



## 第 12 章 工事計画および工事費



## 第12章 工事計画及び工事費

	頁
12.1 工事計画及び工事工程 .....	12-1
12.1.1 基本的条件 .....	12-1
12.1.2 工事計画および工事工程 .....	12-8
12.2 工事費 .....	12-20
12.2.1 基本事項 .....	12-20
12.2.2 工事費 .....	12-27

## List of Figures

- Fig. 12-1 Transportation Route
- Fig. 12-2 Distribution Line for Construction
- Fig. 12-3 Location of Temporary Facilities
- Fig. 12-4 Construction Schedule
- Fig. 12-5 Plan of Access Road

## List of Tables

- Table 12-1 Principal Civil Works
- Table 12-2 Principal Machinery
- Table 12-3 Labor Cost
- Table 12-4 Material Unit Price
- Table 12-5 Estimated Construction Cost
- Table 12-6 Fund Requirement in Each Year



## 第12章 工事計画及び工事費

### 12.1 工事計画及び工事工程

#### 12.1.1 基本条件

本計画で建設が予定されている主な構造物は次の通りである。

名 称	型 式	諸 元
ダ ム	コンクリート重力式	高 さ 120.00 m 体 積 390,000 m <sup>3</sup>
水 路		
取 水 口	鉄筋コンクリート造り 傾 斜 型	高 さ 55.50 m 幅 8.50 m
導 水 路	圧力トンネル式 円 型	内 径 2.80 m 延 長 8,686 m
調圧水槽	制水口型	上部水室 内径10m 高 15.00m 立 坑 内径 5 m 高 88.50m
水圧管路	露出型、一部 区間トンネル埋設	内 径 2.8m~1.0m 延 長 2,601m - 1 条 23m - 2 条
発 電 所	鉄筋コンクリート造り 半地下式	幅 24.5m 長さ 45.0m 高 32.6m
放 水 路	暗 渠 式	内 径 3.3m, 3.2m 延長 315m

本プロジェクトの工事工程の立案に際して、検討に必要な気象、交通等の基礎的条件は次の通りである。

#### (1) 気 象

本プロジェクトにおける気象状況は、第6章に述べられている通りである。

建設工程は、工事が年間（工事有効日数を276日として）を通して、作業が可能であると仮定して計画することとした。



## (2) 工事用資材及び機器の輸送

### i) 輸送ルート

資機材の輸送ルートは、ダム地点へのルートと発電所地点へのルートとそれぞれ別の輸送ルートを採用するのが経済的と考える。何故なら、ダム地点から、発電所へ至るルートは、現在ジープが乾期中のみかろうじて走行が可能な状況であり、これを重量物の運搬が可能とする道路に改修するためには、多大の費用を要するものと思料されるからである。

ダム地点への資機材の搬入ルートは、San Jose市を起点とした場合、Cartago市-San Marcos-San Pablo 経由のルートと Aserri-San Pablo 経由のルートと 2 ルートがあるが、San JoseからSan Pabloに至る道路は、どのルートを通っても、幅員、縦断勾配及び舗装等、重量物輸送上、支障となるものは無い。但し、橋梁については再調査が必要である。

San Pabloからダム地点に至る区間は、山岳部であるため部分的に急勾配および急曲部があるため、既設の道路の改修及び一部道路の新設を要する。

特にSan Rafael川を横断する地点からダム地点に至る区間は、一部既設道路を拡幅等の改修をして利用するが、大部分は、Pirris川に沿って道路を新設することにする。

発電所地点へのアクセスは、上記の如く、ダム地点からの既設道路が不良であることから、太平洋側の地方道143号を通りParritaを経由して入らざるを得ないと考える。San Jose或いはCaldera港からParritaに至る区間は、資機材運搬上問題はない。しかし、ParritaでPirris川を横断するN型トラス橋は、許容重量が25トン程度と推察されることから、橋梁の補強或いは、別途新設する必要があると思われる。

Parritaより発電所地点までの区間は、全般的に狭く、路盤が軟弱である。特に山間部は急な坂道を形成していることが多い。このことから、この区間は、既設道路の拡幅、路盤の補強等の改良が必要であり、また、道路縦断勾配の確保のため、急勾配区間では、道路を新設する必要がある。

Fig. 12-1 に輸送ルートを示す。

## ii) 港湾施設

外国からの資機材の荷揚港としては、Caldera港（太平洋）とLimon港（Caribe海）が主たるものである。本プロジェクトの場合、位置的に見てCaldera港が主な荷揚港となると考える。

Caldera港は、Pirris発電所地点から、北西約123km、San Joseからは西方92kmに位置する。

Caldera港は1980年代に完成したもので、全長約400mの埠頭には、2万ト、1万トおよび5千ト級の貨物船の同時接岸が可能である。荷揚設備としては、120ト移動式クレーンと5トのフローティングクレーンを有する。また荷物置場として9,600㎡の敷地を有し、更に12,600㎡の倉庫がある。これらの設備は、当該プロジェクトに要する資機材の輸入港として十分な機能を備えているものである。陸揚げされた資機材は、トレーラーにより、ダム関係はSan Jose経由で、発電関係の機器は太平洋岸沿いの国道（4号線）を南下し、Parrita経由で、それぞれのプロジェクト地点へ搬入される。

一方、Limon港は、San Joseから東方約162kmのところに位置する。荷揚設備としては、45トのクレーンと59,800㎡の荷物置場および5,280㎡の倉庫（Aleman 棧橋）を有する。

### (3) 工事用資機材

建設工事に必要な主な資材は次の通りである。

#### i) セメント

セメントは、Costa Ricaで生産されている。Costa Ricaにおけるセメント工場の主たるものは、2社で、CartagoとGuanacasteに有り、普通ポルトランドセメントが製造されている。その製造能力は、それぞれ5万ト/月と3.5万ト/月である。本プロジェクトの必要セメント量は供給出来るものである。フライアッシュは、使用例は無く、必要なら輸入しなければならない。

#### ii) コンクリート用骨材

コンクリート用骨材は、Pirris川流域内には適当な天然の骨材が存在しないため、各工事場所毎に、製造するものである。ダム、取水口および導水路上口工事は、ダム直上流Pirris川右岸に位置する原石山より材料を採取し、骨材プラントにより砂利及び砂を製造する。

なお、河流処理工事に用いるコンクリート骨材は、仮排水トンネルの掘削礪を利用して仮の骨材プラントにより製造する。導水路下口、調圧水槽及び発電所等のコンクリート骨材は、発電所が河床段丘上に位置することから、この掘削礪より製造する予定である。もし、この段丘堆積物が大転石で構成されている場合は、碎石に費用を要することから別途原石山及びトンネル掘削礪からの製造を考える必要がある。

#### iii) 鋼材

Costa Ricaには、製鉄所は無く、鋼材の加工工場のみである。従って、鋼材の大部分は輸入することとなる。

### (4) 工事用電源

Pirris発電所およびダムの建設工事に必要な工事用電源の供給地点は調査の結果次のとおりとなる。発電所地点から最も近いICEまたはICE関連の配電会社の配電線を調べたが供給可能な範囲には適当な供給点が無かった。特にPuntarenasにあるBarranca変電所からの34.5kV配電線が延々と太平洋側の海岸を通っているが、各町にも変電所が無く柱上変圧器のみで需要家に供給している。

従ってParrita地点から分岐してPirris発電所地点迄配電線を持って行くことは

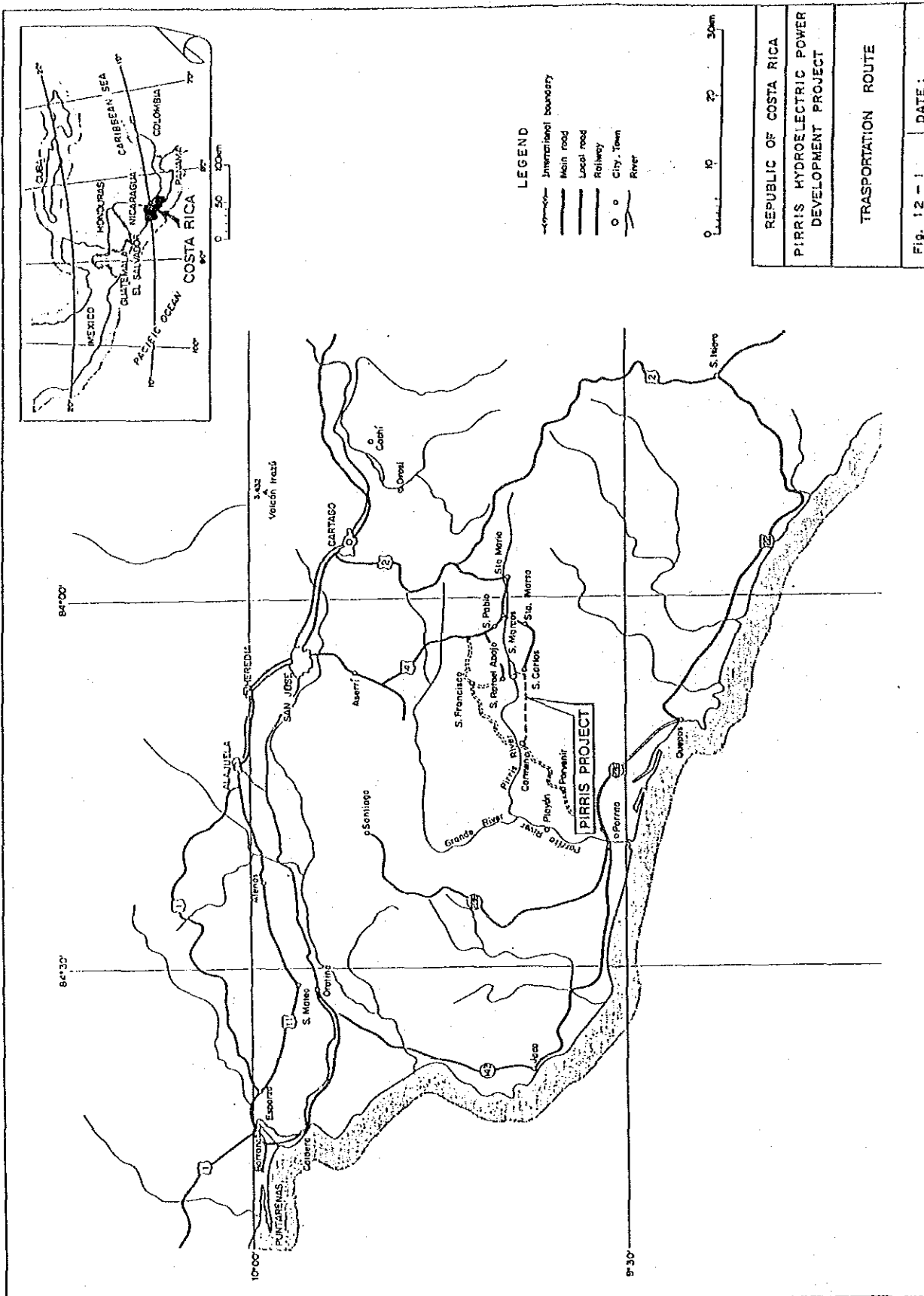
技術的に不可能である。

ダム地点の側からの電源の供給について調査したところ幸いに Fig.12-2 に示すとおり、San Pabloに近い所にあるCoopesantos配電会社の所有するLa Lucha変電所があった。この変電所の電源はICEのConcavas変電所より138kVより降圧した34.5kV1回線の本柱設備である。変電所の受電容量は将来を見越すとコーヒーの収穫と処理に必要な動力用電源で建設用の電源約6,000kVAを供給する余裕は無い。従って Fig.12-2 に示すとおり本プロジェクトの建設のためにConcavas変電所とLa Lucha変電所間に既設配電線と並行してもう一回線増設する。この距離はおよそ20kmである。

