社会開発協力部報告書

No. 7

グアテマラ市地下水開発計画
事前調査報告書

昭和60年2月

国際協力事業団

グアテマラ市地下水開発計画
事前調査報告書

昭和60年 2 月

国際協力事業団

はしがき

日本国政府は，グアテマラ国政府の要請に応え，グアテマラ市地下水開発計画にかかる調査を行うことを決定し，国際協力事業団（ＪＩＣＡ）がこれを実施することとなった。

ＪＩＣＡは，ＪＩＣＡ社会開発協力部開発調査第二課長庵原宏義を団長とする４名の事前調査団を，昭和59年12月２日から同年12月16日まで現地に派遣した。

今回の事前調査は，グアテマラ市峡谷の地勢，水道施設，井戸等を概査し，グアテマラ市地下水開発計画の規模及び内容について概略検討を行い，次に実施する本格調査が円滑に，かつ効果的に進められるよう，グアテマラ側と十分な協議を行い，Scope of Work としてとりまとめることを主目的としたものである。

本報告書が，本格調査を立案検討し，実施するに際して参考となることを期待するとともに，事前調査実施にあたり，多大の御協力をいただいたグアテマラ共和国政府，在グアテマラ日本大使館，ならびに関係各位に対し，厚くお礼申し上げる次第である。

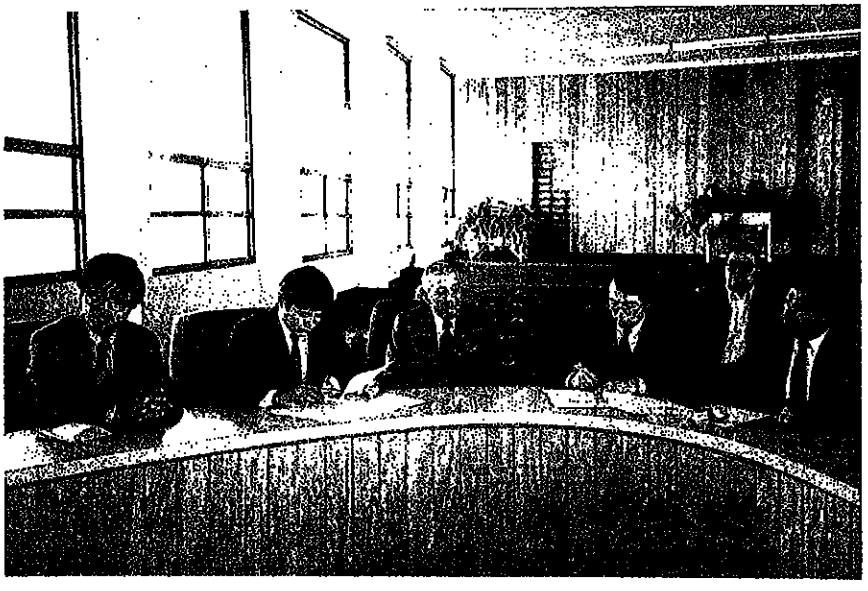
昭和60年２月

国際協力事業団
理事　中澤弐仁

○市南部から Volcan de Agua（別名「グアテマラ富士」）をはるか西にのぞむ。
グアテマラ市峡谷は，浸蝕削谷が顕著だ。台地上に低所得者の大集落が見える。手前をゆくのは，飲み水を運ぶインディオ。

○Lago Amatitlan は，グアテマラ市民の心の故郷。だがこの美しい湖でも汚染は着実に進んでいる。

○市庁舎内会議室でのS/W署名
左から　桜井団員，庵原団長，浅田大使，Lee市長　そしてEMPAGUA幹部の De la Loca と D.C.Morales.



○典型的な井戸その1．市街地幹線道路の中央分離帯にある。左の立て屋は，井戸番（EMPAGUA職員）用。
電気系統もここに収容されている。

○典型的な井戸その2．Coloniaの住宅地の一画に設けられた公用地にある。

○共同水栓
この1インチ径の蛇口が約300人の命を支えている。

目　　次

第1章 序　論

1. 要請の背景

1981年グアテマラ市は，米州開発銀行の調査に基き，2010年を目標年次とする水供給基本計画（PLAMABAG）を策定した。1984年，グアテマラ国政府は，我国に対し，PLAMABAGの中で，グアテマラ市峡谷の地下水の緊急開発を内容とする「緊急計画Ⅰ」のFeasibility Study（F／S）の要請を行った。この要請を受けて，我国は，水不足が深刻であるグアテマラ市の状況を勘案し，事前調査団を派遣することを決定した。

2. 事前調査の目的

(1) 要請内容の確認

(2) Scope of Work（S／W）協議，S／W・議事録（ミニッツ）署名

(3) 本格調査の計画立案・実施に必要な情報収集

① 現地踏査

② 資料収集

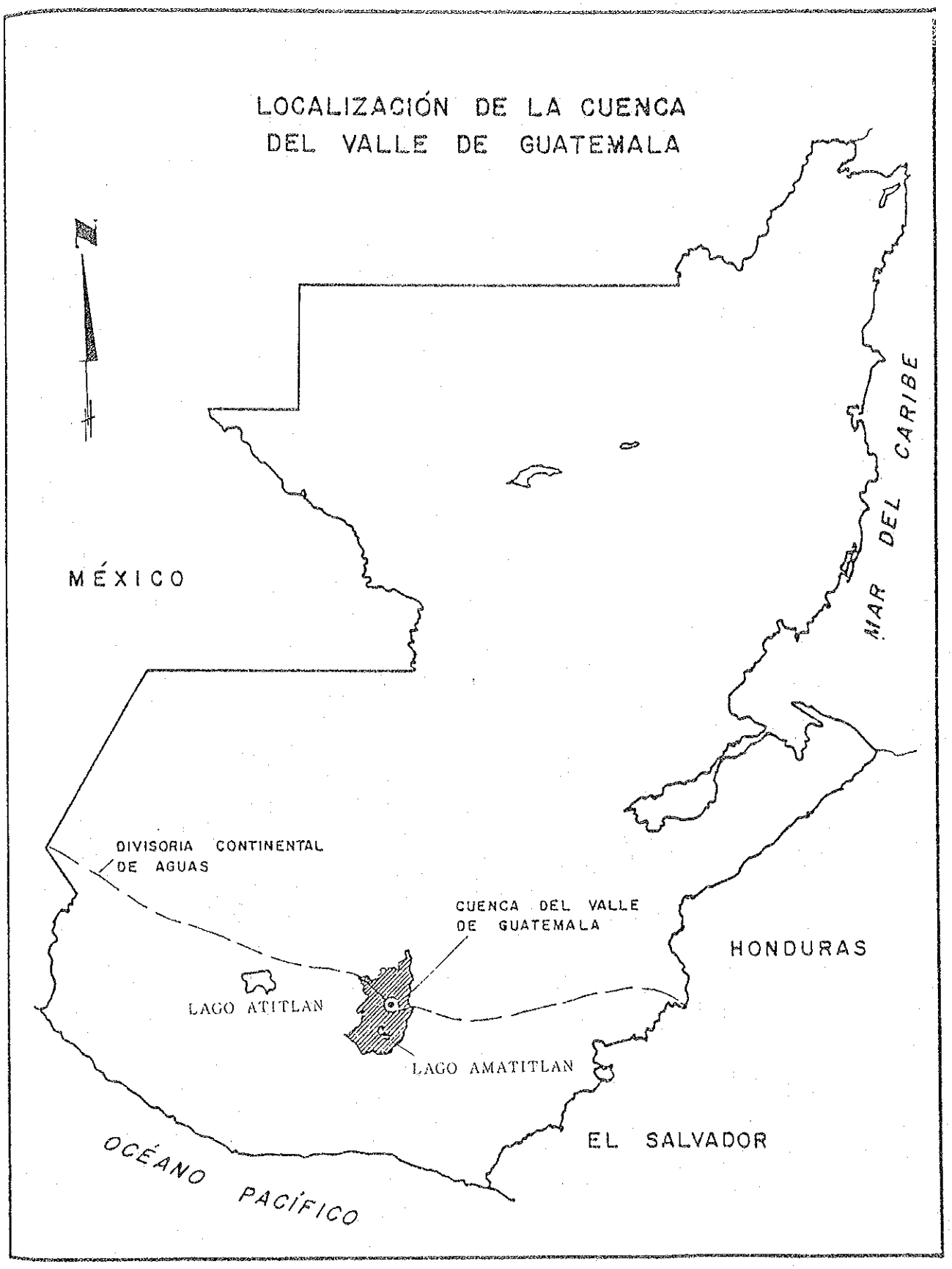
(4) 事前調査報告書の作成

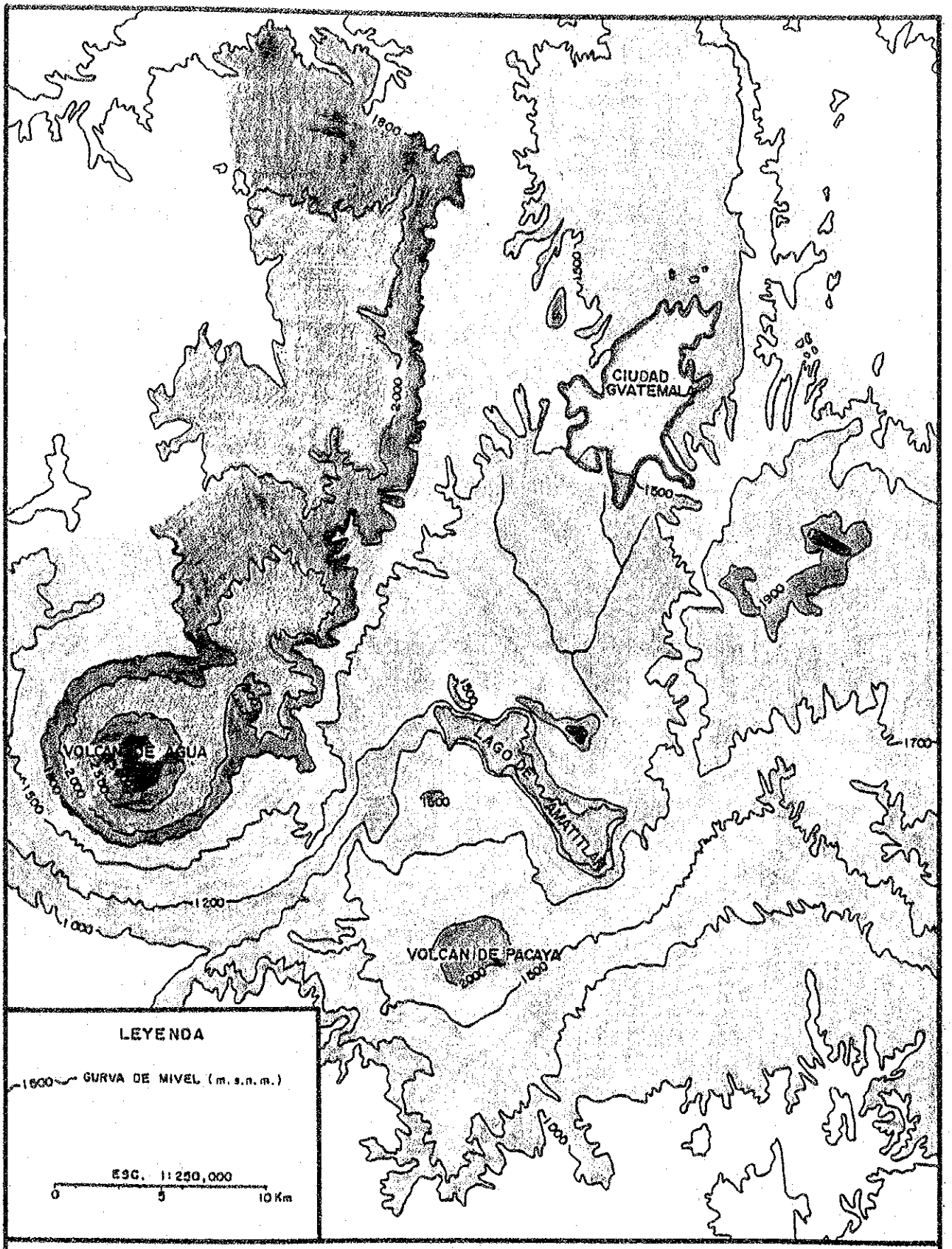
3. 事前調査団の構成

団　長	庵　原　宏　義	JICA 社会開発協力部開発調査第二課長
給水計画	桜　井　国　俊	JICA 国際協力総合研修所国際協力専門員
水理地質	吉　川　信　市	（株）日さく　深層開発部次長
計画調整	戸　田　隆　夫	JICA 社会開発協力部開発調査第二課

4. 事前調査の日程

月 日		調 査 内 容
12/2	～ 12/3	東京 → グアテマラ
12/4	9：00～10：45	大使館
	11：00～15：30	EMPAGUA（首都水道公社）：要請内容確認 S/W案提示
	16：00～17：00	市長（兼 EMPAGUA総裁）
	(14：15～15：30	WHO …… 桜井・吉川団員）
12/5	9：00～12：45	EMPAGUA：S/W協議
	14：00～15：20	IGN（国立地理院）
	15：30～17：00	INSIVUMEH（国立地震火山気象水文研究所）
	(14：00～15：20	現地鑿井業者 …… 吉川団員）
12/6	9：00～ 9：50	BID（米州開発銀行）
	10：00～11：30	CNPE（国家経済企画審議会）
	11：45～13：50	グアテマラ市環境局
	14：45～16：00	WHO
	(9：00～12：00	現地鑿井業者 …… 吉川団員）
	(13：30～16：30	市衛地内井戸視察 …… 吉川団員）
12/7	9：00～13：45	EMPAGUA：S/W協議
	14：30～17：00	東北部踏査
	(9：00～11：00	現地鑿井業者 …… 吉川団員）
12/8	8：30～18：00	南部踏査
	(19：30～23：00	市長レセプション）
12/9	8：30～19：00	西部踏査
12/10	9：00～13：45	EMPAGUA：S/W協議
	14：30～17：00	大使館
	(19：30～23：00	大使レセプション）
12/11	9：00～11：30	San Carlos 大学衛生工学研究所
	12：00～16：00	EMPAGUA・市庁舎：S/W・ミニッツ調印
12/11	～ 12/13	グアテマラ → 東京 …… 団長・桜井団員）
12/12	9：00～10：15	INSIVUMEH
	10：30～12：00	現地鑿井業者
	12：45～16：00	東北部踏査
	16：30～17：00	大使館
12/13	9：00～12：00	市衛地踏査
	13：00～14：00	日本商社
	14：10～16：00	EMPAGUA
12/14	～ 12/16	グアテマラ → 東京 …… 吉川・戸田団員）


LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA
DEL VALLE DE GUATEMALA
N
MÉXICO
MAR DEL CARIBE
DIVISORIA CONTINENTAL
DE AGUAS
CUENCA DEL VALLE
DE GUATEMALA
HONDURAS
LAGO ATITLAN
LAGO AMATITLAN
EL SALVADOR
OCÉANO PACÍFICO



MORFOLOGIA DEL VALLE DE GUATEMALA

第2章　グアテマラ市峡谷の概況

1. 自然状況

〔地形〕　グアテマラ市は，東西の山地，北方の丘陵地帯及び南方の火山群に挟まれた東西約20Km・南北約40Kmの峡谷の中央部に位置する。市街地は海抜約1550mの高地にあり，南西には美しいコニーデ型休火山，Volcan de Agua（3738m）がそびえ立ち，更に西隣りにはVolcan Acatenangs（3953m）が白煙を上げているのが展望される。市の南方約15Kmには，Amatitlan湖があり，グアテマラ市民の保養地となっている。市のほぼ中央を走る分水嶺を境として，Las Vacas川をはじめとする北方河川はカリブ海に，Villalobos川をはじめとする南方河川は，Amatitlan湖を経て太平洋に注いでいる。これらの河川によって峡谷は更に50m～80mの深さで浸蝕削谷されている。

〔地層〕　峡谷の基盤は安山岩や玄武岩より成り，表層は，火山性砕屑堆積物で層厚100m～300mと厚く被覆されている。この砂礫は地下水の涵養源となっている。北部丘陵地域には石灰岩の露頭が見られ，また，西部地域には，南北方向に走る断層が数多く存在すると言われている。

〔気象〕　中央高地帯の峡谷中央部に位置するグアテマラ市は，年平均気温約20℃,年較差約5℃であり，常春の地と言われている。年間降水量は約1300mmであるが，その90%以上が5月から10月の雨期に降る。

