

ヴェトナム共和国  
サイゴン首都圏水道整備計画  
水源調査および地下水系水道フェージビリティ策定  
報告書

昭和48年11月

海外技術協力事業団

KE

73

JICA LIBRARY



1042390131

国際協力事業団

受入 月日 '84. 4. 21	123
登録No. 03798	61.8
	KE

KE

## 序 文

日本政府は、ヴェトナム共和国政府の要請にもとづき、同国サイゴン首都圏の水道拡張整備計画に関する調査を、昭和45年度及び46年度に引続き実施することとなり、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

事業団は本調査を、昭和46年度に実施した地下水電気探査のフィージビリティを策定し、あわせてサイゴン川表流水源の基礎資料収集を行なうものとして団長田辺弘以下計11名の調査団を昭和47年12月5日より48年3月31日に至る115日間にわたって現地に派遣した。

調査期間中に、ヴェトナム戦争の停戦協定が結ばれる等の情勢変化もあったが、ヴェトナム政府、サイゴン水道局及び関係者の協力により、調査は予想以上に順調に進められ、当初の目的を達成するために必要な資料、データも収集することが出来た。調査団は、帰国後これらを解析、整理した結果、地下水については1日当たり20万トンの取水が可能との結論を得ることが出来た。勿論本報告書の中で詳しく説明されているように、この地下水開発については、予想される水需要の伸びに対応させた形で開発計画の段階が示されており、現実性をもたせた計画が勧告されている。我々の判断するところでは、現地の経済、社会情勢から考えて、この計画は極めて妥当なものとする。

一方、サイゴン川表流水に関しては、従来から言われていることだが、水文資料が著しく不足しており、今回の調査で流量測定、水質検査を開始したばかりであり、それらに関する集めえた資料を収録することにとどまっている。正確なデータ及びその解析は今後の継続調査を待たねばならない。

ここに提出のはこびとなった本報告書がヴェトナム共和国サイゴン市の水道拡張計画の事業計画策定の一助となり、ひいては同国の民生安定社会開発に寄与しうるならば、まことに喜ばしいことである。

最後に、今回の調査にあられた調査団員各位に改めて謝意を表すると共に、調査の実施にあたり協力を惜しまれなかつた厚生省、外務省、サイゴン日本大使館、その他関係機関及びヴェトナム関係機関に対し厚く御礼申し上げます。

昭和48年11月

海外技術協力事業団  
理事長 田付景一

# 目 次

## 序 論

1. 概 要	3
2. 調査団の構成および調査日程	4
3. 現地関係者	8
4. 結論と勧告	9

## 第 I 部 調査報告

### I - 1 地下水

1. 概 要	19
2. 地表電気探査	32
3. 帯水層	37
4. 水 質	45
5. 地下水開発の可能性	56

### I - 2 Saigon 川

1. Saigon 川水系および調査地点	63
2. 調査項目	67
3. 流量測定	69
4. 採水および水質分析	80
5. 水源開発の可能性	86

## 第 II 部 地下水系水道フイーシビリテイ・スタディ

II - 1 水需要	92
II - 2 拡張計画と地下水供給	99
II - 3 施設計画	102
II - 4 財政計画	135

## APPENDIX

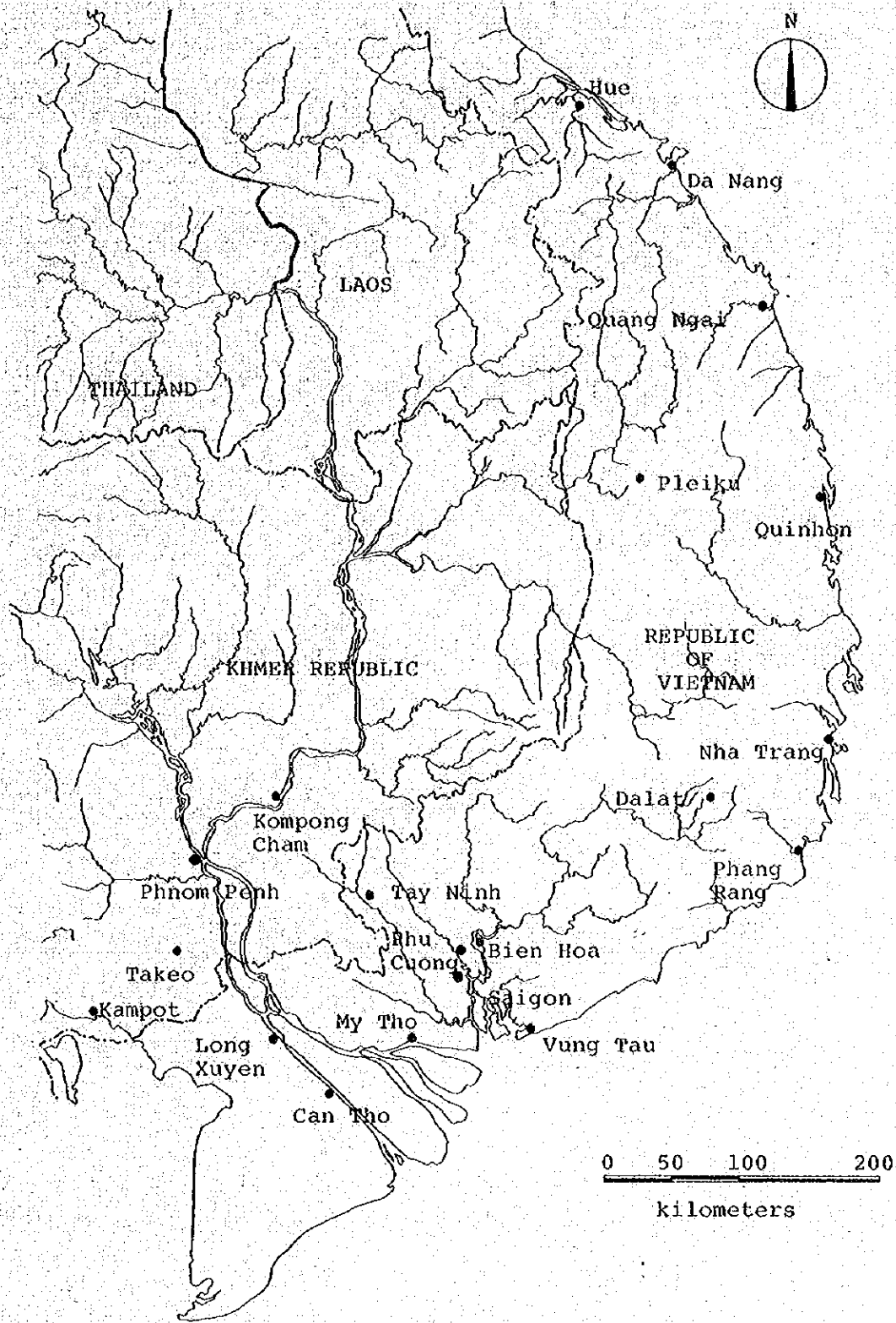
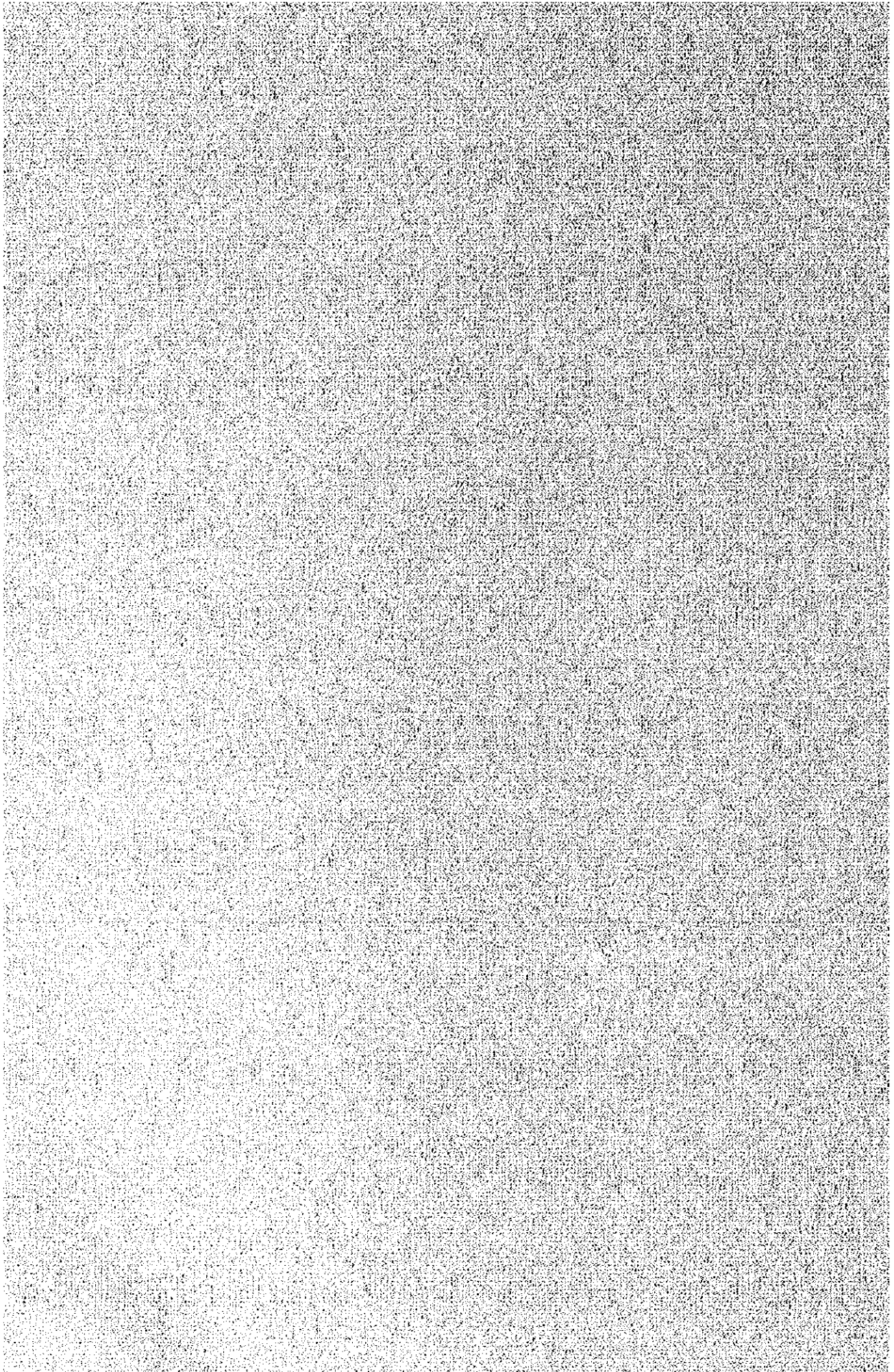


Fig. REPUBLIC OF VIETNAM

# 序 論





## 1. 概 要

1971年1月、ヴェトナム共和国政府の要請にしたがい、海外技術協力事業団によってSaigon、Danang および Longxuyen の水道に関する予備調査団が派遣された。

それら諸都市の現在の施設の緊急改良と長期拡張計画に関する報告書が作られ、上記政府に提出された。(参照: Water Supply Project in Saigon, Danang and Longxuyen Preliminary Study March 1971 by O.T.C.A.)

Saigon 首都圏については、次の3点が対策として指摘された。

即ち1) Dong Nai 川系施設の拡張、2) Saigon 市北方地区の地下水の開発、および3) 取水の可能性のある Saigon 川の調査である。両政府の合意で Hoc Mon 地区の地下水の調査が最初に取り上げられることになり、O.T.C.A.により1972年3月調査団が送られた。

同じくO.T.C.A.により次の調査団は1972年12月に派遣され、その主たる任務は、Saigon 首都圏の相当量の水道拡張の水源としてこの地区に地下水が存在するか否かを、前回の地下水電気探査の結果を基礎にしたボーリング、揚水試験その他により、調査することであった。

しかし同時に、Saigon 川の予備的な調査および地下水による水道の実施計画の策定をも実施することが任務に加えられた。

したがって、補足的な地下水電気探査、テストボーリング、試験井掘さくおよび揚水試験が地下水調査のために行われ、地形調査、水位記録計の設置、流量測量および水質試験が Saigon 川調査のために実施された。それらの結果はこの報告書の第1部に納められている。

この地下水による水道の実施計画(フィージビリティスタディ)は第2部で扱われているが、これが当局によって直ちに必要手段が取られるための一助となることを望む。Saigon 首都圏水道局から提供された Motealf and Eddy, Inc. による報告書「Saigon 配水施設計画」はこの計画策定の基礎の一部となった。

非常に有効な協力を調査団に与えたヴェトナム共和国政府および Saigon 首都圏水道局に心から感謝する。

## 2. 調査団の構成および日程と行動

構 成			
団 長	田 辺 弘	工学博士 技術士 日本水道コンサルタント株式会社	
監理委員	内 藤 幸 穂	工学博士 日本水道協会顧問	
監理委員	村 下 敏 夫	理学博士 工業技術院地質調査所	
団 員	四 戸 宏	技術士 日本水道コンサルタント株式会社	
団 員	友 野 勝 義	技術士 日本水道コンサルタント株式会社	
団 員	藤 井 悠 二	日本水道コンサルタント株式会社	
団 員	藤 波 正 人	日本水道コンサルタント株式会社	
団 員	酒 井 武 司	日本水道コンサルタント株式会社	
団 員	大 村 良 樹	日本水道コンサルタント株式会社	
団 員	飯 村 圭 司	海外技術協力事業団	
団 員	鈴 木 宏 尚	海外技術協力事業団	

## 日程と行動

- 1972年12月 5日 友野団員 Saigon 到着
- 6～13日 試験井掘さく工事入札準備
- 13日 内藤監理委員、四戸、飯村、藤井、酒井、四団員と共に Saigon 到着
- 14日 SMWO と打合せ
- 15日 Saigon 市内及び Hoa An 取水場、Thu Duc 浄水場視察
- 16日 公共事業省と打合せ
- 18日 SMWO と調査計画討論
- 19日 Saigon 川取水予定地点踏査、Binh Duong 省長から事情聴取
- 20日 地下水調査区域踏査  
試験井掘さく工事入札告示
- 21日 SMWO との会合
- 22日 内藤監理委員帰国  
第二次入札に関して SMWO と打合せ  
調査器材点検
- 24日 飯村団員帰国
- 26日 藤波、大村両団員 Saigon 到着  
開札について SMWO と打合せ
- 27日 四戸団員帰国  
開札および評価
- 28日 試験井掘さく工事業者選定  
地下水地表電気探査調査区域踏査
- 29日 試験井掘さく地点確認  
請負業者を Layne Wells Inc. と決定  
Saigon 川水位計設置予定地点の踏査
- 1973年 1月 2日 水位計設置方法に関し討論
- 3日 試験井掘さく契約について SMWO と打合せ  
水位計設置のため深浅測量
- 4日 地表電気探査器材点検

5日～2月12日 地表電気探査

10日 Saigon 川測量のための基線設定

17日 四戸団員到着

20日 Saigon 川断面測量完了

22日 流速計試験および訓練

24日 水質分析準備

25日 水質分析開始

27日 調査計画をSMWOへ報告

29日 観測井工事完了、同電気検層

31日 揚水井工事完了、同電気検層

2月 9日 Saigon 川水位計設置地点変更

12日 地表電気探査完了

13日 SMWOとの打合せ

14日 揚水試験開始

15日 四戸団員帰国

17日 SMWOとの会合  
Saigon 川水位計設置工事開始

20日 Saigon 川流量観測準備

27日 Hoc Mon ボーリングA地点、電気検層  
Saigon 川水位計設定完了

28日 Hoc Mon 地区、既設井の採水、水質試験

3月 1日 河川流量観測準備および観測手順打合せ

2日～4日 流量観測練習

5日～6日 24 hrs 流量観測

7日 ボーリングB地点、電気検層

8日 水位計設置

9日 作業日程打合せ

10日 SMWOとの会合

11日 田辺団長 Saigon 到着

- 1 2 日 S M W O との会合  
ボーリング地点 C の電気検層  
試験井および三ボーリング地点間の水準測量開始
- 1 3 日 田辺団長 Hoc Mon 地区視察
- 1 4 日 Saigon 川取水予定地点視察
- 1 5 日 Hon Mon 地区既設浅井戸の水質分析
- 1 6 日 Cholon 地区給水区域視察  
村下監理委員および鈴木団員到着
- 1 7 日 S M W O および日本大使館との会合
- 1 8 日 水準測量完了
- 1 9 日 公共事業省との会合  
管路敷設予定路線、浄水場および井戸の予定地点を踏査
- 3 月 2 0 日 Hoa An 取水場および Thu Duc 浄水場視察
- 2 1 日~2 3 日 地下水開発計画討論
- 2 4 日 S M W O との会合  
水質分析完了
- 2 6 日 村下委員および鈴木団員帰国
- 2 7 日 S M W O との最終打合せ
- 2 8 日 調査用器材を S M W O へ手渡す。
- 2 9 日 田辺団長帰国  
Hoc Mon および Phu Cuong での採水  
記録整理
- 3 0 日 全団員帰国

### 3. 現 地 の 関 係 者

今回の調査にあたって種々の協力、援助を賜わり、また交渉・討論の相手となった人々は次の通りである。

#### (1) Ministry of Public Works

Minister of Public Works	Mr. Duong Kich Nhuong
Director of Cabinet	Mr. Bui Huu Tuan
General Secretary	Mr. Bui Nhu Tiep
Director of National Water Supply Agency	Mr. Vo Dinh Hanh
Assistant Director of National Water Supply Agency	Mr. Tran Phuoc Tho
Chief of Urban Water Supply Department	Mr. Nguyen Van Sang

#### (2) Saigon Metropolitan Water Office

Director	Mr. Nguyen Huu Tuan
Technical Assistant Director	Mr. Nguyen Kim Chi
Administration Assistant Director	Mr. Tran Minh Su
Chief of Engineering and Planning Division	Mr. Tran Van Thach
Chief of Saigon Sector	Mr. Mai Thanh Toan
Chief of Cholon Sector	Mr. Vo Quang Ly
Chief of Gia Dinh Sector	Mr. Tran Huu Lai
Chief of Thu Duc Plant	Mr. Dong Si Khien
Assistant Engineer	Mr. Nguyen Xuan Phong
Assistant Engineer	Mr. Tran Van Hoanh

#### (3) Embassy of Japan

Ambassador	Mr. Yasuhiko Nara
Counselor	Mr. Susumu Matsubara
First Secretary	Mr. Yasutaka Nishimura
First Secretary	Mr. Toru Iwanami
Chief of Saigon Office, OTCA	Mr. Akira Kasai
Resident Officer, OTCA	Mr. Akihiko Hashimoto

## 4. 結 論 と 勧 告

### Hoc Mon 地区地下水調査

- I 電気探査、ボーリング、揚水試験によってサイゴン首都圏の1つの水道拡張に十分な帯水層を確認できた。
- II 確認できた5つの帯水層のうち第3、4層が水源として有望である。
- III 広さ約15.0平方kmの地区から安全に日量210,000 m<sup>3</sup>の水が揚水できる。水処理として除鉄、pH調整および消毒が必要となろう。

### Saigon 川調査

- I 地形調査、水位計の設置、流量測定および水質試験が行われた。こうして収集された資料は水道計画のためにこの川の上流で取水できる可能性の高いことを示している。
- II その可能性にかんがみ、今回の調査期間は十分でなかったので、同様な調査の続けられることが必要である。

### 地下水系水道実施計画

- I Hoc Mon 地区に1本あたり、日量3,000 m<sup>3</sup>の井戸を70本掘り、原水をいくつかの中継ポンプ場に集め、そこから導水管を通して浄水場へ送る。
- II 浄水場には、石灰と塩素の注入機、接触池、ろ過池、浄水池等を設ける。取水量は210,000 m<sup>3</sup>/日だが、その約5%が浄水作業で費されるので浄水量は200,000 m<sup>3</sup>/日である。
- III 浄水場内に送水ポンプを置き、そこから南へ向けてSaigon 市内まで送水管を布設する。
- IV これを同市Cholon 地区において既設の配水幹線に連絡する。
- V 市街地に至る途中の配水管網拡張予定地域においてこの送水管にいくつかの分岐を用意する。
- VI この計画の早急なそしてより経済的な実施を考える際に参考にされるべく後述の如く2つの実施計画案(Alternatives)を提言する。

	Foreign	Local	Total
	(millions of US dollars)		
Alternative 1			
1st stage ( 50,000 cmd)	4.2	2.1	6.3
2nd stage (150,000 cmd)	12.2	6.1	18.3
Total	16.4	8.2	24.6
Alternative 2			
1st stage (100,000 cmd)	9.6	5.2	14.8
2nd stage (100,000 cmd)	5.6	2.4	8.0
Total	15.2	7.6	22.8

Alternative 1 においては、第 1 期工事が少い工費で早く完成し給水がはじめられるように、導送水管はそれぞれ給水量に応じ 2 重になる。

一方 Alternative 2 ではそれらが単線であり、全体の工費は少し安いですが、第 1 期から給水するので第 1 期工事費は当然高くなる。

配水管の計画は別に立てられ、実行される予定で、その費用はこの見積りには含まれていない。

vii 早急に工事を始めるべく、借款の締結を急ぎその後ただちにこの事業の実施設計を行なわねばならない。その実施設計には約 1 年を要するが、第 1 期工事はその中途から開始可能である。下記の如き行程で事業の進められることが望ましい。

1974年	3月までに	借款契約の成立
同	4月	実施設計開始
1975年	1月	第 1 期工事開始
同	3月	実施設計完了
同	12月	第 1 期工事完了
1976年	1月	第 2 期工事開始
1977年	6月	同 完了



## ABBREVIATIONS

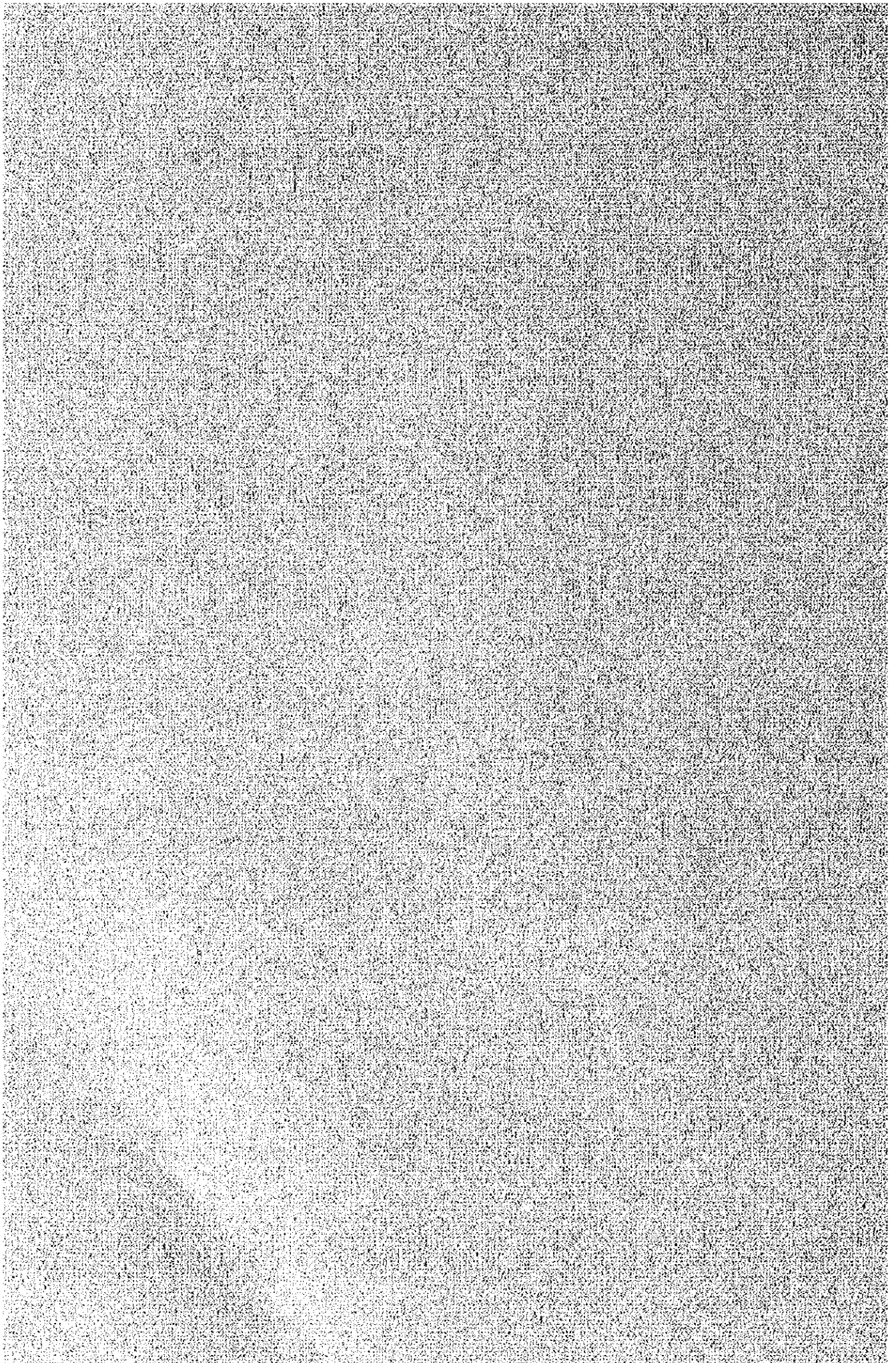
A	amperes
cm	centimeters
cm/sec	centimeters per second
cmd	cubic meters per day
cmd/m	cubic meters per day per meter
cum	cubic meters
cum/min	cubic meters per minute
cum/min/sqm	cubic meters per minute per square meter
ha	hectares
kg/hr	kilograms per hour
kg/sqcm	kilograms per square centimeter
km	kilometers
kVA	kilovolt-amperes
kW	kilowatts
l	liters
m	meters
m/d	meters per day
$10^{-6} \Omega / \text{cm}$	micro-mho per centimeter
mg	milligrams
ml	milliliters
mV	millivolts
$\Omega\text{-m}$	ohm meters
ppha	persons per hectare
sqkm	square kilometers
sqm	square meters
rpm	revolutions per minute
V	volts



第 I 部  
調查報告



## I-1 地下水



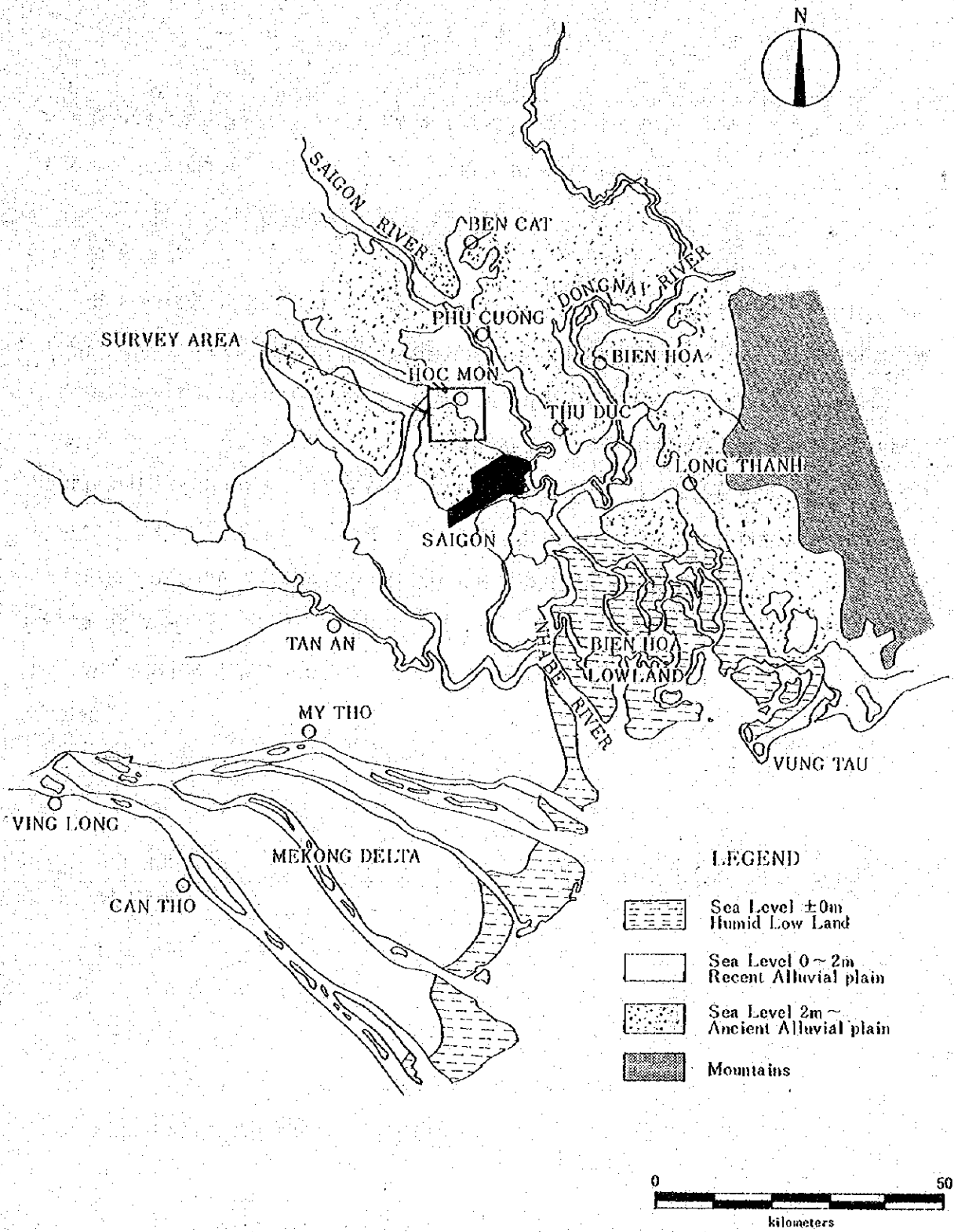
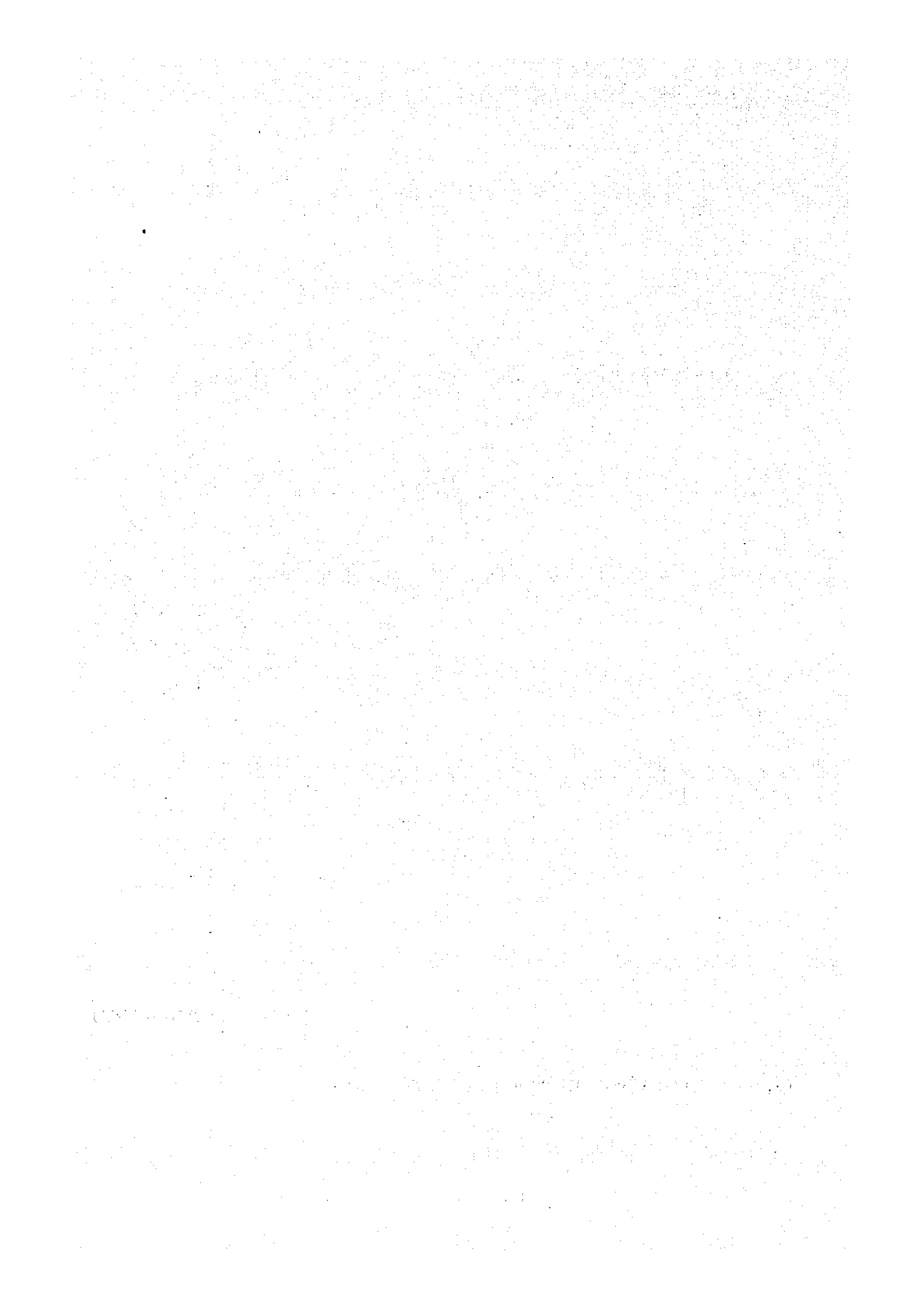


Fig. 1. 1. 1. LOCATION MAP OF GROUNDWATER SURVEY AREA





## I-1 地下水調査

本調査の目的は、Hoc Mon 地区における地下水開発の可能性を確かめることにあり、その手法として電気探査、テスト・ボーリング、揚水試験等の方法を用いた。

### I-1-1 概要

#### o 調査地域

調査対象地域は Fig 1.1.1 に示すとおりで、Saigon 市の北西に隣接した Hoc Mon を中心とする面積約 80 sqkm の範囲である。地形的にはデルタであり、その表層地質は新旧 2 つの沖積層に区分される。旧沖積層は比較的標高が高く調査地域内では海拔 4 ~ 9 m となっている。現氾濫原を形成する新沖積層は標高 2 m 未満の低地である。一般に旧沖積層はラテライト層を含み砂礫を主としているのに対して、新沖積層はラテライトを欠き粘土・シルトを主とする。土壌は強酸性を示し、その影響を受け、調査地域の西部から北部にかけて分布する湿地帯の水は pH 4 前後の低い値を示している。

#### o 調査規模

地下水調査の内容は、要約すると下記のとおりである。(調査地点は Fig 1.1.2 ~ 3 参照)

##### a. 地表電気探査

測点数 : 50 点

測定深度 : 150 m

##### b. 揚水試験

揚水井 : 深度 95 m、口径 200 mm (取水部分)、1 井

観測井 : 深度 107.5 m、口径 100 mm、1 井

(但し観測井の掘さく深度は 201 m)

揚水試験 : 帯水層試験 (定量降下試験、回復試験)、段階試験の各項目を合計 152 時間にわたって実施した。

##### c. テスト・ボーリング

掘さく深度および口径 : 120 m、100 mm

掘さく本数 : 3 本

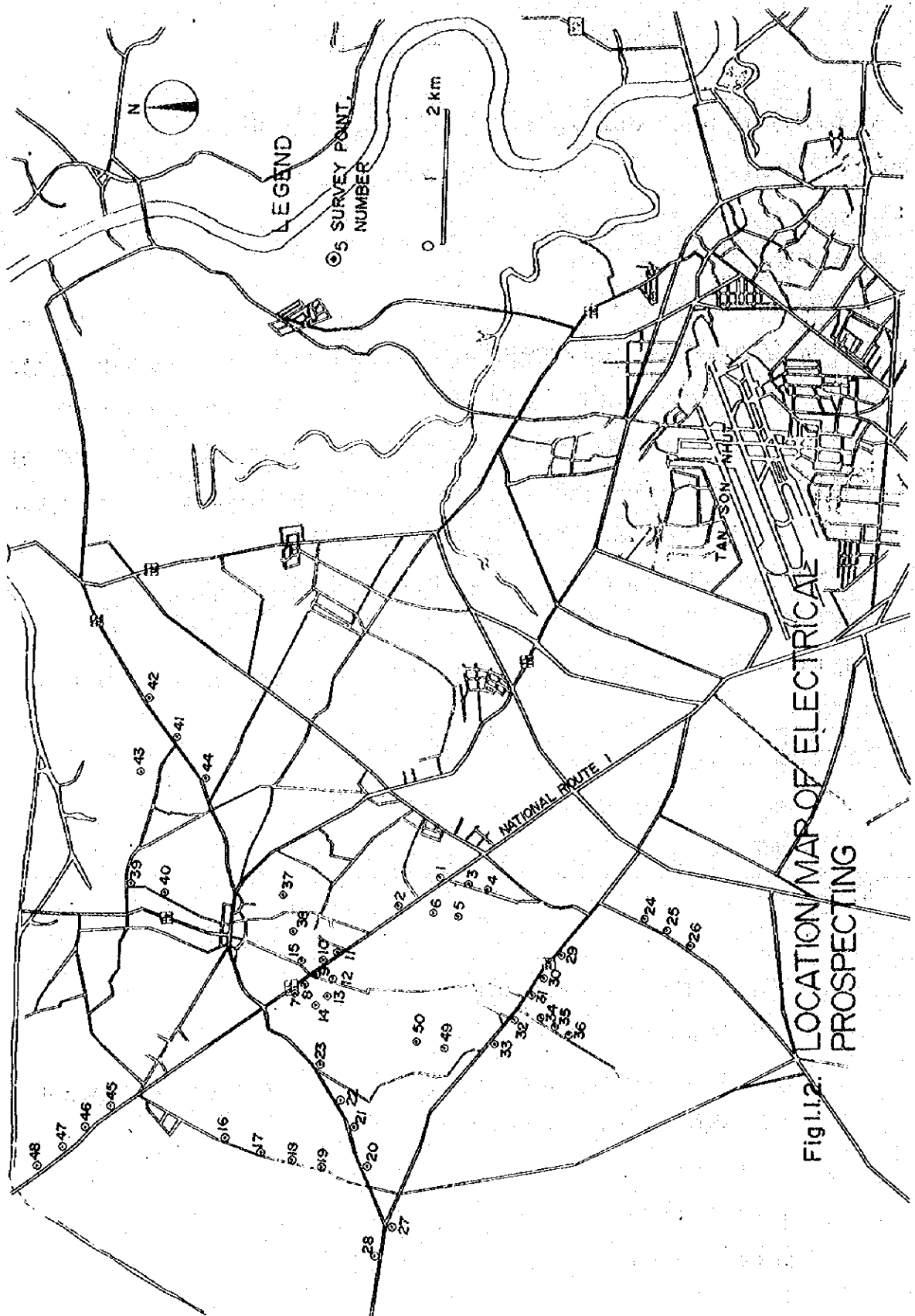


Fig.1.12. LOCATION MAP OF ELECTRICAL PROSPECTING

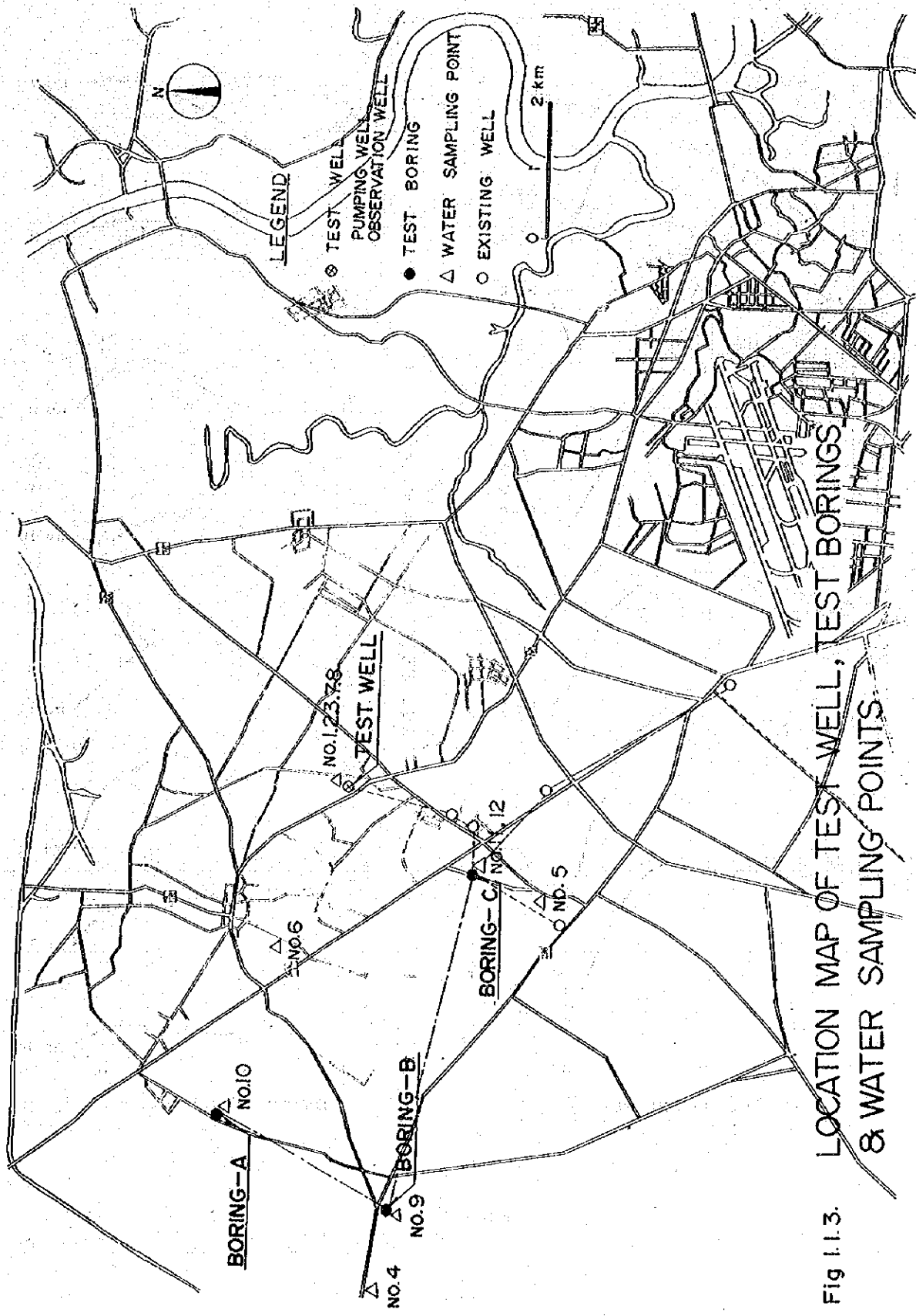


Fig 1.1.3. LOCATION MAP OF TEST WELL, TEST BORINGS & WATER SAMPLING POINTS.

