

4.5 優先計画区域の事業化計画の評価

4.5.1 技術面の評価

提案した下水/衛生施設計画の技術面について、次の観点から評価を行った。

- ・ 適正技術の採用
- ・ 現地技術に見合った事業実施の可能性
- ・ 下水道/衛生施設維持管理の適応性

その結果、技術面で適切であると判断した。以下に各施設別にその理由を記す。

1) 下水管きょ施設

提案した下水管きょ施設は自然流下方式である。中継ポンプ場を必要としないため、機械・電気設備が不要となり、維持管理も容易である。

管径1,500mm以上の幹線管きょ及び、立杭はトンネル工法で施工する計画であるが、この施工法はCentral Regionの既存管きょ工事でも実施され、EMPAGUAも十分な経験を有している。

2) 下水処理施設

下水道及び衛生施設として提案した処理方法は、それぞれ高速散水ろ床法、浸透井または嫌気性ろ床を組み合わせたセプティックタンク方式であり、地形の落差を利用し、電気的な動力を全く必要としないことを念頭に置いた。これらの処理施設は、現地調達可能な資材で容易に建設できるため、輸入品は不要である。また維持管理が容易で安価であり、しかも現地の既存施設で蓄積された経験と知識を活用することもできる。

3) 汚泥処理施設

提案した汚泥処理方法は、開放型無加温式の嫌気性消化槽と天日乾燥床とを組み合わせたものである。この方法は、既存の処理施設でも採用されており、その維持管理の経験と知識は蓄積されている。この方法の維持管理は容易で安価である。

4.5.2 財務評価

a) 下水道料金

下水道料金は、使用水量にもとづく追加料金として徴収されている。現行の料金体系では、水道料金の20%を追加したものである。1995年1月施行の新料金体系によると、下水道料金を水量単価で見ると、 $Q0.16/m^3$ と算定される。事業所や工場の場合には、それぞれ $Q0.40/m^3$, $Q0.50/m^3$ となる。

今回実施した住民意識調査では、下水道料金としての支払意志額の平均値は、一家庭当たり $Q13.3/月$ という結果が得られた。これを水量単価で計算すると、平均で $Q0.49/m^3$ となった。

この住民意識調査結果で算定した水量単価 ($Q0.49/m^3$) と、現行の料金による水量単価 ($Q0.16/m^3$)とを比較すると、約3倍の収入が得られるものと考えられる。現行の料金体系は、1995年1月に改訂されたものであるが、EMPAGUAの1994年の損益計算書を分析した結果、下水道料金を一契約当たりの月平均で見ると約 $Q10$ となる。なお、現在の一契約当たりの下水道料金は、家庭、事業所、工場のそれぞれを含んでおり、これらを区別するデータが入手できなかったため、下水道サービスによる収入を総契約数で割った単純平均値である。

今回提案した事業を実施するには、下水道料金の値上げは避けられないため、次のような料金値上げを設定した。

表4-20 一契約当たりの平均下水道料金設定値

平均下水道料金設定値	計画区域	今回提案した事業への振り向け分
Charge I (Q20 / 契約/月)	Central	10
	South 3	20
Charge II (Q30 / 契約/月)	Central	20
	South 3	30

出典：調査団

なお、Central Regionでは、現在徴収されている料金は既存施設の維持管理に使用されているため、この分つまり $Q10/契約/月$ は新規事業には見込まないものとした。

b) 財務評価

財務分析を行い、優先計画区域において、提案した事業計画が財務的に可能であるかどうかを検討した。

表4-21に、3つのケースを想定した場合の財務分析結果を示す。これによれば、ケース3つまり下水道料金II、事業費の40%を政府機関又は受益者が負担するケースにおいて、事業計画は財務的に可能となる。

表4-21 財務分析結果

ケース	新規下水道料金	料金以外の財源	財務的内部収益率 (FIRR)	備考
1	Charge I	-	-1.1%	
2	Charge II	-	4.1%	
3	Charge II	全投資額の40%	8.4%	IBRD (7.2%) IDB(8.1%)

注：評価期間は施設建設後30年間

出典：調査団

ケース3の場合について、事業経営の健全性を下記の財務条件下でさらに検討した。

- 1) 外国から長期融資：金利年8.1%返済期間20年（内、据え置き期間5年）
- 2) 短期融資：金利年10%、ただし運転資金としての短期借り入れに限定

その結果、長期融資の利率66%を、政府などの補助金で助成する必要があることが明らかになった。

c) 家計に占める下水道料金

表4-22には、所得階層別の家計に占める下水道料金の割合を示す。これらの割合は、参考データとして示した数値3%と比べても小さい。しかし、高所得層と比べ、低・中所得層がやや負担が大きいといえる。

表4-22 家計に占める下水道料金の割合

項目	低所得層	中所得層	高所得層
月収(Quetzal)	2,000以下	2,001 ~ 5,000	5,001以上
水使用量(m ³ /月)	23	25	43
下水道料金			
現行料金体系	3.68	4.00	6.40
料金II*1にもとづく月料金	11.04	12.00	19.20
収入に占める割合			
現行料金体系	0.18%以上	0.08% ~ 0.20%	0.13%以下
料金II*1	0.55%以上	0.24% ~ 0.60%	0.38%以下
参考値*2	最大3%	最大3%	最大3%

注： *1 料金II：現行の3倍の料金体系

*2 Low Cost Sanitation, World Bank Economic Development Institute

4.5.3 経済評価

a) 基本条件と仮定

経済コストと便益を算定するに際し、経済価値を財務コストから次の条件にもとづいて算定した。

- 1) 機会費用比率（割引率）：10%
- 2) 標準変換率(SFC)：90%
- 3) 土地収用費は見込んでいないが、処理場用地を現在の農地から転用することによる損失を見込む。
- 4) 評価期間：施設建設後30年間

b) 経済便益

評価可能で重要な便益として、下記のを数量化した。

便益

水系伝染病の減少

- 死亡者数の減少
- 入院者数の減少
- 通院者数の減少

将来的浄水コストの削減

損失（負の便益）

処理場での農産物の損失

c) 経済評価

表4-23には、経済分析結果として純現在価値(NPV)、便益/費用比(B/C)、経済的内部収益率(EIRR)を示す。EIRR(7.9%)が、資本の機会費用(10%)より低く、便益/費用比も1.0以下であることから、この事業計画は経済的には可能性が低いといえよう。

表4-23 経済分析の結果

項目	優先計画区域における事業計画	備考
純現在価値(NPV)	- 102.1百万 Quetzal	
便益/費用比(B/C)	0.79	
経済的内部収益率(EIRR)	7.9%	資本の機会費用 : 10%

出典 : 調査団

しかし、下水道事業の経済的内部収益率は、一般的には資本の機会費用を越えることはまれである。今回の事業計画の経済分析結果は、他の地域での同種事業と比較すると高いと思われる。さらに、この種の事業は環境の観点から、地域社会に不可欠なサービスを提供するといった面から評価すべきであろう。そう考えると、経済的見地からも今回の事業は推進すべきであると考えられる。

4.6 組織体制

4.6.1 組織の構成

提案した計画は段階的に実施され、またその当初の規模は現在の水道事業と比べさほど大きくないため、事業化の初期の段階から組織を完全に部門別に分ける必要はないと考えられる。

そこで、雇用問題や部門管理費の上昇を避けるため、事業の初期段階で下水/衛生課を設立する程度の現実的な案、つまり現在の組織を一部変更する案が妥当であると考えられる。

第1期事業が維持管理段階に入り、第2期事業計画以降の段階では、下水/衛生課は既存の組織である下水道建設課と下水道維持課とともに、新設される下水道部に統合することを提案する。

図4-8は、事業の進展に伴う、下水道関連の組織変更案を示したものである。各課に必要な人員数も図中に示した。

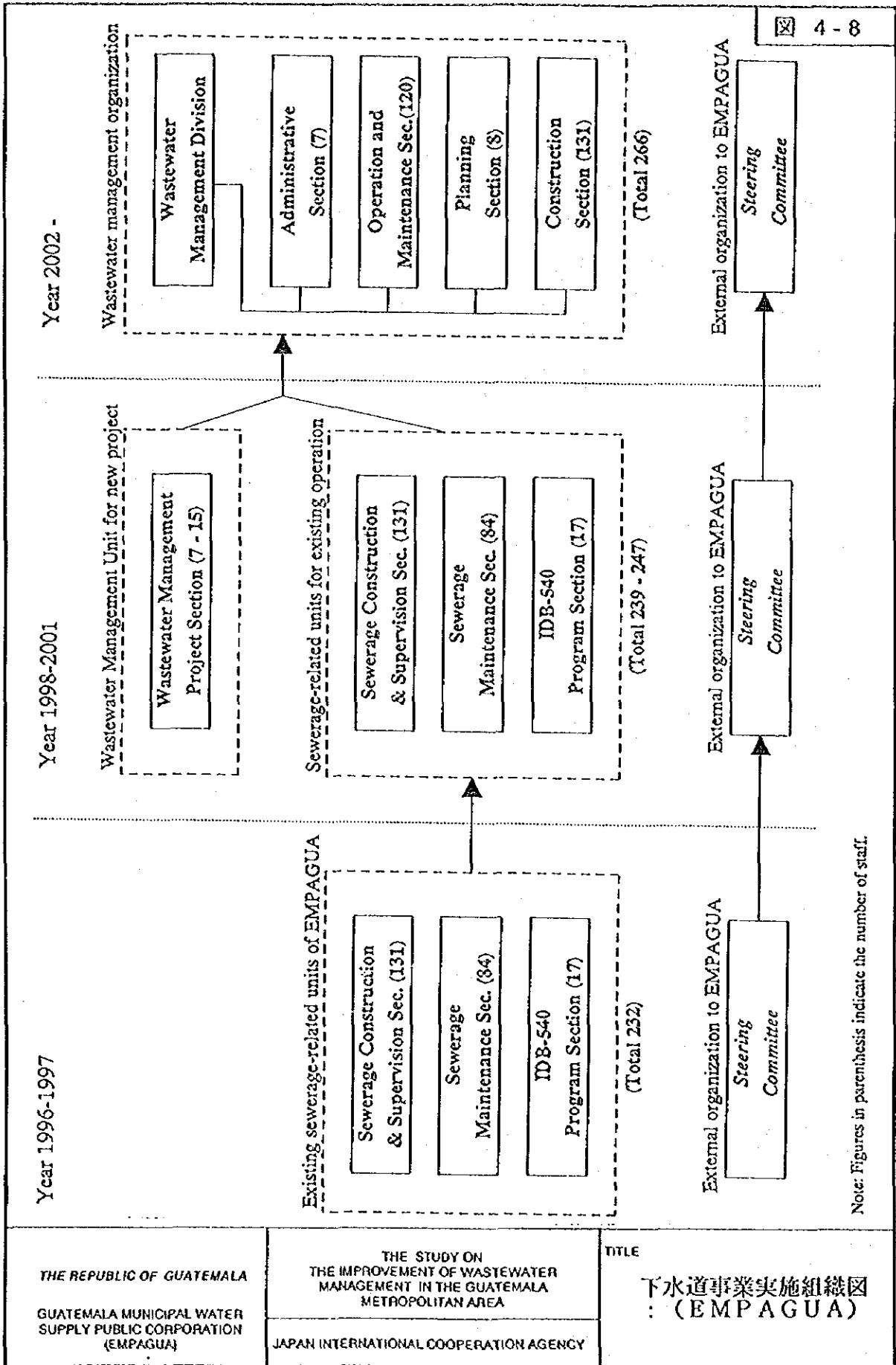
4.6.2 役割分担

提案した事業を円滑に実施するには、各組織が担う役割を明確にする必要がある。表4-24には将来の下水道部を構成する各課に求められる役割分担を整理した。図4-8に示したスタッフ数は、これらの役割を果たすのに最低限必要な人数である。

表4-24 下水道部の各部署における役割分担

課	役割分担
総務課	<ul style="list-style-type: none">・ 財務・会計・ 購買・資材管理・ 住民参加・ 広報
維持管理課	<ul style="list-style-type: none">・ 維持管理・ モニタリング
計画課	<ul style="list-style-type: none">・ 計画設計
建設課	<ul style="list-style-type: none">・ 建設管理
他の部署または外注	<ul style="list-style-type: none">・ 法務・ プロジェクトローン管理・ 人事・ 研修・ 顧客サービス

出典：調査団



THE REPUBLIC OF GUATEMALA
 GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)

THE STUDY ON
 THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
 MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
 METROPOLITAN AREA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
 下水道事業実施組織図
 : (EMPAGUA)

