

社会開発調査部報告書

国際協力事業団

No. 523

グアテマラ共和国
グアテマラ市水道公社

グアテマラ首都圏
下水道整備計画調査

最終報告書
要約

平成8年8月

JICA LIBRARY



J1131802(9)

株式会社 日 水 コ
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社 調 査
NIR
96-101

グアテマラ首都圏下水道整備計画調査
最終報告書要約
平成8年8月
株式会社 日水コ
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

国際協力事業団

グアテマラ共和国

グアテマラ市水道公社

グアテマラ首都圏
下水道整備計画調査

最終報告書
要約

平成8年8月

111
118
555

株式会社 日 水 コ ン
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル



本報告書においてプロジェクトのコストは、マスタープラン策定段階と第1期事業計画策定段階でそれぞれ次のような期間中の平均価格および通貨換算率を仮定している。

1. 優先計画区域（マスタープラン）策定段階

1US\$ = Q5.71 = Yen100.75（1994年5月～1995年4月の平均価格）

2. 第1期事業計画策定段階

1US\$ = Q5.88 = Yen 99.12（1995年7月～1995年12月の平均価格）

グアテマラ首都圏下水道整備計画調査

伝 達 状

平成8年8月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

グアテマラ共和国グアテマラ首都圏下水道整備計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。本報告書は、貴事業団との契約により、(株)日水コンが(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルと共同で、平成7年3月17日より平成8年8月までの1年5ヶ月にわたり実施しました調査に基づき作成されました。

本報告書には、グアテマラ首都圏の現状分析、下水道整備マスタープランの策定、優先計画区域の選定、および優先プロジェクト(第1期事業計画)に対するフィージビリティ調査の結果が記載されています。

本報告書は、英文、和文、および西文の要約報告書、英文と西文の主報告書、英文の付属報告書およびデータ集に分冊されています。要約報告書は調査全体の結果を簡潔明瞭にまとめ、主報告書には、調査の背景、調査対象地域の状況、下水道整備マスタープランの策定、優先計画区域の選定、および第1期事業計画に対するフィージビリティ調査を含む全ての調査結果が記載されています。付属報告書およびデータ集には、主報告書の内容を詳述した検討結果、設計計算書、図面およびデータを記載しています。

本報告書の提出にあたり、全調査期間中、多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、下水道事業団、在グアテマラ共和国日本大使館の関係者ならびにグアテマラ共和国政府諸機関およびグアテマラ市水道公社の関係者に対し感謝の意を表しますとともに、本調査の成果がグアテマラ首都圏の水環境の改善と社会の発展の一助となることを希望いたします。

調 査 団 長
内 田 晴 敏



LOCATION OF THE REPUBLIC OF GUATEMALA



調査対象位置

<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>調査対象位置図</p>
---	---	-----------------------------

概 要

1. 調査の背景と目的

グアテマラ首都圏では、都市化が急激に進展し、下水のほとんどが未処理のまま河川、地下、峡谷、Amatitlan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、生活環境を悪化させている。このような状況を改善するため、グアテマラ政府は日本政府に対し、同首都圏の下水道整備計画を策定するための技術支援を要請した。

本計画調査は、グアテマラ政府の要請に応えるため、事前調査団とグアテマラ政府との間で署名・交換されたS/Wの内容に基づいて実施された。

本調査の目的は以下のとおりである。

- a) 2015年を目標年次とした、調査対象地域の下水衛生セクターのマスタープラン(M/P)策定
- b) マスタープランの中で選定された優先プロジェクト（第1期事業計画）に係わるフィージビリティスタディ(F/S)の実施
- c) 調査を通じたカウンターパートへの調査計画手法の技術移転

2. 水環境の現状

河川のBOD濃度は概ね100～300mg/Lの範囲にあり、河川水質はほとんど下水そのものである。下水が河川に直接放流されているため、河川の流量は日中変動している。河川はいわば下水路と同じ状況にあるといえる。

調査区域の南部を流域とするVillalobos川においては、全窒素(T-N)濃度の平均値は1969～1970年では0.51mg/L（範囲0.20～1.88mg/L）であったが、今回の調査では10～32.9mg/Lであり、Amatitlan湖への流入汚濁負荷量が急増している。

3. 下水道整備マスタープラン

3.1 マスタープランの概要

調査検討対象地域(34,500 ha)を北部、南部、東部の流域に分け、それぞれの流域を地形、行政区界を考慮して8つの計画区域(Region)に分割した。これらの計画区域において人口密度、地形などを勘案して、下水道整備マスタープランを策定した(図1および表1参照)。

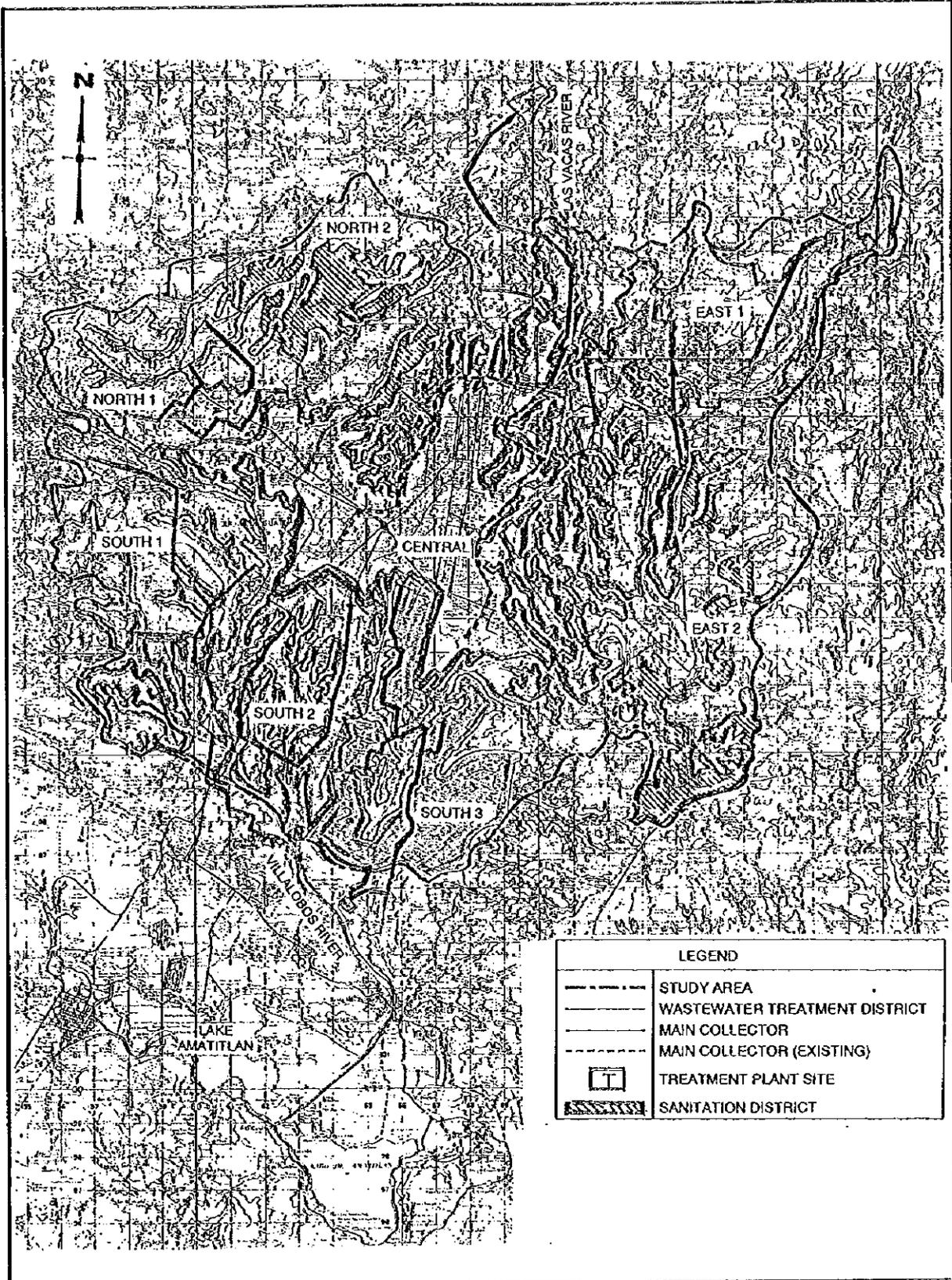
表1 下水道整備マスタープランの概要

基本事項	Motagua川流域のRegions					Amatitlan湖流域のRegions		
	Central	North 1	North 2	East 1	East 2	South 1	South 2	South 3
1. 人口								
現況人口(1994年現在)	505,000	180,000	70,000	251,000	31,700	40,000	83,000	139,000
計画人口(2015年)								
下水道	751,800	379,100	0	500,800	0	277,500	183,600	276,100
衛生施設	109,600	12,900	150,000	20,200	40,000	2,500	8,000	2,900
計	861,400	392,000	150,000	521,000	40,000	280,000	191,600	279,000
2. 計画面積 (ha)	7,227	2,232	740	3,935	1,155	1,648	2,293	2,414
3. 計画下水量 (m³/日)								
下水道								
日平均	237,757	88,899	0	120,382	0	63,983	50,969	65,734
日最大	260,311	96,481	0	130,398	0	69,533	54,641	71,256
時間最大	389,057	143,679	0	195,692	0	102,991	85,414	106,619
衛生施設								
日平均	18,084	2,129	24,750	3,333	6,600	413	1,320	479
日最大	19,892	2,341	27,225	3,666	7,260	454	1,452	526
時間最大	54,252	6,386	74,250	9,999	19,800	1,238	3,960	1,436
4. 汚濁負荷発生量								
下水道	66.57	24.89	0.00	33.71	0.00	17.92	14.27	18.40
衛生施設	5.97	0.70	8.17	1.10	2.18	0.14	0.44	0.16
計	72.54	25.59	8.17	34.81	2.18	18.06	14.71	18.56
汚濁負荷量(BOD Q日)								
Motagua川流域	72.54	25.59	8.17	34.81	2.18			
Amatitlan湖流域						18.06	14.71	18.56

出典：調査団

3.2 優先計画区域の選定

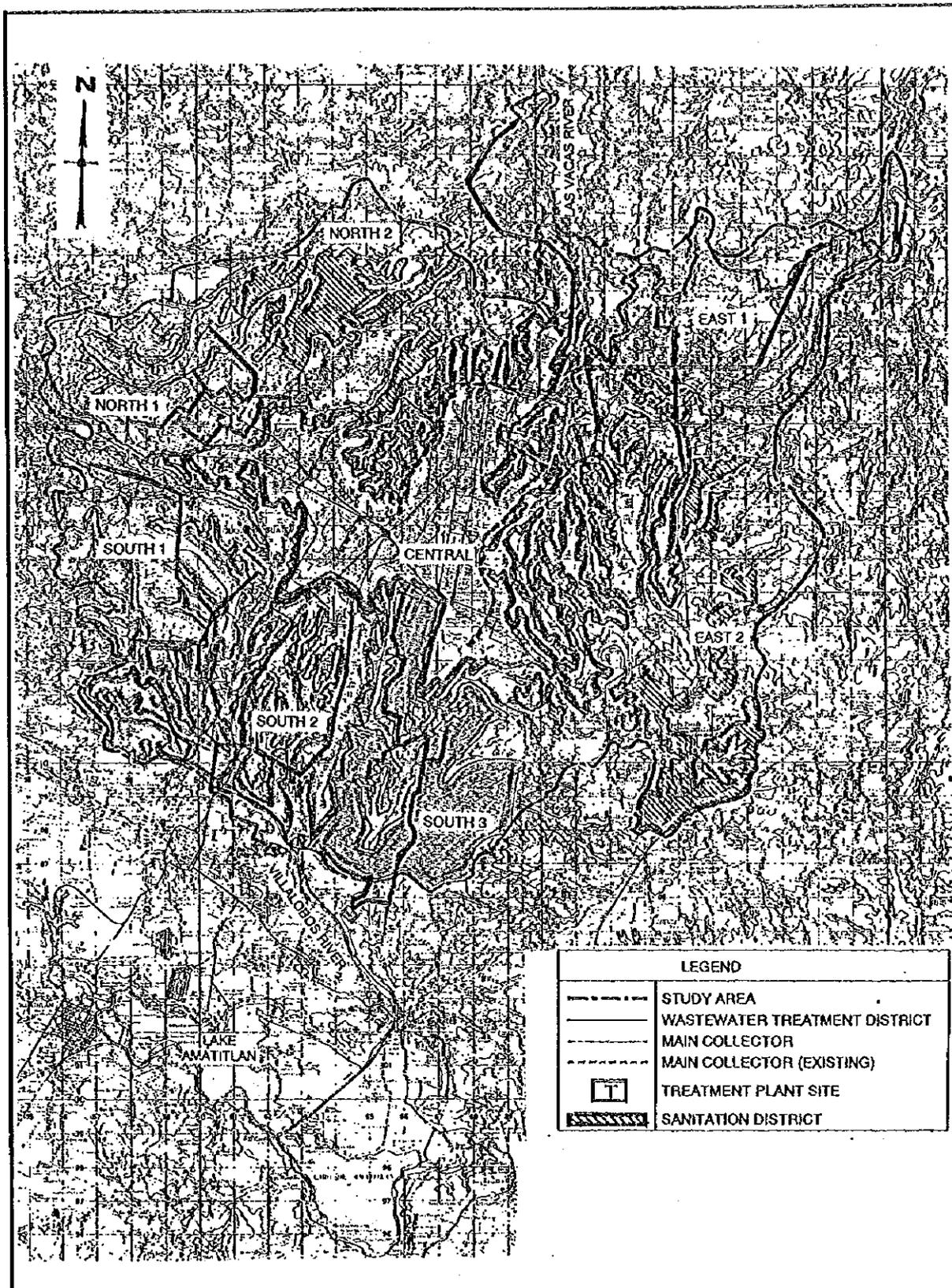
マスタープランで策定した各計画区域での下水道整備計画に対して、a)汚濁負荷削減効果、b)投資効果、c)下水道料金徴収の可能性、d)水道水源保護への貢献度、e)処理場用地収用の難易度、f)住民へのアピール度について評価検討し、Central RegionとSouth 3 Regionを優先度の高い計画区域として選定した。



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
 下水道整備マスタープラン



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
 下水道整備マスタープラン

その主な選定理由は、汚濁負荷削減効果（Central RegionはMotagua川流域の40%、South 3 RegionはAmatitlan湖流域の29%を削減）が高く、水道水源保護への貢献度も高く、Amatitlan湖保全への第1歩として住民へのアピール度が高いと判断したからである。

3.3 施設の運転管理

供用開始時から、日常の維持管理は必要不可欠となる。また、維持管理を行う中で蓄積した情報やデータは、施設の拡張や他の計画区域の施設計画策定に有益となる。維持管理のためのガイドラインは、メインレポートに記述した。

4. 第1期事業計画

4.1 第1期事業計画策定の経緯

事業化計画を策定するに当たり、測量・土質・環境調査結果にもとづき、施設の予備設計を実施したところ、建設費が大幅に増大したため、優先計画地域における事業計画(Central RegionとSouth 3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、各地域における下水道/衛生計画の第1期事業計画について、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った。その結果、代替案2のSouth 3 Regionの第1期計画を選定した。なお、衛生施設計画については、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)の観点から第2期事業以降に先送りすることにした。したがって、第1期事業計画は、下水道計画だけの事業計画とした。

4.2 施設計画概要

第1期事業計画の概要を表2に示す。

表2 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 管きょ	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)
	17.32km
b) 総延長	
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川)
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

4.3 概算事業費

a) 建設計画

財第1期事業の実施計画は、つぎのとおり、実施設計から工事完了まで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

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。

b) 概算事業費

概算事業費を表3に示す。

表3 概算事業費

(単位：百万 Quetzal)			
項目	内貨分	外貨分	計
1 直接工事費	168.0	0	168.0
2 土地収用費	18.0	0	18.0
3 技術料	3.4	10.1	13.5
4 一般管理費	5.0	0	15.0
5 予備費	16.8	0	16.8
計	211.2	10.1	221.3

1996年2月現在価格

出典：調査団

c) 維持管理費

年間の維持管理費は、1.7百万クetzal程度である。

5. 組織体制

提案した計画は段階的に実施され、またその当初事業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。また、雇

用問題や部門管理費の上昇を避けるためにも、現在の組織を一部変更し、事業の初期段階で下水/衛生課を設立する案を提示した。

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、新設の下水道部と統合することを提案する。その具体的な案はメインレポートに記述した。

6. 第1期事業計画の評価

6.1 財務評価および財務計画

原因者負担の原則にもとづく財務分析では、現在の約4倍の下水道料金(Q40/契約/月)をSouth 3 Regionの住民などから徴収しても、財務的内部収益率はマイナスであった。つまり、低利の融資を借り入れても、なにかの助成金が得られない限り、事業計画を健全に運営することは現実的に不可能であることは明らかである。

そこで、原因者負担の原則に受益者負担原則を加えた、つぎのような財務計画案を提案する。

財務計画案：全事業費の75%を外国からの低利で有利な融資で調達し、残り25%をCentral Regionでの下水道料金値上げ分の積み立てにより調達する案である。つまり、下水道料金を現在の1.7倍に値上げし、その値上分を1998年から6年間に積み立て、現地政府側が調達すべき全事業費の25%分へ充当する案である。

この財務計画案の財務的内部収益率(FIRR)は、5.8%である。

この財務計画で設定した下水道料金が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%程度で、所得が低いほど大きな割合となる。しかし、総括的にはどの割合も妥当な範囲内にあると考えられる。

下水道料金の値上げ幅70%は、下水道料金の水道料金に対する上乗せ率に換算すると、現行の20%から34%への増加となる。しかし、水道料金・下水道料金の全体枠でみると、これは12%の値上げであり、受益者にとっても受け入れ可能と考えられる。

6.2 経済評価

第1期事業計画（下水道事業のみ）の経済的便益として、a) 水系伝染病の減少、b) 将来的浄水コストの削減、c) 処理場予定地の農産物の損失を取り上げ、経済分析を行った。その結果、経済的内部

収益率(EIRR)は5.7%である。この値は資本の機会費用(10%)より低いが、計画区域内の住民だけでなく、計画区域から給水を受けているCentral Regionの住民、放流先である流域下流部の住民も間接的な便益を受けるため、経済的観点からも実施する意義は大きいと考えられる。

6.3 その他の評価

次の数量化できないファクターについても、提案した第1期事業計画は高い評価が得られた。

- 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

6.4 環境影響評価

環境影響評価は、環境保全法('Ley 68-86')に従って実施した。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後、フィージビリティ・スタディーの段階で実施した。

本書の第5章で指摘した、環境に与える影響項目と対応策に留意しながら事業を実施すれば、特に大きな影響ないと考えられる。

7 結論と提言

7.1 結論

今回のグアテマラ首都圏下水道整備計画調査の結論として、South 3 Regionにおける第1期事業計画の実施を提案する。この計画は、事業実施に必要な現地政府調達分を下水道整備基金として確保できれば、財務的にも実現可能である。

第1期事業計画では、補助金などの助成を得ることがきわめて難しいために、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「下水道整備基金を確保すること」が不可欠な要件となっている。この下水道整備基金は、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、この値上げ分によりSouth 3 Regionでの第1期事業の財源を確保するものである。

上記の2つの要件が満たされれば、提案したSouth 3 Regionでの第1期事業計画は、グアテマラ首都圏における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。

