

調査地区
LOS SITIOS
DEL PROYECTO

Region III (16 sitios)

1. Las Aradas
2. La Coronala
3. La Esperanza
4. Shusho Abajo
5. Sansare I
6. Sansare II
7. Los Cerritos
8. San Agustín
9. El Tinera
10. Las Ovejas
11. Lo de China
12. Los Jalapas
13. El Upayor (Matazano)
14. El Maguey
15. San Vicente
16. La Palmilla

Region IV (14 sitios)

17. Horcones
18. La Arada
19. El Rodeo
20. El Tempisque
21. El Trapiche
22. El Jicaro
23. Jalpatagua
24. El Coco
25. Playa de Coyol
26. Ujuxtales
27. Traucas I
28. El Guayabo
29. Llano Grande

凡例	
第四紀	Qa 沖積層(砂礫・砂・粘土・段丘礫層)
	Qp 軽石堆積物(シラス様)
	Qv 第四紀火山岩(溶岩・凝灰岩・泥流)
第三紀	Tv 第三紀火山岩(溶岩・凝灰岩・泥流)
	kTsb 火砕岩類・凝灰質砂岩、赤色頁岩・砂岩
中生代	Ksd 石灰岩類、石灰質千枚岩
古生代	Pzm 変成岩類(千枚岩・緑泥片岩・片麻岩)
深成岩	I 深成岩類(花崗岩・閃緑岩)
貫入岩	π 超塩基性岩類(蛇紋岩)
- - - 断層	

MAPA GEOLOGICO
図 3.2.2 計画地の地質図
(S=1:500,000)

計画地の変成岩類は変成度が高く、千枚岩化していることが多い。Subinal 層は種として第三紀中新世～鮮新世と言われ、エル・プログレソ県のモタアグァ河南側に分布し、“赤色層”を特長とする。またほぼ同時期の Guastatoya 層は火砕岩類から成る。火山性高地を形成する第三紀の火山岩には玄武溶接岩、安山岩溶岩、軽石質の凝灰岩・角礫岩や火山角礫岩、泥流堆積物、凝灰質の砂岩・泥岩等がある。第四紀の火山岩もほぼ同様の岩相であるが、固結度が低いか、未固結である場合が多い。第四紀の火山では、しばしば小規模なスコリア質の噴丘を伴うことがある。第三紀・第四紀いずれの場合にも溶岩お比率は比較的少なく、大半が凝灰岩～凝灰角礫岩相当である。第四紀の主な火山には Volcan de Ipala, C. Suchitan, V. Chingo 等があり、Laguna Retana は直径 4 km の古いカルデラである。各地の盆地や低地には Qp～Qa 相当の軽石堆積物（軽石凝灰岩）が厚く堆積しており、河川の近くではしばしば成層し、礫層を伴う。中には白色～ピンク色のシラス様となるものもある（モタグァ低地周辺にて）。

(2) 地質構造

北部のモタアグァ河沿いには構造運動にともなう 2 本の大規模な東西性の断層（Motagua 断層 San Acasaguastlan 断層）があり、幅 3～5 km の地溝帯を形成している。これらの断層はほぼ垂直変動によるもので、この地溝帯の形成と共に新規の地層（第三紀の Subinal Formation）が堆積したとされている。地溝帯周辺の超塩基性岩類（主として蛇紋岩）もこの構造運動に伴って貫入したものと見られる。Motagua 断層帯の周辺には、これに平行、また斜交する多数の断層が形成されており、岩盤の破碎、ブロック化が進んでいるものとみられる。

その他の主な断層は、チキムラの南方 10 km を東西に走る jocotan 断層（北部の古生層地帯と南部の火山岩地帯の境界をなす）と、チキムラから南方へ延び Ipala を通る Ipala 断層、および調査地南部のハラパタグァを通る Jalapattagua 断層等である。

(3) 水理地質

水理地質の詳細については第 4 章で述べるが、個々では地下水を産する地層の分布と構造の概要を述べる。

一般に砂礫層や亀裂性岩盤（溶岩）は良好な帯水層となりやすく、調査地においても同様の傾向がうかがえる。調査地北部では、中古生層を刻む谷部に顕著な扇状地性砂礫層が発達している（モタグァ低地等）。南部では、第四紀火山を形成する溶岩や火山岩が主たる帯水層になっているものとみられる。それらの火山帯の間を埋める火山性堆積物も帯水層になっていると考えられる。

なお、第四紀火山の基盤をなす第三紀火山岩は新規の火山活動にともなって各所で陥没したことが想定される。調査地各地でみられる盆地はそのようにして形成され、水理的に

見て地下水盆になっていることが考えられる。また調査地の地層には明確な被圧層がなく、地下水は概ね不圧水と思われる。

3.2.4 調査地区の土壌概要

計画地区の土壌は、湖水近くの高地土壌あるいは永年耕作地の土壌で、粘土の集積がみられる。

表土は赤褐色のラテライト土壌で、ハラパ県およびフテッパ県の耕地は酸化鉄と酸化アルミニウムの粒子に腐食土が混じり、山間部の農地では、独特の黒褐色を示している。また山麓に広がる草地ではラテライト化が更に進んだ赤褐色ラトソル（Latosol）土壌で、土壌酸化物の結晶も大きく、植物養分に乏しい農業生産性の低い土壌が大部分である。エル・プログレソおよびサカパ県の土壌は、ラテライト土壌に加えて、更に火山灰が堆積し、表面は直物腐植で灰黒色を呈しているが、極めて微細粒度で捻着力が弱く降雨による表土の流出が激しい。土壌の PII は調査地区全域で、中性か弱酸性である。

耕作深度は、耕機地では平均 60 cm 程度で、畜耕地では平均 40 cm 程度と浅い。10 年以上の耕地での A 層は植物根および腐植土が混ざり灰黒色で通気性があり、50 cm 程度の深さで、B 層が続く。B 層は、赤褐色で酸化物の粒子で堅く、作物根は進入が困難な地層である。調査地区の大部分の耕地の土壌は土層分化が鮮明ではない。

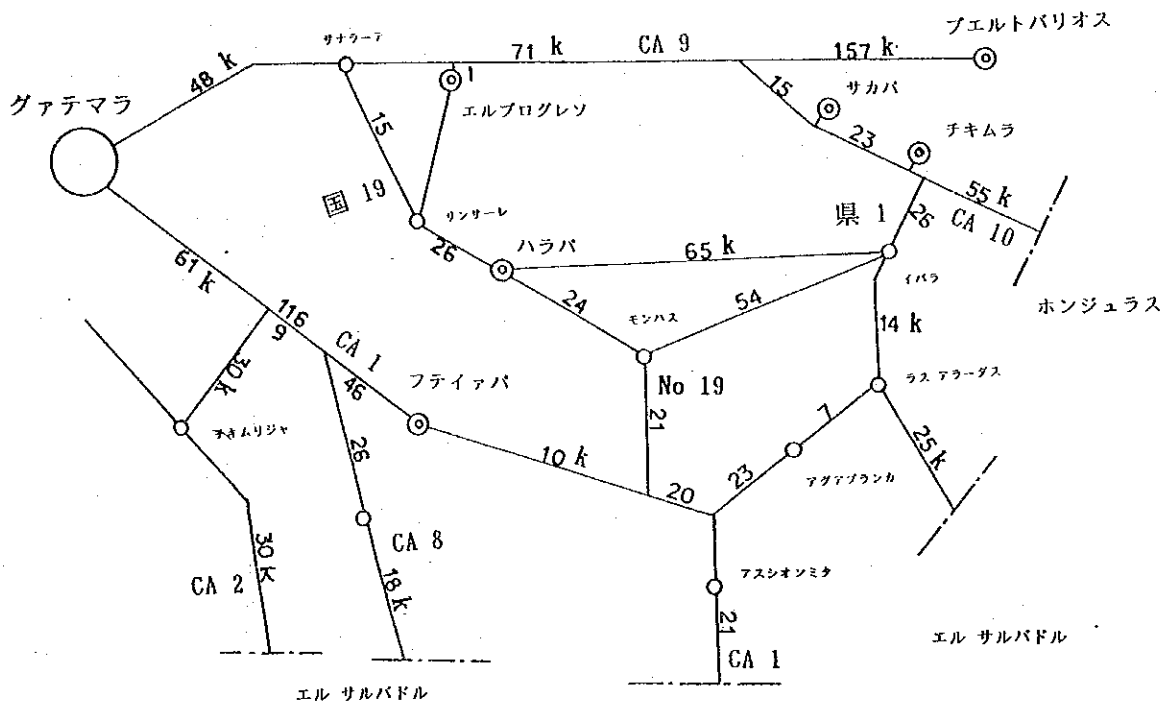
（付録図 土壌分布図参照）

3.3 社会環境

3.3.1 道路・鉄道

計画地の道路網は略同じ東西方向に奏功するセントラル・インターアメリカン・ハイウェイを主幹線とし、これを中心に南北方向に分岐する国道、その他各級地方幹線道路によって構成されている。

主たる道路およびその概要は次の通りである。



主要都市からの距離

サカパ	グアテマラ 市	128km
	プエルトバリオス	171km
	チキムラ	24km
	プログレソ	71km
	サナラーテ	87km
	ホンジュラス 国境	81km
	エル サルバドル 国境	82km
フティアパー	グアテマラ 市	116km
	モンハス	31km
	ハラパ	55km
	エル サルバドル 国境	51km

図 3.3.1 道路網系統図

表 3.3.1 主要道路概要

道路名称	沿線主要都市	計画地内延長	構造	摘要
Region III				
CA9	エルプログレン サナラーテ	140 km	アスファルト舗装	グアテマラ市-プロレト・パリオス港を 結ぶ国の大動脈（東西方向）
CA10	チキムラ市	58 km	一部砂利道	チキムラ市よりホンジュラス国へ（南北方向） 国道 20 号によって CA9 に通ず
国道 20	サカバ市チキムラ市	38 km	アスファルト舗装	グアテマラ市より東へ 110 km 地点で CA9 より分岐（南北方向）
国道 7	モラザン	40 km	アスファルト舗装	グアテマラ市より東へ 75 km 地点で CA9 からコパン（北）に向かって分岐
国道 19	サナラーテ市 サンサーレ ハラバ、モンバス	26 km	砂利道 アスファルト舗装	グアテマラ市より東へ 50 km 地点 サナラーテより南に向かって分岐し Region III と IV を結ぶ 2 幹線道路の 1 つ Region III 側砂利道、ハラバ市より CA1 交点 まで舗装
県道 1 （チキムラ）	イバラ市チキムラ市	26 km	砂利道	チキムラ市より南へ、イバラ市で県道 3 号 4 号 によって Region IV CA1 に至る Region III、IV を結ぶ 2 幹線の 1 つ
県道 1 （サカバ）	ヒカロ市プロイレン市	41 km	砂利道	国道 20 号より分岐。サカバ、エルプログレン市 を結ぶモタアグア河右岸側幹線（東西方向）
国道 4	プログレン市 サナラーテ サンアントニオ	50 km	砂利道 一部舗装	グアテマラ市より東へ 26 km 地点で エルプログレン市に通ずる山岳道路
Region IV				
CA1	フティアバ市 アスシオンミタ	87 km	アスファルト舗装	グアテマラ市から南東に走行 フティアバ市を経てエル・サルバドルへの大幹線
国道 22 （CA8）	ハラバダグア市	25 km	アスファルト舗装 一部砂利道	エル・マリオ地点で CA1 から分離 エル・サルバドルへ
国道 23	ジュビルテベケ	49 km	砂利道	フティアバ市よりエル・サルバドル国境 CA1 ゲートまでの山岳道路
国道 19 [※]	エル・プログレン モントス ハラバ	90 km	アスファルト舗装 一部砂利道	フティアバ市より東へ 10 km 地点で CA1 より ハラバ市へ分岐 ハラバまで舗装、ハラバより CA9 まで砂利道
県道 3	ハラバダグア	14 km	砂利道 一部舗装	エル・アマテ地点で CA より南に分岐 ハラバダグア市国道 22 号まで
県道 4	サンタカタリーナミタ アグアブランカ	38 km	砂利道	エル・プログレンよりアマティジョを結ぶ 東西方向高原道路で CA1 より Region III への 連絡路
新道	サンタカタリーナミタ	13 km	砂利道	ラスクルーシートス地点で CA1 より北へ分岐 サンタカタリーナミタで米道 4 号へ連なる Region III への連絡路

※ Region III、Region IV 重複記載
出典： IGM 地形図

CA 道路と一部の国道および一部の国道および市街地内道路を除き、未舗装砂利道または自然路盤である。一般に南北方向の道路は急峻で曲折の多い山岳道路で、県道でも橋梁がなく雨期増水のため河川横断が不可能なところもある。また雨期は路床が洗掘され、乗用車タイプ車両の通行は困難である。各計画地区に通ずる地方道や農道は、排水不良または路盤の流失によって雨期車両の自由通行が不可能なものが多い。

上記道路のほか、中央アメリカ縦貫鉄道がエル・サルバドル国境、チキムラ県アンギアチから北に向かってイパラ市、チキムラ市、サカパ市を経て、サカパ市から東西にわかれ、東はプエルト・バリオス港へ、西はグアテマラ市まで敷設されているが、チキムラ市からエル・サルバドル国境までの間は補修工事がなされておらず、その一部は使用不能となっている。使用可能区間では、地域住民がトロッコ路線として利用しており、トロッコを人力で駆動して、農産物の運搬や交通機関として利用されている。チキムラ市・グアテマラ市の間も老朽化が進んでいるが、1日1回列車が運行され、主として、グアテマラ市への農産物等の運搬や沿線住民の交通機関として利用されている。

3.3.2 水道・電化

(1) 水道

計画地域の都市住民は、生活用水を都市型上水道によって各戸給水されているが、地方農村住民は、簡易水道による共同水栓または共戸井戸によって生活用水を調達している。更に山村あるいは高原地域住民は、自家用井戸、渓流水、泉水を用水源として自己調達している。

地方農村の簡易上水道は、地下水を水源とするものもあるが、泉水または渓流水を直接取水し、重力送配水し、道路沿いに2~300m毎に共同水栓を設置しているものが多い。また村落中央あるいは道路沿いに約500m毎に手動ポンプをもった井戸を設置している村落もあるほか、数本の共同浅井戸を掘削している村落もある。

簡易水道システムは、元来滅菌装置を持っていなかったが、一昨年末ペルーを主とする中南米のコレラ流行に当たって、政府の指導によって簡易滅菌装置を設置したものが多い。

泉水、渓流水を水源とする簡易水道や、これらを唯一の水源から直接用水を調達している地域では、乾期水源が枯渇し、水不足が深刻である。このような水不足が衛生状態を悪くし、消化器疾病率あるいは幼児死亡率を高め、平均寿命を短くしている原因ともなっている。

主要都市では、下水道の整備が進められているが、その普及率は低く、小都市では、未処理汚水をそのまま河川に排出しており、小都市郊外河川は乾期悪臭が漂っており、水質汚染の原因となっている。

(2) 電化状況

幹線道路に沿って、低圧送電線が架設されており、道路沿いの都市・村落の家庭電化率は 85～90 % であるが、農山村地域は 20 % 程度と言われている。

3.3.3 通信・交通

計画地の家庭電話普及率は極めて低く、各県都、主要郡都および CA9 沿いの主要都市を除く地方農村地域は家庭電話は全く存在せず、主要幹線道路沿いの主要町村に 1～2 回線の共同電話が架設されているに過ぎない。

各県都や主要都市には電話局があり、国内はもちろん国際電話も 24 時間通話可能であるが、地方都市の共同電話は呼び出し式であり、直接受信が難しい。

計画地、特に農村地域は郵便制度が未発達で、農村地域では郵便物の集配は全く行われていない。郵便物は主要都市にある郵便局止まりである。

計画地の交通、運搬は陸路のみである。チキムラ・サカパ・エル・プログレソ・グァテマラ間で鉄道が利用されているのを除いて、専ら民間バス会社の路線バスあるいは民間輸送会社の定期、不定期の路線トラックが主たる交通・輸送機関である。

各級幹線沿いの主要村落から各県都や郡都、各県都や主要郡都から主とグァテマラ市へは、1 日 1～2 回の定期バスが運行されている。

地方農山村地域住民の最も一般的交通の方法は、近距離間は馬、遠距離間は通過する各種の自動車への有料便乗である。農産物の市場への搬入もほぼこれと類似した方法が利用されている。

国内各地方への荷物運送システムは未発達であるが、アメリカ合衆国への小荷物運送は宅配制度が確立されており、主要郡都毎にその取扱い事務所が設置されている。

3.3.4 保健・教育

グアテマラ国は医薬分業制度が確立されており、計画地の農村地方小都市でも 2~3 軒の薬屋があるが、いかなる薬を買うべきかを指示する診療所、病院等の施設は極めて少ない。

各県都には公立病院、地方都市には保険センターおよび診療所、主要農村には診療所が設置されているが、診療所には医師のいない所もあり、その設備は極めて貧弱である。主要都市には個人医院や歯科医院があるが、その数は少ない。

農村地方は用水不足、栄養不足あるいは生活環境の悪さから呼吸器疾患や消化器系疾病の罹病率が高いほか、蚊、ブヨ等の昆虫が多いうえ、不潔なため皮膚病の罹病率が高いと言われている。

第Ⅳ地方における 1991 年度、主たる疾病と死亡原因は下記の通りである。

表 3.3.2 主要疾病と死亡原因

主要疾病	患者数	割合	死亡原因	死亡者数	割合
下痢	23,763	28.8%	下痢	281	8.0%
呼吸器系疾患	21,446	26.0	循環器系疾病	190	5.3
皮膚病	5,452	7.0	事故	138	4.0
泌尿器系疾病	4,832	6.0	ガン	122	3.0
貧血	3,599	4.0	呼吸器系疾病	112	76.7
その他	23,427	28.2	その他	1318	100.0
計	82,519	100.0			

出典：フティアパ県統計 1991

なお、農村地方には、主として牛肉を対象とする家畜検疫所が設けられている。

計画地の各村落には、6 年制の小学校が設置されている。就学率は第Ⅲ地方 51.3 %、第Ⅳ地方 56.1 %であるが、零細農民や農業労働者の子弟は 3~4 年までに中退する者が多く、中退率は 58 %といわれている。

中学校（7 年制）は主要郡都に設立されている。中学への就学率は 8 %程度であるが、卒業率は 4 %前後に過ぎない。

3.3.5 計画地区平均農民の生活

調査結果からみる要請農民の平均的な姿は以下のようなものである。

ほとんどの農民は集落、または小さな街に住み、農地は近隣の地に約 7~8 Mz (5 ha) を有している。家族構成は約 4.5 人、夫婦と 0~14 才の子供と 15 才以上の子供が 2.5 人からなるが、農作業に専従するのは家主のみである。主婦は家事のみに従事し、畑仕事はしない。また小さな子供達は家事や家畜の世話はするが、畑仕事はしない。

7~12 才の子供は村の小学校に通う。夫婦の学歴は大体 2~3 年間の小学校教育を受けており、中には小学校卒業もいる。

作付面積は約 2.5~3 ha で、トウモロコシとフリホール豆、トウモロコシとソルゴ、またはトウモロコシと米等を基本的に自家消費用として生産（米の場合はほとんど市場出荷用）。余剰分を出荷している。農作業は雨期の 5~11 月の間で、トウモロコシは大体 5~6 月に種をまき、12 月に畑で充分乾燥させた者を収穫、フリホール豆は 5月~11 月、ソルゴは 7~11 月、トウモロコシ畑に混作している。米生産地域では 6~11 月頃の 3~6 カ月間に生産する。

作物がトウモロコシとフリホール豆、またはトウモロコシとソルゴであれば、これらの作物から得られる年収は Q 2,500~3,500 で、一家を一年間養うのには不足である。それを補うために乾期の 6 カ月間は他人の畑の労働者として働いたり、また政府の公共事業や（例えば道路工事）更には小さな商売をして Q 1,000~1,500 の収入を得る。作物が米の場合作付面積も多い傾向があるので、年収は Q 6,000~7,000 位になるので、生活はかなり楽になる。フリホール豆は価格は良いが（Q 100/キタル）、失敗するケースが多く、年に 2 度、時には 3 度播種をすることがある。

農作業に当たっては、各作業毎に労働者を雇って行う。トウモロコシは 20~25 人、フリホール豆 10 人、ソルゴ 10 人、米は 10~15 人労働者を雇って、種蒔き、施肥、農薬散布、除草、収穫までを行う。現在では人力で土地を耕すことはほとんど無く、トラクターを使用している。そのほかの作業はまだまだ人力および手作業である。

年収からも理解できるように、生活は極めて質素である。主食であるトウモロコシとフリホール豆は大体自分達で生産するため、生活費は少なくすむが、トウモロコシを生産していない農家は年間 30 キタルほどのトウモロコシを購入する。1ヶ月当たりの生活費は Q 500 以下が大半を占める。その内訳は表 3.3.3 に示すとおりであるが、いわばその日暮らして必要なものから支払っていくので、正確とは言えない。

表 3.3.3 一ヶ月当たり生活費内訳

(単位:Q)

項 目	月当たり経費
食 費	Q 100~200
衣 服	100
教 育	50~100
保 険 衛 生	50~100
電 気 ・ 水 道	30~ 50

出典：実態調査

肉類等、年に数回しか食べておらず、また最低限必要なものしか買わない。村での生活では Q1 が買い物の基準となる。例えば玉ネギ 1 束 Q1、トマト 1 山 Q1、オレンジ 5 ケ Q1、バナナ 2 房 Q1、パン 3 ケ Q1 等である。農業労働者の時給が Q10、最高でも Q20 であるといわれている。

各サイトには平均 2~5 人ほどの所有面積 20~300 Mz の中・大地主がおり、これらの人々の収入の高さが、平均収入を押し上げていることが多い。要請者も零細農家は少なく、概して所有面積が大きい。しかし作付面積は所有面積の半分以下、時には 10 分の 1 程度のこともある。

トウモロコシは失敗が比較的少ないが、フリホールや換金作物は発芽不良、発芽直後の干害、病虫害等によって無収穫と言う事もある。中・大規模農家は作付作物が多様でその被害の程度が少ないのに反し、1~2 種類の作付しか出来ない小規模農家の場合、無収穫、無収入により種子代、作付労務費が負債として残る事もあり小規模経営農家ほど収入が不安定である。

3.3.6 地下水灌漑農業の現況

計画地域においては、主として USAID の資金協力により、DIGESA によって実施された 34 地区の小規模地下水灌漑事業の内、第 3 地方で 5 地区、第 4 地方で 7 地区、計 12 地区が完成し、通年灌漑用水の安定供給を受けて DIGESA 地方事務所の指導のもとで非伝統的輸出作物を栽培する灌漑農業を実施している。