5 第1期事業計画

5.1 測量・土質・環境調査

優先計画区域(Central RegionとSouth 3 Region)における下水道/衛生施設事業化計画を策定するに当たり、測量・土質・環境調査を実施した。これらの調査結果にもとづき、施設の予備設計を行った。その結果、建設費が大幅に増大したため、前章までの結論である優先計画区域における事業化計画(Central RegionとSouth 3 Regionの両方の施設計画)を実施することが困難となった。そこで、代替案1をCentral Regionの第1期事業計画、代替案2をSouth 3 Regionの第1期事業計画とし、これら両案について、財務・経済・その他の観点から比較検討を行い、ふたつの代替案のうちひとつを第1期事業計画として策定することとした。

5.2 代替案の事業計画概要

表5-1に各代替案の概要を示す。

表5-1 代替案の概要

項目	CENTRAL REGION	SOUTH 3 REGION
1 基本事項		
1.1 建設予定時期	1999 ~ 2001	1999 ~ 2001
1.2 下水道		
1.2.1 整備面積(ha)	4,605	896
1.2.2 計画処理人口(2002年)	533,200	53,200
1.3 衛生施設		
1.3.1 整備面積(ha)	283	42
1.3.2 計画処理人口	33,900	2,900
2 施設計画		
2.1 管きよ		
2.1.1 整備方式	合流式	分流式
2.2 処理場		
2.2.1 処理能力(m ³ /日)(日最大)	196,000	36,000
2.2.2 流入下水水質		
a) BOD, mg/L	280	280
b) SS, mg/L	280	280
2.2.3 処理レベル	一次処理	二次処理
2.2.4 処理方式	沈殿処理	高速散水ろ床法
2.2.5 処理水質		
a) BOD, mg/L	182	56
b) SS, mg/L	126	56
2.2.6 放流先	Las Vacas川	Villalobos 川 (Pinola川)
2.3 衛生施設		
2.3.1 対象集落数	20	3
2.3.2 処理方式	セプティックタンクと上向流式嫌気性ろ床/浸透井	
2.3.3 流入水質		
a) BOD, mg/L	330	330
b) SS, mg/L	330	330
2.3.4 処理水質		
a) BOD, mg/L	83	83
b) SS, mg/L	83	83

出典：調査団

5.3 予備設計

5.3.1 下水管きょ

a) 幹線管きょ計画

CentralとSouth3Regionの幹線管きょ(各々Las Vacas幹線, Pinula幹線)ルートは、河川横断面所の測定や、縦断測量などの現地調査結果にもとづいて決定した。

1) Las Vacas幹線管きょ(Central Region)

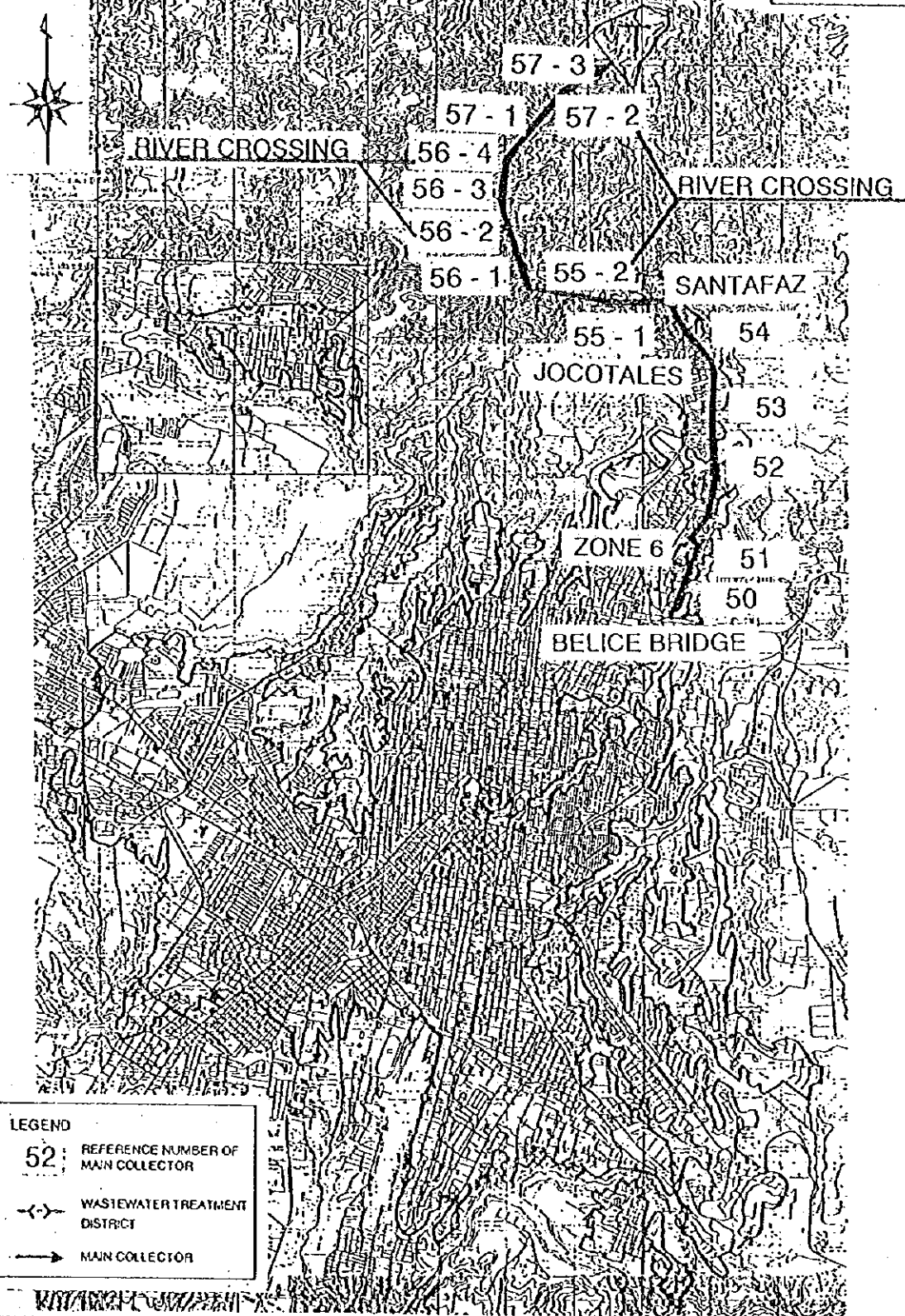
図5-1および5-2にLas Vacas幹線管きょのルート図と縦断図を示す。全延長は11km、管径3000mmである。SantajazとChinaulta川間で、急斜面である2カ所(高低差170m)を除き、ほとんどをトンネル工法で築造する。また、Chinaulta川やTzalja川などの横断部は、処理場への流入管低高が海拔1,220mになるように、簡単な桁橋構造物に下水管きょを載せ、自然流下で流入させるように計画した。

Central Regionの幹線管きょ管径別延長、施工法を表5-2に示す。

1) Pinula幹線管きょ(South 3 Region)

図5-3および5-4にPinula幹線管きょのルート図と縦断図を示す。約5.5km区間(Pinula川横断部からLos Alamosまで)は、管径1,500の管をトンネル工法で築造し、その後は管径1,200mm, 延長1,150mの管を開削工法で築造し諸流上に至る計画とした。処理場の地盤高は、海拔1,270m前後である。

South 3 Regionの幹線管きょの管径別延長、施工法を表5-3に示す。



LEGEND

- 52 REFERENCE NUMBER OF MAIN COLLECTOR
- ↔ WASTEWATER TREATMENT DISTRICT
- MAIN COLLECTOR

THE REPUBLIC OF GUATEMALA

GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)

THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER MANAGEMENT IN THE GUATEMALA METROPOLITAN AREA

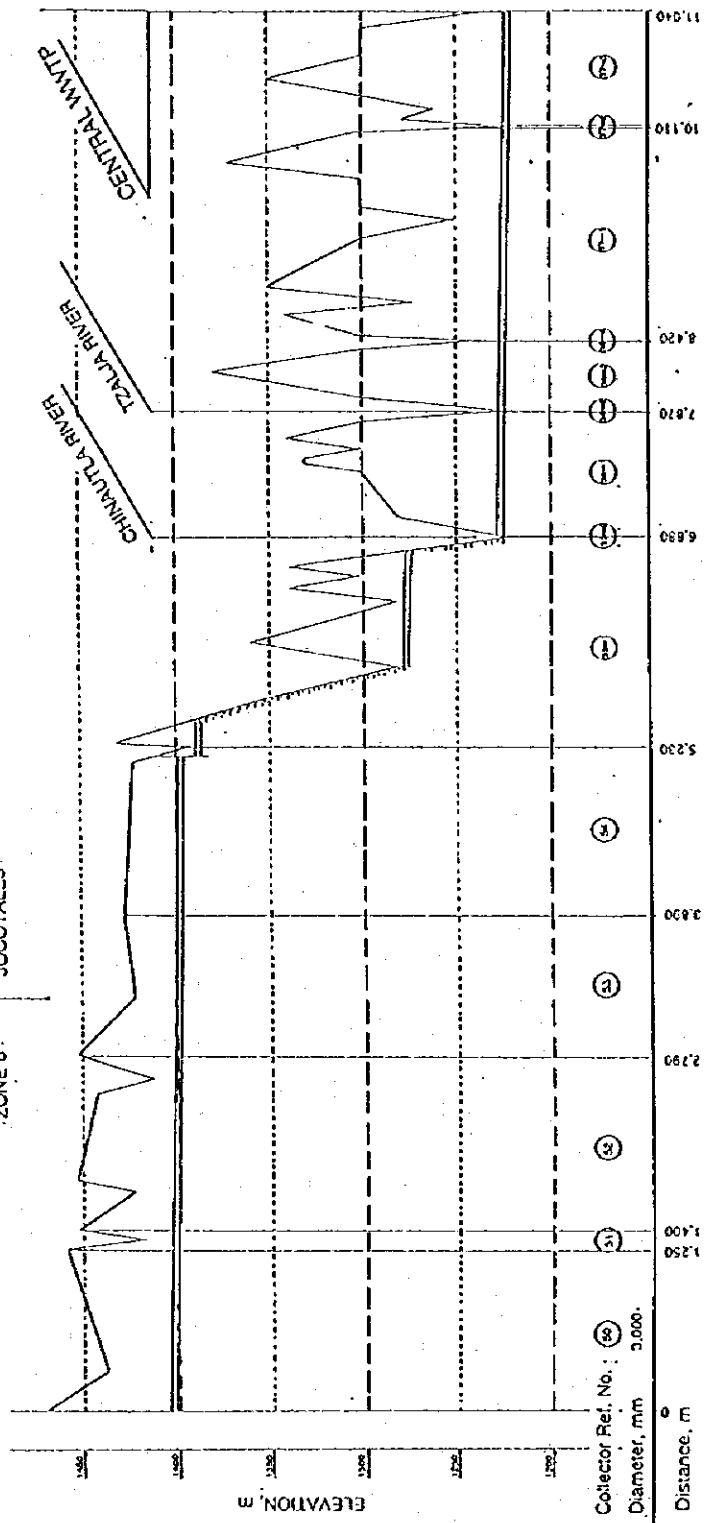
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE

Las Vacas
幹線管きょルート図
(Central)

