

- Ⅱ) かんがい農業ならびに近代的な農業経営に合せた末端施設の改良。
- Ⅲ) 事業の円滑な目標達成に必要な農業振興支援組織の編成および強化。
- Ⅳ) 末端施設整備に対応した農民組織の編成。

2. 事業の構成

この事業計画の主要事業は、次に示すかんがいと発電である。

かんがい : 合理的かんがい排水組織、末端施設ならびに道路網の整備および農業振興支援組織の確立によるかんがい農業の樹立。

発電 : パルシグアン貯水池からトンネルによりヌェバ エラに導水された用水による発電。

B. 事業計画の策定

1. 開発計画

イロコス ノルテ地区かんがい事業における開発計画は、全体開発構想の策定の中で、水資源開発の観点から、いくつかの比較案を作成し、技術的、経済的観点から比較検討を行った。その結果、本開発計画の最適案として、パルシグアンダム単独案が選出された。即ちアブラ (Abra) 州のパルシグアン (Palsiguan) 川に築造されるパルシグアンダムの水を主水源とし、補助水源として域内を流れる河川を頭首工により取水する計画である。(アベンデックスー A 参照)

全受益面積 22,600 ha の開発は、水資源開発を含め二段階に分けた計画とした。第一段階開発はボンガ川右岸に位置する 10,200 ha を対象とし、ラブガオン (Labugaon) ソルソナ (Solsona)、マドンガン (Madongan)、パパ (Papa) およびヌェバ エラ (Nueva Era) の各河川に頭首工を設け、域内の河川水を取水する頭首工計画である。第一段階地区の開発計画の詳細は、昭和 54 年に実施した、イロコス ノルテかんがい計画報告書 (Phase I) に示されている。

第二段階地区のかんがい計画対象地区は、バタック (Batac) およびバドック (Badoc) を中心とした、12,400 ha の地区で、その水源は先に述べたパルシグアンダムの水とマドパヤス (Madupayas) ならびにティバングラン (Tibangran) の両河川に設けられる頭首工により取水された水である。パルシグアンダムの水は導水トンネ

ルによりイロコス ノルテ州のボンガ川上流(ヌエバ エラ川)に導水される。その標高差を利用し水力発電に利用される(ボンガ発電所)。発電後の放流水は、ボンガ調整池で調整され、連絡水路を通じて、第一段階地区ならびに第二段階地区へ、各河川の自然水の不足時に送水される。もちろん連絡水路は各頭首工および幹線水路と機能的に結合される。さらにボンガ調整池の落差を利用して、発電所をヌエバ エラダム直下に設けるダム式発電を計画する。第二段階地区の開発計画の詳細は、昭和55年に実施したイロコス ノルテかんがい計画報告書(Phase II)に示されている。

地区内の用排水路組織は、用排水分離を原則とし、用排水路の新設および既存の水路の改修をおこなう。また、末端施設についてもその組織の編成ならびに改修をおこなう。

本事業計画における水力発電は、パルシグアン貯水池とボンガ川の川床の落差を利用するボンガ発電所とヌエバ エラダムの落差を利用するヌエバ エラ発電所である。

表 4-1 計画耕作面積

<u>かんがいブロック</u>	<u>耕地面積</u> (ha)
第一段階地区	
ラブガオン	1,560
ソルソナ	2,140
マドンガン	3,190
ババ	2,560
ヌエバ エラ(右岸)	750
小計	<u>10,200</u>
第二段階地区	
クラ(Cura)	1,410
ヌエバ エラ(左岸)	670
マドバヤス	160
バタクターバオアイ(Paoay)	5,190
ピニリ(Pinili)	1,400
バドクーンシナイ(Sinait)	3,570
小計	<u>12,400</u>
合計	<u><u>22,600 ha</u></u>

2. かんがい計画

a) かんがい面積

第一、二段階開発計画地区のかんがい計画面積は、かんがい水源量と可耕地面積に基づいて次表に示すように決定された。

<u>かんがい計画面積</u>			
<u>かんがいブロック</u>	<u>第一段階地区</u>	<u>第二段階地区</u>	<u>計</u>
ラブガオン	1, 560	—	1, 560
ソルソナ	2, 140	—	2, 140
マドンガン	3, 190	—	3, 190
ババ	2, 560	—	2, 560
ヌエバ エラ (右岸)	750	—	750
クラ	—	1, 410	1, 410
ヌエバ エラ (左岸)	—	670	670
マドバヤス	—	160	160
バタック—バオアイ	—	5, 190	5, 190
ピニリ	—	1, 400	1, 400
バドック—シナイ	—	3, 570	3, 570
計	<u>10, 200</u>	<u>12, 400</u>	<u>22, 600</u>

b) かんがい必要水量

1) 作付計画

かんがい必要水量は次に示す作付計画面積に基づいて算定された。なお作付計画の詳細は作付計画の項参照。

<u>作付計画</u>						
(単位: ha)						
区 分	<u>第一段階地区</u>			<u>第二段階地区</u>		
	<u>水 稻</u>	<u>畑作物^{1/}</u>	<u>計</u>	<u>水 稻</u>	<u>畑作物^{2/}</u>	<u>計</u>
雨 期	10, 200	—	10, 200	12, 400	—	12, 400
乾 期	9, 200	1, 000	10, 200	4, 970	7, 430	12, 400

^{1/} --- タバコ、ニンニクおよびタマネギ ^{2/} --- タバコ、ニンニクおよびリョクトウ

2) かんがい用水量

消費水量

水稲の消費水量である蒸発散量はピガン (Vigan) で観測された気象データを使用する。ペンマン法 (Penman Method) により見積られた ET_p 値と、ピガンとラオアグで実測された蒸発量の割合とで計算された。畑作物の消費水量については、計算式より求めた ET_p 値にそれぞれの作物ごとに栄養生長期における作物係数を乗じて求めた。

畑作物の見積り消費水量

(単位: mm)

月	水稲	タバコ	ニンニク	リュクトウ	ワタ	タマネギ
5	6.5			2.6		
6	6.5					
7	5.4					
8	5.9					
9	5.7					
10	6.9		2.1		2.7	
11	6.1	4.3	2.1		3.0	4.3
12	6.7	5.4	3.4		6.4	5.0
1	6.4	4.5	1.6		5.8	4.2
2	6.0				3.8	
3	6.6			3.3		
4	6.7			5.0		
平均	6.3	4.7	2.3	3.6	4.2	4.5

作物必要水量

作物必要水量の見積りには、次に示す値を使用した。

- 一 水田の浸透量は全生育期間を通じて日量 2 mm とする。
- 一 耕耘準備と代かき作業に対して別途必要な水量として、雨期作水稲には 250 mm 乾期作水稲には 230 mm を与える。一方、10月以後の畑作物植え付け準備作業

に対して土壌の乾燥を考慮して40mmを与えるものとする。但し、10月以前の植え付け準備作業については、雨期の直後で土壌中の水分が十分あるため、このような水量を与えないものとした。

水稲および畑作物の必要水量は、前述した手法により次表に示すように見積った。

作物必要水量						
(単位：mm)						
区分	第一段階地区			第二段階地区		
	水稲	畑作物	平均	水稲	畑作物	平均
雨期	1,073.2	—	1,073.2	1,183.4	—	1,183.4
乾期	1,085.6	483.3	1,025.4 ^{1/}	1,114.7	405.6	618.3 ^{1/}
計	2,158.8	483.3	2,098.6	2,298.1	405.6	1,801.7

注) 1/ --- 下記の畑作物作付面積割合を適用した値。

第一段階地区

水稲 90%

畑作物 10%

第二段階地区

水稲 30%

畑作物 70%

かんがい用水量

かんがい用水量は、作付面積で加重平均した作物必要水量に有効雨量とかんがい効率を考慮して算定した。本計画における有効雨量およびかんがい効率の基準を次に示す。

一 有効雨量

水稲の代かき期の有効雨量は、代かき用水の容量を考慮して250mmとする。生育期の最大有効雨量は常時冠水深20mmのほかに60mmとする。(最大冠水深は80mmとなる)。

一方、畑作物の有効雨量は、作物別平均日消費水量に等しい3.7mm/日以下の雨

は無効とする。また、総容易利用可能水量 (TRAM) 49.8 mm以上の降雨については、表面流出すると考え無効とする。従って畑作物の有効雨量は3.7~49.8 mmとなる。

一 かんがい効率

水稻のかんがい効率は以下に示す範囲基準から、雨期稲 46.8 %、乾期稲 54.0 %とする。

損 失 水 量 割 合

区 分	損 失 割 合 (%)	
	雨 期 稲	乾 期 稲
末端ほ場損失	3.5	2.5
送水損失	2.0	2.0
管理損失	1.0	1.0

上記の基準に基き、ほぼ10年確率に相当する基準年におけるかんがい用水量を算定した結果を次に示す。

計 画 年 の かん がい 用 水 量

(単 位 : mm)

区 分	第 一 段 階 地 区			第 二 段 階 地 区		
	水 稻	畑 作 物	平 均	水 稻	畑 作 物	平 均
雨 期	611.7	—	611.7	983.4	—	983.4
乾 期	1,923.0	806.5	1,837.6	2,036.8	728.5	1,121.0
計	2,534.7	806.5	2,449.3	3,020.2	728.5	2,104.4

c) 用水路の単位用水量

末端かんがい用水路

主用水路の最大設計水量は、第一段階開発地区で1.78 ℓ/sec/haと決定された。これには35%のロスを含む。主用水路は第一段階地区が53.4 ℓ/sec~10.68 ℓ/secとなり、第二段階地区で65.5 ℓ/sec~13.12 ℓ/secとなろう。これらの水量は

次に示す基準で算定された。

	<u>第一段階地区</u>	<u>第二段階地区</u>
ローテーション面積	30 ha	40 ha
代かき期間 (1ローテーション内)	25 日	35 日
代かき用水量		
— 雨 期	250 mm	250 mm
— 乾 期	230 mm	230 mm
かんがいロス		
— 雨 期	35 %	35 %
— 乾 期	25 %	25 %

上記の算定において、主用水路から小用水路へのかんがい水の供給は同時に行われ、小用水路から個々のほ場へは輪番 かんがいがなされる。

支線用水路の計画流量

支線用水路の計画流量は、計画作付体系に基き、第一段階開発地区で 2.33 ℓ/sec/ha、第二段階開発地区で 2.16 ℓ/sec/haとそれぞれ決定した。この最大単位計画流量から計画地区内の支線用水路の計画流量を算定した。

1) バルシグアン ダム下流の共同かんがい地区への補償水量

バルシグアン ダム建設予定地点からティネグ (Tineg) 川の合流地点までに現在バルシグアン川より取水している 3ヶ所の共同かんがい組織地区 323 haが河道沿いに存在している。即ち、ラガヤン地区 255ha、カランバット地区 29 ha、コロゴ地区 39 haである。これらの地区に対して、事業完成後における、現況既得水利権の補償の観点から、バルシグアン ダムの水をこれらの地区へ放流しなければならない。算定によるとその流量は 0.814 cu. m/secである。

d) 畑地かんがい計画

1) インテークレートの測定

畑地かんがい計画の検討のため、計画地区内の 4ヶ所 (バッターバオアイ地区で 2ヶ所、バドックシナイ地区で 2ヶ所) で乾燥状態と湿潤状態の両ケースに

ついてインタークレートの測定を行った。測定結果は両対数紙にプロットし、時間の経過とともにインタークレートが一定となるベーシックインタークレートを求めた。

次表は4ヶ所でのインタークレート測定結果から得られた湿潤状態のベーシック、インタークレートの結果を示す。

ベーシック・インタークレートの算定結果(湿潤状態)

観測点	測定位置	ベーシック・インタークレート
№ 1	Barrio Aracua, Batac	4.2
№ 2	Barrio Linang, Paoay	12.6
№ 3	Barrio Napo, Badoc	5.8
№ 4	Barrio Pactit, Badoc	20.9
平均		<u>10.9</u>

畑地かんがい方法の決定にあたっては、今後さらに調査、検討が必要であるが、平均ベーシック・インタークレートが10.9 mm/hrであることから判断すると、本計画の場合作物の生育期のかんがい方法はうね間かんがいが適切な方法と想定される。

インタークレートの測定と同時に、インタークレート測定地点の土壌を深さ50 cmまで10 cm間隔で採土し、土壌の物理的性質(比重、間げき率、ほ場容水量、しおれ地点等)を分析した。分析結果は以下のように示される。

土層の深さ (cm)	土地の物理的性質 ^{1/}			ほ場容 水量(Fc) (%)	^{3/} しおれ点(Wp) (%)
	真比重(Sr) (g/cm ³)	仮比重(Sa) (g/cm ³)	間げき率(p) ^{2/} (%)		
10	2.61	1.21	53.9	42.7	20.8
20	2.63	1.22	53.8	39.4	19.0
30	2.64	1.18	54.9	38.7	18.7
40	2.62	1.19	54.9	40.4	19.6
50	2.62	1.17	55.4	41.1	19.9

注) ^{1/} : 4資料の平均値を示す。

^{2/} : $P = (Sr - Sa) \times 100 / Sr$

^{3/} : $Wp = 0.36 Fc^{1.08}$

2) 畑地かんがい用水量とかんがい日数

畑地かんがい用水量とかんがい日数の決定は次の手順で検討、結果する。

- I) 有効根群域の決定
- II) 作物の水分吸収図型の決定
- III) 有効根群域の各戸別の利用可能水分量 (AM) の決定
- IV) 総容量利用可能水分量 (TRAM) の算出
- V) かんがい用水量およびかんがい日数の決定

以下にこれらの項目について記述する。

I) 有効根群域の決定

計画導入作物の有効根群域は、現地での調査結果からつぎのように決定した。

<u>作物</u>	<u>有効根群域の深さ</u> (cm)
タバコ	50
ニンニク	30
リョクトウ	50
ワタ	50

II) 作物の水分吸収図型の決定

蒸発散量による土壌水分の消費は土層の深さによって変化する。この土壌水分の消費割合は土壌水分吸収図と呼ばれ、現地での調査により決定される性質のものであるが、本計画においては資料が入手困難であったため、以下に示すような水分吸収割合を想定した。

<u>有効根群域</u> (cm)	<u>水分吸収割合</u> (%)
1 - 10	40
10 - 20	30
20 - 30	20
30 - 40	10

Ⅲ) 有効根群域の各層別の利用可能水分量 (AM)

利用可能水分量 (AM) は次式により算定した。

$$A.M. = \frac{1}{100} \Sigma (F_c - W_p) \cdot S_a \cdot D (\text{mm})$$

ここに; F_c : 24時間ほ場容水量 (重量%)

W_p : しおれ点 (%)

S_a : 仮比重 (g/cm^3)

D : 各層の土壌厚 (mm)

Ⅳ) 総容易利用可能水分量 (TRAM)

総容易利用可能水分量 (TRAM) は各土層別に以下のように算出することが出来る。

$$\frac{\text{当該層の水分消費を基準とした場合の消費量 (mm)}}{\text{当該層の作物水分吸収割合 (\%)}} = \frac{\text{当該層の理用可能水分量 (mm)}}{\text{当該層の作物水分吸収割合 (\%)}}$$

上記の式にもとづいて各土層ごとの消費水量を算定し、その値の最小値を示す層が制限層 (その層が最初に初期しおれ点に達する) となる。その値が総容易利用可能水分量 (TRAM) となる。計算結果からTRAM値は各作物とも49.8 mmと決定された。

Ⅴ) かんがいの頻度

畑地かんがいのかんがい頻度 (間断日数) は先に求めたTRAM値を各作物の最大日消費水量で除して求める。次表に示すように、本計画に導入される作物のかんがいの頻度は8日~15日に一度の範囲であるが、水管理の容易さ、管理の簡略化のため、またローテーションブロック (一つのローテーションブロックは5つのローテーションユニットより構成されている) の関係から計画間断日数を10日と決定する。

作物別のかんがい頻度

作物	TRAM値 (mm)	最大日消費水量 (mm/日)	かんがい頻度 (日)
タバコ	49.8	5.4	9
ニンニク	49.8	3.4	15
リュクトウ	49.8	5.0	10
ワタ	49.8	6.4	8

3. 貯水池計画

a) 貯水容量

選定された代替案ケースⅡに対する水収支計算は、利用可能な流量データ期間1960年5月～1970年4月を対象として行った。

まず第1に、頭首工の自然取水による不足水量の計算、即ち、バルシグアンダム依存量を表4-2に示すごとく求めた。

表4-2 バルシグアン河川水に依存する地区内不足水量の総括

水文年	第一段階地区			第二段階地区			不足水量計
	2/		1/	2/		1/	
	河川 流出量	かんがい 用水量		河川 流出量	かんがい 用水量		
1960	666.0	293.3	91.8	123.8	287.7	221.6	313.4
1961	1,107.8	235.9	68.3	217.9	211.0	168.3	236.6
1962	1,222.8	248.7	61.3	224.5	234.8	168.1	229.4
1963	994.3	265.6	78.1	179.0	243.9	171.1	249.2
1964	1,629.7	236.0	12.0	280.5	231.3	135.3	147.3
1965	931.3	223.1	88.1	181.4	209.9	154.6	242.7
1966	1,134.6	279.6	17.8	167.0	266.0	165.4	183.2
1967	1,293.4	252.2	36.4	223.3	231.7	144.0	180.4
1968	883.4	282.9	100.4	173.6	267.2	194.2	294.6
1969	781.7	297.3	79.6	127.5	272.2	209.0	288.6

注：1/ 10日間単位による不足水量の合計

2/ 第一段階地区はラブガオン、ソルソナ、マドンガン、ババおよびヌエバエラの各河川。第二段階地区はマドパヤスおよびティパングランの各河川。

上記の不足水量（主に乾期に生ずる）はバルシグアン ダムの貯水より補給される。
 ダムの必要水量を決定するために、前記と同じ期間に対してダム水収支計算を行い、
 その結果を表4-3に示す。

表4-3 バルシグアン ダム水収支要約（かんがいのみを対象とした場合）

（単位：百万 m^3 ）

水文年	バルシグアン 川の流出量	<u>1/</u> 補償用水	<u>2/</u> 利用可能量	<u>3/</u> ダム依存量	<u>4/</u> 必要貯水量
1960	313.6	9.7	303.9	221.6	167.5
1961	394.3	7.8	386.5	168.3	137.5
1962	390.4	8.2	382.2	168.1	142.0
1963	375.7	8.8	366.9	171.1	136.0
1964	415.1	7.8	407.3	135.3	80.9
1965	255.7	7.5	248.2	154.6	171.9 ^{5/}
1966	281.6	9.2	272.4	165.4	193.4 ^{5/} (最大)
1967	299.7	8.4	291.3	144.0	120.6
1968	365.7	9.4	356.3	194.2	172.4
1969	408.9	9.8	399.1	209.0	154.5

- (注) 1/ 補償用水はバルシグアンダム下流の共同かんがい組織地区、カラ
 ンバット、ゴラゴ68ha、ラガヤン255ha、計323haを対象と
 する。
- 2/ 利用可能量＝河川流出量－補償用水
- 3/ ダム依存量、即ちダムよりのかんがい補給水量
- 4/ 貯水ロスおよび発電最小必要水量を除く
- 5/ 連続渇水年、従って1966年の193.4百万 m^3 は1965年の貯
 水池の影響を受けている。

表に示すごとく、最大必要貯水容量は1966年（累加容量は1966年の7月第1旬）に現われ、貯水ロスおよび発電最小必要水量を除けば1934百万 m^3 となる。

しかし、この値は前年、即ち2年間の連続渇水年の影響に起因している。従って、第2位の172.4百万 m^3 （1968）をバルシグアンダム容量とし、10年確率の渇水に対応し、地区内のかんがい不足水量を補う。

ヌエバエラダムのピーク発電に必要な最小流量を考慮した場合、貯水池容量は以下のように決定される。

	百万 m^3
I) かんがいに必要な貯水池容量	172.4
II) ピーク発電に必要な容量	13.1
III) 貯水ロス	3.5
IV) 有効貯水量	189.0
V) 全貯水量	43.0
	<u>232.0</u>

この決定された貯水量は、かんがいおよび発電に使用される。

発電に使用される水は、かんがい用水および余剰水であり、従って全かんがい水量は発電の対象となる。

貯水池の放流計画は、10日間を単位とし、10年間を計算対象、また放流操作条件は以下の様に設定した。

- I) 乾期開始時に貯水池を満水にする。
- II) 余剰水は全期間を通じて極力発電に使用する。
- III) 貯水池への流入量は余水を最小限に加えるため、発電に使用する。

（第二段階イロコスノルテかんがい計画実施調査報告書「貯水池計画」
参照）

上記の条件の下で1960～1969年の解析期間において年間発生電力量を求めた。

4. 排水計画

a) 水田の排水路計画の排水量

計画降雨

排水計画に用いる計画降雨を決定するため、イロコス ノルテ州のラオアグ観測所で観測さらに長期の資料(1955~1979年)にもとづいて、降雨の確率計算をおこなった。計画降雨は計画基準年を1/5確率にとり、3日連続雨量493.3mmを採用した。この計画降雨に対する日および時間分布は、イロコス ノルテ地域の時間および日降雨分布の特性から、第1日目122.6mm、第2日目313.5mm、第3日目57.2mmと決定した。

単位排水量算定の方法

第一段階開発計画の地区はボンガ川右岸の扇状地に位置し、比較的緩やかな地形勾配をもつ地区であったため、このような地形の水田地帯の排水解析は降雨による余剰水が水田を越流して流出するものと想定した。第二段階開発の計画地区は比較的平坦な低平地に位置するため、水田は降雨を貯留する貯水池の機能を有している。

第一段階開発計画地区の単位排水量は簡便法により、第二段階開発計画地区はエクダール(Ekdahl)の方法により算定した。

上記の方法により、1/5年確立の時間雨量を用いて、田面からの流出量 g (mm/h)、田面湛水深 H (mm)および田面湛水時間を算定した。一般に水稻は田面上25cm以上の湛水が生じて、その湛水時間が3日以内の場合は、水稻への被害はないと言われている。

次表に示す単位排水量は上記の方法と $0.02 \text{ cu.m/sec/km}^2$ の基底流量により算定した。

開発段階別単位排水量

<u>開発段階</u>	<u>単位排水量</u>
第一段階開発地区	$0.872 \text{ cu.m/sec/km}^2$ (8.72ℓ/sec/ha)
第二段階開発地区	$0.866 \text{ cu.m/sec/km}^2$ (8.66ℓ/sec/ha)

計画単位排水量は排水面積400 ha以下の地区に適用する計画とした。しかし排水面積が400 ha以上のケースには、降雨の局地性、即ち広域の排水面積になるに伴って降雨強度が小さくなることを考慮し、排水面積に応じた減少率を乗じた単位排水量とする。

排水面積と減少率(F)を考慮して次表に排水面積の区分による単位排水量を示す。

流域の区分による単位排水量

排水面積 (ha)	単位排水量 (ℓ/SEC/ha)	
	第一段階開発地区	第二段階開発地区
0 — 400	8.72	8.66
400 — 1,000	8.37	8.33
1,000 — 3,000	7.63	7.60
3,000 — 5,000	7.15	7.10

b) 山地および丘陵地からの流出

山地や丘陵の流域をもつ数多くの小河川やクリークが計画地区の上流端で地区内に流れ込んでいる。これらの小河川やクリークの流域面積は100 km² 未満で、その流出機構ならびに流出量は平地(水田)のそれらと全く異なっている。本節では以下に山地や丘陵地からの流出について述べる。

一般に、山地や丘陵地からの流出の算定にはいくつかの方法があるが、NIAが現在進めている計画では Mcmath または Rational 式が一般に適用されている。これらの方法のうち、Mcmath の方法は流域が大きく(100 km² 以上)、洪水の到達時間が1時間以上の流域に適用可能であるので、本計画では、Rational 式により流出量の算定をおこなう。

単位流域面積当りの流出量は $q = 3.06 \text{ m}^3/\text{SEC}/\text{km}^2$ となる。

5. 末端施設計画

末端用排水路および農道等の末端施設の位置は、農業の機械化を含むかんがい農業の

推進にあたり必須条件と考えられる。さらに、農民の協力を得て、区画整理や土地の交換分合を伴い末端施設の整備が進めば、用排水の管理をより合理的なものとし、高水準の稲作技術体系をより早期に普及させるために効果が大であるとする。

a) 末端整備計画の前提条件

計画の耕地面積は、1ローテーションエリア当り第一段階地区で30ha、第二段階地区で40haである。末端の農道、用排水路施設の利用および維持管理は、すべてIrrigators' Associationが共同で行うものとし、特にかんがいには、ローテーションエリア毎に、計画的に用水の配水を行なう。

作物

計画作付作物は、雨期、乾期共に高収量品種水稲地区と雨期は高収量品種水稲で乾期に畑作物とする地区がある。

農作業

稲作農業は、将来においては機械化一貫体系を目指すものであるが、しかしながら、当面は耕起、整地作業はハンドトラクター脱穀作業はスレッシャー、乾燥は乾燥機による機械化作業とし他の作業は、手労働と畜力が主となる。

畑地作業は、稲作作業用に導入するハンドトラクターによる耕起、整地作業のほかは、人力および畜力が主となる。

b) 区画割計画

1) 区画割計画の基本事項

現況地形を考慮した区画割計画は、前記の前提条件を満足しなければならない。

このため重要な点は、ⅰ) 営農計画と密接に関連した区画割 ⅱ) 用排水管理が適格で、しかも容易に行なわれる区画割 ⅲ) 稲作栽培管理が適格でしかも容易に行なわれる区画割である。

2) ローテーション エリア

用水路の位置決定

一般に、用水路の位置については、次の2案が考えられる。

- 1) 主用水路が等高線に直交、小用水路は等高線に平行になるように設ける。
- II) 主用水路を等高線に平行に設ける。当受益地には縦横に現況水路が走り、用排水路の機能を果している。これらの現況水路線は、土地所有界でもあり、将来の土地の交換分合を単純化する意味において、出来るだけ現況水路を計画後も利用することが望ましい。

現況水路の方向および密度を考えれば前記の II) 案を採用し、現況水路を小用水路として利用すべきであろう。しかしながら、地形条件の制約のため、I) 案のように、主用水路が等高線に直交する方向に設ける場合も生ずるであろう。

ローテーション エリアおよびユニット

現況のかんがい組織、地形条件等を考慮しローテーション エリアとローテーション ユニットの通りとする。

ローテーション エリアおよびローテーション ユニットの表

地 区 名	ローテーション エリア	ローテーション ユニットの
第一段階地区	30 ha	6 ha
第二段階地区	40 ha	8 ha

c) 末端水管理システム

かんがいシステム

末端かんがい組織は、主用水路、小用水路および関連付帯施設で構成されている。かんがい水のローテーションは小用水路にてカバーされているローテーション ユニットの内に成立させる。すなわち原則としてローテーション ユニットのを超えたローテーションは行なわない。すなわち主用水路から小用水路への配水は、同時平行に行なう計画とした。小用水路からほ場への配水は、ローテーションを行うため、主用水路の断面は、末端に行くにしたがい小さくなり、最末端は小用水路の断面と一致する。代かき期間中は、第一段階地区で25日、第二段階地区で35日で行なわれる。

主用水路の設計流量は、上記を基本として、“かんがい計画”の項で計算された。その設計流量は下記の通りである。

主小用水路の面積当り設計流量

地区名	代かき期間	生育期間
第一段階地区	1.78 ℓ/SEC/ha	1.40 ℓ/SEC/ha
第二段階地区	1.64 ℓ/SEC/ha	1.41 ℓ/SEC/ha

排水システム

ほ場における余剰水は、30 cm巾のファームデッチにより、小用水路に沿っているほ場排水路により除去される。ほ場排水路は土水路の末端排水路でありローテーションユニットの各々にもうけられる。排水路の面積当り設計流量は、第一段階地区で8.72 ℓ/SEC/ha、第二段階地区で8.60 ℓ/SEC/haである。

6. 道路計画

計画道路は、次に示す二種類に分類される。

a) サービス道路

サービス道路は、連絡水路、幹線水路、支線水路沿いに施工され水路の維持管理用と農作業用の投入資材および収穫物の運搬に使用される。計画道路の巾員は2種類あり、連絡水路と幹線水路沿には6 m、支線水路沿には4 mの巾員とする。そしてそれらは、砂利舗装とする。

計画道路の砂利舗装厚は35 cmである。

b) 末端耕作道路(農道)

末端農道は、主用水路沿に計画され、舗装しない。巾員は2.0 mとする。

7. 水力発電計画

a) 概要

パルシグアンダム予定地点における流域面積は約153 km²であり、年平均降雨量は2,600 mm、日平均流出量は13.64 m³/SECである。又流域面積5.24 km²を持つヌエバエラダム予定地点では、月平均流出量は、4.37 m³/SECである。パルシグアンからの流量を加えると、ヌエバエラダム地点での合計日平均流量は18.01 m³/SECとなる。

本地域の流出水の特徴は、雨期（6月～10月）の5ヶ月間の流出量が年総流出量の73%に達し、平均260.5百万 m^3 となるが、11ヶ年間の最高は、338.6百万 m^3 、最低は160.9百万 m^3 と変動が著しい。かんがいの面から見ると雨期には、パルングアンダムに依存する分はほとんどなく、専ら乾期に放流するが、これは発電目的にも一致し、渇水年を除いては、貯水池を発電目的に応じて操作しながら、かんがいの必要水量に応じ得る。

これらの基本的な件のもとに、発電計画を進めるものであるが、最近の石油の値上りにより水力発電の価値が高くなったことも考慮して基本的骨子を次の様に計画した。

- I) パルングアンダムの高さは、代替案の検討の結果、満水位を334.50m、最低水位を275.00mとすることが有利である。低水位を275.00mに上げたことによりダムの高さが3.16m高くなるが、圧力導水トンネルが約1,250m短くなるため総建設費は安く、かつ発電の落差は大きくなる。
- II) 圧力導水トンネルは、ボンガ川流域内の地質に問題がなく、地形的に有利な地点に設けた。経済的断面として径3.6m、延長6.15kmとする。
- III) ボンガ発電所は、圧力導水トンネルの末端のサージタンクの直下に設ける。地表から地下式ボンガ発電所までの深さは、約70mあり、これは発電所近くのボンガ川河床とボンガ調整池の高水位との差にほぼ等しい。ボンガ発電所の後にテールレーストンネル2,950mを設ける。
- IV) ボンガ発電所の最大使用水量は、パルングアン貯水池における乾期の貯水位回復の都合などからかんがいの必要最大水量の28.225 m^3/sec を採用した。
- V) ボンガ発電所の有効落差は149.30mで、設備容量36,000kw、年間発生電力量約159.66GWhとなる。
- VI) 調整池は、ボンガ発電所の最大水量を6時間調整する容量（500,000 m^3 ）を確保せしめ、50年間の堆砂を考慮して約4.99百万 m^3 の総貯水量を必要とし、その標高は150mとなり有効水深は1.50mとなる。
- VII) ヌェバエラ発電所は、ダム直下に設けるダム式発電所とし、ボンガ発電所のピーク流量を調整し発電するが自己流域流量を合せ最大使用水量を29,273 m^3/sec とする。

vii) ヌェバ エラ発電所の有効落差は 27.92 m となり、設備容量は 6,800 kw で、年間発生電力量は約 39.54 GWh となる。

ix) ボンガ調整池ダムは、河床堆砂層が厚く、ダム高さは 45.5 m となり、堤頂長は 220 m である。しかし、ダムの安全性や堤内排水路工法によって建設費の低減が可能であり、又コンクリート用材の入手の容易さからコンクリート重力ダムが適当である。

建設単価は、1980年1月現在の価格を使用し、評価の基準としては、公害対策を考慮した10万kw級の火力発電のkw価値714ペソ/kw/年をベースとして、最近の重油価格の上昇を考慮してkwh 当り評価額を0.429ペソとした。

b) 計画の諸元

上記基本的事項からボンガ発電所、ヌェバ エラ発電所の計画諸元は表4-4に示す通り計画された。

c) 貯水池放流計画

貯水池放流計画の基本は、かんがい条件を満たすことが原則である。1959年11月より1969年10月までのデータに基づき、貯水池放流計画を検討した。その結果、変動の激しい流入量を対象に、かんがい需要を満たし、かつ発電に最大の成果を上げるために下記の放流操作ルールが設けられた。

- i) 次に示すように、二つの基準貯水容量値を定める。即ち、一つは上限基準貯水容量 (URV)、もう一つは下限基準貯水容量 (LRV) である。
- ii) ダムの放流操作は、この二つの基準貯水容量値の中の中で放流する事が望ましい。
- iii) かんがいの需要量が小さく、上限基準貯水容量を超えた場合は、この上限基準貯水容量に再び達するまで、ボンガ発電所への最大放流量 $28.225 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ヌェバ エラ発電所へは $29.273 \text{ m}^3/\text{s}$ を限度に放流する。
- iv) 下限基準貯水容量より貯水量が低下した場合はヌェバ エラ発電所の最小放流量 $8.00 \text{ m}^3/\text{s}$ を満たすように貯水池放流がなされる。さもないと貯水池の水量を10月に満水に復元する事が困難ともなり、ボンガ発電所の最小流量 9.50

表 4-4 発電施設の主要諸元

項 目	単 位	ボンガ発電所	ヌエバエラ発電所
1) 出 力			
設 備 容 量	KW	36,000	6,800
常 時 出 力	KW	—	1,830
ピーク出力	KW	30,510	—
年間発生電力量	GWh	159.66	39.54
有効出力	KW	33,776	4,514
2) 流量と水頭(落差)			
最大流量	m ³ /s	28.225	29.273
最小流量	"	9.500	8.000
平均流量	"	13.640	18.000
最大落差	m	184.5	29.5
平均落差	"	163.15	28.75
有効落差	"	149.30	27.92
3) 水位と貯水池			
高水位(満水位)	m	334.5	150.0
低 水 位	"	270.5	148.5
発電所出口水位	"	150.0	120.5
水位低下(落差)	"	59.5	1.5
貯水池面積	km ²	5.07	0.37
総貯水量	MCM	232.0	4.99
有効貯水量	"	189.0	0.50
4) 水路および発電所建物			
圧力導水トンネル	m	φ 3.6×6,150	—
テールレーズトンネル	m	φ 3.8×2,950	—
発電所建物		地下式	ダム式
5) 機 械 設 備			
タ ー ビ ン	タイプ×set	デリアス×1	カブラー×1
	rpm	450	327.5
発 電 機	KVA	39,600	7,480
変 圧 器	KV	115	115

m^3/s を満たす限度でかんがい需要量に応じて放流することができない。

d) ボンガ調整池の効用

ボンガ調整池は、ボンガ発電所の常時尖頭発電出力を保つこととかんがい用頭首工貯水池としての働きのため計画されている。ヌェバ エラ ダムは、高さ 45.5 m、長さ 220 m のコンクリート重力ダムであり、設計洪水量 $970 m^3/s$ に見合う $7 m \times 6 m$ のゲート 6 門が設置される。仮りに、かんがい用のみの頭首工とした場合、もっと小さいダム規模で充分であるが、本ダムは、ボンガ発電所の常時尖頭出力を確保する規模で計画された。本ダムの流域は、52.4 km² で、その流出は 5 月から 10 月に起きる。その時期はちょうどボンガ発電所からの流出が小さくなる時である。故にヌェバ エラ発電所では年間を通してほぼ平均した流量が使用出来る。