また計画地方には、上記準国営灌漑事業と関係なく、大プランテーションまたは中規模農家によって井戸が建設され、地下水を水源として灌漑農業が実施されている。

DIGESA によって建設された 12 地区それぞれの灌漑面積・受益農家数・用水生産量および主要栽培作物は、次に示すとおりである。

表 3.3.4 既設小規模灌漑地区概要

	灌漑面積 (ha)	受益 農家数	灌漑水量 地下水生産量 (GPM)	主要作物
Region III				
Suyate	20	10	750	オクラ、トマト、ブロッコリー
Jocotillo	25	15	250	タマネギ、トマト
Amatillo	26	15	250	タマネギ、トマト
Bifinio	36	18	350	タマネギ、トマト、ブロッコリー
Obraje	25	15	750	オクラ、ブロッコリー
Region IV				
Acequia	19.65	11	350	タマネギ、トマト
Pozas I	12.84	16	120	利用中断
Pozas II	23	20	271	タマネギ、トマト
Girones	40	23	737	スイカ、トマト
Rosario	32	29	457	スイカ、トマト、タマネギ
Tamarindo	55	29	776	タマネギ、キャベツ、ブロッコリー
Valle Abajo	33	29	465	タマネギ、トマト

出典：小規模灌漑（1991. DIGESA）

第 3 地域イパラ市に近接するオブラへ、スヤテの各地区は、オクラ、ブロッコリーを中心にいろいろな作物を試験的に栽培している。主な輸出先は、アメリカ合衆国で、仲買人が消毒・パッキングセンターまで搬入している。

イパラ市南部のベフィニオ、アマチジョ、エル・ホコチージョ等の各地区は、主な輸出国がエル・サルバドルであり、需要の多い玉ネギ、トマト、スイカを始め、チリ、人参、豆類を栽培している。

第4地方の各地区は、主な輸出国は、隣国のエル・サルバドルで、その需要に応じてトマト、玉ネギ、スイカが主な作物である。近年、高級葉菜類の需要増からブロッコリー、キャベツ、カリフラワー等の作付指向も強く、すでに試験的栽培を始めている地区もある。

なお、全ての地区が雨期に食料自給のためにトウモロコシ、フリホール豆等を圃場の一部で栽培している。また、雨期に La Acequia, Amatillo の一部地区では稲作が行われており、La Acequia では地下水による補給灌漑が実施されている。

年間の作付率は、一般に年3回3作で代表的な作付体系は次のとおりである。

表 3.3.5 現況作付体系

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
地区名												
Girones										(1992)ブロッコリー (1992)スイカ		
			(1993)スイカ			(1993)トウモロコシ		スイカ				
Tamarindo				トマト							玉葱	ブロッコリー※
	※					トウモロコシ・小トウモロコシ						
Rosario			スイカ				トマト				玉葱、トマト	
			チリー					フリホール				
								スイカ				
Acequia			※								トマト※	玉葱
								米				
						トウモロコシ					トマト	
Poza II					トマト							玉葱※
	※											メロン△
		△メロン										スイカ、キウリ○
		○										
					チリ							
						トウモロコシ、フリホール						
Bifinio				玉葱、スイカ、トマト								
						トウモロコシ、トマト						
						フリホール		スイカ、トマト、玉葱、チリ				
	※										ブロッコリー、カリフラワー※	人参
Obraje											オクラ	
				オクラ								
											スイカ、トマト	
				トマト、スイカ			トウモロコシ					
											ソルガム	

灌漑方法は、間断灌漑で、作物によって 3~7 日、1 回 2~3 時間灌漑している。なお、トマト、玉ねぎ、ブロッコリー、キャベツ等、育苗期間中各作物特性、気象条件に応じて、灌水している。

灌漑システムは、第 4 地域では、固定式スプリンクラーシステムが多く、第 3 地域では、先行 3 地区はスプリンクラーシステムであるが、残り 2 地区はドリップ灌漑システムである。これは、この地方は乾期に風力が強く、スプリンクラーの灌漑効率が著しく阻害されることから、初期投資額はスプリンクラーに比して 20~30 % 大きい。将来の水管理の利益を考慮して、受益農民の要望に応じてドリップシステムとなったものである。

主要作物、1 マツナ(0.7 ha) 一作当たりの収穫量、販売価格および生産コストは次に示すとおりで、灌漑農家の収入は非灌漑農家の約 8~10 倍となっている。

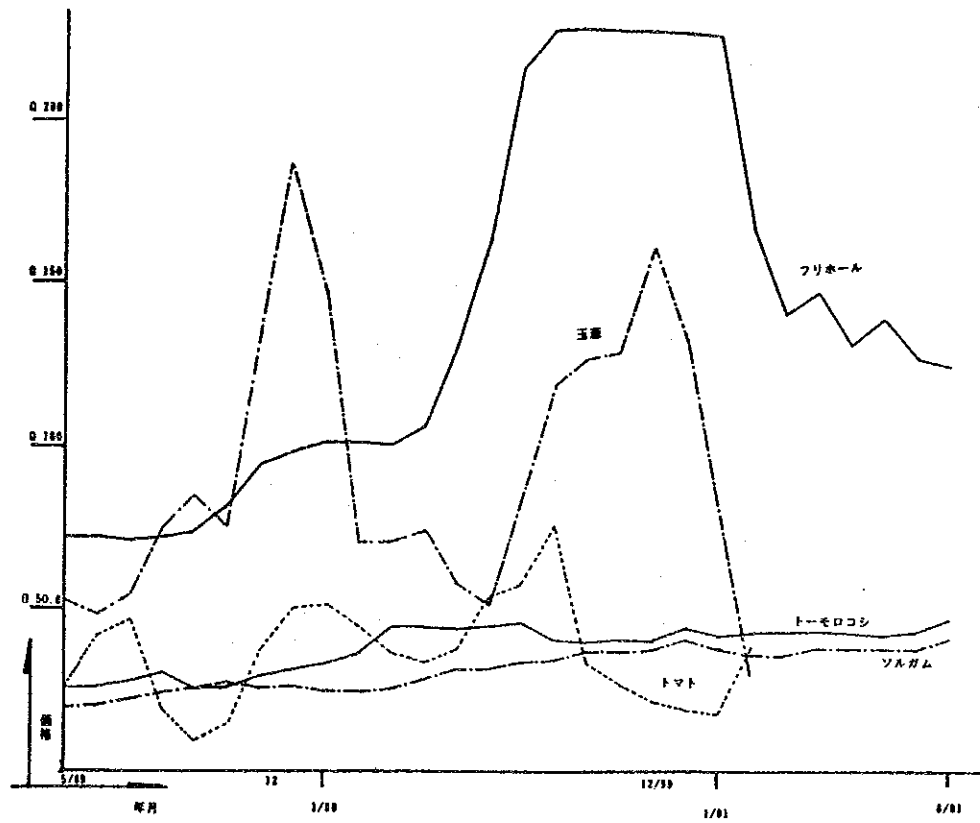
なお、第Ⅲ地方の山間低地には、個人で浅井戸を掘削し、トマト、キュウリ等を栽培している者が多い。またサカパ県モタグア右岸陵丘には地下水灌漑によって大プランテーションのメロン栽培が実施されている。

表 3.3.6 主要作物 1 作当たり (1 マツナ当たり) の収支

作物名	種, 農薬	肥料	人件費	水, 燃料	総支出	収穫量	価格	総収入	粗利益
トマト	2,540	726	2,195	1,151	6,612	20	1,500	30,000	23,388
メイズ	460	0	740	251	1,451	2.3	900	2,070	619
玉ねぎ	1,250	614	2,045	1,151	5,060	10	1,200	12,000	6,940
豆	384	260	530	251	1,425	1.2	2,000	2,400	975
オクラ	2,655	484	3,665	1,151	7,955	9.2	2,600	23,920	15,965
チリ	539	372	3,020	1,151	5,082	8	2,000	16,000	10,918

出典：年次報告 (1992. DIGESA) 及び農家調査結果

図 3.3.2 主要農産物価格 (Q/qu) (1989.5 - 1991.8)



出典：フティアパ県統計 (1991)

第 4 章 計画の内容

第 4 章 計画の内容

4.1 計画の目的

グアテマラ国政府は、国家開発計画の主目標を達成するため、農業生産の増大による輸出拡大、外貨獲得、貿易収支の改善、経済の再活性化を経済的最重要課題としており、この目的を達成するための基本戦略として、灌漑開発事業を推進し、通年灌漑用水を安定供給することによって、

- － 伝統的作物から安定的輸出作物である非伝統的作物への転換
- － 作付作物の多様化
- － 非伝統的作物の生産性向上と生産量増大

を促進することを掲げている。

政府は、さらに、次の様な国家開発計画の基本方針に従って、灌漑開発事業特に小規模灌漑事業を優先実施することを決定している。すなわち、

- － 国家の水資源、土地資源の開発・有効利用
- － 小規模経営零細農家・農民の所得拡大、就労機会の創出による経済的地位の向上と生活安定

である。

このような政府の基本政策に則って、農牧食糧省が策定した「グ」国東部地区 100 地区 3000 ha の灌漑開発計画の内の 24 地区について、地下水生産に必要な諸施設と生産用水の送配水システムを建設し、効果的な末端灌漑システムの建設と灌漑実施に必要な基盤を整備することが本計画の目的である。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性・必要性

(1) 計画の必要性

計画地において、すでに事業完成し有効に運営管理されている先行地区 12 地区の現況調査によれば、

- ー 作付作物は、国家開発計画の基本政策に示されているとおり、トマト、玉ネギ、オクラ、ブロッコリー、スイカ、メロン等非伝統的作物の計画的生産が定着し、生産物の大部分はエル・サルバドル、アメリカ合衆国、その他の周辺諸国に輸出している。
- ー 受益農家は、通年灌漑用水の安定供給によって、天水依存のトウモロコシ単作農業から作付率 300 %に及ぶ計画的農業生産により、灌漑事業実施以前に比して約 10 倍近い所得の増大、出稼ぎ賃労働からの解放、通年自家就労等の便益を享受している。
- ー 輸出用商品作物の通年栽培、管理のため 1 マチーナ(0.7ha)当たり 4~5 人の常用賃労働者を雇用するほか、移植あるいは収穫期には多数の賃労働者を臨時雇用する等、周辺貧困者層の雇用機会を創出し、政府の貧困者対策に大きく貢献している。

以上述べたように、本計画の実施は、国家開発計画の目標の一つである国家財政の健全化と受益農民を含む地方貧困者層の救済、生活条件の改善に大きく貢献する等、極めて高い効果をもたらすことが期待される。

(2) 要請計画の妥当性

要請内容は、同開発計画の主たる構成要素である地下水生産施設と開発地下水の送配水施設にかかる施設とその建設である。

計画地域は、表流水の開発利用が容易な地域では、既に国営、または民営による灌漑開発が実施されているほか、現在、各級規模の開発計画が進められている。残された地域は、一部を除き、表流水の経済的開発ポテンシャルが小さく、同地域の灌漑開発の実施にあたっては、その用水を河川表流水以外の水源開発に依存せざるを得ない。

計画地域は、「グ」国のなかでも降雨量が比較的少ない地域に属し、地形変化に富んで

いる上、火山性堆積層に覆われ、植生も貧弱であり、かつ地質的にも地下水の涵養力は小さいが、深部自由帯水層、あるいは被圧帯水層には、開発可能な地下水が賦存していると推定され、深井戸による地下水の開発が可能である。

なお、計画事業の実施に当たっては、掘削費あるいは揚水動力費などにかかる経済性から、一施設当たりの地下水の経済的計画生産量には自ずから限界があり、大量生産による大規模面積支配の灌漑計画は難しく、地下水生産の経済性という観点から、1基当たり最大計画生産量は毎秒30リッター程度、最大支配面積約35haといった小規模灌漑事業として実施することが効率的であると考えられる。

計画地の多くは、山岳盆地、溪流河川扇状地、あるいは河岸段丘に形成された小面積の平地で、周辺山岳斜面の侵食土壌等が沈積され比較的耕土も厚く、肥沃である。

更に、計画地域のうち、フティアパ県は、エル・サルバドル、チキムラ県はホンデュラス及びエル・サルバドルとそれぞれ直接国境を接し、サカパ、エル・プログレソの各県は、「グ」国最大の貿易港、プエルト・バリオスに通ずるインターセントロアメリカン道路9号線(CA9)が150km以上にわたって横断しており、このCA9号線-プエルト・バリオスを通じ、大消費国家アメリカ合衆国及びEC諸国への至近距離に位置している。

更に、計画地域は、全農家の80%以上が2ha以下の零細農家である、等々を考慮すると、本計画の実施地区として優先位は極めて高いと考えることができる。

また、USAIDによるプロジェクトが井戸掘削のまま長期にわたって本来の目的を達成せずに放置されていることを考慮すると、本要請が井戸掘削資機材の調達でなく、井戸の建設、モーター・ポンプの設置、用水の送配水施設の建設まで含み、所要施設の完成を内容としていることは、極めて妥当であると考えられる。

以上から、本計画は、実施効果、水源の安定性、計画施設あるいは実施規模の経済性などから極めて妥当な計画と考えられ、全農家数の84%を占める小規模農家の救済対策として是非実施を促進すべき計画であると評価することができる。

4.2.2 実施運営計画

(1) 実施運営体制と責任

日本の協力によって要請施設の建設が完成しても、本計画事業画素の目的を達成するためには、受益農民自身の責任と費用負担によって末端灌漑施設が建設、完備されることが必要である。

本計画事業の実施運営責任と分掌は表 4.2.1 に示すとおりであり、日本の協力施設建設工事の完成あるいは建設工事の完成あるいは建設工事と平行して、各地方 DIGESA と受益農民によって末端施設の建設工事が実施される。

また、末端灌漑施設を含む全計画施設完成以後の施設運営、用水管理及び施設の維持管理は、各地方 DIGESA の指導のもとで受益農民組合の責任によって実施される。

本計画の実施によって DIGESA が運営管理すべき対象は、2 年間に 20 地区が追加されることになるが、MAGA・DIGESA の運営責任・分掌は主として技術的管理よりも一般的総括管理業務であることから、現体制要員によって充分対応可能であると考えられる。なお、DIGESA の責任とされる完成施設の運営管理にかかる巡回指導業務を完遂するために、現在の民間コンサルタント技術者の契約雇用に代わって、DIGESA・UCPC に水理地質及び電気技術者各 1 名を配置してその体制を強化することとしている。

本計画の実施・運営は、関連施設の設計・施工を含み各地方 DIGESA の責任によって遂行される。本計画の実施によって管理地区は、第Ⅲ地方 11 地区、第Ⅳ地方 9 地区がそれぞれ追加・拡大される。このことに対する各地方 DIGESA の要員補充体制強化について、現在具体的対策、計画は示されていない。

全事業施設の完成以後の運営管理については、現体制と要員の技術水準の向上、要員の適正配置によって対応可能と考えられるが、日本の協力施設建設と平行して果たすべき業務の完全遂行を期するためには灌漑技術者ほか関係技術者を補強し、実施体制を強化することが必要であると考えられる。

なお、管理対象の空間的範囲が広大なため、そのことを考慮して効率的な業務遂行を期するため要員の交通輸送力増強、連絡通信システムの確立など、体制の改善強化が必要である。

(2) 予算措置

DIGESA・UCPC 及び各地方 DIGESA の年度予算は、各年度の小規模灌漑事業の実施計画に基づいて決定されている。1989 年と 1991 年の間では、車両用燃料など消耗品の価格上昇による予算額の差が認められる程度である。1989 年と 1990 年では約 13 %の予算額増大となっているが、その主たる原因は、給与改正によって約 16 %人件費が増大したことによるものである。

表 4.2.1 事業実施運営責任分掌

段階	業 務	日本側が実施する事項	グアテマラ側が実施する事項と担当部局
準備段階	1 農家要望調査		基本設計調査の開始前までに調査対象予定地区の農家要望調査を実施し、調査対象地区を最終決定し、その結果を日本側に通報する。(MAGA-DIGESA)
	2 基本設計調査	グアテマラ側が農家要望調査の結果をもとに最終決定した調査対象地区の通報を受け、JICA は日本のコンサルタントを選定する。コンサルタントは、マーケティング、電気探査、井戸建設サイト後との施設概略設計(井戸、電気設備、灌漑施設)事業費積算、事業評価等を実施する。	調査期間中、カウンターパートの配置、資料の提供を行う。
	3 事業審査	外務省・大蔵省による審査	
	4 閣議	閣議による無償資金協力の決定	
井戸及び電気設備 用水送配水施設建設段階	5 E/N の交換	大使館による E/N の署名	外務省による E/N の署名、日本の外国為替銀行に銀行講座の開設。(MAGA)
	6 コンサルタント契約	JICA による契約審査、外務省による契約認証	詳細設計・施工管理のためのコンサルタント契約の締結。(MAGA)
	7 詳細設計	JICA による入札図書書の審査、外務省による、コンサルタントに対する詳細設計費用のグアテマラ政府銀行口座への入金	日本のコンサルタントによる、詳細設計・入札図書作成、コンサルタントに対する詳細設計費用の支払証明書の発行。(MAGA-DIGESA)
	8 入札	JICA 立会い	日本のコンサルタントによる入札、農業牧畜省立会い。(MAGA-DIGESA)
	9 建設業者契約	JICA による契約審査、外務省による契約認証	日本の建設業者との工事契約締結。(MAGA-DIGESA)
	10 工事	外務省による、建設業者に対する一部工事費用のグアテマラ政府銀行口座への入金	日本のコンサルタントによる施工管理、建設業者に対する一部工事費用の支払証明書の発行。(MAGA-DIGESA)
	11 完工・引渡し	JICA による完工証明書の審査、外務省による建設業者並びにコンサルタントに対する費用のグアテマラ政府銀行口座への入金	完工証明書の発行、建設業者並びにコンサルタントに対する費用の支払証明書の発行。(MAGA-DIGESA)
末端灌漑建設段階	12 農民組合の組織化		E/N の署名終了後、直ちに井戸建設予定地区の農民組合の組織化を行い、日本側に通報する。(MAGA-DIGESA、REGIONAL DIGESA)
	13 灌漑施設の詳細設計、事業費積算		E/N の署名後直ちに、日本のコンサルタントの実施した基本設計調査結果を参考に、井戸建設予定地区の灌漑施設の詳細設計、事業費積算を行う。(REGIONAL DIGESA)
	14 農民組合による BANDESA に対する融資申請		農民組合による農業開発銀行 (BANDESA) に対する融資申請指導を行い、融資申請を促進する。(REGIONAL DIGESA)
	15 BANDESA による融資決定		BANDESA による農民組合に対する融資審査の際、技術的指導を行い、融資決定を促進する。(REGIONAL DIGESA)
	16 農民組合と DIGESA との工事契約		DIGESA は農民組合と灌漑施設の工事契約を締結し工事を実施する。(REGIONAL DIGESA)
運営維持管理段階	17 完工、引渡し		(REGIONAL DIGESA)
	18 水管理		農民に灌漑用水の利用方法につき指導を行う。(REGIONAL DIGESA)
	19 井戸、電気設備灌漑施設の維持管理		農民に対し、井戸、電気設備、灌漑施設の維持管理方法、故障の場合の修理方法について指導を行う。(MAGA-DIGESA、REGIONAL DIGESA)
	20 施設の維持管理修理資金の積立て		農民に対し、井戸、電気設備、灌漑施設の維持管理、修理に必要な資金の積立ておよび融資について指導を行う。(REGIONAL DIGESA)
	21 営農計画		農民に対し、営農および市場動向の指導を行う。(REGIONAL DIGESA)

表 4.2.2 過去 3 年間の関係機関予算

(単位: Q)

	1989	1990	1991
DIGESA・CPC	316,750	356,960	364,760
Region III	345,610	391,530	397,830
Region IV	588,260	664,420	683,520

一方 DIGESA の長期計画による上記 3 局の予算の伸び率は年 17~18 %として算定されている(表 4.2.3 参照)。要員の補充、施設の拡充計画は示されていないが、年 17 %の伸び率とすると 5 年後の予算総額は現在の約 219 %となる。物価上昇、給与改善による人件費増加率を年 10 %と仮定すると 5 年後の増加率分は約 161 %となる。この差額が小規模灌漑事業実施拡大に対応した実施運営体制の強化改善費用と考えるならば充分とはいえないが、年間かなりの要員の補強等など体制の強化が可能であると考えられる。

このような予算額の負担能力については、現在「グ」国の経済安定と成長による政府一般財源の改善も期待されると共に、USAID によって実施された各種の小規模灌漑事業地区が受益農民によって弁済された“小規模灌漑開発基金”を財源とする特別予算が可能であり、要員の技術水準向上、農民に対する施設、用水の運営管理技術の伝達のための研修が実施されることが期待される。

(3) 農民組合

本計画施設の建設完成後、日常的施設の運営管理は受益農民組合の責任であり、それに要する経費は全て農民自身の負担によって実施される。

農民の本事業への参加意思は確認されているが、現段階で農民組合組織が確立されているものは数地区に過ぎない。計画段階の現在、これから組織すべき農民組合の財務能力を推定する客観的資料はないが、本計画事業の実施効果が目標に達するまでの営農資金、施設の運転、管理費用については BANDESA からの借り入れが可能であり、運転管理費用の調達は可能であると考えられる。

表 4.2.3 DIGESA 本部
プロジェクト協定調査部予算

(単位: Q)

項目	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. 直接人件費	199,060	234,890	277,170	327,060	385,930	455,400	537,370	634,100
2. 直接経費								
一般経費	20,100	23,710	27,970	33,000	38,940	45,940	54,200	63,950
広報・宣伝費	8,000	9,440	11,130	13,130	15,490	18,270	21,560	25,440
印刷・製本費	5,000	5,900	6,960	8,210	9,690	11,430	13,490	15,920
旅費・日当	21,600	25,500	30,100	35,500	41,900	49,400	58,300	68,800
事務器維持費	5,000	5,900	6,900	8,200	9,700	11,400	13,500	15,900
車両維持費	10,000	11,800	13,900	16,400	19,400	22,900	27,000	31,900
予備費	2,000	2,300	2,700	3,200	3,800	4,500	5,300	6,300
3. 資材支給費								
資材調達費	15,000	17,700	20,900	24,600	29,100	34,300	40,500	47,800
会議費	10,500	12,400	14,600	17,200	20,300	24,000	28,300	33,400
事務用品費	9,500	11,200	13,200	15,600	18,400	21,700	25,600	30,200
タテ・チヨウ交換費	8,000	9,500	11,200	13,200	15,500	18,300	21,600	25,500
燃料・エンジンオイル・油脂類	25,900	30,600	36,100	42,600	50,200	59,300	69,900	82,500
車両部品・アケサリ費	15,000	17,700	20,900	24,600	29,100	34,300	40,500	47,800
厚生費	10,100	12,000	14,000	16,600	19,600	23,000	27,000	32,000
合計	364,760	430,540	507,730	599,100	707,050	834,140	984,120	1161,510

DIGESA 第三地域
予算

(単位: Q)

項目	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. 直接人件費	238,800	281,880	332,620	492,970	581,700	686,400	644,870	955,760
2. 直接経費								
一般経費	36,100	42,600	50,300	59,300	70,000	82,600	97,400	115,000
旅費・日当	45,150	53,300	62,900	74,200	87,500	103,300	121,900	143,800
事務器維持費	1,600	1,900	2,200	2,600	3,100	3,700	4,300	5,100
車両維持費	2,400	2,800	3,300	3,900	4,600	5,500	6,500	7,600
3. 資材支給費								
資材調達費	7,400	8,700	10,300	12,200	14,300	16,900	20,000	23,600
会議費	5,000	5,900	7,000	8,200	9,700	11,400	13,500	15,900
事務用品費	13,000	15,300	18,100	21,400	25,200	29,700	35,100	41,400
タテ・チヨウ交換費	9,000	10,620	12,500	14,800	17,400	20,600	24,300	28,700
燃料・エンジンオイル・油脂類	15,000	17,700	20,900	24,600	29,100	34,300	40,500	47,800
車両部品・アケサリ費	17,000	20,100	23,700	27,900	33,000	38,900	45,900	54,200
厚生費	7,300	8,600	10,100	11,900	14,100	16,700	19,700	23,200
合計	397,830	469,400	553,920	753,970	889,700	1050,000	1073,970	1462,060