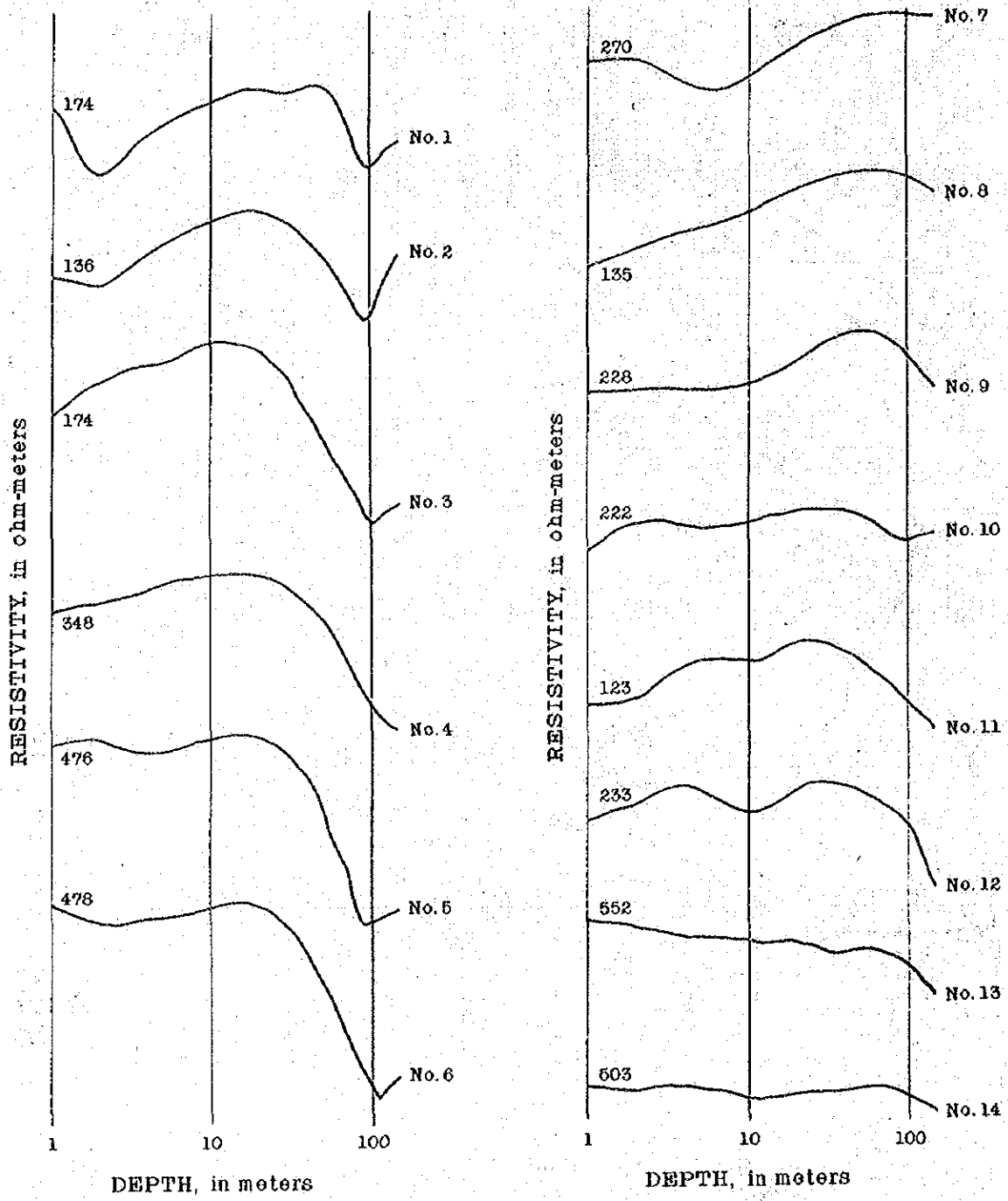


Fig. 1. 1. 4. a

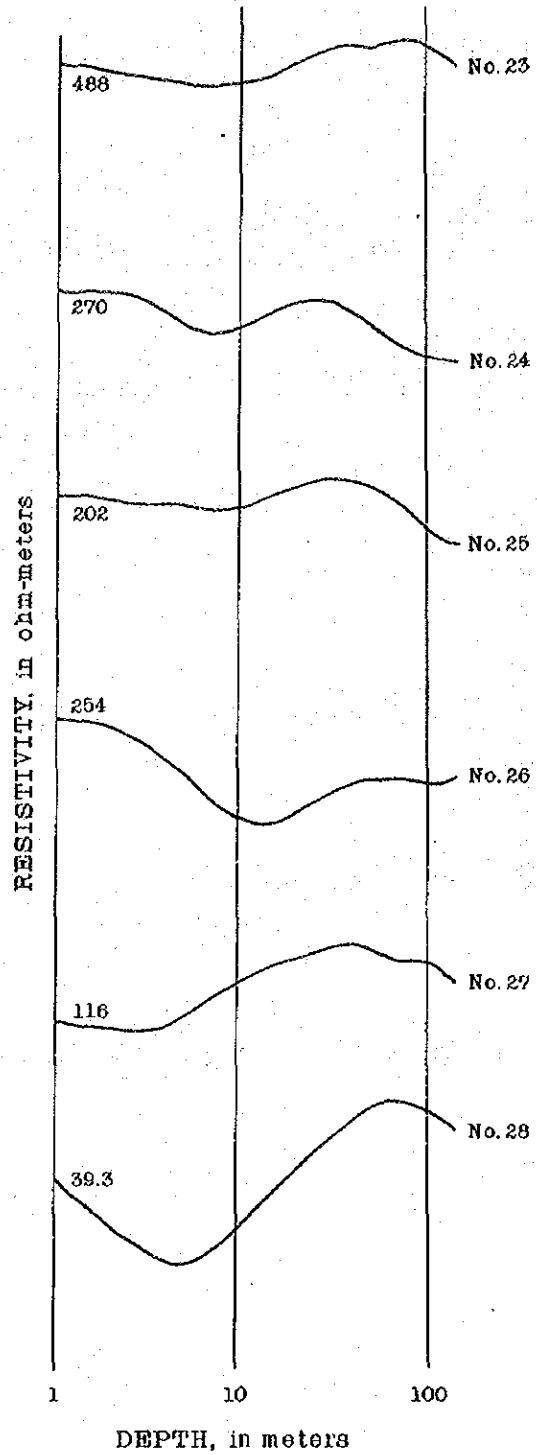
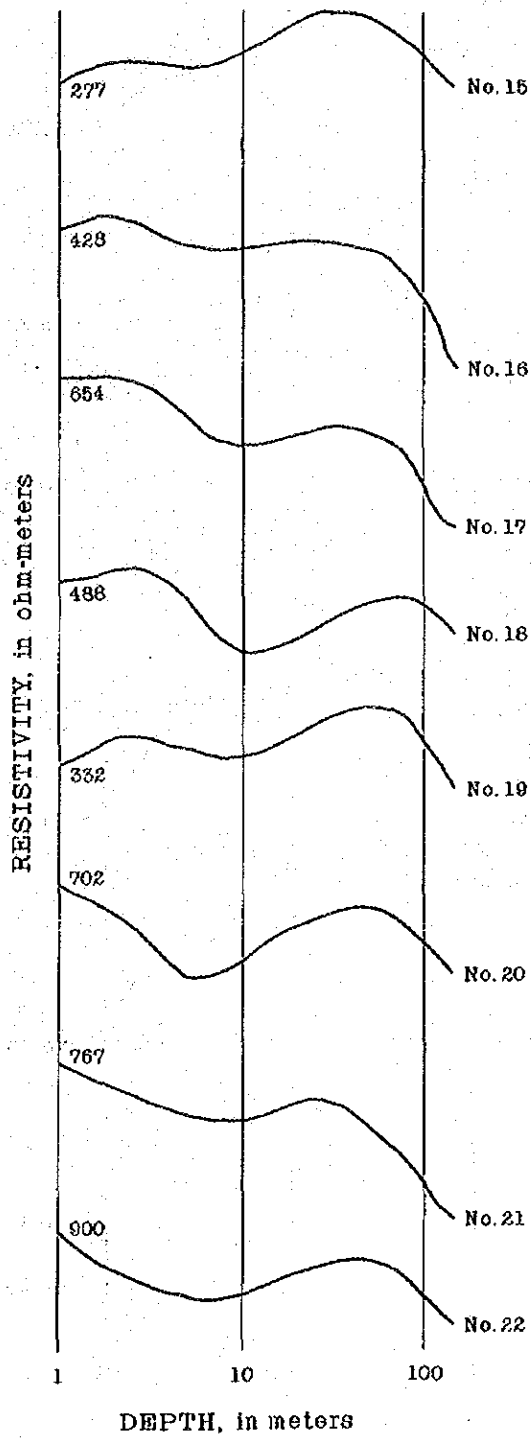


Fig. 1. 1. 4. b

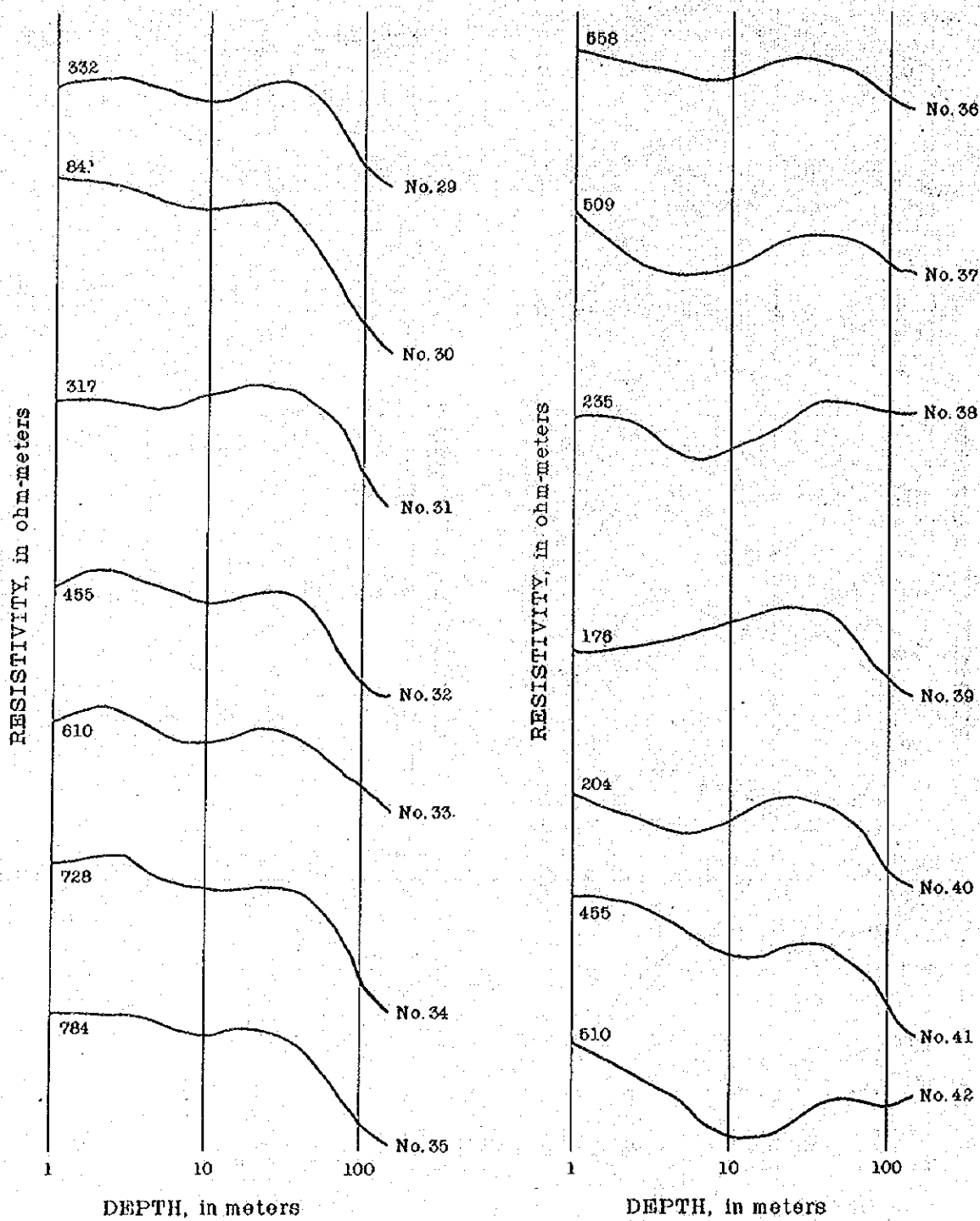


Fig. 1. 1. 4. c

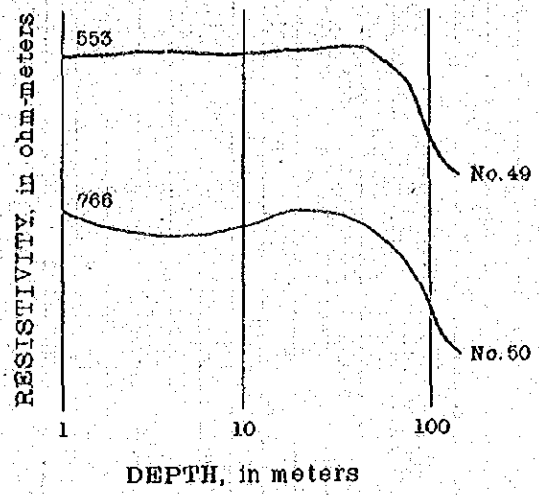
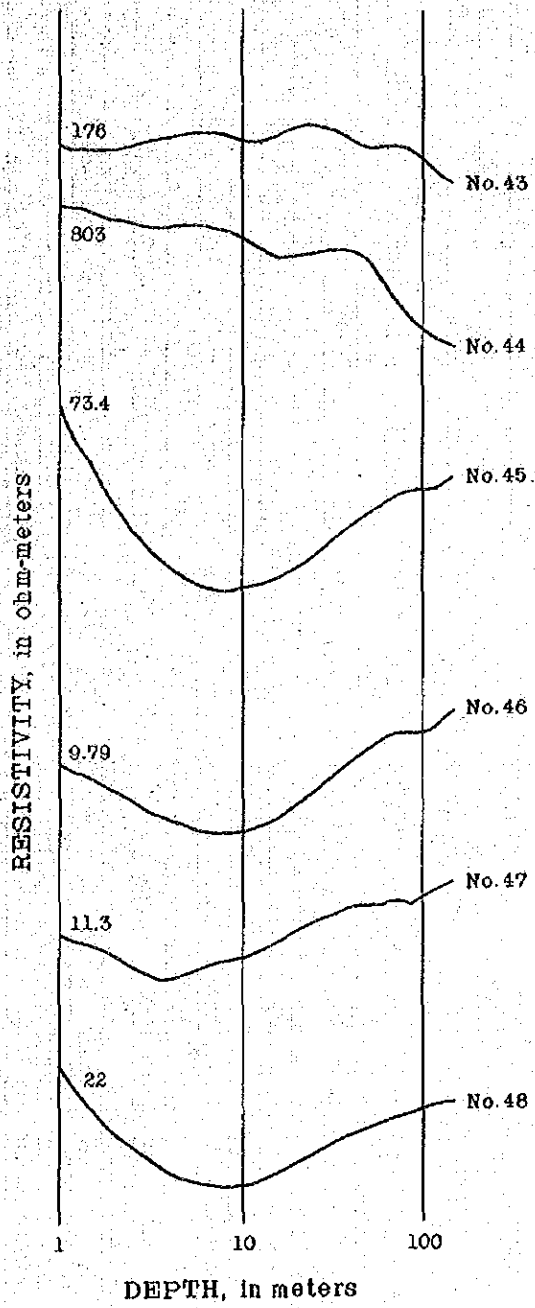


Fig. 1. 1. 4. d

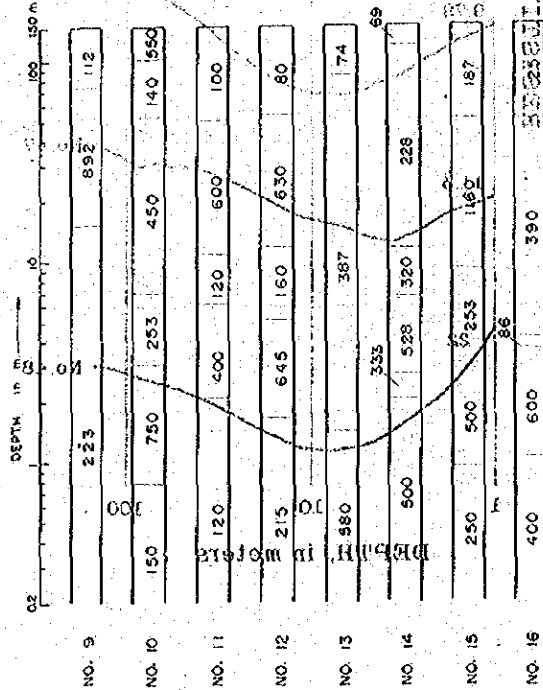
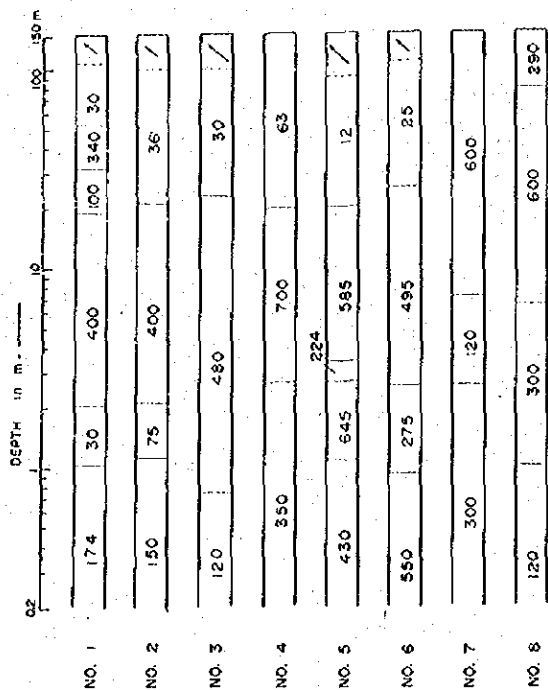
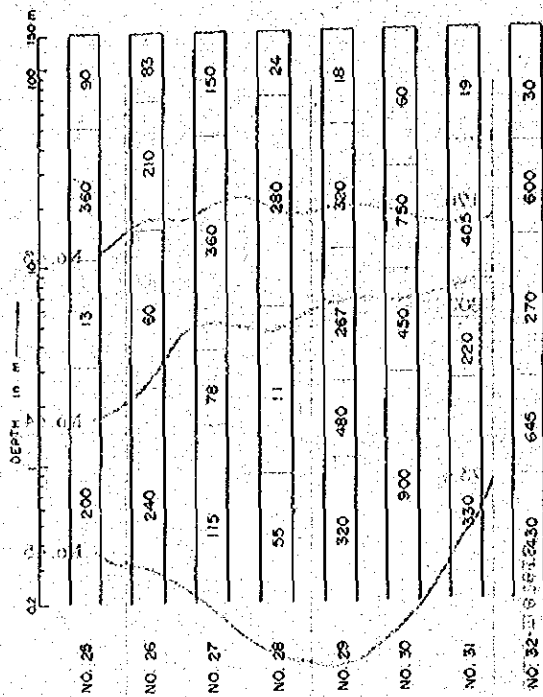
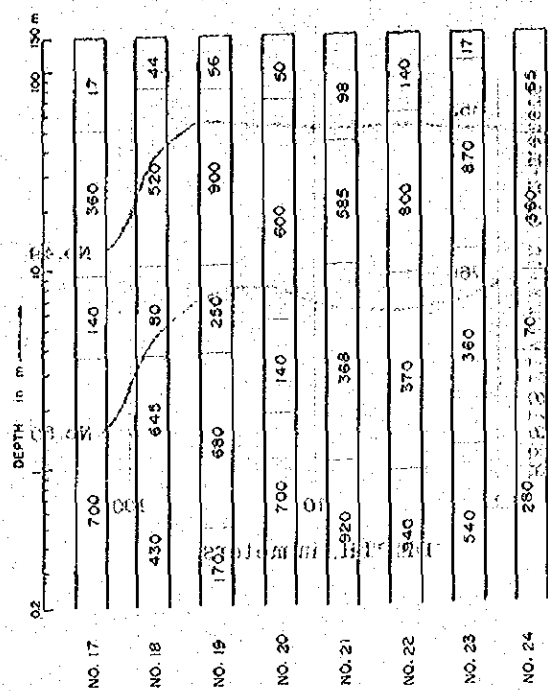


Fig. 1.1.5. a RESISTIVITY, in ohm-meters



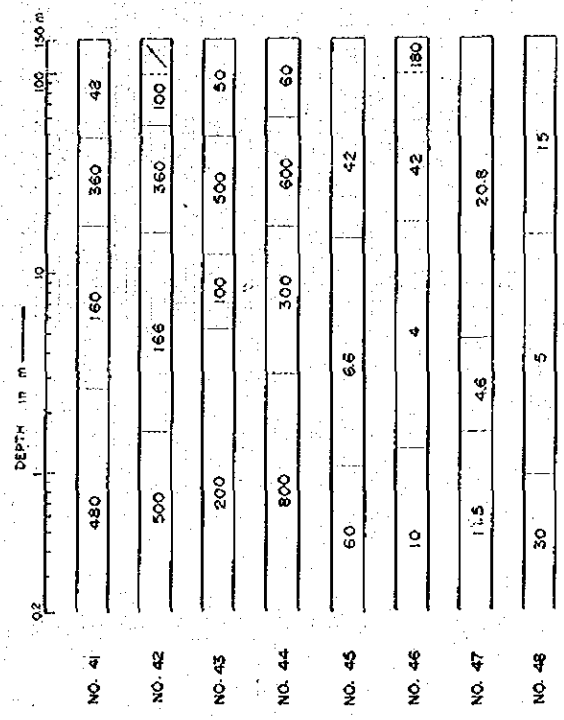
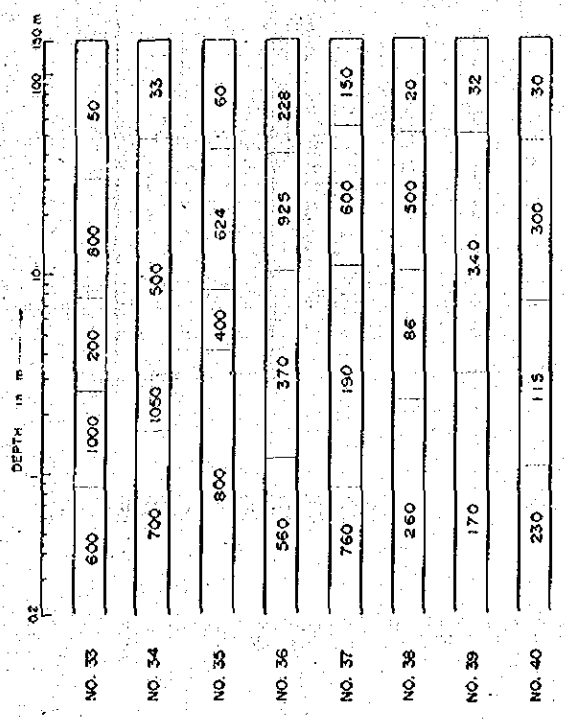
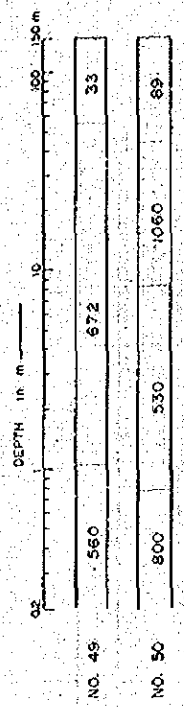


Fig. 1.1.5. b RESISTIVITY, in ohm-meters

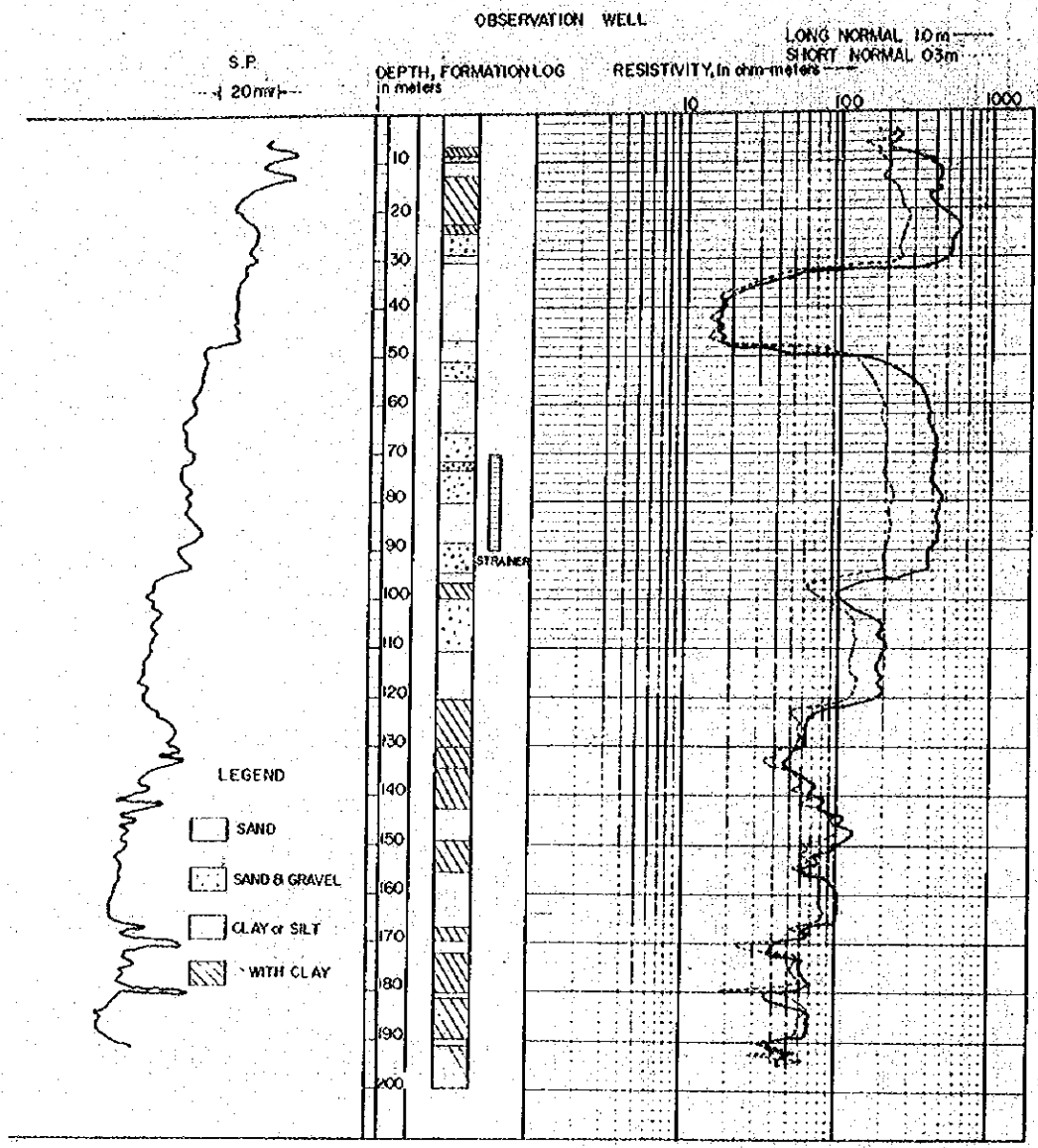


Fig 1.1.6 FORMATION LOG, ELECTRIC LOGGING & SELF POTENTIAL CURVE

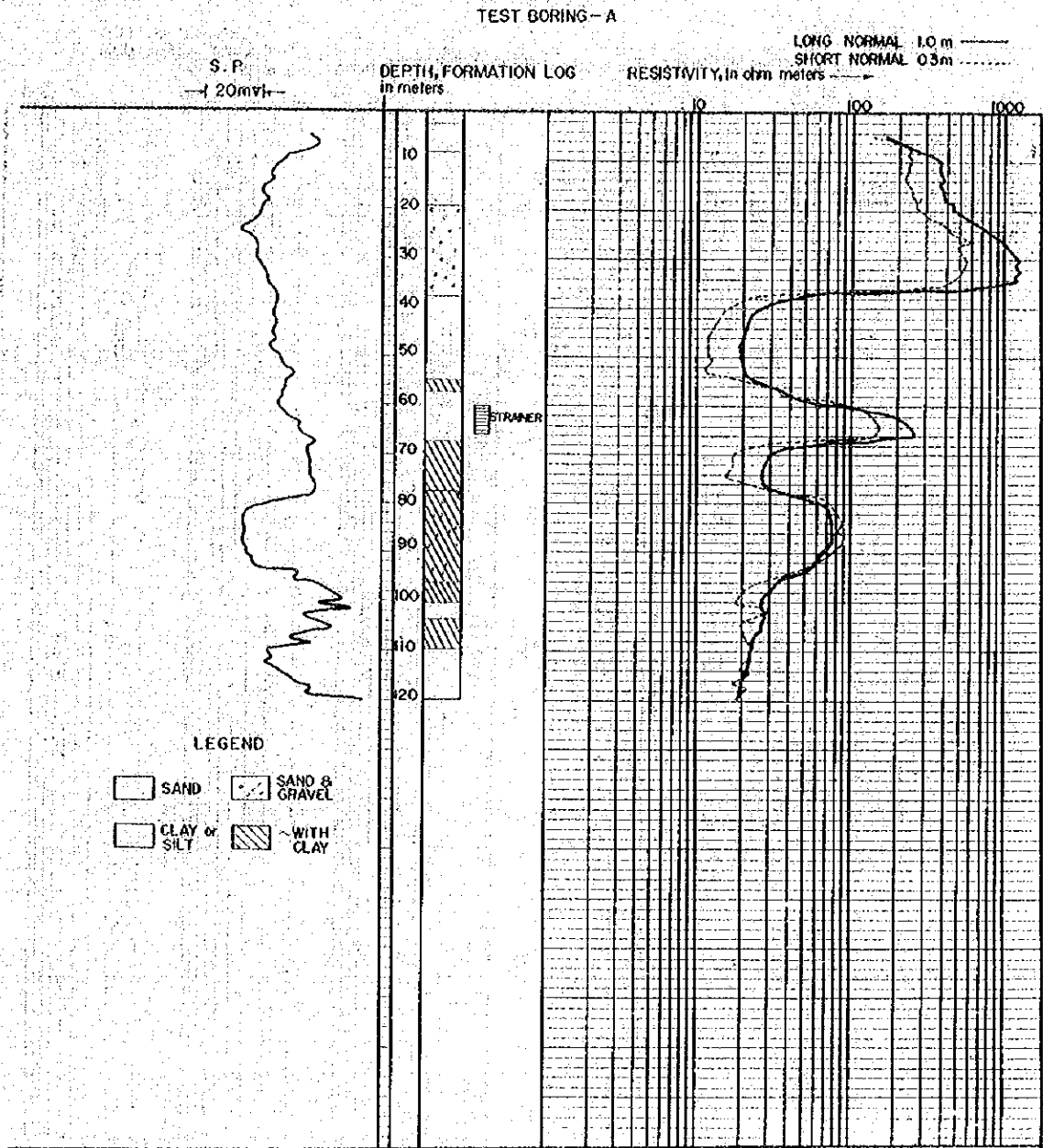


Fig 1.1.7 FORMATION LOG; ELECTRIC LOGGING & SELF POTENTIAL CURVE

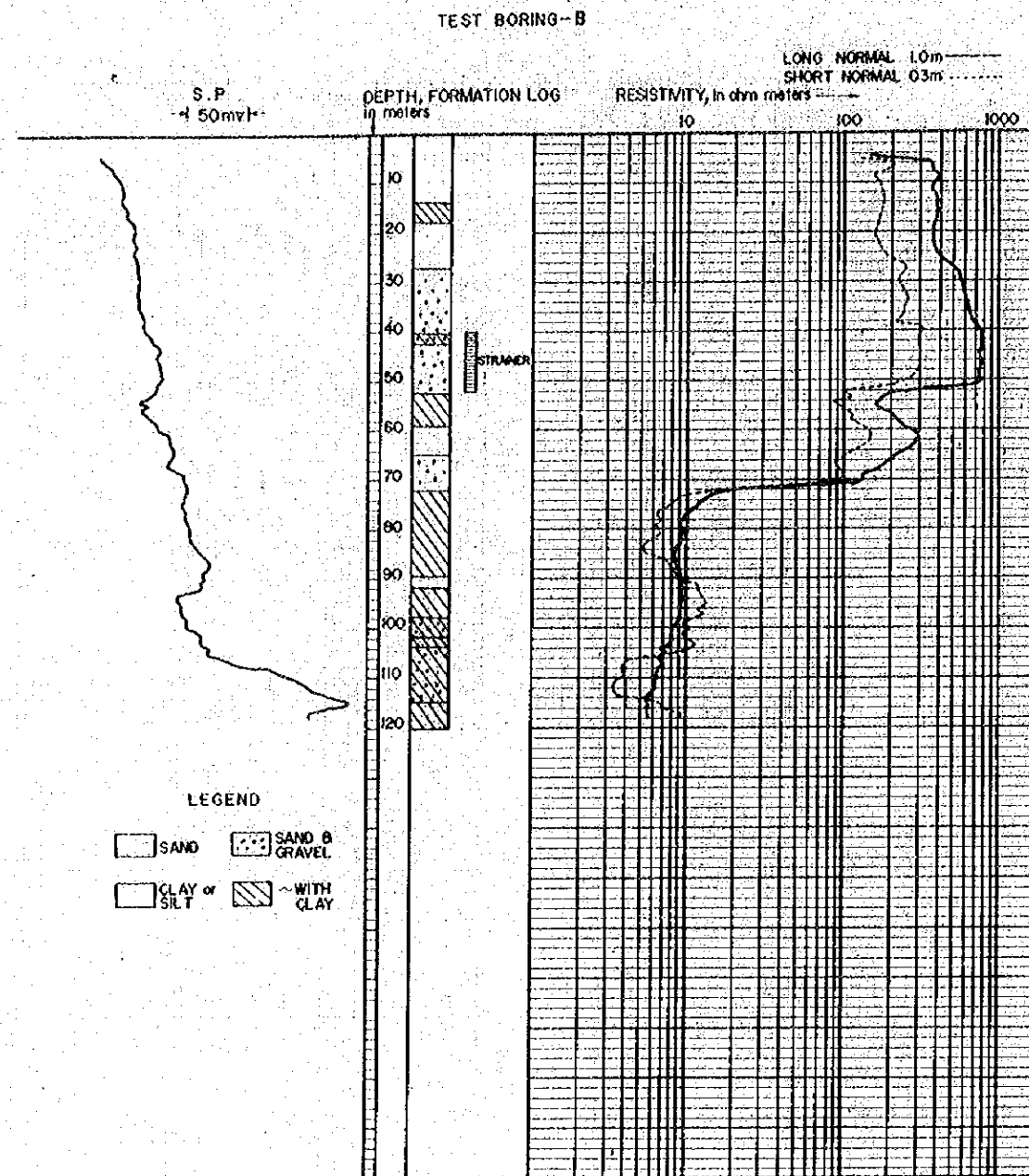


Fig 11.8 FORMATION LOG, ELECTRIC LOGGING & SELF POTENTIAL CURVE

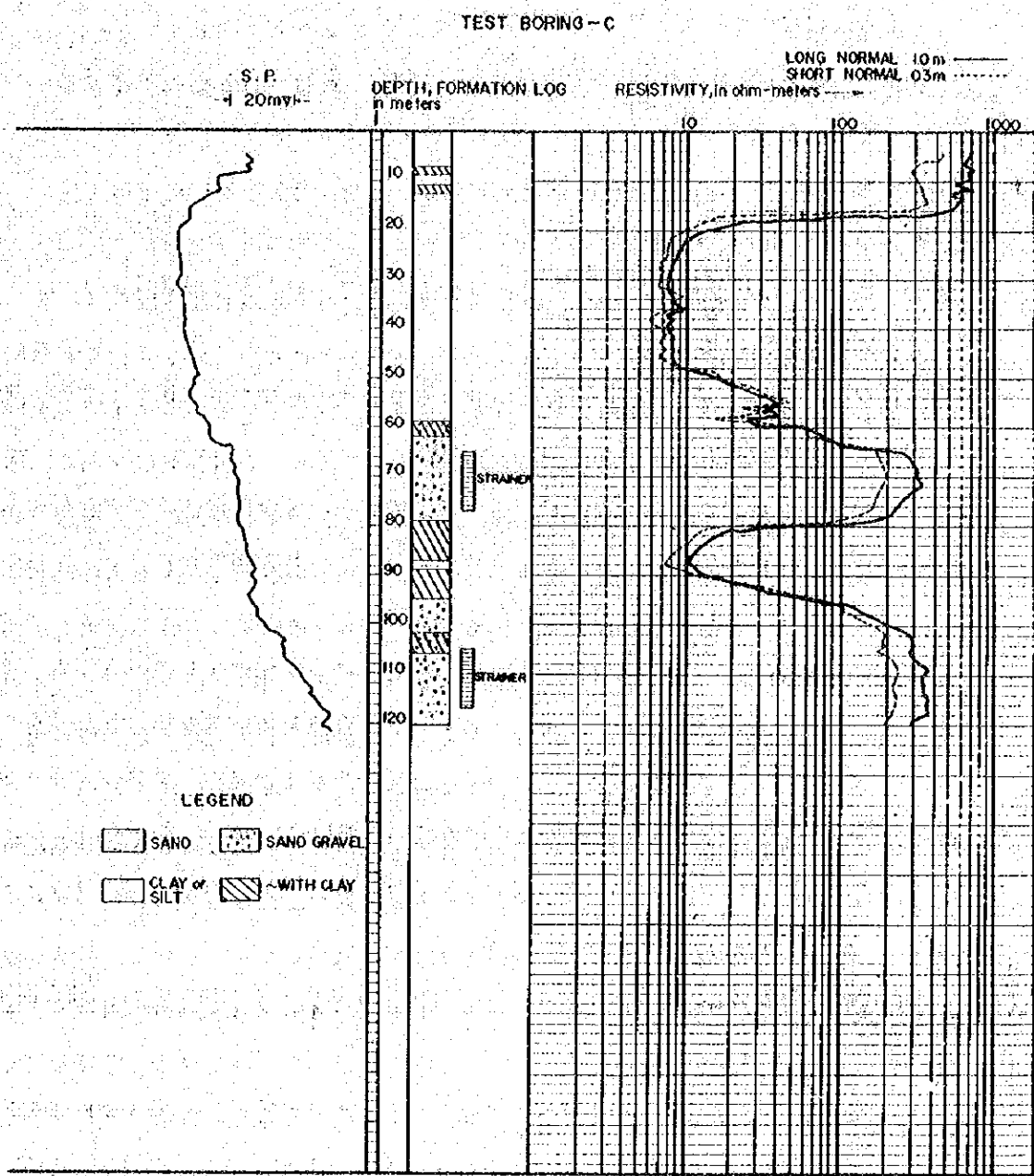


Fig 1.1.9 FORMATION LOG, ELECTRIC LOGGING & SELF POTENTIAL CURVE

#### d. 水質試験

26の水試料について化学分析を実施した。

#### I-1-2 地表電気探査

##### o 探査方法と測定器

探査方法：Wenner 4電極法

測定器：Model ES-G1（交替直流式600V-3Aまで裸電可能）

##### o 測点の配置と測定結果

調査地域を6ブロックに分け、測点総数50点を各々に配分してブロックごとに集中的に探査する方法を採用した。（Fig. 1.1.2参照）

従って、探査範囲は調査地域全般にわたると考えてよい。接地条件は、ほぼ良好であった。

測定結果は $\rho$ -a曲線としてFig. 1.1.4に図示したとおりである。

##### o 解 析

$\rho$ -a曲線の解析は、標準曲線解法ならびに一部、直視法を適用して行なった。その結果はFig. 1.1.5に示すとおりで、それぞれの $\rho$ -a曲線解析結果を比抵抗柱状図として表わしてある。これらの解析結果および $\rho$ -a曲線の形態上の特徴、テスト・ボーリングの結果（Fig. 1.1.6～9）等を参考にして地域の水理地質について述べる。

テスト・ボーリングおよび既設井の資料から作図した地質断面図がFig. 1.1.10～12のGeological Cross Sectionである。

第1層：細粒の砂・粘土よりなり、ところによりラテライト層を含む。地表面下0～20m。

第2層：砂および粗粒の礫よりなりFig. 1.1.12に示すごとくSaigon市内の上部砂礫層と同一層である。地表面下20～30m。ボーリングCの地点では本層を欠いている。

第3層：全域にわたってよく発達した粘土層で、ボーリングC地点では層厚40mにおよんでいる。地表面下30～50m。

第4層：細礫まじり砂層で、本地域の砂礫層の中では一番よく発達していて特に試験井においては層厚45mを示している。地表面下50～90m。

第5層：粘土層。層厚10～20mで第4層と第6層とを区分している。地表面下90～100m。

第6層：細礫まじり砂層。層厚15～20mでボーリングB地点では欠けている。地表面下100～120m。

第7層：揚水井で確認されている粘土まじりの砂層で地表面下120m以深に分布する。

$\rho - a$  曲線の解析結果から、調査地域の大部分においては深度10mから70mの間で層厚30～50m、比抵抗300～1000  $\Omega - m$  の砂礫層と推定される地層がほぼ連続的に存在することがわかった。しかし、測点 $\#45 \sim \#48$ では解析上3層に区分できるが、全体に層比抵抗は50  $\Omega - m$  以下と非常に低い値を示している。これらの $\rho - a$  曲線は、形態上その他の曲線群とまったく異った傾向を示している。その理由は、この地点が新沖積層に属する湿地帯の中にあるため、その表層部分に当たる泥質土壌の影響が $\rho - a$  曲線に強く現われ、下部層の比抵抗が全体の見掛け比抵抗に反映されていないためと考えられる。

調査地の東南部における測点 $\#1 \sim \#6$ では深度1～20mに比抵抗400～700  $\Omega - m$  の砂礫相当層がありその下部に層厚40～80mの比抵抗30  $\Omega - m$  以下の粘土層があるものと推定される。これをテスト、ボーリング(C地点)で確認したところ、層厚40mの非常に発達した粘土層であることがわかった。しかし、その下部には60～80mおよび100～120mの深度に高比抵抗を示す砂礫層が存在している。この砂礫層が $\rho - a$  曲線上に現われていない原因は、 $\#45 \sim \#48$ の場合と同様に上部の厚い粘土層の影響が強いためであろう。これら $\#1 \sim \#6$ の $\rho - a$  曲線も他の曲線群と明らかに区別できる形態を示している。

全般に、帯水層となり得る砂礫層は地域の西側では浅部(深度60m前後まで)に発達し東側では深部に発達している。

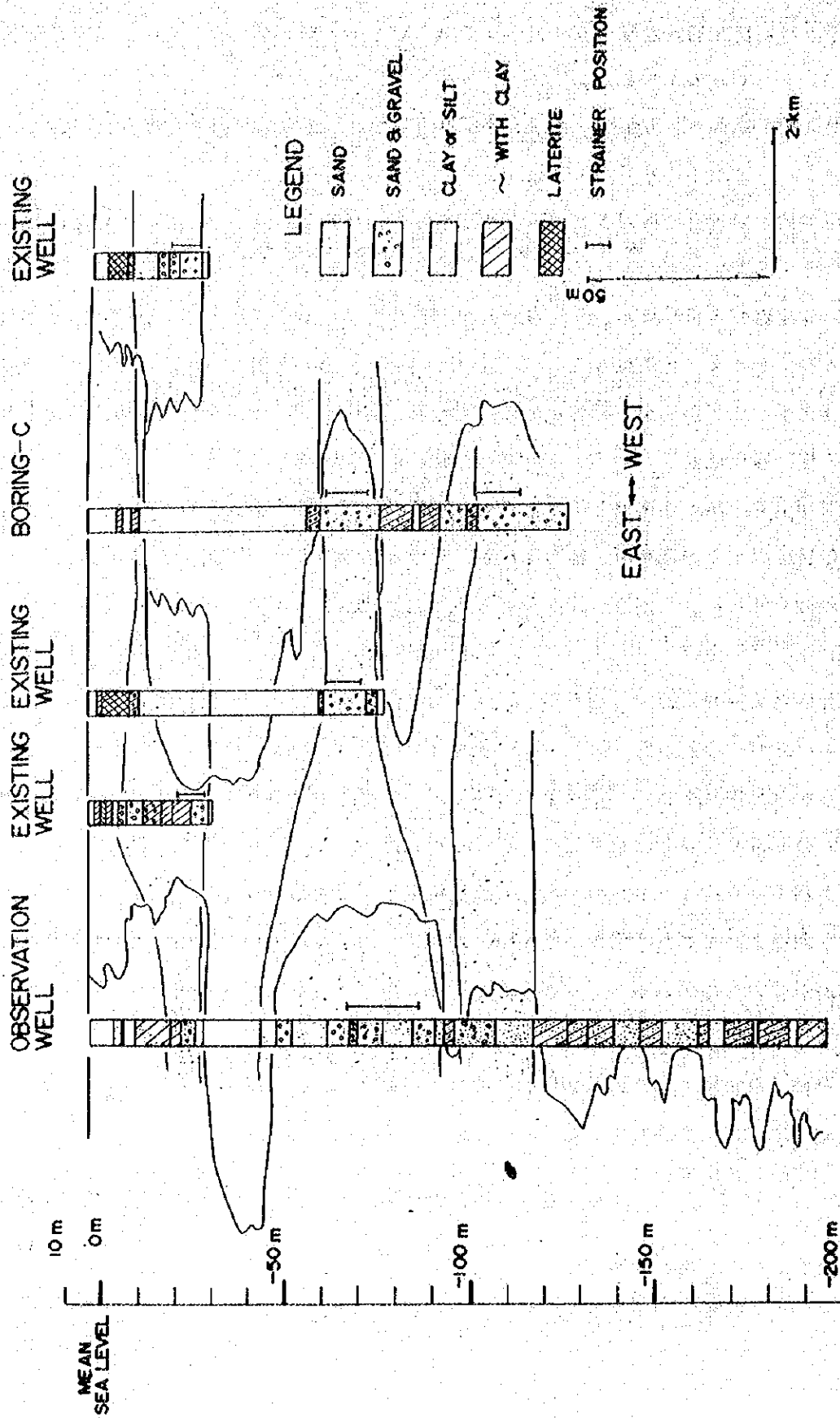


Fig 1.1.10. GEOLOGICAL CROSS SECTION - 1



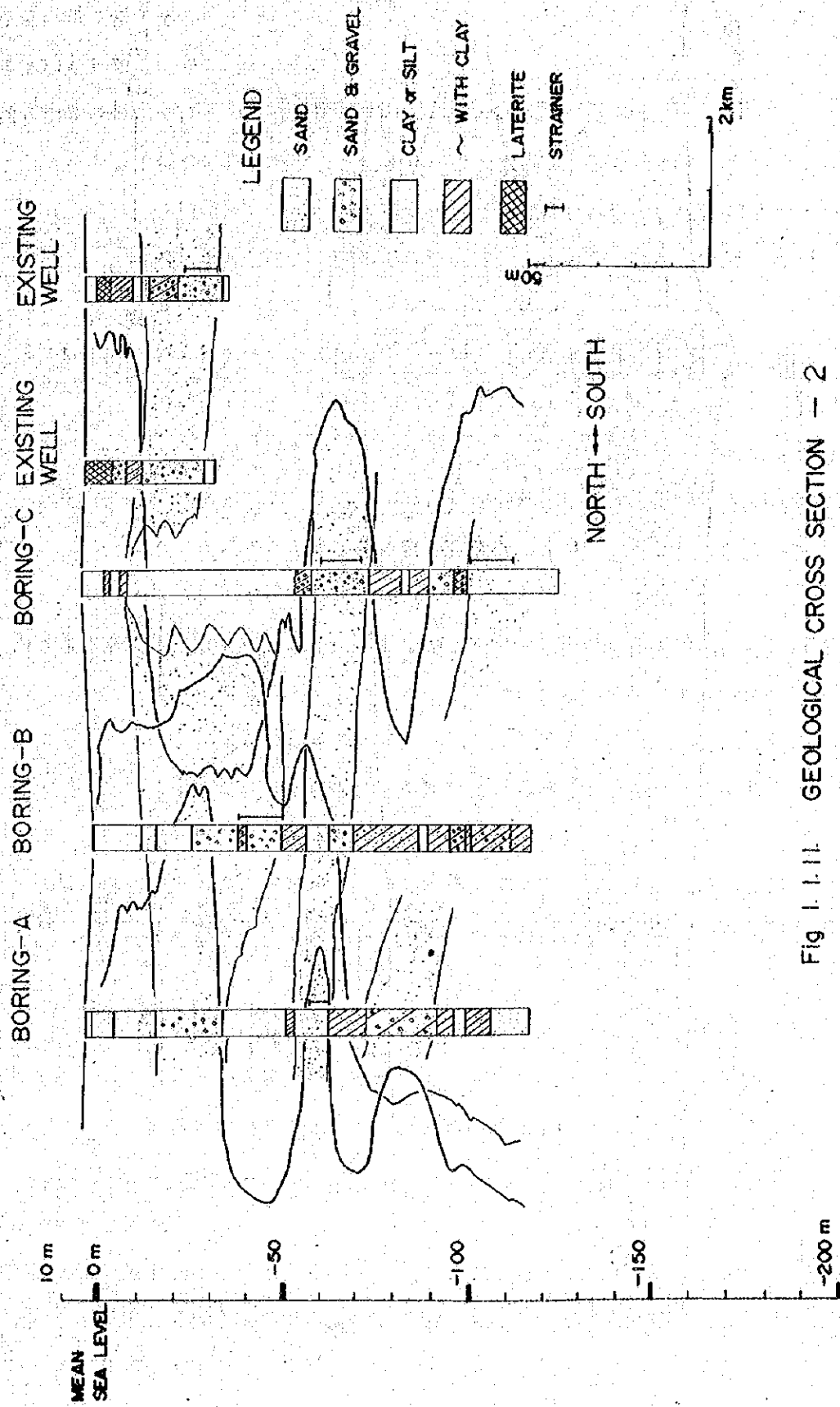


Fig 1.1.11. GEOLOGICAL CROSS SECTION - 2

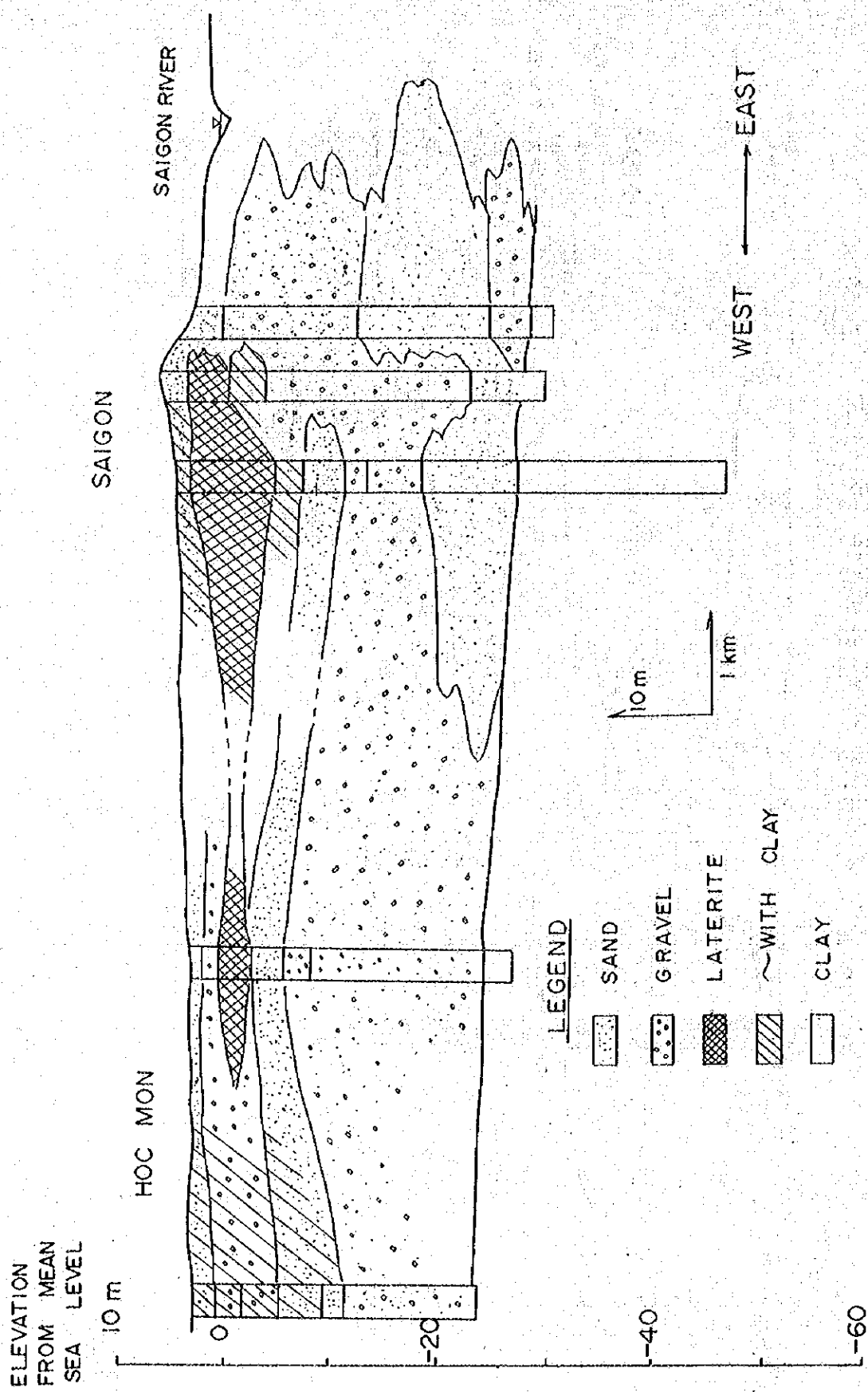


Fig 1.1.12 GEOLOGICAL CROSS SECTION - 3

### I-1-3 帯水層

#### ○ 帯水層の分類と分布

調査地域の帯水層は次のように区分される。(Table 1.1.1 参照)