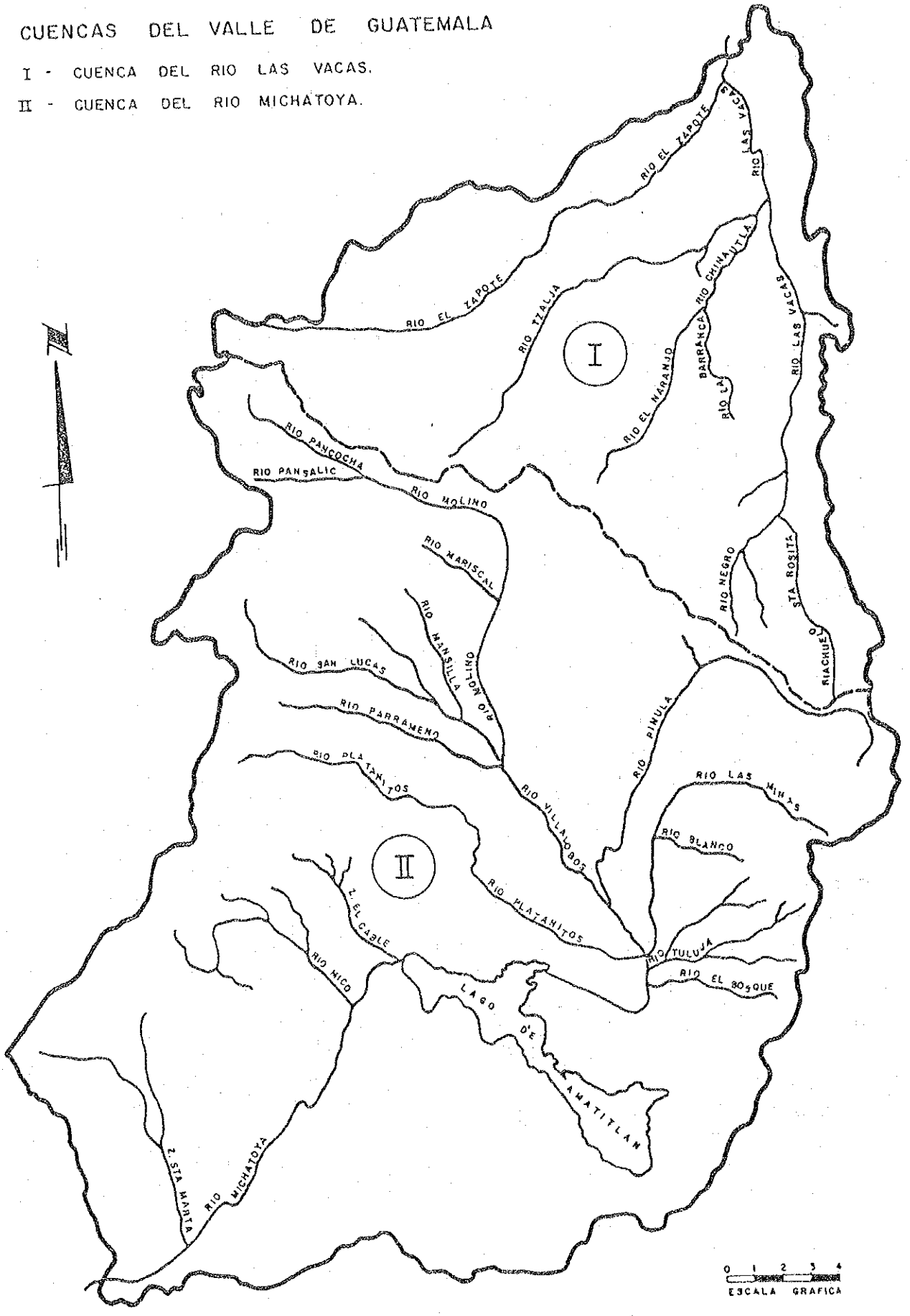
グアテマラの気温と降雨量

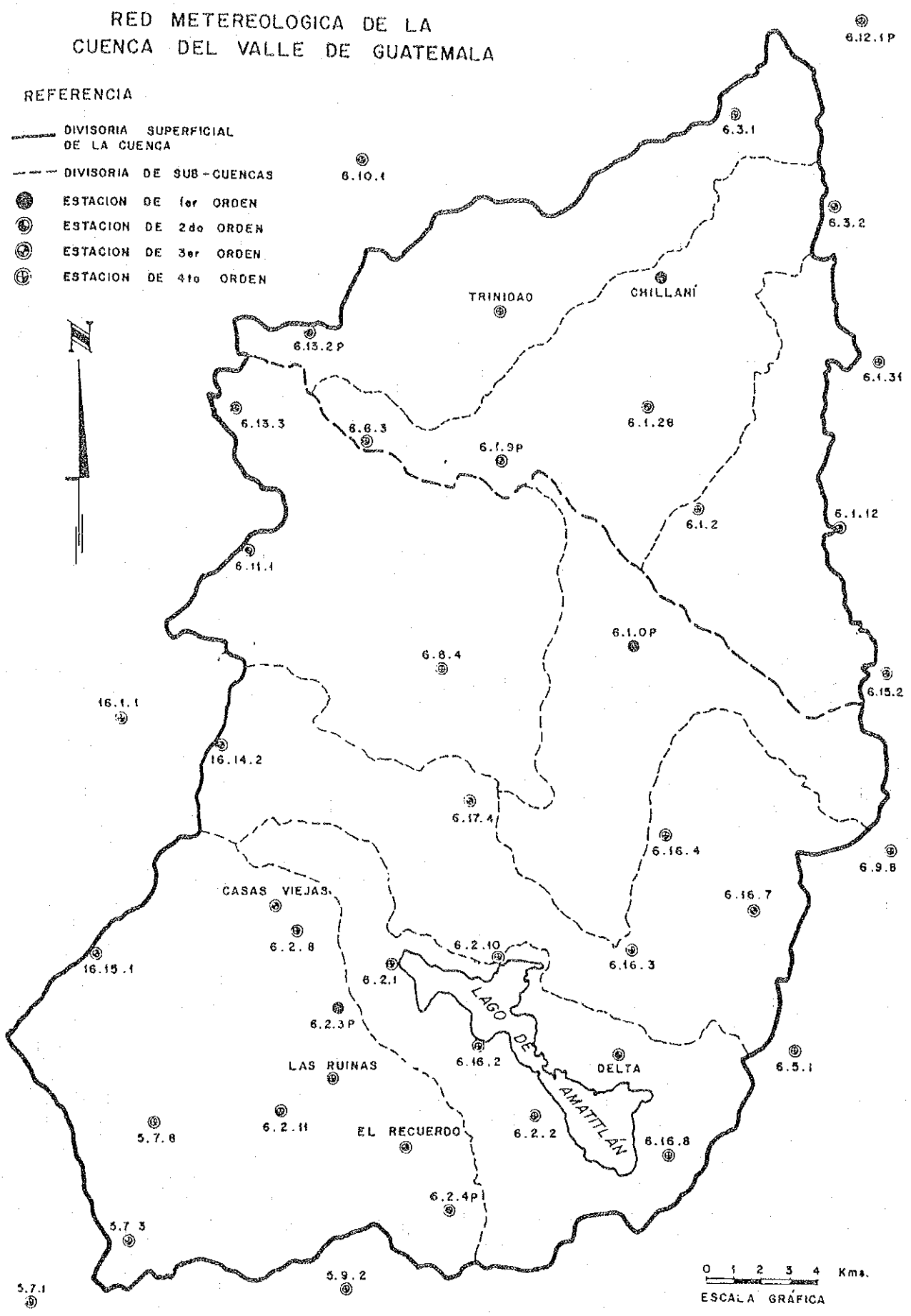
月別		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温(℃)	最高	22.9	25.4	26.0	27.5	26.6	24.9	23.7	23.5	22.9	24.2	22.2	22.6
	最低	11.9	13.7	14.7	15.8	16.4	16.2	15.7	15.2	15.4	15.4	13.7	11.9
	平均	17.4	19.7	20.7	21.7	21.3	20.6	19.7	19.4	19.2	19.8	18.0	17.3
降雨量(mm)		0.0	2.9	3.4	46.7	103.3	338.9	260.3	358.5	395.3	155.1	6.8	0.0

CUENCAS DEL VALLE DE GUATEMALA

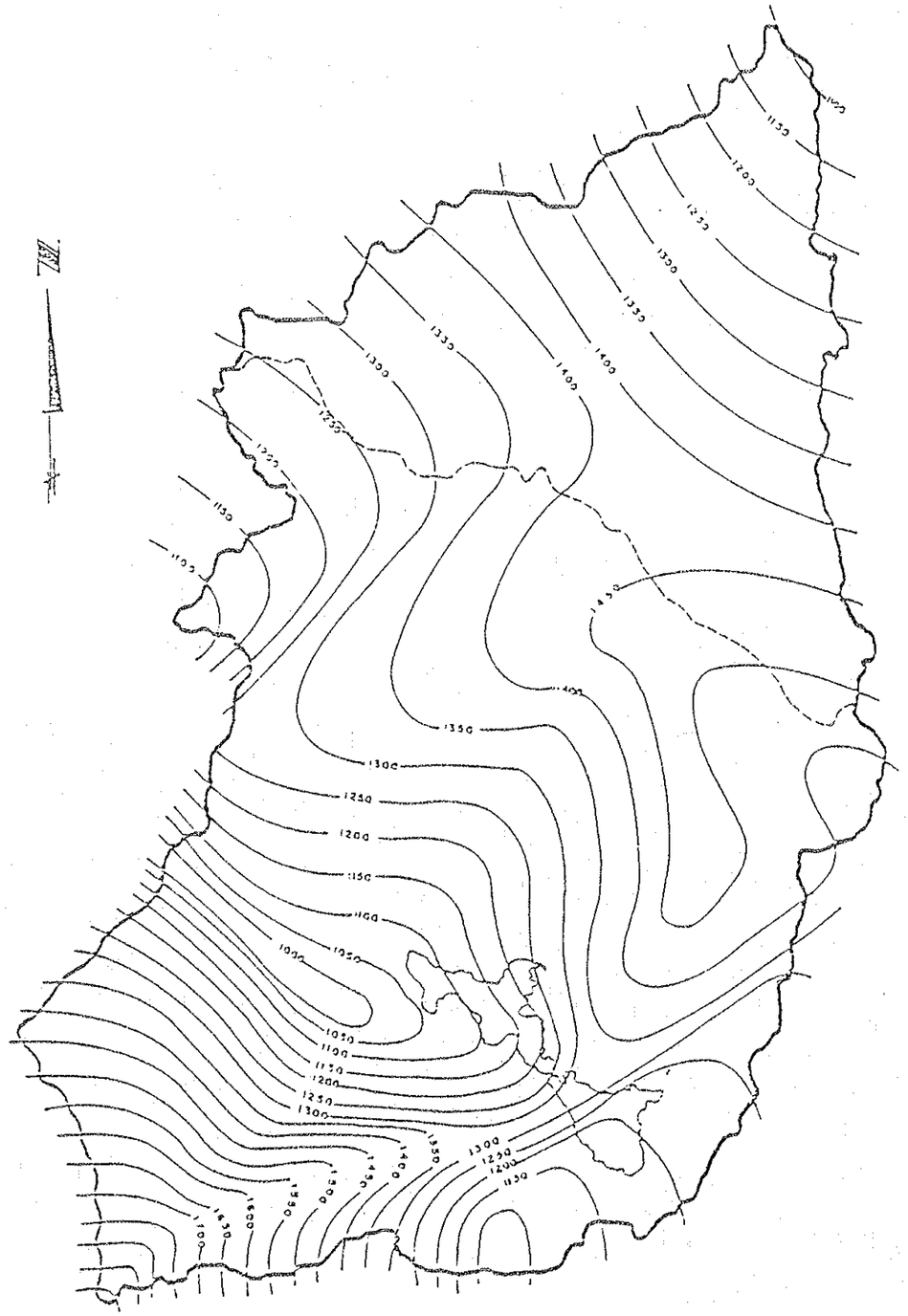
I - CUENCA DEL RIO LAS VACAS.

II - CUENCA DEL RIO MICHATOYA.

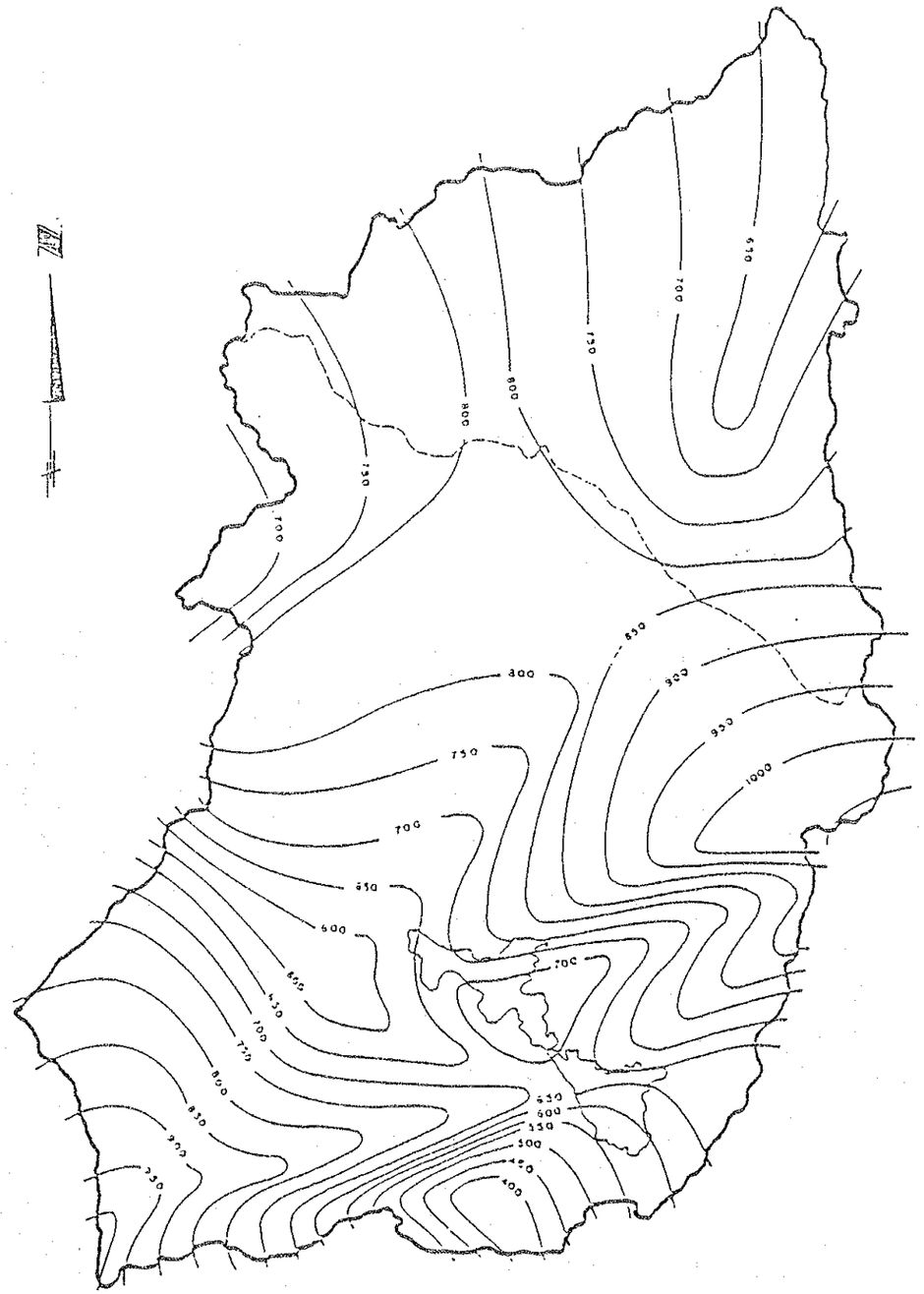



RED METEREOLOGICA DE LA
CUENCA DEL VALLE DE GUATEMALA
REFERENCIA
DIVISORIA SUPERFICIAL DE LA CUENCA
DIVISORIA DE SUB-CUENCAS
ESTACION DE 1er ORDEN
ESTACION DE 2do ORDEN
ESTACION DE 3er ORDEN
ESTACION DE 4to ORDEN
N
6.12.1P
6.3.1
6.10.1
6.3.2
TRINIDAD
CHILLANÍ
6.13.2P
6.1.31
6.13.3
6.6.3
6.1.28
6.1.9P
6.1.2
6.1.12
6.11.1
6.1.0P
6.8.4
6.15.2
16.1.1
16.14.2
6.17.4
6.16.4
6.9.8
CASAS VIEJAS
6.16.7
6.2.8
6.2.10
16.15.1
6.2.1
6.16.3
LAGO DE AMATITLÁN
6.2.3P
6.16.2
DELTA
6.5.1
LAS RUINAS
5.7.8
6.2.11
EL RECUERDO
6.2.2
6.16.8
6.2.4P
5.7.3
5.9.2
5.7.1
0 1 2 3 4 Kms.
ESCALA GRÁFICA

