

7. 地下水開発のための実施した諸調査とその結果の概要

7. 1 水文調査

7. 1. 1 降雨

調査対象地域の降雨状況は、5月から10月にかけての雨期と11月から4月にかけての乾期とに明瞭に分けられることで特徴づけられ、雨期には6月と9月に降雨ピークをもつ。調査対象地域の地形が複雑なために、地域内の降雨量は大きく変化する。しかし、気象観測所の数は限られているために、水収支解析を行うための各水盆区や対象自治体周辺の降雨量は、図7.1.1に示す観測所のデータをもとに各地の標高及び等高線雨線図(図7.1.1)に見られる降雨量パターンを勘案して推定した。表7.1.1に各地の推定降雨量を示す。

7. 1. 2 河川の水系及び流出

調査対象地域の河川は、大半が中部高原に源を發し、太平洋に向かって南流するが、源流に近いために、二次・三次水系またはそれ以下の小河川で流域面積は小さく、乾期には流量が非常に少なくなるものが多い。流量観測所は1960年代に多数設置されていたが1980年代にはその大部分が閉鎖されたため、流出量については、調査地内の下記5ヶ所の1960~80年の旧データを用いて解析を行った。

観測所名	河川名	流域面積(km ²)	標高(m)
カンテル	サマラ	701.0	2,454
S.C.イスタウアカン	ナウアラテ	144.7	1,670
ハイバル	キスカブ	146.5	1,550
パナハッチェル	パナハッチェル	51.7	1,600
アロテナンゴ	グァカラテ	328.5	1,350

流出量は図7.1.2に示すように、雨期比流量は乾期比流量4～7ℓ/秒/km²の3～8倍となり、乾期の比流量は漸減又は一定値を示すパターンが類似している。

地下水涵養に密接に関連する5河川の流出解析は、それぞれの流域内の降雨量と河川流出量の比較により行った。その結果は表7.1.2に示す通りである。

また、上記のデータのみでは、調査対象の自治体周辺の流域状況把握が困難であるため、スポット的ではあるが乾期（4～5月）と雨期（8～11月）に極力多くの地点で流量観測を行った。その結果は表7.1.3に示す通りである。

7.1.3 湧泉

54自治体を対象として、湧泉の数、湧出量の実測を行った。1987年にINFOMが実施した調査結果との比較を表7.1.4に示す。

表 7.1.1 54自治体における年間降雨量推定一覧表

No.	Department	Municipality	A. RAIN (mm)	No.	Department	Municipality	A. RAIN (mm)
1	Guatemala	Chinautla	1135	28	Solola	Solola	1081
2		Churrancho	1063	29		Nahuala	1341
3		Mixco	1197	30		San Andres Semetabaj	1010
4		San Jose del Golfo	1063	31		San Antonio Palopo	1010
5		San Jose Pinula	1650	32		San Juan la Laguna	1010
6		San Juan Sacatepequez	1032	33		San Marcos la Laguna	1010
7		San Raymundo	1122	34		San Pablo la Laguna	1010
8		Santa Catarina Pinula	1342	35		Santa Catarina Ixtahuacan	1341
9		Villa Canales	1524	36		Santa Catarina Palopo	1010
10		Villa Nueva	1213	37		Santa Clara la Laguna	1010
11		San Pedro Ayampuc	1063	38		Santa Cruz la Laguna	1010
12		San Pedro Sacatepequez	1032	39		Santa Lucia Utatlan	1341
13	Sacatepequez	Ciudad Vieja	992	40	Tonicapán	Momostenango	1341
14		Jocotenango	1031	41		San Andres Xecul	843
15		Magdalena Milpas Altas	1031	42		San Francisco el Alto	1341
16		San Antonio Aguas C.	992	Quezaltenango	Almolonga	1594	
17		San Bartolome M. Altas	1031		43	Colomba	3423
18		Santa Lucia M. Altas	1031		44	Concepcion Chiquirichapa	2100
19		Santa Maria de Jesus	1229		45	Cajola	1057
20		Santa Catarina Barahona	992		46	Flores Costa Cuca	3640
21	Chimaltenango	Comalapa	1414	47	Genova	3640	
22		El Tejar	1234	48	Huitan	936	
23		Patzicia	1283	49	Olintepeque	843	
24		Patzun	1283	50	Palestina de los Altos	1027	
25		San Jose Poaquil	1272	51	San Carlos Sija	1027	
26		San Martin Jilotepeque	1272	52	San Francisco la Union	843	
27		Zaragoza	1283	54	San M. Sacatepequez	2100	

表 7.1.2 5 河川の流出解析結果

River Basin	Station	River Basin (km)	Year	Q (m ³ /sec)	Q × 1,000,000 (m ³ /year)	R (mm/year)	R × 1,000,000 (m ³)	Q/R
Lago de Atitlan	Jaibal	147	66-67	2.412	76.1	1454	213.0	35.7
		147	66-68	1.804	56.9	763	111.8	50.9
	Panajachel	52	66-67	0.752	23.7	1454	75.1	31.6
Rio Samala	Cantel	701	77-78	4.94	155.8	932	653.3	23.8
		701	80-81	4.169	131.5	967	677.9	19.4
		701	81-82	6.822	215.1	1425	998.9	21.5
		701	82-83	4.592	144.8	1692	1186.1	12.2
		701	83-84	4.516	142.4	1316	922.5	15.4
	Candelaria	701	84-85	5.843	184.3	1325	928.8	19.8
		849	82-83	9.167	289.1	1692	1437.3	20.1
		849	83-84	8.734	275.4	1316	1117.9	24.6
		849	85-86	10.36	326.7	1332	1131.5	28.9
Rio Antiquate	Alotenango	329	73-74	1.29	40.7	1294	425.1	9.6
		329	74-75	1.53	48.3	961	315.7	15.3
		329	75-76	1.74	54.9	944	310.1	17.7
		329	76-77	1.24	39.1	868	285.1	13.7
		329	77-78	1.01	31.9	720	236.5	13.5
		329	78-79	1.25	39.4	900	295.7	13.3
		329	79-80	1.305	41.2	1165	382.7	10.8
		329	81-82	1.211	38.2	1104	362.7	10.6
		329	83-84	1.063	33.5	949	311.7	10.8
		329	84-85	1.329	41.9	1034	339.7	12.3
		329	85-86	1.137	35.9	1062	348.9	10.3

表 7.1.3 対象自治体近傍の河川における流量観測結果

No.	Department	Municipality	River	C.A.	Dry Season		Rainy Season		
					Q	S.D.	Q	S.D.	
4	Guatemala	San Jose del Golfo	Queb. Agua Zarca	5.13	0	0.00	1.23	0.24	
5		San Jose Pinula	Q. Las Anonas	5.65	45.7	8.09	107.84	19.09	
6		San Juan Sacatepequez	Rio El Bijague	20	26.2	1.31	9.64	0.48	
			Rio El Pinula		6.6		20.62		
			Rio Rastunya	4.62	1.2	0.26			
			Rio Santiago	12.94	4	0.31	205.4	15.87	
12		San Pedro Sacatepequez	Rio Paxot		0.23				
			Rio El Miragro	3.4	3	0.88	18.2	5.35	
				Rio El Miragro	5.16	34.75	6.73	205.4	39.81
21		Chimaltenango	Comalapa	Rio Piscaya	17.98	59	3.28		0.00
Rio Coloya				12.42	99	7.97	139.77	11.25	
26			San Martin Jilotepeque	Rio Frio	4.79	3	0.63	180	37.58
	Rio Cucuya			3.98	3	0.75	190.19	47.79	
28	Solola	Solola	Rio Quiscab	135.2	390	2.88	1146	8.48	
Rio Quiscab			146.5	180	1.23	30.86	0.21		
Rio Cojolya			5.89	12	2.04	2.49	0.42		
Rio Rio Buenaventura			5.82	30	5.15	16.18	2.78		
Rio Panajachel			51.65	262	5.07	167.7	3.25		
29		Nahuala	Rio Guatchojojaje	15.32	202	13.19	719	46.93	
			Rio Nahualate	24.56	150	6.11	448	18.24	
30		Santa Lucia Utatlan	Rio Flores	3.95	5	1.27		0.00	
			Rio Pugualtui	35.3	104	2.95		0.00	
			Rio Pamacha	4.2	25	5.95	104	24.76	
			Rio Pamacha	5.89	33	5.60	84.5	14.35	
52	Quezaltenango	San Carlos Sija	Rio Caquixa o Samala	53.6	22	0.41	1350	25.19	
53		San Francisco la Union	Riachuelo Chinataren	6.46	15	2.32	272	42.11	
54		San M. Sacatepequez	Rio Talcana	6.21	13	2.09		0.00	

*** Legend

C.A. : Catchment Area (km²)

Q : Discharge (l/sec)

S.D. : Specific Discharge (l/s/km²)

表 7.1.4 1987年、1994年における湧泉の実態 (1)

No.	Municipality	INFOM Recod in 1987			JICA Study in 1994				
		Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)	Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)
Dept.: Guatemala									
1	Chinautla	NG1	3	2.6	0.87	N2, P1	2	0.05	0.03
2	Chuarancho	NB	1	1	1.00	N1, RB1	1	0.01	0.01
3	Mixco	NG4, PB4	4	8.6	2.15	N9, P4	9	5.79	0.64
4	San Jose del Golfo	NG2, PB1	2	0.96	0.48	N1, P2	1	0.31	0.31
5	San Jose Pinula	NG2	2	9.8	4.90	P4	-	-	-
6	San Juan Sacatepequez	NG2, PB1, RG2	3	2.8	0.93	N3, P5	3	10	3.33
7	San Raymundo	PB2, RGT1	-	-	-	P2	-	-	-
8	Santa Catarina Pinula	NG2, PB1, RG3	2	1.1	0.55	N2, P2	2	8.67	4.34
9	Villa Canales	NB1, PB1	2	5.2	2.60	N1, P3	1	45	45.00
10	Villa Nueva	NG3, PB4, RGT1 with Rio	-	-	-	N1, P5	1	4.98	4.98
11	San Pedro Ayampuc	NG1, PB1	1	0.6	0.60	N2, P2	2	2.03	1.02
12	San Pedro Sacatepequez	NG2, PB1	2	4.5	2.25	N3, P1	3	4.24	1.41
	Total		22	37.16			25	81.08	
	Av.			1.69				3.24	
Dept.: Sacatepequez									
13	Ciudad Vieja	NG1, PB2	1	1.5	1.50	N1, P3	1	0.55	0.55
14	Jocotenango	NG1, PB3	1	7.6	7.60	N1, P3	1		0.00
15	Magdalena Milpas Altas	NG6	7	3.8	0.54	N4, P1	4	0.81	0.20
16	San Antonio Aguas C.	NG5	5	11.9	2.38	N4, P1	3	8.45	2.82
17	San Bartolome M. Altas	NG2, PB1	2	2.4	1.20	N2, P2	2	0.4	0.20
18	Santa Lucia M. Altas	PB1	-	-	-	P2	2	8	4.00
19	Santa Maria de Jesus	NG3, PB1	3	1.6	0.53	N2, P1	2	1.5	0.75
20	Santa Catarina Barahona	NG4	4	25.1	6.28	N4	4	25.12	6.28
	Total		23	53.9			19	44.83	
	Av.			2.34				2.36	
Dept.: Chimaltenango									
21	Comalapa	NG11	3	7.8	2.60	NB2, P1	2	34	17.00
22	El Tejar	NG2, PB2	2	1.3	0.65	P3	-	-	-
23	Patzicia	NG3, NB2, RG1	5	0.23	0.05	NB3	3	8.58	2.86
24	Patzun	NG3, NB1	4	10.8	2.70	NB3	3	16.9	5.63
25	San Jose Poaquil	NG1, RGT1	1	0	0.00	N2, R1	2	0.93	0.47
26	San Martin Jilotepeque	NG4, PB1, RG1	5	1.73	0.35	N3, P1	3	8.87	2.96
27	Zaragoza	NG8	6	14.6	2.43	N5, P1	5	10.42	2.08
	Total		26	36.46			18	79.7	
	Av.			1.40				4.43	

表 7.1.4 1987年、1994年における湧泉の実態 (2)

No.	Municipality	INFOM Recod in 1987			JICA Study in 1994				
		Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)	Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)
Dept.: Solola									
28	Solola	NG2	3	5.9	1.97	N2	2	30.4	15.20
29	Nahuala	NG2	2	9.9	4.95	N3	3	30.47	10.16
30	San Andres Semetabaj	NG2	2	7	0.00	N8	8	0.95	0.12
31	San Antonio Palopo	NG3	6	1	0.17	N1	1	0.42	0.42
32	San Juan la Laguna	NG1	2	2.5	1.25	-			
33	San Marcos la Laguna	NG1	1	0.62	0.62	-			
34	San Pablo la Laguna	NG2, RG1	3	0.4	0.13	-			
35	Santa Catarina Ixtahuac	NG2	2	1.2	0.60	N3	3	7.29	2.43
36	Santa Catarina Palopo	NG2	4	1.2	0.30	-			
37	Santa Clara la Laguna	NG5	5	3.1	0.62	-			
38	Santa Cruz la Laguna	NG3	4	0.8	0.20	-			
39	Santa Lucia Utatlan	LG1	6	0.06	0.01	N4	4	1.88	0.47
	Total		40	26.68			21	71.41	
	Av.			0.67				3.40	
Dept.: Totonicapan									
40	Momostenango	NG2	2	5.6	2.80	NG2	2	14.2	7.10
41	San Andres Xecul	NG2	2	2.4	1.20	N1, P1	1	2.3	2.30
42	San Francisco el Alto	NG5	3	5.8	1.93	N8	8		
	Total		7	13.8	1.97		3	16.5	
	Av.			1.97				5.50	
Dept.: Quezaltenango									
43	Aimolonga	NG4	4	7.17	1.79	N1, P3	1	23.87	23.87
44	Colomba	NG2	2	17.3	8.65	N2	2	17.31	8.66
45	Concepcion Chiquirichap	NG2	5	8.8	1.76		2	11.57	5.79
46	Cajola	NG4	5	2.1	0.42	N7	7	2.2	0.31
47	Flores Costa Cuca	NG2	2	3.7	1.85	N1, P1	1	2.25	2.25
48	Genova	NG1	1	4.3	4.30	N7	7	3.03	0.43
49	Huitan	NG2	2	1.8	0.90	N2	2	0.91	0.46
50	Olientepeque	NG6, PB1	6	1.5	0.25	N1, P1	1	0.94	0.94
51	Palestina de los Altos	NG1	2	4.5	2.25	P1	1	13.89	13.89
52	San Carlos Sija	NG2	2	4.5	2.25	N3	3	2.8	0.93
53	San Francisco la Union	NB1	1	0.25	0.25	NB1	1	0.59	0.59
54	San M. Sacatepequez	NG2	2	4.8	2.40	N2	2	3.15	1.58
	Total		34	60.72			30	82.51	
	Av.			1.79				2.75	