第1帯水層：細粒の砂、粘土よりなる自由面帯水層で、前述の第1層に相当する。調査地域においては、本層に達した掘井戸が数多く、生活用・かんがい用の水源としてよく利用されている。本層の平均層厚は20～25mである。

第2帯水層：砂・礫を主体とする被圧帯水層で前述の第2層に相当する。Fig. 1.1.2に示すように、Saigon市内に掘られた旧上水道水源井の採水層に相当する。本層の厚さは10～25mである。第1帯水層との間には明確な不透水層となるべき地層が存在しないために相互の水理的なつながりは強く、後述するように、水質の特徴は第1帯水層のそれとほぼ同等である。テスト・ボーリングC地点では本層を欠いている。

第3帯水層：細礫まじりの砂層で、被圧帯水層で前述の第4層に相当する。調査地域内では現在のところほとんど未開発の帯水層で層厚10～45mを示し、特に揚水井の地点では45mと厚く発達している。Fig. 1.1.10～11で示すように本層は地域全般にほぼ連続的に分布し、第2帯水層とは不透水層(粘土層)によって明確に分けられている。

第4帯水層：本層も被圧帯水層で、層相は第3帯水層と同じで前述の第6層に相当する。厚さは15～20mと第3帯水層に比較して薄い。地域の西側に掘られたテスト・ボーリングBの地点には本層は分布していない。第3帯水層とは厚さ5～10mの不透水層(粘土層)によって区分される。

第5帯水層：本層は揚水井の地点においてのみ確認された深部の帯水層で、前述の第7層に相当する。孔内電気検層の結果から判断して塩分等を含むことが推測される。

#### ○ 帯水層の水理定数

第3帯水層を採水層とした揚水井の完成後、14m離れた位置にある観測井(Fig. 1.1.1.3 参照)を利用して揚水試験を実施した。揚水試験の内容は、帯水層試験として定量降下試験(48時間、揚水量2,940、4,360 cmd)と回復試験(各定量降下試験に引続

Table I.1.1.1 Aquifers, Hoc Mon

	Thickness in meters	Test Well	Depth in range*		
			Boring A	Boring B	Boring C
1st Aquifer	15 - 25	0 - 20	0 - 20	0 - 25	0 - 15
2nd Aquifer	10 - 25	20 - 30	20 - 35	25 - 50 S (40 - 52)	---
3rd Aquifer	10 - 45	50 - 95 S (70 - 90)	55 - 65 S (60 - 66)	55 - 70	60 - 80 S (65 - 77)
4th Aquifer	15 - 20	105 - 120	75 - 95	---	108 - 122 S(105 - 117)
5th Aquifer	30	130 - 160	---	---	---

N.B. S: Elevation of strainer

\*: Expression in meters below land-surface

きそれぞれ8時間)、および段階試験(揚水量415~4360 cmdで10段階、各4時間)である。

### 帯水層試験

水理定数の計算にあたっては下記の非平衡式を採用した。

非平衡式の基本公式は

$$T = \frac{0.0796Q \cdot W(u)}{s}$$

$$S = \frac{4T \cdot t}{1440r^2 \cdot (1/u)}$$

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_0^\infty \frac{e^{-u}}{u} du$$

$$u = \frac{r^2 s}{4T \cdot t}$$

$$T = kd$$

- ここで
- s : 水位降下、m
  - Q : 揚水量、cmd / min
  - r : 揚水井と観測井の距離、m
  - t : 揚水時間、min
  - T : 透水量係数、cmd / m
  - S : 貯留係数
  - k : 透水係数、cm / sec
  - d : 帯水層の厚さ、m
  - W(u) : Wenzel の井戸関数

揚水試験によってえたデータを上式に代入すると ( Fig. 14 参照 )

$$T = \frac{0.0796 \times 2940 \times 10}{1.44} = 1625 \text{ cmd/m}$$

$$S = \frac{4 \times 1625 \times 4.2}{1440 \times 14^2 \times 10^2} = 9.7 \times 10^{-4}$$

$$k = \frac{1625}{20 \times 86400} = 9.4 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

と求められる。

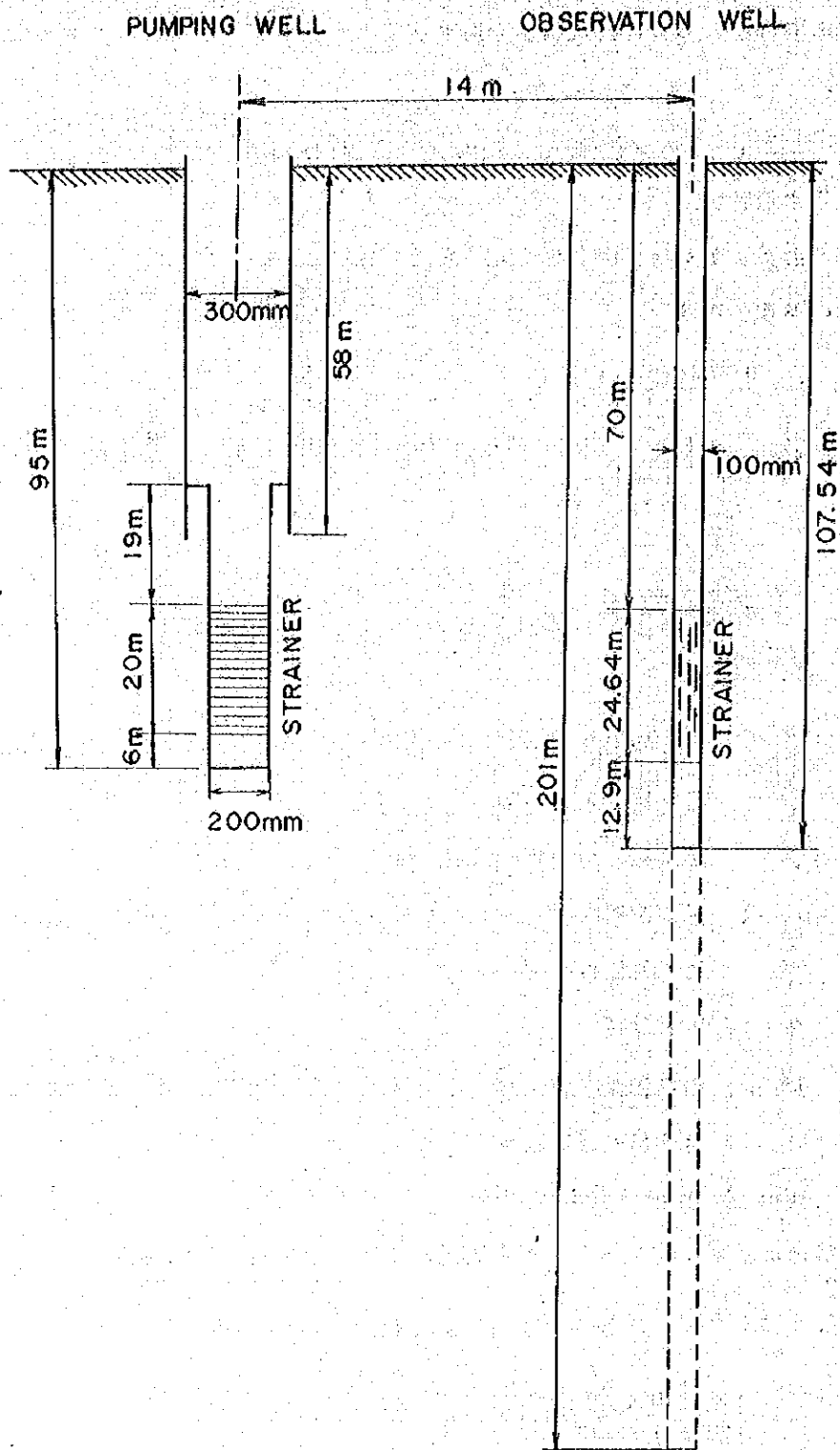


Fig. I. I. 13 TEST WELLS

Drawdown, in meters

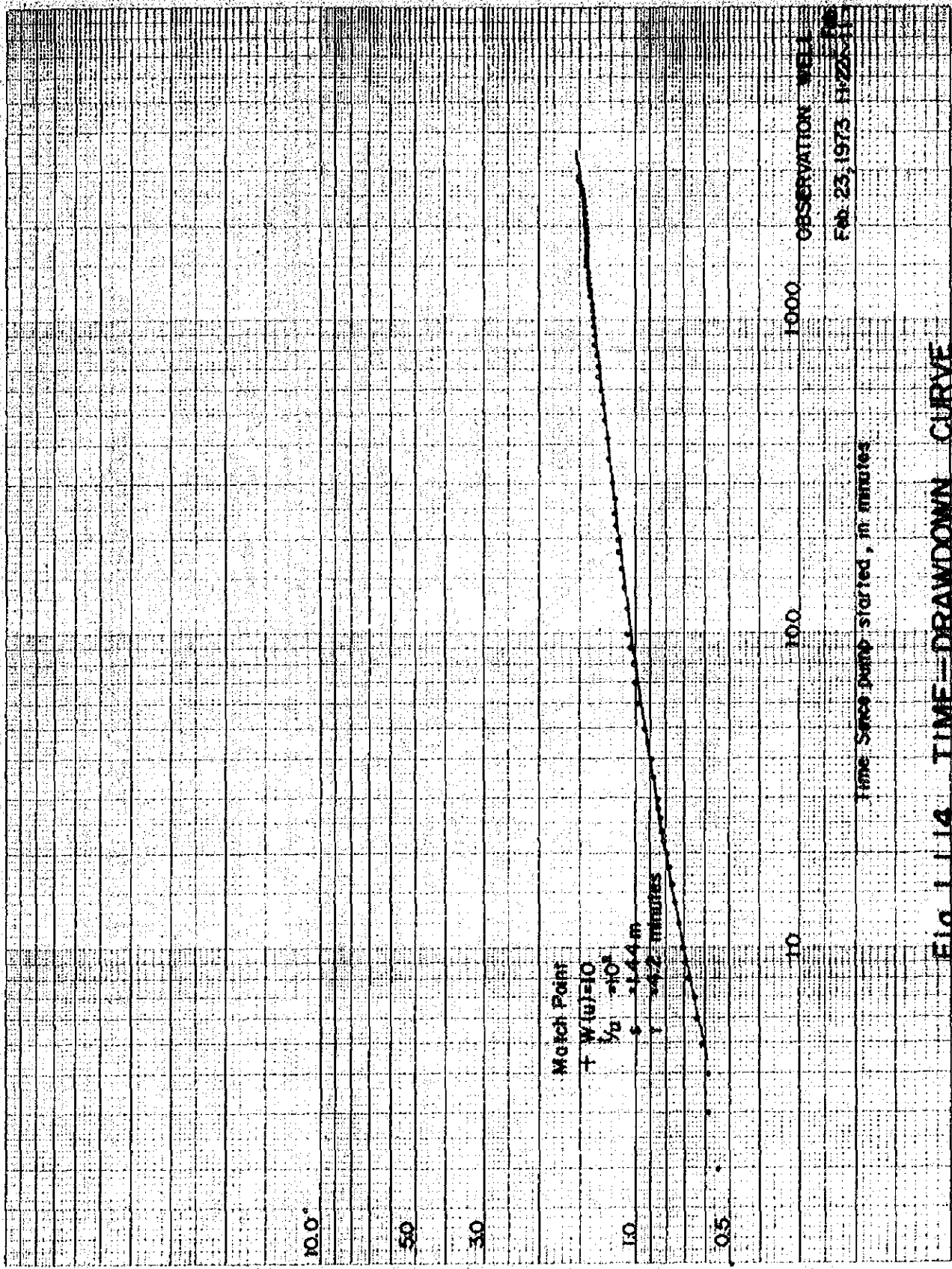


Fig. I-14 TIME-DRAWDOWN CURVE

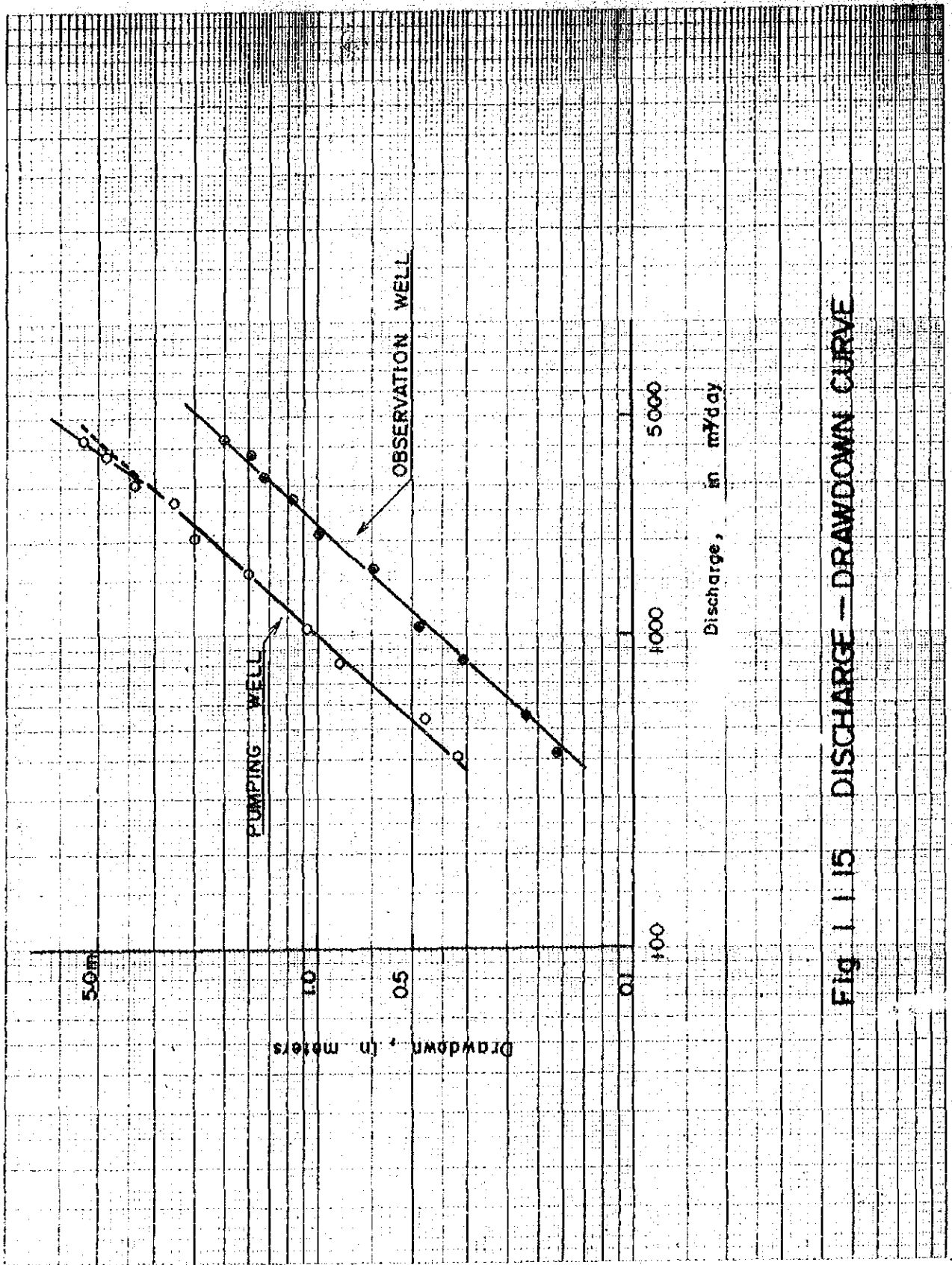


Fig. 1.1.15 DISCHARGE - DRAWDOWN CURVE



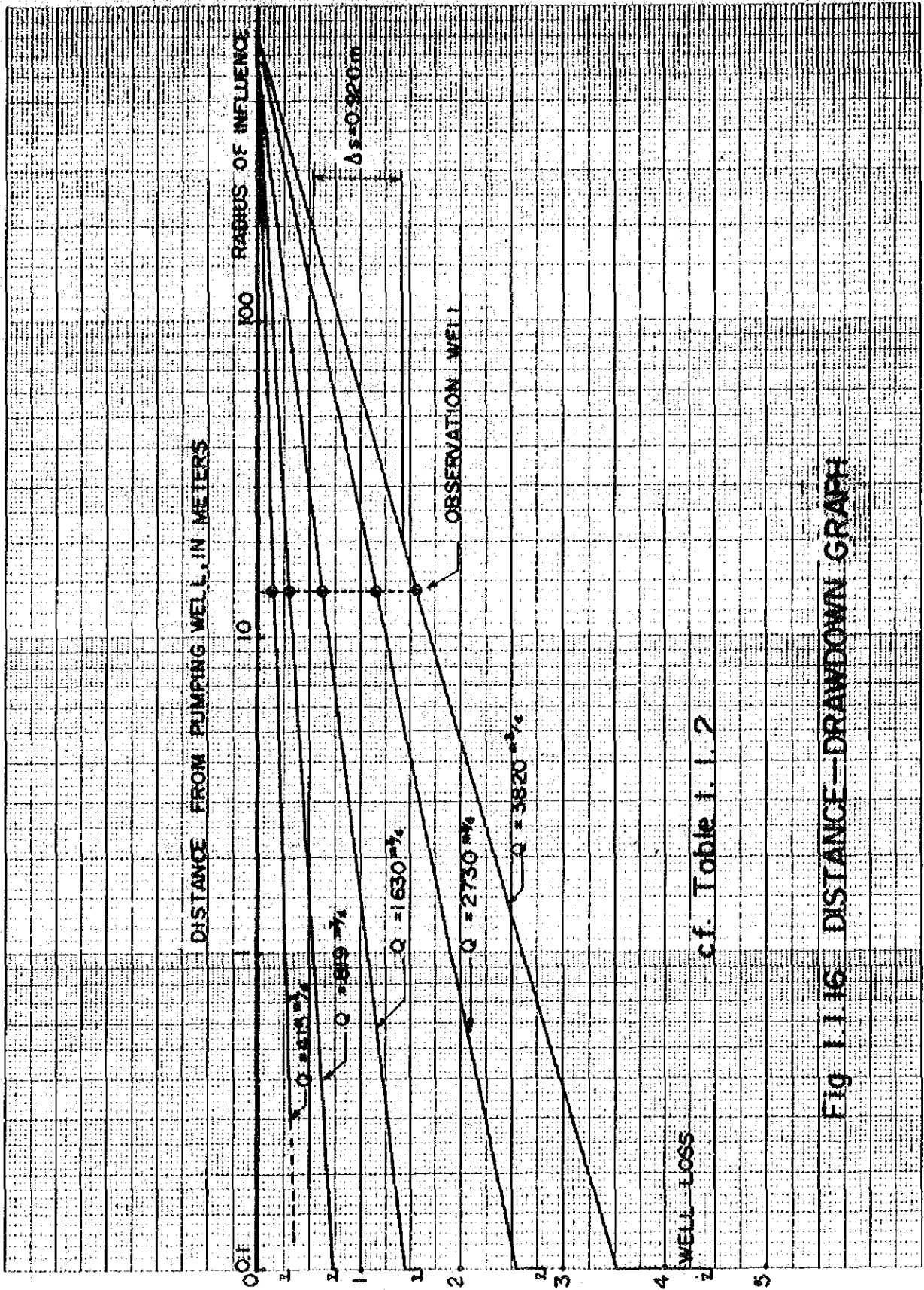


Table 1.1.2 Distance-Drawdown Test after Pumping for 240 minutes

Discharge, cmd	Drawdown, meters		Values of $\Delta s$ , meters
	pumping well	observation well	
1st day Q1 = 415	0.35	0.18	0.100
Q2 = 546	0.45	0.22	
2nd day Q3 = 819	0.82	0.34	0.197
Q4 = 1090	1.07	0.48	
3rd day Q5 = 1630	1.64	0.65	0.392
Q6 = 2180	2.39	0.96	
4th day Q7 = 2730	2.84	1.19	0.657
Q8 = 3270	3.68	1.43	
5th day Q9 = 3820	4.47	1.58	0.920
Q10 = 4360	5.36	1.95	

## 段階試験

揚水井における限界揚水量は、Fig. 1.1.1.5の discharge-drawdown curve から約 3,000 cmd と求められる。この時の水位降下は 3 m である。これはまた Fig. 1.1.1.6 の distance-drawdown graph に示したウエルロス（ケーシング・パイプ内側の水位と外側の水位との差）が限界揚水量を越えると急に増加していることから見ても明らかである。また同グラフにおける理論上の影響圏半径は揚水量 2,730 cmd の割合で揚水開始後 4 時間で約 600 m となる。

揚水量を水位降下で割った値は比湧出量で、水位降下 1 m 当たりの井戸湧出能力の比較に用いられる。本揚水井における比湧出量は約 1,000 cmd/m である。

注) 限界揚水量とは、揚水中、井戸のストレーナーに隣接する帯水層において乱流が発生するときの水量である。

## I-1-4 水 質

### ○ 成分の特徴

揚水井、観測井、テスト・ボーリング、既設井、それに湿地帯の水を加えて合計 26 の水試料について水質分析を実施した。その結果は Table 1.1.4~6 の水質分析一覧表に示した。主成分の特徴は下記のとおりである。

pH : 本地区の水は地表水、地下水ともすべて酸性を示す。第 3 帯水層は pH 5~6 を示すが、エア・リフトで揚水したものは pH が比較的高い。これに対して試料 No. 4 の湿地帯の水は pH 3.35 を示し R pH もほとんど同じである。No. 4 の近くのテスト・ボーリング B は、第 2 帯水層より採水しているが、エア・リフトで揚水したにもかかわらず pH は低い。従って第 3 帯水層以深の水は炭酸による酸性、地表水は硫酸塩による酸性土壌がその原因と考えられる。

Fe<sup>2+</sup> : 鉄分は一般に 0.3~0.5 ppm の範囲で検出されている。これは Saigon 市内にある旧水源井のそれよりは低い値である。

Cl<sup>-</sup> : 試料 No. 3 から比較的高い値で検出されている。これは人為的汚染によるものと考えられ、他の試料からはほとんど検出されていない。

SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> : 全般に高い値を示しており、しかも深度が増すほど値が大きくなる。分析値は、30~60 ppm の範囲にある。

総硬度： 0.5 ~ 2.9 ppm の値を示す。これは日本の地下水に比較すると極めて低い。

導電率：  $5.3 \sim 7.8 \times 10^{-6}$   $\Omega/\text{cm}$  である。導電率が低いことは、地下水に溶存成分が少ないことを意味する。

#### o 水質組成

水質分析の結果を key-diagram (Fig. 1.1.17) に図示すると、第3帯水層は炭酸ナトリウム型に属することがわかる。これは一般に比較的深い被圧された地下水の示す型である。No. 4 の湿地帯の水は非炭酸ナトリウム型で海水と同類の型になるが、Cl<sup>-</sup>よりも  $\text{SO}_4^{2-}$  が圧倒的に多く含まれているので  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  型の水である。

key-diagram からもうひとつ注目すべき点は、試料No. 9 (ボーリングB) が試料No. 6 (深度 8.4 m) と同一のグループに属することである。これは第1帯水層と第2帯水層とが水質的には同一のグループであることを意味する。

Hoc Mon の街へ給水している既設の浅井戸から採取した水に対し、小規模の処理実験を行なった。主眼は pH 調整のみである。

詳細は次に述べる。

#### pH 調整実験

##### 曝 気

試料を 100 ml だけ 100 ml のビーカーに取り、空気を二連球で送り込む。

pH 値は pH メーターで直読する。

##### 薬品注入

乳化した水酸化カルシウム、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を用いる。(蒸留水を  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  100mg に注ぎ、全量を 100 ml とする。) 乳化液 1 ml は  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  1 mg に等しいことになる。

100 ml の試料をビーカーにとり、上述の液を滴加する。その間、試料をスターラーでかく拌する。pH 値は pH メーターにより直読する。

試料は Hoc Mon にて、1973年3月29日採取された。

Table 1.1.3 Water Quality Standards for Drinking Water

Substance	WHO	JAPAN	USA	WHO for Europe
Coliform groups	less than MPN 10	never detected in 50 ml	positive samples: less than 10% in a month	less than 15 samples in 100 samples (100ml)
Number of bacteria	-	less than 100	-	-
Odour	-	unobjectionable	3°	-
Taste	-	"	unobjectionable	-
Colour	-	5°	120°	-
Turbidity	-	2°	5°	-
Total solids	-	500	500(1,000)	-
pH range	7.0-8.5 unit	5.8-8.6 unit	-	-
Total hardness	100-500 *	300 *	-	100-500
KMnO <sub>4</sub> consumed	10	10	-	-
Chloride	200	200	250	350
Sulphate	200(400)	-	250	250
Ammonia nitrogen	0.5	never detected at the sample	-	0.5
Nitrite nitrogen	-	"	-	-
Nitrate nitrogen	40(80) **	10	45 *	5.0
Iron	0.3(1.0)	0.3	0.3	0.1
Manganese	0.1(0.5)	0.3	0.05	0.1
Fluorine	1.0(1.5)	0.8	0.6-1.7	1.5
Lead	0.1	0.1	0.05	0.1
Arsenic	0.2	0.05	0.01(0.05)	0.2
Selenium	0.05	-	0.01	0.05
Chromium	0.05	0.05 **	0.05 **	0.05
Copper	1.0	1.0	1.0	0.05
Zinc	5.0(15.0)	1.0	5.0	5.0
Phenol	0.001(0.002)	0.005	0.001	0.001
Mercury	-	-	0.05	-
Barium	-	-	1.0	-
Cadmium	-	-	0.01	0.005
ABS	-	-	0.5	-
Organic Phosphate	-	never detected	-	-
Free residual chlorine	-	less than 0.1	0.05-0.1	-
Magnesium	50(150)	-	-	-
Calcium	75(200)	-	-	-
Radioactivity	α-ray 1 μuc/1 β-ray 10 μuc/1	-	Ra <sup>226</sup> 3 μuc/1 a year Sr90, 10 μuc/1 a year	α-ray 1 μuc/1 β-ray 10 μuc/1

( ): Max. allowable

\*: as CaCO<sub>3</sub>

\*: as CaCO<sub>3</sub>

\*: as NO<sub>3</sub>

\*\* : as NO<sub>3</sub>

\*\* : Sexivalent Cr

\*: Sexivalent Cr

no indication

Cr

( ): Max. allowable

number unit: ppm



Table 1.1.4 WATER QUALITY DATA NO. 1

Sampling Point * (Depth x Diameter)	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ppm	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm	Ca <sup>2+</sup> ppm	Mg <sup>2+</sup> ppm	Na <sup>+</sup> ppm	Fe <sup>2+</sup> ppm	Al <sup>3+</sup> ppm	Mn <sup>2+</sup> ppm	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ppm	Total Hardness ppm ***	Turbid- ity ppm	Conduc- tivity 10 <sup>-6</sup> Ω/cm	Total Residue ppm	Alkalinity P.P. ppm	M.O. ppm	Acidity ppm	Sampling Date
NO. 1** OBSERVATION WELL (110m x 100mm)	6.7	18.3	0	1.5	1.65	63.5	0.1	1.6	0	40.92	0.36	1.32	0	0	0.5	9.7	43.6	68	0	1.5	0	1 Feb. 1973
NO. 2 PUMPING WELL (95m x 200mm)	5.8	15.25	0	t	t	63.5	0.1	2.4	0.72	35.20	0.56	1.70	0	0	0.9	0	43.5	60	0	1.25	0	15 Feb. 1973
NO. 3 EXISTING WELL (2.5m x 600mm)	5.6	9.15	0	64	1.65	22.8	4.6	8.0	0.24	50.40	0.18	0.30	0	0	2.1	0.4	206	172	0	0.75	0	13 Feb. 1973
NO. 4 SWAMP WATER	3.35	0	0	27.4	191.5	5.08	t	9.2	1.45	61.45	1.51	5.21	0.25	1.0	2.9	22.5	508	316	0	0	4.05	28 Feb. 1973
NO. 5 EXISTING WELL (37m x 200mm)	5.4	15.25	0	6.1	t	30.48	0.4	5.6	0.24	17.50	0.42	1.27	0	0	1.5	0.75	40.3	42	0	1.25	0	"
NO. 6 EXISTING WELL (8.4m x 1500mm)	4.6	6.1	0	3.05	0	25.40	t	1.2	0.24	12.90	0.31	1.89	0	0	0.4	0.04	16.3	24	0	0.5	0	"
NO. 7 PUMPING WELL (95m x 200mm)	5.15	18.3	0	t	t	69.85	0.1	0.8	0.97	40.30	0.42	2.34	0	0	0.6	2.5	36.5	59	0	1.5	0	19 Feb. 1973
NO. 8 PUMPING WELL (95m x 200mm)	5.2	18.3	0	t	t	63.5	t	3.2	0.24	38.36	0.38	0.77	0	0	0.9	2	31	53	0	1.5	0	26 Feb. 1973
NO. 9** BORING - B (52m x 100mm)	5.0	6.1	0	6.1	t	25.4	0.1	1.2	0.97	15.90	0.11	0.97	0	0	0.7	8.8	22.6	39	0	0.5	0	8 Mar. 1973
NO. 10** BORING - A (66m x 100mm)	7.0	82.35	0	4.58	4.94	50.8	0.1	8.0	2.18	46.0	0.31	2.94	0	0	2.9	96	111	113	0	0.75	0	1 Mar. 1973
NO. 11** BORING - C (117m x 100mm)	6.2	42.7	0	t	0	63.5	0.1	2.0	2.67	36.1	1.61	3.82	0	t	1.6	6.9	59.3	74	0	3.5	0	15 Mar. 1973
NO. 12** BORING - C (77m x 100mm)	6.5	57.95	0	t	0	63.5	t	4.81	2.67	48.5	0.21	0.37	0	0	2.3	1.8	75	78	0	4.75	0	"

\* See Fig. 1.1.3

\*\* Pumped up by air-lifting

\*\*\* as CaCO<sub>3</sub>

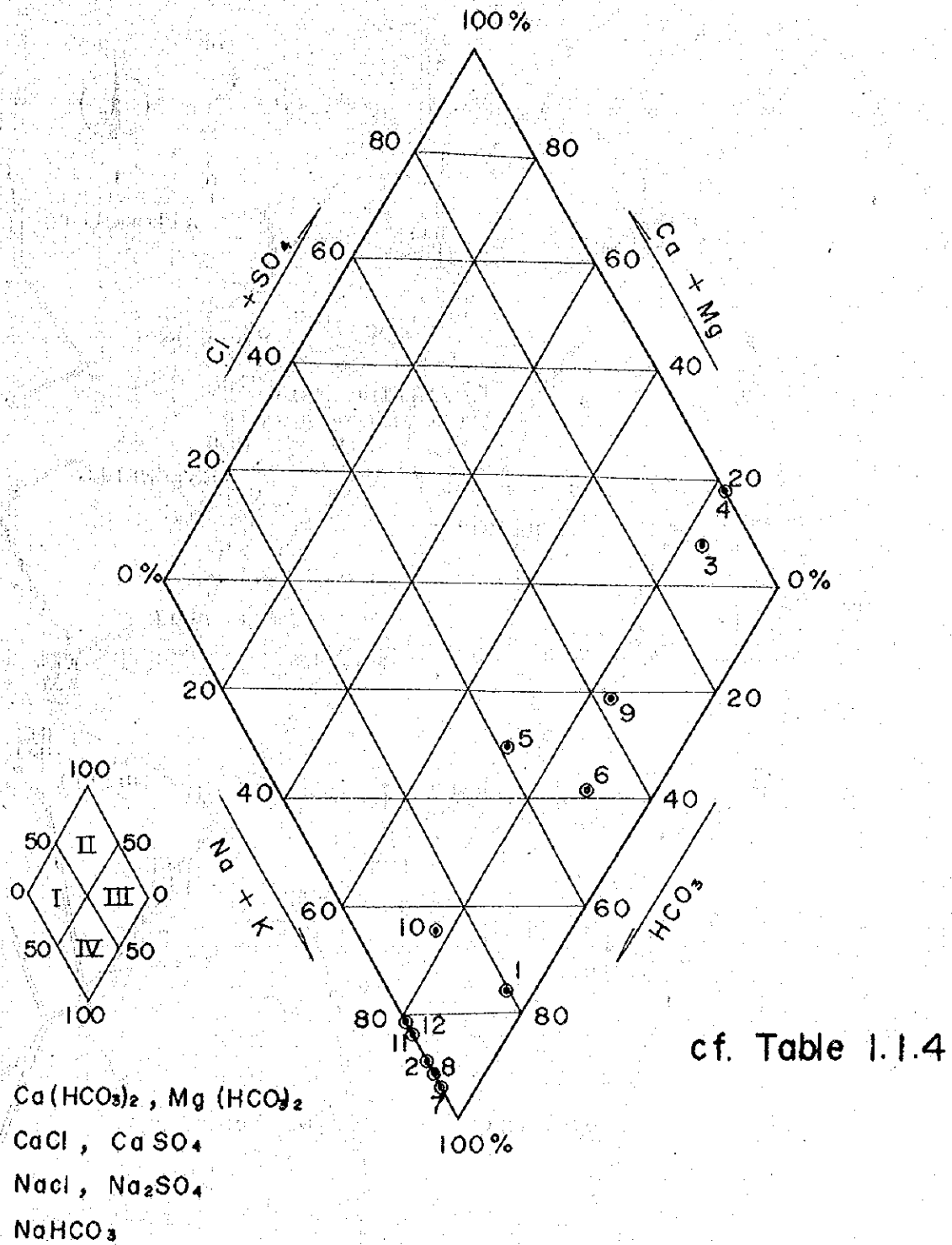


Fig 1.1.17. KEY-DIAGRAM



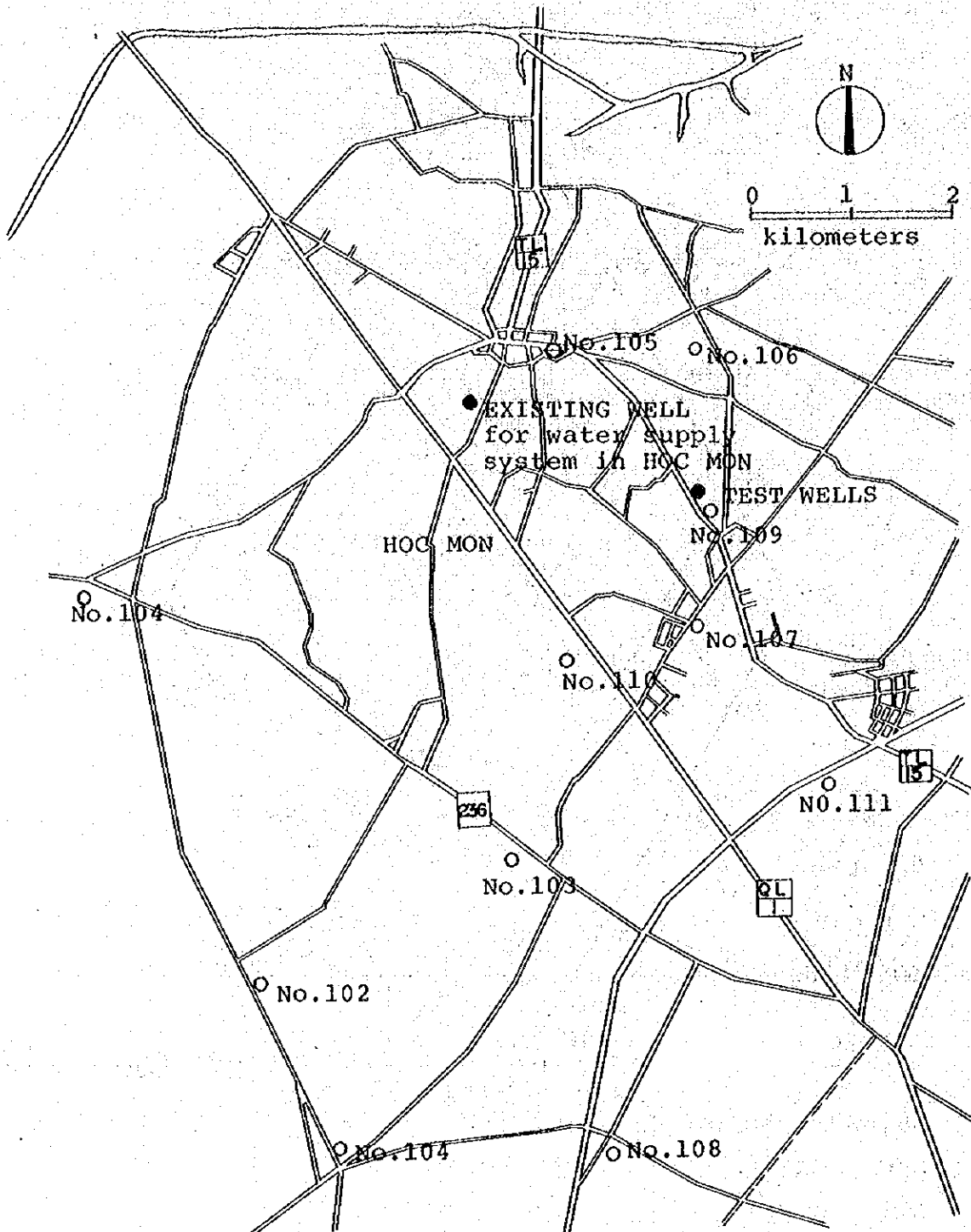


Fig. 1.1.18 SAMPLING POINTS

Table 1.1.5 WATER QUALITY DATA NO.2

NO.	Location	pH	RpH	*Cl <sup>-</sup>	*Fe <sup>2+</sup>	*SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	*Hardness	*Alkalinity	*Acidity	depth of bottom	date
SHALLOW WELLS											
101.	Vinh Thanh	6.1	6.7	106	0.06	1.0	34	domestic	--	-5.0m	19/3/73
102.	"	5.0	6.3	32	0.04	trace	--	irrigation	--	-5.7	"
103.	"	6.2	6.7	36.2	0.13	3	--	irrigation	--	-4.3	"
104.	"	4.2	4.8	78	0.05	5	--	irrigation	--	-2.5	"
105.	Hoc Mon	6.0	7.3	121	0.06	37	--	domestic	--	-5.0	"
106.	"	4.2	5.0	56.8	0.08	5	11	"	--	-7.4	"
107.	"	5.0	6.6	163	0.05	15	--	"	--	-7.5	"
108.	"	5.7	6.9	121	0.18	15	--	"	--	-5.3	"
109.	Near Test well	4.5	5.9	121	0.08	2	12.5	4	31		17/3/73
DEEP WELLS (for pumpint test)											
110.	Near boring C point	4.0	4.4	85	0.05	1	20	0	--		"
111.	Hoc mon	5.2	7.6	16	0.7	--	9	7	--		"
	Pumpint Test Well	5.3	7.6	--	0.4	--	3	21	--		** Specific conductivity 54 24/2/73
"		5.5	7.2	8	1.5	--	5	26	60	70	14/2/73
	Observation Well (air lift)	6.2	6.7	9.2	0.5	--	4	21	13	--	6/2/73

cf. Fig. 1.1.18 SAMPLING POINTS

unit: \* ppm  
 \*\* 10<sup>-6</sup> U/cm

Table 1.1.6 WATER QUALITY OF SHALLOW WELL IN HOC MON

ITEM	VALUE
Temperature of Water at the time of analysis	23.7°C
pH	4.9
Colour	clear, no colour
Turbidity	0.0 ppm as CaCO <sub>3</sub>
Conductivity	21 × 10 <sup>-6</sup> Ω/cm
H-Alkalinity	1.1 ppm
Acidity	51.6 ppm
Total Hardness	nil
Chloride ion	6.00 ppm by the method of Mohr(Silver Nitrate)
KMnO <sub>4</sub> consumed	0.95 ppm
Nitrogen Nitrate	0.012 ppm
Nitrogen Ammonium	nil
Total Iron	0.21 ppm
Manganese	0.04 ppm
Sulfate	nil

cf. Fig. 1.1.18 SAMPLING POINTS

sampled at the existing well for water supply system in Hoc Mon  
on 29th March, 1973.