La Lucha変電所からPirris計画地域への工専用電力の供給は、34.5kVの3相一回線の配電線を新設することによって行うものとする。

新設の工専用配電線の延長は、La Lucha変電所～ダム地点間で20km、ダム地点～発電所地点間は約20kmで、合計40kmとなる。更に各工事地点への電力供給は、ダム区域においては、ダム地点よりキャンプ地点、ダム、取水口及び上流側導水路トンネル用作業横坑へと配電線と変台を新設し配電する。また発電所地点からは下流側導水路トンネル作業横坑、調圧水槽及び発電所の各工事地点にダム同様に配電線及び変台を設けて配電する。

建設が終了した後は、これらの配電線設備は発電所～ダム間の管理用電源配電線として転用する。



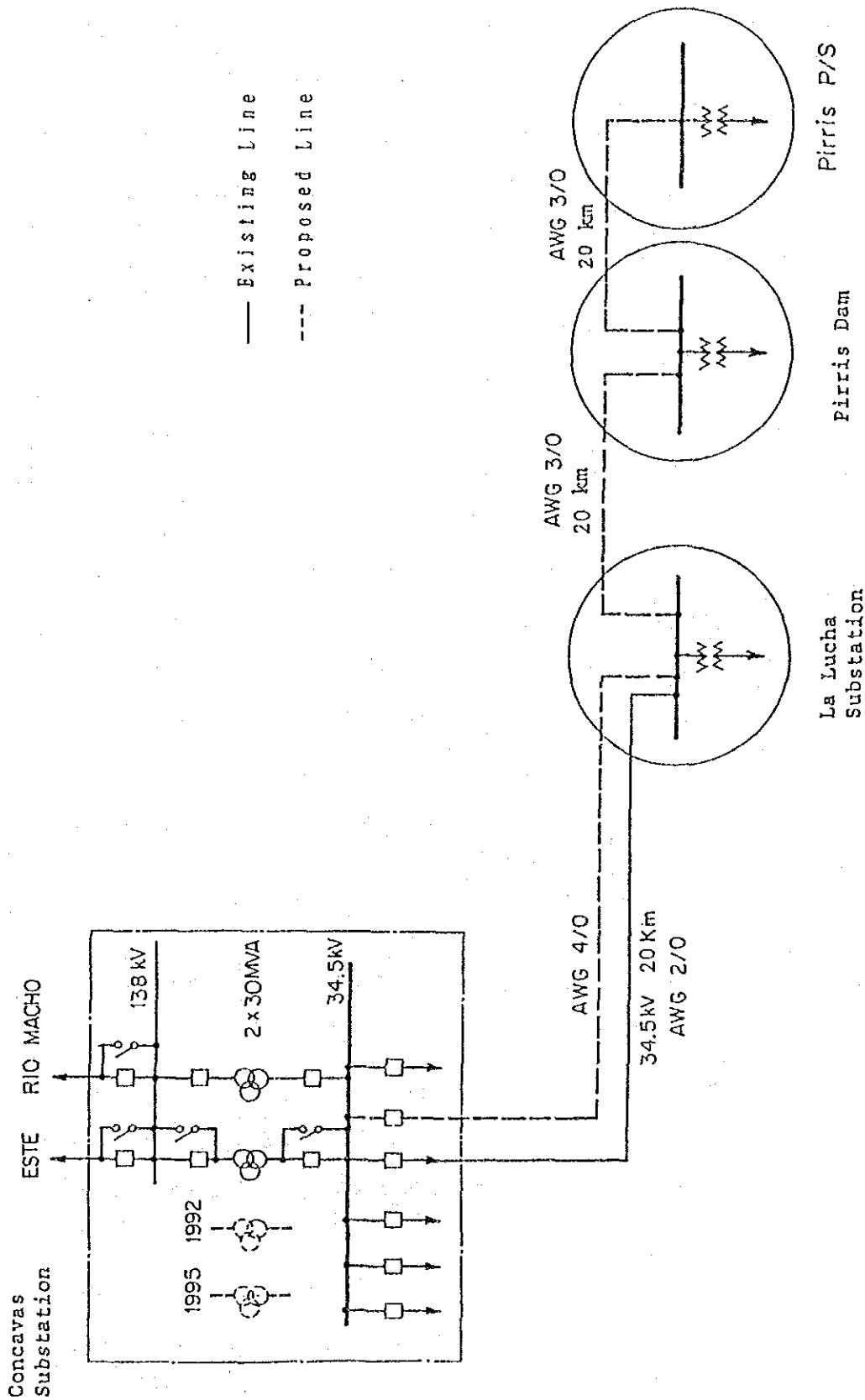


Fig. 12-2 Distribution Line for Construction

### 12.1.2 工事計画および工事工程

本プロジェクトの運開年を2001年とすると、追加地質調査、詳細設計など請負契約に必要な諸準備作業及び建設工事を以下に示すスケジュールに従って実施する必要がある。

Item	Period
1. Feasibility Study.	Dec. 1989 - Sep. 1992
2. Further Investigation Works.	Oct. 1991 - Apr. 1993
3. Final Design.	Oct. 1992 - Sep. 1994
4 Request ICE to MIDEPLAN	Jun. 1992 - Dec. 1992
5. Finance Formalities	Oct. 1993 - Sep. 1994
6. Approval Congress	Sep. 1994 - Sep. 1995
7. Bidding and Award of Contract for Construction	Oct. 1994 - Apr. 1996
8. Construction	May 1996 - Apr. 2001

本プロジェクトの主な土木工事の数量を Table 12-1 に示す。またダムおよび導水路トンネルでの工事最盛期に使用されるであろう工事機械類を Table 12-2 に示す。

本プロジェクトの工期は、工事の規模および構造物のレイアウト等を考慮して検討した結果、アクセス道路工事および工事用送電線工事を別途、本工事の着工前に施行するという条件で、5年と見積もられた。

建設のための仮設備の位置を Fig.12-3 に、工事工程を Fig.12-4 に示す。

工事計画および工事工程の概要は次の通りである。

なお、本工事計画は、合宿、事務所及び工事用電源等の仮設備ならびにダム、発電所へのアクセス道路（永久道路）が、本工事を着手する時点には完成しているものと仮定して立案したものである。

Table 12-1 Principal Civil Works

Item	Description	Civil Works	
Care of River Diversion Tunnel	D = 6.5 m, L = 330 m	Tunnel Ex.	15,900 m <sup>3</sup>
		Lining Con.	3,300 m <sup>3</sup>
Coffer Dam	Upstream H = 20 m	Concrete	3,300 m <sup>3</sup>
	Downstream H = 5 m	Concrete	600 m <sup>3</sup>
Dam	Arch gravity dam	Excavation	350,000 m <sup>3</sup>
	H = 120 m	Concrete	390,000 m <sup>3</sup>
Power Intake	Inclined type	Ex.	63,000 m <sup>3</sup>
	Qmax. 18 m <sup>3</sup> /sec	Con.	5,100 m <sup>3</sup>
Headrace Tunnel	Pressure tunnel Qmax. 18 m <sup>3</sup> /sec	Tunnel ex.	84,000 m <sup>3</sup>
	D = 2.8 m, L = 8,690 m	Lining con.	30,300 m <sup>3</sup>
Surge Tank	Orifice type Upper chamber D = 10 m	Shaft ex.	4,800 m <sup>3</sup>
	Shaft D = 5 m	Lining con.	1,700 m <sup>3</sup>
Penstock	Exposure and embedded in the tunnel of partinary		
	D = 2.8 m ~ 2.1 m 2,600 m x 1 line	Ex. in open	131,500 m <sup>3</sup>
		Ex. in tunnel	10,400 m <sup>3</sup>
	D = 1.0 m 23 m x 2 lines	Con.	11,000 m <sup>3</sup>
Powerhouse	Semiunderground type	Ex.	232,000 m <sup>3</sup>
	W = 24.5 m x L = 45.0 m	Con.	24,000 m <sup>3</sup>
	H = 32.6 m		
Tailrace	Culvert D = 3.3 m, 3.2 m	Ex.	164,000 m <sup>3</sup>
	L = 320 m	Con.	2,400 m <sup>3</sup>
Switchyard	Outdoor type	Ex.	31,100 m <sup>3</sup>
	100 m x 86 m	Con.	500 m <sup>3</sup>



Table 12-2 Principal Machinery

1. Equipment for Dam Construction

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
<b>Excavation Works</b>				
Bull dozer	26 ~ 36 ton class	230 ~ 290	30 ~ 40	4
Wheel loader	Bucket 2 m <sup>3</sup>	155	12.4	4
Dump truck	20 ~ 30 ton class	290 ~ 470	20 ~ 30	25
Crawler drill	Drifter 180 kg Air consump. 17 m <sup>3</sup> /min		5.1	4
Leg drill	Jack 40 kg class, Air consump. 3 m <sup>3</sup> /min		0.04	8
Compressor	Discharge 9 m <sup>3</sup> /min	75 kW	2.6	8
Water pump	Discharge 0.5 m <sup>3</sup> /m	3.7 kW	0.2	2
<b>Concrete Works</b>				
<b>(1) Quarry</b>				
Bulldozer	26 ~ 36 ton class	230 ~ 290	30 ~ 40	4
Wheel loader	Bucket 2 m <sup>3</sup>	155	12.4	4
Dump truck	30 ton class	470	27	11
Crawler drill	Drifter 180 kg Air consump. 17 m <sup>3</sup> /min		5.1	2
Compressor	Discharge 9 m <sup>3</sup> /min	75 kW	2.6	4
Water pump	Discharge 0.5 m <sup>3</sup> /m	3.7 kW	0.2	1
<b>(2) Crushing Plant (160 ~ 190 ton/hr)</b>				
Joe crusher	Entrance 100 x 120 cm	130 kW	90	1
Corn crusher	Mantle 130 cm	95 kW	29	2
Rod mill	Drum 240 x 360 cm	260	71	1
Vib. feeder	220 ton/hr	5	3	2
Apron feeder	150 x 400 cm	8	21	1
Belt-conveyer, others	(L.S.)			1
Water pump	q = 4 m <sup>3</sup> /min h = 30 m	37	0.75	3