DIGESA 第四地域
予算

(単位: Q)

項目	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. 直接人件費	383,020	452,000	533,300	716,000	844,800	996,900	1176,300	1388,100
2. 直接経費								
一般経費	23,500	27,700	32,700	38,600	45,600	53,800	63,400	74,900
旅費・日当	72,000	85,000	100,300	118,300	139,600	164,700	194,400	229,400
事務器維持費	4,000	4,700	5,600	6,600	7,800	9,200	10,800	12,700
車両維持費	18,000	21,200	25,100	29,600	34,900	41,200	48,600	57,300
3. 資材支給費								
資材調達費	18,500	21,800	25,800	30,400	35,900	42,300	49,900	58,900
会議費	16,000	18,900	22,300	26,300	31,000	36,600	43,200	51,000
事務用品費	30,000	35,400	41,800	49,300	58,200	68,600	81,000	95,600
タテ・チヨウ交換費	15,000	17,700	20,900	24,600	29,100	34,300	40,500	47,800
燃料・エンジンオイル・油脂類	50,500	59,600	70,300	83,000	97,900	115,500	136,300	160,900
車両部品・アケサリ費	40,000	47,200	55,700	65,700	77,600	91,500	108,000	127,400
厚生費	13,000	15,300	18,100	21,400	25,200	29,700	35,100	41,400
合計	683,520	806,500	951,900	1209,800	1427,600	1684,300	1987,500	2345,400

4.2.3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係、重複の検討

小規模灌漑事業は、開発水源あるいは用水の生産方式により、表流水を水源とする小規模灌漑事業と地下水を水源とする小規模地下水灌漑事業と呼称を区分しているが、用水生産（取水）施設の計画・設計・建設はすべて DIGESA の直接責任により実施される。

しかしながら、灌漑システムの建設は、所要資金を DIGESA の融資によって調達して、DIGESA の指導管理のもとで受益農民団体が実施している。したがって、本計画の実施によって、地下水生産施設及び共用地内の灌漑用水送配システムが建設されたとしても末端灌漑システムの建設なしには協力施設は有効に利用されず、本来の目的を達成することはできない。

「グ」国政府の小規模灌漑事業実施体制が整備・強化されつつあり、色々な水源を水源とする各種の小規模灌漑事業の実施も効率化し、その進展につれて灌漑システム建設資金の融資申請が増加し、融資申請総額も年々増大することが予測される。

一方、BANDESA は、小規模灌漑事業のための貸出資金を主として USAID の融資に依存し、運営しており、その貸付可能総額には自ずから限度がある。本計画の実施によって 単年度に 20 本、あるいは半数ずつ 2 年継続して末端灌漑システム建設資金の融資を BANDESA に申請することになる。

この融資が類似計画地区の融資申請と競合することは避けられず、本計画事業地区の融資申請が優先処理され優先貸付が得られる保証は全くない。

本計画地区では、USAID による地下水灌漑を含む小規模灌漑事業、BID の資金援助による中規模灌漑事業、トリフィニオ計画による各級規模灌漑事業、民間による灌漑事業等が実施されている他、フティアパ県で JICA による地域総合開発基本計画の調査が実施されているが、本計画における事業計画地区24地区は、次に述べる 3 地区を除いて上記事業と重複、または競合しない地域に位置している。

(1) La Palmilla (Zacapa)

本地区は、モタグア河の左岸段丘に広がる農業地帯の一部であり、中規模経営農家は、モタグア河支川よりポンプ揚水してタバコ、メロン等の灌漑農業を実施している。一方、タバコ仲買人が大規模ポンプをモタグア河岸に設置し、小規模経営農家にタバコ栽培を条件に用水を供給している。小規模農家は、収益性の高いタバコ以外の作付を希望しているが、そのためには灌漑が必要であり、本計画事業の実施を強く希望している。ただし、農地造成、分布形態が中規模農家農地に取り囲まれたり、分断されており、民営個人所有、あるいはブローカー所有の灌漑システムによる妨害・干渉が懸念される。

(2) El Tintero

本地区は、全農民が小作農民で、農民は生産協同組合を結成し、協同作業による農場経営を行っており、USAID による地下水灌漑施設の建設を要請し、1989 年 DIGESA によって井戸掘削が実施され、揚水試験の結果、600 GPM の地下水生産可能性が確認されたが、資金不足によって未だポンプ等を設置するに至らず放置されている。このような状況の中で、USAID による井戸の支配農区に隣接する約40haの農区灌漑のために本計画による事業実施を要請したものである。

DIGESA 第Ⅲ地方の計画によれば、USAID 事業の完成は未定である。したがって、万一、本計画が先行する場合、動力用電線の架設工事は、本計画事業のもとで、逆にUSAID 事業の残工事が先行して着工される場合は USAID 事業のもとで実施することが予測される。

(3) La Esperanza,

EC、スペイン、IICA によって実施されているホンデュラス、エル・サルバドル、グアテマラの 3 国にまたがる貧困地帯を対象とした総合地域開発計画であるトリフィニオ計画は、1993 年から、チキムラ県南部イパラ地区のオブラへ、ラスエスペランサ、エル・サウセ、サン・イシドロ、4 ヶ村、150 家族を受益者とする野菜及び果物生産プロジェクトの実施を計画している。この計画が開始されると既存 USAID project オブラへと共に野菜生産の中心となることが予測される。そのことは地域農民にとっても、国家的にも多くの効果をもたらすことが期待され、本事業の実施と重複あるいは競合する事はない。

なお、類似の計画はフティアパ県の Santa Catarina Mita 地区でも検討されており、本事業実施計画地区であるオルカネス地区も含まれている（付録図参照）。

4.2.4 計画の構成要素

本計画は「グ」国東部地域における農業開発計画であり、同地域の農業開発にかかる主たる阻害要因は、農業生産に必要な用水が不足していることである。したがって本計画は、安定した水資源としての地下水開発を内容とし、次のような構成要素からなる。

【地下水開発計画】

- 地下水開発計画 …………… 地下水開発可能性・可能量評価
井戸掘削位置の選定・評価
- 農業生産計画 …………… 導入作物、作付体系の決定
- 地下水生産計画 …………… 灌漑面積・灌漑方法の概定

- 季節別作物用水要求量最大所要用水水量の概定
 - 計画生産量の決定
- 地下水生産施設計画 …… 生産井戸の緒元、生産方法の決定
- 生産用水の送配水
 - 及びシステム計画 …… 生産用水の送水、配分、送配水方式の決定
- 送配水施設計画 …… 所要施設計画
- 実施計画 …… 実施組織、実施工程・方法の策定
- O/M 計画 …… 建設施設の運営管理計画
O/M 体制の検討
- 事業費の積算 …… 建設費、年度別工事費の積算

一方、灌漑開発計画は、次のような諸要素からなる。

【灌漑開発計画】

- 灌漑計画 …… 灌漑面積の確定
計画作物、計画作付体系の確定
灌漑方法の決定、ローテーション計画の決定
単位純用水量、粗用水量、灌水量の算定
間断日数、最大所要用水量決定
- 灌漑施設
 - 及びシステム計画 …… 灌漑システムの決定
所要施設・機器計画
- 実施計画 …… 農民組織の設立、法手続
資金調達計画
実施方法、機器調達計画
- 用水管理
 - 及び O/M 計画 …… 用水管理、O/M マニュアルの作成
O/M 体制の検討
- 事業費、O/M 費の積算 …… 施設建設費、機器調達費用
運転費用、点検修理費
更新費の積算

併しながら、「グ」国の要請は、上記構成要素のうち地下水開発計画にかかる部分にとどまるものである。灌漑開発計画に関わる諸部分は「グ」国の責任によって実施されるものである。

但し、上記の表示から明らかなように、地下水生産計画の策定に当たっては、地下水の効率的生産と生産施設規模の適正化を図るために農業生産計画及び灌漑計画の検討が必要である。この計画は「グ」国が実施する末端灌漑システム、用水利用管理計画の基準となるものである。

4.2.5 要請計画地区

要請計画地区は MAGA・DIGESA が策定した「グ」国東部地区小規模地下水灌漑計画の計画地区 100 地区のうちから選定された 30 地区である。

要請 30 地区の名称、面積、農家数は下記のとおりである。

表 4.2.4 要請計画地区

県名	No	地区名	面積 (ha)	農家数	県名	No	地区名	面積 (ha)	農家数
Region III					Region IV				
Chiquimula	1.	Las Aradas	30	25	Jutiapa	16.	La Palmilla	30	15
	2.	La Coronada	32	25		17.	Horconese	25	18
	3.	La Esperanza	30	25		18.	La Arada	30	30
	4.	Shusho Abajo	22	16		19.	El Rodeo	15	14
	5.	Sansare I	50	50		20.	El Tempisque	35	16
El Progreso	6.	Sansare II	50	50	21.	El Trapipiche	35	25	
	7.	Los Cerritos	25	22	22.	El Jicaro	25	50	
	8.	San Agustin	25	20	23.	El Jicaro	92.4	23	
	9.	El tintero	50	40	24.	El Coco	15	21	
	10.	Las Ovejas	30	25	25.	Playa de Coyol	24.5	14	
Zacapa	11.	Lo de China	40	20	26.	Ujuxtalls	30	50	
	12.	Las Jalapa	30	35	27.	Tran cas I	35	34	
	13.	El Matazano	15	20	28.	El Gusyabo	35	60	
	14.	El Manguey	30	36	29.	Las Lajas	21	15	
	15.	San Vicente	35	30	30.	Llano Granada	20	16	

出典：東部小規模地下水灌漑計画
無償資金協力要請基本情報

小規模地下水灌漑事業実施地区選定にかかる DIGESA の基準は次のとおりである。

- 農民の事業参加意思が明確であること
- 地下水があること
- 電気があること

要請は、DIGESA によって選定された上記 30 地区について地下水開発ポテンシャル、農民の参加意思、その他の自然的、社会的条件を総合的に評価して、24 地区を選定して要請施設を建設することを内容とする。

要請各地区の地下水開発可能性と、その生産可能量を評価すると共に、井戸掘削地点を概定するために、本章次節において詳述するとおり、電気探査その他の水理地質調査を実施した。この地下水開発にかかる技術的調査と平行して本調査団は、計画各地区の社会経済調査を通じて、農民の事業参加意思を確認すると共に、灌漑開発ポテンシャルを評価するために、要請各地区の地形条件、現況土地利用、アクセス条件、高圧電力の利用可能性等を調査、確認した。

その結果、要請 30 地区のうち、下記 5 地区について次のことが確認された。

- No28, El guayabo : 現在、地域住民にとって必要な用水は灌漑用水ではなく、生活用水である。DIGESA に対する要請は生活用水開発事業と錯誤したものであり、灌漑開発事業に参加する意思はない。
- No29, Las Lajas : 要請者は平均 1~2 マンサナ (0.7-1.4 ha) の零細農民 15 人で、フティアパ県北東端の僻地で、事業実施の必要性、要求、効果は極めて大きいと判断されるが、地方幹線道路から約 3 km の奥地にあり、アクセス道路条件が悪いうえ動力用高圧電線の架設距離が 3 km 以上となるなど、要請事業の実施可能性は極めて低い。
- No18, La Arada : 農家が分散しており、農民の意思確認は困難でアンケート調査も不十分であったが、要請者 0 であった。
- No22, El Jicaro : 集落と耕地が遠く離れ、土地所有関係が不明確であるうえ、要請申請時と現在では農民代表が変わり、要請者を確認できなかった。
- No12, Pozo de Jalapa : 大プランテーションによる地下水灌漑地区の一隅で大プラ

ンテーションのタバコ耕作要求を拒否している 2 人の地主が中心となって、周辺零細農民に自由作付を目的とする本事業の実施を呼びかけているが、事業実施による受益予定地のほとんどは主導者 2 人の所有地で、事業実施便益が 2 人に集中し、他の零細農家は便益享受を期待できない。

以上の評価に基づき、上記 5 地区を計画実施対象地区から除外し、残る 25 地区について、主として地下水開発計画調査と国内解析作業の成果に基づいて、地区毎にそれぞれの地下水開発可能性を検討、評価し、本事業の実施地区としての可能性、妥当性を検討するものとする。

本要請事業の実施地区数は、検討・評価の過程で変動することは避けられない。また、灌漑面積、事業参加農民数は、基本設計調査結果に基づいて要請面積、農民数を修正し変更した。

更に、選定した 25 地区について、各地区毎の地下水安全用水量と計画最大所要揚水量を検討して、地下水の安全揚水量が 10ℓ/sec 以下と評価された第Ⅲ地方 El Progreso 県の Sansare I、II、El Upayon、及び第Ⅳ地方 Jutiapa 県 Horcones の 4 地区と、NO₃、HCO₃ の含有量が多く、塩分濃度が高く、その水質が灌漑用水として不適と判定された El Maguay 地区、合計 5 地区を計画から除外し、残る 20 地区を本計画の実施地区と決定した。

4.2.6 要請施設・機材の検討

(1) 要請施設

主要な要請施設は、地下水生産施設と生産地下水の送配施設で、その施設はそれぞれ次のような内容からなる；

- 1) 地下水生産施設 : 井戸、モーターポンプ
運転制御設備（電気設備）
機械室建屋
動力用高圧電力受、送電設備
付帯設備（逆止弁、制水弁、空気弁、圧力調整弁、
除塵装置、その他）
- 2) 用水送配水施設 : 加圧送水管路

配水槽及び付帯設備

共用地内配水管路及び分水設備

末端分水栓

上記のうち、地下水生産施設にかかる要請は、当然に必要な施設からなるが、モーター駆動のための高圧電力の受電のために必要な送電線架設については、所要送電線の長さが大きくなると所要費用が高騰し、本事業実施の経済性を損なう恐れがあるため、DIGESA との協議によって送電線架設距離の許容限界を 1 km とすることとした。したがって、所要架線距離が 1 km を越える場合は、送電線架設工事だけでなく、本協力事業実施地区としての適正を失い、本事業実施地区から除外する。

なお、井戸の掘削深さ、モーターポンプの容量などは各地区別に検討するが、諸計画の検討過程で計画用水量、灌漑方法、灌漑面積等基本条件の変動に応じて修正・変更することは避けられない。

用水送配水施設について要請は、公共地内送配水施設と明記しているに過ぎず、詳細施設については明示していないが、上記各施設は送配水システムとして充足すべき施設である。

配水槽については、揚水ポンプの持つ圧力水頭によって直接送水する場合、一般的には不用品であるが、先行類似プロジェクトにおける既存末端灌漑システムの水利用効率や用水管理あるいは施設管理費用等々についての比較検討から、所要初期投資額はスプリンクラーシステムに比して 30～40 % と大きい、O/M 管理費用については逆に 50 % も少額であることから、要請農民の間でドリップ灌漑システムの採用を望む声強い。

このような農民の要請に応え、ドリップ灌漑システムの採用が容易なるよう送配水システムとして配水槽を設置し、重力配水を要請計画とした。ただし、地形的条件から配水槽が高架水槽となる場合は、高架水槽に代わって圧力調整タンクとするなど、各地区それぞれの地形特性、地下水の安全揚水可能量等などに応じて適正なシステム、規模を検討して決定する。

配水管路は共用地内管路とし、その末端は要請各農民所有圃区の頭部とし、圃区面積に応じ適正な断面・容量をもった分水栓を設置するものとするが、事業参加農民の所有にかかる圃区が遠く離れて独立して存在する場合は、圃区面積、共用地内管路の所要延長に応じ、実施の経済的妥当性を検討し、著しく経済性を損なうと考えられる場合は、当該圃区を本事業実施地区から除外する。

(2) 要請機材

本案件にかかる要請機材は、協力施設完成後の巡回点検サービスのための車両と点検サービス用工具である。

各要請機材の内容と必要性は以下のとおりである。

1) 巡回点検サービスカー

協力施設の点検、O/M 指導は各地方 DIGESA の責任によって実施される。事業実施地区は広大な地域に点在しているので、効率的なサービス実施のため、各地方DIGESA それぞれに、1 台ずつの車両を要請するものである。事業完成後の施設管理は、受益農民の責任によって実施されるが、管理者である各地区農民の技術水準は必ずしも高いと言えないので DIGESA による定期的点検サービスが必要なことは言うまでもない。点検サービスを効率的かつ定期的に実施するためには、小規模灌漑セクション共有車両でなく、維持管理担当技術者が自由利用可能な専用車を持つことは極めて妥当な考えであると言える。

2) 巡回点検工具

協力施設の修理、分解整備能力を DIGESA 本部あるいは各地方 DIGESA が持つことは望ましいが、現段階でそれは不可能であり、修理、分解整備は民間業者に委託して実施するが、その必要性等をチェックするために、施設、設備機器の分解点検が必要である。

したがって、上述の点検サービス車両に積載可能でかつ協力施設、機器類の特性、構造に応じた必要な分解工具一式を要請するものであり、巡回点検サービスの責任を果たすためには最低分解工具を携行すべきであり、協力施設に付帯すべき必要工具であるといえる。

4.2.7 技術協力の必要性検討

小規模灌漑事業は国家開発計画の目標達成のため、政府開発事業のなかで重要な地位を占める国家の重要事業であるが、この事業実施に関係する末端機関の実施体制は貧弱である。特に、小規模地下水灌漑事業実施にかかる技術要員の数は極めて少なく、必要とする専門技術者を配置するに至っていない。

行政管理事務を主たる業務とする中央機関（MAGA, DIGESA）の関係部局と異なり、調査計画、設計、施工管理及び事業実施後の用水管理、施設管理、作付、灌漑管理、肥培・営農管理、市場・流通管理指導等、本事業の実施及びその目的達成に必要な管理、指導に直接関係する各地方 DIGESA 関係者の業務は多岐に亘り、それぞれ高度な専門的技術・知識が要求されることは言うまでもない。

各地区毎に異なる自然条件、社会的経済的条件に基づく諸要求に限られた数のスタッフで適正に対応するためには、関係要員の技術水準の向上が必要である。現在、各地方 DIGESA は、必要かつ要求される全ての業務を、数少ない灌漑技術者と各地区担当の普及員が担当して遂行している。

本事業が実施された場合事業実施地区は 20 地区となり、管理対象は一挙に倍増する。各地方 DIGESA 関係者の果すべき業務も倍増する。更に、本事業の実施とその成功は、周辺未開地区農民に類似プロジェクトの実施促進要求を強化すると予測される。

この様な状況に鑑み、関係要員の数増大が必要であることはいうまでもないが、同時に関係者の質の向上、技術水準の向上が必要である。

従って、本事業の実施に際して、地方 DIGESA 技術者を主たる対象とし、計画的技術研修、その他、実施可能な技術協力を実施することは極めて大きな効果をもたらすと期待できる。

現在、所要技術者が配置されていない水理地質、機械電気部門は要員の補充、民間技術者との雇用契約によって 地方 DIGESA の技術対応力を強化する事とし、これを除く各部門については、灌漑技術者に対し、用水管理、作付計画技術を、営農指導者に、営農、流通、市場、管理技術を、農業技術者に対しては非伝統的作物の栽培技術等にかかる技術水準のレベルアップ、技術の伝達を図るために各級の技術協力を実施するならば、本事業の実施とその目的達成に大きく貢献すると考えられる。

更に、本事業は通年灌漑農業の基盤整備を実施するもので、末端私有地内灌漑システムの建設は別途工事として実施され、この工事にかかる調査設計を始めとする全ての技術的業務遂行責任は地方 DIGESA にある事から、本事業における地下水生産量が計画生産量を下回る場合、あるいは季節的変動が大きい場合のため現実に即した水利用計画、作付計画とそれに対応する適正な灌漑システム計画の策定が必要である。

また、現在、主たる輸出国をエル・サルバドルとするトマト、玉ネギ、アメリカ合衆国を対象とするメロン、ブロッコリー、オクラ等の栽培が支配的であるが、年々増大する作付面積と生産性向上、あるいは、輸出国における需要の変動、政策変更による輸入規制等に対応した栽培計画、市場拡大、販路開拓等が要求される事を考慮すると、これらの自然的、社会的農業生産環境の変動に対し適切に対応できるように関係技術者に対する計画的技術的研修を実施することは、極めて意義ある事であり、その実施を促進すべきであると考えられる。

4.2.8 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果は極めて大きく、実施計画の規模、単位も実施可能で現実的である。また、「グ」国政府の実施機関である MAGA・DIGESA 各地方 DIGESA の実施・運営管理能力も充分対応可能であると確認された。更に本計画の実施は、小規模経営農民及び計画地区周辺農業労働者の生活改善に大きく貢献することから無償資金協力の制度に合致し、日本の無償資金協力条件として実施することは極めて妥当であると判断された。したがって、日本の無償資金協力の実施を前提として計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

ただし、計画の内容については、要請の一部を変更することが適当であることは、要請地区、計画の構成要素や要請施設・機材の内容の検討において述べたとおりである。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関及び運営体制

本事業の実施機関は、MAGA・DIGESA であり、事業の実施運営は DIGESA 本部のプロジェクト協定調整部（UCPC）に設置された小規模灌漑計画課（PNMR）の下で各地方の DIGESA 小規模灌漑部によって推進される。DIGESA の実施体制は、表 4.3.1、第Ⅲ地方及び第Ⅳ地方 DIGESA の組織図は、図 4.3.1 のとおりである。

本章第1節で述べたように、本事業完成後の計画実施にかかる業務のほとんどが、地方 DIGESA の小規模灌漑部によって遂行される。

地方 DIGESA の組織・構成は、基本的に同じであるが、既存灌漑地区の数、農業開発度の違いによって配属されている技術者・スタッフの数は異っている。各地方 DIGESA 事務所は、その下部組織として、各県別に県事務所、その下に主要郡毎に出張所を設けている。県事務所は地方事務所に対応した 8 部から成り、小規模灌漑担当者が配置されている。出張所は通常、農業改良普及員、教育担当員、青少年指導員各 1 名が常駐しその下に、月の 15 日 DIGESA の業務を遂行する農民代表が働いている。

本事業実施以後の実質的運営管理は、県事務所及び出張所スタッフに補佐されて第Ⅲ地方、第Ⅳ地方 DIGESA の小規模灌漑部と受益農民組合によって遂行される。日常的協力施設、管理及び用水生産管理は全て農民組合の責任と費用負担によって実施される。これに対し、各地方 DIGESA は、定期的巡回指導と出張所の農業改良普及員の助言と連絡を受けて必要に応じて点検指導を実施する。

地方 DIGESA は各地区毎に運営指導要領を作成し、マニュアルに従った運営管理を指導すると共に、農業改良普及員が中心になって作付計画、灌漑計画に従って各農民組合に対して用水生産管理を指導する。