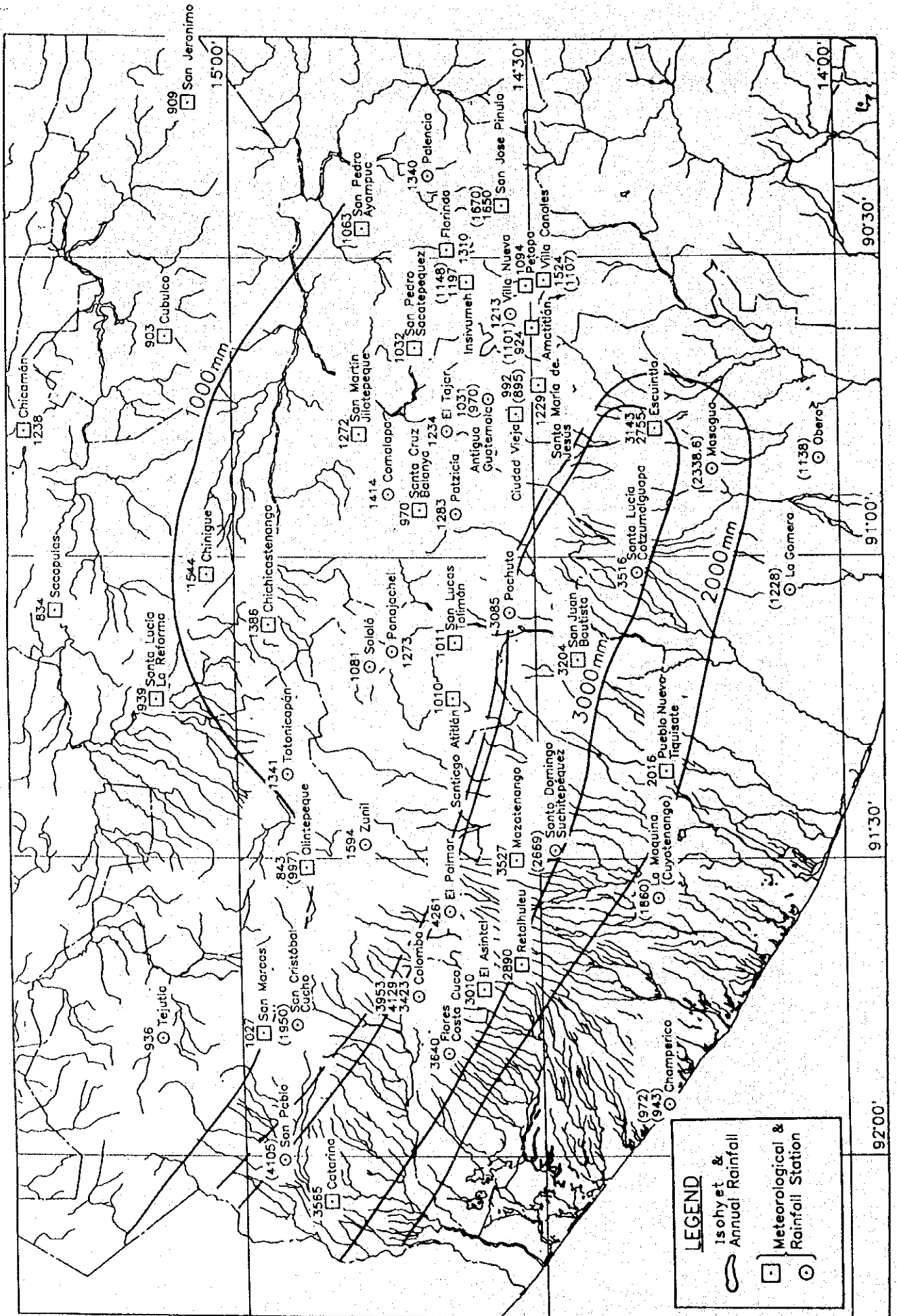


图 4-4 新加坡气象站及 7 年降雨量图

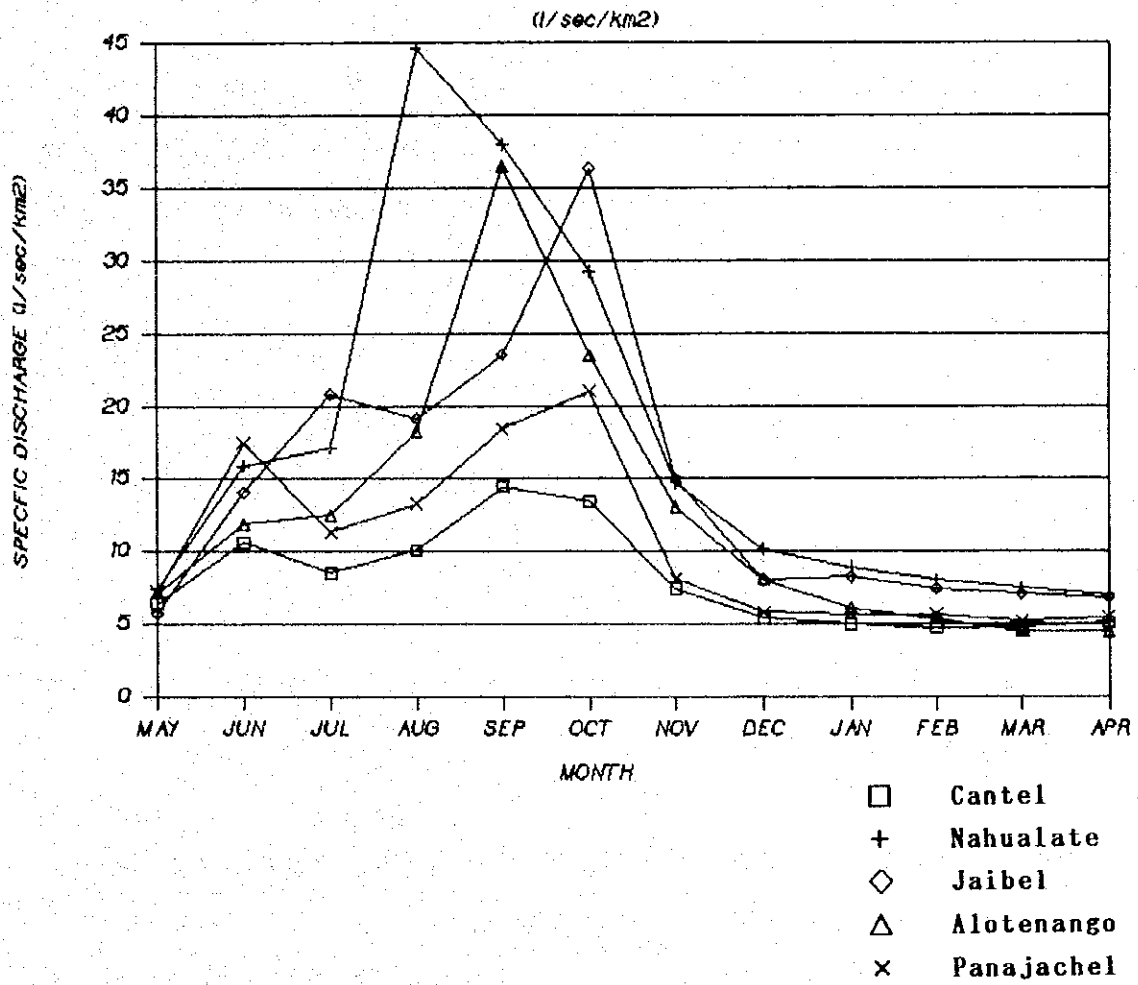


図 7.1.2 5 観測所における比流出量の変化状況

7. 1. 4 地下水位及びその観測測量

地下水連続記録計（雨量計付属）を、サン・ホセ・ピヌーラの既存井、サン・ペドロ・サカテペケス及びサン・ホアン・コマラパの試掘井に設置し、以後連続記録をとっている。INFOM職員により少なくとも数年間記録採取を継続することになっている。

7. 2 水理地質調査

7. 2. 1 調査地の水理地質概要

既存地質関連資料の分析、航空写真判読、地表地質踏査、電気探査、試掘井の掘削等の実施により下記のことことが判明した。

調査対象地域は一般に第四紀火山噴出物を主体とする上位帯水層と第三紀火山岩類を主体とする下位帯水層に区分される。しかし、この下位帯水層については、これまであまり開発が進められておらず、限られた井戸本数の中でも失敗例が多いため、深井戸の開発は無理との見方もあった。しかし、火山岩類中の多孔質部分、断層運動による破碎質部分等を詳細地質調査によって解明した上で井戸位置を決めれば、多量の地下水を得ることができることが、本件調査を通じて明らかにされた。

水理地質的な基盤岩は、変成岩類・中生代の地層等によって構成され、この基盤岩中の地下水開発は極めて難しい。しかし、上記の第三紀火山岩類と同様、断層や褶曲運動で生じた破碎質部では稀に地下水開発が可能なところもあろう。

第四紀火山噴出物は主として透水性が高い軽石層で構成され、非常に良好な帯水層を形成している。調査地内に多数存在する湧泉は殆ど全部本層からの湧水である。しかし、本層は対象地域を広く覆うものの厚さは薄く、数メートルないし

20m程度のところが大部分であり、グアテマラ地溝帯タイプの水盆、チマルテナンゴ県のピスカヤ川水盆、ケツァルテナンゴ県のサマラ川水盆のように100m以上の厚さを有するところを除いては一ヶ所で多量の水量を開発することは難しい。

既存資料の解析、航空写真判読、地質踏査、簡易水質分析等を実施した49自治体の水理地質状況は表7.2.1(1)～(3)のようにまとめられる。この表には、水源の種類（湧泉、井戸、河川の別）、水源の量、水質（pH, 電気伝導度）、帯水層区分（上位帯水層Qa、Qp、Qv、下位帯水層Tv、基盤岩）帯水層の構造（盆状、破碎質帯、深層風化及び部分的盆状構造等）を示し、地下水開発の可能性をA、B、Cの3ランクに分けて表示している。

15自治体において実施した電気探査の結果は表7.2.2にとりまとめ、さらに、その結果にもとづき、地表地質調査結果と併せて図7.2.1(1)～(16)の水理地質断面図として表現した。

10自治体において実施した試掘井掘削結果は、表7.2.3に、試掘井での揚水試験結果は表7.2.4にとりまとめた。

試掘井は主として第三紀火山岩類中の帯水層状況把握を目的として実施したもので、10本中9本までを生産井として仕上げる事ができた。位置選定にあたっては、航空写真判読・地質踏査、電気探査の結果を総合して、断層・リニアメントの位置規模等に着目した（第四紀火山岩類の掘削を行ったヘノヴァを除く）。

以上の結果を総合的にとりまとめ、1/250,000水理地質図を作成した。図7.2.2(1)～(4)にその縮小見本を示す。

表 7.2.1 49自治体の水理地質概要 (1)

Hydrogeological Conditions

GUATEMALA

No.	Municipality	Water Sources (l/s)			Water Quality		Hydrogeological Conditions				Class
		N	P	R	PH	Ec (25° C)	Productivity of Existing Well (l/s)	Lithofacies	Geological Structure		
1	Santa Catarina Pinula	8.67	20.51	-	6.0	140	11.04	a	a(Qp)>b	a	A
2	San Jose Pinula	-	17.78	-	6.2	92	5.68	b	b>a(Qp)	c	B
3	San Jose del Golfo	0.31	5.46	-	6.2	320	5.93	b	b·c	b	B
4	Palencia										
5	Chinautla	0.05	1.72	-	7.0	410			a(Qp)>b	a	A
6	San Pedro Ayampuc	2.03	5.18	-	7.6	587	2.59	c	b	b·c	B
7	Mixco	5.79	30.75	-	7.0	180	7.69	b	b>a(Qp)	b·c	B
8	San Pedro Sacatepequez	4.24	3.40	-	6.3	149	3.40	c	b>a(Qp)	b·c	B
9	San Juan Sacatepequez	10.00	12.00	-	7.0	509	12.00	a	b>a(Qp)	b·c	A
10	San Raymundo	-	22.08	-	7.5	305	11.04	a	a(Qp)·b·c	a·b	A
11	Churranchio	0.01	-	11.11	6.5	550			c	c	C
12	Fraijanes										
13	Amatitlan										
14	Villa Nueva	4.98	61.51	-	7.0	308	12.30	a	a(Qp)>b	a	A
15	Villa Canales	45.00	128.70	-	7.0	265	64.35	a	a(Qa>Qp)	a	A
16	San Miguel Petapa										

Hydrogeological Conditions

SACATEPEQUEZ

No.	Municipality	Water Sources (l/s)			Water Quality		Hydrogeological Conditions				Class
		N	P	R	PH	Ec (25° C)	Productivity of Existing Well (l/s)	Lithofacies	Geological Structure		
1	Antigua Guatemala										
2	Jocotenango	-	39.40	-	6.5	284	13.13	a	a(Qa)	a	A
3	Pastores										
4	Sumpango										
5	Sto. Domingo Xenacoj										
6	Santiago Sacatepequez										
7	San Bartolome M. Altas	0.40	13.00	-	7.0	143	6.50	b	b	b	B
8	San Lucas Sacatepequez										
9	Santa Lucia M. Altas	-	8.00	-	6.5	238	4.00	c	b>a(Qp)	c	C
10	Magdalena Milpas Altas	0.81	9.40	-	6.5	173	9.40	b	b>a(Qp)	b	B
11	Santa Maria de Jesus	1.50	6.00	-	7.0	328	6.00	b	a(Qa·Qv)	c	B
12	Ciudad Vieja	0.55	40.12	-	6.5	270	13.37	a	a(Qv)	a	A
13	San Miguel Duenas										
14	San Juan Alotenango										
15	San Antonio Aguas Cal.	8.45	1.70	-			1.70	c	b>a(Qa)	b·c	B
16	Santa Catarina Barahona	17.58	-	-					b>a(Qa)	b·c	B

1. Productivity of Existing Well
a: More than 10 l/sec
b: 5-10 l/sec
c: Less than 5 l/sec

2. Lithofacies
a: Upper Aquifer (Qa·Qp·Qv)
b: Lower Aquifer (Tv)
c: Basement Rocks

3. Geological Structure
a: Basin Structure
b: Fractured Zone
c: Local Basin / Weathering

4. Class: Availability of Groundwater in Terms of Quantity/Quality
A: High
B: Medium
C: Low

表 7.2.1 49自治体の水理地質概要 (2)

Hydrogeological Conditions
CHIMALTENANGO

No.	Municipality	Water Sources (l/s)			Water Quality		Hydrogeological Conditions				Class
		N	P	R	PH	Ec (25° C)	Productivity of Existing Well (l/s)	Lithofacies	Geological Structure		
1	Chimaltenango										
2	San Jose Poaquil	0.93	-	2.15	6.3	91			b·c(lim)	b	B
3	San Martin Jilotepeque	-	18.90	-	7.0	167	18.90	a	a(Qp) > b	a	A
4	San Juan Comalapa	34.00	5.80	-	6.3	140	5.80	b	a(Qp) · b	c	B
5	Santa Apolonia										
6	Tecpan Guatemala										
7	Patzun	16.90	-	-	6.5	511			a(Qp) · b	c	B
8	San Miguel Pochuta										
9	Patzicia	8.58	(10.00)	-	6.5	149			b > a(Qp)	b·c	B
10	Santa Cruz Balanya										
11	Acatenango										
12	San Pedro Yepocapa										
13	San Andres Itzapa										
14	Parramos										
15	Zaragoza	10.42	3.15	-	6.0	155	3.15	c	b > a(Qp)	b·c	B
16	El Tejar	-	30.70	-	6.5	223	10.23	a	a(Qp) · b	a	A

Hydrogeological Conditions
SOLOLA

No.	Municipality	Water Sources (l/s)			Water Quality		Hydrogeological Conditions				Class
		N	P	R	PH	Ec (25° C)	Productivity of Existing Well (l/s)	Lithofacies	Geological Structure		
1	Solola	30.4	-	-	6.0	106			a(Qp) · b	b·c	B
2	San Jose Chacaya										
3	Santa Maria Visitacion										
4	Santa Lucia Utatlan	1.88	-	-	6.0	82			b > a(Qp)	b·c	B
5	Nahuala	3.47	-	-	-	-			b·a(Qp)	b·c	B
6	Sta. Catarina Ixtahuacan	7.29	-	-	6.5	125			b > a(Qp)	b	B
7	Santa Clara la Laguna										
8	Concepcion										
9	San Andres Semetabaj	0.95	-	-	-	-			b	c	C
10	Panajachel										
11	Sta. Catarina Palopo	3.12	-	-	7.0	238			b > a(Qa)	c	C
12	San Antonio Palopo	0.42	-	-	6.5	181			b > a(Qa)	c	C
13	San Lucas Toliman										
14	Santa Cruz la Laguna										
15	San Pablo la Laguna										
16	San Marcos la Laguna										
17	San Juan la Laguna										
18	San Pedro la Laguna										
19	Santiago Atitlan										

1. Productivity of Existing Well
a: More than 10 l/sec
b: 5-10 l/sec
c: Less than 5 l/sec

2. Lithofacies
a: Upper Aquifer (Qa·Qp·Qv)
b: Lower Aquifer (Tv)
c: Basement Rocks

3. Geological Structure
a: Basin Structure
b: Fractured Zone
 Deep Weathered Zone
c: Local Basin / Weathering

4. Class: Availability of Groundwater in Terms of Quantity/Quality
A: High
B: Medium
C: Low

表 7.2.1 49自治体の水理地質概要 (3)

Hydrogeological Conditions

TOTONICAPAN

No.	Municipality	Water Sources (l/s)			Water Quality		Hydrogeological Conditions			Class
		N	P	R	PH	Ec (25°C)	Productivity of Existing Well (l/s)	Lithofacies	Geological Structure	
1	Totonicapan									
2	San Cristobal Tonic.									
3	San Francisco el Alto	6.7	-	-	6.5	68		b>a(Qa)	b	C
4	San Andres Xecul	2.3	-	-	6.0	104		b·a(Qp)	a	A
5	Momostenango	14.2	-	-	6.5	94		b	b	B
6	Santa Maria Chiquimula									
7	Santa Lucia la Reforma									
8	San Bartolo Aguas Cal.									