7.2 提言

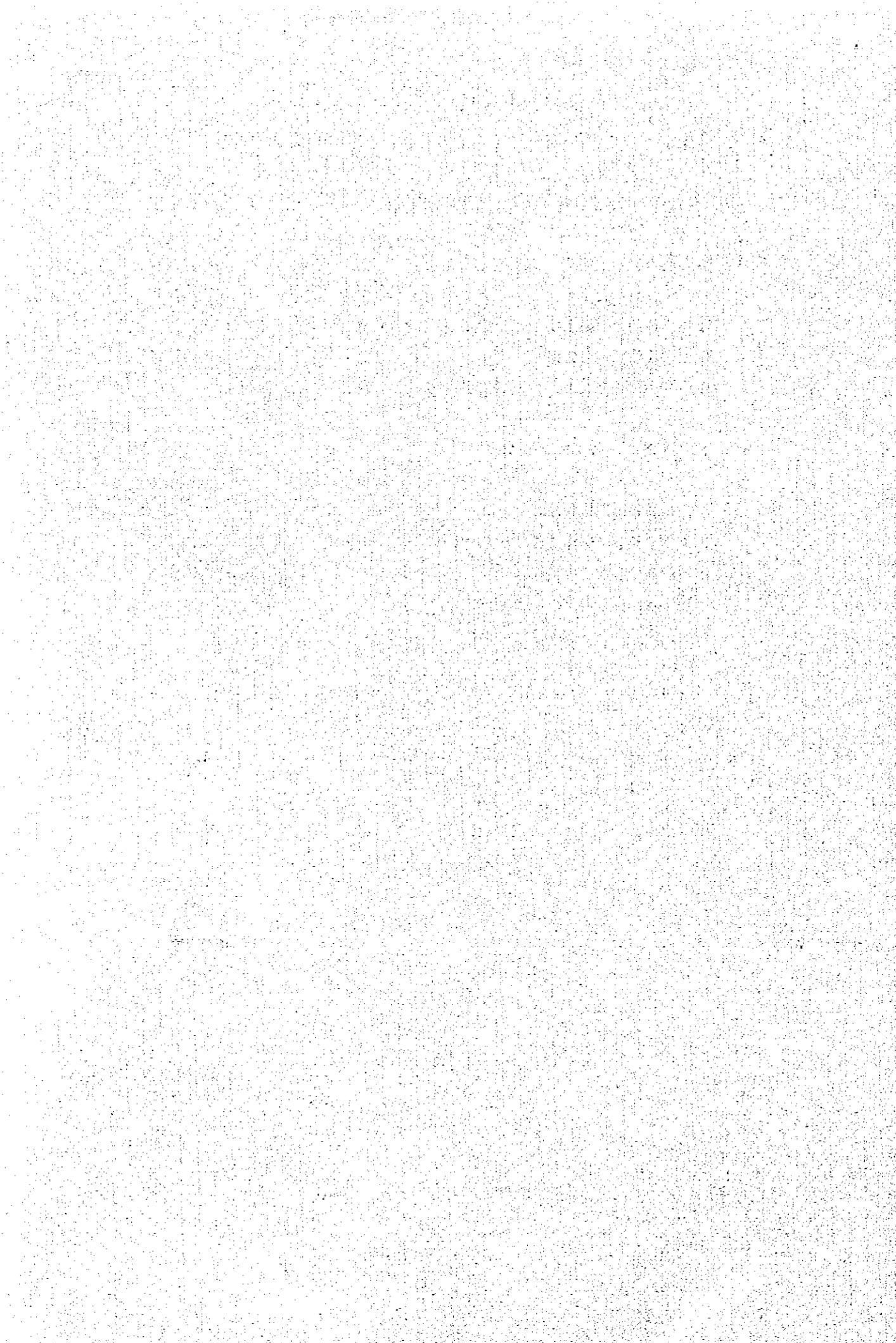
第1期事業計画及び下水道整備マスタープランを円滑に進めるための提言を以下に示す。

a) 第1期事業計画

- 1) 下水道料金の値上げによる下水道整備基金の確保
- 2) 処理場予定地の確保
- 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

b) 下水道整備マスタープラン

- 1) 衛生施設の運営管理の一元化
- 2) 下水道施設に関する資料の管理体制
- 3) 放流基準の改善と実施
- 4) 地下水源保護のための法制度整備



目次

1	序論	
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査対象地域	1-1
1.4	調査関連組織	1-4
2	調査対象地域の自然、社会、経済の状況	
2.1	自然条件	2-1
2.2	社会・経済状況	2-2
2.3	環境状況	2-4
2.4	行政及び財政状況	2-9
2.5	既存の下水道/衛生施設	2-15
3	基本方針と計画諸元	
3.1	計画目標年次	3-1
3.2	計画区域 (Region) および処理区 (Districts)	3-1
3.3	計画人口及び計画下水量	3-1
3.4	計画流入水質	3-1
3.5	その他の基本事項	3-6
4	下水道整備マスタープラン	
4.1	下水道/衛生施設	4-1
4.2	概算事業費の算定	4-8
4.3	事業化を目的とした優先計画区域の選定	4-11
4.4	優先計画区域の段階的整備計画	4-19
4.5	優先計画区域の事業化計画の評価	4-24
4.6	組織体制	4-28
5	第1期事業計画	
5.1	測量・土質・環境調査	5-1
5.2	代替案の事業計画概要	5-2
5.3	予備設計	5-3
5.4	概算事業費の算定	5-15

5.5	代替案の評価.....	5 - 17
5.6	第1期事業計画としての代替案の選定.....	5 - 21
5.7	事業実施計画.....	5 - 25
5.8	環境影響評価.....	5 - 32
6	結論と提言	
6.1	結論.....	6 - 1
6.2	提言.....	6 - 1

添付図一覧

図 1-1	調査対象地域.....	1-3
図 2-1	土地利用将来計画図 (2015).....	2-5
図 2-2	グアテマラ首都圏におけるコレラ発生件数 (1993).....	2-8
図 2-3	下水道行政の関連組織図.....	2-10
図 2-4	EMPAGUAの現行組織図.....	2-11
図 2-5	既存下水道幹線管きょ位置図.....	2-16
図 2-6	既存小規模下水処理場位置図.....	2-18
図 3-1	下水道/衛生施設計画区域図.....	3-2
図 3-2	計画人口.....	3-4
図 3-3	放流基準のシナリオ (ケース1).....	3-8
図 3-4	放流基準のシナリオ (ケース2).....	3-9
図 3-5	放流基準のシナリオ (ケース3).....	3-10
図 4-1	下水道整備マスタープラン.....	4-2
図 4-2	下水処理フロー図 (マスタープラン).....	4-4
図 4-3	優先計画区域選定プロセス.....	4-12
図 4-4	マスタープランにおけるBOD負荷削減率.....	4-16
図 4-5	マスタープランにおける流域別BOD負荷削減率.....	4-17
図 4-6	段階的事業計画.....	4-20
図 4-7	下水処理場の段階的建設計画 (Central, South 3 Regions).....	4-21
図 4-8	下水道事業実施組織図 (EMPAGUA).....	4-30
図 5-1	Las Vacas 幹線管きょルート図 (Central).....	5-4
図 5-2	Las Vacas 幹線管きょ縦断図.....	5-5
図 5-3	Pinula 幹線管きょルート図 (South 3).....	5-6
図 5-4	Pinula 幹線管きょ縦断図.....	5-7
図 5-5	下水処理フロー図 (Central処理場).....	5-10
図 5-6	下水処理フロー図 (South 3処理場).....	5-11
図 5-7	South 3処理場施設平面図.....	5-23

添付表一覧

表 2-1	人口及び人口増加率	2-3
表 2-2	外国開発援助受取り額と対外債務残高.....	2-4
表 2-3	Gran Collector North における水質と流量の推定値.....	2-6
表 2-4	EMPAGUAの損益計算書：(1991 - 1994).....	2-13
表 2-5	EMPAGUAの貸借対照表：(1991 - 1994).....	2-14
表 2-6	EMPAGUAの経営財務指標.....	2-15
表 3-1	各計画区域(Region)の面積と計画人口.....	3-3
表 3-2	目標年次(2015年)における関連自治体別計画人口.....	3-3
表 3-3	計画下水量 (2015年).....	3-5
表 3-4	計画区域別雨水排除計画の方針.....	3-6
表 3-5	放流基準のシナリオ	3-7
表 3-6	放流基準(BOD)の参考例.....	3-7
表 4-1	計画区域別幹線管きょの管径と延長.....	4-1
表 4-2	下水処理施設の計画下水量.....	4-3
表 4-3	計画水質.....	4-5
表 4-4	処理水及び汚泥の再利用に関する留意点.....	4-5
表 4-5	計画区域別管きょ延長（衛生施設）.....	4-6
表 4-6	セプティックタンク型の衛生処理施設必要数.....	4-7
表 4-7	衛生施設排泥量.....	4-8
表 4-8	下水道施設の計画区域別概算事業費.....	4-9
表 4-9	衛生施設の計画区域別概算事業費.....	4-9
表 4-10	下水道施設の計画区域別維持管理費.....	4-10
表 4-11	衛生施設の計画区域別維持管理費.....	4-10
表 4-12	各計画区域の下水道／衛生施設の基本事項.....	4-13
表 4-13	優先計画区域選定のための予備検討.....	4-14
表 4-14	計画区域の組み合わせにより設定した代替案.....	4-18
表 4-15	第1期事業施設建設計画	4-19
表 4-16	第2期事業施設建設計画	4-22
表 4-17	第3期事業施設建設計画	4-22
表 4-18	段階別事業費.....	4-23
表 4-19	計画区域別維持管理費.....	4-23
表 4-20	一契約当りの平均下水道料金設定値.....	4-25
表 4-21	財務分析結果.....	4-26

表 4 - 22	家計に占める下水道料金の割合.....	4 - 27
表 4 - 23	経済分析の結果.....	4 - 28
表 4 - 24	下水道部の各部署における役割分担.....	4 - 29
表 5 - 1	代替案の概要.....	5 - 1
表 5 - 2	Central Regionにおける幹線管きょ.....	5 - 8
表 5 - 3	South 3 Regionにおける幹線管きょ.....	5 - 8
表 5 - 4	処理水質（第1期事業計画）.....	5 - 9
表 5 - 5	各代替案の処理場施設概要.....	5 - 12
表 5 - 6	集合処理施設概要.....	5 - 14
表 5 - 7	概算事業費.....	5 - 15
表 5 - 8	直接工事費.....	5 - 15
表 5 - 9	下水道の維持管理費.....	5 - 16
表 5 - 10	衛生施設の維持管理費.....	5 - 16
表 5 - 11	各代替案の評価結果.....	5 - 18
表 5 - 12	South 3 Region の事業計画を対象にした感度分析結果.....	5 - 20
表 5 - 13	第1期事業計画概要.....	5 - 22
表 5 - 14	財務計画案.....	5 - 27
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.....	5 - 28
表 5 - 16	施工計画.....	5 - 29
表 5 - 17	年度別投資計画.....	5 - 30
表 5 - 18	第1期事業実施に必要となる人員数.....	5 - 31
表 5 - 19	第1期事業計画の概要.....	5 - 33
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.....	5 - 34
表 5 - 21	環境影響項目.....	5 - 35
表 5 - 22	第1期事業実施時における行政側の留意事項.....	5 - 34

関係機関の略語

AID	=	国際開発庁 (Agency for International Development) (Agencia Internacional para el desarrollo)
ANAM	=	自治体連合 (National Association of Municipalities) (Asociacion Nacional de Municipalidades)
BANGUAT	=	グアテマラ中央銀行 (Central Bank of Guatemala) (Banco de Guatemala)
CONAMA	=	国家環境委員会 (National Environmental Commission) (Comision Nacional del Medio Ambiente)
COPECAS	=	上下水道調査委員会 (Permanent Committee of Coordination of Water and Sanitation) (Comite Permanente de Coordinacion de Agua y Saneamiento)
EMPAGUA	=	グアテマラ市水道公社 (Guatemala Municipal Water Supply Corporation) (Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala)
GOG	=	グアテマラ国政府 (Government of Guatemala) (Gobierno de Guatemala)
GOJ	=	日本国政府 (Government of Japan) (Gobierno de Japon)
IBRD	=	世界銀行 (See "WB") (Vease "WB")
IDA	=	国際開発協会 (International Development Association) (Asociacion Internacional de Desarrollo)
IDB	=	米州開発銀行 (Inter-American Development Bank) (Banco Interamericano de Desarrollo)
INFOM	=	地方自治振興庁 (National Institute of Municipal Development) (Instituto Nacional de Fomento Municipal)
INSIVUMEH	=	国立地震火山気象水文庁 (National Institute of Seismology, Vulcanology, Meteorology and Hydrology) (Instituto Nacional de Sismologia, Vulcanologia, Meteorologia e Hidrologia)
JICA	=	国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency) (Agencia de Cooperacion Internacional del Japon)
MSPyAS	=	厚生省 (Ministry of Public Health and Social Assistance) (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social)
MUNI	=	グアテマラ市 (Municipality of Guatemala)

		(Municipalidad de Guatemala)
OECF	=	海外經濟協力基金 (Overseas Economic Cooperation Fund of Japan) (Fondo Japonés de Cooperación Económica Ultramar)
SEGEPLAN	=	經濟企畫委員會 (General Secretariat of Economic Planning) (Secretaría General de Planificación Económica)
SRH	=	水資源庁 (Secretariat of Hydraulic Resources) (Secretaría de Recursos Hidráulicos)
WB	=	世界銀行 (World Bank) (Banco Mundial)
WHO	=	世界保健機構 (World Health Organization) (Organización Mundial de Salud)

その他の略語

B/C	-	Benefit Cost Ratio
BOD	-	Biochemical Oxygen Demand
CCTV	-	Closed Circuit Television
COD	-	Chemical Oxygen Demand
DSR	-	Debt Service Ratio
EIA	-	Environmental Impact Assessment
EIRR	-	Economic Internal Rate of Return
FIRR	-	Financial Internal Rate of Return
GDP	-	Gross Domestic Product
GDE	-	Gross Domestic Expenditure
GFCF	-	Gross Fixed Capital Formation
HWL	-	High Water Level
IC	-	Intermediate Clarifier
IEE	-	Initial Environmental Examination
MSL	-	Above Mean Sea Level
NPV	-	Net Present Value
O/M	-	Operation and Management
PDWF	-	Peak Dry Weather Flow
PST	-	Primary Sedimentation Tank
RCP	-	Reinforced Concrete Pipe
SCF	-	Standard Conversion Factor
SDB	-	Sludge Drying Bed
SDT	-	Sludge Digester Tank
SGC	-	Screen・Grit Chamber
SS	-	Suspended Solids
TF	-	Trickling Filter
T-N	-	Total Nitrogen
TOR	-	Terms of Reference
T-P	-	Total Phosphorous
TS	-	Total Solids
VA	-	Value Added
VAT	-	Value Added Tax
WWTP	-	Wastewater Treatment Plant

1 序論

1.1 調査の背景

グアテマラ政府は、首都圏の社会基盤と生活環境の向上を施策のひとつとしている。この観点から、同首都圏の下水道整備を図るため、グアテマラ政府は、日本政府に技術支援を要請した。

グアテマラ政府の要請に応じ、国際協力事業団(JICA)は、北井克彦氏を団長とする事前調査団を1994年12月4日～13日グアテマラ国に派遣し、首都圏における下水道整備計画策定のための調査範囲について、グアテマラ政府と締結した。

グアテマラ首都圏下水道整備計画調査は、この調査締結内容にもとづいて実施された。

1.2 調査の目的

本調査の目的は以下のとおりである。

- a) 2015年を目標年次とした、調査対象地域の下水/衛生セクターのマスタープラン(M/P)策定
- b) マスタープランの中で選定された優先プロジェクト(第1期事業計画)に係わるフィージビリティースタディ(F/S)の実施
- c) 調査を通じたカウンターパートへの調査計画手法の技術移転

1.3 調査対象地域

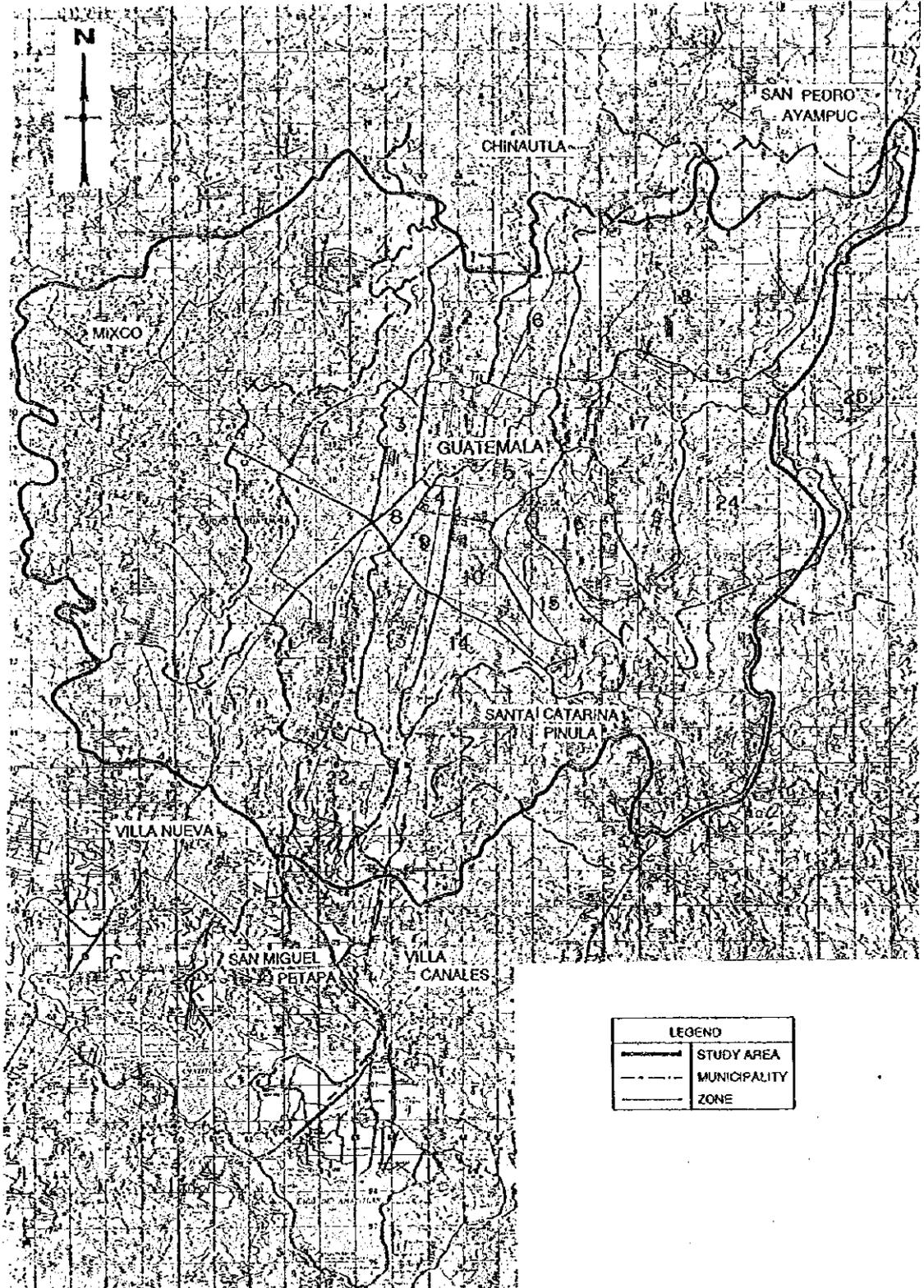
調査対象地域は、グアテマラ政府と事前調査団との間で1994年12月13日に合意されたグアテマラ市及び周辺7市(Chinautla, Mixco, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula, Villa Canales and San Pedro Ayampuc)の一部を含む首都圏である。

この調査対象地域は、1995年4月6日インセプションレポートの説明・協議時に縮尺1/50,000の地形図で確認合意されたが、その後、図1-1に示すように変更され確認された。この変更は、EMPAGUAと調査団との間で1995年5月19日のレターで合意されている。

この変更は、グアテマラ政府と事前調査団との調査対象地域に関する合意内容を満足させるために、周辺7市の行政界を勘案したものである。調査対象地域の総面積は約34,500ヘクタールである。

1.4 調査関連組織

本調査は、調査団とグアテマラ側のカウンターパートとの協同作業で実施された。調査の方向付けは、JICAに設けられた作業監理委員会を通じて行われた。ステアリングコミッティー (EMPAGUA, SEGEPLAN, CONAMA, ANAM, SRHで構成) をグアテマラ国側に設立し、調査結果及び提案事項の確認を適宜実施した。



