10.3 ＩＣＥ系統の系統解析

Los Llanos発電所が運転開始する2005年時点の送電線の熱容量、電圧、短絡電流容量及び安定度のチェックを行った。

10.3.1 電力汐流計算

(1) 検討条件

- ＩＣＥ系統の総需要：1,618MW (2005年)
- 負荷力率　　：95%（遅れ）変電所端
- 発電機出力　　：Arenal, Corobici, Angostura, Moin 発電所以外はフル出力とし、Arenal, Corobici, Angostura, Moin発電所で過不足を調整した。
- 電圧調整目標　　：各発変電所において95%～105%の範囲とした。

(2) 検討結果

無効電力調相設備の必要もなく、汐流面でも問題がない。

（計算結果の電力汐流図を Fig.10-5 に示す。）

10.3.2 短絡容量

(1) 検討条件

- 断面　　：2005年（Los Llanos運開予定年）
- 発電機　　：全台系統へ併列しリアクタンスはX'd（過渡リアクタンス）を使用した。

(2) 検討結果

- Los Llanos発電所の 230kV母線　　：6.8kA (2,700MVA)
- San Rafeal (Parrita) 変電所の 230kV母線：8.6kA (3,400MVA)

各地点の３相短絡電流値は上記の通りである。

短絡電流はＩＥＣ規格の31.5kA以内に納まっており特に問題は無い。従って、Los Llanos計画において遮断器の選定にあたって遮断容量を問題にする必要は無い。

10.3.3 安定度

(1) 事故条件

San Rafael (Parrita) 変電所のPirris送電線 (San Rafael母線) での1回線3相地絡短絡（3ＬＧ）、遮断時間は6サイクル（100ms）以内とした。

(2) 検討結果

Fig.10-6 に主な発電所のシュミレーション結果を示す。

検討結果は安定であった。

安定度計算結果

ケース / 事故点	２００５年
San Rafael(Parrita) 母線	安　定

10.4 結　論

水力計画の送電方法として、これまでの検討結果より送電電圧230kV 2回線案を推奨する。本案の送電線設備は次の通りである。

送　電　電　圧　：　230kV

回　　線　　数　：　2

亘　　長　：　約22km

線種、電線サイズ　：　ACSR 954MCM 1導体

この送電線の特質は、

- 2回線であり、信頼度が高い。（ＩＣＥの系統の中でLos Llanos水力計画は重要な発電所として位置付けられている。）
- Los Llanos水力計画に引き続き建設が予定されている、近辺の水力発電所の電力（例Savegre 発電所）も本送電線にて送電可能である。
- 里側変電所の電圧降下が少ない。