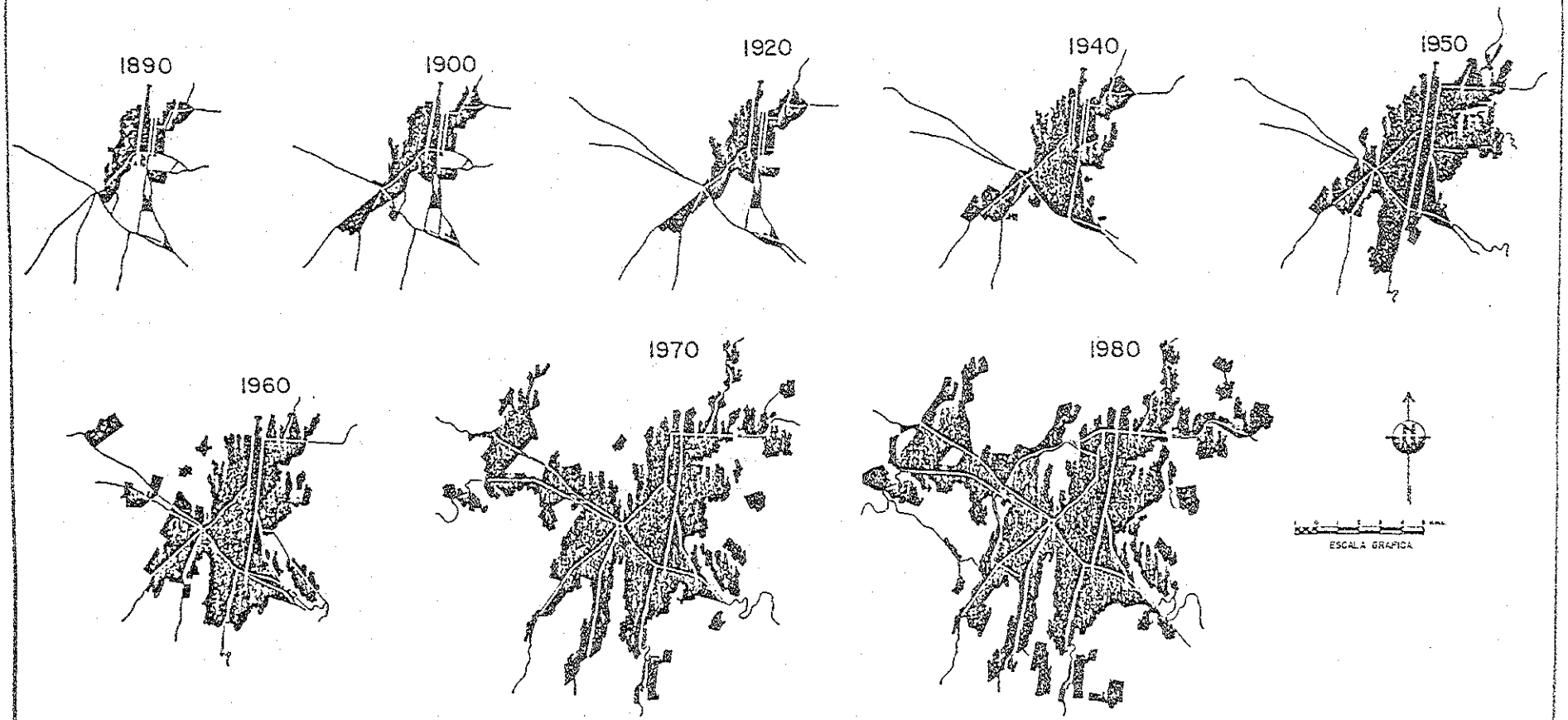
ISOYETAS AÑO HUMEDO 1970
VALLE DE GUATEMALA



ISOYETAS AÑO SECO 1972
VALLE DE GUATEMALA



PROCESO HISTORICO DE URBANIZACION



2. 社会経済状況

〔人口・人種〕 グアテマラの総人口は約770万人で，その約40％が都市に住む。首都圏の人口は約150万人で，中米では最大である。人口増加率は年率3％を越え，特に首都圏への人口集中が著しく，年率4％に達する。

グアテマラはラテン・アメリカ諸国中，原住民族の比率が最も高い国の1つであり，原住民（マヤ族）60％，混血30％，白人10％という人種構成になっている。

グアテマラ市人口予測例

(年)	(人)
1980	1,171,000
1985	1,463,000
1990	1,816,300
1995	2,237,700
2000	2,732,300
2005	3,301,600
2010	3,942,400
2015	4,645,600
2020	5,396,700
2025	6,175,400
2030	6,985,900

（PLMABAGより）

〔経済〕 グアテマラは中米5カ国中最大の人口を有し，多様な自然・条件がもたらす経済的ポテンシャルは高い。石油，ニッケル等の鉱物資源も豊かであるが，国の根幹は農業であり，総就業人口の50～55％，GDPの25％，総輸出額の50～60％を占める。

1970年代の後半平均年率5％を越える経済成長を維持してきたが，中米地域の政情不安による民間部門の投資意欲の減退及び一次産品不況などのため，80年以降成長率は低下してきている。政府は，経済規模の縮小を防ぐため，公共部門を急速に拡大したが，それは債務残高の増大，財政赤字を加速し，経済政策の自由度を狭める結果となった。

この国の輸出の大半は，コーヒー，綿花，砂糖，バナナなどの一次産品で占められており，植民地時代の遺制としてのモノカルチェア生産構造及びそれを支える強力な外国資本が，この国の経済発展の基盤となっている。グアテマラ経済は，これら産品の生産状況と国際価格に大きく支配される。これに対し，政府は，輸出産品の多角化を推進しており，近年では，石油や香料の輸出の伸びが著しい。

グァテマラ主要経済指標

A. 面積および人口

面　　積　108,889 km²
人　　口　770万人（1982年推計）
人口増加率　3.0％（1977−82年平均）

B−1　国内総生産

年	GDP（名目）（百万ケッツァル）	実質成長率（％）	GDP 1人当り（米ドル）
1972	2,101.6	7.3	377
1973	2,569.3	6.9	448
1974	3,161.5	4.7	523
1975	3,646.0	1.4	584
1976	4,365.3	8.0	679
1977	5,480.5	11.6	827
1978	6,070.5	3.1	888
1979	6,903.0	2.4	979
1980	7,879.4	2.7	1,085
1981	8,663.0	1.3	1,159

B−2　1人当りGNP（世界銀行による）

年	1人当りGNP（米ドル）
1975	570
1976	700
1977	830
1978	930
1979	1,010
1980	1,080

（注）数字は同年次の各国間比較のためのものであり，時系列でみた増減は経済成長と対応するものではない

C−2　主要産品

（単位：原油＝万バレル，その他＝千トン）

品目	1978	1979	1980	1981
コーヒー	327.6	350.0	355.3	320.5
綿花	323.1	344.1	315.9	243.2
バナナ	1,351.0	1,304.7	1,627.1	1,800.7
サトウキビ	10.4	9.4	10.8	11.4
トウモロコシ	1,970.5	2,044.8	2,166.8	2,393.7
いんげん豆	314.1	298.5	265.1	424.6
原油	−	−	150	164

K　消費者物価指数の推移（1975年＝100）

	1977	1978	1979	1980	1981
食料品	121.7	127.3	140.4	156.1	173.7
住宅	131.1	147.3	171.4	198.7	223.7
衣料品	147.1	163.2	181.9	194.7	218.4
交通費	107.7	112.6	119.0	139.3	155.4
総合	124.6	134.5	150.0	166.1	185.1
年間上昇率(%)	12.6	7.9	11.5	10.7	11.4

H. 為替相場

US$1.00＝1ケッツァルに固定

C−1　産業構造（産業別GDP構成比）

（単位：％）

産業部門	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
農林水産業	28.0	27.3	26.4	25.8	25.4	24.8	25.0
鉱業	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.2
製造業	15.1	15.6	16.0	16.2	16.4	16.7	16.1
建設業	1.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.2	3.6
電気・ガス・水道	1.4	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7
運輸・通信	6.4	6.5	6.5	6.6	6.7	6.9	6.9
商業	27.6	27.9	28.3	28.2	27.5	27.1	26.9
金融	2.6	2.6	2.9	3.0	3.4	3.4	3.5
不動産業	5.9	4.4	4.4	4.5	4.5	4.4	4.5
政府・国防	5.0	5.2	4.8	4.8	4.9	5.2	5.5
その他	6.6	6.0	5.9	5.9	6.1	6.1	6.1
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

D　労働力（産業別労働人口）

（単位：％）

産業部門	1977	1978	1979	1980	1981
総就業人口	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
農林水産業	50.7	53.6	53.0	53.1	54.1
鉱業	1.0	0.4	0.2	0.4	0.3
製造業	11.5	10.5	100	10.3	10.4
建設	4.0	5.2	5.1	5.1	2.8
電気・ガス・水道	1.6	1.2	1.2	1.4	1.4
商業	6.8	7.3	7.2	6.7	7.0
運輸・通信	2.3	2.1	2.1	2.3	2.3
その他サービス	22.1	19.7	21.2	20.7	21.7

G−2　金，外貨準備

	1977	1978	1979	1980	1981
金(百万トロイ・オンス)	0.507	0.515	0.522	0.522	0.522
SDR(百万ドル)	14.0	15.1	24.2	22.6	2.6
外貨準備（〃）	639.9	709.6	653.5	394.4	137.4
合計（〃）	690.3	763.2	718.4	466.8	171.8

F　貿易

	輸出	1978	1979	1980	1981	輸入	1978	1979	1980	1981
主要品目別（百万ドル）	輸出合計（百万ドル）	1,089.5	1,241.4	1,519.8	1,226.1	輸入合計（百万ドル）	1,390.6	1,503.9	1,598.2	1,673.5
	コーヒー	478.3	432.0	463.9	294.8	非耐久消費財	211.4	225.5	218.1	224.6
	綿花	141.7	192.4	166.1	130.9	耐久消費財	123.8	132.9	122.8	116.6
	バナナ	24.0	19.1	45.4	51.4	燃料・潤滑油	170.3	242.0	338.7	369.1
	カルダモン(香料)	27.4	49.2	55.6	34.3	中間財	425.7	458.2	523.7	542.1
	砂糖	44.2	53.5	69.3	85.2	建設用資材	86.2	100.6	92.6	99.9
	食肉	30.8	41.4	29.1	29.3	資本財	362.9	338.3	285.8	300.3
	豆類	12.9	16.4	37.0	30.6	うち（工業用）	(228.1)	(226.4)	(193.2)	(221.3)
	石油	−	−	23.7	22.1					
相手国別(%)	中米	24.9	25.1	29.2	29.1	米国	29.8	31.9	34.2	33.5
	エルサルバドル	(11.1)	(12.3)	(12.8)	(15.3)	日本	10.6	8.2	8.0	7.7
	ニカラグア	(3.5)	(2.5)	(6.3)	(5.6)	メキシコ	4.1	3.0	3.7	7.7
	ホンデュラス	(4.8)	(4.5)	(4.2)	(3.5)	ベネズエラ	7.4	7.3	9.9	6.8
	コスタ・リカ	(5.5)	(5.7)	(5.9)	(4.7)	西ドイツ	8.4	7.1	5.4	6.4
	米国	29.0	29.7	29.5	25.2	中米	16.2	18.3	13.6	11.6
	西ドイツ	12.5	8.7	8.3	8.2	エルサルバドル	(8.8)	(10.9)	(6.2)	(6.1)
	メキシコ	0.5	0.9	1.5	5.3	コスタ・リカ	(3.1)	(4.1)	(4.1)	(3.4)
	日本	6.7	8.0	2.8	4.9					
	輸出計	100.0	100.0	100.0	100.0	輸入計	100.0	100.0	100.0	100.0

G−1　国際収支の推移（単位：百万ドル）

	1977	1978	1979	1980	1981
経常収支	▲35.2	▲262.1	▲196.4	▲176.4	▲564.7
貿易収支	73.3	▲191.4	▲173.3	47.2	▲240.9
輸出 FOB)	1,160.2	1,092.4	1,221.4	1,519.8	1,299.1
輸入(FOB)	1,086.9	1,283.8	1,394.7	1,472.6	1,540.0
サービス収支	▲204.3	▲186.4	▲149.8	▲333.4	▲414.7
移転収支	95.8	115.6	126.7	109.8	90.9
長期資本収支	190.2	256.3	273.8	244.2	551.3
直接投資	77.6	105.4	102.3	95.4	127.0
政府・民間	66.4	101.9	129.4	106.1	388.0
その他	46.2	48.9	42.1	42.6	36.3
短期資本収支	11.9	85.7	▲76.2	▲309.1	▲137.2
誤差脱漏	11.7	11.1	▲16.1	▲8.3	▲29.6
総合収支	178.7	68.8	▲15.1	▲249.6	▲180.1

I　財政収支の推移（単位：百万ケッツァル）

	1978	1979	1980	1981
経常収入	661	668	747	746
租税収入	621	621	678	656
その他	40	47	69	90
経常支出	476	540	678	720
経常収支	185	128	69	26
資本支出	323	382	578	753
投資	259	310	438	591
債務返済	64	72	140	162
財政収支	▲138	▲254	▲509	▲727
資金調達	138	254	509	727
国内	37	122	391	646
海外	101	132	118	81

L　対外債務残高　（単位：百万ドル）

	1976	1977	1978	1979	1980	1981
総対外債務	588	669	821	934	1,057	不詳
政府保証付						
公共及び民間債務	233	296	391	511	609	800
その他民間債務	355	373	430	423	448	不詳
元利返済	20	22	24	31	35	45
元本償還	14	14	14	18	19	25
利払い	6	8	10	13	16	20
デット・サービス・レシオ(%)	3.4	1.9	2.2	2.5	2.3	3.5

<参考>

(1) DAC諸国による対グアテマラ政府間援助実績

(1981年，支出純額ベース)

<総額 31.4百万ドル>

米国	西独	日本	蘭	その他
57.3%	18.6%	6.3%	4.9%	12.9%

内 訳

政府貸付

<総額 6.6百万ドル>

米国	加	西独
90.6%	5.3%	4.1%

無償資金協力

<総額 11.9百万ドル>

米国	西独	蘭	その他
75.6%	8.7%	7.8%	7.9%

技術協力

<総額 12.9百万ドル>

西独	米国	日本	オーストリア	その他
35.2%	23.3%	15.4%	10.6%	15.5%

(2) 米州開発銀行による対グアテマラ援助

分野別実績（1961年 81年累計）

分野	金額（百万ドル）	構成比（%）
環境・衛生	195.0	33.6
エネルギー	177.8	30.7
農水産業	80.6	13.9
運輸・通信	57.8	10.0
都市開発	23.9	4.1
鉱工業	20.9	3.6
教育・科学・技術	17.9	3.1
観光	5.8	1.0
計	579.8	100.0

③ 中米経済統合銀行による対グアテマラ援助
分野別実績（1961年―81年6月）

分　　野	金　　額（百万ドル）	構成比（%）
インクラ建設	98.1	29.2
電気・水道	95.0	28.2
住　　宅	43.1	12.8
運輸・通信	25.5	7.6
観　　光	23.0	6.8
製造業	21.7	6.4
金　　融	15.4	4.6
鉱　　業	6.2	1.8
農林水産業	0.6	0.2
その他サービス	7.9	2.4
計	336.6	100.0

注）②，③の分野は，それぞれの銀行の統計に準じた。

〔その他〕　総人口の3分の2以上を占める貧困階層の大部分は，原住民であるマヤ族から成る。彼らは，独自の宗教・文化・社会風俗・習慣を堅持し，主に地方の農村地帯に住み，白人やladinoと呼ばれる混血とは，隔絶した生活を営んでいる。都市における彼らの居住地の環境は劣悪であり，特に，生活用水の不足・水質の悪さから消化器系の病気の罹患率が高い。

第3章　開発計画

1. グアテマラ市水供給基本計画，緊急計画 I

〔グアテマラ市水供給基本計画〕　グアテマラ市水供給基本計画（PLAMABAG）は，米州開発銀行（BID）の無償資金援助を得て実施された調査に基き，1982年5月に策定された。この計画は，2010年を目標年次として，グアテマラ市の水不足を解消することを目的としており，2つの緊急計画と3つの長期計画から成る。概要は，次のとおりである。

・2010年　首都圏水需要諸元

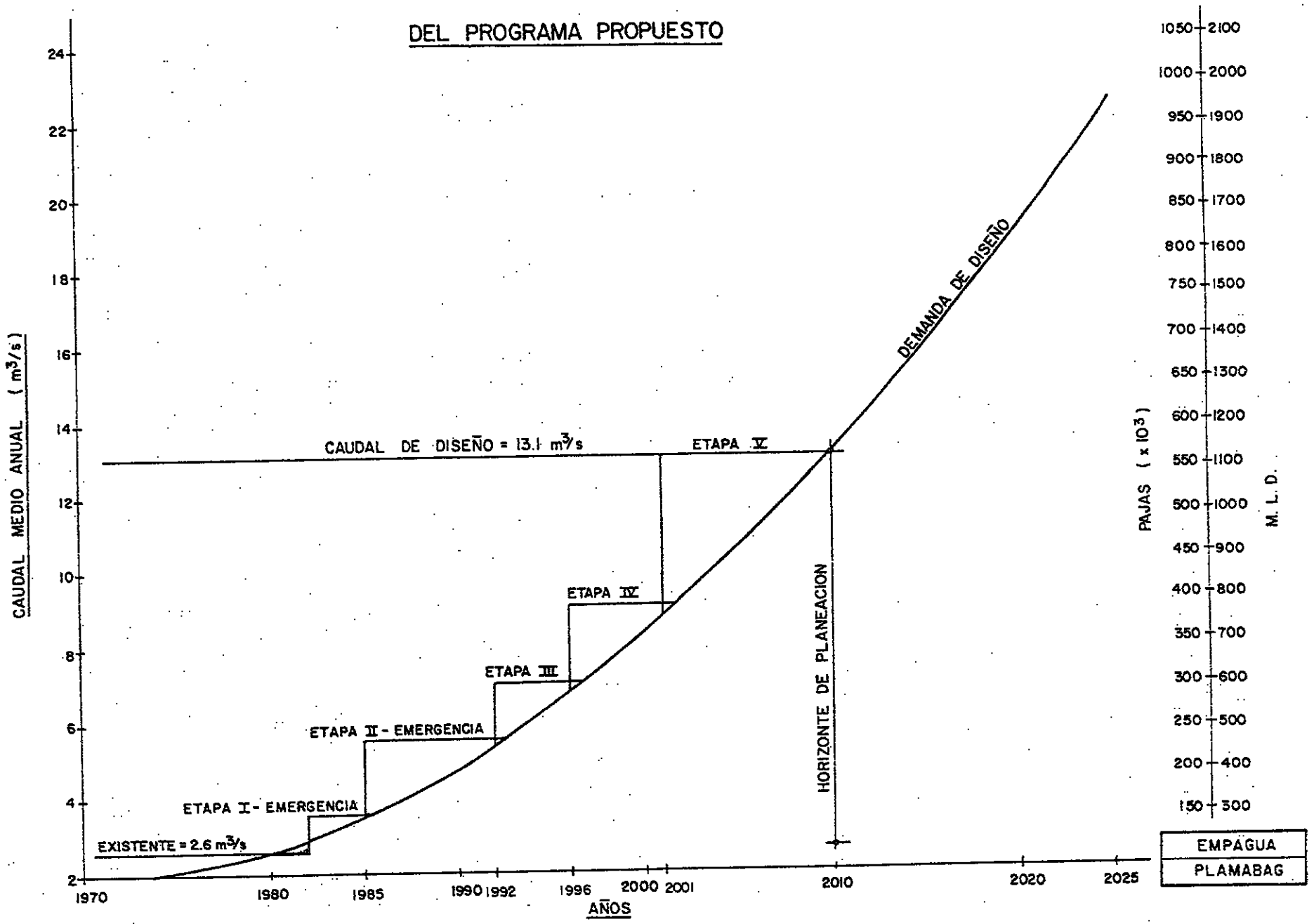
人　口：394.2万人（現在150万人）

水需要：13.1 m³／秒（現在2.6 m³／秒）

・PLAMABAG概要

＊費用は1981年価格

			開発水量（m³／秒）	工　期	運　転開始年	投資総額（百万Q）	運　転コスト（百万Q／年）	累積運転コスト（百万Q／年）
緊急計画	I	グアテマラ市峡谷地下水	1.0	1982-1985	一部 1983	20.85	3.54	
	II	Xaya Pixcaya(表流水) Guacalate（表流水） Guacalate（帯水層）	0.6 0.4 1.0	1985-1992	一部 1986	65.31	5.68	9.22
長期計画	III	Alto Motagua（夏・表流水）	1.5	1987-1993	1992	137.52	2.35	11.57
	IV	Alto Cuilco（夏・表流水）	2.0	1991-1997	1996	225.54	3.45	15.02
	V	Alto Cuilco Alto Motagua（ダム）	1.0 3.0	1996-2002	2001	159.69	3.94	18.96
		計	10.5			608.91		