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
 調査対象地域

2 調査対象地域の自然、社会、経済の状況

2.1 自然条件

2.1.1 地形

調査対象地域はグアテマラ峡谷にあり、その東部地域はCatarina断層とTeocinte/Palencia断層に囲まれている。アメリカンハイウェイに沿った、グアテマラ市の中心部は標高が約1,500mである。市の北部ではAlta VerapazからEl Petenに向かってゆるやかな勾配で下っている。東部と西部は丘陵地であり、標高は1,900m~2,000mである。分水嶺の南側は1/50~1/60の勾配でAmatitlan湖に向かって下っているが、北側は勾配が緩やかな大地が続いている。

2.1.2 地質

表層土は第四紀の地層で、沖積土、凝結軽石、火山灰、火砕岩から成り、約250m堆積している。これらの火山灰は、V字型の峡谷を形成し、対象地域を分断している。峡谷の深さは150m~250m程度である。調査対象地域の河川では、断層がいくつかみられる。

2.1.3 気象条件

a) 気温及び湿度

日平均の気温は年間を通じて、16°C~20°Cの範囲である。
年間平均相対湿度は73%である。

b) 降水量

グアテマラ市の平均降水量（1950~1980年）は1,234.4mmである。年間を通じて最も降水量が少ないのは1月で、平均降水量は3.6mmである。最も降水量が多いのは6月で、平均降水量は257.2mmである。雨期と乾期に二分され、雨期は5月~10月であり、乾期は11月~4月である。

2.1.4 河川及びAmatitlan湖

a) 河川

調査対象区域は、北部、東部及び南部の流域に分割される。北部と東部はMotagua川流域に属し、南部はMichatoya川流域にある。Motagua川流域の上流域は北部のLas Vacas川、Michatoya川流域の上流域は南部のVillalobos川である。これが調査対象地域にある主な河川である。

b) Amatitlan湖

Amatitlan湖は調査対象地域の南側に位置し、グアテマラ市の中心部から約20km南にある。この湖の面積は、15.35km²あり、貯水能力は286×10⁶m³で、深さは24～33mである。約0.75m³/s(El Cementerioで1976年に測定されたデータ：INSIVUMEHによる)の水がVillalobos川を経由して湖に流れ込み、一方3.03m³/s(1953～1994年の平均、INDEによる)が湖から流出している。したがって、この差分は地下水の流入によるものと推定されている。

2.2 社会・経済状況

2.2.1 人口

表2-1にグアテマラ国、グアテマラ県、グアテマラ市及び周辺都市の人口を示す。1994年の人口統計によれば、グアテマラ国の人口は約830万人であり、グアテマラ県及びグアテマラ市の人口はそれぞれ180万人、82万人である。

グアテマラ市の1994年の人口82万人は、グアテマラ県の45%を占めているが、その割合は年々減少している。人口増加率は0.7%で周辺の市、グアテマラ県の増加率より低くなっている。一方グアテマラ市に隣接するVilla Nueva市やSanta Catarina Pinulaj市の人口増加率は、それぞれ13%、9%と急激な伸びを示している。

表 2-1 人口及び人口増加率

対象地域	1981 *1)		1994 *2)		年間人口 増加率(%)
	人口	割合(%)	人口	割合(%)	
Republic of Guatemala	6,054,227	-	8,322,051	-	2.9
Guatemala Department	1,311,192	100.0	1,812,411	100.0	2.9
Guatemala City	754,243	57.5	822,587	45.40	0.7
Mixco	197,741	15.1	304,954	16.83	4.2
Villa Nueva	71,069	5.4	191,985	10.59	13.1
Villa Canales	39,309	3.0	62,284	3.44	4.5
Santa Catarina Pinula	17,387	1.3	38,609	2.13	9.4
Chinaulta	41,682	3.2	63,431	3.50	4.0
Other Municipalities	189,761	14.5	328,561	18.13	5.6

出典 : *1) INE, 1985, Censos nacionales de 1981

*2) INE, 1995, Censos nacionales de 1994

注 : 1994年の人口調査データは、一部実態より小さな数値となっている。

2.2.2 外国からの援助と対外債務

表2-2に外国援助受取額と対外債務残高の推移を示す。同表から次の2点を指摘することができる。

グアテマラ国は、1988年から1994年にかけてUS\$1,537百万ドル、年間平均では約220百万ドルの開発援助を受けている。グアテマラに対する二国間援助の主要供与機関は、米国国際開発庁(USAID)であり、USAIDからの二国間供与受取額が全体の援助受取額の約半分を占めている。

グアテマラの対外債務残高は、1988年から1994年にかけて、約US\$2,000百万ドルからUS\$3,000百万ドルへ増加している。この残高は、ホンジュラスやエルサルバドルなどの中米諸国に比べればまだ低いレベルではあるが、当国の国際収支の経常収支額に比べると少なからぬ金額である。グアテマラの対外債務の殆どは政府による公的債務であり、債務返済総額は、1992年のUS\$517百万ドルから1994年にはUS\$283百万ドルに減少した。これに伴い、債務返済比率も1994年には10.9%と1980年代初期のレベルにまで低下し、危険ラインの20%を下回るようになった。

表2-2 外国からの開発援助受取り額と対外債務残高

		(単位US\$ 百万)						
項目	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
外国援助	235	262	204	199	198	215	224	
二国間	193	211	150	155	177	180	157	
多国間	42	51	54	44	21	35	67	
対外債務								
対外債務	2,639	2,637	2,840	2,825	2,753	2,891	3,017	
長期債務	2,255	2,243	2,368	2,362	2,250	2,420	2,529	
短期債務	296	321	406	399	473	471	488	
IMFクレジットの利用	88	73	67	64	31	0	0	
債務返済総額	374	304	212	289	517	302	283	
元本	247	172	102	157	346	190	166	
利子	126	132	111	132	171	112	117	
債務返済比率(%)	27.5	19.6	12.3	15.3	24.2	14.5	10.9	

出典 ; Demographical Distribution of Financial Flows to Aid Recipient, OECD
World Debt Tables, World Bank

2.2.3 土地利用

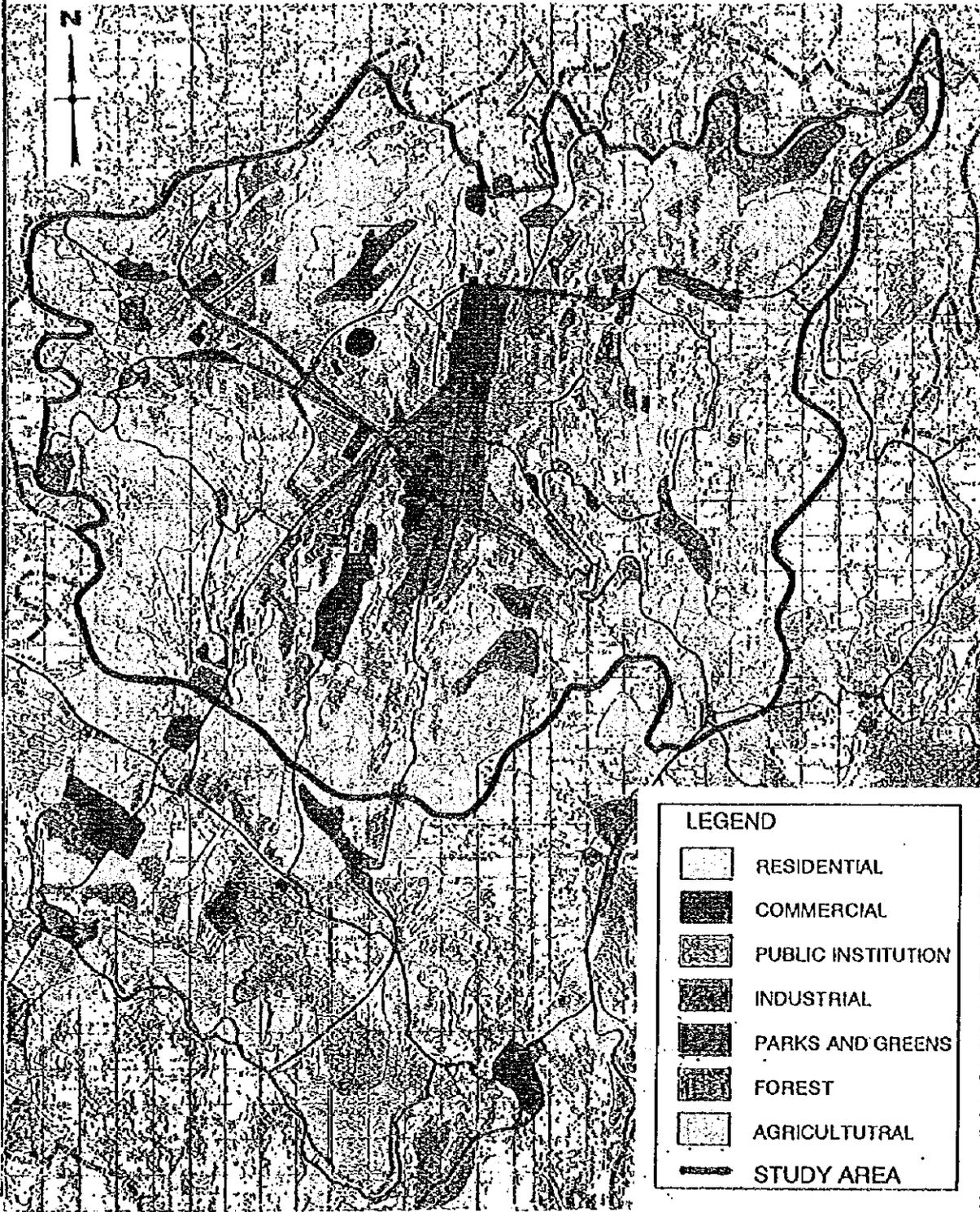
下水道／衛生施設整備計画を作成するため、2015年における土地利用に関する検討は、都市交通システム調査（JICA1992年）で策定された2010年土地利用計画（図2-1参照）にもとづいて行った。

2.3 環境状況

2.3.1 水環境の現状

a) 河川及び排水路

河川のBOD濃度は概ね100～300mg/Lの範囲にあり、河川水質はほとんど下水そのものである。下水が河川に直接放流されているため、河川の流量は日中変動している。河川はいわば排水路と同じ状況にあるといえる。



LEGEND

- RESIDENTIAL
- COMMERCIAL
- PUBLIC INSTITUTION
- INDUSTRIAL
- PARKS AND GREENS
- FOREST
- AGRICULTURAL
- STUDY AREA

SOURCE: MASTER PLAN STUDY ON THE COMPREHENSIVE URBAN TRANSPORTATION SYSTEM IN GUATEMALA METROPOLITAN AREA, MARCH 1992, JICA

<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>土地利用将来計画図(2015)</p>
---	---	-------------------------------------

Gran Collectorに近いLas Vacas川の上流側及び下流側を対象に調査を実施し、Gran Collectorの水質(BOD)と流量を推定した。その結果を表2-3に示す。1995年5月～6月に実施した第1回及び第2回の水質調査によれば、日中の平均濃度はBODで242～277mg/L、SSで264～318mg/Lであった。

調査区域の南部を流域とするVillalobos川では、全窒素(T-N)濃度の平均値は1969～1970年では、0.51mg/L(範囲0.20～1.88mg/L)であったが、今回の調査では10～32.9mg/Lである。また、硝酸性窒素濃度の平均値は、1970年は0.1mg/L(1969～1970年、Charles Weissによる)で、1995年1月～2月の実測値は27.26～33.44mg/Lであった。これらの結果は、Amatitlan湖への流入汚濁負荷量が急増していることを示している。

表2-3 Gran Collector Northにおける水質と流量の推定値

日付	時刻	流量, m ³ /s	BOD ₅ , mg/L	SS mg/L	COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L
03-05-95	7:45~	1.121	308	119	316	91	7.6
	12:30~	0.818	188	513	331	37	7.8
	15:10~	0.815	324	215	337	43	6.5
	日中平均	0.912	277	264	327	61	7.3
07-06-95	7:15~	1.069	271	358	296	43	7.8
	12:30~	0.638	339	249	421	18	6.5
	15:30~	1.118	159	1689	256	10	6.1
	日中平均	0.863	242	860 (318)	308	24	6.8

注(318) : 日中平均SS濃度は、1995年6月7日の濃度1,689mg/Lを除外したもの

出典 : 調査団

b) Amatitlan湖

Amatitlan湖の水質は、湖の東側と西側で異なっており、特に塩素イオン濃度については著しい。塩素イオン濃度は西側で99.3～161.1mg/L、東側で23.2～25.2mg/Lである。これらの濃度は1970年に測定された値とオーダーは同じである。1970年の測定結果は西湖で147～170mg/L、東湖で83～90mg/Lであった。硫酸イオン濃度は大きな差はなく1970年の値とほぼ同じである。

Amatitlan湖の最も特徴的な点として、全リン(T-P)濃度がここ40年間ほとんど変化していないことがあげられる。1950年では、その濃度は0.0455～0.053mg/L、1990年で0.035～0.046mg/L、今回の調査では0.028～0.04mg/Lである。1970年にCharles Weissが行った調査でもこの特徴を指摘しており、全リン濃度が低く抑えられていること、つまりリン制限湖

であることが、湖へ流入負荷量が年々増加しているにもかかわらず、大規模の富栄養化の進行を抑えている要因の1つであろうと推測している。

湖の西側のCOD濃度は24~59mg/Lとオーダー的な違いはないが、東側では7.5~67mg/Lとオーダーが異なっている。汚濁状況を直接示すCOD(またはBOD)の値が、1970年の調査では測定されていないため、その比較検討はできなかった。

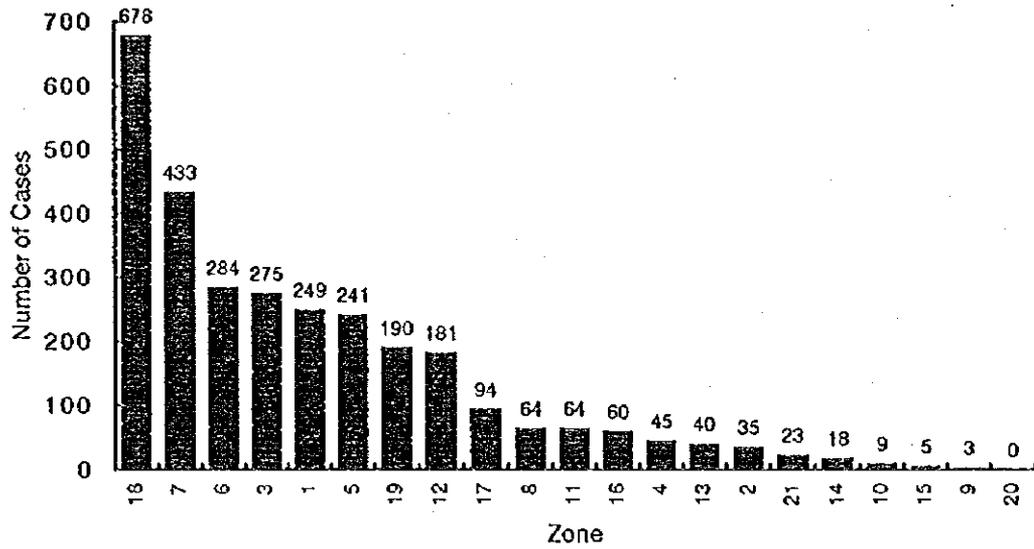
c) 地下水

地下水は汲み上げられて給水されているが、家庭排水や工場排水は浸透方式により、地下に放流されている。Ojo de Agua(Pozo Anexo and Pozo Diamante)に近く、Villalobos川沿いの井戸では、生下水が河川に流れ込み、浸透して汚染が徐々に進行している。

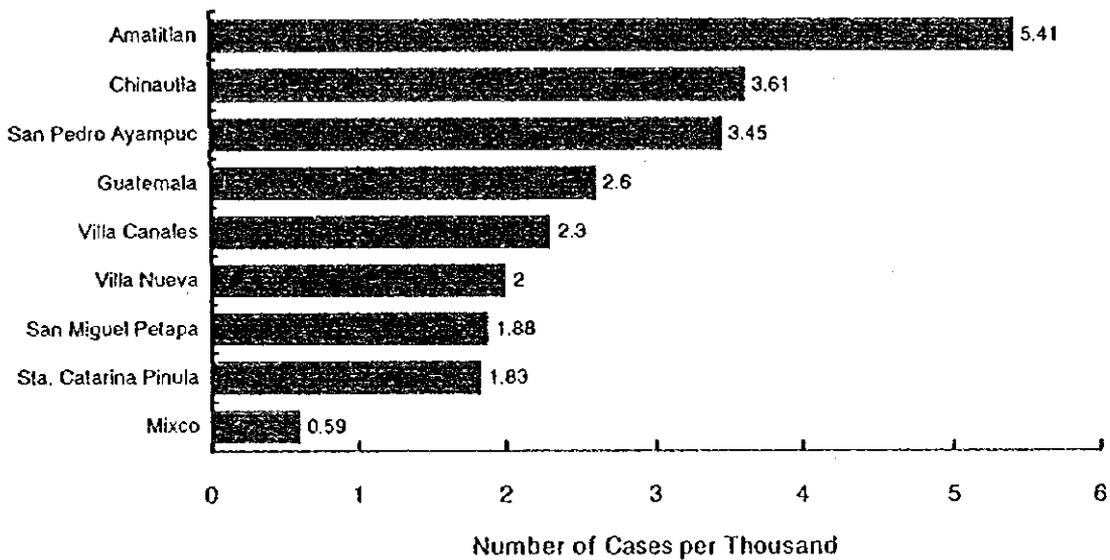
2.3.2 公衆衛生の現状

図2-2には、グアテマラ首都圏におけるゾーン別、または自治体別のコレラ発生件数(1993年)を示す。自治体で見ると、Amatitlan市がChinautla市に次いで多い。この両市ともグアテマラ市の下水が放流されている、Villalobos川とLas Vacas川の下流域にある。

ゾーン別コレラ発生件数 (1993年)



関係自治体別コレラ発生件数 (1993年)



Source : Centro de Salud, Area Norte, Guatemala

<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>グアテマラ首都圏におけるコレラ発生件数 (1993)</p>
---	---	--

2.4 行政及び財政状況

2.4.1 組織

a) 下水行政関連組織

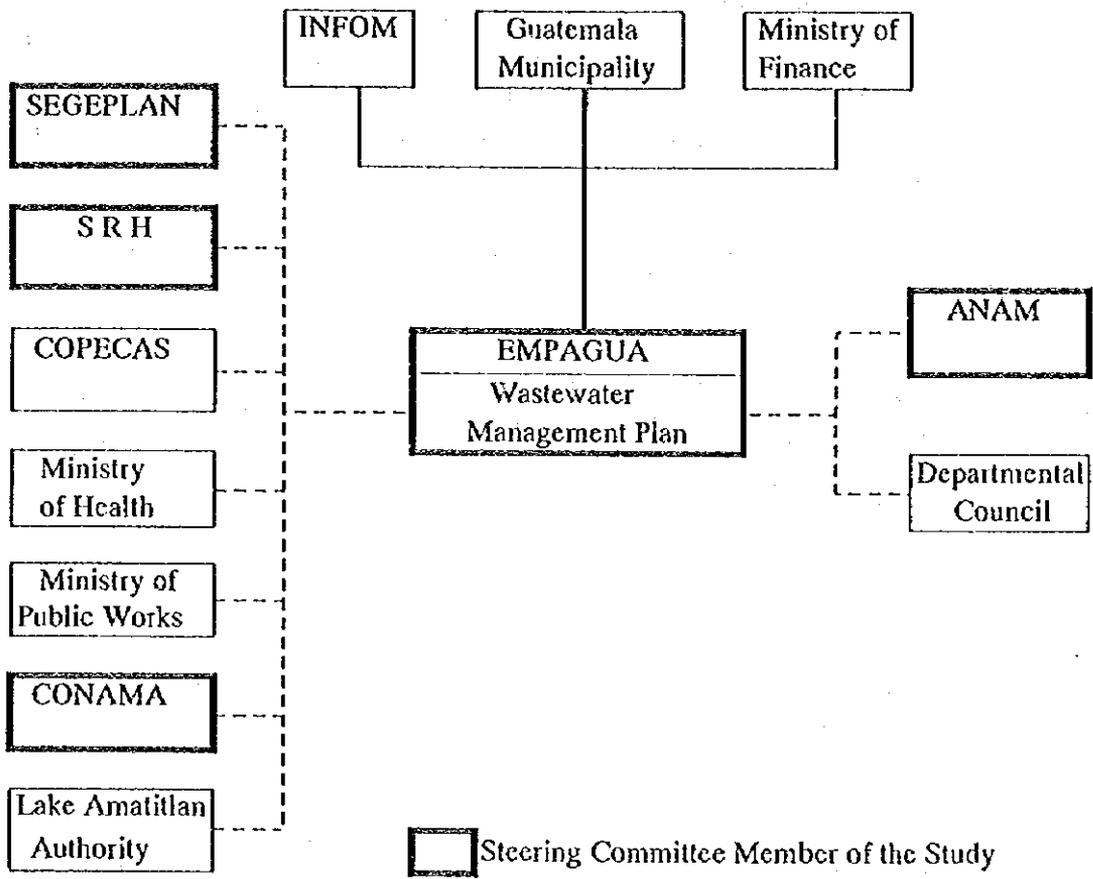
いろいろな組織が何らかの形で、下水/衛生事業に関わっている。図2-3にはこれらの関係組織を示す。調整機能を持つ組織は多いが、大規模の下水道事業を運営できる唯一の組織が存在しないようである。

b) EMPAGUA

EMPAGUAは調査対象地域において、水道、下水道、衛生事業を行う第1の公共事業体である。水道、下水道の責任は担っているが、個別の衛生施設や小規模下水処理施設に対しては責任はない。