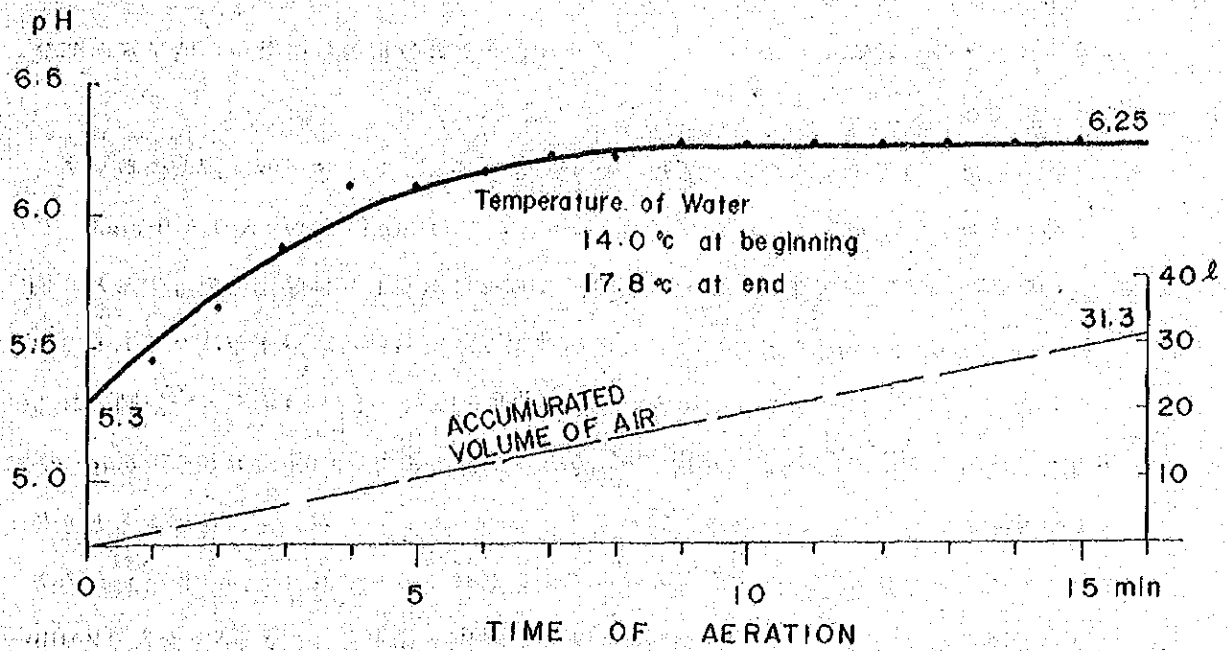


Fig 1.1.19 pH ADJUSTMENT BY AERATION

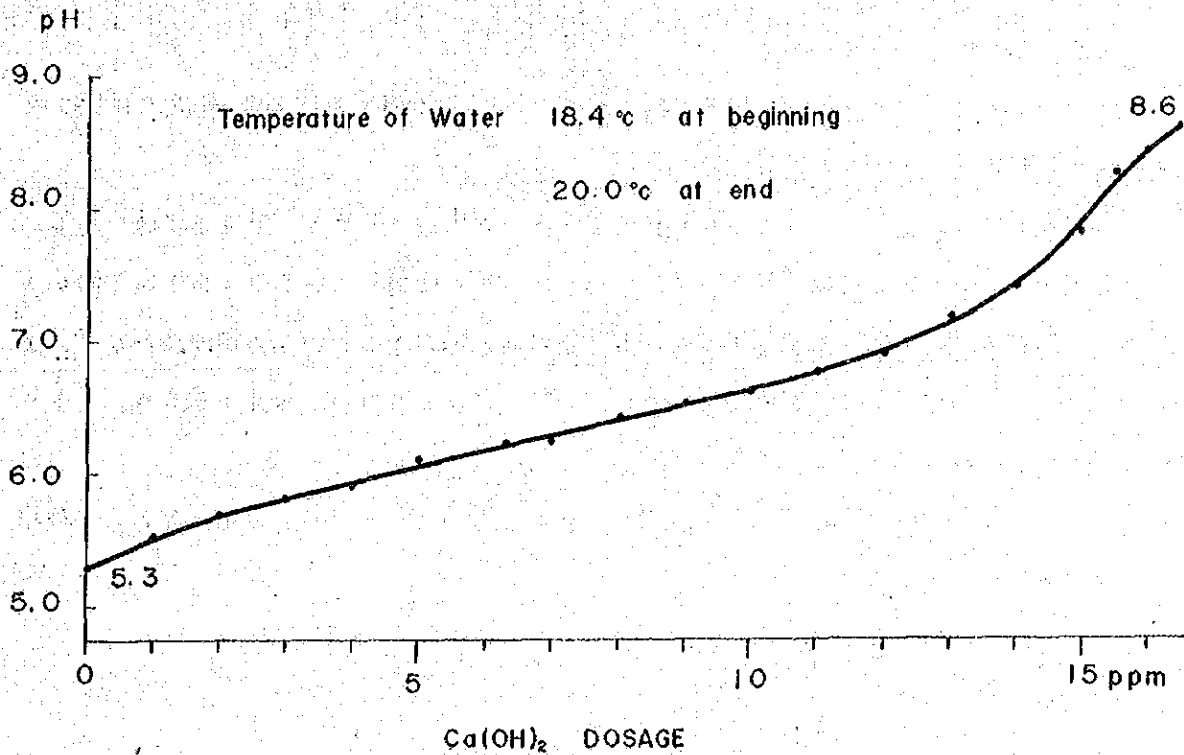


Fig 1.1.20 pH ADJUSTMENT BY CHEMICAL

## I-1-5 地下水開発の可能性

地表電気探査、揚水試験、テスト・ボーリングおよび水質分析等の結果から地下水の開発可能性について述べる。

揚水試験の結果、第3帯水層の水理定数は透水係数  $9.4 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 、貯留係数  $9.7 \times 10^{-4}$  で井戸の限界揚水量※(critical discharge of well)は約3,000 cmd である。これに基づいて調査地域およびその周辺に井戸を平均500 m間隔で配置すると、面積約150 sqkmの範囲で約70本の掘さくが可能で本地域における総揚水量は210,000 cmd となる。持続的な地下水取水量は安全揚水量※※(safe yield)によって規制されるべきである。すなわち、Saigon市が約25 sqkmの面積で60,000~80,000 cmdの地下水を採取していた頃は、水位の連続的な低下は発生しなかったが、それを越えると水位の異常低下による水質悪化(塩水汚染)の傾向があらわれ150,000 cmd程度になるとその傾向が顕著になったという。これから推定すると、安全揚水量は、1 sqkmあたり2,400~3,200 cmdであるが、Hoc Mon地区での地下水開発計画では(210,000 cmdを150 sqkmの範囲で採取するのであるから)1 sqkmあたりの揚水量は約1,400 cmdと前記よりもさらに小さい値になる。

従って、210,000 cmdの地下水取水量はSaigon市内における旧水道水源井の取水状況から推測しても過大な数値ではない。

本地域において取水対象となる主帯水層はI-1-3で述べた第3、第4帯水層である。第2帯水層は水質分析の結果住民が生活用、かんがい用に使用している第1帯水層と同じ水層と考えられるので、同層から採水すると第1帯水層に影響するという点が問題となり、また、第5帯水層の採水には水質的問題がある。井戸は口径300 mm、深度150 m、ストレーナーの長さを約25 mとした構造とする。

なお、地下水の水質はpHが低く鉄分が多い特徴をもっているので、水道水源として使用するには水質の調整が必要である。

※ 限界揚水量……… I.1.3帯水層、段階試験を参照のこと。

※※ 安全揚水量………安全揚水量とは水の枯渇をまねかないで継続して採水可能な地下水の量を意味する。

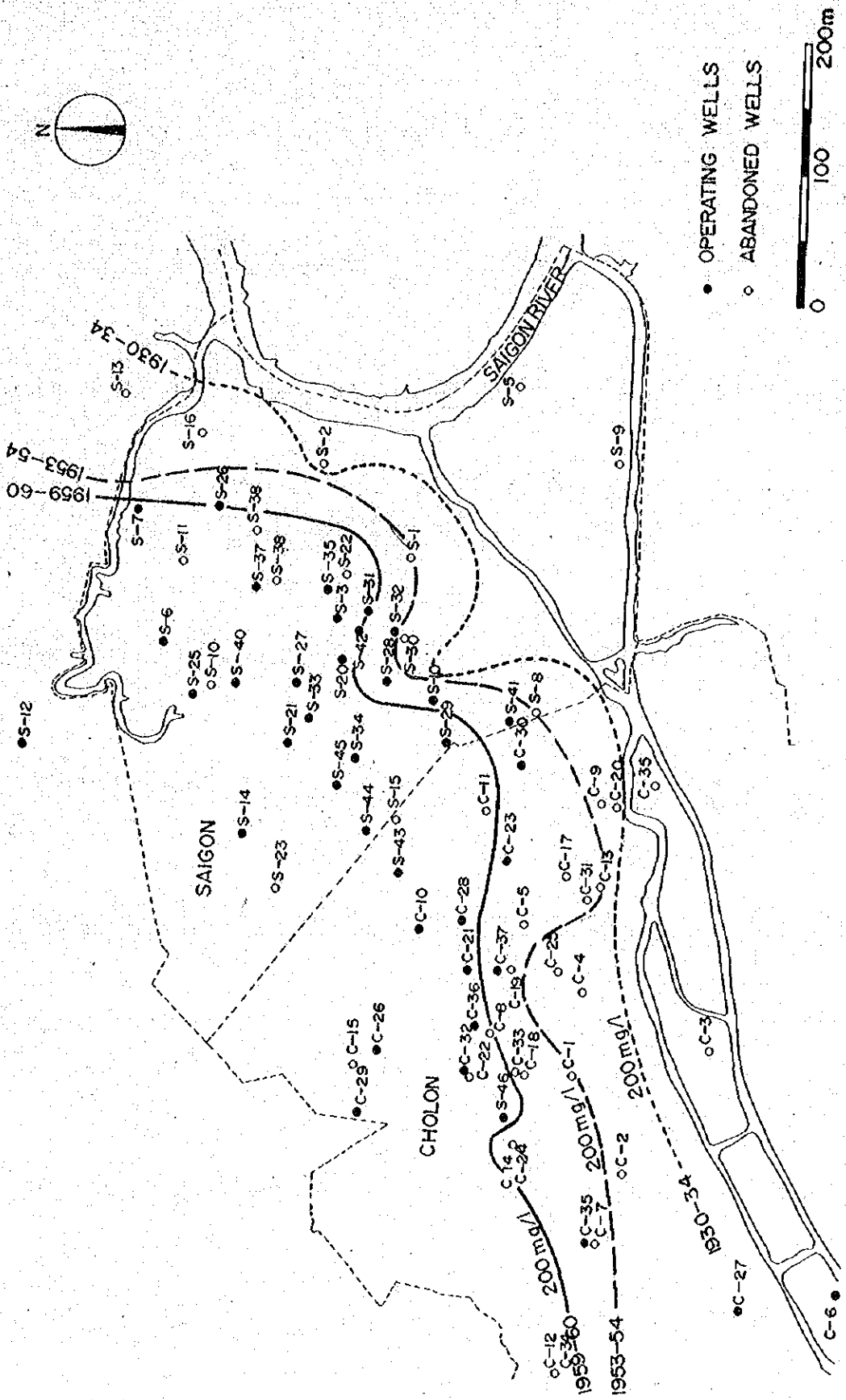


Fig 1. I. 21 SALT CONTENT OF SAIGON-CHOLON GROUND WATER



I - 2 SAIGON川



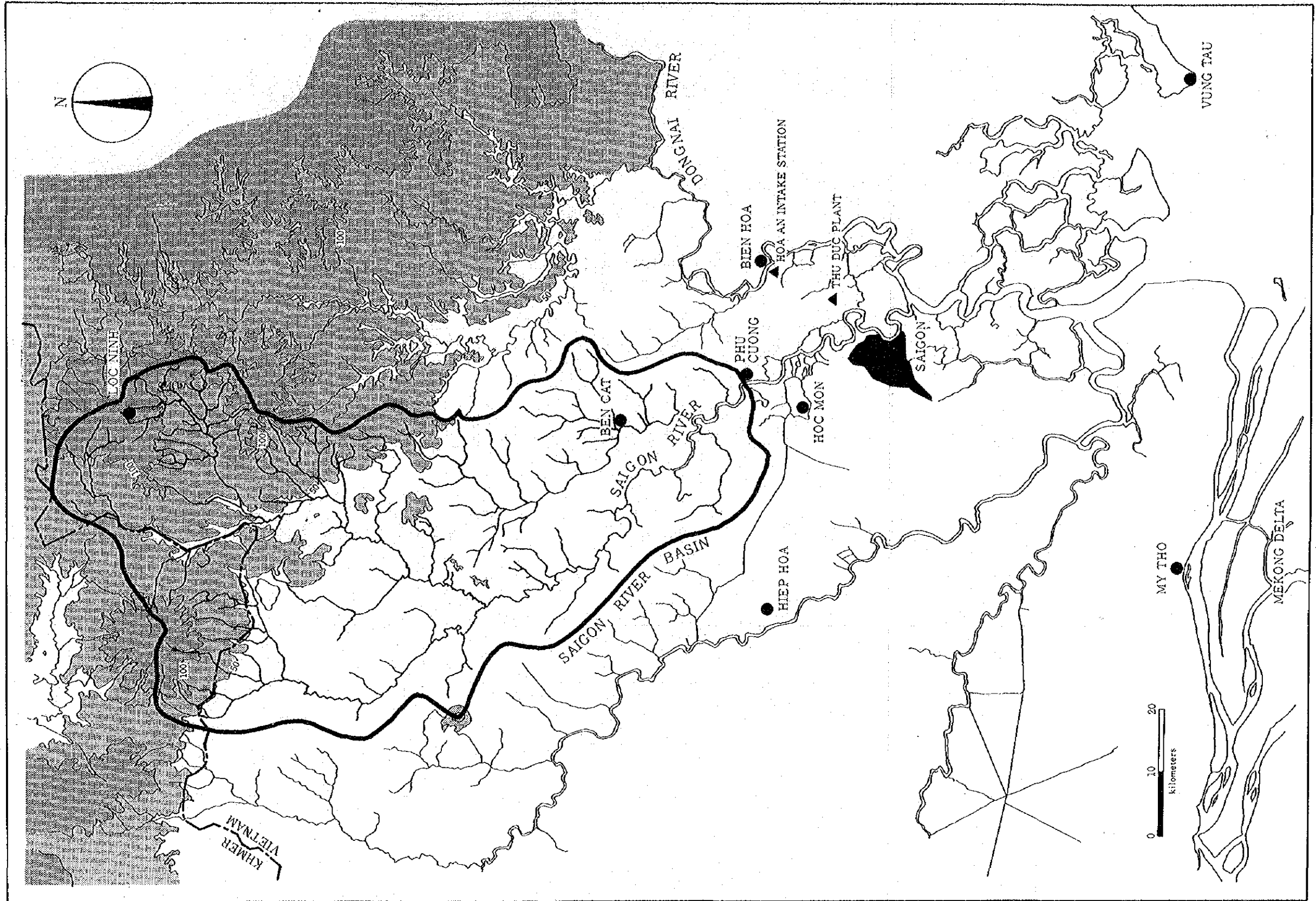


Fig. 1.2.1. SAIGON RIVER SYSTEM

## I-2-1 Saigon 川および調査地点

### Saigon 川水系

Saigon 川は Vietnam と Khmer との国境にある標高約 200 m の小さな丘陵に源を発する全長約 250 km の河川である。多数の小規模な支流はその丘陵地帯を流下し、河中約 200 m の本流となり、Mekong 河の氾濫により形成されたといわれる非常になだらかな平原を流れ、やがて Saigon 市の東端を通り、その約 5 km 下流で Dong Nai 川と合流し、Nha Be 川となって南シナ海に注いでいる。当然河川勾配は小さく、蛇行は非常に多い。

(Saigon 川が標高約 50 m に達するのは河口から約 200 km 離れてからである。)

河口から Saigon までの河川の距離は約 63 km、Phu Cuong までは約 105 km である。流域面積はそれぞれ、Saigon で約 5,200 sqkm、Phu Cuong で約 4,300 sqkm である。流域の形状はかなり細長く、その平均巾は 2.4 km で、Horton による形状係数は 0.13 と小さい値を示している。(cf. Fig. 1.2.1 Saigon River System)

一方、Dong Nai 川は高度 2,000 m 前後の山岳地帯に源を発し、流域面積も河口から約 90 km の Bien Hoa で 22,800 sqkm と Saigon 川の 4 倍以上を有する非常に大きな川である。

### 調査地点

調査は Saigon 市の北約 30 km にある Binh Doung 省の省都 Phu Cuong で行われた (cf. Fig. 1.2.2)

この上流約 2 km の地点は SMWO が取水予定地点と考えているあたりである。

Phu Cuong は人口約 40,000 を有し、河の左岸に位置する。左岸は護岸がほどこされており、マーケットなどもあって、かなりのにぎわいをみせている。観測作業には便利な所と思われる。右岸は自然のままの状態、水田地帯となっており、作業には不便な所である。水位観測や流量観測を行うには、河川の湾曲による偏流のない長い直線部が得られる所、感潮を受けない所が望ましい。しかし、Saigon 川の蛇行はこゝ Phu Cuong 地域においても顕著であり、潮位による影響で日に 2 回の順流、逆流が見られる。(この地点における河岸の標高は 1 m ~ 2 m であり、河川の平均水面は我々が調査した期間内で標高約 0.4 m である。)

取水予定地点付近で、治安が保証され、しかも調査に好適な長い直線区間はなく、結局のところ感潮部に調査地点を設定せざるを得なかった。

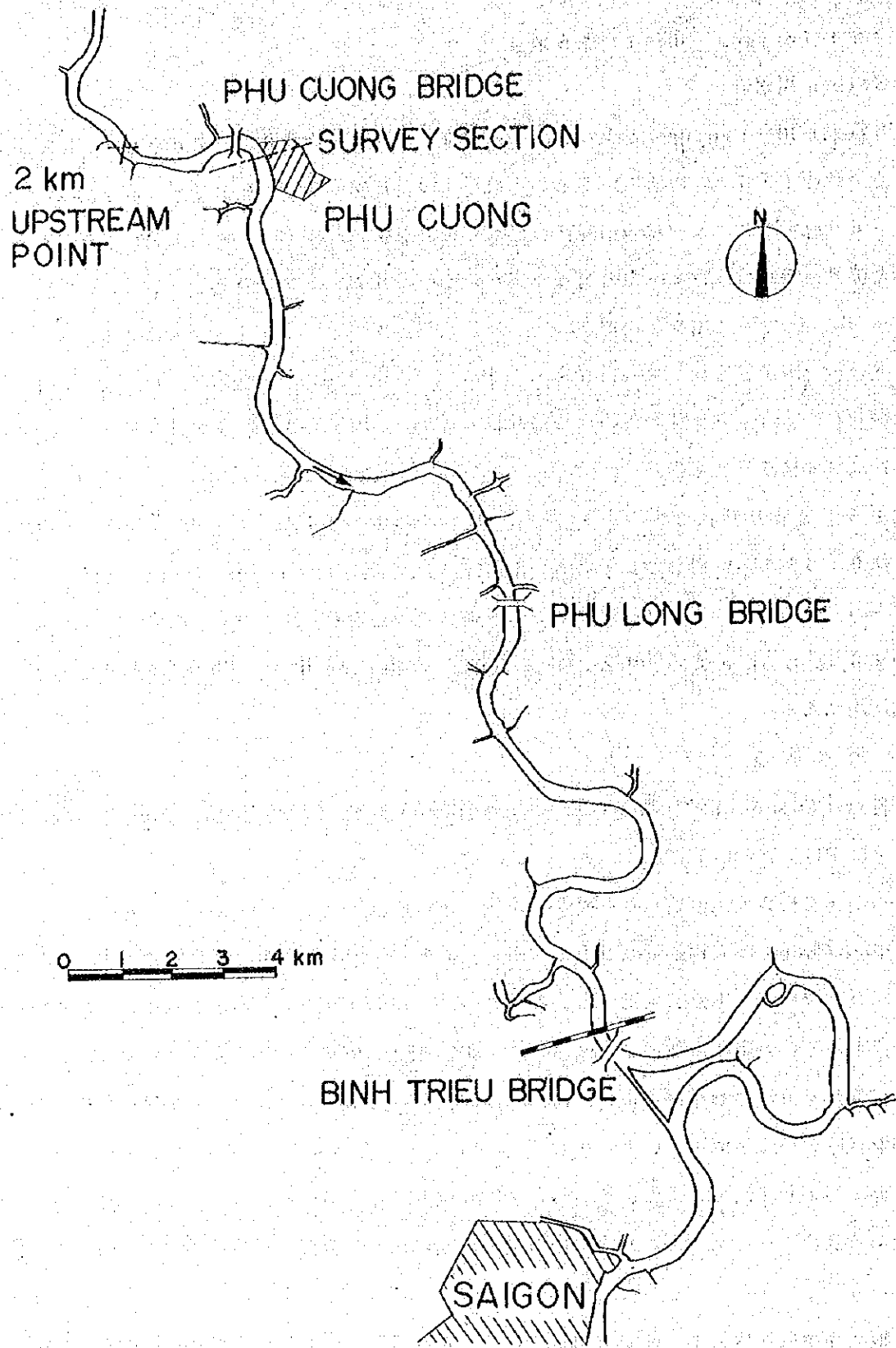


Fig. I. 2.2 SAIGON RIVER

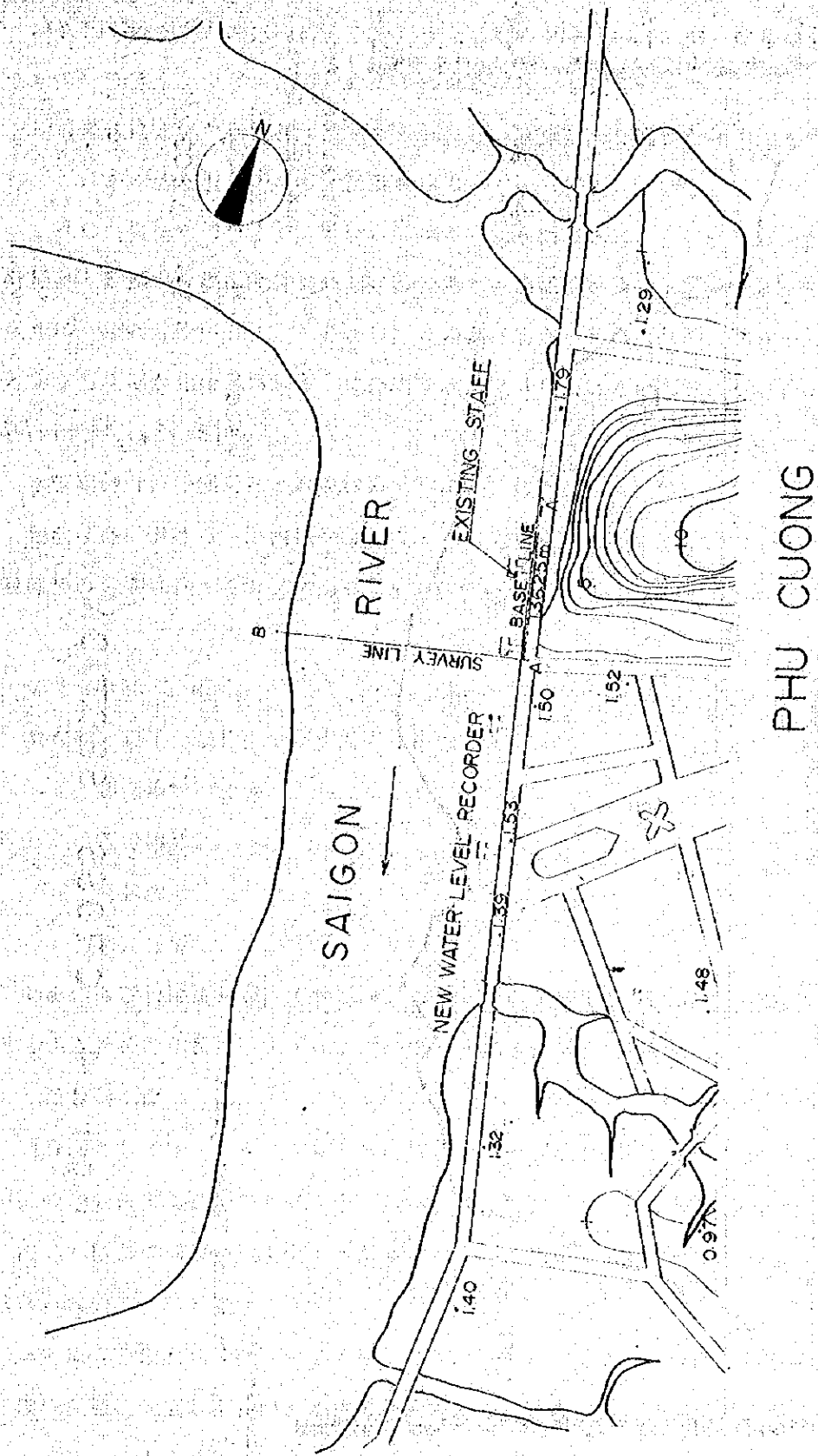


Fig 1.23 RIVER SURVEY SITE

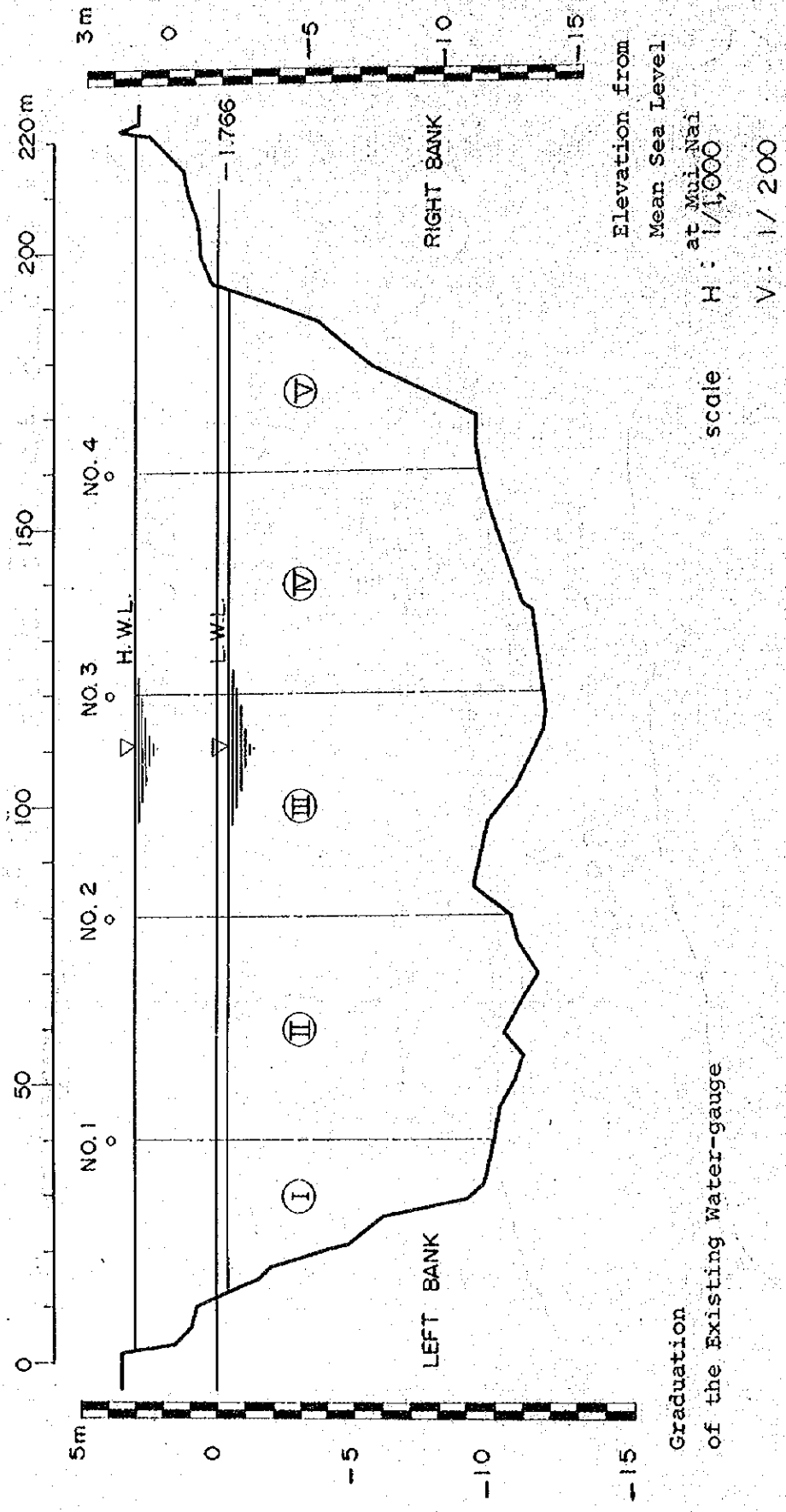


Fig 1.2.4. CROSS SECTION

調査団が設定した測線の約500m上流にある Phu Cuong 橋で流量観測を行なうとはどうかという案もあったが、これは次の様な理由から棄却された。

橋脚部には上流から流れてくるかも知れない爆発物から脚部を保護するため囲いが設けられ、これが縮流を引き起こし、観測をほとんど不可能にしている。

これらの事情を考慮して、既設の測線が今回も採用された。これは以前、公共事業省、航行局による測定の際に設置されたものである。観測船を測線上にのせるための認識標が3本残され、今回も使用された。しかし、この測定地点も河川湾曲部の終りから200m程下流にあり直線部が比較的短かく、理想的な地形を有しているわけではない。(cf. Fig. 1.2.3 River Survey Site)

水位記録計は今回新たに測線付近に設置された。

観測断面に於ける河川幅は約200m、最大水深は最高水位時で約14m、この地点での直線部の長さは約600mである。(cf. Fig. 1.2.4 Cross Section)

## I-2-2 調査項目

調査団は以下の項目について調査を行なった。

- 観測断面の測量
- 水位観測
- 流速測定
- 水質分析

初めの3項目は流量を計算する上で欠かせないものであり、調査の方法および結果を以下に示す。最後の項目については、別の節で記述される。

### 横断面

調査団としては、1972年の航行局による観測線の横断面図を既に得ていたけれども、河床の変動による断面の変化も考えられ、再確認の意味から、横断測量を行なった。

流速の観測に種々の誤差が入るからといって、横断測量の精度を落してよいということにはならない。

調査地点の断面測量は1973年1月10日から同月20日までに行なわれた。

深浅測量に先立ち、左岸に基線を測線に直角に設置した。基線の長さは136.25mである。(Fig. 1.2.3)

深淺測量は次のように行なわれた。すなわち、測量チームのメンバーを2組に分け、1組は調査船に乗り、湖線上の深度を深淺測量用の錘とワイアにより測定した。他の組は基線の上流端にトランシットを据え調査船を追い、各測定点の位置を求めた。1回に12~18点の深度を測定し、6回の測定結果と測定時の水位とからFig. 1.2.4の横断面図を得た。

#### 水位観測

観測断面における流積(流水断面積)は、湖位の影響による水位の変化につれて頻繁に変化する。流量観測において、流速測定と同様に水位の連続的な観測が必要となる。

S M W Oには自記々録計を有さない水位標のみによる水位観測の何年分かの資料があり、水位計設置の際の参考資料として利用された。河川の縦断方向に沿った水位の信頼性の高い資料が得られるなら、任意の時点での流量を水位から推定することも不可能ではない。

本調査団によってフロート型自記水位計が2台、Saigon川の水位観測の為Vietnamへ持ちこまれた。前節で述べた如く、1台は湖線付近に設置された。残る1台は初め、湖線の10~20 km上流で潮汐の影響を受けないであろうところへ設置することが計画された。そうすれば河川流量の測定も容易になり、河川の水面勾配も得られ、重要な資料となったであろう。しかし、治安の保障がないため、2台目の設置は現在のところ不可能である。

小船舶の航行が頻繁ではあったが、水位計の実際の使用に際しては障害はなかった。観測井中の水位も小船舶の通過に伴い、10 cm程度上下するが、記録用紙上の水位曲線は、はっきり認識でき、ワイアのずれもみられなかった。

水位標が水位記録計の傍らに1基新設された。その0位は既設より50 cm低くした。それは、既設水位標が水位記録計から離れた位置にあることと、過去の水位記録をみると、既設の0位より低い水位の記録があったからである。新設の0位はMui Naiの平均海面から-2.266 mである。

#### 流速測定

河川流速の測定には幾種類かの方法があるが、今回は、ボートを用いて各測定点の流速をブライス流速計で測定することとした。

流速測定にあたり、その準備中に、河川流速が0 m/secから1 m/sec程度に変化することが観測された。観測船を各測定点に固定する方法として、河川中に杭を打設する。河川を横断するロープを張る。比較的大きなアンカーを沈め、その先のブイに船を結びつけ固定する方法等が考えられた。1番および2番目の方法は、河川の水深、幅とも大きく、設置困難で

あること、小船舶の航行が度々あり、河中に障害物を長期間置くことができないこと等から3番目の方法を採用した。

流速が0.6~0.7 m/sec以上になると、流速計が流れに押されるため、流速計のワイアと鉛直線の成す角度からその長さを補正することとした。

Saigon川のような大きな河川では水平方向の測点数を多数設ける必要があるが、頻繁なる船舶の航行のため、測点数は4点が限度であった。

各観測点の平均流速は2点法により求められた。2点法を採用した理由は以下の通りである。

一般にSaigon川のように水深の大きな河川では、水面と河底付近の流速の違いはそれほど大きくなく、流速の分布は放物線状である。短時間で流速が変化するから、精密法による測定はかえって精度を落とすと考えられるし、一般に2点法と精密法との違いはあまり大きくなく、2点法によってもかなりの精度が得られる。

観測の結果、1点の測定時間は、測定値の精度を高めること、流速が短時間で変化すること、の理由から1分間程度が良いと思われる。

#### 河川縦断面

河川の縦断面測量が行われ、河川勾配を知ることが、色々な解析にとり重要であるが、器具および日数に制限があり、また治安が保障されないこと等から、これに関する測量は一切行われなかった。

### I-2-3 流量測定

Saigon川は天体潮汐の影響を受けているため、常に流速は変化している。ここに、流速測定が24時間連続して行われた理由がある。天体潮汐として次の4つが存在し、主要4分潮と総称されている。

主要4分潮： 主太陰半日周潮

主太陽半日周潮

主太陰日周潮

日月合成日周潮

その他、半月周潮も観察されている。(cf. "SAIGON SEWERAGE FEASIBILITY STUDY" February 1973 Vol. 1 Fig. 9-2~3)



現実の天体潮汐の動きは、これらが複雑にからみ合ったものであるから、流量観測を理想的に行うとすれば、2～4週間の連続観測が必要となる。

#### 流量観測および流量計算

流量観測は、1973年3月5日14時から翌日6日14時の24時間連続して行われた。

水位の記録から潮汐の影響が明瞭にみとられ、次の様な周期の存在することがわかる。

1つは半日周、他は日周および半月周である。

水位計の時計が示す時間と実際の時間とのズレは補正された。水位標による水位と、水位記録計による水位との間には、補正するほどの差は認められなかった。水位曲線図をFig. 1.2.6～9に示す。

横断測量の結果に基づき、観測断面を5つに分割し、流速の測定は4点とした。Fig. 1.2.5は各水位における断面積を示すものである。

4測点に観測船を固定し、定点観測で行うことが望ましいが、人員と観測船の調達に限りがあり、結局調査団とSMWOのメンバーとで2班が組織され、各班がそれぞれ2測点を担当する移動観測とした。各班は1ラウンドの測定を30分以内に終了することとし、1ラウンドとして2測点4深度の測定を行わなければならない。(船を移動している間にも流速の変化があった。)

流量は次の様に計算された。

各測点における平均流速は2深度(水面より20%水深、80%水深)の流速の算術平均とする。(Fig. 1.2.10～11を参照) 各測点での平均流速にばらつきがみられ、特に測点1および2に顕著である。これは偏流の影響がでているものと思われる。

各断面での平均流速は、その両側の測線の流速の算術平均とし、単位時間当りの流量は、それらと各断面積との積の和として求められる。結果はFig. 1.2.12に示す。これより、観測期間内の平均流量は約 $-1.0 \text{ cum/sec}$ となる。つまり逆流が順流をしのいだことになる。たとえ、乾期のおわりにおいても、永続的な逆流ということは考えられない。それに、水質の記録は塩水による汚染の度合いが低いことを示している。また、水位記録の綿密な検討により、淡水流出量がゼロだとすれば、この期間(24時間)にもっと大きな逆流が発生するはずである。換言すれば、この期間にもかなりの淡水流量があったと考えられる。

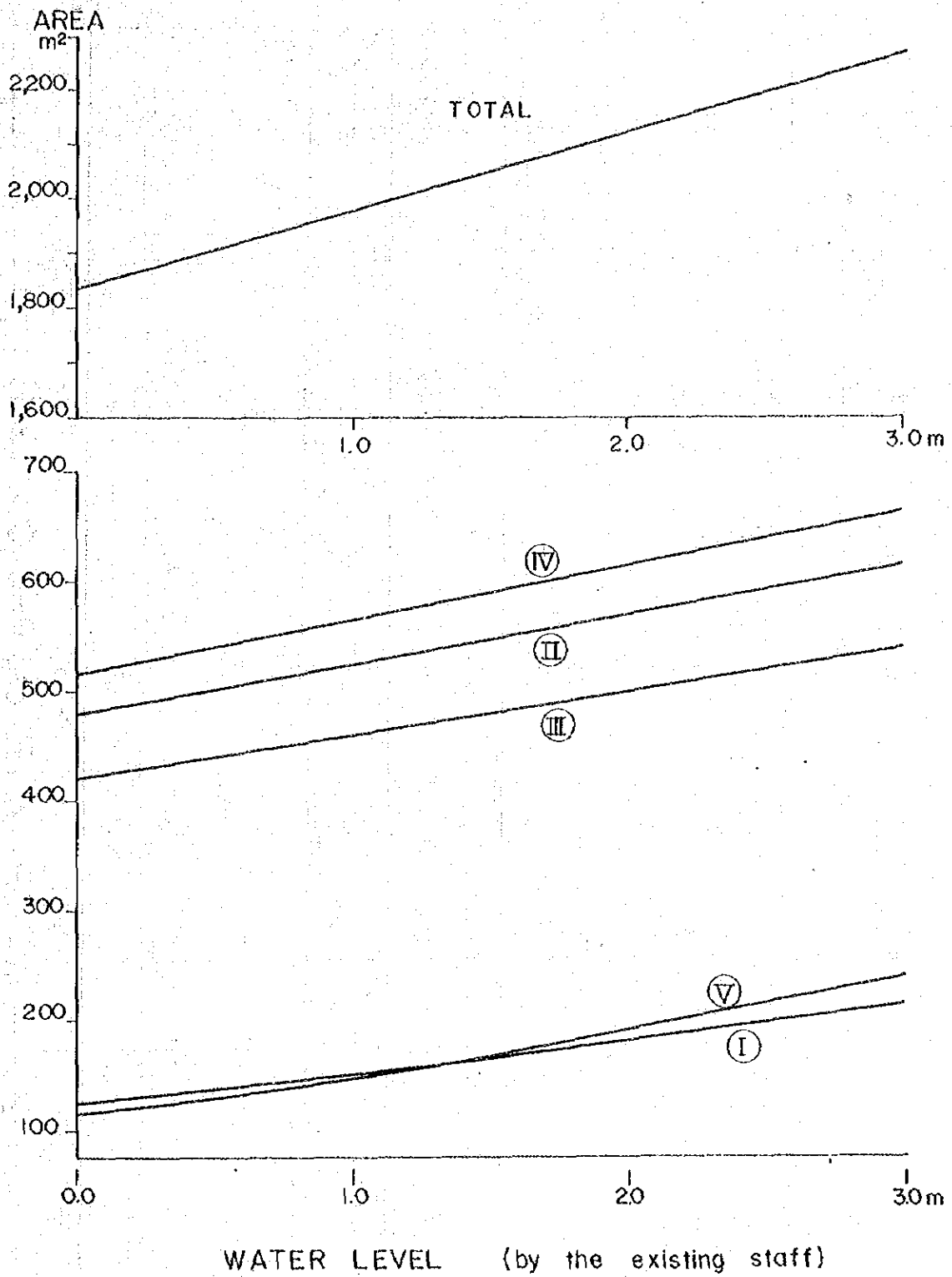


Fig 1.2.5. AREA of CROSS SECTION



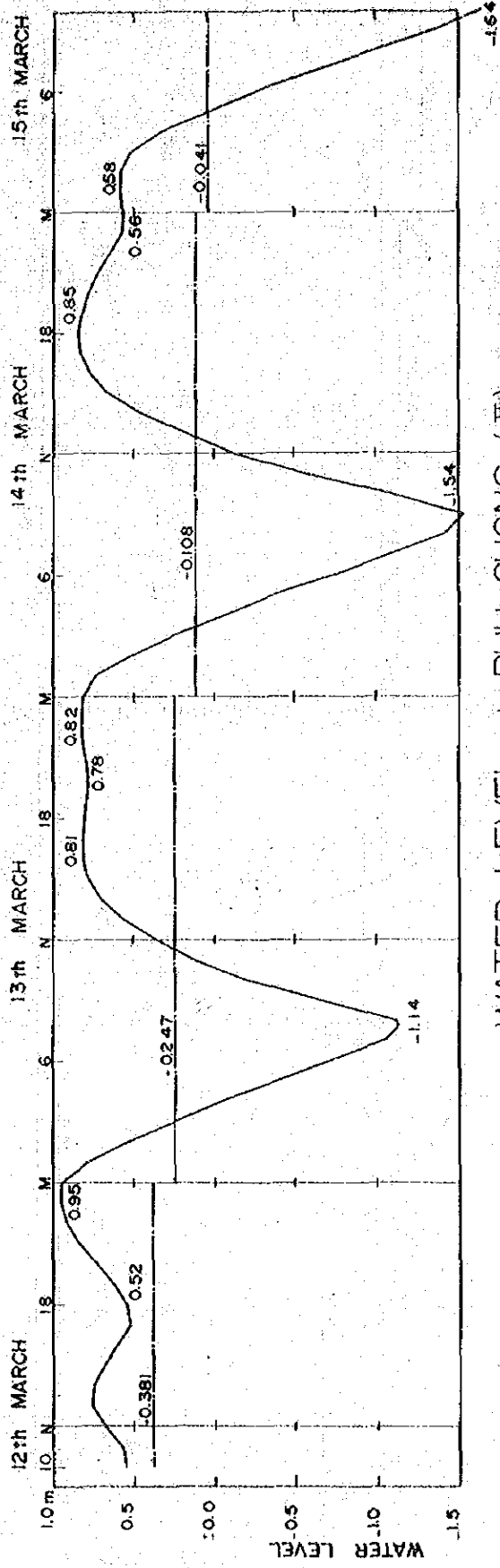
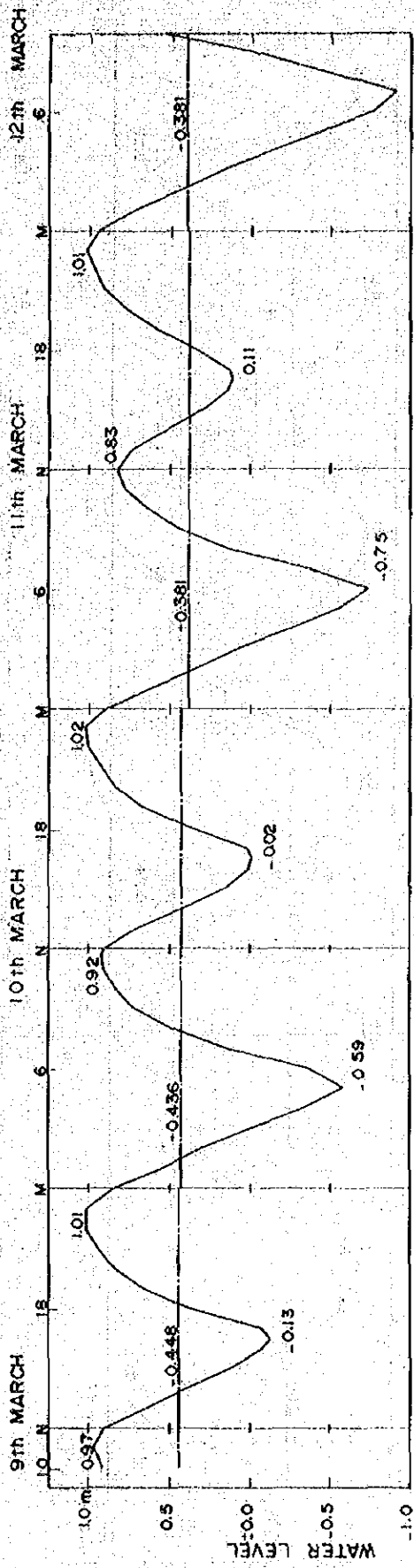


Fig 1.2.7 WATER LEVEL at PHU CUONG (II)

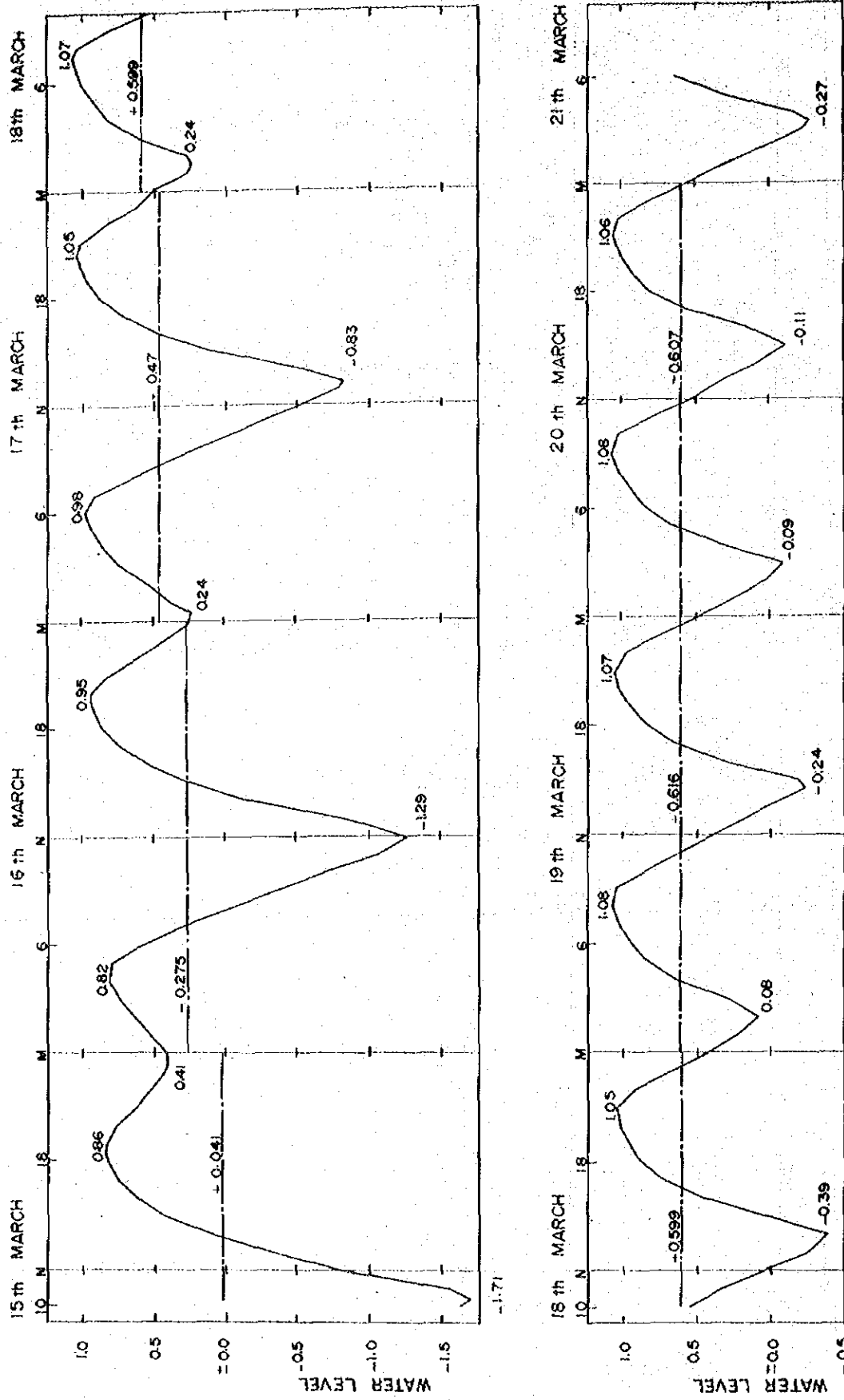
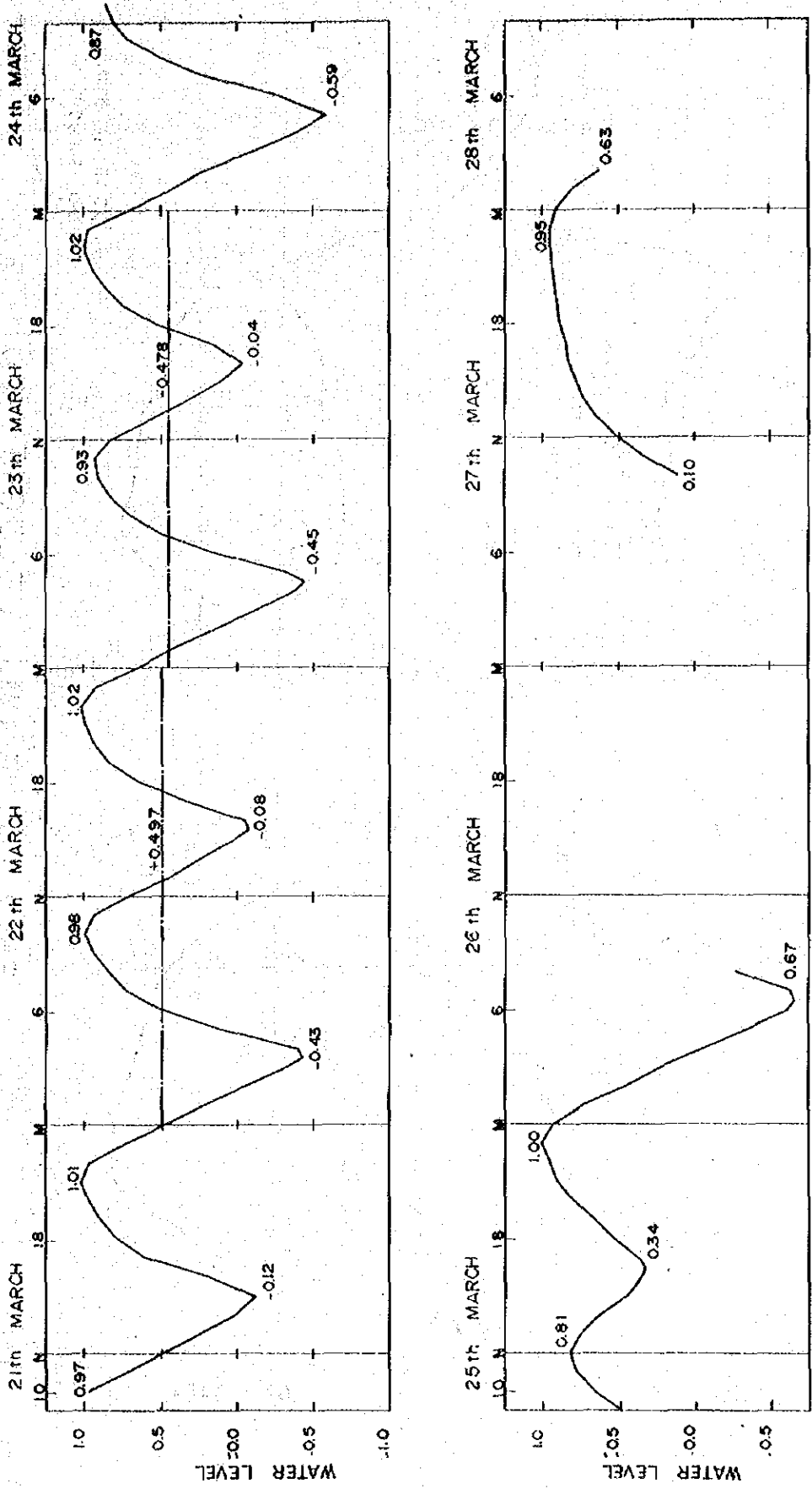


Fig 1.2.8 WATER LEVEL at PHU CUONG (III)



LEGEND

— Water level

- - - Daily average water level

Fig 1.2.9 WATER LEVEL at PHU CUONG (IV)