DEL PROGRAMA PROPUESTO
CAUDAL MEDIO ANUAL (m³/s)
PAJAS (x 10³)
M. L. D.
DEMANDA DE DISEÑO
CAUDAL DE DISEÑO = 13.1 m³/s
ETAPA V
ETAPA IV
ETAPA III
ETAPA II - EMERGENCIA
ETAPA I - EMERGENCIA
EXISTENTE = 2.6 m³/s
HORIZONTE DE PLANEACION
AÑOS
1970
1980
1985
1990
1992
1996
2000
2001
2010
2020
2025
EMPAGUA
PLAMABAG

〔緊急計画Ⅰ〕 緊急計画Ⅰの目的は，グアテマラ市峡谷の地下水資源の計画的開発利用によって，1988～1992年のグアテマラ市の水需要を満たすことである。開発コストが小さく，しかも短期間で開発可能なため，PLAMABAGの第一段階として選定されたこの計画は，市中央部分水嶺南部の東西14Km，南北6Kmの帯状地区を計画対象地域とし，40本の井戸を掘り1.0m³／秒の地下水を新規に10～15年にわたって揚水しようとするものである。この計画対象地域は，(1) 消費地にできるだけ近いこと，及び (2) 峡谷南端に位置するAmatitlan湖の水位に顕著な影響を与えないこと，という二つの基準により選定された。揚水された地下水は，いくつかのサブシステムにまとめられ，既存の水道施設に接続される。

井戸の諸元及び計画にかかる費用概要は，次のとおりである。

・井　戸：生産井　33本　　予備生産井　7本

パイプ径　12インチ

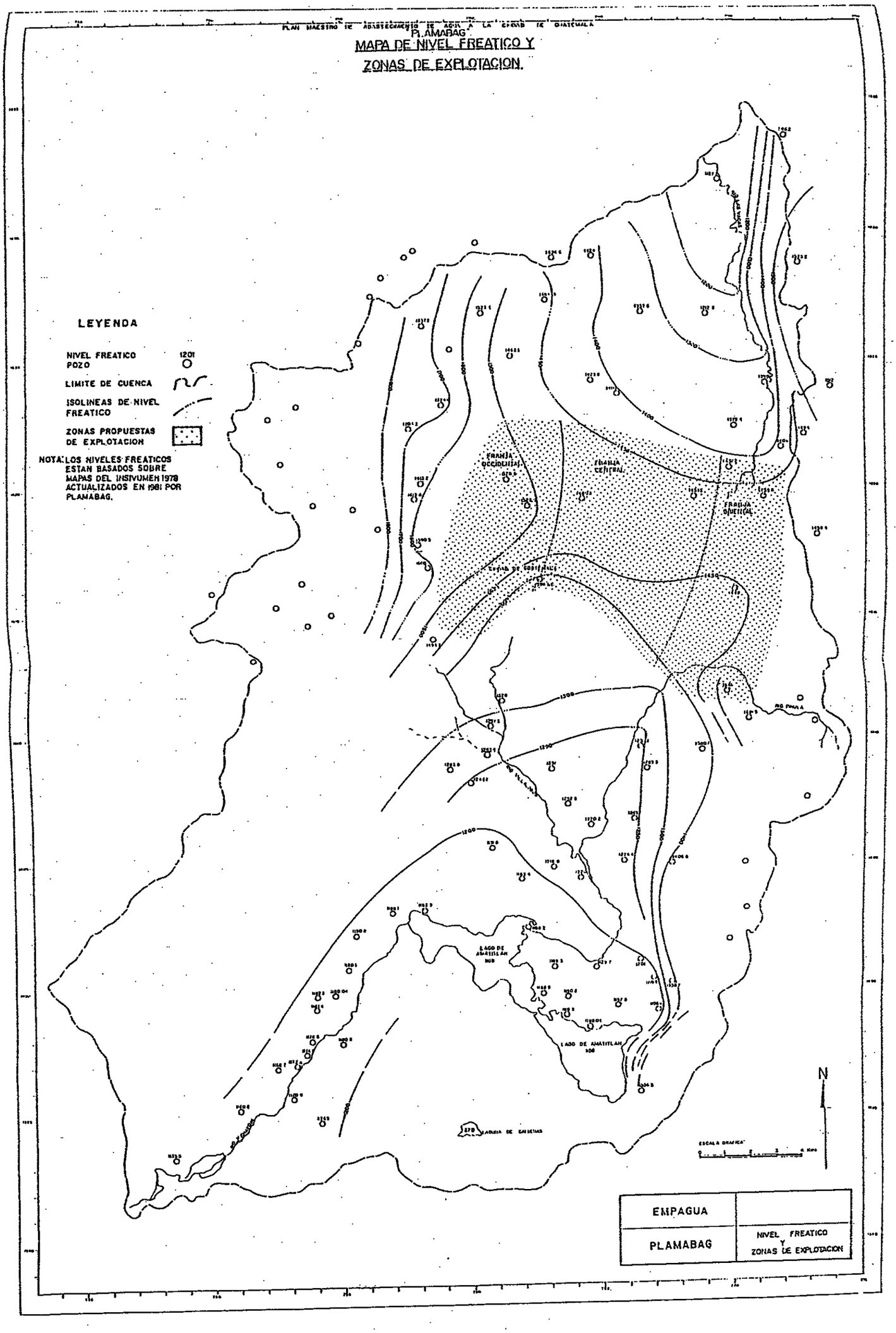
深さ　250m

揚水量　30ℓ／秒

・費　用　　（単位 1,000 ㊀　1981年価格）

	投資額	年間資本回収負担額	年間運転コスト	年間総費用
揚水施設	13,806	2,028	3,480	5,508
接　続	7,044	852	61	913
計	20,850	2,880	3,541	6,421

・原水単価　0.204 ㊀／m³


PLAN MAESTRO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE GUATEMALA
PLAMABAG
MAPA DE NIVEL FREATICO Y
ZONAS DE EXPLOTACION.
LEYENDA
NIVEL FREATICO
POZO
1201
LIMITE DE CUENCA
ISOLINEAS DE NIVEL FREATICO
ZONAS PROPUESTAS DE EXPLOTACION
NOTA: LOS NIVELES FREATICOS ESTAN BASADOS SOBRE MAPAS DEL INSIVUMEH 1978 ACTUALIZADOS EN 1981 POR PLAMABAG.
FRANJA OCCIDENTAL
FRANJA CENTRAL
FRANJA ORIENTAL
LAGO DE AMATITLAN
N
EMPAGUA
PLAMABAG
NIVEL FREATICO Y ZONAS DE EXPLOTACION

2. その他　（付録収集一覧参照）

(1) INSIVUMEHによるグアテマラ市峡谷地下水調査

上述のPLAMABAGに先立ち，INSIVUMEHにより，グアテマラ市峡谷全域における地下水の調査が行われた（1978年11月最終報告書提出）。開発計画の策定を直接の目的とはしない基礎調査であるが，既存データの収集，踏査，電気探査などにより，気象・水文から，水理地質学的特性・地下水位・井戸の概要に至るまで，地下水に関する包括的な調査となっている。

しかし，その後の調査によれば，この調査は，自然涵養量を過大評価し，あるいは，分水嶺北部の開発可能性を過小評価しているなどといわれており，調査結果を参考にする際には，慎重な検討が必要である。

(2) 北部地域における鑿井計画

(1)のINSIVUMEHによる調査及びPLAMABAGにおいては，分水嶺以北の開発可能性は小さいといわれていたが，Dr. Muñoz の意見に基づき Cuenca Norte で鑿井した結果，かなりの揚水量があった。この計画は，それらの成果をとりまとめ，北部における地下水の開発可能性に言及したものである。① 市街地は，峡谷北東方向にも，発展しつつあること，及び ② 北部での揚水は，Amatitlan 湖の水位へ与える影響が比較的少ないと考えられること，以上の2点からも検討に値する報告であると言える。

(3) 配水網整備計画

北西部を中心とする配水網の整備・合理化計画の F／S がフランスのコンサルタント SOGREAH によって行われており，1985年2～3月に最終報告書が出る予定である。この報告書には，EMPAGUA の財政や機構の改革に関する提言も盛り込まれる。

(4) 南部流域の下水整備計画

1つの巨大な処理場によるものと，22の小さなプラントによるものとの2つの計画がある。後者は処理水を灌漑に利用し，農地に浸透させる方式をとっている。Amatitlan 湖の保全，地下水の Recharge の方法などに関し，参考となる。

第4章　現地調査

1.　現地踏査

現地踏査は，12月6日～9日及び12日・13日の全日内至半日を費して以下の目的で行われた。

① グアテマラ市峡谷の地形・地質及び土地利用の把握

② 井戸及びその他の水道関連施設の現況の把握

③ 水利用を中心とする住民の生活実態の把握

④ ①～③に基づく本格調査実施方針の検討（調査対象地域選定のための検討を含む）

(1)　土地利用等

＊地形・地質概要については「第2章の1，自然状況」参照

グアテマラ市の市街地（205 km²）は23のZonaより構成されており，市の中心部より約1 km²南側を西北西から東南東にかけて分水嶺が走っている。市の中心部Zona 1, 3, 4, 8, 9から成る東西2 km南北5 kmの地域は，グアテマラ国全体の中枢でもあり，政府機関やグアテマラ市の官舎などのビルが建ち並び，土地利用の高度化が進んでいる。道路はよく整備されており，市の中心から放射状に伸びる幹線道路に沿って，Colonia と呼ばれている住宅地が続いている。これは，大規模な私営の賃貸内至分譲住宅地のようなものであり，その中には一定の比率で必ず公有地を残すことが法令で定められており，教会，公共市場，公園などの公共施設が確保されている。グアテマラ市峡谷には300を越えるColoniaがあり，中流の都市労働者の多くがそこに居住している。特に市の北西部（Zona 7, 11, 19)には，Coloniaが集中し，大住宅地を形成している。年率4％といわれている首都圏の人口増加に対処するため，グアテマラ市は，北部（Zona 6）をはじめとして，大規模な宅地開発を推進している。

分水嶺を境にして北側，カリブ海に注ぐ川に，La Barranca，Las Vacas，Contreras（北部でLas Vacasに合流）などがあり，南側，Amatitlan湖を経て太平洋に注ぐ川に，Villalobos，Pinulaなどがある。これらの河川によって，峡谷は50 m～80 mの深さで，南北方向に浸蝕削谷されている。市街地は，20あまりのこれらの「溝」で鋭く分断されており，周辺部の高台から見渡した市街地の地勢は，グランドキャニオンを彷彿とさせる。市の中心部から東西あるいは北へ5 kmほど進むと山地が迫り，削谷の深さも増し，地形は更に急になる。僅かに残った台地やその下方の狭窄部などの猫の額のような平地にインディオを含む低所得者層の居住地がある。急斜面の地層は，石灰岩の露頭が見られる北部丘陵地域を除き，ほとんどが火山性の砕屑堆積物より成る。

市の南部よりAmatitlan 湖へ至る南北15 km，東西15～20 kmの地域は，北から南へ比較的なだらかな斜面となっている。土地はやせており，人家もまばらであるが，とうもろこし，まめ（黒まめ）などの畑や，コーヒーの農園などが所々にある。市の西南部，Villalobos 川以西には，土や岩が露出した荒地が続いており，インディオたちの小さな家屋が西側斜面に延々と並びかなり大きな集落を形成している。

河川の渇水流量は総じて少なく，乾季（1月～4月，11月・12月）には涸れ河となるものもある。北部流域は，無処理で排出される市街地からの下水（南側住民の約 20 万人の生活排水を含む）により汚染が進んでいる。南部流域では，Amatitlan 湖の水質保全を目的として，南に向かう下水集水管の建設を禁止するなど汚染防止の努力が続けられてきたと言われているが，実際には，灌漑排水やコーヒー工場の廃液，南西部大集落からの生活排水，土壌流出などにより，特に乾季においては，表流水は茶褐色に汚濁し，悪臭を放っている。なお，生活関連のゴミは，西南部や西北部の谷に無処理で投棄されている。

(2) 井戸，水道関連施設

〔井戸〕グアテマラ市峡谷には約 300～350本の井戸があり，そのうち約 60 本をEMPAGUAが所有しており，残りは，工場・ホテル・民家などが私有している。EMPAGUA の推定によれば，これらの井戸によって，45～50百万m³／年の地下水が利用されており，そのうちEMPAGUA の使用量は 25 百万m³／年である。

EMPAGUAの井戸は，南部OJO DE AGUAのものを除き，市街地内至その周辺部に位置しており，特に市の北西部の住宅地に十数本の井戸が密集している。

DISTRIBUCION DE LOS POZOS PERFORADOS DE ACUERDO A SU USO （私有井戸を含む）

USO	AREA TOTAL DEL PROYECTO		CUENCA SUR		CUENCA NORTE	
	Número total de pozos	Porcentaje del total	Número de pozos	Porcentaje	Número de pozos	Porcentaje
Potable	180	50.6	89	41.8	91	63.7
Industrial	76	21.3	56	26.3	20	14.0
Riego	23	6.5	19	8.9	4	2.8
Otros	15	4.2	10	4.7	5	3.5
En desuso temporal	63	17.4	39	18.3	23	16.0
TOTAL	357	100.0	213	100.0	143	100.0

市街地における井戸のほとんどは，大通りの中央分離帯の中に設けられている。100 ㎡～150 ㎡の敷地を金網で囲み，その中に井戸，ポンプ，濁水溜め，電気系統設備，及び井戸番用の小屋などが収まっている。市街地から少しはずれた住宅地では，同様の施設が Colonia の一画の公共用地内に設けられている。市の郊外の井戸は，丘陵地帯の浄水場などの水道施設のある敷地内にある程度の間隔（30 m～200 m）を置いて数本ほどまとめて設けられている場合が多い。市街地型の井戸として，EL RODEO，EL MAESTRO 及び HOTEL EL DORADO付近の民間の井戸などを，住宅地型の井戸として，PRIMERA Y PRIMERA，PRIMERA Y TERCERA 及び PROYECTO 4—3 地区の井戸群などを，そして郊外型の井戸として，PLANTA LA BRIGADA（浄水場），OJO DE AGUA（湧水・水源地），DIAMANTEなどの井戸群を今回の調査において観察した。井戸の主な諸元は次のとおりである。

・典　型

揚水量	25 ℓ／秒	cf. EMPAGUA の生産井としての要件は，揚水量≧ 100gallon／分（＝ 6.8ℓ／秒）以上である
深　さ	220 m	
ケーシング直径	8インチ	
静水位	50 m	
動水位	120 m	
ポンプ位置	125 m内外	
ストレーナ位置	125 m以深	
水　質 PH	6.8	
水　質 EC	200 μv／cm	
水　質 水温	23 ℃	
工　期	1.5カ月	
工　費	93,000 ㎌	1981～82 EMPAGUA が北部で DAHOと契約した12本の井戸の平均 cf. 契約条件により，これより 20～40%は安くなると言われている。

このように，少なくともEMPAGUA所有の井戸は，概して満足すべき揚水量を有していると言えるが，

ポンプ等の維持管理の不備

適正揚水量を超える揚水

民間の井戸の濫開発

1976年の大地震

などの原因により，使用不能となったり，揚水量の低下を生じている井戸も少なくない。1984年の9月頃より，これらの井戸のリハビリテーションが一部試みられたが，具体的な成果は今のところ特にない。