EMPAGUAの組織図を図2-4に示す。この図からEMPAGUAが、グアテマラ市から完全に独立していないのが明確である。市当局の委員会や経営役員会が、EMPAGUAの総裁の上に位置している。前者はグアテマラ市長、評議員、顧問から成り、後者は市長、顧問、財務省やINFOMの代表者及びEMPAGUAの理事から構成されている。これら2つの組織は、料金体系のような重要な事項について決定する役割を果たしている。

1996年2月現在、EMPAGUAは1,798人働いており、そのうち13人は管理職、17人は専門職、302人は一般事務職、518人は技術職、948人が一般労働者となっている。



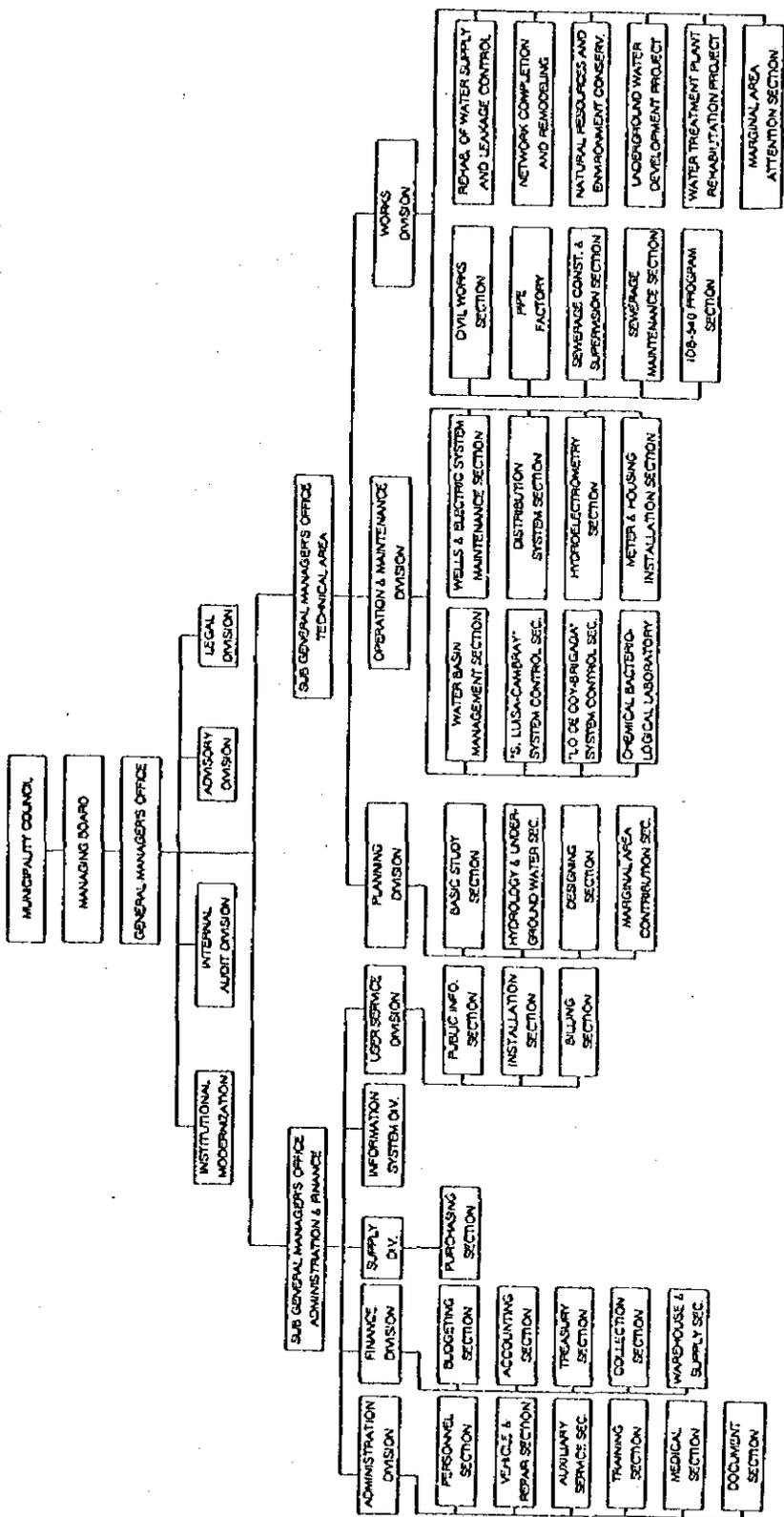
☒ Steering Committee Member of the Study

☐ Other organization

— Subordinate Relation

- - - Advisory Relation

<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>下水道行政の関連組織図</p>
---	---	---------------------------------



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
 EMPAGUAの現行組織図

2.4.2 EMPAGUAの財務状況

a) 概況

1991年から1994年にかけてのEMPAGUAの収支を表2-4に示す。これによれば1992年を除きEMPAGUAの損益は黒字を記録している。1994年にEMPAGUAは累損を解消し黒字化を達成した。主要な収益源は上水道と下水道サービス収入であり、1994年度にはこれらで96百万ケツァル、すなわち総収入の86%を占めている。これらの収入は更に3部門に分けられる。上水道サービスの75百万ケツァル（総収入の67%）、下水道サービスの18百万ケツァル（同16%）、受益者負担金の3百万ケツァル（同3%）である。これらの主要収入源以外に、水道メーター、メーターボックスなど水道器具備品販売収入や、政府からの補助金がある。補助金は、中央政府とグアテマラ市の両方から交付されていたが、1995年より一本化され、グアテマラ市のみからの交付となっている。

b) 資産

EMPAGUAの流動資産は、現金、受取債権見積りなどから構成される。固定資産は下水道施設、維持管理機器などである。繰延資産は調査開発費、未完成工事などである。1994年の資産総額は433百万ケツァルであり、1991年からの4年間で、58百万ケツァルまたは15%増加している。（表2-5参照）

表2-4 EMPAGUAの損益計算書: 1991-1994

(単位: 1000 Q)				
項目	1991	1992	1993	1994
収益				
1. 消費者サービス	36,400	44,407	70,107	95,849
-1 上水道	36,390	43,327	59,954	74,764
-2 下水道	10	1,080	10,153	17,547
-3 受益者負担額	0	0	0	3,537
2. 水道メーター及び備品	1,342	4,769	4,500	4,462
-1 水道メーター設置	198	1,386	1,795	2,052
-2 水道メーター販売	11	2,027	1,668	1,449
-3 備品その他	1,133	1,356	1,036	961
3. 雑収入	2,104	1,758	3,642	4,027
4. 補助金、分担金	6,144	6,873	40,657	7,698
-1 政府補助金*2	5,809	6,021	39,615	7,019
-2 排水分担金	335	852	1,043	679
5. 債権発行*1	4,850	449	921	-2
合計	50,841	58,257	119,826	112,034
費用				
1. 営業費用	47,286	72,119	98,752	90,676
-1 役員	1,721	1,978	2,298	2,960
-2 企画	493	1,250	1,615	1,445
-3 上下水道工事	2,853	5,533	8,222	2,987
-4 維持管理	19,284	41,258	59,617	54,727
-5 一般事務・管理*3	14,958	12,781	15,894	18,227
-6 減価償却	7,374	8,586	10,398	9,841
-7 不良債権償却	603	731	706	488
2. 修復及び維持管理	840	1,802	1,404	4,597
-1 上下水道施設	677	1,537	926	3,896
-2 維持管理	163	265	478	382
-3 その他	0	0	0	319
3. 営業外費用	1,485	1,496	1,536	1,637
-1 利子	924	787	686	2,113
-2 その他	561	709	850	-476
合計	49,611	75,416	101,692	96,910
剰余/欠損	1,229	-17,159	18,134	15,124

出典: Estados Financieros, Al 31 de Diciembre de 1994, 1993, 1992 y 1991, EMPAGUA
Liquidacion del Presupuesto General de Ingresos y Egresos Ejercicio Fiscal 1994, EMPAGUA
Presupuesto General de Ingresos y Egresos Ejercicio Fiscal 1995, EMPAGUA

注: *1 Bond is transferred to allotment contribution from beneficiaries.
*2 After 1995 subsidies come from Guatemala Municipality only, although until 1994 they had come from both Central Government and Guatemala Municipality
*3 Including other functions

表 2-5 EMPAGUAの貸借対照表: 1991-1994

項目	(単位: 10000)			
	1991	1992	1993	1994
資産				
1. 流動資産	33,533	29,898	47,435	54,234
-1 現金	119	153	94	175
-2 預金	12,244	11,744	13,917	10,239
-3 売掛金	21,024	17,701	33,575	43,200
-4 受取債権見積り	-603	-1,172	-2,095	-2,583
-5 水道サービス割増金	750	1,472	1,944	410
-6 前渡金等	0	0	0	2,793
2. 固定資産	271,698	278,748	307,029	318,948
-1 取水施設	3,655	3,591	5,922	5,731
-2 導水管	1,821	4,852	5,341	5,071
-3 ポンプ場	7,799	7,051	7,818	8,739
-4 浄水場	2,317	1,770	1,777	1,669
-5 配水システム	79,992	81,691	82,491	83,939
-6 下水・排水工事	171,271	174,056	193,829	197,493
-7 土地	183	183	183	183
-8 建物・構造物	75	70	64	59
-9 建設機器	131	-125	-88	41
-10 輸送機器	-126	403	612	896
-11 その他固定資産	4,579	5,205	9,078	15,127
3. 繰延資産	70,113	83,226	70,296	60,241
-1 調査開発費	6,974	7,689	4,691	4,848
-2 給水システム修復	21,138	25,644	29,118	18,984
-3 未完成工事	18,845	21,867	13,357	11,658
-4 棚卸し在庫	10,290	13,306	8,657	14,610
-5 その他	12,866	14,720	14,473	10,141
合計	375,344	391,871	424,761	433,422
負債及び資本				
1. 負債	303,142	319,673	344,648	304,523
-1 流動負債	64,314	73,215	72,164	42,337
- 買掛金	62,493	69,953	67,517	37,201
- 未払い賃金	209	1,013	1,471	2,614
- 累計費用引出金	1,612	2,249	3,176	2,522
-2 固定負債	237,402	245,117	272,049	261,163
-3 前売金	1,425	1,341	435	1,023
2. 資本	72,202	72,299	80,113	128,900
-1 資本金	104,698	124,251	107,414	107,598
-2 累積剰余/欠損	-32,495	-51,953	-27,301	21,302
合計	375,344	391,971	424,761	433,422

出典: Estados Financieros, Al 31 de Diciembre de 1994, 1993, 1992 y 1991, EMPAGUA
Liquidacion del Presupuesto General de Ingresos y Egresos Ejercicio Fiscal 1994, EMPAGUA
Presupuesto General de Ingresos y Egresos Ejercicio Fiscal 1995, EMPAGUA

表2-6にEMPAGUAの経営財務指標を示す。これによれば1994年の流動比率は1.3であり、支払能力は健全である。しかしその他の年度においては、流動比率は1.0以下であり、支払能力は良好とはいえない。酸性比率は0.2以下が続いており、短期支払能力に問題があるといえる。EMPAGUAが直ちに負債の返済を行う可能性は、グアテマラ市同様ほとんどないと考えられるので、酸性比率は必ずしも常に0.4以上である必要はないであろう。

表 2-6 EMPAGUAの経営財務指標

項目	1990	1991	1992	1993
流動比率	0.5	0.4	0.7	1.3
酸性比率	0.2	0.2	0.2	0.2
資本負債比率	0.2	0.2	0.2	0.4
固定長期適合率	0.9	0.9	0.9	0.8

資本負債比率は、1991年の0.2から1994年は0.4に改善している。しかしながら、この間外部負債残高も増大している。資本状況は、負債に過度に依存しているため健全とはいえない。固定長期適合率は1990年から1992年にかけての0.9から1994年は0.8に低下しており、抵抗性は若干減少している。

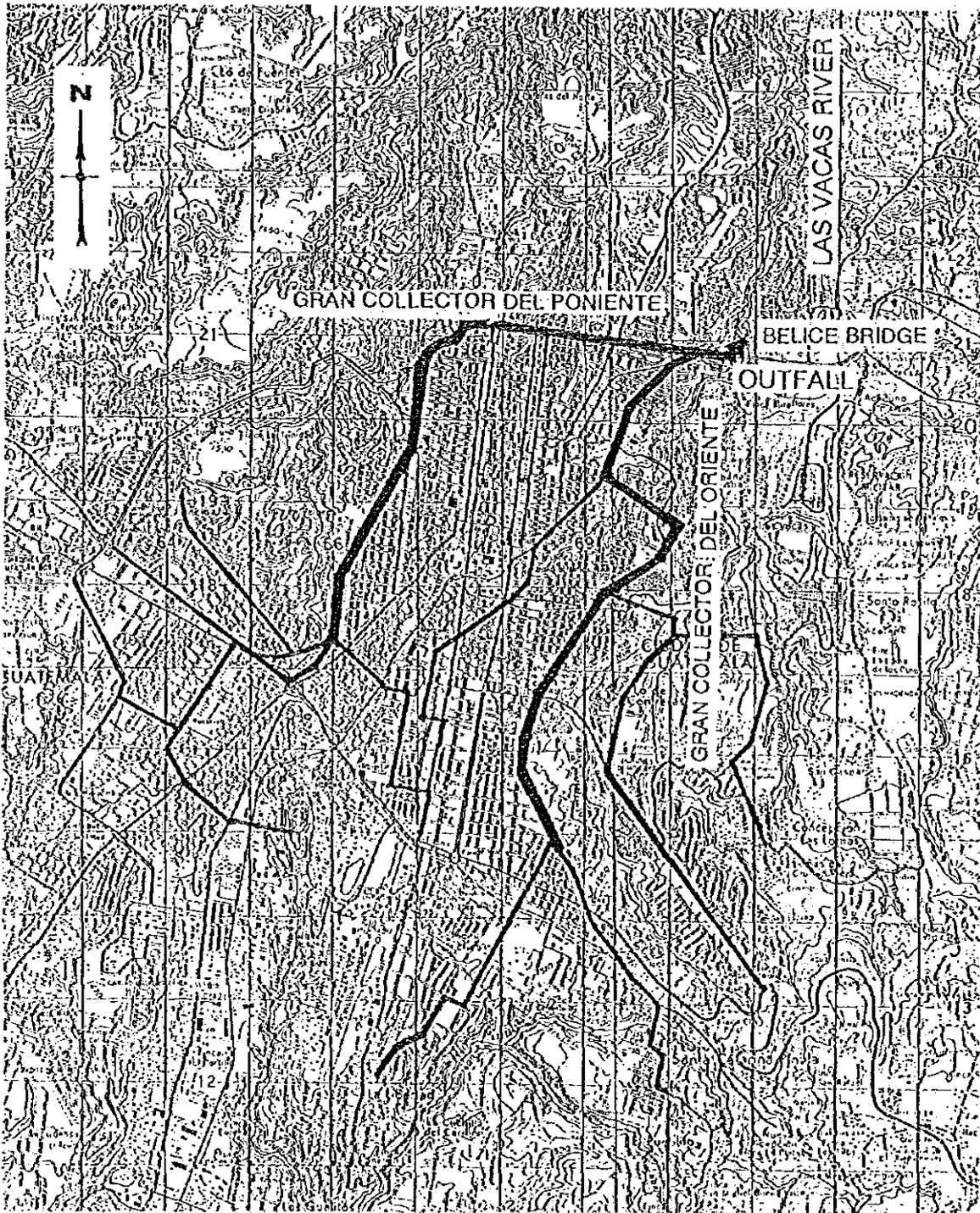
2.5 既存の下水道／衛生施設

2.5.1 既存の管きょ

グアテマラ首都圏では、約55年前から下水道管きょを建設しており、徐々に拡大されてきた。(図2-5参照) 現在では、グアテマラ市の約82%が、公共下水道あるいは民間開発業者による下水道により整備されている。グアテマラ市の地形的な特徴から、中央部を走る分水嶺により、北部と南部の2つの流域に分けられる。

市の北部区域のほとんどは、合流式下水道で整備されている。

市の南部区域では、北部より下水道整備は遅れている。下水のほとんどは、個別または小規模集合処理施設で処理されているが、排水路や地下に直接放流している場合もある。



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

既存下水道幹線
 管きよ位置図

2.5.2 既存の小規模下水処理施設

調査対象地域では、約10ヶ所の既存の小規模下水処理施設および、集落単位のセプティックタンクが数多くある。(図2-6参照)

これらの小規模下水道処理施設は、多くの異なった組織(民間も含む)により所有されているが、施設の機能と運転状況は不明であった。今回これらの施設を調査した結果、次のように提言する。

1) リハビリを実施すれば利用可能な処理施設

調査した施設のうち、9ヶ所の小規模処理施設は、今後リハビリを行えば利用可能である。(他の施設で、すでにリハビリが進行中のもの、リハビリ以外の問題のあるものなどがあり、9カ所以外全て廃棄を提言するものではない。)

