

1 はじめに

テグシガルパ市(行政上の名称は中央区域)はホンデュラス共和国の首都であり、同国の司法、行政、教育の中心となっている。テグシガルパ市に対する水道供給は上下水道公社(SANAA)の首都圏局が行っている。SANAA は全国ベースで上下水道の運営を実施している組織である。

現在、テグシガルパ市の水道普及率は人口ベースで 90%(約 90 万人)である。しかし、水道サービスのレベルは決して満足できるレベルのものではなく、時間給水が一年中すべての配水区で生じているような状態である。

さらに 1998 年 10 月にホンデュラスに襲来したハリケーンミッチにより、同国は甚大な社会インフラ被害と人的被害を被った。ミッチによる被害の後、多数の国による国際救援活動が様々な施設について実施され、水道施設の能力についてもある程度は回復した。しかし、それら救援活動は緊急的に実施されているために、必ずしも組織的に行われている訳ではなく、有機的な施設の改善がなされてはいない。水道供給能力はハリケーンミッチ以前にも需要に比べて相当小さかったが、現在の能力はそれさえにも達していない。

本調査の目的は、中期的な水供給能力の開発をめざすマスタープランを策定するとともに、マスタープランの中で現在の水不足を改善するための優先プロジェクトのフィージビリティ調査を実施することである。

本調査の目的は以下の通りである。

- (1) 2015 年を目標年次とする水供給マスタープランを策定する。
- (2) マスタープランの中で位置づけられた優先プロジェクトのフィージビリティ調査を実施する。
- (3) 調査の過程を通して、カウンターパートに対し技術移転を行う。

本調査の調査範囲は、水供給区域としてテグシガルパの都市化区域を、水源地域としてその周辺地域を設定した。本調査のマスタープランにおける水源地域としては、原則としてテグシガルパ市の都市化区域およびその上流域に限定した。図 1 に水源開発の調査対象地域を示した。マスタープランにおける水供給対象区域は SANAA が提案している都市化区域とした。図 1 に水供給対象区域を示した。

本調査は以下に示す体制で実施した。

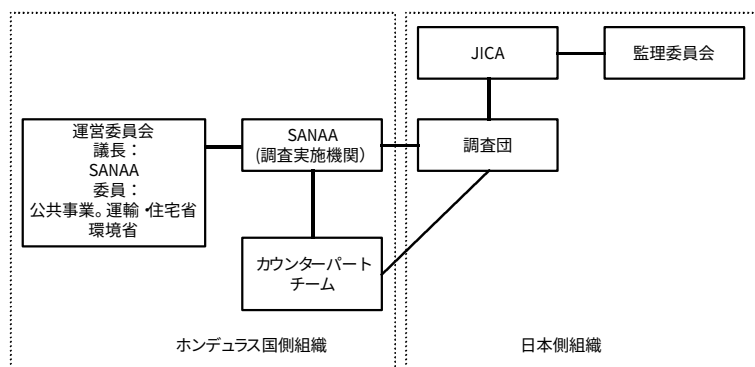


図 2 に調査行程および調査団員のスケジュールを示した。

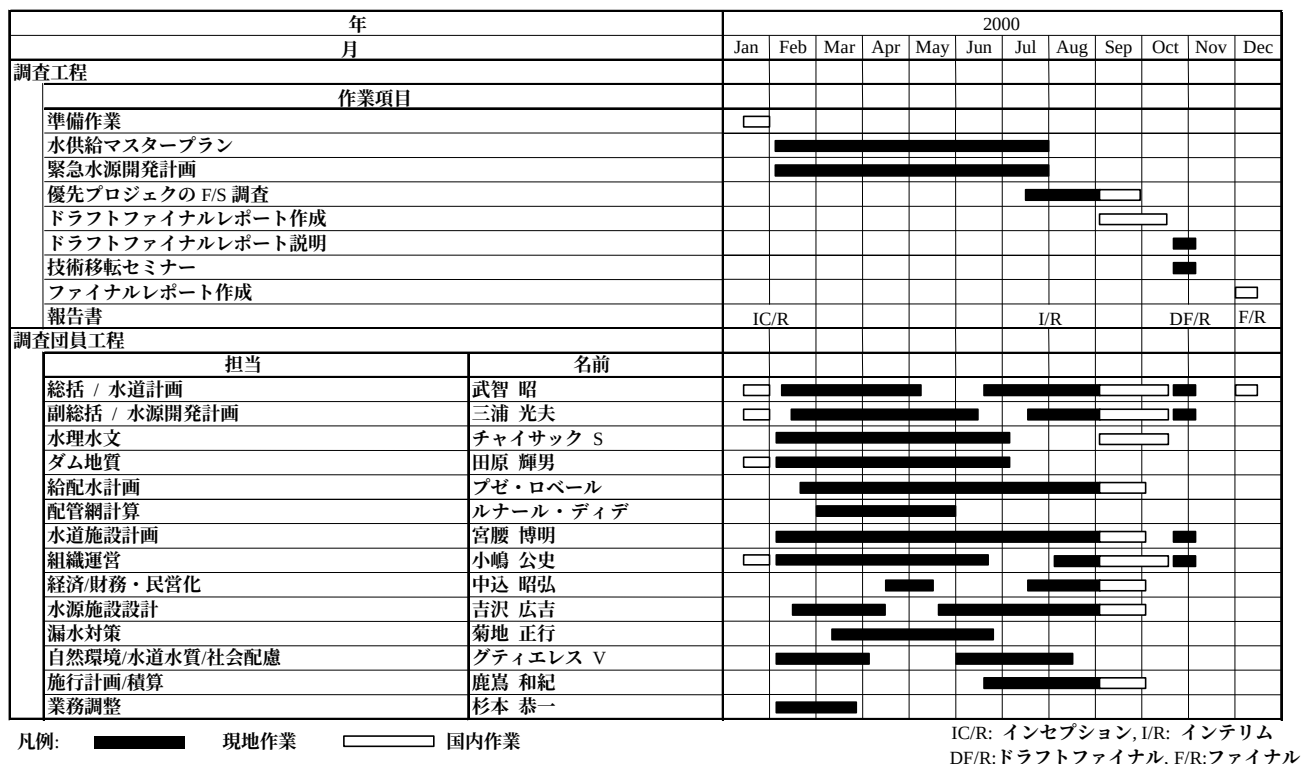


図 2 調査スケジュール

報告書はメインレポート、サポーティングレポート、サマリーおよびデータブックにより構成し、本調査の全ての内容を含むものである。

2 計画の基本条件

2.1 人口推計

(1) 現在の人口

現在の人口は、各居住区にある世帯数に 1 世帯あたりの平均家族数を掛け合わせて推定した。居住区の世帯数は 2001 年に統計局(DGEC)が実施するセンサスの前段として 2000 年に実施されたプレセンサスにより推定したものであり、また、1 世帯あたりの家族数は DGEC が実施している多目的家庭質問調査の結果によった。

この結果、2000 年におけるテグシガルパ市の人口は 932,288 人と推定された。

(2) 人口推計

1974 年のセンサス、1988 年のセンサス、および本調査によって推計した現在人口をもとに直線回帰を適用し図 3 に示す人口推移線を作成した。将来人口は 1988 年人口と 2000 年人口を結ぶ直線を外挿して求めた。表 1 に示す様に 2015 年の人口は 1,376,822 人と推計された。

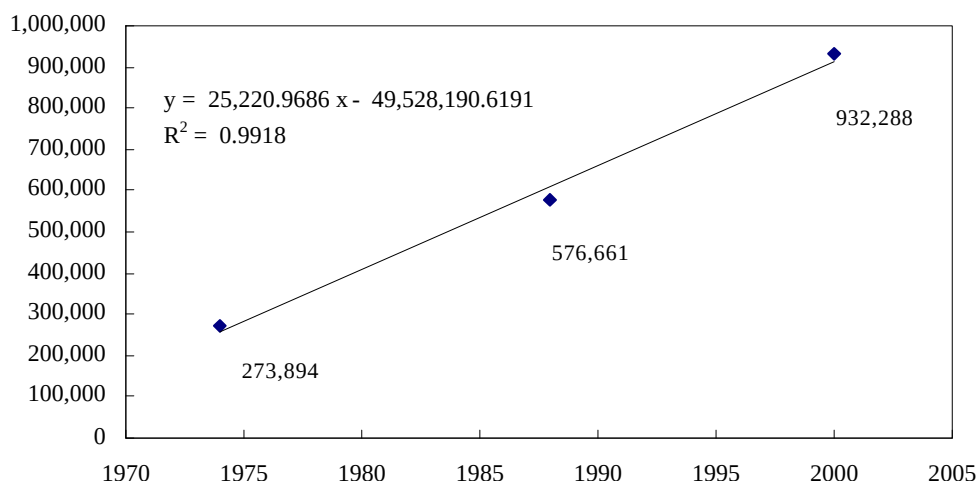


図3 テグシガルパ市都市化区域の人口推移

表1 テグシガルパ市都市化区域の人口推計

年	2000	2005	2010	2015
推計人口 (人)	932,288	1,080,466	1,228,644	1,376,822

(3) 各居住区毎の人口推計

人口推計は下記に示すグループ毎に実施した。

- 現存する居住区の人口
- 計画中の居住区および現存するが拡張計画のある居住区の人口
- 現在計画は無いが、将来開発されると予測される居住区の人口

上記の居住区毎の人口推計は表2に示す概念を適用して行った。

表2 人口推計の概念

グループ	2000-2005 年 ^{*1}	2006-2015 年
拡張計画の無い現存する居住区	市全体の人口増加数 ^{*2} - 新規居住区の人口増加 ^{*3} = 12,750 人/年	市全体の人口増加数 ^{*2} - 新規居住区の人口増加 ^{*3} = 12,750 人/年
現存する居住区で拡張計画のあるものおよび具体的に新設計画のある居住区	年当たりの計画ロット数に平均家族数 (4.95 人/ロット) を乗して算出 (x とする)	
現在計画は無いが、将来予測される居住区	新規居住区の人口増加 ^{*3} - x 人/年	新規居住区の人口増加 ^{*3}
合計	市全体の人口増加数 ^{*2} (29,636 人/年)	

*1: 新設、拡張計画のある居住区では 2000 年から 2005 年までに計画が完了すると仮定した。

*2: 市全体の年あたり増加率は 2000 年人口と 2015 年の人口の差を 15 年で除して求めた。(29,636 人/年)

*3: 新規居住区の人口増加は 1988 年のセンサスと推定した 2000 年人口の比較から新規に発生した居住区の人口を求め、それを 12 年で除して求めた。(16,886 人/年)

2.2 都市化区域

本調査における都市化区域の境界は以下のように定義した。

- プレセンサス 2000 でリストアップされた居住区の境界を現在の都市化区域の境界とする。
- SANAA が提案した都市化区域の境界を将来の都市化区域の境界とする。

2.3 水需要予測

水需要予測は以下のカテゴリー毎に検討した。

- 家庭用水
- 商業用水
- 工業用水
- 公共用水

(1) 家庭用水

家庭用水の水需要は、水使用原単位に需要者の数を乗じて推定した。本調査では以下の3つの水供給方法を適用した。

- 井戸による水供給を行っている居住区については、限られた水資源の有効活用を図る目的から、将来も現状のまま井戸による供給とする。
- 現存の居住区、将来拡張予定の居住区、計画中の居住区については管路による水供給を行う。
- 現在計画には無いが、今後出現すると予測される居住区についてはタンクローリーによって給水する。

現在の供給対象人口は、各居住区の人口と各社会階層ごとの水需要原単位によって推定した。将来の給水対象人口は、上記の水供給の基本的考え方によって推定した。水需要原単位については、表 3 に示す SANAA が採用している各社会階層毎の標準設計値を用いた。

表 3 採用した水需要原単位

社会階層	水需要原単位 (l/人/日)	
S	300	S; 超高級居住区
A	230	A; 高級居住区
M	180	M; 中級居住区
C, B, と P	150	C; 商業地区 B; 低所得層居住区 P; 計画開発地区
T と W	100	T; 貧困層居住区 W; 井戸給水地区
L	30	L; タンクローリー給水地区

