。一方、ピカチョ発電所については対象となるL22系統管路の流量記録がないため、現地調査時に測定した流量とSANAAからの聞き取りによる配水パターンに基づいて発生電力量を推定した。

2) CO₂排出量の削減量

「ホ」国内の近年の電力システムのCO₂発生削減係数を下表に示す。本事業のCO₂発生削減量を算定するために、CO₂発生削減係数として391grammes/kWhを用いる。

表 4-4.1 「ホ」国の電力システムによる CO₂ 発生削減係数

(単位 : grammes CO₂ / kilowatt hour)

	2007	2008	2009	3 年間平均
全ての燃料平均	418	409	344	391
燃料油	670	661	627	653

(出典 : CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION-Highlight, 2011 Edition, IEA)

3) 電気料金削減額

2012 年度の小水力発電による電力の買取価格 0.13695US\$/kWh (再生可能エネルギーのインセンティブ 10%が上乗せされている。)として、発電端電力量より電気料金削減額を算定する。電力クレジットとして SANAA の電気料金支払い金額が削減される。

上述した条件で求めた定量的効果の目標値を下表に纏める。

表 4-4.2 定量的効果

指標名	基準値 (2012 年)	目標値 (2018 年) 【事業完成 3 年後】
発電端電力量 (MWh/年)	—	1,650MWh/年 (コンセプション発電所) 520MWh/年 (ピカチョ発電所)
CO ₂ 排出量の削減 (t/年)	—	645 t/年 (コンセプション発電所) 203 t/年 (ピカチョ発電所)
電気料金削減額 (US ドル/年)	—	225,967 US ドル/年 (コンセプション発電所) 71,214 US ドル/年 (ピカチョ発電所)

(2) 定性的効果

定性的効果は以下の通りである。

- 経済社会開発の向上及び温室効果ガス排出量の削減に寄与する再生可能エネルギー利用の促進が期待される。
- 本事業は、「ホ」国で最初の浄水設備の未利用エネルギーを活用した再生可能エネルギーのパイロットプロジェクトであり、今後同様のプロジェクトの普及に貢献するものと期待される。
- SANAA の財政を圧迫しているポンプ使用等で消費する多大な電気料金の削減により、水道事業のサービス向上が図られる。
- 電力供給源の多様化が図られる。