2) リハビリに要する費用

小規模処理施設をリハビリするのに必要な概算費用は、1995年価格で6.6百万ケツァルである。

3) リハビリを実施する場合の前提条件

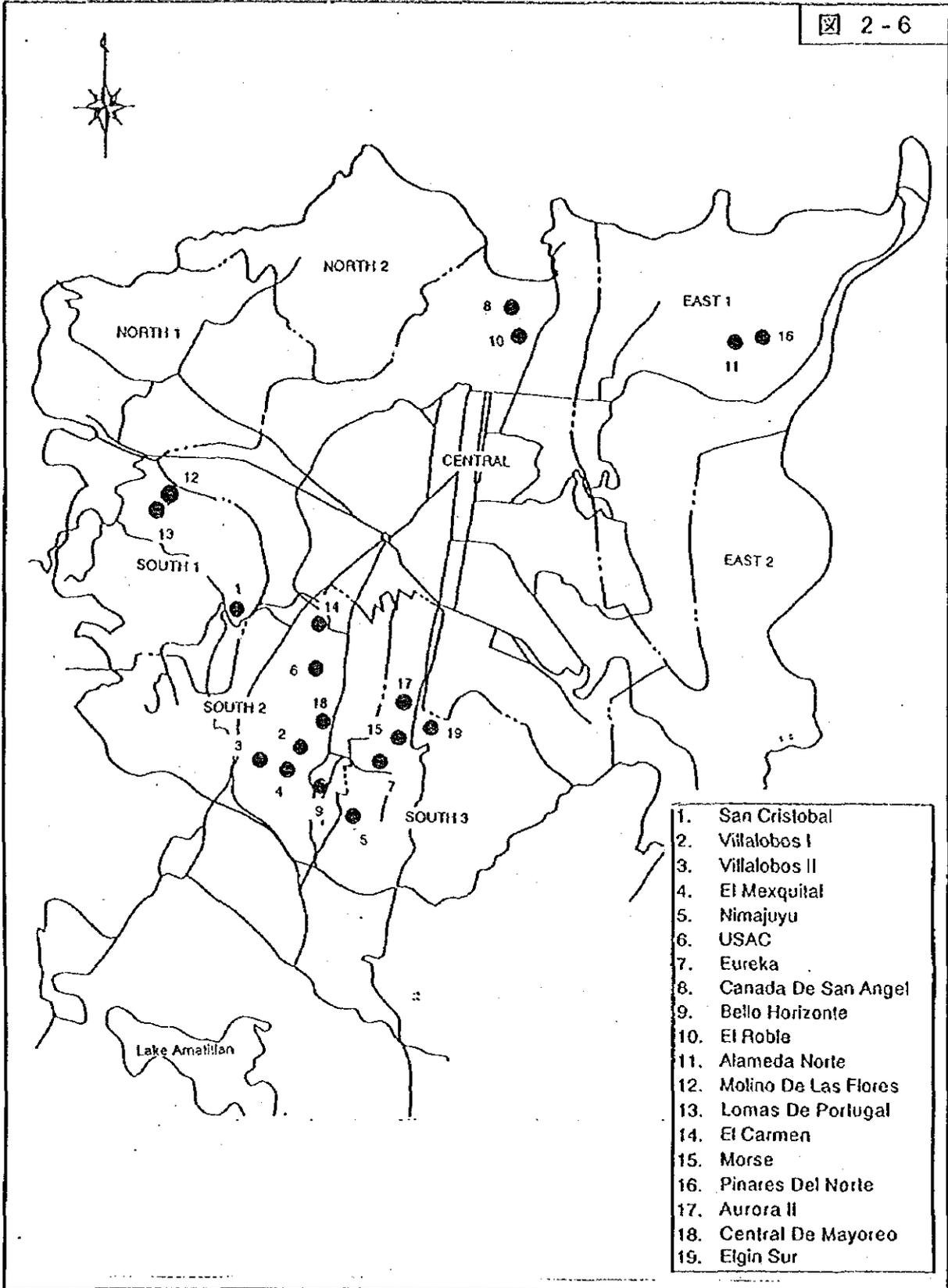
リハビリ計画を実施するための前提条件を以下に示す。

A) 技術面

- 既存施設の図面・基本諸元及び設計計算書の整理・作成が必要である。
- リハビリを実施する施設の最終的な選定を実施すべきである。
- リハビリ計画(調査・設計・工事など)を作成すべきである。

B) 維持管理面

- 既存の維持管理体制と責任の所在を明確にすべきである。
- リハビリ実施後の管理体制を確立して、施設の維持管理の責任を明確にすべきである(例えば、EMPAGUAまたは他の組織ANAMなどで統括する)。
- 維持管理技術(処理、水質、構造物など)を確立すべきである。
- 下水道料金徴収制度を確立すべきである。



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
 既存小規模
 下水処理場位置図

3 基本方針と計画諸元

3.1 計画目標年次

基本計画諸元を設定するための目標年次を、2015年とする。

3.2 計画区域(Regions)と処理区(Districts)

調査対象地域は北部、南部、東部の3つの流域に大別される。下水/衛生施設整備計画の全体像と優先度の高い地域を対象とする段階的整備計画を策定するため、これら3つの流域を、さらに8つの計画区域(Region)に分割した。つまり、図3-1に示すように、東部流域をさらにEast 1とEast 2の2つのRegion、北部流域をCentral、North 1、North 2の3つのRegion、南部流域をSouth 1、South 2とSouth 3の3つのRegionに分割した。計画区域(Region)は、地形、管きょ整備状況、自然流下方式による汚水収集の可能性、人口の集中度を考慮して決定した。調査対象地域は、総面積で約34,500ヘクタールであり、遊休地や谷間の未利用地を除くと計画区域の総面積は、20,430ヘクタールとなる。なお、各計画区域は、下水道で整備する下水道処理区(Wastewater Treatment District)と衛生施設で整備する衛生処理区(Sanitation Districts)に分割した。

3.3 計画人口及び計画下水量

3.3.1 計画人口

計画面積、現況推定人口(1994年人口調査)及び計画人口について、各計画区域(Region)別に表3-1と図3-2に示す。表3-2には、目標年次2015年における関連自治体別計画人口を示す。

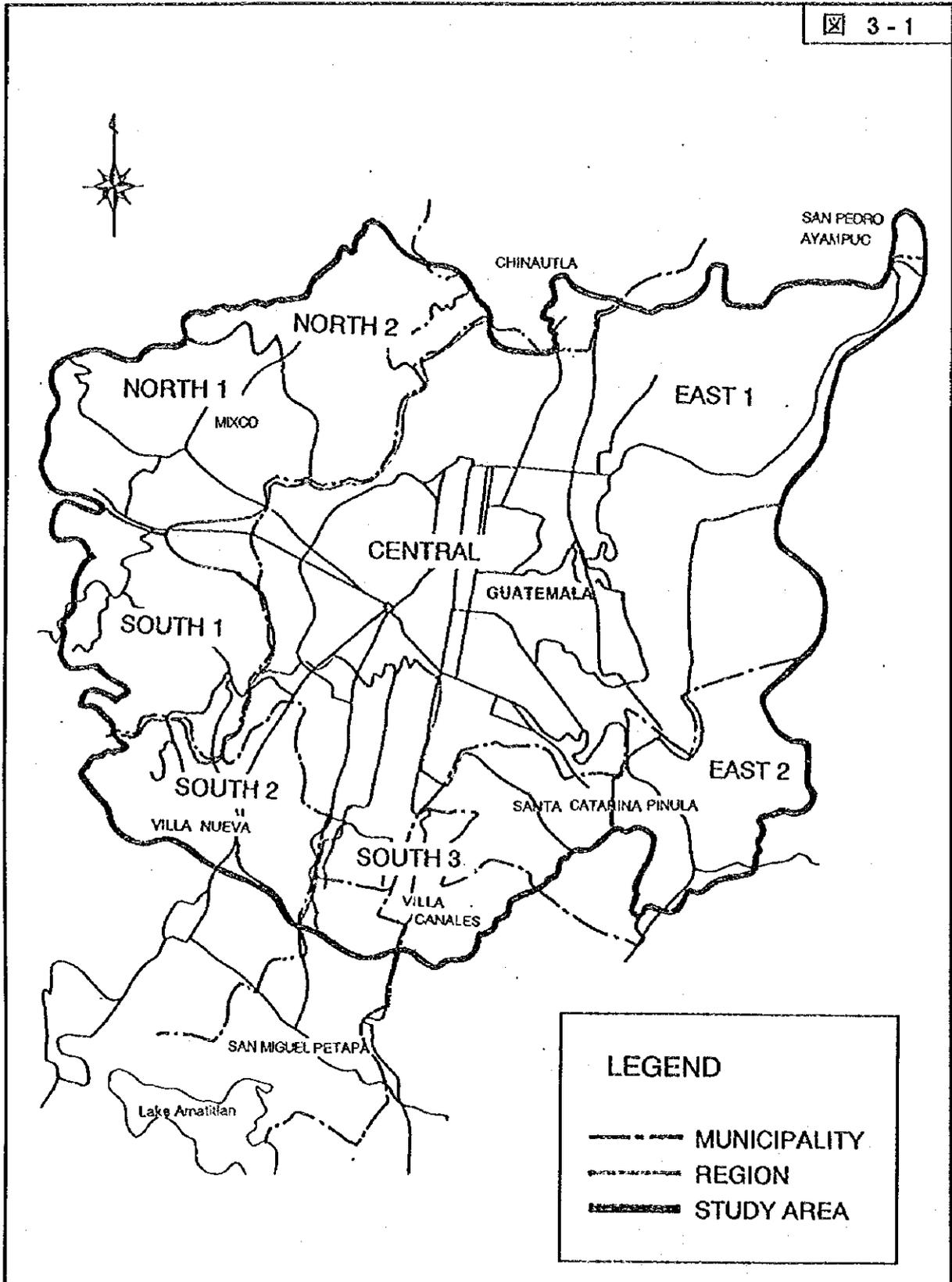
3.3.2 計画下水量

表3-3に、各計画区域(Region)別の計画下水量を示す。

3.4 計画流入水質

下水処理施設及び衛生処理施設の計画流入水質(BOD₅,SS)は、今回実施した水質調査結果にもとづいて設定した。その結果は以下のとおりである。

- (1) 下水処理施設 280 mg/L(BOD₅, SSとも)
- (2) 衛生処理施設 330 mg/L(BOD₅, SSとも)



<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>下水/衛生施設 計画区域図</p>
---	---	---------------------------------------

表3-1 各計画区域(Region)の面積と計画人口

Regions	面積 (ha)	計 画 人 口				
		全 体		下水道 2015	衛生施設	
		1994	2015		1994	2015
Central	6,460	508,500	861,400	751,800	109,600	109,600
North 1	2,190	180,000	392,000	379,100	12,900	12,900
North 2*	740	32,000	150,000	-	72,000	150,000
South 1	1,640	40,000	280,000	277,500	2,500	2,500
South 2	2,220	83,000	191,600	183,600	8,000	8,000
South 3	2,360	134,000	279,000	276,100	2,900	2,900
East 1	3,705	251,000	521,000	500,800	20,200	20,200
East 2*	1,155	25,800	40,000	-	25,800	40,000
計	20,470	1,294,300	2,715,000	2,368,900	253,900	346,100

注 : * 衛生施設のみで整備

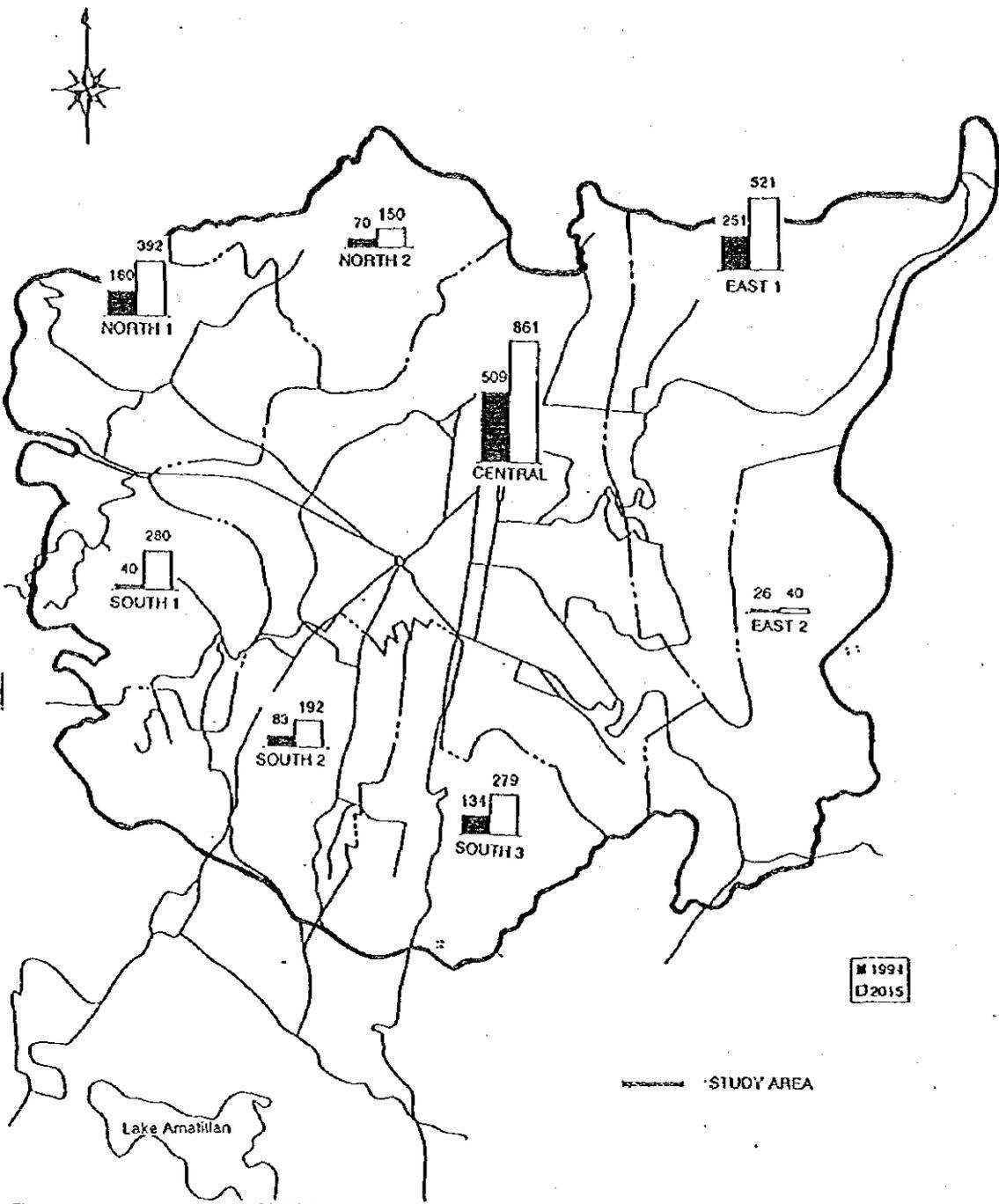
出典 : 調査団

表3-2 目標年次(2015年)における関連自治体別計画人口

関連自治体	計画地域内人口			その他	計
	下水道	衛生施設	小計		
Guatemala City	1,391,200	141,800	1,533,000	9,000	1,542,000
Mixco	662,600	153,400	816,000	25,000	841,000
Villa Nueva	120,400	5,200	125,600	337,400	463,000
San Miguel Petapa	36,600	400	37,000	61,000	98,000
Villa Canales	95,100	900	96,000	81,000	177,000
Santa Catarina					
Pinula	28,000	30,400	58,400	4,600	63,000
Chinavilla	35,000	12,000	43,000	102,000	149,000
San Pedro		2,000	2,000	18,000	20,000
Ayampuc**					
計	2,368,900	346,100	2,715,000	638,000	3,353,000

注 : San Pedro Ayampucでの計画地域内(面積50ha)では、人口密度40人/haにもとづいて推定した。

出典 : 調査団



Note : Popoulation shown are to the nearest thousand

<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>計画人口</p>
---	---	--------------------------

表 3-3 計畫下水道量 (2015年)

(單位: m³/日)

計畫區域	計畫人口 (人)	家庭及事業所排水				工場排水			計畫下水道量				
		日平均	日最大	時間 最大	時間 最大	日平均	日最大	時間 最大	地下水	日平均	日最大	時間 最大	雨天時
Central	分流式	80,100	23,630	26,033	39,249				1,202	24,832	27,235	40,451	40,451
	合流式	671,700	198,151	218,302	329,133	4,699	9,398		10,075	212,925	233,076	348,606	1,045,818
	小計	751,800	221,781	244,335	368,382	4,699	9,398		11,277	237,757	260,311	389,057	1,086,269
North 1	379,100	83,402	90,984	136,476	1,706	3,412		3,791	88,899	96,481	143,679		
South 1	277,500	61,050	66,600	99,900	158	316		2,775	63,983	69,533	102,991		
South 2	183,600	40,392	44,064	66,096	8,741	17,482		1,836	50,969	54,641	85,414		
South 3	276,100	60,742	66,264	99,396	2,231	4,462		2,761	65,734	71,256	106,619		
East 1	500,800	110,176	120,192	180,288	5,198	10,396		5,008	120,382	130,398	195,692		
計	2,368,900	577,543	632,439	950,538	22,733	45,466		27,448	627,724	682,620	1,023,452		

出典: 調査団

3.5 その他の基本事項

3.5.1 Amatitlan湖のバイパスに関する検討

南部流域における下水道整備構想では、従来、その処理放流先として、Villalobos川—Amatitlan湖といったルートバイパスし、その下流であるMichatoya川へ直接接続する案がある。しかし、今回立案する計画では、同バイパスは考えないものとする。その理由は、以下の通りである。

- (1) バイパスするためには大口径の放流きょを10km以上も建設する必要がある。
- (2) Villalobos川は、Amatitlan湖へ流入する唯一の大きな河川であるが、その流量の大半は下水である。このため、処理水をバイパスすれば、Amatitlan湖へ流入する表流水は大幅に減少する。湖における水収支は、水文学的・生態学的に極めて微妙なバランスの上に成立している。したがって、バイパスすることによる湖及びその周辺環境への影響について慎重に考慮する必要があるが、今回の調査期間中にそれらを検討することは困難である。
- (3) Amatitlan湖から流出するMichatoya川の水質は、Villalobos川に比べ格段に良く、周辺の市民も直接利用（水浴、洗濯など）している。このため、仮にバイパス案を実施するためには、第一段階から高度処理も必要になる。
- (4) 以上のことを考慮すれば、まず第一段階として、二次処理を行い、湖の水質改善状況を確認することが必要である。それらの結果を踏まえ、次の段階において、バイパスの必要性の最終的結論を出すべきである。

3.5.2 雨水排除

首都圏における雨水管きょ網は、都市圏の急速な拡大に伴い、徐々に拡張されてきた。地形が急峻なため、雨水排除は比較的容易で一部の低地を除き、深刻な浸水・洪水の被害は発生していない。これを考慮して、本調査における雨水排除計画の方針を表3-4に示す。

表3-4 計画区域別雨水排除計画の方針

計画区域	下水道整備方式	雨水排除計画
Central	合流式（既整備）	遮集倍率を超える雨水は、幹線途中の雨水吐で放流する。遮集管で収集した汚水を処理場へ輸送し、1次処理を行う。
Other Regions	分流式	汚水の処理に第1義を置き、雨水の処理は行わない。既存の雨水管きょ網は、従来どおり使用する。

出典：調査団

3.5.3 処理レベルと放流基準

現行の放流基準(Government Agreement No. 60-89) は、1次処理レベル程度のものである。(この基準は、処理レベル別排水基準である。) 処理レベル別放流基準から水域の水質基準へと基準を発展させ、実施するには長い期間を要する。現在、下水処理がほとんど行われていない現実に鑑み、マスタープランでは2015年までの処理レベル別放流基準のシナリオを次のように提案する。

a) 放流基準のシナリオ

放流基準のシナリオは以下の3ケースとする。

- ケースI : 現行の放流基準の完全実施 (図3-3)
- ケースII : 現行の放流基準の改定案 (図3-4)
- ケースIII : 基準の強化案 (図3-5)

表3-5は、ケースI,II,IIIの放流基準を整理したものであり、表3-6はBODについて基準値の設定例を示したものである。

表3-5 放流基準のシナリオ

	ケースI	ケースII	ケースIII
公共用水域への家庭排水などの放流基準	Standard MP	Standard P2	Standard P3
公共用水域への工場排水放流基準	Standard IP		
下水道施設の工場排水受入基準	*	Standard IS2	