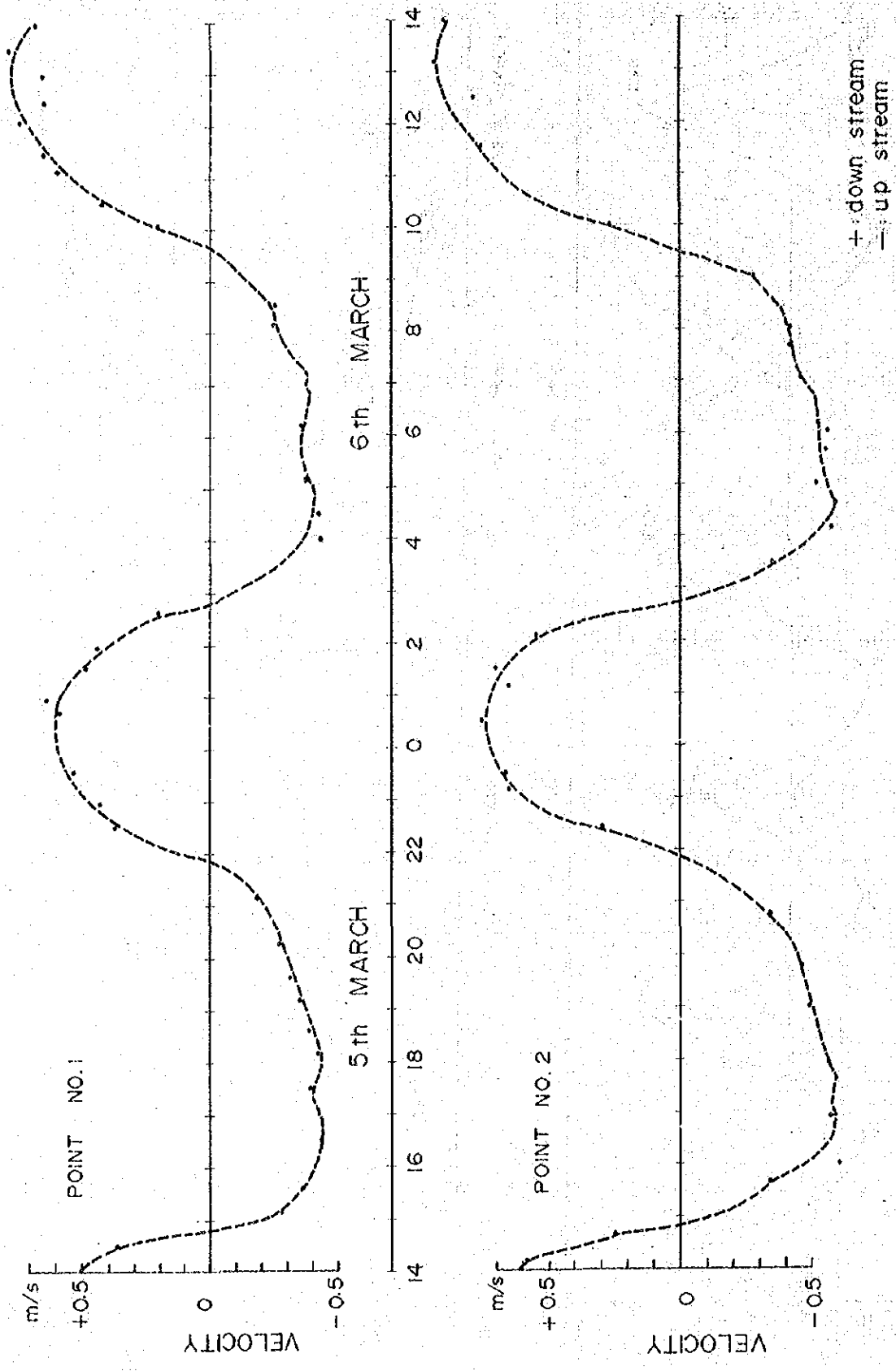


Fig 1.2.10 FLOW VELOCITY (I)

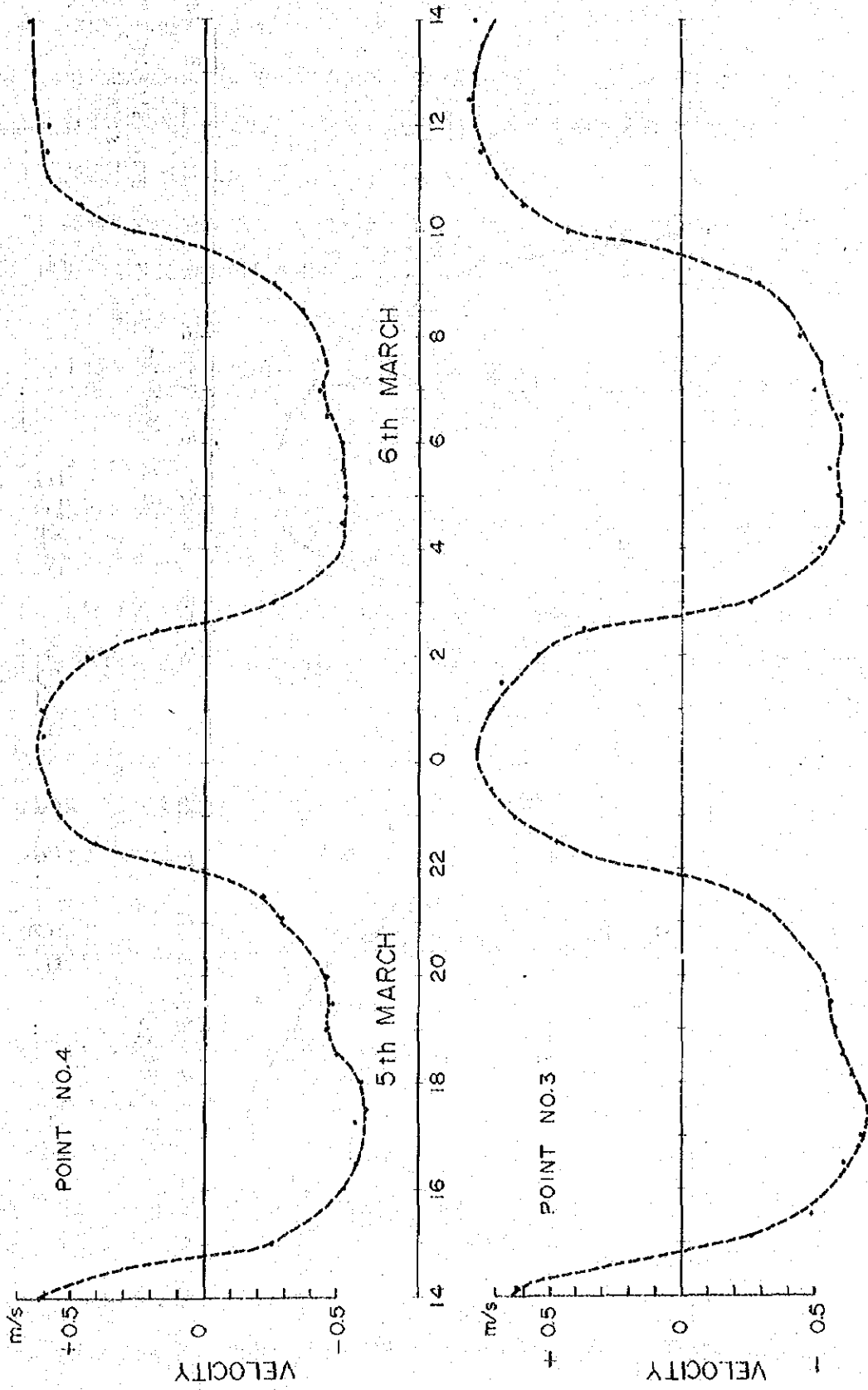


Fig 1.2.11 FLOW VELOCITY (2)



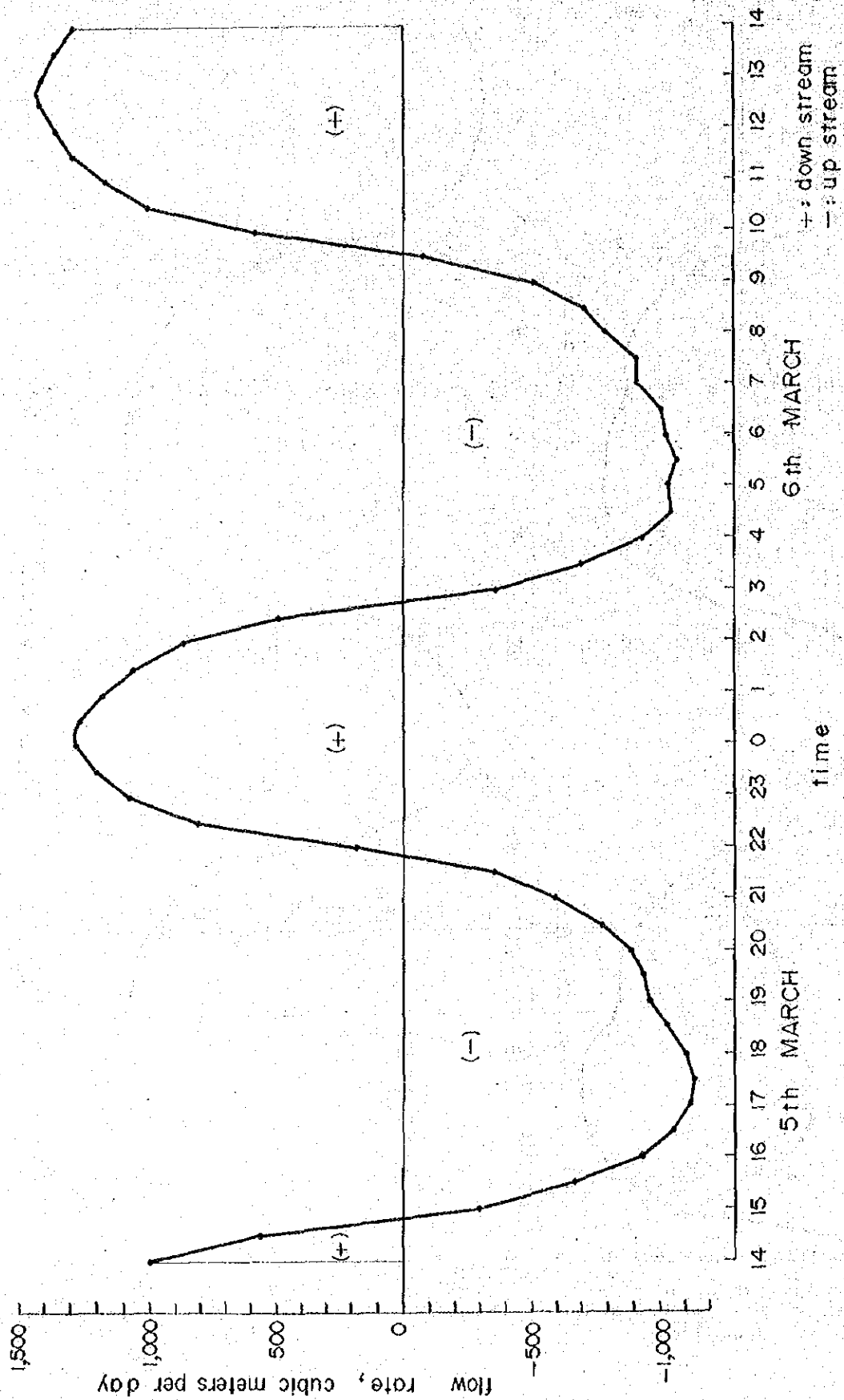


Fig 1.2.12 FLOW RATE

### 河川横断測量の誤差

河川の横断測量中に生じる誤差は、深淺測量用の錘と、ワイアが測線上の正しい位置で鉛直に設定されないことによる。その原因としては次の様なものがある。

- 1) 調査船を測線上に正しく固定することが難しい。
- 2) 錘およびワイアが速い水流に押されるため、ワイア長に深さが正しく表われない(水深は実際より深めに測られがちである。)

### 水位記録の誤差

以下の3種類の誤差がフロート式水位計の構造上、避けられないものとして考えられる。

- 1) フロート・ラグ
- 2) ライン・シフト
- 3) 平衡錘およびワイアの水没

1組の歯車は、必然的に「あそび」を有しており、この「あそび」のため、水位の上昇および下降の始まる際、すなわち、歯車の回転方向が変わるときに、いくらかズレが生じる。これは水面とフロートとの間についてもいえ、フロート・ラグと呼ばれる誤差である。

水位の変化につれワイアも上下するが、ワイアの重さ分だけ平衡状態がこわれる。それを修正するためにフロートのきつ水が変化する。これをライン・シフトというが、その誤差量は通常無視できる。

水位が非常に高くなると平衡錘とワイアの一部が水没することがある。こうなると当然それらは浮力を受け、フロートのきつ水が変化し、実際の水位より低い値を記録する。これが3)の誤差である。

これらすべての誤差は、今回の調査では無視できる程度だが、更に高精度が求められる場合には当然考慮されなければならない。

### 流速測定の誤差

流速計は、所定の深さに正確に設置されなければならない。前述の様に比較的流速の大きい時には、流速計はかなり流される。ワイアの傾きによりその長さを補正するための数表が用意された。しかし、ワイアの傾きが水中でも直線的であるかどうかは、高濁度の為不明であり、正確な深度を得ることは難かしかった。これが1つの誤差原因となる。

流速計は回転数から流速を算出する固有の式を有しており、その係数は個々の流速計により異なる。この式はすべての流速に適用できるといったものではない。一定範囲内の流速を算

出するための、機器の特性を表わす定数にすぎない。従って、一定範囲からはずれた流速を測定した場合には、どうしても誤差を避けられない。

測定中、流向が変わる前後に、測定範囲外（ $2.0 \text{ cm/sec}$  以下）の流速が観測された。

#### 1-2-4 採水および水質分析

流量調査と同様、水質分析も少なくとも1年間以上にわたる観測が望ましい。既にSMWOには、限られた項目ではあるが、数年間の水質記録がある。調査団のVietnam 滞在中に行われた水質分析の結果およびSMWOから提出された資料について本節で述べることとする。

SMWOからの資料によると、乾期の小流量に起因する塩水化現象は、3月下旬から5月までにみられるから、調査団帰国後も1~2ヶ月間は水質分析を続けた方がよいし、この期間に得られる資料は非常に貴重なものとなるだろうと、SMWOに勧告された。

##### 採水地点

今回、原則的に標本となる採水は流量観測の行われた湖線中央部で行われた。その他2度にわたり、湖線よりも上流の1地点および下流の2地点でも採水を行った。これはSaigon川の塩水汚染状況を把握するためである。（cf. Fig. 1.2.13）

このような目的がある場合は、各測点において同時に採水することが望ましいが、人員の不足から不可能であった。（cf. Fig. 1.2.2. SAIGON RIVER）

採水地点の1つは、Phu Cuong 橋から約2 km 上流の地点であり、他はSaigon市内から近いBinh Trieu 橋および両者のほぼ中間にあるPhu Long 橋である。

##### 採水方法

採水には、温度計の付属した簡便な採水筒を用いた。原則として2通りの深度で採水を行った。水面下2 mと、もう1つは9~10 mの深さである。後者については水位に伴う水深の変化に従って多少変化させた。2 mの場合には何も問題はなかったが、9~10 mの場合には、流速が大きいと採水筒が流され、所定の深さに届きにくく、正確な深さで採水できたとは断言できない。

##### 水質分析の方法

採水した水の特徴は以下の項目については、Hach Chemical Co. の試験方法によって分析された。

濁度（JTU）、pH、全鉄、マンガン、硬度、アルカリ度、硝酸性窒素、亜硝酸性窒

Table 1.2.1 a. WATER QUALITY DATA OF SAIGON RIVER in 1973 at the Survey Site

Date	Time	Temperature ppm	pH	R-pH	Turbidity ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	Fe <sup>2+</sup> ppm	Mn <sup>2+</sup> ppm	Total Hardness ppm	Total Alkalinity ppm	Total Acidity ppm	KMnO <sub>4</sub> con- sumed ppm	Ammonia Nitrite Nitrate	
														gen ppm	gen ppm
25 Jan.	U S	28.6	5.5	-	36	6	-	0.90	-	7	10	-	-	-	-
	B	28.3	5.6	-	30	6	-	0.90	-	6	8	-	-	-	-
	D S	28.6	5.5	-	28	6	-	0.84	-	7	11	-	-	-	-
	B	28.6	5.6	-	30	6	-	0.80	0	5	9	-	-	-	-
26 Jan.	U S	28.6	5.5	7.1	32	6	-	0.90	0	10	10	-	-	-	-
	B	28.4	5.5	7.1	32	6	-	0.90	0	6	10	-	-	-	-
30 Jan.	D S	27.3	6.2	7.6	45	5	-	0.90	0	6	8	-	-	-	-
	B	27.3	6.2	7.2	48	5	-	0.90	0	7	9	-	-	-	-
1 Feb.	D S	27.0	6.2	7.0	50	-	-	1.17	0	6	7	-	-	0	trace 0.05
	B	27.0	6.2	6.7	55	5	-	1.25	0	6	8	-	-	-	-
	U S	27.0	6.3	6.9	30	4	-	0.97(0.78)	-	8	9	-	-	-	-
	B	27.2	-	-	-	5	-	0.95	-	-	-	-	5.6	0	trace 0.06
8 Feb.	D S	28.1	6.2	7.0	28	5	-	0.95	-	7	13	-	-	-	-
	B	28.1	6.2	7.0	32	-	-	1.15	-	-	-	5	6.3	0	0.08
12 Feb.	U S	27.9	6.2	-	25	5	-	0.95	-	7	6	-	7.8	trace	0 0.05
	B	28.0	6.2	7.3	30	5	-	0.95	-	8	8	-	7.7	trace	0 0.04
16 Feb.	D S	27.5	-	-	30	6	-	1.30	-	9	8	-	6.5	-	-
	U S	27.8	-	-	32	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	27.8	-	-	38	5	-	0.97	-	9	8	-	5.7	-	-
4 Mar.	S	28.6	6.2	6.6	42	5	trace	-	-	6	8	4	5.1	0	trace 0.06
	B	28.6	6.2	6.6	45	5	-	-	-	8	7	5	5.1	-	-
21 Mar.	D S	-	5.9	6.5	-	149	23	0.45	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	6.0	6.4	-	153	25	0.55	-	-	-	-	-	-	-

Table I.2.1. b. WATER QUALITY DATA OF SAIGON RIVER in 1973

Sampling Point	Date	Temperature	pH	R-pH	Turbidity	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Total Hardness	Total Alkalinity	Acidity	KMnO <sub>4</sub> consumed	Ammonia		Nitrite		Nitrate		
														gen ppm	ppm	ppm	ppm	gen ppm	ppm	gen ppm
Phu Cuong Bridge	8 Mar.	D	6.1	-	60	23	-	1.3(1.0)*	-	13	5	4	8.8	0	0	-	-	0.18	-	-
		S	6.2	-	61	26	-	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 km upstream from	12 Feb.	U	27.8	-	38	5	-	1.08	-	8	8	4	6.3	-	-	-	-	-	-	-
		S	27.7	-	35	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phu Cuong Bridge	21 Feb.	D	6.0	6.4	-	85	9	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		S	6.0	6.6	-	68	1	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phu Long Bridge	1 Feb.	U	27.4	6.2	5	16	-	-	-	-	-	-	-	0.27	0	-	-	-	-	-
		S	6.2	-	-	18	-	-	-	10	7	-	-	-	-	-	-	-	0.17	-
Binh Trieu Bridge	8 Feb.	D	27.6	6.3	35	11	-	1.25(1.15)*	-	11	8	6	7.2	trace	0	-	-	-	-	-
		S	28.0	6.3	40	250	-	0.4(0.26)*	-	87	10	-	3.8	0.13	-	-	-	-	-	-
Binh Trieu Bridge	8 Feb.	D	28.0	6.0	20	315	-	1.22(0.85)*	-	88	16	5	6.7	0.08	0	-	-	-	-	-
		S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

U: upstream  
D: downstream  
S: sample taken at surface  
B: sample taken at bottom  
U<sub>B</sub>: at the beginning of upstream  
D<sub>B</sub>: at the beginning of downstream  
\*: after filtration

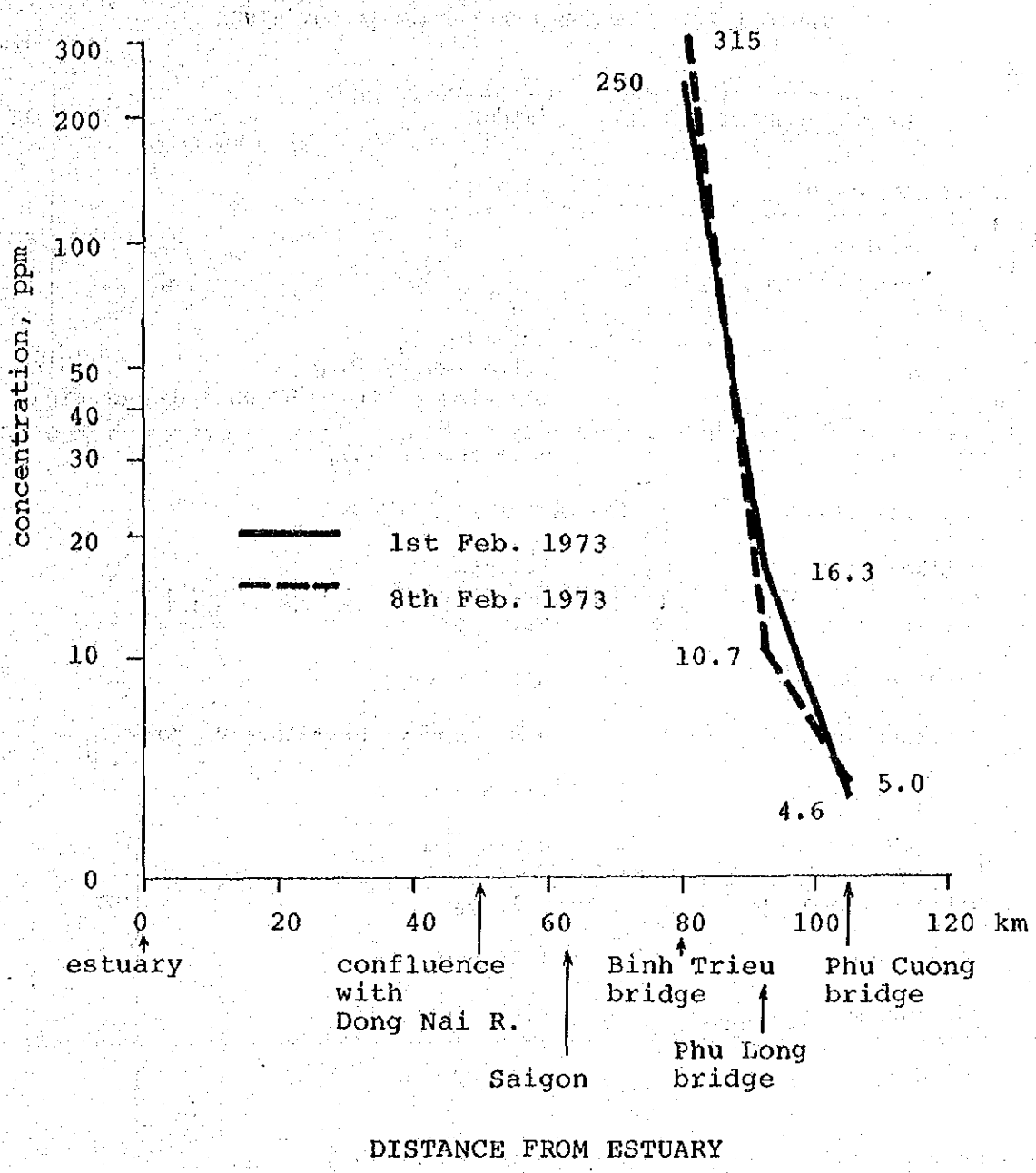


Fig. 1.2.13 CHLORIDE CONCENTRATION  
AND  
DISTANCE FROM ESTUARY

Table 1.2.2 WATER QUALITY OF SAIGON RIVER

ITEM	VALUE
Temperature of Water at the time of analysis	23.5°C
pH	5.9
Colour	yellowish, turbid contains a little brown sedimentation
Turbidity	50.5 ppm as SiO <sub>2</sub>
Conductivity	34 × 10 <sup>-6</sup> U/cm
M-Alkalinity	1.1 ppm
Acidity	51.6 ppm
Total Hardness	nil
Chloride ion	6.65 ppm by the method of Mohr
KMnO <sub>4</sub> consumed	14.66 ppm
Nitrogen Nitrate	0.016 ppm
Nitrogen Ammonium	0.16 ppm
Total Iron	1.55 ppm
Manganese	0.11 ppm
Sulfate	2.50 ppm

sampled at Phu Cuong bridge on 29th March, 1973

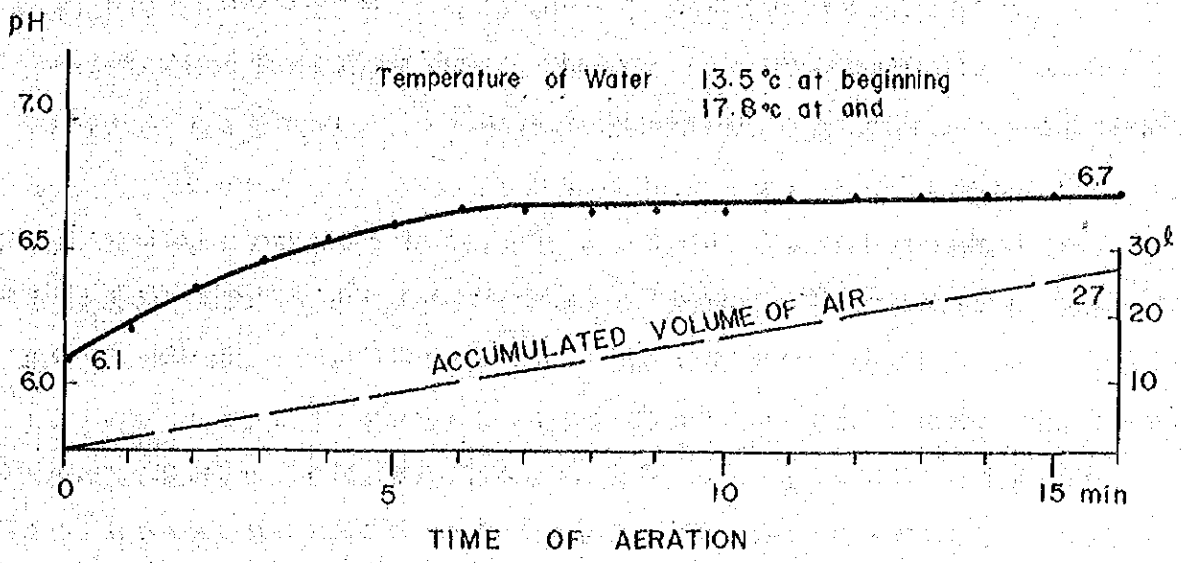


Fig 1. 2.14 pH ADJUSTMENT BY AERATION

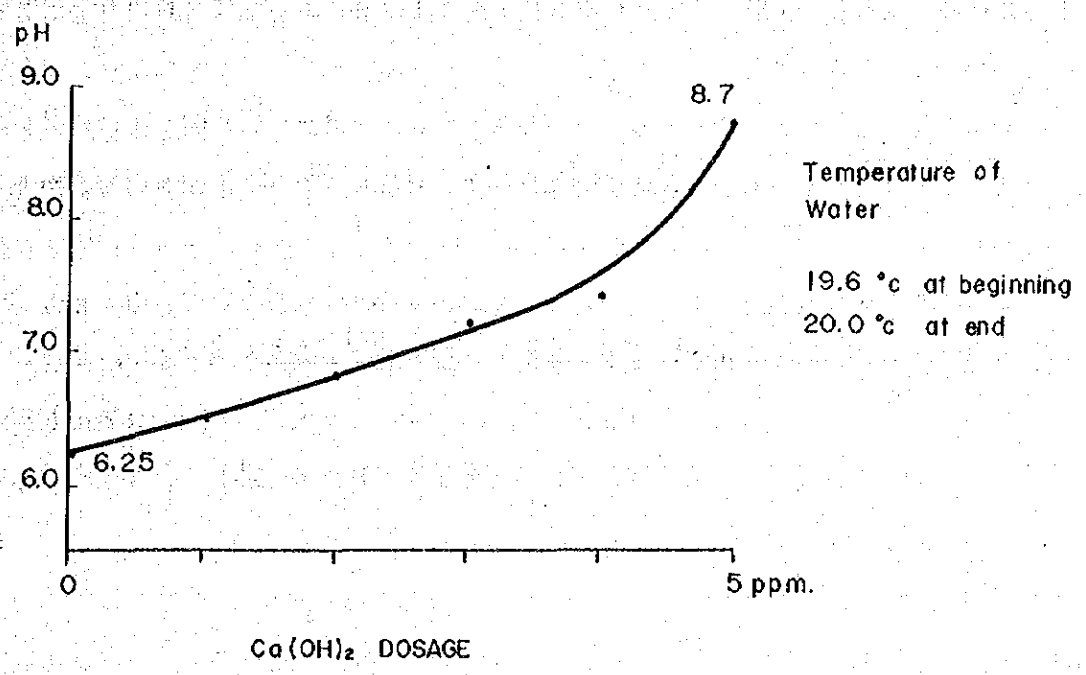


Fig 1. 2.15 pH ADJUSTMENT BY CHEMICAL



素、アンモニア性窒素、硫酸イオン

以下の項目を「上水試験方法」(日本水道協会、1970年刊)に従って行った。

塩素イオン、酸度、過マンガン酸カリウム消費量。

#### 分析結果

収録した資料から判明するとおり、Saigon川の水質は日本の河川水と比較して、低pH、低硬度、高濁度および高鉄分を有するとして特徴づけられる。さらに川の表面付近で採水されたものと、底部付近のものとは水質にほとんど違いがみられない。川の蛇行によるかく拌が原因で水質が均一になったものと推定される。

最も心配される乾期での塩素イオン濃度は次の通りである。調査期間中にPhu Cuongで記録された最大の塩素イオン濃度は153 ppmであり、この値はWHOおよび日本の水質基準(200 ppm)も、USAの基準(250 ppm)も越えていない。Saigon川の各地点における塩素イオン濃度の比較はFig. 1.2.13に見られる通りである。(位置はFig. 1.2.2を参照されたし。)

アルカリ度も硬度も低いのはそれらを供給すべき上流部に、石灰質の層が存在しないのではないかと推定される。

窒素化合物については今までのところ問題はない。窒素化合物に関してはWHOの基準を下まわるといえ、やや高い。これは懸濁物質中の有機化合物から析出した部分があるとも考えられる。

水質および水量の調査を更に行つたうえで決めなければならないが、Saigon川はpH調節、鉄除去の後なら水道用水に使用することはほぼ可能であると考ええる。

1973年3月29日にPhu Cuong橋で採水を行った水について、水質分析および小規模の処理実験を行ったが、その分析資料と処理実験の結果はTable 1.2.2とFig. 1.2.14~15の通りである。

#### I-2-5 水源開発の可能性

先に述べたように、Saigon川はNha Be河の支流であり、流域はMekongデルタの東北端に位置している。河川の勾配が小さいため、蛇行は非常に顕著である。流域内での年雨量は約2,000mmと推定される。比較的長期間の乾期があるにもかかわらず、植性は貧しくない。従って、雨期にはいと植性は非常に豊かになる。

本川に関する科学的な、洪水の観察記録はない。我々の調査による資料も含め、乾期の2つの流量記録があるだけである。しかし、河状係数(最大流量の最少流量に対する比率)はそれ程大きくなさそうである。洪水量あるいは最大流量を測定することはほとんど不可能に近い。川に堤防がほとんどないから、水が容易に兩岸から溢流するためである。乾期における流量観測も、潮汐の影響で2通りの流れ、つまり順流と逆流があるため、困難である。かなり上流へ行けば潮汐の影響がなくなり、測定は技術的に楽になるだろう。しかし、流域が非常に平坦であるため、常流を得るには、相当上流へ行かなければならない。したがって、そのような測定地点では流域も小さくなり、得られたデータから計測取水地点での流量を外挿法で求めたにしても、その信頼度は低くなる。

我々の今回の調査の後でも乾期の、信頼性の高い流量記録は、現実的にまだあるわけではない。従来資料によれば、或るものは乾期の流量が80  $\text{cum}/\text{sec}$  だといひ、また或るものは25  $\text{cum}/\text{sec}$  のマイナス、つまり、逆流だといっている。我々の観測によれば、流量を1日にならしてみるとほとんど0に近い。川の水面は月の運行と関係して半月という周期をもって交互に上昇、低下をくりかえしている。その他、地球の自転による日周、半日周の水面振動、つまり潮汐波もある。この動きによって水位は小さい水面振動を含みつき、初めの1週間は水位の増加が続き、次の1週間は、低下が続く。だから、仮にもし、基底流量がゼロだとしても、後半の水位低下期間中に1日だけ流量観測を行なえば、みかけ上、かなりの順流の存在が認められるだろうし、その逆も同様である。

それにしても前述の、逆流が平均25  $\text{cum}/\text{sec}$  というのは過大ではないだろうか、というのは、水位の増大率が一番高い時でも1日約20  $\text{cm}$  程度であり、概算で潮汐波の届く限度までの路離をPhu Cuongから22  $\text{km}$ 、平均河幅を約200  $\text{m}$  とし、これらの3個の数の積と、逆流によってもたらされた水量とが釣り合うためには、平均約10  $\text{cum}/\text{sec}$  の流れが生じるだろう。

逆に水位が低下する期間についても同じことがいえる。つまり、もし流量観測期間が水位上昇期にあたれば、1日の平均流量が、みかけ上ゼロであっても、かなりの基底流量(順流)が必ずや存在するということである。

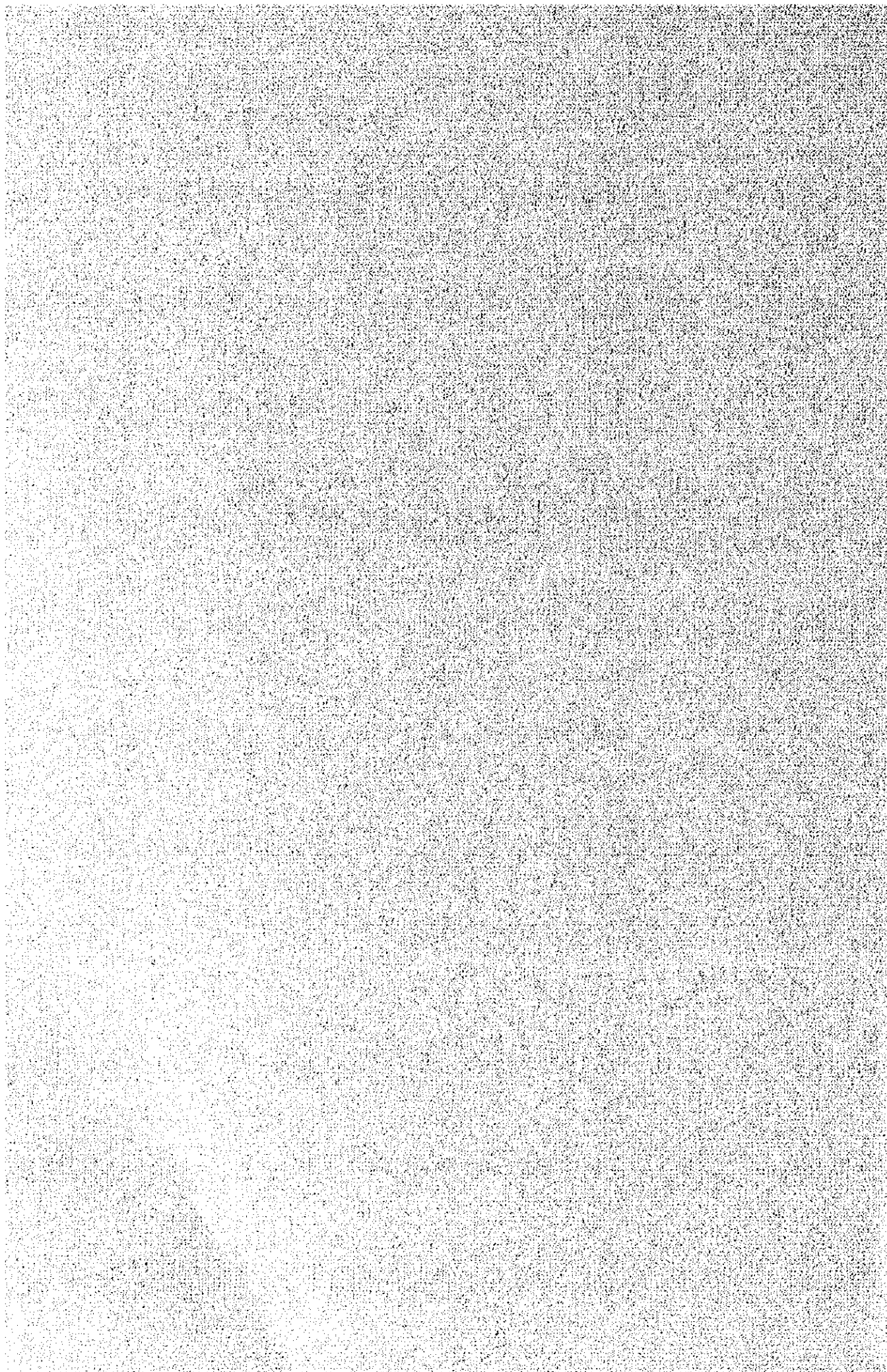
このことは塩水化現象からも明らかである。Phu Cuongの様な、川の中流域で、特に乾期の終りともなると、交互にくり返される順流、逆流によって、河川水の塩分濃度が高くなるはずである。ところが、水質分析に見られる通り、実際の塩分濃度は想定されたよりもかな

り低い。これは明らかに淡水流の存在していることを意味する。

では、降雨もなく、どうして淡水が現われるのだろうか、それは地下水であろう。雨期の間、地中に貯えられた水は、主に乾期にはいつて、河川の水位が地下水位よりも低くなると流出する。(雨期においても、河川水位が地下水位より低くなると流出する。)事実、現地踏査中、いくつもの小さな泉を水源とする小川をいくつか観察できた。水質分析の結果からも、地下水と河川水が水質の点で非常に似かよっているといえる。このことも、河川水の源を暗示しているといえないだろうか。もし、流域の勾配が山岳地帯のように急であれば、地下水はすぐ枯渇してしまうだろうが、この Saigon 川流域では、河川水を淡水に保ちながら地下水が非常にゆるやかに、長期間にわたって河川へ流出してくるのだろう。

取水により、河川の塩分濃度が増加することも考慮しなければならないが、常識的なところから、はゞ 200,000 emd から 300,000 emd の取水は可能であろう。しかしながら、河川流量として具体的な数値はこゝでは挙げない。ともあれ、河川開発の大きな利点をよく利用するため、更に今後、河川調査を行うべきである。

第II部  
地下水系水道  
フィージビリティ・スタディ



## 第Ⅱ部 地下水系水道フイージビリティ・スタディ

本報告書第Ⅰ部では、Hoe Mon 地区からの地下水供給の可能性が確認された。本第Ⅱ部では、取水可能な水量を基にした必要な施設等の実施計画を展開する。このためには、給水人口、1人あたり水消費量およびその他の点から将来の水需要を再検討しなければならない。この将来需要を基に、計画された地下水供給の価値を評価してみる。検討に用いられた基礎資料は、1972年の報告書「Saigon Water Distribution Project, Metcalf & Eddy, Inc.」に依るものである。

## II - 1 水 需 要

前記報告書に従えば、人口増加に対して2通りの予測が成されている。付随の Table 2.1.2 および Fig 2.1.1 に見られる通り、高増加率と低増加率である。これらを基礎にして、給水人口と1人あたり水消費量をかけて将来需要を予測した。計画のためには高増加率に依った方が適切であると考えられる。何故ならば、これら2通りの予測は一定不変の人口増加率を基にしているが、現在の段階では人口は算術級数的よりも幾何級数的に増加するのが都市部での世界的な傾向である。

これは1人あたり水消費量についてもあてはまることである。本計画に対しては Fig 2.1.3 および 2.1.4 に見られる高増加率による予測を用いた。本計画では、1980年、人口3,500,000 に対して需要750,000 emd、2000年、人口6,500,000 に対して1,620,000 emd としている。

現在、首都圏の人口は概算で3,300,000 から3,500,000 と見積もられている。既設水道施設としては設計能力480,000 emd を有する Dong Nai 水系があるが、Hoa An 取水ポンプの欠陥から実能力は400,000 emd しかなく、全人口の60%にしか給水していない。旧式な小規模の地下水系施設も市内にはあるが塩分侵入、鉄分増加等の水質悪化により、緊急時以外は使用されていない。現況下では、明らかに約1,400,000 人が、十分な水道水の供給を受けていない。今後、達成すべきは次の通りである。

- 1) Dong Nai 系の改良
- 2) 未給水区域に給水するための施設拡張
- 3) 将来需要に間に合うだけの準備

Table 2.1.1 Estimated 1970 Population in Study Area

Location	Estimated population	Area, ha	Density, ppha
Prefecture of Saigon	2,075,000	6,920	300
Gia Dinh Province (portion within study area)	823,000	12,960	63
Total in study area	2,898,000	19,880	146

Table 2.1.2 Estimated Population and Population Served

	1970	1980		2000	
		Low	High	Low	High
Population, amount					
Saigon	2,075,000	2,768,000	2,768,000	2,600,000	3,460,000
Gia Dinh <sup>1</sup>	823,000	1,832,000	1,832,000	3,000,000	4,490,000
Total	2,898,000	4,600,000	4,600,000	5,600,000	7,950,000
Population Served, percent					
Saigon	77	83	83	96	90
Gia Dinh <sup>1</sup>	44	55	66	75	76
Study Area	68	72	76	85	82
Population Served, amount					
Saigon	1,600,000	2,300,000	2,300,000	2,500,000	3,100,000
Gia Dinh <sup>1</sup>	360,000	1,000,000	1,200,000	2,250,000	3,400,000
Total	1,960,000	3,300,000	3,500,000	4,750,000	6,500,000

<sup>1</sup> That portion of Gia Dinh Province within the study area.

Table 2.1.3 Total Per Capita Water Requirements

		Per capita requirements, lpd		
		1970	1980	2000
Saigon	Low	175	200	220
	High	175	220	250
Gia Dinh	Low	133	180	200
	High	133	200	250



Table 2.1.4 Estimated Annual Average  
Daily Water Requirements  
Within Study Area

Year	Area	Estimated population served	Per capita <sup>1</sup> water demand, lpd	Estimated water demand, thousands cu m/day
1970	Saigon-Cholon	1,600,000	175	281
	Gia Dinh	360,000	133	48
	Total	1,960,000		329
Low Estimate				
1980	Saigon-Cholon	2,300,000	200	460
	Gia Dinh	1,000,000	180	180
	Total	3,300,000		640
2000	Saigon-Cholon	2,500,000	220	550
	Gia Dinh	2,250,000	200	450
	Total	4,750,000		1,000
High Estimate				
1980	Saigon-Cholon	2,300,000	220	510
	Gia Dinh	1,200,000	200	240
	Total	3,500,000		750
2000	Saigon-Cholon	3,100,000	250	770
	Gia Dinh	3,400,000	250	850
	Total	6,500,000		1,620

<sup>1</sup> Includes allowances for government, military, industrial, society, and unaccounted-for water.

Table 2.1.1 to 4 were extracted from "Saigon Water Distribution Project", January 1972, Metcalf & Eddy Inc.

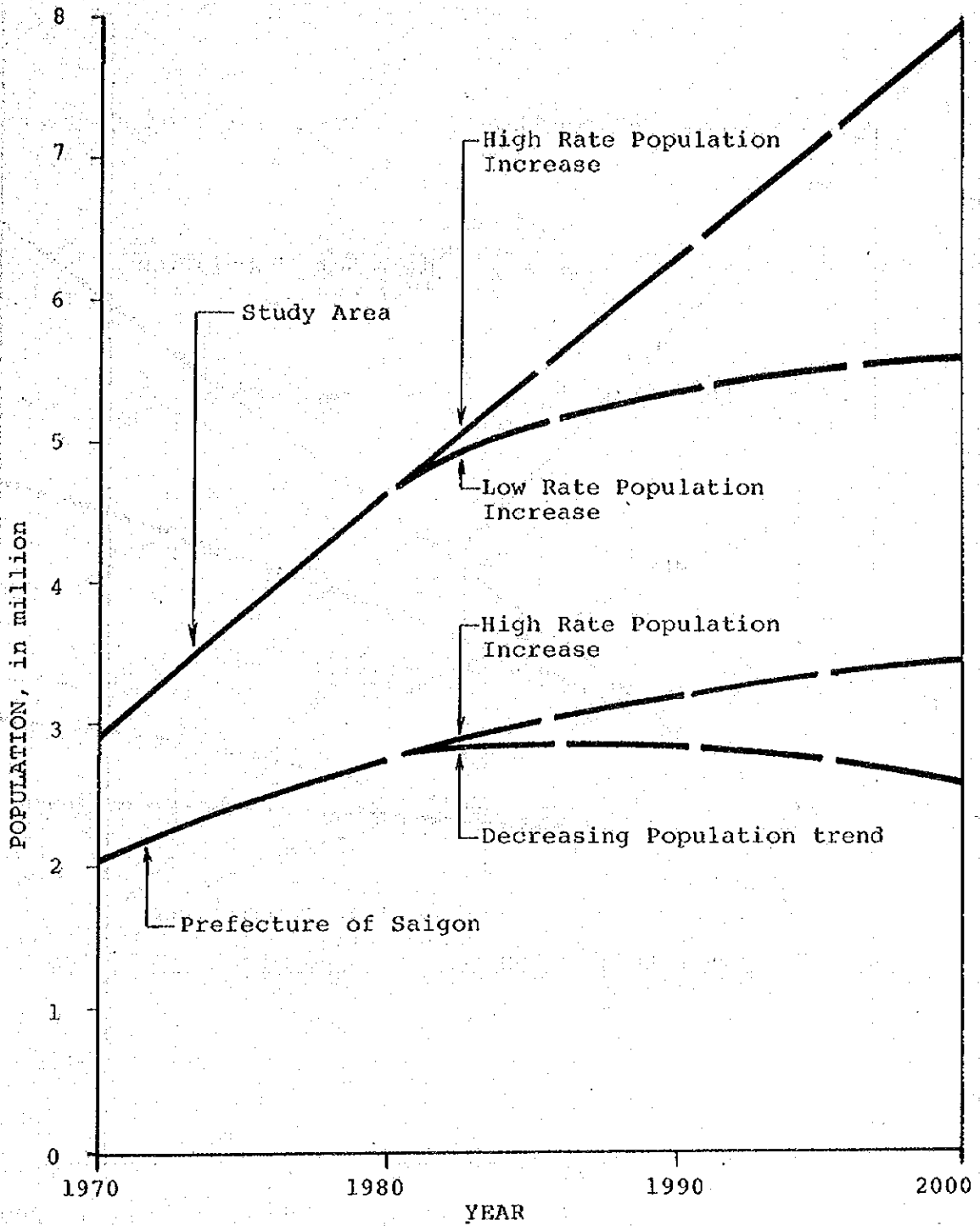


Fig. 2.1.1 POPULATION OF SAIGON

Extracted from "SAIGON WATER DISTRIBUTION PROJECT"  
 January 1972, Metcalf & Eddy Inc.