表 4.3.1

小規模灌漑計画

DIGESA 本部要員配置計画

	人 数
プロジェクト協定調整部	1
1. 企画調整官	1
2. 水理地質官	1
3. 電気技師	1
4. 総務	2
5. 秘書	2
6. 運転手	
計	8

小規模灌漑計画

DIGESA 第Ⅲ地方要員配置計画

	人 数
1. 地方局長	1
2. 地方副局長	3
3. 小規模灌漑計画部長	1
4. 出張所担当総務	1
5. 地域出納係	1
6. 灌漑技師補*	6
7. 普及員	29
8. 倉庫係	2
9. 秘書	4
計	48

*施設点検サービス要員を含む

小規模灌漑計画

DIGESA 第Ⅳ地方要員配置計画

	人 数
1. 地方局長	1
2. 地方副局長	2
3. 小規模灌漑計画部長	1
4. 出張所担当総務	1
5. 地域出納係	1
6. 灌漑技師補*	14
7. 普及員	27
8. 倉庫係	2
9. 秘書	3
計	52

*施設点検サービス要員を含む

図 4.3.1 DIGESA組織図

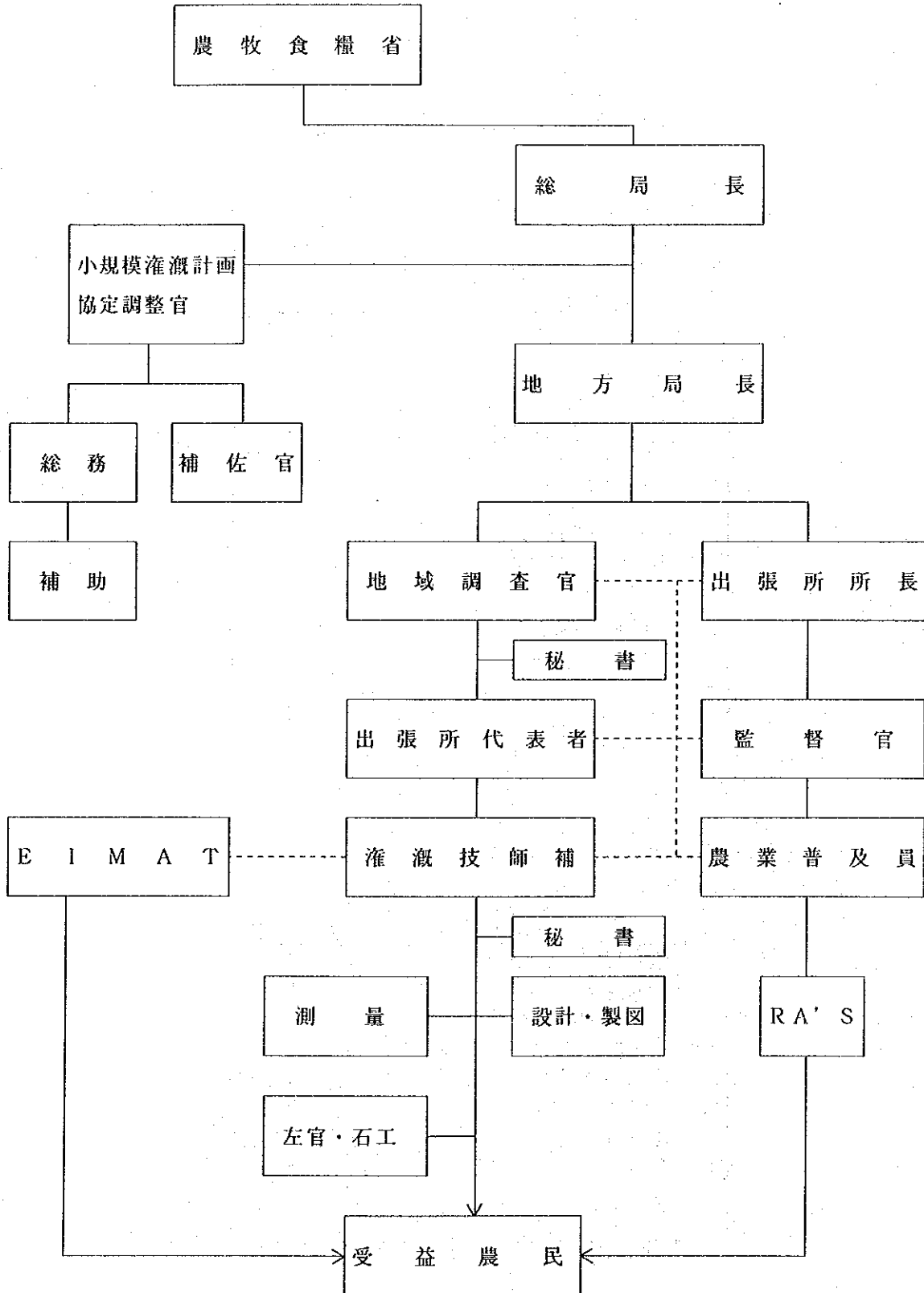


表 4.3.1 - (2) 第Ⅲ 地方 DIGESA 組織図

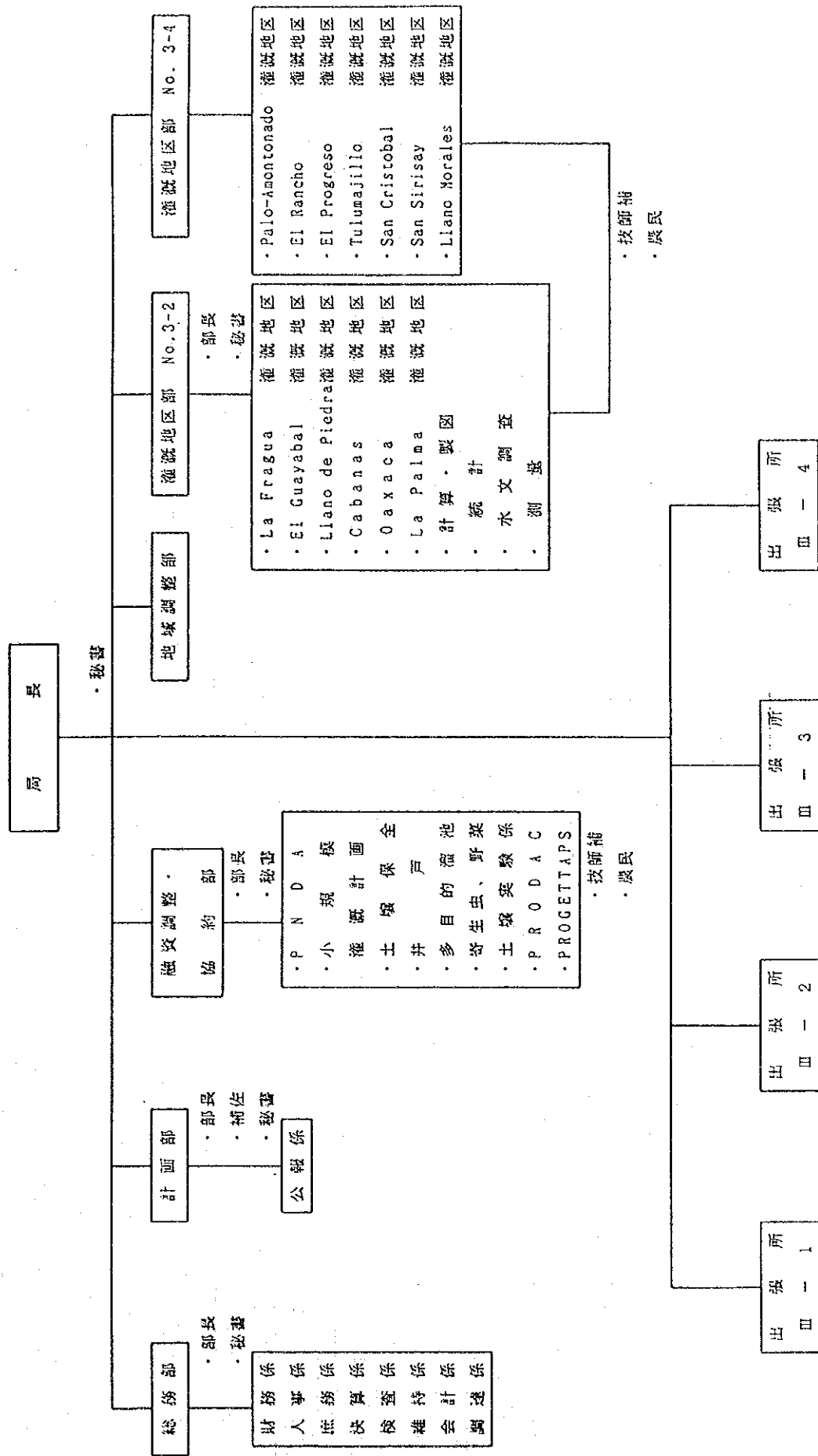
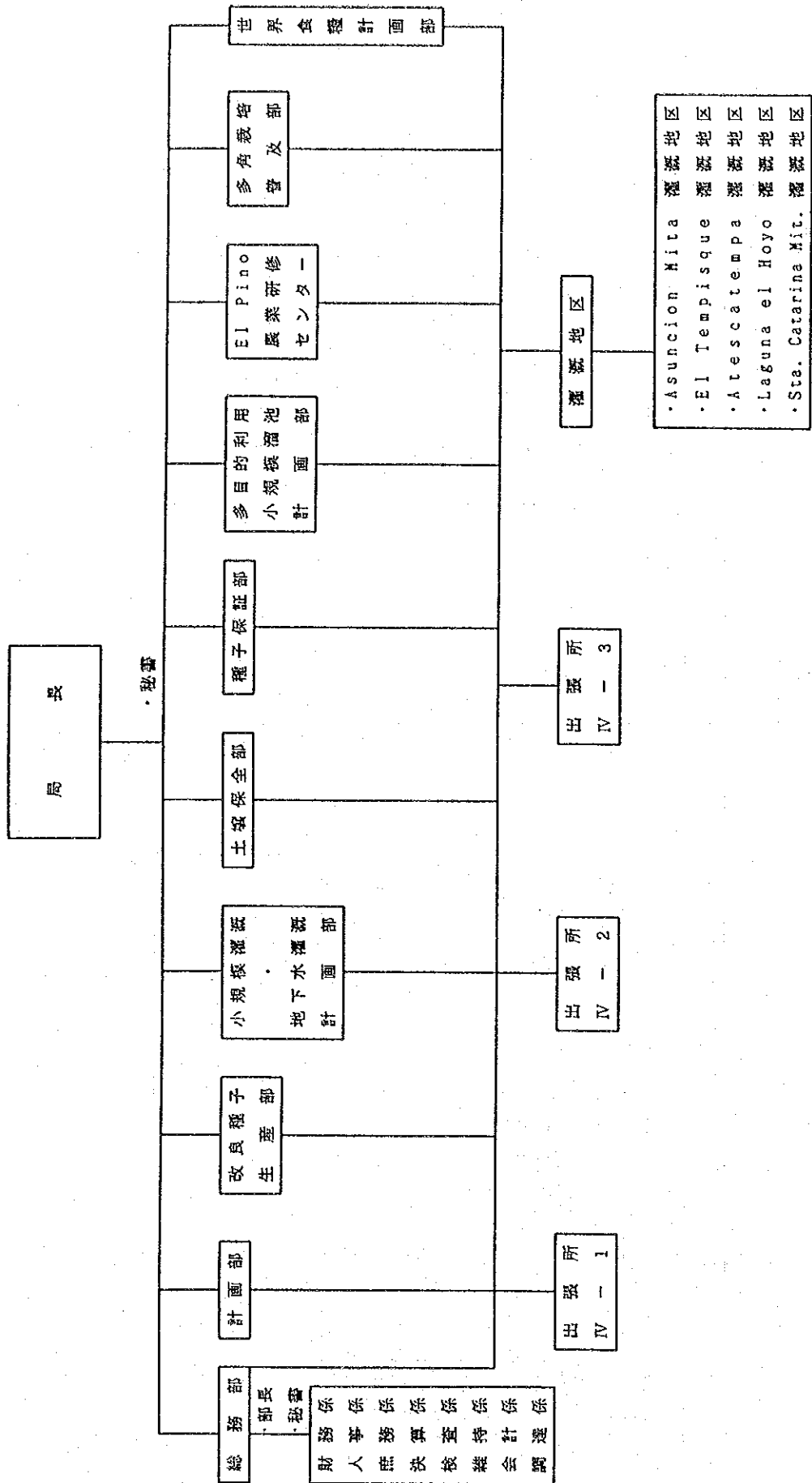


表 4.3.1 - (2) 第IV 地方 DIGESA 組織図



4.3.2 事業計画

(1) 地下水開発計画

1) 電気探査

① 電気探査方法

地層の比抵抗分布から水理地質構造を推定するために電気探査を行った。探査方法は、大地に電流を流し、それにより生ずる電位から地下の比抵抗分布を解析するもので「比抵抗法」と呼ばれている方法である。使用した探査機器は Mc OHM-mark 2 (OYO 製) である。電極の配置は 4 極法のうち、Wenner 法を用い図 4.3.1 に示すように等間隔に配置した 4 極のうち、外極 (C1, C2) に電流 I を流し、内極 P1~P2 間の電圧 V を測定する。P1P2 = a1 のときの探査深度は a1 に相当し、このときの測線長は 3a1 である。さらに電極間隔を a2, a3 … と広げることにより、探査深度を深くすることができる。したがって、このような電気探査は垂直探査と呼ばれる。本調査では計画井戸深度が 200 m 程度であったため、これを上回る 260 m まで探査を行った。

各深度の測定値を解析して、比抵抗柱状図を作成する。また、複数のは柱状図から水理地質断面図を作成し、その中で最も有望と思われる井戸候補地点を選定する。既存の井戸やボーリングの資料があれば、これも活用して断面図作成等の解析に利用する。

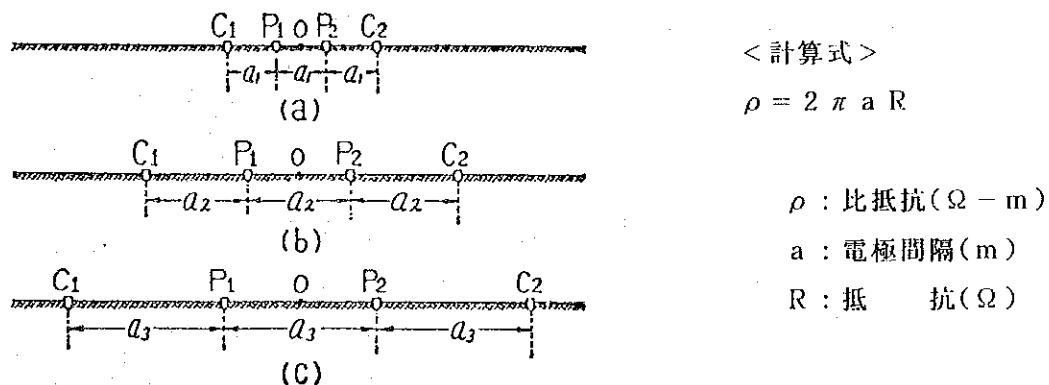


図 4.3.2 Wenner 法による垂直探査

② 電気探査地点の選定

探査地点の選定は、井戸開発予定地内か、またはこれに近接する地点で、地形の起伏が少なく、かつ全長 800 m 近い測線が直線状に設定できる場所とした。各プロ

ジェクト地区の探査数量は、調査地全体をカバーし、各地区の地層分布が把握できるよう、3点を目標とした。ただし地区が極めて狭い場合や、既存の井戸があるなどの制約があって3点実施できない箇所があった。

調査数量の内訳は以下のとおりである。

表 4.3.2 電気探査測定地区と測定数

< Region III > (45点)	
・ Departamento de Chiquimula	
Las Aradas	2 点
La Coronada	2
La Esperanza	3
Shusho Abajo	3
La Pena (補足調査)	
・ Departamento de El Progreso	
Sansare I	3
Sansare II	3
Los Cerritos	3
El Tintero	3
Las Ovejas	3
Lo de China	3
El Paso de Los Jalapas	3
・ Departamento de Zacapa	
El Maguey	3
San Ciciente	3
La Palmilla	3
< Region IV > (39点)	
・ Departamento de Jutiapa (39点)	
Horcones	2
Las Lajas (アクセス不良のため実施せず)	
La Arada	2
El Rodeo	3
El Tempisque	4
El Trapiche	3
El Jicaro	4
Jalapatagua	3
El Coco	3
Playa de Coyol	3
Ujuxtales	3
Trancas I	3
El Guayabo	3
・ Departamento de Jalapa	
Llano Grande	3
合計 84 点	

③ 電気探査結果

探査地点は概略を地質図（50 万分の 1）に、詳細を 5 万分の 1 位置図（添付図）に示す。各地点の測定結果は ρ - a 曲線（比抵抗 - 深度）に表現し、これを解析した比抵抗柱状図を用いて地質推定断面図を作成した。一般に、電気探査における比抵抗地 ρ は、岩種、間隙率、含水状態によって千差万別で、一律に比抵抗値のみで地層を推定することは困難であると言われている。志村（1965）によれば、比抵抗の概略値は下記に示すように提案されている。この評価から、湿潤状態における難透水層の粘土・シルト・泥岩の比抵抗は 100 以下と低く、逆に透水層とされる砂礫層などはかなり高いことがわかる。もちろん、基盤岩は著しく高い値となる。ただし、問題は難透水層とされているローム層や凝灰岩が 100~1,000 で、砂・砂礫層と同等の比抵抗値を示す点にある。これは地質踏査やテストボーリングによって補正する必要がある。

一方、火山岩が広く分布する本調査値では、軽石質の堆積物や凝灰岩類が厚く堆積している例が多く、比抵抗値は全体に低くなる傾向があった。例えば、Llano Grande ($\rho=13\sim21\Omega\text{-m}$)、Sansare~Los Cerritos (5~70)、Trancas I (6~10、または 60 以下)、El Jicaro (4~70) では低い。逆にモタグア河沿いの Las Ovejas, El Tintero, Las Jalapas, La Palmilla 等では $\rho=300\sim400\Omega\text{-m}$ の砂礫層とみられる高い値が観測された。また、火山に近い La esperanza, El Tempisque, El Rodeo では $\rho=200\sim300\Omega\text{-m}$ 以上の比較的高い比抵抗値の地層と数 $10\Omega\text{-m}$ の低い地層との互層状態が観測され、これは軽石質または粘土質の地層と溶岩層~角礫岩との互層と考えられる。このような硬軟の互層は地下水開発にとって好適な条件と考えられる。

④ 地下水開発計画電気探査結果

各地区の中で相対的に最も井戸開発に適すると思われる地点を検討した。その結果は次に示すとおりである。

表 4.3.3 透水層及び不透水層と比抵抗との関連

	岩 石			比 抵 抗	
				乾 ($\Omega - m$)	湿 ($\Omega - m$)
透 水 層	礫	礫	礫	1,000 ~ 15,000	200 ~ 10,000
				砂	1,000 ~ 7,000
	礫	砂	岩	300 ~ 7,000	100 ~ 700
				砂	300 ~ 1,800
	砂		岩	200 ~ 2,500	100 ~ 500
難透水層 (A)	口凝	一 灰	ム 岩	500 ~ 5,000	100 ~ 1,000
難透水層 (B)	シ 粘 泥	ル 灰 頁	ト 土 岩	100 ~ 1,000	
					100以下 100以下 100以下 約100以下
非 透 水 層	花 安	崗 山	岩 岩	1,000 ~ 10,000	
				武 片	200 ~ 10,000
	結 晶	麻	岩 岩	20,000	
				片 岩	200 ~ 20,000
	溶 石	灰	岩 岩	200 ~ 20,000	
					1,000 ~ 20,000
			60 ~ 500,000		

出典：電気探査法（志村馨, 1965）

表 4.3.4 各開発地区の井戸計画地点

No.	地区名	地層状況(推定)	井戸候補地点
1.	Las Aradas	凝灰岩～凝灰角礫岩が厚く堆積。	地層傾斜からみてNo. 1付近(東側)が有利。
2.	La Coronada	凝灰岩, 凝灰角礫岩が厚く堆積。	No. 2付近(西側)が比較的有利。
3.	La Esperanza	Ipala火山の裾野にあり、火山角礫岩や溶岩の互層から成る。	No. 1～2付近が可能でNo. 2が有利。
4.	Shusho Abajo	凝灰岩に凝灰角礫岩等を挟む。	No. 3付近が候補地。 砂礫層を挟む可能性あり。
5.	Sansare I	軽石質凝灰岩, 凝灰岩(角礫混じり)が厚く堆積。基盤の古生層は不明。	No. 1付近が粗粒相を含み、やや有利。他は困難とみられる。
6.	Sansare II	凝灰岩, 凝灰角礫岩が堆積、特にNo. 1が厚い。	No. 3が比較的的良好。
7.	Los Cerritos	軽石質凝灰岩, 凝灰角礫岩, 火山角礫岩が厚い。	No. 2付近が粗粒相が多く、最も有利。
8.	San Agustin	断層帯に粘土～砂が堆積していると推定される。	No. 3付近が有力。 堆積部分の谷部に相当する。
9.	El Tintero	断層谷に沿って砂, 砂礫が厚く堆積。	No. 2付近が有力候補。 No. 1は既存井戸に影響の恐れ。
10.	Las Ovejas	火山灰質の砂・粘土が厚く堆積。	No. 1付近が有力候補。 (浅部に砂礫層が推定される)
11.	Lo de China	火山灰質の砂・シルト・砂礫が厚く堆積。	No. 2付近が比較的的良好。 砂礫層がやや厚い。
12.	Los Jalapas	断層谷に沿って砂・砂礫が厚く堆積。	No. 1付近が適地とみられる。(砂礫層を挟む。)
13.	El Upayon	緑色片岩に第四紀の凝灰岩～凝灰角礫岩がのっている。	No. 1付近が有力。基盤岩が傾斜している。
14.	El Maguey	軽石質の凝灰岩類が厚く堆積している。	いずれも取水困難とみられる。(河川に近いNo. 2が良いか)
15.	San Vicente	変成岩の基盤岩の上に凝灰質の砂～砂礫が100m程度、堆積している。	いずれもほぼ同様の条件にあり、No. 2付近が妥当。
16.	La Palmilla	断層帯に近く、軽石質の砂～シルトが厚く堆積している。一部は砂礫。	いずれも困難とみられるが、浅所に砂礫を伴うNo. 3付近が妥当。