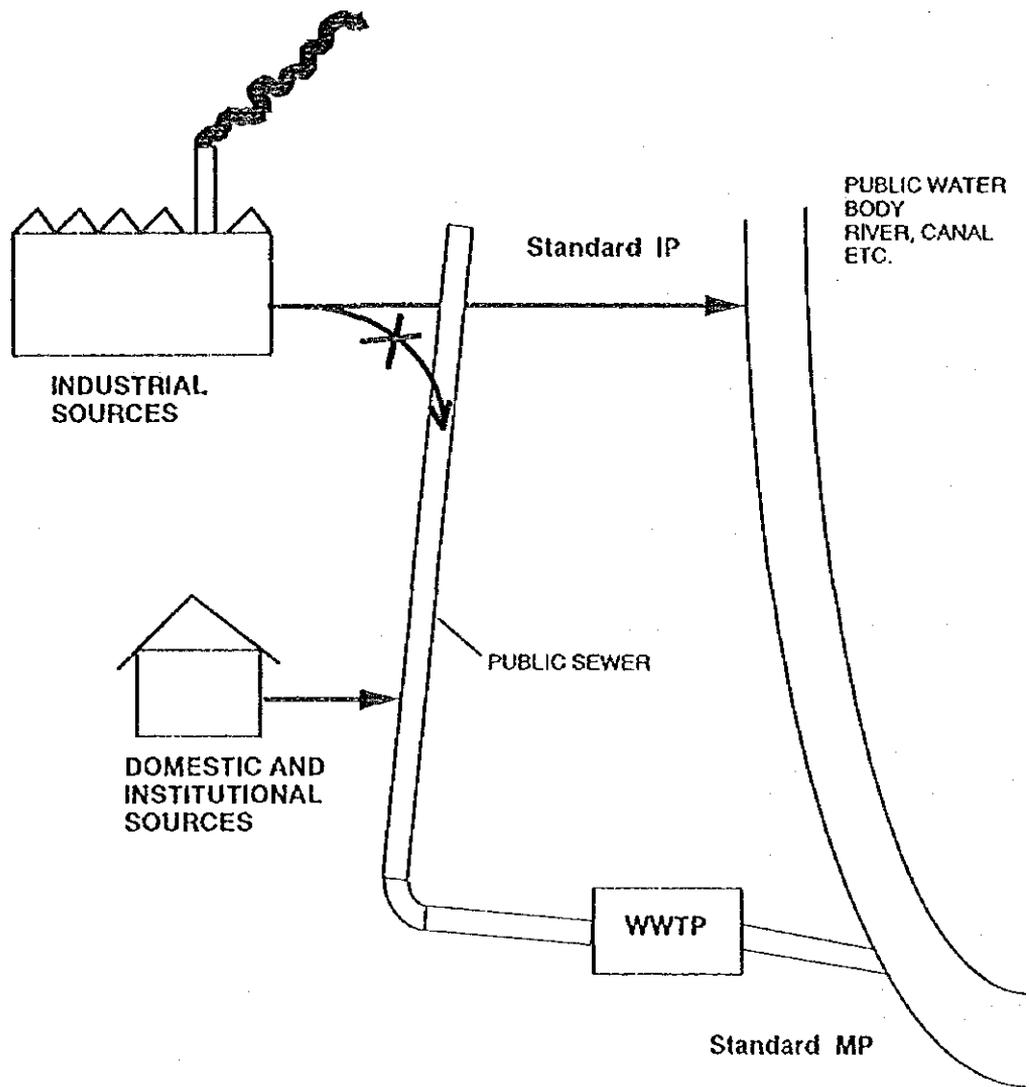
* : 工場排水の受入を実施しない。

出典 : 調査団

表3-6 放流基準(BOD)の参考例

ケース	放流基準	BOD濃度 mg/L
ケースI	Standard MP	200
	Standard IP (e. g.ビール製造業)	900
ケースII	Standard P2	200
	Standard IS2 (e. g.ビール製造業)	900
ケースIII	Standard P3	< 200

出典 : 調査団



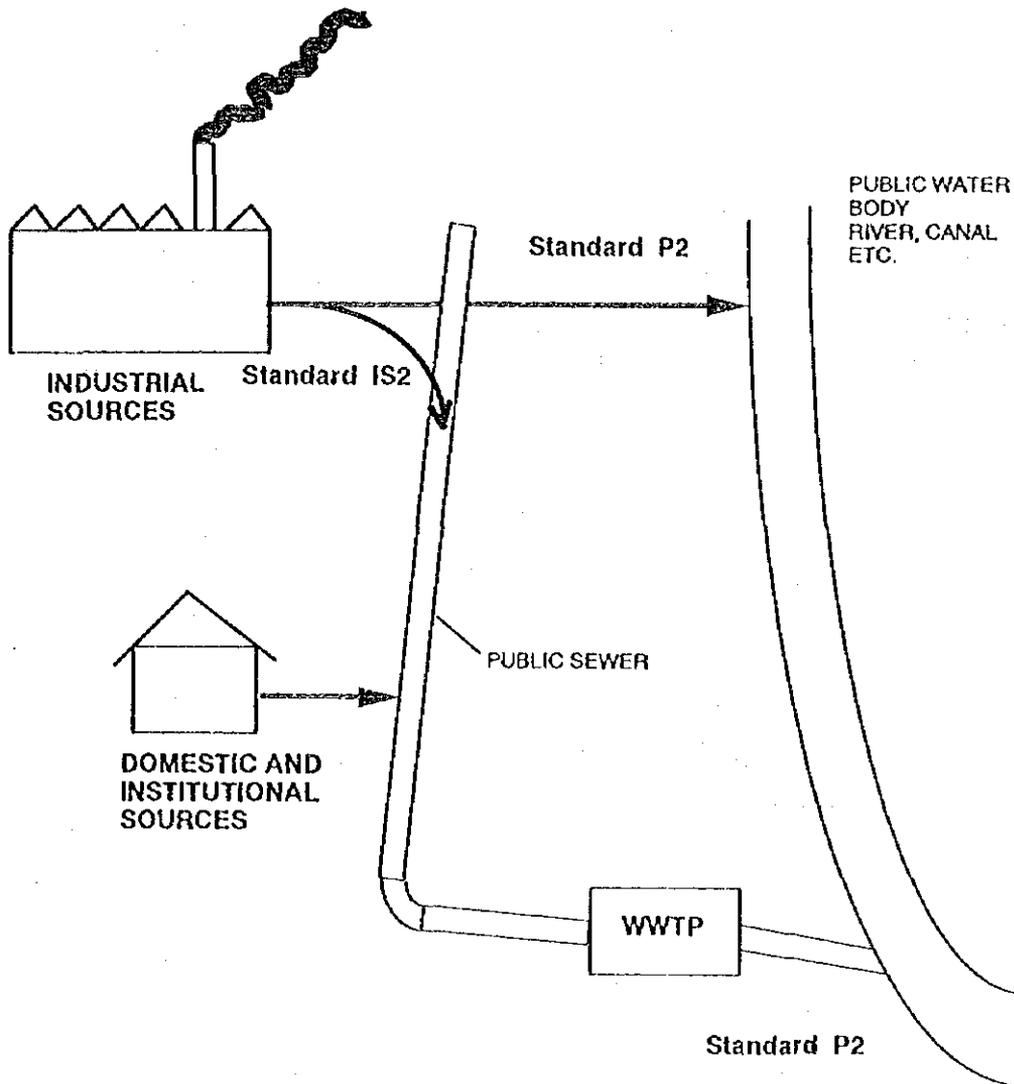
Note

- WWTP - Public Wastewater Treatment Plant
- Standard IP - Effluent Standards for Industrial Wastewater into Public Waterbody
- Standard MP - Effluent Standards for Municipal Wastewater into Public Waterbody

CASE I

- NOT ACCEPT INDUSTRIAL WASTEWATERS
- EXISTING STANDARDS (60-89)
- INDUSTRIES DISCHARGING TO PUBLIC SEWERS AT PRESENT SHALL PAY SEWERAGE CHARGES

<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>放流基準のシナリオ (ケースI)</p>
---	---	--------------------------------------



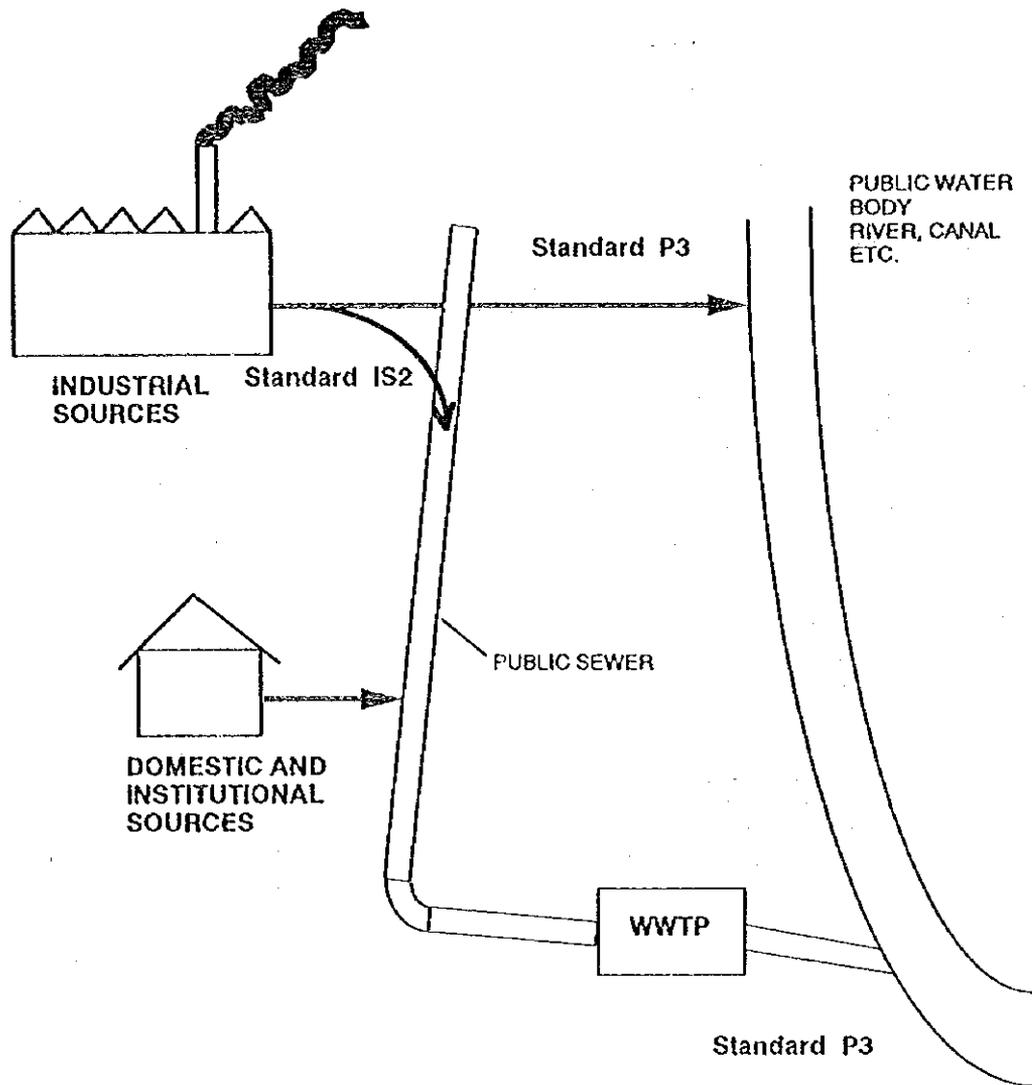
- Note
- WWTP - Public Wastewater Treatment Plant
 - Standard P2 - Effluent Standards for Industrial Wastewater into Public Waterbody
 - Standard IS2 - Discharge Standards for Industrial Wastewater into Public Sewers
 - Standard P2 - Effluent Standards for Municipal Wastewater into Public Waterbody

- CASE 2**
- ACCEPT INDUSTRIAL WASTEWATERS
 - REVISE EXISTING STANDARDS (60-89)
 - EFFLUENT STANDARDS FOR MUNICIPAL WASTEWATER AND INDUSTRIAL WASTEWATER INTO PUBLIC WATER BODY ARE THE SAME
 - DISCHARGE STANDARDS FOR INDUSTRIAL WASTEWATER INTO PUBLIC SEWER REMAINS AT THE SAME LEVEL AS Standard IS2

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
 放流基準のシナリオ
 (ケースII)



- Note
- WWTP - Public Wastewater Treatment Plant
 - Standard P3 - Effluent Standards for Industrial Wastewater into Public Waterbody
 - Standard IS2 - Discharge Standards for Industrial Wastewater into Public Sewers
 - Standard P3 - Effluent Standards for Municipal Wastewater into Public Waterbody

- CASE 3**
- MORE STRINGENT STANDARDS THAN CASE 2
 - ACCEPT INDUSTRIAL WASTEWATERS
 - EFFLUENT STANDARDS FOR MUNICIPAL WASTEWATER AND INDUSTRIAL WASTEWATER INTO PUBLIC WATER BODY ARE THE SAME
 - DISCHARGE STANDARDS FOR INDUSTRIAL WASTEWATER INTO PUBLIC SEWER REMAINS AT THE SAME LEVEL AS Standard IS2

<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>放流基準のシナリオ (ケースⅢ)</p>
---	---	--------------------------------------

b) 放流基準の制定と実施

放流基準を制定し実施に移すには、責任ある当局が関与しなければならない。特に工場排水に関しては、EMPAGUAまたは自治体が公共下水道に工場排水を受け入れるかどうかを判断する基準や制度を制定できるように、これらの機関に法的権限が付与されるような措置が求められる。具体的には、EMPAGUAが、下水道の正常な機能維持を図るため、工場などに対して排水量・排水組成に関するデータを提出させ、その工場の排水を下水道へ受け入れるかどうかを決定する権限が必要である。

4 下水道整備マスタープラン

4.1 下水道／衛生施設

4.1.1 下水管きょ施設

a) 幹線管きょ

調査対象地域全域での将来の下水道施設を図4-1に示す。

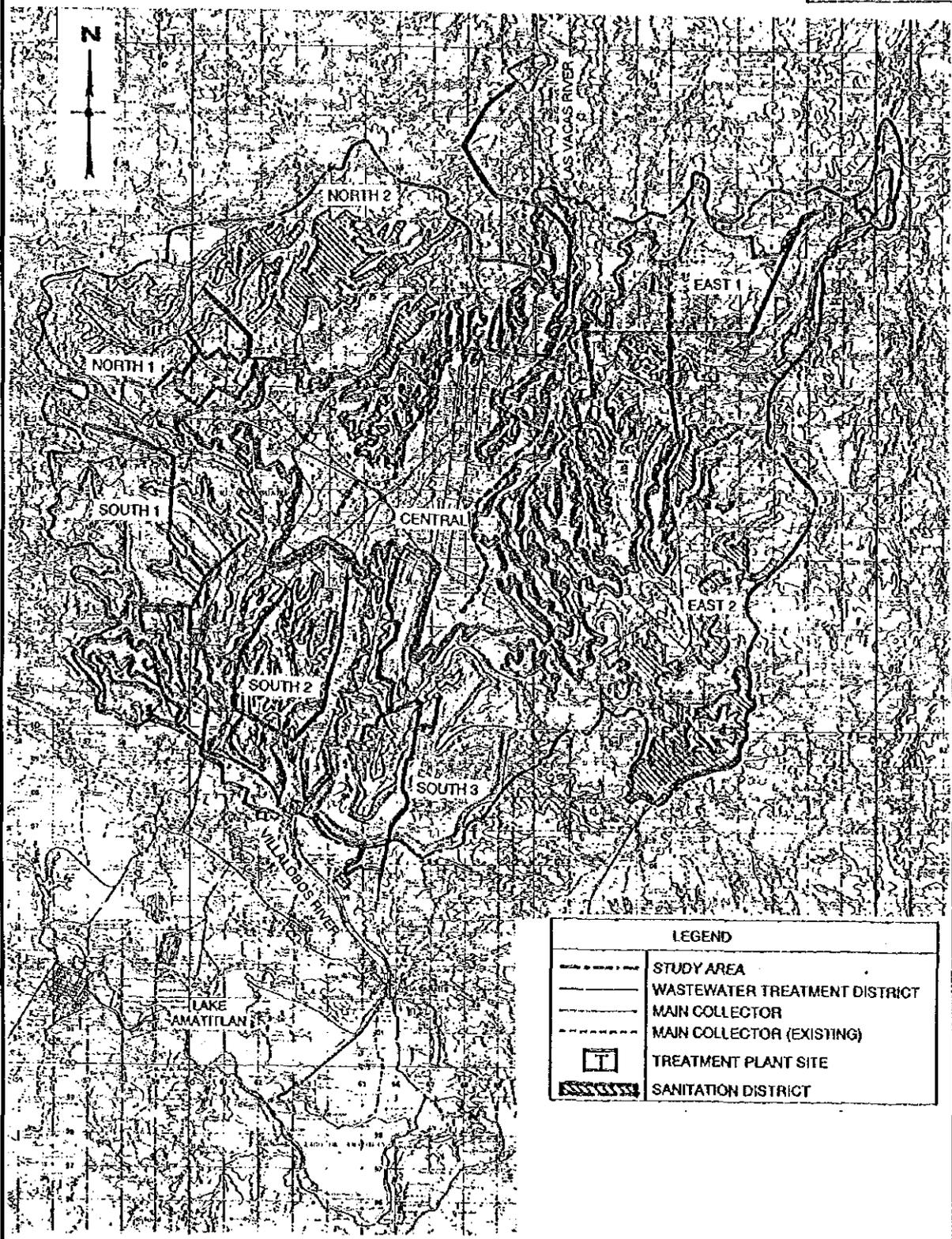
マスタープランの幹線管きょ及び遊集管きょは、6つの下水道計画区域(Central, North 1, South 1, South 2, South 3 and East 1)に対し、管径200～3,000m 総延長169,200mである。各計画区域毎の、管径別幹線管きょの延長を、表4-1に示す。

表4-1 計画区域別幹線管きょの管径と延長

(単位：m)

管径 (mm)	計画区域別管きょ延長					
	Central	North 1	South 1	South 2	South 3	East 1
200	-	-	-	-	1,350	-
250	-	560	1,770	6,900	-	2,430
300	-	1,060	6,780	5,060	6,230	1,540
350	-	-	2,400	6,750	7,250	4,450
400	-	1,050	-	1,050	4,790	-
450	-	260	6,060	1,670	-	1,560
500	-	4,030	1,400	4,540	2,090	1,400
600	-	2,190	-	-	4,650	1,440
700	-	930	-	-	1,580	-
800	-	1,970	-	-	-	-
1,500	-	11,890	9,350	13,870	7,990	18,850
3,000	10,060	-	-	-	-	-
計	10,060	23,940	27,760	39,840	35,930	31,670

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
 下水道全体計画図

b) 準幹線管きょ及び面整備管

下水管きょ施設には、準幹線管きょ・枝線管きょの新設も含まれる。各家庭・工場・事業所などからの排水は、接続管や枝線管きょから準幹線・幹線を経て下水処理場へ流入する。

4.1.2 下水処理施設

a) 下水処理施設

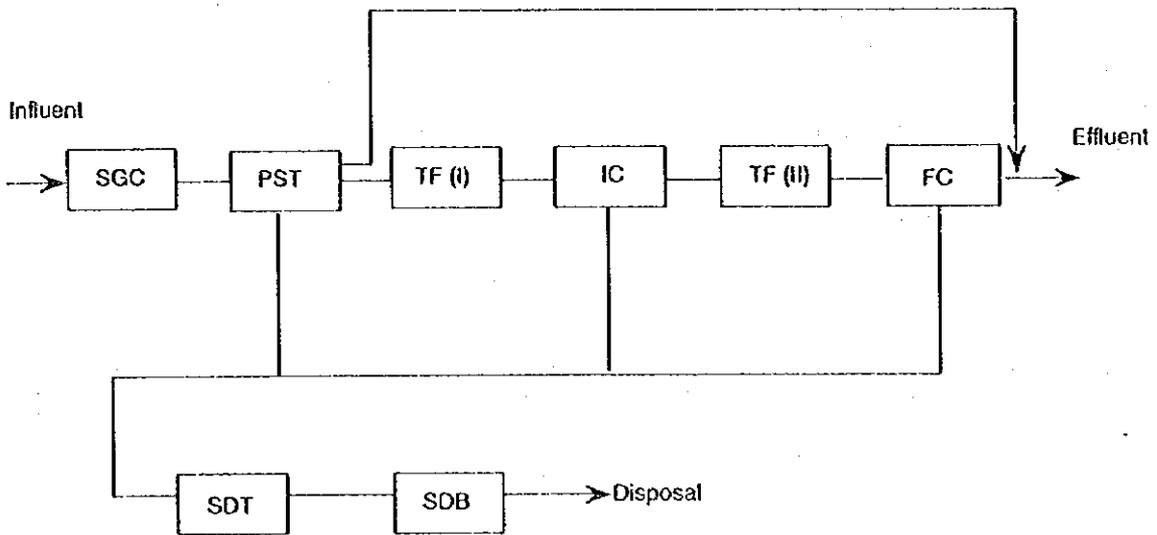
各下水処理場の位置は、図4-1に示したとおりである。下水及び汚泥の処理プロセスを、図4-2に模式的に示した。計画区域別の計画下水量を表4-2に示す。