ボンガ発電所の尖頭出力とヌェバ エラ発電所の発電量は経済価値として大変高いものである。ボンガ発電所が調整池がない場合、ピーク発電を得ることができず、需要においつけないばかりか水力発電としての意味も無くなる。

e) 発電出力の経緯

ボンガおよびヌェバ エラ両発電所の発電出力の検討は、1959年11月から1969年10月までの10年につきそれぞれの発電所について電算機で行なった。

ボンガ発電所

ボンガ発電所は、ピーク発電を目的とし、計画最大流量は $28.225 m^3/s$ であるが、常時尖頭出力を維持するため最大流量 $28.225 m^3/s$ の4時間分に相当する $4.7 m^3/s/day$ を最少流量として確保する。一方バルングアン貯水池の水位低下は、59.50 m と大きく、平均落差も 163.15 m であることからタービンはデシアズタイプ 1 台が最適と考える。よってタービンの効率から設計最少流量は $9.50 m^3/s$ とする。従って放流量の日変化は、 $9.50 m^3/s$ から $28.225 m^3/s$ である。これをモデル化して、この流量を時間配分し、かんがいの計画流量に合わせるように計画した。

取水水位は、貯水池の水位により決まるが、放水路水位は、水位調節する調整池の水位によって変化する。しかし放水路の構造上調整池の水面差動を利用し得ないため、放水路水位は調整池の満水位 150.0 m とする。損失水量の計算は、前述の時間配分

運転によって生じるロスから、日平均損失水量を求めた。

タービンの効率は、水位により異なるが、この水位をモデル化して電算機で求めた。又、最大出力も同様の方法で求めた。尚有効出力は、本発電所の出力価値として評価されるものであるが、これは平均出力を求めて計算したものである。

ヌェバ エラ発電所

ヌェバ エラ発電所は、ボンガ川の自流とボンガ発電所の放流量を調整して一定の流量として発電をおこなうと同時に、かんがい用に供する必要がある。従って、取水水位は日変動をするが、最大の調整がおこなわれるときの日平均取水水位は、 149.25 m となる。しかし流入量が多くなり、日平均流量が最大放水量の $29.273\text{ m}^3/\text{s}$ となると取水水位は 150.0 m となる。また、放水水位は、タービン流量により下流水路の水位が変化するにつれて変化するものとした。ヌェバ エラ発電所は、低落差の発電所であるため、この放水水位の及ぼす影響は大きい。

ヌェバ エラ発電所の最少流量は、ボンガ発電所からの放流量とボンガ川の自己流出分の合せた流量 $8.00\text{ m}^3/\text{s}$ とする。しかし、バルシグアンダム貯水量の関係で、この下限流量を確保出来ない年もある。この場合はかんがい用水量を12時間で配水できる時期であるか、あるいは、かんがい用水量の必要のない時期であるため、下限流量 $8.00\text{ m}^3/\text{sec}$ 以上となるよう調整し、発電用に放流する。タービン効率は流量により 0.80 から 0.895 まで効率曲線により変化させた。

C. 農業開発計画

1. 土地利用計画

$37,787\text{ ha}$ の計画地区総面積のうち、可耕地は $22,600\text{ ha}$ を占め、このうち、 $10,200\text{ ha}$ が第一段階地区に、 $12,400\text{ ha}$ が第二段階地区に属する。(表4-5参照)
 $15,187\text{ ha}$ の非可耕地は居住地、道水路敷、その他からなる。

表4-5 計画土地利用

(単位: ha)

地区	可耕地	道路、用水路	居住地	その他	計
第一段階	10,200	816	445	4,426	15,887
第二段階	12,400	1,010	930	7,560	21,900
合計	<u>22,600</u>	<u>1,826</u>	<u>1,375</u>	<u>11,986</u>	<u>37,787</u>

本計画においては、全可耕地を雨期、乾期ともかんがいの対象としている。耕地利用方式として、“水稲の二期作”と“雨期水稲+乾期畑作物”の2タイプのどちらかが適用される。後者の土地利用方式における主要な畑作物として、ニンニク、タバコ、リュクトウおよびワタのような換金作物が選択された。これらの畑作物の作付面積の決定にあたっては、各かんがいブロックごとの土壌および排水条件等を考慮した。その結果、乾期の畑作物作付面積の全耕地面積に占める割合が第一段階地区で10%、第二段階地区で60%と設定された。

2. 作付計画

前述の土地利用計画に沿って、表4-6に示すように5つの主要な作付パターンが計画された。それぞれの作付パターンが占める耕地面積を合せて示す。

表4-6 計画作物作付体系

(単位: ha)

作物作付体系 (雨期)(乾期)	第一段階	第二段階	合計
1. 水稲 + 水稲	9,200	4,970	14,170
2. 水稲 + 畑作物			
(1) 水稲 + タバコ	300	2,130	2,430
(2) 水稲 + ニンニク ^{1/}	700	2,205	2,905
(3) 水稲 + ニンニク+リュクトウ	—	2,065	2,065
(4) 水稲 + ワタ	—	1,030	1,030
小計	1,000	7,430	8,430
耕地面積合計	<u>10,200</u>	<u>12,400</u>	<u>22,600</u>
延べ作付面積	<u>20,400</u>	<u>26,865</u>	<u>47,265</u>
作付率	200%	217%	209%

(注) 1/ 第一段階地区に350ha、第二段階地区に70haのタマネギを含む。

上表に示すように、全体計画地区の作付率は209%であり、現況より59%高い。各作付パターンの作付カレンダーは、イロコス ノルテかんがい計画実施調査報告書（Phase IおよびPhase II）に示すとおりである。この作付カレンダーにおいて見られるように、本計画の実施によって、畑作物の適期作付を可能とし、特にニンニクとワタについてはこのことがいえる。なお、“雨期作水稲+ニンニク”の作付体系において、かんがい水量に余裕のある限り、ニンニクの後作にリュクトウを作付して、年三作を行なう作付パターンを計画した。この作付計画においてかんがい期間は、第一段階地区において5月下旬から3月中旬まで。第二段階地区においては、5月中旬から4月上旬までであり、最小限約1ヶ月の非かんがい期間を設けて、これをかんがい施設の修理にあてることができるようにした。

3. 作物生産量

計画地区内における作物の単収増加率は、これまで非常に小さく、本計画の実施がない場合、将来ともこの割合が維持されるであろう。水稲および主要畑作物の過去の単収増加率を本計画地区に対する作物生産資料に基いて推定した結果、0.8%から1.4%の範囲にある。このように作物単収の増加割合が低位にある主な原因として、かんがい等に対する農業生産基盤の立ちおくれが考えられる。

本計画が実施された場合における作物の目標収量および総生産量は表4-7に示すとおりである。水稲の目標単収は、雨期作および乾期作それぞれ、第一段階地区で3.9 *ton* / haと4.2 *ton* / ha、第二段階地区で4.2 *ton* / haと4.5 *ton* / haと見積られる。第二段階地区の土壌の方が第一段階地区より水稲の生産力が高いことから、高い目標単収が設定される。なお、第一段階地区のマドンガン地区においては、雨期作期間中の洪水等により、水稲の生産条件が劣るため雨期作の目標収量は3.7 *ton* / haと設定された。

本計画を実施することによる計画全体地区の作物増加生産量は表4-8のように見積られる。

表 4-7 計画後の作物生産量

作物	第一段階地区			第二段階地区			全体	
	作付面積 (ha)	目標単収 (<i>ton</i> /ha)	生産量 (<i>ton</i>)	作付面積 (ha)	目標収量 (<i>ton</i> /ha)	生産量 (<i>ton</i>)	作付面積 (ha)	生産量 (<i>ton</i>)
1. 水 稻		1						
一雨期	10,200	3.9(3.7)	39,140	12,400	4.2	52,080	22,600	91,220
一乾期	9,200	4.2	38,640	4,970	4.5	22,365	14,170	61,005
計	19,400		77,780	17,370		74,445	36,770	152,225
2. タバコ	300	1.3	390	2,130	1.7	3,621	2,430	4,011
3. ニンニク	350	2.7	945	4,200	2.6	10,920	4,550	11,865
4. リョクトウ	—	—	—	2,065	1.1	2,272	2,065	2,272
5. ワタ	—	—	—	1,030	2.5	2,575	1,030	2,575
6. タマネギ	350	14.0	4,900	70	14.0	980	420	5,320
合計	20,400		83,015	26,865		92,961	47,265	135,276

表4-8 作物生産増加量

(単位: ton)

作物	現況 (1)	計画後 (2)	増加量 (2)-(1)	増加率 (2)/(1)
水 稲	45, 279	152, 225	106, 946	3. 4
タ バ コ	2, 368	4, 011	1, 643	1. 7
ニ ン ニ ク	5, 358	11, 865	6, 507	2. 2
リ ョ ク ト ウ	415	2, 272	1, 857	5. 5
ワ タ	—	2, 575	2, 575	—
タ マ ネ ギ	—	5, 320	5, 320	—

上記の目標収量は、事業の完了後5年目に達成されるものとする。そのためには、末端に至るまでの適切な水管理がなされるとともに、特に農業技術普及、営農資金の供与および生産物の流通に関する政府の農民に対する支援が強化される必要がある。

4. 農業振興支援計画

a) 試験研究および普及技術

これまで行なわれた国営かんがい事業のほとんどが稲作のみを対象としていたことから、国営かんがい事業を前提とした大規模面積の水田畑作に対応した試験研究および普及活動が、フィリピンにおいて組織的に行われた例はほとんどない。そのため、本計画の実施とともに、特に次にあげる3点に重点をおいた試験研究および普及活動が推進される必要がある。

- Ⅰ) 水田畑作物のかんがい方法および栽培技術の確立
- Ⅱ) 大きな面積規模の水田畑作に対する末端用排水管理の方法の確立
- Ⅲ) 水田畑作における畑作物の多様化と水田畑作の輪作体系の確立

上述の内容の試験研究を現在の試験研究機関が積極的にとり上げて実施することが望まれるものの、これらの試験研究機関が、このことにのみ業務専念することが難しいことは明らかであろう。そのため、本計画地区内にパイロットファームを設置して、上記の内容に沿った現地適応試験を行なうとともに、受益農民に対して適用農業技術の展示を行なう必要があると考えられる。

農民に対する普及指導について、本計画に沿った作付の実施と末端までの水管理とが一体となって推進されるように配慮される必要がある。そのため本計画かんがい施設の維持管理組織内に、維持管理の面から、農業生産計画の推進を行なう農業部を設けるとともに約300 haに1人の割合で、末端の水管理と営農を一体化してかんがい農業の推進を担当するWMT (Water Management Technician) を配置する。

b) 農民組織計画

事業完成後の営農が効果的に運営されるために、機能的な農民組織を結成する必要がある。

本地区には、水利組織として、共同かんがい組織 (Communal Irrigation System)、農協活動の基本となるサマハン ナヨン (Samahang Nayon) および農業技術普及の受入れ態勢としての Farmers' Association などがあるが、これらの組織は本事業の推進母体としては不十分であるので、編成替えや機能の改善が必要である。新しい農民組織は次のような機能を備えたものであることが望ましい。

1) 末端用排水施設の維持管理が機能的にできること。

末端ほ場レベルにおける用排水路施設の維持管理、合理的な配水、農業機械の運営と営農の調整、維持管理費用の賦課徴収を自主的、組織的に行なうことができる。

ii) 営農に必要な種子、肥料、農薬などの資材、農業機械、生産必要物資などの供給、生産物の共同販売、必要資金の借り入れなどが協同組合活動によって積極的に行なうことができること。

iii) BPI、BAEx などの行なう農業技術の普及指導が積極的に受け入れられること。

上記のような機能を持った農民組織として、次に示す農民組織の形成を行なう計画とする。

1) Farmers' Irrigators' Group (FIG)

農民レベルの末端維持管理組織として、各ローテーション エリアごとに Farmers' Irrigators' Group (FIG) が組織される。FIGはローテーシ

ンエリア内で自主的な用排水路施設の維持管理を行なうと同時に、輪番かんがいをベースとした水管理に対応した集団的な営農の推進を行なう。なお複数の FIG が部落 (Barangay) レベルで次に述べる Farmers' Irrigators' Association を組織する。

2) Farmers' Irrigators' Association (FIA)

FIA は次の機能を持つものとする。

- I) FIG を統轄し、公平な水配分を実施し、かんがい農業の円滑な実施を図る。
- II) BPI、BAEx の指導のもとに、新しい農業技術の受入れ、農業機械の導入および共同利用、協同作業の推進を図る。
- III) 天候その他の事情により、NIA の配水計画に変更を生じた場合には、NIA の Water Master、Water Management Technician、Ditch Tender などと協力して FIG 以下の調整を図り、円滑な配水によって営農に支障を来たさないようにする。
- IV) サマハン ナヨン (Samahan Nayon)、キルサン バヤン (Kilusang Bayan) の組織と連携して、生産物の共同販売、農業用資材の購入を行なう。
- V) サマハン ナヨンの組織として連携して貯蓄の推進、村落の開発を図る。
- VI) NIA の水利費の徴収に協力し、維持管理費の徴収経理を実施する。
- VII) NIA、その他関係政府機関によっておこなわれる訓練に積極的に参加し、また、用排水管理等に必要な教育訓練を実施する。
- VIII) 部落 (Barangay) レベルの行政組織の協力を得て、かんがい農業の積極的運営を図る。

なお、計画地区全体をカバーする FIA の連合会を組織する。これらの農民組織の設立にあたっては、各種の関係政府機関がメンバーとなって、本計画に対するプロジェクト委員会が組織され、農民組織の設立および設立された農民組織の運営に責任を持つ。

上記の内容の農民組織が、本計画の施工工程計画に合わせて設立されなければならない。そのため、本事業の事業費の一部に農業振興費として、農民組織の設立準備費および設立後当初 3 年分の運営費等を含める。

D. 施設計画

1. バルシグアン ダム

a) ダムサイトの地形地質

バルシグアン ダムサイトは、アブラ州バイバイチン部落より上流7 kmの急しゆんな山間部のギナタラン (Ginataran) 地点に位置する。ダムサイトを貫流するバルシグアン川は、大よそ直線的に南々西に流れ、この下流約11 kmのポロット (Polot) 部落附近でティネグ川と合流する。

ダムサイトは、斜面勾配が左岸アバットで約45度、右岸アバット部で約35度、河床幅は約30 mの河川断面形状を呈し、ダム軸における標高340 mで形状係数 (L/H) は約3.5である。谷地形は、やや頂部の広がったV字谷である。

本流域を構成する地質は、石英安山岩等の火山噴出物で、これに貫入した閃緑岩からなっている。石英安山岩や玄武岩は、北部ルソンの中央背陵山脈の主体をなすものであるが生成年代は未詳である。閃緑岩の貫入は、新第三紀に起ったものである。

ダムサイトは、石英安山岩を主体として構成され、閃緑岩はその上流約3 km付近に分布している。また、サイト下流約3 kmには、石灰岩が広範囲に分布する。下流よりダムサイトへの工事用道路は、この石灰岩地帯を通る事になる。

ダムサイトにおける踏査ならびにコアボーリングの結果によれば、本サイトを構成する石英安山岩および玄武岩は、節理亀裂の発達が著しい。しかし、岩自体は硬質、緻密あり、ロックフィルダムの基礎としては十分な支持力を有している。

本ダムサイトの基礎岩盤の透水性は、ボーリング孔を用いた透水試験結果によると、半透水性岩盤といえる。

b) 築堤材料

バルシグアン ダムは、堤高143.5 mであり、不透水性材料としては、粘性土と砂礫が混ざり合ったものが適当である。ポロット部落近くにて採取された粘性土と砂礫とを混合して得られた材料品質を下に示す。

粒 度 : 粘土 11%、シルト 23%、砂 26%、礫 40%
含 水 比 : 14%
乾 燥 密 度 : 1.873 g/cm^3
透 水 係 数 : $2.22 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$

余水吐予定地ならびに近接のダムサイト地山は、築堤材の原石山として適していると思われる。余水吐予定地一帯は、石英安山岩を主として構成され、小規模な玄武岩の貫入が認められる。これらは、下に示すようにロック材として良好な性質を有している。

比 重 : 2.95
吸 水 量 : 1.9 %
安 定 性 : 4.2 %
圧 縮 強 度 : 418 kg/cm²

従って、高エネルギーによる転圧をすれば、内部摩擦角として45°、間げき比として0.4程度は十分確保出来るであろう。

c) 立地条件

1) 工事用道路

アブラ州バイバイチン (Baybaytin、EL150m以上) から、ダムサイト (EL 205m以上) まで、バルシグアン川に沿う約7.2 kmの径路を提案する。これに加えて、ラガヤン (Lagayan) ~バイバイチン間約6.3 kmの道路拡幅を行なえば、築堤用不透水性材料の土取場としての有力候補地であるボロット (ラガヤン) からダムサイトまで直線的に結ばれることになる。

2) ダムサイト

ダム軸の位置をギナタラン村より上流約500m (方位約N 72°W) に計画する。これは前から、NIAによって位置付けられて来た軸と同一である。また、地形的見地から言っても、右アバットメント背後に存在する低くてやせた尾根をのぞいては特に欠点はない。

3) 付帯構造物の位置

仮排水トンネルの位置は、右岸側が必然的に良い。この場合トンネルの長さは、約740mになる。一方、左岸側にトンネルを設ける場合、その長さは約880mになる。スムーズな流入を特に必要とする理由は、Cellophill Resources Cooperationが行なっているバルシグアン川上流一帯からバイバイチンまでの木材流しを阻害しないためである。

余水吐の位置もまた、その工事量を節減することおよび洪水の流入と下流河川への取付が順調におこなわれることという条件から、右アバットメント上流が良い。もし、右アバットメントにつづく背後の山が築堤用ロック材の原石山として適することが判明すれば、洪水吐工事が独自で負担すべき掘削は、大いに軽減されることになる。

d) ダムおよび付帯工のレイアウト

仮排水路

仮排水路工は設計洪水量 $Q = 950 \text{ m}^3/\text{SEC}$ を、自由水面流の状態で行下できるようにレイアウトされた。自由水面流のトンネルは、口径が圧力水流のそれよりもいくらか大きくなるのが普通であるが、逆に仮締切りダムの規模が小さくてすむので全体として費用に大差はない。自由水面流を必要とする理由は、前述の通り、バルブ用木材流しを阻害しないためである。

仮排水工の主要諸元は次の通りである。

仮排水トンネル

位	置	:	ダム右岸の地山内		
型	式	:	標準馬蹄形自由水面流方式		
こ	う	配	:	$7/740 = 1/105.71$	
ト	ン	ネ	ル	長	
				:	740 m
水		深	:	7.74 m	} 流量 $950 \text{ m}^3/\text{SEC}$ において
流		速	:	14.3 m/SEC	
入	口	敷	高	:	EL 207.00 m
接	近	流	水	の	水
				面	高
				:	EL 222.60 m

仮締切ダム

河川の水	深、締切前	:	4 m 以上	} 流量 $950 \text{ m}^3/\text{SEC}$ において
"	、締切後	:	15.6 m	
河川の流	速、締切前	:	4.6 m/SEC	
"	、締切後	:	0.7 m/SEC	
締切り	ダムてんば	:	EL 225.0 m	

ダ ム

バルシグアン ダムの堤高は必要有効貯水量 189 百万 m^3 をどの標高 (L.W.L. ~ H.W.L.) に貯留すれば最適かを注意深く比較検討して決められた。これは圧力導水隧道の長さや発電の効果とに関連しており、もちろんダム自身の建設コストにもかわることである。ダムの主要諸元は次の通りである。

流域面積	:	153 km^2		
ダムのタイプ	:	アースアンドロックフィルダム		
有効貯水量	:	189 百万 m^3		
常時満水位と貯水量	:	F.W.L 334.5 m 、232 百万 m^3		
死水位と貯水量	:	D.W.L 275.0 m 、43 "		
堆砂位と堆砂量	:	S.L 259.0 m 、23.3 "		
てんば標高と幅	:	EL 338.5 m 、10 m		
基礎地盤標高	:	EL 195.0 m		
ダム高と堤頂長	:	143.5 m 、480 m		
上流面こう配と下流こう配	:	1:2.8、1:1.9		
堤体積合計	:	9,078,000 m^3		
堤体積合計	{	コア	:	1,724,000 m^3
		フィルター	:	600,000 m^3
		ロック	:	5,364,000 m^3
		仮締切	:	1,390,000 m^3
基礎掘削(表土はぎ含む)	:	936,000 m^3		
余裕高	:	4.0		

洪水吐

洪水吐は、設計洪水量 $Q = 3,070 m^3/sec$ を、右アバットメントにおいて下流に円滑に放流出来るようにレイアウトされた。その型式はゲートおよびフリップバケット付きシュートタイプであり、これはフィリピンでの既設の大ダムの全てに採用されているものである。

接近水路は広く深く造り、水流の円滑な接近をせしめる。ゲート付きの越流せきは

上流からみても下流からみても、その比高を十分に高くとる。これらの手段は共に越流係数を最大限に高めるためのもので、これによりゲートの寸法の節減を計る。洪水吐の主要な諸元は次の通りである。

位 置 : ダム右アバットメント
型 式 : ゲート及びフリップバケット付シュートタイプ
設計洪水量 : $3,070 \text{ m}^3/\text{sec}$
越流水頭 : 12 m
ゲート寸法と数 : 高さ = 12.5 m 、幅 11.5 m 、門数 = 3門
シュート幅、勾配 : 39.5 m 1 : 3.70
各点標高 : F.W.S = H.W.S 334.5 m
せきてんば EL 322.5 m 、接近水路 EL 315.0 m
フリップバケット底 EL 230.0 m 、川床 EL 200.0 m
各点流速 : 接近水路 $4.0 \text{ m}/\text{sec}$ 以下 セキ $11.1 \text{ m}/\text{sec}$
フリップバケット $35.9 \text{ m}/\text{sec}$

放流工

放流水の流入口として、トンネルの始点付近に縦坑を造り、これの越流部は、堆砂面 EL 259.0 m に等しくする。この放流工の能力は満水位のとき全開で約 $30 \text{ m}^3/\text{sec}$ 死水位のとき全開で約 $22 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。これらは下流において要求される流量 (約 $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下) よりははるかに大であるが、ダム管理のために、貯水位をすみやかに下げる必要があるからである。

2. バルシグアン圧力導水トンネル

a) 圧力導水トンネルの地質

バルシグアン圧力導水トンネルの予定線は、バルシグアダム貯水池内のドゴット (Dogot) 川の支流より入り、ルソン中央山脈を横断し、ヌェバエラに直線的に出るよう計画した。

トンネル予定線に対する地質調査は、入口付近で一本のコアボーリングが実施されている。現地踏査の結果、トンネルのほとんどは石英安山岩、玄武岩、およびこれらに貫入した閃緑岩が主となっている。

トンネル入口部付近を構成する地質は石英安山岩であり、風化帯もボーリング結果では20 m程度となっている。現場踏査の結果、河床部には新鮮な石英安山岩が露出しているが、崖錐堆積物も3 m程度は分布している。

また、北部ルソンの中央山脈と同方向に沿って地質構造線が発達し、トンネル路線はこれを横断するように設定されている。従って、これらの割れ目系(断片、破碎帯)に伴なり湧水や鉍化変質による岩盤の軟弱化が予想されるので、これらに対する十分な配慮が必要である。

b) 圧力導水トンネルの設計

導水トンネルはバルシグアン貯水池より流域変更をしてかんがい水と水力発電の2つの目的のための施設であり、その最大通水量は $28.225 \text{ m}^3/\text{SEC}$ である。その路線選定は、発電計画において述べたように、ダム地点からサージタンクまでの路線と、現計画路線とが比較されたが、経済的に現計画路線が決定された。その延長は圧力トンネル部6,150 mと取水部分の60.0 mの合計6,210 mである。

トンネル断面を標準馬蹄型と考えると経済的に最有利な圧力トンネルとして1.8 mが得られる。トンネルは鉄筋コンクリートによる巻厚を考える。その厚み0.40 mである。

3. ヌエバ エラ ダム

a) ヌエバ エラ ダムサイトの地質

ダムサイトは北部ルソンの中央背陵山脈を源とするボンガ川に計画された。ダムサイトはヌエバ エラの町より約1.5 kmの南方にあり、山岳地帯と平野部との接点に位置する。ダムサイト直下流から段丘堆積層が発達し、ヌエバ エラから下流は大規模に発達している。

ダムサイトの斜面勾配は左岸山腹で約45度、右岸側で約30度程度を示し、河床巾は約150 mを有している。ダム軸上の標高150 mにおける形状係数は $6.1 (L/H = 190 \text{ m}/31 \text{ m})$ となり、谷地形に河床巾の広い逆台形状となっている。

ダムサイトにおいて弾性波調査およびコア・ボーリングによる地質調査が実施された。その結果によると、本ダムサイトを構成する地質は集塊岩を基盤岩とし、河床部

には厚さ約15mの河床堆積物、右岸アバット部には厚さ約18mの段丘堆積物が分布している。

他方、コア・ボーリングの結果、本ダムサイトの基礎岩盤の風化帯は西アバット部に5m～10m程度の厚さで分布しているのみで、河床部には風化帯は分布していない。ただし、右岸アバット部に分布する段丘堆積物は、主として砂岩よりかなりルーズな層である。

基礎岩盤の集塊岩に対する岩石試験結果から一軸圧縮強度は 250 kg/cm^2 、平均比重(Gs)2.84、平均吸水量125.8%を示し、本集塊岩は中硬岩に属する。弾性波探査の結果による新鮮岩の速度は $4.0\sim 4.4\text{ km/sec}$ を示している。

本ダムサイトにおいて標高約45.5mの重力式コンクリートダムが計画されている。現在までの地質調査結果ではコンクリートダムの建設に支障のあるような破碎帯は認められていない。

b) ダムタイプの選定

ヌェバエラダムは発電の流量調節用のダムで、基礎岩盤上45.5mの高さのコンクリート重力ダムとして計画した。コンクリート重力ダム選定は下記の理由による。

- I) 調整池の水位低下は1.50mと小さく、年間ほぼ常時満水の状況にて操作され、約5.24km²の流域面積を持つボンガ川に設けられる。そのため常時洪水流出を極めて煩雑にゲート操作によってコントロールしなくてはならず、越水の危険度の高いダムといえる。従って、万一の越水の場合に安全度の高いダムタイプであるコンクリート重力ダムが最適である。
- II) 洪水施設は河川の中心のダム部分にオーバーフロータイプとして設けることができ、この建設費は極めて安価である。
- III) 仮排水路をトンネルによって施工する必要はなく堤内仮排水路として経済的に施工できる地形である。
- IV) 基礎岩盤はコンクリートダムに適しており、また地形的にコンクリートダムが適応する。
- V) コンクリートの骨材は約3.5km下流地点にて良質なものが入手できる。
- VI) 発電所をダム直下に建設して、取水施設と水圧管をダムに直接設けることがで

き、極めて経済的である。

c) ヌェバ エラ ダムの主要諸元

ダムの主要諸元は次のとおりである。

表4-9 ヌェバ エラ ダム主要諸元

項 目	諸 元
1) 貯 水 池	
流 域 面 積	5 2.4 0 km ²
貯 水 量	4.9 9 MCM
有効貯水量	0.5 0 MCM
満 水 面 積	0.272 km ²
高 水 位	EL 1 5 0.0 0 m
低 水 位	EL 1 4 8.5 0 m
水 位 低 下	1.5 0 m
計 画 洪 水 量	9 7 0.0 0 m ³ /SEC
2) ダ ム	
ダ ム タ イ プ	ローラーコンパクテッド コンクリート 重力ダム
ダ ム 高 さ	4 5.5 0 m
堤 長	2 2 0.0 m
堰 体 量	1 4 1, 0 0 0 m ³
法面勾配、上流側	鉛 直
〃 下流側	1 : 0.8 8
余水吐クレスト標高	EL 1 4 4.3 0
余水吐諸元	巾 4 5.0 m、 深 5.7 0 m
エプロン諸元	巾 4 5.0 m、 長 3 5.0 m
ゲ ー ト	6 m × 7 m、 5 門
3) 付 替 え 水 路	
タ イ プ	堤内仮排水路

項 目	諸 元
諸 元	1 0 m × 7 m
延 長	4 4 6. 0 m
計 画 洪 水 量	3 2 0. 0 m ³ /SEC

d) 施工方法によるダムタイプ .