No.	地区名	地層状況(推定)	井戸候補地点
17.	Horcones	凝灰角礫岩～火山角礫岩 $\rho = 840$ (溶岩を介在するか?)	No. 1(南側)が妥当。水位は深いと見られる。
18.	La Arada	火山礫凝灰岩 $\rho = 300\sim 500$	No. 1 付近が妥当。水位は深い。
19.	El Rodeo	凝灰岩～ローム, 凝灰角礫岩の互層で玄武岩溶岩を伴う。	単成火山に近いNo. 3が良いが、水位はやや深いとみられる。
20.	El Tempisque	スコリア質の凝灰岩、凝灰角礫岩、火山角礫岩及び玄武岩質溶岩が厚い。	No. 3 付近(北部)が良い。実績あり。
21.	El Trapiche	軽石質凝灰岩～火山礫凝灰岩が厚く堆積。	No. 2 付近が粗粒物質に富み、候補地。
22.	El Jicaro	凝灰岩～火山礫凝灰岩が厚く堆積。	No. 3 付近が粗粒物質に富み、候補地。
23.	Jalapatagua	凝灰岩～凝灰質砂岩、火山角礫岩が厚く堆積。 (ハラバタグア断層に近い)	中央のNo. 2が有力候補。深部に火山角礫岩がある。
24.	El Coco	凝灰角礫岩、火山角礫岩がかなり厚く堆積。	互層状態のNo. 1 付近が有力候補。
25.	Playa de Coyol	比抵抗の低い凝灰岩類が厚く堆積。	いずれも取水困難だが、No. 2が比較的良いと思われる。
26.	Ujuxtales	ローム混じりの砂、砂礫が扇状地を形成。	砂礫の厚いNo. 1 付近が有力候補。浅所で採取可能。
27.	Trancas I	軽石質凝灰岩、凝灰角礫岩が厚く堆積。	いずれも取水困難だが、堆積盆の中心であるNo. 1 付近が比較的良好とみられる。
28.	El Guayabo	火山体に近く、火山角礫岩(溶岩を伴う)等が発達している。	いずれの地点でも良いが、既存井戸から離れたNo. 1 付近が妥当。深度は100m余。
29.	Llano Grande	凝灰岩～凝灰角礫岩が厚く堆積。地層は変化に乏しい。	いずれも取水困難とみられるが、No. 3の深部に多少、可能性がある。
30.	La Pena	火山灰質の粘土・砂が堆積しており、下部は凝灰角礫岩～火山角礫岩が厚い。	火山角礫岩相当の地層が厚いNo. 2が有力候補。

2) 地下水の特性

① 既存の井戸開発状況

DIGESA の井戸の分布は調査値南部のフティアパ及びアスシオン・ミタ周辺 (CAI 号線) からイパラ周辺、チキムラ南部等に集中しており、北部地域は未開発の部分が多い。

各井戸の口径は 8" (200mm) である。深度は 190~800 ft (約 60~240 m) の範囲にあり、500 ft (約 150 m) が一般的である。揚水量は 50~943 GPM (約 190 ~ 3,600 ℓ/min) とばらつくが、概ね 400~700 GPM (約 1,500~2,600 ℓ/min) のものが多い。

② 地下水位

地下水位 (静水位) はばらつきが大きく、半数が 100 ft (30 m) 以内であるが、ときに 200~400 ft (60~120 m) と極めて深いものもある。また、揚水時の水位低下量の大きい井戸は揚水量が少ない傾向が明瞭である。

これらの井戸資料による静水位と、本調査の測水結果を参考に地下水位等深線図 (図 4.3.3) を作成した。これより開発予定の各プロジェクト地区の地下水位を推定する。

③ 帯水層の状況

地層状況は、収集した井戸柱状図によれば、礫・砂・粘土・砂利や岩と言った記載が大半で、地層の内容を記述しているものは殆どないため、地層の判定が困難である。これは、コアを採取しない井戸掘削機械のスライムや掘進状況から推定したためであろう。恐らく、火山地帯に位置する第IV地方では、凝灰岩~凝灰角礫岩が多く、溶岩を混じる地層で、第III地方では古生層や扇状地礫層が多かったものと推定される。

砂礫層、スコリア、不透水層を挟むキレツ性岩盤 (溶岩) などは、かなり有望な帯水層になるものと推定され、溶岩層のみならず、一部の火山角礫岩などの粗粒層も帯水層になっている可能性が考えられる。

また、地質時代からみて、第四紀火山岩のみならず第三紀末期とされている火山岩の分布地域でも、多量の地下水を産している例があることは注目すべき点である (第IV地方-No. 4, 5, 14 など)。

④ 地域別の地下水賦存特性

既存の井戸の分布には片寄りがあるものの、地域ごとにおよそ次のような水理特性がある。

- a) サカパ県中部……Huite 付近の河川沿いの井戸は、概ね揚水量が多く良好である。これは Rio San Vicente の伏流水によるものとみられ、同様の地質条件にある他の開発予定地の地下水開発の可能性が示唆される。
- b) サカパ県東部……これまでのところ、井戸の揚水量が極めて少なく、開発不適である。
- c) チキムラ県北部……Rio San Jose 沿いの井戸はいずれも豊富な水量が得られている。これも河川の伏流水によるところが大きいと思われる。
- d) チキムラ県南部……Volcan Ipala の周辺は総じて良好な井戸が多い。特に火山の北側山麓が良好であるが、さらに北方へ離れると不良である。一方、火山の南東部一帯はある程度 (350~670 GPM) の水量が得られているが、特に不良となることもあるので注意を要する (Las Aradas)。また、地下水位は 130~200 ft (40~60 m) と低い傾向にある。
- e) フティアパ県北東部……Volcan Ixtepeque 周辺の井戸は概して水量が中程度以下である。かつ地下水位が 200~400 ft (60~120 m) と深いものも難点である。これは起伏の少ない高原状の地形で、地層の透水性が良いためとみられる。ちなみに火山の西方 San Vincente のように水温 44°C と温泉の徴候を示すところもある。
- f) フティアパ県中～東部 (Volca Suchitan 南部一帯) ……水量 200 GPM 未満～500 GPM 近くまで水量にばらつきが多く、地下水位も時に 150~200 ft (45~60 m) と低い井戸がある。また、井戸柱状図に逸水の記載があり、火山山麓の地層の賦均一さを示すデータと解釈される (Las Pozas I, El Matilisguate)。
- g) フティアパ県、Asuncion Mita 南方……いずれも 740~930 GPM と揚水量の豊富な地域である。いずれも溶岩層が関与し、集水しやすい低地に位置するためと考えられる。
- h) その他の地域……Monzon の井戸 (Jutiapa 南部) は断層帯に位置し、中程度の水量を産する。El Astillero の井戸 (Chiquimulilla) はかなり水量が豊富である。これは Rio Los esclavos によって形成された扇状地堆積物に起因する。

以上のように、比較的揚水量の多い良好な井戸は、扇状地礫層の発達する地域や主要な河川に近く伏流水が得られる地域、主要な火山帯の山麓 (Ipala 及び Suchitan) または集水しやすい火山の間の低地等にあると言える。火山のうち、Volcan Ipala の山麓特に北側の水量が多い。また、Volcan Suchitan の南側山麓はばらつきが大きく、南西山麓の水量が多いと言える。これらの地下水開発の実績は、ほぼ今後の地下水開発の際のポテンシャルの高さを示すものとみて良いだろう。

⑤ 湧水と温泉

調査地における湧水はほとんど南部地域にあり、北部地域には見られない。目立った湧水は次のとおりである。

・フティアパ県－

El ovejero (Laguna de Retana の西)

Jupitepeque

El Cooc (Barneario 泉水) = かなり水量が多い

・チキムラ県－

La Esperanza (Ipala 火山の北、Tanque de Agua)

湧水はほぼ火山の山麓にあり、火山帯に浸透・流下した地下水が湧き出したものであろう。

温泉は、調査地の南部 Chiquimulilla の北方 14 km の Rio Los Esclavos の河床に高温の温水が湧き出している。これは Volcan Tecuamburro の山麓にあたり、この周辺には他にもイオウ臭を伴う噴泉がいくつかある。また、Volcan Ixtepeque 西方の井戸 San Vicente でも 44 °C という温泉の徴候がある。

⑥ 地下水の流動系

既存井戸の地下水位データ（静水位）から地下水位等高線と地下水の流動系を描くと図 4.3.4 のようになる。ただし、同図の内容にはかなり推定の部分を含むが、これによると Ipala 火山の周辺及び Asuncion Mita 南方は地下水が比較的集水しやすい条件にあり、逆に Ipala 南方～Ixtepeque の高原や Suchitan 火山の北西川では発散しやすい条件にあることがわかる。いずれの場合にも、水は谷底の河川に流入することになる。

3) 地下水開発のポテンシャル

① 定性的評価

既存の井戸資料及び電気操作による各プロジェクト地区の地下水開発の定性的な評価を下記に示す。また電気探査の比抵抗値 (ρ) が低く、地層が変化に乏しい場合は評価を低くした。

同表から La Esperanza, La Coronada, San Vicente, El Rodeo, El Tempisque, Ujuxtales, el Guayabo 等は比較的、開発可能性が高い地区と考えられる。

表 4.3.5 既存資料と電気探査による定性的評価

県名	No. 地区名	既存井戸資料による評価	電気探査による評価	備考	
Region III Chiquimula El Progreso	1. Las Aradas	○	○	地下水位が低い 溶岩と凝灰岩類の互層	
	2. La Coronada	◎	○		
	3. La Esperanza	◎	◎		
	4. Shusho Abajo	○	○		
	5. Sansare I	△	△	断層谷に沿う	
	6. Sansare II	△	△		
	7. Los Cerritos	-	○		
	8. San Agustin	-	○		
	9. El Tintero	-	◎		
	10. Las Ovejas	-	○		
	11. Lo de China	-	○		
	12. Paso de los Jalapas	△	○		
	13. El Matazano(El Upayon)	-	△		基盤が浅い
	14. El Maguey	-	○		(扇状地礫層による基盤が浅い)
	15. San Vicente	◎	○		
	16. La Palmilla	-	○	断層谷に沿う	
Region IV Jutiapa Jalapa	17. Horcones	-	○	地下水位が低い	
	18. La Arada	△	○	地下水位が低い	
	19. El Rodeo	○	◎	地下水位が低い	
	20. El Tempisque	○	◎	溶岩が関与する	
	21. El Trapiche	-	○	断層谷に沿う	
	22. El Jicaro	-	○		
	23. Jalapatagua	○	○		
	24. El Coco	-	○		
	25. Playa de Coyol	-	△	比抵抗値が低い(電探)	
	26. Ujuxtalls	◎	○	扇状地礫層による	
	27. Tran cas I	-	△	地層の変化に乏しい (電探)	
	28. El Guayabo	○	◎		
	29. Llano Granda	△	△		

評価の凡例 (地下水開発の対象として)

- ◎ かなり有望
- ある程度可能
- △ やや困難～リスクを伴う

② 地下水生産可能量の算出

地下水生産量の算出には、正確には井戸の揚水試験の結果による水理定数（透水係数 K 、透水量係数 T など）を用いるべきであるが、既存井戸の揚水試験データの中には、記録が完全とは言い難いものも多く、その解析は参考程度にとどめて、「比湧出量 S_c 」を用いることとした。

比湧出量 S_c は井戸の揚水によって生じた単位水位降下あたりの揚水量で、次のように定義される。次元は透水量係数に同じ。

$$S_c = Q / s$$

ここに S_c : 比湧出量 ($\ell / \text{min} / \text{m}$)

Q : 揚水量 (ℓ / min)

S : 水位低下量 (m)

すなわち、揚水量は比湧出力と水位低下量から算出できる ($Q = s \cdot S_c$)。ただし、比湧出力は揚水量が増大するにつれて低下することがあり、正確には段階揚水試験を行わなければならないが、そのようなデータが得られないため、比湧出力の平面分布 (図 4.3.3) から各地区の比湧出力を類推することにした。なお、同図は既存井戸データ解析表をもとに作成した。比湧出量は Ipala 火山周辺と Asuncion Mita 南方に比較的高い地域がある。近くに既存井戸がない場合は、地質状況から想定した。

一方、地下水生産量に大きく関与する地下水位低下量は、既存井戸の約 70 % が 40 m 以下で、残り 30 % は 50~100 m 余りであることから、30~50 m と設定した。しかも水位低下量は比湧出量 S_c によって振り分けることにした。すなわち、

$S_c \leq 30 (\ell / \text{min} / \text{m})$ ならば水位低下量 50 m

$S_c \geq 30 (\ell / \text{min} / \text{m})$ ならば水位低下量 30 m

とした。

地下水安全生産可能量 (計画揚水量) は、既存の井戸開発地点が、比較的、条件のよい地域であることを考慮して安全率 20 % を見込み揚水可能量の 80 % とした。

表 4.3.6 揚水可能量 (30 地区)

プロジェクト地区	① 井戸深 (m)	② 静水位 (Gl.-m)	③ 水位低下量 (m)	④ 動水位 (m)	⑤ 比湧出量 ℓ/min/m	⑥ 揚水可能量 ℓ/min	⑦ 安全揚水量 ℓ/min
<サカバ県>							
14. El Maguey	180	30	50	80	20	1,000	800
15. San Vicente	130	10	30	40	150	4,500	3,600
16. La Palmilla	180	30	30	60	100	3,000	2,400
<エル・カグワ県>							
11. Lo de China	150	20	30	50	100	3,000	2,400
9. El Tintero	160	20	30	50	100	3,000	2,400
10. Las Ovejas	150	20	30	50	100	3,000	2,400
8. San Agustin	150	20	30	50	50	1,500	1,200
7. Los Cerritos	200	20	50	70	20	1,000	800
13. El Matazano	150	20	50	70	10	500	400
5. Sansare I	180	20	50	70	10	500	400
6. Sansare II	180	20	50	70	10	500	400
12. Los Jalapas	170	20	30	50	50	1,500	1,200
<チキムラ県>							
4. Shusho Abajo	160	10	50	60	30	1,500	1,200
3. La Esperanza	150	10	30	40	150	4,500	3,600
2. La Coronada	150	30	30	60	80	2,400	1,920
1. Las Aradas	150	60	30	90	50	1,500	1,200
30. La Pena	180	40	30	70	100	3,000	2,400
<フティアバ県>							
20. El Tempisque	150	60	30	90	60	1,800	1,440
19. El Rodeo	200	60	30	90	50	1,500	1,200
27. Trancas I	200	10	50	60	20	1,000	800
21. El Trapiche	180	30	50	80	30	1,500	1,200
25. Playa de Coyol	180	10	50	60	30	1,500	1,200
23. Jalapatagua	180	10	30	40	50	1,500	1,200
24. El Coco	160	20	30	50	50	1,500	1,200
26. Ujuxtales	150	20	30	50	80	2,400	1,920
17. Horcones	200	100	50	150	10	500	400
18. La Arada	180	100	50	150	10	500	400
22. El Jicaro	160	20	50	70	30	1,500	1,200
28. El Guayabo	150	40	30	70	50	1,500	1,200
<ハラバ県>							
29. Llano Grande	180	20	50	70	20	1,000	800

(注) ・④=②+③ (③は⑤の大小により30m、または50mとした)

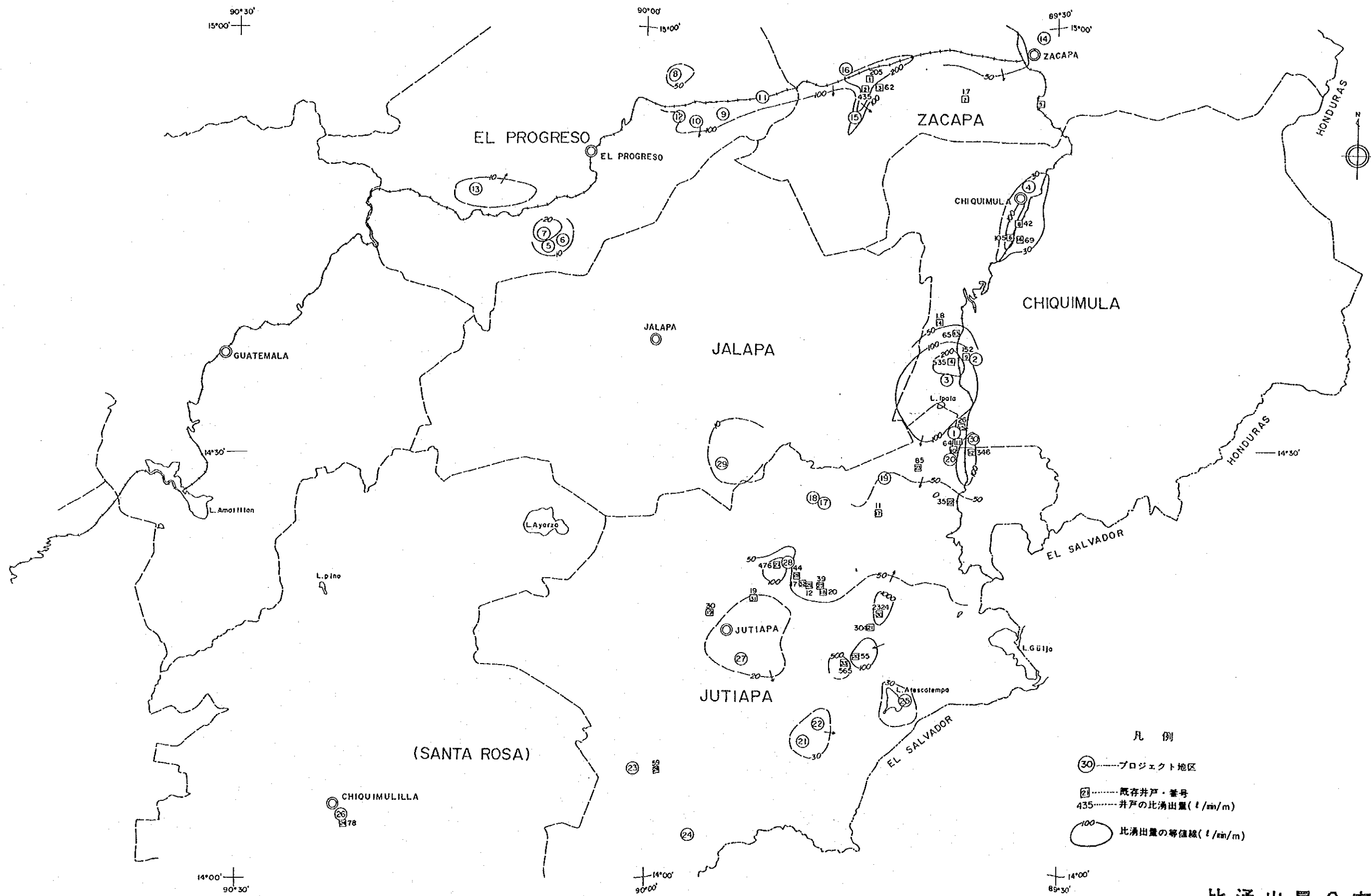
・⑥=③×⑤

・⑦=⑥の80% (既存の井戸よりも多少条件が悪いものと想定して計算値を低減し、安全揚水量とした)



図 4.3.4 地下水面図

地下水面図 (標高 m)



- 凡例
- ③〇——プロジェクト地区
 - ②①——既存井戸・番号
 - 435——井戸の比湧出量 (l/min/m)
 - 100——比湧出量の等値線 (l/min/m)

比湧出量分布図

図 4.3.5 比湧出量分布図

4) 水質

現地調査期間中に実施した計画地区内外の河川流水、湧水及び既存井戸地下水の水質調査結果は表 4.3.7 に示すとおりである。

計画地北部の Ector Melio や El Maguey 地区ではアルカリ度がやや高く、フティ
アパ県北東部及び南西部地区では酸性がやや強い傾向を示しているが、測定値は
El Maguey 地区を除き何れの地区も灌漑用水としての基準範囲であった。

El Maguey 地区の浅井戸地下水は塩分濃度が周辺地区の 10 倍以上と高い値であっ
たので、グアテマラ市の民間水質分析所に水質分析を依頼した。

水質分析の結果は、 NO_3 、 HCO_3 、 CaCO_3 の含有量が大きく、特に NO_3 の含有量が異常に
大きく灌漑用水として不適性であると判定された。(分析結果、付表参照)

(2) 灌漑計画

1) 灌漑実施地区および望ましい末端灌漑システム

灌漑実施地区は前章で選定した 20 地区で、各計画地区の灌漑面積および地下水安
全揚水量は次に表示するとおりである。

なお、各計画地区の末端灌漑システムについて地か安全揚水量が 60 l/sec と
大きな San Vicente, La esperansa 地区について畝間灌漑の導入も可能であるし、
安全揚水量が 40 l/sec と推定した El Tintero については、散水灌漑システムの
採用が自由であるが、その他の地区については用水効率が低い散水灌漑よりも点滴
灌漑システムを採用することが好ましい。

ただし、点滴灌漑システムは 0 M 費用水管理費用は散水灌漑より小さいが所要
初期投資の大きいことから末端システムは農民が自由選択決定するものとする。

表 4.3.7 水質測定結果(簡易測定器使用)

地区名	pH度 (pH)	伝導率 (mS/cm)	濁度 (NTU)	溶存酸素 (mg/l)	液温 (°C)	塩分濃度 (%)	井戸深さ (m)	備考
Horcones	6.95	0.154	10	4.42	23.1	0	20.11	共同井戸
Horcones	6.83	0.207	10	4.47	24.3	0.01	14.31	個人井戸
El Rodeo	6.68	0.286	10	3.42	30.6	0.01		共同井戸(ポンプ)
Tempisque	7.12	0.149	10	6.41	25.6	0		ポンプ
Tempisque	6.34	0.179	10	4.57	25.8	0	11.69	井戸
Tempisque	5.93	0.083	10	4.45	24.7	0	28.97	井戸
Trancas	7.96	0.327	10	2.71	25.8	0.01	18.04	共同井戸
Trancas	7.82	0.381	10	2.82	26.2	0.01	15.38	共同井戸
Trancas	7.88	0.204	10	3.32	25.9	0.01	13.29	共同井戸
Trancas	7.62	0.366	10	3.98	25.1	0.01	15.38	共同井戸
Tamarindo	6.47	0.142	10	5.46	27.2	0		上水道
Tamarindo	6.72	0.142	10	5.23	27.4	0		水源(泉)
Tamarindo	7.83	0.185	10	5.96	26.2	0		川の水
La Cueva	6.75	0.174	10	4.43	30.5	0		Barneario泉
Las Pias	6.32	0.255	10	3.76	26.1	0	15.88	井戸水
El Coco	5.85	0.189	10	4.27	27.7	0	16.21	井戸の水
El Coco	7.54	1.121	10	5.93	27.4	0		Rio Pulula川
Llano Grande	7.39	1.251	10	5.49	26.3	0	14.28	農家井戸
El Ovejero	7.58	0.458	10	5.32	25.8	0		llero泉
El Ovejero	7.11	1.582	10	6.88	27.1	0		Naku泉
Amatillo	7.81	0.261	10	6.11	24.6	0	150	既存の深井戸
Abajo	6.55	0.294	10	5.27	25.3	0.01	17.24	個人井戸(地区1箇所)
Comapa	7.22	0.411	10	4.79	26.6	0	13.36	個人井戸
Ector Melio	8.31	2.111	10	4.64	25.4	0.01	22.13	個人井戸
Ector Melio	8.05	0.114	10	5.32	27.2	0		上水道
Ector Melio	8.25	2.211	10	3.71	29.3	0.02	20.12	個人井戸
La Palmilla	8.02	0.157	16.1	7.78	26.4	0		川の水
El Progreso	7.12	0.126	10	6.06	25.3	0	22.62	個人井戸
La Palmilla	7.38	0.748	10	6.39	29.6	0.03		共同井戸(p)
Las Ovejas	7.78	0.889	10	5.23	29.3	0.03		共同井戸(p)
Las Ovejas	8.64	0.279	10	6.47	27.5	0.01		川の水
Las Ovejas	7.67	0.578	10	3.51	31.5	0.02		共同井戸(p)
El Maguey	8.32	2.312	10	4.65	25.4	0.11	21.23	個人井戸
El Maguey	8.05	0.114	10	5.35	27.3	0		共同(水)
El Maguey	8.41	2.336	10	4.78	26.6	0.12	20.68	個人井戸
San Agustin	6.85	0.198	10	7.25	28.1	0		共同井戸(p)
San Agustin	8.42	1.004	10	1.32	29.1	0.04	150	灌漑井戸(p)
San Agustin	7.36	0.985	10	1.25	29.2	0.04	18.82	個人井戸