等があげられる。

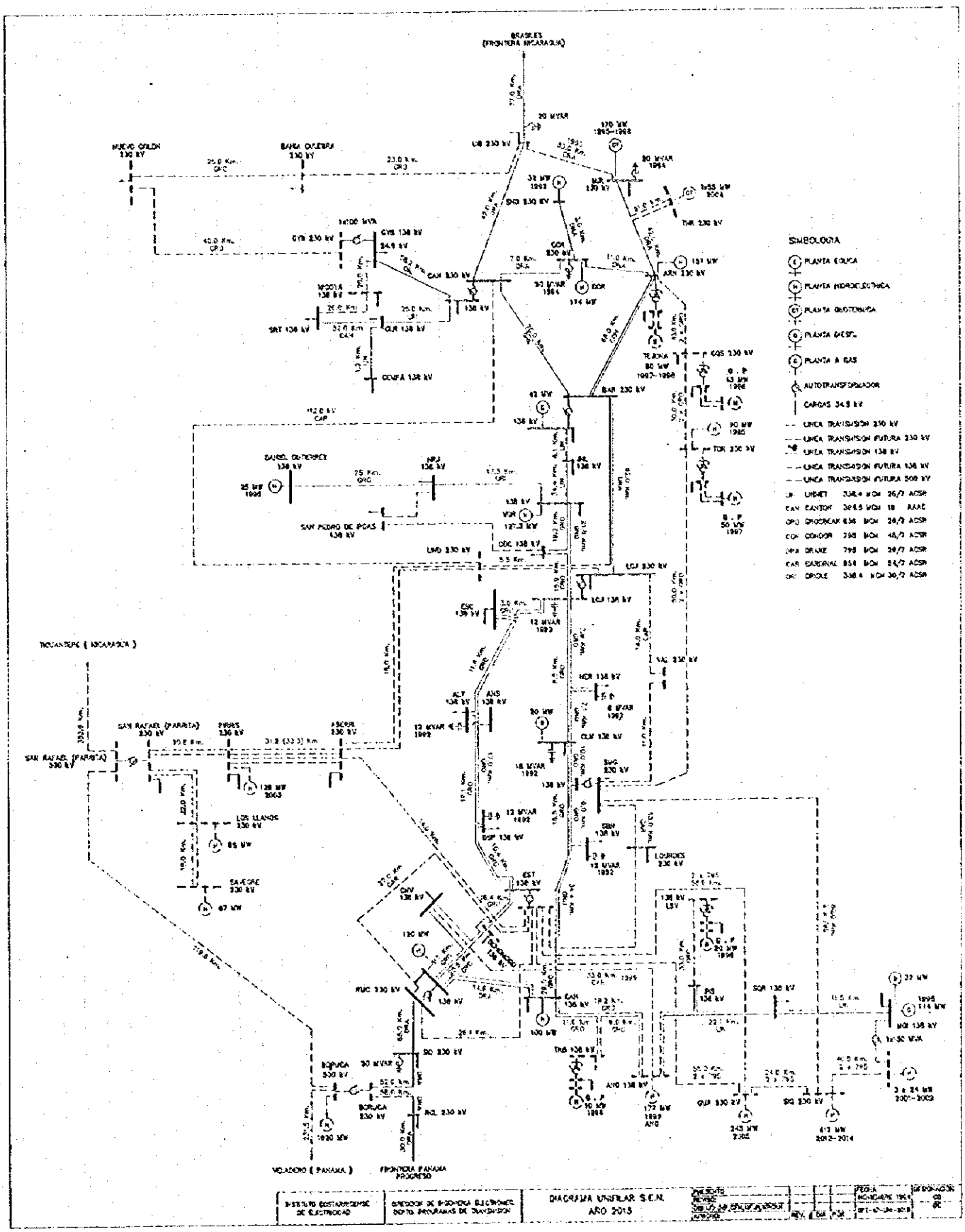


Fig. 10-1 Power Transmission System in Costa Rica

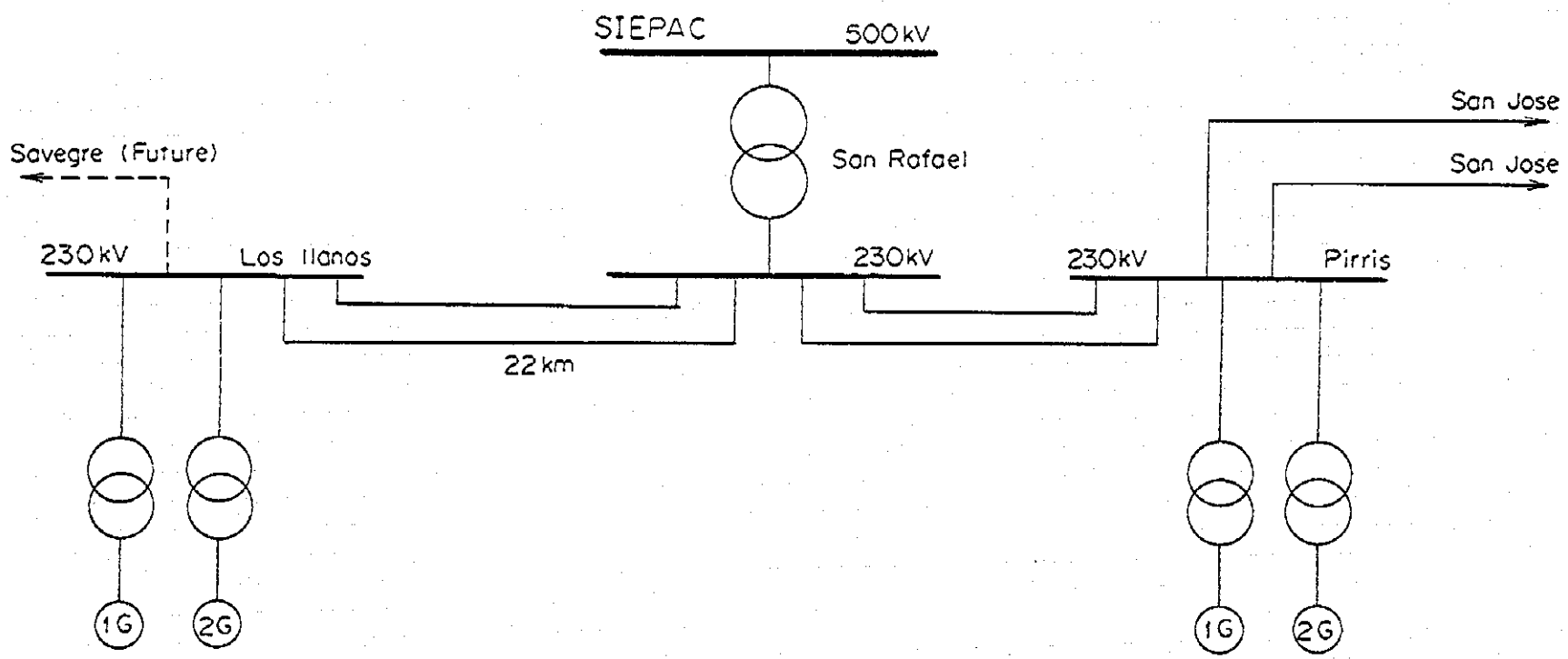


Fig. 10-2 Transmission Developing Plan Adjacent Los Llanos P.H.