また，EMPAGUAの井戸のほとんどは，直接，配水網に接合されているが，配水管との水圧関係で，適正な揚水量を下回る揚水しかなされていない井戸もある。

〔その他の水道関連施設等〕

今回の調査では，PLANTA LA BRIGADA，PLANTA DE BOMBEO，OJO DE AGUAなどの浄水場や水源地，及びLas Victorasの共同水栓などを視察した。これらの施設，特にPLANTA LA BRIGADAの浄水場などは比較的よく整備・運営されている。むしろ問題なのは，有収水率36％という数字に示されている通り，漏水及び未収水が極端に多いということである。量水計が十分に機能していないことに加え，老朽化した配水管が1976年の地震で一部破損し，その復旧が行われていないことがその主な原因である。（なお，WHOは，漏水対策専門家を1985年1月にグアテマラ市に送り，EMPAGUAと協力させる予定である。）また，配水網がこのような状態にあるため，浄水場で浄化し，あるいは水質の良い地下水を送水しても，滞留による塩素含有率の減少や配水管への汚濁物の混入などによって，安心して飲むことのできない水となっている。

ホテルや官舎及び中流以上の家庭には，水道は十分に普及しており，水質の悪さや1日8～16時間の断水などの問題はあるにせよ，生活に必要な最低限の水量は確保されていると言える。加えて，飲料水は，17ℓ 1.07㌦の水売り商人の水や，ビン入りの炭酸水などが潤沢にあり，経済的に余裕のある社会階層の水不足による困窮度は，さほど深刻ではない。一方，首都圏の人口の約半分を占めるマヤ族や，その他の低所得層に与える水不足の影響は甚大である。彼らの生活用水の供給源として，30～200戸当たりに一カ所の割合で，共同水栓が設けられている。「一カ所」とは言っても，ちょろちょろと水が出る蛇口が一つあるだけで，飲料水の需要を満たすのが精一杯である。また，市の南西部などでは，共同水栓さえない地域に住むインディオの婦女子が水を入れた素焼きの瓶を頭に載せて運ぶ光景が時折みられる。

PLAN MAESTRO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE GUATEMALA

"PLAMABAG"

CUENCA DEL VALLE DE GUATEMALA

LISTA DE POZOS

1. EL MOLINO 1
2. EL MOLINO 2
3. EL MOLINO 3
4. EL MOLINO 4
5. EL MOLINO 5
6. SAN JOSE LOS PINOS
7. BRIGADA BELEN BANVI
8. BELEN 1
9. BELEN 2
10. BELEN 3
11. CAROLINGIA DAS.
12. CAROLINGIA L. DE JULIO N. 4
13. FLORIDA 1
14. PLANTA LA BRIGADA N. 1
15. PLANTA LA BRIGADA N. 2
16. PLANTA LA BRIGADA N. 3
17. PLANTA LA BRIGADA N. 4
18. PLANTA LA BRIGADA N. 5
19. PLANTA LA BRIGADA N. 6
20. FILTROS BRIGADA 1
21. FILTROS BRIGADA 2
22. EL RODEO 2
23. EL RODEO 3
24. CIUDAD SAN CRISTOBAL 1-2
25. CIUDAD SAN CRISTOBAL 9
26. CIUDAD UNIVERSIDAD N. 3
27. DAS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
28. CIUDAD DE PLATA 2
29. TALLERES MUNICIPALES 2
30. CIUDAD DE PLATA 1
31. SAKERTI DAS
32. PRIMERA Y TERCERA
33. PRIMERA Y PRIMERA
34. PARQUE COLON
35. SANTO DOMINGO 6
36. PARQUE HASTED
37. DIAGONAL 6
38. HOSPITAL MILITAR
39. REFORMA
40. BOULEVARD LIBERACION
41. AV. LAS AMERICAS
42. EL ROSARIO
43. ATLANTIDA
44. PARQUE NAVIDAD
45. DURALITA ZONA 6
46. AGUA BONITA
47. PUERTA PARADA DAS
48. OJO DE AGUA ANEXO 1
49. OJO DE AGUA ANEXO 2
50. OJO DE AGUA ANEXO 3
51. DIAMANTE 1
52. DIAMANTE 2
53. DIAMANTE 3
54. DIAMANTE 4
55. DIAMANTE 5
56. DIAMANTE 6
57. DIAMANTE 7
58. DAS EL CARMEN GUILLEN

CIUDAD DE GUATEMALA

LAGO DE AMATITLAN

LAGO DE AMATITLAN

LAGUNA DE CALDERAS

EMPAGUA	
PLAMABAG	LOCALIZACION DE POZOS DE EMPAGUA EXISTENTES

Características y estado de pozos

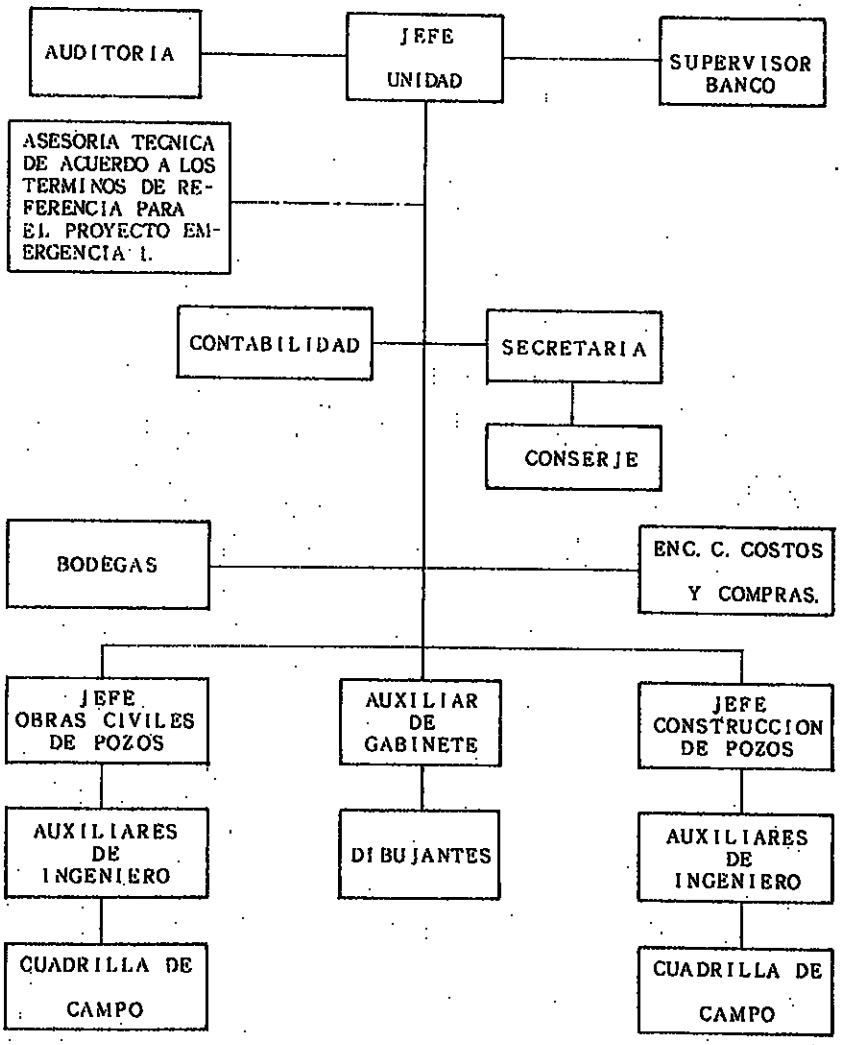
Pozo No.	Nombre	Coordenadas E/N	Altitud msnm	Diámetro pulg Ø	Profundidad (m)	Profundidad N.h. (m)	Caudal m^3/h	S Abatimiento (m)	Q/s Capacidad específica	T Transmisibilidad m^2/d	S Coeficiente almac.	Acuífero	Año Perforación	mes/año de prueba bombeo	Observaciones
1	El Molino I	75863/161883	1600.39	8	301.75	22.86 (11/68)	62.46	21.34	2.93	79	0.14	Arena y pómez	1970	4/70	
2	El Molino 2	75858/161890													
3	El Molino III	75850/161887	1698.74	8	301.75	23.75	56.78	78.93	0.72				1970		
4	El Molino 4	75857/161879		8											
5	El Molino 5	75871/161881		8											
6	San José Los Pinos	75820/162122		8	182.88	64.00	40.88	56.69	0.72		0.56			3/74	
7	Brigada Belén Banvi	75911/162006		9	243.84	64.00	40.43	123.44	0.36					11/79	
8	Belén 1	75915/162097	1659.49	8											
9	Belén 2	75915/162091	1657.7	8								Arena gruesa y pómez	1970	4/70	
10	Belén 3	75906/162085	1659.38	8	261.52	73.71	68.14	14.36	4.75	80					
11	Carolingia Dos	76029/162283		8	225.60	65.57	36.37	15.72	2.31	25				11/77	
12	Colonia 10. de julio No.4	76129/162241		8	178.31	51.82	73.81	5.18	12.74					12/68	
13	Florida 1	76096/162139	1607.63	8	280.49	39.41 (4/70)	45.42	75.15	0.62		0.06			11/70	Arena y algo de pómez
14	Planta La Brigada No.1	76102/162036	1610.98	6	213.36	86.87 (5/74)	72.45	38.71	3.60	38	0.40	Arena		5/68	
15	Planta la Brigada No.2	76115/162046	1610.87	8	182.88	81.08 (5/68)	65.87	54.56	1.21	67				5/68	
16	Planta la Brigada No.3	76171/162036	1607.44	8		87.10									A profundidad 201.2 m, conglomerado, andesita y pómez
17	Planta la Brigada No.4	76114/162036	1607.45	8		28/11/79									
18	Planta la Brigada No.5	76106/162029	1604.78												
19	Planta la Brigada No.6	76108/162039	1605.03												
20	Filtros La Brigada No.1	76174/161994	1589.11	8	315.77	43.54 (8/3/70)	68.14	3.96	17.20	285		Arena y Pómez		1970	
21	Filtros La Brigada No.2	76182/161995	1590.34	8	291.08	43.16 (29/1/68)	68.14	5.48	12.41					1968	
22	El Rodeo II	76174/161944	1592	8	204.21	63.14	42.70	9.51	4.49	190				3/76	
23	El Rodeo III	76164/161951	1600	8	173.73	64.08	40.80	38.56	1.04	35				3/76	
24	Ciudad San Cristobal II-I	75960/161562	1503	12	121.92	24.54	37.47	2.41	15.55	335	0.30			10/76	
25	Ciudad San Cristobal 9	75965/161456	1480	8		26.88	51.10	33.53	1.52					5/70	
26	Ciudad Universitaria No.3	76370/161382	1485	6	146.30	28.39	93.27	15.45	1.83	95	0.05				
27	Dos Universidad San Carlos	76370/161382	1485	6	152.50	93.55	46.56	1.25	37.25	750	0.08			10/76	
28	Ciudad de Plata 2	76419/161492		8	326.14	71.63 (12/68)	19.30	111.25	0.16					1968	121.92 m de profundidad no hubo circulación de lodo; 121.92 metros roca
29	Talleres Municipales II	76375/161653	1529	8	229.21	53.39	68.14	45.97	1.48	60				5/68	
30	Ciudad de Plata 1	76418/161975		8	198.12	80.91 (5/68)	9.08	74.67	0.12			Arena y Pómez			
31	Sakerti Dos	76585/162135	1499	8	177.00	129.54 (8/72)	15.23	21.50	0.71					5/68	
32	Primera y Tercera	76765/162072	1492	8	243.84	54.86 (5/68)	66.32	26.82	2.47		0.22				
33	Primera y Primera	76735/162078	1497.80	8								Roca Fracturada		1970	
34	Parque Colón	76845/161975	1487.79	8	182.88	40.98	68.14	11.89	5.73	75					
35	Santo Domingo 6	76851/161979	1789.08	8	182.88	31.48 (16/5/68)	80.17	14.57							
36	Parque Pasted	76846/161639	1499.03	8	304.80	45.17 (4/70)	74.94	45.72	1.62	297		Arena			
37	Diagonal 6	76834/161545	1501.96	8	226.80	47.24 (4/3/70)	60.14					Roca Fracturada		1970	
38	Hospital Militar	76818/161618													
39	Reforma	76756/165050		8	243.84	50.28 (16/4/75)									
40	Boulevard Liberación	76705/161787		10	185.93	53.34	68.14	71.22	0.95	160					
41	Avenida Las Américas	76740/161460		10	184.00	55.47	43.15	47.85	0.90						
42	El Rosario	77326/162406		6	152										
43	Atlántida	77167/162138	1482.71	8		75.53 (20/5/75)									
44	Parque Navidad	76765/162072	1495.39	8	230.43	54.86 (5/68)	66.32	26.82	2.47		0.22	Arena con algo de limo y pómez		1968	
45	Duralita Zona 6	76993/162224		8	225.86	90.64	12.20	86.10	0.12		0.26			3/69	
46	Agua Bonita	77193/161330		6	34.67	27.81 (3/12/74)									Acuífero colgante, estando seco en 24/4/81
47	Puerta Parada Dos	77356/161084		6	209.00	37.61	0.04	45.43	5.65	443				6/78	
48	Ojo de Agua Anexo 1	76340/160760		3/4	27.13	0.69 (24/3/75)									
49	Ojo de Agua Anexo 2	76315/160797		Vari.	41.73	0.53 (6/5/75)									
50	Ojo de Agua Anexo 3	76350/160766		3/4	80.38	7.23 (2/6/75)									
51	Diamante 1	76300/160721	1248.55	16	128.02	18.29 (19/3/70)									
52	Diamante 2	76307/160720		16											
53	Diamante 3	76303/160728	1248.17	16	312.72	22.16 (6/11/74)									
54	Diamante 4	76298/160728		16											
55	Diamante 5	76302/160695		12	158.49	9.14 (3/68)	151.25	3.66	124.14	38.0					
56	Diamante 6	76304/160664		6	182.88										
57	Diamante 7	76315/160730		16		2.55 (6/11/79)									
58	Dos El Carmen Guillén	76127/160441		6	132.40	93.82	45.65	0.22	207.50	5000					

2. 関連機関・面会者

(1) EMPAGVA（首都水道公社）

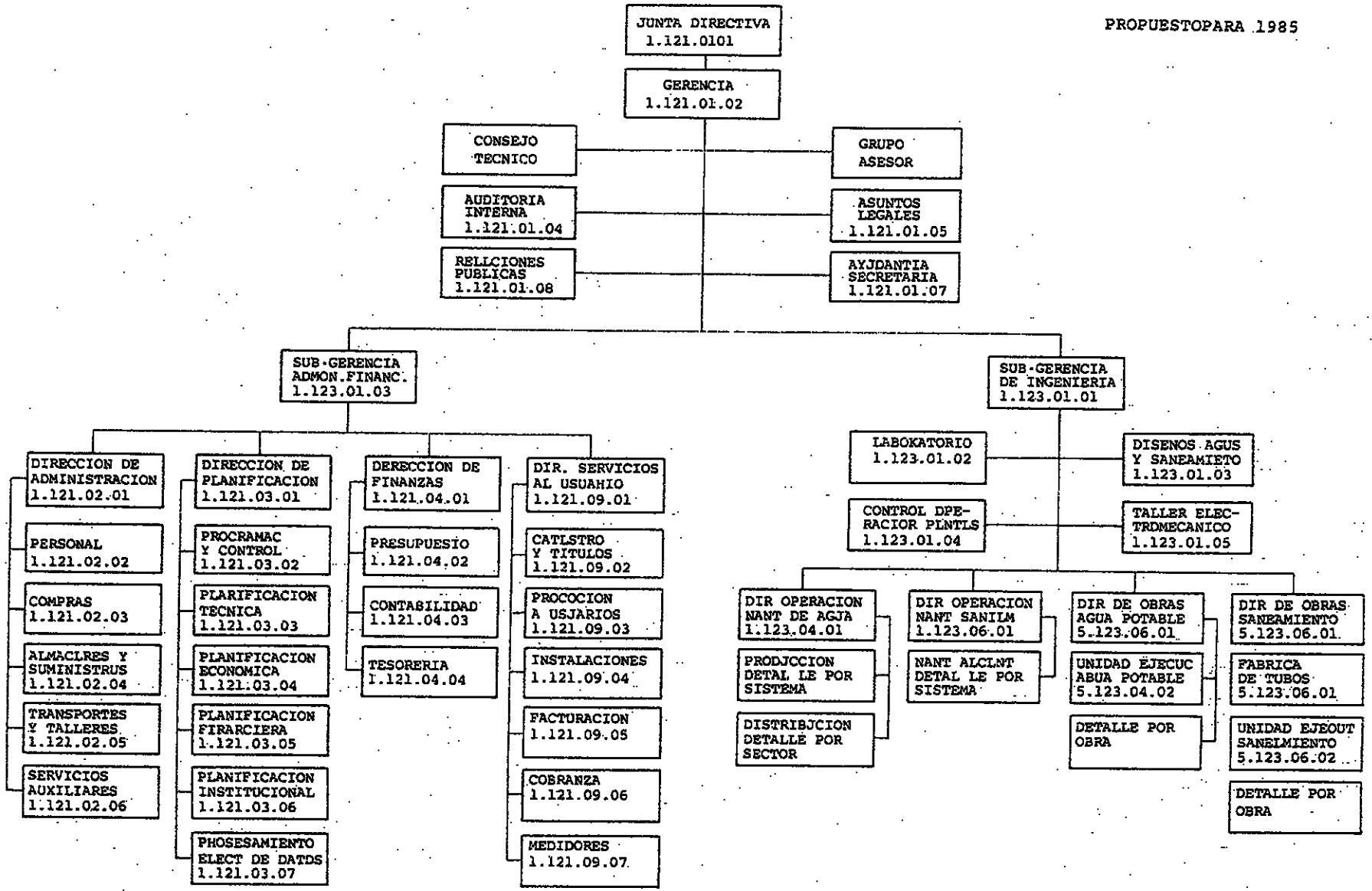
本調査の相手側実施機関である。他の関連機関とのコンタクトは全て，EMPAGUAを通じて行われる。財政状態はきわめて悪く，電気料金や社会保険料がほぼ全額未払いの状況が続いている。しかし，1984年7月B. Barrientes女史（1984年11月2日死亡）の水道局長就任以来，抜本的な機構改革の気運が高まりつつある。特に中堅幹部職員の志気は高い。BID（米州開発銀行）は，今後の進捗如何によっては再度融資を考えてもよいと言明するに至っている。

