

## 小水力発電導入計画

### 1. はじめに

本プロジェクトにおける小水力発電の導入は、i) 取水点と浄水場または配水池間の導・送水系の高落差を活用して水力発電を行い、浄水場での電力の自家消費による電力費の軽減、並びに/または電力会社への売電により増収を図り財務収支を改善すること、ii) 再生エネルギーの活用による温室ガス削減に寄与することを目的に要請されたものである。

本調査では既存施設の調査により発電可能と考えられる2地点（マタサノ発電所、セイビタ発電所と仮称）を特定し、両発電所の施設計画を行い、SACの電力使用状況、電力料金、再生エネルギーの買い取り制度を考慮した財務、経済評価を行った。

この結果、運転・維持管理費は期待できる売電収入を上回り、SACの財務収支を悪化させることが明らかになり、小水力発電の導入は妥当ではないと結論された。

検討結果を次章以降に述べる。

### 2. 候補地点の選定

一般に水力発電の規模は出力(kw)と発電量(kwh)で示される。水道施設を利用した水力発電計画では、発電に利用可能な水量(発電使用水量)は水道水の取水量の制限を受けるため落差と発電使用水量から最適な発電候補地点を決めることは難しく、既設の水道施設(取水堰、沈砂池、導水管および減圧水槽などの諸設備)の中に存在する遊休落差(水頭とも言う)を探すことになる。

遊休落差のある地点において発電施設用地の確保が出来るか、アクセス道路があり工事が容易に行えるか、発電した電力の送電が可能か、自然災害などのリスクが少ない地点であるか、工事中および完成後において環境に及ぼす影響が少ない地点であることなどを念頭において候補地点を選定する。更に、導水管内の水圧測定を行って遊休落差が存在することを確認すると同時に現地踏査によって種々の条件を確認して水力発電候補地点を絞り込む。

本調査では図1に示す既存水道施設の導・送水系内に発電所設置の可能性のある8地点を特定した。8地点の静水頭と最大水量が算出した発電出力を表1に示す。

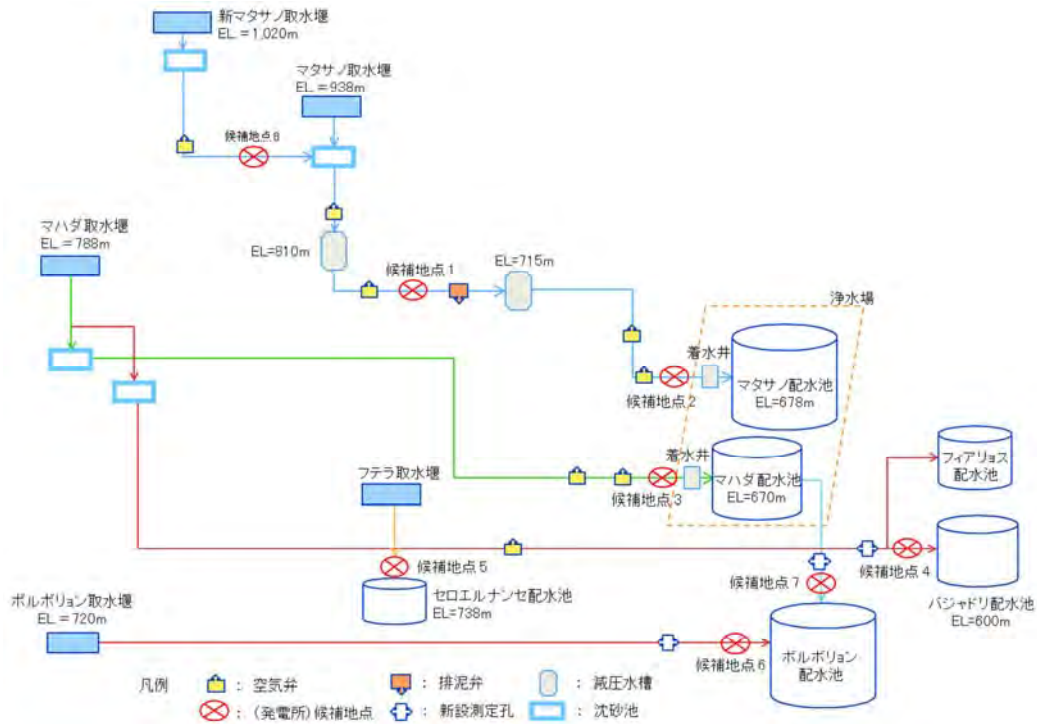


図1 小水力発電候補地点

表1 各候補地点の発電出力

候補地点番号	取水地点	発電所位置	取水地点標高(m)	圧力測定点の水頭(m)	発電所地点の標高(m)	発電所地点の静水頭(m)	最大水量(m <sup>3</sup> /秒)	発電出力(kw)
1	マタサノ取水堰	減圧槽下流	938.00	852.00	776.00	76.00	0.095	<b>47</b>
2	マタサノ取水堰	マタサノ配水池の手前	715.00	688.20	685.00	3.20	0.095	<b>2</b>
3	マハダ取水堰	マハダ配水池手前	788.00	689.80	687.00	2.80	0.082	<b>1</b>
4	マハダ取水堰	フィアリオス/バジヤドリ配水池手前	730.00	629.08	621.00	8.08	0.021	<b>1</b>
5	フテラ取水堰	マハダ取水地からの導水管との接続点	760.00	-	730.00	30.00	0.009	<b>2</b>
6	ボルボリオン取水堰	ボルボリオン配水池手前	720.00	641.42	630.00	11.42	0.065	<b>5</b>
7	マハダ配水池	ボルボリオン配水池手前	670.00	640.57	630.00	10.57	0.044	<b>3</b>
8	新マタサノ取水堰	マタサノ取水堰	1017.00	-	942.00	75.00	0.16	<b>69</b>

表1に示すとおり、候補地点1及び8以外は、静水頭及び最大水量が小さく、発電出力も10kw以下で実用的とは言えないことが明らかである。

### 3. 施設計画

実用的な発電出力が見込まれる候補地点1（セイビタ発電所と仮称）、候補地点8（マタサノ発電所と仮称）の位置を図2に示す。

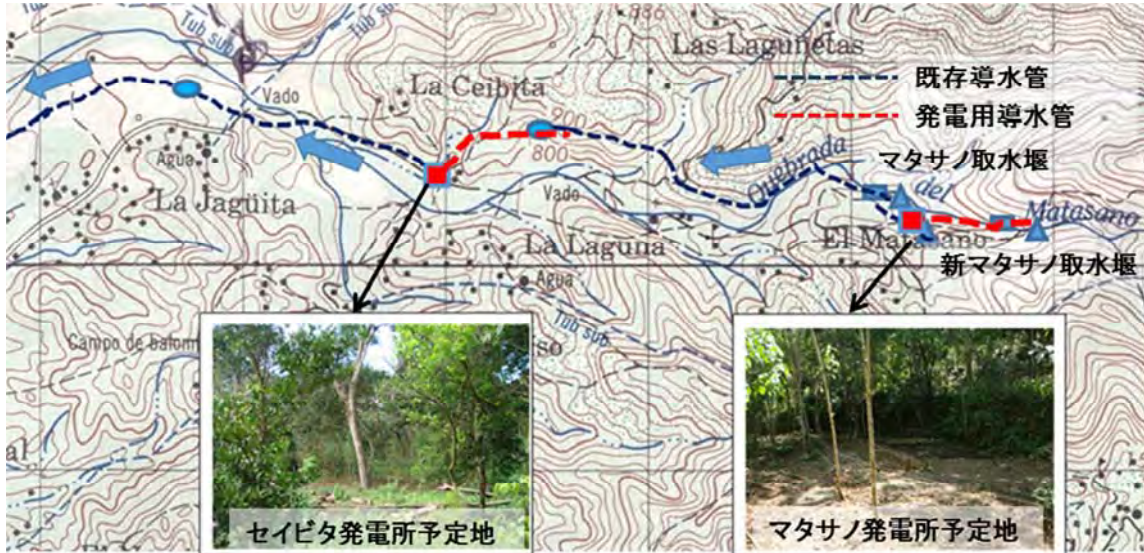


図2 セイビタ発電所、マタサノ発電所位置図

セイビタ発電所は既存導水管の減圧槽から76mの静水頭があるものの、水圧測定結果では最大流量流下時にはほとんど残存圧がなく、既存導水管を使っての発電は不可能であった。このため、減圧槽直上流部より発電用導水管を敷設して発電所まで導水し、発電後水を既存導水管に戻すこととした。マタサノ発電所については新マタサノ取水堰より新規導水管でマタサノ発電所まで導水し、発電後マタサノ取水堰に戻すこととした。セイビタ発電計画、マタサノ発電計画をそれぞれ図3、図4に示し、主要な仕様を表2に示す。本仕様に基づく概略建設費を表3に示す。

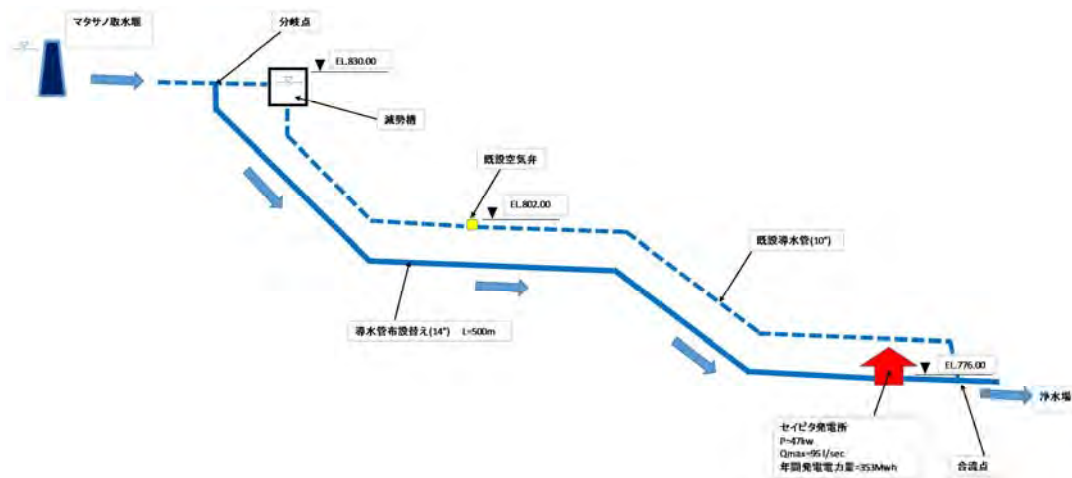


図3 セイビタ発電計画

添付図書4：小水力発電導入計画

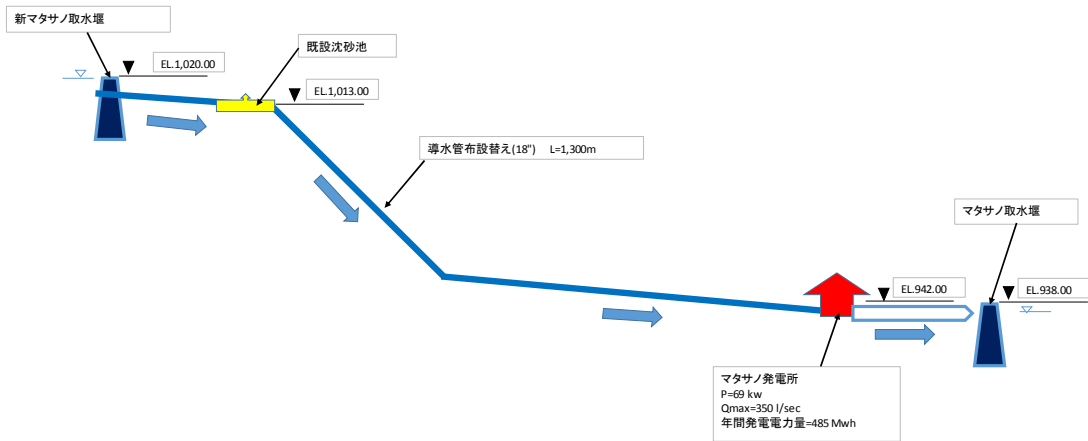


図4 マタサノ発電計画

表2 マタサノ、セイビタ発電所の主要な仕様

	マタサノ発電所	セイビタ発電所
最大使用水量 (m <sup>3</sup> /sec)	0.16	0.095
落差 (静水頭) (m)	75.00	76.00
最大出力(kJ/s)	69	47
年間発電電力量(J)	1.746 x 10 <sup>12</sup> (485Mwh)	1.271 x 10 <sup>12</sup> (353Mwh)
取水	新マタサノ取水堰下流に新設	既設導水管から分岐
導水管	露出または埋設ダクタイル管 (18")	露出または埋設ダクタイル管 (14")、約 500m
放水管	開水路、約 30m	露出式または埋設式ダクタイル管 (12")、約 1000m
発電所	地上式平屋、敷地面積約 300m <sup>2</sup>	地上式平屋、敷地面積約 300m <sup>2</sup>
水車発電機	逆転ポンプ水車、同期発電機	クロスフロー水車、同期発電機

表3 発電所概略建設費

(単位：円)

発電所名		マタサノ	セイビタ	備考
最大出力 (kw)		69kw	47kw	
建物関係	発電所建屋	10,500,000	6,000,000	平屋建て
土木関係	取水堰	13,620,000	0	Ceibita 発電計画は既設の導水管から分岐して導水するため、これら設備は必要なし。
	取水口	6,000,000	0	
	スクリーン、土砂吐ゲート	1,200,000	0	
	沈砂池	8,000,000	0	
	排砂ゲート	1,600,000	0	
	水圧管路	102,560,000	86,350,000	ダクタイル管
	放水口	6,000,000	2,000,000	
	雑工事	13,898,000	8,835,000	発電所周辺フェンス、照明、土留擁壁など
小計		152,878,000	97,185,000	
機械装置	基礎	2,000,000	1,362,000	水車発電機のコンクリート基礎
	雑装置	200,000	136,000	バルブ、トランスなどの基礎
小計		2,200,000	1,498,000	

発電所名		マタサノ	セイビタ	備考
電機関係	水車	20,000,000	13,623,000	ポンプ逆転水車、クロスフロー水車
	発電機	8,000,000	5,449,000	同期発電機
	その他機器	18,200,000	12,397,000	機側及び遠方制御機器、配電盤
	小計	46,200,000	31,469,000	
仮設備		10,589,000	6,808,000	現場事務所、共通機器損料など
総係費		15,566,000	10,007,000	施工中の間接経費
	小計	237,933,000	152,967,000	
分担関連費		2,379,000	1,530,000	
送電線設備費		12,000,000	12,000,000	
	合計	252,312,000 (48,907,153)	166,497,000 (32,273,115)	
プロジェクトコストの合計		418,809,000 (81,180,267)		

注：カッコ内は HNL。1 USD=116.35JPY、1 HNL=5.159JPY で換算。

#### 4 小水力発電事業の財務、経済評価

##### 4-1 本プロジェクトにおける小水力発電の導入目的

本プロジェクトにおける小水力発電は、使用電力と相殺あるいは売買電により使用電力料金の軽減、あるいは売電による増収を図るという SAC の財務的な便益を目的とするものである。

一般に水道事業における小水力発電導入には、電力供給が不足、不安定な場合に安定した水供給を可能にすることを目的とする、あるいは電力供給のない地域で水道サービスを提供するために自前で電力を確保する等を目的とすることが考えられる。こうした場合は、水道サービスの量的増加、質的向上が小水力発電を含んだプロジェクトの便益となるが、本プロジェクトの場合は、電力供給は水道サービスの量的増大、質的向上の制限因子になっていないため、小水力発電の便益としては計上できない。

したがって、本プロジェクトでは小水力発電導入の可否は SAC の財務的な効果によって判断される。

以下の財務、経済分析では表4の計算条件によって行う。

表4 計算条件

条件	建設する発電所			備考
	マタサノ	セイビタ	マタサノ+セイビタ	
建設費(百万 HNL)	48.91	32.27	81.18	
O&M 対象建設費(百万 HNL)	44.02	29.05	73.06	
発電機器取替コスト(百万 HNL)	9.78	6.45	16.24	運転開始後 20 年目に交換
O&M コスト比率(固定費分) (%)	1.5	1.5	1.5	
発生電力量 (MWh/年)	485	353	838	

条件	建設する発電所			備考
	マタサノ	セイビタ	マタサノ+ セイビタ	
送電ロス (%)	10	10	10	
販売電力量 (MWh/年)	437	318	754	
割引率 (%)	10	10	10	
売電単価 (USD/kWh)	0.05 (想定される最低価格) 0.07 0.09 0.1114 (2014 年法改正前の実績値)			損益分岐点検討のため 4 つの売電価格を想定。

財務分析計算結果を付表 1 から 1 2 に示す。

なお、SAC の財務分析では維持管理費（発電機交換を含む）と発電所用地取得に要する費用を支出とした。土地取得費用は建設費の 1%とした<sup>1</sup>。

### (1) SAC の財務分析

#### 1) 全量売電の場合

表 5 に ENEE への売電価格が 0.05USD/kwh (ENEE から最低価格と示唆されている価格)、0.11114 USD/kwh (2014 年の法改正以前まで保証されていた買取価格)、その中間として 0.07USD/kwh、0.09USD/kwh の場合の財務分析結果を示す。

マタサノ発電所のみ、セイビタ発電所のみ、両発電所建設の 3 つのケースとも買取価格が 0.07USD/kwh ではコストが便益を上回り、小水力発電は SAC に財務的な負担をもたらすことになる。

表 5 SAC の財務評価結果

売電単価	インフレーション (%)	発電所 <sup>1</sup>	PV Cost <sup>2</sup> (百万 HNL)	PV Benefits <sup>3</sup> (百万 HNL)	PV Net Benefits (>0)	B/C Ratio (>1)	内部収益率 (>10%)
1.128 (0.05USD)	0	M	7.57	4.38	-3.19	0.58	-
	0	C	5.00	3.18	-1.81	0.64	-
	0	M+C	12.57	7.56	-5.00	0.60	-
1.579 (0.07USD)	0	M	7.57	6.13	-1.44	0.81	-
	0	C	5.00	4.46	-0.54	0.89	-
	0	M+C	12.57	10.59	-1.98	0.84	-
2.030 (0.09USD)	0	M	7.57	7.88	0.31	1.04	6.11%
	0	C	5.00	5.73	0.74	1.15	46.64%
	0	M+C	12.57	13.61	1.05	1.08	39.82%
2.512 (0.11114USD)	0	M	7.57	9.76	2.19	1.29	60.05%
	0	C	5.00	7.10	2.10	1.42	71.24%
	0	M+C	12.57	16.85	4.29	1.34	64.62%

1 : M、マタサノ発電所、C、セイビタ発電所、M+C、マタサノ発電所とセイビタ発電所を建設。

2 : SAC の事業費（建設費の 1%）、20 年目の発電交換費用、40 年分の運転費の現在価値

3 : 40 年分の売電収入の現在価値

図 5 に売電価格と B/C の関係を示すが、損益分岐点は表 6 に示すとおり建設する発電所により 0.078 から 0.086USD/kwh となる。

<sup>1</sup> 「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」では土地取得費は 1.5%と見込まれているが、テグシガルパの取得用地が市街地であるのに対して、本プロジェクトでは対象用地が山林であるので 1%とした。

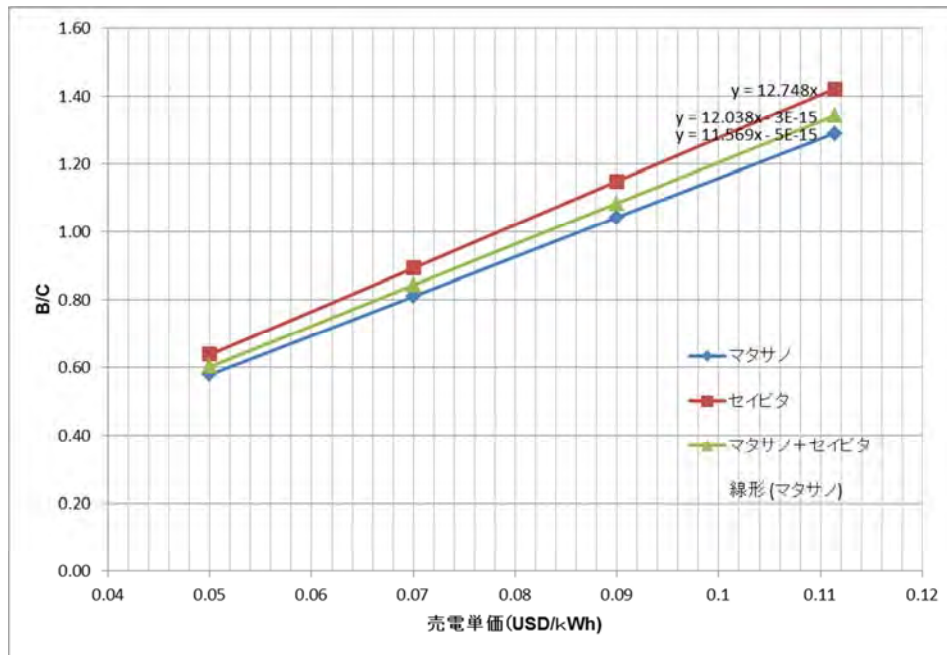


図5 売電価格と B/C の関係

表6 損益分岐点

インフレーション (%)	発電所	損益分岐点 (USD/kWh)
0	マタサノ	0.086
	セイビタ	0.078
	マタサノ+セイビタ	0.083

したがって、売電価格が 0.075 から 0.084 USD/kWh となると担保された時のみ、SAC の財務評価からは小水力発電の導入は実行可能といえる。

## 2) 消費電力を発電電力により相殺する場合

現行の法制度では発電と電力消費が同一敷地内であれば、電力消費量を発電電力で相殺し、不足分だけを支払うことは可能である。ただし、余剰電力が生じても現金による買い取りはされず、発電量不足時の電気料支払いができるクレジットが発行される。

本プロジェクトでは発電所が既存浄水場とは別の場所に建設されるため、現行制度化ではこの相殺制度は適用されない。仮に既存浄水場の消費電力を小水力発電による発電電力で相殺できれば、買電価格は売電価格より高いため、SAC の財務的便益は大きくなると予想されるので、ここでは参考のため、相殺による支払い電気料金の減少を SAC の財務的便益として財務分析を行った。

### 相殺により期待できる電気料金の減少額

相殺により減少する電気料金の減少額は既存浄水場の浄水施設が運転されていて、消費電力量、支払い電気料金の記録のある 2009 年の運転実績により計算した。

既存浄水施設は原水濁度が上昇した時のみ運転されていたため、月別の使用電気量は浄水施設の稼働状況により変化する。表 7 には浄水施設が 100%、50%、0%運転された月の電気使用量、支払い電気料金を示してある。

既存浄水場には浄水施設以外に場内照明、ポンプ類があるため、浄水施設の稼働率が0%であっても、4,000 kwhの電力消費がある。浄水施設の電気使用量は100%、50%運転でそれぞれ10,000 kwh、5,000 kwhである。支払い電気料金は全使用電力に比例する従量料金部分とペナルティ部分に分かれる。ペナルティ部分は使用電力が契約電力量に満たなかった場合に不足量に応じて課金される<sup>2</sup>。

表7 既存浄水場の電力使用量と支払い電気料金（2009年の運転実績から推定）

運転条件	既存浄水施設の稼働率	100%	50%	0%
電力使用量 (kwh/月)	浄水場（浄水施設運転を除く）の電気量	4,000	4,000	4,000
	上水施設運転の電気量	10,000	5,000	0
	合計電力使用量	14,000	9,000	4,000
支払い料金 (HNL/月)	従量料金	67,000	36,000	15,000
	ペナルティ（契約20,000kwh/月の場合）	1,616	10,000	20,000
	合計支払い電気料金 <sup>注</sup>	68,616	46,000	35,000

注：当時の電気料金（買電価格）の詳細は明らかではないが、この表の電力使用量と電気料金から逆算すると3.8から4.9HNL/kwh（0.19から0.24USD/kwh）となる。

既存浄水場の原水は周辺の山地の沢水であるため晴天時は清澄で浄水処理の必要がなく、降雨時に濁度が増加した時のみに浄水施設を運転するものとし、雨期を7か月とし、乾期5ヶ月は浄水施設は運転せず、雨期のはじめと終わりの1か月は月間50%、その他は100%稼働とすると、年間の消費電力、支払い電気料金は表8に示すようになる。

小水力発電で電力を供給すれば従量料金の410,000HNLは支払う必要がなくなる。実際には契約電気量によるペナルティ料金があるので、それを差し引くことが必要であるが、ここでは適正な契約をすることによりペナルティ料金を支払う必要がなくなると仮定すれば、相殺による便益は410,000HNL/年となる。

表8 既存浄水施設運転を運転した場合の電力料金

運転	月数	月当たりの電力料金（HNL/月）		年当たりの電力料金（HNL/年）	
		従量料金	ペナルティ	従量料金	ペナルティ
運転無	5	15,000	20,000	75,000	100,000
運転有(50%)	2	36,000	10,000	72,000	20,000
運転有(100%)	5	67,000	1,616	335,000	8,080
年間合計料金				410,000	108,080

#### 相殺により減額となる電気料金を便益とした場合の財務分析

表7に示したように、浄水施設を運転した場合の既存浄水場の電気量は14,000 kwh/月（168,000 kwh/年）でセイビタ発電所のみで発電量（353,000 kwh/年<sup>3</sup>）で賄うことができる。したがって、（1）の全量売買電のセイビタ発電所のみを建設するケースで、便益を410,000HNL/年として財務分析を行うと、表9のようになり40年の現在価値で支出は便益を上回り、SACの財務的な便益を生み出さないことになる。

<sup>2</sup> ENEEによれば既存浄水場の場合、契約電気量を変更することによりペナルティ部分を減少させることは可能ということである。

<sup>3</sup> ただし、送電ロス10%を考慮すると実際に使用できる電力量は318,000 kwh/年である。



表9 相殺による電気料金減額を便益とした場合の財務評価

PV Cost <sup>1</sup> (百万 HNL)	PV Benefits <sup>2</sup> (百万 HNL)	PV Net Benefits (>0)	B/C Ratio (>1)	内部収益率 (>10%)
4.40	3.64	-0.76	0.83	-

1：SACの事業費（建設費の1%）、20年目の発電交換費用、40年分の運転費の現在価値

2：40年分の相殺による便益の現在価値

## (2) プロジェクトの経済分析

投資の妥当性を評価するために、建設費全体を見込んだ経済分析を行う。

この場合、経済便益は、例えば水道プロジェクトであれば、給水区域、給水量の増加に伴う産業の発展、土地価格の上昇等の便益、安全な水供給による疾病率の低下による便益を計上するが、小水力発電の導入は始めに述べたように水道サービス向上への波及は期待できず、便益は売電収入のみとなる。

表10に最も条件の良い売電価格 0.1114USD/kwh の場合の経済分析結果を示すが、経済的にまったく成立しない。

表10 売電価格 0.1114 USD/kwh の場合の経済分析結果

売電単価	インフレーション (%)	発電所	PV Cost (百万 HNL)	PV Benefits (百万 HNL)	PV Net Benefits (>0)	B/C Ratio (>1)	EIRR (>10%)
2.512 (0.1114USD)	0	M	55.11	9.76	-45.36	0.19	-6.21%
	0	S	36.37	7.10	-29.27	0.20	-5.10%
	0	M+S	91.47	16.85	-74.62	0.18	-6.74%

## 5 結論

SACにとって、0.075 から 0.084 USD/kwh 以上の売電価格が担保された時のみ財務的に事業が成立するが、それが担保されない限り、SACにとっても無償資金協力の事業としても実施することは負の効果及ぼす。

また、仮に 0.075 から 0.084USD/kwh 以上の売電価格が担保されたとしても、現在価格と比較して40年間の便益に対して5倍以上投資することは無償資金協力事業として妥当とはいえない。

以上から、小水力発電施設を無償資金協力により建設（SACは建設費の1%を用地取得費として負担）しても、SACにとって財務的な便益をもたらす売電単価が担保されないこと、仮にSACに財務的な便益をもたらす売電単価が実現しても、SACの40年分の便益に対して20倍以上の建設費を投入することは無償資金協力として妥当とはいえないと判断した。