LAS VACAS MAIN COLLECTOR

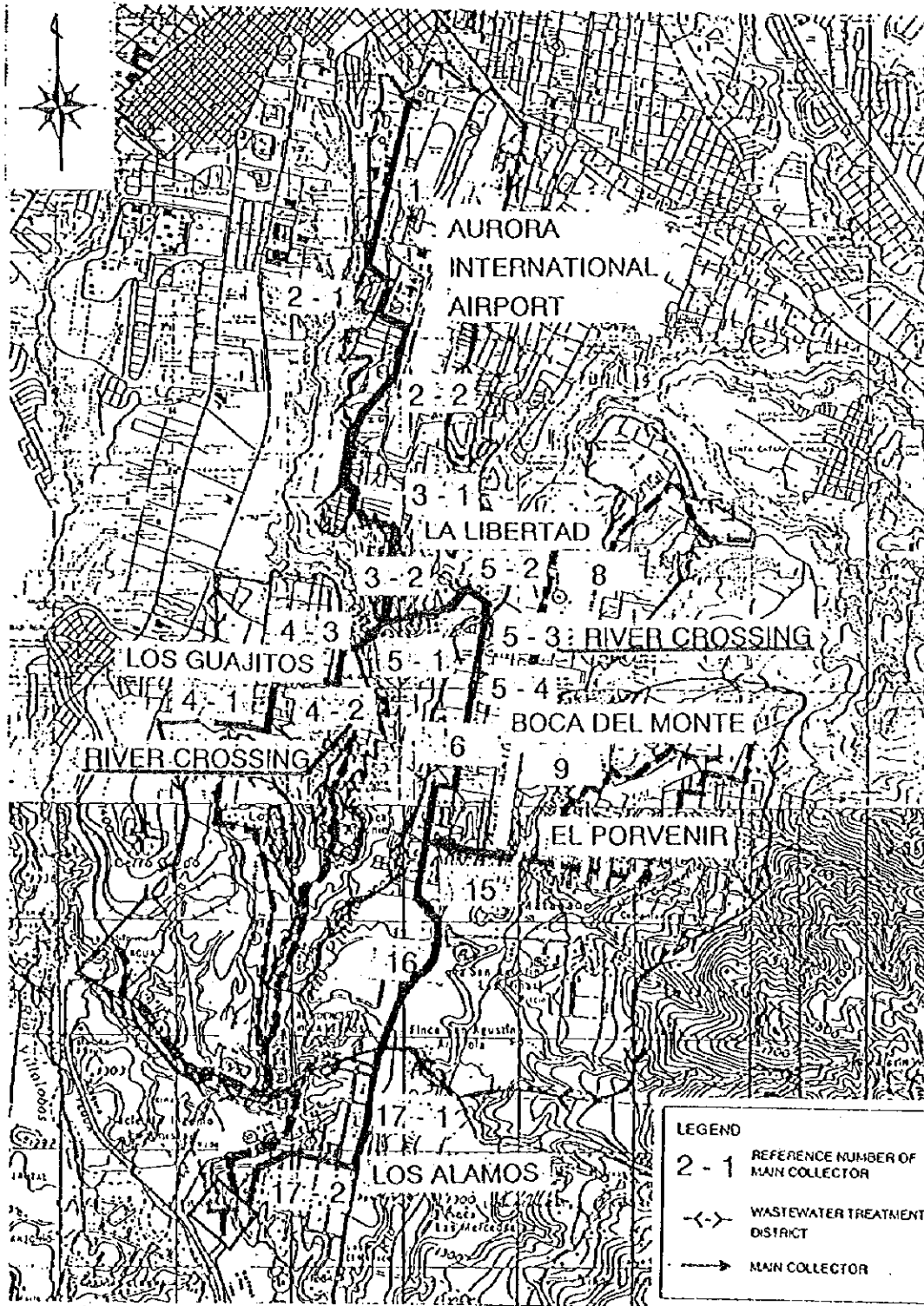
GUATEMALA CHINAUTLA
JOCOTALES
ZONE 6



THE REPUBLIC OF GUATEMALA
GUATEMALA MUNICIPAL WATER
SUPPLY PUBLIC CORPORATION
(EMPAGUA)

THE STUDY ON
THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
METROPOLITAN AREA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
Las Vacas
幹線管きよ縦断面図

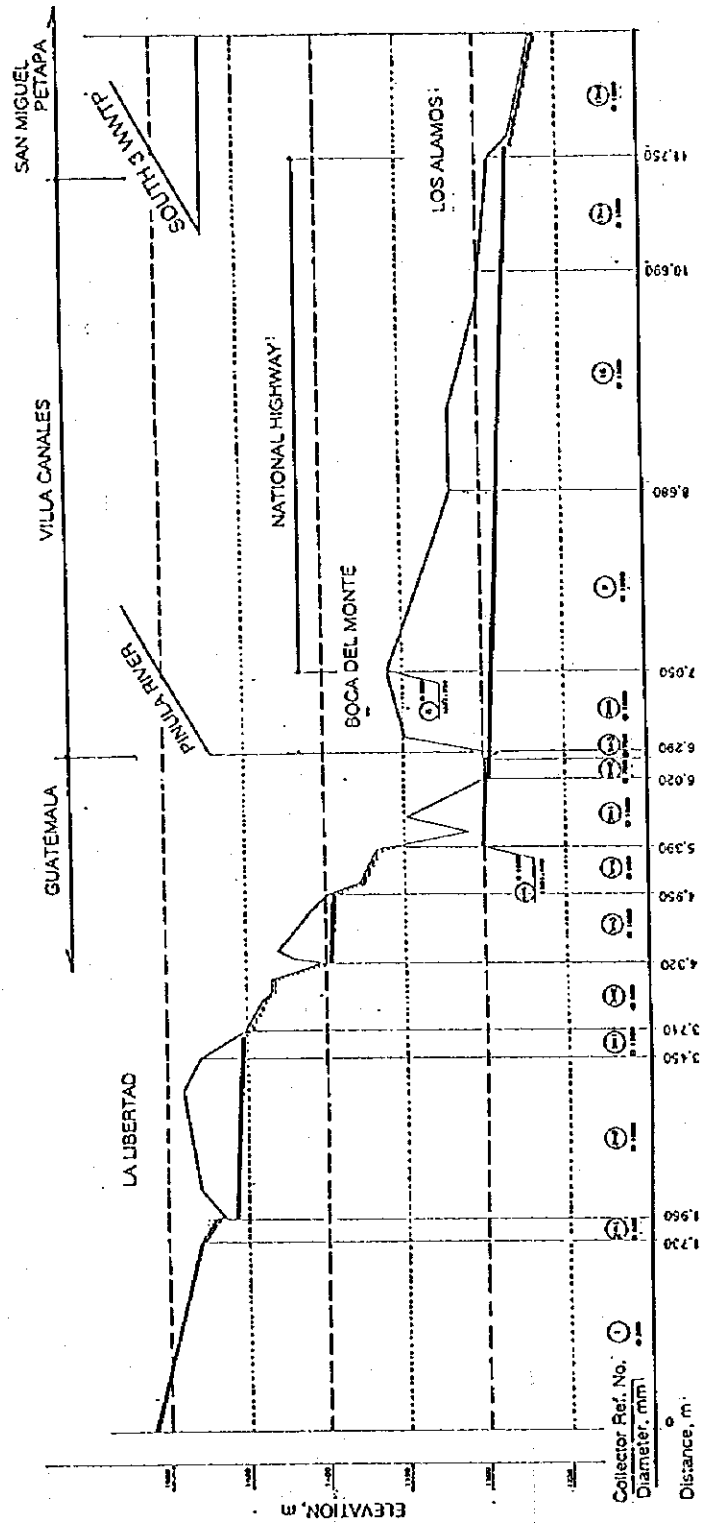


THE REPUBLIC OF GUATEMALA
 GUATEMALA MUNICIPAL WATER
 SUPPLY PUBLIC CORPORATION
 (EMPAGUA)

THE STUDY ON
 THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
 MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
 METROPOLITAN AREA
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
 Pinula
 幹線管きょルート図
 (South 3)

PINULA MAIN COLLECTOR



THE REPUBLIC OF GUATEMALA
 GUATEMALA MUNICIPAL WATER
 SUPPLY PUBLIC CORPORATION
 (EMPAGUA)

THE STUDY ON
 THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
 MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
 METROPOLITAN AREA
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE

Pinula
 幹線管きよ縦断面図

表5-2 Central Regionにおける幹線管きょ

管番号	直径(mm)	延長(m)	施工法	備考
50	3,000	1,250	トンネル	普通土
51	3,000	150	トンネル	普通土
52	3,000	1,390	トンネル	普通土
53	3,000	1,100	トンネル	普通土
54	3,000	1,340	トンネル	普通土
55-1	3,000	1,650	トンネル	普通土
55-2	3,000	20	水管橋	
56-1	3,000	970	トンネル	岩
56-2	3,000	20	水管橋	
56-3	3,000	530	トンネル	岩
56-4	3,000	20	水管橋	
57-1	3,000	1,670	トンネル	岩
57-2	3,000	20	水管橋	
57-3	3,000	910	トンネル	岩
計		11,040		

出典：調査団

表5-3 South 3 Regionにおける幹線管きょ

管番号	直径(mm)	延長(m)	施工法	備考
1	300	1,730	開削工法	
2-1	500	230	開削工法	
2-2	1,500	1,490	トンネル	普通土
3-1	1,500	260	トンネル	普通土
3-2	600	610	開削工法	
3-3	1,500	630	トンネル	
3-4	600	440	開削工法	
5-1	1,500	630	トンネル	普通土
5-2	700	200	開削工法	
5-3	700	70	水管橋	
5-4	1,500	760	トンネル	普通土
15	1,500	660	トンネル	普通土
16	1,500	2,010	トンネル	普通土
17-1	1,500	1,060	トンネル	普通土
17-2	1,200	1,150	開削工法	
4-1	400	1,510	開削工法	
4-2	1,500	760	トンネル	普通土
4-3	400	50	水管橋	
4-4	1,500	130	トンネル	普通土
7	400	500	開削工法	
8	500	810	開削工法	
9	1,500	1,630	トンネル	普通土
計		17,320		

出典：調査団

5.3.2 下水処理場

a) 下水処理法

処理フローを図5-5及び5-6に示す。なお、ここに提示した処理フローは、マスタープラン段階で提案したものに若干の修正を加えている。

b) 水質

表5-4に計画処理水質を示す。

表5-4 処理水質（第1期事業計画）

区域	処理レベル	水質項目	濃度, mg/L	
			流入	流出
Central Region	一次	BOD5	280	182
		SS	280	126
South 3 Region	二次	BOD5	280	56
		SS	280	56

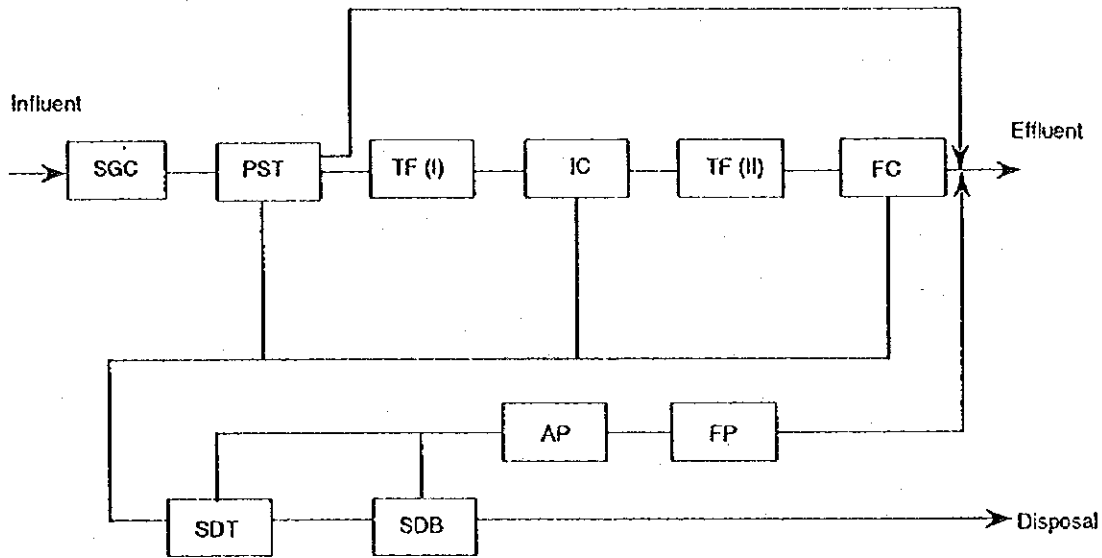
出典：調査団

c) 処理施設の概要

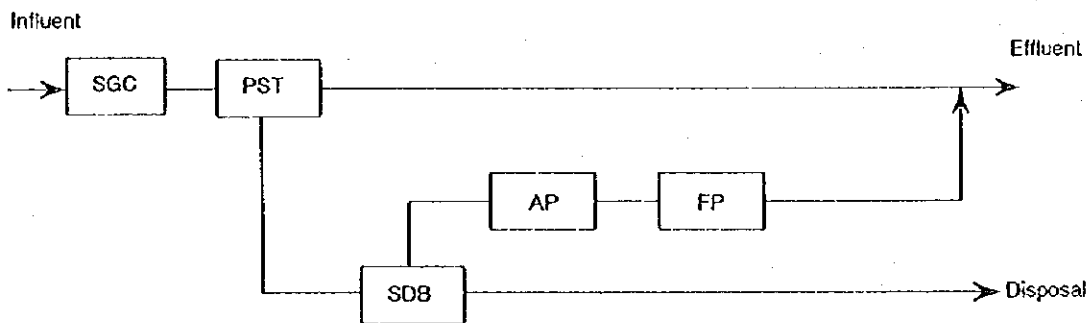
表5-5に、処理施設の概要を示す。

Primary Treated Excess Wet weather Flow
(3 x Maximum Hourly Flow - 1 x Maximum Hourly Flow)