ORGANIGRAMA DE LA UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE EMERGENCIA DE AGUA
HASTA EL 31 DE DIC 1984



EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

PROPUESTOPARA 1985



ORGANIGRAMA PRESUPUESTARIO DE EMPAGUA

SEGUN MANUAL DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION PRESUPUESTARIA

<主な面会者>	J. A. L. Duarte	グアテマラ市長　兼　EMPAGUA 総裁
	L. Garcia	主席顧問
	R. Bolaños	顧　　問
	D. C. Morales	総務部長
	C. Mazariegos	技術部長
	H. G. Tobar	計画部長
	A. Bonatti	財務課長
	C. Quzada	技術企画課長
	E. de la Roca	財 務 課
	O. Soto	地下水管理

(2)　IGN（国立地理院）

地形・地質に関連した資料情報を所有している機関である。全峡谷をカバーする1万分の1航空写真（5mコンター入り），5万分の1地形図，5万分の1地質図などがよく整理された状態で保存されている。いずれもEMPAGUAを通じて使用許可をとる必要があるが，約1週間で入手可能である。

<主な面会者>　R. Gonzalez　副 院 長

(3)　INSIVUMEH（国立地震火山気象水文研究所）

地下水に関する情報を包括的に管理している機関である。1976～78年に，グアテマラ市峡谷における地下水の調査を行い，1983年からは，EMPAGUAと協同してPLAMABAG（グアテマラ市供給基本計画）の緊急計画ⅡのF／Sを実施中である。また，治水計画調査の受入機関でもあり，1984年12月には所長のV. V. Estuardoが JICA の研修員として来日している。

<主な面会者>　E. Sanches　副 所 長

(4)　BID（米州開発銀行）

本調査の嚆矢となったPLAMABAG（グアテマラ市水供給基本計画）は，BIDの無償資金協力に基づき，イスラエルのコンサルタントTAHALによって策定された。EMPAGUAは，PLAMABAGにおける緊急計画Ⅰ（本調査へのT／R）及びⅡに対する融資を，BIDは以下のような条件が円滑に成就される可能性が高まるまで，回答を留保すると言明してきた。

条件 ⊙ 独立採算性の達成と財政健全化のための改革

市庁舎からの転出（1984年転出済）

料金回収率の改善，量水計等の整備

料金の適正化（値上げ）

その他機構改革（事務合理化，予算管理の強化など）

⊙ 緊急計画Ⅰ・Ⅱの妥当性の立証（F／Sの実施）

＜主な面会者＞　C. Pandal　地域専門官

M. A. Witito　同　上

(5) CNPE（国家経済企画審議会）

経済協力事業の調整を行っている機関である。EMPAGUAの融資要請も，CNPEを通じてBIDになされた。

＜主な面会者＞　J. A. Palacios　事務局長

A. Molina　経済協力専門官

(6) WHO（グアテマラ支部）

保健衛生一般，疾病，飲料水水質，Amatitlan 湖の保全問題などの有力な情報源である。

＜主な面会者＞　E. Antezana　グアテマラ支部長代理

C. Hilburg

(7) 市環境局

Rechargeを含む下水処理，Amatitlan湖の保全問題などで本調査と関係する。

＜主な面会者＞　C. Barrientos　局　長

(8) San Carlos 大学

グアテマラ随一の総合大学であり，市長はじめ EMPAGUA の幹部はほとんど皆この大学の出身者である。水道の水質試験は，全てこの大学の衛生工学研究所で行われている。

＜主な面会者＞　R. Mayorga　工学部長

A. T. de Abreu　衛生工学研究所所長

(9) 現地鑿井業者

① DAHO　グアテマラで最大の鑿井会社である。

ロータリー式9台，パーカッション式4台　保有

② AGUA DE CEMTROAMERICA

パーカッション式5台　保有

③ PERFORADORA GUATEMALTECA

パーカッション式2台，ロータリー式2台

コンビネーション式1台，コアボーリング機2台　保有

④ UNIPAR（公立）

パーカッション式1台　保有

(10) 日本商社　他

第5章　Scope of Work協議

1.　協議前基本対処方針

基本対処方針は，1984年11月26日外務省における出発前打合せの場において最終的に決定した。内容は次のとおりである。

(1)　原　則

「水需要の緊急性」及び「F／S レベルの調査・解析の必要性」という二つの要請を衡平の原則から判断し，諸対処方針を決定する。

(2)　ボーリング

① 調査に最低限必要な坑井数にとどめる。

② 一部は生産井にただちに転化しうるものとする。

③ 現地の鑿井技術が十分に高い場合は外注を検討する。

④ 機材は供与しても一式のみ。

(3)　地下水解析

① 数値モデルの作成，シミュレーションなどを行うとの約束はしない（∵定量的解析は極めて困難であると予想される。）

(4)　Amatitlan 湖の保全

地下水の汲み上げが湖に与える影響は，予定されている調査期間（現地は約9カ月）内に結論を出せないということをグ側に説明する。（「環境影響評価」の中でそれに関する調査は行う。）

(5)　使用言語

1次案（英文のみ），2次案（英文＝正，西文＝副），3次案（いずれが「正」かを明示せず）で対処する。

(6)　技協協定

「技協協定に従って」という文言を序文に盛り込む。

2. 協議内容（別添　S／W，ミニッツ参照）

S／W（及びミニッツ）に関する協議は，12月4日，5日，7日，10日の4回にわたって，EMPAGUAの会議室において行われ，11日にS／W及びミニッツが市庁舎にて，調印された。（署名：日本側―庵原団長，グアテマラ側―Lec Duarte市長兼EMPAGUA総裁，立会人として，浅田大使列席）

4日の会議において，JICA調査団より提示されたS／W案に対し，グアテマラ側は基本的に合意したが，以後3回にわたる協議の結果，若干の修正が行われた。主な論点は以下の通りである。

(1) 調査の目的

「最適開発計画の策定」に加え，「その計画のフィージビリティの決定」も調査の目的として明示することにした。（∵ グアテマラ側は，今回の調査によって，緊急計画Ⅰの実施が少しでも早められることを強く望んでいる。

(2) 調査地域

緊急計画Ⅰで指定された地区に重点を置きつつも，そこに限定せず，峡谷全体を鳥瞰しつつ，他にポテンシャルの高い地域があれば，その地域も検討する。

(3) 調査内容

① 現地調査

test boring（原案）→ test well drillingに変更し，加えてcasingの径をφ4"～12"と明示した。（∵ グアテマラ側は，生産井に転化しうる観測井の掘削を強く希望した。）

② 分析とプログラミング

・井戸の維持管理や復旧（rehabilitation）についての調査及び計画の策定を加えた。（既存の井戸の維持管理等も大切な課題であることが，事前調査で判明した。）

・最適代替案の選定に際しては，必要に応じ，人工涵養（recharge）の可能性を勘案することとした。（グアテマラ側は，地下水の保全及びAmatitlan湖の保全に関心を示している。）

(4) 便宜供与

① 機材供与

当初日本側は，ボーリング機材を日本より搬入することを選択枝の一つとして考えていたが，その場合調査の開始が約半年遅延すること及び総予算の大半が資機材購送に費され，調査の範囲が狭められるという欠点があった。現地鑿井業者が十分な能力を有することを

確認の上，グアテマラ側にこれらの点を説明したところ，「水不足解消の緊急的要請に鑑み，一刻も早く調査に着手することを望む」との回答があった。

従って，S／Wには，単に，「試掘は日本の費用負担でこれを行う」及び「グアテマラ側は，必要に応じ，可能な範囲において，水理地質調査関連資機材の提供をする。」という項目を各々の便宜供与内容の一つとして記載するに留めた。

実際には，原則として現地鑿井業者に外注し，必要な範囲において日本側から小型調査器機を一部持ち込むこととなろう。

② グアテマラ国政府の批准

「グアテマラの一地方機関にすぎないグアテマラ市内至EMPAGUAが，国家主権の管轄内である事項（輸入税免税，民事免責等）を含むS／Wに署名することはできない」というグアテマラ側のコメントに対し，調査団は，「このS／Wは，日本とグアテマラの技協協定に基づくものであり，原則として，技協協定を逸脱する項目をグアテマラ側便宜供与の内容として含むものではない」という説明を行った。これに対し，グアテマラ側は基本的に了解したが，S／W末尾に，「この文書は，グアテマラ国中央政府の批准を得べく，正当な手順を経て，送付されるべし 云々」という文言を添付することを要請した。調査団は，浅田大使の了解を得た上で，これに合意した。

(5) 言　語

S／W及びそのミニッツは，英文及び西文で作成した。

また，レポートについては，DF／RとF／Rの主報告書の西文を参考として作成することとした。（ミニッツに記載）

(6) ミニッツ

調査団は，以下の点について「努力する」ことを約束した。

① 日本への研修員の受入れ

（EMPAGUA側のスタッフは，既に日本での研修に対し，強い熱意を示しており，かつ，調査の円滑な進捗を実現する上でも，最低3人程度の，しかも一部はできる限り早い時期の受入れが望ましい。）

② （調査完了後）EMPAGUAがただちに，生産井に転化しうるような観測井をできる限り多く作ること

（緊急計画Ⅰで提言された40坑井のうち，少なくとも6坑井は生産井化しうる形で，今回のF／Sにおいて掘って欲しいと先方から口頭で要請されたが，具体的に何坑井掘るかについては，予算・調査期間・鑿井費用等の制約の中で，調査の目的を達成するに必要な坑井数を決定する。但し，現時点で言えるのは，水理地質的特性を把握する上で有用かつ経済的な観測専用の井戸（生産井に転化しないもの）を数坑井設けることが，「調査」という性格に鑑みても望ましいことである。）

③ できる限り早く調査を開始すること

第6章　本格調査実施要領（案）

1. 調査目的

グアテマラ市峡谷の地下水開発により，約1 m³／秒の水をグアテマラ市に供給するためのF/Sを行う。

2. 調査対象地域

(1) 調査対象地域

グアテマラ市峡谷（約800 km²）

(2) 必須調査対象地区

① 緊急計画Ⅰで提案された地区（市中央部分水嶺付近約84 km²）

② 市北部地区（地質学者 Dr. Muñoz により地下水のポテンシャルが高いと主張されている地域）

3. 調査内容

(1) 資料収集・整理・評価

A－社会状況

a－1　社会・経済一般

a－2　土地利用

a－3　法令，制度，機関

a－4　開発計画

a－5　財政，資金調達

a－6　資機材（調達可能性及び費用）

a－7　人　材

B－自然状況

b－1　地　形

b－2　気象・水文

b－3　地質，水理地質

b－4　地下水賦存状況

C－水需給

c－1　供給システム，施設

c－2　上水処理，配水

c－3　施設建設・維持管理費

c ― 4　需要（用途別予測）

D―井　戸

d ― 1　施　設

d ― 2　維持管理，機能回復

d ― 3　生産量

d ― 4　水　質

d ― 5　所有・利用の権利

E―その他

e ― 1　Amatitlan 湖の保全

e ― 2　水汚染

e ― 3　保健・衛生

e ― 4　飲料水市場

(2)　現地調査

A―踏　査

a ― 1　地　形

a ― 2　地　質

a ― 3　土地利用

a ― 4　水道関連施設

a ― 5　井　戸

B―地球物理学的調査

b ― 1　電気探査

C―試掘・観測井による調査

c ― 1　試掘，観測井建設（ケーシング径 4～12インチ）

c ― 2　電気検層

c ― 3　揚水試験

c ― 4　水質試験

(3)　分析，計画策定

A―地下水

a ― 1　水　文

a ― 2　帯水層の同定

a ― 3　水　位

a ― 4　流出入

a－5　水　質

a－6　井戸の維持管理と機能回復

a－7　観測網とデータバンキングシステムの概要

B－代替案

b－1　井戸の位置，予備設計

b－2　水道施設への接続

b－3　最適計画の選定（リチャージの可能性の検討を含む）

C－設計，実施計画

c－1　井戸の設計（水道施設への最適な接続を含む）

c－2　費用評価

c－3　実施計画

D－制度的調整

d－1　井戸の建設

d－2　井戸の運営

d－3　井戸の維持管理と機能回復

E－評　価

e－1　財務評価

e－2　環境影響評価

4. 調査実施要領

(1) 基本的留意事項

① 本調査は，

i) 対象地域の地下水開発可能量の推定

ii) 開発予定地と開発方式の設定を含む地下水開発計画の策定

を主たる内容とする。

② 開発可能量の推定は，データ分析，既存井の観測，電気探査，ボーリングなどにより巨視的な観点から行う。必要に応じ，人工涵養の可能性を併せて検討する。

③ 開発予定地及び開発方式は，次のような点を考慮して決定される。

i) 水理地質学的状況

ii) 導送水コスト，配水網の状況

iii) 水需要，水不足地区住民・低所得層への裨益度

iv) Amatitlan湖の保全，その他地域住民の生活環境への影響

v) グアテマラ市の今後の発展形態

＊　なお，開発予定地は，複数になることもありうる。

（参考地区）

1. 国立サッカー場
2. 軍の飛行場
3. DAHO付近の国道
4. エルドラドホテルの国道
5. OJO DE AGUA付近

④　ボーリングは：外注によって，調査に最低限必要な量を所定期間（予定約6カ月）内に行う。但し，電気検層，揚水試験等は，原則として直営で行う。

なお，予定されるボーリングの目途は次のとおりである。

・坑　数　　5～15坑井

・ケーシング径　　4～12インチ（但し，約半数は，調査終了後に生産井に利用しうる径のものとする。）

・深　さ　　150～300 m

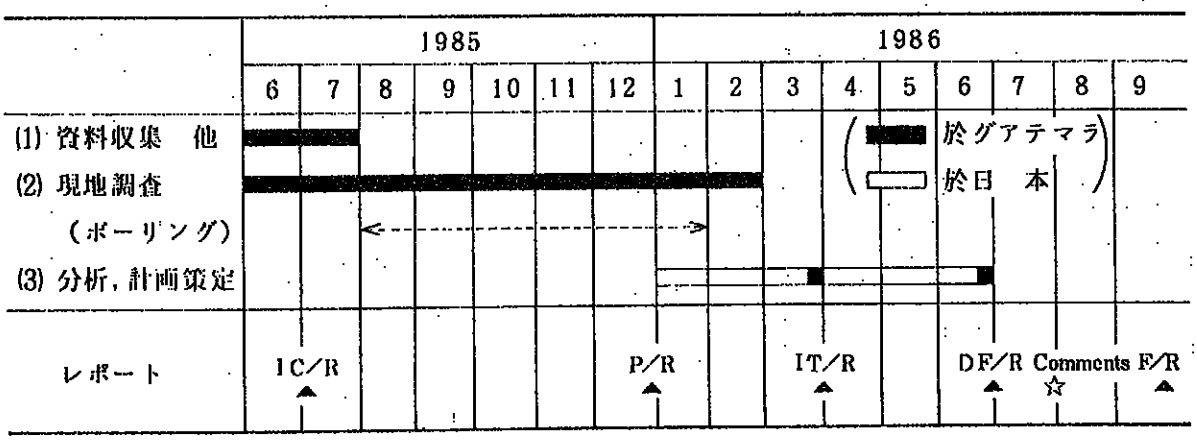
⑤　施設設計は，井戸より配水管の接合部分までとする。但し，接合地定の決定に際しては，配水管の水圧・水質を検討する。

⑥　水道に関する組織，制度を検討し，改善策を提言する。特に，EMPAGUA の財政健全化，及び低所得層の生活向上にかかる問題に留意する。

⑦　財務分析では，EMPAGUAの財務状況及び資金運用計画における本開発計画の位置付けを十分に考慮する。加えて，水供給計画の公共性に鑑み，経済・社会的便益の検討を別途行う。

⑧　調査団員は，調査の全過程を通じて，カウンタパートをはじめとするグアテマラ側関係者に，積極的に技術移転を試みるものとする。なお，緊急計画Ⅱ，漏水対策など関連開発計画に関し，グアテマラ側から諮問があった場合も，可能な範囲において，技術指導を行う。

(2)　調査業務の工程



(3) 成果品

① Inception Report（40 部：うちグアテマラ提出分 30 部）

現地調査開始後 1 カ月以内に提出

調査方針，作業計画について記載

② Progress Report（40 部：うちグアテマラ提出分 30 部）

現地調査開始後 7 カ月以内に提出

収集資料の分析結果及び現地調査の進捗状況について記載

③ Interim Report（40 部：うちグアテマラ提出分 30 部）

現地調査開始後 10 カ月以内に提出

開発計画代替案の比較検討結果について記載

④ Draft Final Report

Main Report	40 部	うちグアテマラ提出分 30 部
Supporting Report	15 部	10 部
Basic Data	2 部	1 部

現地調査終了後 4 カ月以内に提出

⑤ Final Report

Main Report	70 部	うちグアテマラ提出分 50 部
Supporting Report	70 部	50 部
Basic Data	2 部	1 部

Draft Final Report に対するグアテマラ側のコメントを受領後 2 カ月以内に提出

＊ Draft Final Report，Final Report の Main Report は，参考として西文を別途作成する。（また，①～③のレポートについても，必要に応じ，西文版内至西文の要旨を作成する。）

⑥ 会議議事録

(4) 調査団の構成

（参考）・総　括

・水理地質

・ボーリング監督

・水道計画

・水　質

・財務・組織・制度

・環　境

・（通訳）

注：調査団員の選定にあたっては，中南米の経験，語学力（西語）を配慮する。

付　　録

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION DE PLANIFICACION

TERMINOS DE REFERENCIA PARA EL PROYECTO EMERGENCIA I

Guatemala,

Septiembre 1,984

INDICE

INTRODUCCION

El crecimiento de la población sai como el desarrollo industrial, ha obliga do a la explotación intensiva del recurso agua subterránea en el Valle de - la Ciudad de Guatemala, razón por la cual existe una gran cantidad de pozos perforados y otros que están por perforarse como solución a corto plazo para satisfacer la actual demanda de agua.