本ダムは Roller Compacted Dam(R C D)として施工することとした。その主たる理由は下記の通りである。

- I) R C D は一般の重力ダムと比較してセメント単位使用量が少なく、 $120 \text{ kg/m}^3 \sim 130 \text{ kg/m}^3$ である。(一般は $170 \text{ kg/m}^3 \sim 180 \text{ kg/m}^3$)
- II) バイブレーションローラーにて締固めるため、水、セメント比を小さくして十分な強度を持つダムを建設できる。
- III) 打設は 2 段打ちで行い、1 リフトの高さは $0.75 \text{ m} \sim 0.80 \text{ m}$ と低いことおよび単位セメント量が小さいことにより、発熱量が小さく、クーリングを行う必要がない。
- IV) R C D はセメントを打設地点までトラックで運搬するので、高価なケーブルクレーンによって打設する必要はなく、施工が容易であり経済的である。
- V) 本ダムはダムの高さが低く、設計最大鉛直応力(地震時)は 91.5 t/m^2 でコンクリート強度の大きなものを要求されない。
- VI) トラック運搬であるため進入路を任意に設けて、施工速度を速くすることが可能である。

以上のことから R C D が本ダムに適する。基本的にはセメント単価の高価なフィリピンにおいて R C D が経済的な施工法であるといえよう。

e) ダムの安定計算

ダムの上下流面勾配の安定計算を行った結果、上流面は鉛直で、下流面は 0.88 の勾配を要することが判った。

f) コンクリート骨材

ダムコンクリートの骨材はダム下流約 3.5 km 地点のボンガ川の河原にある。細骨材の粒度分布はほぼ良好であるが、粗骨材は大粒径が不足している。これはダム直下流地点で容易に入手できるので、全体として良好な骨材が入手できる。

g) 付替え水路

工事期間中の計画洪水量を $320\text{ m}^3/\text{s}$ とし、右岸に付替え水路（巾 10.0 m、高さ 7.0 m）を設け、洪水を流下させるものとする。よって、この部分のコンクリート打設は乾期に終了させる必要がある。

本地点の河床は透水性の高い礫層であり、掘削深さは約 15.0 m に達するので、水路延長を長くし、パイピングをさけることにした。その延長は約 470 m となる。

4. 頭首工

この事業で計画されている頭首工は下記に示す 7 つである。

第一段階計画 : ラブガオン頭首工

ソルソナ //

マドンガン //

ババ //

ヌェバエラ //

第二段階計画 : マドバヤス //

ティバングラン //

これら 7 つの頭首工地点の基礎岩盤は安山岩と閃緑岩であり、これらの岩質は事業計画地区全体の基盤をなすものであり、中央背稜山脈の主体をなすものである。

ラブガオンおよびババ頭首工の基礎は閃緑岩よりなり、その閃緑岩は花崗閃緑岩を呈する。ソルソナおよびマドンガン頭首工は安山岩であり、ヌェバエラ頭首工の基礎は集塊岩よりなっている。マドバヤスおよびティバングラン頭首工の場合は、第三紀中新世より最新世にかけての砂岩および頁岩より成り立っている。これらの岩はクラックと節理が発展しており、あるものはくだけているものもある。しかしながら、頭首工の基礎としては十分である。河床堆積物は上記基礎岩盤上に約 3 m のっている。地質的観点から言えば、頭首工予定地点の施工は特別な問題はない。

各頭首工予定地点の説明を下記に行なう。

ラブガオン頭首工

ラブガオン川が山間部より平地部の扇状地に移るやゝ上流部の地点に位置を選定する。取水口は、ラブガオン地区とクラ地区へのかんがい水を取水するため左岸に設置される。この頭首工は固定タイプである。

ソルソナ頭首工

ソルソナ川が山間部より平地部の扇状地に移る地点が選定された。ソルソナ頭首工の受益地は兩岸に拡がっているが、頭首工予定地点には兩岸取水に適した場所がない。故に、みお筋が安定している左岸に全量取水口をもうけ、右岸の受益地へは頭首工堤体内をサイホンで導水する。この頭首工は固定タイプである。

マドンガン頭首工

マドンガン川が扇状地に移行する地点に頭首工位置を選定した。受益地は兩岸に拡がっているが、兩岸取水する地点がない。故に全取水量を右岸で取水し、左岸へは頭首工堤体内サイホンを通じて導水される。この頭首工はフローティングタイプで設計された。

ババ頭首工

ババ川の扇状地への移行部に頭首工位置が選定された。受益地はババ川の兩岸に拡がっている。しかしババ川には兩岸取水する地点がないので、全取水量をみお筋が安定している右岸で取水して、左岸への導水は頭首工堤体内のサイホンによりなされる。しかし頭首工地点左岸側でババ川に合流している溪流があり、これを利用するため小規模な取水口を左岸にも作る。この頭首工は固定タイプとする。

ヌェバ エラ頭首工

ヌェバ エラ自治体の南約 1.6 km 地点のボンガ川に、頭首工の基礎および右岸への取水水位等を考慮して、頭首工位置が選ばれた。受益地は兩岸に拡がっているが、兩岸取水の適地はない。故に取水口はみお筋が安定している左岸に設ける。全取水量を左岸で取水し、下流に設けるサイホンで右岸への導水を行う。この頭首工はフローティングタイプとする。

ヌェバ エラ ダムが完成した後は、ヌェバ エラ発電所のアフタベイよりかんがい用

水の取水がなされるため、この頭首工は使用しない。

マドバヤス頭首工

マドバヤス川とティバングラン川との合流点より 10 km 上流に頭首工位置が選ばれた。取水口は左岸に施工され、この頭首工はフローティング タイプとする。

ティバングラン頭首工

ティバングラン頭首工の扇状地への移行部に頭首工位置が選定された。受益地が左岸に広がっているので、取水口は左岸に計画された。この頭首工のタイプはフローティング タイプである。

表 4-10 に各頭首工の主要諸元を示す。

5. 用水路

かんがい用水路は次の 3 つに分類される。すなわち、連絡水路、幹線水路および支線水路である。

- I) 連絡水路は、ヌエバ エラ ダムと各幹線水路との連絡するもの。
- II) 幹線水路は頭首工あるいは連絡水路から出発し、コンターラインに直角に位置する。
- III) 支線水路には幹線水路からその支配下の農地に対するかんがい水が送られる。

用排水路網のレイアウトは 1/50,000 地形図における等高線をもとに、経済的なルートでかつ最大面積が得られるよう考慮された。

計画水路は幹支線水路とも N I A の設計基準に基づいて台形土水路とする。その基準を次に示す。

底巾・水深比	-----	2.5	:	1
側法勾配	-----	1	:	1.5
粗度係数	-----	0.025		
設計最小流速	-----	0.25		m/sec
＃ 最大流速	-----	1.0		m/sec
フリーボード	-----	$Fb = 0.30m + d/4$		
Fb	-----	フリーボード (m)、	d	----- 水深 (m)

表 4-10 頭首工の主要諸元

Item	<u>Labugaon</u>	<u>Solsona</u>	<u>Madongan</u>	<u>Papa</u>	<u>Nueva Era</u>	<u>Madupayas</u>	<u>Tibangran</u>
1. Catchment Area (sq.km)	100.5	79.0	153.8	51.4	52.4	24.3	72.7
2. Design Flood Discharge (cu.m/sec)	1,310	1,030	2,000	670	970	320	950
3. Intake Discharge (cu.m/sec)							
Left Bank	3.63	3.29	4.64	3.17	-	4.00	7.71
Right Bank	3.03	1.71	2.80	2.84	1.75	-	7.20
4. Water Surface (m)	WL 113.20	109.85	120.00	134.50	122.00	86.00	36.50
5. Dam Crest Elevation (m)	EL 113.35	110.00	120.15	134.64	122.15	86.15	36.65
6. Dam Height (m)	2.30	2.30	2.50	2.30	2.15	3.00	2.50
7. Intake Type	Intake on the left bank	Intake on the left bank	Intake on the right bank	Intake on both banks	Intake on the left bank	Intake on the left bank	Intake on the left bank
8. Dam Type	8.00x1set	7.00x1set	7.00x2set	7.00x1set 3.00x1set	7.0x1set	5.00x1set	7.00x1set
Scouring Sluice	48.00	42.50	60.00	30.00	73.00	44.00	73.00
Fixed Weir (m)	27.50	16.00	104.00	107.00	-	32.00	46.00
Cut-off Wall (m)	85.00	67.00	181.00	172.00	81.50	82.50	126.00
Dam Length (m)	Fixed type	Fixed type	Floating type	Fixed type	Floating type	Floating type	Floating type
Dam Type							

水路の総延長は約 640 km で、水路密度は 28.4 m/ha である。階段開発別水路延長は次の通りである。

表 4-11 用水路の計画延長

項 目	計 画 延 長 (km)	受 益 面 積 (ha)
第一段階地区		10,200
連絡水路	—	
幹線水路	116.5	
支線水路	92.0	
小 計	<u>208.5</u>	(20.5m/ha)
第二段階地区		12,400
連絡水路	96.0	
幹線水路	96.6	
支線水路	240.2	
小 計	<u>432.8</u>	(34.9 m/ha)
合 計	<u><u>641.3</u></u>	22,600 (28.4 m/ha)

6. 排水路

計画排水路は N I A の設計基準に準拠して台形工水路とする。その基準の主要なものは次に示す。

底巾・水深比 ----- 1 : 0.8 (最大)

側法勾配 ----- 1 : 1

最大許容流速 ----- 1.0 m/s

排水路(幹支線排水路)の計画長さは次の通りである。

表4-12 排水路の計画延長

項 目	計画水路延長 (km)	受 益 面 積 (ha)
第一段階地区		1 0, 2 0 0
幹線排水路	5 5. 0	
支線排水路	9 2. 1	
小 計	<u>1 4 7. 1</u>	(1 4. 4 m/ha)
第二段階地区		1 2, 4 0 0
幹線排水路	7 5. 3	
支線排水路	4 7. 8	
小 計	<u>1 2 3. 1</u>	(9. 9 m/ha)
合 計	<u>2 7 0. 2</u>	2 2, 6 0 0 (1 2. 0 m/ha)

7. 末端ほ場施設

末端の水管理を十分なものとしたかんがい農業を可能にするために、主用水路、小用水路および農道等の末端ほ場施設を完備することが基本的に重要である。

受益地は山岳地帯に近く、次に示す地形勾配をもつ。

ボンガ川右岸地区	1 / 75 ~ 1 / 200
ヌェバ エラ地区	1 / 50 ~ 1 / 200
バタック-バオアイ地区	1 / 100 ~ 1 / 500
バドック-ビニリーシナイ地区	1 / 50 ~ 1 / 200

受益地内の水田の地形条件は次の4つに分類される。

- 緩傾斜地 — 緩傾斜地が拡がっている水田
- 傾斜地 — 山地近くで比較的傾斜地にある水田
- 平坦地 — ほとんど平坦な地形の水田
- 移行地 — 丘陵地から平坦地への移行地にある水田

上記の地形条件で、4つのサンプル地区が末端ほ場施設の計画をするために選ばれた。

そして小用排水路、道路および区画割の標準設計が行なわれた。各サンプル地区ごとに末端ほ場施設の工事費を見積もり、その結果全事業地区の末端ほ場施設に適用する。

各サンプル地区は次の自治体から選んだ。

第一段階地区

第1サンプル地区 ----- ソルソナ自治体

第2サンプル地区 ----- バルキル (Barkir) 村

第二段階地区

第1サンプル地区 ----- バオアイ自治体

第2サンプル地区 ----- バドック自治体

末端ほ場開発については次のことから重要視される。

共同かんがい組織

現在共同かんがい組織には、多くの共同かんがい水路が水田への配水のためと水田からの余剰水の排水のためにある。末端ほ場施設の工事量を減少させるために、ほ場区画の変更をできるだけさけるものとする。すなわち、用水路は現在の共同かんがい水路をできるだけ利用し、不足する部分についてはそれを延長することとする。土地所有界はできるだけそのままにする。

区画割と水路設計

区画割は縮尺1/2,000のサンプル地区の図面により計画された。そして、その結果、ローテーションエリアの平均値は地形条件、現在の営農体系およびNIAの設計基準を考慮に入れて第一段階地区で30ha、第二段階地区で40haと決定された。

共同かんがい組織を有効に利用するため、小用水路は等高線を切って設置される。またこれらのほ場用水路は1978年9月に作製されたNIAの設計基準による、ほ場水管理基準により設計されなければならない。

末端ほ場施設（主、小用水路、ほ場排水路農道等）は土にて構築される。

8. 道路計画

計画道路は次のように分類される。

サービス道路

サービス道路はかんがい用水路の管理運営と、農業用投入資材および収穫物の運搬のため、連絡水路および幹支線水路沿いに計画される。計画道路は2種とする。すなわち連絡水路、幹線水路沿いの6m巾道路および支線水路沿いの4m道路である。全ての道路は砂利道とする。道路舗装の砂利は表層15m、基層20cmとする。計画道路の延長は次の通りである。

	<u>第一段階地区</u>	<u>第二段階地区</u>	<u>全 体</u>
タイプA (6m)	93.7 km	190.3 km	284.0 km
タイプB (4m)	83.4	239.6	323.0
合 計	<u>177.1 km</u>	<u>429.9 km</u>	<u>607.0 km</u>

ほ場内農道

ほ場内農道は、主要水路沿いに計画される。この農道は、幅員2mで、舗装はしない。

9. 発電施設

a) ボンガ発電所

サージタンクのタイプは、ディファレンシャル・サージタンク (differential surge tank) を選定した。その直径は、12.0mで高さ90m、ライザーは3.6mの径とする。トンネルの延長も長く、水位低下も大きい本発電所にあつては、チャンバー・サージタンク (Chamber surge tank) も有利なタンクであり、実施設計には十分検討すべきものであろう。

水圧管は地下発電所につながった地下式であり、その平均直径は3.00m、総延長208.0m、垂直部延長116.8mとなる。鉄管の平均管厚は11mmとし、厚さ0.80mの鉄筋コンクリートを巻立て、岩盤に内圧荷重を負わせるものとする。

発電室のアーチ部スパンは15.5mクラウン厚さ1.2mを考慮した。発電所建物の全高は33.0mで長さを20.0mとし、タービンの中心標高は145.0mとした。本発電所の地質については良質の岩が予想された。地下発電所として良好な地点と言えよう。

吸水管の直下流に地下式水室調圧水槽を設け、下流放水路のサージングの調整を行うものとし、その断面を十分大きくとった。この水室調圧水槽からの通風ダクトは、サー

ジタンクの施工用ダクトとつなぎ外部に通じるものとする。

放水路は、最大設計流量 $28.225 \text{ m}^3/\text{SEC}$ で 1,000 分の 1 勾配を持ち、直径 3.8 m の無圧トンネルとした。その巻厚は 0.40 m で補強鉄筋を配し、洪水時等に備えるものとする。

放水口の設計水位は標高 150.0 m とし、将来の堆砂による閉塞に備え、流心がよく当る場所に設けるものとする。

本発電計画においてタービンは 59.0 m にもおよぶ水位低下、最大有効水頭 170.65 m 、さらに使用水量が最大 $28.225 \text{ m}^3/\text{SEC}$ より $9.5 \text{ m}^3/\text{SEC}$ に変化することを考慮すると、可変翼をもつ縦型デリアスタイプが最も適する。経済性を考慮してタービンの羽根車の径は $2,100 \text{ mm}$ 、回転率は 450 rpm 、出力は $36,000 \text{ kw}$ であるタービンを 1 セット導入する。これに伴い $39,600 \text{ KVA}$ の発電機を 1 セットとする。

本発電所は、ヌェバ エラ発電所より遠方操作によって運転され、管理費の減少を計るものとする。なお、設計基準有効落差は貯水量 10 年間の平均水位から計算し、 149.30 m とした。

b) ヌェバ エラ発電所

ダムに取付けられた取水管より、ダム直下に設置される発電所までを、ダム堤体内に直径 3.00 m の鉄管 (スチールパイプ) で結ぶ。その長さは 30.0 m で鉄管の厚さ 11 mm とし、のみ口にはゲートを設け、下流端には伸縮接手を設ける。

発電所建物は、鉄骨、鉄筋コンクリート構造にて計画し、その巾 16.0 m 、長さ 18.0 m 、建設部高さ 13.5 m 、基礎部分高さ 12.0 m とする。発電機室は 9.0 m のスパンを持つクレーンによって、主機の管理を行なうことができる。また、吸水管の直下に幅 6.00 m 、長さ 16.0 m の放水庭を設け、かんがい用水路に直結する。なお、発電機室の床標高は洪水位を考慮し、 126.00 m とした。

ボンガ発電所の放流量はかんがい用水量に合うように調整され、ヌェバ エラ発電所の放流量は、 $29,273 \text{ m}^3/\text{SEC}$ より $8.00 \text{ m}^3/\text{SEC}$ まで変化する。しかし、その有効落差は小さく 27.92 m にすぎない。

よって、ヌェバ エラ発電所のタービンは縦型カプラン (Kaplan) タービンが最適である。羽根車の径は $2,050 \text{ m}$ 、回転数は 327.5 rpm 、タービン出力 $6,800 \text{ kw}$

を持ち、発電機は7,480KVAを1セットとする。

c) 送電線

1979年度におけるNPCの送電計画によると、将来230kvの送電線がナルバカン(Narvacan)変電所に到着した後に、ナルバカン-ラオアグ両変電所間の送電線を69kvの送電線に変更する予定となっている。

本送電計画も、この計画に合わせて計画すべきであるが、その建設終了の時期は現在のところ明らかでない。本計画ではさらに遠い将来を想定して、115kv送電線が両変電所を接続するものと考えた。本計画の送電線計画と115kvのNPCによるルソン・グリッドとがバドック付近で接続される計画である。

ヌェバ エラ発電所とバドックとの距離は約22.0km、またヌェバ エラ発電所とボンガ発電所の距離は約3.8kmで、両者間とも115kvの送電線(木柱、単回線)とする。電線のコンダクターサイズ(Conductor size)は、336.4MCM、ASCR(鋼芯アルミより線)となる。

E. 事業費の積算

全体事業の事業費は、第一段階および第二段階の計画実施調査の事業費の合計である。第一段階の事業費は、1978年(昭和53年)1月現在の単価により積算された。故に第一段階地区の事業費は1978年1月現在の単価に物価上昇率、外貨25%、内貨45%を加味して1980年(昭和55年)1月現在の単価に修正した。

工事期間中の物価上昇率及び利子をのぞいた総事業費は、2,760.7百万ベソ(373.1百万USドル)であり、外貨部分は1,691.5百万ベソ(228.6百万USドル)、内貨部分が1,069.2百万ベソ(144.5百万USドル)と見積られた。

次の表に、総事業費を示す。さらに表4-13には段階別業種別事業費を示す。

項 目	総 事 業 費		
	全 体	第一段階	第二段階
かんがい			
事業費	1,777,812	310,832	1,466,980
ha当り事業費	9,890 ^{1/}		
発電			
事業費	982,891	—	982,891

注) かんがい面積 --- 第一段階 10,200ha、第二段階 12,400 ha

^{1/} : $1,653,661 \times 10^3 / 22,600 \text{ha} = 73,170 \text{ベソ/ha} = 9,890 \text{\$/ha}$

表 4-18 段階別事業費

Description	Phase I			Phase II			Total (Overall)		
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total
	(P'000)	(P'000)	(P'000)	(P'000)	(P'000)	(P'000)	(P'000)	(P'000)	(P'000)
1. Civil Works									
1-1 Preparation	56	1,582	1,638	19,511	32,620	52,131	19,567	2,644	4,622
1-2 Falsiguan Dam	-	-	-	466,337	228,137	694,474	466,337	63,019	30,829
1-3 Headrace	-	-	-	49,941	54,575	104,516	49,941	6,749	7,375
1-4 Power Plant & Tailrace	-	-	-	123,939	49,777	173,715	123,938	16,748	6,727
1-5 Nueva Era Dam	-	-	-	42,736	41,883	84,619	42,736	5,775	5,660
1-6 Diversion Dam	33,128	37,073	70,201	11,521	9,698	21,219	44,649	6,034	46,771
1-7 Irrigation & Drainage Canal	24,519	48,507	73,026	145,495	209,733	355,228	170,014	22,975	258,240
1-8 On-farm	6,640	9,084	15,724	22,472	20,640	23,112	9,112	1,231	4,017
1-9 Road	4,680	8,686	13,366	9,716	14,202	23,918	14,396	1,945	22,888
1-10 Pre Engineering	-	530	530	-	5,156	5,156	-	-	5,686
Sub-total (by P'000)	69,023	105,462	174,485	871,667	666,421	1,538,088	940,690	127,120	771,883
Sub-total (by US\$'000)	(9,327)	(14,252)	(23,579)	(117,793)	(90,057)	(207,850)	127,120	-	104,309
2. Land Acquisition & Compensation	-	19,659	19,659	-	31,337	31,337	-	-	50,996
3. Construction Equipments	38,934	435	39,369	465,000	1,000	466,000	503,934	68,099	1,435
4. Agricultural Development	-	2,900	2,900	-	4,340	4,340	-	-	7,240
5. Operation & Maintenance Cost	535	7,034	7,569	557	6,764	7,321	1,092	148	13,798
6. Project Facilities	878	5,510	6,388	949	6,789	7,738	1,827	247	12,299
7. Project Administration (8%)	-	11,395	11,395	-	57,340	57,340	-	-	68,735
8. Consulting Services	7,073	1,451	8,524	16,269	1,888	18,157	23,342	3,154	3,339
Sub-total (1 to 8 by P'000)	115,443	153,846	270,289	1,354,442	775,879	2,130,321	1,470,885	186,768	929,725
Sub-total (1 to 8 by US\$'000)	(15,735)	(20,790)	(36,525)	(183,033)	(104,848)	(287,781)	186,768	-	125,638
9. Contingency (15%)	17,466	23,077	40,543	203,167	116,383	319,550	220,633	29,814	139,460
Sub-total (1 to 9 by P'000)	133,909	176,923	310,832	1,557,609	892,262	2,449,871	1,691,518	228,583	1,069,185
Sub-total (1 to 9 by US\$'000)	(18,096)	(23,908)	(42,004)	(210,487)	(120,576)	(331,063)	228,583	-	144,484
10. Price Escalation	26,269	49,638	75,907	670,487	522,849	1,193,336	696,756	94,157	572,487
Total (by P'000)	160,178	226,561	386,739	2,228,096	1,415,111	3,643,207	2,388,274	322,740	1,641,672
Total (by US\$'000)	(21,646)	(30,616)	(52,262)	(301,094)	(191,231)	(492,325)	322,740	-	221,847
									544,567

第 5 章 事業の実施ならびに維持管理計画

第 5 章 事業の実施ならびに維持管理計画

A. 事業実施期間と他の関係機関との関連

本事業計画はかんがいと発電をコンポーネントとし、イロコス ノルテ総合開発計画 (Ilocos Norte Integrated Rural Area Development Project) の一環であるため、本計画の事業実施機関は、上記総合開発計画の事業実施機関の一部として、先行して運営される。従って、NEDAがこの計画の全体調整をおこない、NIAがかんがい計画の実施機関となり、発電計画に対してはNPCが実施機関となる。これらの両実施機関による事業の円滑な遂行のため、NIAとNPCから成る合同技術委員会 (Joint NIA/NPC Technical Committee) が設立される。

図 5-1 は事業実施のための組織図を示す。このような組織のもとで、イロコス ノルテかんがい開発計画事業所が直接の事業実施機関となり、事業所所長が責任者として任命される。事業所所長のもとには、総務部、栽培部、建設機械部および技術部を組織する。

B. 実施計画

本事業の総受益面積は 22,600 ha であり、本事業の実施は二期に分けて行うように計画されている。実施設計を含めた全体計画の実施期間は会計年度の 1979 年から 1987 年であり、工事の実施期間は同 1980 年より 1987 年までである。この期間中において、第一段階事業の実施期間は同 1979 年から 1984 年までであり、第二段階事業のそれは、同 1980 年から 1987 年までである。

事業実施計画表は図 5-2 に示す。

C. 維持管理組織

事業完了後において、全てのかんがい事業施設は NIA の第 1 地域地方事務所の管轄下におかれ、これらの諸施設の維持管理の責任は新しく設立される INISO (イロコス ノルテかんがい組織事務所) に委ねる計画とする。

施設の維持管理は分水口までの幹線施設とそれ以下の末端施設に分けて、前者を INISO が、後者を Farmers Irrigators' Association が行う。一方、発電施設の維持管理は NPC によって行われる。図 5-3 は維持管理機関の組織図を示す。

図 5-1 事業実施機関の組織図

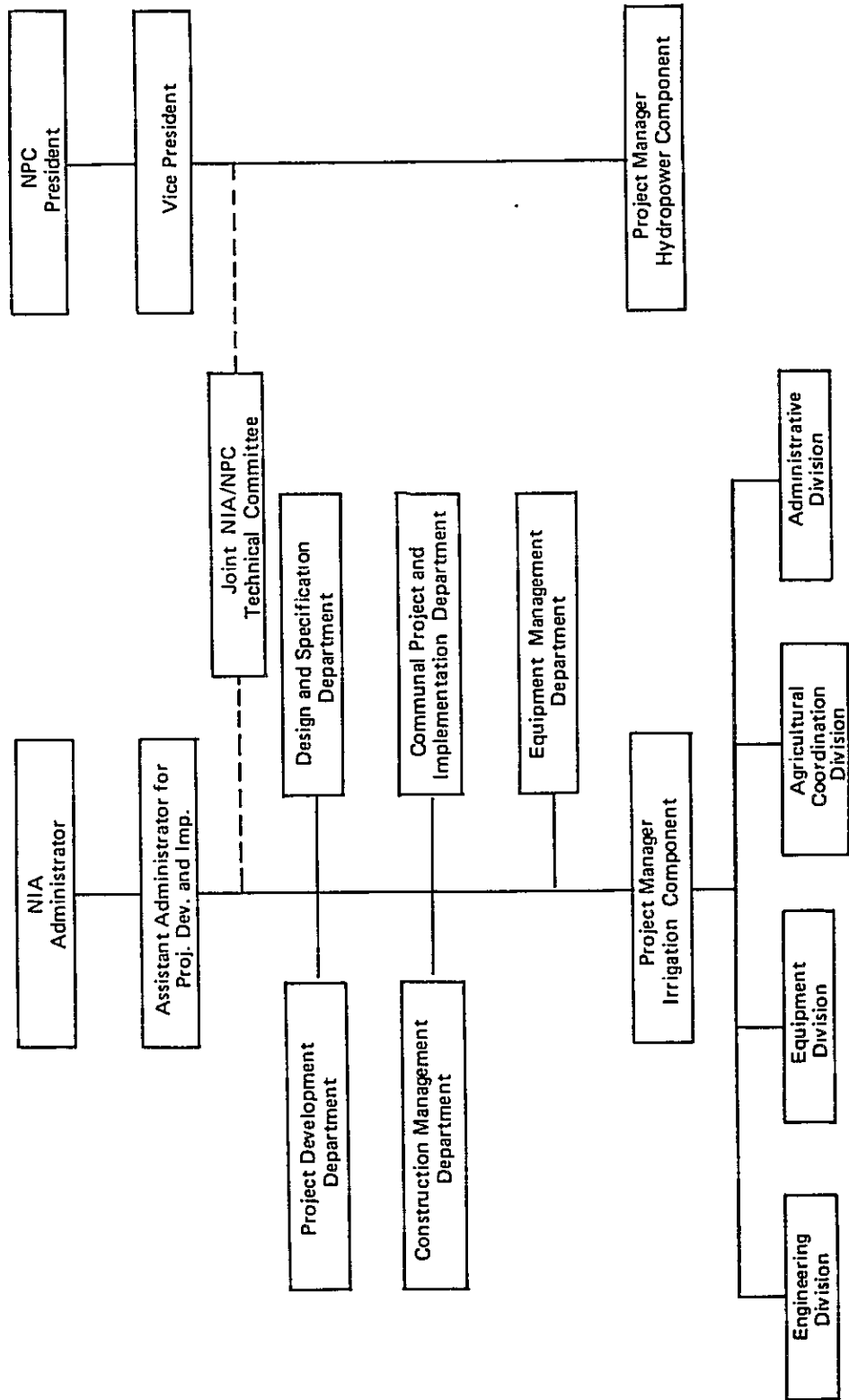
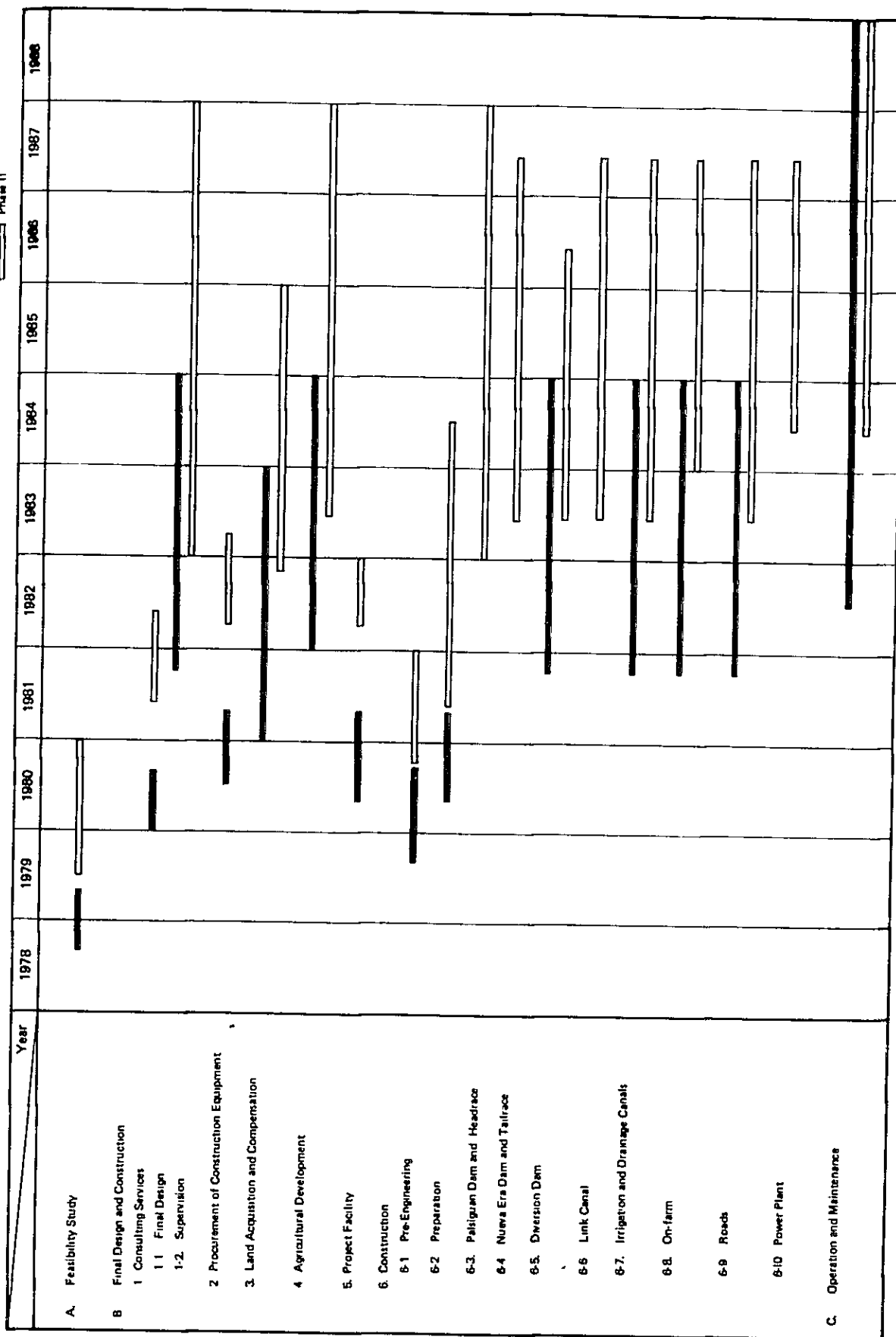


图 5-2 小 渠 火 施 工 程 表



第 6 章 事業の評価

第6章 事業の評価

A. 経済評価

1. 総括

この事業の直接目的は農家経済の観点からみると、零細規模農家の就労機会と現金収入の増加をはかり生活水準を向上させようとするものである。事業から得られる便益は商品作物の収量増加と安定、土地利用の集約化およびかんがい用水管理の組織化を通じて実現される。

この事業はまた、主食の供給、輸出作物と貿易品代替作物の増加、雇用機会の増大、所得不均衡の是正およびエネルギー問題軽減への寄与というような国家経済の要請にこたえるべく計画された。

これらの目的にこたえるために、前述の章で述べられたような事業構成が計画された。パルシグアン (Palsiguan) ダム、ヌエバ エラ (Nueva Era) ダム頭首工、用排水路の完成後、直接便益が全体計画の 22,600 ha に付作けられる作物から期待される。

ボンガ (Bonga) およびヌエバ エラ発電所の設置により発生する 42,800 kw の電力は、多くの社会的、経済的便益をもたらす。

計測可能な経済的便益とコストは貨幣価値で評価される。評価期間にわたり毎年の便益とコストの流れが求められ、何れも現在価値に換算される。国境価格によって表わされる経済価格が経済評価に適用される。事業の経済的評価の主要指標として内部収益率が用いられる。事業がある場合と無い場合との開発の相異に基いて事業が評価される。従って、事業評価は、増加便益と増加コストを取扱うことになる。

2 農業便益

a) 計画かんがい可能面積

毎年の受益面積の構成は、年次別工事スケジュールにマッチするようにして決められた。第一段階および第二段階開発地域のかんがい可能面積は次表に示される。

表 6 - 1 計画かんがい可能面積 (第一段階開発+第二段階開発)

(単位 : ha)

かんがい ブ ロ ッ ク	事 業 地 区 面 積	かんがい可能面積			
		雨 期		乾 期	
		第一段階開発	第二段階開発	第一段階開発	第二段階開発
ラブガオン (Labugaon)	1, 560	1, 560	—	780	780
ソルソナ (Solsona)	2, 140	2, 140	—	610	1, 530
マドンガン (Madongan)	3, 190	2, 290	900	720	2, 470
パ パ (Papa)	2, 560	1, 340	1, 220	400	2, 160
ヌエバ エラ (右岸)	750	750	—	450	300
計	<u>10, 200</u>	<u>8, 080</u>	<u>2, 120</u>	<u>2, 960</u>	<u>7, 240</u>
ク ラ (Cura)	1, 410	—	1, 410	—	1, 410
ヌエバ エラ (左岸)	670	—	670	—	670
マドパヤス (Madupayas)	160	—	160	—	160
バタック (Batac) — パオアイ (Paoay)	5, 190	—	5, 190	—	5, 190
ピニリ (Pinili)	1, 400	—	1, 400	—	1, 400
バドック (Badoe) — シナイ (Sinait)	3, 570	—	3, 570	—	3, 570
計	<u>12, 400</u>	—	<u>12, 400</u>	—	<u>12, 400</u>
合 計	<u>22, 600</u>	<u>8, 080</u>	<u>14, 520</u>	<u>2, 960</u>	<u>19, 640</u>

第一段階開発事業の全工事は、1984年末に完了するが、その一部は、1984年以前に完成するので、いくらかの面積については1983年雨期から便益が発生するだろう。しかし、第一段階地区の工事完了後も、地区の一部面積の生産は、第二段階開発事業が完了し、第一段階開発の施設と連結するまでは、かんがい用水の不足のために目標収量に達しない。その結果、第一段階開発事業の便益発生面積は工事完了後、雨期に8,080 ha、乾期に2,960 haと計算される。

第二段階開発事業の工事期間は、1983年から1987年までの5ケ年にわたる。パ

表6-2 年次別かんがい可能面積（第一段開発+第二段開発）

プロジェクト	1988		1984		1985		1986		1987		1988	
	かんがい ブロック	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期	乾期 雨期
第一段階開発	ラブガノン	-	-	1,560	780	1,560	780	1,560	780	1,560	780	1,560
	ソルソナ	-	2,140	610	2,140	610	2,140	610	2,140	610	2,140	610
	マドンガン	-	-	-	720	2,290	720	2,290	720	2,290	720	2,290
	ババ	-	-	-	400	1,340	400	1,340	400	1,340	400	1,340
	ヌェバエラ(右岸)	-	-	-	450	750	450	750	450	750	450	750
計	-	2,140	610	3,700	2,960	8,080	2,960	8,080	2,960	8,080	2,960	8,080
第二段階開発	クラ	-	-	1,410	-	1,410	-	1,410	-	1,410	1,410	1,410
	ヌェバエラ(左岸)	-	-	-	-	-	-	-	-	670	670	670
	マドバヤス	-	-	-	-	-	160	160	-	160	160	160
	パタック-バオアイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,190	5,190
	ピニリ	-	-	-	-	-	-	1,220	-	1,400	1,400	1,400
パドック-シナイ	-	-	-	-	3,390	-	3,390	-	3,570	3,570	3,570	
計	-	-	-	1,410	4,800	-	6,180	-	7,210	12,400	12,400	
ラブガノン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	780	-	
ソルソナ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,530	-	
マドンガン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,470	900	
ババ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,160	1,220	
ヌェバエラ(左岸)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-	
計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,240	2,120	
合計	-	2,140	610	5,110	2,960	12,880	2,960	14,260	2,960	15,290	22,600	22,600

ルシグアンダムとヌェバエラダムが第二段階開発の施工行程通りに完成される以前には、12,400haの計画かんがい可能面積は、頭首工からの用水供給が十分でない。結局、主要施設がその附帯構造物と共に建設を完了する1988年以降の便益が、12,400haの第二段階開発面積と第一段階開発の残受益面積を合わせたものから発生するだろう。

表6-2と表6-3は、計画かんがい可能面積と計画作付面積を示している。

b) 年生産量

総生産量は、年次別受益面積に目標収量を乗じて得られる。フル便益は1992年に達成される。

表6-3 計画作付面積

(単位：ヘクタール)

作物	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1. 第一段階地区						
水稻、雨期	2,140	3,700	8,080	8,080	8,080	8,080
水稻、乾期	—	550	2,670	2,670	2,670	2,670
タバコ	—	20	90	90	90	90
ニンニク	—	20	100	100	100	100
タマネギ	—	20	100	100	100	100
計	<u>2,140</u>	<u>4,310</u>	<u>11,040</u>	<u>11,040</u>	<u>11,040</u>	<u>11,040</u>
2. 第二段階地区 ^{1/}						
水稻、雨期	—	1,410	4,800	6,180	7,210	14,520
水稻、乾期	—	—	—	—	—	11,500
タバコ	—	—	—	—	—	2,340
ニンニク	—	—	—	—	—	4,520
リョクトウ	—	—	—	—	—	2,065
ワタ	—	—	—	—	—	1,030
タマネギ	—	—	—	—	—	250
計	—	<u>1,410</u>	<u>4,800</u>	<u>6,180</u>	<u>7,210</u>	<u>36,225</u>
合計	<u>2,140</u>	<u>5,720</u>	<u>15,840</u>	<u>17,220</u>	<u>18,250</u>	<u>47,265</u>

註) 1/ 第一段階残受益面積を含む。

つまり、プロジェクトが目標に達するまでに、1980年、第一段階の実施設計着手以来13ヶ年を要する。増加生産量は、1992年には粃100,000トン、ニンニク6,000トン、タバコ1,200トン、ワタ(実綿)2,580トン、リュクトウ1,780トンが見込まれる。