2) 計画作物

計画作物は、計画地区周辺の先行類似プロジェクトの作付、営農現況、普及作物の種類とその市場性、想定輸出国に対する地理条件あるいは、計画各地区の土壌特性と作物適正等を検討して、次のとおり概定した。

また計画作付の選定にあたっては、現地調査期間中に実施した計画対象地区農民の意向調査に示された灌漑農業のもとでの作付導入希望を考慮した。

表 4.3.8 計画作物

地区名	栽培作物名
サカパ県	
La Palmilla	タバコ、トマト、メロン、キュウリ
San Vicente	タバコ、メロン、ピーマン
エルプログレス県	
San Agustin	タバコ、メロン、スイカ、ゴマ
El Tintero	タバコ、メロン、スイカ
Lo de China	タバコ、スイカ、メロン
Sansare	トマト、玉葱、ピーマン、キュウリ、オクラ
Los Ohejas	タバコ、スイカ、メロン
チキムラ県	
Las Aradas	玉葱、トマト、ブロッコリー、チリー
La Esperanza	ピーマン、ブロッコリー、玉葱、トマト、オクラ
Shusho Abajio	トマト、落花生、ピーマン、玉葱
フティヤパ県	
Trancas	トマト、玉葱、スイカ、オクラ
Tenpesque	トマト、玉葱、スイカ、ピーマン
El Lodeo	トマト、スイカ、チリー
Trapiche	トマト、玉葱、キャベツ、ブロッコリー
Jalapetagua	玉葱、トマト、スイカ、ブロッコリー
El Coco	玉葱、トマト、スイカ、ブロッコリー
Playa de Coyal	スイカ、トマト、ブロッコリー
ハラパ県	
Llano Grande	トマト、ブロッコリー、玉葱

出典：小規模地下水灌漑計画(DIGESA)

3) 作付体系

所要用水が安定供給されるならば、計画作物の多くは通年自由栽培が可能である。したがって、通年灌漑が可能な本計画のもとでは、通年作付栽培によって土地資源の高度利用が可能である。

作付体系は、雨期、必要に応じて補給灌漑を実施し、輸出市場の需要動向、気象条件等に対応し、商品生産者として自由に対応し、利益追求を図るものとし、自由作付とする。

なお、雨期計画地区面積の約半分は、自家用食料を自給生産するためトウモロコシ、フリホールを作付のものとした。

主要作物一作当たり土地占有期間は次のとおりとする。

トマト	4 カ月	フリホール	3 ヶ月
玉ネギ	4 カ月	水瓜	3 カ月
トウモロコシ	4 カ月	チリー	3 カ月
ブロッコリー	4 カ月	メロン	3 カ月

- ① 作付は年 3 回とする。耕耘、土壌消毒等の期間を 10 日とし、作付率は年 90 % 以上とする。
- ② 生産用水の高度利用、生産施設の効率利用を図るため、計画地区を3 ~4 つの作付ブロックに等分して作付を行う。
- ③ 一作付ブロックの播種または移植期間は 20 日間とする。
- ④ トマト、玉ネギ、スイカその他移植作物の苗畑面積は作付面積の 10 %とする。

4) 作物用水量の検討

作物用水量は、次の関係式で表される。

$$ET_{crop} = Kc, ET。$$

$$\text{ここに } ET_{crop} = \text{作物用水量 } \text{mm/日}$$

$$Kc = \text{作物係数}$$

$$ET。 = \text{蒸発散ポテンシャル } \text{mm/日}$$

蒸発散ポテンシャル (ET。) 算定について、Modified Penmen Method あるいは

Blaney-Cridele Method 等色々な手法が開発されているが、ここでは Hargreaves Methodを用いて INSIVUMEN によって計算され公刊されている(ET₀)を使用することとした。

各地区ごとの ET₀は、各計画地区最寄りの観測所の(ET₀)を流用した。(付表参照)

作物係数(Kc)は作物の種類、作付の時期、作物の成長段階によって異なる。主たる作物の各生育段階における Kc および平均の Kc は、次に示すとおりである。季節別作物別平均係数は、各期作物係数の作付割合作物成長度を考慮して決定した。

表 4.3.10 計画作物係数

期 間	作 付 作 物	作 付 割 合	作物係数平均値 (Kc)
1 月 ~ 4 月	トマト	1/4	0.84
	玉葱	1/4	
	スイカ	1/4	
	その他	1/4	
5 月 ~ 8 月	トマト	1/5	0.85
	玉葱	1/5	
	スイカ	1/10	
	トウモロコシ	1/2	
9 月 ~ 12 月	トマト	1/3	0.85
	玉葱	1/3	
	その他	1/3	

表 4.3.11 成育期別作物係数 (Kc)

作物名	成育期	作付期	第 1 期	第 2 期	第 3 期	収穫期	平均
フリホール豆		0.30-0.40	0.70-0.80	1.05-1.20	0.65-0.75	0.75-0.30	0.70-0.80
トウモロコシ		0.30-0.50	0.70-0.85	1.05-1.20	0.80-0.95	0.55-0.60	0.75-0.90
タマネギ		0.40-0.60	0.70-0.80	0.95-1.10	0.85-0.90	0.75-0.85	0.80-0.90
トウガラシ		0.30-0.40	0.60-0.75	0.95-1.10	0.85-1.00	0.80-0.90	0.70-0.80
ソルガム		0.30-0.40	0.70-0.75	1.00-1.15	0.75-0.80	0.50-0.55	0.75-0.85
タバコ		0.30-0.40	0.70-0.80	1.00-1.20	0.90-1.00	0.75-0.85	0.85-0.95
トマト		0.40-0.50	0.70-0.80	1.05-1.25	0.80-0.95	0.60-0.65	0.75-0.90
スイカ		0.40-0.50	0.70-0.80	0.95-1.05	0.80-0.90	0.65-0.75	0.75-0.85

* 相対湿度 70% 以上、風速 5m/s 以下の地域及び相対湿度 20% 以上

風速 5m/s 以下の地域に適用

年間の作付率は、一般に年 3 回 3 作で代表的な作付体系は次のとおりである。

表 4.3.9 計画作付体系

月 地区名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Girones										(1992)ブロッコリー (1992)スイカ		
			(1993)スイカ			(1993)トウモロコシ		スイカ				
Tamarindo			トマト							玉葱	ブロッコリー※	
	※					トウモロコシ・小トウモロコシ						
Rosario		スイカ チリー				トマト				玉葱、トマト		
							フリホール		スイカ			
Aeequia		※									トマト※	玉葱
						米						
						トウモロコシ				トマト		
Poza II						トマト					玉葱※	
	※										メロン△	
		△メロン									スイカ、キウリ○	
		○										
					チリ							
						トウモロコシ、フリホール						
Bifinio			玉葱、スイカ、トマト			トウモロコシ、トマト						
						フリホール			スイカ、トマト、玉葱、チリ			
	※								ブロッコリー、カリフラワー※			人参
Obraje										オクラ		
			オクラ									
									スイカ、トマト			
	トマト、スイカ					トウモロコシ						
									ソルガム			

5) 純用水量 (In) の検討

純用水量 In は、次の式で表される。

$$In = ET_{crop} - (P_e + G_e + W_o)$$

- ここに In : 純用水量
 P_e : 降水量
 G_e : 毛管上昇による地下水からの供給量
 W_o : 作付初期の土中残留水分

各計画地区降雨量は 1990 年発表された、灌漑・配水基本計画報告書資料による計画地区最寄りの観測所降雨量をそのまま流用した。

作物用水量(ET_{crop})に応ずる有効雨量は、末端灌漑システムをスプリンクラー灌漑システムと想定して、下記 USDA の基準表によって決定した。なお、G_e、W_o は乾期における地下水位の低下、表層土壌の乾燥、干天持続条件を考慮して安全を見込み無視することとした。又、土層の有効水分量は 62.5 % とした。

上記条件によって算定した ET_{crop}、In は付録表 R1~R5 に示すとおりである。さらに点滴灌漑システムについて有効雨量を降雨量の 80 % として In を試算した(付録表参照)。ET_{crop} および純用水量の最大は、La Palmilla 地区で、4 月 166 mm/月、5.5 mm/日である。

表 4.3.12 ET_{crop} に応じた有効雨量

(有効雨量 mm/月)

月雨量 mm	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	112.5	125	137.5	150	162.5	175	187.5	200
ET _{crop} mm/月	25	8	16	24												
	50	8	17	25	32	39	46									
	75	9	18	27	34	41	48	56	62	69						
	100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100		
	125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	92	99	107	116	120
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	89	97	104	112	119	127
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	109	117	125	134	142
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	106	115	124	132	141	150
	250	13	26	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	167
有効水分量mm	20		25	37.5	50	62.5	75	100	125	150		175		200		
補正値	.73		.77	.86	.93	.97	1.00	1.02	1.04	1.06		1.07		1.08		

6) 計画用水量の検討

① 純灌水量 : I_0

1 回に与えるべき水量は、有効根群域の深さと土壌の保水力から、一般に次のような手順で決定される。

- d : 有効根群域の深さ決定
- C_p : 作物の水分吸収図形
- AM : 各層別の有効水分量の決定

$$AM = \frac{1}{100} \sum (F_{24} - M_1) S_a \cdot d \text{ (mm)}$$

- ここに
- AM : 有効水分量
 - F₂₄ : 各層の 24 時間容水量 (重量%)
 - M₁ : 各層の生育阻害水分点における含水比 (%)
 - S_a : 各層の各比重
 - d : 各層の深さ (mm)

- TRAM : 総容易有効水分量

$$TRAM = \frac{AM}{C_p} 100$$

$$\text{or } \approx 0.6 \sum AM$$

C_p : 計画各地区土壌について

詳細調査を実施していない現段階では作物吸収型はアメリカ合衆国で発表された基本水分吸収型および吸水率とする事とした。

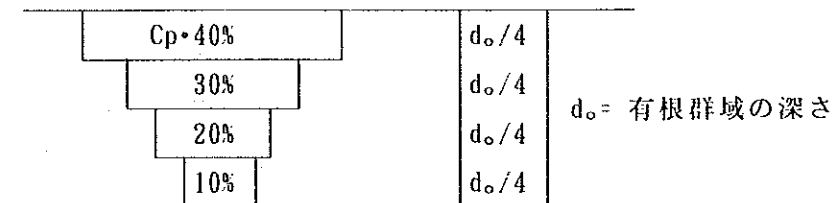
作物吸収型は、土性、成層状態、肥培管理の差異、作物の生育状況、灌漑方法の違いによって異なるが、上記吸収型は、土性、根群域が違っても単一土層であれば根群域深さを 4 等分して下図に示すような吸収を行うと考えるものである。

— TRAM : 総容易有効水分

$$\text{TRAM} = \frac{\text{AM}}{\text{Cp}} \cdot 100$$

$$\text{or } \approx 0.6 \Sigma \text{AM}$$

Cp : 作物の水分吸収図型は下記のとおりとした。



作物水分吸収図型

(USA, Sprinkler Irrigation, 1953)

各計画地区の土壤についての一般調査の結果に基づいて有効群域深さ 60 cm 土壤の種類によって、Case I = 植壤土系土壤 Case II = 植土系土壤として、2つの土壤タイプについて、次のとおり TRAM を求めた。

Case I 植壤土系土壤 TRAM

d cm	F 24	M I	Sd	AM	Cp	TRAM	IO(mm)
0-15 (制限層)	41.04	28.3	1.03	19.68	40	49.2	49.2
15-30	41.04	28.3	1.03	19.68	30	65.6	
30-45	37.37	26.69	1.18	18.90	20	94.5	
45-60	37.37	26.69	1.18	18.90	10	189.0	
60	$\Sigma 77.16 \times 0.6 = 46.3$						

Case II 植土系土壌 TRAM

d cm	F 24	M 1	Sd	AM	Cp	TRAM	IO(mm)
0-15 (制限層)	28.01	14.76	1.47	29.21	40	73.0	73.0
15-30	28.01	14.76	1.47	29.21	30	97.3	
30-45	25.86	13.19	1.49	28.31	20	141.5	
45-60	25.86	13.19	1.49	28.31	10	283.1	
Σ	115.04 × 0.6 = 69.0						

② 計画間断日数

間断日数は、次式によって検討して決定する。

$$\text{間断日数} = \frac{\text{TRAM}}{\text{ピーク消費歩合}} = \frac{I_0 \text{ (mm)}}{I \text{ (mm/day)}}$$

ピーク消費歩合は、最大 5.5 mm/day である。

最大 TRAM = 49.2 mm とすると

$$\text{間断日数} = \frac{49.2}{5.5} = 8.9$$

よって間断日数は 8 日以内とする。

一方、ドリップ灌漑の場合、湿润面積率を散水灌漑 100 に対し 50 % (P) とし、作物の好水分作物係数 (Cr) を 0 (灌水点 pF=3) とすると

$$\begin{aligned} \text{点滴迅速有効水分量 (DTRAM)} &= (1-C_r) \times \text{TRAM} \\ &= \text{TRAM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{全面換散仮想 TRAM} &= \text{TRAM} \times P \\ &= 49.2 \times 0.5 \\ &= 24.6 \end{aligned}$$

$$\text{したがって間断日数} = \frac{24.6}{5.5} = 4 \text{ 日 となる。}$$

③ 計画用水量

灌漑効率（スプリンクラー）75 %とすると、計画各地区の最大容水量は、7.1mm ~7.4 mm/day である。（付表 R6 参照）

灌漑方法を 間断日数 8 日
灌漑時間 1-ブロック 10, 12, 15 時間とすると

各地区のピーク時所要用水量は、ピーク時所要少量の最も大きい地区は La Palmilla 地区で、ha 当り 11 ℓ/秒/15 hr, 13.7 ℓ/秒/12 hr, 16.4 ℓ/秒/10hr, 最少地区は Los Cerritos で 7.9 ℓ/秒/15 hr, 9.9 ℓ/秒/12 hr, 11.9 ℓ/秒/10 hr である。

一方、点滴灌漑と散水灌漑の総灌水量の比は 60~70 : 100 程度であるといわれている（日本、農林水産省、構造改善局、土地改良事業計画指針-点滴灌漑）。したがって、点滴灌漑の場合、60 %と考えると、ha 当り La Pulmilla 地区で 3.3 ℓ/秒15 hr, 4.1 ℓ/秒12 hr, 4.9 ℓ/秒10 hr, Los Cerritos 地区で 2.4 ℓ/秒15 hr, 3 ℓ/秒12 hr, 43.6 ℓ/秒10 hr である。

(3) 地下水生産計画

地下水の生産は、各計画地区ごとに 1 基の井戸を掘削して、それぞれの地区毎に設立された農民組合と責任によって行う。

各地区毎の地下水生産計画は、各地区それぞれの所要灌漑用水総量に対応し、1 日あたり計画灌水量を充足可能なるように策定する。

地下水生産計画は、前項で述べた各計画井戸の安全用水量をベースとし、所要運転時間計画として検討する。

畑地灌漑の場合、一般に日中の蒸発の大きいときは灌水を中止し、朝夕の涼しい時間に灌水することが好ましく、夜中に灌水すると土壌面蒸発を無視することもできることを考慮し、1 日の運転時間を 15, 12, 10 時間として各地区毎に生産量を検討した（付録表参照）。用水消費が最大となる 2 月と 3 月にはスプリンクラー灌漑の場合、1 日 15 時間運転を要する地区が多いが、末端システムをドリップ灌漑システムとすれば第Ⅲ地方の San Agustin、Los Cerritos や、第Ⅳ地方の各地区では 12 時間運転が必要な地区もあるが、その他の地区では 10 時間運転によって、所要総用水量の生産が可能である。

計画各地区のピーク時（3月または2月の消費水量、灌漑時間、計画用水量及び計画生産量は下記のとおりである。

表 4.3.13 計画用水量及び計画生産量

		最大消費水量 mm/日	灌漑時間 hr	計画用水量 ℓ/s/A/4	計画生産量 ℓ/sec
1	San Vicente	4.68	10.0	30.2	32
2	La Palmilla	5.53	10.0	33.2	35
3	Lo de China	4.65	10.0	33.2	35
4	El Tintero	4.65	10.0	33.2	35
5	Las Ovejas	4.65	15.0	22.0	20
6	San Agustin	5.00	12.0	18.5	20
7	Los Cerritos	3.90	15.0	11.9	13
8	Shusho Abajo	4.36	10.0	19.4	20
9	La esperanza	4.58	10.0	32.6	35
10	La Coronada	4.58	10.0	32.6	32
11	Las Aradas	4.58	10.0	20.4	20
12	El Tempisque	1.32	10.0	23.0	24
13	El Rodeo	4.97	12.0	18.7	20
14	Trancas I	4.97	12.0	12.0	13
15	Trapiche	4.97	12.0	18.5	20
16	Playa de Coyol	4.97	12.0	18.6	20
17	Jalpatagua	4.42	12.0	17.7	20
18	El Coco	4.42	12.0	17.7	20
19	Ujxtales	4.96	10.0	22.4	30
20	Llano Grande	4.32	15.0	13.0	13

(4) 送配水システム計画

送配水システムは、揚水した地下水を各末端圃場頭部分水栓まで送配するもので、地下水揚水ポンプの圧力水頭によって配水槽まで圧送し、配水槽で自由流出させた後、各圃場頭部まで自然流下させるもので、加圧配送水管路、配水槽および配水管路からなる。ただし、地形的に比較的平坦で配水槽が高架水槽となる地区については、高架水槽に代わって圧力タンクを設置する方式とする。

原則として、高架水槽は設置せず、配水槽は井戸から近く、所要の位置水頭が得られる高さをもった小山の頭部または山腹に設置する。基礎は強固な天然地盤上のベタ基礎構造とする。

配水槽は鉄筋コンクリート構造で蓋付きとする。

送配水管路は埋設式で、揚水ポンプジョイント部の一部鋳鉄または鋼管部を除き塩ビパイプとする、配水管末端の吐出圧力は、散水灌漑の場合 2.5 kg/cm²、点滴灌漑については 1~1.25 kg/cm² とする。

送配水管路システムには、送水ポンプの急停止、バルブの急閉鎖等による管路内圧力の異常上昇に対する安全、逆流防止等の装置・強度を具備するのは勿論、曲管部、勾配変換点部には空気弁、あるいは必要と考えられる場合は除塵装置、排砂装置等を設置することとする。

配水管末端の各圃場に対する分水栓の制水弁は 2 ケ以上とし、流量計、農薬肥料注入孔その他必要なバルブ、計器類を設置するものとする。

配水槽の容量は 30 分~1 時間の生産量を貯水可能な大きさとする。ただし最大容量は 60 m³ とする。(付図参照)

(5) 地下水生産施設計画

地下水生産施設は、次に示すような各施設、機器類からなる。各計画施設・計器類は、先に検討し策定した地下水生産計画に対応して、計画生産量を充分かつ安定的に生産可能な容量、規模をもったものとする。

地下水生産施設		
- 生産井	一地区一基	ディープチューブウェル
- モータ、ポンプ	一井戸一組	電力(480 V) 駆動
- 運転制御盤	各一組	240 V 用
および受配電盤		
- 送電線	一式(1 km 以下)	13200 V 高圧送電(含トランス)
- 機械室建屋	一地区一戸	コンクリートブロック造り
- その他の関連機器	一式	

4.3.3 計画地区の位置および状況

計画地区は、第Ⅲ地方、第Ⅳ地方の5つの県に点在し、各県別の地区数は、次のとおりである。

表 4.3.14 各県別計画地区数

RegionⅢ 県名	地区数	RegionⅣ 県名	地区数
Chiquimula 県	4	Jutiapa 県	8
Zacapa 県	2	Jalapa 県	1
El Progreso 県	5		
計	11	計	9

各計画地区の位置、標高、アクセス条件の概況は次表に示すとおりである。

表 4.3.3 計画地の位置及び状況 (1)

プロジェクト地区	位置	標高	状況
Region III (サカパ県) 1. San Vicente	サカパ県西部、 モタグア河右岸流域のサン・ ピセンテ村のサン・ピセンテ 川の兩岸	約280m	近隣に既設の深井戸はない 井戸建設予定地まで約250m の動力線の架設が必要 兩岸を結ぶ連絡道に橋梁がなく、 増水期の河川横断は不可能となる 主送水管は河川横断を要する
2. La Palmilla	サカパ県西部、 モタグア河左岸流域のウスマ トラン町とラ・パルミージャ 村の中間 県道4号線に面する	約320m	約3km西方に上水道用深井戸 動力線は県道に沿って走行し ており、井戸建設予定地まで 約350mの動力線の架設が必要 既設の農道を進入路として使 用する
(エル・プログレソ県) 1. Lo de China	エル・プログレソ県中央部 モタグア河右岸流域のロ・デ チナ村の南部、県道1号線を 挟んだ所	310 ~ 330m	緩傾斜地、近隣に既設の深井 戸はない 動力線は県道に沿って走行し ており、井戸建設予定地まで 約50mの動力線の架設が必要 既設の農道を進入路として使 用する
2. El Tintero	エル・プログレソ県中央部 モタグア河右岸流域のエル・ ヒカロ町西部、県道1号線に 面した所	260 ~ 280m	比較的平坦な地形を呈してお り、未利用地が大半を占めて いる 地区の南側山麓に(USAID)の プロジェクト地区があるが、 500m以上離れており、井戸 の干渉はない(未完成未使用) 既設の農道を進入路として使 用するが、約400mの区間改修 が必要 井戸建設予定地まで約350mの 動力線の架設が必要
3. Las Ovejas	エル・プログレソ県中央部 モタグア河右岸流域のエル・ パソ・デ・ロス・ハラパ町と エル・ヒカロ町の間にある ラス・オベハス町の西部	約320m	平坦な丘陵地、 近隣に既設の深井戸はない 井戸建設予定地まで約850mの 動力線の架設が必要 既設の農道を進入路として使 用する

計画地の位置及び状況 (2)