2015年10月の追加調査時、SAC、SANAAに上記について説明し、小水力発電導入を本プロジェクトのスコープから外すことについて合意を得た。

付表-1

マタサノ発電所			0.05 USD											
計算条件														
プロジェクトコスト			48.91	MHNL				発生電力量		485	MWh/year			
O&M対象プロジェクトコスト			44.02	MHNL				送電ロス		10%				
発電機器取替コスト			9.78	MHNL				販売電力量		437	MWh/year			
同上補正コスト			9.78	MHNL				売電単価		1.128	HNL/kWh			
コスト補正係数			1.00					割引率		10%				
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%					CER単価		0.00	HNL/MWh			
項目	支出						収入		キャッシュフロー	現在価値				
	Year	No.	No.	プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C
				MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
2018	1			0.391			0.39			-0.39	1.000	0.39	0.00	-0.39
2019	2			0.098			0.10			-0.10	0.909	0.09	0.00	-0.09
2020	3	1			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.826	0.55	0.41	-0.14
2021	4	2			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.751	0.50	0.37	-0.13
2022	5	3			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.683	0.45	0.34	-0.12
2023	6	4			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.621	0.41	0.31	-0.11
2024	7	5			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.564	0.37	0.28	-0.10
2025	8	6			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.513	0.34	0.25	-0.09
2026	9	7			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.467	0.31	0.23	-0.08
2027	10	8			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.424	0.28	0.21	-0.07
2028	11	9			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.386	0.26	0.19	-0.07
2029	12	10			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.350	0.23	0.17	-0.06
2030	13	11			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.319	0.21	0.16	-0.05
2031	14	12			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.290	0.19	0.14	-0.05
2032	15	13			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.263	0.17	0.13	-0.04
2033	16	14			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.239	0.16	0.12	-0.04
2034	17	15			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.218	0.14	0.11	-0.04
2035	18	16			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.198	0.13	0.10	-0.03
2036	19	17			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.180	0.12	0.09	-0.03
2037	20	18			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.164	0.11	0.08	-0.03
2038	21	19			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.149	0.10	0.07	-0.03
2039	22	20			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.135	0.09	0.07	-0.02
2040	23	21		9.78	0.66	0.00	10.44	437	0.493	-9.95	0.123	1.28	0.06	-1.22
2041	24	22			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.112	0.07	0.06	-0.02
2042	25	23			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.102	0.07	0.05	-0.02
2043	26	24			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.092	0.06	0.05	-0.02
2044	27	25			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.084	0.06	0.04	-0.01
2045	28	26			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.076	0.05	0.04	-0.01
2046	29	27			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.069	0.05	0.03	-0.01
2047	30	28			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.063	0.04	0.03	-0.01
2048	31	29			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.057	0.04	0.03	-0.01
2049	32	30			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.052	0.03	0.03	-0.01
2050	33	31			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.047	0.03	0.02	-0.01
2051	34	32			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.043	0.03	0.02	-0.01
2052	35	33			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.039	0.03	0.02	-0.01
2053	36	34			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.036	0.02	0.02	-0.01
2054	37	35			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.032	0.02	0.02	-0.01
2055	38	36			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.029	0.02	0.01	-0.00
2056	39	37			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.027	0.02	0.01	-0.00
2057	40	38			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.024	0.02	0.01	-0.00
2058	41	39			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.022	0.01	0.01	-0.00
2059	42	40			0.66	0.00	0.66	437	0.493	-0.17	0.020	0.01	0.01	-0.00
				10.27	26.41	0.08	36.76	17,472.20	19.70	-17.06		7.57	4.38	-3.19
				PV Costs =			7.57	PV Benefits =		4.38	EIRR =	#NUM!		
				PVnet Benefits (B-C) =			(3.19)	B/C Ratio =		0.58				

付表-2

マタサノ発電所			0.07 USD											
計算条件														
プロジェクトコスト			48.91	MHNL			発生電力量			485	MWh/year			
O&M対象プロジェクトコスト			44.02	MHNL			送電ロス			10%				
発電機器取替コスト			9.78	MHNL			販売電力量			437	MWh/year			
同上補正コスト			9.78	MHNL			売電単価			1.579	HNL/kWh			
コスト補正係数			1.00				割引率			10%				
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%				CER単価			0.00	HNL/MWh			
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値				
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C	
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.391			0.39			-0.39	1.000	0.39	0.00	-0.39	
2019	2		0.098			0.10			-0.10	0.909	0.09	0.00	-0.09	
2020	3	1		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.826	0.55	0.57	0.02	
2021	4	2		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.751	0.50	0.52	0.02	
2022	5	3		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.683	0.45	0.47	0.02	
2023	6	4		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.621	0.41	0.43	0.02	
2024	7	5		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.564	0.37	0.39	0.02	
2025	8	6		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.513	0.34	0.35	0.01	
2026	9	7		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.467	0.31	0.32	0.01	
2027	10	8		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.424	0.28	0.29	0.01	
2028	11	9		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.386	0.26	0.27	0.01	
2029	12	10		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.350	0.23	0.24	0.01	
2030	13	11		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.319	0.21	0.22	0.01	
2031	14	12		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.290	0.19	0.20	0.01	
2032	15	13		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.263	0.17	0.18	0.01	
2033	16	14		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.239	0.16	0.17	0.01	
2034	17	15		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.218	0.14	0.15	0.01	
2035	18	16		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.198	0.13	0.14	0.01	
2036	19	17		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.180	0.12	0.12	0.00	
2037	20	18		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.164	0.11	0.11	0.00	
2038	21	19		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.149	0.10	0.10	0.00	
2039	22	20		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.135	0.09	0.09	0.00	
2040	23	21	9.78	0.66	0.00	10.44	437	0.690	-9.75	0.123	1.28	0.08	-1.20	
2041	24	22		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.112	0.07	0.08	0.00	
2042	25	23		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.102	0.07	0.07	0.00	
2043	26	24		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.092	0.06	0.06	0.00	
2044	27	25		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.084	0.06	0.06	0.00	
2045	28	26		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.076	0.05	0.05	0.00	
2046	29	27		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.069	0.05	0.05	0.00	
2047	30	28		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.063	0.04	0.04	0.00	
2048	31	29		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.057	0.04	0.04	0.00	
2049	32	30		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.052	0.03	0.04	0.00	
2050	33	31		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.047	0.03	0.03	0.00	
2051	34	32		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.043	0.03	0.03	0.00	
2052	35	33		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.039	0.03	0.03	0.00	
2053	36	34		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.036	0.02	0.02	0.00	
2054	37	35		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.032	0.02	0.02	0.00	
2055	38	36		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.029	0.02	0.02	0.00	
2056	39	37		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.027	0.02	0.02	0.00	
2057	40	38		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.024	0.02	0.02	0.00	
2058	41	39		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.022	0.01	0.02	0.00	
2059	42	40		0.66	0.00	0.66	437	0.690	0.03	0.020	0.01	0.01	0.00	
			10.27	26.41	0.08	36.76	17,472.20	27.58	-9.18		7.57	6.13	-1.44	
			PV Costs =			7.57	PV Benefits =		6.13	EIRR =	#NUM!			
			PVnet Benefits (B-C) =			(1.44)	B/C Ratio =		0.81					

付表-3

マタサノ発電所			0.09 USD											
計算条件														
プロジェクトコスト			48.91	MHNL				発生電力量		485	MWh/year			
O&M対象プロジェクトコスト			44.02	MHNL				送電ロス		10%				
発電機器取替コスト			9.78	MHNL				販売電力量		437	MWh/year			
同上補正コスト			9.78	MHNL				売電単価		2.030	HNL/kWh			
コスト補正係数			1.00					割引率		10%				
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%					CER単価		0.00	HNL/MWh			
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値				
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C	
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.391			0.39			-0.39	1.000	0.39	0.00	-0.39	
2019	2		0.098			0.10			-0.10	0.909	0.09	0.00	-0.09	
2020	3	1		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.826	0.55	0.73	0.19	
2021	4	2		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.751	0.50	0.67	0.17	
2022	5	3		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.683	0.45	0.61	0.15	
2023	6	4		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.621	0.41	0.55	0.14	
2024	7	5		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.564	0.37	0.50	0.13	
2025	8	6		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.513	0.34	0.45	0.12	
2026	9	7		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.467	0.31	0.41	0.10	
2027	10	8		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.424	0.28	0.38	0.10	
2028	11	9		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.386	0.26	0.34	0.09	
2029	12	10		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.350	0.23	0.31	0.08	
2030	13	11		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.319	0.21	0.28	0.07	
2031	14	12		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.290	0.19	0.26	0.06	
2032	15	13		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.263	0.17	0.23	0.06	
2033	16	14		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.239	0.16	0.21	0.05	
2034	17	15		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.218	0.14	0.19	0.05	
2035	18	16		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.198	0.13	0.18	0.04	
2036	19	17		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.180	0.12	0.16	0.04	
2037	20	18		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.164	0.11	0.14	0.04	
2038	21	19		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.149	0.10	0.13	0.03	
2039	22	20		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.135	0.09	0.12	0.03	
2040	23	21	9.78	0.66	0.00	10.44	437	0.887	-9.56	0.123	1.28	0.11	-1.17	
2041	24	22		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.112	0.07	0.10	0.03	
2042	25	23		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.102	0.07	0.09	0.02	
2043	26	24		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.092	0.06	0.08	0.02	
2044	27	25		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.084	0.06	0.07	0.02	
2045	28	26		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.076	0.05	0.07	0.02	
2046	29	27		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.069	0.05	0.06	0.02	
2047	30	28		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.063	0.04	0.06	0.01	
2048	31	29		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.057	0.04	0.05	0.01	
2049	32	30		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.052	0.03	0.05	0.01	
2050	33	31		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.047	0.03	0.04	0.01	
2051	34	32		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.043	0.03	0.04	0.01	
2052	35	33		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.039	0.03	0.03	0.01	
2053	36	34		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.036	0.02	0.03	0.01	
2054	37	35		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.032	0.02	0.03	0.01	
2055	38	36		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.029	0.02	0.03	0.01	
2056	39	37		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.027	0.02	0.02	0.01	
2057	40	38		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.024	0.02	0.02	0.01	
2058	41	39		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.022	0.01	0.02	0.00	
2059	42	40		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.020	0.01	0.02	0.00	
			10.27	26.41	0.08	36.76	17,472.20	35.46	-1.30		7.57	7.88	0.31	
			PV Costs =			7.57	PV Benefits =		7.88	EIRR =		6.11%		
			PVnet Benefits (B-C) =			0.31	B/C Ratio =		1.04					

付表-4

マタサノ発電所			0.1114 USD											
計算条件														
プロジェクトコスト			48.91		MHNL		発生電力量			485		MWh/year		
O&M対象プロジェクトコスト			44.02		MHNL		送電ロス			10%				
発電機器取替コスト			9.78		MHNL		販売電力量			437		MWh/year		
同上補正コスト			9.78		MHNL		売電単価			2.512		HNL/kWh		
コスト補正係数			1.00				割引率			10%				
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%				CER単価			0.00		HNL/MWh		
項目	支出						収入		キャッシュフロー	現在価値				
	プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)			販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C	
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.391			0.39			-0.39	1.000	0.39	0.00	-0.39	
2019	2		0.098			0.10			-0.10	0.909	0.09	0.00	-0.09	
2020	3	1		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.826	0.55	0.91	0.36	
2021	4	2		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.751	0.50	0.82	0.33	
2022	5	3		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.683	0.45	0.75	0.30	
2023	6	4		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.621	0.41	0.68	0.27	
2024	7	5		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.564	0.37	0.62	0.25	
2025	8	6		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.513	0.34	0.56	0.22	
2026	9	7		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.467	0.31	0.51	0.20	
2027	10	8		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.424	0.28	0.47	0.18	
2028	11	9		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.386	0.26	0.42	0.17	
2029	12	10		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.350	0.23	0.38	0.15	
2030	13	11		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.319	0.21	0.35	0.14	
2031	14	12		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.290	0.19	0.32	0.13	
2032	15	13		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.263	0.17	0.29	0.11	
2033	16	14		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.239	0.16	0.26	0.10	
2034	17	15		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.218	0.14	0.24	0.09	
2035	18	16		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.198	0.13	0.22	0.09	
2036	19	17		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.180	0.12	0.20	0.08	
2037	20	18		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.164	0.11	0.18	0.07	
2038	21	19		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.149	0.10	0.16	0.06	
2039	22	20		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.135	0.09	0.15	0.06	
2040	23	21	9.78	0.66	0.00	10.44	437	1.097	-9.35	0.123	1.28	0.13	-1.15	
2041	24	22		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.112	0.07	0.12	0.05	
2042	25	23		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.102	0.07	0.11	0.04	
2043	26	24		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.092	0.06	0.10	0.04	
2044	27	25		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.084	0.06	0.09	0.04	
2045	28	26		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.076	0.05	0.08	0.03	
2046	29	27		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.069	0.05	0.08	0.03	
2047	30	28		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.063	0.04	0.07	0.03	
2048	31	29		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.057	0.04	0.06	0.02	
2049	32	30		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.052	0.03	0.06	0.02	
2050	33	31		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.047	0.03	0.05	0.02	
2051	34	32		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.043	0.03	0.05	0.02	
2052	35	33		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.039	0.03	0.04	0.02	
2053	36	34		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.036	0.02	0.04	0.02	
2054	37	35		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.032	0.02	0.04	0.01	
2055	38	36		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.029	0.02	0.03	0.01	
2056	39	37		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.027	0.02	0.03	0.01	
2057	40	38		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.024	0.02	0.03	0.01	
2058	41	39		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.022	0.01	0.02	0.01	
2059	42	40		0.66	0.00	0.66	437	1.097	0.44	0.020	0.01	0.02	0.01	
			10.27	26.41	0.08	36.76	17,472.20	43.90	7.13		7.57	9.76	2.19	
PV Costs =						7.57	PV Benefits =		9.76	EIRR =		60.05%		
PVnet Benefits (B-C) =						2.19	B/C Ratio =		1.29					

付表-5

セイビタ発電所			0.05 USD											
計算条件														
プロジェクトコスト			32.27	MHNL		発生電力量			353	MWh/year				
O&M対象プロジェクトコスト			29.05	MHNL		送電ロス			10%					
発電機器取替コスト			6.45	MHNL		販売電力量			318	MWh/year				
同上補正コスト			6.45	MHNL		売電単価			1.128	HNL/kWh				
コスト補正係数			1.00			割引率			10%					
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%			CER単価			0.00	HNL/MWh				
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値				
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C	
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26	
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06	
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.826	0.36	0.30	-0.07	
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.751	0.33	0.27	-0.06	
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.683	0.30	0.24	-0.05	
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.621	0.27	0.22	-0.05	
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.564	0.25	0.20	-0.04	
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.513	0.22	0.18	-0.04	
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.467	0.20	0.17	-0.04	
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.424	0.19	0.15	-0.03	
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.386	0.17	0.14	-0.03	
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.350	0.15	0.13	-0.03	
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.319	0.14	0.11	-0.03	
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.290	0.13	0.10	-0.02	
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.263	0.12	0.09	-0.02	
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.239	0.10	0.09	-0.02	
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.218	0.10	0.08	-0.02	
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.198	0.09	0.07	-0.02	
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.180	0.08	0.06	-0.01	
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.164	0.07	0.06	-0.01	
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.149	0.06	0.05	-0.01	
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.135	0.06	0.05	-0.01	
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.358	-6.53	0.123	0.85	0.04	-0.80	
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.112	0.05	0.04	-0.01	
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.102	0.04	0.04	-0.01	
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.092	0.04	0.03	-0.01	
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.084	0.04	0.03	-0.01	
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.076	0.03	0.03	-0.01	
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.069	0.03	0.02	-0.01	
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.063	0.03	0.02	-0.00	
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.057	0.03	0.02	-0.00	
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.052	0.02	0.02	-0.00	
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.047	0.02	0.02	-0.00	
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.043	0.02	0.02	-0.00	
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.039	0.02	0.01	-0.00	
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.036	0.02	0.01	-0.00	
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.032	0.01	0.01	-0.00	
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.029	0.01	0.01	-0.00	
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.027	0.01	0.01	-0.00	
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.024	0.01	0.01	-0.00	
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.022	0.01	0.01	-0.00	
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.020	0.01	0.01	-0.00	
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	14.33	-9.93		5.00	3.18	-1.81	
			PV Costs =			5.00	PV Benefits =		3.18	EIRR =	#NUM!			
			PVnet Benefits (B-C) =			(1.81)	B/C Ratio =		0.64					

付表-6

セイビタ発電所			0.07 USD											
計算条件														
プロジェクトコスト			32.27	MHNL				発生電力量		353	MWh/year			
O&M対象プロジェクトコスト			29.05	MHNL				送電ロス		10%				
発電機器取替コスト			6.45	MHNL				販売電力量		318	MWh/year			
同上補正コスト			6.45	MHNL				売電単価		1.579	HNL/kWh			
コスト補正係数			1.00					割引率		10%				
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%					CER単価		0.00	HNL/MWh			
項目	支出						収入		キャッシュフロー	現在価値				
	Year	No.	No.	プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C
			MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL			MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26	
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06	
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.826	0.36	0.41	0.05	
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.751	0.33	0.38	0.05	
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.683	0.30	0.34	0.04	
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.621	0.27	0.31	0.04	
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.564	0.25	0.28	0.04	
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.513	0.22	0.26	0.03	
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.467	0.20	0.23	0.03	
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.424	0.19	0.21	0.03	
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.386	0.17	0.19	0.02	
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.350	0.15	0.18	0.02	
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.319	0.14	0.16	0.02	
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.290	0.13	0.15	0.02	
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.263	0.12	0.13	0.02	
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.239	0.10	0.12	0.02	
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.218	0.10	0.11	0.01	
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.198	0.09	0.10	0.01	
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.180	0.08	0.09	0.01	
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.164	0.07	0.08	0.01	
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.149	0.06	0.07	0.01	
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.135	0.06	0.07	0.01	
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.502	-6.39	0.123	0.85	0.06	-0.78	
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.112	0.05	0.06	0.01	
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.102	0.04	0.05	0.01	
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.092	0.04	0.05	0.01	
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.084	0.04	0.04	0.01	
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.076	0.03	0.04	0.00	
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.069	0.03	0.03	0.00	
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.063	0.03	0.03	0.00	
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.057	0.03	0.03	0.00	
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.052	0.02	0.03	0.00	
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.047	0.02	0.02	0.00	
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.043	0.02	0.02	0.00	
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.039	0.02	0.02	0.00	
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.036	0.02	0.02	0.00	
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.032	0.01	0.02	0.00	
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.029	0.01	0.01	0.00	
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.027	0.01	0.01	0.00	
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.024	0.01	0.01	0.00	
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.022	0.01	0.01	0.00	
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.020	0.01	0.01	0.00	
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	20.06	-4.20		5.00	4.46	-0.54	
			PV Costs =			5.00	PV Benefits =		4.46	EIRR =	#NUM!			
			PVnet Benefits (B-C) =			(0.54)	B/C Ratio =		0.89					

付表-7

セイビタ発電所			0.09 USD												
計算条件															
プロジェクトコスト			32.27	MHNL			発生電力量		353	MWh/year					
O&M対象プロジェクトコスト			29.05	MHNL			送電ロス		10%						
発電機器取替コスト			6.45	MHNL			販売電力量		318	MWh/year					
同上補正コスト			6.45	MHNL			売電単価		2.030	HNL/kWh					
コスト補正係数			1.00				割引率		10%						
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%				CER単価		0.00	HNL/MWh					

項目	支出				収入		キャッシュフロー	現在価値					
	プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C		
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.826	0.36	0.53	0.17
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.751	0.33	0.48	0.16
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.683	0.30	0.44	0.14
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.621	0.27	0.40	0.13
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.564	0.25	0.36	0.12
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.513	0.22	0.33	0.11
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.467	0.20	0.30	0.10
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.424	0.19	0.27	0.09
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.386	0.17	0.25	0.08
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.350	0.15	0.23	0.07
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.319	0.14	0.21	0.07
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.290	0.13	0.19	0.06
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.263	0.12	0.17	0.05
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.239	0.10	0.15	0.05
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.218	0.10	0.14	0.05
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.198	0.09	0.13	0.04
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.180	0.08	0.12	0.04
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.164	0.07	0.11	0.03
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.149	0.06	0.10	0.03
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.135	0.06	0.09	0.03
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.645	-6.25	0.123	0.85	0.08	-0.77
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.112	0.05	0.07	0.02
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.102	0.04	0.07	0.02
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.092	0.04	0.06	0.02
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.084	0.04	0.05	0.02
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.076	0.03	0.05	0.02
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.069	0.03	0.04	0.01
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.063	0.03	0.04	0.01
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.057	0.03	0.04	0.01
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.052	0.02	0.03	0.01
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.047	0.02	0.03	0.01
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.043	0.02	0.03	0.01
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.039	0.02	0.03	0.01
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.036	0.02	0.02	0.01
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.032	0.01	0.02	0.01
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.029	0.01	0.02	0.01
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.027	0.01	0.02	0.01
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.024	0.01	0.02	0.01
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.022	0.01	0.01	0.00
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.020	0.01	0.01	0.00
			6.78	17.43	0.06	24.26			1.53		5.00	5.73	0.74
			PV Costs =			5.00	PV Benefits =		5.73	EIRR =		46.64%	
			PVnet Benefits (B-C) =			0.74	B/C Ratio =		1.15				



付表-8

セイビタ発電所		0.1114 USD													
計算条件															
プロジェクトコスト		32.27		MHNL		発生電力量		353		MWh/year					
O&M対象プロジェクトコスト		29.05		MHNL		送電ロス		10%							
発電機器取替コスト		6.45		MHNL		販売電力量		318		MWh/year					
同上補正コスト		6.45		MHNL		売電単価		2.512		HNL/kWh					
コスト補正係数		1.00				割引率		10%							
O&Mコスト比率(固定費分)		1.50%				CER単価		0.00		HNL/MWh					
項目	支出						収入		キャッシュフロー	現在価値					
	プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)		販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C			
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL		
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26		
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06		
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.826	0.36	0.66	0.30		
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.751	0.33	0.60	0.27		
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.683	0.30	0.55	0.25		
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.621	0.27	0.50	0.22		
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.564	0.25	0.45	0.20		
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.513	0.22	0.41	0.19		
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.467	0.20	0.37	0.17		
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.424	0.19	0.34	0.15		
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.386	0.17	0.31	0.14		
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.350	0.15	0.28	0.13		
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.319	0.14	0.25	0.12		
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.290	0.13	0.23	0.10		
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.263	0.12	0.21	0.10		
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.239	0.10	0.19	0.09		
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.218	0.10	0.17	0.08		
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.198	0.09	0.16	0.07		
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.180	0.08	0.14	0.06		
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.164	0.07	0.13	0.06		
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.149	0.06	0.12	0.05		
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.135	0.06	0.11	0.05		
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.798	-6.09	0.123	0.85	0.10	-0.75		
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.112	0.05	0.09	0.04		
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.102	0.04	0.08	0.04		
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.092	0.04	0.07	0.03		
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.084	0.04	0.07	0.03		
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.076	0.03	0.06	0.03		
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.069	0.03	0.06	0.03		
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.063	0.03	0.05	0.02		
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.057	0.03	0.05	0.02		
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.052	0.02	0.04	0.02		
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.047	0.02	0.04	0.02		
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.043	0.02	0.03	0.02		
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.039	0.02	0.03	0.01		
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.036	0.02	0.03	0.01		
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.032	0.01	0.03	0.01		
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.029	0.01	0.02	0.01		
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.027	0.01	0.02	0.01		
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.024	0.01	0.02	0.01		
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.022	0.01	0.02	0.01		
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.020	0.01	0.02	0.01		
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	31.93	7.66		5.00	7.10	2.10		
			PV Costs =			5.00	PV Benefits =		7.10	EIRR =		71.24%			
			PVnet Benefits (B-C) =			2.10	B/C Ratio =		1.42						

付表-9

マタサノ+セイビタ 0.05 USD													
計算条件													
プロジェクトコスト			81.18	MHNL			発生電力量			838	MWh/year		
O&M対象プロジェクトコスト			73.06	MHNL			送電ロス			10%			
発電機器取替コスト			16.24	MHNL			販売電力量			755	MWh/year		
同上補正コスト			16.24	MHNL			売電単価			1.128	HNL/kWh		
コスト補正係数			1.00				割引率			10%			
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%				CER単価			0.00	HNL/MWh		
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値			
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.649			0.65			-0.65	1.000	0.65	0.00	-0.65
2019	2		0.162			0.16			-0.16	0.909	0.15	0.00	-0.15
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.826	0.91	0.70	-0.21
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.751	0.83	0.64	-0.19
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.683	0.75	0.58	-0.17
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.621	0.68	0.53	-0.15
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.564	0.62	0.48	-0.14
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.513	0.56	0.44	-0.13
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.467	0.51	0.40	-0.12
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.424	0.47	0.36	-0.11
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.386	0.42	0.33	-0.10
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.350	0.39	0.30	-0.09
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.319	0.35	0.27	-0.08
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.290	0.32	0.25	-0.07
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.263	0.29	0.22	-0.07
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.239	0.26	0.20	-0.06
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.218	0.24	0.19	-0.05
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.198	0.22	0.17	-0.05
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.180	0.20	0.15	-0.04
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.164	0.18	0.14	-0.04
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.149	0.16	0.13	-0.04
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.135	0.15	0.11	-0.03
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	0.851	-16.48	0.123	2.13	0.10	-2.02
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.112	0.12	0.10	-0.03
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.102	0.11	0.09	-0.03
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.092	0.10	0.08	-0.02
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.084	0.09	0.07	-0.02
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.076	0.08	0.06	-0.02
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.069	0.08	0.06	-0.02
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.063	0.07	0.05	-0.02
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.057	0.06	0.05	-0.01
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.052	0.06	0.04	-0.01
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.047	0.05	0.04	-0.01
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.043	0.05	0.04	-0.01
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.039	0.04	0.03	-0.01
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.036	0.04	0.03	-0.01
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.032	0.04	0.03	-0.01
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.029	0.03	0.03	-0.01
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.027	0.03	0.02	-0.01
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.024	0.03	0.02	-0.01
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.022	0.02	0.02	-0.01
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	0.851	-0.25	0.020	0.02	0.02	-0.00
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	34.03	-27.00		12.57	7.56	-5.00
			PV Costs =			12.57	PV Benefits =		7.56	EIRR =	#NUM!		
			PVnet Benefits (B-C) =			(5.00)	B/C Ratio =		0.60				

付表-10

マタサノ+セイビタ 0.07 USD													
計算条件													
プロジェクトコスト			81.18	MHNL			発生電力量			838	MWh/year		
O&M対象プロジェクトコスト			73.06	MHNL			送電ロス			10%			
発電機器取替コスト			16.24	MHNL			販売電力量			755	MWh/year		
同上補正コスト			16.24	MHNL			売電単価			1.579	HNL/kWh		
コスト補正係数			1.00				割引率			10%			
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%				CER単価			0.00	HNL/MWh		
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値			
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.649			0.65			-0.65	1.000	0.65	0.00	-0.65
2019	2		0.162			0.16			-0.16	0.909	0.15	0.00	-0.15
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.826	0.91	0.98	0.08
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.751	0.83	0.89	0.07
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.683	0.75	0.81	0.06
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.621	0.68	0.74	0.06
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.564	0.62	0.67	0.05
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.513	0.56	0.61	0.05
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.467	0.51	0.56	0.04
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.424	0.47	0.51	0.04
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.386	0.42	0.46	0.04
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.350	0.39	0.42	0.03
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.319	0.35	0.38	0.03
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.290	0.32	0.35	0.03
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.263	0.29	0.31	0.02
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.239	0.26	0.29	0.02
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.218	0.24	0.26	0.02
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.198	0.22	0.24	0.02
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.180	0.20	0.21	0.02
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.164	0.18	0.19	0.01
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.149	0.16	0.18	0.01
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.135	0.15	0.16	0.01
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	1.191	-16.14	0.123	2.13	0.15	-1.98
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.112	0.12	0.13	0.01
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.102	0.11	0.12	0.01
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.092	0.10	0.11	0.01
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.084	0.09	0.10	0.01
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.076	0.08	0.09	0.01
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.069	0.08	0.08	0.01
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.063	0.07	0.08	0.01
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.057	0.06	0.07	0.01
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.052	0.06	0.06	0.00
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.047	0.05	0.06	0.00
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.043	0.05	0.05	0.00
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.039	0.04	0.05	0.00
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.036	0.04	0.04	0.00
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.032	0.04	0.04	0.00
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.029	0.03	0.04	0.00
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.027	0.03	0.03	0.00
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.024	0.03	0.03	0.00
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.022	0.02	0.03	0.00
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09	0.020	0.02	0.02	0.00
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	47.65	-13.38		12.57	10.59	-1.98
			PV Costs =			12.57	PV Benefits =		10.59	EIRR =	#NUM!		
			PVnet Benefits (B-C) =			(1.98)	B/C Ratio =		0.84				