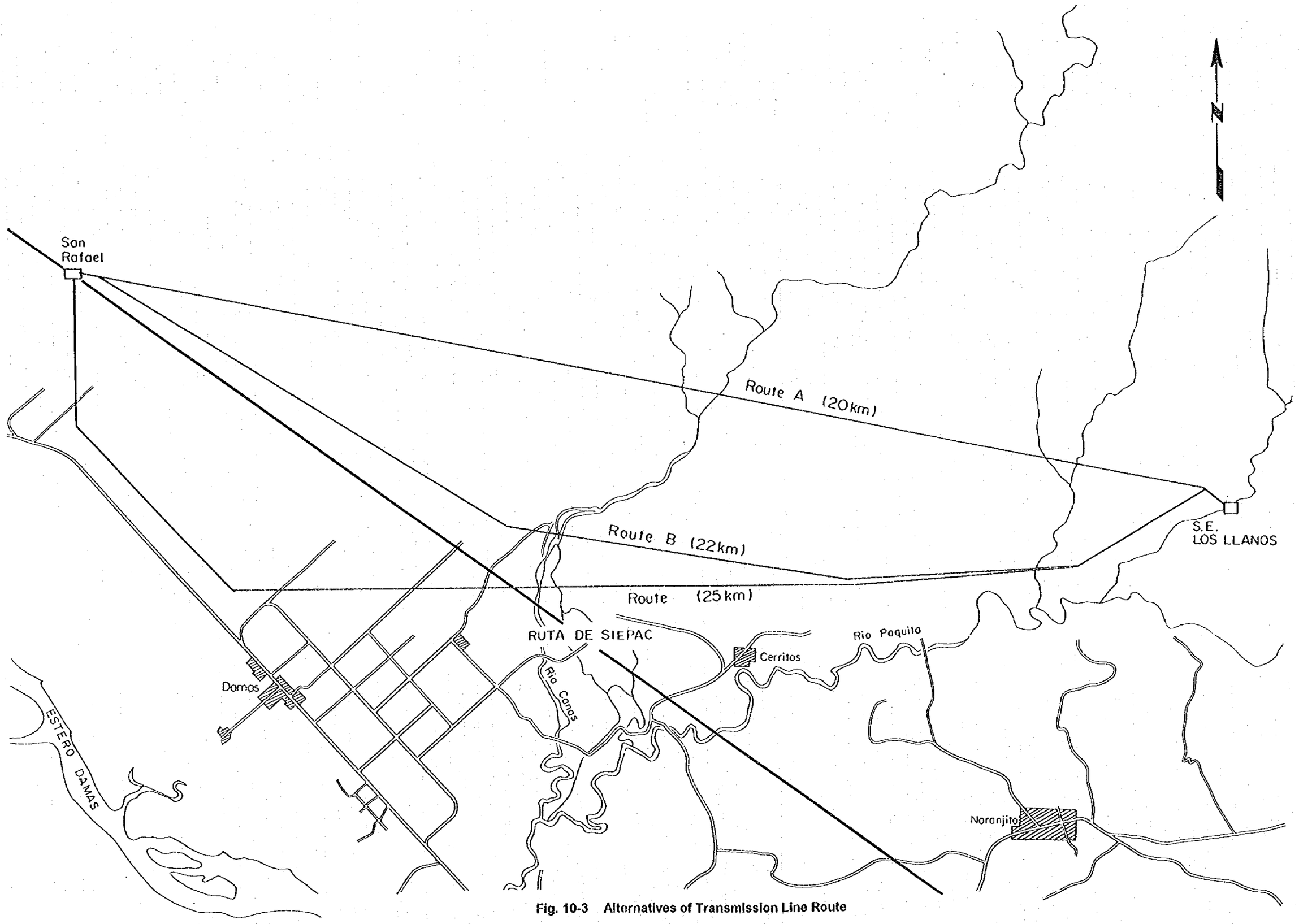
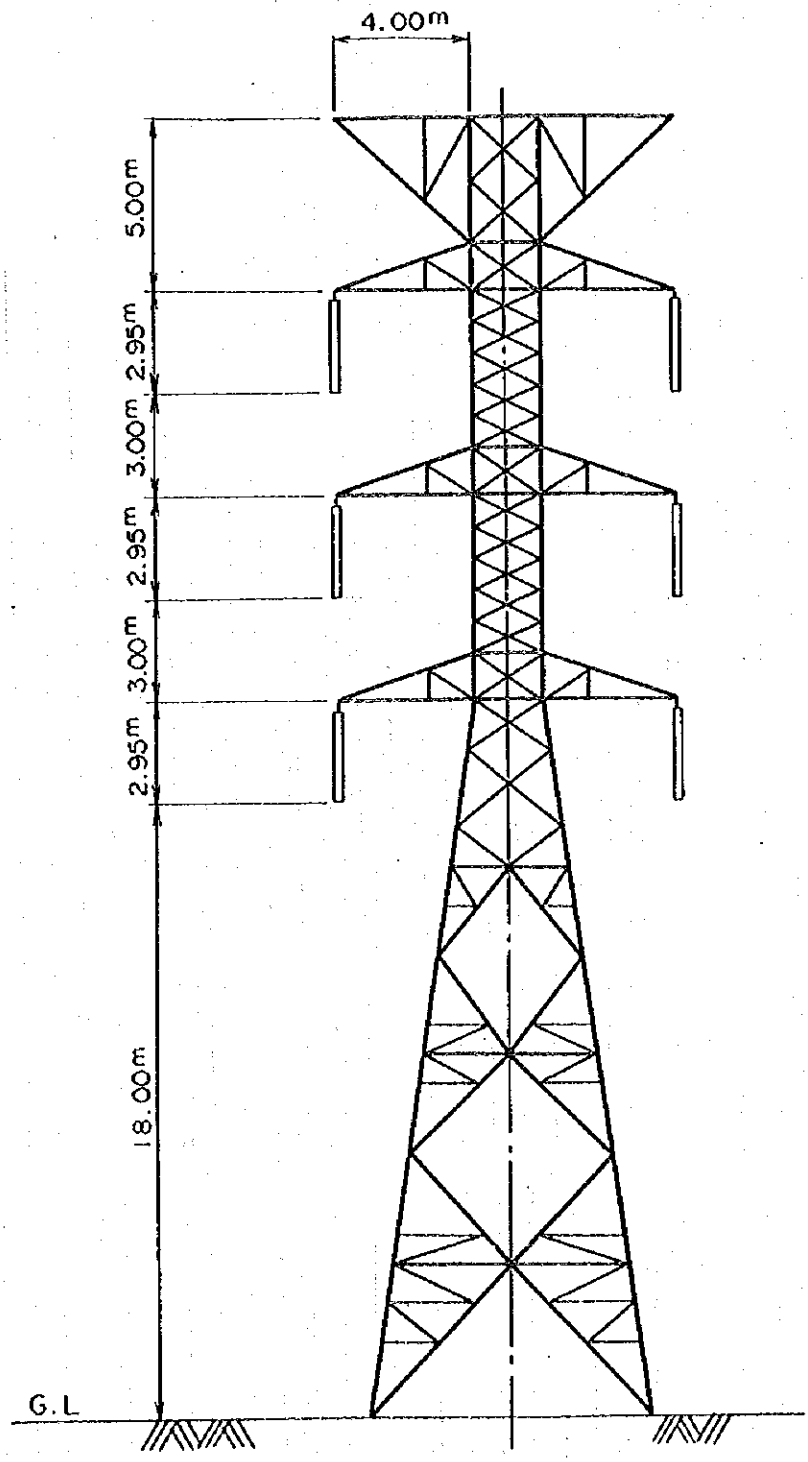