表4-2 下水処理施設の計画下水量

計画区域 (Region)	計画下水量 (m ³ /日)			雨天時 時間最大
	日平均	日最大	時間最大	
Central	238,000	261,000	390,000	1,087,000
North 1	89,000	97,000	144,000	—
South 1	64,000	70,000	103,000	—
South 2	51,000	55,000	86,000	—
South 3	66,000	72,000	107,000	—
East 1	121,000	131,000	196,000	—

出典：調査団

ONLY FOR CENTRAL REGION
 Primary Treated Excess Wet weather Flow
 (3 x Maximum Hourly Flow - 1 x Maximum Hourly Flow)



- Legend
- SGC - Screen Grit Chamber
 - PST - Primary Sedimentation Tank
 - TF - Trickling Filter
 - IC - Intermediate Clarifier
 - FC - Final Clarifier
 - SDT - Sludge Digester Tank
 - SDB - Sludge Drying Bed

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
 (マスタープラン)

表4-3に、計画水質としての流入水及び処理水のBODとSS濃度を示す。

表4-3 計画水質

水質項目	濃度 (mg/L)		
	流入水	処理水	
		1次処理	2次処理
BOD ₅	280	182	56
SS	280	126	56

出典：調査団

b) 処理水と汚泥の再利用

今回の処理施設は規模が大きく、またグアテマラ国での経験が浅いことから、処理水及び汚泥の再利用については、第1期事業では取り扱わないこととする。したがって、処理水は河川に直接放流し、発生汚泥も埋め立て処分とする。その後の事業計画では、この方針を見直しも考えられる。その際、処理水及び汚泥の再利用上特に留意すべき点を表4-4に整理して示した。

表4-4 処理水及び汚泥の再利用に関する留意点

項目	処理水	乾燥汚泥
用途	農業用水	肥料
品質	年間を通じて量的には安定しているが、利用者の要求に合った水質に調整することは困難である。	年間を通じて量的には安定しているが、利用者の利用量に変動があるため貯蔵施設が必要となる。
量	一次処理、二次処理とも処理水の消毒を実施しない計画であるため再利用に求められる水質や法的責任を十分検討する必要がある。	工場排水には、有毒な重金属が含まれるため、汚泥の再利用に当たっては、汚泥の性状や法的責任を検討する必要がある。
輸送、供給及び市場	処理水を需要のある地域へ供給するには、ポンプが必要となり、不経済となる場合が考えられる。	輸送費が必要となる。また、汚泥製品の販売促進のため、市場拡大が必要である。

出典：調査団

4.1.3 衛生施設

衛生施設は、維持管理上の問題から個別型の衛生施設を適用せず、集合型の衛生施設を計画した。

a) 污水管きょ施設

自然流下型の污水収集施設とし、1,000人規模の集落を基本として計画し、最小管径は200mmと設定した。各計画区域に必要な管きょの総延長を表4-5に示す。

表4-5 計画区域別管きょ延長（衛生施設）

計画区域(Region)	延長 (km)
Central	177
North 1	10
North 2	111
South 1	2
South 2	17
South 3	10
East 1	53
East 2	324
計	704

出典：調査団

b) 衛生処理施設

計画区域別に必要となるセプティックタンク型の衛生処理施設数を、表4-6に示す。なお、ここでの処理施設数は、各集落の人口が1,000人規模を想定して算定したものである。

表4-6 セプティックタンク型の衛生処理施設必要数

計画区域(Region)	処理施設数
Central	110
North 1	13
North 2	150
South 1	3
South 2	8
South 3	3
East 1	21
East 2	40
計	348

出典：調査団

衛生処理施設として、嫌気性ろ床または浸透井を附属したセプティックタンクを計画した。計画人口規模1,000人を対象とした、セプティックタンクと嫌気性ろ床の場合の施設形状は、以下のとおりである。

セプティックタンク： = 23.0 m x 12.0 m x 2.0 m

上向流式嫌気性ろ床： = 10.0 m x 12.0 m x 1.2 m

c) 排泥管理

計画区域別の衛生処理施設から排出される汚泥量（2015年）を表4-7に示す。将来、衛生施設からの排泥は収集し、表4-7に示した下水処理場で処理する計画とした。

表4-7 衛生施設排泥量

計画区域(Region)	セプティックタンクから排出される汚泥量(m ³ /year)	衛生施設からの汚泥を受け入れ処理を行う下水処理場
Central	4,384	Central
North 1	516	North 1
North 2	6,000	North 1
South 1	100	South 1
South 2	320	South 2
South 3	116	South 3
East 1	808	East 1
East 2	1,600	East 1
計	13,844	--

出典：調査団

4.1.4 維持管理

供用開始時から、日常の維持管理は必要不可欠となる。また、維持管理を行う中で蓄積した情報やデータは、施設の拡張や他の計画区域の施設計画策定に有益となる。維持管理のためのガイドラインは、メインレポートに記述した。

4.2 概算事業費の算定

4.2.1 概算事業費

a) 下水道施設

概算事業費は、直接工事費、土地収用費、技術料、管理費及び予備費で構成されている。これらのうち、技術料の一部が外貨分として計上され、他は内貨分として計上している。価格は、1995年4月～7月に実施した調査にもとづいている。

なお、直接工事費には材料費、労務費を含んでいるが、消費税(IVA)は含まれていない。

下水道施設に関する概算事業費を表4-8に示す。

表4-8 下水道施設の計画区域別概算事業費

(単位：百万Quetzal)

計画区域 (Region)	直接工事費 (A)	土地収用費	技術料 Aの6%	管理費 Aの3%	予備費 Aの10%	合計
Central	368.7	26.8	22.1	11.1	36.9	465.5
North 1	265.9	9.7	16.0	8.0	26.6	326.2
North 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
South 1	171.5	11.5	10.3	5.1	17.2	215.6
South 2	143.0	9.4	8.6	4.3	14.3	179.5
South 3	254.1	12.4	15.2	7.6	25.4	314.8
East 1	317.0	20.9	19.0	9.5	31.7	398.2
East 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	1,520.2	90.7	91.2	45.6	152.0	1,899.7

注：1995年9月現在価格

出典：調査団

b) 衛生施設

計画区域別衛生計画に必要な概算事業費を表4-9に示す。

表4-9 衛生施設の計画区域別概算事業費

(単位：百万 Quetzal)

計画区域 (Region)	直接工事費 (A)	土地収用費	技術料Aの 6%	管理費Aの 3%	予備費Aの 10%	合計
Central	74.6	6.2	4.5	2.2	7.5	94.9
North 1	6.8	0.6	0.4	0.2	0.7	8.7
North 2	68.7	4.2	4.1	2.1	6.9	85.9
South 1	1.5	0.3	0.1	0.0	0.2	2.0
South 2	6.2	0.7	0.4	0.2	0.6	8.0
South 3	3.0	0.3	0.2	0.1	0.3	3.8
East 1	17.8	1.8	1.1	0.5	1.8	23.0
East 2	71.4	3.4	4.3	2.1	7.1	88.3
計	249.9	17.3	15.0	7.5	25.0	314.7

注：1995年9月現在価格

出典：調査団

4.2.2 維持管理費

a) 下水道施設

各計画区域における下水道施設整備完了後の年間の維持管理費を、表4-10に示す。

表4-10 下水道施設の計画区域別維持管理費 (単位：千Quetzal/年)

項目	Central	North 1	South 1	South 2	South 3	East 1
1. 下水処理場						
- 人件費	1,200	480	300	240	360	600
- 汚泥処分のための輸送費	1,288	401	291	231	301	549
- 修理費(直接工事費の0.5%)	1,161	469	296	237	353	584
小計	3,589	1,350	887	708	1,014	1,733
2. 管きょ						
- 人件費	2,404	845	648	880	928	1,417
- 修理費(直接工事費の0.5%)	682	862	562	477	917	1,001
小計	3,086	1,707	1,210	1,357	1,845	2,418
計	6,524	3,057	2,097	2,065	2,857	4,151

注：1995年9月現在価格

出典：調査団

b) 衛生施設

年間の維持管理費を表4-11に示す。

表4-11 衛生施設の計画区域別維持管理費 (単位：千Quetzal/年)

項目	Central	North 1	North 2	South 1	South 2	South 3	East 1	East 2
1. 集合処理施設								
- 人件費	220	30	300	30	30	30	42	80
- 汚泥輸送費	140	17	192	3	10	4	26	51
- 修理費	208	24	284	6	15	5	39	75
小計	568	71	776	39	55	39	107	206
2. 管きょ施設								
- 人件費	175	30	109	30	30	30	52	320
- 修理費	165	10	60	2	16	10	50	282
小計	340	40	169	32	46	40	102	602
計	908	111	945	71	101	79	209	808

注：1995年9月現在現在

出典：調査団

4.3 事業化を目的とした優先計画区域の選定

4.3.1 目的と選定手順

a) 目的

グアテマラ首都圏の下水道/衛生施設整備を一度に行うことは、事業の大きさから見て不可能である。このため、必要な施設を緊急度や事業に伴う便益を考慮して段階的に整備することが求められる。

このような観点から本調査では、各調査区域別の環境衛生に関する重要な要素を考慮して、下水道/衛生施設建設の優先度（計画区域の優先度）を決めることとした。

b) 選定手順

優先度の高い計画区域を選定する手順（図4-3に示す）として、大きく次の2段階に分けた。

第1段階：代替案の選定

第2段階：優先度の高い計画区域の選定

第1段階では、各計画区域の下水道/衛生施設計画事業をそれぞれ独立して実施すると仮定し、次の項目について予備検討を行う。

- 汚濁負荷削減量
- 投資効果
- 料金支払い意志
- 水道水源保護に対する貢献度
- 下水処理場予定地取得の容易性

第2段階では、第1段階での検討項目に他の項目も加えて評価した上で代替案を設定し、これを評価して優先度の高い計画区域を選定する。

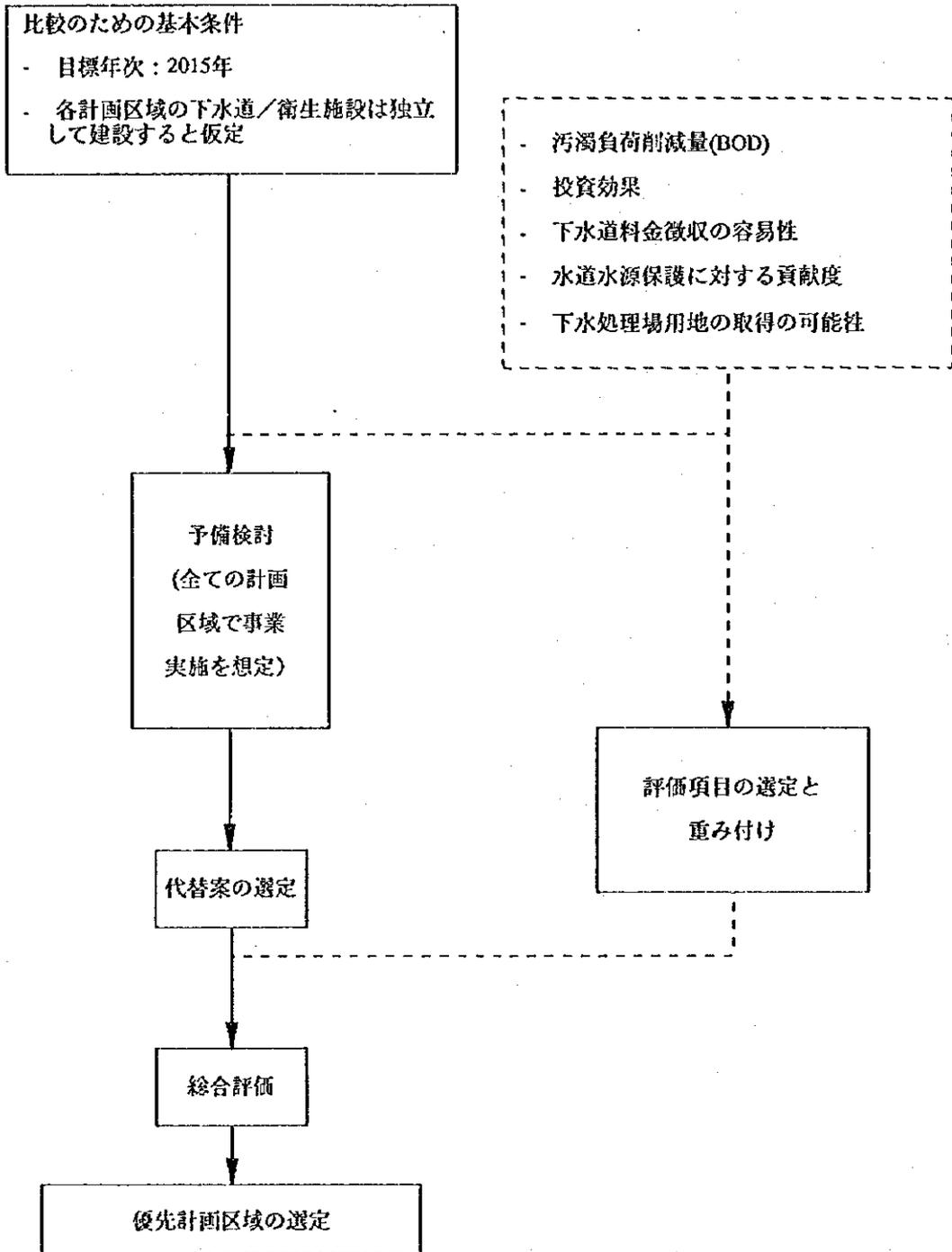
4.3.2 予備検討

各計画区域における下水道/衛生施設計画の基本事項を表4-12に示す。

予備検討の結果を表4-13に整理した。

a) 汚濁負荷削減量

計画区域の全発生汚濁負荷量は、BOD₅換算で2015年には194.6t/日で、Motagua川流域では143.3t/日(74%)、Amatitlan湖流域では51.3t/日(26%)となる。



<p>THE REPUBLIC OF GUATEMALA GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)</p>	<p>THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER MANAGEMENT IN THE GUATEMALA METROPOLITAN AREA JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	<p>TITLE 優先計画区域選定プロセス</p>
--	--	-------------------------------

表 4-12 各計画区域の下水道/衛生施設の基本事項

基本事項	Motagua川流域のRegions				Amatitlan湖流域のRegions			計	
	Central	North 1	North 2	East 1	East 2	South 1	South 2		South 3
1. 人口									
現況人口(1994年現在)	505,000	180,000	70,000	251,000	31,700	40,000	83,000	139,000	1,299,700
計画人口(2015年)									
下水道	751,800	379,100	0	500,800	0	277,500	183,600	276,100	2,368,900
衛生施設	109,600	12,900	150,000	20,200	40,000	2,500	3,000	2,900	346,100
合計	861,400	392,000	150,000	521,000	40,000	280,000	191,600	279,000	2,715,000
2. 計画面積 (ha)	7,227	2,232	740	3,935	1,155	1,648	2,293	2,414	21,644
3. 計画下水量 (m ³ /day)									
下水道計画									
日平均	237,757	88,899	0	120,382	0	63,983	50,969	65,734	627,724
日最大	260,311	96,481	0	130,398	0	69,533	54,641	71,256	682,620
時間最大	389,057	143,679	0	195,692	0	102,991	85,414	106,619	1,023,452
衛生施設計画									
日平均	18,084	2,129	24,750	3,333	6,600	413	1,320	479	57,108
日最大	19,892	2,341	27,225	3,666	7,260	454	1,452	526	62,816
時間最大	54,252	6,386	74,250	9,999	19,800	1,238	3,960	1,436	171,321
4. 汚濁負荷発生量									
下水道	66.57	24.89	0.00	33.71	0.00	17.92	14.27	18.40	175.76
衛生施設	5.97	0.70	8.17	1.10	2.18	0.14	0.44	0.16	18.86
合計	72.54	25.59	8.17	34.81	2.18	18.06	14.71	18.56	194.62
計画区域別汚濁負荷量(BOD t/day)									
Motagua川流域									
Amatitlan湖流域	72.54	25.59	8.17	34.81	2.18	18.06	14.71	18.56	143.29
5. 事業費									
下水道工事費(百万Q)									
管きよ	136.4	172.3	0.0	200.2	0.0	112.5	95.4	183.4	900.2
処理場(2次処理)	232.3	93.7	0.0	116.8	0.0	59.1	47.6	70.7	620.2
小計	368.7	266.0	0.0	317.0	0.0	171.6	143.0	254.1	1,520.4
その他	96.8	60.2	0.0	81.1	0.0	44.0	36.5	60.7	379.3
合計	465.5	326.2	0.0	398.1	0.0	215.6	179.5	314.8	1,899.7
衛生施設工事費(百万Q)									
管きよ	33.0	1.9	12.0	9.9	56.3	0.4	3.2	1.9	118.6
集合処理施設	41.6	4.9	56.7	7.9	15.1	1.1	3.0	1.1	131.4
小計	74.6	6.8	68.7	17.8	71.4	1.5	6.2	3.0	250.0
その他	20.3	1.9	17.2	5.2	16.9	0.5	1.8	0.8	64.6
合計	94.9	8.7	85.9	23.0	88.3	2.0	8.0	3.8	314.6
総計	560.4	334.9	85.9	421.1	88.3	217.6	187.5	318.6	2,214.3

出典：調査団

表 4-13 優先計画区域選定のための予備検討

項目	Moagua川流域のRegions				Amatidan湖流域のRegions			Total	
	Central	North 1	North 2	East 1	East 2	South 1	South 2		South 3
	定量的項目 (a) 汚濁負荷削減量(BOD t/B) 下水道 衛生施設 合計 流域別汚濁負荷削減量(BOD t/B) Moagua川流域 Amatidan湖流域 (b) 投資効果(2次処理の場合) 汚濁削減負荷量当り(Central Region=100) 計画人口1人当り(Central Region=100)	53.26 4.48 57.73 57.73	19.91 0.53 20.44 20.44	0.00 6.13 6.13 6.13	26.97 0.83 27.79 27.79	0.00 1.64 1.64 1.64	14.34 0.11 14.44 14.44		11.42 0.33 11.75 11.75
定性的項目 (c) 下水道料金徴収の容易性 支払い意志額の平均値(777円/家庭/月) (d) 水道水源保護に対する買収度 表流水 取水施設の数 取水量(m ³ /日) 地下水 EMPAGUA管理の井戸数 取水量(m ³ /日) (e) 下水処理場用地の取得の可能性 (A:容易, B:中程度, C:やや難)	11.3 - 21 49,272 B	9.8 1 62 45,069 A	10.1 - 5 5,156 B	13.2 1 15 31,122 B	11.2 - 0 - B	12.0 - 7 6,677 B	17.4 - 1 1,526 B	16.0 2 17,000 12 98,658 C	

出典：調査団

全計画区域：図4-4に示すように、高い汚濁負荷削減効果が見込まれるのは、Central, East 1, と North 1 Regionであり、これらの計画区域は、発生汚濁負荷量も多い地域である。これらの地域を下水道/衛生施設で整備すると、汚濁負荷削減率は全計画区域発生汚濁負荷量のそれぞれ30%, 14%, 11%となる。そして全事業実施による汚濁負荷削減可能量の37%, 18%, 13%を占める。

Motagua川流域：図4-5に示すように、CentralとEast 1の両Regionで、当該流域における発生汚濁負荷のそれぞれ41%, 19%が削減でき、全事業実施による汚濁負荷削減可能量のそれぞれ51%, 24%を占めている。