☒ 5 - 5



a) Ultimate



b) First Stage

- Legend
- SGC - Screen Grit Chamber
 - PST - Primary Sedimentation Tank
 - TF - Tricking Filter
 - IC - Intermediate Clarifier
 - FC - Final Clarifier
 - SDT - Sludge Digester Tank
 - SDB - Sludge Drying Bed
 - AP - Anaerobic Pond
 - FP - Facultative Pond
 - - Liquid Line
 - - - - Sludge Line

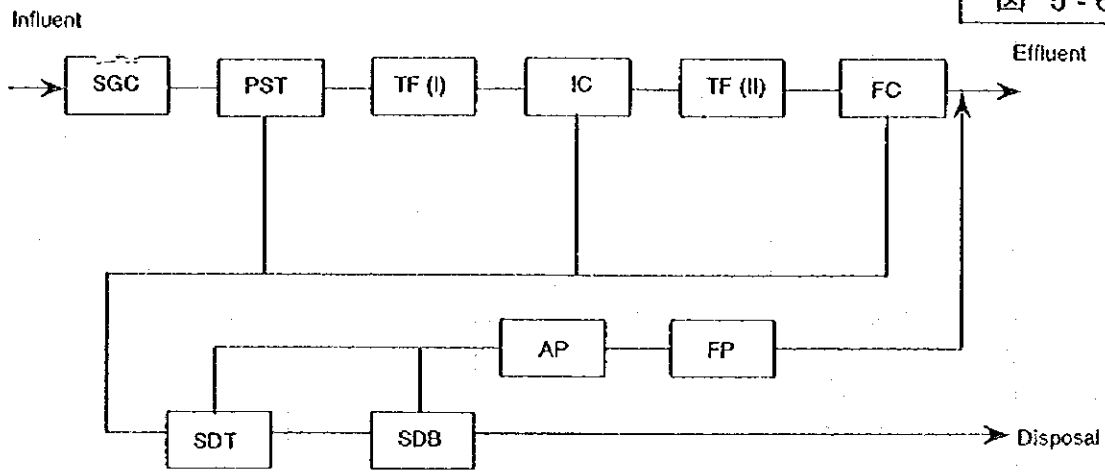
THE REPUBLIC OF GUATEMALA
GUATEMALA MUNICIPAL WATER
SUPPLY PUBLIC CORPORATION
(EMPAGUA)

THE STUDY ON
THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
METROPOLITAN AREA

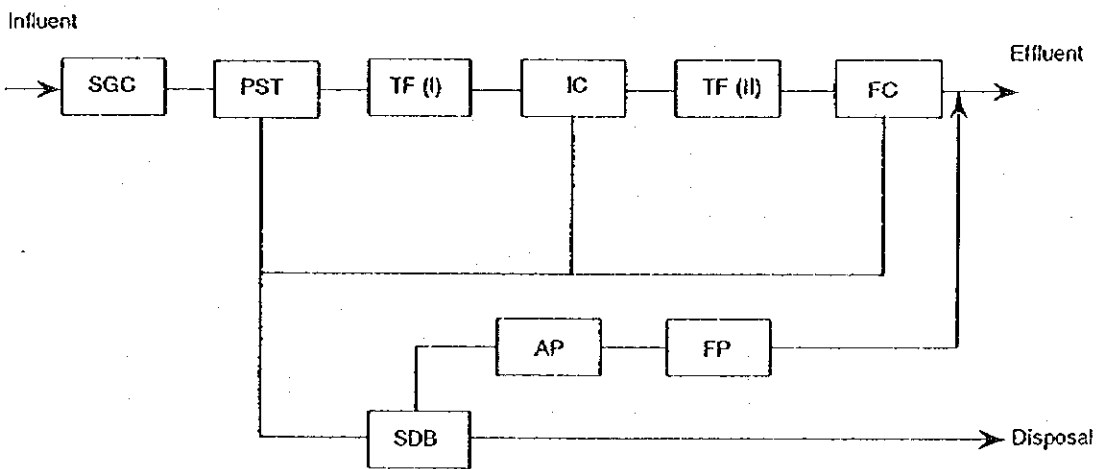
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE

下水処理フロー図
(Central処理場)



a) Ultimate



b) First Stage

Legend	
SGC	- Screen Grit Chamber
PST	- Primary Sedimentation Tank
TF	- Tricking Filter
IC	- Intermediate Clarifier
FC	- Final Clarifier
SDT	- Sludge Digester Tank
SDB	- Sludge Drying Bed
AP	- Anaerobic Pond
FP	- Facultative Pond
—	- Liquid Line
—	- Sludge Line

THE REPUBLIC OF GUATEMALA
 GUATEMALA MUNICIPAL WATER
 SUPPLY PUBLIC CORPORATION
 (EMPAGUA)

THE STUDY ON
 THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
 MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
 METROPOLITAN AREA
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
 下水処理フロー図
 (South 3処理場)

表5-5 各代替案の処理場施設概要

施設	CENTRAL			SOUTH 3 (PINULA COLLECTOR)			SOUTH 3 (HERMOSA COLLECTOR)		
	形状寸法	No.		形状寸法	No.		形状寸法	No.	
		全体	第1期		全体	第1期		全体	第1期
最初沈殿池	B10.0m x L30.0m x h10.0m	20	15	φ11.0m x h10.0m	12	8	φ9.5m x h9.0m	4	-
高速脱水ろ床 (第1段目)	φ39.0m x h2.0m	40	-	φ34.0m x h2.0m	12	8	φ29.0m x h2.0m	4	-
中間沈殿池	B10.0m x L30.0m x h10.0m	20	-	φ11.0m x h10.0m	12	8	φ9.5m x h9.0m	4	-
高速脱水ろ床 (第2段目)	φ39.0m x h2.0m	20	-	φ34.0m x h2.0m	6	4	φ29.0m x h2.0m	2	-
最終沈殿池	B10.0m x L30.0m x h10.0m	40	-	φ11.0m x h1.0m	24	16	φ9.5m x h9.0m	8	-
嫌気性消化槽	φ17.5m x h10.0m	40	-	φ15.5m x h9.0m	12	-	φ14.0m x h8.0m	4	-
天日乾燥床	W40.0m x L100.0m	20	15	W40.0m x L80.0m	6	5	W30.0m x L80.0m	2	-
曝気槽池 (h = 3.0m)	BA 13.0m x 13.0m SA 31.0m x 31.0m	2	1	BA 1.0m x 1.0m SA 19.0m x 19.0m	2	1	BA 1.0m x 1.0m SA 19.0m x 19.0m	1	-
通性池 (h = 2.0m)	BA 120.0m x 60.0m SA 132.0m x 72.0m	2	1	BA 52.0m x 26.0m SA 64.0m x 38.0m	2	1	BA 20.0m x 40.0m SA 32.0m x 52.0m	1	-
計画水数	全体計画	第1期事業	全体計画	全体計画	第1期事業	全体計画	全体計画	第1期事業	第1期事業
日平均	238,000	179,000	52,700	33,000	13,300	-	-	-	-
日最大	261,000	196,000	57,500	36,000	14,500	-	-	-	-
時間最大	390,000	293,000	85,500	53,500	21,500	-	-	-	-
雨天時最大	1,087,000	879,000	-	-	-	-	-	-	-
発生汚泥量	90	71	20	19	5	-	-	-	-

注) BA:下部、SA:上部
出典:調査団

5.3.3 衛生施設

a) 管きょ

自然流下方式の管きょとし、Central RegionとSouth 3 Regionで必要な管きょ延長はそれぞれ65.2 km, 9.2 kmである。

b) 処理施設

表5-6に、Central RegionとSouth 3 Regionにおける、集合処理施設の形状寸法を示す。衛生処理施設は、セプティックタンクと浸透井または、上向流式嫌気性ろ床を組み合わせた方式を提案している。今回行った浸透式試験結果(5カ所)から、セプティックタンク+上向流式嫌気性ろ床の方が有利と考えられ、ほとんどをこの方式とした。ただし、FinalとEl Pilarの集落では、放流先のPinula川の下流に上水道の取水施設があるため、セプティックタンク+浸透井を採用した。

これらの集合処理施設からの排泥は、各計画区域内の処理場で処理する計画とする。年間の排泥量は、Central Regionで1,356m³, South 3 Regionで116m³である。

表5-6 集合処理施設概要

番号	集落の名称	ゾーン	流量(m ³ /日) 日最大	セパレータ (LxWxD) m	上向流式嫌気性ろ床 (LxWxD) m
Central Region					
1	Final	14	90	17.0x8.5x2.0	-
2	El Pilar	14	270	28.0x14.5x2.0	-
3	El Cambarý	14	60	13.0x7.0x2.0	5.5x7.0x1.2
4	Campo Seco	16	220	25.5x13.0x2.0	10.5x13.0x1.2
5	Finca El Camen	6	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2
6	Modmo San Antonio	6	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2
7	Jocotales	6	470	37.5x19.0x2.0	15.5x19.0x1.2
8	Quintanal	6	670	45.0x22.5x2.0	18.5x22.5x1.2
9	Santa Faz	6	110	18.5x9.0x2.0	7.5x9.0x1.2
10	El Tuerto	1	90	17.0x8.5x2.0	6.5x8.5x1.2
11	Colinas I y II	1	170	22.0x11.5x2.0	9.5x11.5x1.2
12	Bethania Sec I	1	260	28.0x14.0x2.0	11.5x14.0x1.2
13	Bethania Sec II	7	360	33.0x16.5x2.0	13.5x16.5x1.2
14	Seis de Octubre	7	270	28.0x14.5x2.0	11.5x14.5x1.2
15	Joya I	7	450	36.5x18.5x2.0	15.0x18.5x1.2
16	Joya II	7	450	36.5x18.5x2.0	15.0x18.5x1.2
17	Joya III	7	450	36.5x18.5x2.0	15.0x18.5x1.2
18	La Joya IV	7	270	28.0x14.5x2.0	11.5x14.5x1.2
19	Colonia Argueta	2	360	33.0x16.5x2.0	13.5x16.5x1.2
20	Incienso	3	760	47.5x24.0x2.0	20.0x24.0x1.2
South 3 Region					
1	Loma Blanca I	12	170	22.0x11.5x2.0	9.5x11.5x1.2
2	Loma Blanca II	12	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2
3	Plaza de Toros	13	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2

注 1 : Bethania III とIVはひとつの集落とし、Bethania IIとした。

2 : 形状寸法は内法を示す。

出典 : 調査団

5.4 概算事業費の算定

5.4.1 概算事業費

概算事業費は、1996年2月時点で見直しを行った。

概算事業費(Central +South 3)を表5-7に示す。直接工事費は内訳を表5-8に示す。

表5-7 概算事業費

(単位：百万 Quetzal)

項目	Central	South 3	計
1 直接工事費	379.5	173.8	553.3
2 土地収用費	29.2	18.1	47.3
3 技術料	22.8	13.9	36.7
4 一般管理費	11.4	5.2	16.6
5 予備費	38.0	17.4	55.4
計	480.9	228.4	709.3

注：1996年2月現在価格

出典：調査団

表5-8 直接工事費

(単位：百万Quetzal)

項目	Central	South 3	計
1 下水道施設	331.5	168.0	499.5
(1) 管きょ	221.1	78.2	299.3
(2) 処理場	110.4	89.8	200.2
2 衛生施設	48.0	5.8	53.8
(1) 管きょ	33.3	4.5	37.8
(2) 集合処理施設	14.7	1.3	16.0
計	379.5	173.8	553.3

注：1996年2月現在価格

出典：調査団

5.4.2 維持管理費

年間の維持管理費を下水道／衛生施設について、それぞれ表5-9及び表5-10に示す。

表5-9 下水道の維持管理費

(単位：千 Quetzal/年)

	項目	Central	South 3
1	下水処理場		
-1	人件費	740	377
-2	汚泥輸送費	735 ~ 871	64 ~ 150
-3	修理費 (直接工事費の0.5%)	552	449
	小計	2,027 ~ 2,163	890 ~ 976
2	管きよ		
-1	人件費	132	346
-2	修理費 (直接工事費の0.5%)	1,106	391
	小計	1,238	737
	計	3,265 ~ 3,401	1,627 ~ 1,713

注：1996年2月現在価格

出典：調査団

表5-10 衛生施設の維持管理費

(単位：千 Quetzal/年)

	Item	Central	South 3
1	下水処理場		
-1	人件費	66	33
-2	汚泥輸送費	9 ~ 43	1 ~ 4
-3	修理費 (直接工事費の0.5%)	73	6
	小計	148 ~ 182	40 ~ 43
2	管きよ		
-1	人件費	66	33
-2	修理費 (直接工事費の0.5%)	167	23
	小計	233	56
	計	381 ~ 415	96 ~ 99