(2) 家庭用水以外の用途

家庭用水以外の用途の水量は、現在の家庭用水に対する比率が将来も変わらないと仮定し、推定された家庭用水量に比率を乗じて算出した。適用された比率は以下のとおりである。

$$\begin{aligned}\text{商業用水} &= \text{家庭用水量} \times 13\% \\ \text{工業用水} &= \text{家庭用水量} \times 3.9\% \\ \text{公共用水} &= \text{家庭用水量} \times 13\%\end{aligned}$$

(3) 水需要の予測

表 4 に 2000 年と 2015 年の水需要を示した。

表 4 2000 年と 2015 年の水需要の比較

カテゴリー	2000 年水需要 (m ³ /日)	2015 年水需要 (m ³ /日)
管路により給水する 家庭用水	112,195	150,832
タンクローリーにより 給水する家庭用水	3,010	6,314
商業用水	14,571	19,589
工業用水	4,371	5,877
公共用水	14,571	19,589
井戸による家庭用水	1,331	1,601
総需要	150,049	203,800

2.4 必要水量

水源から取水され処理場を経て各消費者に給水される過程での各種水量を図 4 のように定義し、施設計画における施設容量の設計は以下の水量に基づいて行った。

- 必要取水量
- 必要生産量

上記水量の日平均値を以下のように定義した。

- 必要生産量 = 水需要 + 漏水量
- 必要取水量 = 必要生産量 + 浄水場におけるロス水量

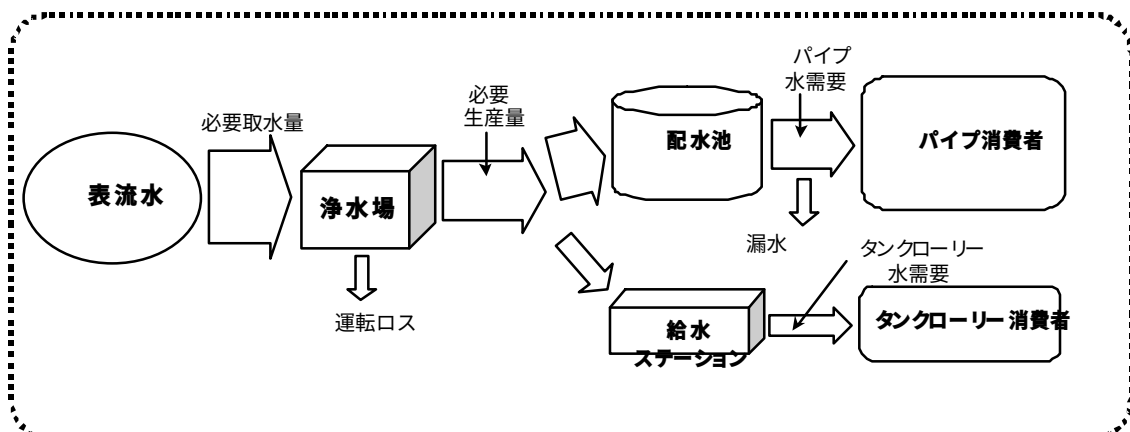


図 4 水源から消費者までの各種水量の定義

必要生産量の推計値を表 5 に示した。

表 5 必要生産量の推計値

必要生産量	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
日平均値	211,164	233,747	256,298	267,494
日最大値	240,908	267,544	294,090	307,934

(単位: m³/日)

必要取水量の推計値を表 6 に示した。

表 6 必要取水量の推計値

必要取水量	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
日平均値	224,643	248,668	272,657	284,568
日最大値	256,285	284,668	312,862	327,589

(単位: m³/日)

図 5 に必要取水量の日平均値と日最大値を示した。

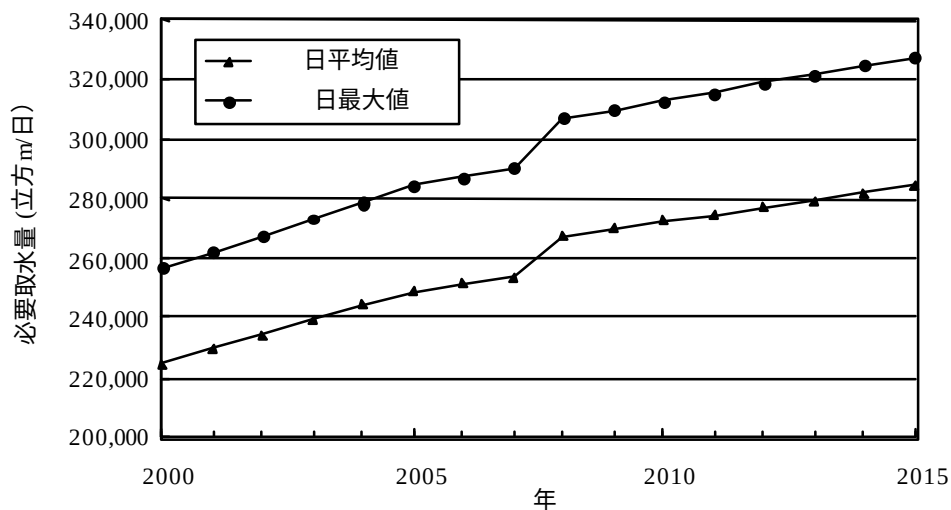


図 5 必要取水量

3 マスタープランプロジェクトの選定

3.1 基本条件

テグシガルパはホンデュラスの首都であり、現在の水道普及率は 90%以上である。この事実に鑑み、すなわち、首都の水道で、サービスレベルは別としてすでに水道が普及しているという現状を重視し、提案するマスタープランにおいては以下の目標を設定した。

- 渇水に対して、99%の安全度(10 年に 1 回の渇水に対応)を確保する安定的な水供給を実現する。
- 十分な量と質を保ち、かつ 24 時間給水を実現する

上記目標を達成するためには、必要生産量の日平均値として 267,494 m³/日 (3,096 l/秒) を満足する必要がある。

3.2 現在の生産量

調査地域における既存の各水源について 99%の安全度で確保できる水量の分析を行った。その結果、現在の生産量を日平均値で 177,896 m³/日 (2,059 l/秒) と推計した。(表 7) この生産量はロスラウレス貯水池への流入土砂堆砂のために毎年 406 m³/日 (4.7 l/秒)減少している。

表 7 現在の水生産量

施設	99%信頼度を確保する生産能力 (m ³ /日)
ピカチョ	24,689 (286 l/秒)
ロスラウレス	*43,856 (*508 l/秒)
コンセプション	105,824 (1,225 l/秒)
ミラフローレス	3,527 (41 l/秒)
合計	*177,896 (*2,059 l/秒)

*: 2000 年における生産量。毎年 406 m³/日 (4.7 l/秒) 減少している。

2015 年における必要生産量(267,494 m³/日 (3,096 l/秒))に対する不足量は 89,598 m³/日 (1,037 l/秒)である。

3.3 候補となる事業

以下の事業をマスタープランの候補となる事業として検討した。

- 既存のロスラウレス貯水池の浚渫
- ロスラウレス II プロジェクト(ロスラウレスダムの建設と関連する水道施設および既存のロスラウレス貯水池の浚渫)
- キエブラモンテスダム(キエブラモンテスダムと関連する水道施設の建設)
- サバクアンテダム(サバクアンテダムと関連する水道施設の建設)
- タトゥンブラダム(タトゥンブラダムと関連する水道施設の建設)
- 漏水低減プロジェクト (一定の径以下の配水管の敷き換え)

表 8 に費用便益分析の結果を示した。

表 8 費用便益分析結果

プロジェクト	開発水量 (m ³ /日)	必要事業費 (USD)	単価 (USD/m ³ /日)
ロスラウレス貯水池浚渫プロジェクト	4,057	48,800,000	12,029
ロスラウレス II プロジェクト	12,995	28,300,000	2,178
キエブラモンテスダムプロジェクト	84,464	212,000,000	2,510
サバクアンテダムプロジェクト	20,332	93,000,000	4,574
タトゥンブラダムプロジェクト	17,882	115,000,000	6,431
漏水低減プロジェクト(8 インチ 以下)	27,833	160,000,000	5,749
漏水低減プロジェクト(3/4 インチ 以下)	2,227	22,800,000	10,238

3.4 マスタープランプロジェクトの選定

(1) プロジェクトの選択

表 8 に示した費用便益分析結果に基づいて、必要生産量を満たすプロジェクトの組み合わせを検討した。表 9 に示すようにロスラウレレス II プロジェクトとキエブラモンテスプロジェクトが単価が安く、両方で必要な生産量(267,494 m³/日)を満足する。この 2 つのプロジェクトをマスタープランプロジェクトとして選定した。

表 9 水供給施設

プロジェクト	開発生産能力 (m ³ /日)	累計生産量 (m ³ /日)	不足量 (m ³ /日)
(現存の能力)	-	*175,459	92,035
ロスラウレレス II プロジェクト	12,995	188,454	79,040
キエブラモンテスプロジェクト	84,464	272,918	(-5,424)

*: 2006 年にロスラウレレス II プロジェクトが完成する直前の生産量

(2) 漏水管理プロジェクト

漏水低減プロジェクトは費用便益分析による優先順位は低くなった。しかし、漏水管理の必要性は貴重な水資源を節約するという観点に加えて、浄水過程に投入されている資源を無駄にしないという観点からも非常に重要である。

したがって、漏水管理プログラムを実施して、各配水池からのアウトフローと各消費者の消費量を監視し実際の漏水実態を把握することが必要である。よって、漏水管理の方法として全ての消費者に量水器を、また、全ての配水池に流量計を設置することをマスタープランのプロジェクトの一つとして提案した。

4 マスタープランの提案

4.1 はじめに

ロスラウレレス II プロジェクト、キエブラモンテスプロジェクト、漏水管理プロジェクトの 3 つのプロジェクトをマスタープランの目標を満足するためのプロジェクトとして選定した。

ロスラウレレス II プロジェクトとキエブラモンテスプロジェクトは新たな水源を開発し、水道施設を新設または増設して既存および将来の給水区域に給水するものである。漏水管理プロジェクトは漏水低減プログラムに必要な定量的データを得るためのシステムを提言するプロジェクトである。

4.2 ロスラウレレス II プロジェクトの施設計画

(1) 一般

現存のロスラウレレス貯水池の設計開発水量は 750 l/秒であるが、堆砂によって貯水池容量が減少し、2000 年では開発水量は 540 l/秒に減少しており、ロスラウレレス II プロジェクト完成の 2006 年には約 510 l/秒までに減少すると予想される。(毎年 4.7 l/秒減少する。)。ロスラウレレス II プロジェクトにより 160 l/秒開発され、その値は 670 l/

秒に増加する。

ロスラウレス貯水池を水源とする浄水場、送水施設、配水ネットワーク等の水道施設の設計値は 670 l/秒である。したがって、ロスラウレスⅡ貯水池で開発された水は下流のロスラウレス貯水池に放流してロスラウレス貯水池から取水し、既存のロスラウレス浄水場で浄水した後に現在ロスラウレス貯水池から給水している区域に送水し配水する計画とする。

(2) 水源開発

ロスラウレスⅡプロジェクトはロスラウレスⅡダム建設、既存のロスラウレス貯水池および将来のロスラウレスⅡ貯水池の堆砂掘削で構成する。

ロスラウレスⅡダム

ダム天端標高は予定貯水池の上流にあるマテオ橋の標高およびプロジェクトによって移転の必要な家屋を考慮して決定した。貯水池の常時満水位は 1,053 m である。図 6 と図 7 にロスラウレスⅡダムの標準断面と下流面図を示した。

ダムの工事数量の概略は以下の通りである。

掘削:	65,000 m ³
コンクリート:	42,000 m ³
ゲート:	9m × 8.6 m × 4 門

堆砂掘削

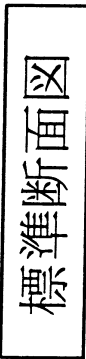
図 8 に堆砂掘削の予定地を示した。掘削量の合計は 600,000 m³ である。

開発水量

ロスラウレスⅡダムの 99%信頼度の開発水量は 130 l/秒である。600,000 m³ の堆砂掘削による開発水量は 30 l/秒である。

(3) 水道施設

ロスラウレスⅡプロジェクトにおいては、開発された水は既存の水道施設によって供給するため、新たな水道施設の建設は不要である。これについては既設の水道施設の容量と配水区の需要バランスを確認した。