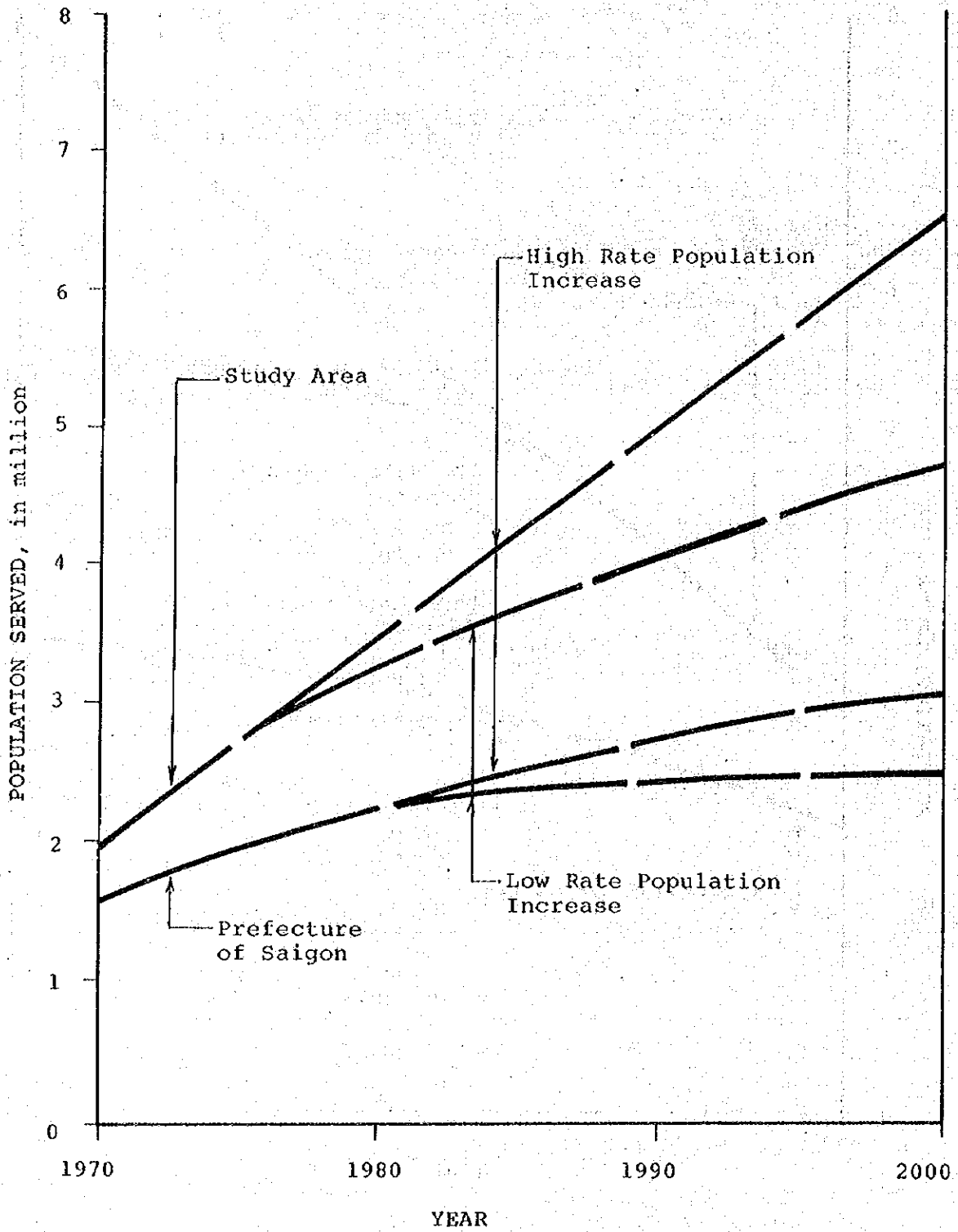


Fig. 2.1.2 POPULATION SERVED BY WATER SYSTEM

Extracted from "SAIGON WATER DISTRIBUTION PROJECT"  
January 1972, Metcalf & Eddy Inc.

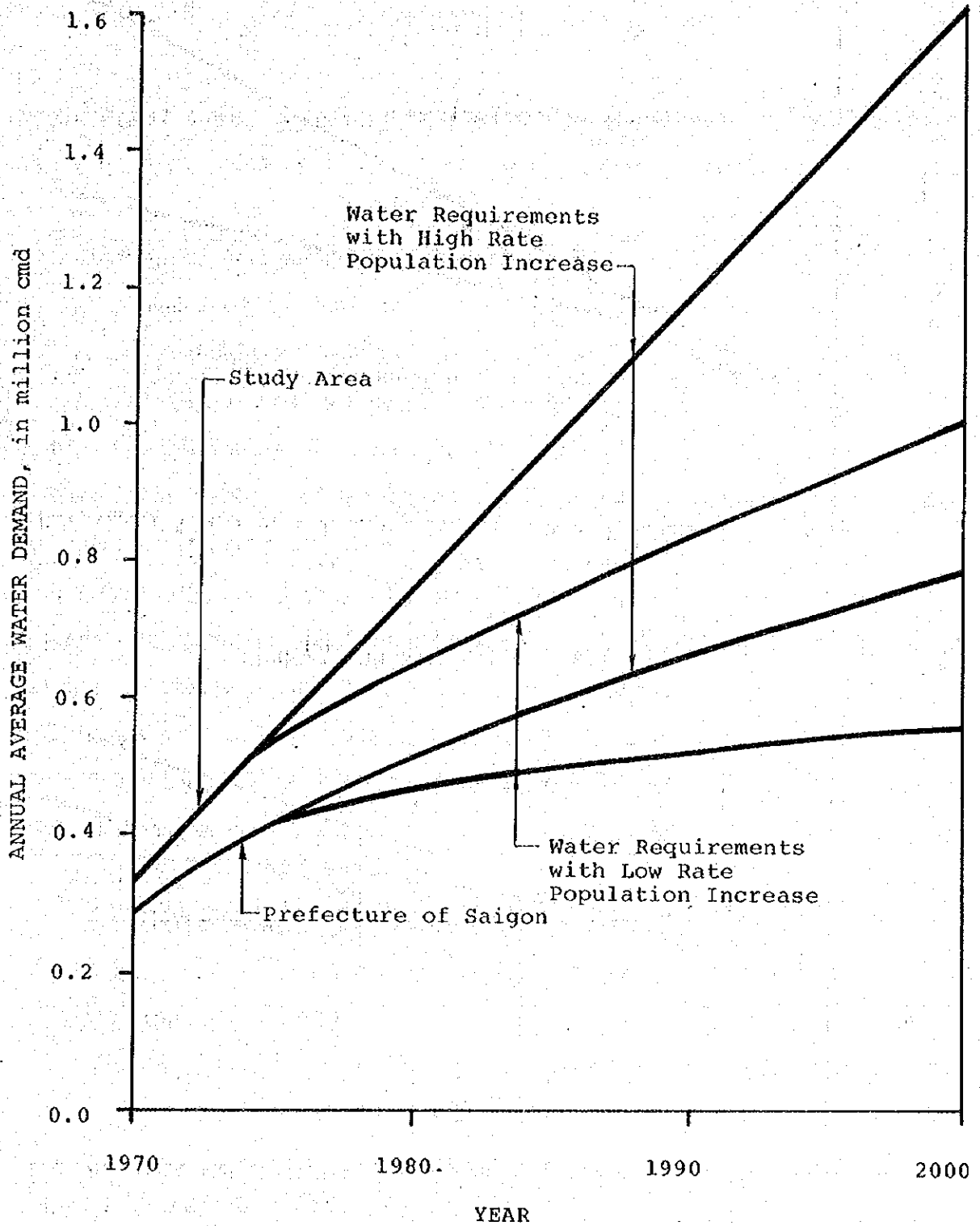


Fig. 2.1.3 DEMAND FOR WATER

Extracted from "SAIGON WATER DISTRIBUTION PROJECT"  
January 1972, Metcalf & Eddy Inc.

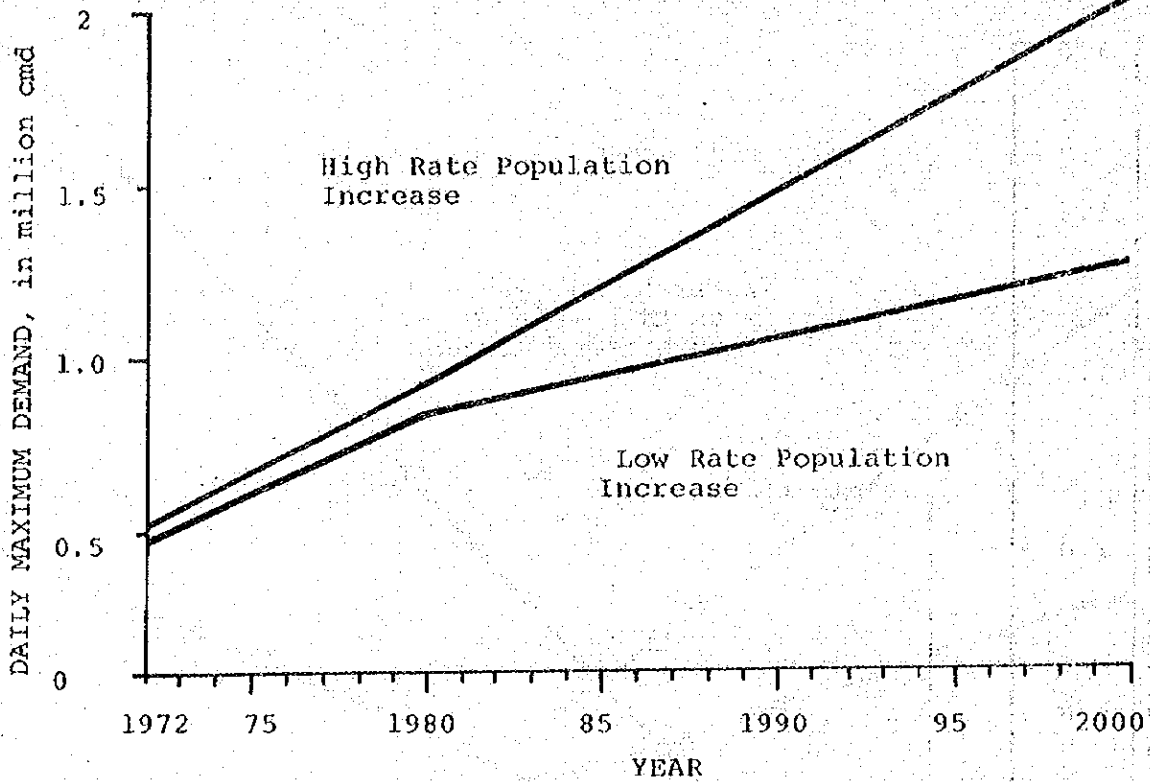


Fig. 2.1.4 DAILY MAXIMUM DEMAND

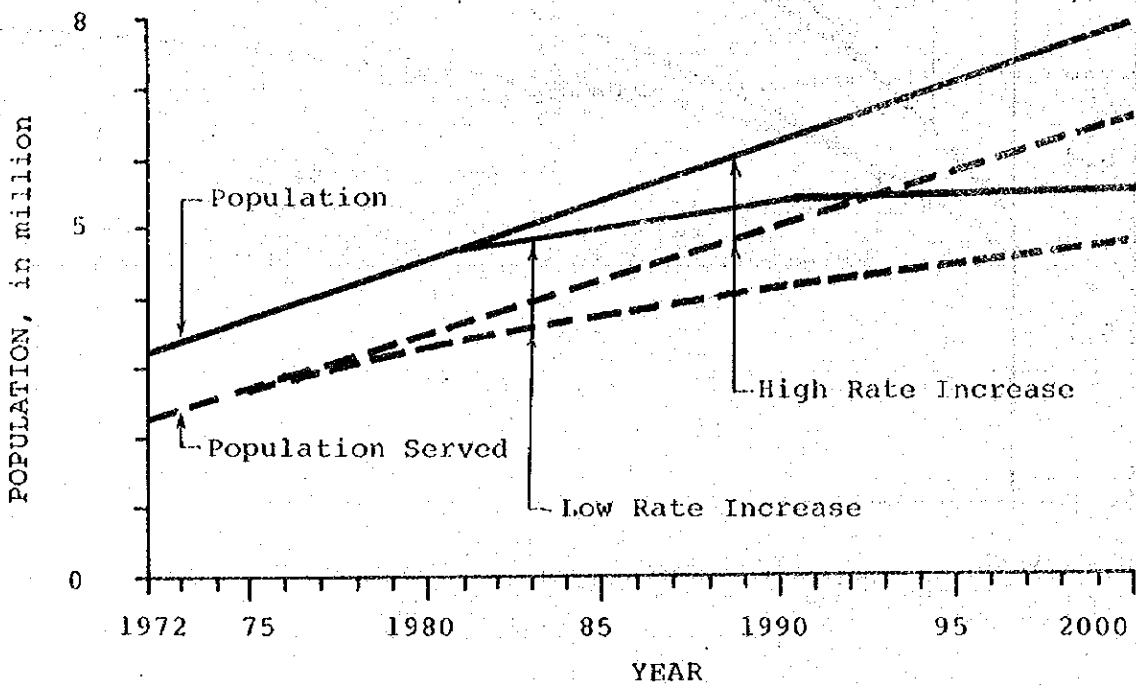


Fig. 2.1.5 POPULATION ESTIMATED

Based on "SAIGON WATER DISTRIBUTION PROJECT"  
January 1972, Metcalf & Eddy Inc.

## II - 2 拡張計画と地下水供給

先に論じられた様に、Saigon 首都圏への水道用水供給量を増加することが緊急に必要とされている。こういった状況の下で、いくつかの対策が下記の如く SMWO によってもくろまれている。

- a) Dong Nai 系の取水ポンプおよび浄水設備の改良
- b) Saigon 市郊外の地下水開発
- c) Saigon 川開発

先ず第一に決定されたのは取水ポンプその他の改良の調査である。この技術的調査は現在進行中で、約 300,000 cmd を経済的に増量できるものと期待されている。この事業がこの水道の状況を大きく改善することは間違いない。しかしこの Saigon 首都圏の水不足がそれで解決されることにはならない。

当市北方での地下水の開発はかなり以前から論議されてきた問題である。その可能性は日本からの 1971 年の調査の報告書の中でも指摘されていた。そして今 1972、73 両年の調査によって、この報告書の第 1 部に述べられた如く、その地下水の豊富さが確められた。そこで地下水系水道の実施に当たっての長所として留意されるべきは以下の通りである。

- 1) 約 200,000 m<sup>3</sup>/日の地下水が比較的市の近くで取水可能である。
- 2) Dong Nai 系とは別な水源が得られたことによって前者が事故の際にも最低限の給水が保証される。
- 3) 地下水源による水道は一般に表流水によるよりもその建設期間が短い。
- 4) 従来給水圧の低かった Cholon 地区に直接水を注入でき、効果的に全体の給水状態を改善し得る。
- 5) 需要や資金の額に従って必要な数だけの井戸を追加していくなど段階的な拡張がやり易い。
- 6) 高価な浄水処理を要しないので、比較的建設費を安くできる。
- 7) 河川水源が海水の侵入や人意的な汚染を受けやすいのにひきかえ、地下水は水質的に安定している。

この事業の実施計画や施設概要は次節以降に述べられている。

次に Saigon 川については、そこからの導、送水管が Dong Nai 川から引くよりも短距離で

あること、地下水と同じ浄水場で処理できること、工費の高い Saigon 川横断をする必要がないこと、給水区に注入する際の位置が地下水の場合と同じく Dong Nai 系と反対方向で給水状態を有利に改善できるなどいくつも有利な点がある。しかし残念ながら実施案を作るにはまだ資料が十分でないので、今後大いに調査を進める必要がある。

上述3つの対策とは別に、長期計画として Dong Nai 川の再開発を考慮しなければならない。現在あるコンサルタントの手によって紀元2000年までの Saigon 首都圏の水道の基本計画が可能な水源を想定して作られつつあるが、その中で Dong Nai 川が十分検討、活用されることが期待される。

参考に供する目的で、前述の推定需要と、予想される事業計画の数量的な関係が Fig 2.2.1 に示されている。これの予測需要は前述の報告書 Saigon 首都圏配水事業計画にしたがって描かれている。給水拡張については Dong Nai 系、地下水系  $200,000 \text{ m}^3/\text{日}$  づつがそれぞれ2段階に分けられて実施されるものとしている。それから更に先の供給についても Saigon 川と Dong Nai 川が水源として十分に需要の伸びに応じられるものとして、仮に描かれている。

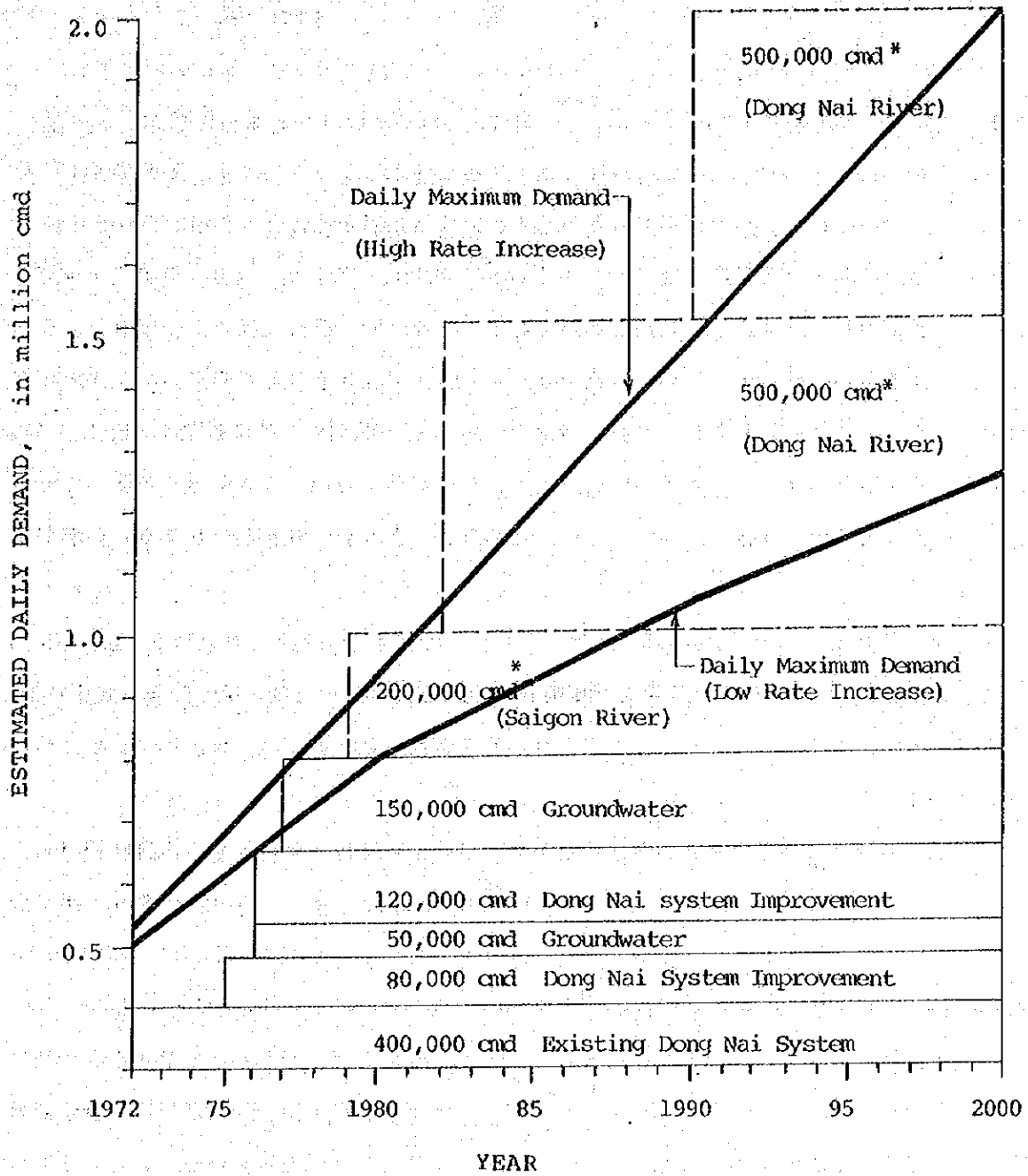


Fig. 2.2.1 ESTIMATED DAILY DEMAND AND CONSTRUCTION SCHEDULE

Based on "SAIGON WATER DISTRIBUTION PROJECT" January 1972, Metcalf & Eddy Inc.

\* Not yet projected



## II - 3 施 設 計 画

### II - 3 - 1 諸 論

Hoc Mon 地区の約 150 sqkm の地域で地下水が開発されることになる。第 1 部で挙げた理由から、確認された 5 つの帯水層のうち第 3、第 4 帯水層が水源として用いられよう。

1 本の水源井からの適正揚水量は 3,000 cmd と考えられるので、2,000,000 cmd の計画給水量に対しては 70 本の井戸が必要である。水理学的なそして操作上の理由からこれらの井戸は 6 群に分けられる。各井戸は相互に 500 m 以上離される必要があり、井戸 1 群の取水量は 27,000 から 39,000 cmd となろう。この計画の一般平面図は Fig. 2.3.1 のようになる見込だが井戸を配置する際には出来るだけ集落から離して水源汚染の機会を減らしたり、地表近くの地下水を使っている住民に影響を与えないようにしたりすることが要求される。

Fig. 2.3.1 にある通り、Hoc Mon で取水された水は浄水場で処理された後 Saigon 市に向けて送水され、Cholon 地区で既設の配水幹線に接続され、この地区の慢性的な低水圧状態を大きく改善するであろう。また今後配水管が整備される地区のために送水管の途中に分岐が設けられるように考慮せねばならない。

この事業のために 2 つの実施案が作られたが、第 1 の方法によれば要する内資は約 US \$ 8,190,000、外資は US \$ 16,410,000、計 US \$ 24,600,000 であり、第 2 の案によればそれぞれ US \$ 7,580,000、US \$ 15,220,000、計 US \$ 22,800,000 である。

事業費に関しては、比較的小規模のものから始め、次に需要の増加に応じた大きさを続けることが望ましい。こうすることによって最初から大事業を行う際の過大な先行投資が避けられるし最初の給水を早めることが可能となる。また見過してはならないのは、この新しい施設に対してよく訓練された従業員が当初から十分にはいないと考えられ、初め小規模の施設で彼らを養成しておき次の拡張に備えることができるという効用がある。かくして、最初 50,000 cmd の事業を遂行し次いで 150,000 cmd の拡張を行うという案が作られた。第 2 案としては、第 1 期に 100,000 cmd、第 2 期で 100,000 cmd という順序になる。次節でその詳細を説明する。

## II-3-2 施設計画

以下、施設計画として第1案の50,000+150,000cmdの場合についてだけ述べる。第2案では導・送水管が1本づつとなるだけで、取水や処理の方法は第1案と同一である。

計画は2段階に分けられ、取水量はそれぞれ、第1期では18本の井戸より54,000cmd、第2期では52本の井戸より156,000cmdとし、合計210,000cmd(70井)とする。

第1期では、地下水は曝気、石灰注入および滅菌だけで給水される。すなわち、取水量が比較的少なく、運転期間も短いので、ろ過施設は設けないものとする。

第2期では、ろ過施設を含んだ浄水施設を設け、除鉄、除マンガンを行なう。その施設容量は、第1期の方も含めて210,000cmdとする。

導水本管および配水本管は、第1期、2期ともそれぞれの容量に合わせて、独立して布設される。

### 1) 取水場

取水場は、取水井、取水ポンプおよびそれらを納める鉄筋コンクリート造りの上家よりなり、約120sqmの敷地を有する。

井戸の構造は、場所により増減があるが、一般に口径300mm、深度150mとする。地下水は低pH、低アルカリで、鉄管等を侵食する性質を持っている。そのためケーシングパイプは腐食性を考慮し肉厚管とし、スクリーンはその重要性を考えステンレス製とする。

取水ポンプは水中モーターポンプとし、ポンプ材質はステンレス性とする。各ブロックには予備として取水ポンプを1台づつ備えるものとする。

この他、井戸水位の記録および取水量の測定のため、それぞれ水位計および流量計が用意される。これらの記録により各井戸の能力の点検ができる。また、ポンプ上家内に現地操作盤を用意し、各井戸のポンプを他と切りはなして運転できるようにする。

取水場の平面配置をFig. 2.3.2に示す。

### 2) 導水施設

#### a. 集水管

地下水は各取水井より口径250mm~450mmの圧力管により、途中で集められながら中継ポンプ場へ送水され、その入口で計量される。浄水場のまわりに配置された井戸





LEGEND

- WELL
- RELAY PUMPING STATION
- ▨ WATER TREATMENT PLANT
- COLLECTION MAIN
- RAW WATER MAIN
- TREATED WATER MAIN
- EXISTING SERVICE MAIN
- ▨ NEW HOUSING AREA

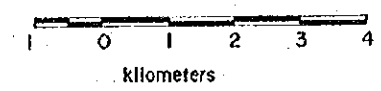
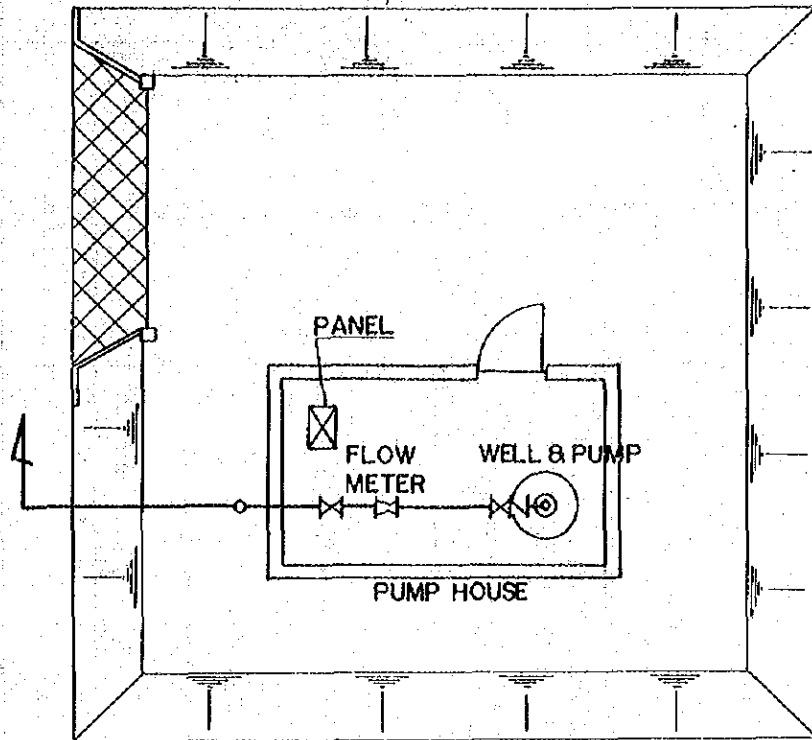


Fig. 2.3.1 LAYOUT OF GROUNDWATER SUPPLY SYSTEM

PLAN



SECTION

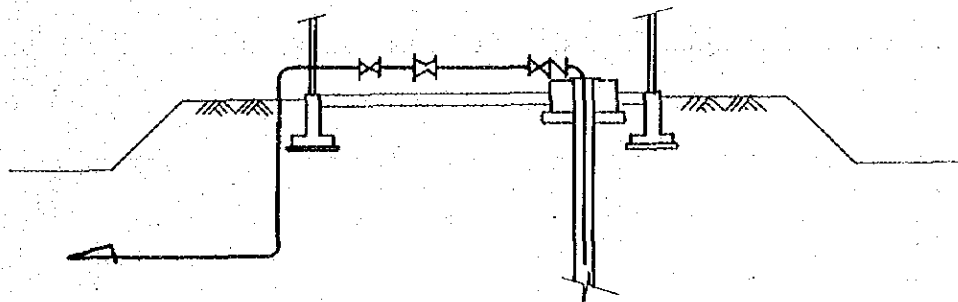
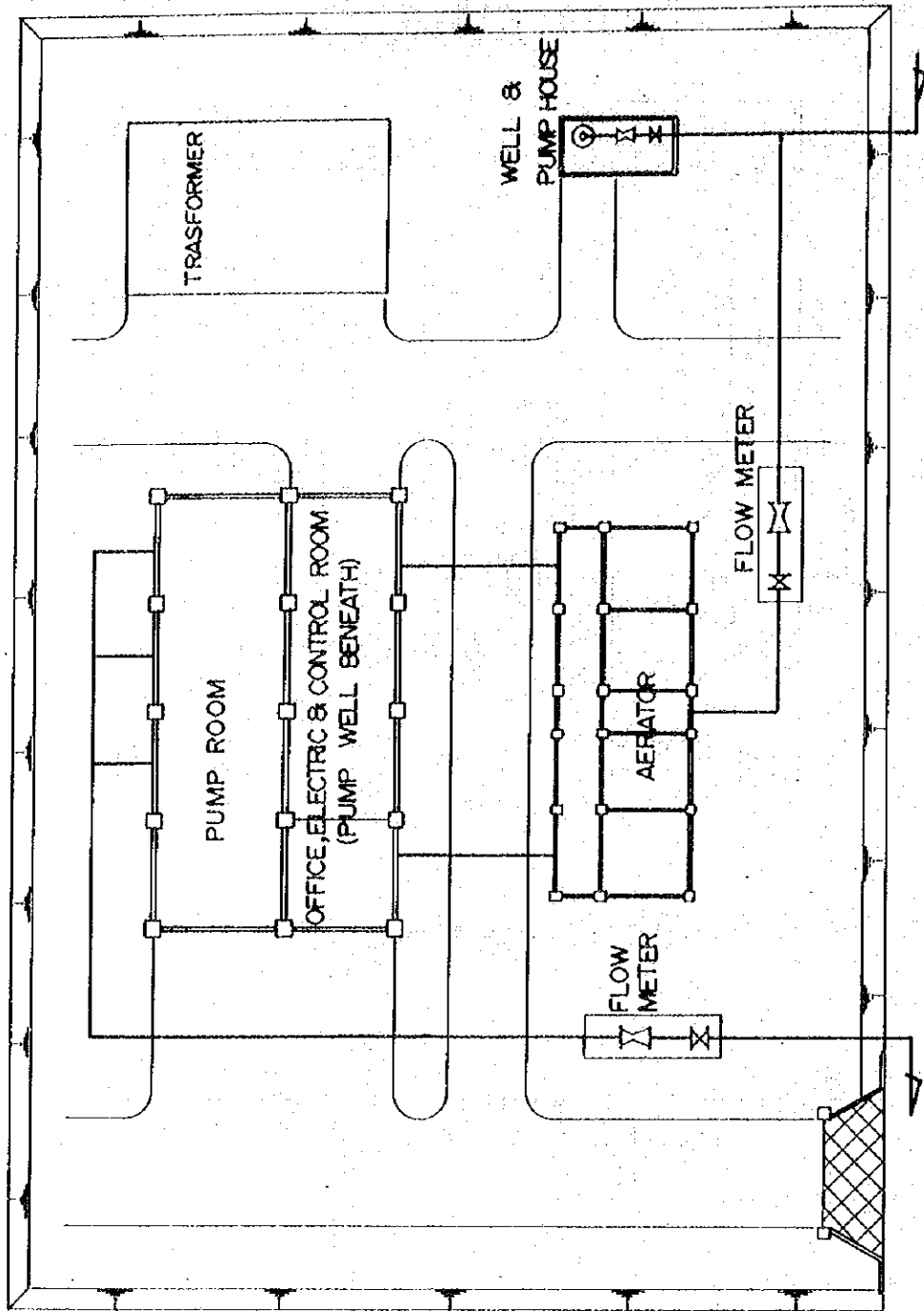


Fig. 2.3.2 INTAKE STATION



5 0 10  
meters

Fig.233 RELAY PUMPING STATION

群からは中継ポンプ場を経由することなく直接浄水場へ送水される。

圧力管としては、鑄鉄管や鋼管に比べ価格が安く、侵食性を有する原水に対して耐食性が高いこと、また、口径が比較的小さく管にかかる水圧が低いことより、遠心力鉄筋コンクリート管(RCP)を使用するものとする。

#### b. 中継ポンプ場

ポンプ場は、曝気装置、3台の導水ポンプおよび管理棟(ポンプ井、ポンプ室を含む)からなり、約2,400sqmの敷地を有する。

原水の低pHは原水中の遊離炭酸と低アルカリ度のためと思われる。これは鉄管、ポンプ材質等を侵食する性質を有し、さらにはコンクリート構造物を侵す恐れがある。導水ポンプおよび導水管等の保護のため、重力式の曝気装置を設け遊離炭酸を除去することとする。

管理棟は、曝気後の原水が流入するポンプ井と、それにとりあつたポンプ室および管理室(電気室、事務室を含む)とからなる鉄筋コンクリート造りである。ポンプ井は最大導水量の約10分間の容量を有する。ポンプ室は巾6m、長さ20mで、導水ポンプ3台が設置され、ポンプの搬出入、据付のためにクレーンが設けられている。

3台のポンプは全て同仕様の横軸両吸込渦巻ポンプとし、その内1台は予備とする。第1期における最大取水量は、ポンプ場1ヶ所と浄水場附近の取水ポンプを合せ、54,000cmdである。第2期では、4ヶ所のポンプ場より最大156,000cmdを導水する。浄水場より要求される導水量の変化への対応は、各ブロックの導水ポンプの運転台数を変化させることにより行われ、各ポンプは常時最大容量で運転される。需要水量の時間変化は浄水場に設けられる配水池により調整される。つまり取水量および導水量は1日中一定に保たれる。なお、ポンプは手動により操作されるものとする。

導水ポンプおよび取水ポンプの電力は、民間電力会社から浄水場の変圧器を経由して送電される。取水井へは各中継ポンプ場およびいくつかの取水場で400Vに降下した後、供給される。

#### c. 導水管

取水地域を2つに割って国道1号線が南北方向に走っている。この道路は交通量が多く、舗装も完備されている。この道路に主管を通すことは作業能率が悪くなるだろうし、経済的でもない。一方、国道1号線の西側に地方道236号線が1号線とほぼ平行に走

り、Thong Tay Hoi 地点で1号線と合流している。

取水区域全体を見ると、この道路はこの地域のほぼ中央を走っている。この道路は交通量が少なく主管を通すに十分な巾を持っている。故に主管をこれに通すものとし、その南北方向に枝管を配置するものとする。

枝管の配置に当り、交通量が少なく、工事に用する広さを持った道路を選んだ。一部 Hoc Mon の町の中を通ることとなるが、これは井戸の配置および管路延長を短くするためには避けられないと思われる。

以上の導水管のルート上の制約も、中継ポンプ場の位置を決めた一要素である。

地下水による Saigon 首都圏への給水計画において、管路の延長がかなり長く、その工事費の総工事費に占める比率は甚だ高いものである。従って、管種の選定は直接、建設費を左右するものであり、究極に於いて給水単価に影響を与えるものである。

導水管及び配水管の管種決定に当り次の様な事が考えられる。

1. 低地の水田地帯における土壌および地下水の性質が侵食性である。

Metcalf & Eddy による Monthly Report No. 11 "Soil Corrosion Study"

によれば、地盤の低い湿潤地帯で、排水性の悪い地域では、その土壌の性質は侵食性を持っていると述べている。この地域のうち、西方および南西部、配水本管の路線の一部で、土壌による侵食が心配される。侵食性の特に著しい地区では管にコーティングが必要となろう。

2. 低地を通る部分において、地下水によるパイプの浮き上がりが、特に工事中に懸念される。そのため、重量のあるパイプは有利であろう。

以上の要因を考慮し、また鋼管および鑄鉄管の価格が高いことより、導水管および配水本管にプレストレストコンクリート管 (PSCP) を採用することとする。

日本工業規格 A-5333-1971 Prestressed Concrete Pipes-Core Type によれば、管の試験水圧により、その管種は5段階に分類されている。(1.8~4 kg/sqcm)、導水管口径は 600 mm から 1,100 mm である。

第1期においては、導水管の口径は 600 mm で管にかゝる静水圧は最大 2.0 kg/sqcm 程度である。第2期では同様に口径 700 mm ~ 1,100 mm、静水圧は小口径 (700 mm ~ 900 mm) で最大 4.5 kg/sqcm、大口径 (1,100 mm) で最大 2.0 kg/sqcm 程度である。衝撃圧および土被り等を考慮し、それぞれ 1.4 kg/sqcm および 1.0 kg/sqcm 管とする。



管布設工事において、特に低地においては、乾期に工事がなされるべきであろう。管へかかる外圧を分散し、管体の不等沈下を防ぐ為、管底下20cm又は管径の1/2以上の厚さで、砂または砂利基礎を設けるものとする。

### 3) 浄水施設

浄水場は Tan Son Nhut 空港の西方約3kmに位置する。

今回地下水水質を調査した範囲では、その水質は水道原水としてはすぐれているが、滅菌だけで給水出来る程の水質ではなく、浄水処理を必要とする。

原水水質を見ると、pH、アルカリ度、硬度とも低く、遊離炭酸を含み酸度が高い。外観は無色透明であるが、わずかに異臭味が感ぜられる。これは原水中に含まれる鉄分の為と思われるが、その量はそれ程多くない。又、マンガンも少量含まれていると思われる。その他塩素イオンは少く、アンモニア性窒素は認められない。過マンガン酸カリウム消費量も少ない。外界からの汚染は少ないと思われる。地下水調査で行われた水質分析結果は Table 1.1.4～6に示されている。

Saigon 首都圏へ給水する為、鉄およびマンガンを処理しなければならない。また、水道施設の保護の為、アルカリ度および pH 値を高める必要がある。

原水の濁度が非常に低く、鉄、マンガンの含有量も多くないので、その処理は前塩素処理および砂ろ過により出来ると思われる。

中継ポンプ場で曝気された原水は、急速かく拌池に入り、石灰および塩素とを加え急速にかく拌される。石灰の注入は、原水の pH 値を上げ、反応を早めるためと、原水のアルカリ度を高めるためである。

急速かく拌池で薬品と混和された原水は接触池に入り、その中で鉄、マンガンの酸化が行われフロックを形成する。そのフロックは急速ろ過池で除去される。フロックにならなかったマンガンもろ過池で接触除去される。ろ過水はその出口で塩素滅菌され、給水される。

処理水中のアルカリ度は 20 ppm 以上、pH 値 8～9 としたい。

消石灰 15 ppm の注入により、これらの値が得られるだろう。処理水中の残留塩素は後塩素により調整される。各薬品の注入率は次の通りとする。

	常 時	最 大
前塩素注入率	1 ~ 2 ppm	4 ppm
後塩素注入率	1	2
消石灰注入率	15	20

導水すべき原水流量は各中継ポンプ場へ指示され、急速かく拌池の手前に用意された原水流量計により計られ記録される。原水は急速かく拌池から各接触池へ水理的に均等に配分されるが、その使用池数は原水量の多少により人為的に決められる。これは流入ゲートの手動操作による。ろ過流量はろ過池の使用池数およびろ過速度により決まるが、これは原水量と総ろ過流量が一致する様にオペレーターにより設定される。

ろ過池の洗浄は、ろ過時間またはろ過損失水頭のいずれかが、規定値に到達することにより自動的に行なわれる。洗浄はポンプ直送により行われる。これらの制御は現地操作盤の設定値に従い、自動的に行われるが、この他にオペレーターによる任意の手動操作も可能である。

#### 4) 配水ポンプ場

1972年1月、Metcalf & Eddy, Inc. により提出された報告書 "SAIGON WATER DISTRIBUTION PROJECT" によれば、現在 Saigon 首都圏での日最大給水量および時間最大給水量の日平均給水量に対する比率は、それぞれ 1.12 および 1.30 倍である、と分析している。しかしながら、配水管の整備がなされ、十分な水圧で給水されるなら、上記の値はそれぞれ 1.25 および 2.00 倍になるだろうと推定している。配水施設の設計においては、時間最大給水量 =  $1.60 \times$  日最大給水量とし、第1期 80,000 cmd、第2期 320,000 cmd とする。

##### a. 配水ポンプ

配水ポンプは、第1期では3台、第2期では5台とし、内1台ずつ予備を設け、非常時に備えるものとする。配水本管の末端 (Saigon 市内へ入る所) での水頭を 40 m (有効水圧約 35 m) とする。

ポンプは全て横軸両吸込渦巻ポンプとする。

配水ポンプの運転は吐出側で検出された圧力が適正上下限值内に収まるようポンプの運転台数を手動にて制御する方法である。ポンプ吐出側圧力の低下時には警報が発せられ運転台数を1台ずつ追加する。逆に圧力の上昇とともに運転台数を減らしていく。適正上下限値は送水流量の変動分を加味して、末端圧がほぼ規定範囲内になる様に機械が

計算してオペレーターに表示するものである。

配水量の時間変化に対する調整は、上記運転台数の制御とコントロールバルブの開度により行われる。

#### b. ポンプ場

ポンプ場は、各々管理本館の地下に設けられる。第1期では3台の配水ポンプが、第2期では5台の配水ポンプ、逆洗ポンプ2台および表洗ポンプ2台がそれぞれ据付けられる。流量計およびコントロールバルブは各々、ポンプ室の外の流量計室に納められる。各ポンプおよび他の器材の運搬、据付等のため、クレーンが用意される。

#### 5) 管理本館

第2期では、管理本館は地下1階、地上2階よりなり、地下は上述のポンプ室である。1階には主に薬品貯蔵室および注入室、電気室、事務室があり、薬品貯蔵室へは薬品の搬入のため、トラックの荷台が中へ入れる様にする。その他、オペレーター作業員の休憩室、空調機械室、湯沸室、洗面所等が用意される。2階には管理室、水質試験室、会議室、資料室、場長室等があり、冷房がほどこされる。管理本館の概略は図2.3.7に示す。

第1期では、管理室、電気室、薬品注入室およびポンプ室等必要な最少限度を設ける。このうち、幾つかの施設は第2期に築造される管理本館に移し換えるようにする。薬品は仮設の貯蔵室に納めるようにし建設費の低減を計る。

#### 6) 電力設備

本計画に必要とされる電力は浄水場予定地付近にある民間電力会社から供給されるものとする。このため、自家発電設備を必要としない。中継ポンプ場および取水場へは浄水場の変圧器を通じて電力を供給する。

浄水場の特別高圧受変電装置の容量は約10,000KVAとする。

#### 7) 配水本管

##### a. 配水本管ルート

配水本管のルートを決めるに当り次の様な条件が考えられる。

1. 従来、給水圧力の低かったCholon地区の圧力を高め、給水状態を改善すると同時に、給水区域全体の圧力を高める。
2. 浄水場がSaigonの北方に位置している。
3. 地下水系の配水量を吸収できるような適当な口径を持った、既設の配水主管に連絡

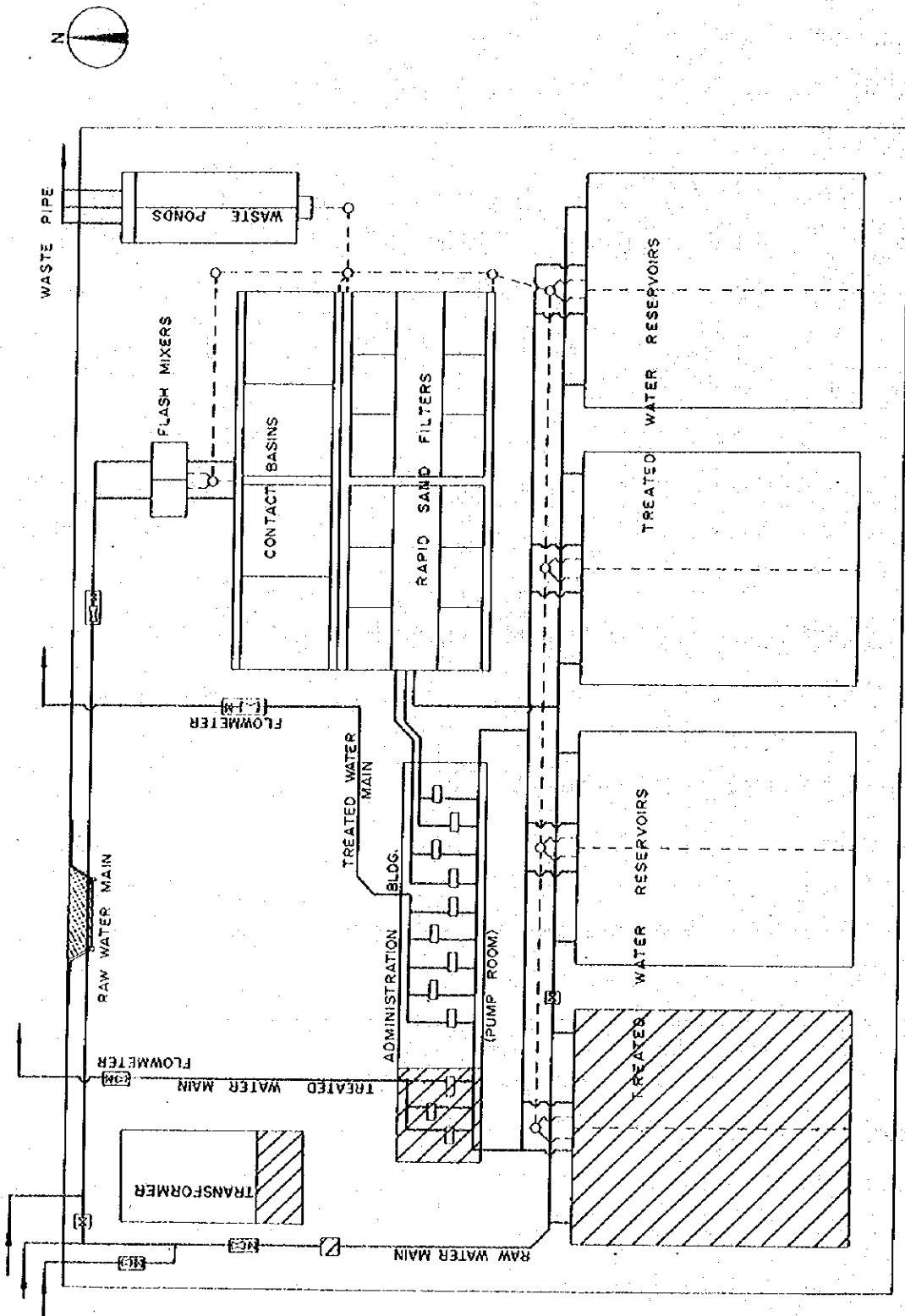
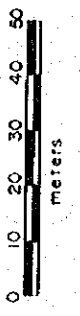