Hydrogeological Conditions

QUETZALTENANGO

No.	Municipality	Water Sources (l/s)			Water Quality		Hydrogeological Conditions			Class	
		N	P	R	PH	Ec (25°C)	Productivity of Existing Well (l/s)	Lithofacies	Geological Structure		
1	Quetzaltenango										
2	Salcaja										
3	Olintepeque	0.94	11.13	-	6.5	207	11.13	a	a(Qp)	a·b	A
4	San Carlos Sija	2.80	-	-	6.2	100			b>a(Qp)	b·c	B
5	Sibilia										
6	Gabrican										
7	Cajola	1.84	-	-	6.0	62			a(Qa)·b	a	A
8	San Miguel Sigulla										
9	San Juan Ostuncalco										
10	San Mateo										
11	Cpcion. Chiquirichapa	11.57	-	-	6.0	220			b>a(Qp)	b·c	B
12	San M. Sacatepequez	3.15	-	-					a(Qv)·b	a	A
13	Almolonga	23.87	36.90	-	6.5	356	12.30	a	b>a(Qa·Qv)	a	A
14	Cantel										
15	Huitan	0.91	-	-	-	-			b>c	c	C
16	Zunil										
17	Colomba								a(Qv)	a	A
18	San Francisco la Union	0.59	-	-	6.5	127			a(Qp) b	b·c	B
19	El Palmar										
20	Coatepeque										
21	Genova	3.03	-	-	6.0	89			a(Qv)	c	B
22	Flores Costa Cuca	2.25	(9.27)	-	6.5	98	9.27	b	a(Qv)	c	B
23	La Esperanza										
24	Palestina	-	13.89	-	6.5	146	13.89	a	b	b	B

1. Productivity of Existing Well
a: More than 10 l/sec
b: 5-10 l/sec
c: Less than 5 l/sec

2. Lithofacies
a: Upper Aquifer (Qa·Qp·Qv)
b: Lower Aquifer (Tv)
c: Basement Rocks

3. Geological Structure
a: Basin Structure
b: Fractured Zone
Deep Weathered Zone
c: Local Basin / Weathering

4. Class: Availability of Groundwater in Terms of Quantity/Quality
A: High
B: Medium
C: Low

表 7.2.2 (1) 電気探査結果(Phase I 実施分)

No.	Municipality	Number & Depth of E/R Sounding		Main Aquifer Characteristics			Recommendatory Site & Depth for Test Well		Productivity of existing Well (l/sec)
		Number (points)	Depth (Cl-m)	Lithofacies	Aparent Resistivity (Ωm)	Thickness (m)	Site	Depth (m)	
Gu 2	San Jose Pinula	5	180-300	Upper rhyolitic welded tuff with thin lava flows (Tv)	32-312	120	About 300ms. South of E-2 (Fig 2.1.2)	150~(200)	5.68
Gu 8	San Pedro Sacatepequez	3	360-380	Pumice sediments (Qp) and pyroclastic rocks with lava flows and waterlain sediments (Tv)	7~140	70-90	Between E-2 and E-3 (Fig 2.1.3)	200	3.40
				Andesitic/Basaltic fractured lava flow (Tv)	532-600	250±			
Sa11	Santa Maria de Jesus	8	180-340	Andesitic/Basaltic fractured lava flow with pyroclastic rocks (Qv)	700~1,460	200±	E-3 point (Fig 2.1.4)	150~(200)	6.00
Ch 3	San Martin Jilotepeque	4	260-320	Tuffaceous sandstone/Sandstone with tuffbreccia and tuff (Miocene)	25-504	70-90	About 100ms. S.W. of E-2 (Fig 2.1.5)	200	18.90
Ch 4	San Juan Comalapa	5	260-320	Dacitic/Andesitic tuffbreccia with lava flows and tuffs (Tv)	116-675	300±	About 140ms. South of E-2 (Fig 2.1.6)	200	5.80
So 1	Solola	8	260-360	Dacitic/Andesitic/Basaltic fractured lava flow with pyroclastic rocks (Tv)	405-1,125	90-200	E-4 point (Fig 2.1.7)	200	-
So 4	Santa Lucia Utatlan	5	260-360	Dacitic/Andesitic lava flow with pyroclastic rocks (Tv)	410-720	250	Between E-1 and E-3 (Fig 2.1.8)	200	-
To 5	Momostenango	2	300-340	Andesitic/Basaltic fractured lava flow with pyroclastic rocks (Tv)	568-1,530	200±	About 500ms. N.E. of E-1 (Fig 2.1.9)	(200)~250	-
Qu18	San Francisco la Union	6	340-400	Andesitic/Basaltic fractured lava flow with pyroclastic rocks (Tv)	448-1,600	250±	About 350ms. East of E-2 (Fig 2.1.10)	(200)~250	-

表 7.2.2 (2) 電気探査結果(Phase II 実施分)

No.	Municipality	Number & Depth of E/R Sounding		Main Aquifer Characteristics			Recommendatory Drilling Depth (m)
		Number (points)	Depth (Cl-m)	Lithofacies	Aparent Resistivity (Ωm)		
Gu 3	San Jose del Golfo	3	200-240	Pyroclastic rocks with lava flow (Tv)	56-416	150	
So 5	Nahual	3	140-180	Pyroclastic rocks with lava flow (Tv)	23-700	200	
Qu 4	San Carlos Sija	3	300	Andesitic lava flow (Tv)	53-700	200	
Qu 7	Cajola	3	320-340	Pumice sediments(Qp) and Andesitic lava flow (Tv)	840-1,500	200	
Qu21	Genova	3	200-300	Pyroclastic(Volcanic mud) flow (Qv)	20-140	180	
Qu22	Flores Costa Caca	4	140-300	Pyroclastic(Volcanic mud) flow (Qv)	63-344	180	
To 5	Momostenango	1	160	Andesitic lava flows with Pyroclastics	68-1,080	150	

表 7.2.3 試掘井掘削結果

Nombre de Pozo (Well Name)	San Jose Pinulia	San Pedro Sacatepequez	Santa Maria de Jesus	San Martin Jilotepeque	San Juan Comalapa	Solola	Santa Lucia Utatlan	Momostenango	San Francisco la Union	Genova	
	180 14° 32' 29" 90° 25' 10"	250 14° 41' 05" 90° 39' 08"	212 14° 29' 10" 90° 41' 45"	196 14° 47' 05" 90° 47' 10"	215 14° 44' 44" 90° 53' 14"	170 14° 47' 35" 91° 10' 58"	199 14° 46' 40" 91° 16' 48"	183 15° 02' 49" 91° 25' 20"	190 14° 55' 15" 91° 32' 37"	152 14° 37' 17" 91° 49' 58"	
1. Profundidad (Well depth) (m)	180	250	212	196	215	170	199	183	190	152	
2. Latitud(North Latitude) Longitud(East Longitude)	14° 32' 29" 90° 25' 10"	14° 41' 05" 90° 39' 08"	14° 29' 10" 90° 41' 45"	14° 47' 05" 90° 47' 10"	14° 44' 44" 90° 53' 14"	14° 47' 35" 91° 10' 58"	14° 46' 40" 91° 16' 48"	15° 02' 49" 91° 25' 20"	14° 55' 15" 91° 32' 37"	14° 37' 17" 91° 49' 58"	
3. Elevacion (Elevation)	1728	2090	1880	1760	2090	2370	2408	2216	2714	350	
4. Diametro del ademe (Diameter of Casing Pipes)	8"	8"	8"	8"	8"	8"	8"	8"	8"	8"	
JICA Study Team											
5. Perforado por (Drilled by)											
6. Fecha de inicio y final de la perforacion (Bibining and Completion Date of Drilling)	Aug. 24 ~Sep. 30 1994	Aug. 22 ~Sep. 22 1994	Sep. 3 ~Oct. 11 1994	Sep. 1 ~Oct. 3 1994	Oct. 16 ~Nov. 20 1994	Oct. 13 ~Nov. 9 1994	Oct. 16 ~Nov. 12 1994	Nov. 18 ~Dec. 4 1994	Nov. 14 ~Dec. 16 1994	Nov. 15 ~Dec. 4 1994	
7. Tiempo que tomo (Spent days)	38	38	39	33	36	28	28	17	33	20	
8. Posicion de rejilla(Screen Position) 1) Tipo Puente(Bridge Type) (Nivel de tierra : - m) (Ground Level : - m)	33.5 ~ 39.6 42.7 ~ 54.9 91.4 ~ 97.5 103.6 ~ 109.7 140.2 ~ 146.3	182.0 ~ 189.0 213.4 ~ 219.5 231.6 ~ 237.7	140.2 ~ 146.3 182.9 ~ 189.0 201.2 ~ 207.3	115.8 ~ 121.9 134.1 ~ 140.3 164.6 ~ 182.9	109.7 ~ 121.9 128.0 ~ 140.2 152.4 ~ 158.5 176.8 ~ 189.0	152.4 ~ 170.2 173.1 ~ 185.3 149.4 ~ 152.4 146.3 ~ 152.4 189.0 ~ 201.2 210.3 ~ 213.4	152.4 ~ 170.2 173.1 ~ 185.3 149.4 ~ 152.4 146.3 ~ 152.4	115.8 ~ 121.9 132.4 ~ 164.6 182.9 ~ 190.2	85.3 ~ 103.6 126.5 ~ 132.6 134.1 ~ 140.2 146.3 ~ 158.5	79.2 ~ 103.6 119.8 ~ 152.4	103.6 ~ 121.9 134.1 ~ 146.3
2) Tipo Jhonson(Jhonson Type)	21.3 ~ 27.4 79.3 ~ 85.4 115.8 ~ 121.9	164.6 ~ 182.9	152.4 ~ 164.6	88.4 ~ 91.5 103.6 ~ 109.7 146.3 ~ 152.4	164.6 ~ 170.7				103.61 ~ 15.82 152.41 ~ 76.78 182.91 ~ 85.9	81.4 ~ 103.6 146.4 ~ 149.4 85.4 ~ 91.5	
3) Ranurado(Slot Type)	97.5 ~ 103.6 125.6 ~ 131.1 134.1 ~ 140.2 158.5 ~ 164.6	109.7 ~ 115.8 121.9 ~ 128.0 195.1 ~ 201.2 237.7 ~ 244.7	82.3 ~ 94.5 137.2 ~ 142.6 146.3 ~ 152.4 164.6 ~ 167.6 170.7 ~ 182.9 189.0 ~ 201.1	97.5 ~ 103.6 121.9 ~ 134.1 152.4 ~ 164.6	30.4 ~ 36.6 73.1 ~ 85.3 91.4 ~ 103.6 146.3 ~ 152.4 189.0 ~ 201.2 210.3 ~ 213.4	109.7 ~ 131.1 140.2 ~ 143.3 149.4 ~ 152.4	146.3 ~ 152.4				
9. Longitud de rejilla(Screen Length) 1) Tipo Puente(Bridge Type) (m) 2) Tipo Jhonson(Jhonson Type) (m) 3) Ranurado(Slot Type) (m)	35.6 18.3 21.3	18.3 18.3 18.3	18.3 12.2 48.6	36.6 15.2 30.5	42.7 6.1 51.9	17.8 0 27.5	25.6 12.2 6.1	42.7 9.1 0	61.0 39.6 0	39.5 15.1 6.1	
10. Componente quimico de Agua (Water quality) ① pH ② Temperatura de agua : (°C) (Temperature of Water : (°C)) ③ Conductividad (µm/cm) (Conductivity : µm/cm)	7.0 20.0 263.0	6.8 23.4 198.3	7.0 19.8 298.0	7.2 20.3 563.0	8.7 19.8 92.0	7.2 21.2 191.2	7.0 16.6 154.7	7.0 20.0 53.0	- - -	8.0 21.5 182.0	

表 7.2.4 試掘井揚水試驗掘削結果

Nobre de Pozo (Well Name)	San Jose Pinula	S.P.Saca- tepequez	S.Maria de Jesus	S.M.Jilo- tepeque	San Joan Comalapa	Solola	Santa Lu. Utatlan	Momoste- naogo	S.F.la Union	Genova
1. Profundidad (Well depth) (m)	180	250	212	196	215	170	199	183	190	152
2. Longitud de rejilla (Total Scree Length) (m)	79.27	60.97	81.68	82.32	100.6	48.78	43.91	59.9	100.5	51.82
3. Formacio del Aquifero principal (Formation of Main Aquifer)	Tv	Tv	Qv	Tv	Tv	Tv	Tv	Tv	Tv	Qv
4. Pecfa de Bombeo (Pumping Teet Data)	Oct. 5 1994	Oct. 7 1994	Nov. 2 1994	Oct.28 1994	Nov.30 1994	Nov.19 1994	Nov.25 1994	Dec. 8 1994	—	Dec.11 1994
5. Nivel estatico de Agua (Static Water Level) (G.L.-m)	6.84	43.71	163.16	80.35	28.94	71.63	131.54	53.50	—	29.85
6. Caudal (Pumping Rate) (GPM) (m ³ /day)	495 2698	320 1744	282 1537	401 2185	250 1363	390 2125	162 883	200 1090	—	201 1096
7. Descenso (Drowdown) (m)	11.9	67.29	3.53	9.63	156.4	54.86	9.13	70.3	—	88.36
8. Capacidad Especifica : C.F. (Specific Capacity : Sc)(m ³ /day/m)	227	26	435	227	8.7	39.7	96.7	15.5	—	12.4
9. Transmisividad (Transmissivity) (m ³ /day)	299	33	150	510	5.51	25.22	228	15.43	—	10.74
a. Theis	180	37	612	333	5.31	25.09	359	7.12	—	9.55
b. Jacob	190	68	937	834	7.34	35.35	538	8.67	—	15.42
c. Recuperacion (Recovery)	223	46	567	559	6.05	28.55	375	10.41	—	11.99
Promedio (Average)										

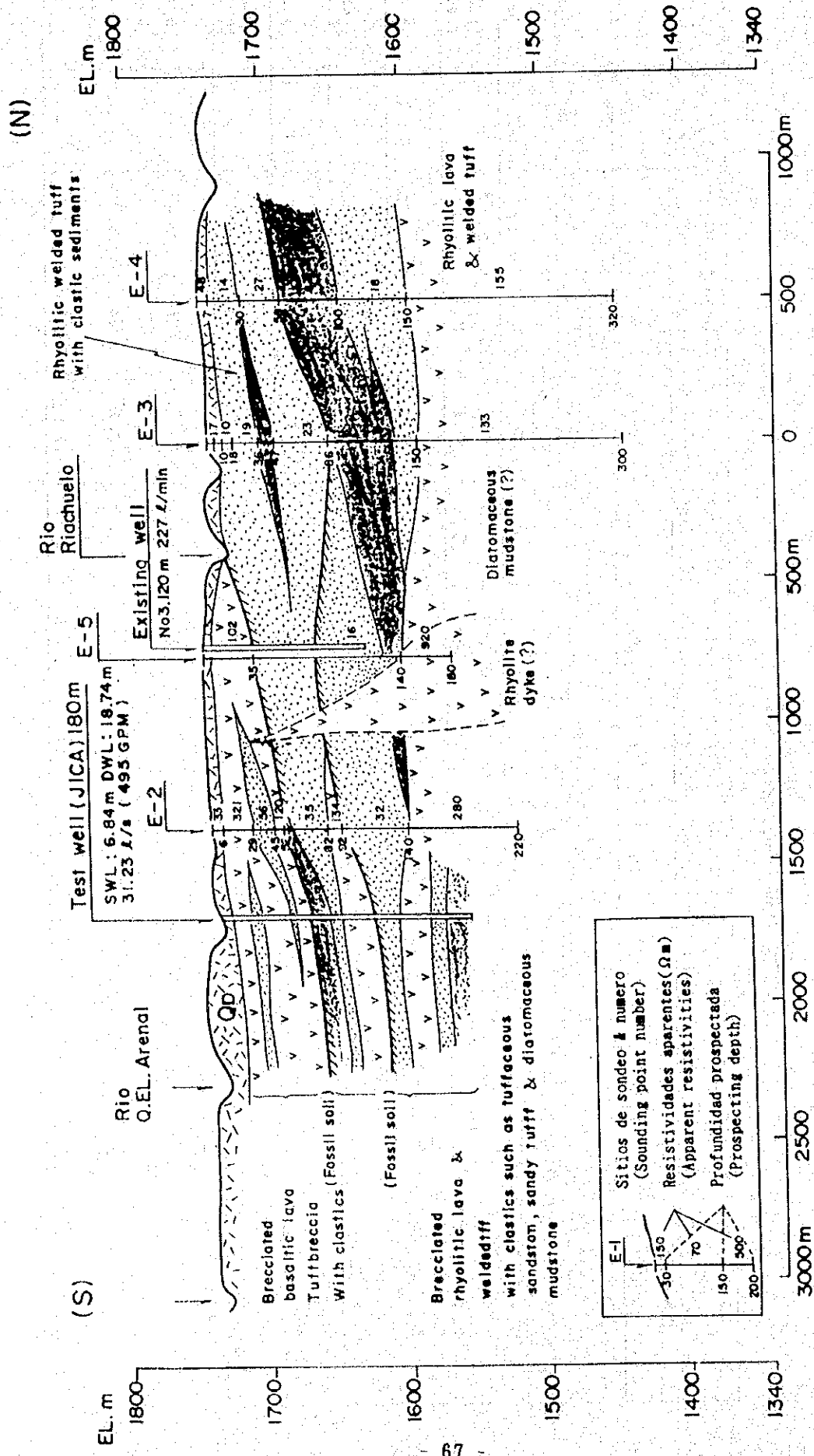


图 7.2.1 水理地质断面图 (1)

(San Jost Pinula)

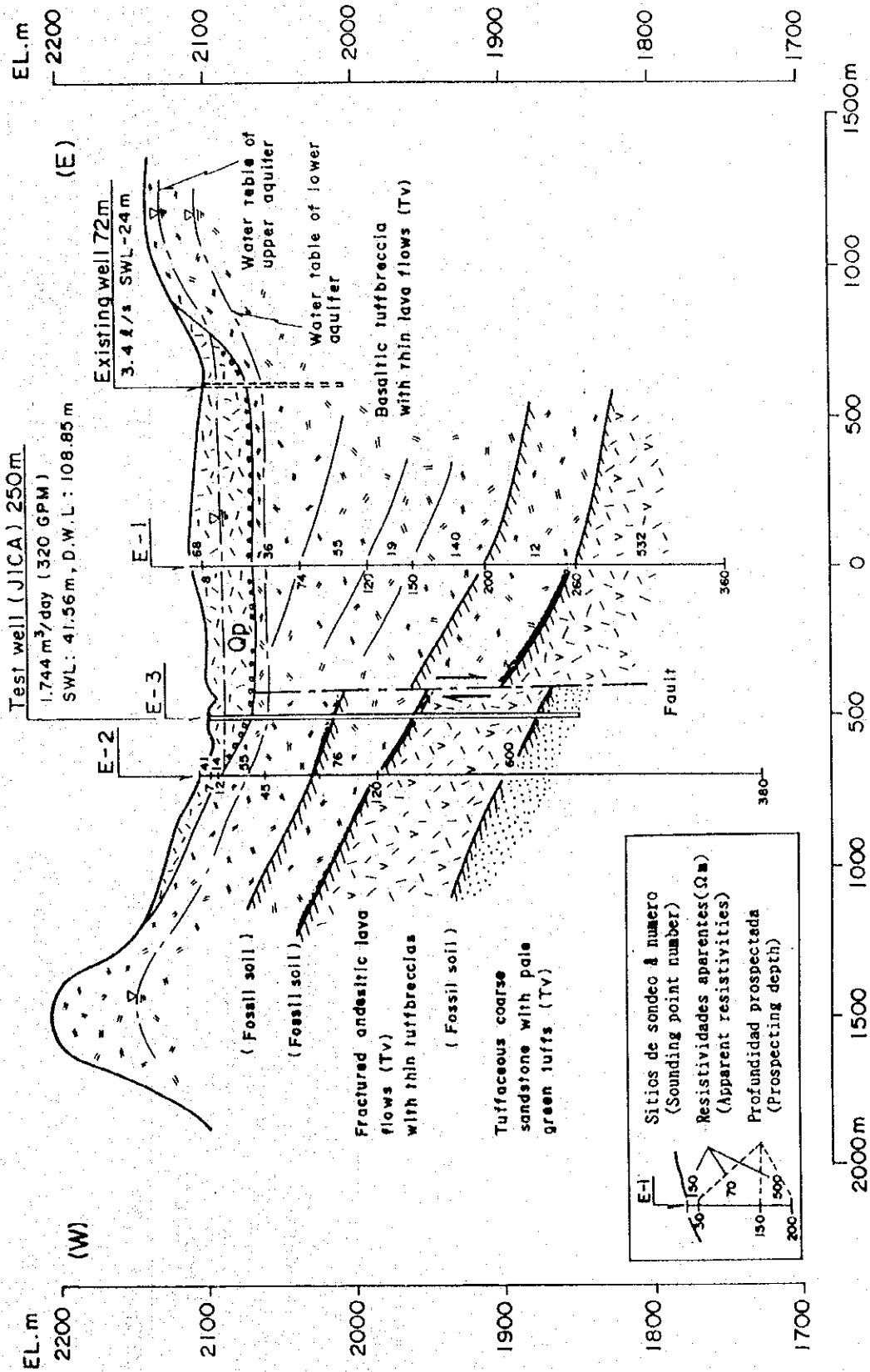


图 7.2.1 水理地質断面图 (2) (San Pedro Sacatepequez)