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
<b>(3) Batching Plant (120 ~ 150 m<sup>3</sup>/hr)</b>				
Mixer	Automation, Forced mixing type 1.5 m <sup>3</sup> , 75 m <sup>3</sup> /hr	72 kW	44	2
Cement silo	1,000 ton, 60 t/hr	1.5 kW	69	2
Water pump	q = 4 m <sup>3</sup> /min h = 30 m	37 kW	0.75	2
<b>(4) Transportation (120 m<sup>3</sup>/hr)</b>				
Truck mixer	4.5 m <sup>3</sup>	290	9.2	8
<b>(5) Placing (120 m<sup>3</sup>/hr)</b>				
Diesel car	6 ton class	78	6	2
Dolly	Capa. 6 m <sup>3</sup>	-	6.7	2
Cable crane	One tower swing Capa. 20 ton	890 kW	440	1
	Fixed type Capa. 9 ton	175 kW	77	1
Bucket	Capa. 6 m <sup>3</sup>	-	4.2	2
	Capa. 3 m <sup>3</sup>	-		2
Vibrator	(L.S)			
Water pump	Capa. 2 m <sup>3</sup> /min	110 kW	1	2
<b><u>Cooling Works</u></b>				
Cooling plant	Refrigerating pla Capa. 200 JRT	180 kW	5.4	1
<b><u>Grouting Works</u></b>				
Boring machine	KT-1 (KOUKEN) Capa. 27 m/min	5 kW	0.3	2
Grout pump	Capa. 30-70 l/min	3.7 kW	0.2	2
Grout mixer	Mixer 200 liter	2	0.2	2

2. Equipment for Headrace Tunnel (For half section of the tunnel between Adit-B and Adit-C)

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
<b><u>Tunnel Excavation Works</u></b>				
<b>(1) Drilling Works</b>				
Drill jumbo, 2 booms, Rail type				
Air driving	Drifter 90 kg class	49.30	7.00	1.00
Compressor	Stationary type 22 m <sup>3</sup> /hr	125 kW	-	1.00
<b>(2) Mucking Works</b>				
Tractor loader, Rail type				
Air driving	Bucket .35 m <sup>3</sup>	18.00	8.50	1.00
Shuttle car	Capa. 20 m <sup>3</sup> Gauge 762 or	18 pc/or 22 kW	23.00	1.00
Cherry picker				1.00
<b>(3) Transportation Works (Inside of the tunnel)</b>				
Battery car	6 ton car	24.00 kW	7.10	2.00
Trolley	Capa. 4.5 m <sup>3</sup>	-	3.00	5.00
Chiplar				1.00
<b>(4) Supporting Works</b>				
Shotcrete and Rockbolt method will be applied.				
Shotcrete	Capa. 4 m <sup>3</sup> /hr	30.00	0.60	1.00
Concrete pump (HATH)	Portable type kW Capa. 10 m <sup>3</sup> /hr	20.4 kW	7.50	1.00
<b>(5) Transportation Works (Outside of the tunnel)</b>				
Dump truck	Capa. 11 ton	240.00	11.00	2.00
<b>(6) Disposal area</b>				
Bull dozer	Capa. 20 ton	160.00	16.20	1.00
<b><u>Lining Concrete Works</u></b>				
Concrete plant	Capa. 10 m <sup>3</sup> /hr Tilting mixer	7.5 kW	1.40	1.00
Cement silo	Capa. 50 ton	.75 kW	6.20	1.00
Concrete pump	Capa. 10 m <sup>3</sup> /h	22 kW	1.40	1.00

Name	Specification	Power (ps)	Weight (ton)	Number
Agitator car	Capa. 3 m <sup>3</sup>	11 kW	4.00	2.00
Crashing plant	Capa. 120 m <sup>3</sup> /hr Common use			1.00
<b><u>Consolidation Grouting Works (Around Tunnel)</u></b>				
Drilling	Boring machine	10.00	0.44	1.00
Grout pump				1.00
Grout mixer				1.00
<b><u>Mortar Injection Works</u></b> (Gap between lining conc. and rock)				
Grout pump	0.8-1.2 m <sup>3</sup> /hr	25.00	3.10	1.00
Grout mixer				1.00

## 第1年次

### i) 仮設備

各工事の着手に先立って、施工業者自身のための合宿、事務所及び各工事区域へのアクセス道路、例えば既設道路より導水路トンネルの各作業横坑までの道路、コンクリートプラント、骨材プラント及び工所用電源の配電設備等の工事に必要である諸設備が建設される。

### ii) 河流処理

ダムの建設のため、河流転流工事を行う。転流は仮排水路トンネル（内径 6.5m、延長 330m、1条）により行うものとする。仮排水路トンネルの掘削は、トンネル坑口へのアクセス道路及びPirrls川渡河設備（仮橋）の完成後、直ちに着手する。このトンネル掘削礫はコンクリート用骨材として使用出来るよう所定の場所へ運搬し、貯蔵しておくこととする。このトンネルの掘削は、第1年次内に完成するようにする。またこの間に、次年度のトンネル巻立コンクリート工事のため、骨材プラント及びコンクリートプラントの工事を行うものとする。

### iii) 導水路トンネル

本プロジェクトにおいて、工期を左右するものは、導水路トンネル工事である。従って、本工事は出来る限り早期着工が望まれる。このため、3ヶ所の作業横坑が、坑口へのアクセスが可能となった時点で開始するものとする。作業横坑トンネルの断面は、上、下流トンネルの礫出しの便宜及びトンネル内換気設備（換気ダクト）等のスペースを確保するために、内径 3.5mとした。延長は最長作業横坑で470mとなる。これらの作業横坑の掘削は、3～4ヶ月以内に完成させるものとする。

導水路トンネルの掘削は、各作業横坑の掘削完了後、引き続いて行われる。

トンネルの掘削礫は、一部コンクリート骨材として利用される。

### iv) 調圧水槽

アクセス道路（永久道路）が事前に完成しているため、工事は直ちに開始出来る。

第1年次は、立坑上部の明り掘削を行うものとする。

#### v) 水圧管路

鉄管路はトンネル部と明り部に分けられる。工事は先ず、上部鉄管路トンネルの掘削（ $D=3.1\text{m}$ 、 $L=330\text{m}$ ）が、トンネル掘削に必要なコンプレッサー、給水設備等の坑外設備の完成後開始される。この早期着手の目的は、このトンネルが調圧水槽立坑掘削の礮出しトンネルとして利用価値が高いためである。

一方、明り工事は、アクセス道路及び工事に必要な諸設備（修理工場、倉庫、土捨場等）の完成後開始する。

#### vi) 発電所及び放水路

道路が既存するので、本工事に直ちに着手出来る。

本年度は掘削（明り）と、骨材プラント及びコンクリートプラントなどの工事をを行うこととする。

掘削礮は、コンクリートの打設（発電所周壁、放水路カルバート）後、埋戻材料として使用する。

### 第2年次

#### i) 河 流 処 理

仮排水路トンネルのコンクリート巻立工事をを行う。

トンネルコンクリート巻立が完了次第、第1次締切を行って河流の転流を行う。

第1次締切は、自然材料の土石を利用して行う。転流後、直ちに上流及び下流の締切ダムの築造を行う。締切ダムはいずれもコンクリート重力式である。

#### ii) ダ ム

河流転流後、直ちにダムの掘削に着手する。

掘削礮は、ダム下流の土捨場へ運搬・廃棄される。

#### iii) 取 水 口

上流側締切ダム完成後、取水口の明り掘削を行う。

iv) 導水路トンネル

トンネルの掘削を引続いて行う。

v) 調圧水槽

立坑の掘削を行う。立坑の掘削は、最初に礫出し立坑（1.5m×1.5m）を導水路トンネル天端まで掘り下り、この礫出し立坑完成後、調圧水槽本体立坑を規定断面に切拡げ、順次掘り下げるものとする。

vi) 水圧管路

明り掘削を引続き行うと共に、固定台及び支台等のコンクリートを開始する。

vii) 発電所および放水路

明り掘削を引続き実施する。

第3年次

i) ダム

ダム掘削を引続き実施する。ダム範囲内における河床部の掘削が完了した後、岩盤の処理（コンソリデーショングラウチング或いは断層置換えコンクリート）を行い、ダム本体コンクリートの打設を開始する。ダムコンクリートは、打設後の温度上昇の低下及び継目グラウチングを行うため、パイプクーリングを実施する。

ii) 取水口

明り掘削を行う。掘削完了後、取水口トンネルの掘削（D=2.8m、L=30m）を開始する。このトンネルに続く傾斜部（約30m）は下口サイドより掘上るものとする。

掘削が全て完了した後、取水口本体及び周辺擁壁のコンクリートの打設を開始する。

### iii) 導水路トンネル

トンネルの掘削を引続き行う。トンネル掘削完了後、トンネルコンクリート巻立を開始する。型枠は移動式鋼製型枠を用いる。

コンクリートは、各坑口に簡易式バッチャープラントを設備し、製造する。

### iv) 調圧水槽

立坑の掘削を引続き行う。掘削礫は礫出し立坑を通し、上部水圧鉄管トンネルより坑外へ搬出する。

### v) 水圧管路

鉄管の支台及び固定台のコンクリート打設を引続き行うこととする。

### vi) 発電所及び放水路

掘削完了を待って、コンクリートの打設を開始する。

発電所においては、機械基礎及び周壁のコンクリートの打設を行う。

放水路は、暗渠（内径 3.3m、延長 270m）のコンクリートの打設を実施する。

放水路は暗渠コンクリートの打設が終了次第、埋戻しを開始する。

### vii) 送電線

送電線の建設を開始する。

## 第4年次

### i) ダム

基礎処理及びダムコンクリートの打設を続行する。

放流設備を設けるダムブロックが、規定の標高に至った時、放流管（幅1.70m×高さ1.85m－代表的断面）が埋設され、ゲート操作室及びラジアルゲートの据付が開始される。



ii) 取水口

コンクリートの打設が引続き行われる。コンクリート工事完了後、取水口ゲートの戸当り金物及びスクリーン等の据付を行う。

iii) 導水路トンネル

トンネル・コンクリート巻立を引続き行う。

iv) 調圧水槽

立坑コンクリート巻立を行う。

v) 水圧管路

水圧鉄管の据付を開始する。

鉄管の据付は、水圧管路の中心線形及び地形上から5～6の工事ブロックに分割され、それぞれ行われる。鉄管製作工場は、Fig.12-4に示すような位置に設けられるものとする。鉄管は工場からトレーラーにより、各工事ブロックまで運搬され、そこからはインクライン設備によって所定の位置へ運ばれ固定される。

vi) 発電所及び放水路

発電所周壁のコンクリートの打設を引続き実施する。この周壁コンクリート打設完了後、発電所周壁外縁部の埋戻し作業を開始する。発電所の内装工事を開始する。

上記作業が終了後、水車・発電機等の発電所組立室への吊込みのための門型クレーン（標高330m）と、これら電気機器の組立及び据付のための天井クレーン（標高323m）の据付を開始する。