ロスラウレスⅡダム標準断面図



ロスラウレスⅡダム下流面図

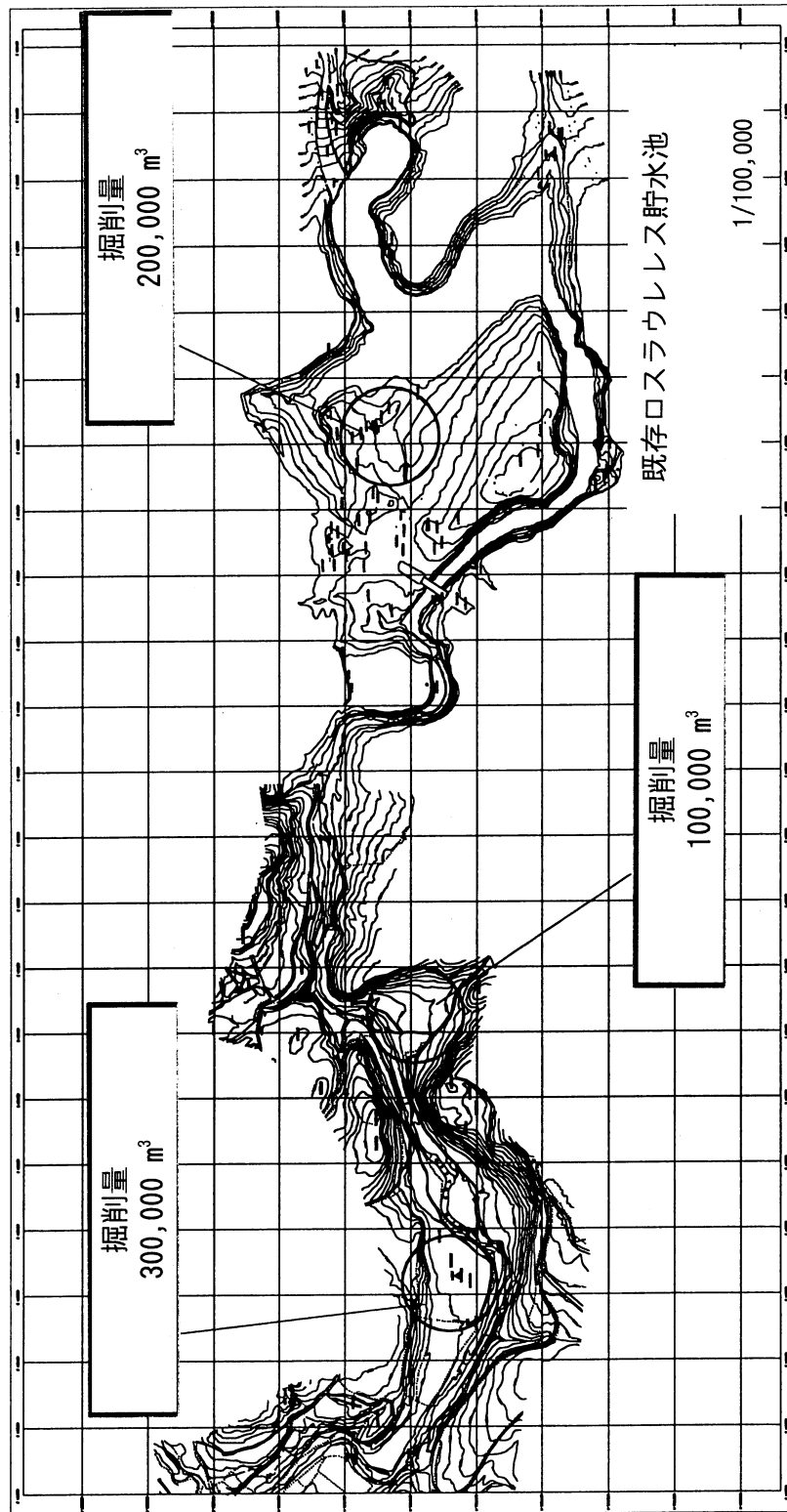


図 8

堆砂掘削位置図

4.3 キエブラモンテスプロジェクトの施設計画

(1) 一般

キエブラモンテスプロジェクトは以下のコンポーネントで構成される。

- キエブラモンテスダム建設
- キエブラモンテスダムから新設する浄水場までの導水管
- 浄水場の新設
- 既設ロスラウレス浄水場の浄水タンクの拡張
- キエブラモンテスの送水管からロスラウレス浄水場の浄水タンクに水を送るバイパス管の敷設
- 送水システムの再編成
- 配水システムの再編成

(2) 水源

図 9 と図 10 にキエブラモンテスダムの平面図と下流面図を示した。ダムの工事数量は以下の通りである。

掘削:	753,000 m ³
コンクリート:	64,000 m ³
盛立て:	3,500,000 m ³

99%信頼度の開発水量は 1,040 l/秒 である。

(3) 水供給システムの最適化

現存の給水システムは水源毎に固有の導水管と浄水場を備えている。既存システムの水開発能力、水処理能力と新たに開発する水源およびその浄水能力を調和させ、さらに送水システムと配水システムを再編成することによりシステム全体の最適化を図った。

浄水施設の最適化のための代替案検討

浄水システムの最適化を行うために、以下の代替案を検討した。

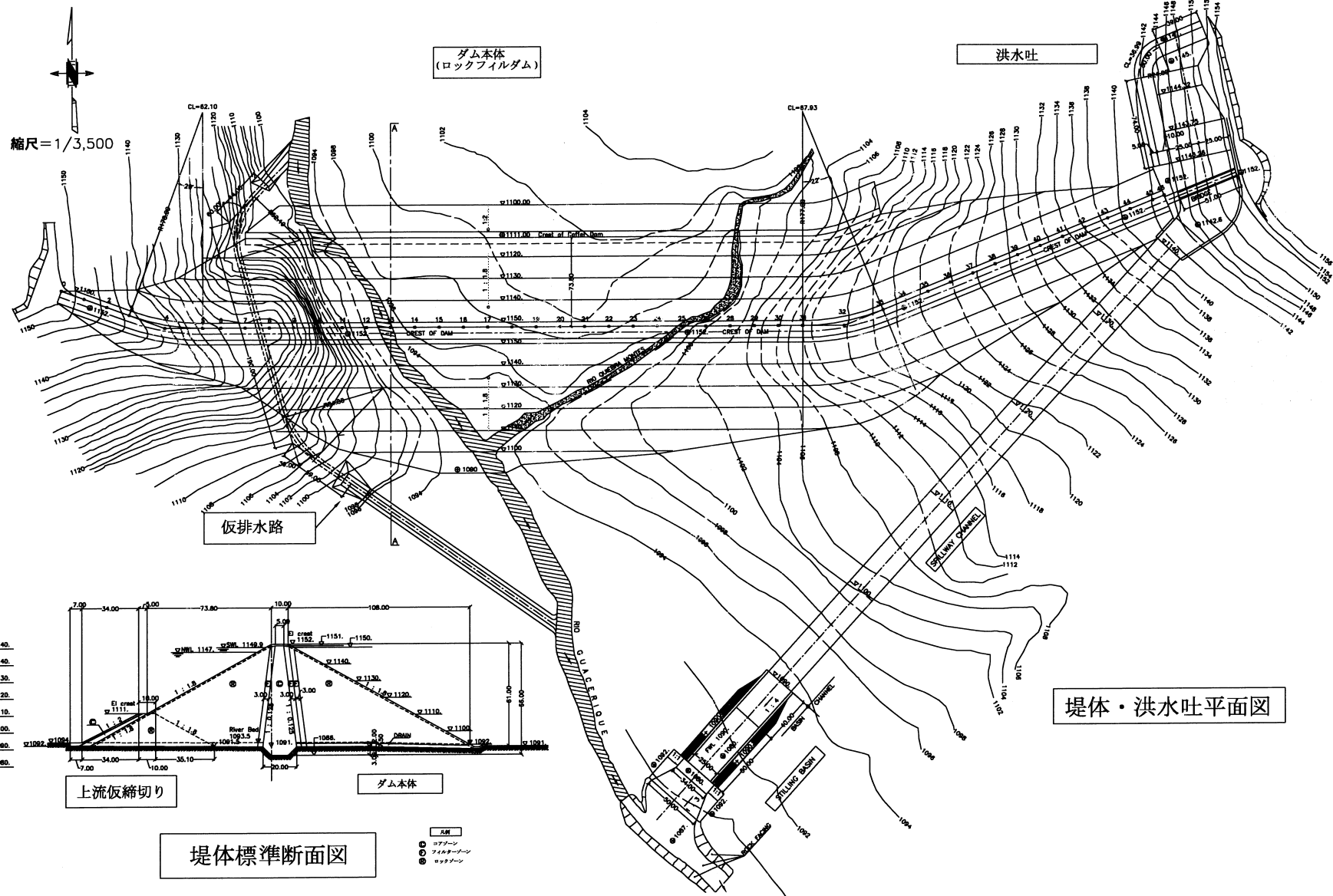
最適化検討 1: ピカチョ浄水場の最適化

代替案 1:

キエブラモンテス貯水池の水をキエブラモンテス浄水場で処理する。ピカチョ浄水場は現在のまま。

代替案 2:

ピカチョ浄水場の処理能力の余力を使って、キエブラモンテス貯水池からの水を処理する。この代替案ではキエブラモンテス貯水池からピカチョ浄水場への導水施設が必要となる。一方、キエブラモンテス浄水場の容量は小さくできる。



最適化検討 2: ロスラウレレス浄水場の最適化

代替案 A:

ロスラウレレス浄水場とキエブラモンテス浄水場の能力をそれぞれ独立に最適化する。この場合、需要変動のピークを吸収するためにロスラウレレス浄水場の拡張が必要。

代替案 B:

ロスラウレレス浄水場とキエブラモンテス浄水場を統合運用することにより既存のロスラウレレス浄水場を現有能力で運転する。この場合キエブラモンテス浄水場がすべての需要変動を吸収する。

代替案の費用比較をした結果、代替案-1 と代替案-B を選定した。結果として提案する施設は以下の通りである。

- キエブラモンテス浄水場 (108,000 m³/日)
- キエブラモンテス浄水場からロスラウレレス浄水場までの送水バイパス水路 (239 l/秒)
- ロスラウレレス浄水場の浄水タンクの増設 (900 m³)

送水システムの再編成

新たに計画した配水区を既存・計画浄水場に張り付けることにより、送水システムを再編成した。送水システム計画の重要な要素は、既存の送水システムおよび浄水場と配水池の標高の関係である。表 10 に、再編成した送水システムにおいてそれぞれの浄水場ごとに張りついている配水池を既存のシステムと並べて表示した。

施設計画にあたっては、管路の大きさとポンプ場の容量を決定するために配管網解析プログラム (EPANET: 米国環境保護庁より無料で提供されるソフトウェア) によるネットワーク解析を行ない、必要な管径、ポンプ場能力を決定した。

配水区の再編成

各居住区の 2015 年水需要量に基づいて、既存の配水区の再編成を以下のように行った。

- 既存の配水池の能力を 2015 年の推定需要量と比較する。
- 比較の結果、近接する居住区間で、配水区のやり取りを行い、推定需要量と現存する配水池能力ができるだけマッチするようにする。
- さらに、同一の配水区の中で標高差を小さくするように配水区を調整する。
- 原則として、配水池の建設地に制約がなければ、必要能力を満足するように既存の配水池を増設する。
- 既存の配水池の建設地に余分のスペースが無く、また、地形の制約等で配水区の分割が困難な場合には新たな配水池を建設する。