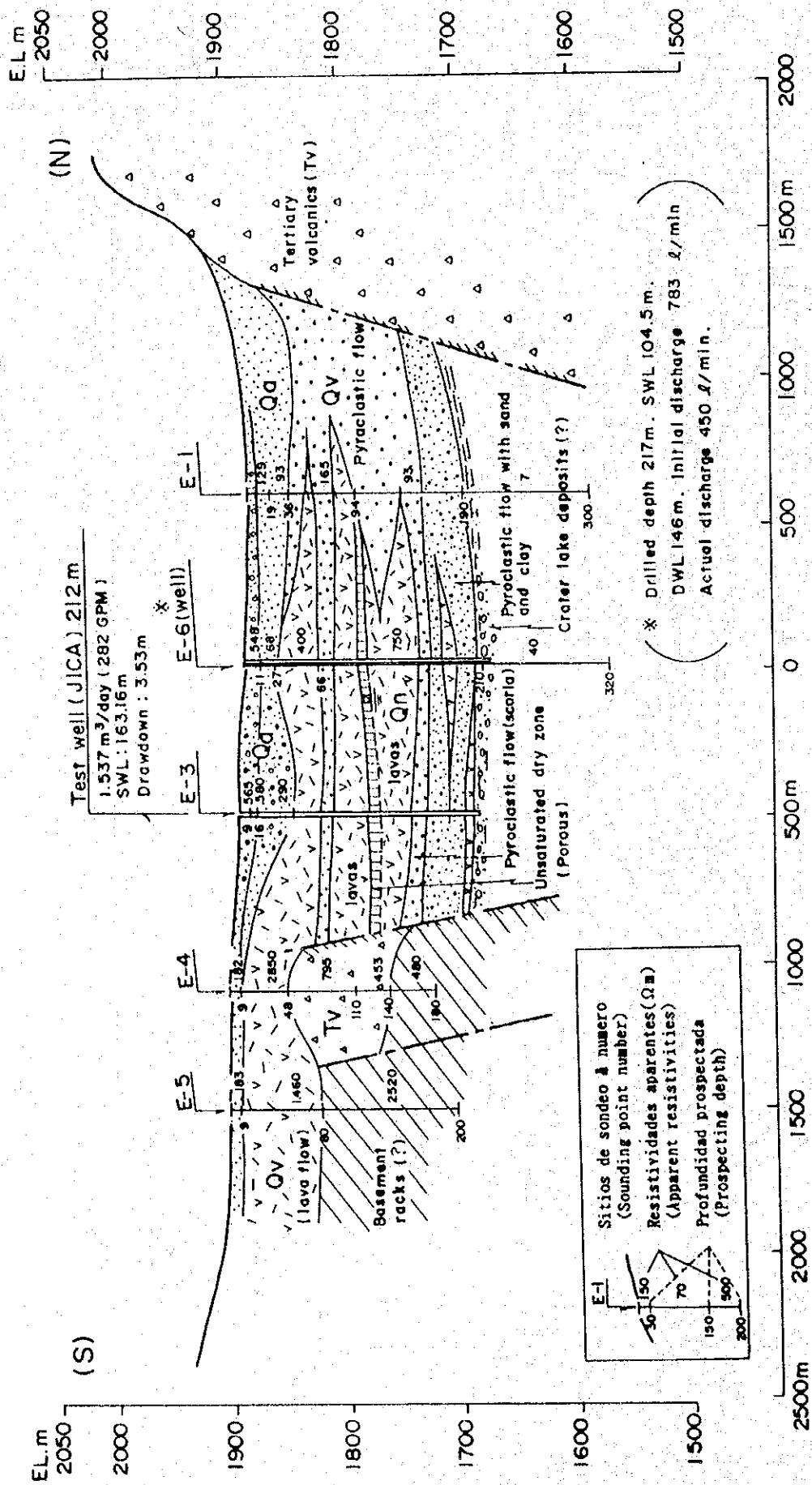


图 7.2.1 水理地質断面图 (3)

(Santa Maria de Jesus)

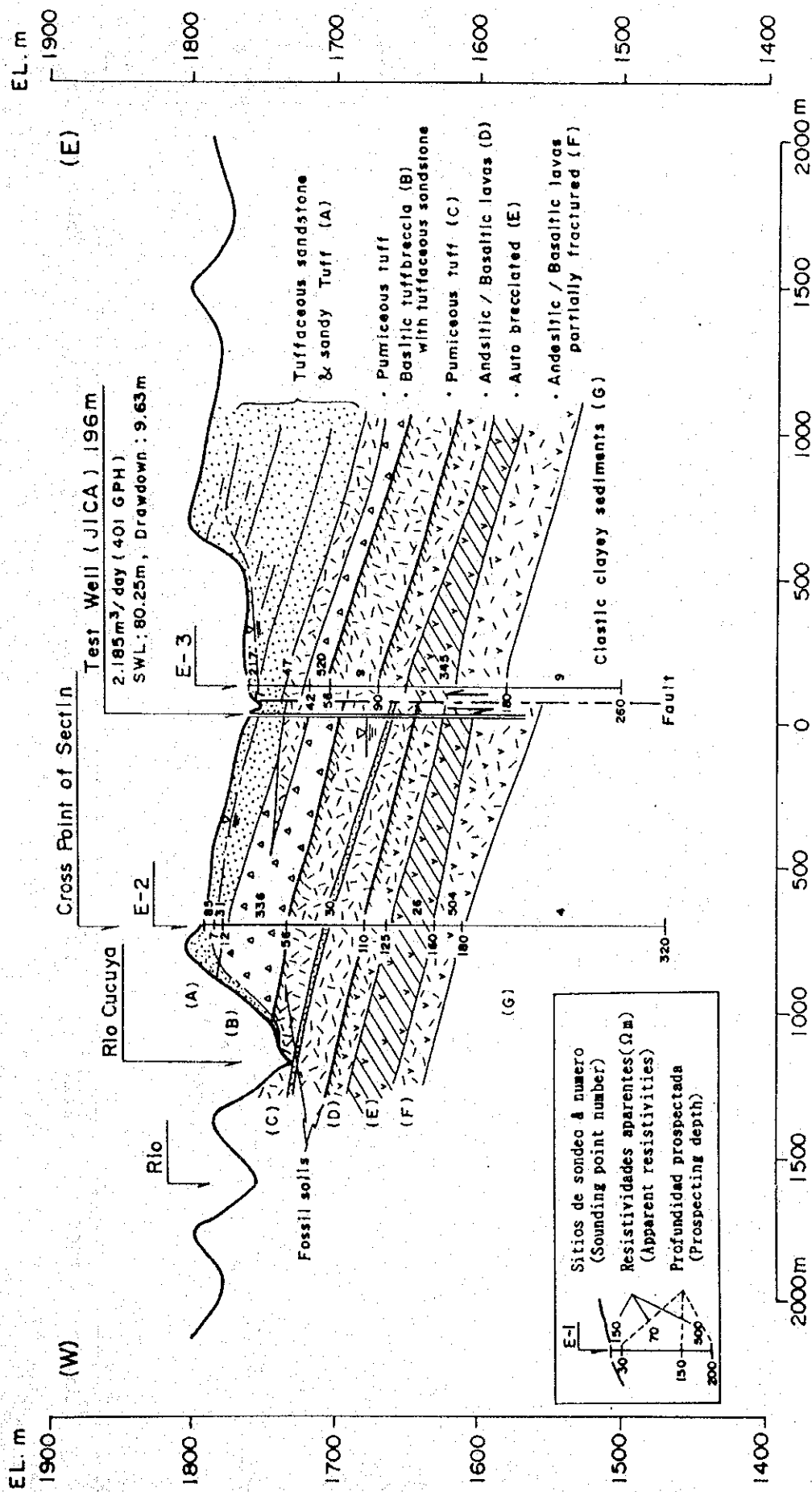


图 7.2.1 水理地质断面图 (San Martin Jilotepeque)

图 7.2.1 水理地质断面图 (4)

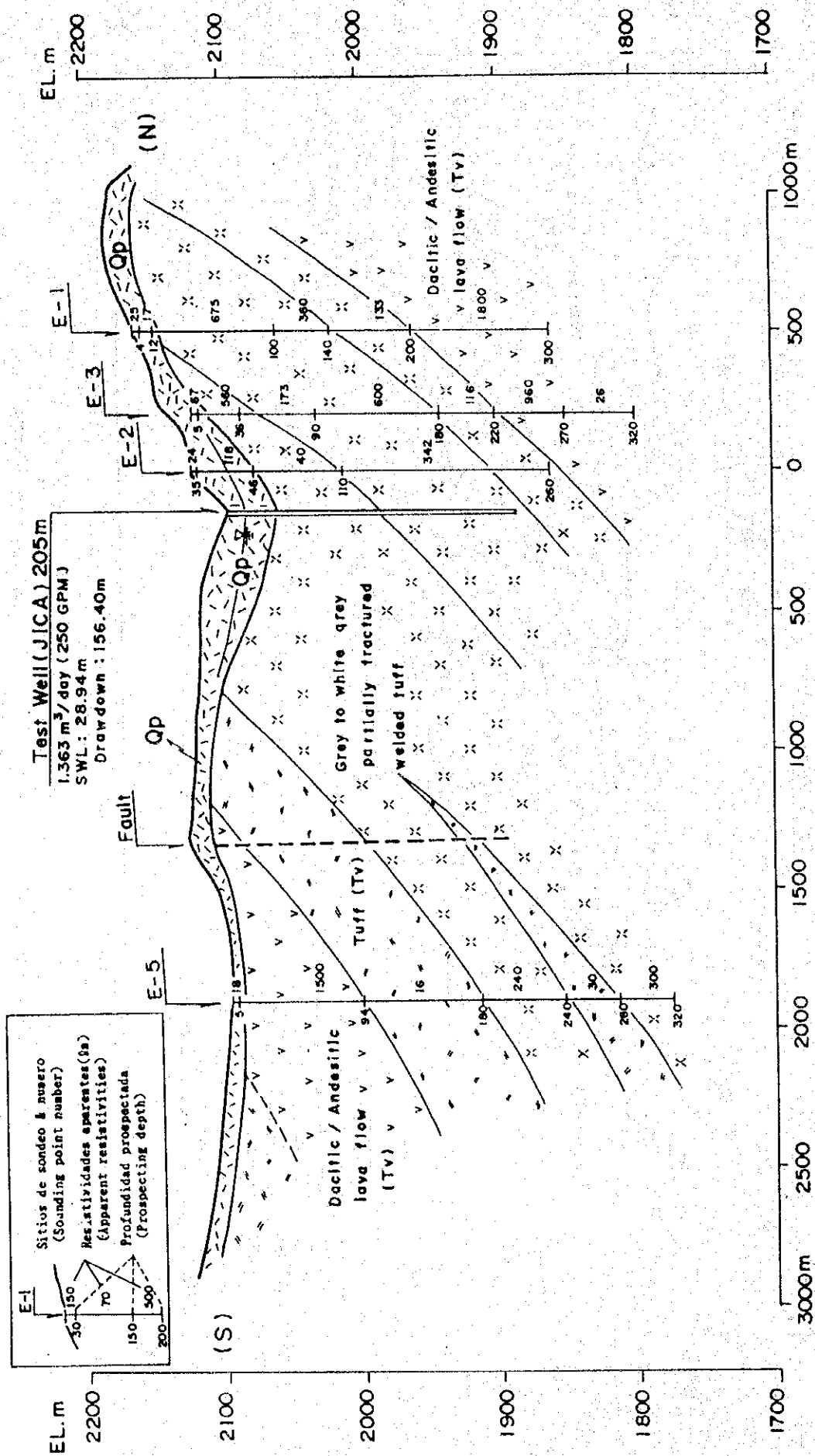


图 7.2.1 水理地质断面图 (5) (San Juan Comalapa)

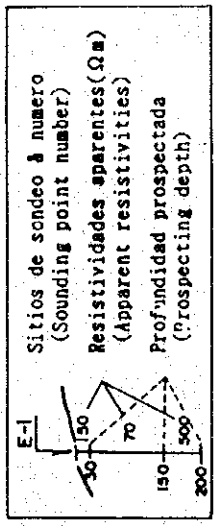
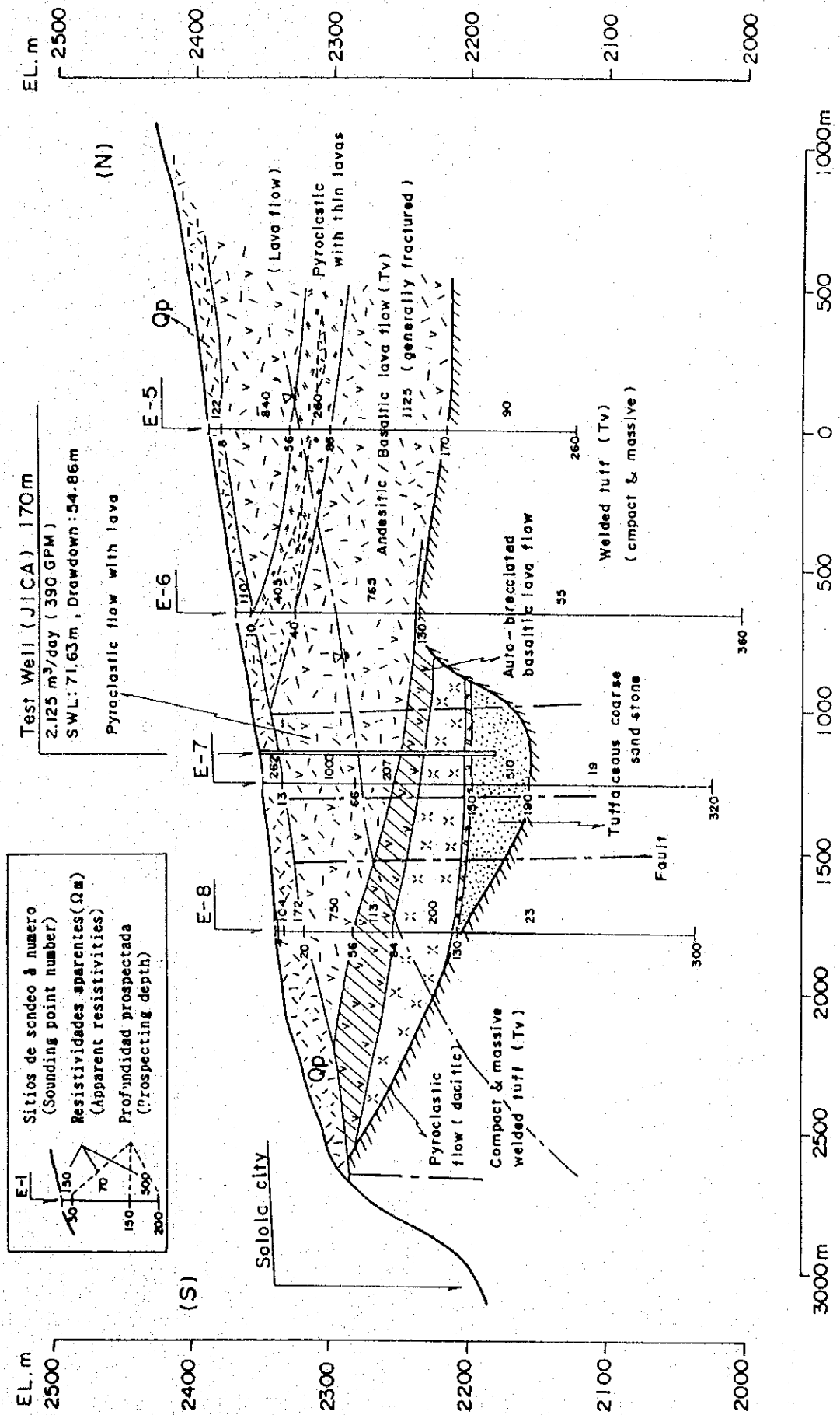


图 7.2.1 水理地質断面图 (6) (Solola)