Fig. 10-3 Alternatives of Transmission Line Route



REPUBLIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

STANDARD SUSPENSION TOWER

Fig. 10 – 4

DATE :

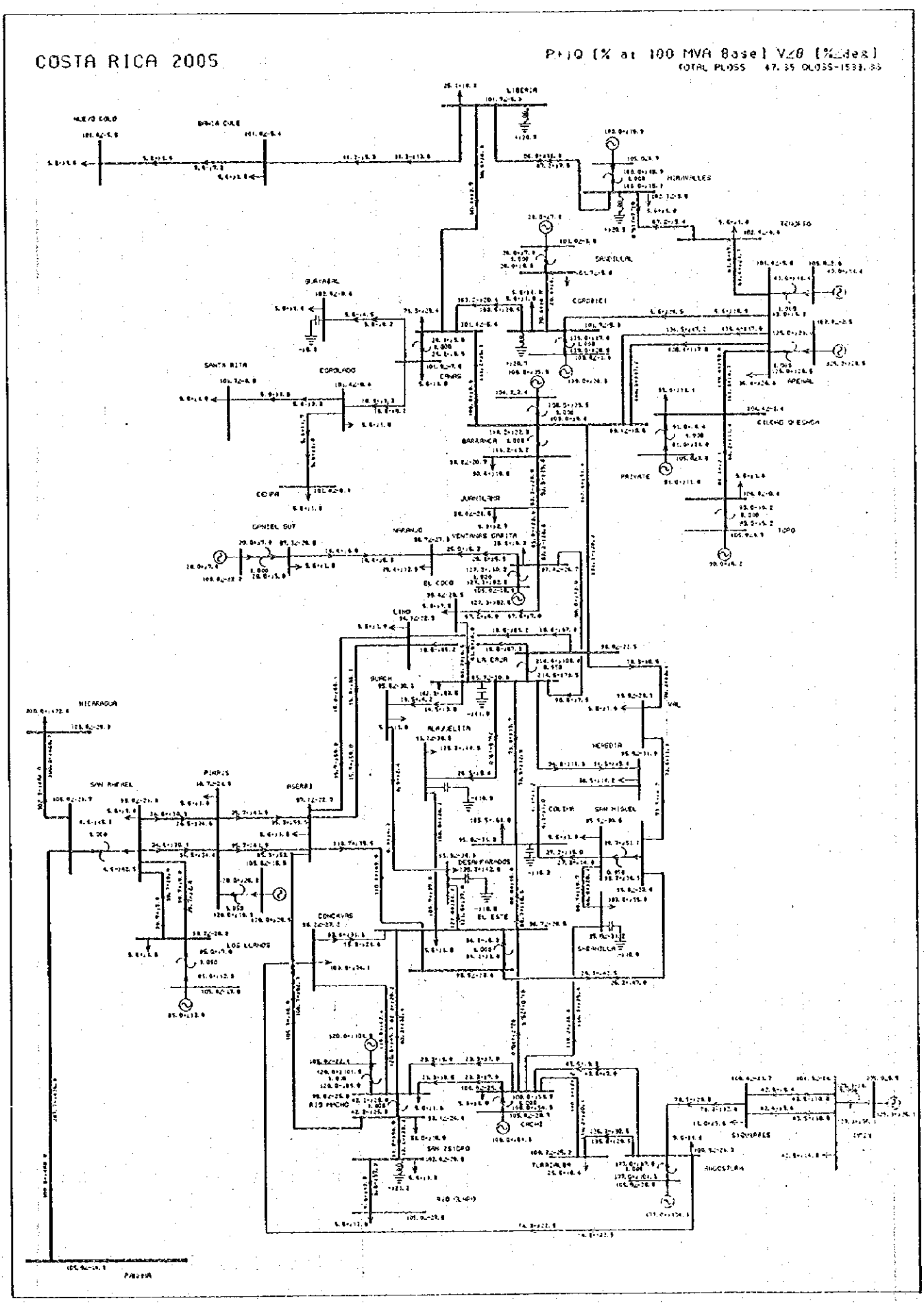


Fig. 10-5 Power Flow in 2005

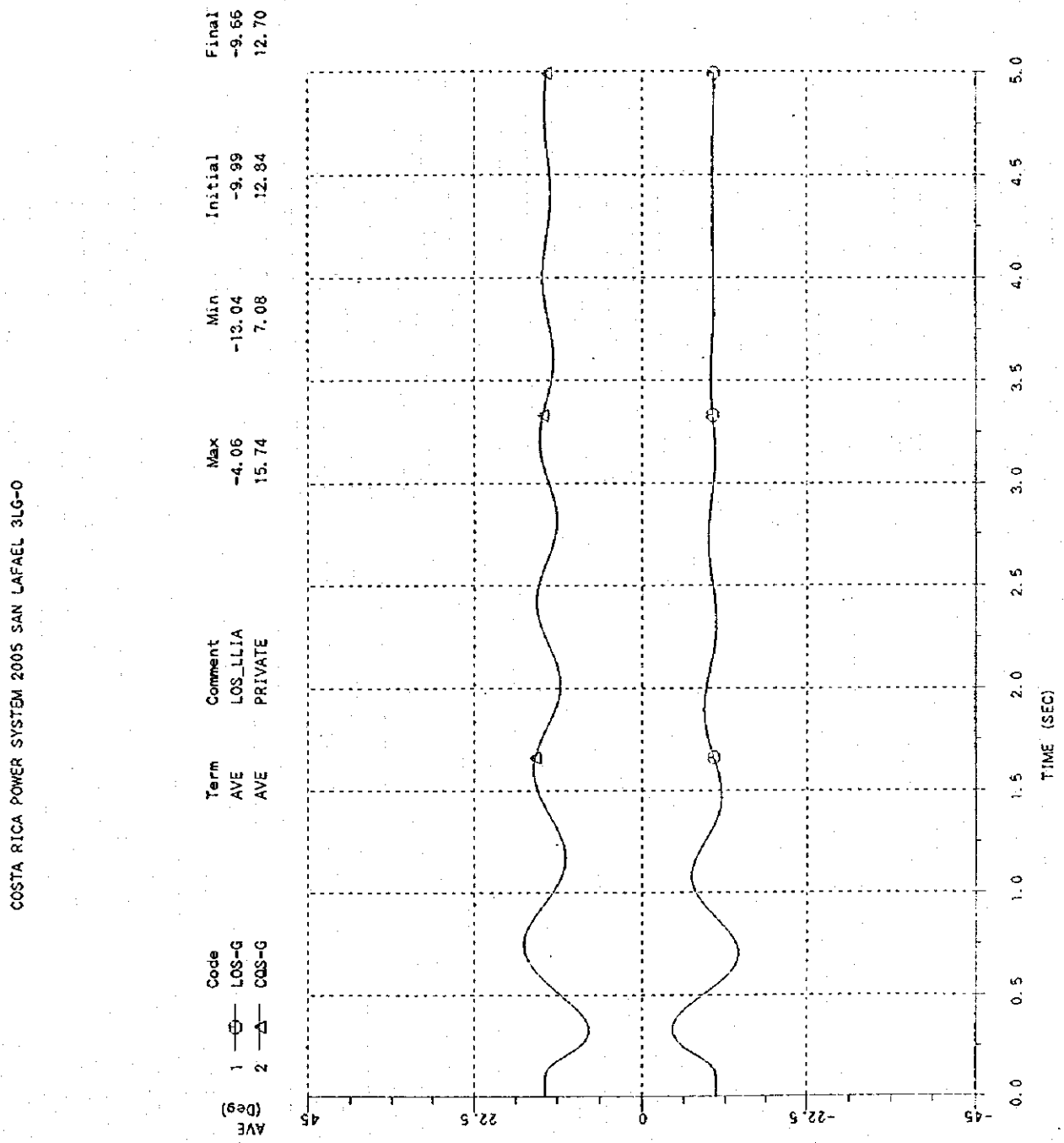


Fig. 10-6 Stability Study (1/4)