表6-4は地区における計画作物の年次別生産量を示している。

表6-4 主要作物生産量

(単位：1,000トン)

プロジェクト	年次	粃		タバコ		ニンニク		リュクトウ		ワタ	
		W/O	W	W/O	W	W/O	W	W/O	W	W/O	W
1. 第一段階地区											
		<u>1/</u>	<u>2/</u>								
	1983	19.10	15.29	0.02	0.02	—	—	0.02	0.04	—	—
	1984	19.31	22.79	0.02	0.02	—	0.04	0.02	0.08	—	—
	1985	19.52	30.91	0.02	0.10	—	0.20	0.02	—	—	—
	1986	19.72	35.36	0.02	0.11	—	0.23	0.02	—	—	—
	1987	19.93	39.15	0.02	0.12	—	0.25	0.02	—	—	—
	1988	20.14	41.56	0.02	0.12	—	0.26	0.02	—	—	—
	1989	20.35	42.27	0.02	0.12	—	0.27	0.02	—	—	—
2. 第二段階地区 ^{3/}											
	1983	28.72	28.72	2.51	2.51	5.67	5.67	0.45	0.45	—	—
	1984	28.97	30.78	2.54	2.54	5.73	5.73	0.45	0.45	—	—
	1985	29.22	35.09	2.58	2.58	5.78	5.78	0.46	0.46	—	—
	1986	29.47	38.73	2.61	2.61	5.84	5.84	0.46	0.46	—	—
	1987	29.72	42.75	2.64	2.64	5.90	5.90	0.47	0.47	—	—
	1988	29.98	85.32	2.68	3.15	5.95	8.82	0.47	1.45	—	1.55
	1989	30.24	94.27	2.71	3.41	6.01	9.77	0.48	1.71	—	1.89
	1990	30.50	102.60	2.74	3.65	6.07	10.78	0.48	2.00	—	2.24
	1991	30.74	108.79	2.78	3.83	6.12	11.55	0.49	2.21	—	2.49
	1992	31.01	110.96	2.81	3.89	6.18	11.78	0.49	2.27	—	2.58

註) 1/ --- 事業が無い場合

2/ --- 事業が有る場合

3/ --- 第一段階残受益面積を含む

c) 増加生産便益

増加純生産額は表6-5に示される。

表6-5 増加生産便益

(単位：百万ペソ)

年次	事業がない場合			事業がある場合			生産便益
	粗生産額	生産費	純生産額	粗生産額	生産費	純生産額	
1. 第一段階地区							
1983	41.67	8.86	32.81	44.38	8.08	36.30	3.49
1984	42.12	8.95	33.17	49.97	9.28	40.69	7.52
1985	42.57	9.05	33.52	70.15	12.19	57.96	24.44
1986	43.07	9.15	33.88	88.30	13.80	66.50	32.62
1987	43.48	9.24	34.24	88.93	15.17	73.76	39.52
1988	43.93	9.35	34.58	94.31	16.16	78.15	43.57
1989	44.38	9.44	34.94	95.93	16.17	79.76	44.85
2. 第二段階地区 ^{1/}							
1983	147.07	31.34	115.73	147.07	31.63	115.44	-0.29
1984	148.57	31.38	117.19	152.40	32.05	120.35	3.16
1985	150.25	31.43	118.82	162.67	32.87	129.80	10.98
1986	151.74	31.46	120.28	171.32	33.64	137.68	17.40
1987	153.27	31.51	121.76	180.83	34.28	146.55	24.79
1988	154.92	31.55	123.37	334.98	62.32	272.66	149.29
1989	156.48	31.59	124.89	373.00	66.32	306.68	181.79
1990	158.00	31.64	126.36	409.98	70.33	339.65	213.29
1991	159.65	31.68	127.97	437.41	74.12	363.29	235.32
1992	161.18	31.73	129.45	448.29	74.31	373.98	244.53

註) ^{1/} 第一段階残受益面積を含む。

3. 発電便益

年発電便益は、通常、標準容量-エネルギー法を使って評価される。利用可能容量

(Dependable capacity) および平均年エネルギー発生量は、身替わり火力発電所のコストにもとづいて評価される。

計画施設容量 (Installed capacity) は総計 42,800 kw、平均年エネルギーは 199.2 GWh である。利用可能量は 30,510 kw である。単位容量価値を評価するための身替わり火力発電所は、石油の積おろし施設の入手可能なサンフェルナンド (San Fernand) 港周辺は立地を想定した。この身替わり発電所の建設費は kw 当たり 4,630 ペソと評価される。

容量コスト (kw 当たり価値) は、身替わり発電所の年固定費に等しいものとされた。固定費の項目は、利子、償却費、維持管理費の人件費および修理費、本店管理費負担分および税金である。単位容量価値 (Unit Capacity Value) は kw 当たり 700 ペソと評価された。

エネルギーコスト (kwh 当たり価値) は、身替わり発電所の年燃料費および維持管理費に等しいものとされた。エネルギー価値は、kwh 当たり 0.429 ペソと評価された。この価値は、バターン (Batan) 火力発電所の重質油使用燃料費に関する NPC のデータにもとづいて計算された。

ボンガおよびヌエバ エラ発電所の発生電力量は、NPC の 115KV の送電線網のあるイロコス ノルテ (Ilocos Norte)、アブラ (Abra) およびイロコス スール (Ilocos Sur) 州の受益地に供給されるものとみなされる。

199.2 GWh の年電力量は 1988 年から発生するだろう。受益地における需要量は、数年間は全供給量に見合わないだろう。そのため、過剰な電力量は、ナルバカン (Narvacan) サブステーションから 230KV の電線を通してラ・ユニオン (La Union) 地域へ送電されるだろう。このアンバランスは 1996 年には解消されるものとみなされる。便益としての電力量は送電ロス 5% とみて 189.2 GWh である。

単位容量価値およびエネルギー価値を使って、1996 年の年便益は次のように評価される。

KW 価値	28,945,000 ペソ
KWh 価値	81,183,000 #
計	110,128,000 #

4. 事業費の経済評価

事業の妥当性評価に使用される直接コストは、技術設計、所有権、工事、機械および施設、管理費、コンサルティングサービスおよび予備費等の費用からなり、工事期間中の利息は含まれない。

物価上昇を含まない財政的事業費は、建設機械の購入ベースで2,760.7百万ペソ(373.0百万ドル)償却費ベースで2,564.6百万ペソ(346.6百万ドル)である。この財政的事業費は、建設機械の国際価格以外は国内市場価格を使って評価されている。そこで、この財政的事業費は、経済的価格つまりシャドープライスを使って評価されねばならない。利息と税金は、移転費用であるので、経済的費用に含まれない。このスタディーでは、建設機械の償却ベースの事業費が取扱われており、購入ベースの事業費は感度分析で取扱うことにした。未熟練労働費と石油代は、機会費用つまり、シャドープライスで再評価された。計画地区内の耕地取得費は、当該耕地から得られるはずの便益の減少が既に便益計算で見込まれているので、事業費から除外された。

事業費の再評価は変換係数を使って行なわれた。世銀は、1978年12月、社会費用便益分析を実施し、シャドープライスと国家パラメーターを評価した。これらのデータによると、標準変換係数0.820である。資本財、消費、運輸および建設の変換係数は、夫々0.865、0.840、0.777および0.827である。

物価上昇を見込まない財政的事業費2,564.6百万ペソは、次表のように経済的事業費2,120.9百万ペソと再評価された。

経済的事業費の評価

(単位：百万ペソ)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	計
財政的事業費	2.12	13.33	49.28	172.29	285.61	379.36	546.68	588.21	526.87	0.86	2,564.61
経済的事業費	1.79	11.67	38.40	141.38	234.31	317.80	446.57	485.36	435.74	7.84	2,120.86

B. 内部収益率

内部収益率は、直線補間法によって評価された。増加便益は、各年の便益からプロジェクトコストを差引いて得られる。プロジェクトコストは、初期投資と、かんがいおよび

び発電の維持管理費からなる。便益は増加生産便益と発電である。増加便益の総現在価値は、割引率13%でマイナス、14%でプラスである。内部収益率は、次のように最も近いパーセントにラウンドして、14%が得られた。

$$\text{内部収益率} = 0.13 + \frac{69.28}{69.28 + 16.09} \times 0.01 = 0.1381 \approx 0.14$$

この総合計画は経済的見地から妥当とみなされる。

かんがいと発電の単独事業計画の内部収益率はそれぞれ15%および12%である。内部収益率の低い発電計画は経済的に妥当な線に到達しているとみなされる。

第一段階と第二段階の内部収益率は、経済的事業費にもとづいて計算されてきたが、その要約は次の通りである。

プロジェクト別内部収益率

	Overall	Phase I	Phase II
かんがい	15%	13%	15%
発電	12	—	12
全体	14	13	14

C. 社会経済的間接効果

上述した直接便益のほかに、事業は間接便益を生み出し、事業地区周辺の農家経済や州または国の経済に社会経済的効果を与える。

農家経済の見地からみると、次のような効果がみられる。

- i) 農家は、事業完成後、商品作物市場に対し適期に経営計画を立てることが出来る。このことは、農業協同組合活動の促進と相まって市場価格のコントロールに寄与するだろう。
- ii) 農家所得の増加は、農家の生活水準を向上させる。この向上は、農家経済の貯蓄の増加、州の税収入の増加、教育水準の増加に寄与する。貯蓄の一部は資本形成に振り向けられる。

国家または州経済の見地からは、次の項目があげられる。

Ⅲ) 主食自給への寄与

イロコス ノルテ州の現在の米の需給バランスは、なお不安定である。事業完成後イロコス ノルテ州は、過剰米を生産し、ラ・ユニオンやベンゲットのよう米供給の不足になやむ州の問題解決に寄与するだろう。

政府は、米の自給が1978年から1982年の5ヶ年間に達成される見通しをもっている。事実、フィリピンは1977年以来、米輸出国となってきた。プロジェクト完成後の増産米は、フィリピンの国際貿易に寄与するだろう。

Ⅳ) 雇傭増大

作物作付けの集約度の上昇は、家族労働と雇傭労働の就業機会を増大するだろう。労働分析によれば、必要農業労働量は、事業が無い場合の2百万人口から、事業がある場合の3.4百万人口に増加し、雇傭労働量は全労働量の25%から45%に増加するものと見込まれる。

Ⅴ) 所得不均衡の是正

農場規模1.1haの農家財政分析によれば借地農の年間1人当たり農業所得は、現在の770ペソから、事業がある場合2,820ペソと増加する。

この事業による作物作付け面積の増加は、農場規模によって相異なる。1戸当たりタバコやニンニクの作付け面積は、農繁期中の労働集中のために制約される。小規模な農家は、大きな農家に比較して相対的に大きな作付率を実現できるだろう。

Ⅵ) エネルギー問題の軽減

国のエネルギー需要の約90%は、輸入原油に依存している。身替わり火力発電所のかわりに水力発電所の建設は、国の石油輸入量を減少させるだろう。年発生電力量199.2GWhに相当する石油の消費量はおよそ35,000バレルである。年外貨節約額は、原油1バレル当たり輸入額27ドルとみて945,000ドル(700万ペソ)と見込まれる。

Ⅶ) 交通網の改良

この事業によって建設される水路の維持管理道路は、農業生産資材や生産物の運搬をスピードアップする。

Ⅷ) 工事期間中の所得増加

多くの農家が工事期間中に雇用されるだろう。1986年のピーク時には未熟練労働

働者の総賃金は、約16.3百万ペソと見込まれる。これは、事業が無い場合の総純生産額の約19%に相当する。

IX) 内水面漁業

フィリピンにおける養魚池からの魚の年生産量は、総生産量の約8%をしめるが、その単価は他の生産タイプによる魚の単価よりも高い。イロコス ノルテ州における内水面漁業は年生産量において総生産量の約45%をしめ、州の漁業生産では重要な位置をしめている。州の漁業発展5ヶ年計画によっても、養魚池の振興計画は予算的に最大の比重をしめている。

本事業より築造されるヌェバ エラおよびパルシグアンの両貯水池は、内水面養殖に関する専門的調査をまたねば最適な魚種、魚法、収益性等が不明であるが、養魚池利用として有用な水資源を提供できるであろう。

ヌェバ エラ部落からボンガ河上流約2.5 kmに築造されるヌェバ エラ貯水池は、パルシグアン貯水池から水の放流をうける場合、魚の養殖にとって安定的な環境と便益を提供できよう。そうでない場合、貯水池の水の操作のため、年間を通して安定した水量が得られず、大きな便益は期待できないだろう。

添 付 資 料

A. 最適規模の検討

1. 比較検討案の基本

第一段階フィージビリティ・スタディ (F/S) は、1978年(昭和53年)8月の現地調査によるF/Sの前に行なわれた最適規模の比較検討案の結論を基に行なわれた。事業の全体計画(耕地可能地、発電能力等諸施設の諸元)は第二段階F/Sで新たに修正改良された。しかし、これらの修正、改良は第一段階F/Sと同時に行なわれた上記比較検討の推称案を基に行なわれており、第一段階F/Sと同時に行なわれた比較検討はそのまま生きているものと考え、以下の比較検討を行なう。

土地利用計画における耕作可能面積に対し、通年かんがいを導入した場合、水資源の利用とそれに伴って発生する便益、費用およびその経済的妥当性を主眼として各比較案の予備的な検討を加えた上で、本プロジェクトの全体開発計画を策定する。

本地区の計画面積は21,400 haで、10,200 haが第一段階(Phase I)で、11,200 haが第二段階(Phase II)地区である。

通年かんがいを適用した場合、計画面積21,400 haに対する、かんがい用水量は1960~1970年の平均値で年間497.3百万 m^3 でha当り23,200 m^3 に相当する。

表A-1 年間かんがい用水量

(単位:百万 m^3)

年	第一段階地区 (10,200 ha)	第二段階地区 (11,200 ha)	計 (21,400 ha)	ha当り用水量 (m^3)
1960	243.3	272.5	565.8	26.4
1961	235.9	211.1	447.0	20.9
1962	248.7	226.4	475.1	22.2
1963	265.6	246.1	511.7	23.9
1964	236.0	221.5	457.5	21.4
1965	223.1	202.3	425.4	19.9
1966	279.6	262.3	541.9	25.3

年	第一段階地区 (10,200 ha)	第二段階地区 (11,200 ha)	計 (21,400ha)	ha当り用水量 (m^3)
1967	252.2	224.9	477.1	22.3
1968	282.9	266.2	549.1	25.7
1969	297.3	274.1	571.4	26.7
1970	238.2	210.2	448.4	21.0
平均	259.3	238.0	497.3	23.2

計画面積に対する農業用水需要量をまかなうためには、事業地区に存する水資源の有効かつ合理的な利用が不可欠である。

地形および地質条件から見て、頭首工ないしダム建設によりイロコス ノルテ州の7水系、アブラ州のバルシグアン水系が水資源開発の対象となる。

各水系の施設計画地点における水源量は、比較的長期間観測記録が得られるソルソナおよびティネグ川の流出量を基に推定すれば、表A-2の様に示される。

表A-2 各水系の水源量

(単位：百万 m^3)

年	ラブガオン(C.A.) (100.5km ²)	ソルソナ (79km ²)	マドンガン (153.8km ²)	パバ (51.4km ²)	ヌエバエラ (57.0km ²)	マドンガン (68.4km ²)	ティバン グラン (72.7km ²)	バルシグ アン (153.0km ²)
1960	188.4	148.1	201.8	96.3	106.8	8.3	136.3	347.3
1961	284.9	224.0	300.9	145.7	161.6	13.3	206.1	403.7
1962	293.0	230.3	394.5	149.8	166.2	16.2	211.9	407.4
1963	237.7	186.8	323.7	121.6	134.8	6.2	171.9	325.3
1964	399.7	314.2	446.5	204.4	226.7	14.9	289.1	438.0
1965	259.3	203.8	285.7	132.6	147.1	4.0	187.6	286.3
1966	246.5	193.8	271.7	126.1	139.8	9.4	178.4	246.3
1967	346.4	272.3	440.0	177.2	196.5	5.6	250.6	383.9
1968	241.3	289.7	251.2	123.4	136.9	7.5	174.6	347.0
1969	179.0	140.7	241.0	91.5	101.5	4.9	129.5	376.7
1970	170.8	134.3	156.8	86.4	96.8	1.9	123.6	378.9
平均	258.8	212.5	301.3	132.4	146.8	3.8	187.2	358.3

2. 比較検討案

水資源開発の観点より次に示す4比較案が検討対象として示される。(図A-1参照)

ケースⅠ 頭首工案

イロコス ノルテ州内の7河川(ラブガオン、ソルソナ、マドンガン、ババ、ヌェバエラ、マドバヤス、およびティバングラン)に頭首工のみを設置、河川水の自然取水を行うものである。

かんがい用水としての利用可能量は各年の河川流量に支配され変動し、従ってかんがい可能面積も年々変化するが、他の案に比し事業費の面で安価となる。

ケースⅡ ダム単独案

流域変更によりかんがい用水を導水し、事業地区全域の開発を意図するもので、バルシグアダム、導水トンネルおよび事業地区内7頭首工の併設によりかんがいを行う計画である。

流域変更の際、貯水池水位とトンネル出口の放流水位との落差を利用して水力発電が行なわれる。

ケースⅢ ダム複合案

ケースⅢ-1 流域変更を伴う場合

マドンガン、バルシグア両ダム設置により、事業全地区の開発を旨とするもので、ケースⅠの各頭首工の自然取水による水不足は、この2貯水池より補給される。

段階開発を考慮すれば、マドンガンダムの建設は、第一段階地区の便益増加をもたらし、かつ、かんがいの副産物として水力発電が行なわれ、またダムは本地区の洪水被害を軽減させる重要な役割を果たす。

ケースⅢ-2 流域変更を伴わない場合

事業地区内の主水源のみの開発を目的とするもので、マドンガン、ヌェバエラ、ティバングランの3ダム設置が考えられる。

この比較案は、域内水源の有効利用のみに限定されるので、水源量は全地区のかんがい用水をまかなうには十分でないと思われる。

3. 比較案の評価

各比較案を評価する第一段階として、関連水資源によるかんがい可能面積の算定は、10年間(1960~1969)の水収支計算を基に推定され、その結果は表A-3に示す通りである。

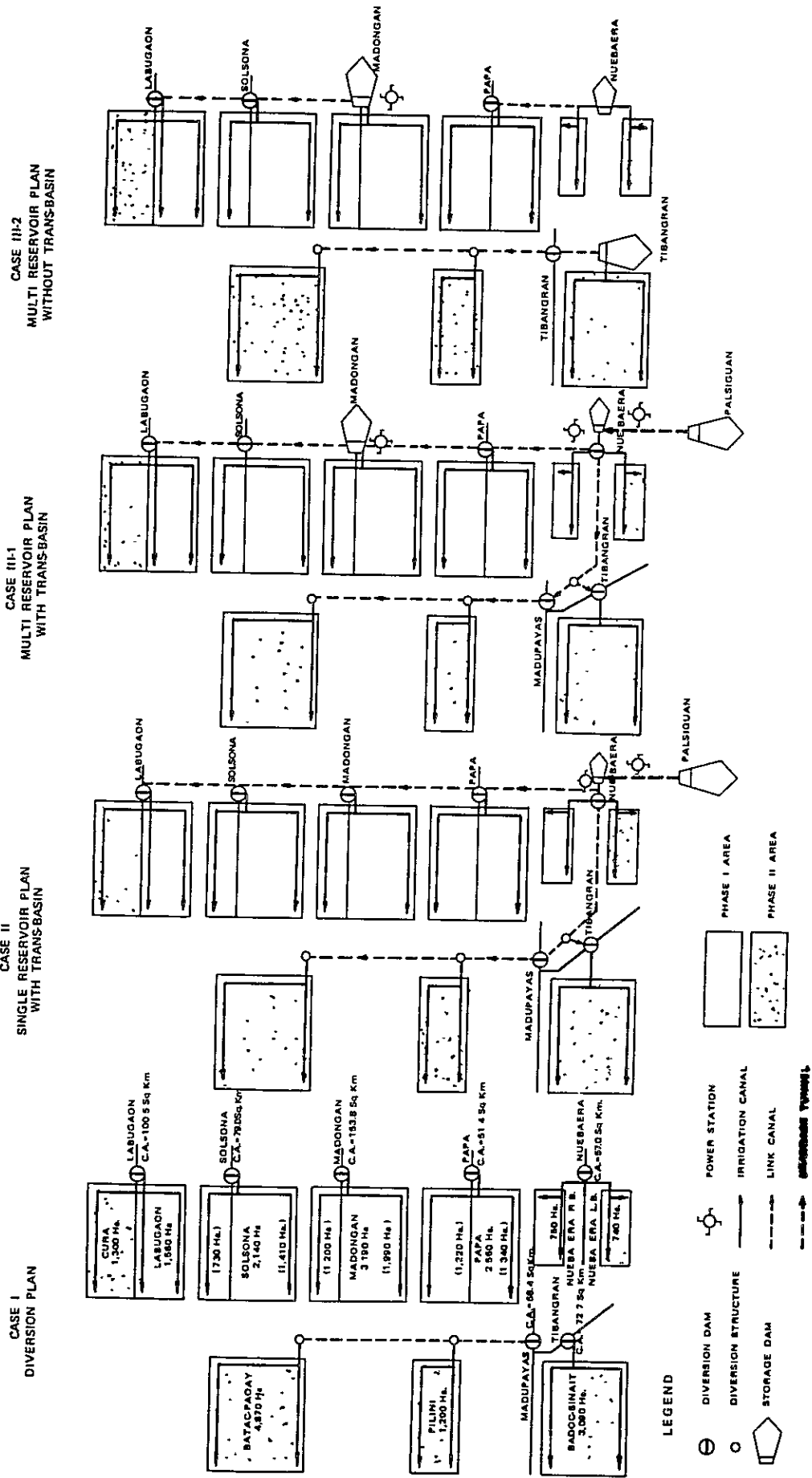
発電を含む発生便益および費用は、比較対象の指標として表A-3に示したha当り事業費および内部収益率(I. R. R)で表現される。

段階開発を行わない場合、ケースIIのha当りの事業費は7,270ドルに達するが、内部収益率は各案の中で最も高い。

段階開発の面からすれば、ケースIIの全体計画に対する内部収益率は12.2%であり、第一段階地区のそれは12.3%でかつha当り事業費も2,850ドルと低い。

以上を勘案し、ケースIIが本地区開発計画として最適と考えられる。

図 A-1 全体計画の比較表



表A-3 比較検討案の要約

項目	段階開発を考慮しない場合				段階開発を考慮した場合			
	ケースI		ケースII		ケースII		ケースIII-1	
	全地区	全地区	全地区	全地区	全地区	全地区	全地区	第一段階地区
1. 計画面積 (ha)	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400	10,200	21,400	10,200
2. かんがい可能面積 (ha)								
1 期作	13,150	21,400	21,400	18,600	21,400	8,080	21,400	8,980
2 期作	4,630	21,400	21,400	11,270	21,400	2,960	21,400	7,740
3. 発電出力 (MW)	-	42	51	11	42	-	51	11
4. 事業費 (百万円)								
かんがい	475	1,151	1,233	1,080	1,151	215	1,233	452
発電	-	280	330	60	280	-	330	60
計	475	1,431	1,563	1,140	1,431	215	1,563	512
(千ドル)	64,190	193,380	211,220	154,050	193,380	29,050	211,220	69,190
5. かんがい事業費 ha当り (ドル)	3,000	7,270	7,790	6,820	7,270	2,850	7,790	5,990
共同費用配分	-	(6,580)	(6,780)	(6,470)	(6,580)	-	(6,780)	(5,260)
6. 年間便益								
かんがい	47	173	176	135	172	32	172	66
発電	-	37	45	11	37	-	45	11
計	47	210	221	146	209	32	217	77
7. 内部収益率	8.7	13.1	12.7	10.5	12.2	12.3	12.1	12.3
8. 工事期間 (年)	7	7	7	7	8	4.5	8	5.5

B. 地下水の利用可能量の検討

1. 目的

一般に地下水の取水量を決定するためには、対象とする地下水盆の水文循環モデルを構築し、これに計画の取水量を入力して、地下水位の変化や水収支の変化を予測する。その結果、これらの変化が地下水位、水量あるいは取水施設等にどのような影響を与えるかを検討し計画の妥当性や最適な取水量を求めることが望ましい計画である。しかし、本地域では、滞水層の性状、地下水位の経年変化および河川と地下水との交流に関するデータに乏しくこのような手法は採り難い。従ってここでは1979年における地下水位の変化とそれから推算される涵養量から、年間取水可能量を概括的に求め、乾期における補助水源としての地下水取水の可能性を検討する。

2. 地下水盆の範囲と帯水層

本地区は、難透水性と考えられる新第3紀以前の各種地層からなる山地に取り囲まれ、クラ、ラブガオン、ソルソナ、マドンガンおよびボンガ川の形成する複合扇状地上にある。この複合扇状地の地域全体が一つの地下水盆であると考えられる。

構成地質は砂礫および砂層を主とする第4紀の扇状地河床、海浜堆積層であり、厚さはソルソナ付近で150m以上に達するが、帯水層の詳細は明らかでない。

本検討では、地形からボンガ川以東の図B-1に示す面積約225km²の扇状地の地域を地下水盆の範囲とする。

対象地域の地表は約70%が水田を主とする耕地であり、その他は河川の河道沿いの荒蕪地である。

河川の河道変化は激しく、洪水時には地域全体が冠水することもある。低水時には伏流することが認められている。

3. 利用データ

a) 地下水位

表B-1および図B-1に示す42地点の既設の浅井戸における1年間(1979年)の日観測記録が利用可能である。図B-2、(1)から(17)にこの記録をグラフに示す。

欠測や観測違いがあり、また、観測期間が短い、観測点の分布や観測の精度は良好である。

b) 降水量

地区内および近傍に数ヶ所の観測記所があるが、観測の精度や観測期間から、ラオアグ観測所で観測された資料を用いる。

c) 蒸発散量

ピガンおよびラオアグ地点での気象資料から、第一段階地区の報告書で推定された1951年から1977年までの下記の月平均日蒸発量を当地区での可能日蒸発散量とする。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
可能蒸発散量 (mm/日)	6.4	6.0	6.6	6.7	6.5	6.5	5.4	5.9	5.7	6.9	6.1	6.7

d) 河川流量

河川流量としてはソルソナ川の記録があるが、地下水位記録のある1979年の記録がなく、また1河川のみでは有効な解析ができないので、今回の解析には用いない。

e) 田面からの地下浸透量

田面からの日平均地下浸透量は計画地区で実測結果から2.0mm/日とする。

f) 帯水層の水理定数

ソルソナの3地点における深井戸の揚水試験記録(表B-2)によれば、透水量係数は50~80m²/日と小さく、深部での透水性は小さいと推定される。他地域および浅部での透水性および産水率を示すデータはない。

g) 地質柱状図

上記3地点での地質記録がある。(うち1地点は図B-3参照) この図によると、ソルソナ付近では150m以深まで砂礫層が分布している。地域での層序は不明であり、帯水層の区分は明らかでない。

4. 地下水の流動および涵養

図 B-1 に、1979 年の低水位期および高水位期における地下水のポテンシャル線図を、表 B-3 に地区内の観測井の変動の諸元を、また、図 B-2、(1)から(17)に地下水ハイドログラフを示す。図 B-4 では、グラフの形状の似たものをまとめて示してある。

図 B-1 からわかるように、本地区の地下水は、低水期、高水期にかかわらず、各扇状地をボンガ川に向かってほぼ地形なりに流下している。おおよその地下水面の勾配は上流で $1/85$ 、下流で $1/300$ であり、下流部でゆるくなるが、これは下流部での通水能力(透水性×断面積)が上流に比べて大きいか、または扇端湧水により下流部での流動量がより小さいかのどちらかであると推定される。

低水位期の 4 月における地下水面の深度は、扇状地の中下流部で地表下 $2\sim 3\text{ m}$ 、上流部では 10 m 前後にあり、全般的に下流で浅く上流で深い。ほぼ 5 月の雨期の開始とともに急激に上昇し、6 月から 9～10 月の間は、扇頂付近の一部を除き、上下流部とも田面付近となる。

年間の地下水位の変動巾は、中下流部では $1\sim 3\text{ m}$ 程度であるが、上流部では $6\sim 12\text{ m}$ に達する。この変動巾のうち、雨期の初めの上昇割合が $80\sim 90\%$ に達する井戸が多い。

このように、雨期の初めにおける急激な水位の上昇と広い地域で、雨期の降雨期、非降雨期にかかわらず、地下水位が田面付近にあることは、地域全域に広がる水田からの浸透水が、本地域の地下水の大きな涵養源であることを示している。一方、各扇状地の乾期における伏流が認められ、河川からの涵養があることも事実である。

雨期初の水位上昇開始の時期を詳細に見ると、大部分の地域では降雨が始まる 5 月中旬であるが、ババ、ソルソナおよびラブガオン川の扇状地の上流地域では、4 月下旬、また、ヌエバ エラ川の扇状地の上流地域では 6 月初めである。また、ババおよびヌエバ エラ川の流域では、年の始めと終りにおける水位に明らかに差があり、年間の収支が平衡していない。このような地域差は、本地域と後背山地での降雨期の相違や地域による水稻栽培の状況の違いによるものと考えられる。

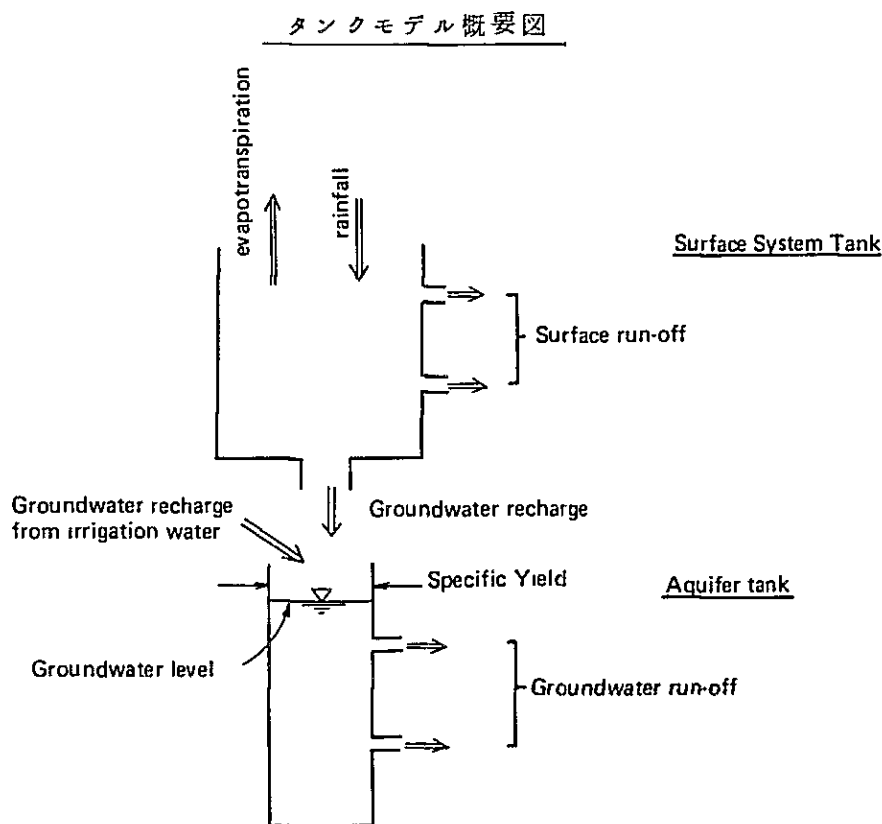
5. 直列貯留モデル(タンク・モデル)による地下水涵養量の算出

a) 手 法

地下水のハイドログラフ（地下水頭の時系列観測値）は、一般に、指数関数型の減衰曲線を示す場合が多い。そこで、不在の地下水ハイドログラフが降水のパターンに対して明らかな応答を示す場合には、河川の流出解析に用いられる管源の直列貯留モデル（いわゆるタンク・モデル）を応用し、降水量を入力値とし、地下水位を検証値として、地下水の涵養流出機構が類推できる。この時、タンク・モデルには次のような前提を設ける。

- I) 最下段のタンクを帯水層とみなす。
- II) 帯水層タンクは帯水層の産水率（Specific yield、有効空隙率と同義）に相当した巾をもつ。
- III) 帯水層タンクより上方のタンクは全て地表系の流出を受けもつものとする。
- IV) シミュレーション結果の検証は、帯水層タンク内の水位により行う。
- V) 蒸発散ロスは、最上段タンクから差引く。
- VI) 水田のかんがい水の縦浸透がある場合には、この量を2段目のタンクへ注入する。

以下に、模式的なタンク・モデルを示す。



地表系タンクの浸透孔の大きさと帯水層タンクの中は、お互いに独立でなく、どちらか一方が確定されていなければならない。しかし、通常の不在の帯水層の産水率は、数パーセントからせいぜい10数パーセントと比較的狭い範囲に分布していること、および地表系の流出解析の事例の多くは、浸透孔の大きさが0.3を越えないことを考慮してシミュレーションを行う。浅い地下水を取扱う場合には、大体2個のタンクで十分である。

不在の地下水の場合でも、その井戸のハイドログラフは、観測井戸の直近のみでなく、相当広い地域の地下水の挙動を反映しているとみることができる。従って、産水率が妥当な値であれば、タンク・モデルによるシミュレーションから計算された地下水涵養量から、周辺地域での全体の地下水涵養量の概略値を推定することが可能である。また、構築されたタンク・モデルに、降水量やかんがいによる地下浸透量を入力して、地下水位の変化や涵養量の変化の概略を予測することが可能である。

b) 地下水涵養量

12地点の地下水ハイドログラフを用いてタンク・モデルによる地下水位を再現するシミュレーションを行い、水収支の諸成分を計算した。この結果の一部を図B-4、(1)から(3)に、また表B-4に示す。また、各タンク・モデルの諸元を図B-5に示す。シミュレーションの過程で、降水量からだけでは地下水位が再現できない場合は、かんがい水による涵養等を想定し、適宜ある期間に一定の涵養量を付加した。付加した水量は、5月-6月の水位上昇期には1.2~3.0 mm/day、また、6月~12月には、0.8~3.5 mm/dayである。