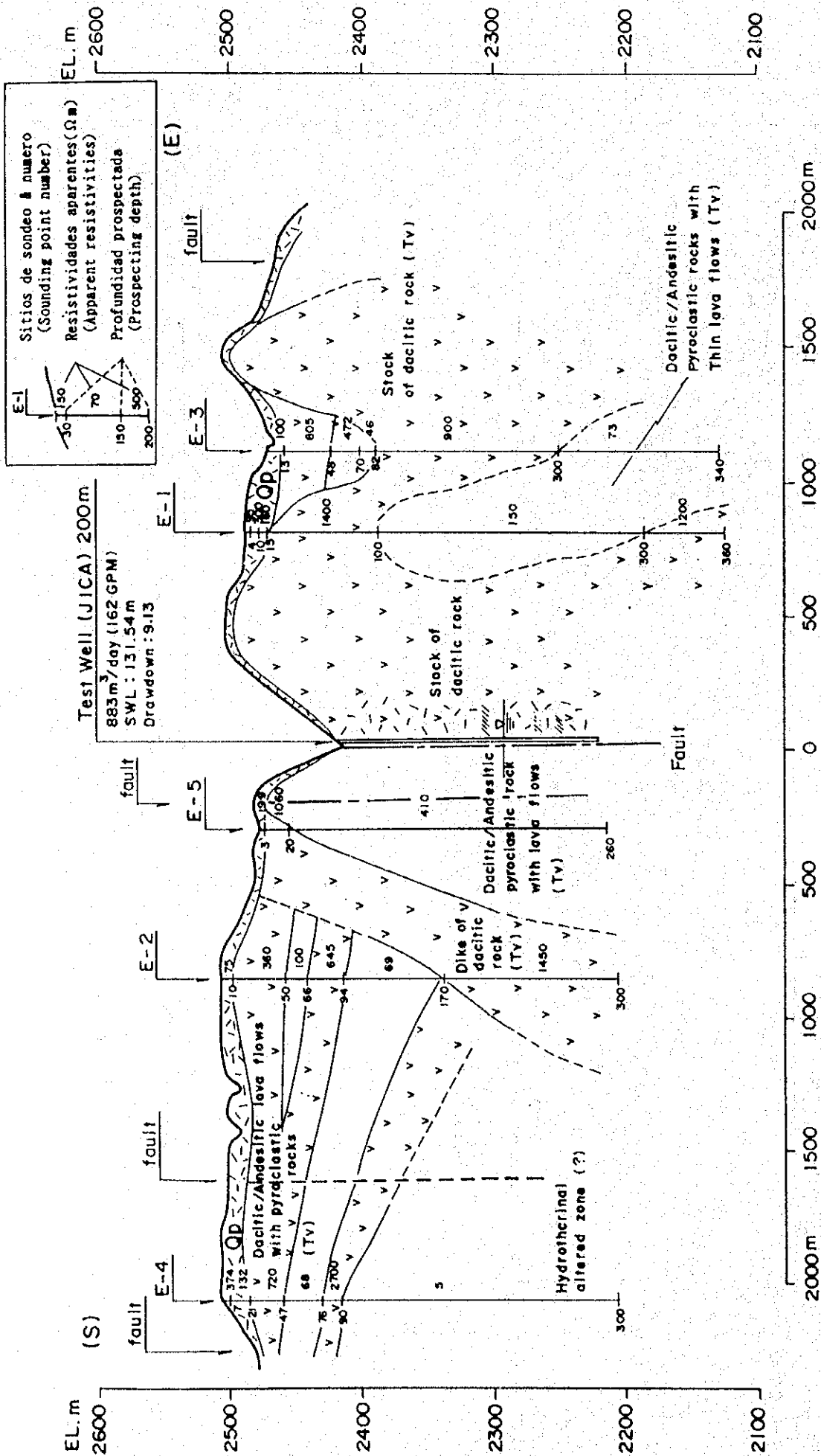


图 7.2.1 水理地質断面图 (7)

(Santa Lucia Utatlan)

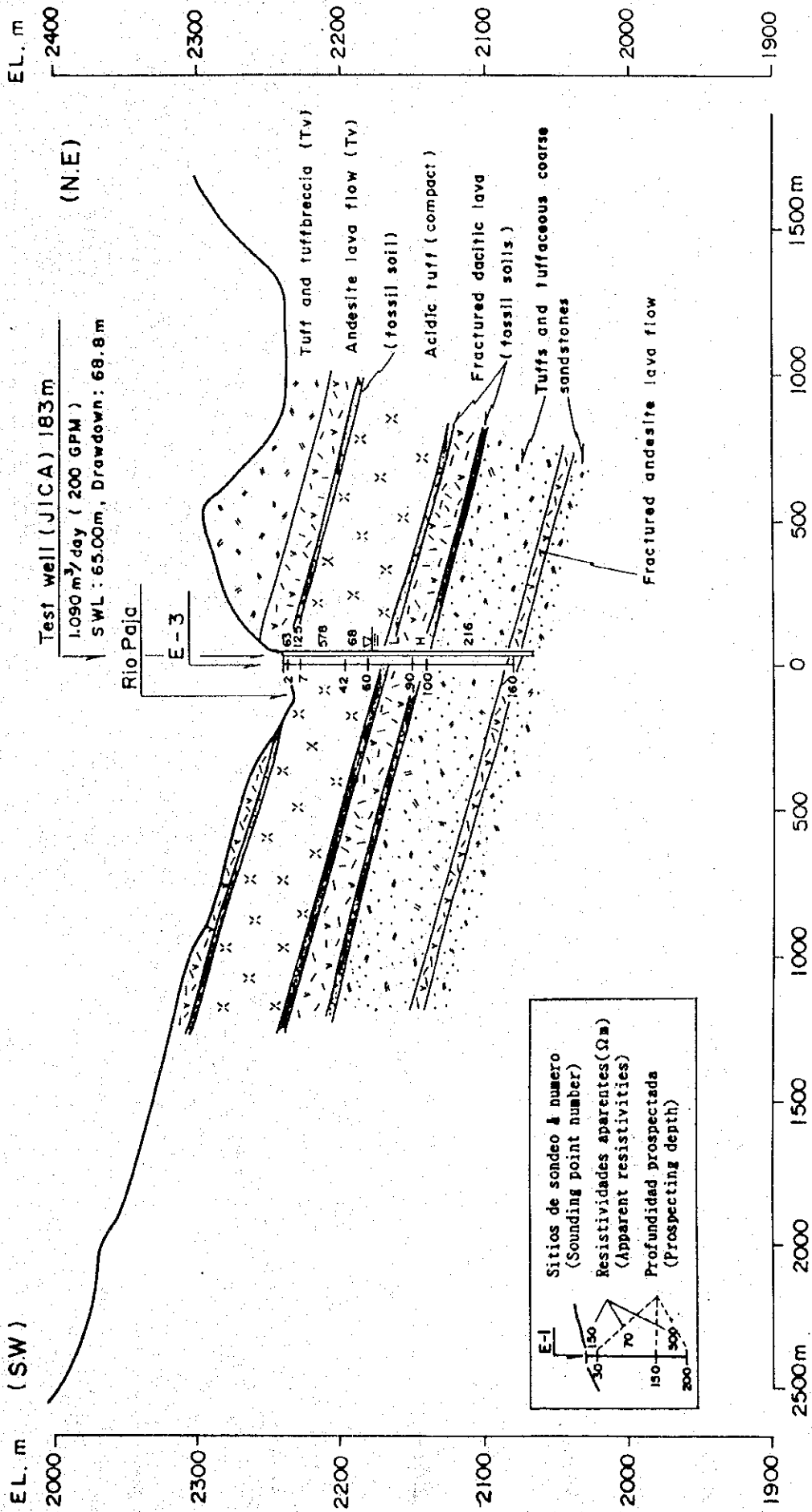
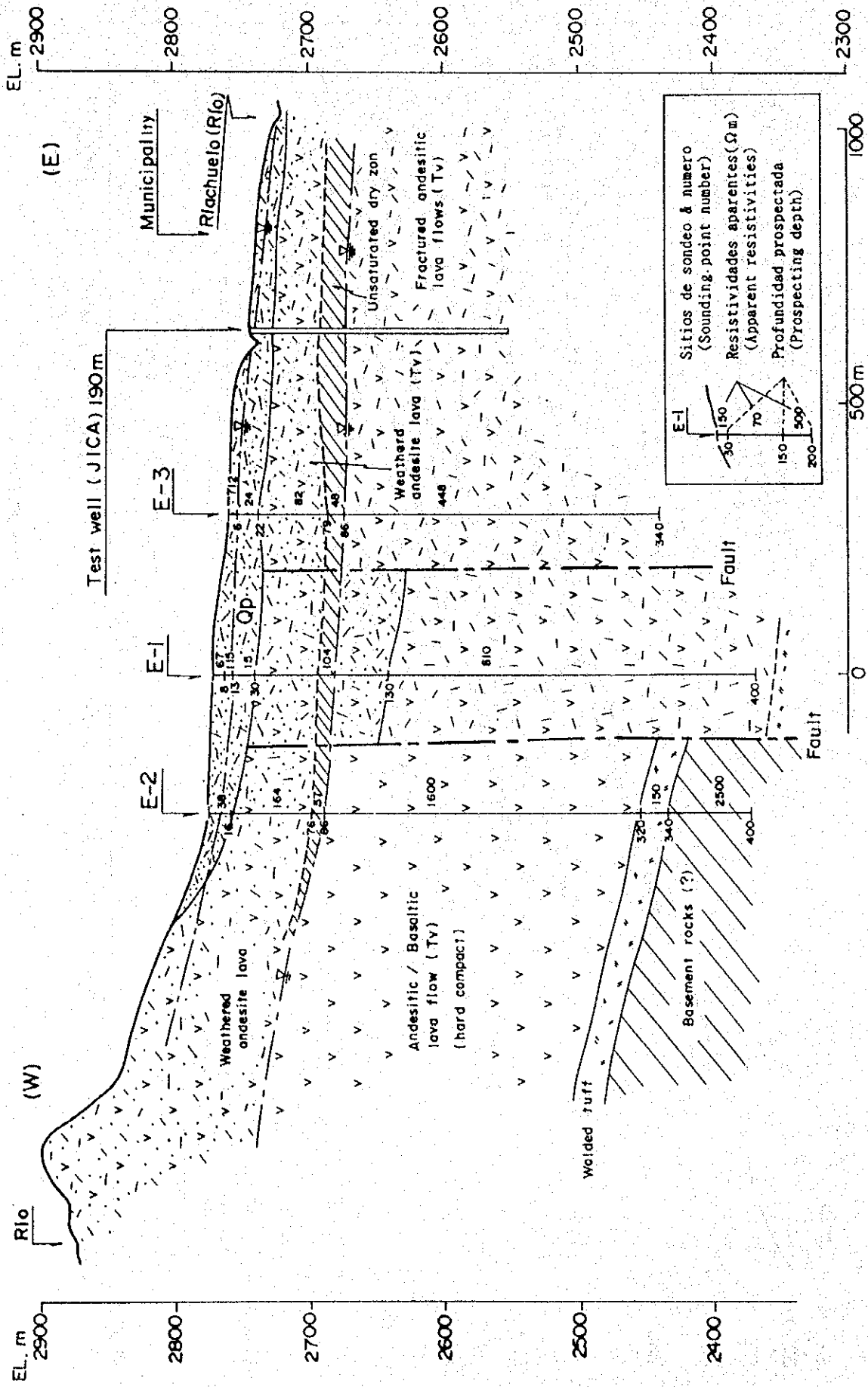


图 7.2.1 水理地質断面图 (8) (Momostenango)



(San Francisco la Unión)

图 7.2.1 水理地質断面图 (9)

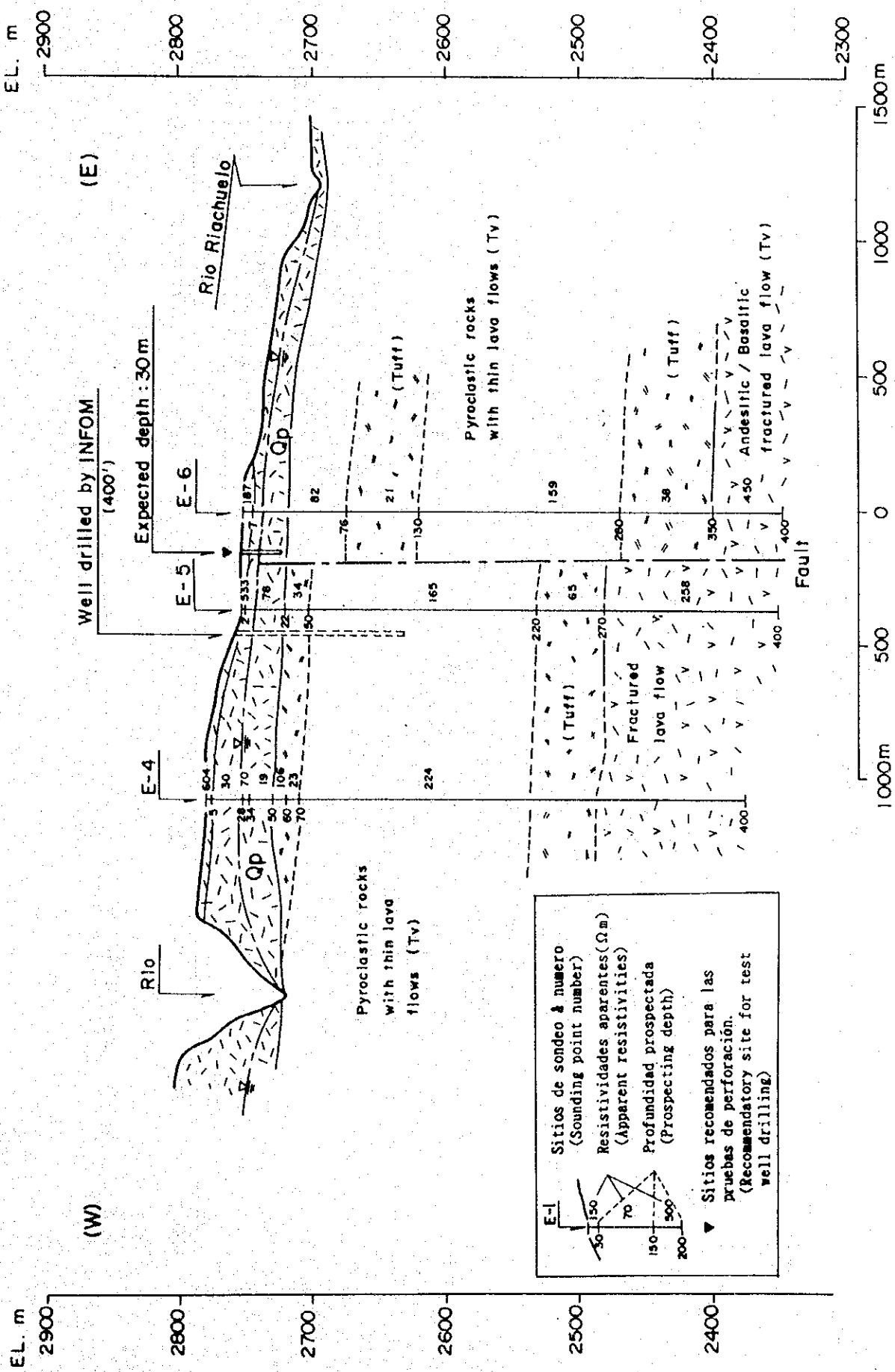


图 7.2.1 水理地質断面图 (10) (San Francisco la Unión)

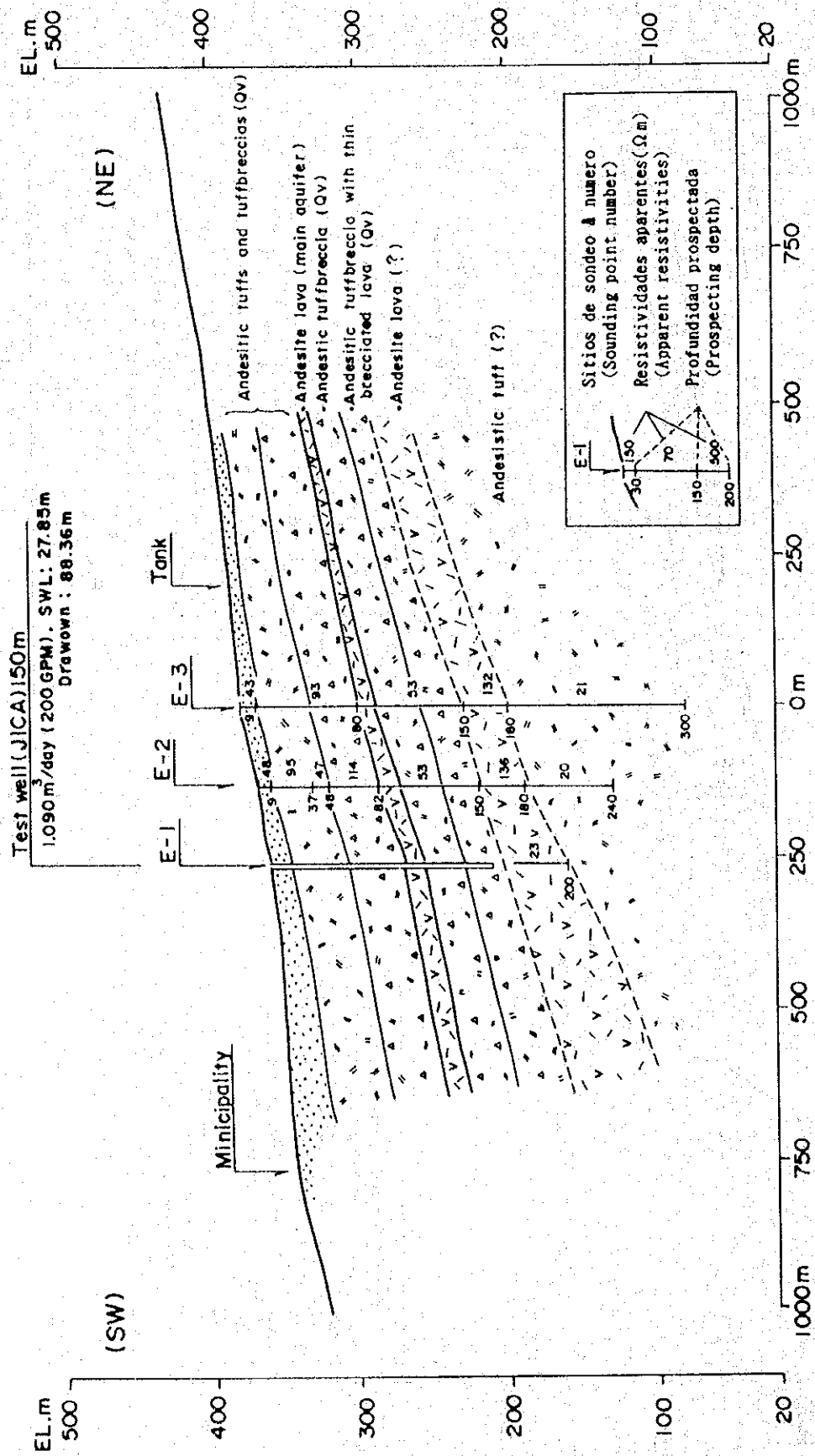


图 7.2.1 水理地质断面图 (11) (Genova)