これらクレーン設備完了後、No.1水車・発電機の搬入・組立及び据付を開始する。屋外開閉所の基礎コンクリート工事及び電気機器の据付工事を開始する。

vii) 送電線

送電線の建設を継続する。

## 第5年次

### i) 河 流 処 理

仮排水路トンネルの閉塞を行う。閉塞の時期は発電機器の試運転時期及びPirris川の流況を考慮して決定する。

### ii) ダ ム

ダムコンクリートの打設及びグラウチングを引続き行う。

貯水池湛水開始に備えるため、放流路ゲート（幅1.70m、高さ2.5m）および洪水吐ゲート（幅10m、高さ11.3m、2門）の据付を行う。

貯水池の湛水を開始する。

### iii) 導水路トンネル

トンネル巻立コンクリートの打設を続行する。

巻立コンクリート完了後、グラウチングがトンネル周辺岩盤の補強のために実施される。

グラウチング終了後、各作業坑の閉塞を行う。

### iv) 水 圧 管 路

水圧鉄管の据付を続いて行う。据付が完了後、上部トンネル部鉄管は鉄管と岩盤の間をコンクリートで填充する。なお、鉄管路始点においては、カーテングラウトが導水路トンネル沿いからの漏水が、鉄管路側に流出するのを防止するために、鉄管路トンネル周辺岩盤に実施される。

### v) 発 電 所 及 び 開 閉 所

発電所内装工事を続行する。

発電機器の各種試験を実施する。

### vi) 送 電 線

送電線建設を続行する。あわせて検査を行い、完了を待って充電試験等を実施する。

## 12.2 工事費

本プロジェクトの工事費は、現時点における技術レベルに従って、設計、施工方法および資材等をベースに、更にプロジェクトの地理的条件及びサイトの地質状況を考慮して積算されたものである。建設工事費は下記の如き条件を想定し、積算した。

—— 土木工事の内、アクセス道路及びキャンプ設備はICE自身によって実施されるものとする。

—— 上記を除く他の土木工事、水力機器及び発電機器設備工事（送電線工事を含む）等は、請負業者によって実施されるものとする。

積算時点は1991年1月時点とし、内・外貨の換算レートはUS\$1=105 Colones とする。工事費はUSドルで表示することとする。

### 12.2.1 基本事項

#### (1) 工事費積算項目

##### (a) 土木工事

- 河 流 処 理 : 仮排水路トンネル、上・下流縮切ダム
- ダ ム : ダム本体及び基礎処理（含む 洪水吐及び放流路）
- 水 路 : 取水口、導水路トンネル、調圧水槽  
水圧管路及び放水路
- 発電所及び開閉所 : 土木及び建築工事
- アクセス道路  
（永久道路） : ダム地点及び発電所・調圧水槽地点へのアクセス道路
- キャンプ設備 : 事務所および宿泊設備等
- 工 事 用 電 源 : 工 事 用 送 電 線 等

(b) 水 力 機 器 : ゲート、水圧鉄管、放流設備等

(c) 電 気 機 器 : 水車・発電機、付属機器及び開閉所機器等

(d) 送 電 線 : 送電線建設に係わる一切の費用

(e) 技 術 管 理 費 : プロジェクト管理費、エンジニアリング費、その他

(f) 補 償 費 : 土地・家屋、付替え道路等

(g) 予 備 費 :

(h) 建設中利子 :

## (2) 積算基準

### (a) 土木工事

工事単価は、1991年1月時点における労務者賃金及び資機材の価格をベースにして、Costa Ricaにおいて現在スタディ中の本プロジェクトに類似のプロジェクト及び建設中の水力発電所の工事単価と比較・検討の上、また日本国内における類似地点の工事単価を参考にして決定した。

#### i) 労務者賃金及び資材単価

本工事においては、労務者賃金及び資材単価はCosta Rica国内単価を適用した。但し資材のうち、鋼材等の輸入資材は国際単価を用いた。Table 12-3 及び Table 12-4 に労務及び資材単価を示す。

資材の製造工場あるいは陸上げ港から工事地点までの輸送費用は、ICE提示の単価により計算した。

Table 12-3 Labor Cost

Unit: Colones/hr.

Name	Unit Cost
Foreman	256.0
Miner	235.9
Heavy Machine Ope. (A)	217.6
Light Machine Ope. (B)	124.3
Crane Operator	188.1
Mechanic	164.7
Steel Fixer Welder	139.6
Plumber	195.4
Electrician	195.4
Carpenter	177.6
Driller	161.6
Ditto, Assist.	157.2
Groutman	218.0
Labor	113.7

Table 12-4 Material Unit Price

Unit: Colones

Name	Specification	Unit	Home Production	Importation
Cement				
	Portland	ton	6,570.0	
	Extra fine	ton	7,220.0	
Flyash		ton		8,800.0
Admixture				
	AE agent	kg		520.0
	Water reducing agent	kg		250.0
Shape Steel				
	Angle	ton		82,000.0
	H-beam	ton		66,500.0
	Carbon steel pipe	ton		73,000.0
	Seam welded pipe	ton		81,000.00
Rolled Steel				
	t = 17 mm	ton		57,750.0
	t = 8 to 10 mm	ton		82,950.0
	t = 5 to 7 mm	ton		90,830.0
Steel Bar				
	Round bar (13-44 mm)	ton		50,000.0
	Deformed bar (13-44 mm)	ton		50,000.0
Rock Bolt				
	Deformed bar (22*3,000 mm)	p.c		1,400.0
	Deformed bar (25*3,000 mm)	p.c		1,800.0
Welded Metal Mesh				
	3.2*100*100	m <sup>2</sup>		160.0
	4*100*100	m <sup>2</sup>		220.0

Unit: Colones

Name	Specification	Unit	Home Production	Importation
Fuel and Oil				
	Gasoline	liter	46.2	
	Light oil	liter	41.2	
	Lubrication	liter	127.0	
	Grease	kg	240.0	
Blasting				
	Dynamite	kg		254.0
	ANFO	kg		73.0
	Elec. detona	piece		186.0
	Elec. leads	m		
	Detonating	m		
Bit and Rod				
General	Bit (30-44 mm)	p.c		5,100.0
	Rod (22 mm*2 m)	p.c		7,000.0
Rock-bolt	Bit (36-38 mm)	p.c		11,600.0
	Rod (25 mm* 2.3 m)	p.c		12,400.0
Boring-machine	Metal crown	p.c		3,100.0
	Rod 3 m (33.5-50 mm)	p.c		12,300.0
Wood		m <sup>3</sup>	15,000.0	
Metal Form (for Form work)				
	Flat type (150*1,800 mm)	p.c		1,600.0
	Flat type (300*1,800 mm)	p.c		2,200.0

## ii) 建設機械

主要な建設機械例えばダンプトラック、ブルドーザー、大型トラッククレーン、ケーブルクレーン、バッチャープラント、骨材プラント、冷凍プラント及びボーリング機械等は全て輸入するものである。これらの機械の単価は、日本国内市場価格をベースにして、Caldera港でのC I F価格を仮定して計算した。

工事積算に際しては、機械損料は上記価格に基づいて求めた値と、I E Cの用いている機械損料とを比較の上、調整し用いた。

## iii) アクセス道路

ダム地点及び発電所地点までの道路は、永久的に使用するものであり、また重量物の交通に耐えられる構造を要するため、高速道路に準じた構造とした。

建設工事費の積算はI C Eの建設単価をベースにして行った。

発電所地点より調圧水槽に至る道路は、工事中及び完成後においても、重量物の搬入・搬出は少ないので、簡易舗装型の道路として積算した。

## (b) 水力機器

ゲート、バルブ及び水圧鉄管等は全て輸入するものとした。これら水力機器の単価は、Costa Ricaで建設中の類似プロジェクトの単価及び日本国内の実績をベースにして積算した。

## (c) 電気機器

電気機器類は全て輸入することとする。工事単価は、国際価格の実績を参考にして積算した。

## (d) 送電線

資材・機器は全て輸入とした。工事単価は、I C E積算単価を参考にして、本プロジェクトの地形条件を考慮して計算した。

## (e) キャンプ設備

キャンプ設備は直接土木工事費の6%を計上する。

## (f) 技術管理費

技術管理費は直接工事費の18%を計上する。

## (g) 補償費

補償費は貯水池湛水に伴う家屋、土地及び道路等の水没物件に対しての補償あ



るいは、道路等の付替工事および送電線用地等の費用を含むもので、ICEの積算をベースにして検討し、積算するものとする。

(h) 予備費

予備費は、土木工事費の10%、水門機器、電気工事費、送電線工事費の5%及び技術管理費の10%を計上するものとする。

(1) 建設中利子

建設中利子は外貨ポーションに対し8.5%とし、内貨分は無利子とする。

(3) 内貨・外貨の区分

(a) 土木工事費

セメント、材木及びガソリン等の動力用燃料のみが国産品であり、これらは内貨とする。上記を除く全ての資材は輸入するもので、外貨とする。

建設用機械類は全て輸入で、外貨とする。

(b) 水力機器

全ての水力機器は外貨払いとなるが、荷揚港から工事地点までの陸上輸送費及び据付は内貨とする。

(c) 電気機器及び送電線

電気機器及び送電線鉄塔、ケーブルは外貨とする。国内輸送費及び機器組立・据付の費用は内貨とする。

(d) 技術管理費

技術管理費は内貨89%、外貨11%とする。

(e) 補償費

補償費は、Pirris川とSan Rafael川との合流点直上流部に建設する代替橋梁（橋長約60m）を除く、他の費用は内貨とする。

代替橋梁本体は外貨とし、橋台及び橋脚は内貨とする。

(f) 建設中利子

建設中利子は、内貨分は無利子であるので、外貨分についてのみ計上する。

### 12.2.2 建設工事費

建設工事費の内貨、外貨区分また年度別工事費を Table 12-5 および Table 12-6 に示す。

Table 12-5 Estimated Construction Cost

As of Jan. 1991  
 US\$ = 105 Colones  
 Unit: 10<sup>3</sup> US\$

Items	Description	Total	Foreign Currency	Local Currency
1. Civil Works		99,806.6	54,618.2	45,188.3
	Care of River	2,235.0	1,189.6	1,045.5
	Dam	39,090.3	18,905.5	20,184.7
	Water way	30,472.4	18,805.0	11,667.4
	Power intake	1,114.9	577.6	537.3
	Headrace tunnel	23,770.2	15,055.9	8,714.3
	Surge tank	926.5	496.1	430.4
	Penstock	3,470.9	1,982.3	1,488.6
	Tailrace	1,189.9	693.2	496.7
	Powerhouse, Switchyard	7,041.3	3,676.2	3,365.1
	Powerhouse	5,538.5	2,780.4	2,758.1
	Control building	1,210.0	726.0	484.0
	Switchyard	292.8	169.8	123.0
	Disposal Area	2,182.9	1,515.2	667.8
	Preparatory Works	18,784.7	10,526.7	8,257.9
	Access road	12,028.1	6,336.4	5,691.7
	Camp facility	4,861.3	2,645.5	2,215.8
	Power supply	1,895.2	1,544.8	350.4
2. Hydraulic Equipment		18,457.6	15,145.6	3,312.0
	Gate & Valve	1,394.2	1,180.7	213.5
	Penstock & S.Liner	16,940.3	13,891.0	3,049.3
	Bridge	123.0	73.8	49.2