表 11 に再編成の結果を示した。

表 10 送水システムの再編成

配水池	標高	水源 (浄水場名称)							浄水場の標高
		現況			2015				
		ピカチヨ	ロスラウレレス	コンセプション	ピカチヨ	ロスラウレレス	コンセプション	キエブラモンテス	
PICACHO	1296.70	●			●				ピカチヨ浄水場
MOGOTE	1254.25		●			○		●	
ULLOA	1240.00							●	
CERRO GRANDE 2	1240.00				○			●	
VILLA FRANCA	1220.00							●	
CERRO GRANDE 1	1215.40		●	○	○			●	
LA TRAVESIA	1198.06	●		○	●		○		
SAN FRANCISCO	1147.00							●	
LAS UVAS	1130.00						●		
C.A. OESTE	1126.50		●			○	○	●	
OLIMPO 2	1121.00	○	●	○	○		○	●	コンセプション キエブラモンテス浄水場
COVESPUL	1117.85			●			●		
HATO 2	1110.00			●			●		
LA SOSA	1110.00	●		○	●		○		
SUYAPITA	1110.00			●			●		
C.A. ESTE	1105.30		●	○		○		●	
OLIMPO 1	1103.00	○	●	○	○		○	●	
CONCEPCION	1099.00	○		●			●		
UNIVERSIDAD NORTE	1093.00			●			●		
NUEVA CIUDAD	1087.00						●		
LAS HADAS	1085.00		●	●			●		ミラフロアールス浄水場
LOMAS 2 ETAPA	1084.00			●			●		
LOMAS DEL TONCONTIN	1078.37			●			●		
CANAL 11	1070.20		●	●			●		
CASCADA	1070.00						●		
HONDURAS	1069.43			●			●		
LINDERO	1068.75	●		○	●		○		
KENNEDY 3	1068.00			●			●		
LOS PINOS P.S.	1065.00			●			●		
LA INDEPENDENCIA	1065.00							●	
LA Canada	1060.00						●		ロスラウレレス浄水場
LOS ROBLES	1055.55			●			●		
LOARQUE	1053.45			●			●		
HATO 1	1050.70			●			●		
LA FUENTE	1049.45		●			○		●	
VILLA NUEVA	1045.00			●			●		
JUAN A. LAINEZ	1044.90		○	●		●	○		
ESTIQUIRIN	1043.85		●	●		○	○	●	
CALPULES	1042.25			●		廃止			
14 DE MARZO	1042.00			●			●		
NUEVA SUYAPA P.S.	1039.50			●			●		ロスラウレレス浄水場
CENTRO LOMAS 1	1033.70		○	●		●	○		
MIRAFLORES	1024.50			●			●		
MONTERREY	1024.10			●			●		
LOS LAURELES	1015.20		●			●			
LA LEONA	1006.65	○		●	○	○	●		
LA LEONA	1006.05	○		●	○	○	●		
LOS FILTROS	1003.45		●	○		●	○		
SAN FRANCISCO P.S	990.00		●			廃止			
JUAN A LAINEZ QUESADA	885.00					●			

● 主給水

○ 副給水

○ 予備

● 主給水

○ 副給水

○ 予備

表 11 配水池の再編成

配水池の数	2000			2015		
	居住区の数	人口	水需要 (m ³ /日)	居住区の数	人口	水需要 (m ³ /日)
14 de Marzo	4	19,038	3,362	11	33,362	5,991
Calpules	3	4,356	970	-	-	-
Canal 11	23	15,701	10,921	23	18,708	8,340
Centro Lomas	11	10,756	4,276	13	13,812	5,413
Centro America Oeste	1	12,291	2,805	2	15,026	3,237
Cerro Grande 1	4	15,177	3,602	4	18,687	4,205
Concepcion	16	38,569	6,773	-	-	-
Covespul	1	530	145	1	635	165
Hato 1	3	2,209	1,437	1	8,987	2,058
Hato 2	2	3,318	1,124	1	8,475	1,795
Mogote	12	25,911	4,893	10	22,082	4,224
Estiquirin	104	120,557	27,733	94	139,200	27,361
Filtros 1/2	34	41,686	14,605	34	59,074	21,204
Honduras	1	3,980	891	5	9,711	1,938
Juan A. Lainez	24	13,488	6,193	17	21,761	13,083
Kennedy 3	25	22,366	11,585	17	58,815	14,067
La Fuente	2	2,371	569	2	2,845	647
La Leona	47	33,489	18,450	34	32,342	16,467
Las Hadas	2	1,193	411	5	3,906	1,156
Los Laureles	5	18,491	3,892	4	2,340	361
Lindero	22	20,864	5,143	13	21,106	4,714
Loarque	16	14,424	3,748	15	19,439	5,021
Lomas 2da etapa	7	4,955	1,239	6	7,620	1,644
Lomas Toncontin	5	5,084	1,205	6	9,903	2,150
Los Robles	2	4,316	1,157	1	4,680	1,185
Miraflores	17	34,794	9,377	10	26,067	6,967
Monterrey	1	5,301	809	1	6,361	923
Olimpo 1	23	55,807	10,035	13	34,925	6,548
Olimpo 2	19	36,574	6,084	20	33,918	5,095
Picacho	59	74,658	14,648	50	90,273	17,537
Res. Centro A. Este	8	5,546	1,230	7	4,953	1,160
San Francisco	5	14,224	2,246	-	-	-
Sosa	16	39,805	7,432	10	35,429	6,337
Suyapita	6	7,529	1,788	17	19,410	4,837
Travesia	5	14,328	2,222	6	22,658	3,326
Universidad Norte	9	6,937	1,727	7	2,548	593
Villa nueva	3	30,200	4,602	4	47,350	7,547
Nueva Suyapa	12	25,458	3,907	12	31,187	4,579
Cascada	-			2	2,505	643
Las Uvas	-			2	6,436	1,597
La Cañada	-			7	15,344	3,570
Est. Bombeo Los Pinos	1	9,494	1,446	1	11,391	1,650
La Independencia	-			26	85,022	14,308
New San Francisco	-			19	51,478	8,254
Ulloa	-			15	41,764	7,463
Villa Franca	-			10	13,966	2,165
Cerro Grande 2	-			3	13,553	2,442
Juan A. Lainez Quesada	-			5	3,584	2,422
Nueva ciudad	-			1	814	260

タンクローリーによる給水システム

アクセスと交通障害、タンクローリー台数の増加等を考えて、新たに 3 箇所のタンクローリーに対する給水ステーションを提案した。これは、必要給水量と 1 台当たりのタンクローリーの能力を勘案して決定した。

(4) 提案施設

浄水場

キエブラモンテス浄水場の施設計画を図 11 に示した。表 12 に提案施設の仕様を示した。

表 12 キエブラモンテス浄水場の主要施設の仕様

施設	規模/能力	摘要
カスケードエアレーション	4.0mW x 16.0mL x 1	多段式
フロック形成池	8.0mW x 43.0mL x 1.5mH x 8	迂流式
沈殿池	8.0mW x 36.0mL x 4.0mH x 8	傾斜板式沈殿池
濾過池	10.7mW x 8.2mL x 3.8mH x 12	急速砂濾過
浄水タンク	30.0mW x 40.0mL x 3.6mH x 2	矩形
スラッジシックナー	8mW x 43mL x 1.5mH x 2	円形シックナー
汚泥乾燥	16.2 mφ x 5.5mH x 12	天日乾燥床
薬注(硫酸バンド)	0.6 m ³ /分 x 1	溶液、ポンプ
薬注(高分子助剤)	4 - 20 l/分 x 1	溶液、ポンプ
石灰投入	0.6 m ³ /分 x 1	溶液、ポンプ
消毒	40 kg/時間 x 1	液体塩素

導水施設

提案した導水施設を表 13 に示す。

表 13 提案した導水施設

流下方式	設計 流量 (l/秒)	導水管			
		径 (mm)	延長 (km)	材料	流速 (m/秒)
重力式	1,250	1,200	1.0	DCIP	1.1

注: DCIP: ダクタイル鋳鉄管

送水施設

表 14 にネットワーク解析に基づく送水システムの再編成に必要な施設計画をまとめた。表 15 に再編成に必要な新たなポンプ場を示した。

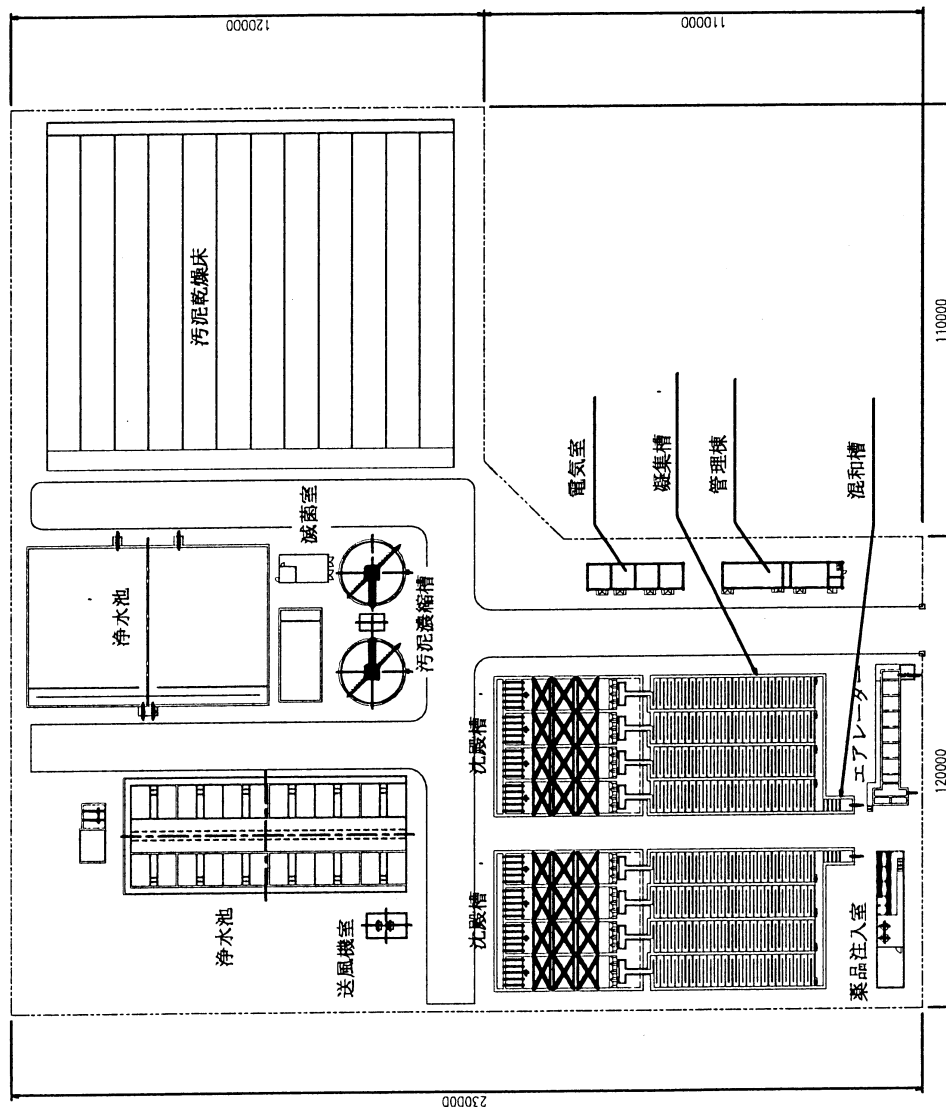


図 11

キエブラモンテス浄水場施設配置図

表 14 送水施設の再編成に伴い必要となる管路の敷設

径 (mm)	延長 (m)
1200	7,500
1000	1,500
800	4,290
700	2,160
500	500
450	30
400	1,800
300	1,750
250	1,820
200	350
150	50
100	1,550
合計	23,300

表 15 送水ポンプ場の施設計画

ポンプ場の名称		ポンプ台数		流量 (l/秒)	揚程 (m)	備考
		稼働	予備			
モゴテ	- モゴテ配水池へ	2	1	67	170	増設
	- サンフランシスコへ	2	1	131	70	
ブースター ソレダッド		1	1	119	15	増設
インデペンデンシア	- オリント I へ	2	1	305	50	増設
	- ビアフランカへ	1	1	35	165	
ブースター ロスハダス		2	1	19	25	増設
ブースター ヌエバシウダッド		2	1	4	20	増設
エステキリン		1	1	258	57	新設
ロマリンダ	- セントロ ロマへ	2	1	86	51	新設

配水施設

表 16 と表 17 に配水区再編成にともなう施設計画を示した。

表 16 提案した新增設配水タンク

配水池名称	タイプ	必要容量 (m³)
カナル 11	増設	1,330
ファン A. ライネツ	増設	3,200
ラレオーナ	増設	1,477
オリント I	増設	600
ラソサ	増設	2,300
ラカナダ	増設	800
ラインデペンデンシア	新設	5,200
ニューサンフランシスコ	新設	3,000
ウルア	増設	800
ニューファン A. ライネツ クエザダ	新設	650
ヌエバシウダッド	新設	100