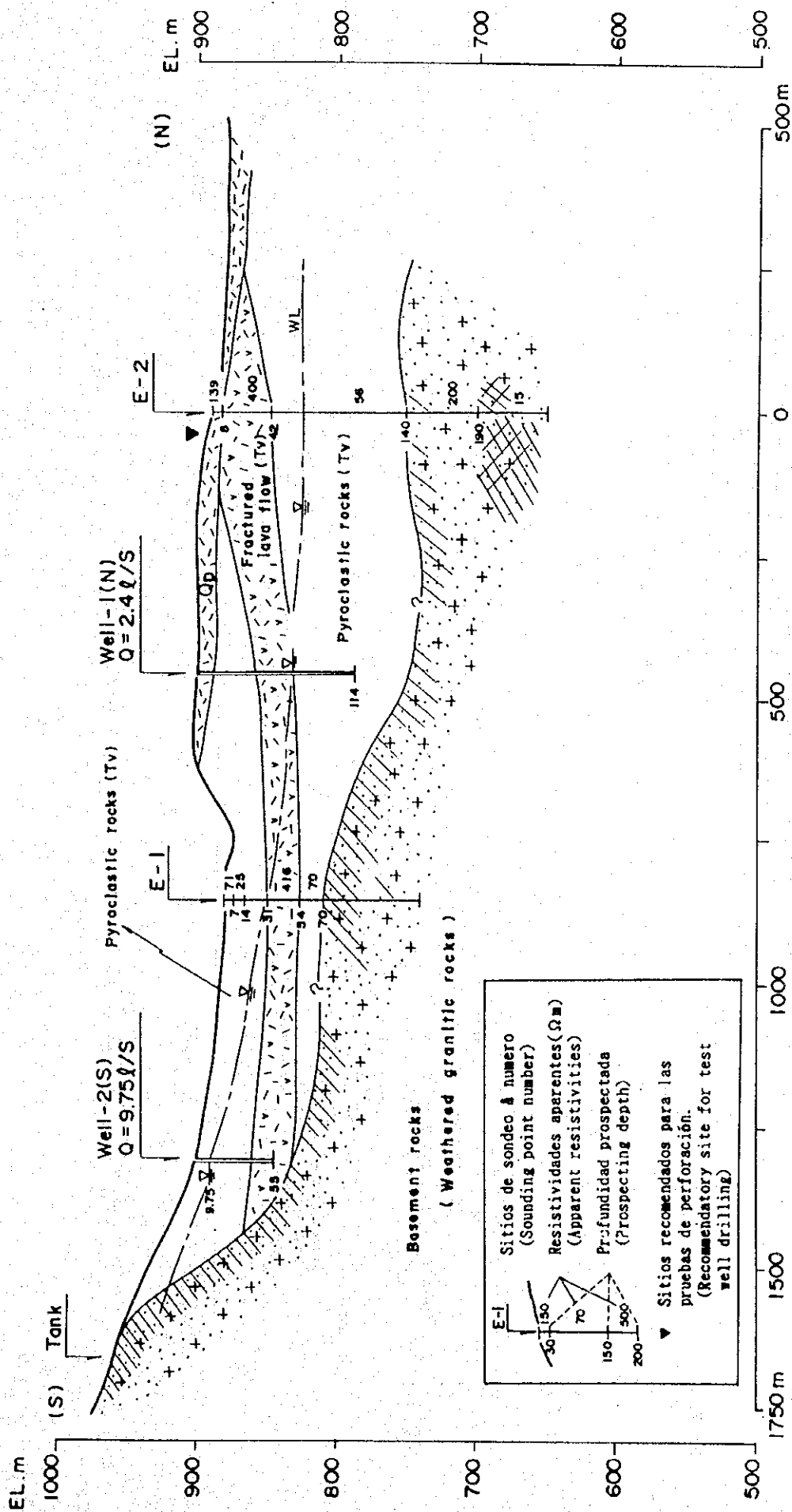


图 7.2.1 水理地質断面图 (San José del Golfo)

图 7.2.1 水理地質断面图 (12)

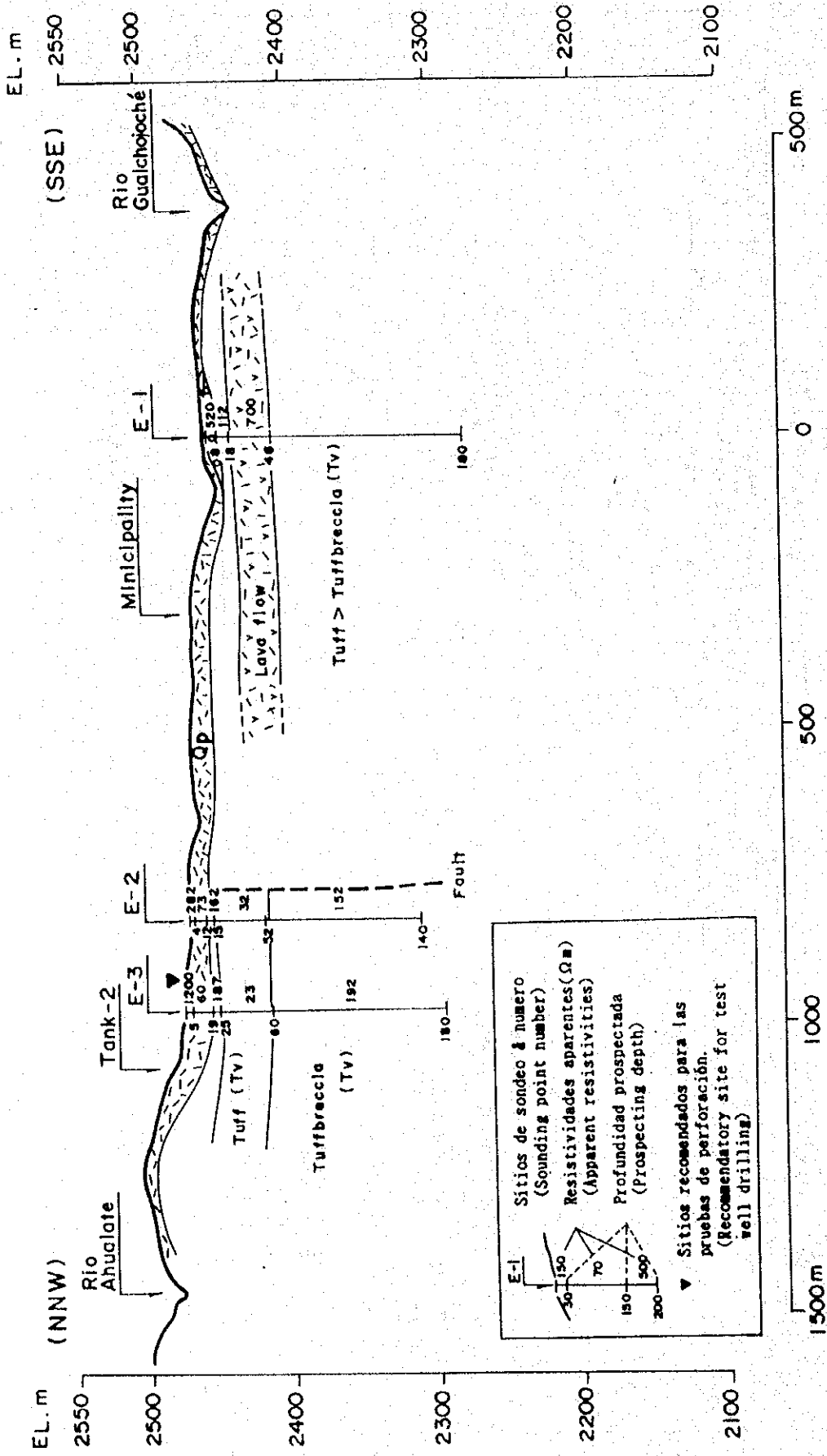


图 7.2.1 水理地質断面图 (13) (Nahuala)

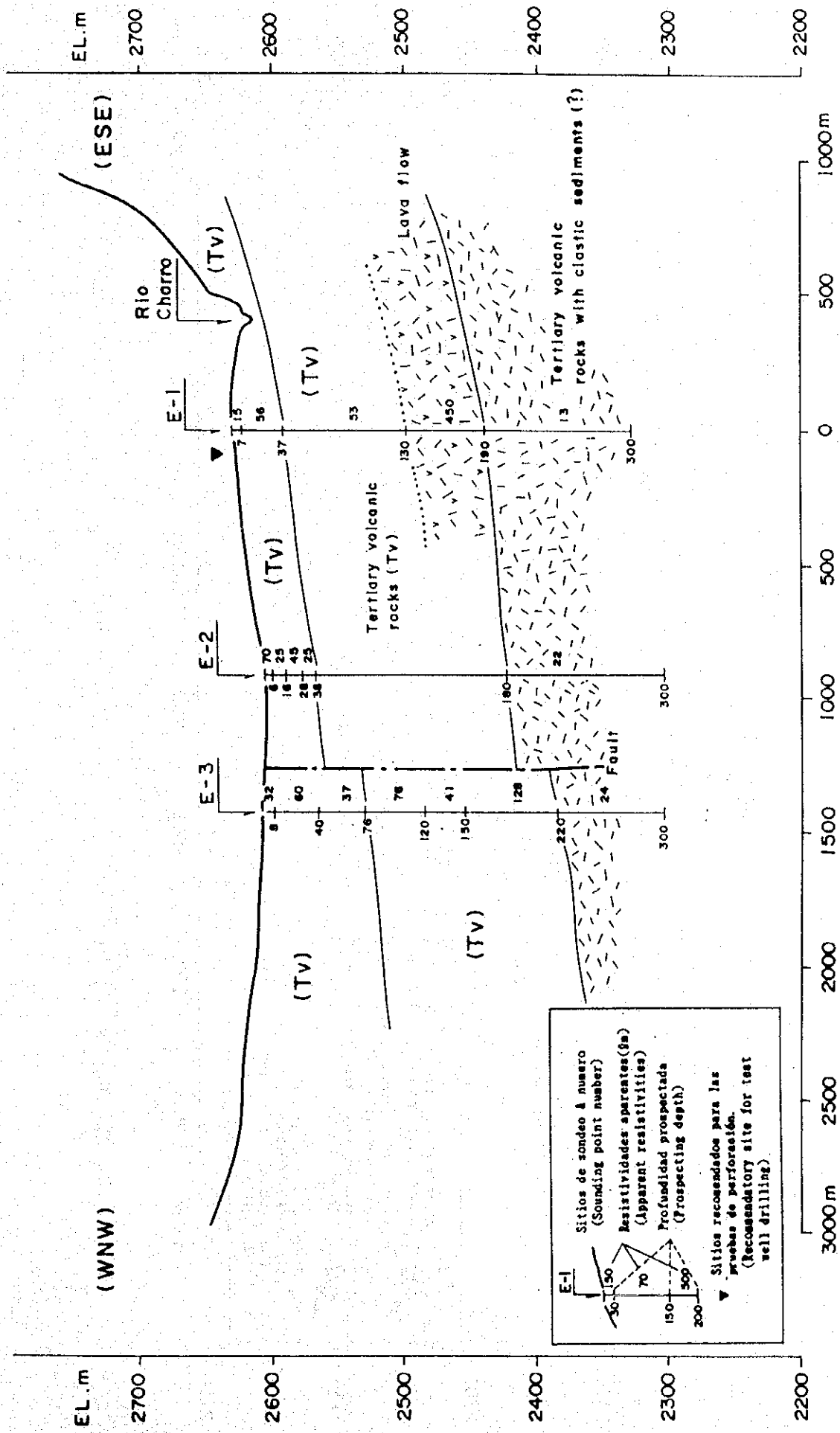
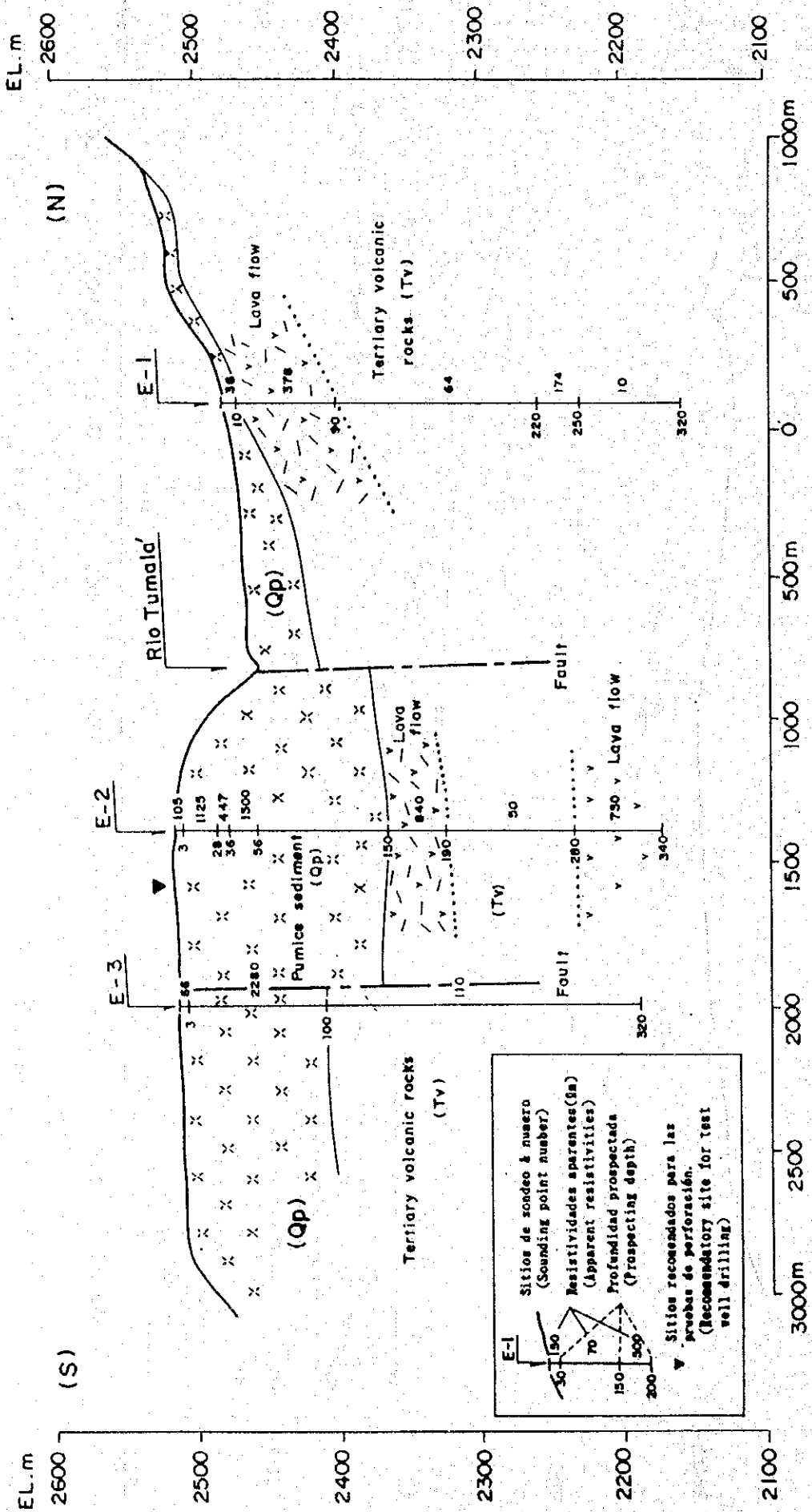


图 7.2.1 水理地質断面图 (14)

(San Carlos Sija)



(Cajola)

图 7.2.1 水理地質断面图 (15)