Items	Description	Total	Foreign Currency	Local Currency
3.	Electromechanical Equipment	22,597.0	20,188.0	2,409.0
	Turbine	6,650.0	5,890.0	760.0
	Generator	6,150.0	5,450.0	700.0
	Transformer	1,680.0	1,490.0	190.0
	Crane etc	3,150.0	2,860.0	290.0
	Control equip.	1,995.0	1,830.0	165.0
	Switchyard	2,260.0	2,080.0	180.0
	Communication equip.	712.0	588.0	124.0
4.	Transmission Line	9,714.0	7,571.0	2,143.0
5.	Total Direct Cost (1+2+3+4)	150,575.1	97,522.7	53,052.3
6	Project Control (Direct cost x 18%)	27,103.5	2,981.4	24,122.1
7.	Compensation	1,522.1	140.6	1,381.5
	House, 4 houses	85.7	0.0	85.7
	Land, reservoir 125 ha	595.2	0.0	595.2
	Land, access road 52 ha	99.0	0.0	99.0
	Land, temporary 30 ha	142.9	0.0	142.9
	Relocation road 4.1 km	117.1	0.0	117.1
	ditto, Bridge 60 m	234.3	140.6	93.7
	Transmission Line 118 ha	247.8	0.0	247.8

Items	Description	Total	Foreign Currency	Local Currency
8.	Contingency	15,229.4	7,905.2	7,324.2
	Civil works x 10 %	9,980.7	5,461.8	4,518.8
	Hydraulic equip- ment x 5 %	922.9	757.3	165.6
	Electromechanical equipment x 5%	1,129.9	1,009.4	120.5
	Transmission Line x 5 %	485.7	378.6	107.2
	Project Controlling x 10 %	2,710.4	298.1	2,412.2
9.	Total Indirect Cost	43,855.0	11,027.1	32,827.9
10.	Total Construction Cost (Total direct cost + Total indirect cost)	194,430.2	108,549.9	85,880.2
11.	Interest During Construction	24,485.3	24,485.3	0.0
12.	TOTAL PROJECT COST (Investment Cost)	218,915.5	133,035.2	85,880.2



Table 12-6 Fund Requirement in Each Year

As of Jan. 1991  
 US\$ = 105 Colones  
 Unit; 10<sup>3</sup> US\$

F.C; Foreign currency, L.C; Local currency, T; Total

Item		-1st year	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	Total	Remarks
1. Civil Works										
Care of River	F.C		639.6	491.6				58.4	1,189.6	Coffer dam and Diversion tunnel
	L.C		379.5	570.7				95.3	1,045.5	
	T		1,019.1	1,062.2				153.8	2,235.0	
Dam	F.C			1,026.0	5,525.2	8,090.5	4,263.8		18,905.5	Dam, Spillway and Outlet works
	L.C			483.5	5,760.0	9,210.6	4,730.7		20,184.7	
	T			1,509.5	11,285.2	17,301.2	8,994.5		39,090.3	
Waterway	F.C		2,561.5	4,807.8	6,937.1	3,080.1	1,418.5		18,805.0	Intake, Headrace tunnel, Surge tank & Penstock
	L.C		1,099.2	2,278.5	4,165.7	2,992.5	1,131.4		11,667.4	
	T		3,660.8	7,086.2	11,102.8	6,072.6	2,550.0		30,472.4	
Powerhouse & Switchyard	F.C		249.1	638.0	1,365.8	1,241.8	181.5		3,676.2	
	L.C		132.8	471.3	1,513.3	1,126.7	121.0		3,365.1	
	T		382.0	1,109.3	2,879.0	2,368.5	302.5		7,041.3	
Disposal Area	F.C		331.9	580.2	582.4	20.7	0.0		1,515.2	Dam, Waterway and Powerhouse
	L.C		153.5	258.6	247.4	8.3	0.0		667.8	
	T		485.4	838.8	829.7	29.0	0.0		2,182.9	
Preparatory Works	F.C	7,002.6	2,944.6	144.9	144.9	144.9	144.9		10,526.7	Access roard, Camp facilities, T.L for Const.
	L.C	5,436.4	2,242.1	144.9	144.9	144.9	144.9		8,258.0	
	T	12,439.0	5,186.8	289.7	289.7	289.7	289.7		18,784.7	
Civil Works Total										
	F.C	7,002.6	6,726.8	7,688.4	14,555.2	12,578.0	6,067.1	0.0	54,618.2	
	L.C	5,436.4	4,007.1	4,207.4	11,831.2	13,483.0	6,223.3	0.0	45,188.4	
	T	12,439.0	10,734.0	11,895.7	26,386.4	26,061.0	12,290.4	0.0	99,806.6	
2. Hydraulic Equipment										
	F.C				1,365.6	7,479.3	6,300.7		15,145.6	Gates & Penstock
	L.C				0.0	1,766.1	1,545.8		3,312.0	
	T				1,365.6	9,245.4	7,846.6		18,457.6	





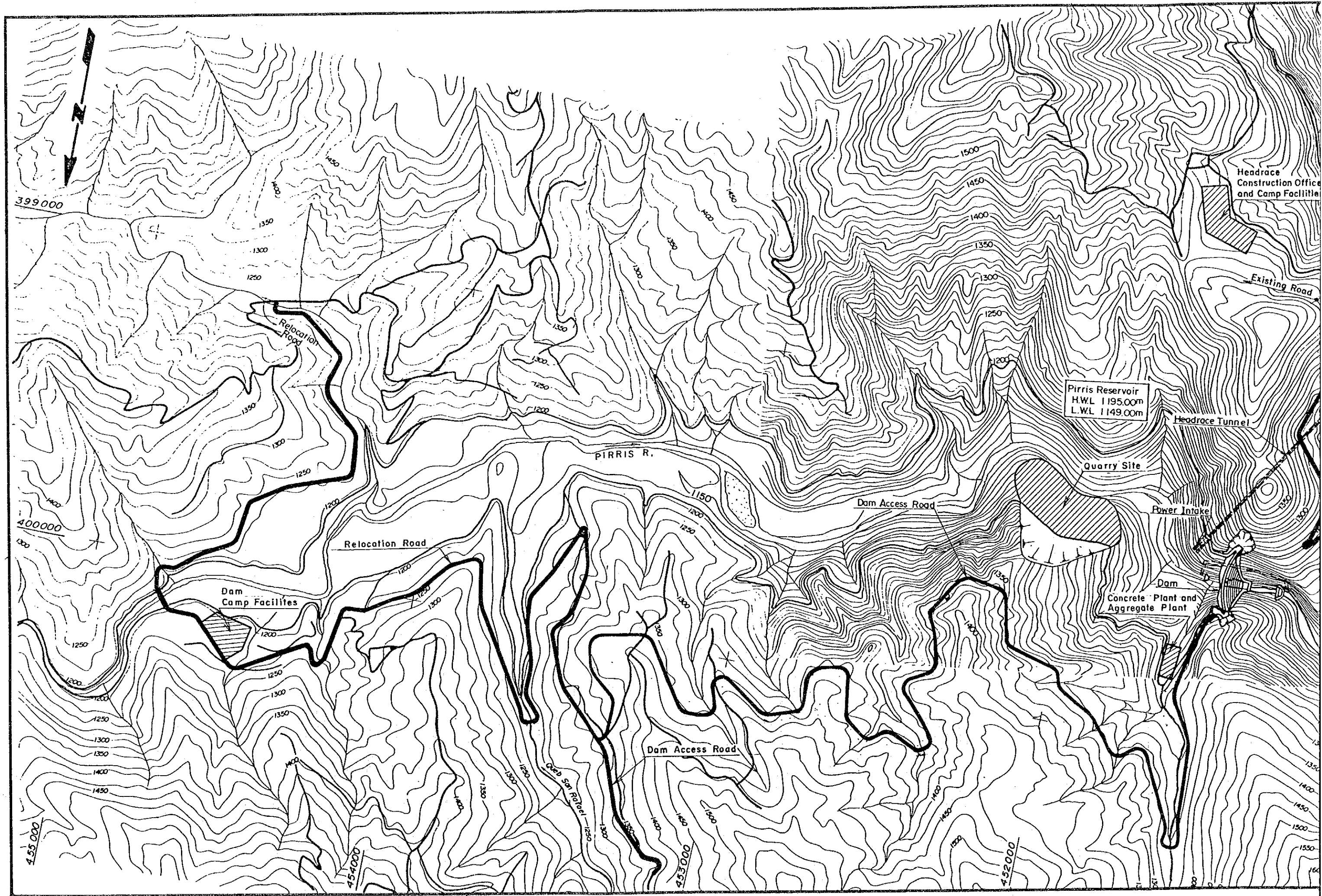
Item		-1st year	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	Total	Remarks
3. Electromechanical Equipment	F.C			3,200.0	838.0	15,680.0	470.0	0.0	20,188.0	
	L.C			0.0	0.0	525.0	1,719.0	165.0	2,409.0	
	T			3,200.0	838.0	16,205.0	2,189.0	165.0	22,597.0	
4. Transmission Line	F.C			1,090.0	4,995.0	849.0	637.0		7,571.0	
	L.C			0.0	643.0	857.0	643.0		2,143.0	
	T			1,090.0	5,638.0	1,706.0	1,280.0		9,714.0	
5. Total Direct Cost (1+2+3+4)	F.C	7,002.6	6,726.8	11,978.4	21,753.9	36,586.3	13,474.8	0.0	97,522.7	
	L.C	5,436.4	4,007.1	4,207.4	12,474.2	16,631.1	10,131.1	165.0	53,052.4	
	T	12,439.0	10,734.0	16,185.7	34,228.0	53,217.4	23,605.9	165.0	150,575.1	
6. Project Control (T.D.C x 18 %)	F.C	246.3	212.5	320.5	677.7	1,053.7	467.4	3.3	2,981.4	
	L.C	1,992.7	1,719.6	2,593.0	5,483.3	8,525.4	3,781.7	26.4	24,122.1	
	T	2,239.0	1,932.1	2,913.4	6,161.0	9,579.1	4,249.1	29.7	27,103.5	
7. Compensation	F.C	0.0	140.6	0.0					140.6	
	L.C	1,077.2	304.3	0.0					1,381.5	
	T	1,077.2	444.9	0.0					1,522.1	
8. Contingency Civil	F.C	700.3	672.7	768.8	1,455.5	1,257.8	606.7	0.0	5,461.8	
	L.C	543.6	400.7	420.7	1,183.1	1,348.3	622.3	0.0	4,518.8	
	T	1,243.9	1,073.4	1,189.6	2,638.6	2,606.1	1,229.0	0.0	9,980.7	
Hydraulic Equipment	F.C				68.3	374.0	315.0	0.0	757.3	
	L.C				0.0	88.3	77.3	0.0	165.6	
	T				68.3	462.3	392.3	0.0	922.9	
Electromecha. Equipment	F.C			160.0	41.9	784.0	23.5	0.0	1,009.4	
	L.C			0.0	0.0	26.3	86.0	8.3	120.5	
	T			160.0	41.9	810.3	109.5	8.3	1,129.9	
Transmission Line	F.C			54.5	249.8	42.5	31.9	0.0	378.6	
	L.C			0.0	32.2	42.9	32.2	0.0	107.2	
	T			54.5	281.9	85.3	64.0	0.0	485.7	
Project Controlling	F.C	24.6	21.3	32.0	67.8	105.4	46.7	0.3	298.1	
	L.C	199.3	172.0	259.3	548.3	852.5	378.2	2.6	2,412.2	
	T	223.9	193.2	291.3	616.1	957.9	424.9	3.0	2,710.4	
Total Contingency	F.C	724.9	693.9	1,015.4	1,883.2	2,563.6	1,023.8	0.3	7,905.2	
	L.C	742.9	572.7	680.0	1,763.6	2,358.2	1,195.9	10.9	7,324.3	
	T	1,467.8	1,266.6	1,695.4	3,646.8	4,921.8	2,219.7	11.2	15,229.4	