En este orden de ideas, en el marco del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua a la Ciudad de Guatemala (PLAMABAG) se contempla el mejor aprovechamiento del potencial teóricamente disponible de este recurso, a corto plazo, para aliviar la escasez de agua en la cludad mediante una explctación plani ficada del recurso.

1. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

   El objetivo principal del proyecto Emergencia I (Aguas Subterráneas en - el Valle de la Ciudad de Guatemala) es el cubrir la demanda inmediate de agua de la ciudad, mediante la explotación planificada del recurso.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

   El proyecto consiste en extraer de los acuiferos del Valle de la Ciudad de Guatemala, un caudal adicional hasta de 1.0 m^3|seg. durante un perio do máximo de 15 años, sin que se afecten directamente los aportes naturales del agua subterránea al Lago de Amatitlán, independientemente del lugar de explotación del-mismo, por lo que tendriá que estudiarse la definición del campo o campos de pozos para obtener el caudal mencionado. Comprende el estudio hidrogeologico de factibilidad, la perforación de pozos de producción y el equipamiento de los mismos.

3. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE FACTIBILIDAD

   3.1 Objetivos especificos:

   Los objetivos especificos del estudio hidrogeologico son:

   3.1.1 Diseñar y determinar el número y la localización del campo de pozos en el valle de la Cludad de Guatemala, para obtener un caudal hasta de 1 m^3/seg. por un periodo máximo 15 años sin afectar adversamente los aportes al Lago de Amatitlán.

3.1.2 Effectuar una programación y estimación detallada de costos para la perforación y equipamiento de Tos pozos de producción, indicados en estos términos de referencia.

3.1.3 Elaborar una solicitud de financiamiento para la perforación, equipamiento y enlace a la red de distribución de los pozos mencio nados que pueda fácilmente adaptarse a los requerimientos de las - instituciones financieras tales como: BCEE, BID, BIRF, y otras agencias.

3.1.4 Elaborar las bases de licitación para la perforación y equipamiento de dichos pozos.

3.2 Area del Proyecto:

El área del proyecto es el Balle de la Ciudad de Guatemala como está definido preliminarmente en el estudio conjunto efectuado en el año 1978 por el I.G.N., INSIVUMEH, y Naciones Unidas.

3.3 Estudios Preliminares:

3.3.1 Cuantificación, análisis, selección e Interpretación de la Información Existente:

Al iniciarse el estudiose procederáa la cuantificación, análisis, selección e interpretación de toda la información existente, utili zando para el efecto los estudios hidrogelógicos disponibles y la información existente relacionada con los pozos actualmente controlados por EMPASUA, debiendo solicitar toda la información y parámetros necesarios a las instituciones corresponda, tales como: EMPAGUA, INSIVUMEH, IGM, CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA, ETC.

Además se analizarán y estudiarán todos los informes y|o estudios existentes referentes al agua subterránea del Valle de la Ciudad - de Guatemala.

3.3.2 Actualización Procesamiento de Datos

Se actualizará la información referente a hidrogeologia, geologia, perforación, geofisica, rendimiento y abatimiento en los pozos, pruebas de bombeo, medición de niveles de agua subterránea en diversas épocas del año, medición de los aportes, medición de los caudales y producción de pozos, calidad y cantidad de agua subterránea.

Para el efecto se tendrán que realizar los reconocimientos de campo que se estimen necesarios y se realizarán los sondeos mecánicos, pozos de observación y pruebas de bombeo que se requieran. Con la información obtenida en los párrafos anteriores se deberá - crear un "Banco de Catos" el cual tendrá como fin el facilitar la actualización y accesibilidad de los datos para un mejor control estacional del acuifero y un manual de procedimientos para la operación y matenimiento de dicho banco.

3.3.3 Actualización de Parámetros Hidrogeológicos:

Previo a los estudios detallados se deberá verificar la localización de los acuíferos más importantes y las estimaciones hasta la fecha efectuadas de sus dimensiones, de sus parámetros hidrológicos e hidrogeológicos, de las zonas de recarga y de la calidad y cantidad de sus aguas tomando como base la información obtenida en los - puntos 3.3.1 y 3.3.2.

3.4 Estudio Hidrogeológico Detallado

En base a los resultados de los estudios preliminares, se seleccionaran una o más áreas a ser estudiadas en detalle mediante perforaciones y prospección geofísica, con el objeto de obtener los pormenores necesarios para el diseño óptimo del campo de pozos de explotación.

Estos estudios comprenderáncomo minimo:

3.4.1 Definición detallada del sub-suelo

En base a los mapas geológicos existentes y a perforaciones, se ampliarán las investigaciones geológicas del sub suelo para conocer - la geometría de los acuíferos y verificar las zonas de recarga en - las áreas seleccionadas. Esto debe incluir:

- Perfiles geológicos que muestren la geometría de los acuíferos.
- Estructura geológica del sub-suelo y sus formaciones.

3.4.2 Prospección Geofísica:

Se feectuará la prospección geofísica de las áreas seleccionadas, - (sondeos geoeléctricos y prospección, etc.) con profundidad minima de exploración del orden de los

300 metros. Para completar la información obtenida de estos ensayos y poderla - interpretar en mejor forma se efectuarán ensayos y sandeos mecánicos y se realizarán reconocimientos geológicos antes, durante y después de los trabajos geofísicos.

3.4.3 Hidrogeología de Detalle:

En base a perforaciones, ensayos de bombeo y otros, se definirán detalladamente las caracteristicas cualitativas y cuantitativas de - los recursos de agua subterránea en las áreas seleccionadas, para - determinar los elementos del balance de aguas subterráneas a fin de poder estimar el potencial real de dicho recurso en las áreas mencionadas, debiendo incluir:

- Cuantificación y clasificación de los acuíferos de las áreas.
- Caracteristicas del agua subterránea.
- Parámetros hidrogeológicos.
- Infiltración en el terreno, procedente de les precipitaciones, - por medio de metodologías adecuadas y ensayos in situ.
- Infiltración procedente de aguas superficiales, por medio de ensayos in situ.
- Entrada y salida del agua subterránea por sus límites, verificán dose por medio de perfiles y características hidrogeológicas conocidas.
- Entrada subterránea de otros acuíferos mediante técnicas adecuadas que proporcionen datos confiables.
- Salida del agua subterránea a los causes de los ríos.
- Evaporación del terreno.
- Salida del agua subterránea a otros acuíferos.
- Salida del agua subterránea en manantiales.
- Extracción de agua subterránea (bombeo).
- Variación en el almacenamiento final-inicial, incluyendo la humedad del suelo.

3.4.4 Calidad del Agua:

A fin de conocer o verificar la calidad físico-químicá y bactereológica de las aguas subterráneas de las áreas seleccionadas, se deberán efectuar análisis de las

mismas, tomando en consideración la posible presencia de aguas termales de origen volcánico.

Se deberán actualizar los datos relacionados con la concentración de los diversos elementos en las aguas subterráneas del área al final de la época lluviosa y durante la época seca.

Para definir los datos a obtener, se tomarán en cuenta las normas más recientes establecidas por la Organización Mudial de la Salud y COGUANOR.

Se determinará la existencia o no de contaminación y se identificará el tipo de ella y sus posibles fuentes y forma de prevenirla. Se deberán efectuar todos los análisis necesarios para determinar el tipo de tratamiento a aplicar al agua subterránea, para lograr la potabilidad de la misma, con base en ello se recomendará el tipo de tratamiento.

3.4.5 Recarga Artificial

Se analizarán las posibilicades de recargar artificalmente los - acuíferos de las áreas seleccionadas, por cualiquier medio. Para - este fin se determinarián la estructura geológica, litoestratigráfica y tectónica regional, así como las características morfológicas regionales, la composición, estructura y características geotécnicas de la masa rocosa y del suelo.

Además se determinarán las capacidades de infiltración y la capacidad de absorción del acuífero debiendo examinar también la posibilidad de pozos, de observación con el propósite de investigar la estructura subterránea en las zonas de infiltración que se proyectaren.

3.5 Modelo Matemático:

Tomando como base los datos de hidrogeología y un modelo conceptual del acuífero se recomendará la aplicacíón de un modelo matemático que permita establecer en forma dinámica la evolución de niveles y las velocidades de flujo en un conjunto de puntos representativos de los acuíferos en las áreas seleccionadas.

Para ello se deberá establecer un programa de obtención de datos - que permitan en el menor plazo posible, calibrar el modelo y efectuar las simulaciones que se requieran a fin de definir el manejo de los acuíferos tomando en cuenta el bombeo y la posible recarge artificial en diferentes zonas.
Se elaborará un manual del usuario que permita calibrar y ajustar el modelo tanto para la situación normal o natural del acuífero, como para condiciones de bombeo y simular las operaciones de explo tación que requiera EMPAGUA.

3.6 Plan de Aprovechamiento:

En base a todo lo anterior, se elaborará un plan de aprovechamiento adecuado y functional que contemple:

- Caudaies explotables
- Localización de obras hidráulicas
- Costos y categorías de inversión
- Costos y categorías de inversión

3.7 Pozos:

3.7.1 Pozos de Investigation y Observación:

Con el propósito de complementar la información del estudio hidrogeologico y determinar en mejor forma las características de los acuíferos, se perforarán pozos de investigación y observación. los que serán proyectados y localizados de manera que puedan suministrar toda la información suplementaria necesaria. Se deben hacer ensayos de permeabilidad de varios tipos, análists é interpretación de muestras, perfiles, etc. debiendo perforar pozos adicion ales en los lugares donde las condiciones de recarga varíen en forma muy notoria.

Estos tendrán un diámetro que puede variar entre 2" y 6" estableciendo la profundidad más conveniente. (podrá estimarse aproximadamente 300 metros como minimo).

3.7.2 Perforación de los Pozos de Investiación y Observación:

Para la perforación de Tos pozos de investigación-observación, se - aplicará lo descrito en los numerales

4.1.1 a 4.1.8, exceptuando lo relativo a los diámetros y profundidades para lo cual se aplicara´ lo indicado en el numeral 3.7.1 anterior.

3.7.3 Prueba de Bombeo:

Una vez terminada cada perforación de investigación y en caso que la Unidad Ejecutora considere necesario será efectuada una prueba de bombeo, la cual se realizará siguiendo los pasos que a continuación se indican:

3.7.3.1 Tubería de Revistimiento:

Se instalará tubería de revestimiento (CASING) cuyo diámetro asi como la ranuracion y pordundidad de instalación se especificará en el diseño.

3.7.3.2 Limpiaza y desarrollo del Pozo:

Se efectuará como se indica en el numeral 4.1.13.

3.7.3.3 Prueba de Bombeo:

Será fectuada a continuación del desarrollo de los pozos de investigación, como se indica en el numeral 4.1.14, exceptuando la duración de la prueba que en el presente caso podría ser de 36-horas como mínimo por ser preliminar.

3.7.3.4 Extracción de la Tubeía de Revestimiento:

Terminada la prueba se extraeria la tubería de revestimiento, se reconocerá la pérdida tot al o parcial de la tuberia, pero no saí uan - nueva perforación de proeba.

3.7.4 Terminación Definitiva del Pozo:

De acuerdo a los resultedos de la investigación deberá evaluarse la posibilidad de que los pozos de investigación sean convertidos en pozos de explotación haciendo constar por escrito las razones para esta decisión.

Tamién deberán entregarse recomendaciones sobre las formaciones acuíferas que a juicio del consultor deberían captarse, explicando las razones. Toda esta información será la base para el diseño de los - pozos de explotación.

3.7.5 Diseño de Pozos de Explotación:

Una vez realizado lo anterior se definirá y diseñará campo de explotación debiendo incluir un diseño de los mismos, especificando - como mínimo toda la información necesaria para su perforación y construcción, tal como: diámetro de la tubería de revestimiento del pozo, profundidad total

del pozo, tipo de rejillas, tipo de empaque o filtro, localización final de los pozos así como el tipo de perforación a realizar, diámetro de la misma, profundidad de perforación, nivel estático de los pozos, caudal por pozo, abatimiento del nivel fréatico, capacidad especifica de loz pozos, distancia entre pozos, profundidad de colocaión de la bomba, tipode bomba diámetro de la bomba, y de la columuna.

También deberá establecerse el número más conveniente de pozos productores y de reserva.

Deberá siseñarse para un período de vida útil del pozo no menor de cuarenta años.

3.7.6 Tuberia de Interronexión

Se efecuará un análisis y diseño de la tubería de interconexión - entre los pozos y entre éstos y la red de distribución, consideran do las differentes zonas de presión.

Deberá estudiarse le mejor alternativa de interconexión para el funcionamiento óptimo de los pozos.

Deberá determinarse la longitud, diámetro, espesor, y tipo de tubería más conveniente, así como los accesorios necearios y se efectuará una optimización del diámetro de la tubería. Deberá diseñarse para un período de vida útil de cuarenta años.

3.7.7 Sistemas de Bombeo:

Para los pozos propuestos se diseñará y detallará todo lo relacionado con las instalaciones de bombeo comprendiendo: tipo y características de las bombas, motores, tableros y control, instalaciones eléctricas, transformadores, obras civiles, sistemas de desinfección, y se determinarán los horarios de bombeo más convenientes, así como un programa que establezca la rehabilitación y o reemplazo de los mismos. Los equipos deberán diseñarse para un periodo de vida útil de quince años.

3.8 Protección del Acuífero:

La explotación de la reserva única de los acuíficil regeneración de las aguas subterráneas contaminadas, hacen necesario - que se tomen medidas preventivas para evitar la

contaminación de los mismos. Por lo que se elaborará un programa de protección de los - acuíferos que comprenderá como mínimo lo siguiente:

a) Medidas orientadas hacia la regulación y restricción de ciertas actividades zonas de recarga.

b) Definición del área alrededor de los pozos, capaciones y zonas de recarga.

c) Posibles causas, focos o zonas de contaminación.

d) Propiedades hidráulicas del terreno en especial sus características de auto-protección contra la contaminación contra la contaminación y variaciones de la napa fréatica.

e) Protección de pozos abandonados,

f) posibles problemas sanitarios derivados de la recarga artificial.

g) Pantos de control naturales y artificales, distancias y seguridad, msesmreos y análisis de calidad de agua, barreras contra la contaminación.

El programa se planificará y ejecutará de tal forma que se capacite a personal de EMPAGUA para que pueda continuar con estas operaciones en el futuro, elaborando adiciomalmente un manual de procedimientos.

3.9 Estudios e Investigaciones Económico-Financieras:

Se realizarán y expondrán en el informe de factibilidad, dos tipos - de análisis económicos:

a) Optimización de los valores y dimensiones de los differentes elementos que componen el proyecto.

b) Detalle de las condiciones económico-financiera que presentará la solución óptima determinada en el primer análisis.

Para la optimización de las opciones estudiadas deberán incluirse - otros elementos que influyen directamente, tales como el modo de operación del proyecto seleccionado con el suministro de aqua potable - en toda el área de influencia de EMPAGUA, determinando para cada uno el modo de operación óptimo, de tal menera que puedan integrarse a - los actuales sistemas de producción de la Empresa.

Se deberá incluir además:

- Tiempo de ejecución e inico de la obra, para cada etapa:
- Economía de bombeo.
- Programas anuales de desembolso para la construcción y operación del proyecto en su período de construcción.
- Costo total del proyecto, desagregado en categorías de inversión, incluyendo:
  - Precios unitarios
  - Presupuesto de las diferentes obras del proyecto.
  - Costo de operación y mantenimiento.
  - Programas de ejecución preliminar (PEP)
  - Economías posibles en el costo durante la construcción
  - Distribución de las inversiones anuales en moneda nacional y extranjera durante el período de construcción del proyecto.