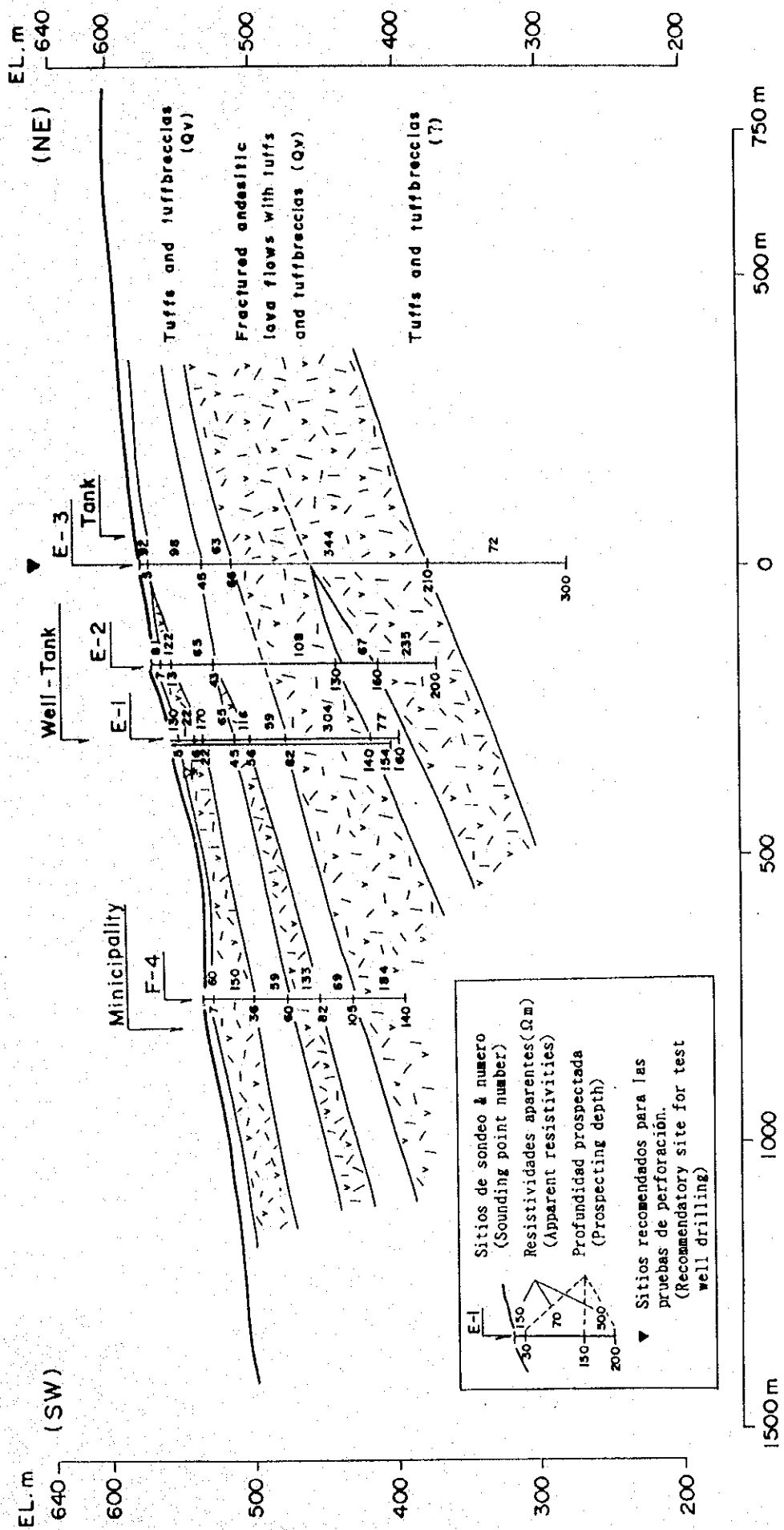


图 7.2.1 水理地质断面图 (16) (Flores Costa Cuca)

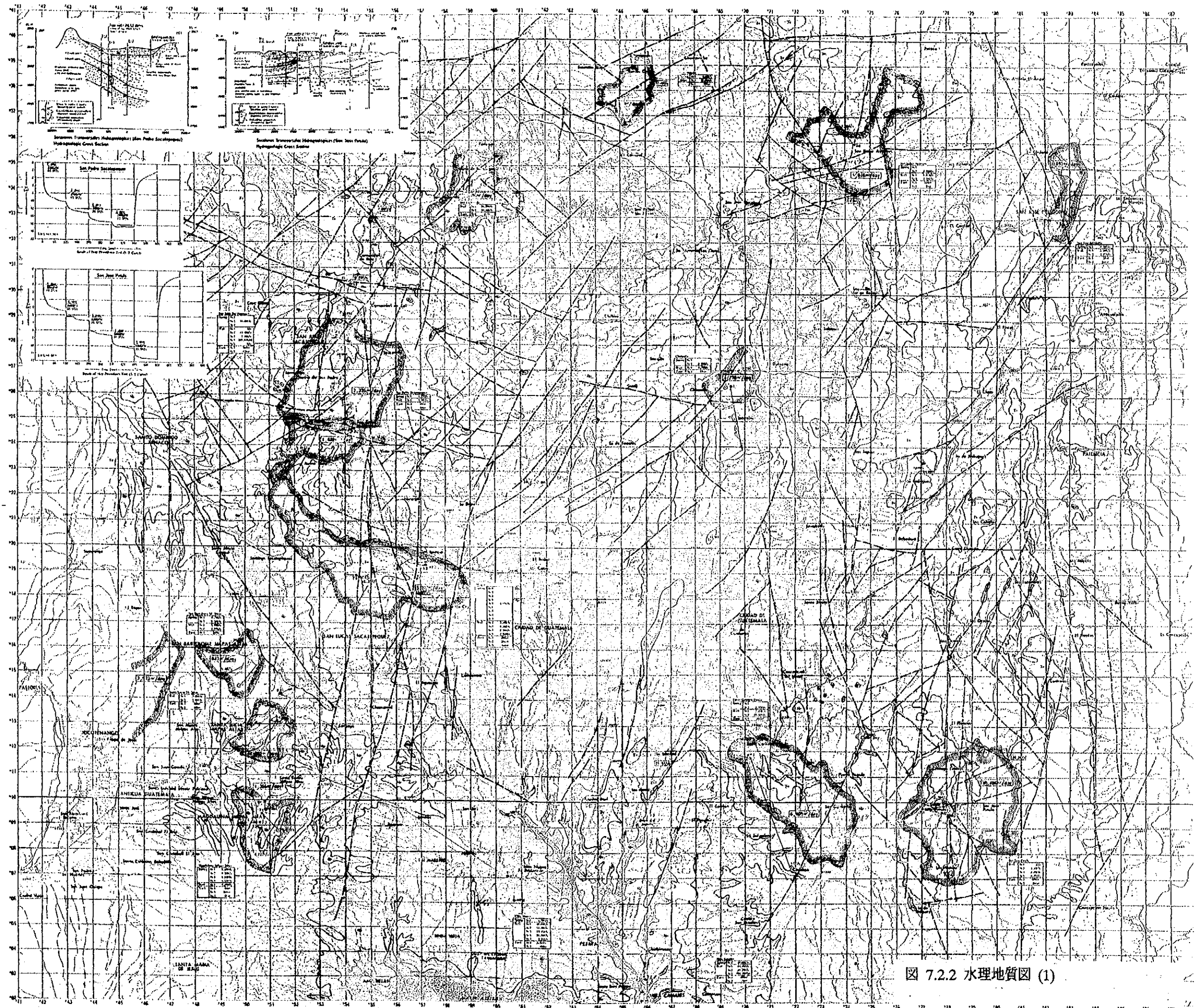


图 7.2.2 水理地質圖 (1)

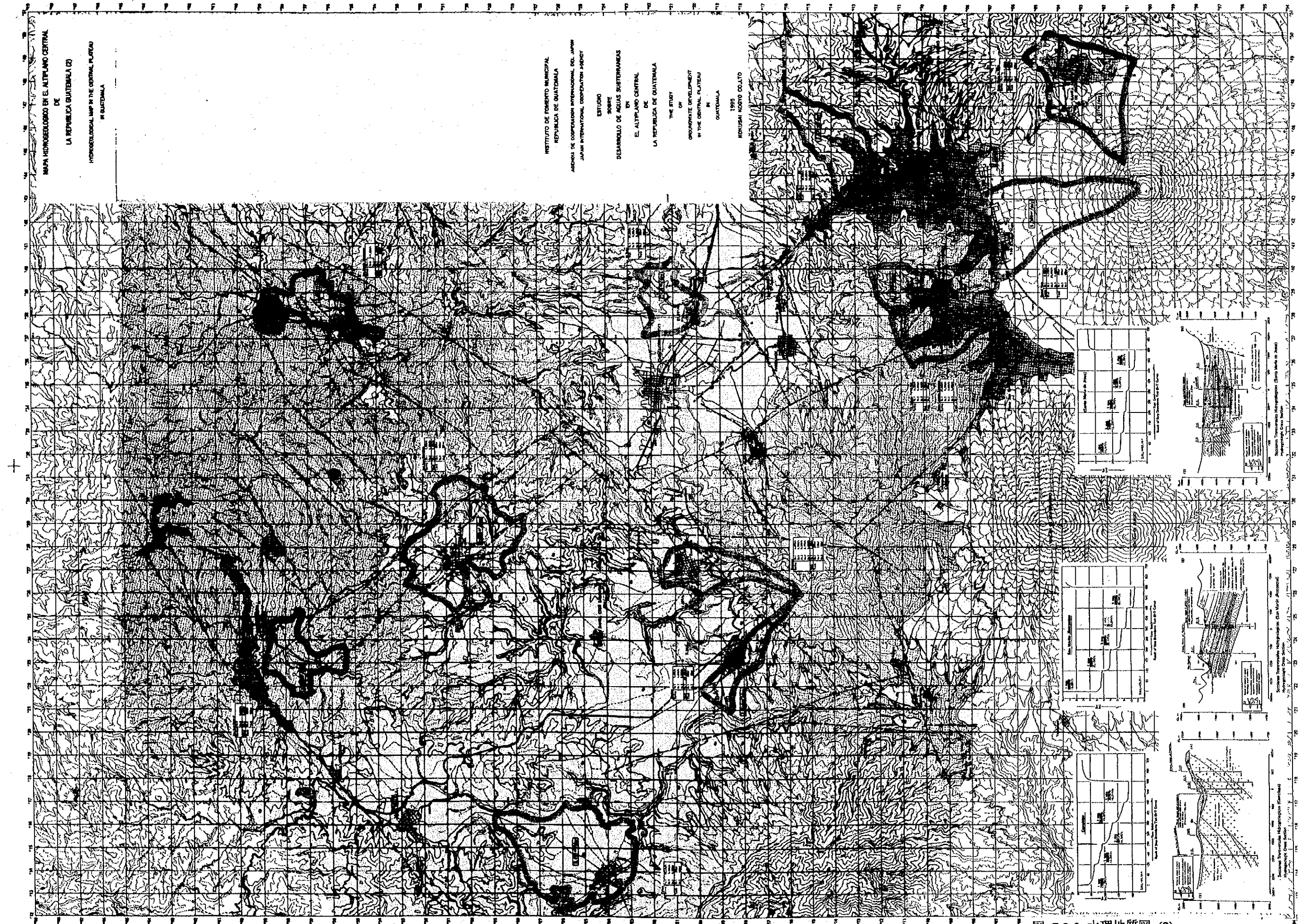
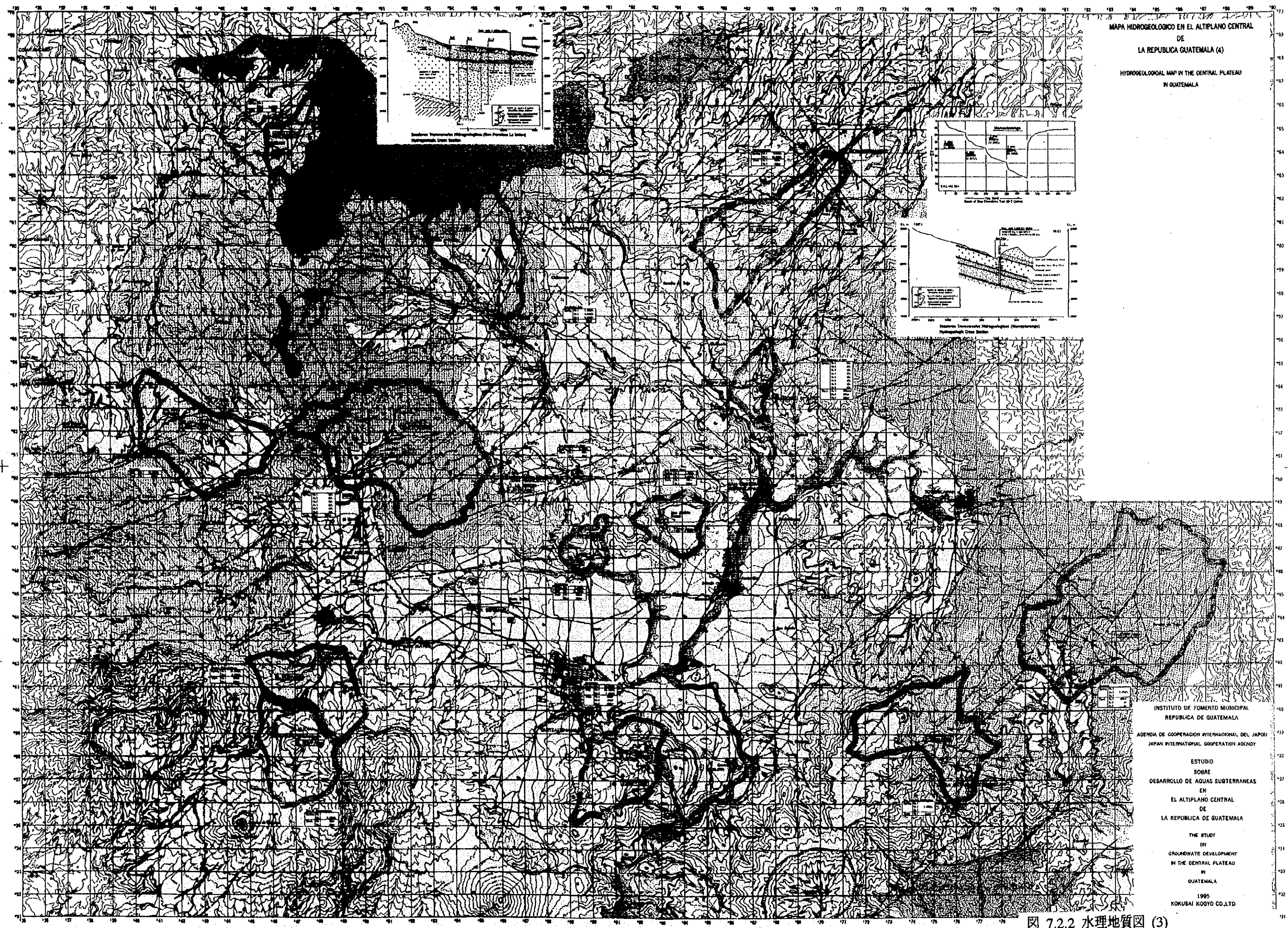


图 7.2.2 水理地質图 (2)



MAPA HIDROGEOLOGICO EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE LA REPUBLICA GUATEMALA (4)
 HYDROGEOLOGICAL MAP IN THE CENTRAL PLATEAU IN GUATEMALA

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
 REPUBLICA DE GUATEMALA
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 ESTUDIO SOBRE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE CENTRAL PLATEAU IN GUATEMALA
 1995
 KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

图 7.2.2 水理地質図 (3)