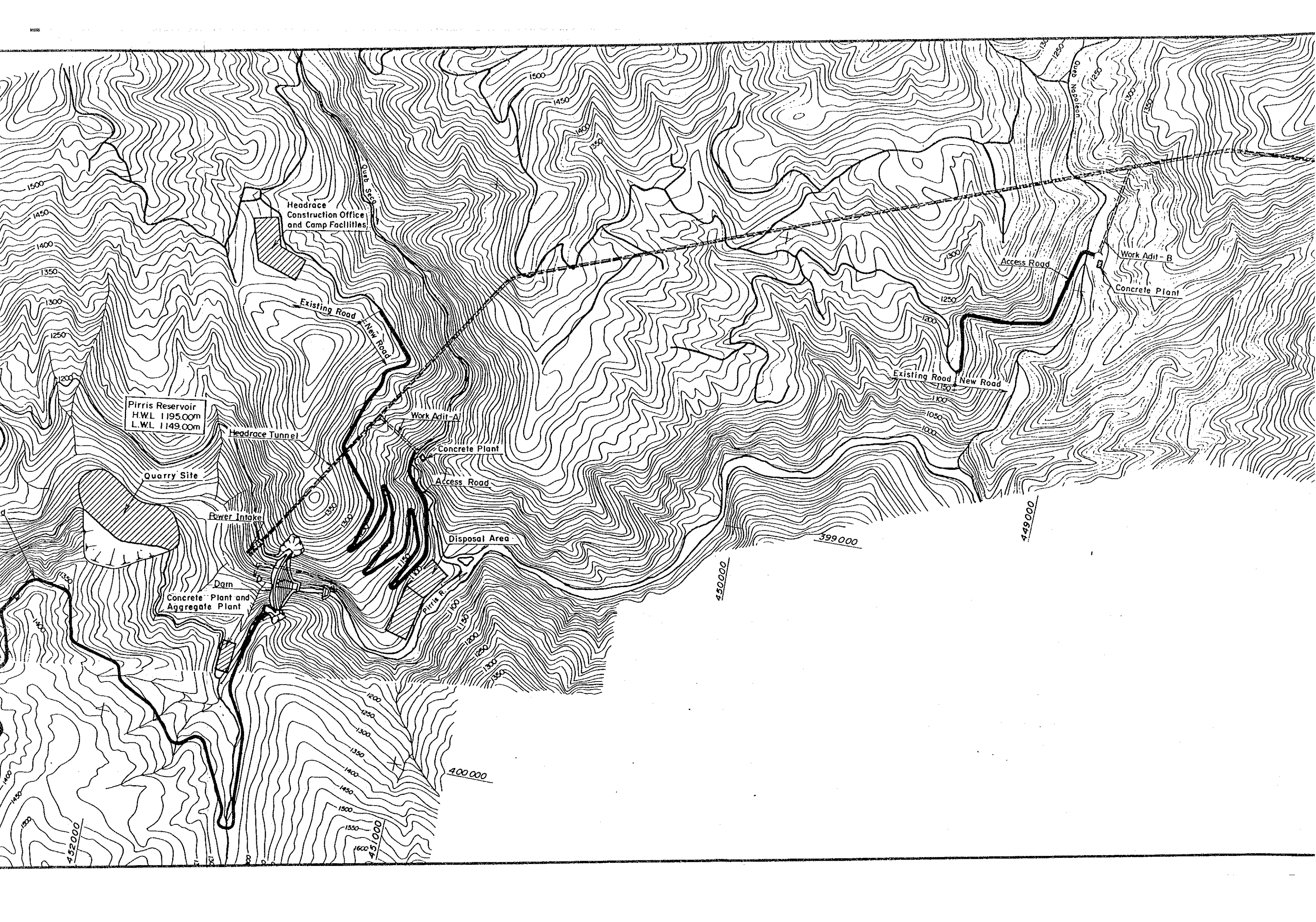


Item		-1st year	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	Total	Remarks
9. Total Indirect Cost (6+7+8)	F.C	971.2	1,047.0	1,335.9	2,560.9	3,617.3	1,491.2	3.6	11,027.1	
	L.C	3,812.9	2,596.5	3,273.0	7,246.9	10,883.7	4,977.6	37.3	32,827.9	
	T	4,784.1	3,643.6	4,608.8	9,807.9	14,501.0	6,468.8	40.9	43,855.0	
10. Total Construction Cost (5+9)	F.C	7,973.8	7,773.9	13,314.2	24,314.8	40,203.6	14,966.0	3.6	108,549.9	
	L.C	9,249.3	6,603.7	7,480.4	19,721.1	27,514.8	15,108.7	202.3	85,880.3	
	T	17,223.1	14,377.5	20,794.6	44,035.9	67,718.4	30,074.7	205.9	194,430.2	
11. Interest During Construction (R=8.5 %)	F.C	338.9	826.7	1,904.4	3,503.6	6,245.7	8,590.4	3,075.6	24,485.3	
	L.C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	T	338.9	826.7	1,904.4	3,503.6	6,245.7	8,590.4	3,075.6	24,485.3	
12. Grand Total (Investment Cost)	F.C	8,312.7	8,600.6	15,218.6	27,818.4	46,449.3	23,556.4	3,079.2	133,035.2	
	L.C	9,249.3	6,603.7	7,480.4	19,721.1	27,514.8	15,108.7	202.3	85,880.3	
	T	17,562.0	15,204.3	22,699.0	47,539.6	73,964.0	38,665.1	3,281.6	218,915.5	

Remarks: Figures in total and grand total do not necessarily correspond to the respective sum because fractions have been rounded off in the course of calculation.







Headrace  
Construction Office  
and Camp Facilities

Pirris Reservoir  
H.W.L. 1195.00m  
L.W.L. 1149.00m

Headrace Tunnel

Quarry Site

Power Intake

Dam  
Concrete Plant and  
Aggregate Plant

Work Adit - A

Concrete Plant

Access Road

Disposal Area

Pirris R.