前者の大きな値は、前述したようにラオアグの降雨パターンに見られる雨期の開始と地下水位の上昇の開始の時期が大きくずれていることによる。後者の値は、ほぼかんがい水による涵養量とみなせるが、実測の水田での地下浸透量が1~7 mm/dayのパラッキがあるものの平均2.0 mm/dayであるのと比べて、やや大きめであり、仮定した産水率がやや大きいからと推定される。また、表B-4で蒸発散量が常識的な値より小さめに出ているが、これは、地下水位が表面に達することがあり、地表付近の水収支の状況をモデルで十分に表現できないためである。しかし、地下水涵養量は主として地下水ハイドログラフと産水率により決定されるから、このことは、地下水涵養量の産出には

大きな影響を与えない。

ティーセン法により、図B-1のように解析した各ハイドログラフの支配域を決め、地下水盆全体での水収支の成分の水量を求めると表B-5のようになる。全域で、地下水涵養量は、年間に約1億4,500万 m^3 である。また、涵養量の約90%が5月から10月の間に集中している。涵養量のうち、約50%が降雨から他の50%が他の水源からと計算されたが、タンク・モデルでは側方からの涵養量を表現できないこと、および雨期の地表からの涵養は、水の張られた水田を介して行われるので、降水、かんがい水および河川からの涵養量等の水源の区別は明瞭でない。また、仮定した比産水率は、全域で平均0.066であるが、これが1/2になれば、涵養量もほぼ1/2になると考えてよい。

6. 地下水の取水可能量

地下水を永続的な資源として利用するとき、その取水可能量は、安全揚水量といわれ、下記の2点を満足させる量である。

即ち、

- I) 揚水量が水収支上および取水技術上、永続的に取水できる量であること。
- II) 取水による地下水盆の変化が他に与える影響が許容される範囲にあること。

a) 永続的な取水可能量

一般に、取水量が対象地下水盆の涵養量より小さければ、地下水は涸渇しないはずであるが、一方、多量の揚水は、地下水位の大幅な低下をもたらし、取水技術上あるいは経済的に、取水不能となるので、通常、涵養量の20~30%程度を取水量とするのが妥当である。この場合、本地域では29.0~43.5百万 m^3 /yearとなる。一方、計画の補助水源としての取水は主として、乾期の11~2月に水田のかんがい水として利用され、この時期の計画の水田面積は、現況に比べて平均約2,360ha増えるので、水田から地下への浸透量を2mm/dayとして、 $2\text{ mm/day} \times 2,360\text{ ha} \times 120\text{ 日} = 5.7$ 百万 m^3 程度の涵養が期待できる。従って、およそ35~49百万 m^3 /yearが本地域の永続的な取水可能量と考えられる。

b) 取水による地下水盆の変化とその影響

本地域の地下水盆では、雨期に広い地域の地下水位を地表付近に急速に上昇させ、保つことのできる強い涵養能力があるので、取水量が過度でない限り現況と同程度の地下水位を保ちながら取水できると考えられる。しかし、乾期には、涵養量はほとんどなくなる。従って11月～2月に取水した場合、取水量がそのまま水位低下となって現われる。前述の量を取水した場合、比産水率を0.066とする乾期の地下水位は、平均2～3mの低下となる。表B-1から推測できるように、本地域の飲雑用水に使われている浅井戸の深度は、現在の最低水位より1～2m程度深いだけであり、1～2mの水位低下でも乾期には、取水不能の期間が生ずると推測される。従って、上記のような取水をした場合、既存の井戸をより深くする等の対策が必要となる。この場合、浅井戸による取水は、水田からの浸透水を汲み上げているような状態であるので、水質面での対策も考慮しなければならない。

7. 結 論

- (1) 本地域の地下水の取水可能量は35～49百万 m^3 /年である。これは、乾期における第一段階地区全体の必要取水量よりも少ない。
- (2) この量を乾期に取水した場合、平均2～3mの水位低下が生じ、現浅井戸の取水が不能な期間が生じ、この対策が必要となる。
- (3) 地下水の取水施設は、多少の水位変動があっても、取水量の維持の可能な深井戸が望ましいが、ソルソナ地点の揚水試験結果からすると、深部での透水性は低く、好ましくない。より透水性の大きいと考えられる浅部を取水対象とする場合、浅井戸にしる準水渠や準水池にしる、水位変動による取水可能量の変化が大きく、また、取水が水位の高い雨期ではなく、より水位の低い乾期に行なわれるため、施設規模が大きくなり、不経済となる。
- (4) 以上のことより、本地区の乾期におけるかんがい用水の組織的な地下水取水は好ましくなく、他に水源を求めるべきであろう。

表 B-1 地下水水位觀測井戶

Well No.	Location	Elevation at Ground Surface (G.S.) (m.a.s.l.)	Measuring Point (M.P.) - G.S. (m.a.g.s.)	Well Depth (m.b.g.s.)	Groundwater Level in 1979			Observation Period
					Max. (m.b.m.p.)	Min. (m.b.m.p.)	Max. - Min. (m)	
PG-1	Lanas Sur	50	0.55	4.68	3.72	0.60	3.12	Jan.13-Dec.31,79
2	San Marcelino, Dingras	98	0.70	10.83	10.72	4.95	5.77	-do-
3	Bangay, Dingras	31	0.50	-	2.98	0.13	2.85	Jan.12-Dec.31
4	Fox, Dingras	22	1.05	4.32	3.69	1.57	2.12	Jan. 9-Dec.31
5	Mandalugue, Dingras	18	0.85	4.08	3.70	0.10	3.60	Jan.15-Dec.31
6	San Estaban, Dingras	23	0.90	2.43	2.44	0.59	1.85	-do-
7	Bagut, Dingras	20	0.60	4.07	2.82	0.80	2.02	-do-
8	Naglayaan, Dingras	41	0.93	5.24	4.67	0.82	3.85	Jan.12-Dec.31
9	Barong, Dingras	41	0.86	2.82	2.39	0.38	2.01	Jan.13-Jan.31, Feb.17-Dec.31
10	Bagbago Sur, Solsona	40	0.85	3.06	2.54	1.20	1.34	Jan.12-Dec.31
11	Bagbago Norte, Solsona	33	0.77	-	2.21	0.94	1.27	-do-
12	Darasdas, Solsona	45	0.52	1.73	1.18	0.31	0.87	-do-
13	Santiago, Solsona	32	1.04	2.54	1.70	0.20	1.50	Jan.10-Dec.31
14	Baltao, Solsona	42	0.70	2.78	1.69	1.10	0.79	Jan.10-May 21, Jun.20-Dec.31
15	Talugtug, Solsona	65	0.95	2.92	3.36	1.57	1.79	Jan.12-Dec.31
16	Mananteng, Solsona	97	0.92	6.74	6.43	0.53	5.90	-do-
17	Pakias, Solsona	65	0.70	-	6.16	0.29	5.87	Jan.11-Dec.31
18	Nagpatpaton, Solsona	50	0.78	3.79	2.58	0.28	2.30	-do-
19	Sta. Ana, Solsona	58	0.94	-	4.70	0.19	4.51	Jan.12-Apr.30, May 1-Dec.31
20	Catanglaran, Solsona	76	0.78	8.26	7.81	0.45	7.36	Jan.12-Dec.31, Sep. 1-Dec.31
21	Bagbag, Solsona	25	0.60	2.62	2.62	1.07	1.55	Jan.15-Mar.31, Jul.17-Dec.31
22	Callusa, Piddig	25	0.76	5.82	3.40	2.07	1.33	Jan.15-Dec.31
23	Boyboy, Piddig	28	0.75	7.23	6.11	3.29	2.82	Jan.11-Mar.31, Mar.12-Dec.31
24	Tonoton, Piddig	20	0.68	4.64	4.40	0.34	4.06	Jan.15-Mar.31, May 1-Dec.31
25	Pob., Nueva Era	121	0.66	13.42	13.25	3.96	9.29	Jan. 1-Dec.31
26	Acnam, Nueva Era	96	0.63	10.20	9.64	2.97	6.67	-do-
27	Barikir, Nueva Era	101	0.82	14.79	8.63	0.74	7.85	Jan.12-May 31, Jun.16-Dec.31
28	Catagtuguen, Espiritu	65	0.77	12.48	13.99	0.58	13.41	Jan.13-May 31, May 11-May 31, Jun.18-Dec.31
29	Cadaanan, Banna	83	0.66	-	10.77	0.27	10.50	Jan.12-May 31, Jun.11-Dec.31
30	Castebanan, Espiritu	88	0.82	-	5.21	1.36	3.85	Jan.11-Mar.31, Jun.10-Dec.31
31	Sta. Maria, Espiritu	100	0.80	-	5.10	0.47	4.63	Jan.11-May 31, Jun.18-Dec.31
32	San Jose, Espiritu	74	0.95	-	5.64	0.11	5.53	Jan.12-May 31, Feb.16-May 31, Jun.14-Dec.31
33	San Magro, Marcos	92	0.74	-	5.50	0.02	5.48	Jan.11-May 31, Jun.10-Dec.31
34	Crispina, Espiritu	55	0.84	-	2.96	1.37	1.59	Jan.12-Dec.31
35	Corinquinib, Espiritu	48	0.43	-	7.59	0.01	7.58	Jan.11-Apr.30, Jun.11-Dec.31
36	Nagpatayan, Espiritu	78	0.92	-	6.78	1.21	5.57	Jan.11-Dec.31
37	Macayepyep, Espiritu	98	0.71	-	17.65	0.47	17.16	Jan.13-Apr.30, Jun. 9-Dec.31
38	Ragas, Espiritu	57	0.83	-	2.37	0.20	2.17	Jan.11-May 31, Jun.10-Dec.31
39	Daguloag, Marcos	57	0.67	-	4.80	2.72	2.08	Jan.11-Dec.31
40	Balbalay Culao, Marcos	48	0.92	-	3.37	1.02	2.35	Feb.15-Apr.30, May 19-Dec.31
41	Capitan, Marcos	47	0.63	-	1.65	0.06	1.59	Jan.13-Mar.31, Jun.16-Dec.31
42	Darasdas, Marcos	38	0.66	-	4.06	2.26	1.80	Jan.13-May 31, Jul. 1-Sep.30, Nov. 1-Dec.31

Note. m.a.s.l.: meter above sea level, m.a.g.s.: meter above ground surface, m.b.g.s.: meter below ground surface, m.b.m.p.: meter below the measuring point.

表 B - 2 揚水試験結果 (ソルソナ)

<u>Well No.</u>	<u>Location</u>	<u>Depth</u> (m)	<u>Diameter</u>	<u>Strainer</u> (m)	<u>Discharge</u> (cu.m/day)	<u>Drawdown</u> (m)	<u>Specific Capacity</u> (cu.m/day/m)	<u>Transmissivity</u> ^{1/} (sq.m/day)
INS-1	Juan, Solsona	125.5	10", 8"	24-43, 64-68 96-114	-	-	-	-
INS-2	Juan, Solsona	120.0	8"	24-43, 96-114	849 (Aug. 10, '79)	33	26	80
INS-3	Talugtog, Solsona	110.5	6"	22-38, 57-62 79-85	512 (Aug. 9, '79)	21	17	70

^{1/} Calculated by the recovery method.

表 B-3 地下水水位の変動量

Well No.	Location	Ground Level in a Fan (m)	Location	Annual Fluctuation (m)	Min. Monthly Average Depth (m.b.g.s)	Max. Monthly Average Depth (m.b.g.s)	Fluctuation in Higher Level (m)	Increase of Water Level in Early Wet Season (m)	Assumed Specific Yield
PG-25	Nueva Era	121	U	9.29	4.29 (AUG)	12.33 (APR)	1.0 - 2.5	5.5	0.04
27	-do-	101	U	7.85	0.24 (AUG)	7.64 (MAY)	1.0 - 2.5	6.7	0.04
28	Espiritu	65	M	13.41	0.46 (AUG)	12.31 (MAY)	1.0 - 1.3	12.3	0.05
29	Banna	83	M	10.50	0.36 (AUG)	9.86 (MAY)	1.0 - 1.3	8.5	0.05
34	Espiritu	55	L	1.59	1.40 (AUG)	2.02 (APR)	1.2	0.5	0.05
31	-do-	100	U	4.63	-0.06 (JUL)	3.96 (APR)	0.1 - 0.3	4.2	0.08
33	Marcos	92	U	5.48	-0.65 (SEP)	4.12 (MAR)	0.1 - 0.3	4.8	0.08
38	Espiritu	57	M	2.17	-0.49 (SEP)	1.49 (APR)	0.2	1.5	0.08
40	Marcos	48	M	2.35	0.30 (JUL)	2.29 (APR)	0.2	2.0	0.08
41	-do-	47	L	1.59	-0.49 (SEP)	0.92 (MAY)	0.2	-	0.08
1	-do-	50	M	3.12	0.69 (AUG)	2.95 (MAY)	0.5 - 0.75	2.3	0.06
42	-do-	38	M	1.80	1.97 (JUL)	2.96 (MAY)	0.5 - 0.75	1.2	0.06
3	Dingras	31	L	2.85	-0.09 (AUG)	2.10 (APR)	0.2	2.3	0.08
8	-do-	41	L	3.85	0.05 (JUL)	3.33 (APR)	0.2	3.5	0.08
9	-do-	41	M	2.01	-0.39 (JUL)	1.37 (APR)	0.2	1.8	0.08
2	-do-	98	U	5.77	5.33 (JUL)	9.44 (MAR)	1.75	3.3	0.04
16	Solsona	97	U	5.90	-0.08 (JUN)	5.19 (APR)	0.2 - 0.3	5.4	0.08
17	-do-	65	U	5.87	-0.23 (JUN)	5.23 (APR)	0.2 - 0.3	5.5	0.08
20	-do-	76	U	7.36	-0.06 (JUL)	6.76 (APR)	0.2 - 0.3	6.8	0.08
10	-do-	40	M	1.34	0.44 (NOV)	1.92 (APR)	0.2 - 0.3	1.1	0.08
15	-do-	65	M	1.79	0.80 (JUN)	1.82 (APR)	0.2 - 0.3	1.6	0.08
12	Solsona	45	M	0.87	0.06 (JUL)	0.45 (APR)	0.2	0.4	0.08
14	-do-	42	M	0.79	0.73 (JUL)	1.13 (APR)	0.2	0.4	0.08
11	-do-	33	M	1.27	0.28 (OCT)	1.38 (AUG)	0.3	0.7	0.08
13	-do-	32	M	1.50	-0.60 (AUG)	0.60 (APR)	0.3	1.2	0.08
21	-do-	25	M	1.55	0.97 (AUG)	1.96 (APR)	0.3	1.0	0.08
22	Fiddig	25	L	1.33	1.62 (AUG)	1.54 (APR)	0.3	0.9	0.08
4	Dingras	22	L	2.12	1.21 (AUG)	2.60 (APR)	1.0 - 1.5	2.0	0.05
5	-do-	16	L	3.60	0.29 (AUG)	2.13 (MAY)	1.0 - 1.5	1.8	0.05
6	-do-	23	L	1.85	0.26 (JUL)	1.51 (APR)	0.5 - 0.6	1.1	0.06
7	-do-	20	L	2.02	0.78 (AUG)	2.03 (MAR)	0.5 - 0.6	0.8	0.06

U: UPPER, M: MIDDLE, L: LOWER, m.b.g.s: meter below ground surface.

表 B-4 地下水収支 (1979)

Well No.	Specific Yield	Area (km ²)	Rainfall (mm)	Evapo-transpiration (mm)	Surface Run-off (mm)	Groundwater Recharge		Total (mm)	Groundwater Run-off (mm)	Balance (mm)
						From Rainfall (mm)	Another Origins (mm)			
27	0.04	9.72	1818.8	582.3	1032.5	204.1	403.0	607.1	491.6	+ 115.5
29	0.05	17.50	-do-	593.7	700.7	524.4	863.0	1387.4	1232.5	+ 154.9
34	0.05	14.64	-do-	581.4	826.8	410.6	-	410.6	476.1	- 65.5
33	0.08	15.52	-do-	450.1	1230.0	138.7	956.0	1094.7	908.0	+ 186.7
40	0.08	18.18	-do-	600.4	842.3	376.1	-	376.1	357.7	+ 18.4
2	0.04	18.46	-do-	593.7	700.7	524.4	-	524.4	468.0	+ 56.4
1	0.06	21.03	-do-	571.9	896.8	350.1	396.8	746.9	767.9	- 21.0
10	0.08	28.46	-do-	580.5	1029.3	209.1	285.6	494.7	505.4	- 10.7
4	0.05	15.73	-do-	588.9	761.6	468.3	-	468.3	496.1	- 27.8
16	0.08	21.52	-do-	528.2	1041.0	249.6	1105.0	1354.6	1199.2	+ 155.4
12	0.08	30.76	-do-	543.5	1140.3	135.0	-	135.0	180.0	- 45.0
6	0.06	13.71	-do-	619.3	846.3	353.2	-	353.2	375.7	- 22.5

表 B-5 地下水収支の推定 (1979)

Average Specific Yield	Area (km ²)	Rainfall (MCM)	Evapo-transpiration (MCM)	Surface Run-off (MCM)	Groundwater Recharge		Total (MCM)	Groundwater Run-off (MCM)	Balance (MCM)
					From Rainfall (MCM)	Another Origins (MCM)			
0.066	225.2	409.6	127.8	211.0	70.9	74.1	145.0	137.4	+ 7.6

図 B-1 等ポテンシャル線図とティセンサー多角形

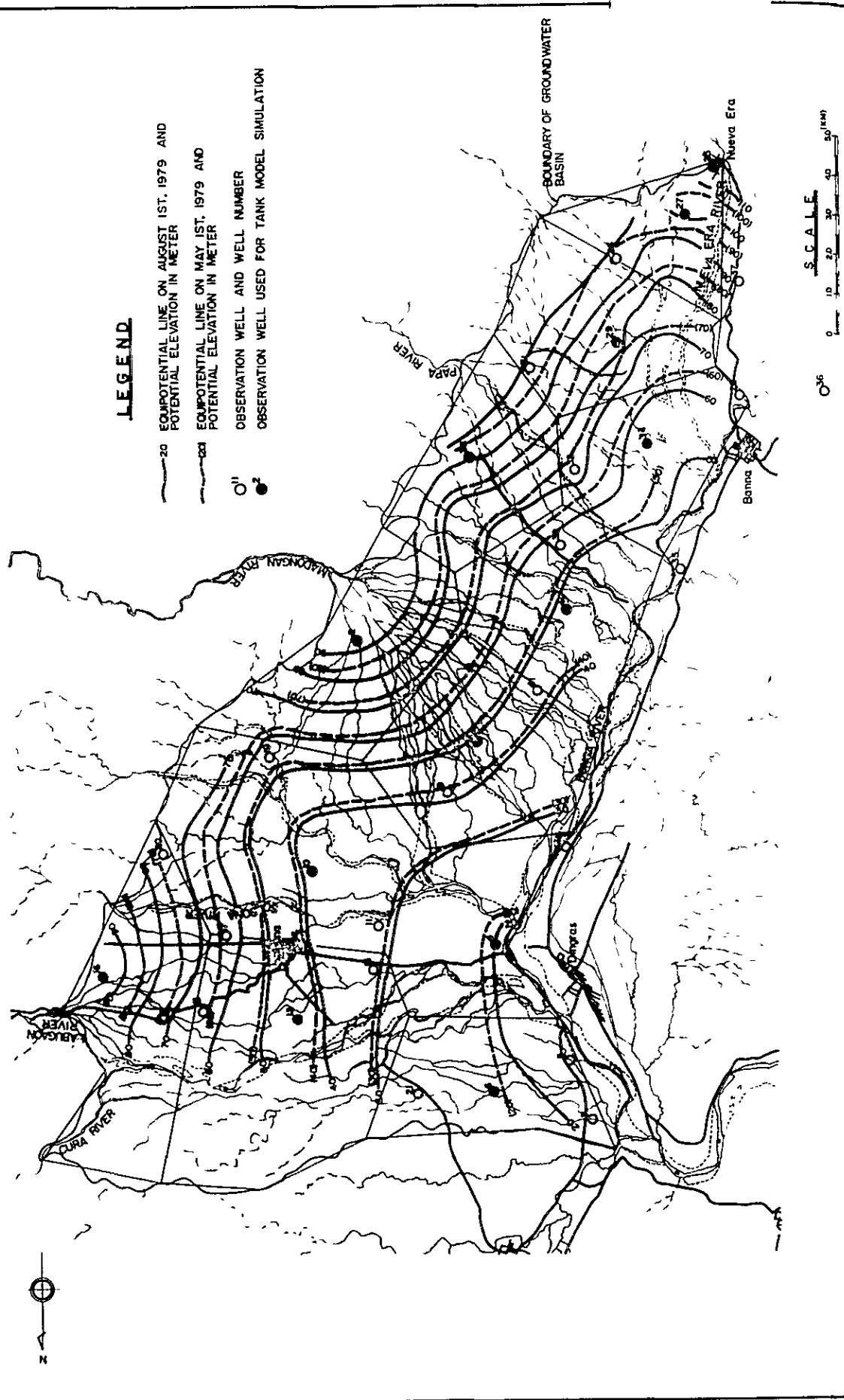


図 B-2 地下水ハイドログラフ (1)

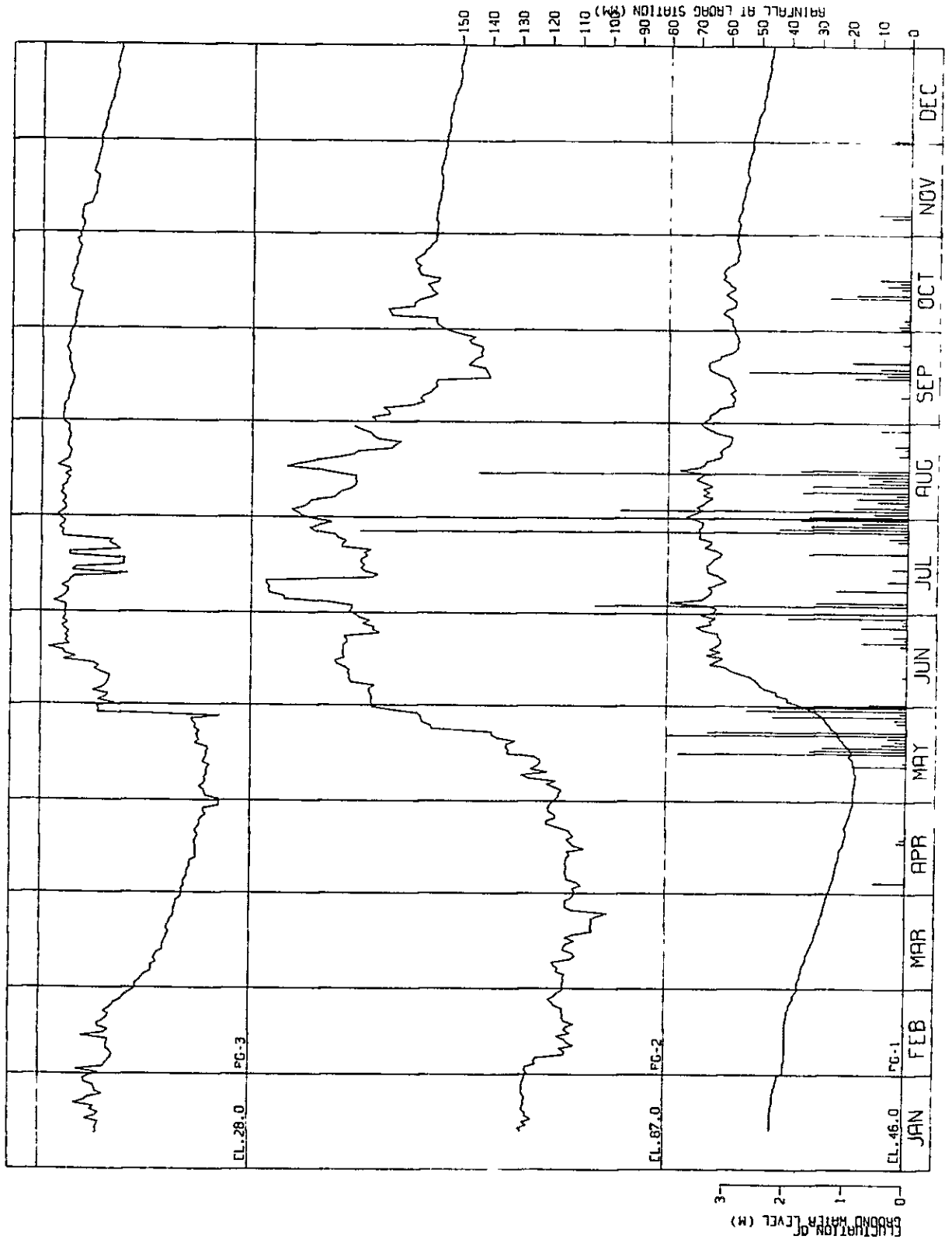


図 B-2 地下水ハイドログラフ (2)

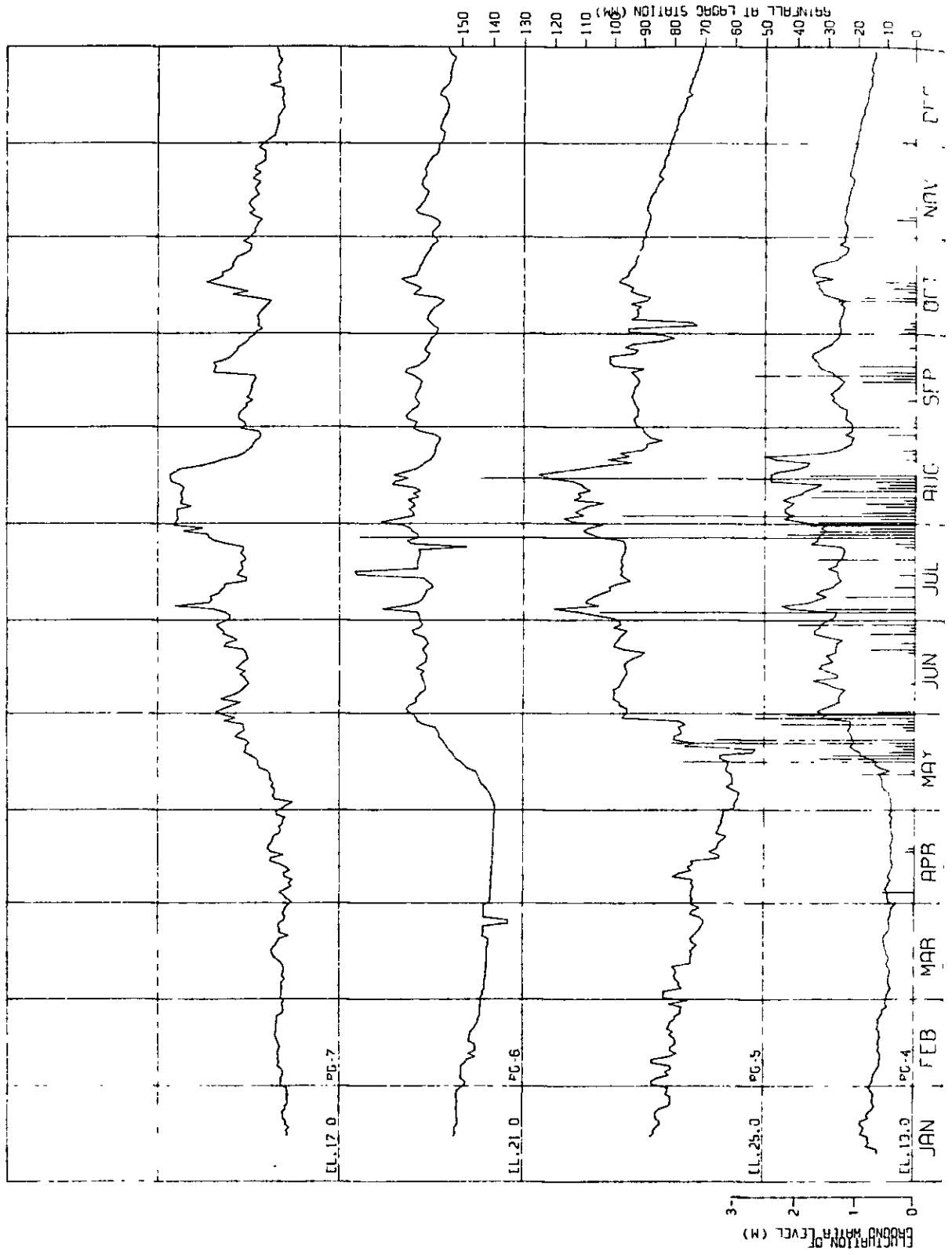


図 B-2 地下水ハイドログラフ (3)

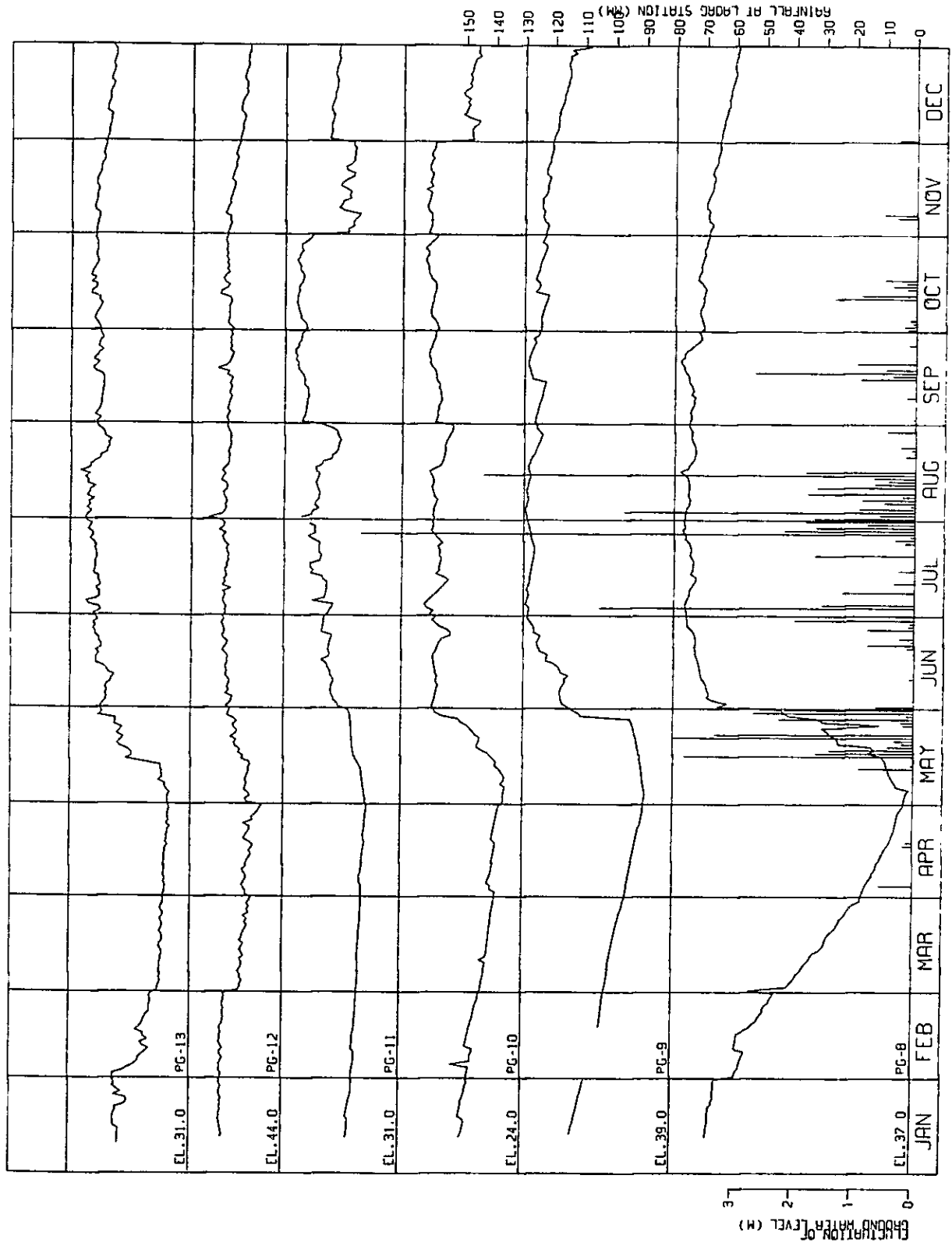


図 B-2 地下水ハイドログラフ (4)

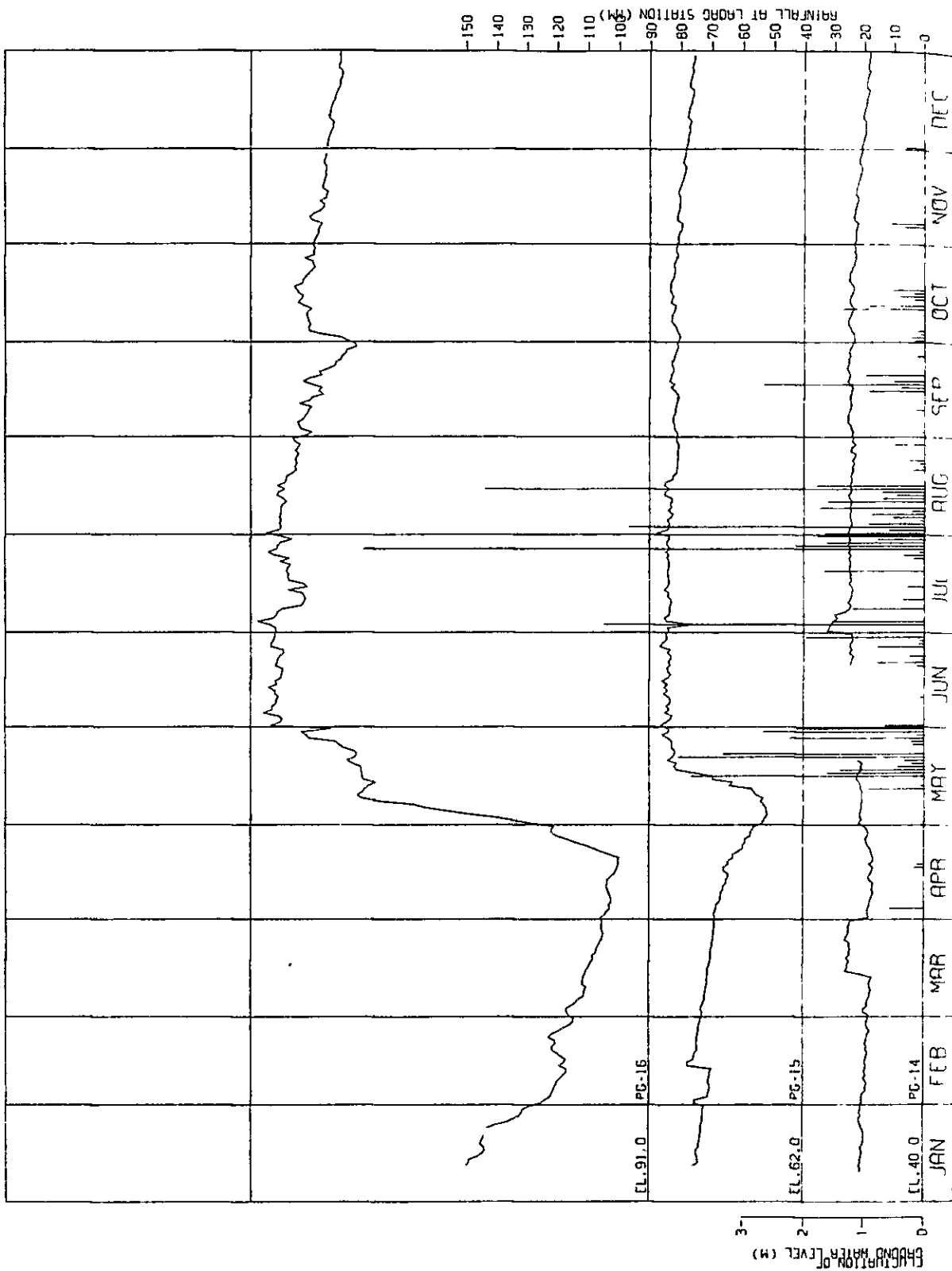


図 B-2 地下水ハイドログラフ (5)