マタサノ+セイビタ 0.09 USD													
計算条件													
プロジェクトコスト		81.18		MHNL			発生電力量		838		MWh/year		
O&M対象プロジェクトコスト		73.06		MHNL			送電ロス		10%				
発電機器取替コスト		16.24		MHNL			販売電力量		755		MWh/year		
同上補正コスト		16.24		MHNL			売電単価		2.030		HNL/kWh		
コスト補正係数		1.00					割引率		10%				
O&Mコスト比率(固定費分)		1.50%					CER単価		0.00		HNL/MWh		
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値			
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.649			0.65			-0.65	1.000	0.65	0.00	-0.65
2019	2		0.162			0.16			-0.16	0.909	0.15	0.00	-0.15
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.826	0.91	1.27	0.36
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.751	0.83	1.15	0.32
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.683	0.75	1.05	0.30
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.621	0.68	0.95	0.27
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.564	0.62	0.86	0.24
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.513	0.56	0.79	0.22
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.467	0.51	0.71	0.20
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.424	0.47	0.65	0.18
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.386	0.42	0.59	0.17
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.350	0.39	0.54	0.15
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.319	0.35	0.49	0.14
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.290	0.32	0.44	0.13
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.263	0.29	0.40	0.11
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.239	0.26	0.37	0.10
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.218	0.24	0.33	0.09
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.198	0.22	0.30	0.09
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.180	0.20	0.28	0.08
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.164	0.18	0.25	0.07
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.149	0.16	0.23	0.06
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.135	0.15	0.21	0.06
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	1.531	-15.80	0.123	2.13	0.19	-1.94
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.112	0.12	0.17	0.05
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.102	0.11	0.16	0.04
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.092	0.10	0.14	0.04
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.084	0.09	0.13	0.04
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.076	0.08	0.12	0.03
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.069	0.08	0.11	0.03
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.063	0.07	0.10	0.03
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.057	0.06	0.09	0.02
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.052	0.06	0.08	0.02
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.047	0.05	0.07	0.02
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.043	0.05	0.07	0.02
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.039	0.04	0.06	0.02
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.036	0.04	0.05	0.02
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.032	0.04	0.05	0.01
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.029	0.03	0.05	0.01
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.027	0.03	0.04	0.01
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.024	0.03	0.04	0.01
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.022	0.02	0.03	0.01
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.020	0.02	0.03	0.01
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	61.26	0.23		12.57	13.61	1.05
			PV Costs =				12.57	PV Benefits =		13.61	EIRR =		39.82%
			PVnet Benefits (B-C) =				1.05	B/C Ratio =		1.08			

付表-12

マタサノ+セイビタ 0.1114 USD													
計算条件													
プロジェクトコスト			81.18	MHNL			発生電力量			838	MWh/year		
O&M対象プロジェクトコスト			73.06	MHNL			送電ロス			10%			
発電機器取替コスト			16.24	MHNL			販売電力量			755	MWh/year		
同上補正コスト			16.24	MHNL			売電単価			2.512	HNL/kWh		
コスト補正係数			1.00				割引率			10%			
O&Mコスト比率(固定費分)			1.50%				CER単価			0.00	HNL/MWh		
項目			支出				収入		キャッシュフロー	現在価値			
			プロジェクトコスト	O&Mコスト(固定費)	O&Mコスト(変動費)	合計(C)	販売電力量	営業収益(B)	B-C	割引率	支出	収入	B-C
Year	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.649			0.65			-0.65	1.000	0.65	0.00	-0.65
2019	2		0.162			0.16			-0.16	0.909	0.15	0.00	-0.15
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.826	0.91	1.57	0.66
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.751	0.83	1.42	0.60
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.683	0.75	1.29	0.54
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.621	0.68	1.18	0.49
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.564	0.62	1.07	0.45
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.513	0.56	0.97	0.41
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.467	0.51	0.88	0.37
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.424	0.47	0.80	0.34
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.386	0.42	0.73	0.31
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.350	0.39	0.66	0.28
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.319	0.35	0.60	0.25
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.290	0.32	0.55	0.23
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.263	0.29	0.50	0.21
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.239	0.26	0.45	0.19
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.218	0.24	0.41	0.17
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.198	0.22	0.38	0.16
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.180	0.20	0.34	0.14
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.164	0.18	0.31	0.13
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.149	0.16	0.28	0.12
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.135	0.15	0.26	0.11
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	1.896	-15.44	0.123	2.13	0.23	-1.90
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.112	0.12	0.21	0.09
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.102	0.11	0.19	0.08
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.092	0.10	0.17	0.07
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.084	0.09	0.16	0.07
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.076	0.08	0.14	0.06
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.069	0.08	0.13	0.06
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.063	0.07	0.12	0.05
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.057	0.06	0.11	0.05
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.052	0.06	0.10	0.04
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.047	0.05	0.09	0.04
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.043	0.05	0.08	0.03
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.039	0.04	0.07	0.03
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.036	0.04	0.07	0.03
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.032	0.04	0.06	0.03
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.029	0.03	0.06	0.02
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.027	0.03	0.05	0.02
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.024	0.03	0.05	0.02
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.022	0.02	0.04	0.02
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.020	0.02	0.04	0.02
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	75.82	14.80		12.57	16.85	4.29
			PV Costs =			12.57	PV Benefits =		16.85	EIRR =		64.62%	
			PVnet Benefits (B-C) =			4.29	B/C Ratio =		1.34				

添付図書 4 : 小水力発電導入計画

## 既存浄水場の試運転調査

1	調査概要.....	1
1.1	調査の目的.....	1
1.2	調査項目と評価方法.....	1
1.3	調査期間.....	2
2	調査結果.....	2
2.1	点検調査.....	2
2.2	運転調査.....	4
2.3	浄水処理性.....	5
2.4	凝集操作の適切さの評価.....	6
2.5	浄水処理量.....	8
2.6	ろ層洗浄操作の手順及び所要時間.....	9
2.7	結論.....	10

添付図書 5 : 既存浄水場試運転調査



## 1 調査概要

### 1.1 調査の目的

既存処理施設を現状の運転方法で運転することにより、処理能力（濁質除去能力、処理水量）を確認する。評価項目は、以下のとおりである。

- 十分な処理水量が得られること（逆洗による損失を含む）<sup>1</sup>
- 処理水質がホンジュラス国の水道水水質基準（最大許容値：濁度 5NTU）を満たすこと
- 逆洗を含む運転操作が手動操作で実施できること

### 1.2 調査項目と評価方法

#### (1) 点検調査

表 1 点検調査の調査対象、調査項目、調査方法及び評価内容

調査対象	調査項目	調査方法	評価内容
モジュール本体、配管、電気系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>- モジュールおよび配管の構成（配管の流れ）の確認</li> <li>- 逆洗水の配管確認（排出あるいは原水に戻す）</li> <li>- 凝集沈澱槽、ろ過タンク、配管と接続部の破損状況</li> <li>- 操作盤、モーター、電磁弁、電気配線の破損状況</li> </ul>	目視調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>- モジュール本体（凝集沈澱槽及びろ過タンク）、配管からの漏水、腐食、クラック、ピンホール等の破損の有無を調査</li> <li>- 可動部分（電磁弁、攪拌機）、ポンプ、コンプレッサー、操作盤の動作状況及び不具合の有無を確認</li> <li>- 破損等不具合がある部分については、部品調達を含む修理・交換の実施可能性を SAC に確認</li> </ul>

#### (2) 運転調査

表 2 運転調査の調査対象、調査項目、調査方法及び評価内容

調査対象	調査項目	調査方法	評価方法
浄水処理性	- 原水、沈澱後水及び砂ろ過後水の濁度、色度、pH、アルカリ度	3 回目を目途に採水及び測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 原水、沈澱後、砂ろ過後の水質を測定し、浄水処理特性を評価</li> <li>- 砂ろ過処理水において、ホンジュラスの許容値である濁度：5NTU、色度：15 度を満足することを判断基準のひとつとする</li> </ul>
凝集操作の適切さの評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>- フロックの形成状況</li> <li>- フロック沈降性</li> <li>- ジャーテスト</li> </ul>	3 回目を目途に、目視調査及び採水調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>- フロック形成槽におけるフロック形成状況を目視（写真）調査</li> <li>- フロック形成槽から採水し、メスシリンダーにて沈降性を測定</li> <li>- ジャーテストを実施し、マニュアルにある凝集剤注入率の適切さを検証</li> </ul>
浄水処理量	- 砂ろ過処理後の浄水量	超音波流量計により測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 砂ろ過処理後の処理水量を超音波流量計（SAC が 1 台所有）で測定</li> <li>- 1 砂ろ過モジュールに対し、日平均の流量を求める</li> </ul>
ろ層洗浄の操作手順及び所	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 洗浄頻度</li> <li>- 洗浄操作の操作手順及び所</li> </ul>	3 回目を目途に測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ろ過圧力を測定し、逆洗頻度及逆洗時間を評価</li> </ul>

<sup>1</sup> SANAA、SAC からの聞き取りでは既存浄水場の能力は各系列 25 l/s であるが、処理能力を確認できる資料はない。処理能力は逆洗頻度により変化するが、公称能力がどのような逆洗頻度で確保されるかが不明である。

調査対象	調査項目	調査方法	評価方法
要時間	要時間	洗浄実施時に測定	- ろ層洗浄操作に要する時間を計測し、運転操作全体に与える影響を検討

### 1.3 調査期間

2015年10月20日～10月28日

## 2 調査結果

### 2.1 点検調査

試運転調査を行う前に、浄水施設・設備のうち、第一系統の凝集用薬品注入設備、凝集池・沈殿池、急速ろ過池等を中心に、モジュール本体（凝集・沈殿池及び急速ろ過池）、配管、電気系統について点検調査した。結果の概要は、以下のとおりである(図1、表3参照)。

#### 1) モジュール本体(凝集・沈殿池、急速ろ過池(ろ過タンク))、配管と接続部の状況

- ・ 凝集・沈殿池に対する水張り試験の結果、第一系統 No4 の凝集・沈殿池より排泥弁の接続部から漏水があり、水密性不良であった。その他の凝集・沈殿池についても、排水弁の接続部から軽微な漏水が観察された。
- ・ 鋼製の凝集・沈殿池の接合部、排水・排泥管・弁部、急速ろ過池(ろ過タンク)の上部、配管接合部、排水・排泥管・弁部について一部腐食が観察された。
- ・ 薬品注入配管(薬品注入ポンプ～凝集池)の一部欠損があった。

#### 2) 操作盤、モーター、弁、電気配線の破損状況

- ・ 可動部分（空気作動弁、攪拌機）、ポンプ、コンプレッサー、操作盤の動作状況及び不具合の有無を確認したところ、急速ろ過池(ろ過タンク)廻りの空気作動弁の一部不具合が観察された。
- ・ 急速ろ過池の洗浄操作のための自動制御機能が全て故障している。
- ・ 流量計は全て故障している。
- ・ 破損等不具合がある部分については、配管、配線以外は、国内での部品調達は困難である。

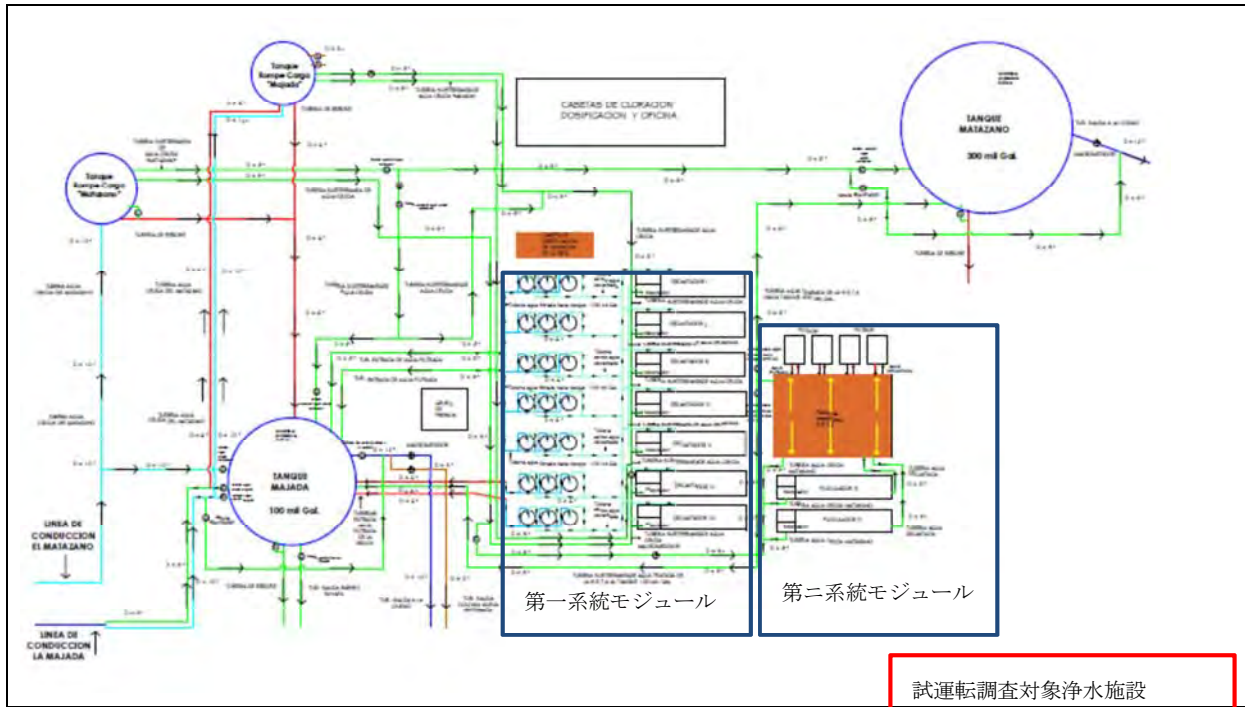


図 1 既存浄水場模式図

表 3 既存浄水場の点検調査結果

施設・設備名	現在の仕様	台数	設置年度	点検調査結果	
着水井	マハダ川系 マタサノ川系	20m <sup>3</sup> 75m <sup>3</sup>	1 池 1 池	1997* 1997*	・ 特に支障なし
凝集用薬品注入設備	第一系統 凝集用薬品貯蔵槽 RC 製 -凝集剤 -凝集補助剤 -アルカリ剤 薬品注入ポンプ	3.4m <sup>3</sup> 2.4m <sup>3</sup> 2.3m <sup>3</sup>	1 槽 1 槽 1 槽 7 台	1997	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 薬品注入配管(薬品注入ポンプ～凝集池)の一部欠損</li> <li>・ その他、試運転に支障のある重大な機械的故障等はない。</li> <li>・ 使用実績なし</li> </ul>
	第二系系統 凝集用薬品貯蔵槽 ポリプロピレン製 -凝集剤 -凝集補助剤 -pH 調整剤 薬品注入ポンプ	1m <sup>3</sup> 1m <sup>3</sup> 1m <sup>3</sup>	2 槽 2 槽 2 槽 3 台	2004	
凝集池・沈殿池	第一系統 5 系列(No1~5) (Becox/Veolia 製),鋼製 1 系列当り [凝集池] - 混和池 2.2 m <sup>3</sup> - フロック形成池 - 1.4mW×2.8mL×1.10mH=4.3m <sup>3</sup> [沈殿池]傾斜板付 1.5mW×8.4mL=12.6m <sup>2</sup>	25L/s/ 系列	5 池	1997	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 試運転に支障のある重大な機械的故障等はない。</li> <li>・ 第一系統No4の凝集・沈殿池より排泥弁の接続部から漏水があり、水密性不良</li> </ul>
	第一系統 2 系列(No6~7) [凝集池] - 混和池 2.2 m <sup>3</sup> - フロック形成池 - 1.4mW×2.8mL×1.10mH=4.3m <sup>3</sup> [沈殿池]傾斜板付 1.5mW×8.4mL=12.6m <sup>2</sup>	25L/s/ 系列		2000	

添付図書 5 : 既存浄水場試運転調査

施設・設備名	現在の仕様	台数	設置年度	点検調査結果	
	第二系統 2 系列(No1~No2) (SETA 製),鋼製 1 系列当り [凝集池] - 混和池 1.2 m <sup>3</sup> - フロック形成池 - 2.0mW×3.7mL×1.85mH=13.7m <sup>3</sup> [沈殿池]傾斜板付 1.8mW×6.7mL=12.0m <sup>2</sup>	25L/s/ 系列	2 池	2004	・ 急速攪拌機、急速攪拌、緩速攪拌の仕切り壁がない ・ 使用実績なし
急速ろ過池	第一系統 5 系列(No1~5) (Becox/Veolia 製)、鋼製、圧力式、縦型 1 系列当りろ過タンク 3 台 1 タンク当りろ過面積 2m <sup>2</sup> 第一系統 2 系列(No6~7) (Becox/Veolia 製)、鋼製、圧力式、縦型 1 系列当りろ過タンク 3 台 1 タンク当りろ過面積 2m <sup>2</sup>	25L/s/ 系列	15 台	1997	・ No6 系列(3 台)のろ過砂層厚の不足 ・ 洗浄操作のための自動制御機能が全て故障 ・ 流量計は全て故障 ・ モジュール (No2,3,5 系列)の浄水操作及び逆洗操作のための空気作動弁の故障により運転できない ・ 使用実績なし
		25L/s/ 系列	6 台	2000	
	第二系統 2 系列(No1~4) (SETA 製)、鋼製、圧力式、横型 1 系列当りろ過タンク 2 台 1 タンク当りろ過面積 3.7m <sup>2</sup>	25L/s/ 系列	4 台	2004	
配水池	マハダ配水池、円形、RC 造 マタサノ配水池、円形、RC 造	378m <sup>3</sup> 1136m <sup>3</sup>	1 池 1 池	1984 1999	
消毒設備	塩素注入機、液化塩素		1 式	1997 2004	
管理用建物	コンクリートブロック造		1 棟	1997	
受変電設備			1 式	1997*	
自家発電設備	287.5kVA, ディーゼル ディーゼル		1 台 1 台	1997* 2004*	

\*調査団の推定

## 2.2 運転調査

第一系統 No.6 モジュールを運転対象として選定した。当初運転調査計画では第一系統全 7 モジュールの運転（浄水操作及び逆洗操作を含む）を行うことを予定したが、点検調査により自動制御機能が全て故障していることが判明したこと、手動によるオペレーター人員配置(現在 5 人によるシフト勤務)に制約があること、その他配水への影響等を勘案し、急速ろ過池の浄水操作(逆洗操作含む)のための空気作動弁の故障により運転できないモジュール(No2,3,5 系列)を除き、SAC と協議上、比較的状態の良い No6 系列のモジュールで試運転を実施することとした。

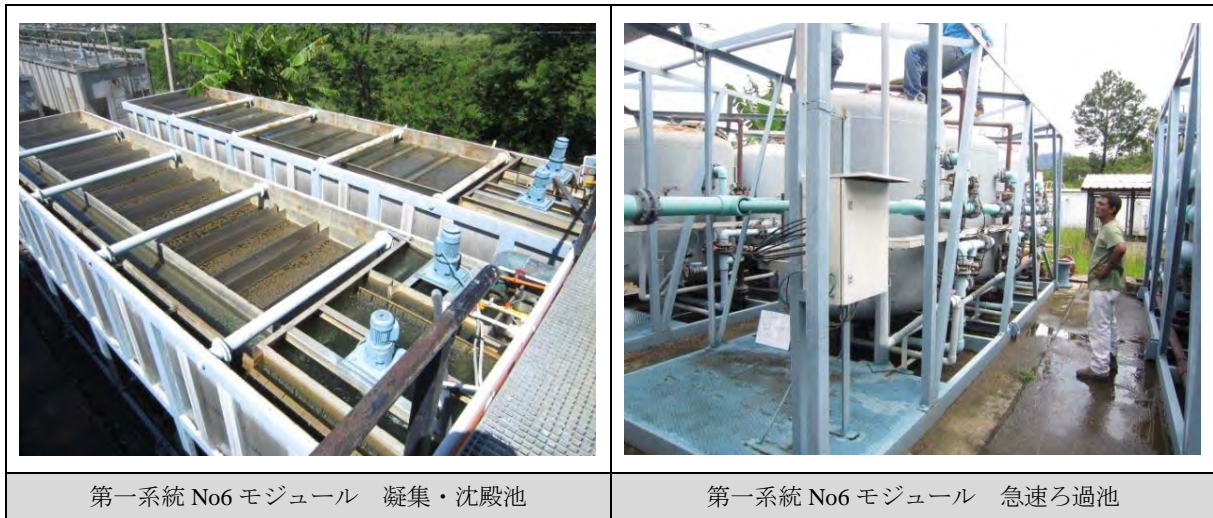


写真1 コマヤグア市浄水場試運転調査対象浄水施設

### 2.3 浄水処理性

原水、沈殿後、砂ろ過後の水質測定結果を表4に示す。調査期間における原水濁度が低濁度<sup>2</sup>であったため、砂ろ過処理水において、ホンジュラス国水道水質基準である濁度：5NTU を満足した結果となった。ただし、推奨値濁度：1NTU は満足していない。実績浄水量は 20.46 L/S であった。

濁質除去における凝集・沈殿池と急速ろ過池の負担割合は概ね 30 %、70 % となっており<sup>3</sup>、濁質除去において効果的な凝集・沈殿ができていないことが示唆される。

表4 原水、沈殿後水及び砂ろ過処理水の濁度

	原水濁度(NTU) A	沈殿後水(NTU) B	砂ろ過後水 (NTU)C	沈殿池除去率 1-B/A (%)	総除去率 1-C/A (%)
平均	5.12	3.79	1.48	25.9	71.1
最大	21.6	17.2	4.3	20.4	80.0
最小	1.37	1.18	0.32	13.9	76.6

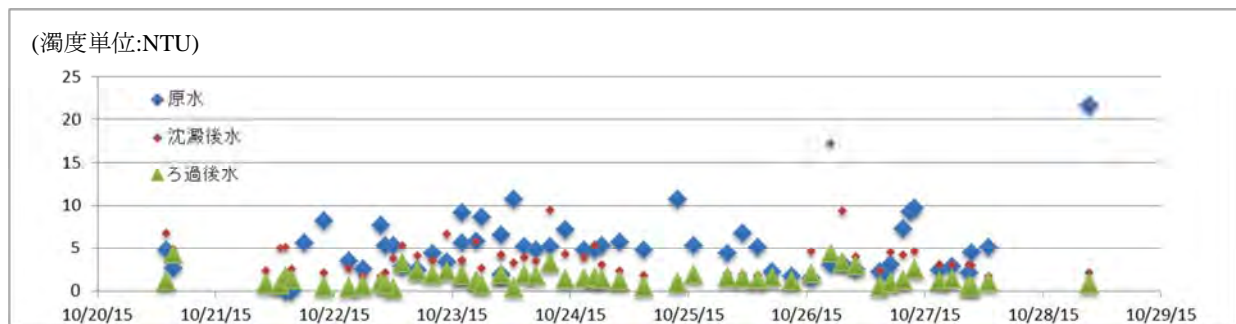


図2 原水、沈殿後水及び砂ろ過処理水の濁度

一方、コマヤグア市に隣接するシグアテペケ市グワトロ浄水場に設置されている同型の浄水施設の浄水状況を調査した結果、表5に示すとおりであった。浄水能力 25 L/S、実績浄水量は 14 L/S であり、洗浄操作等は自動制御装置が故障しており、手動操作にて行われていた。

<sup>2</sup> 降雨時取水堰で原水濁度状況を目視で確認し、高い状況にあれば水源の取水停止を行っている。

<sup>3</sup> 沈殿、ろ過工程各々の除去率は原水濃度により変化するが、ろ過工程での除去率は最大でも 50%以下、通常は 10%前後である。

コマヤグア市の原水濁度に比較して、平均原水濁度 48.9 NTU と高い濁度であり、砂ろ過後水濁度は 8.4NTU となっており、ホンジュラス国水道水質基準である濁度：5 NTU を満足していないことが分かった。

表 5 シグアテペケ市グワトロ浄水場の原水、沈澱後水及び砂ろ過処理水の濁度

	原水濁度(NTU) A	沈澱後水(NTU) B	砂ろ過後水 (NTU)C	沈澱池除去率 1-B/A (%)	総除去率 1-C/A (%)
平均	48.9	19.9	8.4	59.3	82.8
最大	185	164	12.5	11.4	93.2
最小	20.8	9.6	4.0	53.8	80.8

注)調査期間:2015年10月20日～26日



写真 2 シグアテペケ市グワトロ浄水場に設置されている同型の浄水施設

## 2.4 凝集操作の適切さの評価

### (1) フロックの形成状況及びフロック沈降性

原水中の濁質のうち、粒子径が  $10^3\text{mm}$  以下のコロイド粒子となるとほとんど沈降せず、急速ろ過では捕捉することもできない。急速ろ過方式では濁質を効果的に除去するために前段の処理として、凝集操作によってコロイド状の濁質をフロック化し、沈澱池や急速ろ過で捕捉できるようにすることが不可欠の要件になる。このために良好なフロックを効果的に形成させるために凝集工程の設置が必要である<sup>4</sup>。

混和井とフロック形成池から構成される凝集池における凝集処理を確認するため、ジャーテストにより凝集剤(硫酸アルミニウム)の注入率を決定し、これを注入した後、フロック形成槽から採水し、フロックの形成状況及び沈降性を測定した結果を表 6 に示す。

フロックは全く形成されておらず、フロック界面も確認できなかった。運転調査期間中に測定した結果は、全て同様な結果であった。

<sup>4</sup> 日本水道協会、水道施設設計指針

原因として、フロック形成槽の容量は4.3m<sup>3</sup>であり、フロック形成の標準滞留時間20～40分間<sup>5</sup>に対し、実浄水量に対し4分(公称能力浄水量に対し3分)と不足しており、フロック形成効果は著しく低下していると考えられる。

表6 フロックの形成状況及び沈降性の一例

No	採水時間/経過時間	界面の高さ(ml)	フロックのサイズ(mm)
1	2015年10月26日(月) 10:10 (0min)	1000	0.3未満
	10:20 (10min)	1000	0.3未満
	10:30 (20min)	1000	0.3未満
	10:40 (30min)	1000	0.3未満
2	13:10 (0min)	1000	0.3未満
	13:20 (10min)	1000	0.3未満
	13:30 (20min)	1000	0.3未満
	13:40 (30min)	1000	0.3未満
3	15:10 (0min)	1000	0.3未満
	15:20 (10min)	1000	0.3未満
	15:30 (20min)	1000	0.3未満
	15:40 (30min)	1000	0.3未満

			
10:10	10:20	10:30	10:40

左から原水、フロック形成槽、沈澱後水、ろ過後水の一例

写真3 No1 フロックの形成状況及び沈降性の一例

## (2) ジャーテスト

調査期間内の原水を用いてジャーテストを実施し、SACが保有する浄水プラントの運転マニュアルにある凝集剤注入率の適切さを検証した。なお、ジャーテストはシグアテペケのSANAA依頼し実施した。

ジャーテストの結果を以下に示す。実験期間中に実施したジャーテストの原水濁度は2.3～3.9NTUであった。このときジャーテストにより得られた硫酸アルミニウムの最適注入率は、4～8mg/Lの範囲であった。

表7 ジャーテスト結果

実験日	原水水質				ジャーテスト結果		
	pH	アルカリ度 (mg/L)	濁度 (NTU)	色度 (CU)	最適注入率 (mg/L)	残留濁度 (NTU)	残留色度 (CU)
10/20	8.5	74.2	3.5	7.5	7	2.7	2.5
10/26	8.2	62.9	2.3	7.5	6	2.1	2.5
10/26	8.1	データなし	3.9	7.5	8	1.9	5.0
10/27	8.2	72.2	3.8	7.5	4	2.3	5.0
10/28	8.3	データなし	3.6	8.0	4	1.5	5.0