表 17 配水網拡張、増強計画概要

管径 (mm)	既存地区の増強 (km)	必要な配水網の拡張		合計 (km)
		現在管路でカバーされている区域における新たな都市化 (km)	現在タンクローリーでカバーしている区域 (km)	
50 – 80		65.0	58.0	123.0
100	13.0	30.0	22.0	65.0
150	12.0	12.0	14.0	38.0
200	10.0	4.0	12.0	26.0
250	8.0	1.0	9.0	18.0
300	7.0		6.0	13.0
350	5.0		4.0	9.0
400	3.5		2.0	5.5
500	1.0		1.0	2.0
600	0.5			0.5
Total	60.0	112.0	128.0	300.0

タンクローリー施設

必要とされるタンクローリーの数表 18 に示すように 204 台である。

表 18 タンクローリーと給水ステーションの拡張

項目	仕様	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010	2012	2015
必要タンク台数	10 トンタンクローリー	台	93	106	120	133	146	160	177	204	195
タンクローリーの増加台数	増車数	台		13	13	13	13	13	17	27	-
給水ステーション	総容量	m ³	3,100	4,400	4,400	4,400	5,200	5,800	6,600	6,600	6,600
給水ステーション拡張	増設容量	m ³		1,300			800		600	800	

4.4 漏水管理プロジェクトの施設計画

漏水対策の最終目標は漏水量をある許容レベルまで減らすことである。漏水対策は以下の戦略によるものとした。

- 漏水低減プログラムを実施するために必要な情報(全施設の水量データ、配水パイプの現況図、配管台帳等)を得る。
- 漏水修理を行うタスクフォースの確立
- 漏水低減プログラムの確立
- 漏水低減プログラムの実施

本調査で実施した漏水調査の結果、有効な漏水対策を確立するために必要な基本的な情報が不十分であることが明らかになった。したがって、マスタープランでは漏水管理の第一段階として水量測定システムの構築等を目的とする漏水管理プロジェクトを提案した。このシステムによって数年にわたって水量データを蓄積した後に、実際の漏水低減プログラムを確立するべきである。また、マスタープランでは漏水修理部門の能力を増強するためのタスクフォースについても提案した。

漏水修理能力を強化するために必要な人材と機材を表 19 に示す。

表 19 漏水修理強化に必要な人材と機材

作業	内容	摘要
漏水監視	漏水監視装置 (棒聴器, ドリル, 流量計) x 2 台 監視車 2 台 監視員 4 人	監視頻度: 4 回/年
修理	修理用具 5 セット 車 5 台 作業員 15 人	修理: 10 漏水/日

表 20 に必要なメーター設置台数を示した。

表 20 水量測定に必要なメーター設置台数

施設	測定点	施設数	必要数量
浄水場	入口	3	3
ポンプ場	出口	24	24
配水池	出口	44	101
水量メーター	サービスパイプ	48,500	48,500

注: 既存の施設のみ。新設施設については、必要な測定装置はすべて設置されるものとする。

4.5 主要施設計画

マスタープランプロジェクトの主要施設を表 21 にまとめ、マスタープランプロジェクトの位置図を図 12 に示す。

表 21 マスタープランプロジェクトの主要施設計画

プロジェクト名	項目	施設等
ロスラウレレス II	ロスラウレレス II ダム	形式: 重力式コンクリート ダム高: 31.0 m ダム堤頂長: 103.0 m 貯水池容量: 4,050,000 m ³ 開発水量: 130 l/秒 (信頼度 99%)
	ロスラウレレス掘削	掘削容量: 600,000m ³ 開発水量: 30 l/秒 (99%信頼度)
キエブラモンテス	キエブラモンテスダム	形式: ロックフィル ダム高: 66.0 m ダム堤頂長: 958.7 m 貯水池容量: 53,000,000 m ³ 開発水量: 1,040 l/秒 (信頼度 99%)
	導水施設	1,200mm x 1 km
	キエブラモンテス浄水場	形式: 急速ろ過方式 処理能力: 108,000 m ³ /日

(つづく)

(つづき)

プロジェクト名	項目	施設等
キエブラモンテス	送水システムの再編成	ポンプ場新設(5カ所)、増設(2カ所)、送水管の新設更新 (23.3km)
	配水システムの再編成	配水槽新設(12カ所)、配水管の新設更新 (300km)、タンクローリー用給水タンク新設 (4カ所)、タンクローリー(204台)
	ロスラウレス浄水場とキエブラモンテス浄水場の連繋運用	ロスラウレス浄水場の浄水タンクの増設 (900 m ³)
漏水管理	水量測定	既存施設の水量計設置 量水器の設置 (48,500 個)
	漏水修理機材の補強	検出器、修理工具、車両の整備

4.6 維持管理計画

(1) ダム

グアセリケ川流域の 3 ダムを統合して運用する方法（各ダムの水位管理方法、ゲート操作手順等）、ダム施設の保守方法、貯水池容量確保のための定期的な掘削、既存の雨量観測施設を活用した洪水予警報システムを提案した。

(2) 水道施設

水道施設の維持管理計画を以下の観点から提案した。

- 全体システムの水量管理（主要施設での流量計設置と流量監視）
- 水質管理（マンガンによる着色の対処方法、低 pH 対策）
- 施設の日常運転維持管理（施設毎の点検項目とその頻度）

4.7 組織計画

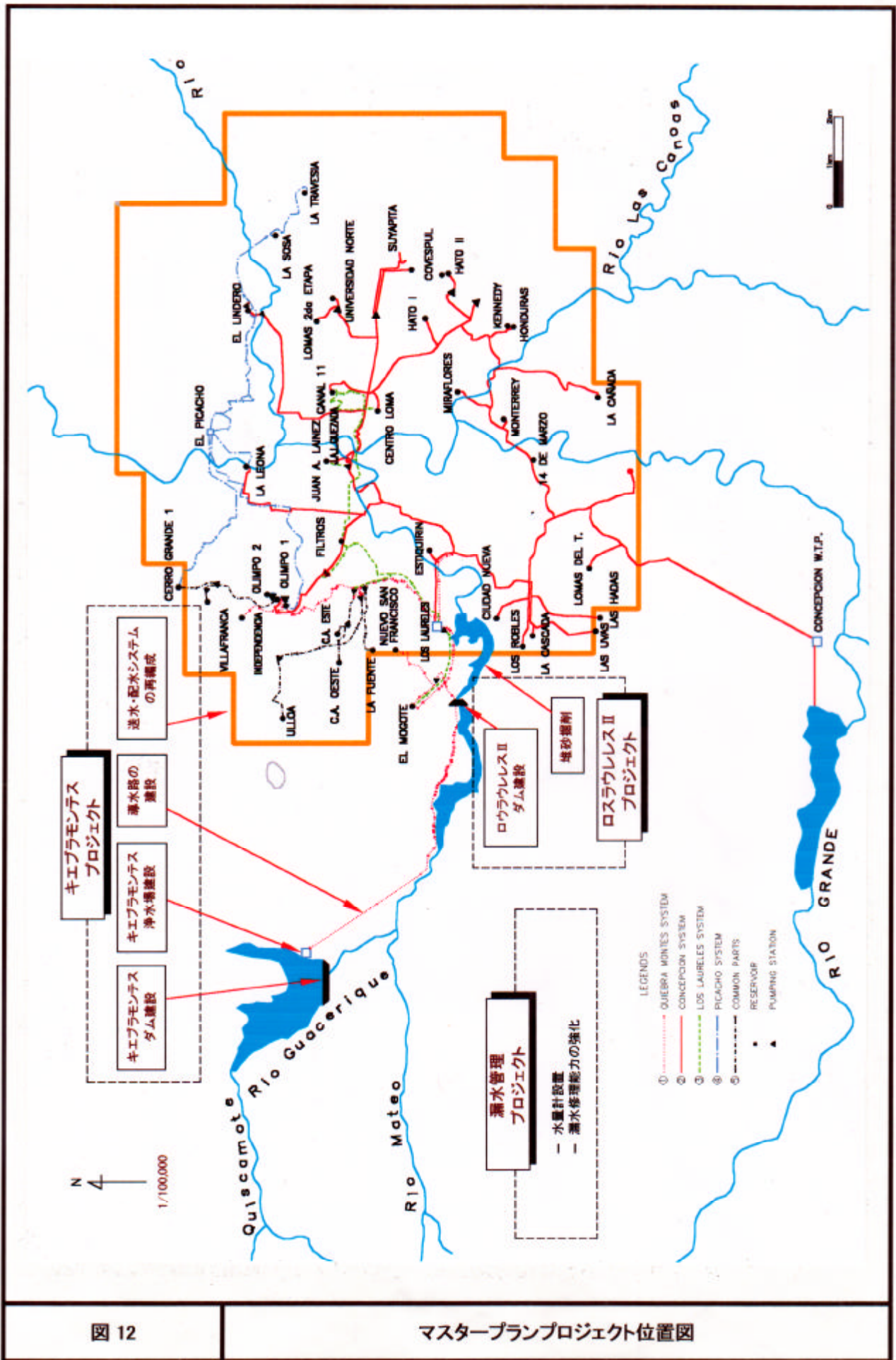
組織計画の基本的なアプローチを以下にまとめた。また、提案した組織計画を図 13 に示した。(図 13 には参考のため現況組織図も示す。)

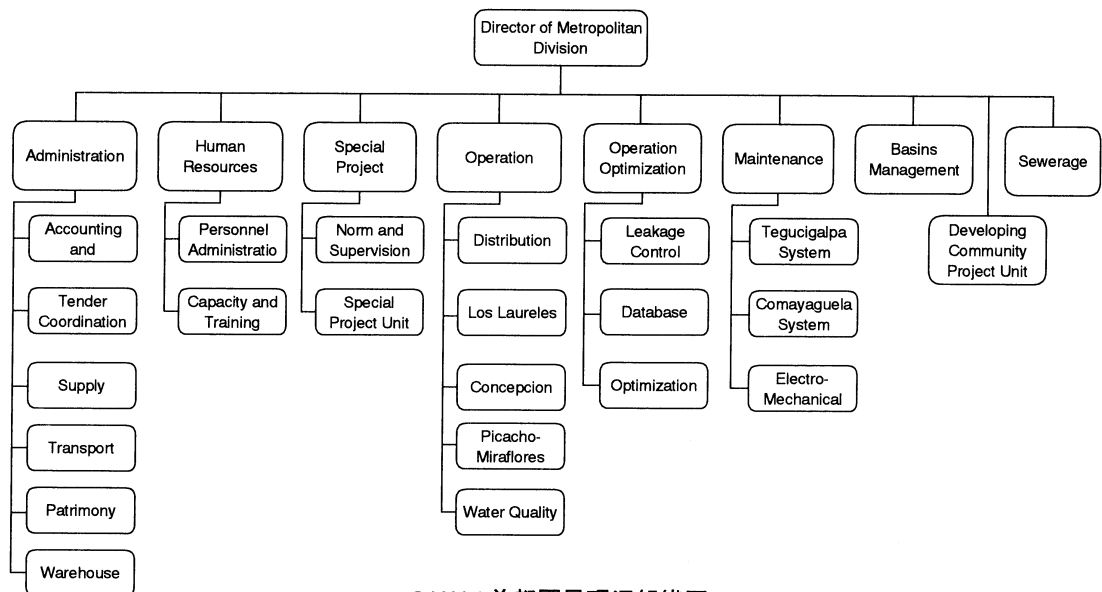
- 計画、資金、営業機能の本社から首都圏局への移管
- 財務、営業機能の明確な分離
- 情報、計画、営業機能の強化
- 機能指向による高効率の達成