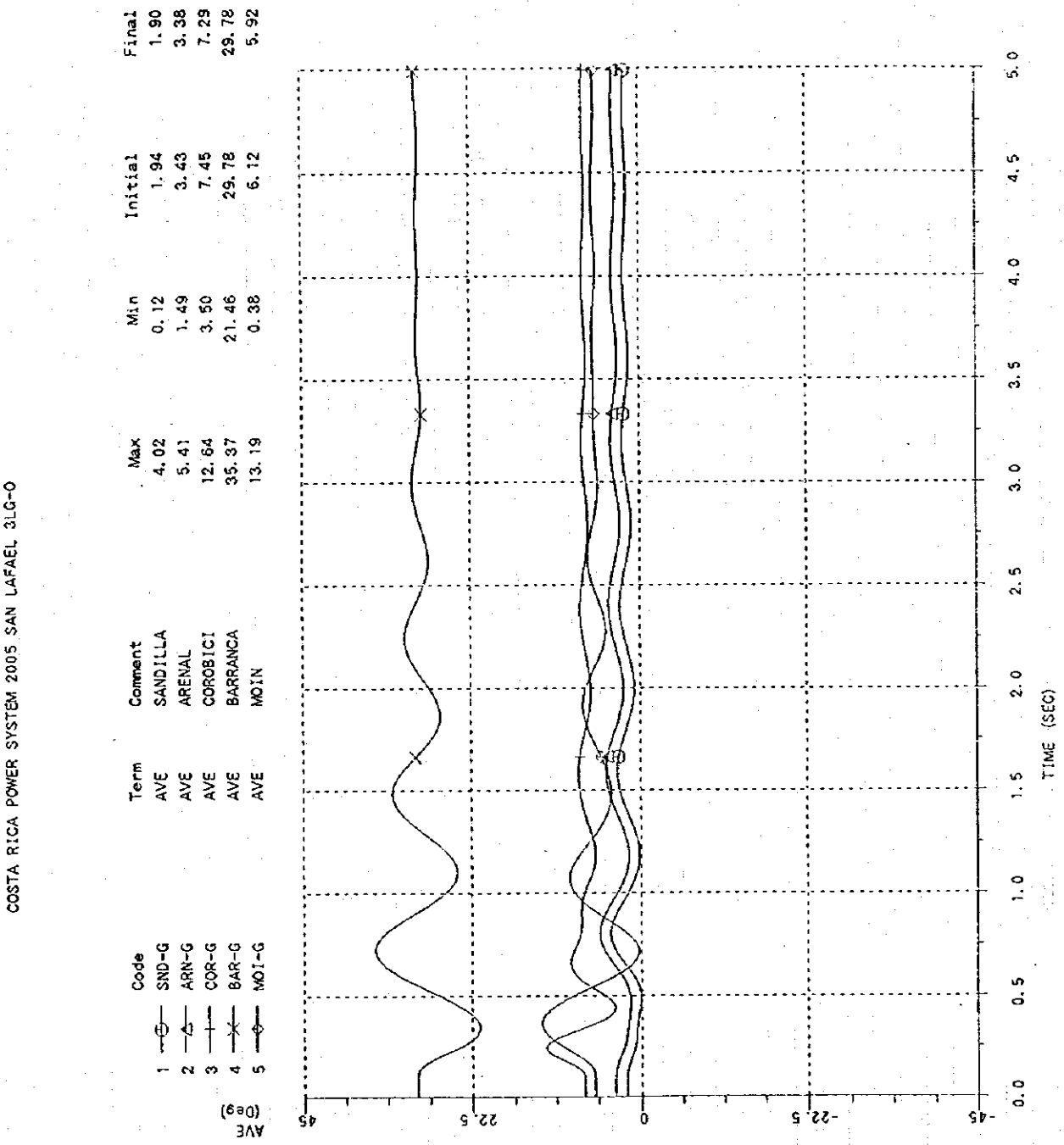


Fig. 10-6 Stability Study (2/4)