<sup>5</sup> 日本水道協会、水道施設設計指針

運転マニュアルに記載されている凝集剤（硫酸アルミニウム）の注入率は、以下のとおりである。

表 8 凝集剤注入率

濁度 (NTU)	色度 (CU)	凝集剤注入率 (mg/L)
1～5	1～15	3
6～15	16～30	5～10
16～40	31～60	15

(浄水プラント運転マニュアルより抜粋)

運転マニュアルにある凝集剤注入率とジャーテストで得られた最適注入率を比較すると、マニュアルに指定されている注入率（3 mg/L）より高い注入率（4～7 mg/L）が必要となることが分かった。したがって、マニュアルにある運転条件では最適な運転が行えない可能性がある。

## 2.5 浄水処理量

砂ろ過処理後の浄水量を SAC 所有の超音波流量計により測定した結果を表 9 に示す。公称 25 L/S の 80 % に相当する 20.46 L/S であった。この浄水処理量は、急速ろ過池(タンク 3 台)を 1 日 1 回の頻度で洗浄時間も含めた平均値である。

なお、既存施設には原水量の調整機構はなく、仕切り弁操作で行う必要があった。原水流量の均等流入は行うことは実質不可能と考えられる。

なお、ろ層の洗浄操作は、1 池ずつ排水、空気洗浄、逆流洗浄の 3 段階で行われ、逆流洗浄の洗浄時間中は隣接するろ過タンクからの洗浄水量を用いて洗浄するため、浄水処理はできない機構となっている。



写真 4 浄水処理量の計測状況

表 9 浄水処理量 (1 系列当り)

	平均浄水量(L/s)	m <sup>3</sup> /日
10/20	25.38	2,193
10/21	24.00	2,073
10/22	23.91	2,066
10/23	18.69	1,615
10/24	10.44	902



	平均浄水量(L/s)	m <sup>3</sup> /日
10/25	23.35	2,018
10/26	19.80	1,711
10/27	18.29	1,580
10/28	20.27	1,751
平均	20.46	1,768

## 2.6 ろ層洗浄操作の手順及び所要時間

### (1) 洗浄頻度

急速ろ過池のろ過圧を測定し、逆洗頻度及逆洗時間を評価した。ろ過圧は、概ね 24 時間で 25～30 psi (≒0.21 Mpa)<sup>6</sup> となり、低濁度時の運転であったが、ろ層の洗浄操作が 1 日 1 回の必要と判断された。高濁度の場合には洗浄頻度を多くする必要があると考えられる。

一方、シグアテペケ市グワトロ浄水場の同型浄水施設の洗浄頻度は、雨季は 8 時間毎、乾季は 12 時間毎、このほか浄水量が 11 L/S を下回った場合に逆洗を手動により実施する。逆洗前は 20～30 psi (≒0.14～0.21 Mpa) まで圧力が上昇する。

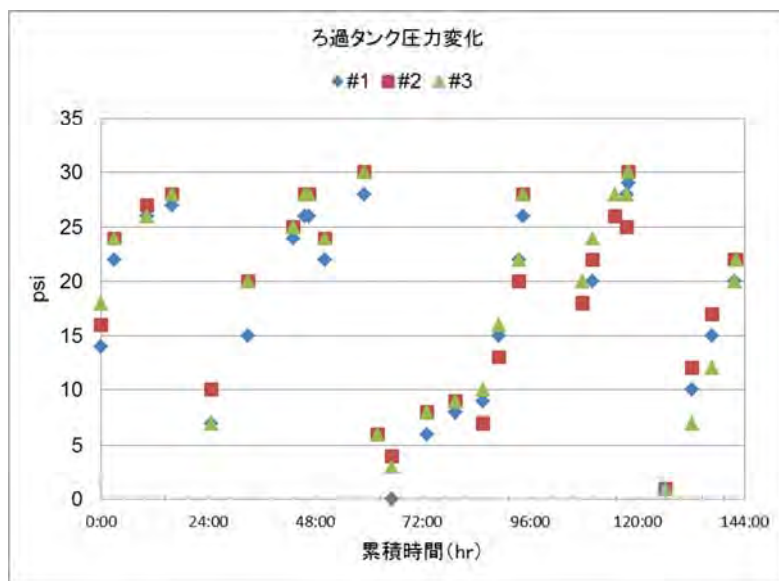


図 4 ろ過タンク圧力変化

### (2) ろ層洗浄の操作手順及び所要時間

ろ層洗浄の操作手順及び所要時間は、運転マニュアルに従うとろ過タンク 1 台当たり、原水流入の停止・排水 6 分間、空気洗浄 8 分間、逆流洗浄 10 分間の計 24 分間であった。

洗浄時排水の濁りの状況から、清澄な排水となるのは 10 分から 15 分程度であったことから、ろ層の洗浄操作の所要時間は、原水濁度の状況等にもよるが低濁度時でも 30 分程度必要(1 モジュール当たり 90 分)と考えられた。シグアテペケ市グワトロ浄水場では、洗浄操作は排水 6 分、空気洗

<sup>6</sup> 1 psi (重量ポンド毎平方インチ)= 6.89 kPa

浄 8 分、水逆洗 6 分行われている。

上記のことから、第一系統及び第二系統全 9 系列の急速ろ過池の洗浄操作に必要な時間は、低濁度時で 810 分(13.5 時間)、高濁度時ではそれ以上の作業時間が必要になる。よって、運転操作全体に与える影響は大きく、相当な労働量になると考えられる。

## 2.7 結論

既存浄水処理施設を現状の運転方法で運転することにより、処理能力(濁質除去能力、処理水量)等を確認した結果、以下の理由から既存浄水施設は使用不可と判断される。

### 1) 所定の浄水処理能力が確保できない

- 浄水処理量、処理水質とも所定の浄水能力 25 L/S, ホンジュラス水質基準 5 NTU を満足できない。
- 一般に、圧力式ろ過機は鋼板製等の密閉タンクの場合が多く、土木構造物でないため現場での工期が短縮できること、ポンプ圧を利用するので場内の水理的制約を受けないこと、運転操作が簡単であることから、比較的小規模な浄水場や、沈澱池を省略できるような原水を対象にしたところで使用されている。しかし、本浄水場は、小規模浄水場とは言えず、また沈澱池を省略できるような原水の水質が良好で長期的に安定しているとは言えないことから、この浄水システムは、原水特性(水質条件、濁度変動)に適していない。
- フロック形成池の滞留時間が少なく、7~14 倍程度の容量が必要である。また、ろ過速度が大きく、安定したろ過水と維持管理上からみて必要なろ過継続時間を得ることができない。さらに、ろ層中に捕捉されたフロックを剥離流出させるおそれもある。所定の浄水量を確保する場合 2.3 倍のろ過面積が必要になる。
- 上記から、フロック形成のための緩速攪拌、ろ過等の主要な処理工程の設計に変更を加える必要があるため、現状のパッケージ内で改修は困難で既存施設を廃棄して新たな浄水施設を設置することが必要になる。

### 2) 浄水操作が極めて困難である

- 原水の均等流入の分配機能がない。原水流量の均等流入は行うことは実質不可能と考えられる。
- 9 系列全体の浄水操作を行うとした場合、ろ層の洗浄操作は低濁度 1 日 1 回、高濁度時 1 日 1 回以上必要と考えられ、運転操作に現状人員の約 3 倍の体制が必要と想定される。

## 土質調査

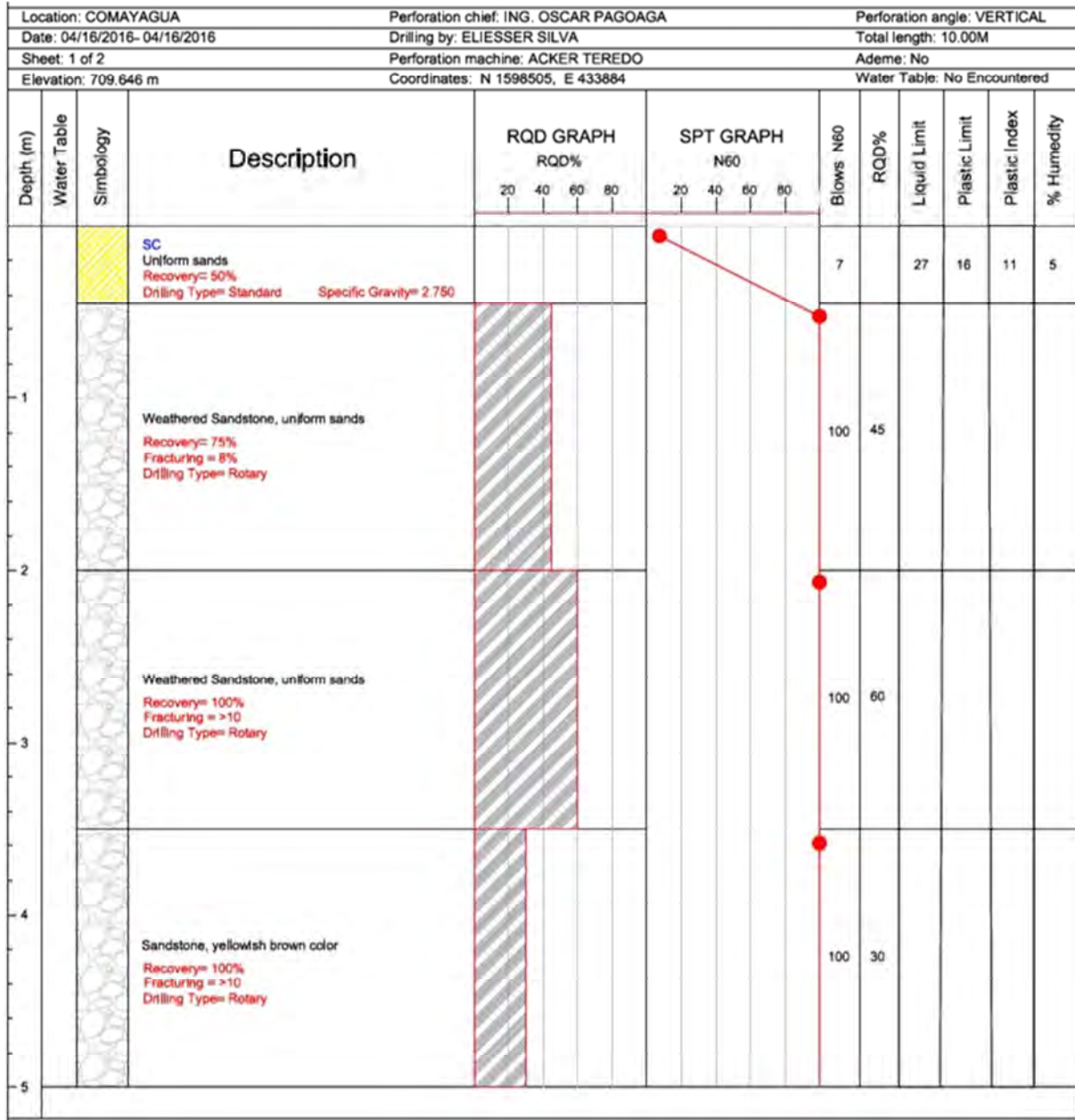
## (1)調査地点



Sounding	N Coordinate	E Coordinate	Elevation (m)
B-1	1598505	433884	709.646
B-2	1598516	433845	708.748
B-3	1598524	433805	693.006
B-4	1598530	433892	698.187
B-5	1598544	433852	699.267
B-6	1598551	433814	687.299
B-7	1598586	433901	679.982
B-8	1598586	433864	685.546
B-9	1598599	433828	680.12
B-10	1598578.56	433762.055	669.882

(2)土質柱状図

B-1(1/2)



B-1(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/16/2016- 04/16/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No									
Elevation: 709.646 m		Coordinates: N 1598505, E 433884		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 80% Fracturing = 4% Drilling Type= Rotary	80	100	100	80						
7			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 90% Fracturing = 3% Drilling Type= Rotary	90	100	100	90						
8			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 100% Fracturing = 2% Drilling Type= Rotary	100	100	100	100						
9			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 100% Fracturing = 2% Drilling Type= Rotary	100	100	100	100						
10													

B-2(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/16/2016- 04/17/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 7.00 M									
Elevation: 708.748 m		Coordinates: N 1598516, E 433845		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
1			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					8					
2			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					32					
3		SC	Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.631					34	29	17	12	12	
4			Rock clasts, embedded in clay, light brown color. Recovery= 50% Drilling Type= Rotary					100					
5			Rock clasts, embedded in clay, light brown color. Recovery= 85% Drilling Type= Rotary					100					

B-2(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL							
Date: 04/16/2016- 04/17/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M							
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 7.00 M							
Elevation: 708.748 m		Coordinates: N 1598516, E 433845		Water Table: No Encountered							
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH RQD%	SPT GRAPH N60	Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
6			SC Loamy sand hardened, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.620		●	49		33	16	17	12
7			Loamy sand hardened, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard		●	59					
8			SC Loamy sand hardened, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.717		●	20		33	16	17	10
9			Altered rock - recovery Recovery= 100% Drilling Type= Rotary		●	100					
10			Altered Rock, gravels, fines, sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary		●	100					

B-3(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/18/2016- 04/18/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 8.00 M									
Elevation: 693.006 m		Coordinates: N 1598524, E 433805		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%		N60							
1			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					21					
2		SC	Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.641					31	44	21	23	16	
3		SC	Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.636					16	32	20	12	12	
4			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					18					
5			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					18					



B-3(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/18/2016- 04/18/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 8.00 M									
Elevation: 693.006 m		Coordinates: N 1598524, E 433805		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					27					
7			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					37					
8			SC Loamy sand hardened, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.618					34	25	16	9	10	
9			Uniform sands Recovery= 100% Drilling Type= Standard					32					
10			Altered rock, uniform sands Recovery= 60% Drilling Type= Rotary					100					






B-4(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/14/2016- 04/17/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No									
Elevation: 698.187 m		Coordinates: N 1598530, E 433892		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
1			Uniform sands, light brown color-Altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Standard					10					
2		SC	Uniform sands, light brown color- Altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.762					66		28	17	11	3
3		SC	Uniform sands, light brown color-Altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.748					100		29	14	15	4
4			Altered rock clasts, uniform sands, and light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
5			Altered rock clasts, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-4(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/14/2016- 04/17/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No									
Elevation: 698.187 m		Coordinates: N 1598530, E 433892		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Altered rock clasts, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
7			Altered rock clasts, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
8			SP Fine sands, embedded in clay, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.780					100		NP	NP	NP	2
9			Altered rock - recovery Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
10			Altered rock, gravels, fines, sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-5(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/21/2016- 04/23/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No									
Elevation: 699.267 m		Coordinates: N 1598544, E 433852		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%		N60							
1			Hardened clay, brown color Recovery= 100% Drilling Type= Standard					9					
2			CL Hardened clay, brown color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.680					27		30	20	10	4
3			SC Uniform sands, light brown color-Altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.612					100		24	12	12	1
4			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
5			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-5(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL														
Date: 04/21/2016- 04/23/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M														
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No														
Elevation: 699.267 m		Coordinates: N 1598544, E 433852		Water Table: No Encountered														
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH				SPT GRAPH				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity	
				RQD%				N60										
				20	40	60	80	20	40	60	80							
6			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100						
7			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100						
8		SM	Fine sands, embedded in clay, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.684									100	NP	NP	NP	1		
9			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100						
10			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100						

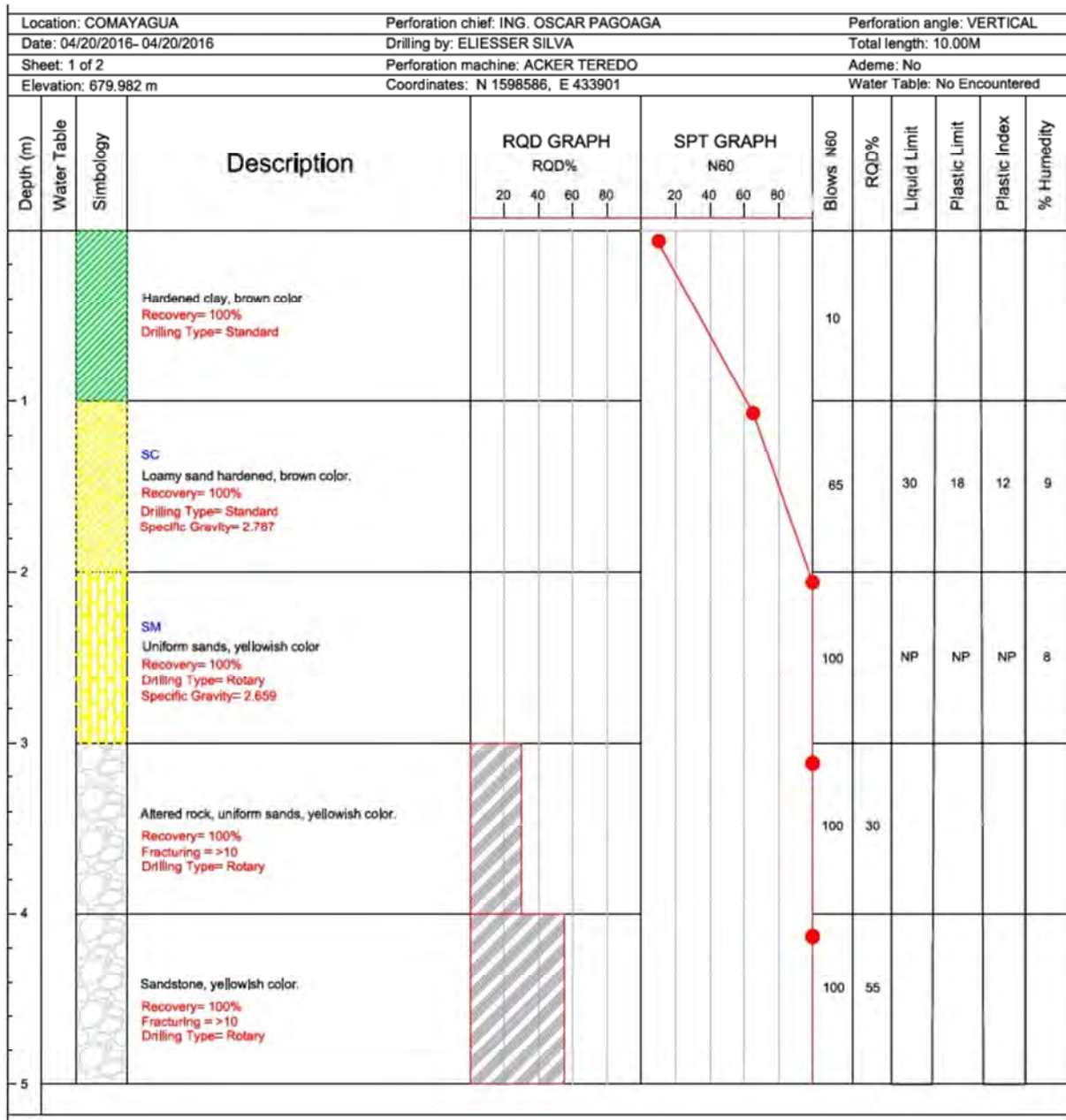
B-6(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL													
Date: 04/19/2016- 04/19/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M													
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 7.00 M													
Elevation: 687.299 m		Coordinates: N 1598551, E 433814		Water Table: No Encountered													
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity				
				RQD%		N60											
				20	40	60	80	20	40	60	80						
1			Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					11									
2			Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					31									
3			SC Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.616					28		27	17	10	10				
4			Hardened clay, uniform sand, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					37									
5			Hardened clay, uniform sand, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					56									

B-6(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/19/2016- 04/19/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 7.00 M									
Elevation: 687.299 m		Coordinates: N 1598551, E 433814		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Rock bolones with uniform sand Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
7			SC Uniform sand, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.641					91		22	13	9	7
8			Uniform sand, yellowish color, altered rock. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
9			Uniform sand, yellowish color, altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
10			Uniform sand, yellowish color, altered rock. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-7(1/2)










B-7(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/20/2016- 04/20/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No									
Elevation: 679.982 m		Coordinates: N 1598586, E 433901		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Sandstone, yellowish color. Recovery= 100% Fracturing = 7% Drilling Type= Rotary					100	80				
7			Sandstone, yellowish color. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary					100					
8			Sandstone, gray color, very fractured. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary					100	15				
9			Sandstone, gray color, very fractured. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary					100	20				
10			Sandstone, gray color, very fractured. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary					100	30				

B-8(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/13/2016- 04/19/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 4.50 M									
Elevation: 685.546 m		Coordinates: N 1598586, E 433864		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%		N60							
1			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard					5					
2		SM	Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.697					30		NP	NP	NP	6
3		SC	Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.714					69		26	14	12	6
4			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
5			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-8(2/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/13/2016- 04/19/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 4.50 M									
Elevation: 685.546 m		Coordinates: N 1598586, E 433864		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
7			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
8			SP Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.646					100	NP	NP	NP	1	
9			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
10			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-9(1/2)






Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/13/2016- 04/20/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No									
Elevation: 680.12 m		Coordinates: N 1598599, E 433828		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%		N60							
1			<b>SM</b> Loamy sand hardened, brown color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.705					12		53	30	23	11
2			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard					79					
3			<b>SC</b> Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.704					100		32	18	14	1
4			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					
5			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-9(2/2)






Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL													
Date: 04/13/2016- 04/20/2016		Drilling by: GENARO CRUZ		Total length: 10.00M													
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: No													
Elevation: 680.12 m		Coordinates: N 1598599, E 433828		Water Table: No Encountered													
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH				SPT GRAPH				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%				N60									
6			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard									99					
7			SC Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.700									87	28	15	13	10	
8			SC Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.651									93	27	15	12	7	
9			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard									94					
10			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					

添付図書 6 : 土質調査

B-10(1/2)

Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/21/2016- 04/21/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 1 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 6.00 M									
Elevation: 669.882 m		Coordinates: N 1598578.56, E 433762.055		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
1			Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					9					
2			Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					6					
3			GC Gravel, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.651					4	28	14	14	22	
4			Hardened clay, uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					3					
5			Hardened clay, uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard					9					

B-10(2/2)

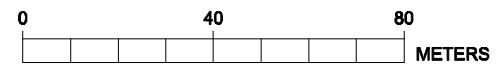
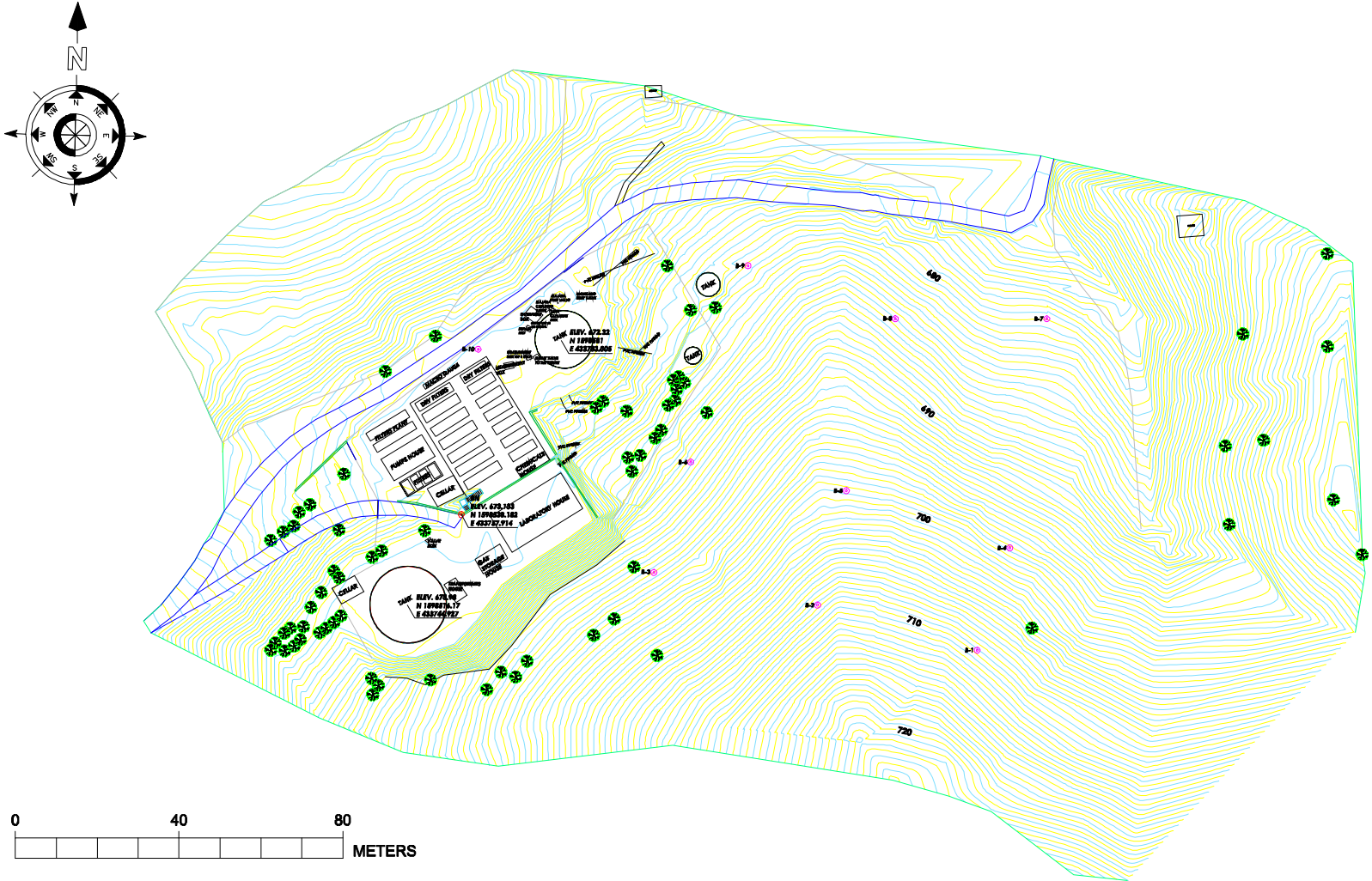
Location: COMAYAGUA		Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA		Perforation angle: VERTICAL									
Date: 04/21/2016- 04/21/2016		Drilling by: ELIESSER SILVA		Total length: 10.00M									
Sheet: 2 of 2		Perforation machine: ACKER TEREDO		Ademe: 6.00 M									
Elevation: 669.882 m		Coordinates: N 1598578.56, E 433762.055		Water Table: No Encountered									
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH		SPT GRAPH		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%	N60								
6			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard				38						
7			Uniform sand, yellowish color, altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Rotary				100						
8			Uniform sand, yellowish color, altered rock. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary				100						
9			SW-SM Uniform sand, yellowish color, rock clasts. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.663				100		NP	NP	NP	1	
10			Uniform sand, yellowish color, rock clasts. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary				100						





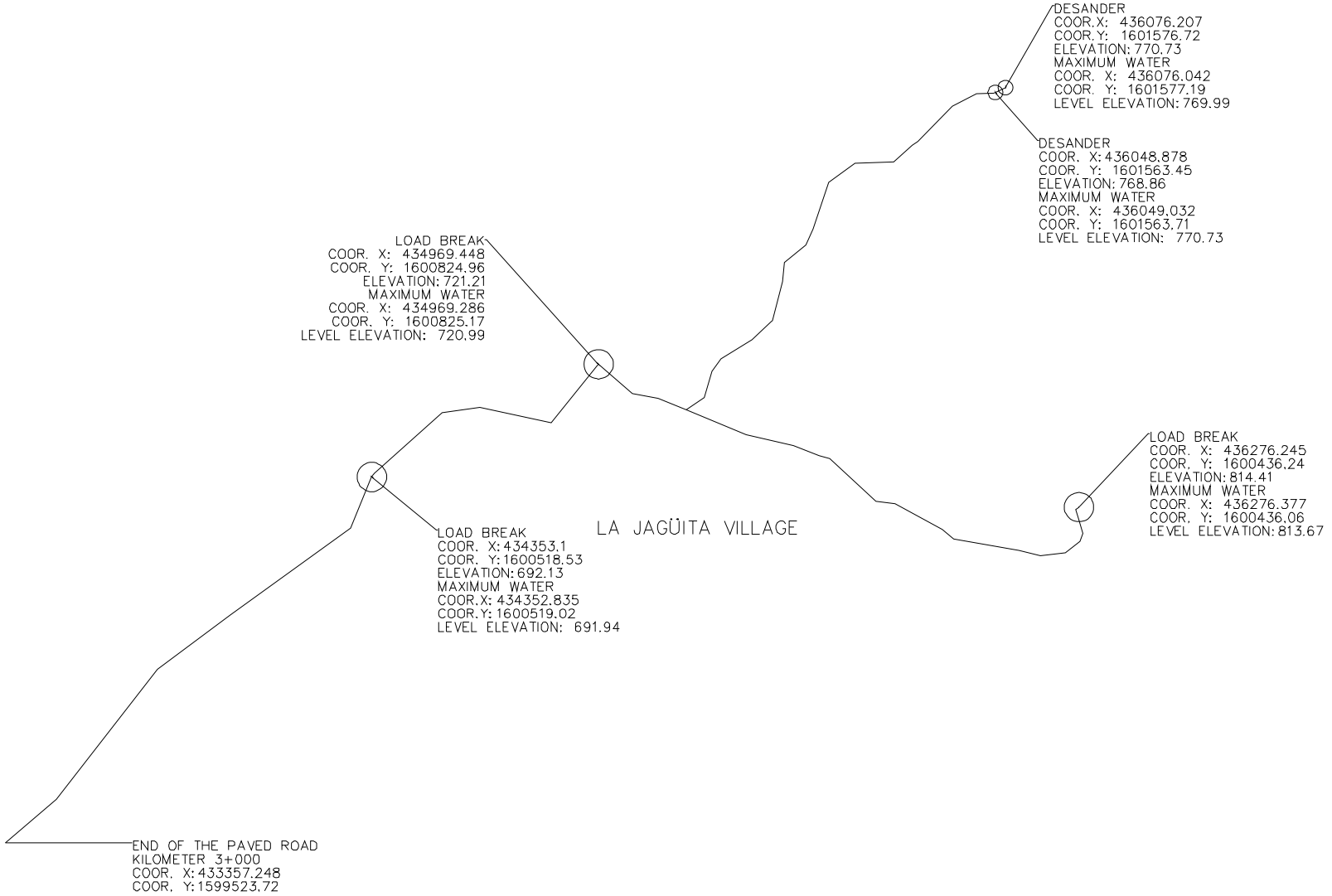
測量調査

(1)平面測量



SYMBOLGY	
	Tree
	BN
	Street
	Property Limit
	Wall
	Drilling
	Topographical points
	Several Objects

(2)水準測量






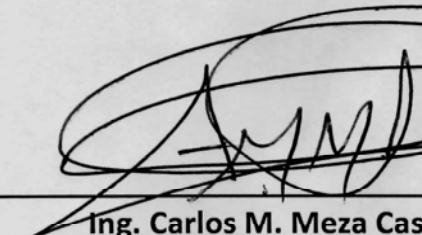
★ ★ ★ ★ ★  
INSTITUTO NACIONAL  
DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO FORESTAL  
ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE

## CONSTANCIA

El suscrito Jefe de la Oficina Regional Comayagua del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y vida Silvestre (ICF), mediante la presente hace constar, que en el sitio y alrededores de la planta de tratamiento de aguas de Comayagua no se tiene ningún reporte de Flora y Fauna en peligro de extinción.