Access Road

Work Adit - B

Concrete Plant

Existing Road | New Road

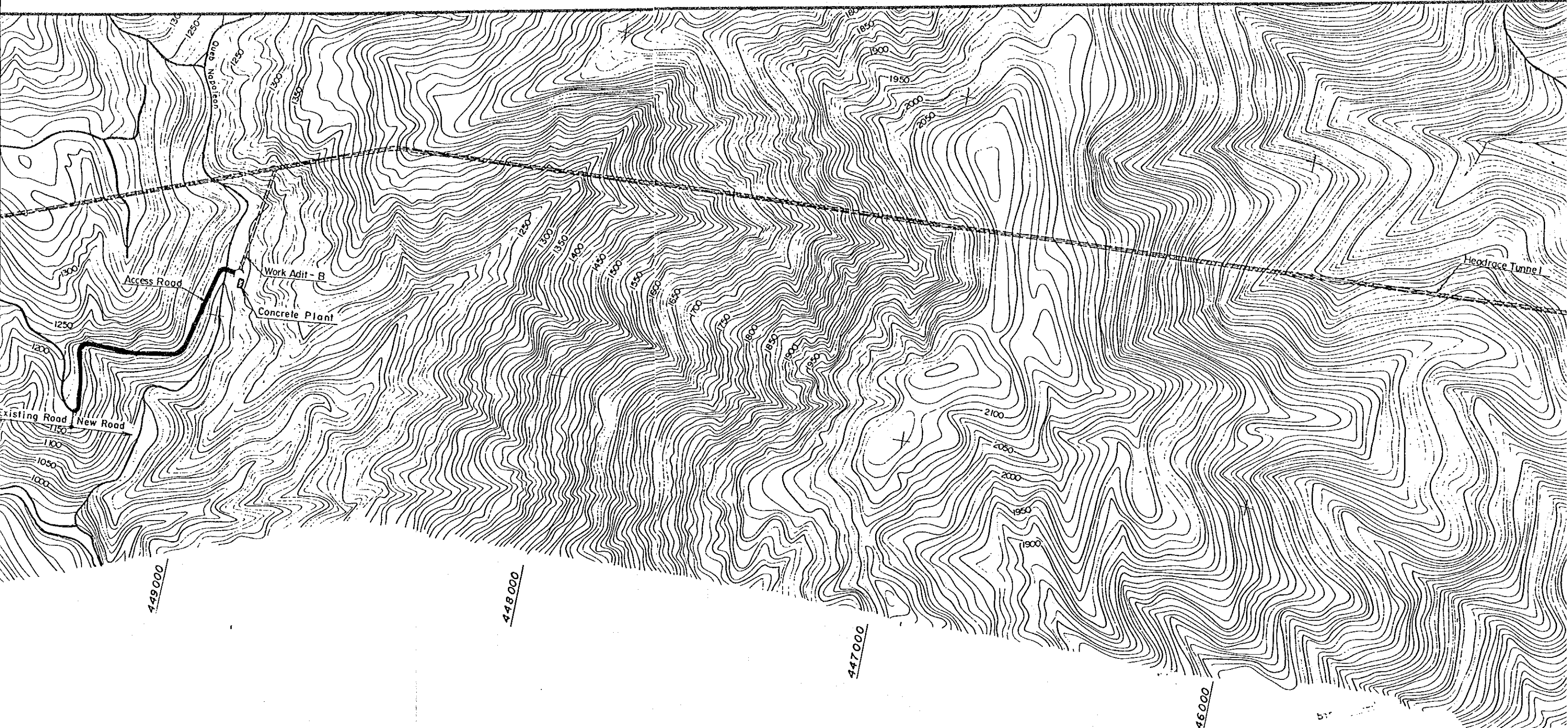
452000

450000

449000

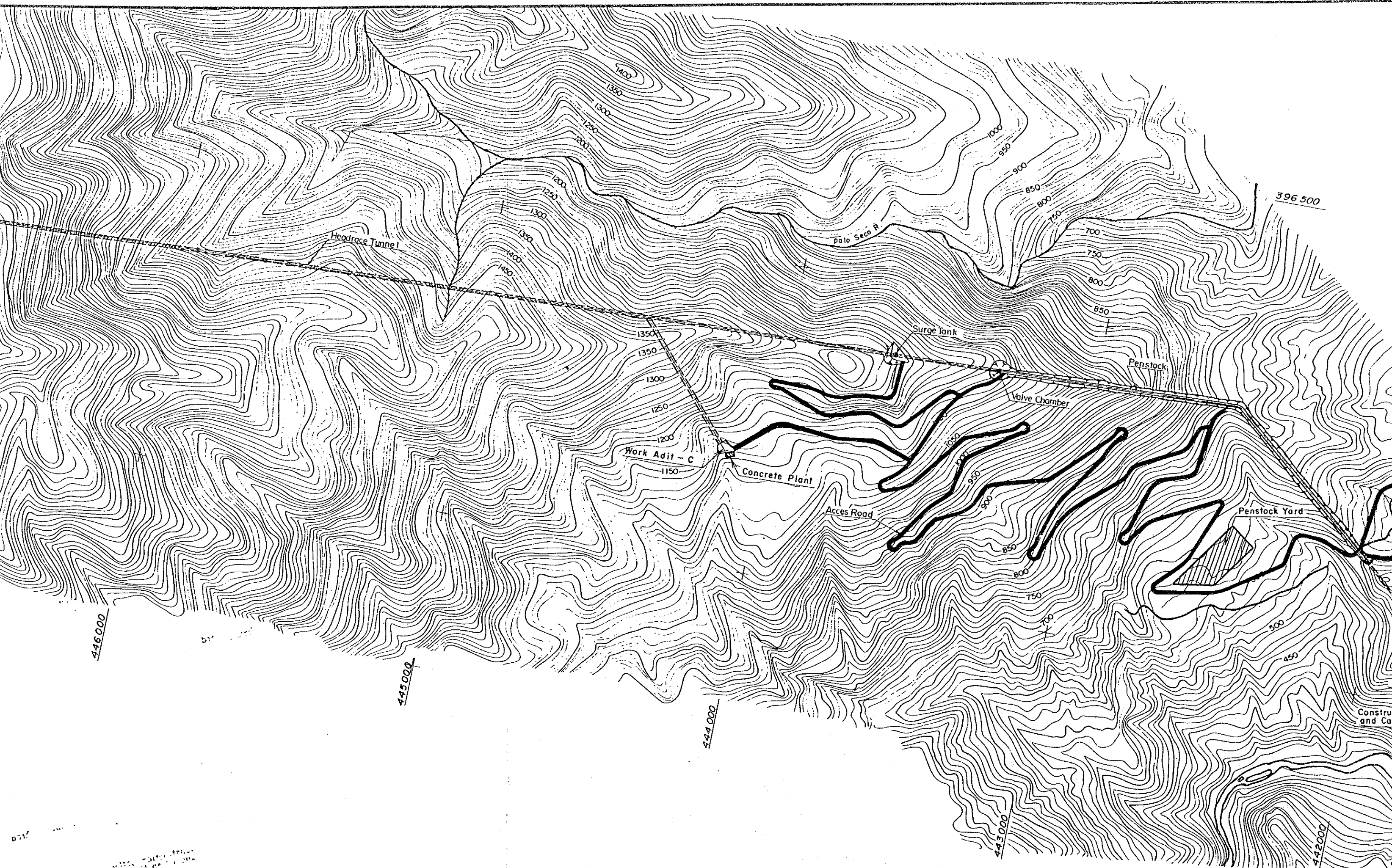
400000

399000



D31

2012-01-10 10:00 AM  
D:\Projects\2012\01\10\10-01-12\10-01-12.dwg



Headrace Tunnel

Palo Seco R.