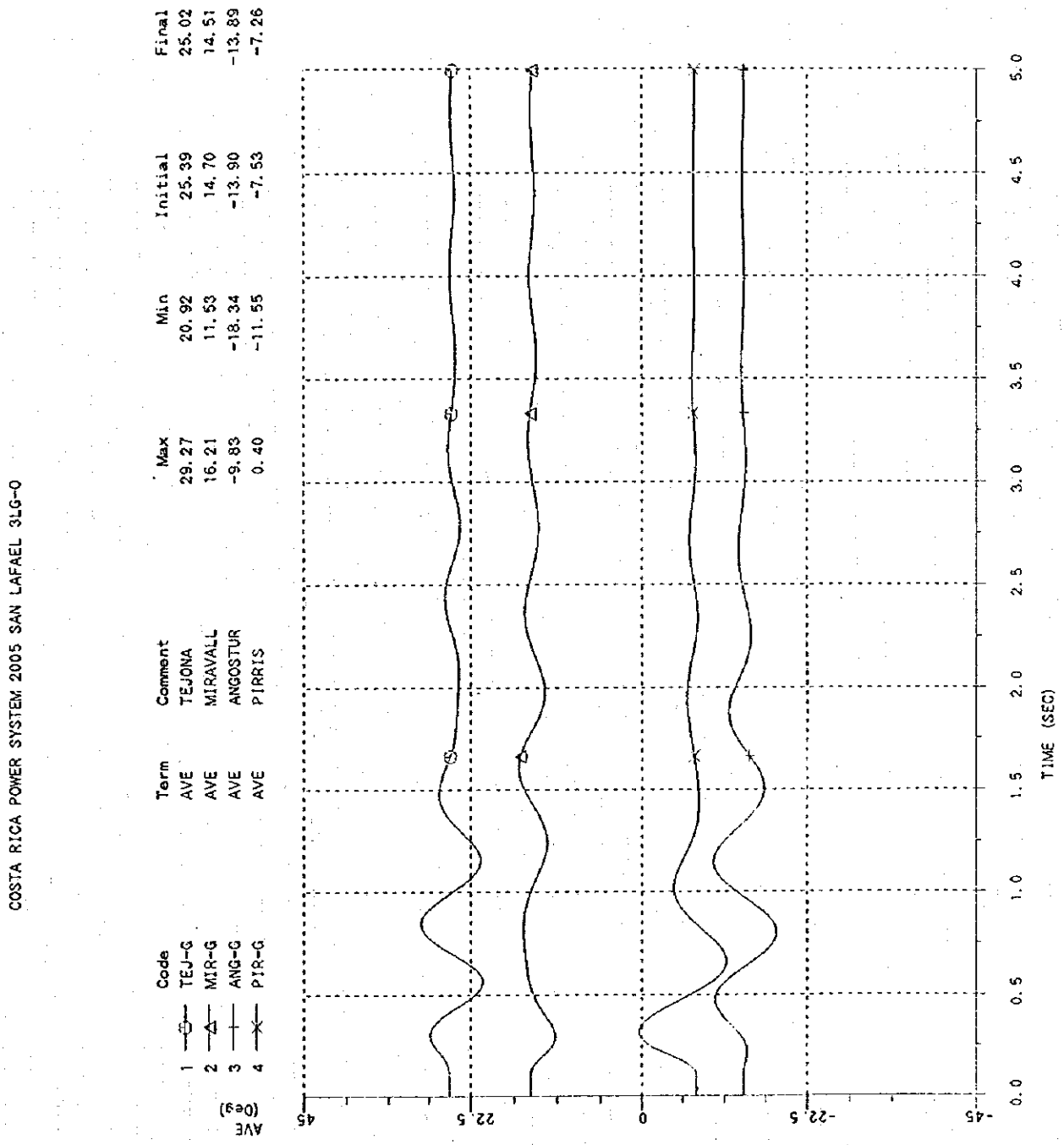


Fig. 10-6 Stability Study (3/4)