Amatitlan湖流域：図4-5に示すように、South 3とSouth 1の両Regionで当該流域における発生汚濁負荷のそれぞれ29%, 28%が削減でき、全事業実施による汚濁負荷削減可能量のそれぞれ36%, 35%を占めている。

b) 投資効果

投資効果を示す指標で、各計画区域の下水道/衛生施設計画を比較した。その結果を表4-13に示す。両指標とも数字が低い方が投資効果は高い。CentralとNorth2の両計画区域で投資効果が高い。（指標はCentral Regionを100とした相対評価）

c) 料金徴収の容易性

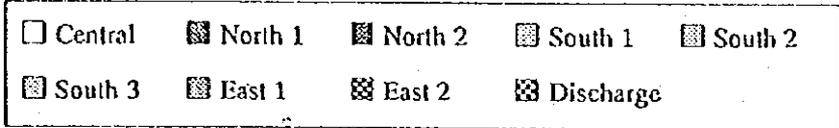
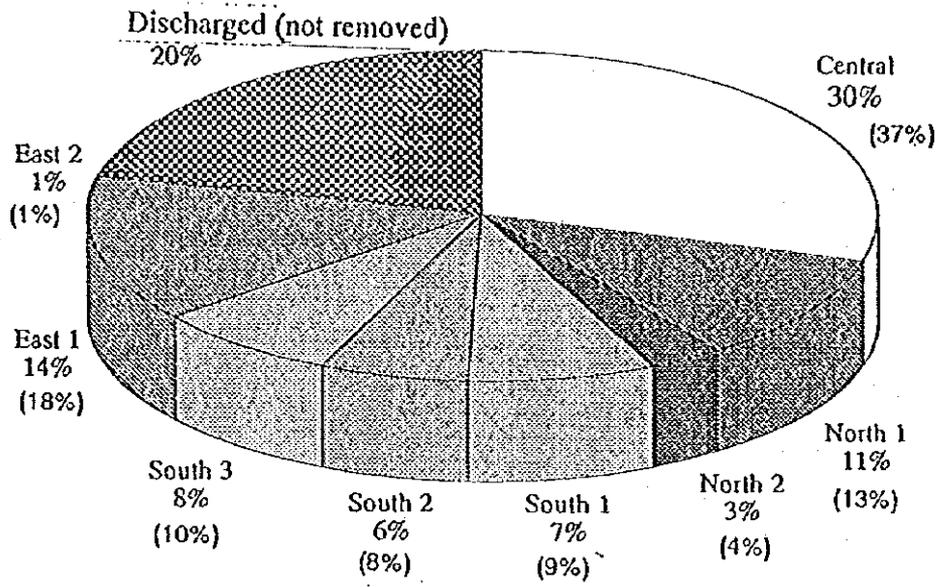
今回の調査で実施した住民意識調査のうち、下水道/衛生施設計画に対する料金支払い意志の平均値は、Q 13.3/家庭/月であった。これを各計画区域に適用し、その平均値を比較した結果、South2とSouth3の両計画区域で料金徴収の容易性は高いと推定された。

d) 水道水源保護に対する貢献度

表流水の水源では、East1, South3の順で高かった。地下水の水源では、South 3が最も高く、Central, North 1の計画区域がその次に高かった。

e) 下水処理場予定地の取得の容易性

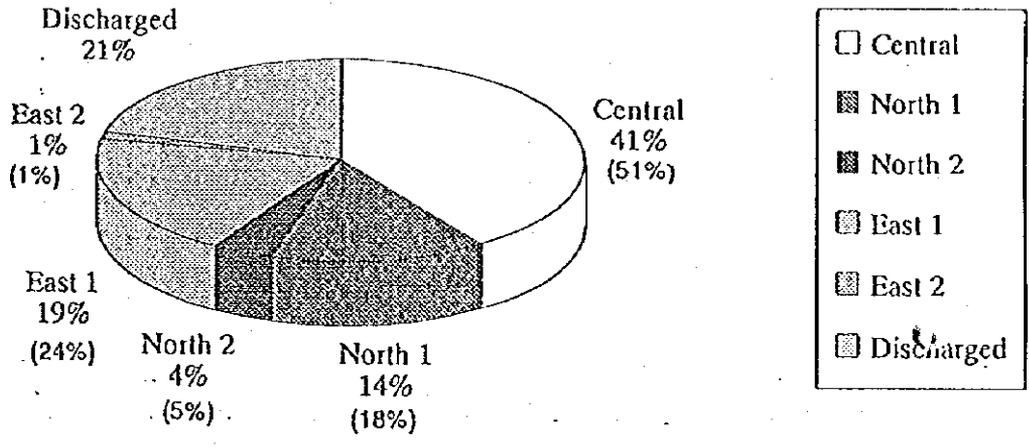
下水処理場予定地を、広さ、現況用途、地主の数、取得費の観点から、その取得の容易性を検討しランク付を行った。North1が容易、South3がやや難、その他が中程度と評価した。



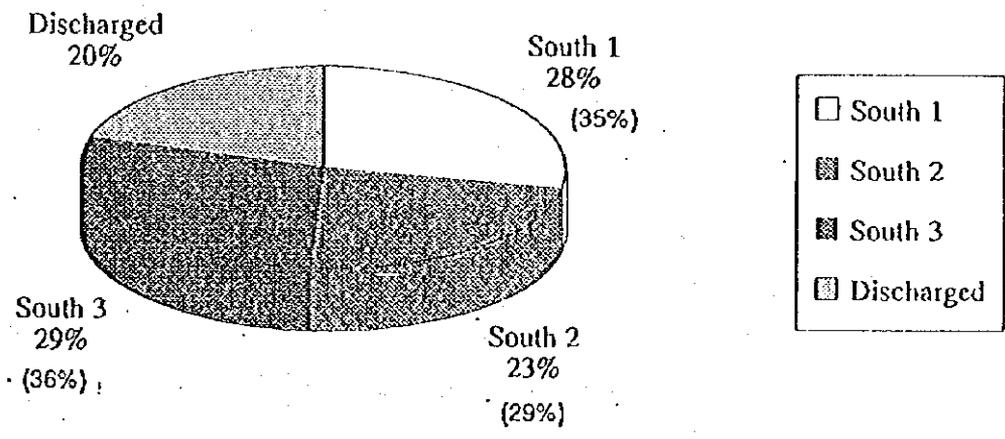
Figures in () is the percentage of overall pollutant load reduction

<p>THE REPUBLIC OF GUATEMALA GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)</p>	<p>THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER MANAGEMENT IN THE GUATEMALA METROPOLITAN AREA JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	<p>TITLE 全体計画における BOD 負荷削減率</p>
--	--	-------------------------------------

River Motagua Basin



Lake Amatitlan Basin



Figures in () is the percentage of overall pollutant load reduction

<p>THE REPUBLIC OF GUATEMALA GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)</p>	<p>THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER MANAGEMENT IN THE GUATEMALA METROPOLITAN AREA</p>	<p>TITLE 全体計画における流域別BOD負荷削減率</p>
	<p>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	

4.3.3 優先計画区域選定のための代替案の設定

前述の予備検討の結果にもとづき、表4-14に示す3つの代替案を設定した。これらの代替案についてさらに評価を行う。

表4-14 計画区域の組み合わせにより設定した代替案

代替案	計画区域の組み合わせ
B-1	Central + South 1
B-2	Central + South 2
B-3	Central + South 3

出典：調査団

代替案を設定した理由は以下のとおりである。

- 予備検討の項目a), b), 及び c)において、Central Regionは優先度の高い計画区域である。
- Amatitlan湖を保全するというグアテマラ政府の政策を配慮し、Central Regionと組み合わせられる計画区域として、Amatitlan湖流域の3つの計画区域を選定した。

4.3.4 優先度の高い計画区域

優先度の高い計画区域を選定するため、各代替案について投資効果、水質改善寄与度、その他の定量化できない項目、たとえば環境保護に対するグアテマラ政府の方針を住民にアピールできるかどうか、下水道事業を実施することによりインパクトがあるかなどについても評価を行った。

その結果、代替案3(Central + South 3 Regions)を下水/衛生セクターのマスタープランの中で優先度の高い計画区域として選定した。

その主な選定理由は、次の2点である。

- 代替案3は、Amatitlan湖の水質改善に貢献し、住民へのアピール度が高く、グアテマラ政府の環境改善への強い意欲を示すことができる。
- 代替案3は、多くの自治体が関係し受益者が多いため、下水/衛生事業の実施により公的機関の環境保全への取り組みを住民が理解し、事業推進を図ることが可能である。

4.4 優先計画区域の段階的整備計画

4.4.1 事業実施スケジュール

Central 及びSouth 3の両計画区域における下水道/衛生施設は、1999年に着手する予定とする。事業実施期間は3段階とし、第1期は1999年～2001年、第2期は2002年～2006年、第3期は2007年～2011年とする。これらを表4-15に整理して示す。また、これらにもとづいた処理施設の能力の段階的整備は図4-6に示すとおりである。なお、この段階的整備計画は、時期を見て見直すことも必要となる。

4.4.2 段階的施設整備計画

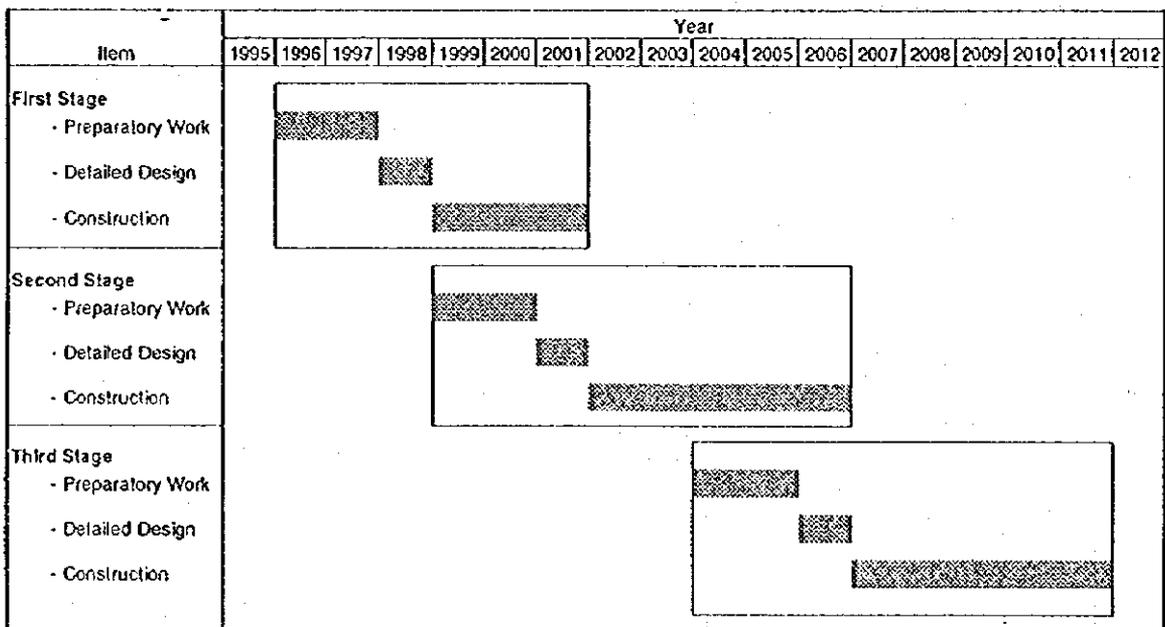
a) 第1期事業施設建設計画 (1999年～2001年)

第1期事業の施設建設計画を表4-15に示す。

表4-15 第1期事業施設建設計画

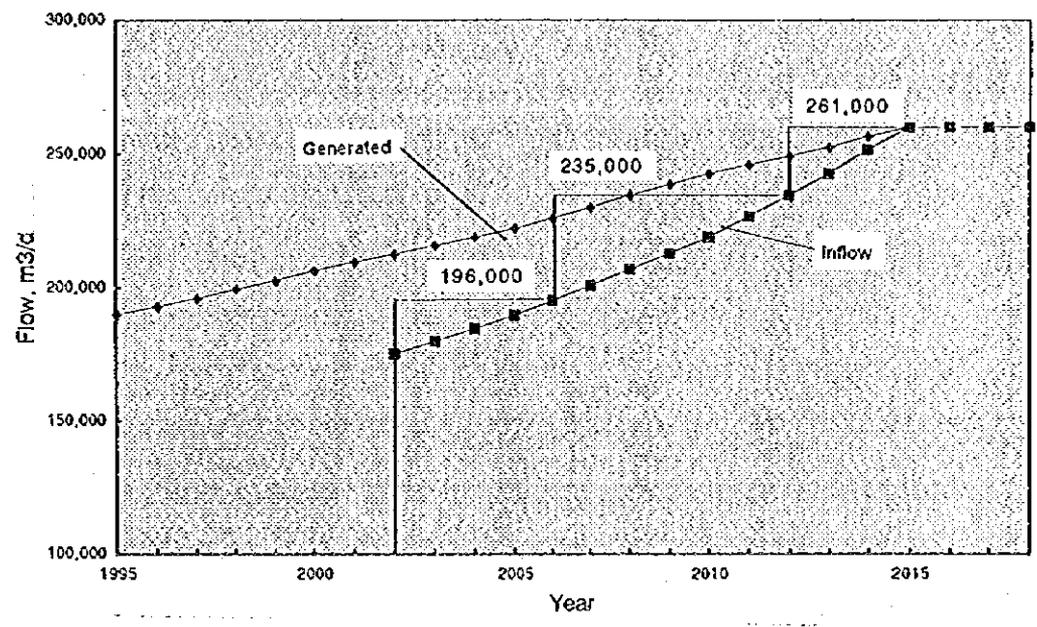
施設概要	Central Region	South 3 Region
1.下水道施設 幹線管きよ 面整備管きよ 下水道処理場施設 " "	3,000 mm dia. x 10.1 km — 土地収用 共通施設 2次処理施設,15系列	300 to 1,500 mm dia. x 15.5 km 面整備管きよ 土地収用 共通施設 2次処理施設,3系列
2.衛生施設 面整備管きよ	約56 km 35カ所の土地収用 35カ所建設	約10km 3カ所の土地収用 3カ所建設

出典：調査団

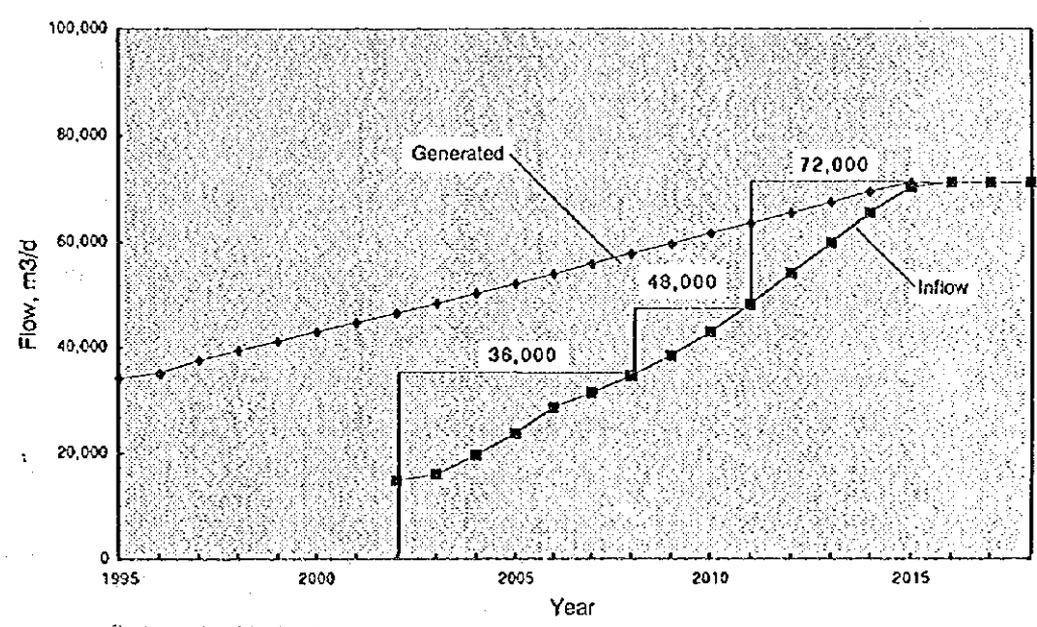


THE REPUBLIC OF GUATEMALA GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY PUBLIC CORPORATION (EMPAGUA)	THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF WASTEWATER MANAGEMENT IN THE GUATEMALA METROPOLITAN AREA	TITLE 段階的事業計画
	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Projected Total Amount of Wastewater Generated and Projected Inflow to Wastewater Treatment Plant - Central Region



Projected Total Amount of Wastewater Generated and Projected Inflow to Wastewater Treatment Plant - South 3 Region



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
 下水処理場の段階的
 建設計画
 (Central, South 3)

b) 第2期事業施設建設計画 (2002年～2006年)

第2期事業の施設建設計画を表4-16に示す。

表4-16 第2期事業施設建設計画

施設概要	Central Region	South 3 Region
1. 下水道施設 幹線管きよ 面整備管きよ 下水道処理場施設 "	面整備管きよ 1次処理施設, 3系列 2次処理施設, 10系列	200 ~ 1,500 mm dia. x 21.48 km 面整備管きよ 1次処理施設, 1系列 2次処理施設, 1系列
2. 衛生施設 面整備管きよ 集合処理施設 "	約56 km 35カ所の土地収用 35カ所建設	— — —

出典 : 調査団

c) 第3期事業施設建設計画 (2007年～2011年)

第3期事業の施設建設計画を表4-17に示す。

表4-17 第3期事業施設建設計画

施設概要	Central Region	South 3 Region
1. 下水道施設 幹線管きよ 面整備管きよ 下水道処理場施設 "	— 面整備管きよ 1次処理施設, 2系列 2次処理施設, 10系列	— 面整備管きよ 1次処理施設, 2系列 2次処理施設, 2系列
2. 衛生施設 面整備管きよ 集合処理施設 "	約65 km 40カ所の土地収用 40カ所建設	— — —

出典 : 調査団

4.4.3 投資計画

表4-18には各期別の事業費を示し、表4-19には維持管理費を示す。

表4-18 段階別事業費

(単位：百万 Quetzal)

施設	第1期 (1999 - 2001)	第2期 (2002 - 2006)	第3期 (2007 - 2011)	計
1. 下水道施設				
Central Region	162.3	154.0	149.2	465.5
South 3 Region	103.5	97.7	113.6	314.8
小計	265.8	251.7	262.8	780.3
2. 衛生施設				
Central Region	30.1	30.1	34.7	94.9
South 3 Region	3.8	0.0	0.0	3.8
小計	33.9	30.1	34.7	98.7
3. 合計	299.7	281.8	297.5	879.0

注：1995年9月現在価格

出典：調査団

表4-19 計画区域別維持管理費

(単位：千Quetzal/年)

年	Central Region			South 3 Region			合計
	下水道	衛生施設	計	下水道	衛生施設	計	
2002	3,736	151	3,887	996	79	1,075	4,962
2003	3,850	200	4,050	1,113	79	1,192	5,242
2004	3,969	266	4,235	1,241	79	1,320	5,555
2005	4,088	333	4,421	1,372	79	1,451	5,872
2006	4,212	399	4,611	1,506	79	1,585	6,196
2007	5,158	462	5,620	1,749	79	1,828	7,448
2008	5,282	528	5,810	1,909	79	1,988	7,798
2009	5,404	587	5,991	2,104	79	2,183	8,174
2010	5,527	653	6,180	2,270	79	2,349	8,529
2011	5,660	724	6,384	2,441	79	2,520	8,904
2012	6,536	776	7,312	2,728	79	2,807	10,119
2013	6,582	818	7,400	2,782	79	2,861	10,261
2014	6,628	849	7,477	2,806	79	2,885	10,362
2015	6,668	880	7,548	2,856	79	2,935	10,483
2016	6,672	897	7,569	2,859	79	2,938	10,507
2017	6,674	903	7,577	2,859	79	2,938	10,515
2018	6,675	908	7,583	2,859	79	2,938	10,521

注：1995年9月現在価格

出典：調査団