上記アプローチによって以下の具体的計画を提案した。

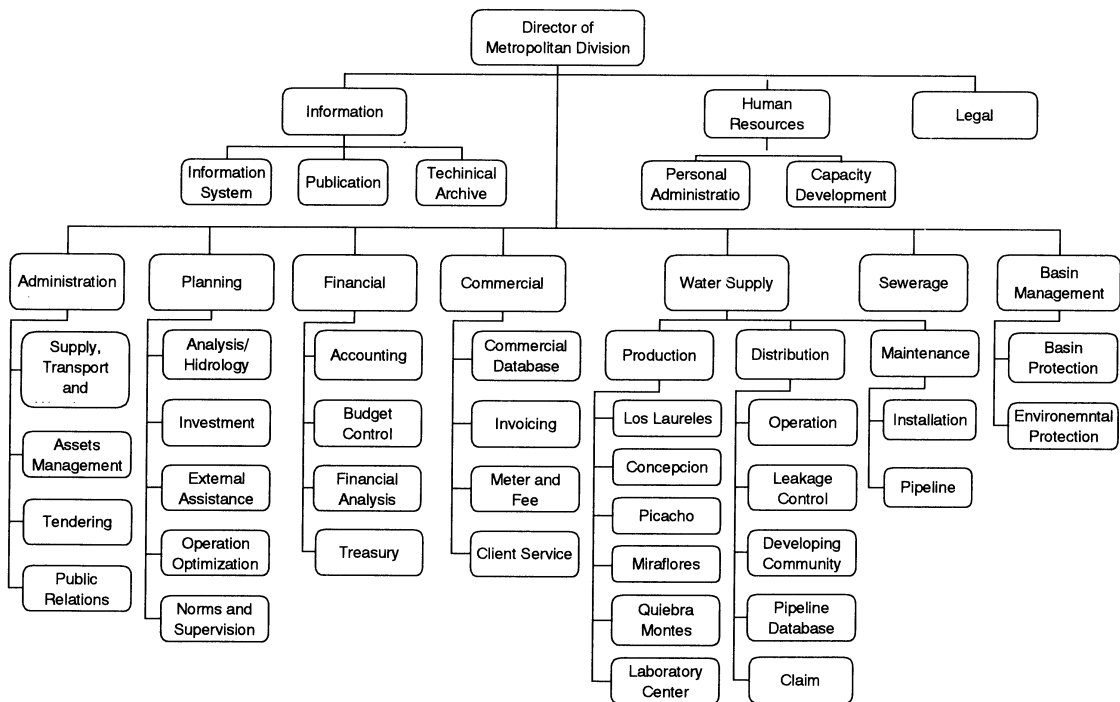
(1) 運転維持管理部門の組織改革

必要な運転維持管理作業を分析した結果、現状の維持管理部を組織改変して給水部に組み込み運転と維持管理の連携を強化することを提案した。





SANAA首都圏局現況組織図



SANAA首都圏局提案組織図

(2) 情報収集・活用能力の強化

情報部局を設置し、以下の機能を持たせる。

- 部局における情報ネットワークの運営と維持
- 計画、広報を目的とする技術情報データベースの運営維持
- 部局の書庫の運営維持

(3) 計画能力の強化

計画部局を設立し、現状分析、サービス向上のための必要な処置の検討、投資計画を行う。計画部局は外国からの援助の窓口となる。

(4) 営業能力の強化

以下のステップにより営業機能を強化することを提案した。

- 地理情報を備えた顧客データベースに基づく営業システムを設計し、請求書作成機能を設計する
- 現地調査に基づいて営業システムに必要な情報を収集する
- 営業システムを導入する
- 全ての消費者にマイクロメーターを設置する

現在 SANAA は新たに営業データベースを導入しようとしているが、予算の制約により作業が遅れている。SANAA の運営にとって強力な営業システムを整備することは非常に重要であるので、現在 SANAA が実施中のデータベースプロジェクトを営業システム強化の観点から見直すことを提案した。

4.8 費用見積もり

(1) 建設費

総事業費は以下の項目から構成される。工事費と用地費は単価に数量を掛けて算定した。また、その他の費用は工事費と用地費に対する割合で算定した。

- 工事費
- エンジニアリング費：ダム工事費の 10%、水道施設工事費の 8%、タンクローリー費用の 3%
- 用地取得費(補償費を含む)
- 事業管理費: 工事費の 5%
- 予備費: 工事費、用地取得費、事業管理費の合計の 10%

推計したマスタープランの総事業費を表 22 に示した。

表 22 マスタープラン建設費の推計値

単位：US ドル

項目	工事費	エンジニアリング費	用地取得費	事業管理費	予備費	合計
1. ロスラウレレス II プロジェクト	18,621,950	1,862,195	2,444,570	931,097	1,862,195	25,722,007
2. キエブラモンテス プロジェクト	284,701,470	17,756,607	8,462,000	14,235,074	28,470,147	353,625,298
(1) キエブラモンテスダム	143,867,020	7,193,351	7,500,000	7,193,351	14,386,702	180,140,424
(2) 水道施設	140,834,450	10,563,256	962,000	7,041,723	14,083,445	173,484,874
3. 漏水管理プロジェクト	13,455,120	1,076,390	0	672,740	1,345,440	16,549,690
合計	316,778,540	20,695,192	10,906,570	15,838,911	31,677,782	395,896,995

(2) 運転維持管理費用

運転維持管理費用として、マスタープランで提案した施設の運転維持管理に係る人件費、材料費、動力費を計上した。費用は 2001 年と 2015 年の間で計算した。全期間の運転維持管理費用を表 23 に示した。

表 23 運転維持管理費用の推計値

単位：US ドル

プロジェクト名	運転維持管理費 (2001 年から 2015 年の合計)
ロスラウレレス II プロジェクト	2,970,000
キエブラモンテスプロジェクト	45,793,145
漏水管理プロジェクト	1,201,335
総計	49,964,480

4.9 事業実施計画

現在の水不足を早期に解消するためには、キエブラモンテスプロジェクトを実施することが必要である。しかし、キエブラモンテスプロジェクトはプロジェクトの主要施設であるダム規模が大きいために実施に要する期間が長期となる。一方、ロスラウレレス II プロジェクトは規模が小さいために実施期間が短く、キエブラモンテスプロジェクトが完了するまでの水不足を緩和する効果を持つ。

結論としては、両方のプロジェクトの準備を早期に開始し、ロスラウレレス II プロジェクトをキエブラモンテスプロジェクトが完了する 1 年前に完了させ、キエブラモンテスプロジェクトが完了するまでの水不足を緩和する。

一方、漏水管理は生産ロスを回復するという視点の他に貴重な水資源を保全するという視点からも緊急を要する。マスタープランでは漏水管理プロジェクトとして水量監視システムを提案し、確固とした技術的背景のもとで実際の漏水低減プログラムを実行に移すことを提案した。したがって、漏水管理プロジェクトを早期に開始し、漏水低減プログラムの実施につなげるべきである。

提案した事業実施スケジュールを表 24 に示した。この実施計画に基づく必要生産量と生産能力の関係を図 14 に示した。

表 24 事業実施スケジュール

項目	分類	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ロスラウレレスII																	
ダムおよび掘削	新規																
キエブラモンテス																	
ダム	新規																
導水路	新規																
キエブラモンテス浄水場	新規																
送水施設																	
送水管	新規																
ポンプ場	新規																
ロスラウレレス浄水場の拡張	新規																
ロスラウレレス浄水場との接続	新規																
配水施設																	
配水タンク	新規																
配水パイプ	新規																
給水ステーション	新規																
タンクローリー	新規																
漏水管理																	
水道メーター設置	拡張																
既設タンクに量水計設置	新規																

[Note]  : 準備
 : 設計
 : 工事

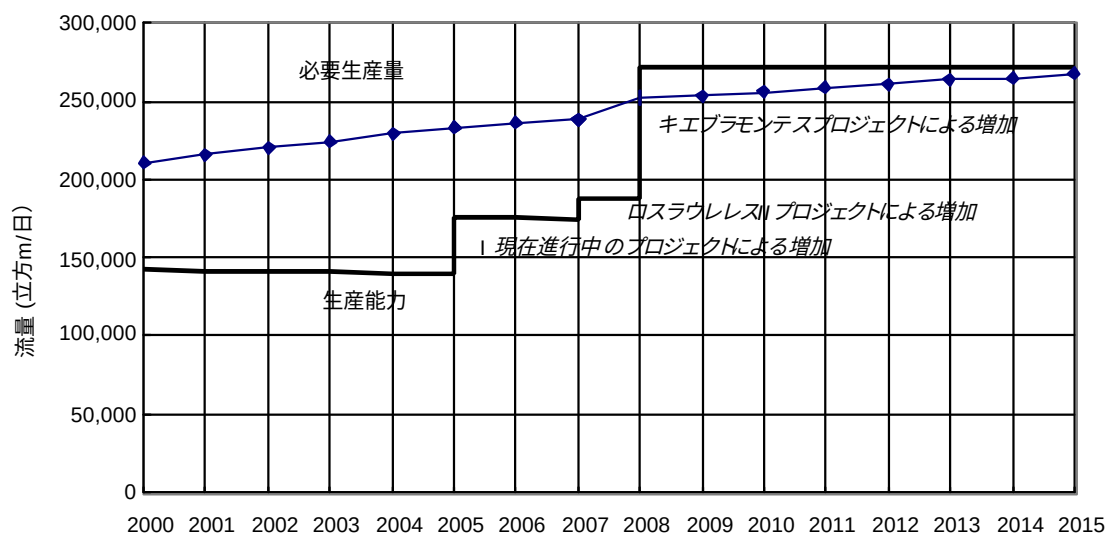


図 14 必要生産量と水供給量のバランス

4.10 資金計画

資金計画の提案は以下の基本原則に則って行った。

- 透明性
- 資金的自立性
- 持続可能性

資金計画の作成にあたっては、以下の方法をとった。

- マスタープランで提案したプロジェクトの投資費用と実施中のプロジェクトの投資費用を毎年計上した。実施中プロジェクトの年費用は既存のデータから概算の値を推計した。
- 運転維持管理費用は既存の施設を含む全ての施設について推計した。既存施設の運転維持管理費は過去の資金繰り表から概算の値を推計した。
- 持続可能な水道サービスを達成するための水道料金レベルの検討
- 持続可能性基準を満足する最適水道料金の決定
- 費用と収入の変動に伴う、持続可能性基準の感度分析

検討の結果、決定した水道料金レベルは家庭用水で 102.0 レンピーラ/戸/月(約 1,015 円/戸/月)、商工業等その他の消費者で 21.4 レンピーラ/m³ (約 155 円/m³) となった。決定した水道料金レベルは現在の値に比べて 3.62 倍である。この水道料金レベルは消費者の支払い能力および支払い意志に比べてもずっと小さい値である。この水道料金レベルによる FIRR の値は 6.0 %である。

4.11 優先プロジェクトの選定

優先プロジェクトを選定するためにマスタープランプロジェクトについて優先性、重要性、工期、技術的適合性、経済性、環境の各観点から比較した。

比較結果を表 25 に示した。この比較表に基づいて調査団と SANAA の間で話し合いを行いフィージビリティプロジェクトを選定した。その結果、ロスラウレレス II プロジェクトを優先プロジェクトとして選定した。

表 25 優先プロジェクトの選定

名称	緊急性	重要性	工期	技術的適合性	経済性	環境	F/S プロジェクト
ロスラウレレス II プロジェクト	A	B	A	A	A	B	X
キエブラモンテス プロジェクト	A	A	B	A	B	B	
漏水管理プロジェクト	A	B	A	A	B	A	

4.12 マスタープランの事業評価

(1) 経済評価

経済評価は水道サービスレベルの向上を定量化して経済便益として行った。

マスタープランの経済費用と便益に基づいて経済内部収益率(EIRR) を計算した結果 8.0 %となった。ホンデュラスの国債の実績利率に基づく資本の機会費用(OCC)、4 %と比較して提案したマスタープランは経済的観点から実施可能と判断した。

(2) 財務評価

水道料金レベルを 3.62 倍にすることにより財務的に持続可能と判断した。(FIRR=6.0%)。提案した水道料金レベルは消費者の支払い能力および支払い意志より

も小さいので、提案したマスタープランは財務的に実施可能と判断できる。

(3) 事業管理の検討

提案した組織計画は計画、財務、情報部局を新設することにより、SANAA 首都圏局の自立性を強化するものである。さらに、提案した組織計画を職員一人当たりの消費人数で評価すると現在より 14 %増加することとなり、人員についても削減が必要でないことが確認された。したがって、マスタープランは事業管理の点からも実施可能であると判断した。

(4) 技術的観点

SANAA は提案した施設に関して工事と運転の経験を十分有している。しかし、ロスラウレス II ダムとキエブラモンテスダムが建設された場合には、SANAA は 4 ダム(うち 3 ダムはゲート付き)を運転する必要がある。この操作が複雑になることについては、水需要の増加と水源の稀少性を考えると避けられないことである。今後、SANAA は雨期および乾期における 4 ダムの運転管理の経験を蓄積して行く必要がある。