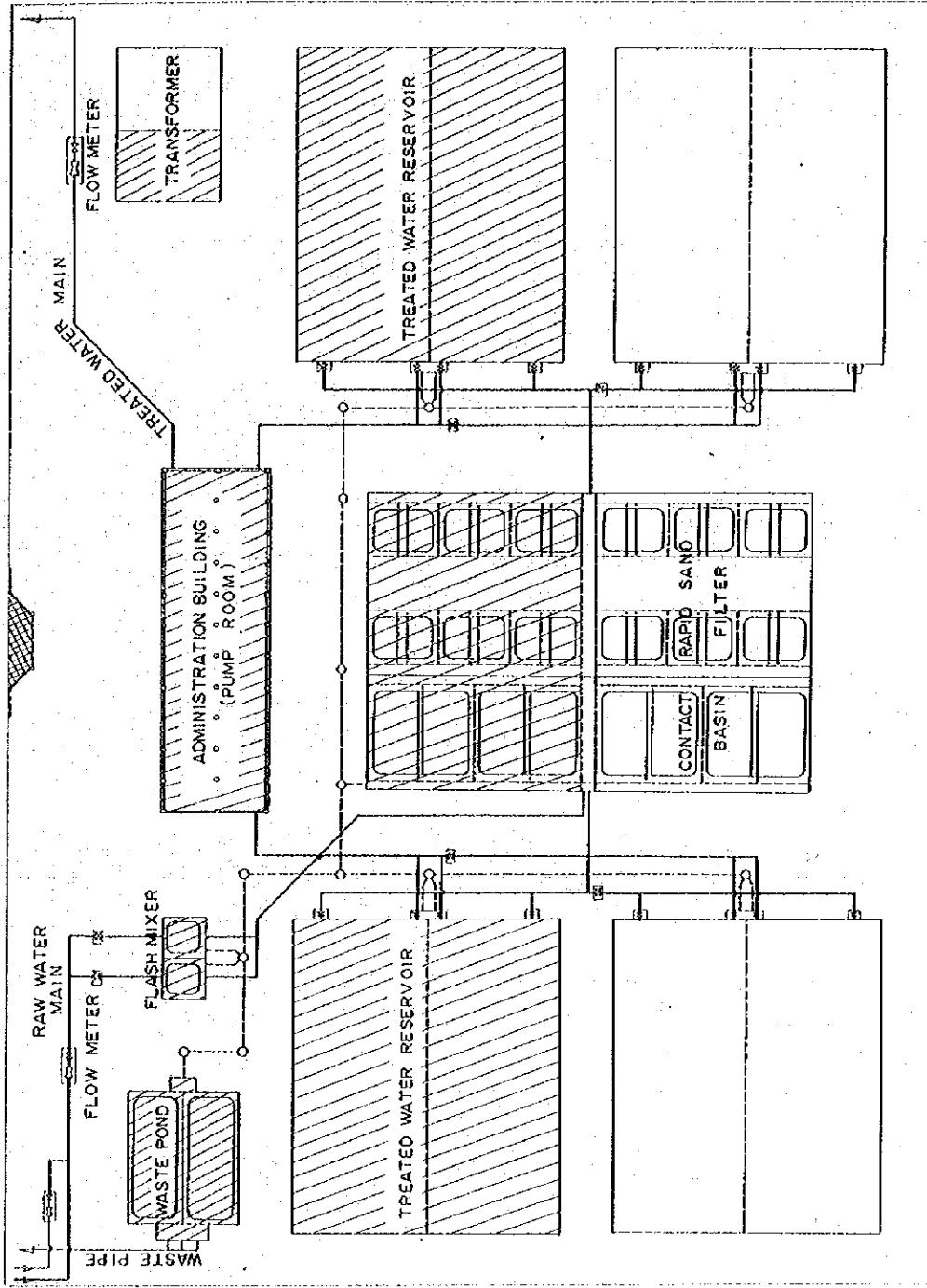




Fig. 2.3.4.0 TREATMENT PLANT  
GENERAL PLAN ALTERNATIVE 1



LEGEND  
 1<sup>st</sup> Stage   
 2<sup>nd</sup> Stage 



LEGEND

-  1st Stage
-  2nd Stage

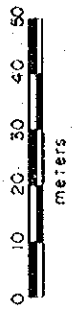


Fig. 2.3.4.D TREATMENT PLANT  
GENERAL PLAN ALTERNATIVE 2



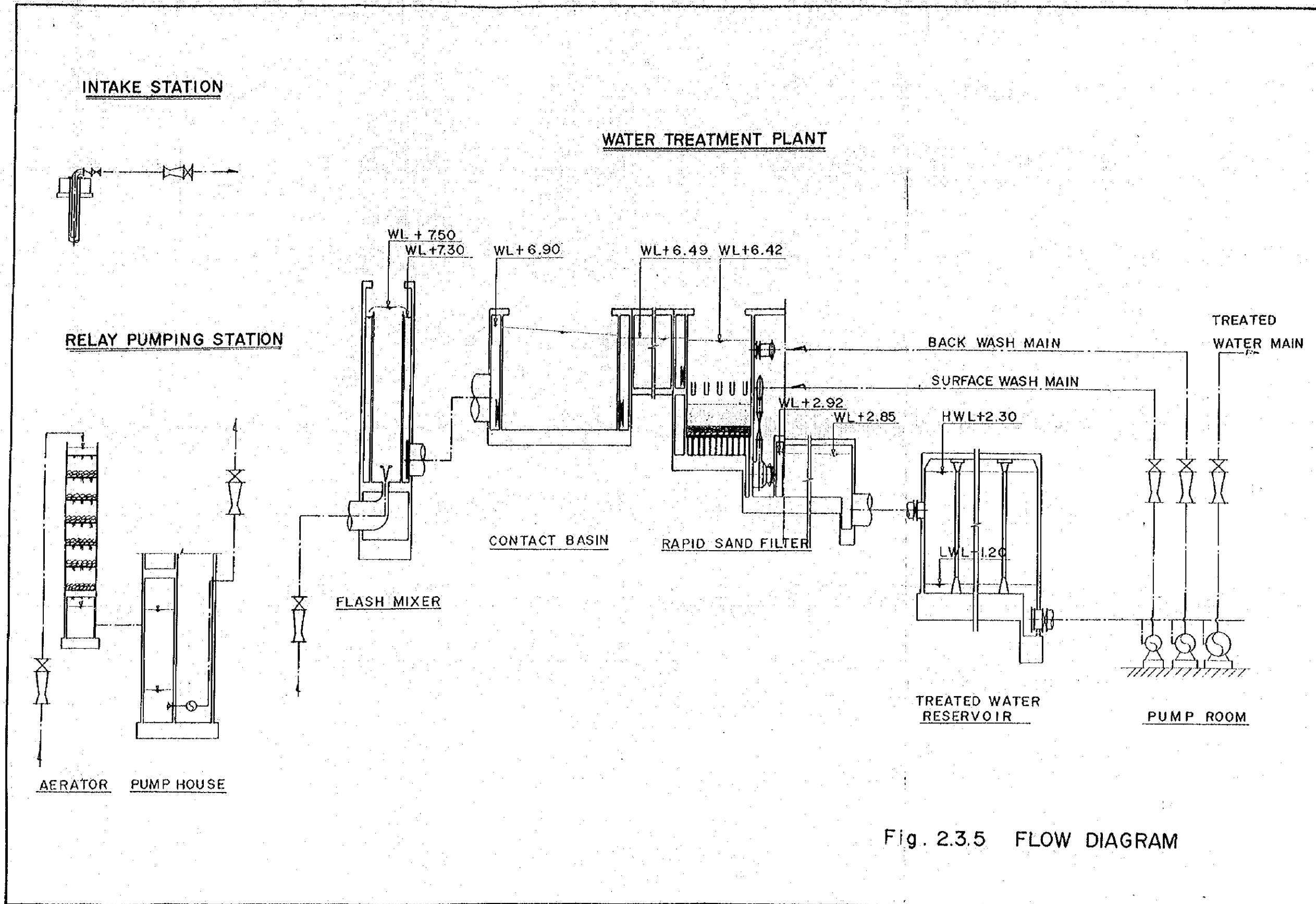


Fig. 2.3.5 FLOW DIAGRAM

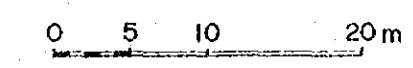
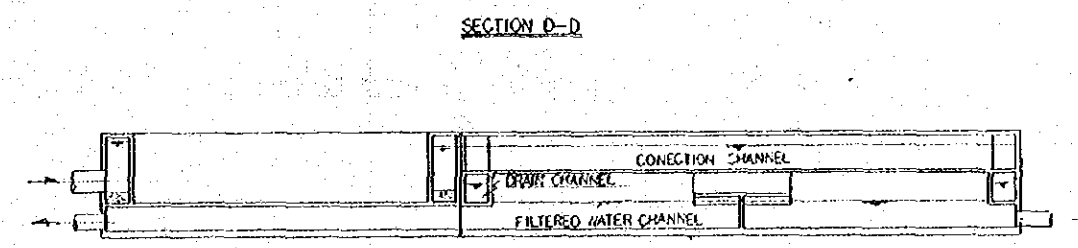
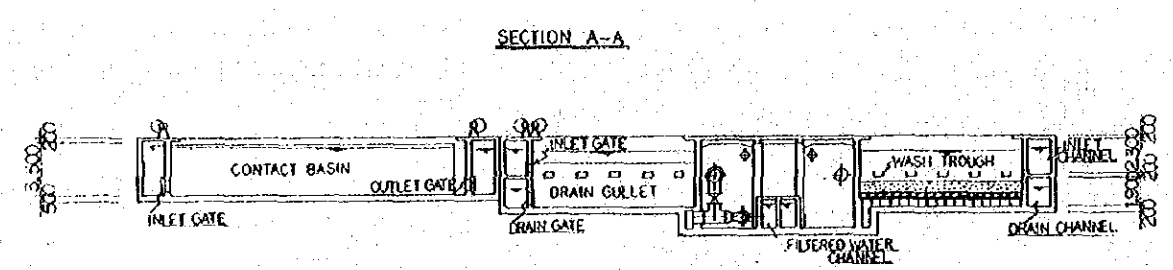
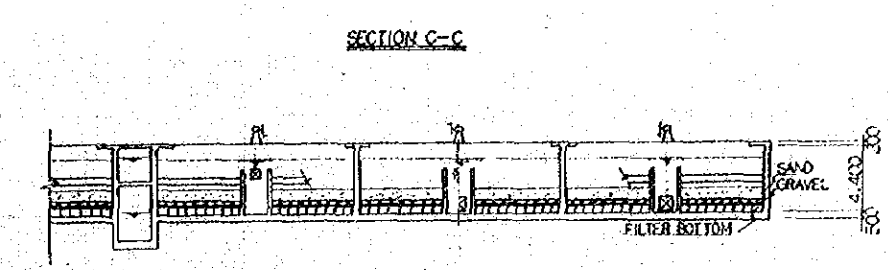
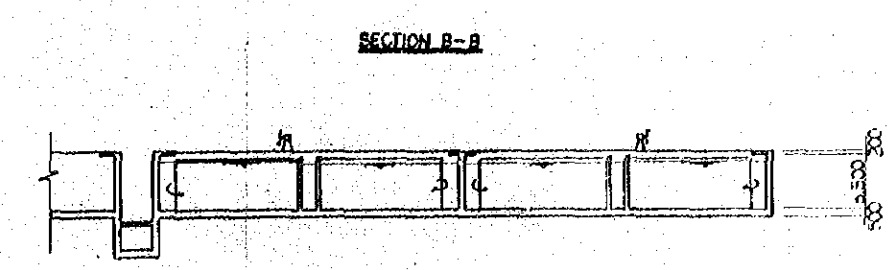
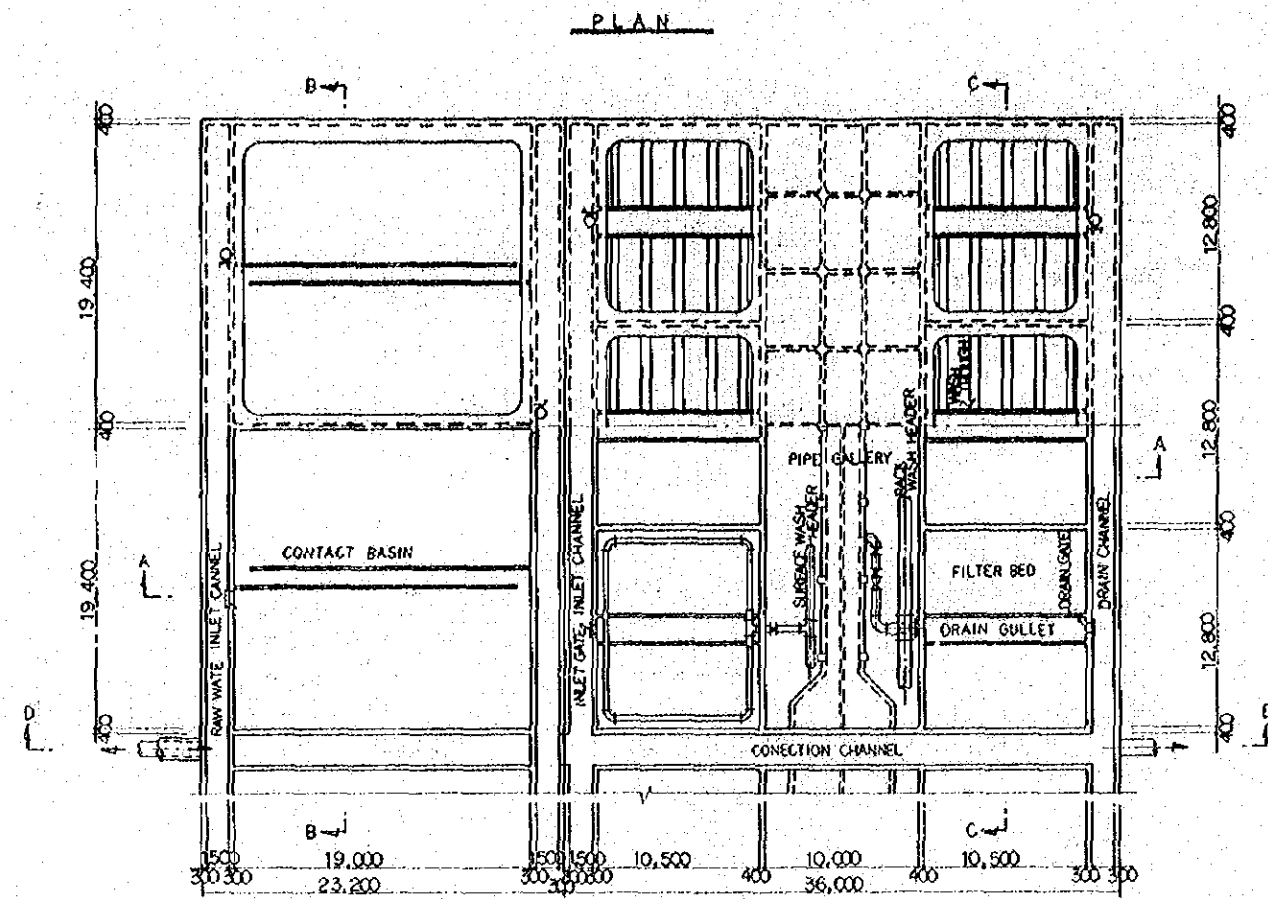
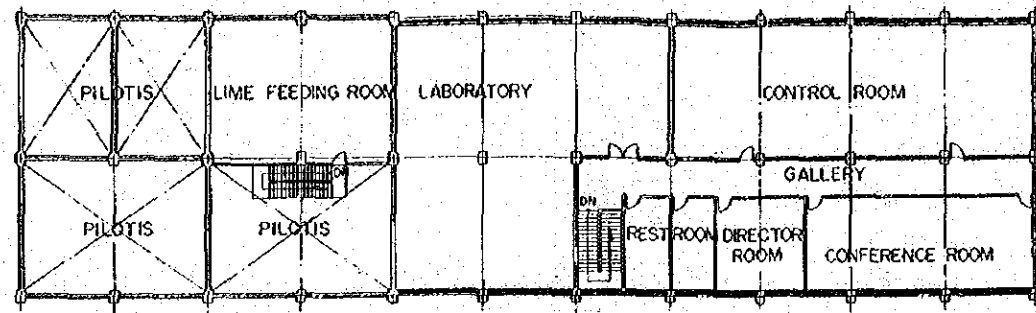
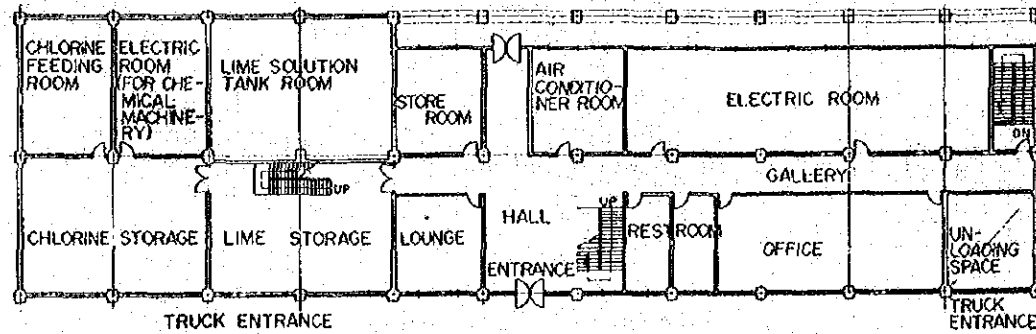


Fig. 2.3.6 CONTACT BASIN & RAPID SAND FILTER

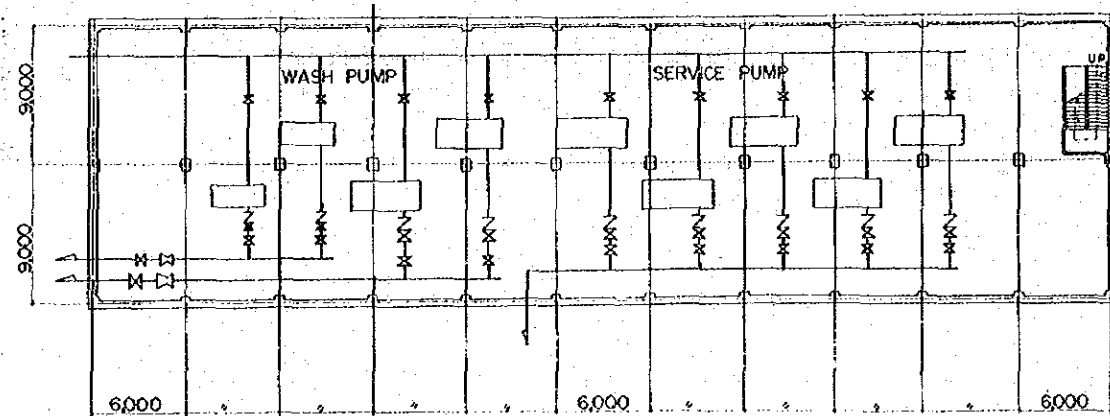




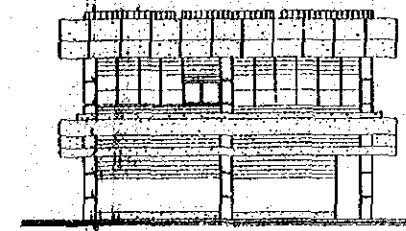
SECOND FLOOR



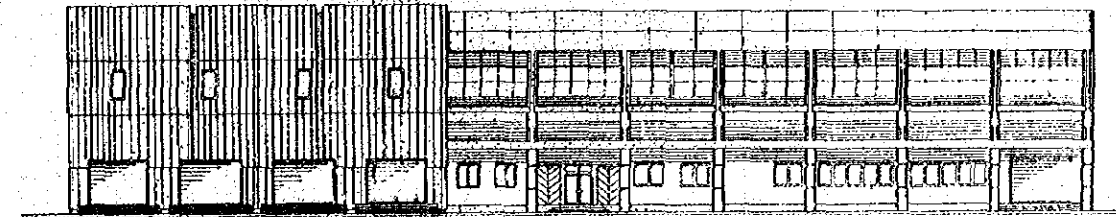
FIRST FLOOR



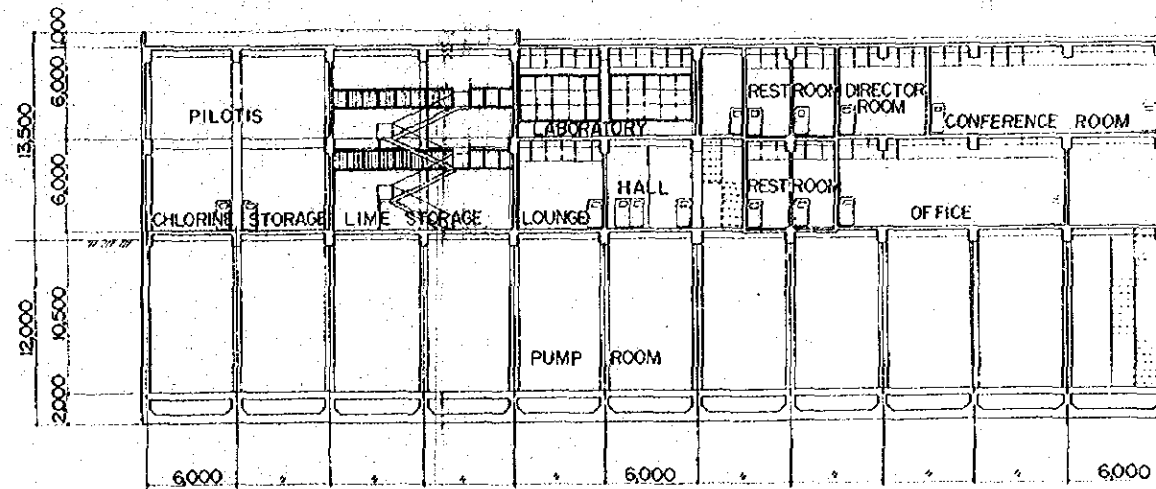
BASEMENT



WEST ELEVATION



NORTH ELEVATION



SECTION

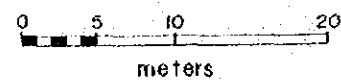


Fig. 2.3.7 ADMINISTRATION BUILDING

したい。

これらの条件と、路線の長さおよび配管工事に要する道路巾、交通量による工事の難易等より、路線は次の様を選ぶ。

浄水場より国道1号線に出て、地方道235号線沿いに南下し、競馬場のわきを通りCholon地区の中心部に到達する。

配水本管はThan Quoc Toan通り、Hong Bang通りおよびDong Khanh通りにそれぞれ布設されている $\phi 750\text{ mm}$ 、 $\phi 400\text{ mm}$ 、 $\phi 1,050\text{ mm}$ の既設主管に連絡される。その他、最近急速に人口の増えた、いわゆる難民地区の2ヶ所に配水出来る様に途中で分枝を用意する。(cf. Fig. 2.3.1)

#### b. 管径および管種

時間最大配水量、第1期80,000 cmd・第2期240,000 cmdに従い配水本管の口径はそれぞれ900 mm、1,350 mmとする。管種は、導水管と同様にプレスト・コンクリート管とし、管にかゝる最大静水圧6.5 kg/sqcmより、衝撃圧および土被り等を考慮し、1.4 kg/sqcm管を用いる。管布設工事については、導水管の場合と同様である。

#### 8) 施設規模

##### ALTERNATIVE 1

第1期 (Q = 50,000 cmd)

##### (1) 取水場

総取水量：54,000 cmd (18井 $\times$ 3,000 cmd/1井)

井戸：口径300 mm $\times$ 深度150 m

スクリーン：口径300 mm $\times$ 長さ25 m

取水ポンプ：水中モーターポンプ

$\phi 150\text{ mm} \times Q 2.1\text{ cum/min} \times H 35\text{ m} \times 3,000\text{ rpm} \times 2.2\text{ kW}$

ポンプ室：巾3 m $\times$ 長さ5 m = 15 sqm

電気設備：3 KVおよび400 V受配電用設備

井戸水位および取水量記録計

操作盤

付帯設備：場内配管、場内整備等

敷地面積：120 sqm

(2) 導水施設

a. 中継ポンプ場：1ヶ所

曝気装置：45 sqm × 6段

中継ポンプ：横軸両吸込渦巻ポンプ

φ300mm × φ250mm × Q9.4 cum/min × H25m × 1,500 rpm

× 75kW × 3台（内1台予備）

ポンプ室：延床面積320 sqm（ポンプ井、ポンプ室、管理室、電気室、事務室）

電力設備：3,000V受変電設備

中継ポンプおよび取水ポンプ等への配電設備

計装設備：監視制御設備および現地制御設備（中継ポンプおよび取水ポンプの制御）

計装計器類（ポンプ井水位および導水量の指示計、ポンプ井水位の警報装置等）、直流電源設備

付帯設備：場内配管、場内整備等

敷地面積：2,400 sqm

b. 導水管

集水管 管種：RCP

口径：φ250～φ450mm

布設延長：9km

導水管 管種：PSCP

口径：φ600mm

布設延長：3.8km

(3) 浄水場

処理水量：54,000 cmd

曝気装置：45 sqm × 6段

薬品注入設備

塩素注入設備：塩素注入機 5kg/hr × 2台（内1台予備）

塩素ポンペ 1ton用 × 2本

加圧給水ポンプ、電動ホイストその他

消石灰注入装置：溶解タンク 10 cum × 2槽

定液位槽 1.5 cum × 1槽

移送ポンプ Q0.1 cum/m.n × 2.2kW × 2台（内1台予備）

攪拌機、電動ホイストその他

#### 配水池

池数：1池（隔壁にて2池に仕切る）

容量：10,500 cum（有効水深3.5m）

#### 管理本館

階数：3階

延床面積：1,000 sqm（ポンプ室を含む）

#### 電力設備

15,000V受変電設備（容量2.5MVA）3,000V配電設備

配水ポンプおよび浄水場付近の取水ポンプ等への配電設備

#### 計装設備

監視制御設備および現地制御設備（配水ポンプおよび取水ポンプ等の制御）

計装計器類（配水池水位、導水量および配水量の示指計、配水池水位、ポンプ吐出側圧力の警報装置等）

#### 直流電源設備

付帯設備：場内配管、場内整備等

敷地面積：12,000 sqm

#### (4) 配水施設

配水ポンプ：横軸両吸込渦巻ポンプ

φ500mm × φ350mm × Q27.8 cum/min × H65m × 1,000 rpm

× 450kW × 3台（内1台予備）

配水木管：管種 PSCP

口径 φ900mm

布設延長 10km

第2期 (Q = 150,000 cmd)

(1) 取水場

総取水量 156,000 cmd (52井 × 3,000 cmd/1井)

各取水場の施設は第1期と同じ

(2) 導水施設

a. 中継ポンプ場: 4ヶ所

曝気装置: 65 sqm × 6段

中継ポンプ: 横軸両吸込渦巻ポンプ

	Suction dia. mm	Delivery dia. mm	Discharge cum/min	Delivery head m	Speed rpm	Input power kW	No. of set
I	300	200	13.5	4.0	1,500	13.0	3 ※
II	"	"	"	3.9	"	13.0	3
III	"	"	"	3.6	"	11.0	3
IV	"	250	"	2.8	1,000	9.0	3

※ 内1台予備

ポンプ室、電気設備、付帯設備および敷地面積は第1期と同じ。

b. 導水管

集水管

管種: RCP

口径: φ250 ~ φ450 mm

布設延長: 2.6 km

導水管

管種: PSCP

口径: φ700 ~ φ1,100 mm

布設延長: 15.5 km

(3) 浄水場

処理水量: 210,000 cmd (第1期分を含む)

浄水量: 200,000 cmd (浄水処理過程での損失を5%見込む)

急速かく拌池

池数: 2池

滞留時間: 1分

接触池（水平ろ流式）

池 数：4池

接触時間：30分

急速ろ過池

池 数：12池

ろ過速度：180 m/d (180 cum/day/sqm)

ろ 層：砂利層 厚さ30cm

砂 層 厚さ70cm

集水装置：ストレーナ形

逆洗速度：最大0.7 cum/min/sqm、常時0.6 cum/min/sqm

表洗速度：0.2 cum/min/sqm

洗浄ポンプ：逆洗  $\phi 700\text{mm} \times \phi 600\text{mm} \times Q 80 \text{ cum/min} \times H 16\text{m} \times 750 \text{ rpm}$   
 $\times 280\text{kW} \times 2 \text{ 台}$  (内1台予備)

表洗  $\phi 450\text{mm} \times \phi 300\text{mm} \times Q 23 \text{ cum/min} \times H 35\text{m} \times 1,000 \text{ rpm}$   
 $\times 180\text{kW} \times 2 \text{ 台}$  (内1台予備)

配水池

池 数：3池

容 量：3,500 cum (有効水深3.5m)

汚水池

池 数：1池 (隔壁にて2池に仕切る)

容 量：1,260 cum

汚水ポンプ：3台 (内1台予備)

薬品注入設備

塩素注入設備：前塩素注入機 40 kg/hr  $\times 2 \text{ 台}$  (内1台予備)

後塩素注入機 15 kg/hr  $\times 2 \text{ 台}$  ( " )

塩素ポンプ 1 ton用  $\times 10 \text{ 本}$

加圧給水ポンプ、電動ホイスト その他

塩素ガス中和装置：中和能力 1 ton

消石灰注入設備：溶解タンク 30 cum  $\times 2 \text{ 槽}$

定液位槽 4.5 cum × 1 槽

移送ポンプ Q 0.2 cum/min × 5.5kW × 2 台 (内 1 台予備)

攪拌機、電動ホイスト、その他

#### 管理本館

階 数 : 3 階

延床面積 : 3,300 sqm (ポンプ室を含む)

#### 電力設備

15,000V 受変電設備 (7.5 MVA、総容量 1.0 MVA)

配水ポンプ、洗浄ポンプへの配電設備

#### 計装設備

監視制御設備および現地制御設備 (配水ポンプ、洗浄ポンプ、ろ過池、および取水ポンプ等の制御)

計装計器類 (配水池、汚水池の水位および配水量・ろ過流量・原水量の指示計、配水池・汚水池の水位および配水ポンプ吐出側圧力の警報装置)

付帯設備 : 場内配管、場内整備等

敷地面積 : 3,300 sqm

#### (4) 配水施設

配水ポンプ : 横軸両吸込渦巻ポンプ

φ600mm × φ350mm × Q41.7 cum/min × H6.6m × 750rpm × 640kW × 5 台

(内 1 台予備)

配水本管 : 管 種 P S C P

口 径 φ1,350mm

布設延長 1.0 km

#### ALTERNATIVE 2

第 1 期 (Q = 100,000 cmd)

#### (1) 取水場

総取水量 : 105,000 cmd (35 井 × 3,000 cmd/1 井)

井 戸 : 口径 300mm × 深度 150m

スクリーン：口径 300 mm × 長さ 2.5 m

取水ポンプ：水中モーター・ポンプ

φ150 mm × Q 2.1 cum/min × H 3.5 m × 3,000 rpm × 2.2 kW

ポンプ室：巾 3 m × 長さ 5 m = 1.5 sqm

電気設備：3 kV および 400 V 受配電設備

井戸水位および取水量記録計

操作盤

付帯設備：場内配管、場内整備

敷地面積：1.20 sqm

## (2) 導水施設

### a. 中継ポンプ場：2ヶ所

曝気装置：4.5 ~ 6.5 sqm × 6段

中継ポンプ：横軸両吸込渦巻ポンプ

	Suction dia. mm	Delivery dia. mm	Discharge cum/min	Delivery head m	Delivery Speed rpm	Input power kW	No. of set
B block:	300	250	10.4	3.6	1,500	9.0	3※
D block:	300	250	12.5	2.5	1,500	7.5	3※

※ including 1 standby set

ポンプ室：延床面積 3.20 sqm

(ポンプ井、ポンプ室、管理室、電気室および事務室)

電力設備：3,000 V 受配電設備

計装設備：監視制御設備および現地制御設備

(中継ポンプおよび取水ポンプの制御)

計装機器類(ポンプ井水位および導水量の指示計、ポンプ井水位

警報装置等)

### b. 導水管

集水管 管種：RCP

口径：φ250 ~ φ450 mm



延長： 1 0.5 km  
 導水管 管 種： P S C P  
 口 径：  $\phi 800 \sim \phi 1,100$  mm  
 延長： 8.6 km

(3) 浄水場

処理水量： 1 0 5,0 0 0 cmd

曝気装置： 4 5 sqm  $\times$  6 段  $\times$  1 組

石灰注入設備： 溶解タンク 4 0 cum  $\times$  2 槽

移送ポンプ 移送ポンプ Q 0.3 cum/min  $\times$  7.5kW  $\times$  2 台

定液位槽

かく拌機、電動ホイスト等

塩素注入設備

塩素注入機： 前塩素 4 0 kg/hr  $\times$  2 台 ( 内 1 台は予備 )

後塩素 2 0 kg/hr  $\times$  2 台 ( " )

1 t 塩素ポンペ： 1 2 本

加圧給水ポンプ、電動ホイスト等

塩素中和装置： 能力 1 t

急速混和池： 2 池

滞流時間 1 分間

接 触 池： 2 池

滞流時間 3 0 分間

急速ろ過池： 6 池

ろ過速度： 1 8 0 m/d

ろ 材： 砂利層 3 0 cm

砂 層 7 0 cm

逆洗速度： 0.7 cum/min/sqm

表洗速度： 0.2 cum/min/sqm

洗浄ポンプ： 逆洗  $\phi 700 \times 600$  mm  $\times$  Q 80 cum/min  $\times$  H 1.6 m

$\times$  750 rpm  $\times$  280kW  $\times$  2 台 ( 内 1 台予備 )

表洗  $\phi 450 \times 300 \text{mm} \times Q 2.3 \text{ cum/min} \times H 3.5 \text{ m}$

$\times 1,000 \text{ rpm} \times 180 \text{ kW} \times 2 \text{ sets}$  (内1台予備)

配水池：2池

2,100 cum (有効水深：3.5 m)

汚水池：1池

1,260 cum

汚水ポンプ：3台 (内1台予備)

管理本館：

階数：3

床面積：3,880 sqm (含ポンプ室)

電力設備：1,500 V受変電設備 (容量5 MVA)

3,000 Vおよび400 V配電設備

計装設備：監視制御設備および現地制御設備

計装機器類

付帯設備：場内配管、場内整備等

敷地面積：4,500 sqm

#### (4) 配水施設

配水ポンプ 横軸両吸込渦巻ポンプ

$\phi 500 \text{mm} \times \phi 400 \text{mm} \times Q 5.7 \text{ cum/min} \times H 6.7 \text{ m} \times 1,500 \text{ rpm}$

$\times 820 \text{ kW} \times 3 \text{ 台}$  (内1台予備)

配水本管 管種：RSCP

口径： $\phi 1,500 \text{mm}$

延長：1.0 km

第2期 (Q = 1,000,000 cmd)

#### (1) 取水場

総取水量：1,050,000 cmd (35井  $\times$  3,000 cmd/1井)

内容は第1期に同じ

#### (2) 導水施設

a. 中継ポンプ場：3ヶ所

曝気装置：4.5～6.5 sqm × 6段

中継ポンプ：型式は第1期と同じ。

	Suction dia. mm	Delivery dia. mm	Discharge cum/min	Delivery head m	Speed rpm	Input power kW	No. of set
A block :	300	200	10.4	45	1,500	110	3※
C block :	300	250	12.5	36	1,500	90	3※
E block :	350	300	13.5	25	1,500	80	3※

※ including 1 standby set

ポンプ室、電気設備、付帯設備その他は第1期と同様

b. 導水管

集水管 管種：RCP  
口径： $\phi 250 \sim \phi 450$  mm  
延長：1.6.5 km

導水本管 管種：PSCP  
口径： $\phi 600 \sim \phi 700$  mm  
延長：1.0.1 km

(3) 浄水場

総処理水量：210,000 cmd 但し第1期分を含む

送水能力は200,000 cmdである。

急速かく拌池：0池（総数2池）

滞流時間 1分間

接触池：2池（総数4池）

滞流時間 30分間

急速ろ過池：6池（総数12池）

配水池：2池（総数2池）

容量 21,000 cum（全容量42,000 cum）

電力設備：15,000 V受変電設備（容量5 MVA 総容量10 MVA）

3,000 Vおよび400 V配電設備

計装設備：Stage 1と同じ

#### (4) 配水施設

配水ポンプ：型式は第1期と同じ

φ500×φ400×Q55.7 cum/min×H67m×1,500 rpm×820kW×2台

(総数 5台)

### II-3-3 建設費

#### Proposal

本計画に必要とされる費用はII-3-2で述べられた全施設の費用から成る。Table 2.3.1はAlternative 1、第1期50,000 cmd分に対する見積りである。これには内資でUS\$ 2,120,000、外資でUS\$ 4,180,000、計US\$ 6,300,000が必要とされる。Table 2.3.2は第2期150,000 cmd分であり、内、外資各々US\$ 1,220,000計US\$ 1,830,000を要する。従って最終水量200,000 cmdには総計US\$ 24,600,000が必要になる。

Alternative 2として最初100,000 cmd続いて100,000 cmdを給水する場合の費用をTable 2.3.3と2.3.4に示す。何らかの理由で第1期により大きな工事が望ましい場合には本代案が考慮されて然るべきである。

本計画は地下水取水に始まり、Cholon地区の既設配水本管へ配水管を接続するところで終るものであるから、積算に関しては、配水管網整備の費用が含まれていない。

市内配水管網整備計画は本計画とは別個に実施されるものと考えられる。

今後数年間の物価上昇を考慮して20%の予備費を費用中に見込んでいるが、物価が上昇したり、着工が遅れた場合には更に大きな予備費を考えねばならない。

#### 計画の時間表

本計画の目的が既存給水区域へ緊急に新たな水量を供給し、SMWOによるサーヴィス向上に努めることにあるから実施のスケジュールは慎重に考慮されねばならない。

前述の勧告の様にAlternative 1では当初の作業は50,000 cmd分実施のためとし、土質調査および次期の建設計画を入れた、必要な実施設計を含むものとする。

本案を実施した場合の利点は比較的短期間で通水ができ、小額の資金で間にあい、またそれは2国間、或いは国際金融機関との借款交渉を容易にするであろう。

すぐさま行動に移るものとして、事業計画はFig. 2.3.8. a. およびbに示す通りである。

以下の理由のため、配水施設の改善と拡張も留意されねばならない。

- 1) 水の浪費を防ぐために漏水をなくすこと。
- 2) 現在、未給水地区の住民のために可能な限り給水区域を拡大すること。
- 3) Dong Nai系の改良によって生じる、Thu Duc浄水場からの増加水量を有効に利用すること。
- 4) 本計画に従い、実施案を進行させ地下水を使用すること。

## II - 4 財 政 計 画

### II - 4 - 1 資 金 源

本計画の資金は国際借款、および現地の財務協定によって融資されるものとする。借款の条件は融資機関の方針によって異なるため、交渉が終了し、協定が結ばれるまでは不明である。

しかし、本計画実施のために財政考察をする上で、三種類の借款条件に基づく案を以下に示す通り仮想してみた。

#### Condition A -- Interest rate

Foreign	2% per annum
Local	2% "
Repayment period	
Foreign	30 years including 10 years of grace period
Local	- do -

#### Condition B -- Interest rate

Foreign	3% per annum
Local	3% per annum
Repayment period	
Foreign	25 years including 7 years of grace period
Local	- do -

#### Condition C -- Interest rate

Foreign	6% per annum
Local	15% per annum
Repayment period	
Foreign	15 years including 3 years of grace period
Local	- do -

Table 2.3.1 Summary of Project Cost (Alternative 1, Stage I)

Q = 50,000 cmd

Particular	Q'ty	Local	Foreign (US\$1,000)	Total
<b>A. Intake</b>				
1 Wells	18	165.0	289.6	454.6
2 Pumps	18	12.3	249.2	261.5
" (Standby)	2	-	25.7	25.7
3 Pump houses	18	24.9	-	24.9
4 Electrical equipment	LS	9.3	177.5	186.8
5 Miscellaneous	LS	12.4	31.2	43.6
Sub-total		223.9	773.2	997.1
<b>B. Raw water transmission</b>				
1 Collection main	9.0 km	150.0	154.8	304.8
2 Transmission main	3.8 "	127.6	128.7	256.3
3 Aeration	LS	24.2	-	24.2
4 Pumps	3	3.1	54.1	57.2
5 Pump houses	1	17.2	20.3	37.5
6 Electrical equipment	LS	8.4	150.8	159.2
7 Miscellaneous	LS	11.1	16.6	27.7
Sub-total		341.6	525.3	866.9
<b>C. Water treatment plant</b>				
1 Flash mixers	-	-	-	-
2 Contact basins	-	-	-	-
3 Filters	-	-	-	-
4 Mechanical equipment	-	-	-	-
5 Waste pond	-	-	-	-
6 Chemical feeders etc.	LS	1.4	26.4	27.8
7 Electrical equipment	LS	22.2	405.1	427.3
8 Administration Bldg.	LS	40.2	46.5	86.7
9 Miscellaneous	LS	50.5	84.3	134.8
Sub-total		114.3	562.3	676.6
<b>D. Treated water transmission</b>				
1 Treated water reservoir	LS	235.6	155.7	391.3
2 Treated water pumps	3	16.6	315.4	332.0
3 Treated water main	10 km	626.1	633.6	1,259.7
Sub-total:		878.3	1,104.7	1,983.0
Construction cost total:		1,558.1	2,965.5	4,523.6
E. Engineering	LS	226.2	538.4	764.6
F. Contingencies	LS	326.8	685.0	1,011.8
<b>Total project cost (Stage I)</b>		<b>2,111.1</b>	<b>4,188.9</b>	<b>6,300.0</b>

Table 2.3.2 Summary of Project Cost (Alternative 1, Stage II)

Particular	Q'ty	Total 200,000 cmd		Total
		Q = 150,000 cmd	(US\$1,000)	
<b>A. Intake</b>				
1 Wells	52	477.0	837.1	1,314.1
2 Pumps	52	36.3	719.9	756.2
" (Standby)	4	-	51.2	51.2
3 Pump houses	52	71.9	-	71.9
4 Electrical equipment	LS	27.0	513.0	540.0
5 Miscellaneous	LS	36.0	90.0	126.0
Sub-total		648.2	2,211.2	2,859.4
<b>B. Raw water transmission</b>				
1 Collection main	26.0 km	237.6	245.4	483.0
2 Transmission main	15.5 "	970.9	982.6	1,953.5
3 Aeration	LS	71.9	-	71.9
4 Pumps	12	16.6	315.6	332.2
5 Pump houses	4	75.3	87.7	163.0
6 Electrical equipment	LS	33.8	603.2	637.0
7 Miscellaneous	LS	44.3	66.5	110.8
Sub-total		1,450.4	2,301.0	3,751.4
<b>C. Water treatment plant</b>				
1 Flash mixer	2	18.1	33.4	51.5
2 Contact basins	4	128.3	109.8	238.1
3 Filters	12	237.8	608.4	846.2
4 Mechanical equipment	LS	11.1	210.5	221.6
5 Waste pond	1	23.3	40.2	63.5
6 Chemical feeders etc.	LS	10.6	201.6	212.2
7 Electrical equipment	LS	43.8	1,141.3	1,185.1
8 Administration Bldg.	LS	358.9	421.3	780.2
9 Miscellaneous	LS	143.3	254.7	398.0
Sub-total		975.2	3,021.2	3,996.4
<b>D. Treated water transmission</b>				
1 Treated water reservoir	LS	704.5	469.6	1,174.1
2 Treated water pumps	5	33.2	631.7	664.9
3 Treated water main	10 km	1,239.8	1,249.7	2,489.5
Sub-total		1,977.5	2,351.0	4,328.5
Construction cost total		5,051.3	9,884.4	14,935.7
<b>E. Engineering</b>				
Engineering	LS	-	268.5	268.5
<b>F. Contingencies</b>				
Contingencies	LS	1,027.8	2,068.0	3,095.8
Total project cost (Stage II)		6,079.1	12,220.9	18,300.0
Grand Total (Stage I + II)		8,190.2	16,409.8	24,600.0



Table 2.3.3 Summary of Project Cost (Alternative 2, Stage 1)

Q = 100,000 cmd

Particular	Q'ty	Local	Foreign (US\$1,000)	Total
<b>A. Intake</b>				
1 Wells	35	318.4	566.0	884.4
2 Pumps	35	25.5	483.4	508.9
" (Standby)	3	-	38.5	38.5
3 Pump houses	35	48.4	-	48.4
4 Electrical equipment	LS	18.2	345.2	363.4
5 Miscellaneous	LS	24.6	60.2	84.8
Sub-total		435.1	1,493.3	1,928.4
<b>B. Raw water transmission</b>				
1 Collection main	16.5 km	181.9	189.4	371.3
2 Transmission main	8.6 "	652.4	652.5	1,304.9
3 Aeration	LS	30.4	-	30.4
4 Pumps	6	6.1	116.3	122.4
5 Pump houses	2	35.6	41.7	77.3
6 Electrical equipment	LS	15.9	302.6	318.5
7 Miscellaneous	LS	22.2	33.2	55.4
Sub-total		944.5	1,335.7	2,280.2
<b>C. Water treatment plant</b>				
1 Flash mixers	2	18.1	33.4	51.5
2 Contact basins	2	64.3	54.8	119.1
3 Filters	6	118.5	304.6	423.1
4 Mechanical equipment	LS	11.1	210.5	221.6
5 Waste pond	1	23.3	40.2	63.5
6 Chemical feeders etc.	LS	9.0	170.9	1,179.9
7 Electrical equipment	LS	41.1	781.5	822.6
8 Administration Bldg.	LS	368.3	432.4	800.7
9 Miscellaneous	LS	153.1	272.2	425.3
Sub-total		806.8	2,300.5	3,107.3
<b>D. Treated water transmission</b>				
1 Treated water reservoir	LS	469.6	313.1	782.7
2 Treated water pumps	3	25.0	475.5	500.5
3 Treated water main	10 km	1,534.2	1,546.5	3,080.7
Sub-total		2,028.8	2,335.1	4,363.9
Construction cost total		4,215.2	7,464.6	11,679.8
<b>E. Engineering</b>				
Engineering	LS	226.2	538.4	764.6
<b>F. Contingencies</b>				
Contingencies	LS	782.1	1,573.5	2,355.6
<b>Total project cost</b>		<b>5,223.5</b>	<b>9,576.5</b>	<b>14,800.0</b>

Table 2.3.4 Summary of Project Cost (Alternative 2, Stage II)

Particular	Q'ty	Total		Total
		Q = 100,000 cmd	200,000 cmd	
		Local	Foreign (US\$1,000)	
<b>A. Intake</b>				
1 Wells	35	318.3	566.0	884.3
2 Pumps	35	25.4	483.4	508.8
" (Standby)	3	-	38.4	38.4
3 Pump houses	35	48.4	-	48.4
4 Electrical equipment	LS	18.1	345.3	363.4
5 Miscellaneous	LS	24.6	60.2	84.8
Sub-total		434.8	1,493.3	1,928.1
<b>B. Raw water transmission</b>				
1 Collection main	16.5 km	181.9	189.3	371.2
2 Transmission main	10.1 "	399.9	399.8	799.7
3 Aeration	LS	48.4	-	48.4
4 Pumps	9	11.1	210.2	221.3
5 Pump houses	3	54.5	64.0	118.5
6 Electrical equipment	LS	23.9	453.8	477.7
7 Miscellaneous	LS	33.2	49.9	83.1
Sub-total		752.9	1,367.0	2,119.9
<b>C. Water treatment plant</b>				
1 Flash mixers	-	-	-	-
2 Contact basins	2	64.3	54.7	119.0
3 Filters	6	118.4	304.7	423.1
4 Mechanical equipment	-	-	-	-
5 Waste pond	-	-	-	-
6 Chemical feeders etc.	LS	1.6	30.7	32.3
7 Electrical equipment	LS	30.0	570.5	600.5
8 Administration Bldg.	-	-	-	-
9 Miscellaneous	LS	37.6	66.7	104.3
Sub-total		251.9	1,027.3	1,279.2
<b>D. Treated water transmission</b>				
1 Treated water reservoir	LS	469.6	313.1	782.7
2 Treated water pumps	2	16.7	317.0	333.7
3 Treated water main	-	-	-	-
Sub-total		486.3	630.1	1,116.4
Construction cost total		1,925.9	4,517.7	6,443.6
<b>E. Engineering</b>				
	LS	-	268.5	268.5
<b>F. Contingencies</b>				
	LS	427.5	860.4	1,287.9
Total project cost		2,353.4	5,646.6	8,000.0
Grand Total	(Stage I + II)	7,576.9	15,223.1	22,800.0