注：1996年2月現在価格

出典：調査団

5.5 代替案の評価

ふたつの代替案のうち妥当なものを選定するため、財務・経済及びその他の数量化できない観点について評価した。表5-11に、これらの評価結果を示す。

5.5.1 財務評価

表5-11に示したように、Central Regionについては、各料金設定値の場合の財務的内部収益率は、それぞれ-1.7%、3.5%、7.1%である。料金Ⅲの場合だけがEMPAGUAがこれまで融資を受けているIBRD(7.72%)やIDB(8.1%)に近い数値を示している。料金Ⅱの場合には、財務的内部収益率が上記の融資の金利より低いため、助成金などの手当をしない限り、財務的健全性を確保できないことは明らかである。

一方、South 3 Regionの場合には、どの料金設定の場合でも財務的内部収益率はマイナスである。つまり、事業計画を健全に運営するにはなにかの助成金が得られない限り、現実的には不可能であることになる。

そこで、想定される融資および借入れ条件、下水道料金、財源の組み合わせを下記のように設定し、各案の事業計画を健全に運営するために必要な財務条件を検討した。

a) 融資

想定した融資条件を下記に示す。

- (1) 融資1：金利年8.1% 返済期間 20年間（うち据置期間 5年間）
- (2) 融資2：金利年2.5% 返済期間 30年間（うち据置期間 10年間）

b) 下水道料金

表5-11の項目1.1a,b,cに示したように、下水道料金として、I, II, IIIを設定した。これらの料金は契約ベースとし、それぞれQ20, 30, および40/契約/月とした。

表5-11 各代替案の評価結果

項目	代替案1: Central Region	代替案2: South 3 Region	備考
<p>1 財務評価</p> <p>1.1 財務的内部収益率(FIRR)</p> <p>a. 料金: I (Q20/契約/月)</p> <p>b. 料金: II (Q30/契約/月)</p> <p>c. 料金: III (Q40/契約/月)</p> <p>1.2 財務評価結果</p> <p>第1期事業計画を完全に運営する為に必要は財務的諸条件</p>	<p>-1.7%</p> <p>3.5%</p> <p>7.1%</p> <p>(1) 事業費の70%を融資2から借入れ (2) 事業費の30%を助成金で補填する (3) 借入金(運転資金を含む)の利率の20%を補助金等で補填する (4) 料金:II Q30/契約/月(現行の下水道料金の2倍を新規に徴収する)</p>	<p>-5.5%</p> <p>-2.7%</p> <p>-0.8%</p> <p>(1) 事業費の70%を融資2から借入れ (2) 事業費の30%を助成金で補填する (3) 借入金(運転資金を含む)の利率の20%を補助金等で補填する (4) 料金:III Q40/契約/月を新規に徴収する</p>	<p>融資1 (利率5.1%,返済期間20年, 猶予期間5年)</p> <p>融資2 (利率2.5%,返済期間30年, 猶予期間10年)</p> <p>運営資金の調達: 銀行等 (利率10%)</p>
<p>2 経済評価</p> <p>2.1 評価指標</p> <p>a. 純現在価値 (NPV:Q1000)</p> <p>b. 便益/費用比 (B/C)</p> <p>c. 経済的内部収益率 (EIRR)</p> <p>2.2 経済評価結果</p>	<p>-246,412</p> <p>0.27</p> <p>0.5%</p> <p>経済的には妥当なプロジェクトとは考えない。各先プロジェクト選定時の便益費用(割引率:10%)より低い評価結果と異なるのは、地震・土壌汚染に基づき基礎設計を行った際、施工法の変更等に伴う建設費の大幅な増加が主な原因である。</p>	<p>-64,986</p> <p>0.58</p> <p>5.4%</p> <p>経済的内部収益率(5.4%)は、経済的便益費用(割引率:10%)より低い。当プロジェクトはアマテララ首郡に給水している水源の汚濁防止上不可欠であり、プロジェクト実施が望まれる。</p>	<p>割引率設定値:10%</p> <p>定量的便益</p> <ul style="list-style-type: none"> - 水系伝染病の減少 - 将来の浄水処理コスト抑制 - コスト(処理場用地での騒音物懸念費用)
<p>3 定性的ファクター</p> <p>a. 水資源保全への寄与</p> <p>b. 下流域住民への便益</p> <p>c. 市民へのアピール度</p> <p>d. 事業実施及び運営上の容易性</p>	<p>・ 処理水放流先のLas Vacas川の下流域で河川水を直接的、間接的に利用している人口はSouth 3地区と比べると多くない。</p> <p>・ 上記の理由等からSouth 3と比べ市民へのアピール度は小さい。</p> <p>・ EMPAGUAにとって本地区の大規模事業計画を執行し、運営するには困難が伴う。</p>	<p>・ 下流域にあるアマテイトラン湖は、グアテマラ首郡の発展にとって重要は水源である。</p> <p>・ アマテイトラン湖保全に関わる施策の第1歩と位置づけられる。</p> <p>・ 処理水放流先の河川の下流域にあるアマテイトラン湖及びMachaya川では直接的、間接的に利用している住民の数は多い。</p> <p>・ アマテイトラン湖への汚水たれ流し問題は市民の関心を集めている。</p> <p>・ 市民へのアピール度は上記の理由から高い。</p> <p>・ EMPAGUAにとって、中規模の事業計画を執行し、運営することは可能である。</p>	<p>財務条件を改善するための施策について更に検討する必要がある。</p>
<p>4 総合評価結果</p>	<p>第1期事業計画として、主に上記2,3の理由からSouth 3 Regionを推薦した。</p>	<p>財務条件を改善するための施策について更に検討する必要がある。</p>	<p>財務条件を改善するための施策について更に検討する必要がある。</p>

c) 財源の組合わせ

- (1) 投資額の100%を融資で借入れる
- (2) 投資額の90%を融資で借入れ、10%を助成金で補填する
- (3) 投資額の80%を融資で借入れ、20%を助成金で補填する
- (4) 投資額の70%を融資で借入れ、30%を助成金で補填する

代替案1のCentral Regionおよび代替案2のSouth 3 Regionのそれぞれの事業計画を健全に運営するために必要な財務条件は以下のとおりである。

代替案1 : Central Region

- (1) 全事業費の70%を融資2の条件で借り入れる
- (2) 全事業費の30%を助成金で補填する
- (3) 長期借入金の金利の20%を補助金で補填する
- (4) 料金II(Q30/契約/月)を徴収する

代替案2 : South 3 Region

- (1) 全事業費の70%を融資2の条件で借り入れる
- (2) 全事業費の30%を助成金で補填する
- (3) 長期借入金の金利の20%を補助金で補填する
- (4) 料金III(Q40/契約/月)を徴収する

5.5.2 経済評価

各案について、純現在価値(NPV)、便益/費用比(B/C)、経済的内部収益率(EIRR)を求め、経済効果を検討した。その結果を表5-11の項目2に示す。

代替案1のCentral Regionにおける事業計画のEIRR及びB/Cはそれぞれ、0.5%、0.27である。このことから代替案1は、経済的には妥当でないといえる。その主な理由は、この事業計画の概算事業費が土質・地質調査結果にもとづいた予備設計の変更に伴って、大幅に増加したからである。

一方、代替案2のSouth 3 Regionにおける事業計画の場合では、EIRR及びB/Cはそれぞれ、5.4%、0.58である。

したがって、ふたつの代替案を比較すると、第2案のSouth 3 Regionにおける事業計画の方が経済的には効果が高いことは明らかである。

さらに、South 3 Regionの事業計画のEIRRの感度分析を行った。この分析では、事業費が5%、10%と増加した場合、便益が5%、10%と減少した場合、及び両方の組み合わせの場合について検討した。その結果を表5-12に示す。

表5-12 South 3 Regionの事業計画を対象にした感度分析結果

事業費の増加率	便益の減少率		
	0%	5	10%
0%	5.4%	5.0%	4.6%
5%	5.0%	4.7%	4.3%
10%	4.7%	4.3%	3.9%

出典：調査団

この分析結果から、South 3 Regionの事業計画のEIRRは、今回の設定条件の最悪の場合でも、ほぼ4%を確保できることになる。

この事業計画のEIRRは、資本の機会費用の10%より低く、経済的観点からはその効果はかならずしも高くはない。しかし、South 3 Regionの事業計画はグアテマラ首都圏に給水している水源の汚濁防止を図るうえで不可欠であることから、経済的にもこの事業計画を実施する意義は大きいと考えられる。

5.5.3 その他の評価

代替案の選定のため、次の数量化できないファクターについても検討した。

- 水資源保全への寄与
- 下流域の住民への便益
- 市民へのアピール度
- 事業実施及び運営上の容易さ

これらのファクターについて検討した結果を表5-11の項目3に示す。どのファクターについても、第2案のSouth 3 Regionにおける事業計画の方が有利である。

5.6 第1期事業計画としての代替案の選定

第1期事業計画対象として、第2案のSouth 3 Regionにおける事業計画案を選定した。その理由は、第2案の方が経済的に優れ、その他の定性的ファクターの観点からも有利なためである。ただし、財務的には困難であるため、その解決策の検討が課題である。

そこでまず、財務的に困難な状況を配慮し、先に提案したSouth 3 Regionにおける第1期事業計画に含まれる衛生施設計画については、以下の3つの理由から第2期事業以降に先送りすることにした。

- 投資効率
- EMPAGUAでの衛生施設整備計画の優先度
- 現況の住宅密集度(地区の発展状況)

したがって、第1期事業計画概要は、表5-13に示したとおりとなる。処理場については、図5-7に示したような施設配置計画を作成した。

また、実現可能な財務計画を策定することも重要である。これまで代替案の比較検討で行った財務分析評価では、各計画区域(Region)の住民から徴収する下水道料金、つまり原因者負担の原則にもとづいている。しかし、South 3 Regionにある水道水源は、Centralやその他のRegionの住民にも給水されている。したがって、Central Regionでの水道使用者もSouth 3 Regionでの第1期事業計画の受益者であり、この事業計画の財源を一部負担してもらうことは妥当であると考えられる。原因者負担の原則に受益者負担の原則を加えた財務計画案は、次節で検討する。

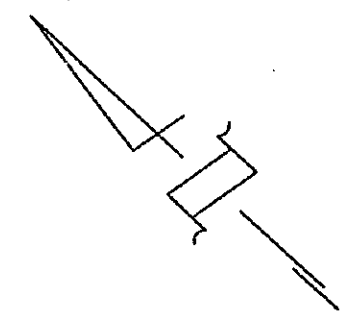
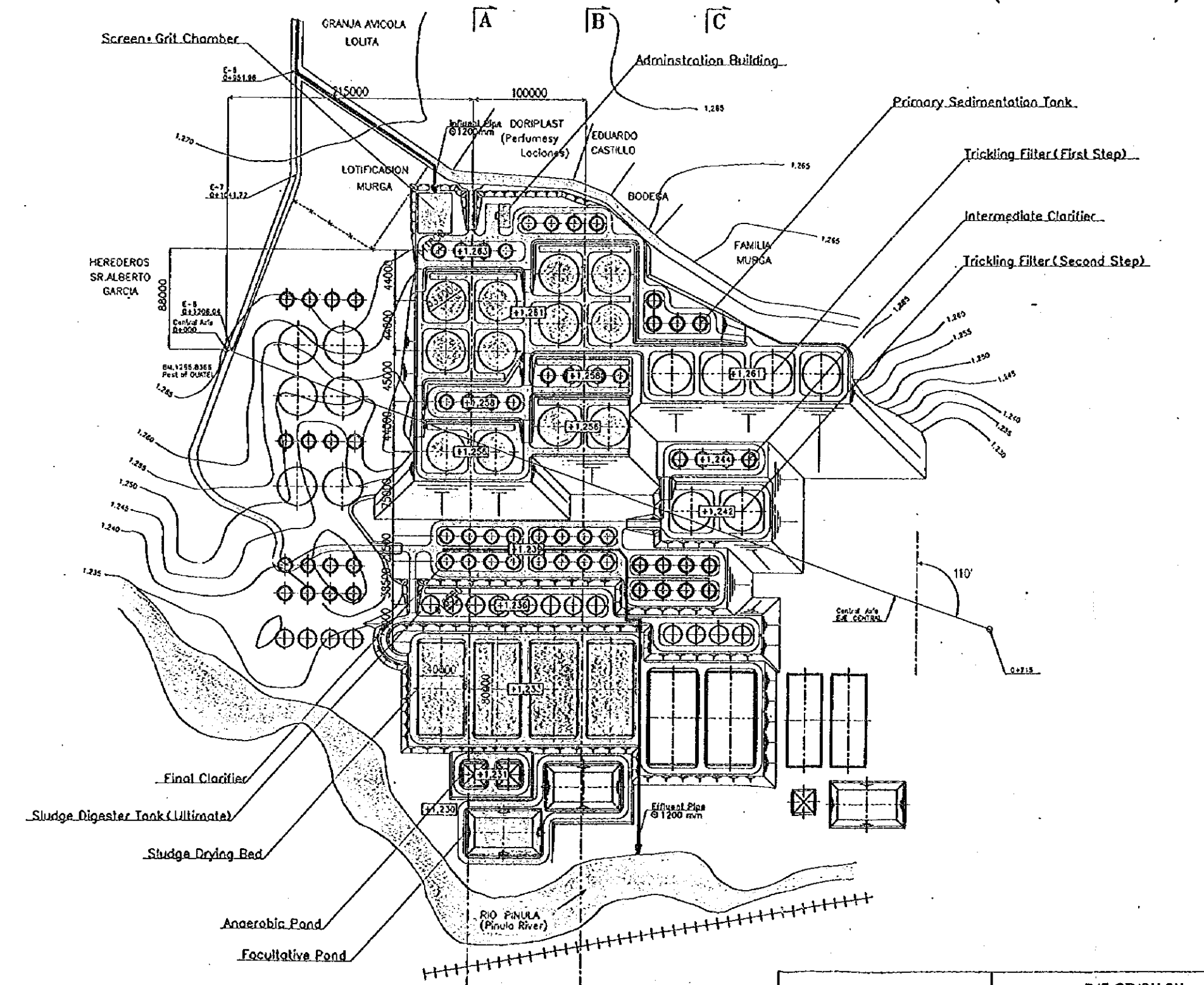
表5-13 第1期事業計画概要