Surge Tank

Penstock

Valve Chamber

Work Adit - C

Concrete Plant

Access Road

Penstock Yard

446 000

445 000

444 000

443 000

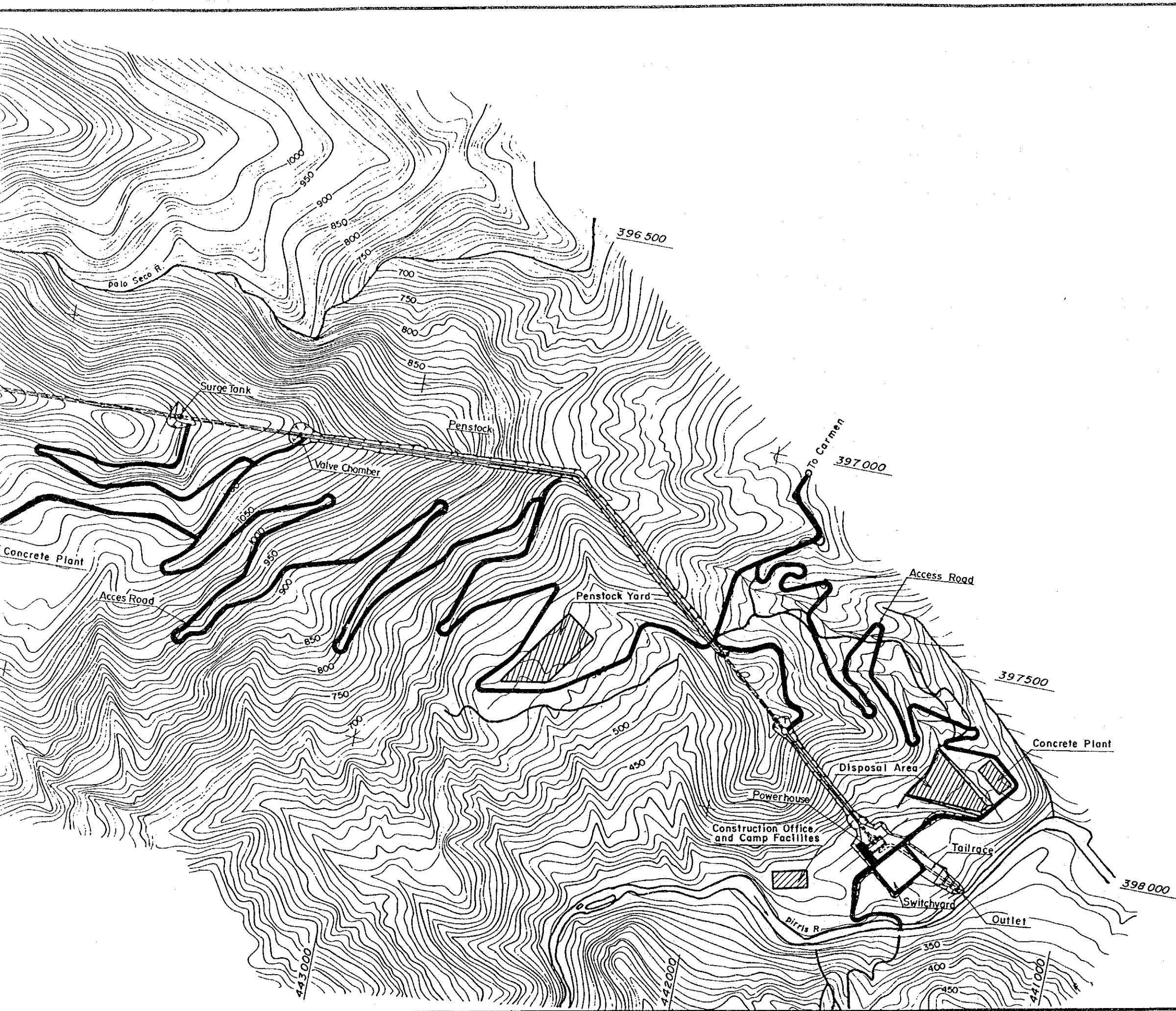
442 000

396 500

Constru  
and Ca

0216  
2011  
0216





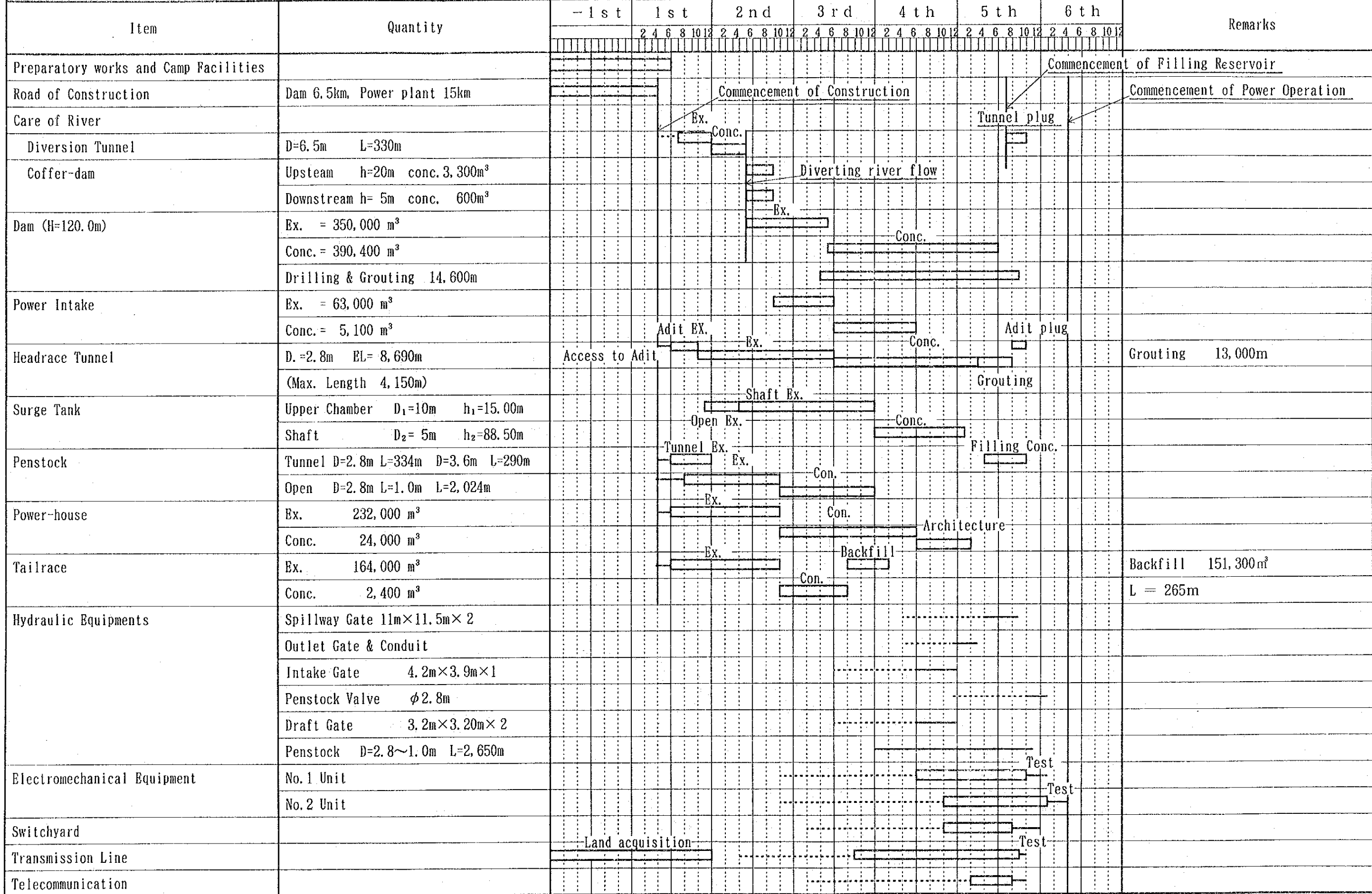
REPUBLIC OF COSTA RICA	
PIRRIS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT	
LOCATION OF TEMPORARY FACILITIES	
Fig. 12-3	DATE:



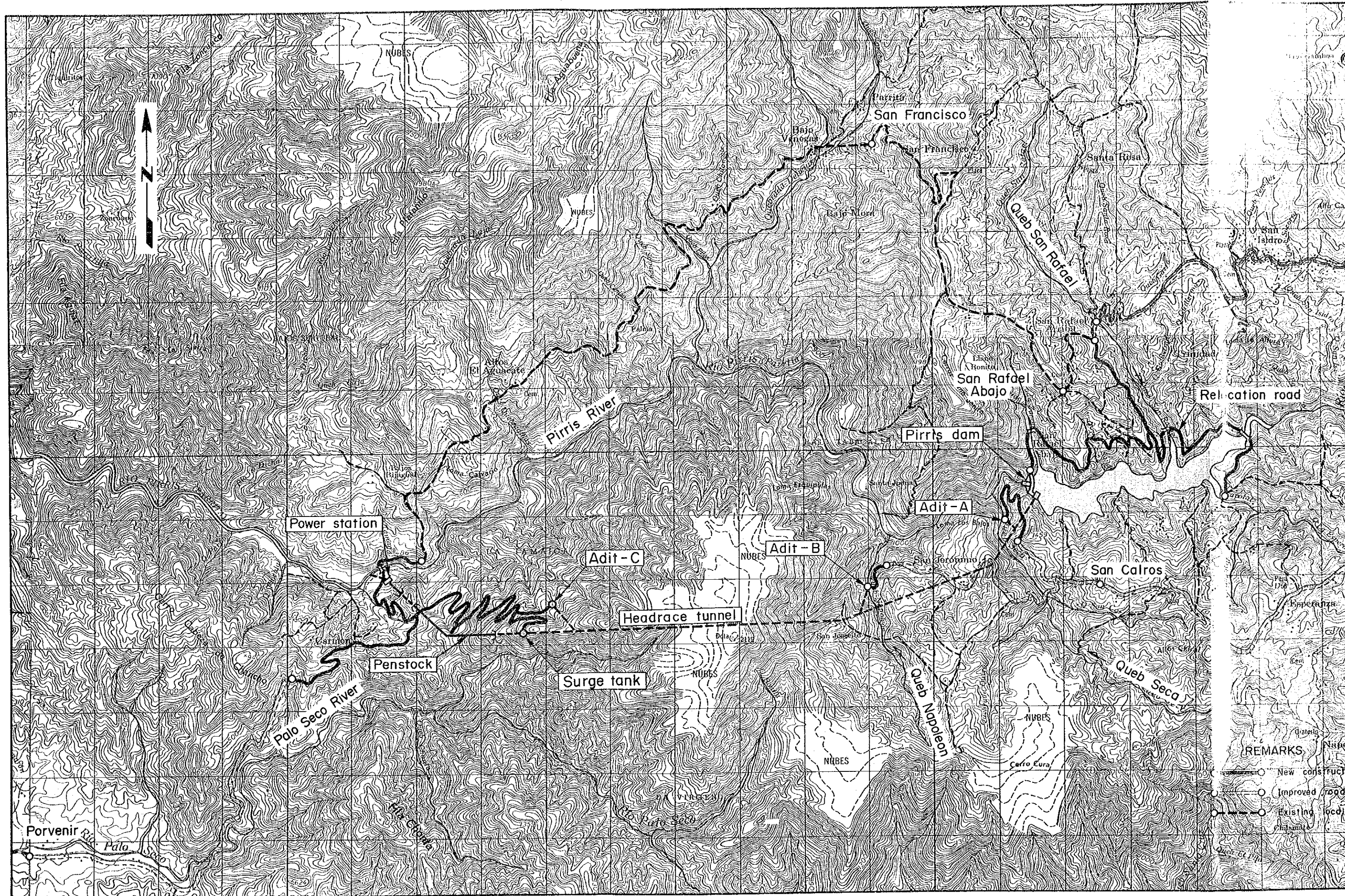
Nationality :  
 Name of Project : Pirris

## Fig.12-4 Construction Schedule

Revisions	
Rev. 1	
Rev. 2	
Rev. 3	







Power station

Adit-C

Adit-B

Adit-A

Headrace tunnel

Surge tank

Pirris dam

San Rafael Abajo

San Francisco

San Carlos

Santa Rosa

Palo Seco River

Pirris River

Queb San Rafael

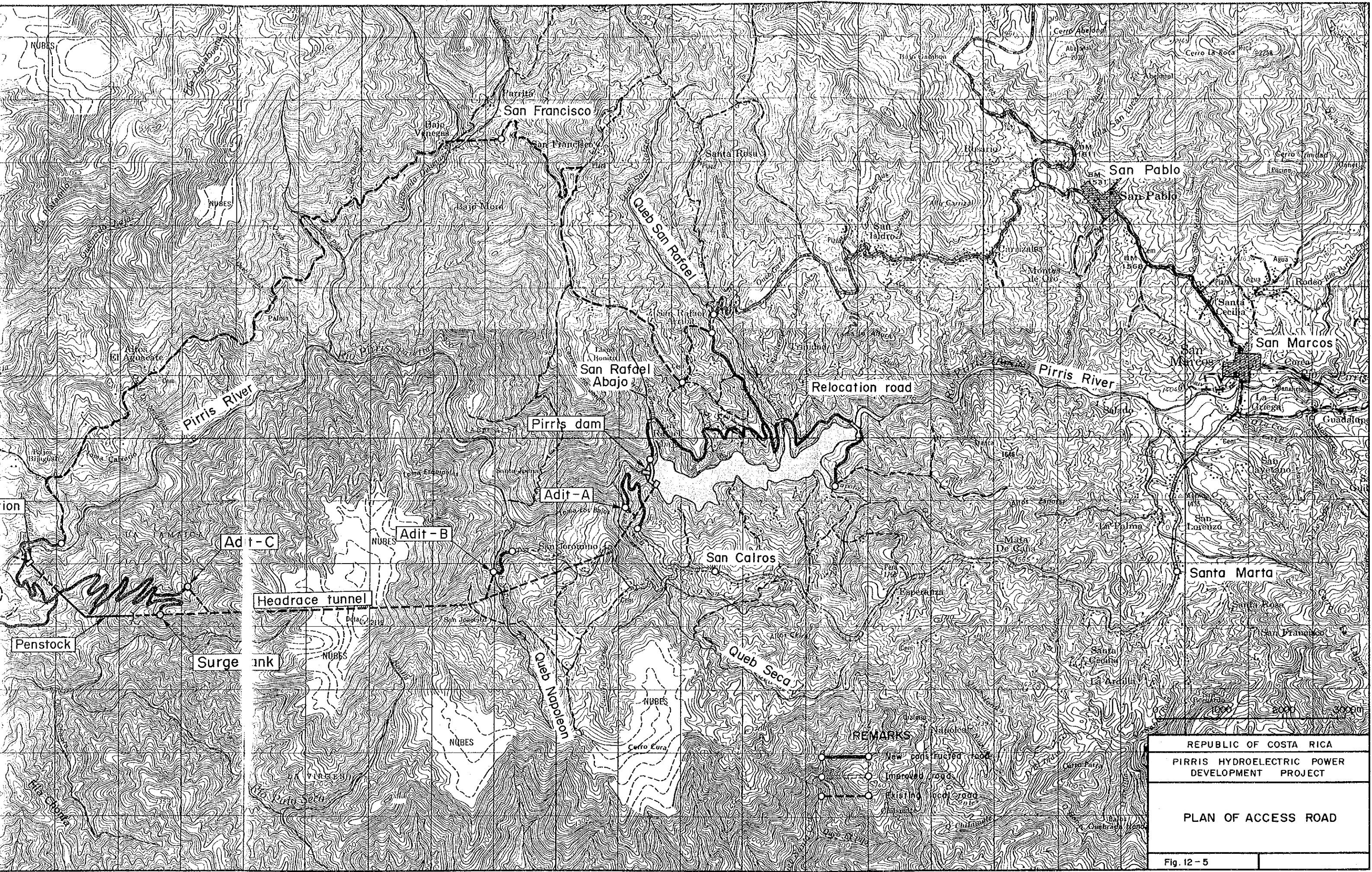
Queb Napoleon

Queb Seca

Porvenir

REMARKS

- New constructe
- Improved road
- Existing local
- Chasmita



REPUBLIC OF COSTA RICA  
 PIRIS HYDROELECTRIC POWER  
 DEVELOPMENT PROJECT

PLAN OF ACCESS ROAD

Fig. 12-5