Si la perforación de pozos de producción no estuviera incluída en los presentes términos de referencia, el consultor tendrá que proporcionar adicionalmente lo siguiente:

a) Evaluarción Económica:
- Orientación básica
- Pronóstico de mercado
- Proyecto de opciones de construcción
- Determinación de Costos
- Determinación de beneficios
- Tasa interna de retorno económico
- Tasa interna de retorno
- Costo de Operación y manteimiento
- Análisis de sensibilidad

b) Programación Financiera:
- Plan de inversiones
- Proyectos de explotación
- Plan de recuperación de inversiones
- Flujo de caja proyecciones financieras
- Conclusiones

4. PERFORACION DE POZOS DE EXPLOTACION:

Los pozos de expletación a que se refiere este capitulo son aquellos diseñados por el Consultor según el punto 3.7.5 de estos ferminos de Referencia.

4.1 Perforación y Construcción de los pozos:

4.1.1 Perforación:

La perforación de los pozos se haua con equipos mecánicos. En cada caso se usará el equipo apropiado y en buenas condiciones para que trabaje sin interrupción, con una capacidad mínima para perforar en el diámetro correspondiente, hasta ciento cuarenta por ciento de la profundidad que se especifique para el pozo contratado. Una vez - instalada la maquinaria, herramientas y equipos en el sitio de la obra, EMPAGUA revisará por medis de la Unidad Ejecutora todos los - elementos y podrá autorizar segin lo estime conveniente la iniciación de los trabajos.

4.1.2 Equipo y Herramients:

Para poder iniciar la perforación de cada pozo el Consultor deberá comprobar que cuenta con el equipo necesario en buen estado y en condiciones de trabajar en el momento de ser requerido. De no ser así la perforación no podrá iniciarse.

El equipo de perforación contará con todas las herramientas y accesorios tales como: tubería de perforación en longitud suficiente, - brocas en todos los diámetros, desde 6" hasta 24", pescadores, llaves y empaques, etc. El equipo de perforación trabajará con una - bomba de lodo tipo "Pistón" con una capacidad acorde a las condiciones del pozo a peforar. Además se deberá contar con:

- Equipo de soldar eléctrico y autógeno con sus accessorios y elementos.
- Compresor de aire con una capacidad minima de 750 pies cúbicos, y una presión mínima de 250 lbs pulgs^2.
- Tubería para desarrollar el pozo en los siguientes diámetros (4"), (3"), (1 1/4"), (1 1/2"), (3/4").
- Bomba de turbina vertical o sumergible con una capacidad minima de 25 lts/seg. para una carga dinámicas total del 95% de la profundidad del pozo.
- Herramiente para desarrollo del pozo; deberá contar con pistones sólidos y de vélvulas de acue do al diámetro de perforación reque rido, ademád todos los implem tos del método "JETTING". Así mismo cubetas de: 5", 6", 8" y 10.

- Carro; camión; tanque y/o motoromba para suministrar agua con su respectiva tubería de impulsió.
- Juego de tamices con su respect ya balanza.
- Sonda eléctrica para establecer siveles de agua.
- Agujeros calibrados, válvulas de compuerta, niples.
- Sonda eléctrica con la que se pa de efectuar los registros de resistividad potencial y rayos gama.
- Tripode con juego de poleas con sus pernos para prueba de verticalidad y alineamiento.
- Generador de 100 HP minimo o motor Diesel para la prueba de bombeo.

4.1.3 Materiales de consumo:

Previo al inicio de los trabajos debe tenerse en el sitio de perforación el siguiente material:

a) Bentonitas como lodo de peforción en cantidad suficiente para terminar la perforación del pozo.
b) Dispersador de archilla u otro material adecuado en cada perforación, debiendo tener en cada pozo el mínimo necesario, de acuerdo a especificaciones del químico que se utilice.

4.1.4 Circulación de lodo de perforacion:

En ningún momento debe continuarse perforando sin circulación de lodo, debiendo suspenderse la perforación y hacer los trabajos necesarios para recuperarla nuevamente. El tiempo que transcurra entre la pérdida de circulación y su recuperción y su recuperación no será tomado en cuenta dentro del tiempo de entrega del pozo.

4.1.5 Toma de muestras y registros:

Toma de muestras:

Se tomaráan del sub-suelo perforado a intervalos de 10'o en cada cambio de formación. Pero cuando se presente un horizonte con posibili dades acuíferas, se suspenderá la perforación y se bombeará hasta - que el lodo salge limpio de cualquier material granular. La perforación prosigue con la toma de muestras continuamente del material que se esté atravezando hasta completar el primer metro. Esta operación se repetirá cada metro hasta completar el espesor total del horizonte con posibilidades acuíferas para determinar el

verdadero grado de uniformidad de la granulometria de acuífero. Cada muestra será analizada y descrita; además se indicarán las observaciones tales como: retriburación del material, derrumbes, pérdidas de circulación etc. Cuando se presenten posibilidades acuíferas, deberán hacerse anotaciones sobre a) viscosidad del lcjo; b) adelgazamientosnotables; c) aumento del volumen del lodo en la piscina; d) cantidad de bentonita que se hizo necesaria adicional para aumentar la viscosidad del lodo Debe anotarse la profundidad a la que sucedieron estos fenómenos. Se llevará la rata de perforación y se cronometrará cada vez que se instale una nueva carra de perforación indicando la profundidad perforada.

Registoros:

Se llevarán registros sobre la perforación, indicando lo siguiente:

- Velocidad de perforación
- Viscosidad del lodo
- Peso específico del lodo
- PH del lodo
- Temperatura del lodo
- Accidentes que ocurran
- Suspensiones en la perforación
- Cambio de actividad en la construcción del pozo
- pérdidas de circulación del lodo
- Canticad perforada diaria
- Número de muestras y la descripción de cada uná.
- Cambio de rormación indicardo profundidad y espesor de la formación anterior perforada.

Las muestras deberán entregarse en frascos de vidrio con volámen de medio (1|2) decimetro cúbico como mínimo e identificadas plenumente. El conjunto de muestras se ordenará en cajas de madera con compartimientos individuales de veinticuatro unidades cada una.

4.1.6 Construcción de Piscinas de Lodo:

Las dimensiones de éstas deberin ser aprobadas por la Unidad Ejecutora; la capacidad volumétrica cara almacenar lodo será de un 50% menos que el volúmen que esté c ruculando

se esté perforando el último pié del pozo.

4.1.7 Registro Eléctrico:

Se correrá un registro eléctrico el cual debe de incluir curvas de resistividad de potencial espontineo y de rayos gama. Estos registors deben ser efectuedos por cuenta del Consultor; debiéndose entregar copia de los mismos a la Unidad Ejecutora.

4.1.8 Presentación de Registros

Tan Pronto alcance la profundidad de diseño o cuando la Unidad Ejecutora lo considere conveniente, el consultor deberá presentar lo signiente:

- Registro de rayos gama
- Registro eléctrico de resistividad
- Registro eléctrrico potencial
- Perfil de velocidad de perforación.
- Perfil de R.P.M. de la perforación.
- Perfil litológico definiendo con claridad cada una de las formaciones.
- Perfil de entubado con datos del tipo de rejilla colocada.
- Viscosidad del lodo
- Curvas de análisis granulométrico de cada una de las muestras efectuadas por el loaboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, o un laboratorio de la misma categoría. El número de muestras que deben ser analizados será date por la Unidad Ejecutora.

4.1.9 Amplicaión de la perforción:

Para aquellos pozos de investigación que se han recomendado sean - convertidos en pozos de explotación, se deberá tener en cuenta la ampliación de la perforación hasta la profundiada y diámetro que - indique el diseño del pozo.

4.1.10 Profundidad real del pozo:

Si del estudio de los informes de la perforación se establece que las capas acuiferas son de buen rendimiento, estando a profundidad menor que lo diseñado para el pozo, el Consultor de común - acuerdo con la Unidad Ejecutora determinará la profundidad a que debe terminarse la perforación.

Si se establece que las capas acuiferas no tienen el rendimiento deseado a la produndidad de diseño, el consultor

de común acuerdo con la Unidad Ejecutora podrá indicar que se continúe la perforación amayorprofundidad que la establecida, o bien ordenará la suspensión de la construcción del pozo.

4.1.11 Instalación de la tubería y filtros:

De acuerdo al diseño se prccederá a instalar la tubería y filtros. La tuberia deserá bajar ginande libremente con el objeto de evitar obstáculos en la engravillada del pozo.

La tubería de recubrimiento (ademe) para los pozos será de acero negro nuevo en buenas condiciones, dibiendo cumplir con la norma AST-A 120. La rejilla deberá ser inoxidable, de preferencia acero galvanizado para los diámetros que se indiquen en el diseño.

En los tramos de pozo que correspondan a los estractos acuiferos se instalarán rejillas pre-construídas o se harán ranuras con soplete de acetileno, siendo indispensable colocar a su alrededor (espacio anular entre la rejilla o coladera y el agujero de perforación) un empaque de grava clasificada.

Las dimensiones y caracteristicas de las ranuras para este tipo de coladeras, asi como el tamaño de la grava para el empague, estrán de acuerdo con las caracteristicas de la formación del acuífero y deberán ser aprobadas por el consultor de común acuerdo con la Unidad Ejecutora antes de su instalación.

4.1.12 Empagne de grava:

La grava de empaque debe estar limpia, redondeada, lavada con agua, y debe ser de cuarzo o granito libre de arcilla, arena u otros materiales extraños.

El consultor debe preveer suficiente grava tomando en cuanta la necesaria adicional para instalaria después del lavado y desarrollo del pozo. Si las formaciones la requieren se suministrará empaque de grava clasificada de acuerdo a los análisis granulsmétricos obtenidos de las muestras; colocánuose en la posición que indique el diseño del pozo.

4.1.13 Limpieza y desarrollo del pozo:

Limpieza:

Antes del desarrollo, ésta se hara con bombeo de agua limpia

hasta adelgazar totalmente el lado. Esta limpieza se haré durante 4 horas como mínimo debiendo el consultor preveer la existencia de suficiente agua en el punto de perforación. Los residuos que se depositan en el fondo serán extraídos con cubeta utilizandose un químico disper sador de arcilla u otro aìeo, ado.
De acuerdo a la solicitad de la Unidad Ejecutora el consultor deberá indicar el quimico que utilizará y sus experiencias positivas y negativas con la utilización del mismo, saí como el método con el que se aplicará.
Durante el desarrollo se utilizará cubeta como herramienta de limpieza para sacar los residuos y dejar el pozo a la profundidad entubada, pero esta no podrá ütilizarse del 20% del tiempo utilizado en el desarrollo.
Desarrollo.
El Desarrollo del pozo se efectuará durante 24 horas continuas de prueba por cualiquiera de los métodos siguientes:
- Con pistón sólido; ajustado al diámetro del ademe del pozo
- Con aire comprimido.
- Con chorro de agua a presión (JETTING)
- Combinación de los anteriores

4.1.14 Prueba de bombeo:
Después que el pozo haya sido desarrollado y que su profundiada haya sido medida con exactitud el consultor lo notificará a el Unidad Ejectora.
El pozo sera sometido a una pruba final de bombeo por parte del Consultor, quién deberá suministrar e instalar el equipo necesario que se use para la misma.
El equipo deberá estar provisto de los accesorios necesarios para medir los niveles de agua, anteo, durante y después del bombeo; accesorios para variar a voluntad el caudal y orificio calibrado y apropiado para medir los caudale requeridos en cada caso y otro aparato medidor de flujo aproabado en tipo y dimensiones por la Unidad Ejecutora.

La bomba deberá producir como mínomo en la descarga el rendimiento estimado preliminamente supoienco el nivel de bombeo cincuenta pies arriba de la profundidad total del

pozo y deberá ser capaz de funcionar sin interrupción durente un período de tiempo hasta de ciento veinte horas. La Unidad de Bembeo debe ser completa con su fuente propia de energía (Diesel o gasolina) de suficiente potencia. Para medir el abatimiento del nivei del agua en el pozo, se usará línea de aire o el procedimeinto de electrodo. La sumergencia de la línea de aire será de 70% durante la prueba. Se tomarán medidas de niveles de bombeo y recuperación en intervalos adecuados. Durante el bombeo se tomarán como minimo dos muestras de agua para su análisis quimico-físico y bactereológico de acuerdo a las normas vigentes para agua potable.

4.1.15 Sello Sanitario:

El consultor deberá sellar con lechada de cemento el espacio anular que queda entre el agujero perforado y el tubo de recubrimiento, a fin de prevenir la contaminación del pozo por infiltración de agua superficial. La profundidad del sello depende de la naturaleza del terreno y en ningún caso será menor de treinta pies. El sello se hará con una mezcla de un saco de cemento por cinco galones de agua y se aplicará en el pozo de abajo hacia arriba por cualquiera de los métodos usuales.

4.1.16 Prueba de Alineamiento y Verticalidad:

El consultor efectuará pruebas de alineamiento y verticalidad, comprobación de sección homógenea y profundidad del pozo, en presencia de técnicos de la Unidad Ejecutora, una vez que la construcción del pozo haya sido terminada.

El consultor proveerá toda la instalación y equipos necesaios para estas pruebas.

No se aceptarán desviaciones de la verticalidad de más de dos tercios del diámetro interior del puzo por cada cien pies de profundidad.

La prueba de profundidad del pozo, se efectuará mediante procedimientos apropiados y aprobados por Unidad Ejecutora la realización de estas pruebas será indispensable para la aceptación definitiva del trabajo.

4.1.17 Abandono

En case que el pozo tuviera que abandonarse por cualquier

causa imputable al consultor, éste procederá a llenar el agujero perforado con arcilla y concereto, debiendo iniciar uno unevo de acuerdo al lugar indicado previamente en los estudios, sin costo adicional a la Empresa, dejando suficiente evidencia del lugar en cuestión.

4.1.18 Protección del Trabajo:

En todo momento durante la ejecución del trabajo, el consultor protegerá el pozo de manera que nincún cuerpo extraño pueda penetra en él. Al estar terminado el pozo, el consultor proporcionará e instalará, a satisfacción de la Unidad Ejecutora un tapón soldado en la boca del pozo.

4.2 Informes Diario y Final

El consultor presentará un informe diario a la Unidad Ejecutora conteniendo los registros del numeral 4.1.5 de estos términos de referencia.

Al estar terminado el trabajo, el consultor deberá presentar un informe completo y detallado de la perforación, entubado, desarrolloy pruebas, así como los registros y datos indicados en el numeral 4.1.8.

5. EQUIPAMIENTO DE POZOS DE EXPLOTACION

Los pozos de explotación que sean perforados según lo indicado en el capítulo 4 de estos términos de referencia, deberán entregarse debidamente equipados y conectados a la red de acuerdo il diseño que de ello haga el Consultor, según los 3.7.6 y 3.7.7 ie estos términos de Referencia. Dicho equipamiento se refiere al equipo de bombeo con sus accesorios, al equipo e instrumentos eléctricos y al equipo de protección de las líneas por bombeo. Para cada pozo deberá incluirse, como mínimo lo siguiente:

1. Cna bomba de las características y para las condiciones que se descri ben a continuación, según el diseño efectuado:
   - Rendimiento
   - Carga Dinámica total
   - Colocación
   - Nivel estático
   - Lubricación

- Impulsor tipo
- Velocidad de giro nominal
- Diámeco de la Coumna
- Diámetro D.I del pozo
- Servicio eléctrico
- Tipo de Trabajo.

Al licitarse deberá indicarse:
Febricante, modelo, número de curva, número de etapas, número de impulsor diámetro del impulsor, eficiencia de laboratorío, potencia al freno, diámetro exterior del tazón y libras de empuje.
Un motor eléctrico, para uso a la intemperie, P.W. con retención de contramarcha, al licitarse deberá indicarse: marca, tipo, cubierta, potencia (H.P) revoluciones por minuto (RPM), fases, ciclos, voltaje, estructura, diámetro, de la base, factor de servicio y libras de empuje.
Un tablero de control para uso a la intemperie, arranque magnetico, P.W. 1|2, 2|3, con interruptor general de acuerdo al rango de amperaje del motor, con relevador de sobrecorriente sobre las 3 líneas, pararrayos, botón de arranque-parasa, botonera H-O-A, (Hand-off-Automatic), Amperimetro con selector para lectura en cada una de las fases y punto fuera; voltimetro con selector para lecturas entre fase cubierta NEMA III. Al licitarse deberá indicarse: marsa, tipo, amperaje, interruptor general, potencia máxima (H.P.), voltaje, frecuencia y fases.
Un Guarda Nivel para pozo con electrodos, con 650 pies de cable para electrodos.
Un Cabezal de descarga tipo superficie. Deberá traer su correspondiente caja de estopa completa al licitarse deberá indicarse: Columna de la longitad, diámetro y caracteristicas indicadas en el diseño, incluyendo coplas, arañas, bushing, ejes, tuercas de ajuste.
Una Pichache cónica
Dos Válvulas de compuerta.
Una válvule de aire (tipo pozo) para admicia expolsar aire, con su válvula de compuerta.
Una válvule de checae horizontal.

Un Manómetro dial para trabajo pesado y continuo.
Un medidor tipo velocidad con totalizador en metros cúbicos e indicador de caudal en litros por segundo, con una hélice y su mecanismo como repuesto.
Un cuerpo de tazones para turbina adicionalmente como repuesto, de acuerdo a las Especificaciones y característucas descritas anteriormente. Para cada una de las partidas de cada Renglón contemplado, El Consultor debe entregar a "EMPAGUA" los catálogos e ilustraciones de fábrica que contengan las especificaciones y figuras correspondientes. Debe indicar con claridad y por cada renglón, el número de los sub-renglones, el número del catálogo, la o las figuras y especificaciones correspondientes y los números de las páginas en que se encuentran. Las especificaciones y tableas deben presentarse de preferencia en idioma español.