項目	SOUTH 3 REGION
1 基本事項	
1.1 建設時期	1999 ~ 2001
1.2 下水道	
1.2.1 整備面積(ha)	896
1.2.2 処理人口(2002年)	53,200
2 下水道施設	
2.1 管きよ	分流式
2.1.1 整備方式	1,500mm x 10.0km (トンネル工法)
2.1.2 a) 管径と延長	1,200mm x 1.2km (開削工法)
	300~700mm x 6.0km (開削工法)
	400~700mm x 0.12km (水橋管, 2カ所)
b) 総延長	17.32km
2.1.3 面整備	
a) 管径と延長	200mm x 86.1km (開削工法)
2.2 処理場	
2.2.1 処理能力(m ³ /日)(日最大)	36,000
2.2.2 流入下水水質	
a) BOD, mg/L	280
b) SS, mg/L	280
2.2.3 処理レベル	二次処理
2.2.4 処理方式	高速散水ろ床法
2.2.5 処理水質	
a) BOD, mg/L	56
b) SS, mg/L	56
2.2.6 放流先	Villalobos 川 (Pinula II)
3 概算事業費	
3.1 全投資額(百万Quetzal)	221.3
3.2 維持管理費(百万Quetzal/年)	1.63

注：1996年2月現在価格

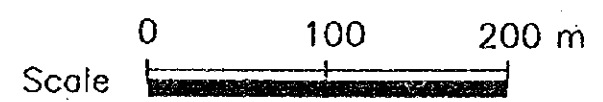
出典：調査団

Layout Plan of Wastewater Treatment Plant (South3 WWTP)



EST.	P.O.	RUMBO	DIST.
5	7	S 47° 17' 00" W	89.76
7	8	S 68° 35' 20" W	164.32
8	BM	S 89° 54' 00" W	13.90

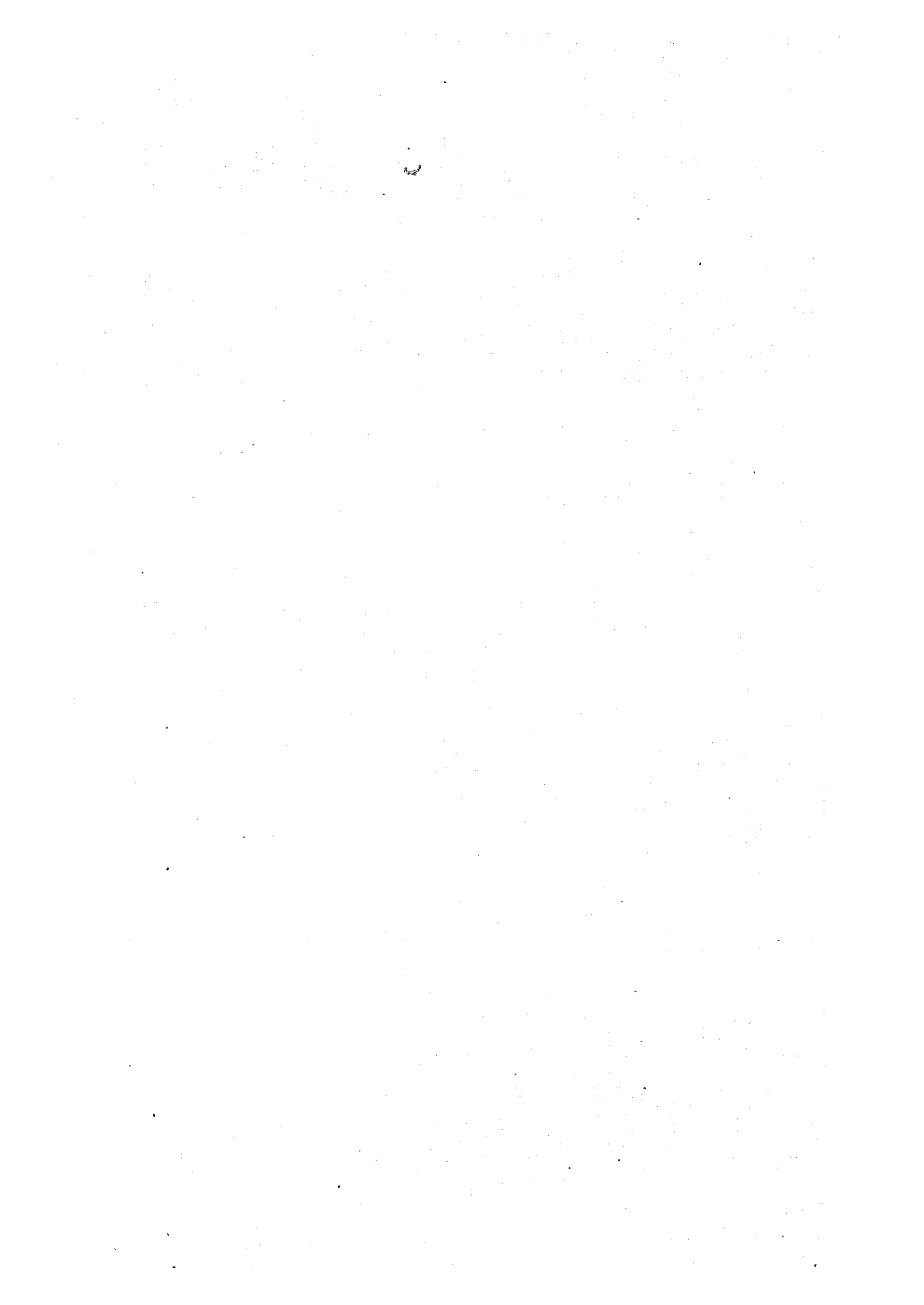
EST.	P.O.	RUMBO	DIST.
E-8	Central Air's Q-500	N 21° 42' 00" W	5.94
Central Air's Q-500	Central Air's Q-715	S 21° 42' 00" E	715.00



1:4000

Note: Colored Facilities are for First Stage

<p>THE REPUBLIC OF GUATEMALA</p> <p>GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)</p>	<p>THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER MANAGEMENT IN THE GUATEMALA METROPOLITAN AREA</p> <p>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	<p>TITLE</p> <p>South 3 処理場施設平面図</p>
---	---	--------------------------------------



5.7 事業実施計画

5.7.1 財務計画

a) 財務及び下水道料金

前節のSouth 3 Regionの事業計画に係わる財務評価では、設定した下水道料金をSouth 3 Regionだけから徴収した場合について検討した。その結果、当該事業計画は中央政府等からの補助金がなければ事業を健全に運営できないことが指摘された。

しかし、中央政府及び地方自治体からの補助金などの助成を得ることが非常に困難であるというステアリングコミッティーの提言に基づき、つぎのような事業財源からなる財務計画を作成することとした。ひとつは外国の融資機関からの借款であり、もうひとつは基金による自己資金調達である。自己資金調達は、前節で述べた理由から、EMPAGUAが現在下水道サービスを提供しているCentral Regionにおいて徴収している下水道料金を値上げし、この値上げ分をSouth 3 Regionの事業財源として確保するものである。

財務計画案の作成に際し、次に示す財源の条件を設定した。

1) 財源A（長期ローン）

融資総額は全事業費の75%を限度とし、建設期間中の金利を融資額に上乗せできるものとする。融資条件として以下を想定する。

金利：年2.5% 返済期間：30年（内、据置期間 10年）、ただしコンサルタント費用については、金利：年2.1%を適用。

2) 財源B（長期ローン）

融資総額は全事業費の90%を限度とする。融資条件として以下を想定する。

金利：年8.1% 返済期間：20年（内、据置期間 5年）

3) 財源C（短期ローン）

財務運営上、短期的に必要となる運転資金については、金利 年10%の短期資金が調達できるものとする。借入期間は1年とする。

以上の財源に基づいた財務計画案を作成した。特に財務的状況の厳しさを考慮し、上記の財源Aを事業計画の主要な財源と位置づけた。各財務計画案の概要は以下のとおりであり、各案の比較を表5-14に示す。

財務計画第1案 : 全事業費の75%を財源Aから調達し、残り25%をEMPAGUAが現在下水道サービスを提供している地域（主にCentral Region）における下水道料金値上げによって積み立て調達する案である。つまり、下水道料金の平均値(Q21/契約/月)まで値上げし、その値上分(Q11/契約/月)を第1期事業による施設供用開始以前の4年間（1998-2001）に積み立て、第1期事業(South 3 Region)の現地政府側が調達すべき全事業費の25%分へ充当する案（自己調達案）である。なお、第1期事業計画による施設が供用開始後も、Central Regionから値上げした下水道料金を徴収し財源として充てる。

財務計画第2案 : 全事業費の75%を財源Aから調達し、残り25%を財源BとCentral Regionにおける下水道料金の値上げによって調達する案である。つまり、財源Aと財源Bを長期ローンとして借り入れる協調融資案である。この場合の自己調達分は、Central Regionでの下水道料金をQ15/契約/月まで値上げし、その差額分(Q5/契約/月)を第1期事業による施設供用開始以前の4年間（1998-2001）に積み立てることになる。

財務計画第1案の派生案 : 第1案の下水道料金の値上げ分をQ11/契約/月からQ7/契約/月と抑えた、財務計画案1の変更案である。この案では、建設期間を当初の3年間から5年間へと2年間延長し、自己調達資金を6年間（1998-2003）に積み立てることになる。

表5-14 財務計画案

(単位：百万 Quetzal)

項目		第1案	第2案	第1案の派生案
建設資金内訳 *1	財源A	173.5	173.5	173.5
	財源B	-	26.5	-
	Central Regionからの振替*4	52.0	25.5	52.0
経常収入*2	下水道料金収入	131.0	93.6	106.2
	・住宅・商業など	105.4	75.3	84.0
	・工業	25.6	18.3	22.2
	Central Regionからの振替総額 (下水道料金の振替額)	611.7	276.1	371.0
下水道料金の平均値(Q/契約/月)		21.0	15.0	17.0
財務的内部収益率(FIRR) *3		8.0%	3.0%	5.8%

注： *1 建設期間中の利子分も含む

*2 評価期間30年の合計

*3 総資本に対するCentral Regionからの振替分を含む総収入の内部収益率

*4 Central Regionからの下水道料金の値上げ分を4年間又は6年間積み立てSouth 3 Regionの全事業費の25%分の全額又は一部に振り替える。

出典：調査団

第1期事業計画の資金調達では、South 3 Regionにおける新たな公共料金としての下水道料金の徴収よりも、Central Regionにおける下水道料金の値上げが大きな鍵を握っている。このため、各財務計画案の「値上げ幅」が評価の中心となる。

財務計画第1案は、プロジェクト規模から見て望ましい資金調達方法と考えられる。しかし、第1案では、水道料金を含む全体の料金から見れば、20%弱の値上げという枠にとどまるが、下水道料金だけの枠で見ると110%の値上げ(Q10→Q21)になり、受益者サイドの感覚からすれば、大幅な値上げと映りかねない。