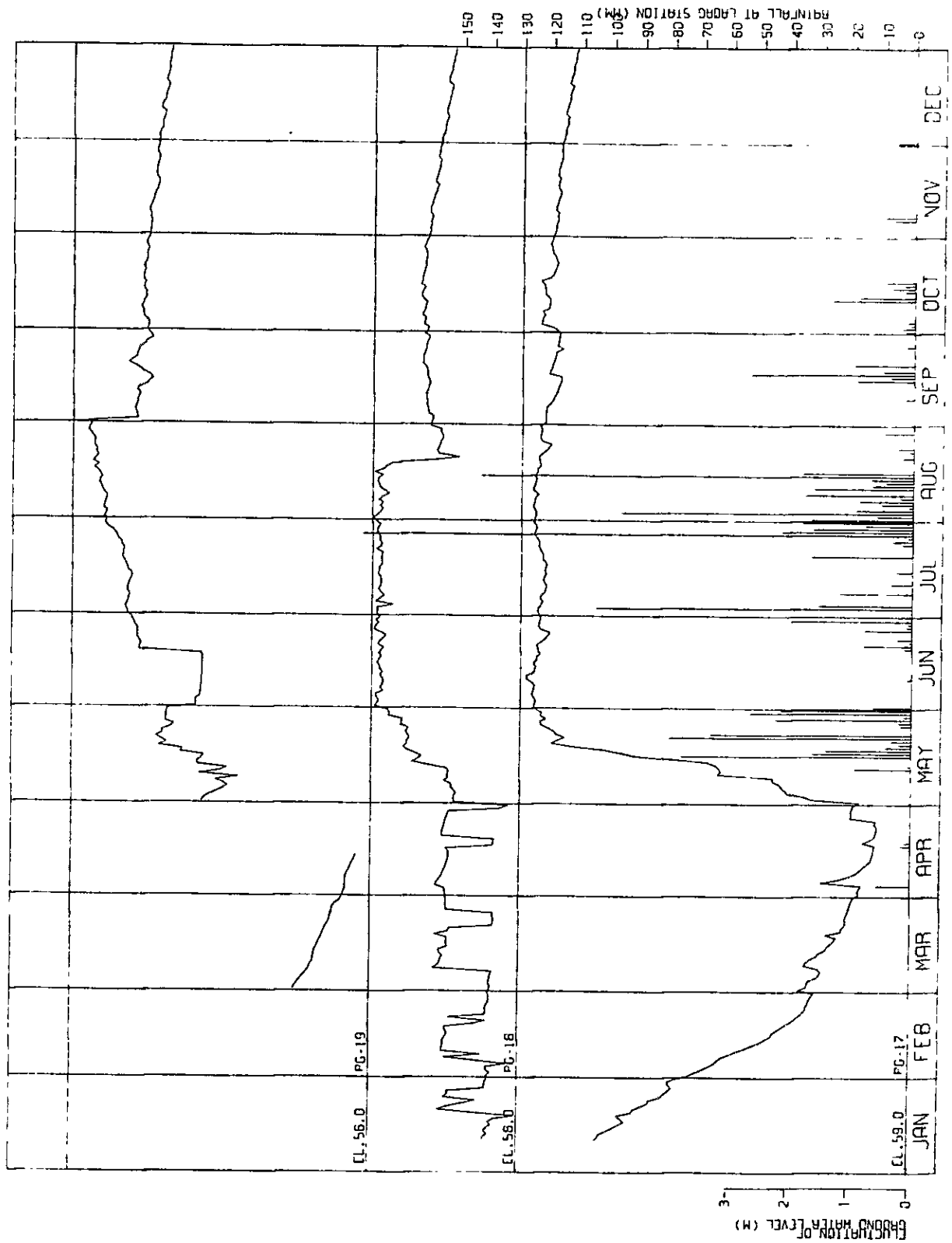


図 B-2 地下水ハイドログラフ (6)

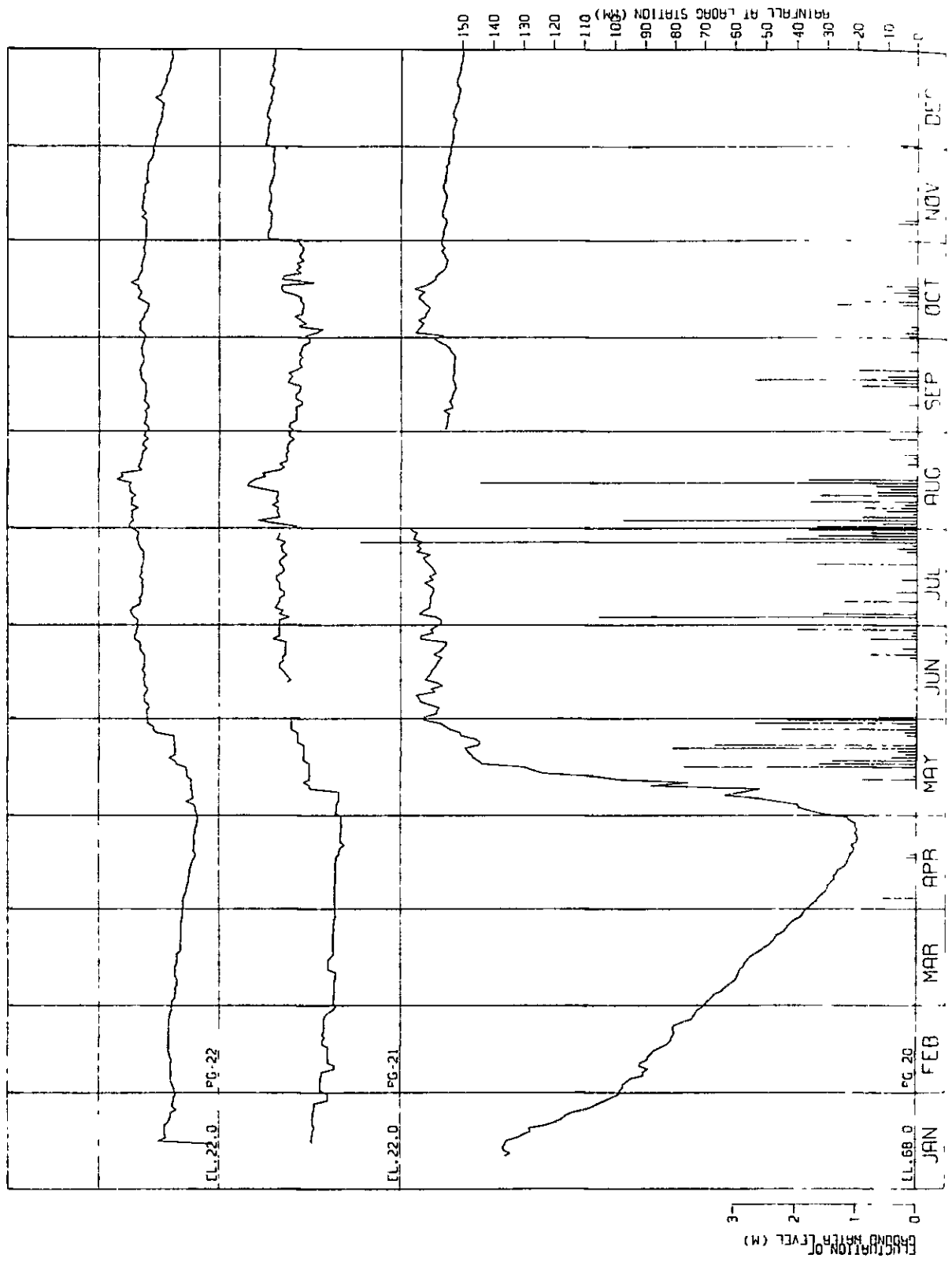


図 B-2 地下水ハイトログラフ (7)

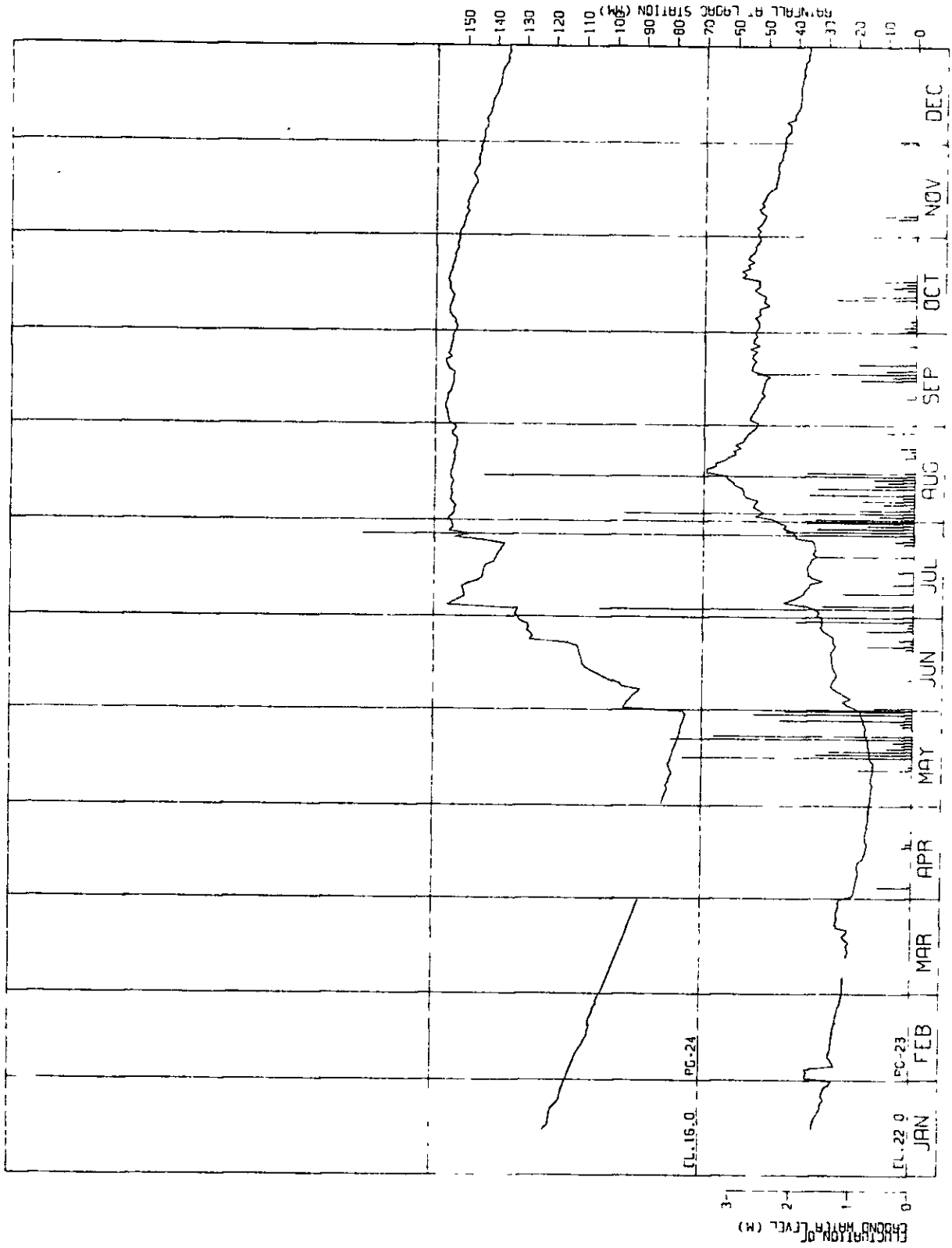


図 B-2 地下水ハイドログラフ (8)

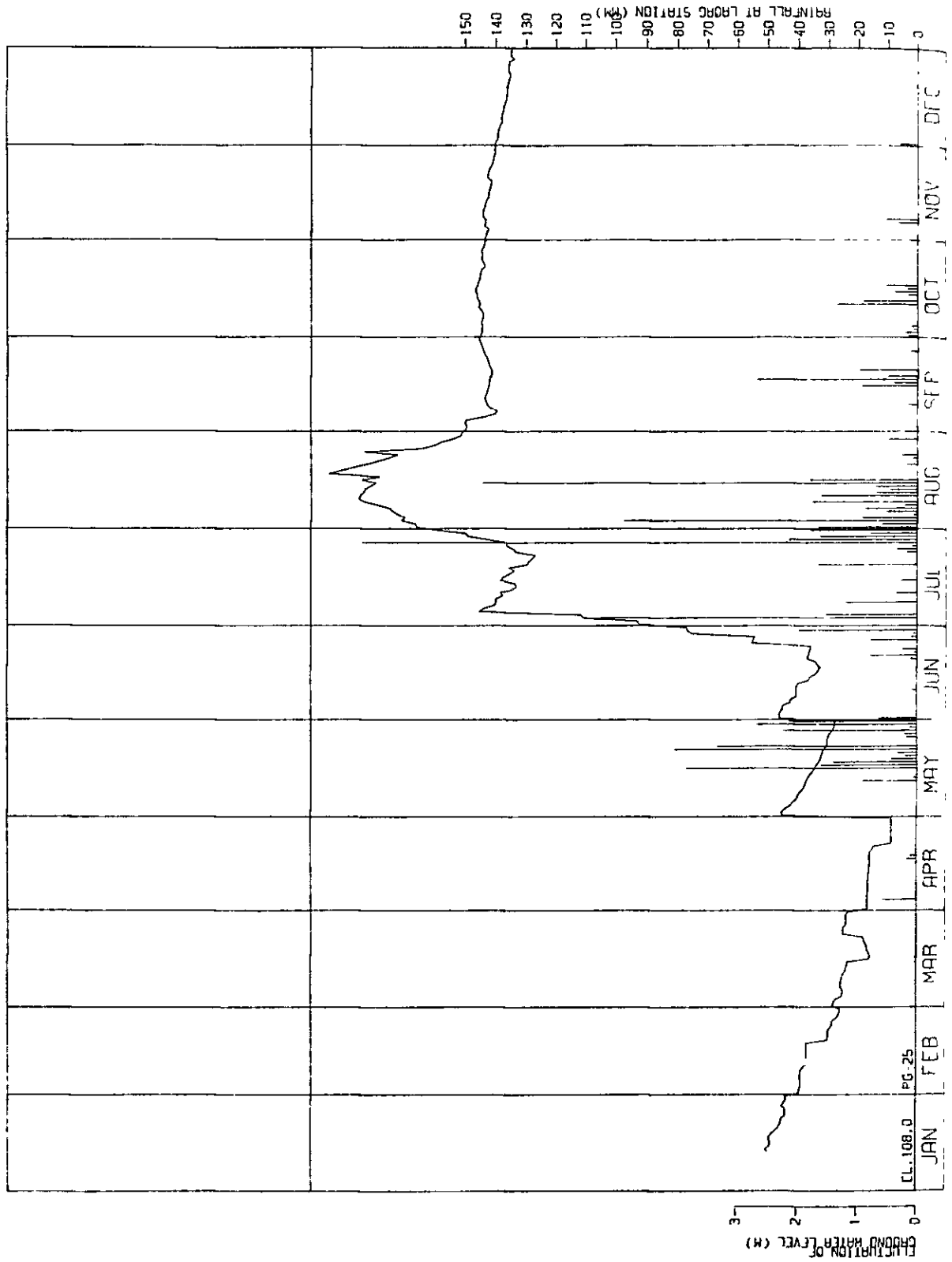


図 B-2 地下水ハイドログラフ (9)

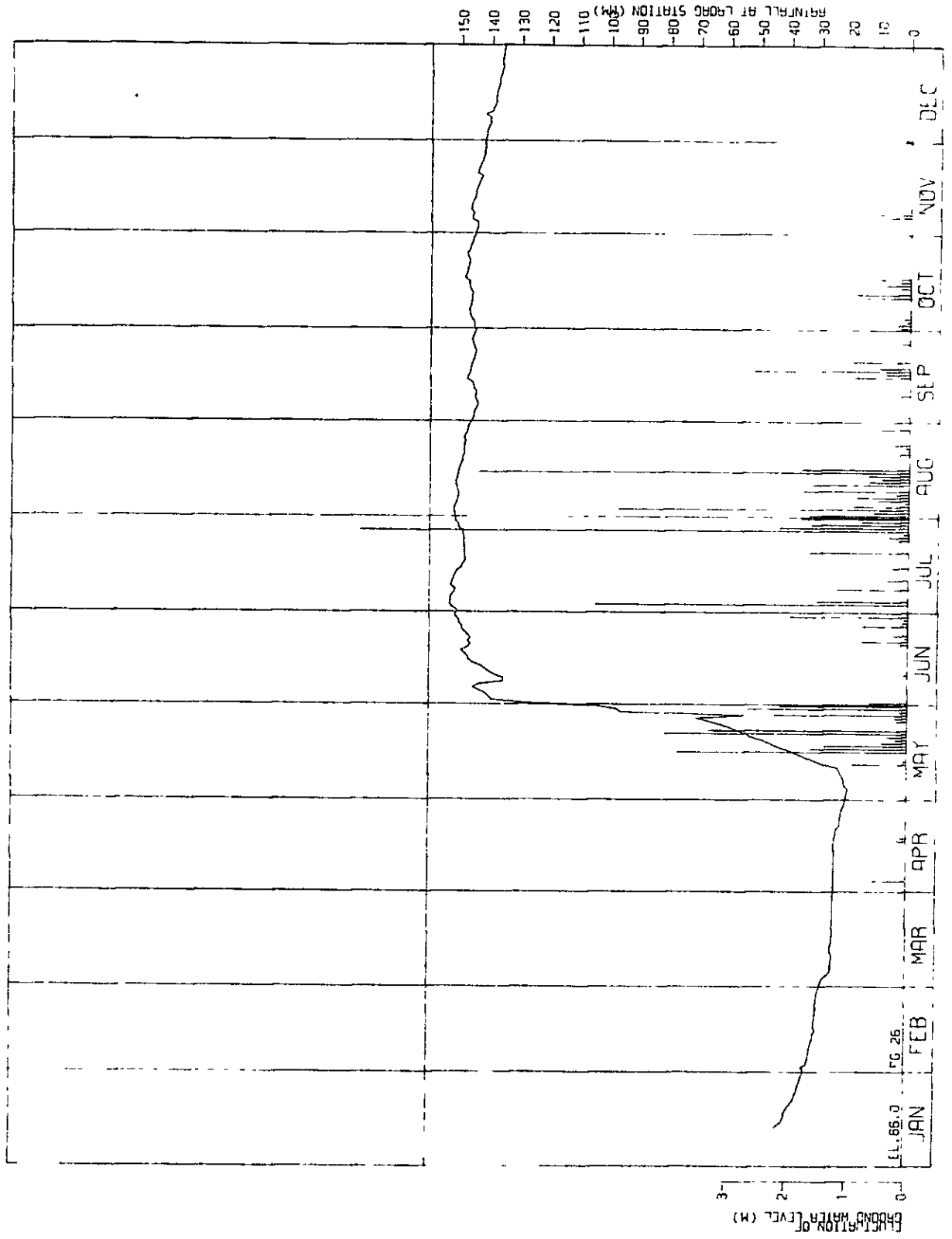


図 B-2 地下水ハイドログラフ (10)

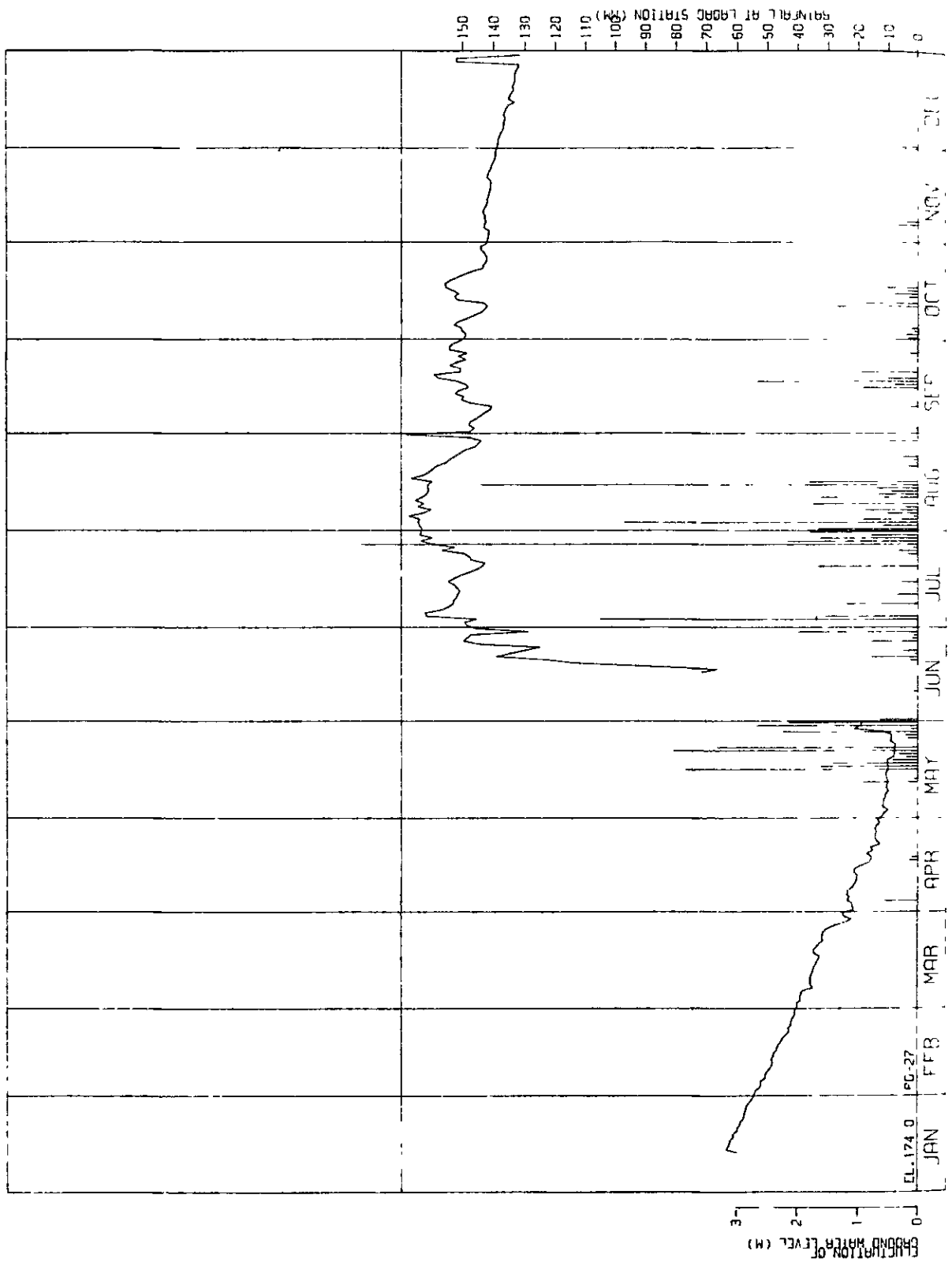


図 B-2 地下水ハイドログラフ (11)

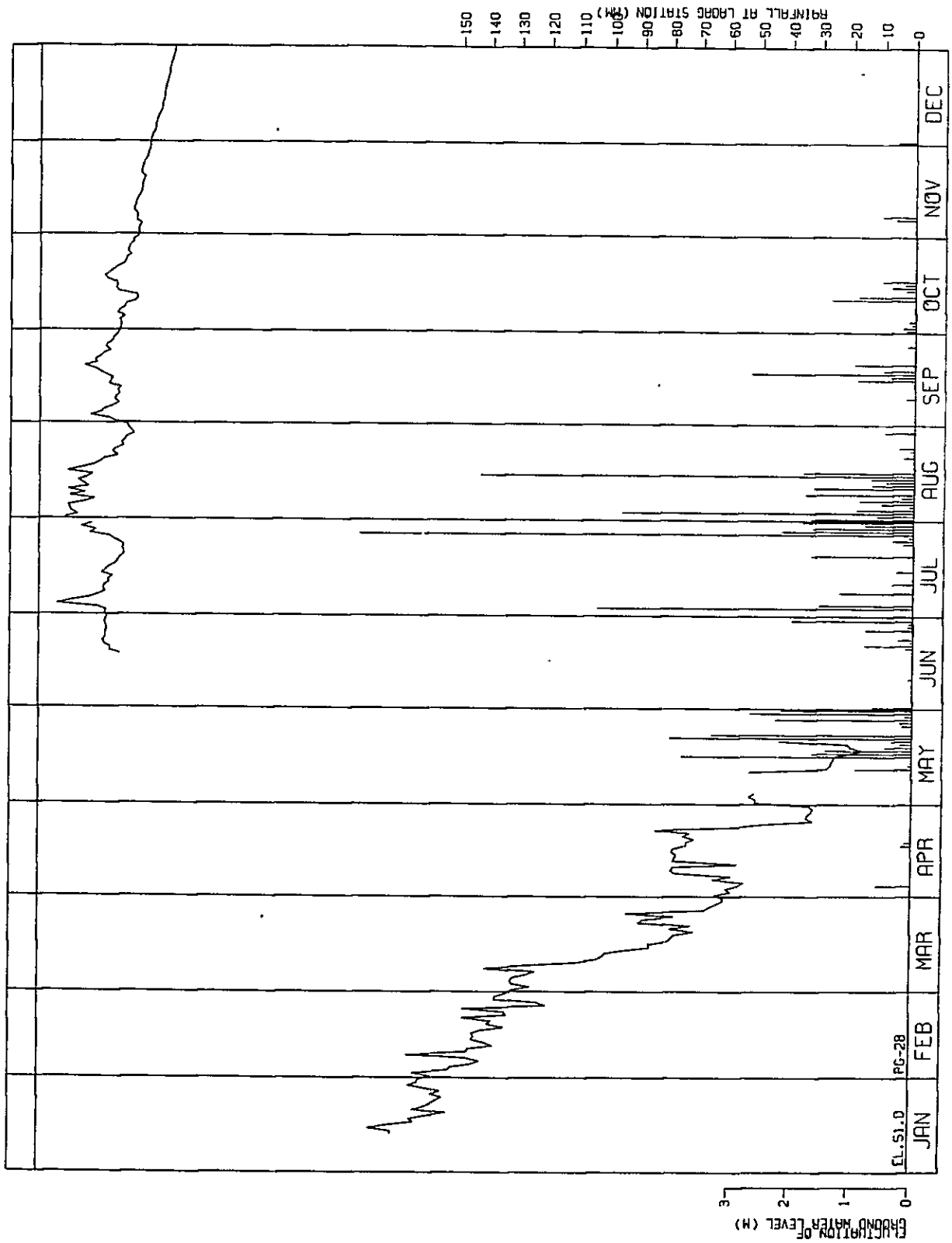


図 B-2 地下水ハイドログラフ (12)

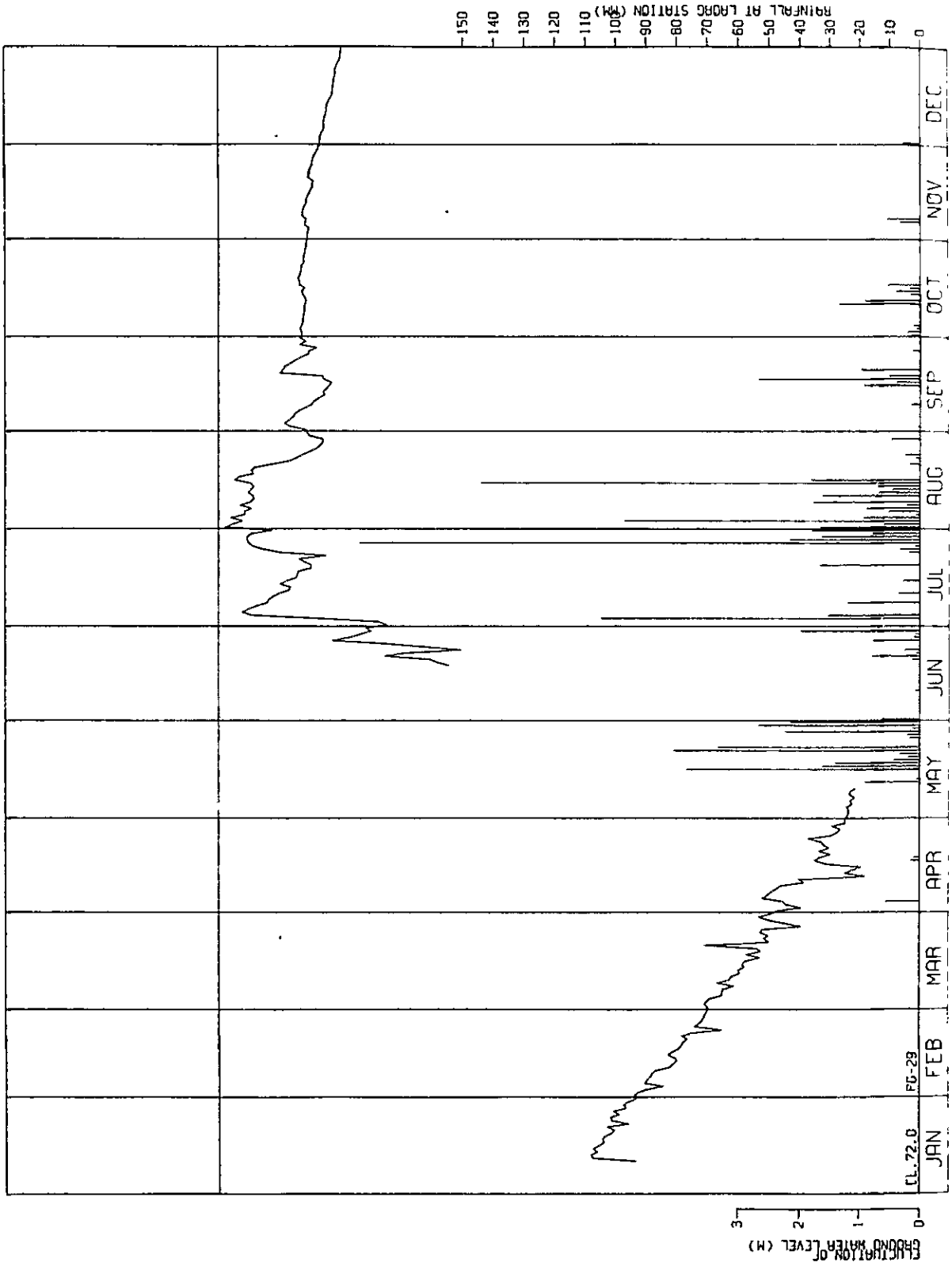


図 B-2 地下水ハイドログラフ (18)

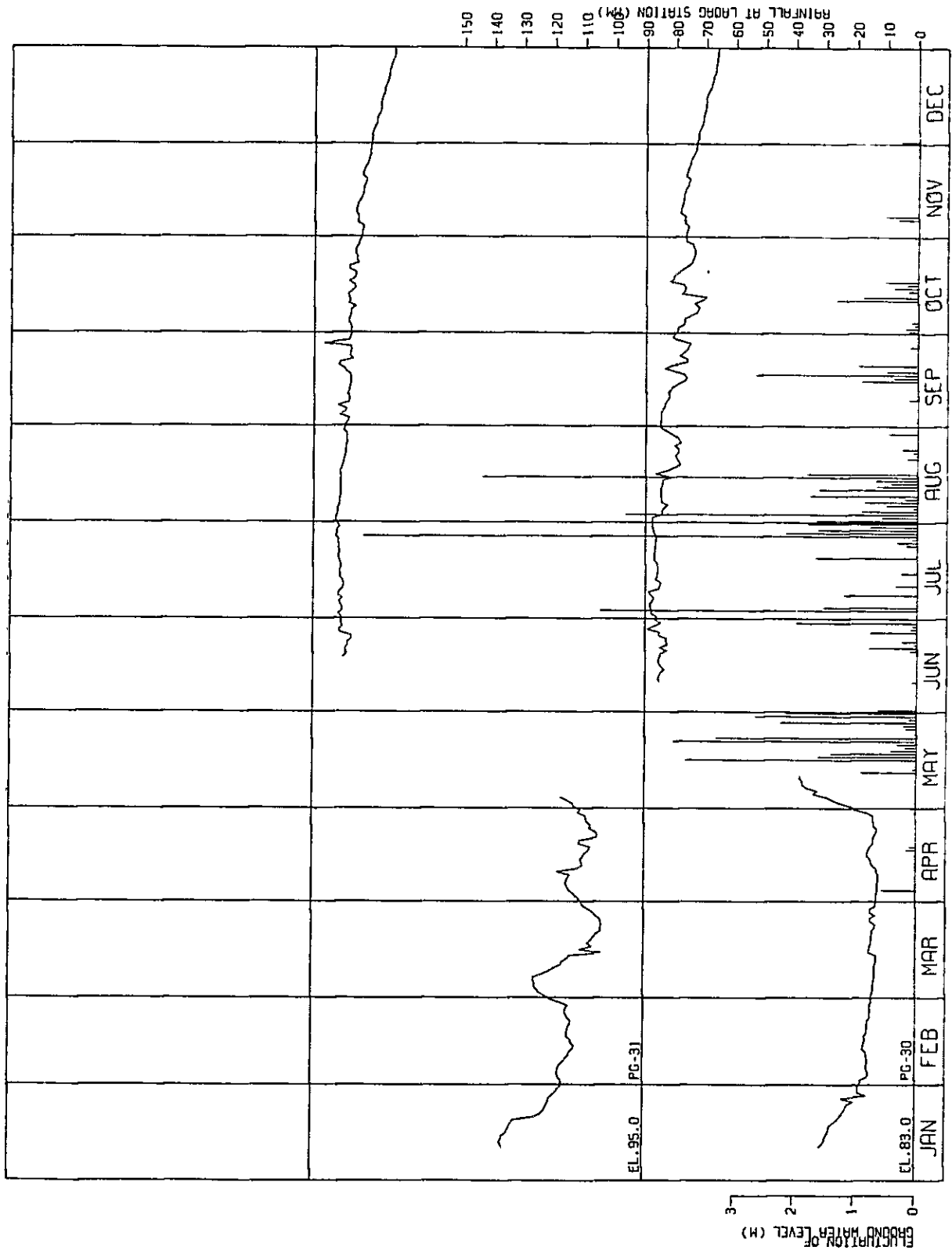


図 B-2 地下水ハイドログラフ (14)