La ubicación de proyecto se encuentra en las coordenadas X: 433819 Y: 1598413 tomadas en NAD 27. El sitio se encuentra en el casco urbano del municipio de Comayagua por lo que se considera que no es un sitio de importancia para la vida silvestre, en el lugar se observa la presencia solamente de matorrales.

Para fines que el interesado estime conveniente se extiende la presente en el municipio de La Paz, departamento de La Paz a los veinticinco días del mes Julio del año dos mil dieciséis.



**Ing. Carlos M. Meza Castillo**  
**Jefe Oficina Regional Comayagua**  
**ICF**

CC. Archivo.



Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas  
Dirección General de Evaluación y Control Ambiental  
Categorización de Proyecto

GOBIERNO DE LA  
REPÚBLICA DE HONDURAS



SECRETARÍA DE ENERGÍA,  
RECURSOS NATURALES,  
AMBIENTE Y MINAS

Página 1 de 1  
Informe Técnico No. 0904/2016

**CASO: SOLICITA CATEGORIZACIÓN DE PROYECTO MEJORAS Y AMPLIACIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

**CÓDIGO: 2016-CO-202.**

**PROPONENTE: ALCADIA MUNICIPAL DE COMAYAGUA**

**OBJETIVO: ANALISIS DE LA INFORMACION PRESENTADA.**

**RESULTADOS:**

1. El 26 de mayo del 2016, la Apoderada Legal de la Alcaldía Municipal de Comayagua presenta solicitud de Categorización Ambiental del Proyecto Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable, ya que las obras que se proponen realizar no aparecen en la Tabla de Categorización Ambiental Vigente (Acuerdo Ministerial No. 016-2015), basándose la presente solicitud en el artículo No. 29 del Reglamento del SINEIA (Acuerdo Ejecutivo No. 008-2015).
2. El proyecto se ubica al este de la Ciudad de Comayagua, contiguo a la planta potabilizadora actual, en la zona conocida como la Majada aproximadamente a 2.8 kilómetros (2,800 metros) del centro de la Ciudad.
3. Según documentación presentada el proyecto consiste en la Ampliación de la Planta Potabilizadora de Agua, con capacidad de tratamiento mínimo de 15,000 y máximo 21,000 m<sup>3</sup> por día. Construcción de un tanque para el almacenamiento de agua con capacidad de 6,400 m<sup>3</sup>. El área a utilizar del proyecto es de aproximadamente 5,000 m<sup>2</sup>, contiguo a la planta potabilizadora actual.

**CONCLUSIONES:**

1. Revisada y analizada la información presentada en el expediente No. 2016-CO-202 para el desarrollo del proyecto "**Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable**", en vista que el mismo consiste solamente en la ampliación de planta potabilizadora y construcción de tanque para el almacenamiento de agua y estas son obras de construcción a criterio técnico se deberá Categorizar el proyecto en el **Sector 10: Infraestructura, Construcción y Vivienda, Subsector B: Construcción, Actividad: Otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector, Descripción: Construcciones diversas como túneles, muros de contención, reubicación de estructuras, y otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.**
2. El Proponente deberá ingresar la solicitud de licenciamiento ambiental a través del nuevo proceso de Licenciamiento Ambiental Simplificado, asimismo deberá preparar los requisitos técnicos y legales exigidos por esta Secretaría de Estado.

Dado en la Ciudad de Tegucigalpa, M.D.C., a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis.

  
Ing. José Luis Matamoros  
Analista Ambiental

  
Vo. Bc. Lio. Edis López  
Asistente



Dirección de Evaluación y Control Ambiental

**DICTAMEN TÉCNICO**  
**No. 0904/2016**

**SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE. DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL.** Tegucigalpa, M.D.C., a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis. Visto para emitir Dictamen Técnico referente a la solicitud de Categorización para el desarrollo del proyecto **“Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable”**, con Expediente No. 2016-CO-202, ubicado en el Municipio de Comayagua, Departamento de Comayagua,; esta Dirección General dictamina lo siguiente:

Después del análisis del Informe Técnico No. 0904/2016 de fecha veintidós de junio del año dos mil dieciséis, realizado por el Analista Ambiental José Luis Matamoros, se concluye lo siguiente:

1. Revisada y analizada la información presentada en el expediente No. 2016-CO-202 para el desarrollo del proyecto **“Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable”**, en vista que el mismo consiste solamente en la ampliación de planta potabilizadora y construcción de tanque para el almacenamiento de agua y estas son obras de construcción a criterio técnico se deberá Categorizar el proyecto en el **Sector 10: Infraestructura, Construcción y Vivienda, Subsector B: Construcción, Actividad: Otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector, Descripción: Construcciones diversas como túneles, muros de contención, reubicación de estructuras, y otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.**
2. El Proponente deberá ingresar la solicitud de licenciamiento ambiental a través del nuevo proceso de Licenciamiento Ambiental Simplificado, asimismo deberá preparar los requisitos técnicos y legales exigidos por esta Secretaría de Estado.

Por lo anterior esta Dirección General se manifiesta de entera conformidad con el contenido del mismo, teniendo éste como Dictamen Técnico y lo expresado en el documento referido visto como propio de esta Dirección General.


**LIC. GLADYS VERÓNICA ALMENDÁREZ**  
**ASISTENTE**

**DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL**  
**Acuerdo de delegación No. 0396-2016 de fecha 10 de mayo del 2016**

**SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE ENERGÍA, RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS. DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL.** Tegucigalpa, M.D.C., a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis. Habiendo cumplido lo ordenado en la providencia de fecha veintisiete de mayo del año dos mil dieciséis, se remiten las presentes diligencias a Secretaría de Estado para la continuación del trámite correspondiente.


**LIC. GLADYS VERÓNICA ALMENDÁREZ**



PRESENTADO EN FECHA VEINTICUATRO DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL DIECISEIS SIENDO LAS DIEZ CON TREINTA Y DOS MINUTOS DE LA MAÑANA, PROCEDENTE DE LA DIRECCION GENERAL DE EVALUCION Y CONTROL AMBIENTAL (DECA).

  
NARCISO E. MANZANARES  
SECRETARIO GENERAL.



SECRETARIA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE ENERGIA, RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS.- Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central, veinticuatro de Junio del año dos mil dieciséis.

Téngase por recibidas las presentes diligencias procedente de la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA), quien se pronuncio mediante Informe y Dictamen Técnico N0. 0904/2016 de fecha veintidós de junio del año dos mil dieciséis, en consecuencia, póngase a la disposición de la Abogada **KRISTA K. RUBI RODRIGUEZ**, Apoderada Legal de la Alcaldía Municipal del Municipio de Comayagua Departamento de Comayagua, Titular del Proyecto **MEJORAS Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**, para que se entere de su contenido y proceda retirar el Informe y dictamen Técnico No. 0904/2016 emitido por la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA) dejando copia del mismo para archivo Artículos 23, 24, 25, 48 de la Ley de Procedimientos Administrativos. Firma por delegación según acuerdo No. 0240--2015. De fecha veinte de febrero del año dos mil quince. **NOTIFIQUESE .**

  
NARCISO E. MANZANARES  
SECRETARIO GENERAL.



SECTOR	SUBSECTOR	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	CBL-3	CÓDIGO	Categoría			
						1	2	3	4
SECTOR 10. INFRAESTRUCTURA, CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA	B. Construcción	011. Construcción de edificios para terminales aéreas, hangares y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	Construcción de edificios para terminales aéreas, hangares y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	4520	10B011	1,500 – 150,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto	> 15,000 – 50,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto	> 50,000 – 100,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto	> 100,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto
		012. Construcción muelles y obras conexas terrestres.	Construcción muelles y obras conexas terrestres.	SC	10B012			> 15 m <sup>2</sup> - 2000 m <sup>2</sup>	> 2000 m <sup>2</sup>
		013. Construcción muelles sin obras conexas terrestres.	Construcción muelles	SC	10B013			> 15 m <sup>2</sup> - 2000 m <sup>2</sup>	> 2000 m <sup>2</sup>
		014. Construcción de marinas sin obras conexas terrestres.	Construcción de marinas para atracadero de embarcaciones	SC	10B014			TODAS	
		015. Construcción de edificios para terminales marítimas y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	Construcción de edificios para terminales marítimas y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	4520	10B015			TODAS	
		016. Construcción de estaciones ferroviarias.	Construcción de estaciones ferroviarias.	4520	10B016	1,500 – 500,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto	> 15,000 – 50,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto	> 50,000 – 100,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto	> 100,000 m <sup>2</sup> de construcción del proyecto
		017. Intervención de monumentos históricos y arquitectónicos.	Desarrollo de obras de construcción de cualquier tipo.	SC	10B017			TODAS	
		018. Complejos deportivos	Construcción de canchas deportivas, pista de atletismo, piscinas, área de cafetería y oficinas	SC	10B018	2 - 5 ha	> 5 - 15 ha	> 15 ha	
		019. Cementerios	Construcción que incluye vías de acceso internas, capilla, oficinas, nichos y lotes	SC	10B019	< 2,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto	> 2,000 – 15,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto	> 15,000 – 50,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto	> 50,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto
		020. Incinerador para cremación de cadáveres	Construcción de oficina y área para incineración entre otros	SC	10B020		TODOS		
		021. Otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.	Construcciones diversas como túneles, muros de contención, reubicación de estructuras, y otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.	SC	10B021	500 – 1,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto	> 1,000 – 5,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto	> 5,000 – 10,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto	> 10,000 m <sup>2</sup> de área total del proyecto



第1回ステークホルダー協議議事録

1. 日時： 2016年4月20日 17時20分から20時
2. 場所： コマヤグア市 Salon de la Reina, Caxa Real
3. 参加者： 添付出席者リスト参照
4. 主催： Servicio de Aguas de Comayagua (コマヤグア水道サービス)
5. 議事：
  - (1) Pastor Jose Gonzalez 牧師による開会の祈り
  - (2) Manuel Cartagena 副市長による歓迎の辞
  - (3) SAC Elton Fajardo 総裁によるプロジェクトの概要、及び環境配慮の説明
    - ステークホルダー協議は計画しているプロジェクトについて、前もって広く知ってもらい、関係者の意見を聞き、プロジェクトに反映させることを目的にする。
    - 準備調査の目的と現状
    - SAC 水道の課題
      - 配水水質が良くない
      - 連続給水ではなく、給水時間が短い。
    - 改善の方針、プロジェクトの内容
      - 河川水を浄水するために浄水場を建設する
      - 給水時間を長くするため配水池を建設して配水池容量を大きくする。
      - プロジェクトは既存の浄水場の東側の山林を造成して、浄水場と配水池を建設する。
    - プロジェクトの効果
      - 水質、特に雨期の水質が改善する。
      - 給水時間が延びる。雨期には取水停止による水量不足があるが、それが改善される。
    - 環境社旗配慮について
      - どのような環境影響が起こる可能性があるかを調べて、影響を受ける可能性のある環境項目を特定した（スコーピング添付スコーピング案を説明）。
      - その結果、このプロジェクトは大規模な土地造成が必要なため、ホンジュラス国の環境制度により、最も大きな環境影響を与える可能性のある

プロジェクト（カテゴリー4）に分類されることがわかった。

- ホンジュラスの環境制度ではカテゴリー4のプロジェクトについては、EIAを実施し、影響を予測し、必要な対策を講ずることになっているので、プロジェクトの実施前にEIAを実施する。
- 2016年の10月頃、プロジェクトの詳細、環境影響の予備的な調査結果を説明するステークホルダー協議を計画している。
- また、EIAが終わった段階で再度ステークホルダー協議を実施して結果を説明する予定である。

#### （4）参加者発言内容、質疑

- 水源保全が懸念される。水源管理計画を実施すべきである。
- 現在は給水時間が非常に短く困っている。このプロジェクトにより配水池が建設されること、さらに水道メーターを設置して無駄水をなくし、水を有効に活用することが必要。
- 塩素処理のみで給水されていることは問題。プロジェクトにより浄水場が建設されることを望む。
- SACが現在実施している無取水削減キャンペーンは是非続けるべきである。
- メーター設置のモデル地区の住民は、メーター設置によりこれまで1日2時間程度の給水が24時間給水になったことに満足の意を示した。
- 既存浄水場に新しい浄水場を作ることに問題はないかと質問があり、新浄水場は既存浄水場に隣接して作られることを説明して納得された
- 浄水場が建設され水質が良くなること、配水池が建設され給水時間が長くなるという改善のために利用者はSACに協力すべきである。
- 用地造成にともない木が切られることの懸念が示され、プロジェクトでは切った木に応じて植林することになると説明して納得された。
- SACは適正な水使用の普及のためにどのような活動をしているかまた親、教師はどのようにそれに協力できるかが質問された。SACはSACはじめ市、森林保護協会などが広報活動をしていること、SACも大学、高校で水の重要性を伝える活動をしていることを紹介した。
- プロジェクトの詳細が決まり次第発表してほしい。
- 浄水場用地として代替の用地はあるかとの質問があり、利用可能な土地、水

の流れから決まる必要な高さ、場所から代替用地は難しいと考えていると回答。

- EIA 実施のスケジュールについて質問があり、現在、調査内容を決めている段階であるので未定であると回答。

6. 閉会： SAC Elton Fajardo 総裁による閉会の挨拶

添付- 1 参加者名簿

S. N°	Name	Department/Organization	組織名	Occupation 役職	Phone number
01	Silvia Rosa Estrada	USCLAC (Control Unit and Supervision Local Water of Comayagua)	コマヤグア水道監理ユニット (NGO)	Directress 役員	95971276
02	Carmen Hernandez	Patronage of Colony CGT	CGT コロニー自治会 (Residents' Committee)	Treasure 会計	99784166
03	Enedina Mejia	Patronage of Colony CGT	CGT コロニー自治会 (Residents' Committee)	Vocal 1 役員	33858549
04	Delmy R. Lanza	COMAS (Commissions Municipal water and Sanitation)	市上下水道委員会 (Municipal Body, Government)	Secretary 秘書	89775893
05	Luz Emerita Perdomo	CCT (Comisión ciudadana de transparencia)	市監査委員会 (Residents' Committee)	Secretary 秘書	97712741
06	Jose Inocente Hernandez	Patronage of Colony Pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	99192855
07	Celeo Fajardo	Patronage of Colony Pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	Vice president 副会長	2772-4640
09	Mirtala Flores	Municipal Corporation	市議会議員 (Municipal Body, Government)	Governing	32168427
10	Lexsy Calix	CARITAS (Pastoral Social Institution)	カリタス社会援助 NGO (NGO)	Technical 技術者	<a href="mailto:Lexsycalix@yahoo.es">Lexsycalix@yahoo.es</a>

S. N°	Name	Department/Organization	組織名	Occupation 役職	Phone number
11	Jose Vasquez	Colony Boquin	ボキンコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	87527376
12	Napoleon Canales	DMA (Environmental Municipal Department)	コマヤグア市環境部 (Municipal Body, Government)	Inspector 検査技術士	2772-0159
13	Manuel Cartagena	Municipal Mayoralty	コマヤグア市 (Municipal Body, Government)	Vice mayor of Comayagua 副市長	99882339
14	Jose Gonzalez	Commissioned Comisión ciudadana de transparencia	市監査委員会 (Residents' Committee)	President 会長	98557539
15	Miguel Medina	Patronage of Neighborhood Suyapa	スヤパB自治会 (Residents' Committee)	President 会長	98181026
16	Luis Acosta	Water		Financial 監査委員	98124718
17	Reina Andara	Neighborhood Abajo	バリオアバホ (Residents' Committee)		88385086
18	Mariano Ortiz	Patronage of Colony Valladolid	バリャドリコロニー自治会 (Residents' Committee)	監査委員 Financial	95953546
19	Doris Elvira Vallecillo	Colony Escoto	エスコトコロニー (Residents' Committee)		2772-5875
20	Pedro Euceda	Colony Fiallos	フィアリオスコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	88773102

S. N°	Name	Department/Organization	組織名	Occupation 役職	Phone number
21	Antonio Lopez	Colony Las Colinas	ラスコリナスコロニー (Residents' Committee)	President 会長	99161782
22	Roger Enamorado	Colony Lomas del Rio	ロマスデルリオコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	97384721
23	Dunia Mendez	Colony Lomas del Rio	ロマスデルリオコロニー (Residents' Committee)		32198351
24	Alejandro Argueta	Neighborhood Cabañas	バリオスカバニヤスロマス自治会 (Residents' Committee)	Sub coordinator サブコーディネーター	98955285
25	Tirso Rolando Zapata	USCLAC (Control Unit and Supervision Local Water of Comayagua)	コマヤグア水道監理ユニット (NGO)	Director 役員	99618389
26	Walter Hernandez	Coordinator		Secretary 秘書	95551138
27	Jose Maria	Colony pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	94734093
28	Edwin Torres	Colony Pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	Treasure 会計	98705385
29	Jose Samuel Santos	Colony Pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	Auxiliary 補助員	-
30	Emmanuel Gonzalez	Colony Pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	Auxiliary 補助員	94684508

S. N°	Name	Department/Organization	組織名	Occupation 役職	Phone number
31	Santos Marquez	Colony pinto	ピントコロニー自治会 (Residents' Committee)	Secretary 秘書	32623504
32	Guillermo Peña	Mayoralty Municipal	市議会 (Municipal Body, Government)	市議会議員 SAC 理事会	99704798
33	Jose Vallecillo	Colony Escoto	エスコトコロニー自治会 (Residents' Committee)	Treasure 会計	96746872
34	Wilfredo Perez	Colony San Martin	サンマルティンコロニー自治会 (Residents' Committee)		99862869
35	Julio Ordoñez	Colony San Martin	サンマルティンコロニー自治会 (Residents' Committee)	Financial 監査委員	95117392
36	Roger Rivera	Colony Casa Blanca	カサブランカコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	2772-0613
37	Guadalupe Cerna	Colony Casa Blanca	カサブランカコロニー自治会 (Residents' Committee)	Financial 監査委員	32613247
38	Jose Maria Alcerro	Patronage of Colony Esperanza	エスペランサコロニー自治会 (Residents' Committee)	President 会長	99335598
39	Carolina Lopez Maldonado	UMCAH Union de Mujeres campesinas Hondureñas	ホンジュラス農村部女性連合団体 Women's Association (NGO)	Financial 監査委員	
40	Zury Lizeth Arevalo	UMCAH Union de Mujeres campesinas Hondureñas	ホンジュラス農村部女性連合団体 Women's Association (NGO)	Financial 監査委員	99302038

S. N°	Name	Department/Organization	組織名	Occupation 役職	Phone number
41	Concepcion Maldonado	UMCAH Union de Mujeres campesinas Hondureñas	ホンジュラス農村部女性連合団体 Women's Association (NGO)	Treasure 会計	99264713
42	Juan Pablo Rodriguez	Patronage	自治会 (Residents' Committee)	Treasure 会計	96126591
43	Jose Eloy Guzman	USCLAC (Control Unit and Supervision Local Water of Comayagua)	コマヤグア水道監理ユニット (NGO)	Director / president 会長	99115759
	Akira Takechi	JICA Study Team	JICA 調査団	業務主任	
	Alockumar Katayama	JICA Study Team	JICA 調査団	環境社会配慮担 当	
	Roman Miki	JICA Study Team	JICA 調査団	通訳	
	Karen Guerrero Janeth Acosta	JICA Study Team	JICA 調査団	秘書	
	Elton Fajardo	Servicio de Agua de Comayagua	コマヤグア水道サービス	総裁	
	Wilmer Rios	SAC Commercial	コマヤグア水道サービス	営業部	
	Fernando Machado	SAC / Administration	コマヤグア水道サービス	総務部	



S. N°	Name	Department/Organization	組織名	Occupation 役職	Phone number
	Gabriel Reconco	SAC / O&M	コマヤグア水道サービス	運転部	
	Fatima Regina Lopez	SAC / RR. PP	コマヤグア水道サービス	公報部	

## 添付2スコーピング案

## Determinación del alcance

Categoría		Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la const. O: Durante la operación
			Antes/ durante la const.	Durante la operación	
Medidas contra la contaminación	1	Calidad atmosférica	B-	D	<p><b>C:</b> Posibilidad de una degradación temporal de la calidad del aire debido a la operación de la maquinaria de construcción y el transporte de tierra sobrante.</p> <p><b>O:</b> No se espera ninguna descarga de materiales contaminantes del aire debido a la operación de la planta potabilizadora.</p>
	2	Calidad de agua	B-	C-	<p><b>C:</b> Posibilidad de descarga de agua turbia durante la lluvia debido a la obra de construcción.</p> <p><b>O:</b> Posibilidad de contaminación por la descarga de aguas debido a aguas procesadas de lodos.</p>
	3	Residuos	A-	B-	<p><b>C:</b> Generación de tierra sobrante debido a la excavación durante la preparación de la tierra</p> <p><b>O:</b> Generación de lodos secos después del tratamiento de aguas con lodos</p>
	4	Contaminación del suelo	C-	D	<p><b>C:</b> Posibilidad de descarga de aceite por el emplazamiento de la obra</p> <p><b>O:</b></p>

Categoría	Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la const. O: Durante la operación
		Antes/ durante la const.	Durante la operación	
				No se genera materiales de contaminación del suelo por la operación de la planta potabilizadora.
	5 Ruidos y vibración	B-	D	<b>C:</b> Posibilidad de generación de ruidos y vibraciones por la maquinaria de construcción y vehículos. <b>O:</b> No se generan ruidos y vibraciones durante la operación de la planta potabilizadora.
	6 Hundimiento del suelo	D	D	<b>C, O:</b> No se prevé ningún hundimiento de tierra en la actividad del proyecto.
	7 Mal olor	D	D	<b>C, O:</b> No se prevé ninguna actividad ni uso de materiales que provoquen olor ofensivo.
	8 Lechos del río	D	D	<b>C, O:</b> No se espera que el trabajo afecte a los lechos del río.
Ambiente natural	9 Áreas protegidas	D	D	<b>C, O:</b> No hay área protegida ni parque nacional en todo el sitio del proyecto.
	10 Ecosistema	C-	D	<b>C:</b> La pérdida de vegetación es muy pequeña, y entre ellos no existe ninguna de las especies raras. <b>O:</b> No habrá influencia por la operación de planta potabilizadora en el ecosistema.
	11 Hidrología	D	D	<b>C:</b> No se prevé ningún cambio en el la torrente y lecho del rio puesto que el Proyecto empleará la fuente del agua existente de la Planta actual.

Categoría	Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la const. O: Durante la operación	
		Antes/ durante la const.	Durante la operación		
				<p><b>O:</b> No habrá influencia en el torrente del río por el uso de la actual fuente de agua. porque la capacidad de la nueva Planta potabilizadora es similar a la capacidad actual.</p>	
	12	Topografía y geología	B-	D	<p><b>C:</b> El cambio que se espera en la topografía del sitio del proyecto por la construcción, si bien, no se espera un impacto negativo significativo, se prevé algún cambio de carácter topográfico y geográfico.</p> <p><b>O:</b> No se espera ninguna influencia geológica y topográfica causada por la operación de la Planta potabilizadora.</p>
Ambiente social	13	Desplazamiento de la población	C	D	<p><b>C, O:</b> No se espera ningún reasentamiento debido a que la Planta potabilizadora propuesta está ubicado en el cerro con vegetaciones, y el tanque de distribución propuesto en la actual planta potabilizadora. Sin embargo, se requiere de la adquisición de tierras privadas (de un terrateniente).</p>
	14	Grupo de pobreza	D	D	<p><b>C:</b> Ningún grupo de la pobreza en el emplazamiento de la obra.</p> <p><b>O:</b> No hay impactos específicos al grupo de la pobreza</p>
	15	Etnias minoritarias y/o indígenas	D	D	<p><b>C, O:</b> No hay personas indígenas o étnicos minoritarios cerca del sitio del proyecto</p>

Categoría	Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la const. O: Durante la operación	
		Antes/ durante la const.	Durante la operación		
	16	Economía local	D	D	<b>C, O:</b> No se espera ningún Impacto negativo, ya que no existen actividades de producción en el sitio del proyecto.
	17	Uso de la tierra y el uso de los recursos locales	D	D	<b>C, O:</b> No existe ninguna posibilidad de influencia en el uso del suelo y el uso de los recursos locales por el proyecto
	18	Infraestructura y servicios sociales existentes	C-	B+	<b>C:</b> Posibilidad de atascos de tráfico debido a los vehículos de construcción  <b>O:</b> Posibilidad de mejora de los servicios de abastecimiento de agua de SAC
	19	Instituciones sociales	D	D	<b>C, O:</b> No se espera ningún impacto social negativo por lo que el terreo de la planta esta inhabitada.
	20	Distribución desigual de perjuicios y beneficios	D	D	<b>C, O:</b> No se genera ningún perjuicio a causa de la construcción porque la zona del proyecto está ubicada en la zona vegetativa del cerro, lejos de la zona residencial.
	21	Conflicto de intereses locales	D	D	<b>C, O:</b> No se espera conflicto de intereses locales.
	22	Patrimonio cultural	D	D	<b>C, O:</b> No existe ningún patrimonio cultural cerca de los lugares del proyecto.
	23	Paisaje	D	D	<b>C, O:</b> No se espera casi ningún cambio significativo del paisaje.
	24	Género	D	D	<b>C, O:</b> No se espera ningún efecto negativo en el género.