財務計画第2案は、前期条件b)から現地政府側が調達すべき全事業費の1割を下水道料金の値上げにより調達し、残り9割を財源Aと財源Bとの協調融資により調達する案である。この案の場合、下水道料金の値上げ幅は50% (Q10→Q15) と最も抑えられることになる。しかし、全事業費自体が融資機関にとって小さくなく、さらに協調融資という面で事務手続きが複雑になり、事業の実施を円滑に進めるには多くの課題があると考えられる。

財務計画第1案の派生案は、下水道料金の平均値としてはQ17/契約/月となり、値上げ幅は、Q7/契約/月となる。これは、第2案の値上げ額よりわずかQ2/契約/月高いだけである。

以上のことから、財務計画案としては第1案の派生案が有利と考えられる。そこでさらに、財務計画第1案の派生案について、新下水道料金の平均値(Q17/契約/月)の家計に占める割合を試算し、その妥当性について検討した。表5-15に、その内容を示す。

表5-15 財務計画第1案の派生案で提示した下水道料金の家計に占める割合

項目	低所得層	中所得層	高所得層
月収 (Quetzal)	2,000以下	2,001～5,000	5,001以上
水使用量(m ³ /month)	23	25	43
下水道料金			
現行料金体系*1	3.68	4.00	6.40
派生案*2	6.26	6.80	10.88
収入に占める割合			
現行料金体系*1	0.18%以上	0.08%～0.20%	0.13%以下
派生案	0.31%以上	0.14%～0.34%	0.22%以下

注： *1 1995年1月改訂

*2 下水道料金の平均値1 Q17/契約/月を単価に換算すると、Q0.27/m³となる。これは、現行の料金の単価Q0.16/m³を1.7倍したものである。

出典：調査団

表に示したように、下水道料金の家計に占める割合は、高所得層で0.22%、中所得層で0.14%～0.34%、低所得層で0.31%程度となる。これらの割合は、所得が低いほど大きくなるが、総括的にどの割合も妥当な範囲内にあると考えられる。

下水道料金の平均値(Q/契約/月)をQ10からQ17へ値上げすると、水道料金に上乗せして徴収されている下水道料金の割合は、現在の20%から34%と下水道料金の枠では70%の値上げとなる。しかし、水道料金・下水道料金の全体枠でみると12%の値上げとなり、受益者にとっても受け入れやすいと考えられる。

以上の検討結果から、財務計画第1案の派生案を第1期事業計画の財務計画として提案する。

b) 経済効果

前節5.6で述べたように、最終的に選定した第1期事業計画は下水道事業だけから成っていることから、この場合の経済効果について再度検討した。その結果、第1期事業計画（下水道事業のみ）の経済的內部収益率(EIRR)は5.7%である。

5.7.2 建設計画

a) 実施計画

財務計画第1案の派生案にもとづき、第1期事業の実施計画は以下のとおりである。実施設計から工事完了までを1998年～2003年の6年間とする。

1998	:	実施設計、入札
1999～2003	:	施設建設（主要な施設は当初の3年間、面整備は5年間）
2002	:	供用開始

b) 施工計画

表5-16に示すように、主要な施設については、当初の3年間に1/3ずつ工事を進めて2001年に完了し、面整備については、当初の3年間で全体工事量の70%、最後の2年間に残り30%を実施する。

表5-16 施工計画

年数	年	管きよ			処理場
		幹線管きよ		面整備	
		口径 1500 mm	口径 300 ~1200	口径200 mm	
1	1998	---	---	---	---
2	1999	3,340 m	1 / 3	20,000 m	1 / 3
3	2000	3,340 m	1 / 3	20,000 m	1 / 3
4	2001	3,340 m	1 / 3	20,000 m	1 / 3
5	2002	---	---	13,000 m	---
6	2003	---	---	13,000 m	---

出典：調査団

c) 年度別投資計画

事業実施スケジュールを表5-17に示す。処理場用地の取用は、1999～2000年の2ヶ年で実施する。なお、実施設計および工事管理などの技術料は、当初の3年間だけを見込んだ。その後の2年間については、EMPAGUAの管理下で残りの面整備を実施する計画とし、技術料は計上せず、一般管理費及び予備費で対応する計画とした。

表5-17 年度別投資計画

(単位:百万Quetzal)

No	項目	1998		1999		2000		2001		2002		2003		合計				
		L/C	F/C	計	L/C	F/C	計	L/C	F/C	計	L/C	F/C	計	L/C	F/C	計		
1	直接工事費	0	0	50.7	0	50.8	0	51.0	0	51.0	7.7	0	7.8	0	7.8	168.0	0	168.0
-1	管き *	0	0	20.8	0	20.8	0	21.0	0	21.0	7.7	0	7.8	0	7.8	78.2	0	78.2
	(1) 幹線管き *	0	0	9.5	0	9.6	0	9.6	0	9.6	0	0	0	0	0	28.7	0	28.7
	(2) 面整備	0	0	11.3	0	11.3	0	11.4	0	11.4	7.7	0	7.8	0	7.8	49.5	0	49.5
	面整備(1/2)	0	0	11.3	0	11.3	0	11.4	0	11.4	0	0	0	0	0	34.0	0	34.0
	面整備(2/2)	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	7.7	0	7.8	0	7.8	15.5	0	15.5
-2	処理場	0	0	29.9	0	29.9	0	30.0	0	30.0	0	0	0	0	0	89.8	0	89.8
2	処理場用地取得費	0	0	9.0	0	9.0	0	9.0	0	9.0	0	0	0	0	0	18.0	0	18.0
3	技術料	1.3	4.1	5.4	2.0	2.7	2.0	2.7	2.0	2.7	0	0	0	0	0	3.4	10.1	13.5
4	一般管理費	0	0	1.5	0	1.5	0	1.6	0	1.6	0.2	0	0.2	0	0.2	5.0	0	5.0
5	予備費	0	0	5.0	0	5.1	0	5.1	0	5.1	0.8	0	0.8	0	0.8	16.8	0	16.8
	合計	1.3	4.1	5.4	66.9	2.0	68.9	67.1	2.0	69.1	58.4	2.0	60.4	8.7	8.8	211.2	10.1	221.3

注): L/C: 内貨分, F/C: 外貨分

5.7.3 第1期事業のための組織計画

表5-18に第1期事業実施に必要な人員数を示す。これは、第1期事業終了後に想定している下水道部の組織の中で位置づけしており、担当する人が年間のうち第1期事業に係わる割合を設定して、算定した。表中の他の事業とは、既存施設の維持管理や第2期以降の事業を意味している。

表5-18 第1期事業実施に必要となる人員数

	第1期事業	その他の事業	計
Division Head	0.07	0.93	1
Administrative Section (業務課)			
Section head	0.07	0.93	1
Assistant section head	0.07	0.93	1
Secretary	0.14	1.86	2
Unskilled worker	0.14	1.86	2
Total	0.43	5.57	6
O/M Section (維持管理課)			
Section head	0	1	1
Assistant section head	0	1	1
Clerk	0	2	2
Civil or sanitary engineer	1	0	1
Technical Staff	2	11	13
Secretary	1	1	2
Unskilled worker	15	85	100
Total	19	101	120
Planning Section (計画課)			
Section head	0	1	1
Civil or sanitary engineer	0	1	1
Assistant engineer	0	2	2
Drafts person (Assist.engineer)	0	1	1
Secretary	0	1	1
Unskilled worker	0	2	2
Total	0	8	8
Construction Section (建設課)			
Section head	0	1	1
Assistant Section Head	0	1	1
General affair staff	0	3	3
Clerk	0	4	4
Secretary	0	1	1
Technician	0	4	4
Specialized worker	0	5	5
Chief worker	0	10	10
Operative worker	0	102	102
Total	0	131	131
Grand Total	19.5	246.5	266

出典：調査団

5.8 環境影響評価

5.8.1 関連法制度と実施手続き

環境影響評価は、環境保全法(‘Ley 68-86’)に従って実施しなければならず、また事業実施前に国家環境委員会(CONAMA)の承認が必要となる。マスタープラン策定段階では、初期環境評価(IEE)を実施し、環境影響評価調査の業務仕様書(TOR)の承認を国家環境委員会から得た。この業務仕様書に従い調査団の指導・監督のもとで、現地会社に委託して第1期事業計画実施による環境影響評価調査をF/Sの段階で実施した。なお、EMPAGUAが第1期事業計画の事業主体である。

5.8.2 第1期事業計画を実施する場合としない場合の比較検討

表5-19に第1期事業計画の概要を示す。この事業計画は、グアテマラ首都圏で現在悪化している水環境・生活環境を改善するための対策の一部であり、その第一歩である。表5-20は、この事業が実施される場合と実施されない場合の環境への影響・便益を比較した結果を整理したものである。表からも明らかのように事業を実施した方が有利である。

表5-19 第1期事業計画の概要

項目	内容										
プロジェクト名	グアテマラ首都圏下水道整備計画調査										
背景	グアテマラ首都圏では、下水のほとんどが未処理のまま峡谷、河川、アマイトラ湖に放流されているため、水道水源（表流水と地下水）を汚濁し、生活環境を悪化している。このような状況を改善するため、2015年を計画目標年次とした下水衛生セクターのマスタープランを策定した。また、選定した第1期事業計画のフィージビリティ・スタディを実施した。										
目的	幹線管きょ及び処理場（2008年までの処理能力）の建設と運転										
位置	Guatemala市および, Santa Catarina Pinula, Villa Canales, San Miguel Petapa市の一部（図5-8参照）										
事業主体	グアテマラ水道公社(EMPAGUA)										
受益者	<p>直接の受益者は、2002年に供用開始される予定の処理場に接続する人口である53,200人である。生活環境の改善と水系伝染病の減少といった便益が生じる。次のような人々も間接的な便益を享受するであろう。</p> <p>a) Ojo de Aquaとその周辺部の地下水源を利用している人々</p> <p>b) Pinula川の水を選択や農業用水として利用している人々</p> <p>c) Michatoya川の下流域の人々</p>										
計画の種類	フィージビリティスタディ										
事業対象地域	<p>a) 幹線管きょ</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1,500mm x 10.0km（トンネル工法） - 1,200mm x 1.2km（開削工法） - 300~700mm x 6.0km（開削工法） - 400~700mm x 0.12km（水管橋, 2カ所） <p>総延長 - 17.32km</p> <p>b) 処理場用地面積 約30ha</p> <p>c) 処理人口</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>2002年</td> <td>- 53,200人</td> <td>事業所, 工場など</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>- 133,300人</td> <td>事業所, 工場など</td> </tr> </table> <p>d) 処理区面積 2001年 - 896ha</p> <p>e) 計画水量</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>2002年</td> <td>- 5,890m³/日（日最大）</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>- 34,750m³/日（日最大）</td> </tr> </table>	2002年	- 53,200人	事業所, 工場など	2008年	- 133,300人	事業所, 工場など	2002年	- 5,890m ³ /日（日最大）	2008年	- 34,750m ³ /日（日最大）
2002年	- 53,200人	事業所, 工場など									
2008年	- 133,300人	事業所, 工場など									
2002年	- 5,890m ³ /日（日最大）										
2008年	- 34,750m ³ /日（日最大）										
整備方式	分流式										
下水処理場	<p>a) 水処理方式 高速散水ろ床法（中間沈殿池を含む）</p> <p>b) 処理能力 36,000m³/日（日最大）</p>										
汚泥の処理処分法	<p>a) 処理方式 天日乾燥床</p> <p>b) 処分方法 埋立処分</p>										
放流先	<p>処理水は、Pinula川に放流する。この川は放流点から約1km下流で、Villalobos川と合流する。Villalobos川下流約7.7km地点にはAmatitlan湖がある。Amatitlan湖から唯一の流出河川であるMichatoya川は、多くの河川と合流しながら約81km流下し、太平洋へとそそぎ込んでいる。処理水質は、BOD 56mg/L, SS56mg/Lである。</p>										

出典：調査団

表5-20 第1期事業を実施する場合と実施しない場合の比較

項目	実施する場合	実施しない場合
1. 下水処理	<ul style="list-style-type: none"> - 896haの区域, 53,200人の人々, 事業所, 工場での生活環境改善 - 水系伝染病の減少 - 地下水への汚濁負荷削減 3,010 kg BOD/日, 3,010 kg SS/d. 	<ul style="list-style-type: none"> - 未処理の下水の無制限な放流と生活環境の悪化 - 水系伝染病の増加 - 河川・地下水への汚濁負荷
2. 管きょと処理場の建設	<ul style="list-style-type: none"> - 雇用機会の拡大と処理場の維持管理技術の蓄積 	<ul style="list-style-type: none"> - 雇用機会の拡大なし - 既存の社会基盤への雇用機会の期待が高まる
3. 処理場の維持管理	<ul style="list-style-type: none"> - 雇用機会の拡大と処理場の維持管理技術の蓄積 - 処理場周辺の生活環境への軽微な影響 	<ul style="list-style-type: none"> - 雇用機会の拡大なし、処理場の維持管理技術の蓄積なし - 影響なし