(5) 環境的観点

本マスタープランは環境保全に関する制度的枠組みに合致しており、関連する法律を適用を強化することにより、流域の水資源保全と貴重な水資源の健全な開発と利用が可能である。

(6) 社会的観点

ロスラウレス II プロジェクトの実施によって 22 戸の家屋移転が必要である。SANAA は 1992 年のコンセプションダムプロジェクトで 34 戸の家屋移転を実施した。このコンセプションダムの経験により SANAA は移転を余儀なくされる住民の困難を軽減するより良い移転計画を策定できると考えられる。

(7) マスタープラン実現の要件

種々の観点からマスタープランは実効可能と判断できるが、キエブラモンテスプロジェクトに要する多大な費用を考慮すると、資金調達に大きな困難が予想される。資金調達は海外援助機関からの借款が想定されるが、資金調達にあたり事業体の信頼性を証明するため、財務計画の前提となる料金の値上げ、確実な徴収、効率的な組織への改革を着実に実施することがマスタープラン実現の要件となる。

5. 優先プロジェクトのフィージビリティ調査

5.1 施設計画

(1) 一般

フィージビリティ調査の対象としてロスラウレス II プロジェクトが選定された。ロスラウレス II プロジェクトは以下の 2 つから構成される。

- ロスラウレス II ダムの建設
- 堆砂掘削

(2) ロスラウレレスⅡダム建設

計画概要

ダム配置について詳細な検討を行った。図 15 にダム概要を示した。図 16 に貯水位容量曲線を示した。貯水池とダムの諸元は以下の通りである。

貯水池諸元

サーチャージ水位 (SWL)	;	1,053.5	m
常時満水位 (NWL)	;	1,053.0	m
最低水位 (LWL)	;	1,048.0	m
サーチャージ水位における貯水池面積	;	510,000	m ²
常時満水位における貯水池面積	;	490,000	m ²
最低水位における貯水池面積	;	315,000	m ²
総貯水容量	;	4,000,000	m ³
有効貯水容量	;	2,000,000	m ³
堆砂容量	;	2,000,000	m ³ /50 年
年間堆砂量	;	40,000	m ³ /年

ダム諸元

形式	;	ゲート付き洪水吐きを有する重力式コンクリートダム	
ダム天端標高	;	1,055.0	m
河床標高	;	1,032.0	m
基礎岩盤標高	;	1,024.0	m
ダム高	;	31.0	m
ダム堤頂長	;	103.0	m
天端幅	;	5.0	m
洪水吐き減勢工河床幅	;	30.0	m

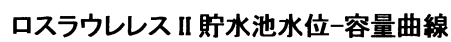
安定解析

地震解析の結果に基づいて、ダム堤体の安定計算を行った。安定計算の設計基準は以下の通りである。

- 基礎岩盤の設計値は剪断強度 $\tau_0 = 80 \text{ t/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi = 40^\circ$ とした。
- 設計震度は 100 年期待値の値を使って、 $k_h = 0.077 \text{ G}$ とした。
- 滑りに対する安全率は “Design Criteria for Concrete Arch and Gravity Dams”, United States Department of the Interior Bureau of Reclamation の基準に従い、通常の荷重に対しては安全率 3 を、極限荷重に対しては 1 を適用した。

減勢工の水力設計

減勢工形式としては、逆傾斜水叩き型減勢工を採用した。下流水位はダム設計洪水流量が流下する時の洪水位を採用し、減勢工の長さを設計した。



堆砂計画

ロスラウレレス II ダムの堆砂計画は以下のとおり設計した。

- 1 年目; $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 190 \text{ km}^2 \times 1 \text{ 年} = 114,000 \text{ m}^3$
- 2 年目からの 49 年間; $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 65 \text{ km}^2 \times 49 \text{ 年} = 1,911,000 \text{ m}^3$
- 50 年間の合計; $2,025,000 \text{ m}^3$ ($40,500 \text{ m}^3/\text{年}$ $40,000 \text{ m}^3/\text{年}$)

ロスラウレレス II ダムの上流 3.8km の地点に貯砂ダムを計画した。貯砂ダムの諸元は以下の通りである。

形式	; 蛇籠(コンクリート基礎)
天端標高	; 1,050.0 m
基礎標高	; 1,044.5 m
高さ	; 5.5 m
堤頂長	; 233.0 m
蛇籠体積	; 1,671 m^3
コンクリート体積	; 650 m^3

ダムの水理影響

ロスラウレレス II ダムの上流への水理影響をハリケーンミッチの洪水パターンを用いて検討した。

開発水量

貯水位容量曲線とグアセリケ II 水位観測所のデータを用いて水利計算を行った。その結果 99%信頼度の開発水量は 130 l/秒である。

補償工事

ダム堤体と貯水池の建設にともなって、道路付け替えと軍のポンプ場移設が必要になる。

関連施設

グアセリケ川の支川において簡易水質浄化施設を提案した。同施設によって流入河川の水質の改善が低コストで実現できる見込みである。

(2) 堆砂掘削

貯水池区域の堆砂を掘削することによって有効容量を増加することを計画した。検討の結果、貯水位以下の堆砂を浚渫することはコスト高となり実施可能性が低い。しかし、貯水位以上の堆砂を掘削することは貯水池容量を増加する手段として有効である。

本計画では、ロスラウレレス貯水池内および将来ロスラウレレス II 貯水池となる河道内の堆砂を 600,000 m^3 掘削することとした。図 17 に堆砂掘削の場所を提案した。本プロジェクトによる開発水量は 30 l/秒であり、既存ロスラウレレス貯水池で進行している堆砂による損失を補うこととなる

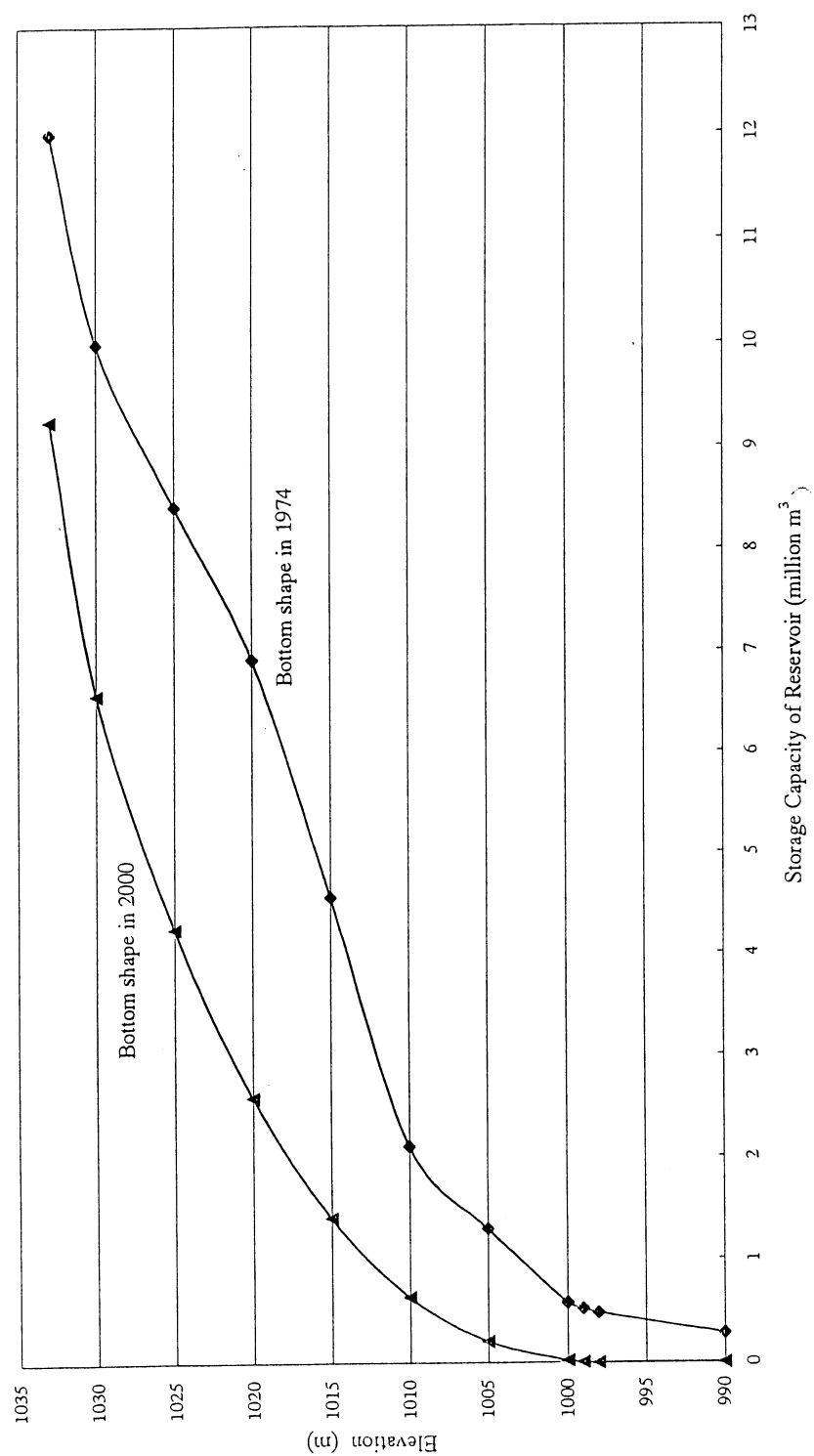


図 17

ロスラウレレス貯水池堆砂分布図

5.2 運転維持管理

(1) 運転計画

乾期と雨期における運転の考え方は基本的に異なる。乾期における運転はいかに貯水池の水を保全して有効に利用するかに焦点を置く。それに対して雨期では洪水の緊急時にいかにゲートを有効に操作して、ダムを安全を確保するかにも焦点を置くものである。

(2) 維持計画

堆砂掘削

貯水池容量を確保するために、貯砂ダムにおいて堆砂を掘削することは望ましい。本計画での計画掘削量は 10,000 m³ で年間流入量の 1/4 である。

塗装

ゲート扉体、バルブ等の塗装が 5 年に 1 回の割合が必要である。

定期的な点検維持

施設特にゲートとバルブについては定期的な点検、維持が必要である。貯水位がゲート敷高より低い時にゲートの点検と試運転が必要である。

貯水池水質の監視

貯水池水質の悪化が予測されるので、定期的な水質監視が必要である。

5.3 事業費算定

事業費を以下の内訳で算定した。

工事費 : 工事費を直接工事費(単価に数量を掛けて算定)と間接工事費(直接工事費に対する割合)にわけて算定した。

エンジニアリング費 : コンサルタントの施行管理に要する費用であり、工事費の 10%とした。

予備費 : 予備的な費用として工事費の 10%を計上した。

事業管理費 : 事業者が円滑な事業を目指して事業管理するために必要な費用であり、工事費の 5%とした。

用地取得費 : 用地取得費は用地費、家屋移転費用、農地等補償費用からなる。

事業費算定は以下の条件で行った。

- 物価レベルは 2000 年 7 月を基準とした。
- 外貨為替レートは US\$ 1.0 = Lp 14.87 = ¥ 107.9 とした。
- 事業費は外貨分と内貨分に別けて算定した。

事業費算定の結果を表 26 に示した。優先プロジェクトの総事業費は 25.7 百万ドルである。

表 26 ロスラウレレス II プロジェクト事業費

項 目	単位	数量	内貨分 (USD)	外貨分 (USD)	合計 (USD)
掘削	m ³	65,000	752,846	969,405	1,722,251
コンクリート	m ³	42,100	3,224,516	2,502,389	5,726,905
カーテングラウト	m	5,000	472,066	747,558	1,219,624
クレストゲート	l.s.	1	300,000	2,700,000	3,000,000
クレスト橋梁	l.s.	1	178,860	146,340	325,200
放流設備	l.s.	1	36,000	324,000	360,000
上流仮締切	l.s.	1	105,895	79,943	185,838
下流仮締切	l.s.	1	30,820	25,782	56,601
仮排水路	l.s.	1	69,942	59,899	129,842
ダム本体小計	(1)		5,703,890	8,240,630	13,944,520
堆砂掘削、捨土	m ³	600,000	1,748,016	2,036,826	3,784,842
管理事務所	l.s.	1	18,000	0	18,000
道路付け替え	l.s.	1	160,310	147,442	307,752
貯砂ダム	l.s.	1	116,226	50,610	166,836
河川直接浄化施設	l.s.	1	400,000	0	400,000
ダム関連施設小計	(2)		2,442,552	2,234,878	4,677,430
エンジニアリング費 ((1)+(2)の 10%)			814,644	1,047,551	1,862,195
予備費 ((1)+(2)の 10%)			814,644	1,047,551	1,862,195
エンジニアリング費等小計	(3)		1,629,288	2,095,102	3,724,390
合計 ((1) + (2) + (3))	(1)+(2)+(3)		9,775,730	12,570,609	22,346,340
事業管理費			931,097	0	931,097
用地取得費			2,444,570	0	2,444,570
管理費等合計	(4)		3,375,667	0	3,375,667
総計	(1)+(2)+(3)+(4)		13,151,398	12,570,609	25,722,007