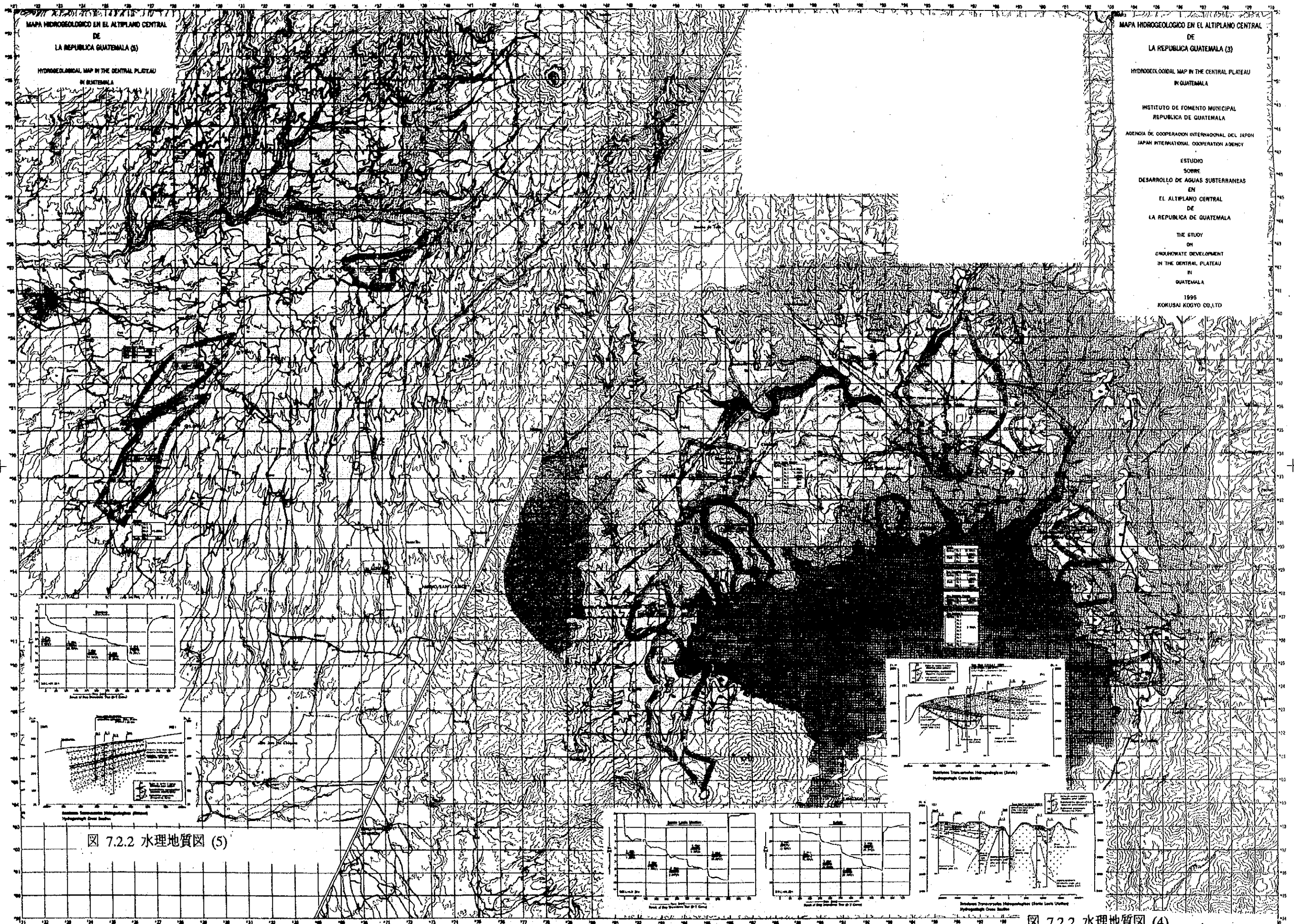
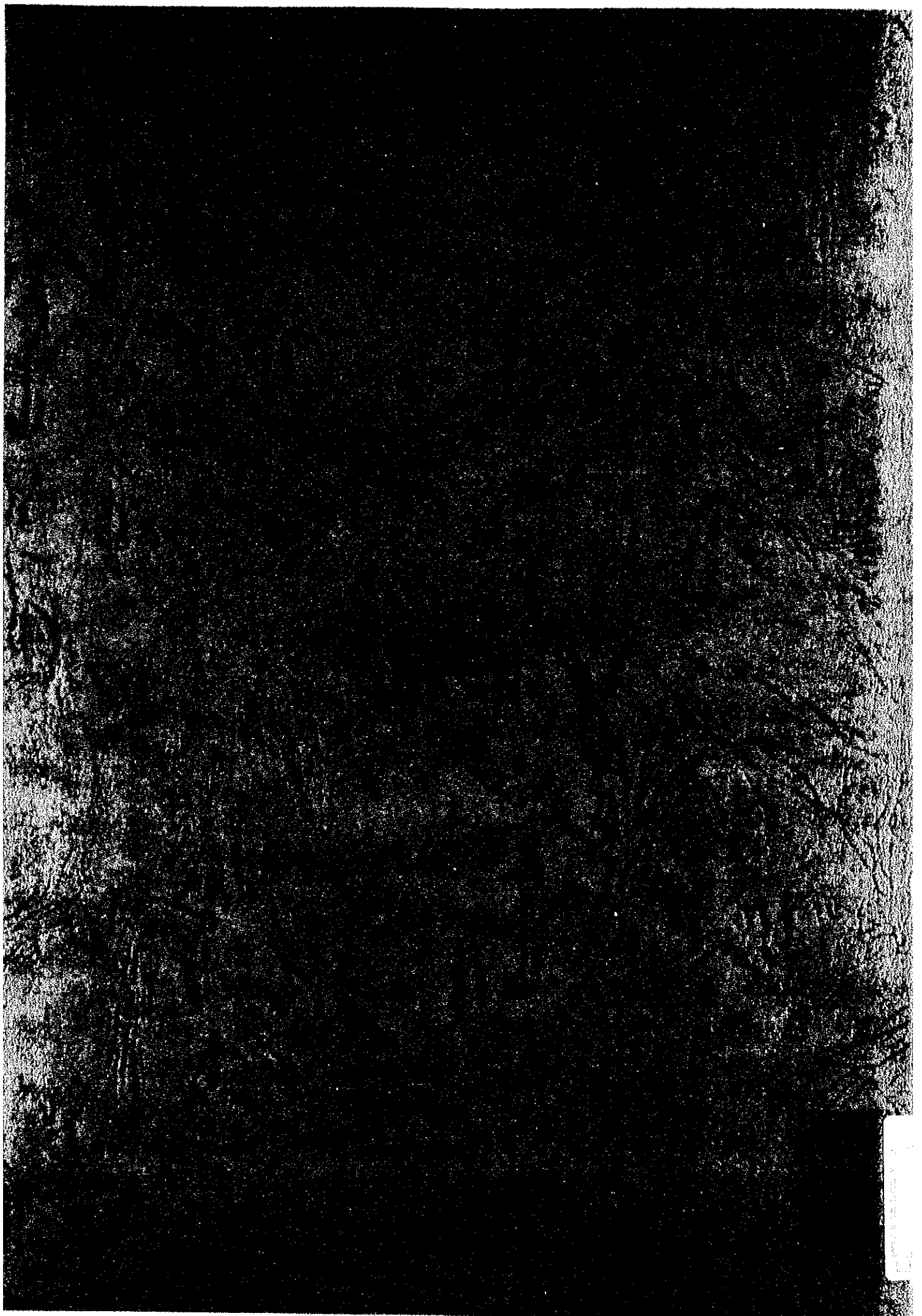


图 7.2.2 水理地質図 (5)

图 7.2.2 水理地質図 (4)



7.3 地下水開発の可能性

7.3.1 地下水開発ポテンシャル

地下水開発の可能性評価、とくに下位帯水層である第三紀火山岩類層での評価は、下記2つの方法をとった。

(1) 降雨の地下浸透率による推定法

- 対象各自治体の年間降雨量（近隣の観測所データから推定、表7.1.1）
- 水盆区の面積（かん養面積）の1/5万地形図を用いての計算
- 地下浸透率の仮定（農牧食料省による、灌漑・排水マスタープラン1990のうち、“気象水文・水理地質分類”で用いられた下記浸透率を用いる。）

基盤岩類	2%
第三紀火山岩類 (Tv)	10%
第四紀更新世火山岩類 (Qp)	15%
沖積層 (Qa)	10%
第四紀完新世の火山噴出物 (Qv)	15%

- 地下水開発ポテンシャルは下記の式を用いて算出する。

$$\text{年間地下水開発可能量} = \text{年間降雨量} \times \frac{\text{かん養面積}}{\text{面積}} \times \text{浸透率}$$

(2) 河川の基底流量から推算する方法

河川の乾期における基底流量は一般に地下水かん養とみなすことができるため、地下水開発可能量は単純に基底流量とかん養面積から推定する。

基底比流量は、年間雨量が1000mm程度の地域（調査地域の大半）で約5ℓ/秒/km²、3000mm程度の地域（ケツァルテナンゴ県の南半部）で約10ℓ/秒/km²という値（図7.1.2参照）を用いる。

$$\text{年間地下水開発可能量} = \text{基底比流量} \times \text{かん養面積}$$

以上2方式による推定結果は表7.3.1に示した。各地域の開発可能量は、通常井戸の1本あたりの開発可能量を算定する場合、1km²の単位面積で行うので、基底流量と同じ約5ℓ/秒/km²として単純化計算を行った。

しかし、試掘調査の結果は、これよりはるかに大きな値を示し、計算結果を検証できなかったわけであるが、これは試掘井の位置をとくに水の出の良い断層系をねらったためである。

7.3.2 10自治体における地下水開発ポテンシャルと開発戦略

上記の各地域における開発ポテンシャル評価結果と、10自治体で実施した試掘調査及び揚水試験結果をもとに、自治体毎の地下水開発戦略を策定した。その結果は表7.3.2のようにまとめられる。

7.3.3 地下水のモニタリング計画

本件調査の対象地域は、地下水開発に関しては初期段階にあるため、これまでに地下水位の長期観測が行われた例がない。

地下水のモニタリングは、水理地質的な水盆の水収支解析を行う上で基本的な資料となるばかりでなく、将来の地下水開発ポテンシャルを評価する上で欠かすことができない。このような観点で、今回調査の中で、雨量計を伴った地下水位長期観測装置を3ヶ所に設置した。サン・ホセ・ピヌーラの既存井（老朽化により生産性が落ちたため、現在は生産井として用いられていない）、とサン・ペドロ・サカテペケス、サン・ホアン・コマラパの新設試掘井の計3ヶ所である。サン・ホセ・ピヌーラの既設井では、自記記録計設置以前の6月から定期的に水位観測を行い、11月から自動記録に切り替えている。6～11月の水位変化状況は、6～9月はGL-32.16mでほぼ一定、10月から徐々に上昇して12月中旬にはGL-31.75mとなっている。5月から雨期に入っているが降雨が地表下30m余の深度の地下水面に影響を及ぼすのは約4ヶ月後からであることがうかがえる。

この3ヶ所の自記水位計・雨量計は、INFOMの職員の手により、サン・ホセ・ピヌーラでは数年間、他の2ヶ所では、試験井が生産井として転用されるまでの期間、観測を継続することとしている。

前項で述べた地下水開発ポテンシャルの試算は、多くの仮定条件を含み、あくまでも漸定的なものである。長期間の地下水位の変化を雨量との関連において解析することにより、仮定条件に修正を加え、地下水開発ポテンシャルの評価の精度向上をはかる必要がある。

近い将来、当該地域で地下水開発が活発に行なわれるようになれば、モニタリング井の数は更に増設する必要がある。とくに、サン・ペドロ・サカテペケスのように、開発ポテンシャルが需要量を下まわる結果となって現れたようなところでは、揚水量と地下水位の関係を常に監視し、限界揚水量の範囲内で揚水を行うことが肝要である。

表 7.3.1 2手法で算出した各自治体の地下水開発ポテンシャル (1)

No.	Department	Municipality	A. RAIN (mm)	P. Area (km ²)	Geology Type	Percentage					Potential (m ³ /day)	
						BR	Tv	Qv	Qp	Qa	by filtration	by base flow
1	Guatemala	Chinautla	1135	3	TVQP	10	-	-	90	-	1278	1296
2		Chuarrancho	1063	4	BR	-	-	-	-	-	-	-
3		Mixco	1197	16	TVQP2	-	80	-	20	-	5772	6912
4		San José del Golfo	1063	3.5	BR	40	60	-	-	-	693	1512
5		San José Pinula	1650	16	TVQP2	-	10	-	90	-	10488	6912
6		San Juan Sacatepéquez	1032	14	BR	70	-	-	30	-	2335	6048
7		San Raymundo	1122	7	BR	10	30	-	60	-	2626	3024
8		Santa Catarina Pinula	1343	12	TVQP	-	10	-	90	-	6400	5184
9		Villa Canales	1524	50	TVAL	-	60	-	40	-	25052	21600
10		Villa Nueva	1213	50	TVQP	-	-	-	100	-	24925	21600
11		San Pedro Ayampuc	1063	10	BR	80	20	-	-	-	1048	4320
12		San Pedro Sacatepéquez	1032	4	TVQP2	-	40	-	60	-	1470	1728
13	Sacatepéquez	Ciudad Vieja	992	15	QV	-	30	40	-	40	5300	6480
14		Jocotenango	1031	11.5	TVAL	-	80	-	20	-	3573	4968
15		Magdalena Milpas Altas	1031	4	-	-	60	-	40	-	1356	1728
16		San Antonio Aguas C.	992	5	TVAL	-	90	-	-	10	1359	2160
17		San Bartolome M. Altas	1031	3	TV	-	100	-	-	-	847	1296
18		Santa Lucía M. Altas	1031	2.5	TVQP2	-	20	-	80	-	989	1080
19		Santa María de Jesus	1229	14	QV	-	-	100	-	-	7071	6048
20		Santa Catarina Barahona	992	3	TVAL	-	70	-	-	30	815	1296
21	Chimaltenango	Comalapa	1414	16	TVQP2	-	40	-	60	-	8058	6912
22		El Tejar	1234	6	TVQP	-	60	-	40	-	2434	2592
23		Patzicia	1283	6.5	TVQP2	-	30	-	70	-	2610	2376
24		Patzun	1283	18	TVQP2	-	-	-	100	-	9491	7776
25		San Jose Poaquil	1272	6.5	TV	-	100	-	-	-	2265	2808
26		San Martín Jilotepeque	1272	7	-	-	-	-	100	-	3659	3024
27		Zaragoza	1283	7	TVQP2	-	60	-	40	-	2953	3024

表 7.3.1 2手法で算出した各自治体の地下水開発ポテンシャル (2)

No.	Department	Municipality	A. RAIN P. Area		Geology Type	Percentage					Potential (m3/day)	
			(mm)	(km2)		BR	Tv	Qv	Qp	Qa	by filtration	by base flow
28	Sololá	Sololá	1081	18.5	TVQP2	-	10	-	90	-	7945	7992
29		Nahualá	1341	41	TVQP2	-	90	-	10	-	15816	17712
30		San Andres Semetabaj	1010	4	TVQP2	-	50	-	50	-	1384	1728
31		San Antonio Palopó	1010	2.5	TV	-	70	-	30	-	796	1080
32		San Juan la Laguna	1010	13		-	50	-	40	10	4317	5616
33		San Marcos la Laguna	1010	6	TVAL	-	90	-	-	10	1660	2592
34		San Pablo la Laguna	1010	6	TVAL	-	90	-	-	10	1660	2592
35		Santa Catarina Ixtahuaca	1341	16	TV	-	70	-	30	-	6760	6912
36		Santa Catarina Palopo	1010	3.5	TV	-	90	-	10	-	1017	1512
37		Santa Clara la Laguna	1010	3	TVQP2	-	10	-	90	-	1204	1296
38		Santa Cruz la Laguna	1010	2	TVAL	-	5	-	95	-	816	864
39		Santa Lucia Utatlán	1341	5	TVQP2	-	30	-	70	-	2480	2160
40		Totonicapán	Momostenango	1341	18	TV	-	100	-	-	-	6613
41	San Andres Xecul		843	6	TVQP	-	50	-	50	-	1732	2592
42	San Francisco el Alto		1341	4.5	TVQP2	-	50	-	50	-	2067	1944
43	Quezaltenango	Almolonga	1594	11	TVQP	-	70	-	30	-	5524	4752
44		Colomba	3423	5	QV	-	-	100	-	-	7034	2160
45		Concepcion Chiquirichapa	2100	10.5	TVQP2	-	70	-	30	-	6947	4536
46		Cajola	1057	34	TVQP	-	95	-	5	-	10092	14688
47		Flores Costa Cuca	3640	9	QV	-	-	100	-	-	13463	3888
48		Genova	3640	10	QV	-	-	100	-	-	14959	4320
49		Huitan	936	5.5	BR	50	50	-	-	-	846	2376
50		Olintepeque	843	3.5	TVQP	-	70	-	30	-	930	1512
51		Palestina de los Altos	1027	17	TV	-	70	-	30	-	5501	7344
52		San Carlos Sija	1027	18	TVQP2	30	30	-	40	-	4862	7776
53		San Francisco la Union	843	6	TVQP2	-	30	-	70	-	1871	2592
54		San M. Sacatepéquez	2100	10	TVQP	-	80	-	20	-	6329	4320

表7.3.2 10自治体における地下水開発ポテンシャル及び開発戦略

自治体名	地下水開発可能量 m ³ /日	2010年 需要量		開発後の 地下水採 取水量 (含湧泉) m ³ /日	試験掘及び揚水試験結果					地下水開発戦略	開発余力 m ³ /日
		不足水量 m ³ /日	揚水量 m ³ /日		自然水位 m-G.L.	揚水量 m ³ /日	水位降下 m	地質概況 (主たる帯水層)			
チブ・ピエーラ (Gu2)	10,488	3,095 2,277	3,095	3,095	6.84	2,696	11.90	試験井を生産井に転換して、2,277m ³ /日を揚水を揚水	7,393		
チブ・ペドロ・カチパケス (Gu8)	1,470 1,728	1,572 1,278	1,760*	1,760*	41.56	1,744	67.29	試験井を生産井に転換して、1,278m ³ /日を揚水を揚水	-290 (-32)		
チブ・マリブ・デ・アス (Sa11)	7,071	2,308 1,617	2,308	2,308	163.16	(3,041) 1,537	(11.84) 3.53	試験井を生産井に転換して、1,617m ³ /日を揚水を揚水	4,763		
チブ・マティノ・トロパケ (Ch3)	3,659	1,855 1,337	1,855	1,855	82.00	2,163	9.63	試験井を生産井に転換して、1,337m ³ /日を揚水を揚水	2,109		
チブ・ボソ・ゴアラ (Ch4)	8,058	2,493 1,954	3,793*	3,793*	28.94	1,363	156.40	試験井利用で約1000m ³ /日、他の新設井で約1000m ³ /日を揚水を揚水する。	4,265		
ソラ (So1)	7,945	4,799 2,172	6,060*	6,060*	71.63	2,125	54.86	試験井利用で約1100m ³ /日、他の新設井で約1100m ³ /日を揚水を揚水する。	1,885		
チブ・ボソ・ウアラ (So4)	2,480	506 344	506*	506*	131.45	883	9.13	試験井を生産井に転換して344m ³ /日を揚水を揚水	1,974		
トランコ (To5)	6,613	2,595 1,955	3,182*	3,182*	63.50	1,090	70.30	試験井利用で約1000m ³ /日、他の新設井で約1000m ³ /日を揚水を揚水する。	3,431		
チブ・アラソ・ラ・ロニ (Qu18)	1,871	271 271	271	271	-	-	-	浅井戸の増設(2ヶ所)又は深井戸1本新設で不足量271m ³ /日をまかなう。	1,600		
ウアラ (Qu21)	14,959	770 770	770	770	27.85	1,096	88.36	試験井を生産井に転換して770m ³ /日を揚水を揚水	14,189		