出典：調査団

5.8.3 環境に与える影響項目と対応策

表5-21に、環境に与える影響項目と対応策を整理して示す。図5-8は、第1期事業による環境に与える影響の主なものを示す。

第1期事業計画を実施するうえで、行政側が留意すべき主要な項目を各段階別に整理し、表5-22に示した。

表5-22 第1期事業実施時における行政側の留意事項

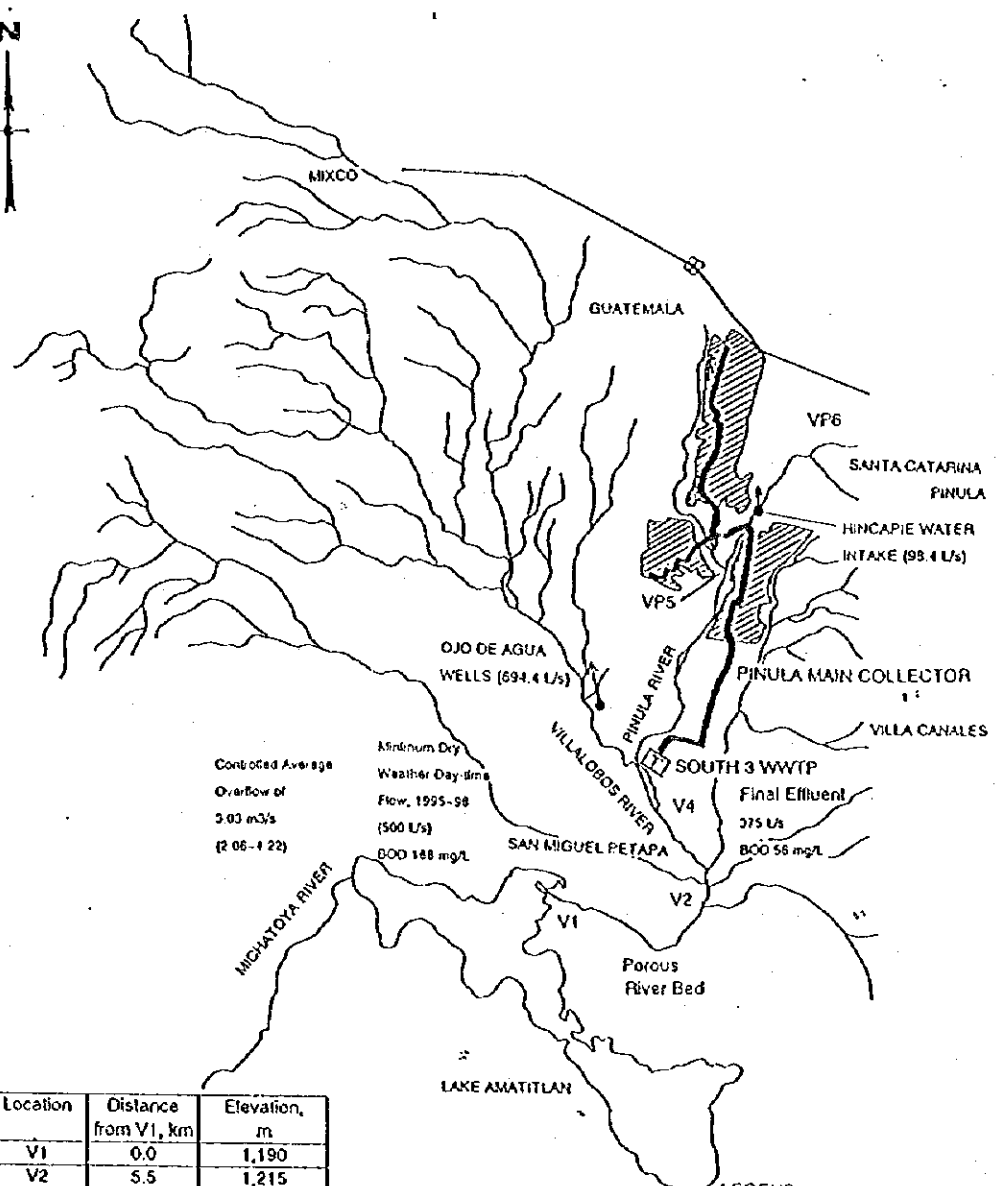
対応策	責任機関
a) 実施設計前 - 処理場用地収用のための手続き - 広報活動 - EMPAGUAの下水道事業に係わる法的権限強化	EMPAGUA EMPAGUA, INFOM グアテマラ政府 (INFOM / EMPAGUA)
b) 実施設計期間中 - 施工法 - 構造物の設計基準 - 土地造成の設計基準 - 処理場施設維持管理マニュアル - 修景計画	EMPAGUA (CONAMAによる承認)
c) 建設期間中 - 施工法 - 避難施設の設置	EMPAGUA (管理) EMPAGUA/自治体
d) 運転期間中 - 処理場の運転 - 広報活動/児童への環境教育啓蒙活動 - モニタリング	EMPAGUA EMPAGUA, 自治体, 文部省 CONAMA

出典：調査団

表5-21 環境影響項目

事業実施活動	影響項目内容	分野	影響度	対応策
a) 建設前の段階（早期の影響）				
1-1 処理場用地の収用	1-1.1 収用の失敗	社会	大	収用を確実に実施する
1-2 広報活動	1-2.1 住民の反対	社会	中	下水道の役割を住民に教育
b) 建設段階（早期又は短期の影響）				
2-1 トンネル掘削	2-1.1 掘削土の流出	自然	中	排水路滞泥池などを設ける
	2-1.2 埋蔵文化財発掘の可能性	社会	軽微	遺跡管理当局に報告
	2-1.3 車輪による騒音・粉塵事故	社会	中	適切な施工手順、住民に理解を求める
2-2 処理場建設に伴う掘削盛土	2-2.1 川への汚水流出	自然	中	流出防止のための対策を行う
	2-2.2 植生	自然	小	処理場の警備を考慮
2-3 建設工事	2-3.1 労働者の流入によるインフラへの影響	自然	小	工事現場にトイレ等を設ける
c) 運転開始後（長期の影響）				
3-1 生下水放流の削減	3-1.1 実施には法的権限のある機関が必要	自然	大	法制度の見直し
3-2 処理場運転	3-2.1 処理場からの点源負荷	自然	小	モニタリングの実施
	3-2.2 河床の浸食	自然	中	適切な放流策の建設
3-3 処理場運転	3-3.1 ろ床バエや臭気問題	社会	中	植樹・場内清掃
3-4 汚泥処分	3-4.1 土壌汚染や浸出水による汚染	自然	大	有害物を含まない下水のみ下水道へ受け入れる、下水と汚濁のモニタリング
3-5 土地造成部分の安全性	3-5.1 斜面崩壊	自然	大	適切な斜面勾配とする
3-6 耐震性	3-6.1 地震による下水道施設の機能停止	自然	大	地震に伴い構造物の設計
3-7 広報活動	3-7.1 住民の反発や下水道への無関心	社会	大	住民への教育、住民子供の処理場見学

出典：調査団



Controlled Average
Overflow of
3.03 m³/s
(2.06 - 4.22)

Minimum Dry
Weather Day-time
Flow, 1995-98
(500 L/s)
BOD 168 mg/L

Final Effluent
375 L/s
BOD 58 mg/L

Location	Distance from V1, km	Elevation, m
V1	0.0	1,190
V2	5.5	1,215
V4	7.7	1,225
VPS	15.0	1,285
VP6	18.1	1,350

- LEGEND
- Served Area for First Stage (1998-2001)
 - Main Collector
 - Water Supply Sources
 - Possible Presence of Cultural Evidence

THE REPUBLIC OF GUATEMALA
GUATEMALA MUNICIPAL WATER
SUPPLY PUBLIC CORPORATION
(EMPAGUA)

THE STUDY ON
THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER
MANAGEMENT IN THE GUATEMALA
METROPOLITAN AREA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
潛在的環境影響

5.8.4 モニタリング計画及び緊急時対応計画

EMPAGUAが下水処理場で運転監理を目的とした水質と汚泥の現状を調べるだけでなく、本事業の効果をモニタリングすることは、将来計画にも重要となる。モニタリングは、以下を対象として実施すべきである。

- a) South 3処理場の放流水
- b) South 3処理場の乾燥汚泥
- c) Pinula川とVillalobos川との合流地点の河川水
- d) Amatitlan湖とMichatoya川

これらのモニタリングは、国家環境委員会(CONAMA)により実施されるのが望ましい。モニタリングは、年に3-4回程度実施する必要がある。分析と測定項目としては、流量・有機物・栄養塩・重金属などである。

実施設計の段階では次のような緊急時対応計画を策定すべきである。

- 1) トンネル工場の事故防止計画
- 2) 幹線管きょが使用できなくなった場合の計画
- 3) 下水処理場でやむを得ず運転停止になった場合の計画

6 結論と提言

6.1 結論

今回のグアテマラ首都圏下水道整備計画調査により、South 3の計画区域における下水道事業計画を第1期事業計画として提案する。

前章の財務計画で検討したように、第1期事業実施に必要な現地政府調達分を下水道整備基金を設立して確保できれば、提案した第1期事業は財務的にも実現可能である。

下水道事業は初期投資額が大きいため、一般的には中央政府や地方自治体からの補助金などを受けて実施されることが多い。しかし本計画では、補助金などの助成を得ることが現状ではきわめて難しいために、財務計画で提示したように「建設財源として外国からの低利の有利な融資を受け」さらに「下水道整備基金を創設すること」が不可欠な要件となっている。この下水道整備基金は、South 3 Regionでの第1期事業に充当するための財源を確保するために創設するものであり、下水道管きょが整備されているCentral Regionでの下水道料金を値上げし、この値上げ分を貯蓄することによって確保する。

上記のふたつの要件を満たし、財務計画（第1案の派生案）によりSouth 3 Regionでの第1期事業を推進すれば、この事業計画はグアテマラ首都圏での下水道整備を進展させる上で最も実現可能な計画であると結論づけられる。

6.2 提言

第1期事業計画及び下水道整備マスタープランを、円滑に進めるための提言を以下に示す。

a) 第1期事業計画

1) 基金の創設

- 第1期事業計画を実施するための下水道整備基金を創設するために必要な措置を講ずること。たとえば、自治体にたいして下水道料金値上げの了承など。
- 適切な下水道料金システムを確立し、請求/徴収システムを向上させ、財源確保を確実に行うこと。

2) 処理場予定地の確保

- 提言した処理場予定地を収用するための必要な措置を講ずること。処理場用地の代替地の確保は、地形上 非常に限られるので、最優先事項として取り扱うべきである。

3) EMPAGUAの下水道事業管轄区域拡大と法制度面での権限強化

- EMPAGUAの下水衛生管轄区域を今回の第1期事業計画区域に拡大し、将来的には全域とすること。
- 工場排水の下水道への受入れ、また拒否のための基準を設定すること。
- 個別/小規模の集合処理施設からの排泥管理をEMPAGUAに統括させること。民間業者は、EMPAGUAに報告することを義務づけ、将来的には全ての汚泥は、下水処理場に搬入し処理すること。

b) 下水道整備マスタープラン

1) 衛生施設の運営管理

- EMPAGUAにより建設される新規施設は、EMPAGUAが管理すること。
- 既存の小規模下水処理施設のリハビリを行う前提として、これら施設の運営・管理をEMPAGUAの管轄下に置くこと。
- 民間業者により収集された衛生施設からの汚泥は、処理場で処理すること。

2) 下水道施設の維持管理

- 既存の下水管網の情報や、書類は必ずしも整理されていないのが現状である。これらのデータの整理は緊急を要するもので、全ての下水道施設の資料管理体制を確立する必要がある。

3) 放流基準

- 現行の放流基準は、改善し実施する必要がある。将来の放流基準は、公共用水域の水質基準にもとづいて制定すべきである。

4) 地下水の保護

- グアテマラ首都圏では、水道水源として地下水に依存している割合は、64%に達しているが、現在、地下への下水放流を制限する法律はない。地下への下水放流は、工場排水も含め、実際に多く行われている。地下水を保護するため、地下への下水放流を規制する制度を準備し実行すべきである。

JICA