5.4 事業実施計画

テグシガルパ市の水不足を改善するために早期に実施できるように事業実施計画を策定した。図 18 に必要な手続きと事業実施計画を示した。

5.5 資金計画の提案

総事業費は表 26 に示すように、25.7 百万ドルである。そのうち用地費と事業管理費には海外の借款や贈与は適用できない。したがって、海外からの借款または贈与の対象となる費用 22.3 百万ドルであり、残りの 3.4 百万ドルについてはホンデュラス国が調達する必要がある。

5.6 事業評価

(1) 経済評価

ロスラウレレス II プロジェクトの経済内部収益率は 14.7 %で資本の機会費用 (OCC)4 %を上回り、ロスラウレレス II プロジェクトは実施可能と判断した。

ロスタウレスIIプロジェクト事業計画

項目	年		2002				2003				2004				2005				2006			
	1-3	月	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	
0. 予算措置	■		■	■	■																	
1. 測量・詳細設計					詳細設計																	
2. 入札準備																						
3. 契約・工事準備																						
仮設工事																						
4. 工事用道路																						
5. 作業ヤード・事務所設置																						
6. 骨材プラント																						
7. コンクリートプラント (0.75 m ³ x 2)																						
8. コンクリート打設設備																						
締切りダム・仮排水路																						
9. 上流締切り (掘削)																						
(コンクリート)																						
10. 下流締切り (掘削)																						
(コンクリート)																						
11. 仮排水路 (コンクリート)																						
ロスラウレレスIIダム																						
12. 掘削 (土石)																						
(岩)																						
(河床)																						
13. コンクリート打設 (ダム)																						
14. 橋梁 / ゲート設置																						
15. グラウチング																						

图 18

ロスラウレスⅡプロジェクト実施計画

(2) 財務評価

ロスラウレレス II プロジェクトの FIRR は 10.7 %であり、評価期間のどの年をとってもネットキャッシュフローの値は正である。マスタープランで設定した財務指標を適用するとロスラウレレス II プロジェクトは FIRR がホンデュラスの実質市中金利 6%以上であり、財務的に実現可能であると判断され、キャッシュ不足は生じないと判断した。

(3) 技術的評価

ダム建設

ロスラウレレス II ダムは 31m の重力式コンクリートダムであり、コンセプションダムよりずっと小さい。越流部に 4 門のゲートが付くが、ゲートの大きさは 8.6m(幅)×9.0m(高さ)であり、優良メーカーであればこの規模のゲートの製作・設置の技術は保持している。したがって、建設技術に関しては問題は無い。

管理

SANAA はダムと水道施設の運転管理の経験が豊富である。特に水道施設については本プロジェクトが供給能力を原設計の値に戻すものであるため、運転の変更はない。

(4) 社会影響評価

住民移転

ロスラウレレス II ダムプロジェクトによる貯水池建設にともない 22 戸の移転が必要と予想される。その内訳はダム直上流右岸 3 戸、ダム直上流左岸 3 戸、貯水池末端 16 戸である。いずれも小規模農家で家屋周辺に小さな畑を有している。計画貯水池の周辺には広大な平坦地が広がるため、移転対象家屋については現在の位置の近傍に畑付きで移転用地を確保することが可能である。

SANAA は 1992 年にコンセプションダムの建設にともなって 34 戸の移転を実施している。この時は全村移転で集会場等を含め約 5km 下流に移転した。事後調査で明らかになった不満は、農業を行うのに十分な土地が確保されなかった、農業を行うための水源がないということであった。

本プロジェクトに伴う住民移転とコンセプションダム建設時の移転を比較すると、本プロジェクトは全村移転でなく、現在の村に隣接した周辺部に移転用地が確保され生活環境の大きな変化を起こす可能性が少ないこと、コンセプションダムの場合の不満の対象となった畑地、水源の確保についても、家屋周辺に現在の広さの畑地が確保できること、水源についても必要に応じて補償工事の中でポンプ揚水などにより確保することが可能なことから、移転住民に与える影響を小さくすることが可能である。

取水管理

本調査でグアセリケ川流域における軍と民間の灌漑用水の取水が明らかになった。これらの取水は国家水開発法に規定される正当な水利権を有するものではない。当該法のも適用を厳格にして流域の取水を管理する必要がある。

シウダードマテオプロジェクト

最終的には 5 万戸の住宅を建設する予定のシウダードマテオプロジェクトは現在開発規制に反するものとして中断している。本プロジェクトのサイトはロスラウレス II プロジェクトの近傍に位置しており、プロジェクトを再開すると、既設および将来の貯水池の水質に重大な影響を与える。

(5) 環境影響評価

国家環境影響評価システムに基づいて、環境影響評価を実施した。その結果、下表に示す環境影響因子が特定された。本環境影響評価はフィージビリティ調査段階のもので、事業実施にあたっては事業にかかる開発許可取得のための再度の環境影響評価が必要である。したがって、実施段階では詳細設計、施工計画等下表の対応策を反映させることが必要である。

No.	環境影響因子	対応策
1	工事残材料による環境汚染	使用材料の適切な量的管理を行い残材料を減らす。残コンクリートの収集システムを設ける。
2	河川の仮まわし	河川の仮まわしと河道の保護を適切に行う。
3	工事機械による騒音、塵埃、震動	震動機械や発破の制限。低騒音機種を選択。工事用道路の定期的な散水。
4	河床の浸食又は堆積	排水施設、材料をシートで覆う。
5	土捨場の位置によってはサッカー場が無くなる。	付近の住民のために、新たにサッカー場を設ける。
6	植生の消滅、損傷	水没地域内の利用可能な植生を調べ、移転住民のために補償の対象とする。工事によって損傷した植生は回復するよに努める。
7	水質悪化	工事による汚水を下流のロスラウレス貯水池に入れないように、堰を設ける。工事区域において工事用水の配水、汚水の集水を適切に行う。
8	計雑活動の活性化	物売りのための仮設のエリアを設ける。施行業者と物売りで協定を結ぶ。
9	事故	安全管理及び環境教育のための研修を作業員に行う。作業員の安全対策(ヘルメット等)の遵守。工事区域の交通整理。
10	住民移転と道路の移設	SANAAが取得する家屋及び農地の適切な価格評価。コンセプションダム計画での経験に基づく適切な移転計画の立案。道路移設の工事時の迂回路の確保。
11	保護生物種	ダム、貯水池により直接影響を受ける保護生物種は少ないと考えられるが、既存ロスラウレス貯水池に生息が確認されているワニ、カワウソについては建設工事中期間中保護策を講じる。

なお、ダム建設はコンクリート構造物の建設、貯水池の出現により自然を改変することが避けられないが、本ダムの計画にあたっては、ダム高決定にさいして水文条件、地形・地質条件だけでなく、ダム高を低くして自然改変量をできるだけ少なくするということも考慮した。

6 提言

プロジェクトの実施の基盤についての責任を有する政府およびテグシガルパ市と、プロジェクトの実施と運営の責任を有する SANAA に対して、優先プロジェクトの実施、マスタープランの実行の為の提言をした。

6.1 政府とテグシガルパ市に対する提言

(1) 制度的支援

SANAA の改革

水道運営組織の最終的な民営化は一般的な流れではあるが、必要な段階を経ないではその実現は不可能である。SANAA の改革、周辺環境の整備に時間をかけるのが、より現実的である。

水道料金設定のガイドライン

政府は水道料金設定のためのガイドラインを決定する必要がある。現在検討中の『上下水道セクター組織法』においてはガイドラインを決定することになっている。政府はその早期実施を図るか、または暫定的なガイドラインを決定して適切な水道料金の設定を行うべきである。

開発計画の策定

現在、テグシガルパ市をカバーする正式な開発計画がない。本マスタープランでは費用効果の観点からグアセリケ川流域の水源開発と保全地域の設定を提案した。しかし、いまだに他の開発計画によって事業実施の段階に矛盾が生じる可能性がある。したがって、テグシガルパ市とその周辺地域を含む総合的な開発計画を策定することが重要である。

水利権の確立

オーソライズされていない取水がさらに続くと、マスタープランにおける水供給計画を乱す可能性がある。したがって、水利権の保護を実施する必要がある。

開発区域の制御

本マスタープランではオーソライズされていない住宅開発に対する水供給についてはパイプ給水ではなく、タンクローリーによる給水を計画しており水供給を制限している。これによって間接的にそのような不法住宅開発を制限することを意図している。この点、市当局は有効な制限を実施し、不法な開発の拡大を規制すべきである。

(2) 財政的支援

財務支援

マスタープランでは事業費の額が SANAA の財政能力を大幅に上回る為に、SANAA は世界銀行、IDB 等の国際金融機関からローンを借りてプロジェクトを実施することとしている。国家政府は有利な債務条件を得るために金融機関との調整を実施すべきである。

補助金

水道施設の開発には通常巨額の資金が必要である。特にテグシガルパ市においてはその地形的条件、気象条件により水源開発コストは巨額になる。したがって、その様な条件の厳しい国家の首都におけるダム建設費用が高むことは社会的費用と考えるべきである。政府または市当局は補助金の形で社会コストを負担すべきである。

6.2 SANAA に対する提言

(1) プロジェクトの早期実施

SANAA はロスラウレス II プロジェクトを、単に水供給能力を増大させるだけでなく、ロスラウレス貯水池からの取水が減少したために生じているロスラウレス浄水場の余剰能力を活用するという意味でも、早期に実施するべきである。

(2) マスタープラン見直しの必要性

キエブラモンテスプロジェクトは巨額な費用を必要とする。財務的には実施可能と判断されたが、このような大規模の建設費をまかなう適切な資金ソースを得るのは困難かもしれない。このような場合にはキエブラモンテスプロジェクトについては延期または中止に追い込まれる。この場合はマスタープランは見直しが必要であり、目標とする水供給のサービスレベルを低下させる必要も考えられる。

SANAA は漏水管理プロジェクトを実施するとともに、漏水管理プログラムの有効性によってマスタープランを見直す必要がある。

(3) 組織改革

マスタープランでは、以前 SANAA が実施した組織改革に則って組織計画を策定している。提案した計画では SANAA の分権化をさらに押し進めるとともに、SANAA 首都圏局の自立持続可能性を強化することとしている。これによって SANAA の運営状況が改善され利益をもたらすものである。

(4) 漏水管理

本調査で実施した費用比較では、漏水制御は水源開発の手段としては費用効果が比較的小さいと判断された。しかし、これは予備的な検討であり貴重な水資源を保全し、無駄な運転コストを節約するという観点から SANAA は漏水問題に対して必要な処置を取るべきである。

(5) 水道料金システム

国家政府と市に対する提言の項で述べたように、SANAA は水道料金改訂についての発言力を持つべきである。この点から、SANAA は引き続き決定権の獲得に努力すべきである。

一方、マスタープランでは SANAA が水道メーターを設置し、より強力な料金請求、料金徴集システムを確立すべきとして、組織計画の中で必要な局と人員を提案した。

(6) 下水道整備

テグシガルパ市の下水道施設はハリケーンミッチにより損傷を受けた污水収集シス

テム、無処理汚水の放流という 2 つの問題を抱えているが、マスタープランで提案された上水道システムの拡張は必然的に汚水量を増加させ、下水道施設に係る問題をさらに深刻にする可能性がある。したがって、SANAA は早急に下水処理場の建設を含む下水道施設の復旧、拡張計画を作成すべきである。