Categoría		Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la const. O: Durante la operación
			Antes/ durante la const.	Durante la operación	
	25	Derecho de los niños	D	D	<b>C, O:</b> No se espera ningún impacto sobre los derechos de los niños.
	26	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	<b>C, O:</b> No hay posibilidad de propagación de enfermedades infecciosas como la mayoría de los trabajadores ha de ser la población local.
	27	Ambiente laboral	B-	D	<b>C:</b> Es necesario considerar el ambiente laboral de los trabajadores durante la construcción.  <b>O:</b> No se prevé que genere ningún impacto negativo en la etapa de actividades de operación.
Others	28	Accidentes	B-	B-	<b>C:</b> Es necesario considerar las medidas contra accidentes de caídas, por la insuficiencia de las infraestructuras de protección, electrificación durante la obra etc.  <b>O:</b> Es necesario tomar medidas de prevención de accidentes a causa de fugas de cloro gas utilizada como desinfectante, la electrocución, etc.
	29	Influencia transfronteriza y el cambio climático	D	D	<b>C, O:</b> No se esperan efectos trans-fronterizos ni impacto sobre el cambio climático, puesto que la actividad del proyecto propuesto adyacente a la Planta Potabilizadora actual no es de gran magnitud.

A +/-: Se espera impacto significativo: positivo / negativo significativo

B +/-: Se espera que el impacto cierta medida: positivo / negativo.

C +/-: La extensión de impacto es desconocida positivo / negativo. (Se requiere un examen más detallado, y el impacto se podría aclararse a medida que avanza luego del estudio)

D: No se espera ningún impacto.

第2回ステイクホルダー協議議事録

1. 日時：2016年12月9日15時30分～17時00分
2. 場所：Servicio de Aguas de Comayaga 事務所1階
3. 参加者：添付出席者リスト参照
4. 主催：Servicio de Aguas de Comayaga（コマヤグア水道サービス）
5. 議事：
  - (1) USLCAC Guzman 氏による開会の祈り
  - (2) Manuel Cartagena 副市長による歓迎の辞
  - (3) SAC Elton Fajardo 総裁によるプロジェクト概要の説明  
第1回ステークホルダーミーティングで給水水質の改善、給水時間の延長のために、浄水場、配水池の建設を行うことを説明した。その後、計画、設計が終わってプロジェクトの内容案が確定したとして、以下を説明。
    - ・プロジェクトにおける日本側、ホンジュラス側の投入
    - ・建設する主要施設
    - ・浄水原理、建設用地、施設配置、完成予想図
    - ・プロジェクトの効果
  - (4) TECI 武智昭 業務主任による環境社会配慮の説明。
    - ・プロジェクトにより起こりうる環境に対する負の影響を説明。
    - ・想定される負の影響に対してプロジェクトで講ずる緩和策を説明。
    - ・緩和策の実施、その効果を担保するために実施するモニタリング計画について説明。
  - (5) 参加者発言内容、質疑
    - ・新設浄水場の運転はどのように行うのか。（USLAC Zapata）
      - プロジェクトでは浄水場運転のための1か月間の技術移転が実施される。技術移転を受けたSACの運転員が運転する。必要に応じてSANAAの技術支援も受けることができる。（SAC Elton）
    - ・浄水場の耐用年数を知りたい。（USLAC Zapata）
      - 日本国内では、コンクリート構造物の耐用年数は50年であるといわれている。ただし、浄水場の機械・電気設備は5年から10年である。したがって、機械、電気設備を定期的に更新していけば最低50年は運転できる。ちなみに、日本維持管理をきちんと行い、100年以上運転している浄水場が複数存在する。
    - ・これまで深夜の1時間のみであった給水時間が24時間になり、生活が大変楽になった。現在では貯水槽に貯水する必要もない。自分で水道メーターを読み、節約して使用するようにしている。このようなプロジェクトを経て、将来はコマヤグア市全体が

24 時間給水になることを期待している。(コロニア CGT 住民 Hernandez)

(SAC の水道メーター普及プログラムにより 24 時間給水が実現地域の住民の話)

- ・浄水場の建設により処理された水が配水されることで、衛生環境が改善され、ホンジュラス国内で未だ高い 5 歳未満の死亡率が減少することを期待している。(保健省 Herrera)
- ・コマヤグア市の人口急増に伴い、水量の確保、衛生的な水の配水は今後も大きな課題となるため、今回のプロジェクトは大変重要である。(保健省 Bonilla)
- ・日本の援助、土地寄贈者ルビオ氏、SAC 職員の努力、SAC 理事会、水委員会に感謝。

(Fentes 市議会議員)

(6) SAC Elton Fajardo 総裁による閉会の辞



第2回ステークホルダーミーティング参加者リスト Lista de participantes

S. N°	Nombres 氏名	Departamentos /Organizaciones 組織名	Tipos de organización 組織類	Cargos 役職	N° de teléfonos, E-mails
1	Fátima Regina López	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	D. Comunicación	9898-8144
2	Tomas Maldonado	Colonia Polanco	Patronato	Presidente	9515-4543
3	Donato Martinez	Colonia Valladolid	Patronato	Tesorero	9547-2946
4	Eloy Guzman	USCLAC	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)		9911-5759
5	Silvia Rosa Entrada	USCLAC /Colonia Boquín	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)		9597-1276
6	Carmen Hernandez	Colonia CGT	Patronato	Tesorera	9978-4166
7	Vilma Yañez	Colonia CGT	Patronato	Fiscal	3365-3060
8	Rosa Moreno	Colonia CGT	Patronato	Secretario	9744-0695
9	José Santos	Colonia Boquín	Patronato	Presidente	8852-7376
10	Kelly Rubio	INCOM/Barrio torondon	Patronato		3175-7298
11	Issis Beltran V	Barrio Arriba	Patronato		9989-3919
12	José Elmer Monroy	Barrio Independencia		Presidente	
13	José Antonio Alcerro	Alcaldía Municipal de Comayagua	Corporación Municipal 市議会	Regidor	9970-2988
14	Blanca Rosa Herrero	COMAS/SALUD	Comisión Municipal de Aguas y saneamiento 市水委員会/保健所		9742-6807
15	Luis Fuentes	Alcaldía de Comayagua	Alcaldía	Regidor/Director Junta directiva SAC	9985-3143
16	Delmy R. Lanza	Sociedad Civil	Comisión municipal de aguas y saneamiento	Secretaria	8977-5893
17	Tirso Rolando Zapata	USCLAC	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)	Director	9961-8389
18	Freddy Bonilla	Salud Pública	Salud		3150-9916
19	Carlos Cabrera	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua		

S. N°	Nombres 氏名	Departamentos /Organizaciones 組織名	Tipos de organización 組織類	Cargos 役職	N° de teléfonos, E-mails
20	Jose Saturnino Cervantes	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua		3150-9916
21	Manuel Cartagena	Alcaldía municipal de Comayagua	Alcaldía Municipal	Vice alcalde de Comayagua	99882339
22	Reynaldo Ponce	JICA	AVIS Rentacar	Conductor	
23	Elton Fajardo	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	Gerente	
24	Anan Royman Benitez	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	Coordinador de Cuencas Hidrográficas	
25	Fernando Machado	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	Administración	Fernando Machado
26	Koji Shimizu	JICA		Representante JICA Sede Japón	
27	Aki Higuchi	JICA	Interprete		
28	Akira Takechi	Equipo de Estudio de JICA		Jefe del Proyecto	
29	Chihiro Sakamoto	Equipo de Estudio de JICA		Coordinadora del Proyecto	
30	Roman Miki	Equipo de Estudio de JICA		Intérprete	

## 地下水調査

### 1 地下水調査

現在、コマヤグア浄水場の水源は河川水であるがこれを地下水で代替する可能性を評価した。調査の方法は図 4.1 に示す通りである。

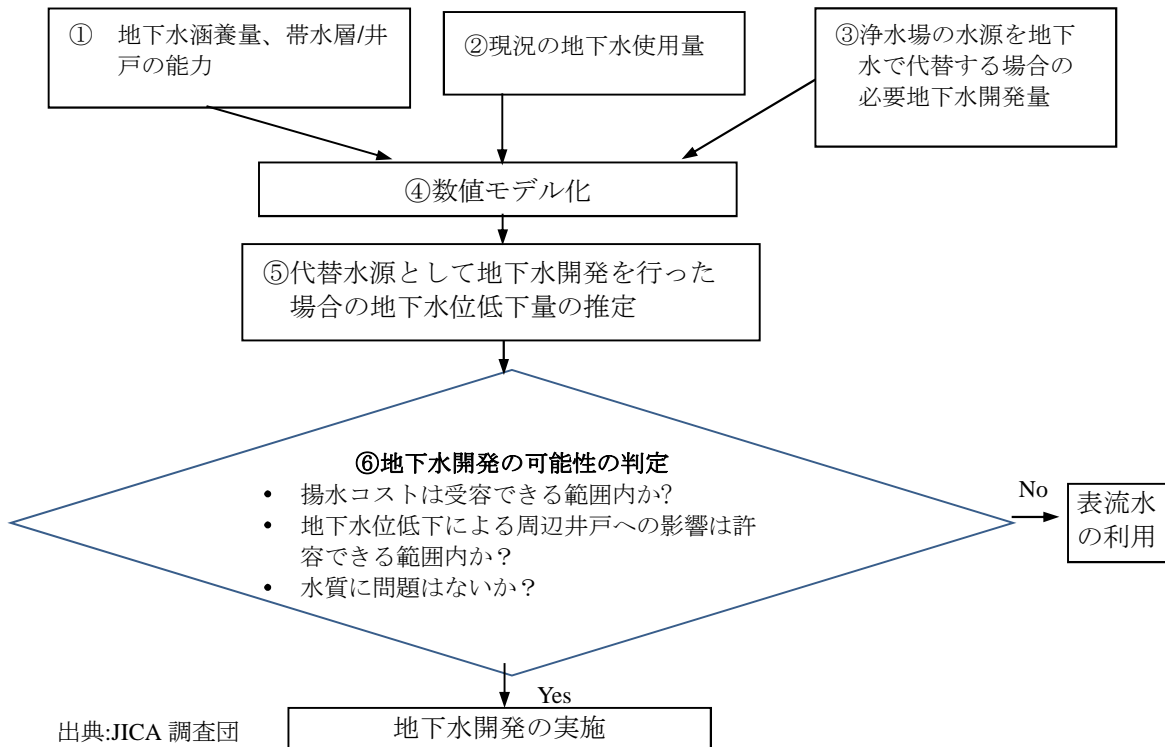


図 1 調査フロー

地下水開発の可能性の判定においては、現況の河川水を水源とするシステムから地下水を水源とするシステムに変更した場合の相違点に注目する(図 2 参照)。

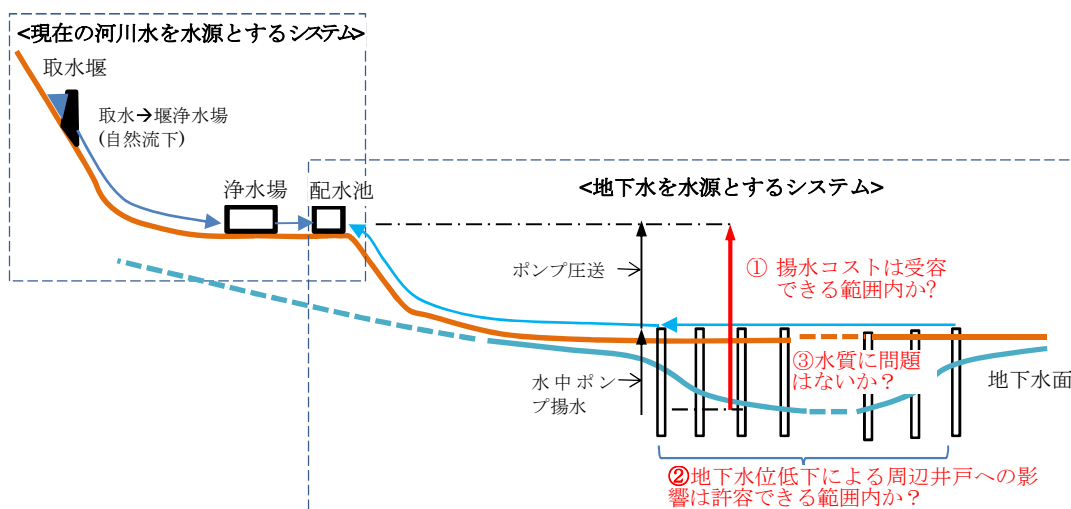


図 2 井戸水源と河川水源との相違点

## 2 地下水涵養量、帯水層/井戸の能力

地下水開発可能量および帯水層/井戸の能力は下記の開発調査/無償 BD で詳細に検討されており本調査ではその結果を利用した。

- ホンジュラス国コマヤグア県地下水開発調査報告書(1989年)
- ホンジュラス国コマヤグア県地下水開発基本設計調査報告書(1990年)

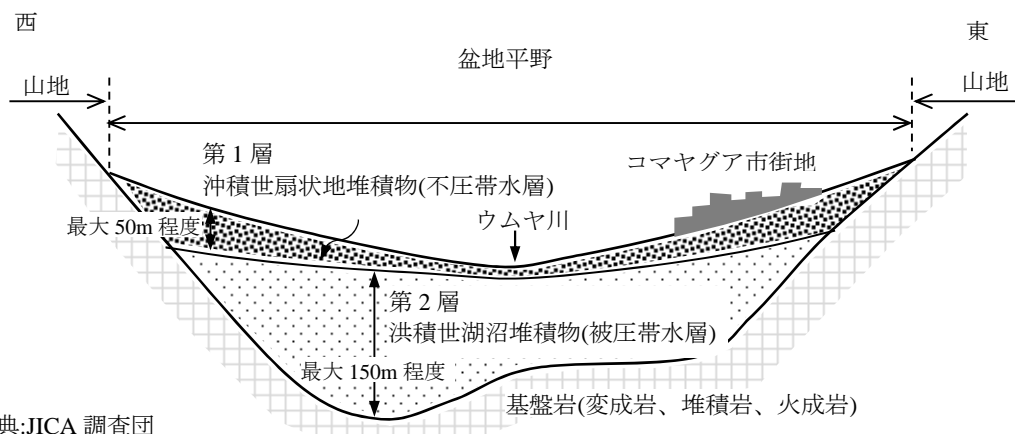
上記報告書から以下の基本的な情報を得た(表1参照)。

- 地下水涵養量
- 帯水層の分布
- 個々の井戸からの揚水可能量
- 地下水の水質

表1 地下水涵養量、帯水層/井戸の能力

項目	検討結果
地下水涵養量	コマヤグア盆地全体で地下水涵養量は10万 m <sup>3</sup> /日である。
帯水層の分布	<ul style="list-style-type: none"> <li>• コマヤグア盆地に分布する第四紀層は帯水層である。</li> <li>• 第四紀帯水層は、第1層(不圧帯水層)と第2層(被圧帯水層)に区分できる(図4.3参照)。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 第1層は沖積世扇状地堆積物であり砂礫、シルト、粘土で構成される層厚は最大で50m程度である。</li> <li>- 第2層は洪積世湖沼堆積物であり、砂礫、シルト、粘土で構成される。層厚は最大で150m程度である。</li> </ul> </li> <li>• 基盤岩(第三紀以前の堆積岩、変成岩および火成岩)は透水性が低く地下水開発は困難である。</li> </ul>
個々の井戸からの揚水可能量	第四紀層帯水層から井戸1本当たり平均500m <sup>3</sup> /日が可能である。井戸の深さは60~100mである。
地下水の水質	第1帯水層の地下水の水質は良好である。一方、第2帯水層の地下水は盆地の北部地域および中央部において硝酸性窒素の濃度が飲料水基準を超えることがある。

出典:JICA 調査団



出典:JICA 調査団

図3 コマヤグア盆地の帯水層構造の概念図(東西断面)

## 3 現況の地下水使用量

### (1) 給水区分と地下水利用

コマヤグア盆地では地下水は主に給水目的で使用されている。コマヤグア盆地における給水事業の区分は表2の通りである。表2に示す通り、地下水はコマヤグア盆地において地方・農村部の主

要給水源となっている。

表2 コマヤグア盆地の給水区分

区域	内容
コマヤグア市街地	コマヤグア市街地では市営水道公社が給水を行っている。一方、個人・企業が井戸を掘削し使用している。
上記以外の地域 (地方農村部)	地方農村部では主に井戸を水源とした小規模水道による給水や、住民共用・個人井戸による給水が行われている。小規模水道や供用井戸は住民組織によって運営されている。

## (2) 地下水の用途

地下水は以下の3つの用途で使用されている。

- ① 飲料水・生活用水
- ② 灌漑用水
- ③ 商業・工業用水

- 地下水の用途としてコマヤグア盆地では上記の3種類の用途の中で飲料・生活用水の使用が中心である。
- 通常水使用量の中で大きな比率を占めるのは灌漑用水である。コマヤグア盆地においては灌漑用水として河川水が使用されており地下水を使用するケースは殆どない。
- コマヤグア市街地では水道公社による給水が行われている一方、近年だけでもコマヤグア市街地に約50本の井戸が掘削され商業用・工業用・家庭用として使用されている

コマヤグア盆地の地下水開発の歴史を表3に示す。

表3 コマヤグア盆地における地下水開発の歴史と地下水揚水量

年度	井戸本数	合計揚水量	備考
～1994年	深井戸40本、浅井戸130本	8,000 m <sup>3</sup> /日	この期間に掘削された井戸の中には現時点で稼働していない井戸も存在する。その場合でも代替井戸が掘削されているためこれらの井戸からの揚水量としては稼働率100%とした数値を使用すべきである。
1994～2000年	JICA 無償プロジェクトにより「深井戸36本浅井戸60本を掘削	4,000 m <sup>3</sup> /日	
2000～2015年(現在)	コマヤグア市街地では約50本の深井戸が掘削された。一方、井戸登録制度がないためこの期間にコマヤグア盆地全域で掘削された深井戸の正確な本数は不明である。	井戸からの揚水量は不明である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 未確認情報として井戸業者からの聞き取りによると1996年以降は盆地全体で200本以上の深井戸が掘削されたとのことである。</li> <li>• 2015年のコマヤグア盆地内の合計地下水使用量は不明であるが、コマヤグア盆地内の2001年と2015年の人口の比率は1.43でありこの数値から推定し、2015年の地下水使用量は2000年の地下水使用量の1.43倍程度(17,160m<sup>3</sup>/日)と推測できる。</li> </ul>
合計		12,000 m <sup>3</sup> /日	-

出典:JICA 調査団

## 4 浄水場の水源を地下水で代替する場合の地下水開発量必要量

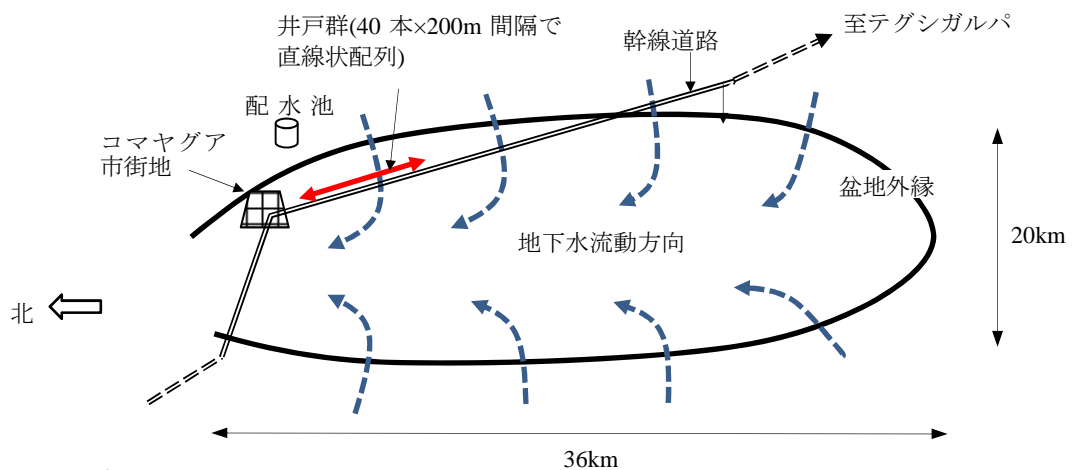
コマヤグア水道の浄水場の処理量は約20,000m<sup>3</sup>/日であり、マハダ川水系およびマタサノ川水系の河

川水を浄水処理している。この河川水の全量を地下水で代替すると仮定した場合、新規に開発が必要な地下水量は現在の処理量と同じ  $20,000 \text{ m}^3/\text{日}$  となる。井戸 1 本当たりの適正揚水量を  $500 \text{ m}^3/\text{日}$  と仮定すると井戸本数は以下のとおり 40 本となる。

$$\text{井戸 1 本当たりの揚水量} = 20,000 \text{ m}^3/\text{日} \div 500 \text{ m}^3/\text{日}/1 \text{ 本} = 40 \text{ 本}$$

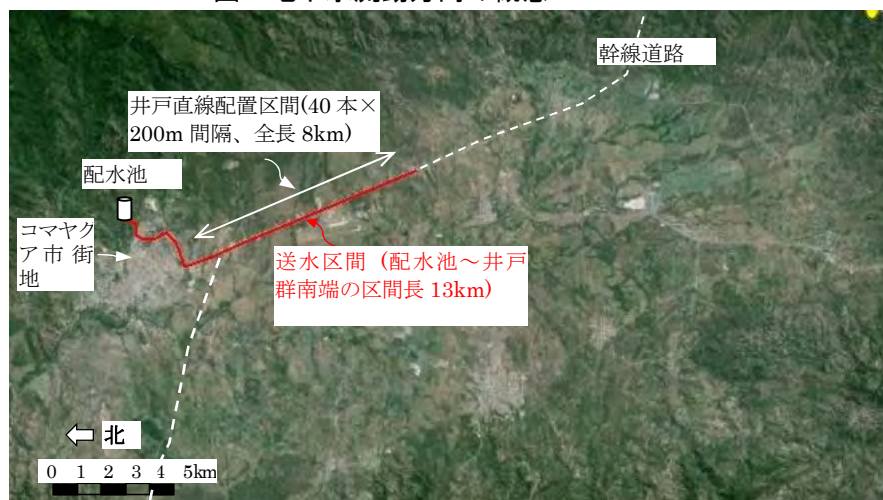
40 本の井戸の配置計画としては以下を考慮する。

- 井戸の運転・維持管理の観点から、個々の井戸を盆地内に分散配置するのではなく井戸群として幹線道路沿いに設置する。一方、井戸干渉を防ぐため個々の井戸の間隔(m)は出来るだけ大きくすることが望まれるが、井戸の間隔に比例して井戸群の面積が大きくなり施設費が増大する。したがって本件では井戸間隔 200m を設定する。
- 井戸群から揚水した地下水を既設の配水池に送水することによって既設の配水網を利用できる。したがって井戸群を既設の配水池にできるだけ近い位置に設置する。
- 井戸の揚水コストを抑制するため、井戸群は極力標高の高い位置に設置する。
- 井戸群の位置は水理地質的観点から地下水涵養を効率的に取水できる位置とする。本件の場合、図 4 に示す地下水流動の方向に直行する方向に井戸群を直線状に配置する(図 5)のが最も効率的に地下水涵養を利用する方法である。



出典:JICA 調査団

図 4 地下水流動方向の概念



出典:JICA 調査団

図 5 提案する井戸群の位置

## 5 数値モデル化

コマヤグア盆地帯水層の数値モデルを作成し浄水場の代替水源として地下水開発を実施した場合の地下水位低下状況の予測を行った。帯水層の数値モデルは「JICA ホンジュラス国コマヤグア県地下水開発調査報告書 1989 年」で提案されており、本調査では地下水解析プログラム MODFLOW を使用しこのモデルを再現し解析を行った。モデルの解析範囲を図 6 に示す。

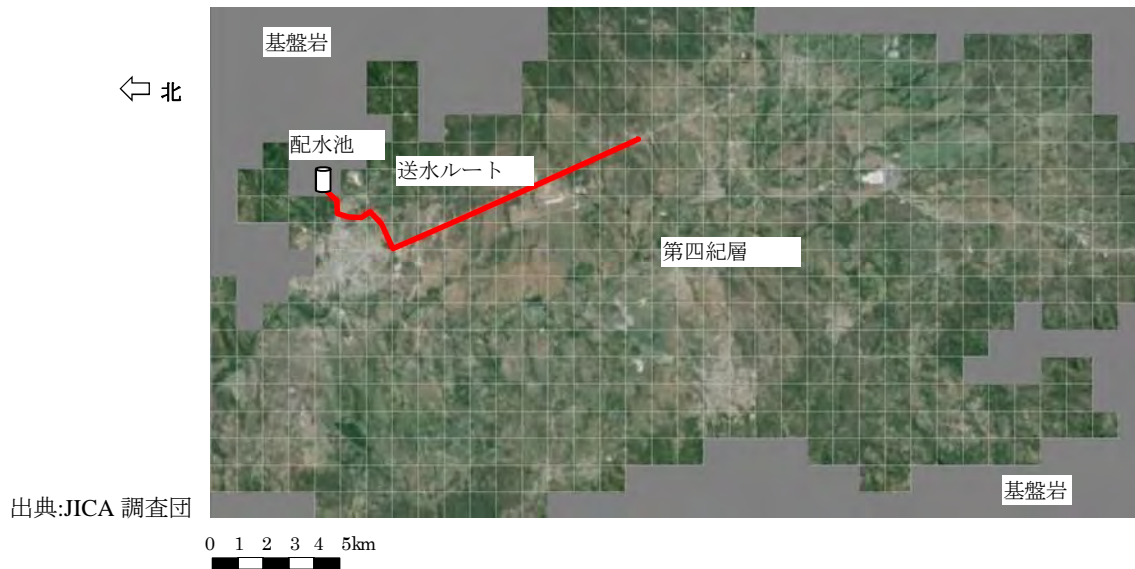


図 6 シミュレーションモデル

このモデルの概要は表 4 に示す通りである。

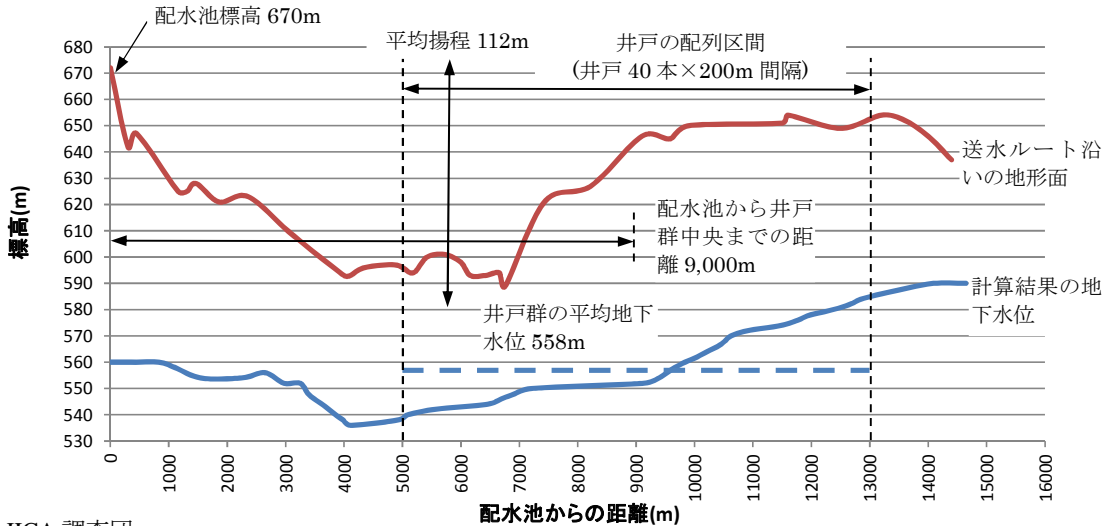
表 4 シミュレーションモデルの概要

項目	内容
セルのサイズ	モデルは南北 36 セル、東西 20 セルで構成される。各セルのサイズは 1km×1km である。
解析対象	第四紀層を解析の対象とし基盤岩は解析の対象から外した。図 6 の灰色の部分が生盤岩分布地域である。
帯水層の構造	帯水層は不圧帯水層と被圧帯水層の 2 層で構成される。
透水係数の分布	各セルに透水係数が与えられている(付図参照)。第 1 層には透水係数(m/日)を、第 2 層に透水量係数(m <sup>2</sup> /日)を与えた。
地下水涵養量	各セルに地下水涵養量を与えた。合計地下水涵養量は 100,000m <sup>3</sup> /日である(付図参照)。
井戸の揚水量	モデルに組み込んだ井戸の揚水量は以下のとおりである(付図参照)。 <ul style="list-style-type: none"> <li>現時点(2015 年)における揚水量を 12,000(m<sup>3</sup>/日)と仮定した(表 3 参照)。実際にはこの値より大きいと推測されるが、揚水量の数値や分布が不明であるため 2000 年における地下水使用量 12,000(m<sup>3</sup>/日)を採用しモデルに与えた。</li> <li>浄水場の代替水源として地下水開発した場合の揚水量を 20,000m<sup>3</sup>/日と仮定し送水ルートに沿ってモデルに与えた(図 6 参照)。</li> </ul>