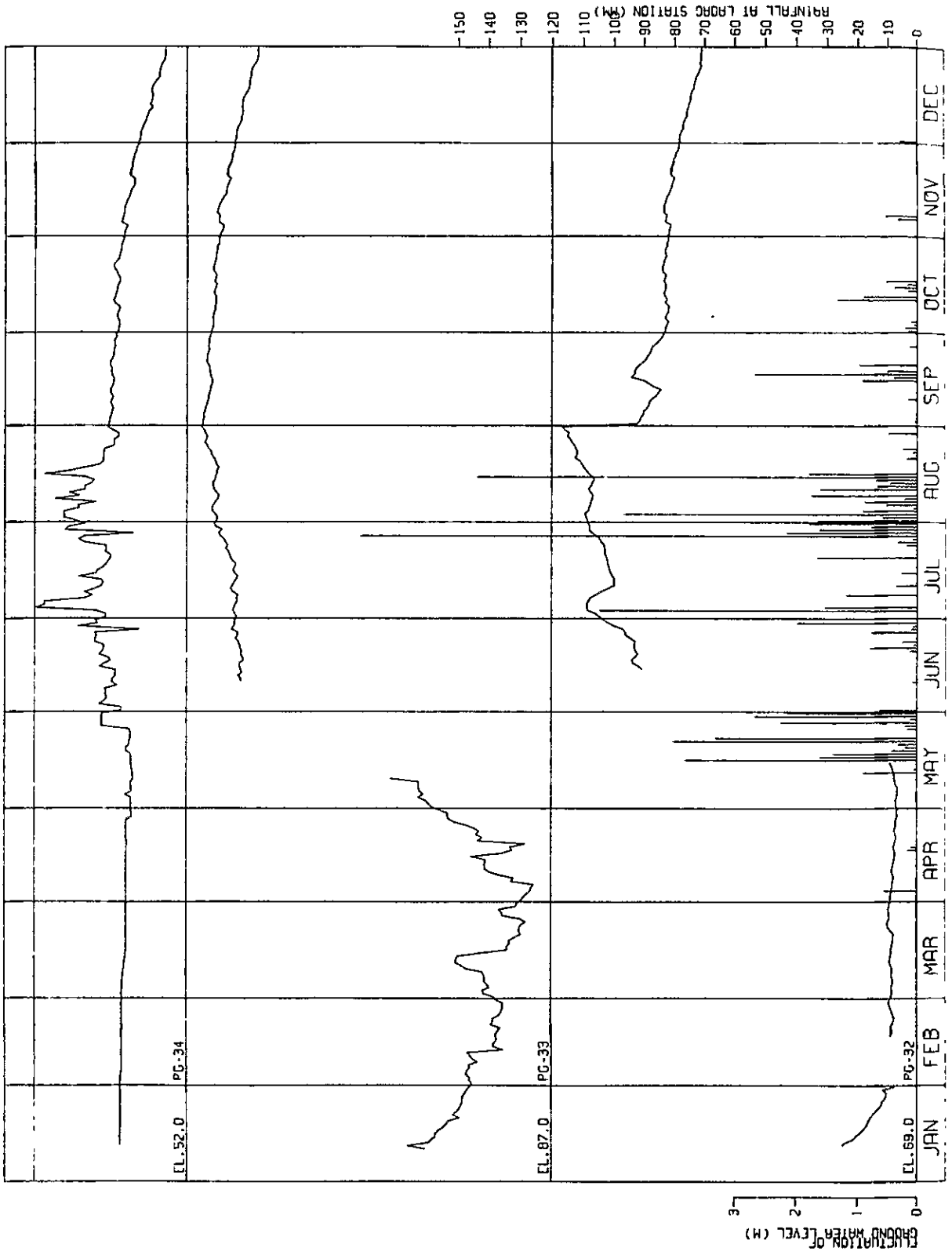


図 B-2 地下水ハイドログラフ (15)

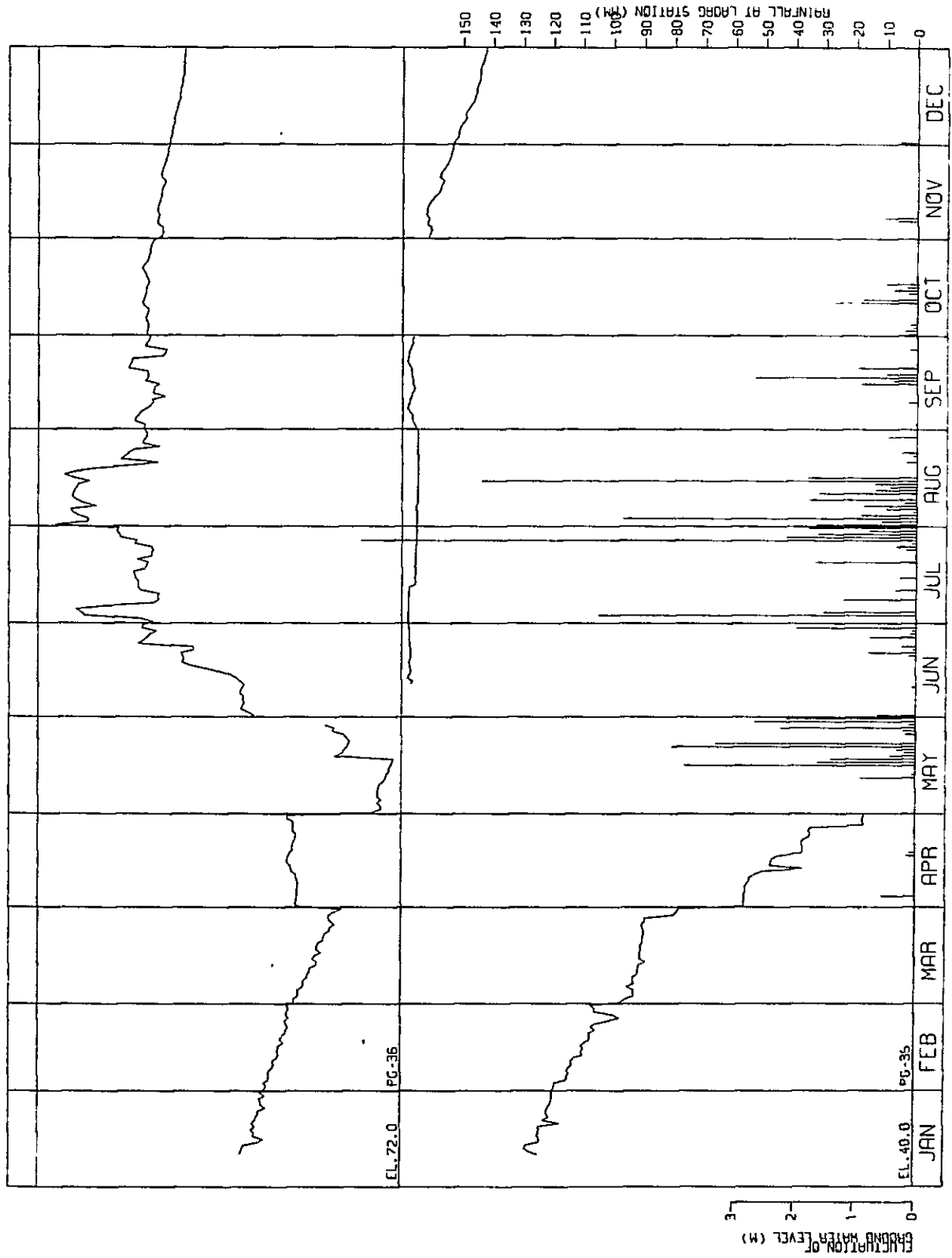
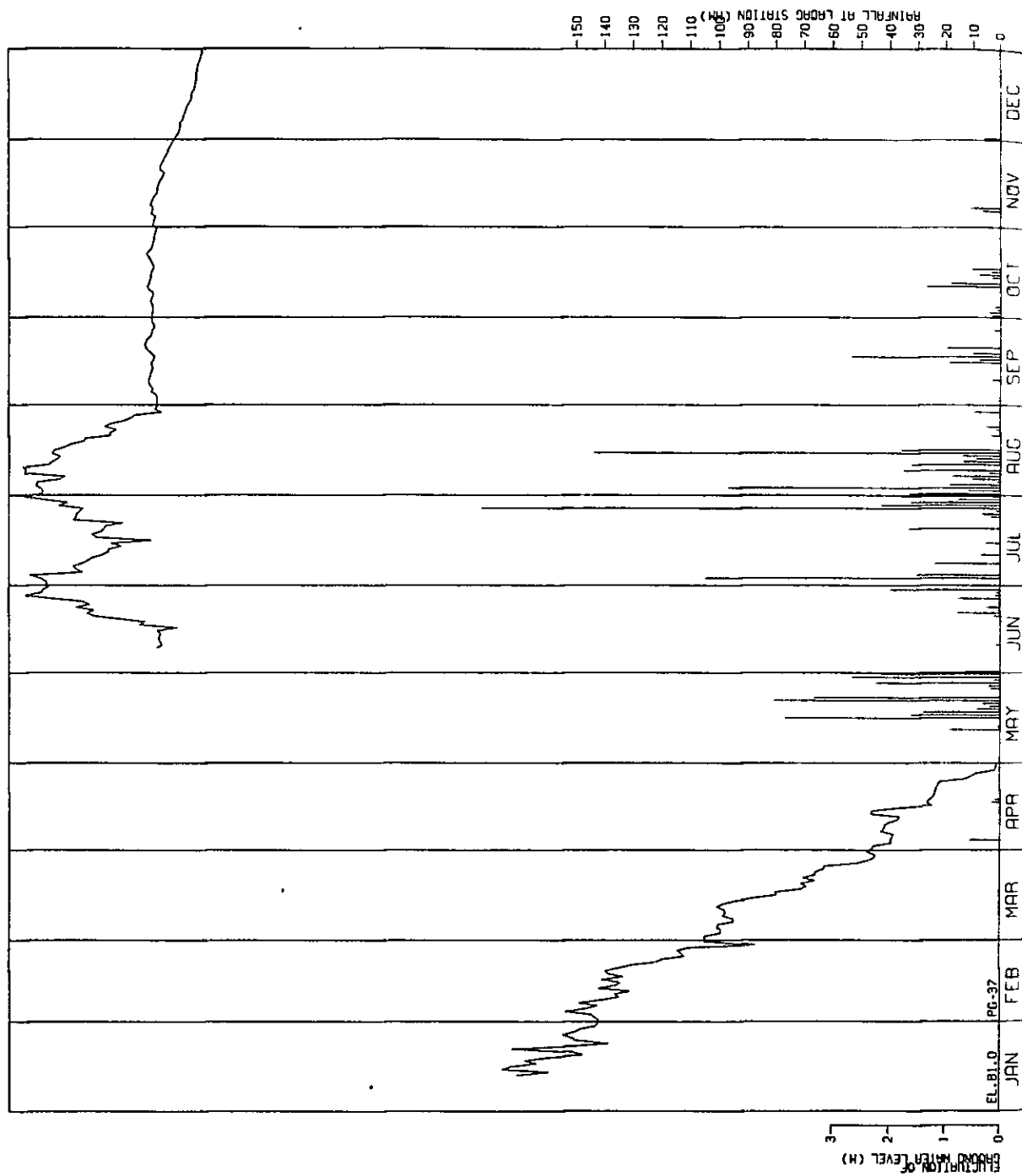


図 B-2 地下水ハイドログラフ (16)



図B-2 地下水ハイドログラフ (17)

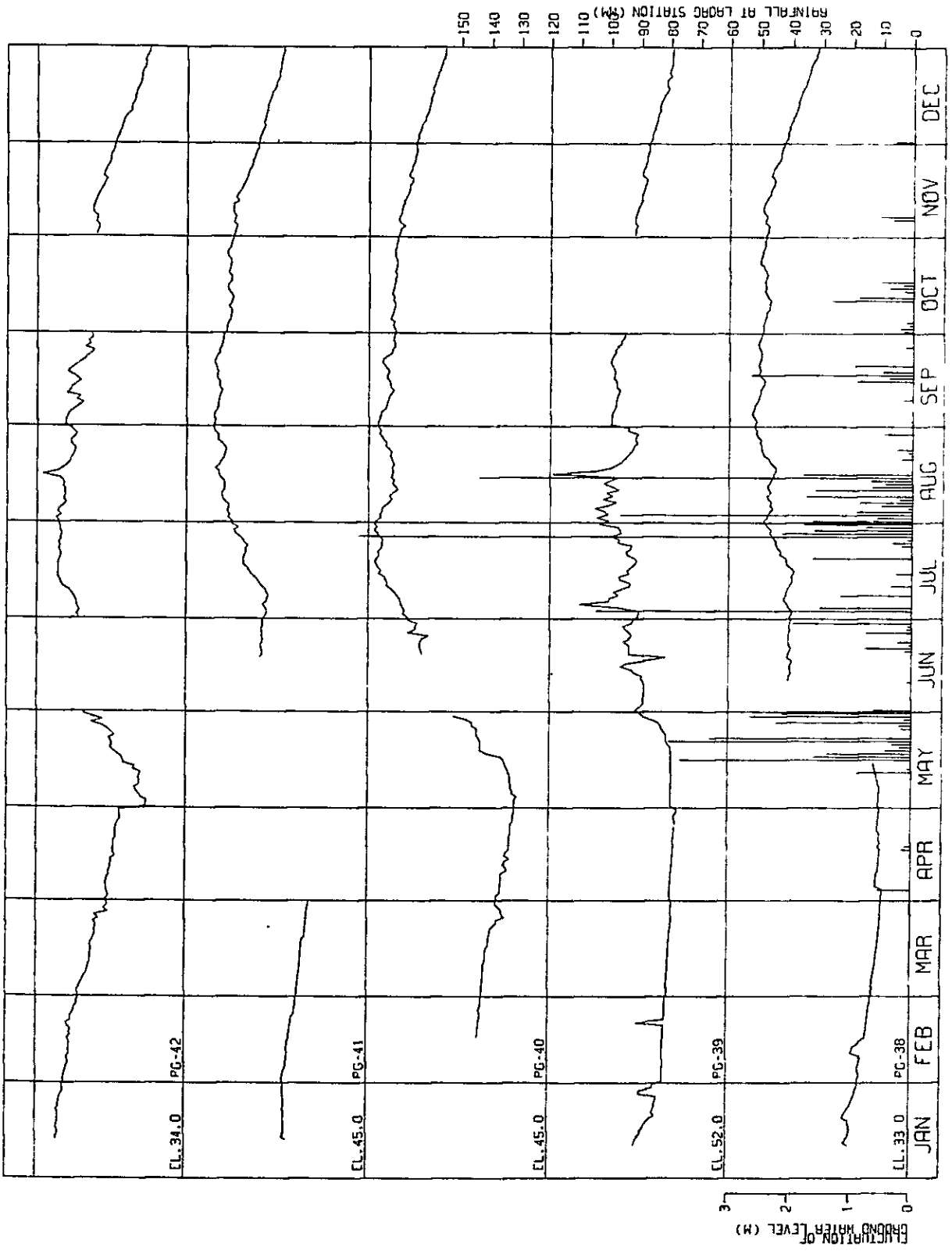


图 B-3 柱状图 (INS-1, JUAN, SOLSONA)

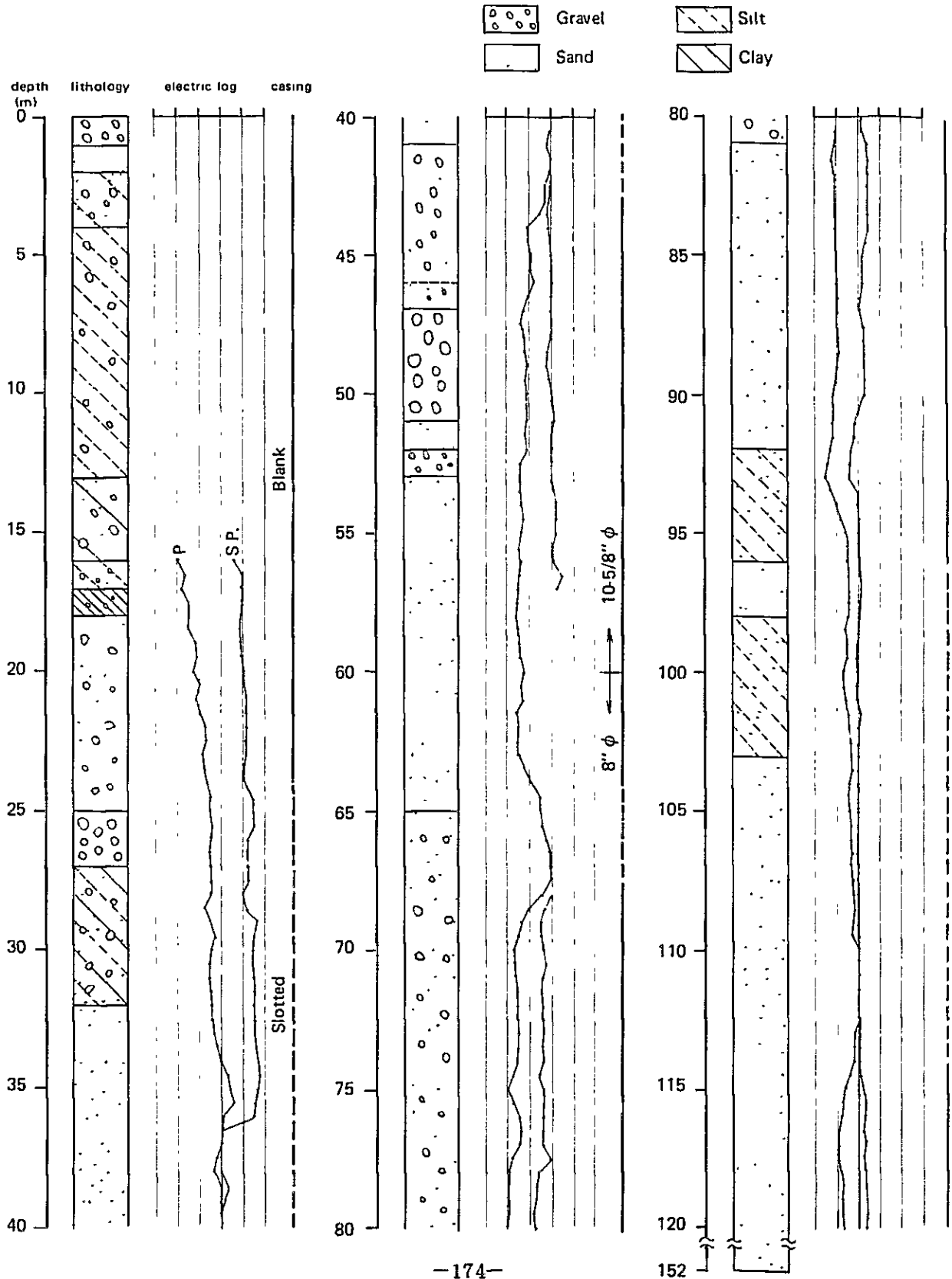
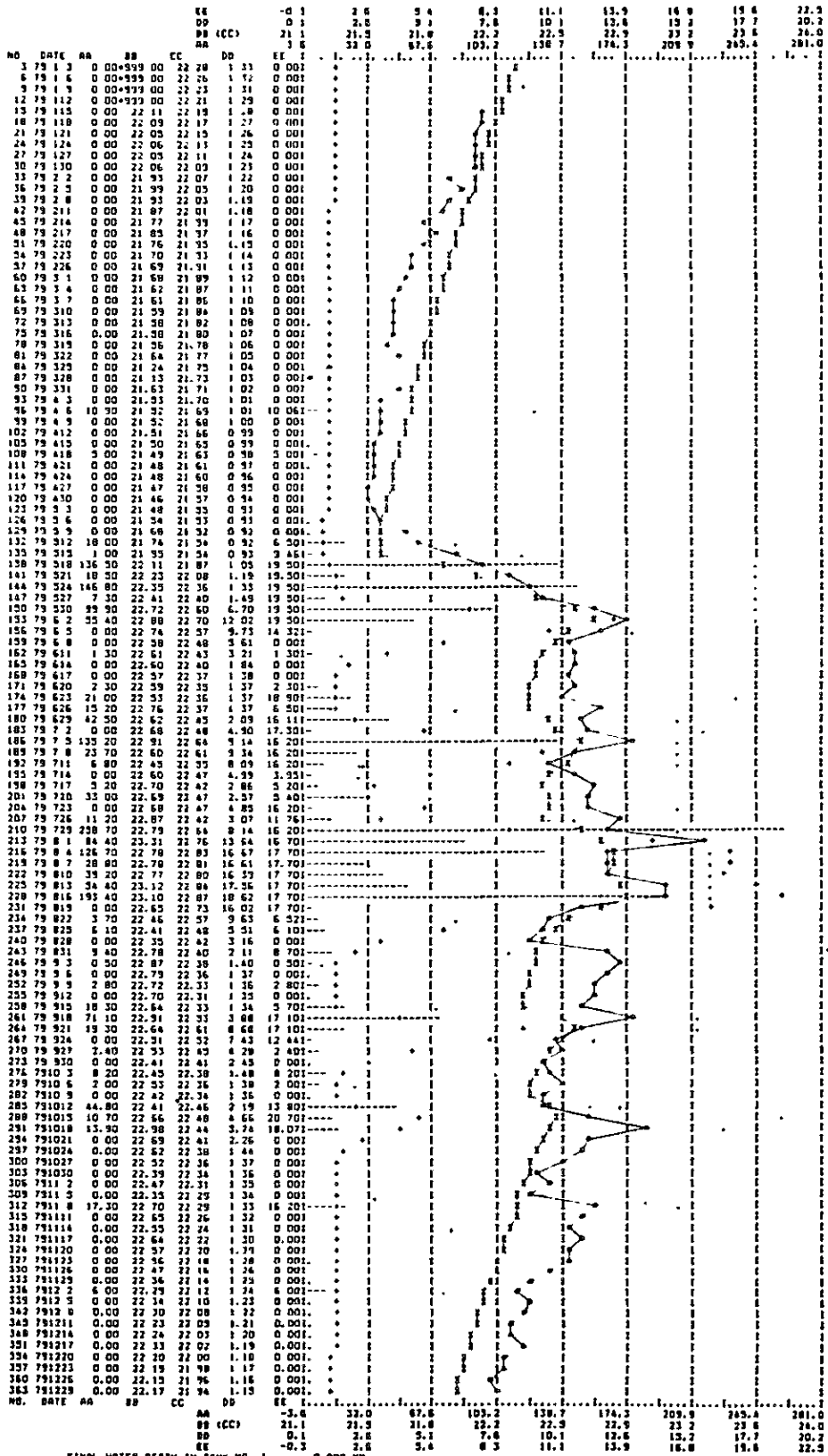


図 B-4 地下水位シミュレーション (2)

***** S A N Y U E S C *****
 ***** TIME-SERIES PLOT FOR TANK MODEL SIMULAN OF GROUNDWATER RUNOFF *****

***** PD-SIGAN ESTERAN, DINGRAB *****

3-DAY RAIN FALL (RA) (-)
 QM TABLE(OBSERVED) (OB) (0) 999 9 = ABSENT DATA
 QM TABLE(SIMULATED) (CC) (3)
 GROUNDWATER RUNOFF (DD) (4)
 EVAPOTRANSPIRATION (EE) (5)



図B-4 地下水位シュミレーション (3)

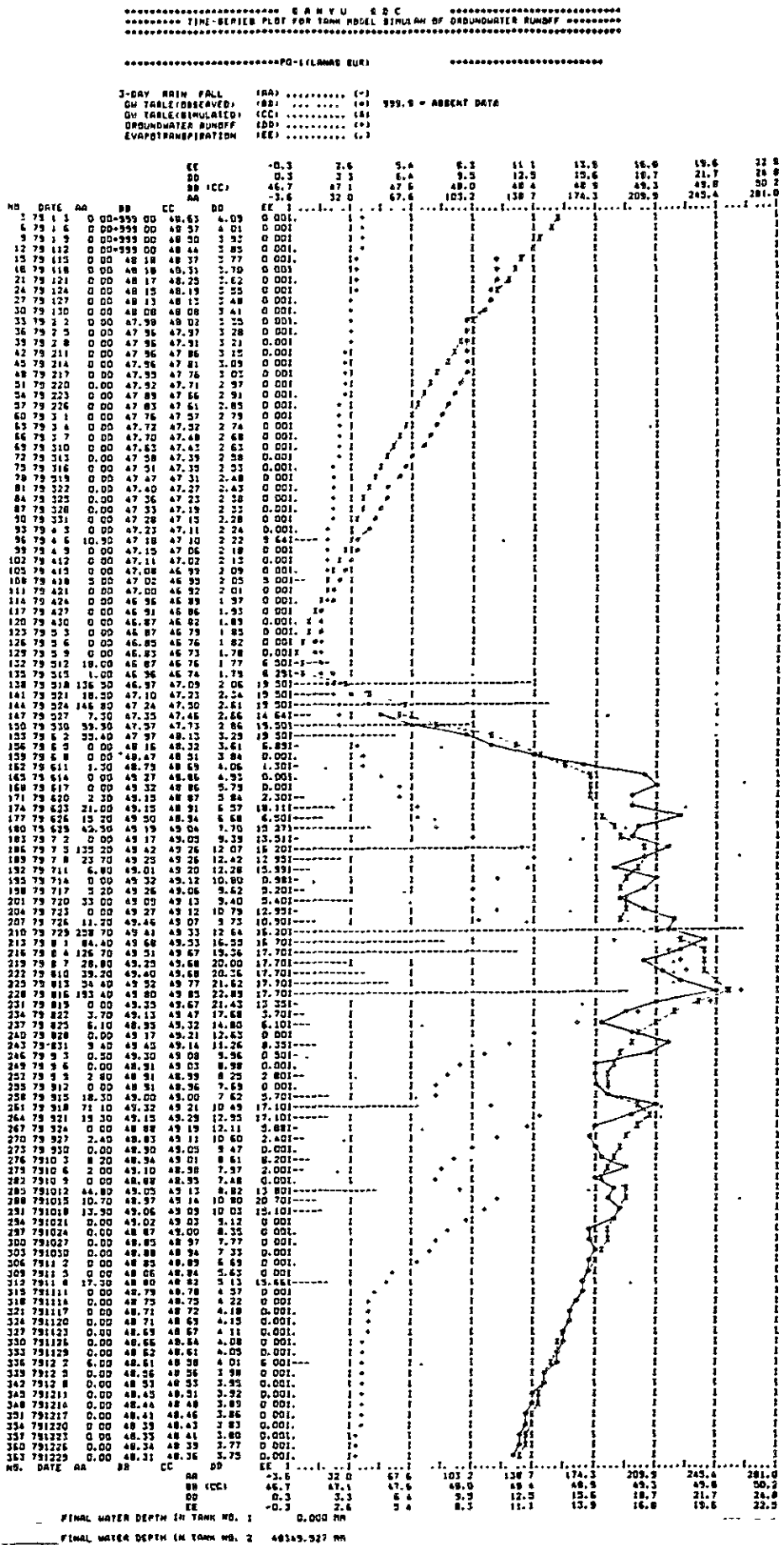
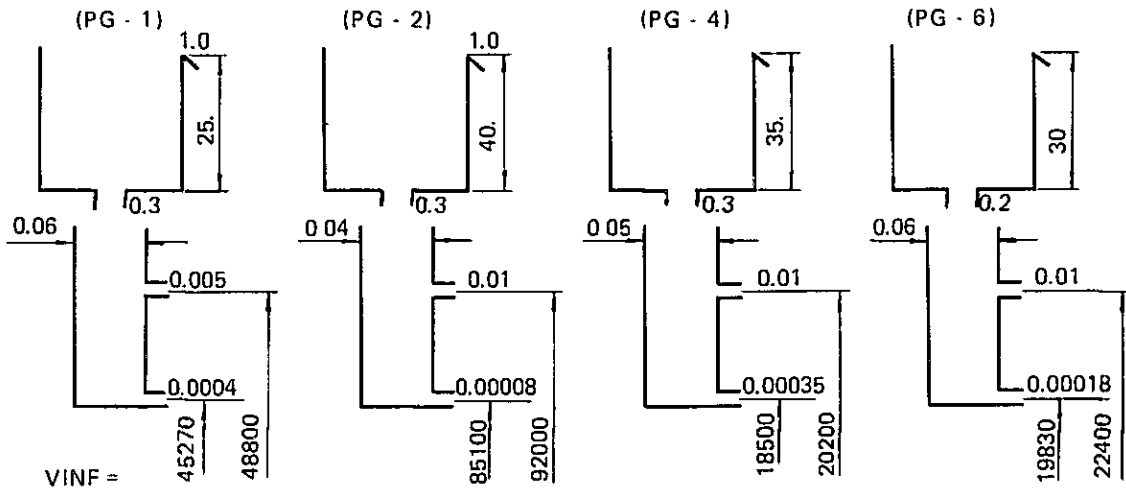
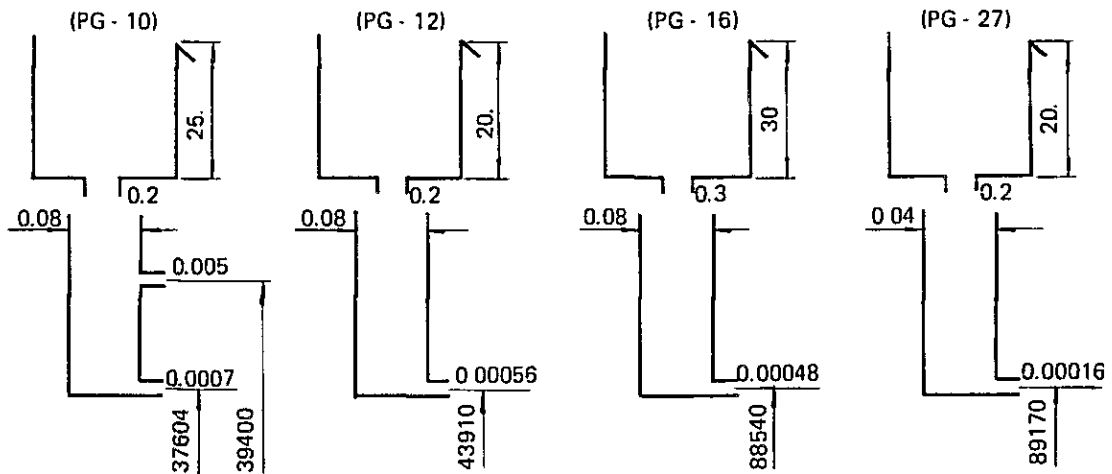


図 B-5 タンクモデル

VINF Vertical Infiltration from Irrigation Water
(Unit. millimeter)



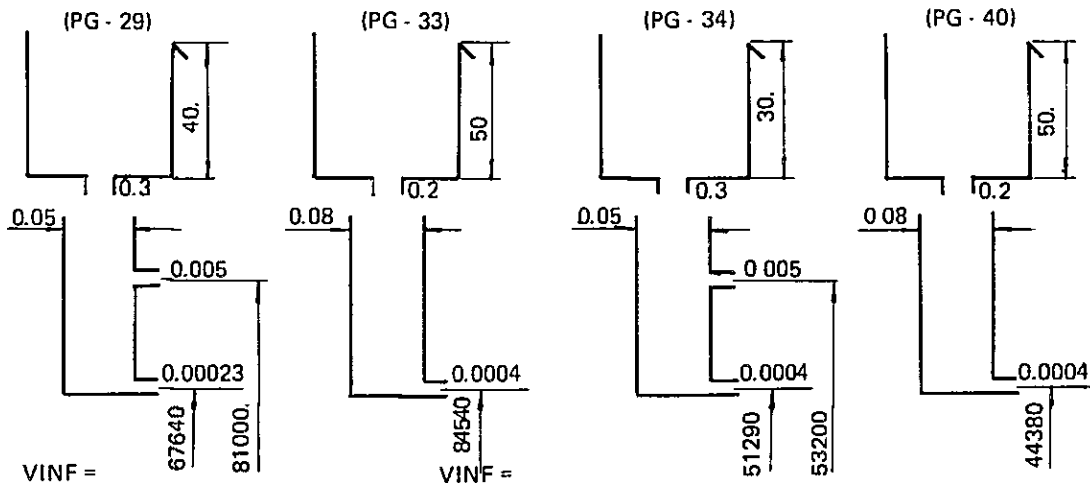
VINF =
5.0mm/day Jun. 1 - Jun. 14
2.0mm/day Jun. 15 - Oct. 31
0.8mm/day Nov. 1 - Dec. 31