プロジェクト地区	位置	標高	状況
4. San Agustin	エル・プログレソ県中央部 モタグア河左岸流域のサン・ アグスチン・アカサグェスト ラン市の東部、国道 9号線よ り北へ約 3.5km入った所	300 ~ 320m	丘陵地、モタグア河の支線 ラト川の流域 近隣に既設の深井戸はない 井戸建設予定地まで約900mの 動力線の架設が必要 既設の農道を進入路として使 用する
5. Los Cerritos	エル・プログレソ県西部 グァテマラ市より東へ約67km のサナラーテ-ハラパを結ぶ 国道19号線に面するサンサー レ市の西側の平坦地	約760m	近隣に既設の深井戸はない 地区の南西部に高さ 30m前後 の小山が 2つある 井戸建設予定地まで約700mの 動力線の架設が必要 進入路は、既設の農道では進 入困難なため、延長約300mの 改修工事が必要
(チキムラ県) 1. Shusho Abajo	チキムラ市の中心部より北東 へ約 2km	約390m	近隣に既設の深井戸はない 現在、雨期にシューショ川よ り自然取水し、重力灌漑して おり、水路システムは比較的 整備されている。 井戸建設予定地まで約 1kmの 動力線の架設が必要 進入路は、既設の農道を使用
2. La Esperanza	チキムラ県南部 イパラ市より南へ約 3km離れ たら・エスペランサ村周辺部	880 ~ 890m	近隣に既設の深井戸が存在す るが、約700m離れており、地 下水の干渉はない。 井戸建設予定地まで約 1kmの 動力線の架設が必要 進入路は、1992年末に完成す る農村道(幅員4m)を使用す る。
3. La Coronada	チキムラ県南部 イパラ市東部、約 2km	約890m	平坦地、現在は農地の約 90% が放牧地あるいは未利用地で ある。 近隣に既設の深井戸はない。 動力線はイパラ市とラ・コロ ナダ村を結ぶ県道(幅員6m) に沿って走行している。 井戸建設予定地まで約100mの 動力線の架設が必要

計画地の位置及び状況 (3)

プロジェクト地区	位置	標高	状況
4. Las Aradas	チキムラ県南部 イバラ火山南東部山麓の県道 4号線と鉄道（現在はトロ コ軌道）に挟まれた緩傾斜地	890 ~ 910m	近隣に既設の深井戸が存在す るが、約500m離れており、地 下水の干渉はない。 井戸建設予定地まで約80mの 動力線の架設が必要 進入路は既設の農道を使用
Region IV (フティアパ県) 1. El Tempisque	フティアパ県北部 アグア・ブランカ市の東部平 野の南西部	約890m	平野北部に既設の深井戸が存 在するが、計画井戸地点と約 700m離れており、地下水の干 渉はない。 井戸建設予定地まで約700mの 動力線の架設が必要 進入路は既設の農道を使用す るが、約200m区間改修工事 が必要
2. El Rodeo	フティアパ県北部 サンタ・カタリーナ・ミタ市 の西部、スチタン火山の北部 山麓に位置する。	約860m	近隣に既設の深井戸（上水用 井戸）があるが、計画井戸地 点と500m以上離れているため 地下水の干渉はない。 動力線は国道に沿って走行し ており、井戸建設予定地まで 約550mの動力線架設工事が 必要
3. Trancas I	フティアパ市の南東部約4km の平坦地	約970m	近隣に既設の深井戸はない。 動力線は県道23号線に沿って 走行しており、約300mの動力 線架設工事が必要 進入路は既設の農道を使用
4. Trapiche	フティアパ県中央部 フティアパ市の南東約15kmの 山間部の緩傾斜地	910 ~ 930m	近隣に既設の深井戸はない。 井戸建設予定地まで約200mの 動力線架設が必要 進入路は既設の農道を使用が 約500mの区間について改修工 事が必要

計画地の位置及び状況 (4)

プロジェクト地区	位置	標高	状況
5. Playa de Coyol	フティアパ県南東部 アスンシオン・ミタ市の南東部約15kmのアテスカテンパ湖の東岸の平坦地	590 ~ 600m	近隣に既設の深井戸はない。 動力線は国道1号線に沿って走行しており、約60mの動力線架設が必要 進入路は既設の農道を使用
6. Jalpatagua	フティアパ県中央部 フティアパ市の南西約23kmのハルパタグア市の南西部の平坦地	約550m	近隣に既設の深井戸があるが地下水の干渉はない。 動力線は国道8号線に沿って走行しており、約500mの架設必要。 進入路は既設の農道を使用が約250mの区間について改修工事が必要
7. El Coco	フティアパ県南東部 フティアパ市の南約25kmのエル・ココ町東部	370 ~ 390m	近隣に既設の深井戸はない。 動力線は国道8号線に沿って走行しており、約500mの架設必要。 進入路は既設の農道を使用が約200mの区間について改修工事が必要
8. Ujuxtales	フティアパ市の南西約60kmのチキムリージャ市南東部国道2号線の北側、平坦地	約250m	近隣に既設の深井戸があるが500m以上離れているため地下水の干渉はない。 動力線は国道2号線に沿って走行しており、約500mの架設必要。 進入路は既設の農道を使用
9. Llano Grande	モンハス市の南西2.5kmの平坦部	約980m	近隣に既設の深井戸があるが500m以上離れているため地下水の干渉はない。 動力線は国道19号線に沿って走行しており、約500mの架設必要。 進入路は既設の農道を使用

4.3.4 施設・機械の概要

本協力によって建設される施設および調達される機械は、要請された 30 地区にかかる各種調査の結果に基づいて選定された 20 地区において、地下水を安定生産し、生産した用水を安全かつ効率的に送配するために必要なもので、その内容、規模、機械名称は次のとおりである。

(1) 地下水生産施設 一地区一基

井戸	: 仕上がり径 8 インチ (200 mm)、掘削径 12' $\frac{3}{4}$ (320 mm) 有効深 500~600 フィート (150~180 m)
ポンプ	: 立軸多段タービンポンプ径 4 インチ (100 mm) 13~40 ℓ / sec
モータ	: 縦軸電動モータ (3 相 480 V)
受配電盤	: 壁掛け式箱型 480 V 含積算電力計 (モータ動力用電力受・配電設備)
運転制御板	: 壁掛け式二重箱型 2 点式ボタンスイッチ式 (モータ・ポンプ運転制御)
動力用高圧送電線	: 動力用電力送電 (13200 V) 最終受電電圧 480 V (変圧器)
機械室対象	: ポンプ・モーター受配電盤および運転制御盤格納 コンクリートブロック建屋 床面積 12 m ²

(2) 用水送配水施設	: 生産地下水の送配水
送水管路	: 埋設式硬質塩ビニール管 125 mm 加圧送水管路
配水槽または 圧力調整槽	: 配水管路内脈動流発生防止
配水槽	: 鉄筋コンクリート構造 容量 60 m ³ 完全密閉式 (附空気弁) 自然地盤ベタ基礎構造
圧力調整槽	: スタンドタイプ圧力調整槽または圧力調整弁 地形的に自然流下配水のための配水槽が設置が不可能な地区
配水管路	: 埋設式硬質塩化ビニール管 自然流下式 径 150~75 mm

付帯装置

逆流防止弁	: ポンプ停止時の逆流防止（自動式）
空気弁	: スプリング式空気抜き、曲点、勾配変換点その他
減圧弁	: 地下水位の季節的変動による圧力水頭変動を調整
仕切弁	: 制水弁、必要に応じて各主要点に設置
ストレーナー	: 流入細砂除去
量水器	: 各配水系統毎に分水量を制御
分水バルブ	: 各級配水管路への分水用バルブ
その他	: 排砂弁、その他
末端分水栓	: 各級配水管から各圃区への分水栓で、各圃区頭部に設置する。 分水量に応じ アングルバルブ、空気弁、減圧弁、フィルター、液肥混入シリンダー等々の必要なバルブ数を設定する。

4.3.5 運営・維持管理計画

本計画実施によって完成した施設の維持管理は、本章第 3 節第 1 項で述べたとおり、主として各地方 DIGESA および完成施設によって便益を受ける農民をメンバーとする農民組合によって実施される。

したがって、維持管理計画は、実施機関 DIGESA の維持管理計画と受益者による維持管理の 2 つに分けて検討する。

(1) DIGESA の維持管理計画

- 1) 地方 DIGESA は施設の引き渡しに先立って、受益農民に対して施設の維持管理、用水管理班技術、要領の伝授、特に初期段階の運転操作、バルブ操作技術・要領の伝授、研修の実施。
- 2) 地方 DIGESA 小規模灌漑計画部関係技術者を主とする、農業改良普及員、営農指導技術者等からなる総合指導班を結成し、計画的定期的巡回指導する。なお、巡回指導は点検サービスを含み、施設機器類の適正な保守管理について指導する。
- 3) DIGESA UCPC に配属された水理地質および電気技術者は、定期的かつ対面的な巡回指導および 地方 DIGESA 関係技術者に対する計画的な技術伝達と研修を実施する。

- 4) 地方 DIGESA は O/M マニュアルを作成し、それに基づき受益農民に対して O/M 技術の徹底周知を図る。

(2) 受益農民による維持管理計画

本事業によって建設された施設は、完成後、計画地区受益者組合と DIGESA との契約に基づいて、農民組合に引き渡され、農民組合は、建設施設の独占的使用権を取得する。

このことについて建設施設の日常的保守管理、運転管理、用水生産、水利用管理、全て農民組合の責任と費用負担によって実施される。

また本事業による建設施設の有効利用と本事業実施の目的を達成するために、本施設の引き渡しに先立って、受益者農民は、それぞれ自己の所有する計画対象農地において、必要な灌漑システムの建設を完了することが要求される。したがって、各受益農民は、自らの責任で建設した末端灌漑システムについて個別にそれぞれ維持管理責任を負うと共に、共同施設について維持管理責任を負うことになる。

受益農民組合は、その責任を果たすと共にその有効利用によって本事業の本来的目的を達成するために、次のような計画のもとに、効率的かつ適正な施設管理、用水管理を遂行するものとする。

- 1) 受益者団体を単なる BANDESA 融資、事業実施承認のための組織でなく O/M 組織として、施設毎、O/M 業務別にそれぞれ担当責任者を定める等その体制を確立・強化する。
- 2) 日常運転・操作、点検責任を明確にする。
運転要員の雇用制をとる場合、雇用運転員を指揮監督する O/M 管理責任者を指名する。
- 3) O/M は DIGESA によって与えられた O/M マニュアルに従って実施し、O/M 日誌を記録する。
- 4) 定期的点検・整備を計画的に実施する。
- 5) 地方 DIGESA に設置される巡回サービス班、その他 DIGESA 関係者による定期的技術伝達・指導の実施を制度化する。

6) 大点検、大修理、整備等はメーカーあるいはディーラーと農民組合との間で明文の契約を交わし、計画的点検・整備体制を整えるものとする。

4.4 技術協力

本計画の実施にあたって、DIGESA は広範な分野にわたって多数技術者の研修の実施を要請している。技術研修の必要性については本章第 2 節において検討したとおりで、その必要性および実施効果は極めて高い。

併しながら、日本の無償資金協力の範囲とされる地下水生産施設および送配水施設の建設工事については、実施設計および建設工事期間中で、計画的に関係技術者に対して必要な技術を移転することで充分対応可能である。

本計画にとって必要なことは、日本の無償資金協力によって建設された諸施設が有効かつ適正に運営管理され、本事業実施の目的を達成することである。

したがって、現在、各地方 DIGESA の技術者が灌漑施設設計技術にあるいは栽培技術に偏して育成されているので、これらの技術者に対して以下の技術協力を実施することが有効であろう、すなわち、

- 作物の種類、成長、季節に応じた水管理、灌漑の実施によって用水の効率利用、運転経費の軽減を図るための水利用技術。
- 輸出対象諸国の需要、市場動向に応じた作付作物の導入と販売管理（含消毒、梱包）技術、過剰生産あるいは鮮度低下による販売価格の下落防止を図る市場情報管理技術。
- 年々増大する類似灌漑事業の完成に対応し、本協力事業完成地区を含む多数地域、大面積にわたる広域の作付・生産計画の策定技術等。

第 5 章 基本設計

第 5 章 基本設計

5.1 基本方針

基本設計は、計画地域の自然社会条件および建設、調達状況、本事業の特性、問題点それぞれに対する方針に則って行う。

(1) 事業特性・問題点に対する方針

本事業は、安定的通年灌漑農業に必要な基盤の開発整備をするものであり、本事業の建設施設によって生産された地下水は、受益農民が費用負担して自ら設置する灌漑システムの完成を待って有効利用される。受益農民は、本事業によって建設された諸施設・設備類にかかる建設費用を“小規模灌漑開発事業基金”として 3 年据え置き 17 年年賦で国庫に分割納入することになっている。

したがって、以下の点に留意して基本設計を行う。

- 1) 本計画実施地区相互の間、あるいは既存類似事業完成地区との間で施設機材の範囲、レベル等の違いによって、農民負担額に著しい格差が生じないようにする。
- 2) 末端灌漑システムは、農民が自由選択できるように、また将来の国際市場の需要変動による作付作物、作付体系の変化に伴う用水慣行、所要用水量の変動に対応できるように、分配水の量、方法の自由変更が容易な構造とする。

(2) 自然条件に対する方針

1) 地下水生産施設

- 雨期、年間降雨量の 90～95 %が集中する上、降雨量は年によって大きく変動し、地下水位は季節、年によって大きく変動する。
ポンプ吸水孔の位置、モータ・ポンプの容量等は地下水位の異常上昇あるいは低下によって効率の低下、過剰負荷等が発生しないように検討し決定する。
- 機械室は、夏期室内気温の上昇を防止するため、格納機械が風雨に曝されない範囲でできるだけ開放的な構造とする。
- 送電線、トランス等は落雷防止のためアレスターを適正に配置する等、落雷に対する安全装置を設ける。

2) 送配水管路

- 送配水管の埋設深さは、計画地域の短時間集中豪雨型の降雨特性を十分に考慮し、降雨によって洗掘され、露出、破損することのないよう十分な深さとする。
- 送配水管路の露出管については、直射日光による温度上昇に基づく線膨張に対して、エクспанション、ジョイントを設ける等十分な対策を講ずるほか、温度変化による材質変化、あるいは劣化しない材質とする。
- 配水槽基盤、配水管路の掘削は、できるだけ乾期の施工を優先検討する。

3) 社会条件に対する方針

- 計画地区の現況土地利用および家畜飼育慣行から道路等の共用地は牛の放牧通行が多く、地上施設破損の恐れがあるので、放牧家畜類に対し施設類の安全対策を講ずる。
- 潜在失業率 40 %といわれる現地農業労働者の雇用が可能なるよう施工法を優先し、特殊工法、機械施工はでき得る限り採用しない。
- 計画地区内あるいはその周辺に既存井戸がある地区については、本計画井戸建設の影響の有無、その程度を検討し、必要ある場合は井戸の位置を変更する。

4) 建設・調達に対する方針

- 井戸掘削、所要資機材調達等、現地業者で充分対応可能で、かつその技術レベルも高いと判断されるので現地業者の活用、現地資機材の調達を優先とする。
- 高圧送電線については、「グ」国国内法その他関係規則を順守し、資機材の選択、工法の決定、施工にあたる。
- 資機材の調達には長期を要することが予測されるので、施工計画は発注時期、納入時期について詳細検討して策定する。

5) 実施機関の維持管理能力に対する方針

- 実施機関の技術的維持管理能力が低いので、各施設の設計、設備機器の選定にあたっては、保守管理が容易なものとする。
- 各計画地区の施設、機器類は、部品の互換性、O/M、用水管理についての技術、情報の交換、移転が容易なるように、でき得る限り同種同形式とする。

6) 工期

本計画は、計画地は 5 県、約 1200 km² の広範な地域に 20 地区に分かれている上、道路、交通・通信事情が悪いことから、工期の決定にあたっては、資機材の納入計画、施工監理計画等を含めて、経済的単年度施工可能量を検討して、工期分けを含め、工

期の設定を行う必要がある。

5.2 設計条件の検討

(1) 計画地区および計画面積

計画地区は第4章、第3節で選定した20地区とする。計画面積は、表5.2.1に示すとおりで計画地農地のうち本事業に参加する意思を表明した農民が所有、または使用权を有する土地でかつ地形的に閉塞管水路で自然流下によって配水可能な土地の面積とする。ただし、土壌的に灌漑適正が否定されない限り、現在耕地として利用されているか否かを問わず、土地所有権者の利用意思によって計画対象とするか否かを決定する。

表 5.2.1 計画地区

計画地区	参加農家数 (戸)	農地面積 (ha)
Region III (サカパ県)		
1. San Vicente	14	29
2. La Palmilla	13	27
(エル・プログレス県)		
1. Lo de China	37	32
2. El Tintero	21	32
3. Las Ovejas	20	32
4. San Agustin	13	20
5. Los Cerritos	39	20
(チキムラ県)		
1. Shusho Abajo	14	20
2. La Esperanza	37	32
3. La Coronada	25	32
4. Las Aradas	36	32
Region IV (フティアパ県)		
1. El Tempisque	14	24
2. El Rodeo	14	20
3. Trancas I	16	13
4. Trapiche	18	20
5. Playa de Coyol	16	20
6. Jalpatagua	16	20
7. El Coco	18	20
8. Ujuxtales	14	32
(ハラパ県)		
1. Llano Grande	16	20
計	411	497

(2) 地下水生産施設

- 1) 計画各地区の 1 日当たり地下水計画生産量は、第 4 章、第 3 節で検討したとおり、各計画地区毎の計画最大日消費水量と計画間断日数に基づいて求めた 1 回当たり計画灌漑水量（付表 R6.7 参照）とする。
- 2) 1 日当たり地下水生産時間は、計画地区井戸の単位時間当たり計画安全揚水量に（付表 R6.7 参照）に基づいて 15 時間から 10 時間の範囲に決定する。
- 3) 井戸径深さ等は第 4 章、第 3 節に述べるとおりで、仕上がり径 8"（200 mm）深さ最大 600 フィート（180m）とする。
- 4) 各井戸のポンプの計画揚水水頭は表 5.2.2 に示すとおりとし、揚水効率 は 70 %、余裕率は 20 %とする。

表 5.2.2 ポンプ設計水頭

	計画地区	有効深さ (m)	設計水頭 (m)
1	San Vicente	130	75.79
2	La Palmilla	180	121.19
3	Lo de China	150	99.16
4	El Tintero	160	98.88
5	Las Ovejas	150	66.24
6	San Agustin	150	87.13
7	Los Cerritos	180	103.71
8	Shusho Abajo	160	76.86
9	La Esperanza	150	85.00
10	La Coronada	150	82.84
11	Las Aradas	150	119.19
12	El Tempisque	150	117.72
13	El Rodco	180	108.22
14	Trancas I	180	69.07
15	Trapiche	180	98.73
16	Playa de Coyol	180	80.82
17	Jalpatagua	180	60.44
18	El Coco	160	73.29
19	Ujuxtales	150	72.14
20	Llano Grande	180	92.39

- 5) 揚水管径は 4 インチ（100 mm）とする。
- 6) モータその他電気設備は、起動時の所要電力をもってその容量を決定する。

(3) 送配水施設

- 1) 送配水管の許容最高圧力、流速は、次に示すとおりとする。なお、送水管は水撃圧（静水頭の 50 %）を加算するものとする。

送配水管路設計条件

	圧力水頭	許容最大流速 m/sec
送水管	30 m	2.5
配水管	2.5 m	1.0

- 2) 送配水管の埋設深さは次のとおりとする。

- 一般横道断箇所 : 1.2 m
- 農道 : 0.8 m
- 農地 : 0.6 m

- 3) 配水管路は効率的な分水施設管理用水管理のために、できる限り地区内耕作道路、農道に沿った路線とする。

5.3 基本計画

(1) 地下水生産施設

1) 井戸建設の位置

井戸建設の位置は、電気探査の結果に基づいて概定した井戸候補地点（第 4 章、第 3 節、表 4.3.4 参照）を詳細について地形条件、アクセス条件、送配水管路の配置条件を検討し添付図面に示す位置に概定した。ただし、井戸の位置はさらに実施設計調査の結果を検討して最終的に確定する。

2) 井戸の構造

各井戸の掘削深さは表 5.2.2 に示すとおりで、掘削径は、ケーシング設置作業の効率化を考慮し、12.5 インチ (31.75cm) とし、掘削は、それぞれの地区、各層の地質に応じ、ロータリーまたはパーカッション方式で行う。

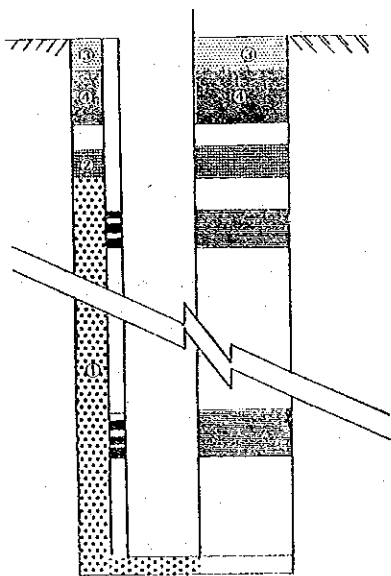
井戸の標準断面は、図 5.3.1 に示すとおりで、仕上がり内径は 8 インチ (200mm) で、ケーシングパイプは厚さ 6 mm の配管用炭素鋼管とする。

ストレーナーは、スロットタイプとする。

ストレナー、ブラインドケーシングの配置は、井戸掘削時に実施する検層の結果に基づいて決定するが、ストレナーとブラインドケーシング管部延長の比は 1:1 とする。ストレナーの開孔率は一般に帯水層の有効空隙率 n 。(effective porosity) と同程度にとるのがよいとされており、一般的な帯水層では $n_e = 15 \sim 30$ % 程度であることから中間値として約 25 % をスクリーン開孔率とした。

ただし、吸水部はブラインドケーシングとする井戸底部付近は、流入土砂の沈積を見込み、ブラインドケーシングとする。

ストレナーを含み、ケーシングパイプのジョイントは現場溶接とする。



- ① ケーシング外壁の隙間は、上部スクリーンの頭部 3 フィート上部から底部までは、洗砂利 3 mm~5 mm。
- ② 上部スクリーン頭部 3 フィート上部から上方へ 20 フィートはコンクリート。
- ③ 孔口部は深さ 3 フィートコンクリート填充。
- ④ 以下、中間コンクリートプラグまでは粗砂 (1~2 mm) を完全填充する。

図 5.3.2 井戸構造図

3) モータ・ポンプ

ポンプ型式は、実施機関 DIGESA の維持管理技術水準、点検修理施設の設備能力、および「グ」国における民間のポンプ修理技術水準・能力、先行類似プロジェクトのポンプ型普及度等を考慮して深井戸ポンプとしての適正は、水中モータ・ポンプタイプに劣るが、所要、揚程が比較的小さいことから将来における維持修繕の容易で「グ」国の現状レベルで可能である立軸多段式タービンポンプを採用することとした。