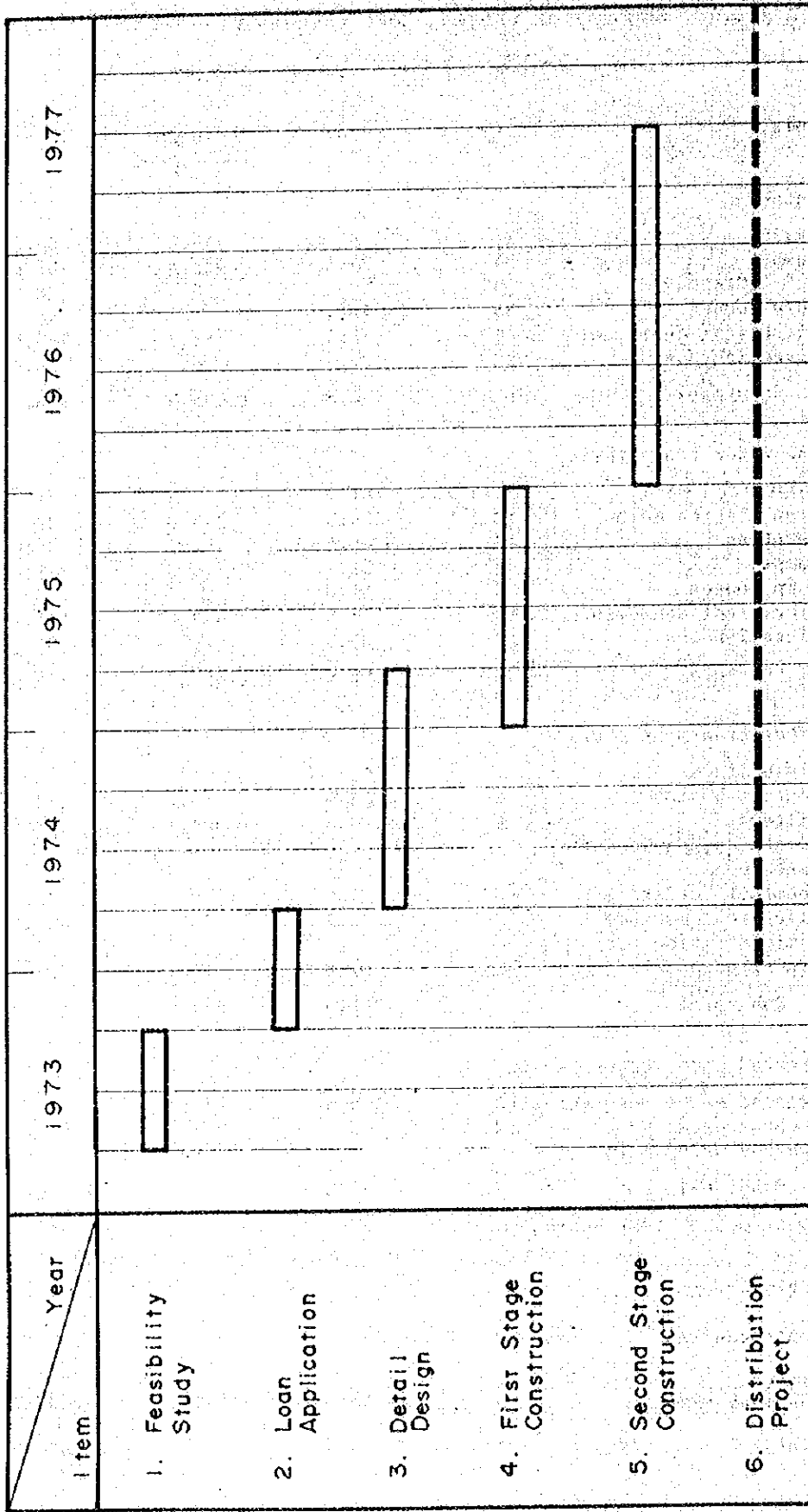


Fig. 2.3.8. a SCHEDULE OF GROUNDWATER SUPPLY PROJECT ALTERNATIVE 1

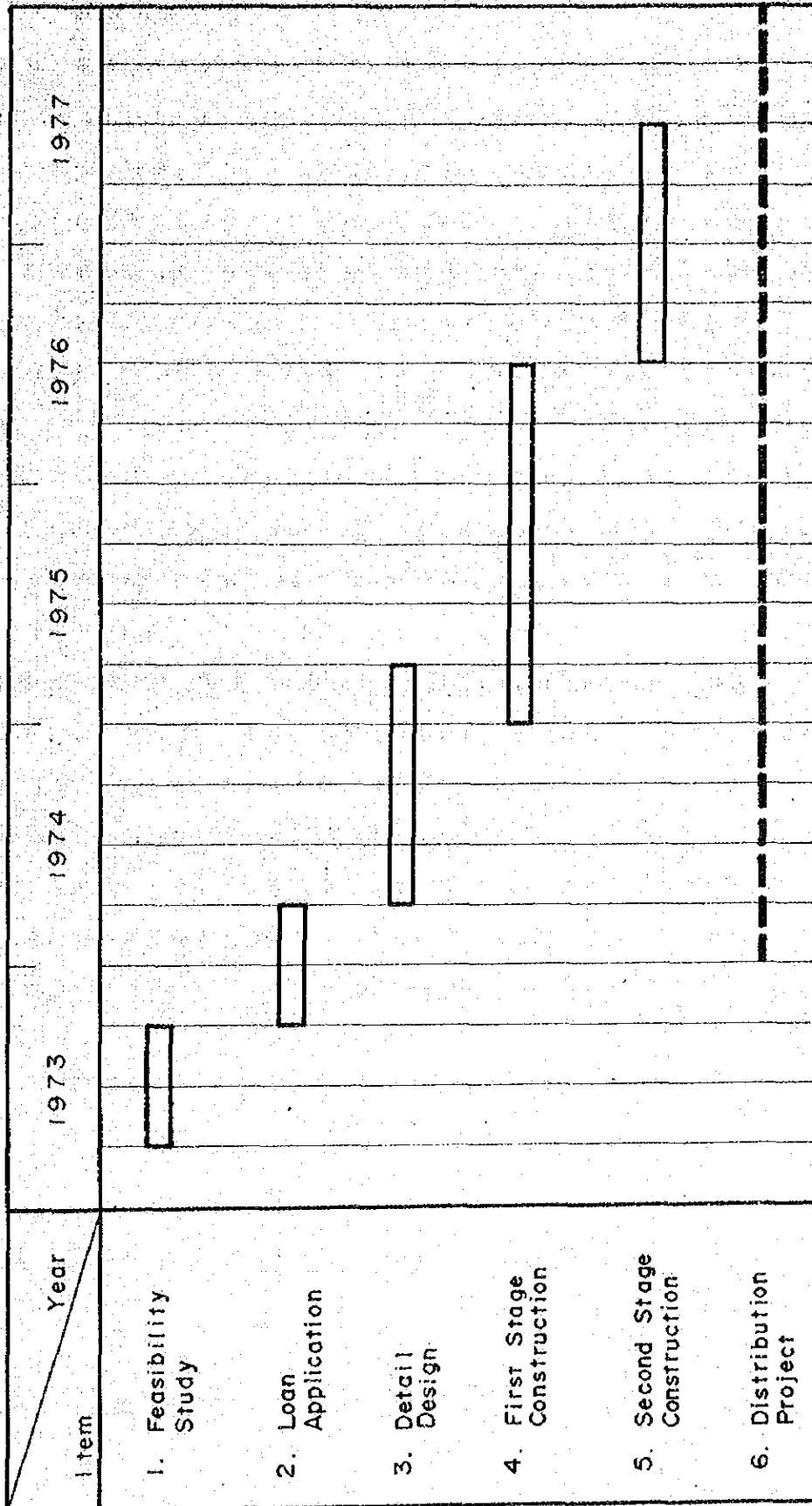


Fig. 2.3.8.b SCHEDULE OF GROUNDWATER SUPPLY PROJECT ALTERNATIVE 2



## II-4-2 財政事業計画

三種類の借款条件各々に対する財政計画の可能性を考察し、Table 2.4.1.a-1~4、Table 2.4.1.b-1~4、Table 2.4.1.c-1~4に示す。銘記されるべきはこの考察が財政上の一般的な傾向を見るための概算に過ぎず、借入金の本計画のみに関するSMWOの実収入の中から返済するものとしていることである。これは、現段階では地下水系による増量後のSMWOの全系統の詳細な財政分析や運営の予測を行うことは不可能だからである。

これらの表は三種類の水道原価を基にしており、健全な経営を行うためには、新料金は現行料金US\$ 5.3 (US\$ 1 = VN\$ 500としてVN\$ 26.7相当)よりも高くなくてはならない。

条件Aの場合、US\$ 6.2で17%高、条件BではUS\$ 6.8、28%高、条件Cに至ってはUS\$ 12.0と126%高である。これらの推定から明らかになることは、本計画が財政面で健全に運営され、返済財源を総てSMWOの収入に依るとするならば、借款条件は条件A程度でなければならないということである。

Cash Flowに関していえば、償還期間の初期にCash Balanceの欠損を補うために資金を導入しなければならない。その資金源はSMWOの一般会計、市中銀行、国立銀行、国際金融機関等が考えられる。本計画の会計は全償還期間にわたり利益があるからこの借入金は本計画の会計中から将来、容易に返済できるであろう。

代案、100,000 + 100,000 emdに対する財政計画は前述の表に続いて付属している。健全経営に必要な水道原価という点からいえば、借款条件にかかわらず二案の間には大差がない。

TABLE 2.4.1.A-1 CONDITION A,  
 AMORTIZATION SCHEDULE, FOREIGN CURRENCY, INTEREST RATE 2.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 30 YEARS, GRACE PERIOD 10 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	16410	0	0	16574	164
1976	16574	0	0	16905	331
1977	16905	338	0	16905	0
1978	16905	338	0	16905	0
1979	16905	338	0	16905	0
1980	16905	338	0	16905	0
1981	16905	338	0	16905	0
1982	16905	338	0	16905	0
1983	16905	338	0	16905	0
1984	16905	338	0	16905	0
1985	16905	338	0	16482	0
1986	16482	330	423	15637	0
1987	15637	313	845	14792	0
1988	14792	296	845	13947	0
1989	13947	279	845	13102	0
1990	13102	262	845	12257	0
1991	12257	245	845	11412	0
1992	11412	228	845	10567	0
1993	10567	211	845	9722	0
1994	9722	194	845	8877	0
1995	8877	178	845	8032	0
1996	8032	161	845	7187	0
1997	7187	144	845	6342	0
1998	6342	127	845	5497	0
1999	5497	110	845	4652	0
2000	4652	93	845	3807	0
2001	3807	76	845	2962	0
2002	2962	59	845	2117	0
2003	2117	42	845	1272	0
2004	1272	25	845	427	0
2005	427	9	427	0	0

TABLE 2.4.1.A-2 CONDITION A,

(US\$1,000)

AMORTIZATION SCHEDULE, LOCAL CURRENCY, INTEREST RATE 2.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 30 YEARS, GRACE PERIOD 10 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	8190	0	0	8272	82
1976	8272	0	0	8437	165
1977	8437	169	0	8437	0
1978	8437	169	0	8437	0
1979	8437	169	0	8437	0
1980	8437	169	0	8437	0
1981	8437	169	0	8437	0
1982	8437	169	0	8437	0
1983	8437	169	0	8437	0
1984	8437	169	0	8437	0
1985	8437	169	0	8437	0
1986	8226	169	211	8226	0
1987	7804	165	422	7804	0
1988	7382	156	422	7382	0
1989	6960	148	422	6960	0
1990	6538	139	422	6538	0
1991	6116	131	422	6116	0
1992	5694	122	422	5694	0
1993	5272	114	422	5272	0
1994	4850	105	422	4850	0
1995	4428	97	422	4428	0
1996	4006	89	422	4006	0
1997	3584	80	422	3584	0
1998	3162	72	422	3162	0
1999	2740	63	422	2740	0
2000	2318	55	422	2318	0
2001	1896	46	422	1896	0
2002	1474	38	422	1474	0
2003	1052	29	422	1052	0
2004	630	21	422	630	0
2005	208	13	422	208	0
		4	208	0	0



TABLE 2.4.1.A-3 CONDITION A,

INCOME FORECAST

(US\$1,000)

INTEREST CAPITALIZED  
 REPAYMENT PERIOD 30 YEARS, GRACE PERIOD 10 YEARS  
 INTEREST RATE, FOREIGN 2.0%, LOCAL 2.0%

YEAR	OPERATING REVENUE	DEPRICI- ATION	FOREIGN	LOCAL	SUB-T	TOTAL EXPENSE	NET INCOME	ACCUMULATED INCOME
1975	0	0	0	0	0	126	-126	-126
1976	634	286	0	0	0	778	-144	-270
1977	1585	716	338	169	507	1715	-130	-400
1978	2536	1145	338	169	507	2144	392	-8
1979	2536	1145	338	169	507	2144	392	384
1980	2536	1145	338	169	507	2144	392	776
1981	2536	1145	338	169	507	2144	392	1168
1982	2536	1145	338	169	507	2144	392	1560
1983	2536	1145	338	169	507	2144	392	1952
1984	2536	1145	338	169	507	2144	392	2344
1985	2536	1145	338	169	507	2144	392	2736
1986	2536	1145	330	165	495	2132	404	3140
1987	2536	1145	313	156	469	2106	430	3570
1988	2536	1145	296	148	444	2081	455	4025
1989	2536	1145	279	139	418	2055	481	4506
1990	2536	1145	262	131	393	2030	506	5012
1991	2536	1145	245	122	367	2004	532	5544
1992	2536	1145	228	114	342	1979	557	6101
1993	2536	1145	211	105	316	1953	583	6684
1994	2536	1145	194	97	291	1928	608	7292
1995	2536	1145	178	89	267	1904	632	7924
1996	2536	1145	161	80	241	1878	658	8582
1997	2536	1145	144	72	216	1853	683	9265
1998	2536	1145	127	63	190	1827	709	9974
1999	2536	1145	110	55	165	1802	734	10708
2000	2536	1145	93	46	139	1776	760	11468
2001	2536	1145	76	38	114	1751	785	12253
2002	2536	1145	59	29	88	1725	811	13064
2003	2536	1145	42	21	63	1700	836	13900
2004	2536	1145	25	13	38	1675	861	14761
2005	2536	1145	9	4	13	1650	886	15647

WATER RATE US\$ 6.20/CUM, OPERATING COST US\$ 2.80/CUM

TABLE 2.4.1.A-4 CONDITION A,

CASH FLOW FORECAST

(US\$1,000)

INTEREST CAPITALIZED

YEAR	NET INCOME	DEPRECIATION		PROCEEDS		REVENUE TOTAL	CONST. COST	REPAYMENT		EXPENSE TOTAL	CASH BALANCE	ACCUMULATED TOTAL
		F	L	F	L			F	L			
1975	-126	126	0	16410	8190	24600	6300	0	0	6300	18300	18300
1976	-144	492	0	0	0	348	18300	0	0	18300	-17952	348
1977	-130	492	0	0	0	362	0	0	0	0	562	710
1978	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	1594
1979	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	2478
1980	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	3362
1981	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	4246
1982	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	5130
1983	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	6014
1984	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	6898
1985	392	492	0	0	0	884	0	0	0	0	884	7148
1986	404	492	0	0	0	896	0	423	211	634	250	6777
1987	430	492	0	0	0	922	0	845	422	1267	-371	6432
1988	455	492	0	0	0	947	0	845	422	1267	-345	6112
1989	481	492	0	0	0	973	0	845	422	1267	-320	5818
1990	506	492	0	0	0	998	0	845	422	1267	-294	5543
1991	532	492	0	0	0	1024	0	845	422	1267	-269	5306
1992	557	492	0	0	0	1049	0	845	422	1267	-243	5088
1993	583	492	0	0	0	1075	0	845	422	1267	-218	4890
1994	608	492	0	0	0	1100	0	845	422	1267	-192	4729
1995	632	492	0	0	0	1124	0	845	422	1267	-167	4580
1996	658	492	0	0	0	1150	0	845	422	1267	-143	4409
1997	683	492	0	0	0	1175	0	845	422	1267	-117	4377
1998	709	492	0	0	0	1201	0	845	422	1267	-92	4311
1999	734	492	0	0	0	1226	0	845	422	1267	-66	4270
2000	760	492	0	0	0	1252	0	845	422	1267	-41	4255
2001	785	492	0	0	0	1277	0	845	422	1267	-15	4265
2002	811	492	0	0	0	1303	0	845	422	1267	10	4301
2003	836	492	0	0	0	1328	0	845	422	1267	36	4362
2004	861	492	0	0	0	1353	0	845	422	1267	61	4448
2005	886	492	0	0	0	1378	0	845	422	1267	85	4448
								427	208	635	743	5191

TABLE 2.4.1.B-1 CONDITION B, (US\$1,000)

AMORTIZATION SCHEDULE, FOREIGN CURRENCY, INTEREST RATE 3.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 25 YEARS, GRACE PERIOD 7 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	16410	0	0	16656	246
1976	16656	0	0	17156	500
1977	17156	515	0	17156	0
1978	17156	515	0	17156	0
1979	17156	515	0	17156	0
1980	17156	515	0	17156	0
1981	17156	515	0	17156	0
1982	17156	515	477	16679	0
1983	16679	500	953	15726	0
1984	15726	472	953	14773	0
1985	14773	443	953	13820	0
1986	13820	415	953	12867	0
1987	12867	386	953	11914	0
1988	11914	357	953	10961	0
1989	10961	329	953	10008	0
1990	10008	300	953	9055	0
1991	9055	272	953	8102	0
1992	8102	243	953	7149	0
1993	7149	214	953	6196	0
1994	6196	186	953	5243	0
1995	5243	157	953	4290	0
1996	4290	129	953	3337	0
1997	3337	100	953	2384	0
1998	2384	72	953	1431	0
1999	1431	43	953	478	0
2000	478	14	478	0	0

TABLE 2.4.1.1.B-2 CONDITION B, (US\$1,000)

AMORTIZATION SCHEDULE, LOCAL CURRENCY, INTEREST RATE 3.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 25 YEARS, GRACE PERIOD 7 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	8190	0	0	8313	123
1976	8313	0	0	8562	249
1977	8562	257	257	8562	0
1978	8562	257	257	8562	0
1979	8562	257	257	8562	0
1980	8562	257	257	8562	0
1981	8562	257	257	8562	0
1982	8562	257	257	8562	0
1983	8324	250	238	8324	0
1984	7848	235	476	7848	0
1985	7372	221	476	7372	0
1986	6896	207	476	6896	0
1987	6420	193	476	6420	0
1988	5944	178	476	5944	0
1989	5468	164	476	5468	0
1990	4992	150	476	4992	0
1991	4516	135	476	4516	0
1992	4040	121	476	4040	0
1993	3564	107	476	3564	0
1994	3088	93	476	3088	0
1995	2612	78	476	2612	0
1996	2136	64	476	2136	0
1997	1660	50	476	1660	0
1998	1184	36	476	1184	0
1999	708	21	476	708	0
2000	232	7	232	232	0

TABLE 2.4.1.B-3 CONDITION B,

INCOME FORECAST

(US\$ 1,000)

INTEREST CAPITALIZED

REPAYMENT PERIOD 25 YEARS, GRACE PERIOD 7 YEARS  
 INTEREST RATE, FOREIGN 3.0%, LOCAL 3.0%

YEAR	OPERATING REVENUE	DEPRICI- ATION	FOREIGN	INTEREST PAYABLE LOCAL	INTEREST PAYABLE SUB-T	TOTAL EXPENSE	NET INCOME	ACCUMULATED INCOME
1975	0	126	0	0	0	126	-126	-126
1976	695	492	0	0	0	778	-83	-209
1977	1738	492	515	257	772	1980	-242	-451
1978	2781	492	515	257	772	2409	372	-79
1979	2781	492	515	257	772	2409	372	293
1980	2781	492	515	257	772	2409	372	665
1981	2781	492	515	257	772	2409	372	1037
1982	2781	492	515	257	772	2409	372	1409
1983	2781	492	500	250	750	2387	394	1803
1984	2781	492	472	235	707	2344	437	2240
1985	2781	492	443	221	664	2301	480	2720
1986	2781	492	415	207	622	2259	522	3242
1987	2781	492	386	193	579	2216	565	3807
1988	2781	492	357	178	535	2172	609	4416
1989	2781	492	329	164	493	2130	651	5067
1990	2781	492	300	150	450	2087	694	5761
1991	2781	492	272	135	407	2044	737	6498
1992	2781	492	243	121	364	2001	780	7278
1993	2781	492	214	107	321	1958	823	8101
1994	2781	492	186	93	279	1916	865	8966
1995	2781	492	157	78	235	1872	909	9875
1996	2781	492	129	64	193	1830	951	10826
1997	2781	492	100	50	150	1787	994	11820
1998	2781	492	72	36	108	1745	1036	12856
1999	2781	492	43	21	64	1701	1080	13936
2000	2781	492	14	7	21	1658	1123	15059

WATER RATE US¢ 6.80/CMH, OPERATING COST US¢ 2.80/CMH

TABLE 2.4.1.8-4. CONDITION B.

CASH FLOW FORECAST

(US\$1,000)

INTEREST CAPITALIZED

YEAR	NET INCOME	DEPRE- CIATION	PROCEEDS		REVENUE TOTAL	CONST. COST	REPAYMENT F	L	EXPENSE TOTAL	CASH BALANCE	ACCUMULATED TOTAL
			F	L							
1975	-126	126	16410	8190	24600	6300	0	0	6300	18300	18300
1976	-83	492	0	0	409	18300	0	0	18300	-17891	409
1977	-242	492	0	0	250	0	0	0	0	250	659
1978	372	492	0	0	864	0	0	0	0	864	1523
1979	372	492	0	0	864	0	0	0	0	864	2387
1980	372	492	0	0	864	0	0	0	0	864	3251
1981	372	492	0	0	864	0	0	0	0	864	4115
1982	372	492	0	0	864	0	477	238	715	149	4264
1983	394	492	0	0	886	0	953	476	1429	-543	3721
1984	457	492	0	0	929	0	953	476	1429	-500	3221
1985	480	492	0	0	972	0	953	476	1429	-457	2764
1986	522	492	0	0	1014	0	953	476	1429	-415	2349
1987	565	492	0	0	1057	0	953	476	1429	-372	1977
1988	609	492	0	0	1101	0	953	476	1429	-328	1649
1989	651	492	0	0	1143	0	953	476	1429	-285	1363
1990	694	492	0	0	1186	0	953	476	1429	-243	1120
1991	737	492	0	0	1229	0	953	476	1429	-200	920
1992	780	492	0	0	1272	0	953	476	1429	-157	763
1993	823	492	0	0	1315	0	953	476	1429	-114	649
1994	865	492	0	0	1357	0	953	476	1429	-72	577
1995	909	492	0	0	1401	0	953	476	1429	-28	549
1996	951	492	0	0	1443	0	953	476	1429	14	563
1997	994	492	0	0	1486	0	953	476	1429	57	620
1998	1036	492	0	0	1528	0	953	476	1429	99	719
1999	1080	492	0	0	1572	0	953	476	1429	143	862
2000	1123	492	0	0	1615	0	478	232	710	905	1767

TABLE 2.4.1.C-1 CONDITION C, (US\$1,000)

AMORTIZATION SCHEDULE, FOREIGN CURRENCY, INTEREST RATE 5.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 15 YEARS, GRACE PERIOD 3 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	16410	0	0	16902	492
1976	16902	0	0	17916	1014
1977	17916	1075	0	17916	0
1978	17916	1075	747	17159	0
1979	17169	1030	1493	15676	0
1980	15676	941	1493	14183	0
1981	14183	851	1493	12690	0
1982	12690	761	1493	11197	0
1983	11197	672	1493	9704	0
1984	9704	582	1493	8211	0
1985	8211	493	1493	6718	0
1986	6718	403	1493	5225	0
1987	5225	313	1493	3732	0
1988	3732	224	1493	2239	0
1989	2239	134	1493	746	0
1990	745	45	746	0	0
			791		

TABLE 2.4.1.C-2 CONDITION C. (US\$1,000)

AMORTIZATION SCHEDULE, LOCAL CURRENCY, INTEREST RATE 15.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 15 YEARS, GRACE PERIOD 3 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL		
1975	8190	0	0	8804	614
1976	8804	0	0	10125	1321
1977	10125	1519	0	10125	0
1978	10125	1519	422	9703	0
1979	9703	1455	844	8859	0
1980	8859	1329	844	8015	0
1981	8015	1202	844	7171	0
1982	7171	1076	844	6327	0
1983	6327	949	844	5483	0
1984	5483	822	844	4639	0
1985	4639	696	844	3795	0
1986	3795	569	844	2951	0
1987	2951	443	844	2107	0
1988	2107	316	844	1263	0
1989	1263	189	844	419	0
1990	419	63	419	0	0
				1033	0
				482	0



TABLE 2.4.1.C-3 CONDITION C

INCOME FORECAST

(US\$1,000)

INTEREST CAPITALIZED  
 REPAYMENT PERIOD 15 YEARS, GRACE PERIOD 5 YEARS  
 INTEREST RATE, FOREIGN: 6.0%, LOCAL 15.0%

YEAR	OPERATING REVENUE	EXPENSE	DEPRICI- ATION	FOREIGN	INTEREST PAYABLE LOCAL	SUB-T	TOTAL EXPENSE	NET INCOME	ACCUMULATED INCOME
1975	0	0	126	0	0	0	126	-126	-125
1976	1227	286	492	0	0	0	778	449	323
1977	3068	716	492	1075	1519	2594	3802	-734	-411
1978	4908	1145	492	1075	1519	2594	4231	677	206
1979	4908	1145	492	1030	1455	2485	4122	786	1052
1980	4908	1145	492	941	1329	2270	3907	1001	2053
1981	4908	1145	492	851	1202	2053	3690	1218	3271
1982	4908	1145	492	761	1076	1837	3474	1434	4705
1983	4908	1145	492	672	949	1621	3258	1650	6355
1984	4908	1145	492	582	822	1404	3041	1867	8222
1985	4908	1145	492	493	696	1189	2826	2082	10304
1986	4908	1145	492	403	569	972	2609	2299	12603
1987	4908	1145	492	313	443	756	2393	2515	15118
1988	4908	1145	492	224	316	540	2177	2731	17849
1989	4908	1145	492	134	189	323	1960	2948	20797
1990	4908	1145	492	45	63	108	1745	3163	23960

WATER RATE US\$ 12.00/CUM, OPERATING COST US\$ 2.80/CUM

TABLE 2.4.1.C-4 CONDITION C,

CASH FLOW FORECAST

INTEREST CAPITALIZED

(US\$ 1,000)

YEAR	NET INCOME	DEPRECIATION		PROCEEDS		REVENUE		CONST. COST	REPAYMENT		EXPENSE TOTAL	CASH BALANCE	ACCUMULATED TOTAL
		F	L	F	L	F	L		F	L			
1975	-126	126	0	16410	8190	24600	6300	0	0	0	6300	18300	18300
1976	449	492	0	0	0	941	18300	0	0	0	18300	-17359	941
1977	-734	492	0	0	0	-242	0	0	0	0	0	-242	599
1978	677	492	0	0	0	1169	0	747	422	1169	2337	0	699
1979	786	492	0	0	0	1278	0	1493	844	2337	2337	-1059	-360
1980	1001	492	0	0	0	1493	0	1493	844	2337	2337	-844	-1204
1981	1218	492	0	0	0	1710	0	1493	844	2337	2337	-627	-1831
1982	1434	492	0	0	0	1926	0	1493	844	2337	2337	-411	-2242
1983	1650	492	0	0	0	2142	0	1493	844	2337	2337	-195	-2437
1984	1867	492	0	0	0	2359	0	1493	844	2337	2337	22	-2415
1985	2082	492	0	0	0	2574	0	1493	844	2337	2337	237	-2178
1986	2299	492	0	0	0	2791	0	1493	844	2337	2337	454	-1724
1987	2515	492	0	0	0	3007	0	1493	844	2337	2337	670	-1054
1988	2731	492	0	0	0	3223	0	1493	844	2337	2337	886	-168
1989	2948	492	0	0	0	3440	0	1493	844	2337	2337	1103	935
1990	3163	492	0	0	0	3655	0	746	419	1105	2490	3425	

TABLE 2.4.2-A-1 CONDITION A  
 (US\$1,000)  
 AMORTIZATION SCHEDULE, FOREIGN CURRENCY, INTEREST RATE 2.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 30 YEARS, GRACE PERIOD 10 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	15223	0	0	15375	152
1976	15375	0	0	15682	307
1977	15682	314	0	15682	0
1978	15682	314	0	15682	0
1979	15682	314	0	15682	0
1980	15682	314	0	15682	0
1981	15682	314	0	15682	0
1982	15682	314	0	15682	0
1983	15682	314	0	15682	0
1984	15682	314	0	15682	0
1985	15682	314	392	15290	0
1986	15290	306	784	14506	0
1987	14506	290	784	13722	0
1988	13722	274	784	12938	0
1989	12938	259	784	12154	0
1990	12154	243	784	11370	0
1991	11370	227	784	10586	0
1992	10586	212	784	9802	0
1993	9802	196	784	9018	0
1994	9018	180	784	8234	0
1995	8234	165	784	7450	0
1996	7450	149	784	6666	0
1997	6666	133	784	5882	0
1998	5882	118	784	5098	0
1999	5098	102	784	4314	0
2000	4314	86	784	3530	0
2001	3530	71	784	2746	0
2002	2746	55	784	1962	0
2003	1962	39	784	1178	0
2004	1178	24	784	394	0
2005	394	8	394	0	0

TABLE 2.4.2.A-2 CONDITION A, (US\$1,000)

AMORTIZATION SCHEDULE, LOCAL CURRENCY, INTEREST RATE 2.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 30 YEARS, GRACE PERIOD 10 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	7577	0	0	7653	76
1976	7653	0	0	7806	153
1977	7806	156	0	7806	0
1978	7806	156	0	7806	0
1979	7806	156	0	7806	0
1980	7806	156	0	7806	0
1981	7806	156	0	7806	0
1982	7806	156	0	7806	0
1983	7806	156	0	7806	0
1984	7806	156	0	7806	0
1985	7806	156	195	7611	0
1986	7611	152	390	7221	0
1987	7221	144	390	6831	0
1988	6831	137	390	6441	0
1989	6441	129	390	6051	0
1990	6051	121	390	5661	0
1991	5661	113	390	5271	0
1992	5271	105	390	4881	0
1993	4881	98	390	4491	0
1994	4491	90	390	4101	0
1995	4101	82	390	3711	0
1996	3711	74	390	3321	0
1997	3321	66	390	2931	0
1998	2931	59	390	2541	0
1999	2541	51	390	2151	0
2000	2151	43	390	1761	0
2001	1761	35	390	1371	0
2002	1371	27	390	981	0
2003	981	20	390	591	0
2004	591	12	390	201	0
2005	201	4	201	0	0

TABLE 2.4.2.A-3 CONDITION A,  
INCOME FORECAST  
(US\$1,000)

YEAR	OPERATING		DEPRICI- ATION	INTEREST PAYABLE		TOTAL EXPENSE	NET INCOME	ACCUMULATED INCOME
	REVENUE	EXPENSE		FOREIGN	LOCAL			
1975	0	0	296	0	0	296	-295	-296
1976	1186	573	456	0	0	1029	157	-139
1977	1777	858	456	314	156	1784	-7	-146
1978	2372	1145	456	314	156	2071	301	155
1979	2372	1145	456	314	156	2071	301	456
1980	2372	1145	456	314	156	2071	301	757
1981	2372	1145	456	314	156	2071	301	1058
1982	2372	1145	456	314	156	2071	301	1359
1983	2372	1145	456	314	156	2071	301	1660
1984	2372	1145	456	314	156	2071	301	1961
1985	2372	1145	456	314	156	2071	301	2262
1986	2372	1145	456	306	152	2059	313	2575
1987	2372	1145	456	290	144	2035	337	2912
1988	2372	1145	456	274	137	2012	360	3272
1989	2372	1145	456	259	129	1989	383	3655
1990	2372	1145	456	243	121	1965	407	4062
1991	2372	1145	456	227	113	1941	431	4493
1992	2372	1145	456	212	105	1918	454	4947
1993	2372	1145	456	196	98	1895	477	5424
1994	2372	1145	456	180	90	1871	501	5925
1995	2372	1145	456	165	82	1848	524	6449
1996	2372	1145	456	149	74	1824	548	6997
1997	2372	1145	456	133	66	1800	572	7569
1998	2372	1145	456	118	59	1778	594	8163
1999	2372	1145	456	102	51	1754	618	8781
2000	2372	1145	456	86	43	1730	642	9423
2001	2372	1145	456	71	35	1707	665	10088
2002	2372	1145	456	55	27	1683	689	10777
2003	2372	1145	456	39	20	1660	712	11489
2004	2372	1145	456	24	12	1637	735	12224
2005	2372	1145	456	8	4	1613	759	12983

WATER RATE US\$ 5.80/CUM, OPERATING COST US\$ 2.80/CUM

TABLE 2.4.2.A-4 CONDITION A,

CASH FLOW FORECAST

INTEREST CAPITALIZED

(US\$1,000)

YEAR	NET INCOME	DEPRECIATION		PROCEEDS		REVENUE		CONST. COST	REPAYMENT		EXPENSE TOTAL	CASH BALANCE	ACCUMULATED TOTAL
		F	L	F	L	F	L		F	L			
1975	-296	296	0	15223	7577	22800	14800	0	0	0	14800	8000	8000
1976	157	456	0	0	0	613	8000	0	0	0	8000	-7387	613
1977	-7	456	0	0	0	449	0	0	0	0	0	449	1062
1978	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	1819
1979	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	2576
1980	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	3333
1981	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	4090
1982	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	4847
1983	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	5604
1984	301	456	0	0	0	757	0	0	0	0	0	757	6361
1985	301	456	0	0	0	757	0	392	195	587	170	170	6531
1986	313	456	0	0	0	769	0	784	390	1174	-405	-405	6126
1987	337	456	0	0	0	793	0	784	390	1174	-381	-381	5745
1988	360	456	0	0	0	816	0	784	390	1174	-358	-358	5387
1989	383	456	0	0	0	839	0	784	390	1174	-335	-335	5052
1990	407	456	0	0	0	863	0	784	390	1174	-311	-311	4741
1991	431	456	0	0	0	887	0	784	390	1174	-287	-287	4454
1992	454	456	0	0	0	910	0	784	390	1174	-264	-264	4190
1993	477	456	0	0	0	933	0	784	390	1174	-241	-241	3949
1994	501	456	0	0	0	957	0	784	390	1174	-217	-217	3732
1995	524	456	0	0	0	980	0	784	390	1174	-194	-194	3538
1996	548	456	0	0	0	1004	0	784	390	1174	-170	-170	3368
1997	572	456	0	0	0	1028	0	784	390	1174	-146	-146	3222
1998	594	456	0	0	0	1050	0	784	390	1174	-124	-124	3098
1999	618	456	0	0	0	1074	0	784	390	1174	-100	-100	2998
2000	642	456	0	0	0	1098	0	784	390	1174	-76	-76	2922
2001	665	456	0	0	0	1121	0	784	390	1174	-53	-53	2869
2002	689	456	0	0	0	1145	0	784	390	1174	-29	-29	2840
2003	712	456	0	0	0	1168	0	784	390	1174	-6	-6	2834
2004	735	456	0	0	0	1191	0	784	390	1174	17	17	2851
2005	759	456	0	0	0	1215	0	394	201	595	620	620	3471

TABLE 2.4.2.2-1 CONDITION: B, (US\$1,000)  
 AMORTIZATION SCHEDULE, FOREIGN CURRENCY, INTEREST RATE 3.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 25 YEARS, GRACE PERIOD 7 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING TOTAL	OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL			
1975	15223	0	0	0	15451	228
1976	15451	0	0	0	15915	464
1977	15915	477	0	477	15915	0
1978	15915	477	0	477	15915	0
1979	15915	477	0	477	15915	0
1980	15915	477	0	477	15915	0
1981	15915	477	0	477	15915	0
1982	15915	477	442	919	15473	0
1983	15473	464	884	1348	14589	0
1984	14589	438	884	1322	13705	0
1985	13705	411	884	1295	12821	0
1986	12821	385	884	1269	11937	0
1987	11937	358	884	1242	11053	0
1988	11053	332	884	1216	10169	0
1989	10169	305	884	1189	9285	0
1990	9285	279	884	1163	8401	0
1991	8401	252	884	1136	7517	0
1992	7517	226	884	1110	6633	0
1993	6633	199	884	1083	5749	0
1994	5749	172	884	1056	4865	0
1995	4865	146	884	1030	3981	0
1996	3981	119	884	1003	3097	0
1997	3097	93	884	977	2213	0
1998	2213	66	884	959	1329	0
1999	1329	40	884	924	445	0
2000	445	13	445	458	0	0

TABLE 2.4.2.6-2 CONDITION B, (US\$1,000)  
 AMORTIZATION SCHEDULE, LOCAL CURRENCY, INTEREST RATE 3.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 25 YEARS, GRACE PERIOD 7 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	7577	0	0	7691	114
1976	7691	0	0	7922	231
1977	7922	238	0	7922	0
1978	7922	238	0	7922	0
1979	7922	238	0	7922	0
1980	7922	238	0	7922	0
1981	7922	238	0	7922	0
1982	7922	238	0	7702	0
1983	7702	231	220	7262	0
1984	7262	218	440	6822	0
1985	6822	205	440	6382	0
1986	6382	191	440	5942	0
1987	5942	178	440	5502	0
1988	5502	165	440	5062	0
1989	5062	152	440	4622	0
1990	4622	139	440	4182	0
1991	4182	125	440	3742	0
1992	3742	112	440	3302	0
1993	3302	99	440	2862	0
1994	2862	86	440	2422	0
1995	2422	73	440	1982	0
1996	1982	59	440	1542	0
1997	1542	46	440	1102	0
1998	1102	33	440	662	0
1999	662	20	440	222	0
2000	222	7	222	0	0



TABLE 2.4.2.8-3 CONDITION B,  
INCOME FORECAST

(US\$1,000)

YEAR	OPERATING		DEPRICI- ATION	INTEREST PAYABLE		TOTAL EXPENSE	NET INCOME	ACCUMULATED INCOME
	REVENUE	EXPENSE		FOREIGN	LOCAL			
1975	0	0	296	0	0	296	-296	-296
1976	1329	573	456	0	0	1029	300	4
1977	1991	858	456	477	238	2029	-38	-34
1978	2658	1145	456	477	238	2316	342	308
1979	2658	1145	456	477	238	2316	342	650
1980	2658	1145	456	477	238	2316	342	992
1981	2658	1145	456	477	238	2316	342	1334
1982	2658	1145	456	477	238	2316	342	1676
1983	2658	1145	456	464	231	2296	362	2038
1984	2658	1145	456	438	218	2257	401	2439
1985	2658	1145	456	411	205	2217	441	2880
1986	2658	1145	456	385	191	2177	481	3361
1987	2658	1145	456	358	178	2137	521	3882
1988	2658	1145	456	332	165	2098	560	4442
1989	2658	1145	456	305	152	2058	600	5042
1990	2658	1145	456	279	139	2019	639	5681
1991	2658	1145	456	252	125	1978	680	6361
1992	2658	1145	456	226	112	1939	719	7080
1993	2658	1145	456	199	99	1899	759	7839
1994	2658	1145	456	172	86	1859	799	8638
1995	2658	1145	456	146	73	1820	838	9476
1996	2658	1145	456	119	59	1779	879	10355
1997	2658	1145	456	93	46	1740	918	11273
1998	2658	1145	456	66	33	1700	958	12231
1999	2658	1145	456	40	20	1661	997	13228
2000	2658	1145	456	13	7	1621	1037	14265

WATER RATE US\$ 6.50/CUM, OPERATING COST US\$ 2.80/CUM.

TABLE 2.4.2.B-4. CONDITION B.

CASH FLOW FORECAST

(US\$1,000)

INTEREST CAPITALIZED

YEAR	NET INCOME	DEPRECIATION		PROCEEDS		REVENUE TOTAL	CONST. COST	REPAYMENT		EXPENSE TOTAL	CASH BALANCE	ACCUMULATED TOTAL
		F	L	F	L			F	L			
1975	-296	296	0	15223	7577	22800	14800	0	0	14800	8000	8000
1976	300	456	0	0	0	756	8000	0	0	8000	-7244	756
1977	-38	456	0	0	0	418	0	0	0	0	418	1174
1978	342	456	0	0	0	798	0	0	0	0	798	1972
1979	342	456	0	0	0	798	0	0	0	0	798	2770
1980	342	456	0	0	0	798	0	0	0	0	798	3568
1981	342	456	0	0	0	798	0	0	0	0	798	4366
1982	342	456	0	0	0	798	0	442	220	662	136	4502
1983	362	456	0	0	0	818	0	884	440	1324	-506	3996
1984	401	456	0	0	0	857	0	884	440	1324	-467	3529
1985	441	456	0	0	0	897	0	884	440	1324	-427	3102
1986	481	456	0	0	0	937	0	884	440	1324	-387	2715
1987	521	456	0	0	0	977	0	884	440	1324	-347	2368
1988	560	456	0	0	0	1016	0	884	440	1324	-308	2060
1989	600	456	0	0	0	1056	0	884	440	1324	-268	1792
1990	639	456	0	0	0	1095	0	884	440	1324	-229	1563
1991	680	456	0	0	0	1136	0	884	440	1324	-188	1375
1992	719	456	0	0	0	1175	0	884	440	1324	-149	1226
1993	759	456	0	0	0	1215	0	884	440	1324	-109	1117
1994	799	456	0	0	0	1255	0	884	440	1324	-69	1048
1995	838	456	0	0	0	1294	0	884	440	1324	-30	1018
1996	879	456	0	0	0	1335	0	884	440	1324	11	1029
1997	918	456	0	0	0	1374	0	884	440	1324	50	1079
1998	958	456	0	0	0	1414	0	884	440	1324	90	1169
1999	997	456	0	0	0	1453	0	884	440	1324	129	1298
2000	1037	456	0	0	0	1493	0	445	222	667	826	2124

TABLE 2.4.2.C-1 CONDITION C, (US\$1,000)  
 AMORTIZATION SCHEDULE, FOREIGN CURRENCY, INTEREST RATE 6.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 15 YEARS, GRACE PERIOD 3 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL TOTAL		
1975	15223	0	0	15680	457
1976	15680	0	0	16621	941
1977	16621	997	0	16621	0
1978	16621	997	693	15928	0
1979	15928	956	1385	14543	0
1980	14543	873	1385	13158	0
1981	13158	789	1385	11773	0
1982	11773	706	1385	10388	0
1983	10388	623	1385	9003	0
1984	9003	540	1385	7618	0
1985	7618	457	1385	6233	0
1986	6233	374	1385	4848	0
1987	4848	291	1385	3463	0
1988	3463	208	1385	2078	0
1989	2078	125	1385	693	0
1990	693	42	693	0	0
			735		

TABLE 2.4.2.C-2 CONDITION C, (US\$1,000)  
 AMORTIZATION SCHEDULE, LOCAL CURRENCY, INTEREST RATE 15.0 %  
 REPAYMENT PERIOD 15 YEARS, GRACE PERIOD 3 YEARS

YEAR	OUTSTANDING AT START OF YEAR	PAYMENT		OUTSTANDING TOTAL	OUTSTANDING BALANCE	CAPITALIZED INTEREST
		INTEREST	PRINCIPAL			
1975	7577	0	0	0	8145	568
1976	8145	0	0	0	9367	1222
1977	9367	1405	0	1405	9367	0
1978	9367	1405	391	1796	8976	0
1979	8976	1346	781	2127	8195	0
1980	8195	1229	781	2010	7414	0
1981	7414	1112	781	1893	6633	0
1982	6633	995	781	1776	5852	0
1983	5852	878	781	1659	5071	0
1984	5071	761	781	1542	4290	0
1985	4290	643	781	1424	3509	0
1986	3509	526	781	1307	2728	0
1987	2728	409	781	1190	1947	0
1988	1947	292	781	1073	1166	0
1989	1166	175	781	956	385	0
1990	385	58	385	443	0	0

TABLE 2.4.2.C-3. CONDITION C,  
INCOME FORECAST

(US\$1,000)

YEAR	OPERATING		DEPRICI-		INTEREST PAYABLE		TOTAL	NET	ACCUMULATED
	REVENUE	EXPENSE	ATION	ATION	FOREIGN	LOCAL			
1975	0	0	296	0	0	0	296	-296	-296
1976	2413	573	456	0	0	0	1029	1384	1088
1977	3614	858	456	997	1405	2402	3716	-102	986
1978	4826	1145	456	997	1405	2402	4003	823	1809
1979	4826	1145	456	956	1346	2302	3903	923	2732
1980	4826	1145	456	873	1229	2102	3703	1123	3855
1981	4826	1145	456	789	1112	1901	3502	1324	5179
1982	4826	1145	456	706	995	1701	3302	1524	6703
1983	4826	1145	456	623	878	1501	3102	1724	8427
1984	4826	1145	456	540	761	1301	2902	1924	10351
1985	4826	1145	456	457	643	1100	2701	2125	12476
1986	4826	1145	456	374	526	900	2501	2325	14801
1987	4826	1145	456	291	409	700	2301	2525	17326
1988	4826	1145	456	208	292	500	2101	2725	20051
1989	4826	1145	456	125	175	300	1901	2925	22976
1990	4826	1145	456	42	58	100	1701	3125	26101

WATER RATE US\$ 11.80/CUM, OPERATING COST US\$ 2.80/CUM.

TABLE 2.4.2.C-4 CONDITION C,  
CASH FLOW FORECAST

INTEREST CAPITALIZED  
(US\$1,000)

YEAR	NET INCOME	DEPRE- CIATION		PROCEEDS		REVENUE TOTAL	CONST. COST	REPAYMENT		EXPENSE TOTAL	CASH BALANCE	ACCUMULATED TOTAL
		F	L	F	L			F	L			
1975	-296	296	7577	15223	0	22800	14800	0	0	14800	8000	8000
1976	1384	456	0	0	0	1840	8000	0	0	8000	-6160	1840
1977	-102	456	0	0	0	354	0	0	0	0	354	2194
1978	823	456	0	0	0	1279	0	693	391	1084	195	2389
1979	923	456	0	0	0	1379	0	1385	781	2166	-787	1602
1980	1123	456	0	0	0	1579	0	1385	781	2166	-587	1015
1981	1324	456	0	0	0	1780	0	1385	781	2166	-386	629
1982	1524	456	0	0	0	1980	0	1385	781	2166	-186	443
1983	1724	456	0	0	0	2180	0	1385	781	2166	14	457
1984	1924	456	0	0	0	2380	0	1385	781	2166	214	671
1985	2125	456	0	0	0	2581	0	1385	781	2166	415	1086
1986	2325	456	0	0	0	2781	0	1385	781	2166	615	1701
1987	2525	456	0	0	0	2981	0	1385	781	2166	815	2516
1988	2725	456	0	0	0	3181	0	1385	781	2166	1015	3531
1989	2925	456	0	0	0	3381	0	1385	781	2166	1215	4746
1990	3125	456	0	0	0	3581	0	693	385	1078	2503	7249

NOTE: ANNUAL SOLD WATER AFTER COMPLETING 2ND STAGE CONSTRUCTION IS 40.9 MILLION GUM  
PROVIDED THAT THOSE OF FIRST THREE YEARS ARE AS FOLLOWS:

	FIRST YEAR	CUM
SECOND AND THIRD YEARS	0	0
PROPORTIONATE TO THE RATIO OF COST OF CONSTRUCTION COMPLETED TO TOTAL CONSTRUCTION COST	0	0

USEFUL LIFE OF FACILITIES: 45 YEARS  
SALVAGE VALUE: 10 %