VINF =
1.2mm/day May 8 - Dec. 31

VINF =
20.0mm/day Apr. 21 - May 10
3.0mm/day May 11 - Dec. 31

VINF =
30.0mm/day Jun. 15 - Jun 21
1.0mm/day Jun. 22 - Dec. 31

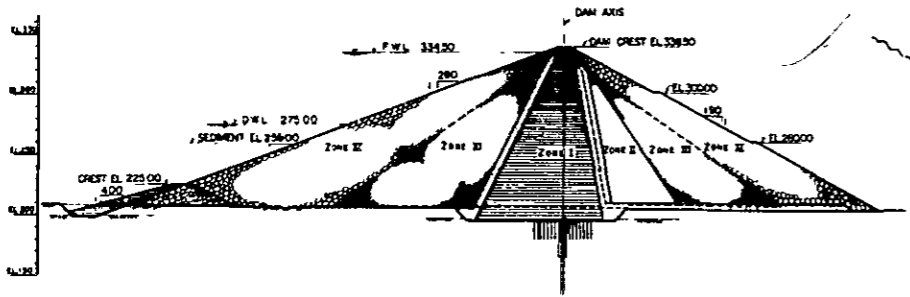
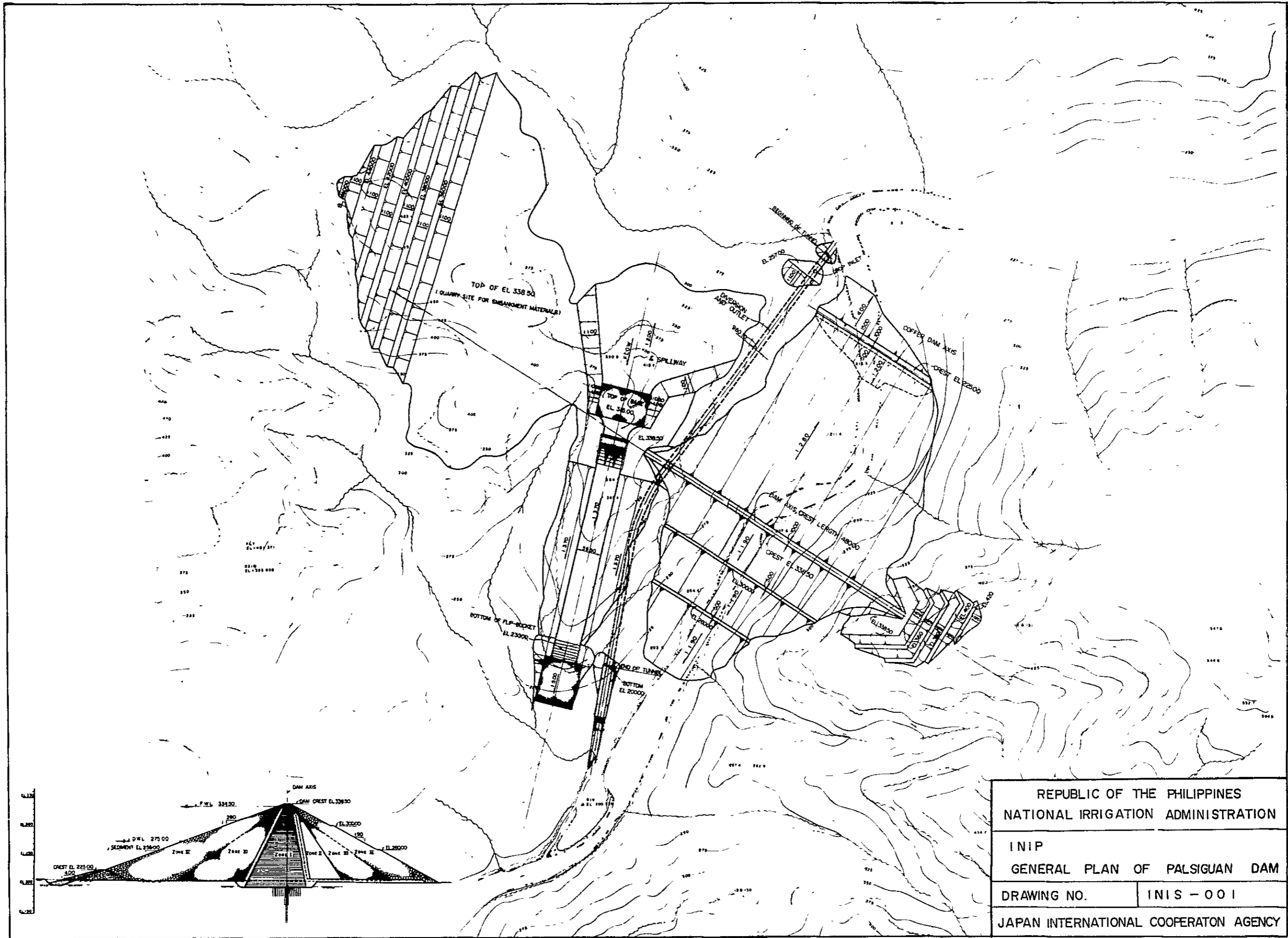


VINF =
10.0mm/day Jun. 2 - Jul. 3
3.0mm/day Jul. 4 - Dec. 31

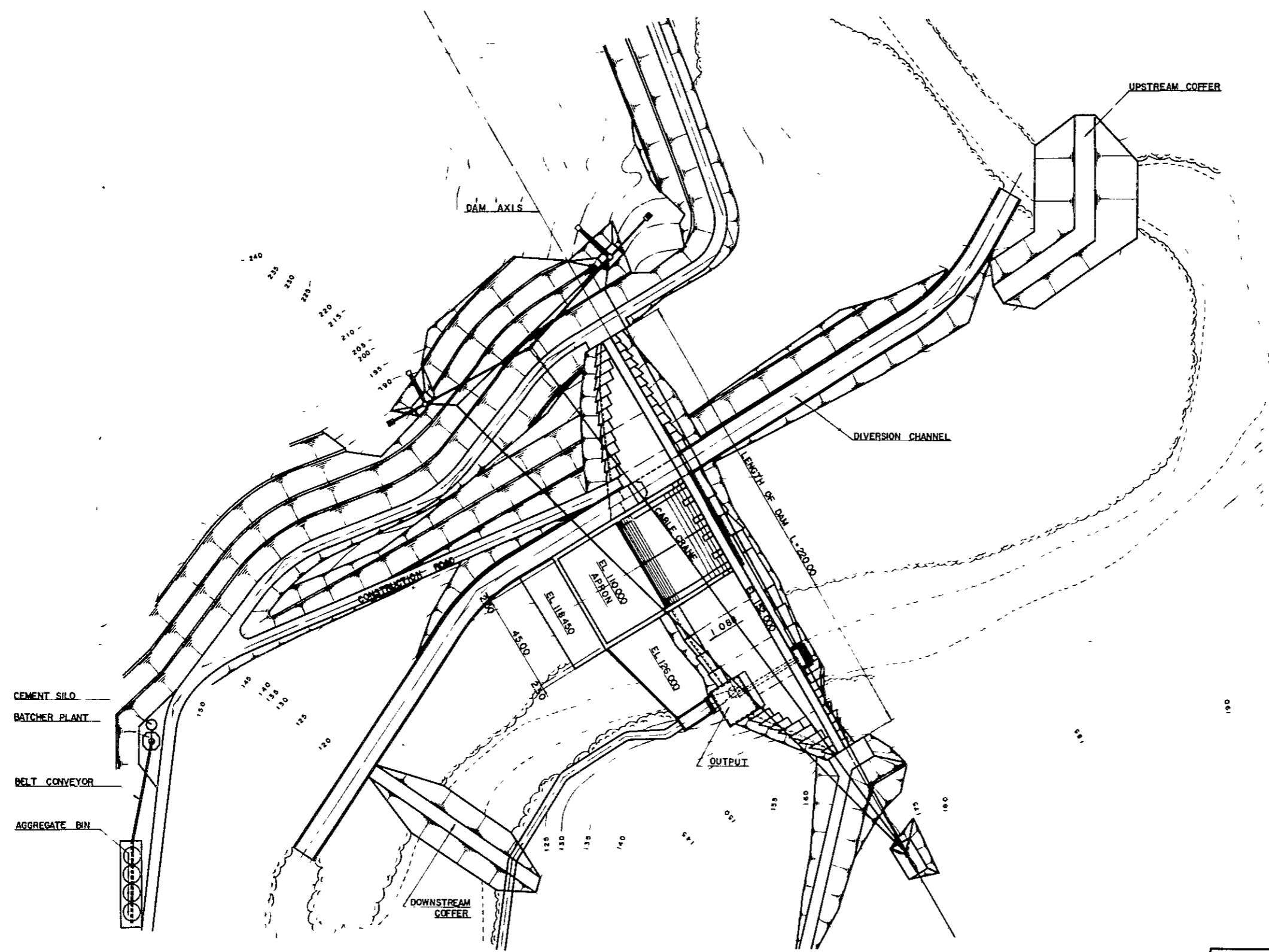
VINF =
6.0mm/day Apr. 10 - Jun. 9
3.0mm/day Jun. 10 - Nov. 11
2.5mm/day Nov. 12 - Dec. 31

LIST OF DRAWING

<u>DWG NO.</u>	<u>TITLE</u>
INIS - 001	GENERAL PLAN OF PALSIGUAN DAM
INIS - 002	GENERAL PLAN OF NUEVA ERA DAM
INIS - 003	NUEVA ERA POWER STATION
INIS - 004	GENERAL PLAN OF MADUPAYAS DIVERSION DAM
INIS - 005	TYPICAL SECTION OF IRRIGATION CANAL
INIS - 006	LAYOUT OF ON-FARM FACILITY (PAOAY AREA)



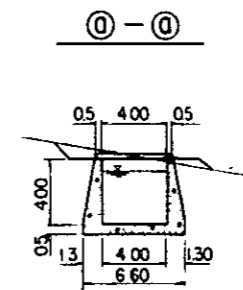
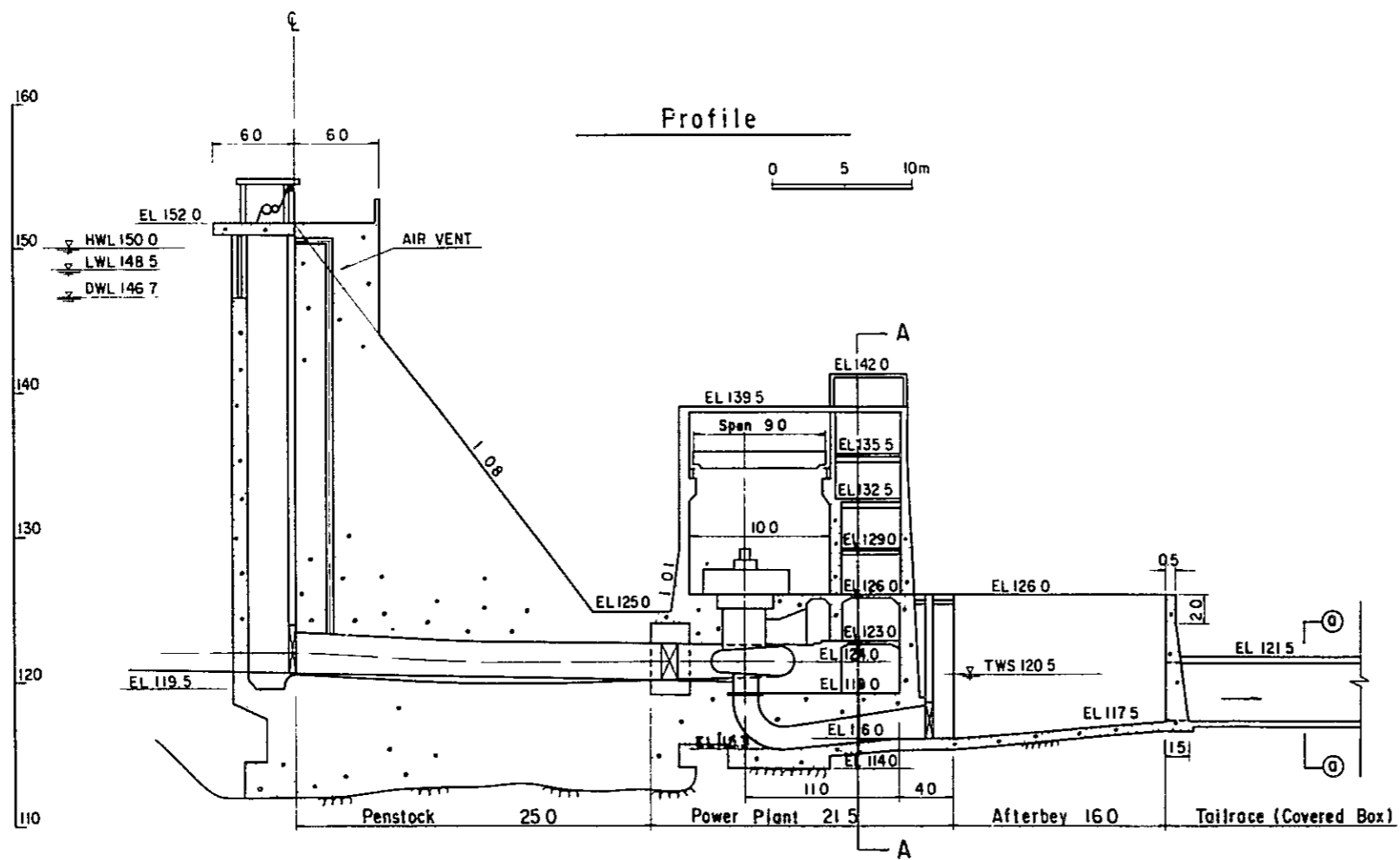
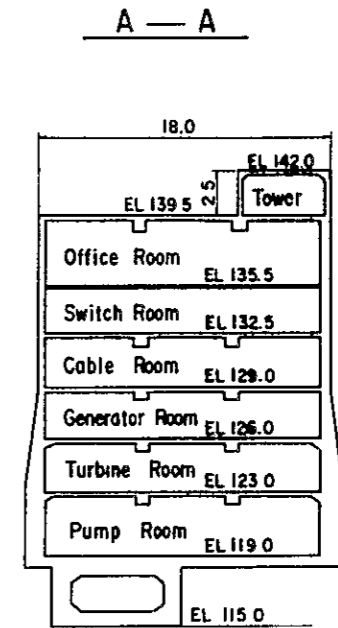
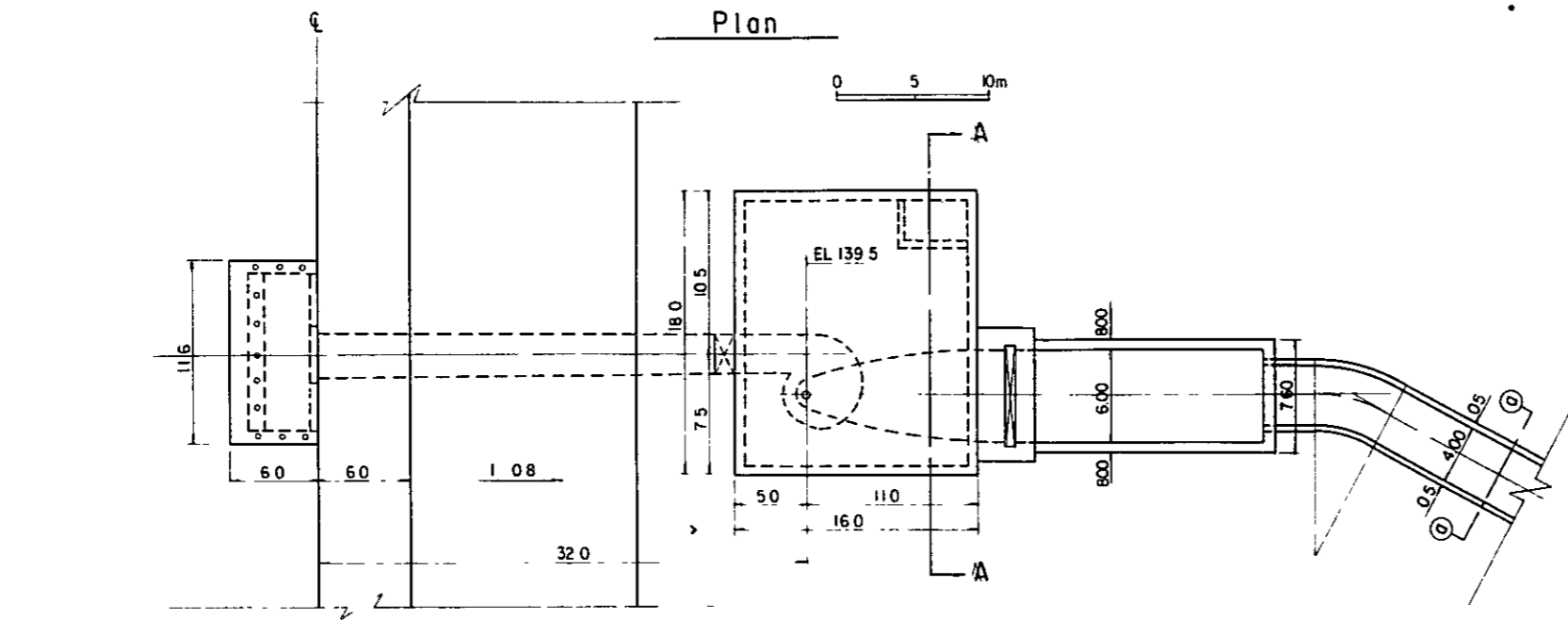
REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP GENERAL PLAN OF PALSIGUAN DAM	
DRAWING NO.	INIS - 001
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



DAM PLAN SCALE 1:100

REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP GENERAL PLAN OF NUEVA ERA DAM	
DRAWING NO.	INIS - 002
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Nueva Era Power Station

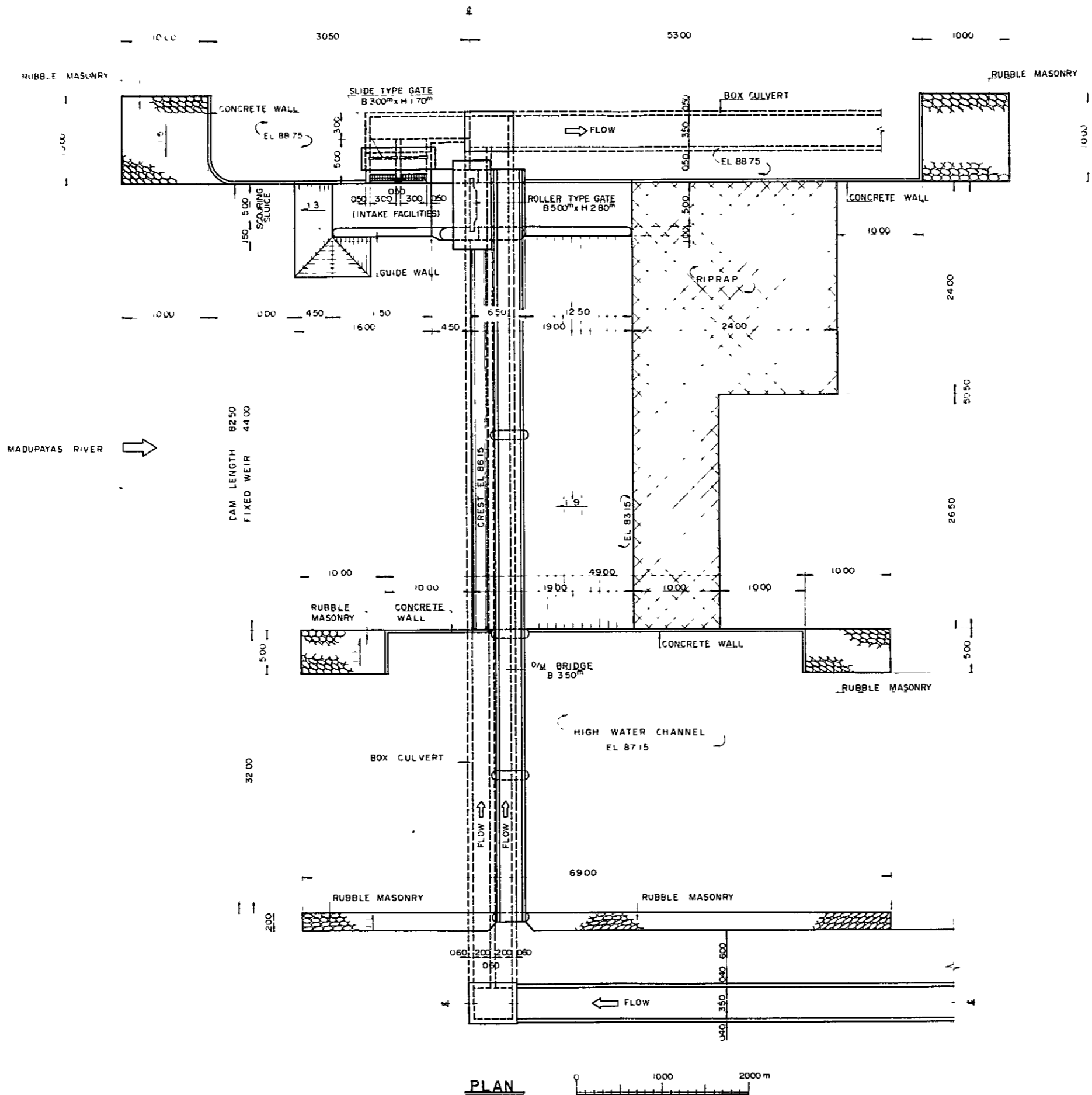


REPUBLIC OF THE PHILIPPINES
 NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION

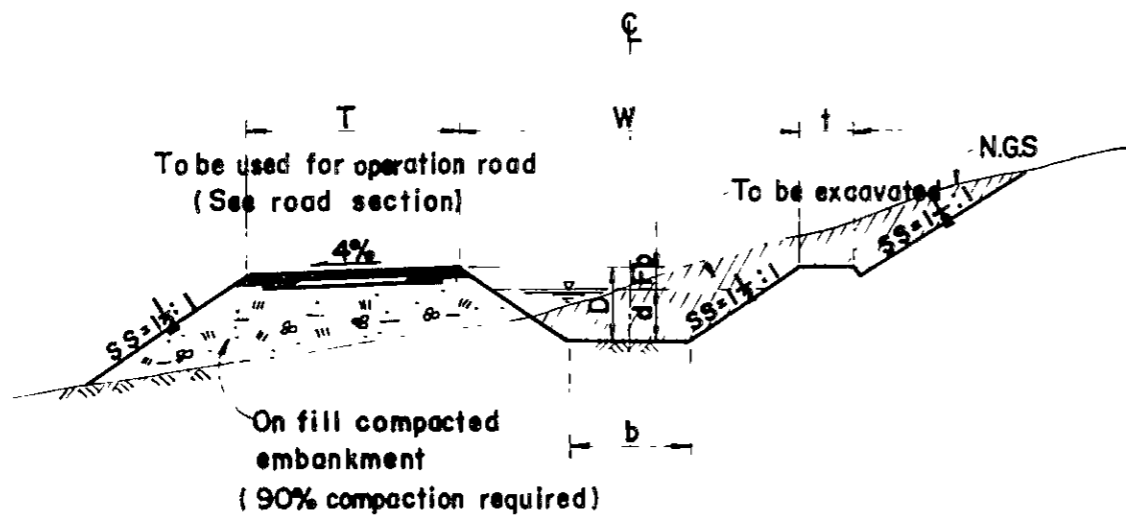
INIP
 NUEVA ERA POWER STATION

DRAWING NO. INIS - 003

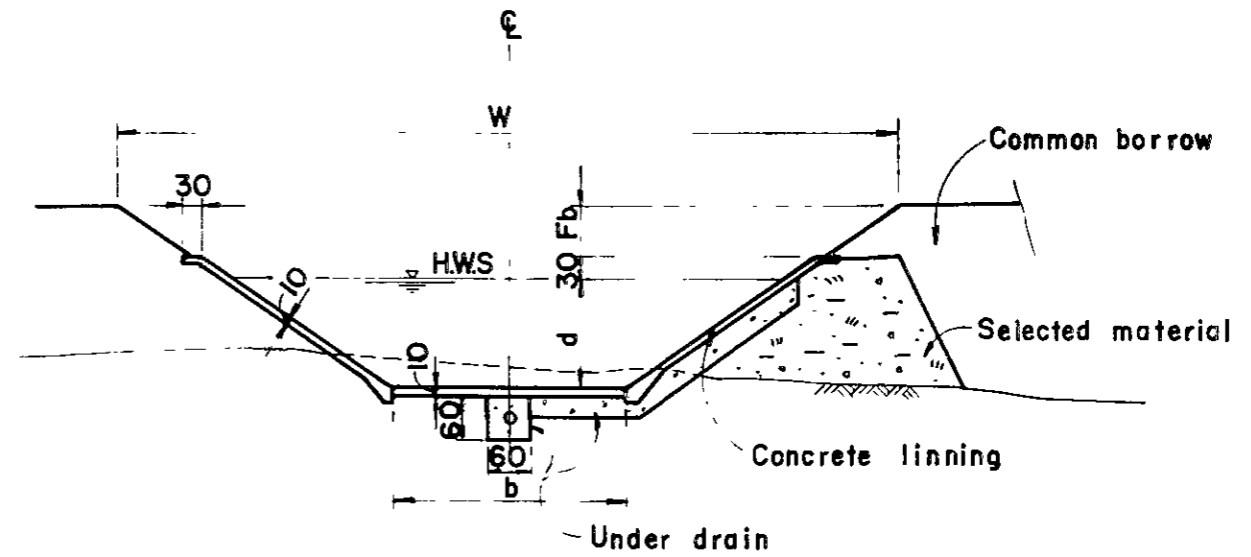
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



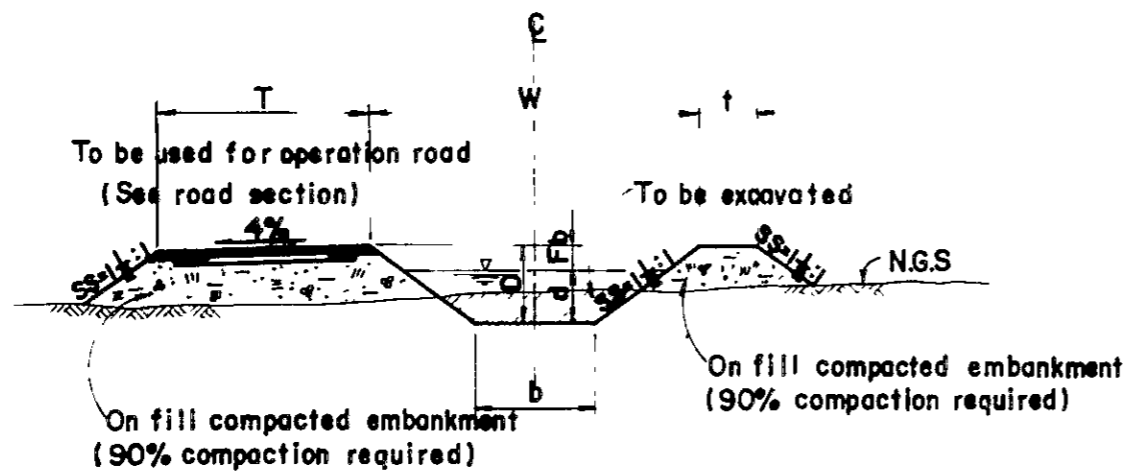
REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP GENERAL PLAN OF MAPUPAYAS DIVERSION DAM	
DRAWING NO.	INIS - 004
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



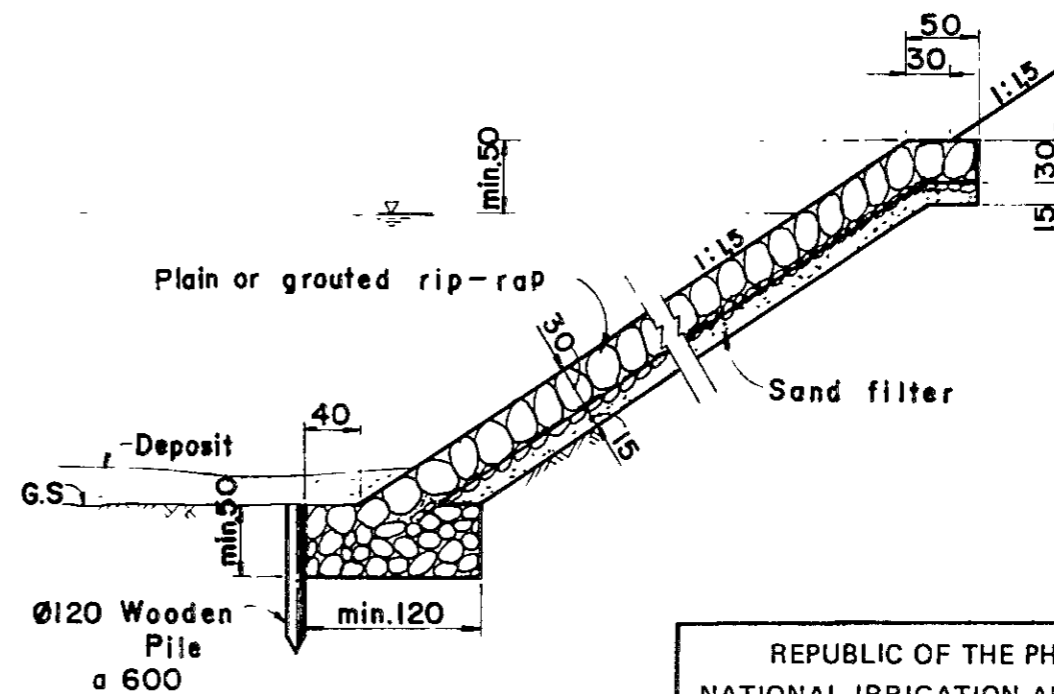
TYPICAL SECTION FOR INCLINED GROUND SURFACE



CONCRET LINNING

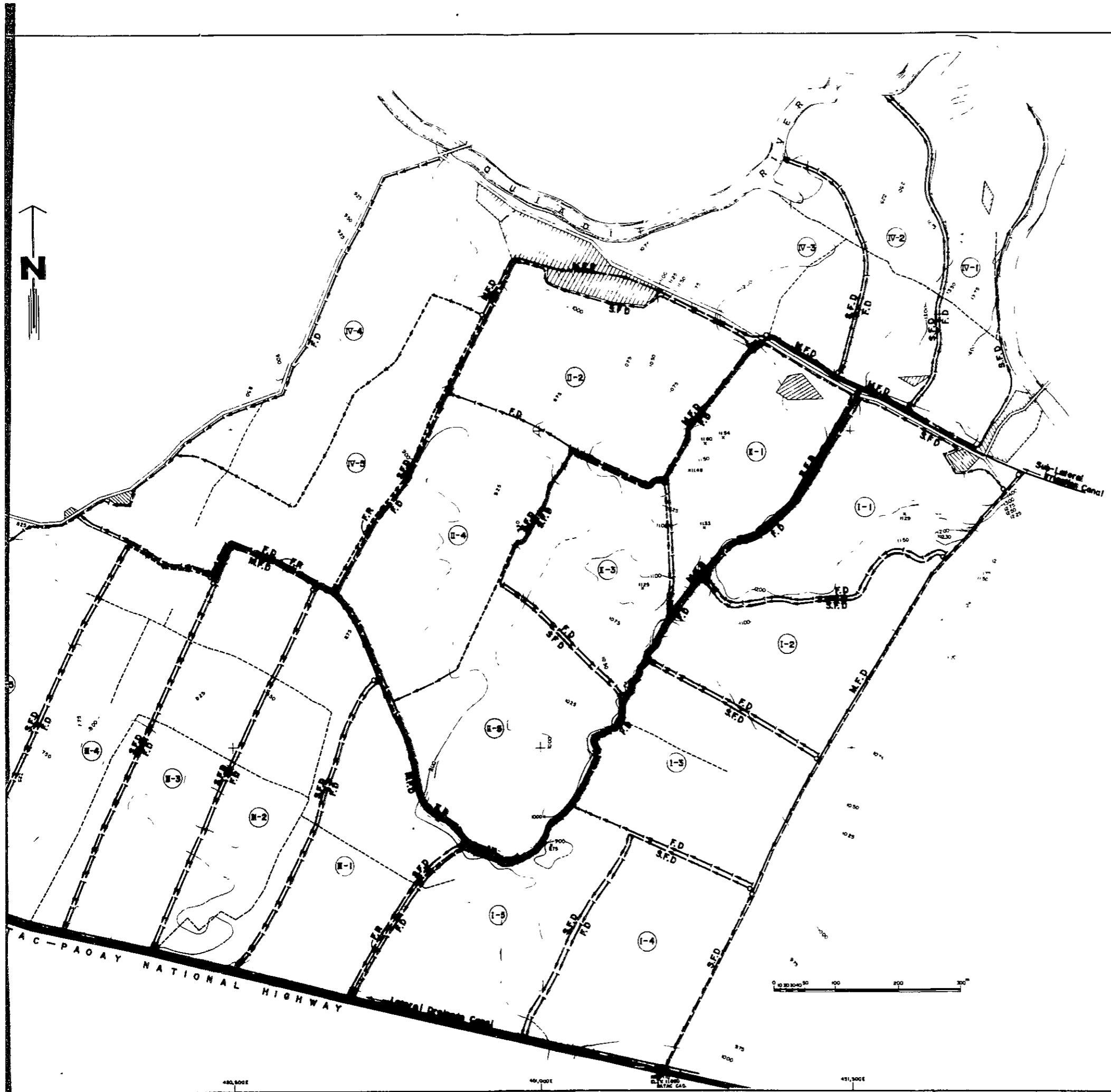


TYPICAL SECTION FOR FLAT GROUND SURFACE



GRAVEL PAVEMENT

REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP TYPICAL SECTION OF IRRIGATION CANAL	
DRAWING NO.	INIS - 005
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



- Lateral Irrigation Canal or Sub-Lateral Irrigation Canal
- Main Farm Ditch (MFD)
- Main Farm Ditch (MFD) Using Existing Canal
- Supplementary Farm Ditch (SFD)
- Supplementary Farm Ditch (SFD) Using Existing Canal
- Turn-Cut
- Diversion Box
- Farm Drain (FD)
- Farm Drain Using Existing Canal (FD)
- Lateral Drainage Canal
- Farm Road (FR)
- Residential Area
- Orchard
- Rotational Area NO
- Rotational Unit NO

REPUBLIC OF THE PHILIPPINES NATIONAL IRRIGATION ADMINISTRATION	
INIP LAYOUT OF ON-FARM FACILITY (PAOAY AREA)	
DRAWING NO.	INIS - 006
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

1-78-218