出典:JICA 調査団

## 6 代替水源として地下水開発を行った場合の地下水位低下量の推定

浄水場の代替水源として地下水開発を行った場合の送水ルートに沿いの地下水位分布の計算結果を図 7 に示す。



出典:JICA 調査団

図7 浄水場の代替水源として地下水開発を実施した場合の地下水位分布予測(送水ルート沿い)

## 7 地下水開発の可能性の判定

地下水開発の可能性を以下の3つの要素から検討する。

- 揚水および送水コスト
- 地下水位低下による周辺井戸への影響
- 水質の問題点

### (1) 揚水および送水コスト

揚水コストは、3つの要素で決まる。すなわち、揚水量、揚程、送水距離であり、これらは電力代で評価される。揚水コスト算定条件を表5に示す。算定結果の揚水および送水コストの合計は72,655HNL/日(約¥44万/日)と非常な高額となる。これは揚水量20,000m<sup>3</sup>/日に對し40本の井戸から配水池までの平均揚程が112mとなりまた平均送水距離が9kmとなることがその理由である。

表5 揚水コスト算定条件

項目	内容
(a) 揚水量	合計揚水量 20,000m <sup>3</sup> /日。井戸 40 本で揚水すると仮定した場合、井戸本当たりの揚水量は 500m <sup>3</sup> /日=0.35m <sup>3</sup> /分
(b) 平均揚程	112m (図7 参照)
(c) 平均送水距離	9,000m (図7 参照)
電力コスト	72,655HNL/日 (約¥44 万/日、揚水+送水の消費電力量 14,531kWh/日および電力単価約 5HNL/kwh から算出した)
備考	<p>4箇所の中継ポンプ所(各ポンプ所当り 10 井から導水する)から配水池へ導水すると仮定し井戸揚水管、導水管の施設規模を設定した上、必要な電気使用料を概算した。</p>

出典:JICA 調査団



## (2) 地下水位低下による周辺井戸への影響

地下水開発による地下水位低下量の分布を図8に示す。地下水位の低下は井戸群の中央部において最大60m程度となる。周辺の既設井戸の平均深さは75m程度と想定されるため、既設井戸への影響(井戸枯れ、揚水量の減少)があると判断される。



出典:JICA 調査団

図8 地下水開発による地下水位低下量の分布 (m)

## (3) 水質の問題点

既存資料によると調査地域の被圧帯水層中に存在する地下水は硝酸性窒素の濃度が高く飲料水基準値を超えるケースがある。その理由として被圧帯水層は洪積世湖沼堆積物で構成されており地層中に有機物が存在するため地下水が帯水層の中を流動する際に有機物が地下水中に溶け出すことが指摘されている。

盆地内部の地下水は盆地の外周部から帯水層の内部に向かって流動し帯水層の中を外周→中央の方向に、また南部→北部の方向に流動している(図4参照)。したがって、盆地北部地域および中央部の地下水は、盆地外周部および南部の地下水よりも帯水層中の流動期間が長く結果として硝酸性窒素が地下水中に溶出する環境が長期間続いたと推定できる。浄水場の代替水源としての地下水開発は主に北部地域の被圧帯水層中の地下水を対象とするため、開発された地下水中の硝酸性窒素が基準値を超える可能性がありその場合は水質処理が必要となる。

## (4) 地下水開発の妥当性

解析結果によると、前述した3つの要素(①揚水/送水コスト、②地下水位低下の影響、③水質)の全ての点で浄水場の代替水源としての地下水開発の妥当性は低いと結論できる。その理由は、地下水開発による地下水位低下量が非常に大きいことにある。その理由として以下の事項が考えられる。

- 本解析で仮定した地下水開発量は  $32,000\text{m}^3/\text{日}$  (既存開発量  $12,000\text{ m}^3/\text{日}$ +新規開発量  $20,000\text{ m}^3/\text{日}$ )であり、コマヤグア盆地全体での地下水涵養量  $10,000\text{ m}^3/\text{日}$ に対して30%程度である。
- 地下水涵養量  $100,000\text{ m}^3/\text{日}$ はコマヤグア盆地の面積  $487\text{km}^2$ に対して供給されるものであり、盆地内で均等に  $32,000\text{m}^3/\text{日}$ の地下水を開発した場合は大規模な地下水位の低下は発生しないと考えられる。

- 一方、地下水開発量 32,000 m<sup>3</sup>/日のうち浄水場の代替水源として 20,000m<sup>3</sup>/日をコマヤグア市街地の近傍において 40 本の井戸で集中的に地下水開発した場合はその周辺で大規模な地下水位低下が発生すると予測される。なぜなら井戸群が占める布面積はコマヤグア盆地の全面積 487km<sup>2</sup> の一部分に過ぎない一方で全地下水涵養量の 20%以上を井戸群において集中的に地下水開発したためである。
- 大規模な地下水位低下を防ぐためには 40 本の井戸を分散して配置することも考えられる。しかし本件のように都市給水の水源として地下水開発する場合は井戸群による集中的な地下水開発が必要である。コマヤグア市街地に送水するための 40 本の井戸を面積 487 km<sup>2</sup> の盆地全域に広く分散して配置することは、施設建設、運営・維持管理の面で現実的ではない。

## ホンジュラス国 水道水水質基準

表 1-1 微生物学的指標 (MPN/100mL または CFU/100mL)

分類	項目	推奨値	最大許容値	備考
A. パイプ給水				
A1. 未処理で配水される水	大腸菌群	0	3	不定期、あるいは不連続な給水のサンプル
	糞便性大腸菌	0	0	
A1. 処理されて配水される水	大腸菌群	0	0	濁度: <1NTU、pH: <8、塩素との最低接触時間 30 分で、遊離残留塩素濃度 0.2-0.5mg/L が望ましい
	糞便性大腸菌	0	0	
A1. 配水施設内の水	大腸菌群	0	0	大規模な水道で十分な数のサンプルが得られるとき、1年間で 95%以上のサンプルが測定されること。 20 サンプル以下の水道では、90%以上のサンプルで検出されないこと。
	糞便性大腸菌	0	0	
	大腸菌群	0	3	
B. パイプ給水ではない給水	大腸菌群	0	10	繰り返し検出されてはならない。繰り返し検出される場合は、異なる水源を探すこと。
	糞便性大腸菌	0	0	
C. ボトル水及び製氷用水	大腸菌群	0	0	水源は大腸菌により汚染されていないこと
	糞便性大腸菌	0	0	

表 1-2 官能評価項目

項目	単位	推奨値	最大許容値
色度	度 (Pt-Co)	1	15
濁度	NTU	1	5
臭い	希釈係数	0	2 at 12°C
			3 at 25°C
味	希釈係数	0	2 at 12°C
			3 at 25°C

表 1-3 物理化学項目

項目	単位	推奨値	最大許容値
遊離残留塩素	mg/L	0.5 - 1.0	5 (健康影響がない数値として)
塩化物	mg/L	25	250
電気伝導度	μS/cm	400	--
硬度	mg/L (as CaCO <sub>3</sub> )	400	--
硫化物	mg/L	25	250
アルミニウム	mg/L	--	0.2
カルシウム	mg/L (as CaCO <sub>3</sub> )	100	--
銅	mg/L	1.0	2.0
マグネシウム	mg/L (as CaCO <sub>3</sub> )	30	50
ナトリウム	mg/L	25	200
カリウム	mg/L	--	10
総固形物	mg/L	--	1,000
亜鉛	mg/L	--	3.0

表 1-4 快適項目

項目	単位	推奨値	最大許容値
硝酸イオン	mg/L	25	50
亜硝酸イオン	mg/L	記載なし	0.1 あるいは 3.0
アンモニア態窒素	mg/L	0.05	0.5
鉄	mg/L		0.3
マンガン	mg/L	0.01	0.5
フッ素	mg/L		0.7 (8 - 12°C) 1.5 (25 - 30°C)
硫化水素	mg/L		0.05

亜硝酸イオンの最大許容値は以下の計算式により求める。

$$[\text{硝酸イオン測定値} / \text{硝酸イオン推奨値}(25\text{mg/L})] + [\text{亜硝酸イオン測定値} / \text{亜硝酸イオン推奨値}] < 1$$

表 1-5 無機物質及び健康関連項目

項目	単位	最大許容値
ヒ素(As)	mg/L	0.01
カドミウム(Cd)	mg/L	0.003
シアン(CN <sup>-</sup> )	mg/L	0.07
クロム(Cr)	mg/L	0.05
水銀(Hg)	mg/L	0.001
ニッケル(Ni)	mg/L	0.02
鉛(Pb)	mg/L	0.01
アンチモニー(Sb)	mg/L	0.005
セレン(Se)	mg/L	0.01

表 1-6 健康関連有機物(農薬を除く)

項目	単位	最大許容値
飽和有機塩素化合物		
四塩化炭素	μg/L	2
ジクロロメタン		20
1,1-ジクロロエタン		30
1,2-ジクロロエタン		2000
1,1,1-トリクロロエタン		
不飽和有機塩素化合物		
塩化ビニル	μg/L	5
1,1-ジクロロエチレン		30
1,2-ジクロロエチレン		50
トリクロロエチレン		70
テトラクロロエチレン		40
芳香族炭化水素		
トルエン	μg/L	700
キシレン類		500
エチルベンゼン		20
スチレン		0.7
クロロベンゼン		
モノクロロベンゼン	μg/L	300
1,2-ジクロロベンゼン		1000
1,3-ジクロロベンゼン		-
1,4-ジクロロベンゼン		300
トリクロロベンゼン類		20
その他の有機化合物		
アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル)	μg/L	80
フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)		3
アクリルアミド		0.5
エピクロロヒドリン		0.4
ヘキサクロロブタジエン		0.5
EDTA(エチレンジアミン四酢酸)		200
ニトリロ三酢酸		00
ジアルキルスズ		-
トリブチルスズオキシド TBTO		2
多環式炭化水素		0.2
総芳香族		-
ポリ塩化ビフェニル		0.5

表 1-7 農薬

項目	単位	最大許容値
アラクロール	μg/L	
アルディカーブ		20
アルドリン/ディルドリン		10
アトラジン		0.03
ベンタゾン		2
カルボフラン		30
クロルデン		5
DDT		0.2
1,2-ジブromo-3-クロロプロパン (DBCP)		2
2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)		1
1,2-ジクロロプロパン		30
1,3-ジクロロプロペン(D-D)		20
ペプタクロル/ヘプタクロルエポキシド		0.03
イソプロツロン		9
リンデン		2
MCPA		2
メトキシクロル		20
メトラクロール		10
モリネート		6
ペンディメタリン		20
ペンタクロロフェノール		9
ペルメスリン		20
プロパニル		20
ピリデート		100
シマジン(CAT)		2
トリフルラリン		20
ジクロロプロップ(2,4-DP)		100
2,4-DB		9
2,4,5-T		9
Silvex		10
メコプロップ(MCPP)		

表 1-8 消毒剤及び消毒副生成物

項目	単位	最大許容値
消毒剤 モノクロラミン	μg/L	4000
消毒副生成物 臭素酸 亜塩素酸 塩素酸	μg/L	25 200
クロロフェノール 2-クロロフェノール 2,4-ジクロロフェノール 2,4,6-トリクロロフェノール ホルムアルデヒド	μg/L	200 900
トリハロメタン ブromoホルム ジブromokロロメタン ブromोजikロロメタン クロロホルム	μg/L	100 100 60 200
ハロ酢酸 モノクロロ酢酸 ジクロロ酢酸 トリクロロ酢酸 抱水クロラール	μg/L	50 100 10
ハロアセトニトリル ジクロロアセトニトリル ジブromoaセトニトリル ブromokロロアセトニトリル トリクロロアセトニトリル	μg/L	90 100 1
塩化シアン	μg/L	70





## 水源水質分析結果

SAC が実施している水質試験データのまとめを第 1 項、第 2 項に示す。第 3 項、第 4 項に調査団が実施した水源水質の試験結果を示す。これらの水質データの測定時期と分析項目を下表に示す。

表 1 水質データの測定時期と分析項目

No.	分類 (項目)	微生物 (大腸菌)	官能 (濁度)	物理化学 (硬度)	快適 (鉄)	無機物 (ヒ素)	農薬
1	2011/1～2015/2	○	○				
2	2015/1～2016/8		○				
3	2015/2 (調査団実施)	○	○				
4	2015/10 (調査団実施)		○	○	○	○	○

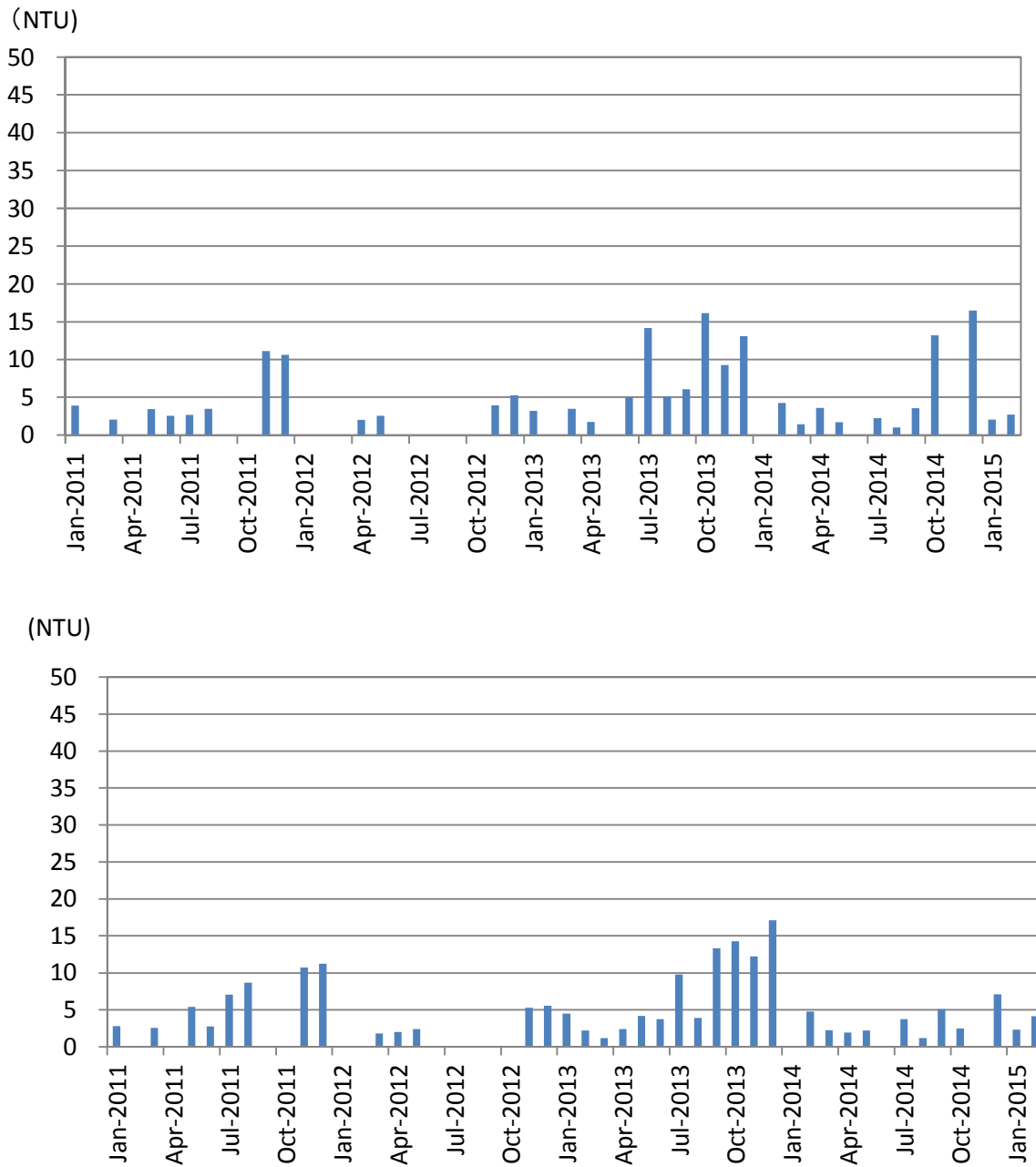
出典：SAC、JICA 調査団

### 1. 2011 年 1 月～2015 年 2 月の水質データ

#### 濁度

2011 年 1 月～2015 年 2 月までの、配水池の濁度を下図に示す。これらの値は、既存浄水場の運転が行われなくなつてからのデータである。

特に 2013 年において、マハダ配水池において 7 月～12 月の期間に濁度が上昇する傾向がみられた。マタサノ配水池の配水区でも同様に、7 月～12 月に濁度の上昇がみられた。この時期は、雨量が増加する時期に相当する。原水の濁度データは無く、高濁度時は取水を停止している。原水濁度は、恐らく配水池の濁度より高くなるものと推定される。



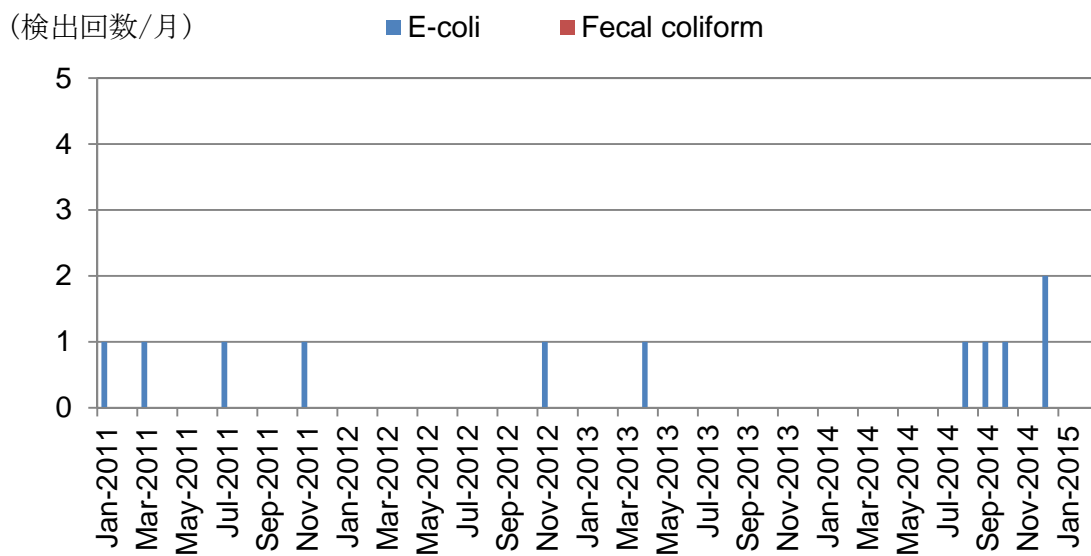
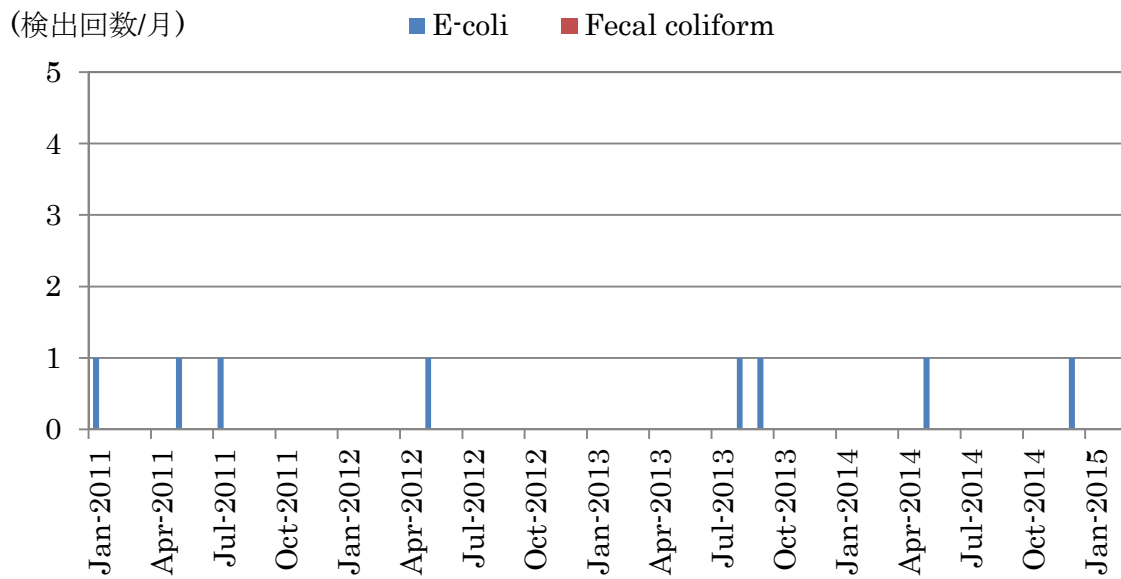
出典：SAC 測定データをもとに、JICA 調査団作成

図1 マタサノ配水池（上）及びマハタ配水池（下）濁度（2011年1月～2015年2月）

大腸菌群及び糞便性大腸菌

大腸菌

塩素注入点である配水池において、度々大腸菌が検出されている。採水点あるいは塩素注入の不備によるものと思われる。

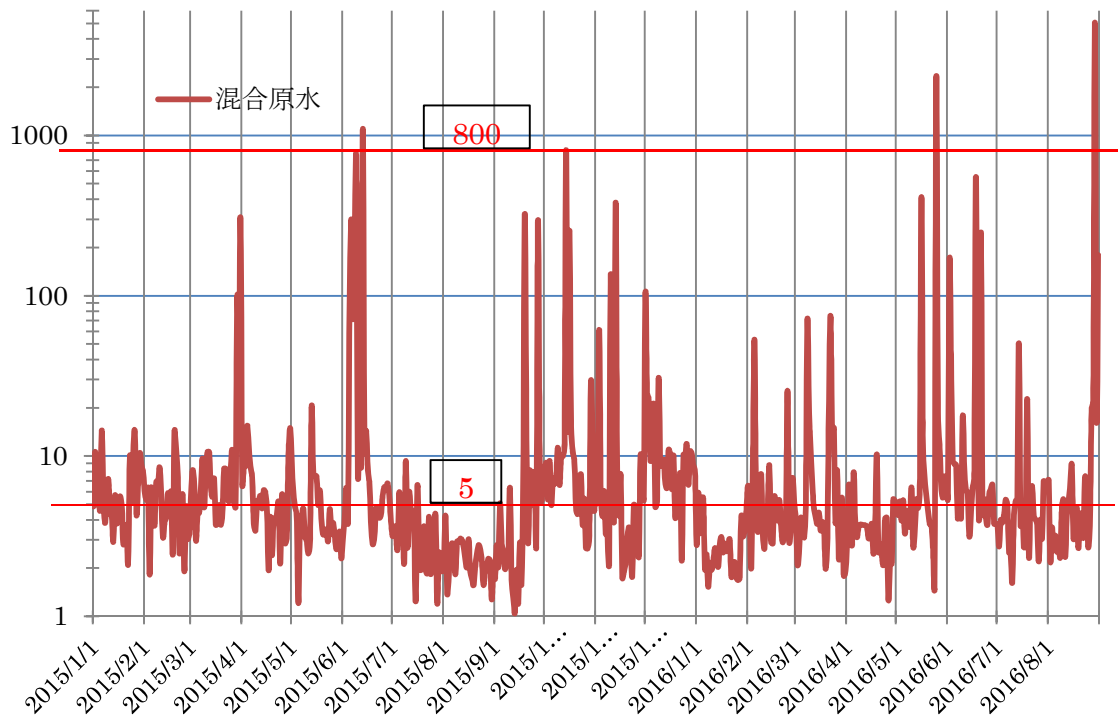


出典：SAC 測定データをもとに、JICA 調査団作成

図2 マタサノ系原水(上)及びマハダ系原水(下)の大腸菌群及び糞便性大腸菌の検出回数(2011年1月～2015年2月)

2. 2015年1月～2016年8月の水質データ

過去609日の毎日濁度データを以下に示す。5 NTU 以上が261日、取水停止の800 NTU 以上が4日で処理が必要な日数は257日となる。(42.2% = 154日/年)



出典：SAC 測定データをもとに、JICA 調査団作成

図3 マタサノ/マハダ混合原水の濁度 (2015年1月～2015年2月)

表2 マタサノ/マハダ混合原水の濁度分布

	日数	比率
測定日数	609 日間	
5 NTU 以上	261 日間	42.9%
10NTU 以上	84 日間	13.8%
100 NTU 以上	19 日間	3.1%
800 NTU 以上	4 日間	0.7%

出典：SAC 測定データをもとに、JICA 調査団作成

## 3. 2015年2月に調査団が実施した水質調査結果

調査団は、2015年2月16日(新マタサノ、マタサノ)および2月21日(マハダ)に水源の水質調査を実施した。調査結果を下表に示す。

表3 各水源の水質試験結果

項目	新マタサノ 2015/2/16	マタサノ 2015/2/16	マハダ 2015/2/21
採水時刻	13:55	15:00	9:15
気温(°C)	22.1	26.8	19.8
水温(°C)	18.7	19.9	18.2
pH	8.0	7.9	8.0
EC( $\mu$ S/cm)	180.0	180.0	90.0
TDS	90.0	90.0	40.0
濁度(NTU)	3.2	11.0	0.8
色度(度)	5.0	12.0	着色・濁質なし
総アルカリ度(as CaCO <sub>3</sub> mg/L)	110.0	125.0	65.0
NH <sub>4</sub> -N(mg/L)	<0.2	<0.2	<0.2
総硬度(as CaCO <sub>3</sub> mg/L)	91.0	132.0	91.0
大腸菌群	検出	検出	検出
糞便性大腸菌	N.D.	N.D.	検出

出典：JICA 調査団

## 4. 2015年10月に調査団が実施した水質調査結果

調査団は、2015年10月23日に水源の水質調査を実施した。調査結果を下表に示す。

表4 マタサノ水源の水質試験結果（2015年10月23日）

Physical determination	Result	Standard	Method
pH (in situ)	6.55	6.5-8.5	4500-H+ B
Electric Conductivity	231.50 $\mu$ s/cm	400 $\mu$ s/cm	2510-B
Total Dissolved Solids	148.16 mg/L	1000 mg/L	2510-B (calculation)
Chemical determination			
Alkalinity	85.54 mg/L	--	2320-B Degree H2SO4
Sodium (Na)	2.98 mg/L	25-200 mg/L	3500-Na B Emission
Potassium (K)	0.50 mg/L	10 mg/L max	3500-K B Emission
Calcium (Ca)	25.60 mg/L	100 mg/L CaCo3	3111-B Ca Atomic absorption
Magnesium (Mg)	5.45 mg/L	30-50 mg/L CaCo3	3111-B Mg Atomic absorption
Chlorides (Cl-)	0.97 mg/L	25-250 mg/L-Cl	4500-B Cl Argentometric
Iron (Fe)	0.31 mg/L	0.30 mg/L max	3111-B Fe Atomic absorption
Manganese (Mn)	<0.010 mg/L	0.01-0.5 mg/L max	3111-B Mn Atomic absorption
Copper (Cu)	<0.015 mg/L	1.0-2.0 mg/L	3111-B Cu Atomic absorption
Zinc (Zn)	0.03 mg/L	3.0 mg/L max	3111-B Zn Atomic absorption
Total Hardness	90.90 mg/L	400 mg/L CaCo3	2340-C
Sulfates (SO4)	11.92 mg/L	25-250 mg/L	4500-SO4 E
Nitrate (NO3)	6.16 mg/L	25-50 mg/L	4500-NO3 E
Nitrite (NO2)	0.038 mg/L	0.1-3.0 mg/L	4500-NO2 B Colorimetric
Ammonia Nitrogen (NH4)	0.32 mg/L	0.05-0.5 mg/L	4500-B Nessler
Fluoride (F-)	0.20 mg/L	0.7-1.5 mg/L	4500-F D SPANS
Cyanide (CN)	0.006 mg/L	0.07 mg/L max	4500-CN- E Colorimetric
Hydrogen Sulphide (S2H)	0.009 mg/L	0.05 mg/L max	4500-S-2
Cadmium (Cd)	<0.20 $\mu$ g/L	0.003 mg/L	3113-B
Aluminum (Al)	0.13 mg/L	0.20 mg/L	3111-D
Arsenic (As)	2.62+0.10 $\mu$ g/L	10 $\mu$ g/L	3114-C
Nickel (Ni)	<8.66 $\mu$ g/L	0.02 mg/L	3113-B
Total Chromium (Cr)	1.11 $\mu$ g/L	0.05 mg/L	3113-B
Lead (Pb)	<2.39 $\mu$ g/L	0.01 mg/L	3113-B
Selenium (Se)	<0.002 mg/L	0.01 mg/L	3114-C
Mercury (Hg)	<0.20 $\mu$ g/L	1 $\mu$ g/L	3112-C
Antimony (Sb)	<0.005 mg/L	0.005 mg/L	3113-B