ポンプの所要段数・容量は、それぞれの井戸毎に計画揚程、計画用水量に応じて決定した。

モータ・ポンプの設計容量は、表 5.3.1 に示すとおりである。

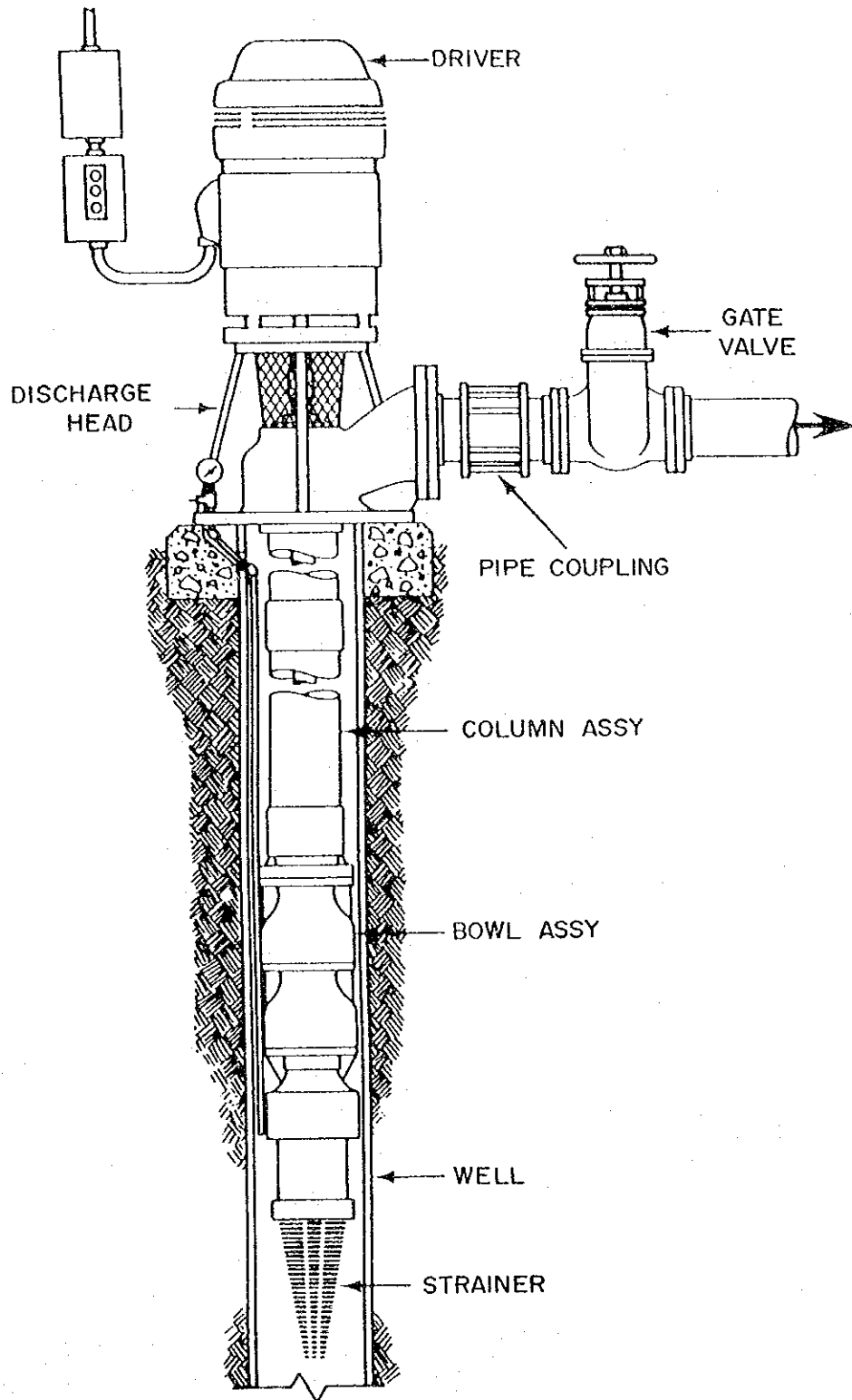


図 5.3.1 多段式タービンポンプ断面図

表 5.3.1 モータ設計容量

	計画地区	モータ容量 (HP)
1	San Vicente	75
2	La Palmilla	100
3	Lo de China	100
4	El Tintero	100
5	Las Ovejas	40
6	San Agustin	50
7	Los Cerritos	40
8	Shusho Abajo	50
9	La Esperanza	100
10	La Coronada	100
11	Las Aradas	75
12	El Tempisque	100
13	El Rodeo	75
14	Trancas I	40
15	Trapiche	60
16	Playa de Coyol	50
17	Jalpatagua	40
18	El Coco	50
19	Ujxtales	75
20	Llano Grande	50

4) 受・配電盤および運転制御盤

配電盤は、所要スイッチ、電源表示ランプ、安全スイッチ等をコンパクトに配列した箱型壁掛けタイプとする。配電箱は、ガラス張り一重扉構造とする。受電盤は電力計、メインスイッチからなる。

操作制御盤は、二重箱型壁掛け式で完全防湿構造で、盤上には電源スイッチ、操作用 2 点式プッシュボタンスイッチ、電源・運転表示、電流・電圧計、過負荷防止安全スイッチ等を安全かつ誤操作のないよう整然と配置する。

なお、モータは、地下水位の異常低下があった場合、自動停止するようにリミットスイッチを設置する。

5) 動力引き込み線高圧送電線

動力送電線は、INDE の高圧送電線 (13,200 V) から機械室に近接して設置する末端電柱に架設するトランスまでの主導送電線と、トランスから受電盤までの引き込み線からなる。

各計画地区の送電線架線ルートは添付図 (P-8) に示すとおりである。

主送電線は、13,200 V, 3 相 N01/0~2/0 4 線より、電柱は木柱、高さ 35 フィ

ート、最大架線距離は 60 m とする。送電線末端電柱は、トランス架設のため 2 本組とする。各地区総電線の計画長は表 5.3.2 のとおりである。

トランスは、3 ヶからなり、13,200V を 480 V に変圧し、受電盤スイッチに結線される。トランスの容量は使用電力に応じ 25 KVA~50 KVA の範囲で地区毎に決定する。トランスには、アレスターを設置する。

6) 機械室

機械室は、コンクリートブロック造り 3.0 × 4.0 m の長方形とする。屋根は、ポンプ上部が取り外し自由な波型スレート張りとする。

土間は厚さ 15 cm の土間コンクリート、出入口は、巾 1.50 m の片開き扉タイプで、扉は、室内温度の上昇を防止するため、通風自由な金網構造とする。

送電末端電柱トランス側の壁は受・配電盤、操作盤の取り付け、動力線引き込み用コンジット取り付けが可能な構造とする。

なお、室内には 480 V 照明 1 基を設置する。機械室の各機器配置概要は、次のとおりとする。

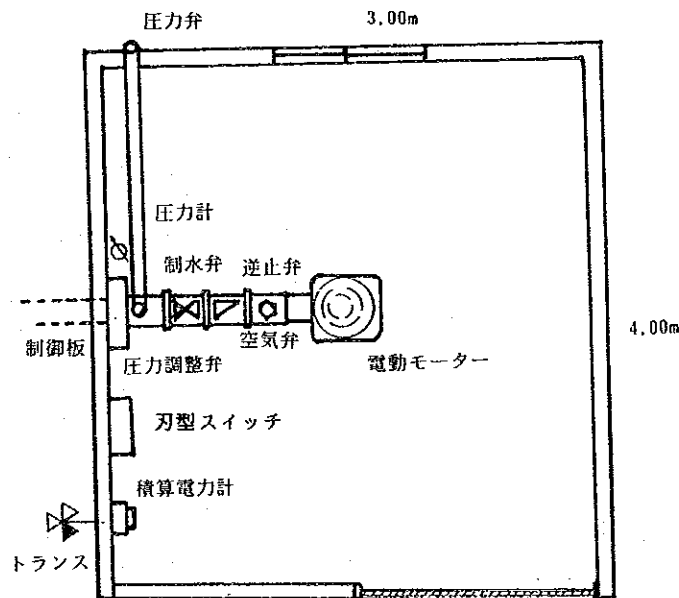


図 5.3.3 機械室配置図

表 5.3.2 送電線延長、電柱数及び送配水管延長

		計画地区	送配水管延長		送電線延長 (m)	電柱数 (本)
			径 150mm	径 125mm		
第一期建設工事地区	1	San Vicente	510	500	250	6
	2	La Palmilla	720	580	250	6
	3	Lo de China	580	300	50	3
	4	El Tintero	120	450	350	7
	5	Las Ovejas	410	500	850	16
	6	San Agustin	180	760	900	16
	7	Los Cerritos	450		700	21
	8	Shusho Abajo	570	440	1000	18
	9	La Esperanza	670	440	1000	18
	10	La Coronada	230	300	100	4
	11	Las Aradas	100	260	80	3
第二期建設工事地区	12	El Tempisque	230		700	13
	13	El Rodeo	320	390	350	11
	14	Trancas I	130	570	300	8
	15	Trapiche	350	510	500	10
	16	Playa de Coyol	110	530	60	2
	17	Jalpatagua	100	550	500	10
	18	El Coco	250	700	500	10
	19	Ujuxtales	440	220	500	10
	20	Llano Grande	350	510	700	13

7) 付帯設備・機器

表 5.3.3 付帯設備・機器

名称	仕様	使用目的
リミットスイッチ	マグネットスイッチ式水位検出 設定水位作動	地下水位異常低下時の モータ停止
逆止弁	口径 150 mm 水平型 自動開閉式ダクタイル製	揚水停止時逆流防止
スルースバルブ	口径 150 mm 内ネジ式 ダクタイル製	流水遮断
空気弁	自動排気弁 圧力範囲 0.1~12kg/cm ² 取付口径 1 インチ	混入空気排気
圧力計	ダイヤル式表示 0~15 kg/cm ²	揚水圧計測
流量計	アナログ表示 200 または 150 mm 0~50 l/sec	揚水量管理
圧力調整弁	12 kg/cm ² 以下	異常水圧発生防止

(注) 各機器は一地区一基とする。ただし、スルースバルブは 2 基。

(2) 用水配送施設

1) 用水管路

送水管は硬質塩化ビニールパイプを使用し、管路は埋設方式で埋設深さは、60 cm。ただし、一般道路横断部は、120 cm 農道横断部は 80 cm とし、サンドクッションによって保護する。

管断面は、許容管内最大流速 1.0から2.5 m/s として決定した。各地区の送水管径、管路延長は、表 5.3.2 に示すとおりである。

急勾配管路部も直射日光、温度変化による影響、パイプの劣化を防止するために、原則として埋設方式とする。ただし、埋設深さは、勾配、地形の変化に応じて決定する。

なお、水平、垂直方向曲管部は、コンクリート基礎またはコンクリート巻立てとする。勾配変換点は、ウォーターハンマーその他水圧の異常上昇に対し、充分安全な強度をもった構造とする。

また、主要勾配変換点には、必要に応じて空気弁、逆止弁、排砂弁を設置する。各計画地区の送水管ルートは添付図に示すとおりである。

2) 配水槽

配水槽は、近接する高台または小山の山腹に設置する。

配水槽は、図に示すとおりで、6 m × 5 m × 高さは余裕高 0.2 m を含み 2.2 m、有効容量 60 m³ の鉄筋コンクリート構造で塵芥の進入を防止するために完全密閉型とする。

したがって、上部床版には、マンホールおよび空気弁を設置する。マンホールは、配水槽内に沈積した砂・塵芥の排出作業が容易なるよう、1.0 × 1.0 の大きさとし、マンホール蓋は鋼板製とする。底部には排砂管口径 150 mm を設置する。

3) 配水管路

配水管路は、主導水水管路および支線配水管路からなる。耐圧塩化ビニール管の埋設管路とする。埋設深さは送水管に準ずる。

各地区配水管路の管径、管路延長は表のとおりである。

主要分水点には、制水弁を主要曲点、勾配変換点には空気弁を配置する。

主要支線分水点には、流量計、分水バルブを設置する。

かく圃場に対する分水栓は、流量計、制水弁、その他必要なバルブの他、閉塞管路

内除塵装置を設置する。また農薬、肥料の投入が可能なよう、シリンダー取り付け口を設ける。

5.3.5 機械計画

(1) 維持管理計画の一つとして、DIGESA による協力施設の定期点検、巡回指導の効率的な実施を実現するためにそれらの業務を担当する 第Ⅲ地方、第Ⅳ地方、DEGESA 事務所に、それぞれ 1 台、計 2 台の巡回サービスカーを計画する。

車の種類・タイプは 4WD 2t 型トラック・ダブルシートとする。

サービスカーは、各地方 DIGESA 毎に所有する、車両用サービスステーションに常置する。なお、サービスカーは施設の点検サービスに際して、機器類の取り外し、分解が可能なよう、最低必要な分解工具、スクリーン、バルブ、除塵機等の目詰まり除去、清掃のための小型コンプレッサー各 1 基を常時積載するものとする。

分解工具は次のような工具からなる。

- 重機工具セット …………… 両口スパナ、ソケット、レンチ等
- 工具セット …………… 野外修理用工具類
- 電気工具セット …………… 携帯式
- 電気ドリル …………… 携帯式
- ポータブルジャッキ …………… 2 ton 型、手動式
- 小型エアコンプレッサー …… 作動空気圧 5.5~7.0 kg/cm²

5.4 施工計画

5.4.1 施工方針

(1) グアテマラおよび日本の両国政府間で交換公文が締結された後、「グ」国政府は日本法人のコンサルタントと設計・施工管理業務にかかる契約を調印し、これにより施設の実施設設計が実施される。実施設計完了後、「グ」国政府の代表者立ち会いのもとに入札が行われ、日本法人の建設会社あるいは請負会社が選定され、施設の建設および機材の調達・据え付けが行われることになる。日本国政府、JICA、グアテマラ共和国・MAGA・DIGESA、コンサルタント、コントラクターの全体的関係と主な業務分担は次のとおりである。

本事業建設工事にあたっては、次に述べるような本工事の持つ特性に留意し、現実的な

工程計画、工事材料、労務調達計画、施工管理計画、技術者派遣計画等を策定し、工期内工事完成を図るものとする。

- 建設工事地区が広大な地域に点在する 20 地区であり、各地区工事の種類はほぼ同じであるが、互いに独立して完成することが要求される。
- 工事規模は大同小異であるが、各地区の地勢、気象条件、アクセス、テレコミュニケーション、ホテル等の社会インフラ条件、工事用資機材、労務者の現地調達条件は各地区の間で大きな較差がある。
- 気象条件、特に降雨量、降雨パターンは地域によって異なるだけでなく、年によっても大きく異なり、異常降雨によるアクセス道路の流失、土砂崩落等によって工事のスムーズな進捗、安全が損なわれる危険が大きい。
- 工事特性、特に井戸建設の持つ特性から、予期せぬ地質の変化、地下水の湧出等のため、工法の変更、工事の難行による工事進捗の遅れが生ずる危険性が大きい。

(2) 井戸建設工事については、地形的・地質的变化の多い「グ」国内で豊富な経験と技術・機械を持ち、計画地周辺の既存類似事業にかかる井戸掘削を DIGESA から請負施工した井戸掘削業者がいる。

また既存類似事業にかかる設備機器の全ては「グ」国内で調達され、現在有効に稼働している。

さらにまた、高圧送電線の架線工事については、INDE の送電線工事を専門とし、国内法が要求する高圧電気取扱い他、安全について、十分な経験と資格をもった業者がおり、必要な電線、ガイシ、トランス等についても INDE の承認をもったサプライヤーがいる。したがって、本章第 1 節で述べた基本設計の基本方針に則り、このような現地業者の積極的活用によって本工事の効率的かつ円滑な進捗を図るべきである。

特に井戸の掘削にあたっては、上述のような現地の地質構造に鑑み、予期せぬ崩壊、逸水の危険も想定されるので、機械の性能のみに依存するのではなく、現地における井戸掘削に豊富な経験を有する現地業者、技能者を利用することが重要であると考え。

(3) 本工事の工事期間は、全計画地区を 2 つに分けて 2 つの工事として実施するものとして 2 年度にわたるものとする。第 1 期工事は、地理的に近接する 3 地区を同時着工（4 工区 8ヶ月）・2 地区を同時着工（1 工区 2ヶ月）、同時完成させることを目標とし、第 2 期工事は僻地グループとして 2 地区を同時着工（3工区 6ヶ月）、同

時完成することを目標とし、この目標達成するための施工体制、管理体制を確立する。

以上述べたような基本の方針に従って、本工事の円滑かつ効率的完成を期するため、次のような事について考慮する。

1) USAID によって実施された、本工事地区周辺の類似プロジェクトの建設工事に関与した現地コンサルタント、現地井戸掘削業者とコンタクトし情報入手に努めると共に本工事への協力あるいは参加を求める。

2) 井戸掘削工事は不確定要素が多く、予期せぬ地質構造の変化地下水の異常湧出による掘削工法の変更、掘削機械の変更あるいは、地下水開発不能による掘削地点、掘削深の延長等が必要となる事例が多い。

また、掘削後の揚水試験、検層の結果に基づき、ケーシング、ストレーナーの配置、ポンプの取付け位置の変更、動水位の低下による揚程の変更、モータ所要馬力のアップ等工事の進捗につれて専門的技術をもって対応すべき事項が多い事から、掘削にあたる技能者は豊富な経験をもったものとするほか、施工監理体制として、その様な事態の発生、現場要求に応え得るよう、専門技術者を配置することが必要である。

3) 高圧送電線工事は、その精度・材料によって将来危険発生の恐れが大きく、工事技術者についても一定の法定資格を要求する事例が多いうえ、法定資格は、工事国の国内法に基く資格が要求される。

従って、送電線架設工事は、本工事の請負業者である日本国法人企業の監理のもとで、現地有資格業者の責任施工として実施する。

4) 施工監理にあたっては、同時複数地区施工であり、対象地区は離れた地域に分散しているため、コンサルタント及び建設業者は、日常及び定期的連絡協議体制を確立し、互いにその責任の遂行を図る。

5) 工事用資機材、設備機器は現地調達によって充足する事とするが、現地調達にかかる主要機器の多くは、外国製品の輸入品である。

そしてその取扱い業者はグアテマラ市内に位置している事を考慮し、調達品の現地到着の遅れ、製品不良等による工事遅延を防止するため、資機材調達要員を、必要に応じてグアテマラ市に駐在させ、連絡を密に取ることとする。

(4) 本工事の施工にあたっては、相手国の実施機関である DIGESA・CPCU 特に各地方 DIGESA との連絡を密にし、必要に応じ協議を重ねると共に必要な支援を求める。

本工事の実施に直接関与し、その責任を遂行する機関は各工事地区が属する地方の地方 DIGESA 小規模灌漑計画部にある。従って、各地方毎に、定期協議体制を確立する。

なお、DIGESAは、本工事の着工に先立って、次の事項を遂行するものとする。

- 1) 受益地区外に建設される各施設の建設用地（高圧送電線電柱架設、配水槽建設用地）の収用。
- 2) 維持管理機材（巡回サービスカー及び点検分析工具一式）の保管、貯蔵場所である Region DIGESA の車両サービスセンターの整理を急ぎ、必要なスペースの確保、責任者の指名等受け入れ体制完備。
- 3) 現地調達資機材でグアテマラ国内業者によって輸入される資機材について通関手続きが円滑に行えるよう関係機関への協力依頼。
- 4) 井戸掘削機その他重機車両の通行自由な進入道路の整備、新設

実施設計に要するコンサルタントの要員及び建設工事に要するコンサルタントとコントラクターの要員は表 5.4.1 工程計画表に示す通りである。

(5) 施工監理

- (a) 施工監理は、工事地区数が多くかつ分散している、井戸工事は工事量・工法等の変動可能性が大きい、高圧電力送電工事は、国内法による規制が多い等、本工事の諸特性を考慮して常駐監理とし、井戸建設の経験を有し、日本の無償資金協力のしぐみに精通した灌漑システム技術者 1 名を主とし、必要な数の技術補助員を現地雇用して施工監理体制を確立する。
- (b) 工事地区をフティアパ、ハラパ県及びチキムラ県イパラ地区と、サカパ、エル・プログレソ県及びチキムラ県北西部地区の 2 つに分けて、前者については、フティアパし、後者についてはエル・プログレソ市に事務所を設置し、監理業務の効率化を図る。但し、実施設計段階の後半は DIGESA CPCU との連絡を密にして所用業務を円滑かつ確実に遂行するためにグアテマラ市にその本拠を置くものとする。

- (c) Region III, Region IV DIGESA 小規模灌漑計画部と各 Region 毎に定期協議を制度化し、施工監理の効率化、工事の円滑な進捗を図る。
- (d) 建設業者に対しても、コンサルタントに準じ、事務所の開設を求め連絡を密にし、DIGESA との定期協議参加の他、両者間の連絡・協議を制度化し、工事進捗は勿論、現地調達資機材の調達現況について定期的報告を求める。
- (e) 施工監理者は、建設工事の施工方法、施工精度、施工技術、建設資機材等が設計図書、入札図書によって明示された諸要求、条件を充足しているか否かを管理・監督すると共に、工事施工について工事請負者に対し技術的指導助言を行う。
また、本工事に係る問題について DIGESA 関係者と協議すると共に、工事進捗について報告する他 DIGESA 側の責任に係る諸事項の実施促進を要求する。

5.4.2 建設事情及び施工上の留意点

(1) 一般事情

- 1) 工事地区は、I 地区面積 20~35ha で、1000km² を超える広大な地域に互いに近接あるいは、遠く離れて点在し、全地区数は 20 地区である。
ほとんどの地区は、主要幹線道路から深く入った奥地で、そこに至る道路は、雨期大型車両・建設機械の通行が困難である。
- 2) 主要地方都市間の電話交信は可能であるが、工事地区相互の間での電話交信は全て不可能である。
- 3) 首都グアテマラ市からのアクセスは道路交通網が発達している。
- 4) 5 月から 10 月までが雨期、11 月から 4 月までが乾期で、その区分は明瞭である。
年間雨量は 1500mm から 700mm と地域によって大きく異なる。一般に、エル・プログレソ、サカパは 700mm 前後、フティアパ南部の 1500mm 地区を除き、大部分は 1000~1200mm 地帯である。
降雨量の 85~95% は、雨期に集中し、降雨形態は短期間集中豪雨タイプであり、年平均降雨日数は、チキムラ南東部 140~150 日、フティアパ 100~110 日、サカパ 80~90 日、エル・プログレソ 120 日程度である。以上のような降雨特性から輸送や、

工事の安全について特に注意が必要である。

- 5) 工事地区は、天水依存の単作農業地帯で各農村住民の半数は農業労働者で、雨期に地区内、乾期に地区外の農業労働に従事しており、地区内での非熟練労働者の雇用は比較的容易である。
- 6) 工事地区は、首都グアテマラ市東部 100～200km の地点であるが、「グ」国のなかでも比較的開発が遅れた地域で、大規模建設業者、大規模工事材料販売店、施工機械車両修理可能な鉄工所等は存在しない。

(2) 施工条件

- 1) 工事地区の約半数、乾期はほとんどの地区が井戸掘削に必要な注入水を現地で充足する事は困難で、タンクローリその他によって地区外から搬入する事を要する。
- 2) この工事によって、動力用高圧電力送電線が架設されるが、現在、仮設備によって施工機械（コンクリートミキサー、コンプレッサー、etc.）用動力として高圧電力を利用する事は不可能である。
- 3) 現地調達資機材のほとんどは輸入品であり、発注後納期までかなり長い時間を必要とするものもあるので発注に際しては、納期について特別の注意を払う事。
- 4) 高圧電力送電線の架設については、施工方法、材料等について危険防止のため国内法によって色々な規制が定められているので、施工に先だて、「グ」国における関係法令の諸規定を熟知すること。

5.4.3 施工監理計画

- (1) 実施設計は、本基本設計にそって詳細設計及び入札図書の作成を行うものである。実施設計にあたっては、本事業建設工事の特殊性を配慮し、次の点に留意して計画の適正化、実施可能な現実的な設計の完成を図るものとする。
 - 1) 井戸の設計・建設については基本設計に基づいて行うが、基本設計段階での不確定条件をより確実なものとするために、許される範囲で出来る限り諸調査を実施し、基本設計における諸計画を補完・修正するものとする。