出典：JICA 調査団

表5 マハダ水源の水質試験結果（2015年10月23日）

Physical determination	Result	Standard	Method
pH (in situ)	6.29	6.5-8.5	4500-H+ B
Electric Conductivity	146.21 $\mu$ s/cm	400 $\mu$ s/cm	2510-B
Total Dissolved Solids	93.57 mg/L	1000 mg/L	2510-B (calculation)
Chemical determination			
Alkalinity	54.43 mg/L	--	2320-B Degree H2SO4
Sodium (Na)	2.70 mg/L	5-200 mg/L	3500-Na B Emission
Potassium (K)	0.48 mg/L	10 mg/L max	3500-K B Emission
Calcium (Ca)	10.65 mg/L	100 mg/L CaCo3	3111-B Ca Atomic absorption
Magnesium (Mg)	5.80 mg/L	30-50 mg/L CaCo3	3111-B Mg Atomic absorption
Chlorides (Cl-)	1.94 mg/L	25-250 mg/L-Cl	4500-B Cl Argentometric
Iron (Fe)	0.29 mg/L	0.30 mg/L max	3111-B Fe Atomic absorption
Manganese (Mn)	<0.010 mg/L	0.01-0.5 mg/L max	3111-B Mn Atomic absorption
Copper (Cu)	<0.015 mg/L	1.0-2.0 mg/L	3111-B Cu Atomic absorption
Zinc (Zn)	0.60 mg/L	3.0 mg/L max	3111-B Zn Atomic absorption
Total Hardness	52.20 mg/L	400 mg/L CaCo3	2340-C
Sulfates (SO4)	6.36 mg/L	25-250 mg/L	4500-SO4 E
Nitrate (NO3)	2.64 mg/L	25-50 mg/L	4500-NO3 E
Nitrite (NO2)	0.031 mg/L	0.1-3.0 mg/L	4500-NO2 B Colorimetric
Ammonia Nitrogen (NH4)	0.33 mg/L	0.05-0.5 mg/L	4500-B Nessler
Fluoride (F-)	0.21 mg/L	0.7-1.5 mg/L	4500-F D SPANS
Cyanide (CN)	0.002 mg/L	0.07 mg/L max	4500-CN- E Colorimetric
Hydrogen Sulphide (S2H)	0.005 mg/L	0.05 mg/L max	4500-S-2
Cadmium (Cd)	<0.20 $\mu$ g/L	0.003 mg/L	3113-B
Aluminum (Al)	0.08 mg/L	0.20 mg/L	3111-D
Arsenic (As)	1.51+0.05 $\mu$ g/L	10 $\mu$ g/L	3114-C
Nickel (Ni)	<8.66 $\mu$ g/L	0.02 mg/L	3113-B
Total Chromium (Cr)	<1.11 $\mu$ g/L	0.05 mg/L	3113-B
Lead (Pb)	<2.39 $\mu$ g/L	0.01 mg/L	3113-B
Selenium (Se)	<0.002 mg/L	0.01 mg/L	3114-C
Mercury (Hg)	<0.20 $\mu$ g/L	1 $\mu$ g/L	3112-C
Antimony (Sb)	<0.005 mg/L	0.005 mg/L	3113-B

出典：JICA 調査団





SANAA/SAC 協議により決定した施設・設備別設計方針（案）（太字は採用事項を示す）

施設・設備名	設計方針	水道施設設計指針 2012（日本）	上水道設計基準 SANAA（ホンジュラス）
1.着水井	>池数: 2 池 >滞留時間: 1.5 分 >量水装置:堰式	<b>原則 2 分割</b> 排水設備、越流設備	記載なし
2.凝集用薬品注入設備	>凝集剤: 硫酸アルミニウム >注入率:最大 : 80mg/L	硫酸アルミニウム ポリ塩化アルミニウム 塩化第二鉄 ポリシリカ鉄	<b>硫酸アルミニウム</b> 塩化第二鉄 硫酸第一鉄 塩化硫酸第二鉄
	>酸・アルカリ剤: 消石灰	<b>消石灰</b> 炭酸ナトリウム 水酸化ナトリウム	記載なし
	>凝集補助剤: 使用せず	活性ケイ酸 ポリマー	ポリマー(カチオン、ノニオン、アニオン)
混和池	>構造・方式: 水流自体のエネルギーによる方式	1) 機械的エネルギーを与える方式 2) 水流自体のエネルギーによる方式	水流によって生じる乱流 機械によって生じる乱流
	>滞留時間: 1 秒~10 秒	1~5 分	<b>1 秒~10 秒</b>
	>G 値 500~2000 秒-1	記載なし	<b>G 値 500~2000 秒-1</b>
4.フロック形成池	>形状:上下迂流式	機械式 迂流式	上下迂流式
	>上下迂流式:パネル組み込み	阻流板を設けた迂流式	パネル組み込み
	>滞留時間: 30 分	20~40 分	10~30 分
	>G 値 20~70 秒-1	記載なし	<b>G 値 20~70 秒-1</b>
5.沈殿池	>方式: 傾斜板式（上向流）	1) 横流式沈殿池 2) 傾斜板式（水平流） 3) 傾斜板式（上向流） 4) 高速凝集沈殿池	<b>傾斜管式沈殿池</b>
	>池数: 2 池	<b>原則として 2 池以上</b>	記載なし
	>排泥設備: ホッパ式 >排泥: 空気作動 または 手動	適正な方式とする 停電時閉	<b>ホッパ式</b> 傾斜 : 45°~60°
6.急速ろ過池	>重力式 >逆流洗浄 : 自己洗浄型(他のろ過池より供給) >表面洗浄 >池数: 8 池 >予備池: 1 池 >ろ過面積: 1 池あたり 150m <sup>2</sup> 以下	重力式を標準 洗浄タンク、洗浄ポンプ、他ろ過池より供給 表面洗浄、空気洗浄 2 池以上 1 池 ; 10 池ごと 1 池あたり <b>150m<sup>2</sup>以下</b>	<b>重力式ろ過方式</b> 洗浄タンク、洗浄ポンプ、他ろ過池より供給 <b>表面洗浄</b> 、空気洗浄 予想される洗浄・点検頻度により池数を決める <b>予備池 1 池</b> 記載なし

添付図書15: SANAA-SACとの協議により合意した施設・設備別設計指針案

施設・設備名	設計方針	水道施設設計指針 2012 (日本)	上水道設計基準 SANAA (ホンジュラス)
	>長方形		
	>ろ過流量調節 :自然平衡型 (流入堰によるろ過流量制御)	1.定速ろ過方式 1)流量制御方式 2)水位制御方式 3)自然平衡方式 2.定圧ろ過方式	記載なし
	>ろ過速度: 120~150m/日	120~150m/日	125~150m/日 120~240m/日
	>ろ過砂及び砂層の厚さ: 有効径 0.6mm >均等係数: 1.7 以下 >砂層厚: 60 cm	0.45~0.75 mm 1.7 以下 60~70cm	有効径 0.6mm 均等係数 2 以下 砂層厚 40 cm以上
	>砂利層数: 4 層以上 >砂利厚: 200 mm >下部集水装置:有孔ブロック形	4 層以上  有孔ブロック形、ストレーナ形、多孔管形、多孔板形	5 層以上  有孔ブロック形
	>洗浄方式:逆流洗浄+表面洗浄 >洗浄水量等:逆流洗浄 0.6m <sup>3</sup> /分,表面洗浄 0.15m <sup>3</sup> /分	逆流洗浄+表面洗浄 逆流洗浄+空気洗浄	逆流洗浄+表面洗浄 洗浄用水 0.08~0.15m <sup>3</sup> /分
	>逆流洗浄用水:自己水 >表面洗浄用水:高架水槽	自己水 高架水槽	記載なし
7. 消毒設備	>塩素剤の種類、注入場所:液化塩素, (既設使用), 新規ろ過池出口 >液化塩素の貯蔵室:安全対策を行う	次亜塩素酸ナトリウム 液化塩素 次亜塩素酸カルシウム	液化塩素
	>保安用具の保管場所:既設管理棟 >保安用具購入:ガスマスク、手袋等、ガス検知器、警報機器 他	防毒マスク (隔膜式、直結式小型)、空気呼吸器 又は送気式マスク、空気予備容器、保護衣 (ゴム製)、保護手袋及び保護長靴 (ゴム製)、安全帽、保護眼鏡、漏洩検知用アンモニア水、うがい薬、耐酸性塗料	・ガスマスク ・ガス漏れ検出用アンモニア ・消火器
8.排水池	>池数: 2 池	2 池以上	記載なし
9.排泥池	>池数: 2 池	2 池以上	記載なし
10.濃縮槽	>設けない	2 池以上	記載なし
11.天日乾燥床	>池数: 6 池	2 池以上	記載なし
12.脱水設備	>設けない	2 台以上	記載なし
13.管理用建物	>既設活用	—	—
14.量水設備	>計量方式: 原水,着水井流入側 超音波式	差圧式 (ベンチュリ管、オリフィス) 電磁式	記載なし

施設・設備名	設計方針	水道施設設計指針 2012 (日本)	上水道設計基準 SANAA (ホンジュラス)
	浄水,配水池出口側 超音波式	<b>超音波式</b>	
15.水質試験設備	>設置場所:既設活用 >試験設備:品目数量考慮	水質管理に必要な水質検査・試験が実施できるものとする。	記載なし
16.保安設備	>ネットフェンス >有刺鉄線 >監視	<b>侵入防止の外柵及び鍵等を設ける。 危険防止の対策として手すり又は安全策を設ける</b>	記載なし
17.配水池	>構造: RC >池数: 1 池 >容量:ホ国上水道基準より 12 時間、ただし、消火用水量を考慮し決定する。また、ボルボリオン配水池建設も合わせて考慮 >水深: 5~6m	鉄筋コンクリート、PC コンクリート等  最大給水量の 12 時間分 必要に応じて消火用水を加算	<b>鉄筋コンクリート、強化レンガ 一日平均消費量の 35%+緊急用の 15%+2 時間 x 2.62L/秒 (12 時間+90.9m<sup>3</sup>)</b>
18.電気設備	>ホ国電気関係法 NEC に準拠 >監視制御システム: ・ 手動運転 ・ 配水池水位警報付 ・ 流量監視 ・ 塩素漏洩検知 ・ モニタリングシステム (原水流量 x2、配水流量 x4、配水池水位警報 (H,L)x4、塩素漏洩検知 x2)	水道施設の規模、上水処理方式、管理形態に適合したものとする。	記載なし

添付図書15: SANAA-SACとの協議により合意した施設・設備別設計指針案

## 日本・ホンジュラスの上水道施設設計指針の比較

項目	設計方針	水道施設設計指針 2012 (日本)	上水道設計基準 SANAA (ホンジュラス)
1.適用する設計基準	>ホ国上水道基準に準拠 >ただし、ホ国上水道基準に記載がない、又は水道施設設計指針(日本水道協会)とかい離する項目は検討後、同指針に準拠	<b>水道施設設計指針 2012</b>	<b>上水道設計基準(SANAA)</b> 正式に制定されたものはないので、強制力はないが、SANAA はこれに準拠して設計を検証している。
2.計画浄水量と施設能力	>最終的に決定された計画浄水量とする。	施設能力は、複数に分割し、1系当たり 25%の予備力を見込む。	原水は一日最大需要量の 1.5 倍を確保すること。
3.処理水質基準	>ホ国飲料水水質技術基準 >濁度 5NTU 許容値 1NTU 推奨値 >色度 15 度以下 許容値 1 度以下 推奨値	水質基準項目 水質管理目標設定項目 >濁度 2 度以下 1 度以下 >色度 5 度以下 規定なし	>ホ国飲料水水質技術基準 >濁度 5NTU 許容値 1NTU 推奨値 >色度 15 度以下 許容値 1 度以下 推奨値
4.水源	>マハダ表流水 >マタサノ表流水	—	—
5.浄水方法	>急速ろ過方式 >ホ国水道水質技術基準を準拠し、除去対象を濁度と色度とする。	>急速ろ過方式 >除去対象を濁度と色度とする。	>急速ろ過方式 >除去対象を濁度と色度とする。
6.薬品注入	>凝集剤: 硫酸バンド、消石灰、 >消毒:塩素	>凝集剤: 硫酸バンド、消石灰、ポリマー >消毒:塩素	>凝集剤: 硫酸バンド、ポリマー >消毒:塩素
7.浄水池	>既設、計画配水池を活用	計画配水池を活用	浄水池と配水池の区別は無い
8.排水処理	>ろ過池洗浄排水・天日乾燥床上澄水は、ホ国排水基準に従い、適正に処理後放流する。 PH 6-9 BOD 50mg/L 以下 COD 200mg/L 以下 SS 100mg/L 以下 >沈澱スラッジは、天日乾燥後、適正処分する	>排水基準 PH 5.8-8.6 BOD 160mg/L 以下 COD 160mg/L 以下 SS 200mg/L 以下 >沈澱スラッジは、天日乾燥後、産業廃棄物として適正処分する。	>ろ過池洗浄排水・天日乾燥床上澄水は、ホ国排水基準に従い、適正に処理後放流する。 PH 6-9 BOD 50mg/L 以下 COD 200mg/L 以下 SS 100mg/L 以下 >沈澱スラッジは、天日乾燥後、適正処分する法的な規制は無い。
9.浄水施設配置	既設浄水場に隣接して建設する。別紙参照	—	—
10.運転方式	>原則、手動運転(資機材調達難易、技術知識・水準、運転員の負荷を配慮する。) >省エネ(コスト削減配慮)	—	—
11. 受電	>既設を活用 >ただし、安全対策を施す	—	—

項目		設計方針	水道施設設計指針 2012 (日本)	上水道設計基準 SANAA (ホンジュラス)
気計装	制御	>運転・操作のコストが最小になる方法とする。	—	—
	計装	>主要な水量、水位等の計量と記録	—	—
	自家発電	既設を活用	—	—
12.運転管理		>運転員が常駐して、運転管理を行う(24 時間) >沈澱池・ろ過池は半自動(*1)で運転 >ジャーテストを行い、薬品注入量を調節	—	—
13.水質管理		>一定間隔で水質試験を行う >水質結果で運転条件の調整を行う	施設・設備別設計方針による。	施設・設備別設計方針による。
14.安全対策		>塩素ガス漏洩対策(除害設備設置) >受電室、ケーブル敷設替え、自家発電室囲い >その他、転落・転倒等、日本労働安全衛生法等関係法令を参考にして対策する。	施設・設備別設計方針による。	施設・設備別設計方針による。
15.予備機・施設の考え方		>上水道設計基準(SANAA)に準拠 例、ろ過池は 1 池予備とする。 >この他、ホ国他市事例も参考に主要機器は予備を設置する。	—	—

(\*1) : 空気又は電動機を備えた弁・ゲートを設置し、開閉ボタンで操作する。



## PROMOSAS プロジェクト変更による本プロジェクトへの影響

### 1. はじめに

2016年12月の概略設計協議を通じて、PROMOSASプロジェクトによる第2マハダ配水池、第2ボルボリオン配水池建設のうち、第2マハダ配水池建設が取りやめになり、それに代わりマタサノ導水管の改修が行われたことを確認した。この結果、本プロジェクトの配水池計画が12時間貯水容量から約10時間貯水容量に減少し、新規浄水場への流入量が計画値180 L/sから最大約230 L/sに増加するが、本プロジェクトの施設容量（配水池容量、計画浄水量）は変更せず、条件変更に対してはSACが施設の運用により対応することを概略設計協議調査時に確認した（資料4-2参照）。

しかしながら、今回実施されマタサノ導水管の変更は減圧水槽のバイパスを含むことから、着水井流入点での静水圧が増加することが予想されるため、本プロジェクトの導水管（本計画では既存着水井上流側で導水管を分岐して新規浄水場着水井に導流する。）の設計への影響の有無を考察した。

### 2. 概略設計への影響（次ページ図参照）

減圧槽2バイパス以前は、減圧槽2で圧力が解放されるため新規着水井への分岐点の水圧は減圧槽2と新規着水井間の標高差による静水圧58 mに、水撃圧20 mを加え、78 mと想定した。その結果、概略設計では以下の管を採用している。

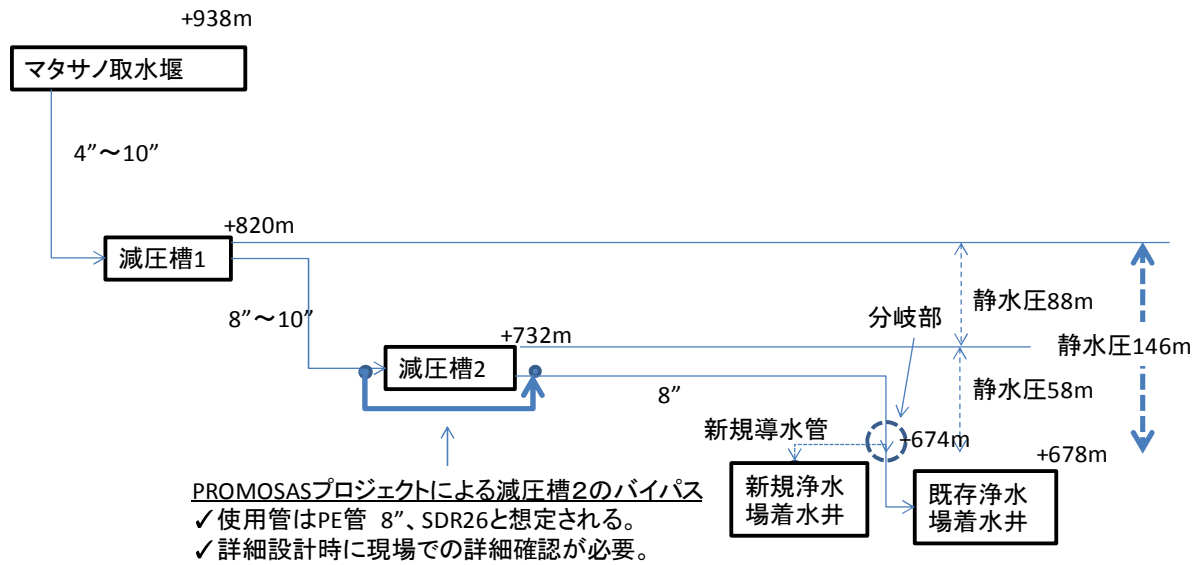
- 鋼管 STW290, F12,  
φ300 mm x 34.6 m  
許容最大使用圧力：1.2 MPa
- 塩ビ管 HIVP 管  
φ250 mm x 7.7m  
許容最大使用圧力：1 MPa

しかしながら、減圧槽2バイパス後は減圧槽1と減圧槽2間の標高差88 mが加わるため、分岐点の水圧は、静水圧146 mに水撃圧を加えて166 mになると推定され、採用管の許容最大使用圧力を越える。したがって、詳細設計では使用管についての見直しが必要となる。

### 3. SAC 使用管の耐圧について

今回SACの減圧槽2バイパス並びにその下流の分岐点までの導水管の鋼管に使用された管は8”SDR26のPE管である。この管の最大使用圧力は0.6 MPa程度で導水管の運転停止時には静水圧は最大使用圧力を越えると考えられる。この点についてのSACの見解は、導水管停止時には上流側からバルブを閉め当該導水管部に最大静水圧がかからない運転をすることである。

この考え方に従えば、本プロジェクトの導水管部分にも最大静水圧はかからず、採用管で耐圧が可能ということになる。しかしながら、誤操作等により下流側のバルブが先に閉められる事態が発生すれば、静水圧が最大使用圧力を越えるリスクを排除することはできない。



注) 新規着水井以外の標高はSAC資料による。新規着水井の標高と2、3mの差がある可能性あり。

#### 4. 今後の対応

上記のとおり詳細設計時には概略設計の採用管の見直しが必要であるが、概略設計部分だけの見直しでは、導水管全体のリスクを排除することはできない。したがって、場合によっては詳細設計時に本プロジェクトの対象範囲を超えた関連するマタサノ系導水管の設計の見直しが必要になる可能性がある。



## 高圧受電設備・非常用自家発電設備の検討

### 1. 高圧受電設備の検討

新規浄水場を建設するにあたり、浄水場内の機器類やそれらの運転監視を行うモニタリングシステムのための電力供給設備が必要になる。具体的には浄水場の敷地近くを通る高圧架空線（AC 19,500V, 60Hz）を敷地内に引き込み、変圧器により低圧電源（480V）に落として機器類に配電する事になる。又、停電時にも浄水場の運転が可能になる様に非常用自家発電設備（ディーゼルエンジン発電機）を併設する事とする。ここで、既設受電設備（写真参照）の流用も含め新規浄水場の受電設備の施設計画について、以下の3ケースの比較検討を行う。

ケース 1：既設浄水場の受電設備を機器類も含めそのまま流用する。

ケース 2：既設浄水場の受電設備の機器のみ、例えば変圧器、自家発電設備等を新規更新する。

ケース 3：新規浄水場の受電設備を別の場所に建屋及び機器類を新規建設する。

写真 4-1 既設受電設備外観



上記の比較検討を行うにあたって既設受電設備の現況などの基本条件を以下に列記する。

- 1) 新設浄水場は既設浄水場と比べてポンプ機器などが少なく所用負荷容量も大幅に低減される事から変圧器および発電機の容量的には問題無い。詳細は次項参照の事。
- 2) 既設変圧器（167 kVA x 3 台、米国 ABB 社製）の製造年度は 2005 年と比較的新しく、SAC の聞き取り調査でも特に問題無いとの事で使用可能と判断する。
- 3) 既設自家発電設備（287.5 kVA、米国カミンズ社製）の製造年度は 2013 年と新しく、SAC の聞き取り調査では、現在バッテリーが故障しているがそれ以外は問題無い。
- 4) 既設受電設備の安全面に関しては、変圧器は自家発電設備室の屋上に設置されている為、

第三者によるアクセスは問題無いが、自家発電設備室には安全囲いが必要である。

以上の基本条件から各ケースを検討した結果、既設受電設備の機器類は一部修理が必要であるが基本的に使用可能であり、次項で述べる様に新規浄水場の負荷容量に対しても対応可能である。従って、本件の新規浄水場の受電設備は、ケース1の既存の受電設備を流用し管理棟に設置される監視設備と新規浄水場内の機器類に配電する事とする。

## 2. 非常用自家発電設備の検討

非常用自家発電設備は、停電時に浄水場を運転する為の電源供給設備であるが、その地域の停電の頻度、停電の継続時間、浄水場内の負荷容量などによって非常用自家発電設備の要否、燃料タンクの容量、自家発電容量などの仕様が決定される。

### 1) 停電データ

下表にコマヤグア市における過去3か年の停電データを示す。これより、停電は毎月発生しており非常用自家発電設備は停電時の浄水場の運転に必要である。一方、最大停電時間は2014年9月の15.5時間であるが、この月に何回停電が発生したかは不明である。そこで、最悪のケースを考え、1回の停電の最大継続時間を15.5時間と仮定する。

付録 表4-1 コマヤグア市の過去3か年の停電時間

年月	停電時間 (Hr.)		
	2013年	2014年	2015年
1月	0.31	0.21	1.33
2月	0.69	9.44	0.85
3月	2.67	2.37	0.2
4月	1.89	7.52	2.08
5月	2.7	3.57	2.63
6月	2.55	1.9	9.94
7月	1.15	1.26	2.52
8月	8.9	9.72	2.54
9月	7.99	15.5	2.36
10月	2.68	1.02	4.54
11月	0.48	2.36	1.75
12月	0.2	0.1	1.67

出典：SAC

### 2) 燃料タンク容量

既存の燃料タンク容量は1 m<sup>3</sup> (1,000 L) であるが、この容量で自家発電設備が15.5時間の連続運転が可能かどうかを確認する。

今回の287.5kVAの発電機には320kWクラスのディーゼルエンジンが使用されていると考えられ、同等出力のエンジンにおける定格出力運転時の燃料消費率は約58 L/hである。

従って、15.5時間の燃料消費量は以下となる。

$$58 \text{ L/h} \times 15.5 \text{ h} = 899 \text{ L} < 1,000 \text{ L}$$

以上より、既存の燃料タンク容量で 15.5 時間の連続運転は可能であるが、上記計算に用いた燃料消費率は定格出力運転時の値であり、実際は新規浄水場の負荷容量が既設浄水場に比べ大幅に低減され燃料消費率が下がる事から、更に余裕のある燃料タンク容量になっている。

### 3) 自家発容量

既存の自家発容量が新規浄水場の負荷容量に対して十分かどうかを確認する。自家発容量の計算は、定常時と負荷始動時（過渡期）の計算を行う必要がある。ここでは、以下の概略計算結果の最大値が既設の自家発容量の 287.5 kVA 以下であるかどうかを確認する。

PG1：定常運転に必要な容量

PG2：瞬時電圧降下が許容値以内である為の容量

PG3：後発負荷の始動時に必要な容量

$$PG1 = \sum (P_i/n_i) / \cos \theta \quad (\text{kVA})$$

ここで、 $P_i$ ：各負荷の出力(kW)

$n_i$ ：各負荷の力率 0.9

$\cos \theta$ ：発電機の力率 0.8

$$\text{従って、} PG1 = (1.5/0.9 + 0.4/0.9 + 0.4/0.9 + 0.4/0.9 + 0.4/0.9) / 0.8 = \underline{4.3 \text{ (kVA)}}$$

$$PG2 = S \cdot X \cdot (1 - \Delta V) / \Delta V \quad (\text{kVA})$$

ここで、 $S$ ：始動容量最大負の始動容量値

$X$ ：発電機の過渡リアクタンス 0.25

$\Delta V$ ：発電機端における許容瞬時電圧降下率 0.21

$$\text{従って、} PG2 = 13.2 \times 0.25 \times (1 - 0.21) / 0.21 = \underline{12.4 \text{ (kVA)}}$$

$$PG3 = \{ (P_B + S \cdot \cos \theta)^2 + (Q_B + S \cdot \sin \theta)^2 \}^{0.5} / K_G \quad (\text{kVA})$$

ここで、 $P_B$ ：既に運転中の負荷の有効電力 (kW)

$Q_B$ ：既に運転中の負荷の無効電力 (kVar)

$S$ ：後発負荷の始動容量 (kVA)

$\cos \theta$ ：後発負荷の始動時力率 0.4

$K_G$ ：発電機の過負荷耐量 1.5

$$\text{従って、} PG3 = \{ (1.65 + 13.2 \times 0.8)^2 + (1.25 + 13.2 \times 0.6)^2 \}^{0.5} / 1.5 = \underline{10.2 \text{ (kVA)}}$$

以上の計算結果より、最大値は  $PG2 = 12.4 \text{ (kVA)}$  であり、既存の自家発容量の 287.5 kVA よりも低い値のため容量的に問題無い。