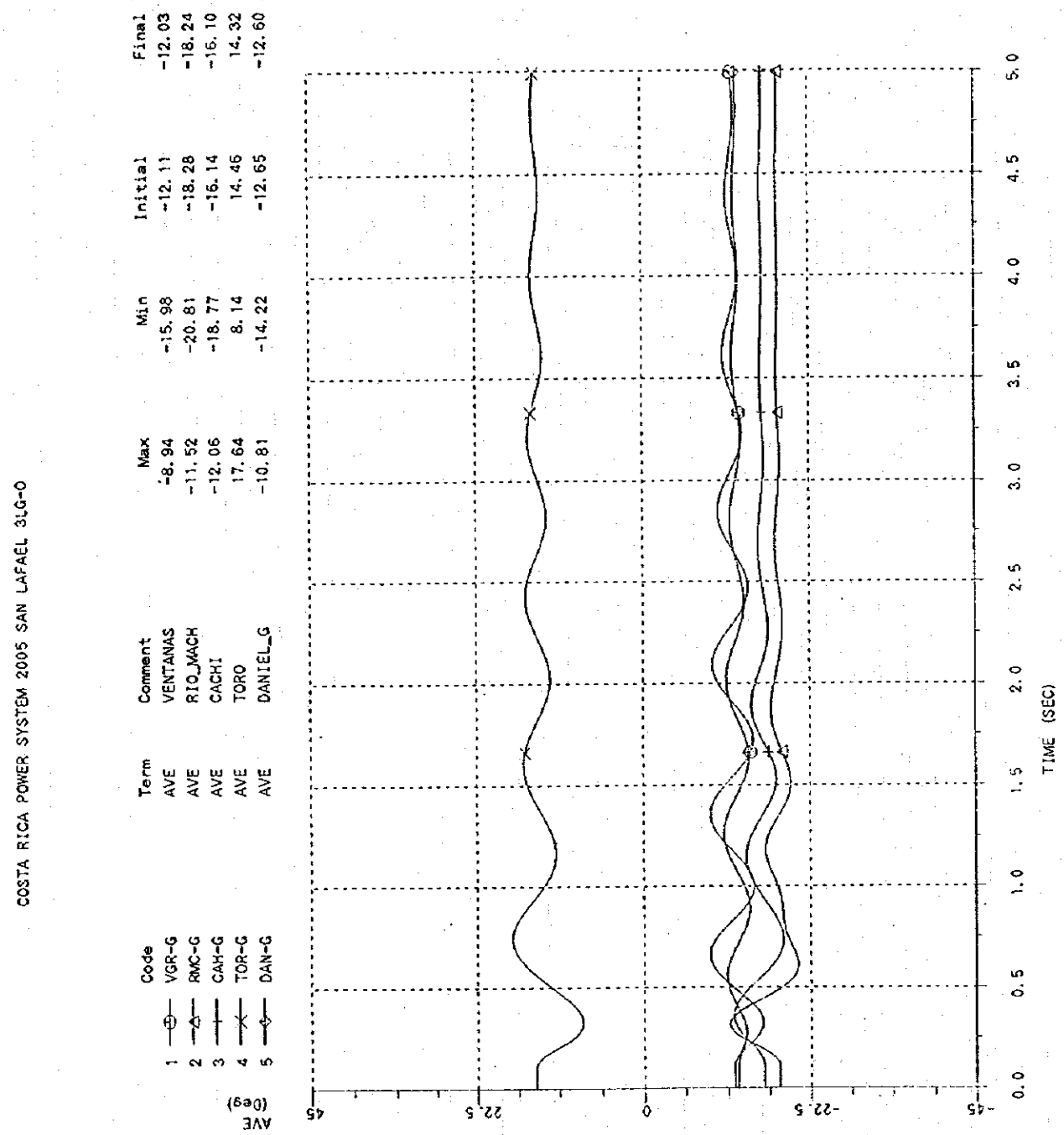


Fig. 10-6 Stability Study (4/4)

第11章　フィージビリティ設計

第11章　フィージビリティ設計

目　次

List of Figures

List of Table

第11章　フィージビリティ設計

11.1　概　要

11.1.1　計画概要

本章では、仮設備構造物と永久構造物のフィージビリティ設計について述べる。仮設備構造物には、仮締切ダム及び仮排水トンネルが含まれる。永久構造物にはダム、洪水吐、取水口、導水路トンネル、調圧水槽、水圧管路、発電所、放水路、屋外開閉所及び送電線が含まれる。

11.2　ダム及び付属構造物

11.2.1　Los Llanos ダム

(1)　ダム地点及びダム型式

第9章「開発計画」に記述してある通り、ダム地点は3ヵ所の候補地点の内、最下流地点が地形・地質的に最良と判断されている。

フィージビリティ設計においても、最下流ダム地点内にダム軸を選定することとする。

ダムの型式は、開発計画策定時点ではコンクリート重力式ダムのみに限定したが、コンクリートアーチダムについても検討し、重力ダムとの比較を行い経済性に優れると思われるダム型式を選定することとする。

比較検討のための基本条件は以下の通り；

常時満水位	477.40 m
最低水位	470.00 m
堆砂面	460.00 m
計画洪水量	1,600 m³/sec

両タイプダムの比較に当たっては、それぞれのダム軸を下記に示す条件を考慮して選定することにする。

— 掘削及びコンクリート量を出来るだけ小さくする

— 洪水吐減勢池は出来るだけ直線状になるようにする

この結果、重力式ダムのダム軸は、両岸の試掘横坑を結ぶ線に対し下流側へ約14度振った位置に選定することとし、一方アーチ式ダムのダム軸は、試掘横坑の上流部の屈曲部上に設定することにした。

Fig. 11-1 に両タイプダムのダム軸の位置を示す。

洪水吐は、両案とも中央越流型とし、減勢工は重力ダムについてはスキージャンプ式とし、アーチダムは自由落下式を採用することとする。また洪水吐の規模（幅及び越流水深）は両タイプダムともほぼ同じようにする。（アーチダムはアーチアクションを考慮すると、越流水深を出来る限り浅くするのが好ましいが、浅くする分、越流幅を大きくする必要があり、その結果減勢池の工事量の増大を来す）

Fig. 11-9～Fig. 11-11 に両ダムの平面及び断面を示す。

主要工事数量の計算を行った結果、アーチダムは、重力式ダムに比べコンクリートの量は80～90%と小さくなったが、鉄筋量は減勢工エプロン部の補強鉄筋が必要となるため大幅に増えた。これよりダム建設工事費は重力式ダムの方が安くなった。

Table 11-1 に工事費内訳を示す。

以上より Los Llanos のダムは重力式コンクリートダムとすることとする。

(2) ダムの形状

ダムの天端標高は 11.2.2 洪水吐で述べる通り、PMF 洪水位に風波浪高、地震に因る波浪高及びゲート操作遅れなどを考慮して、標高479.40mと決定した。ダムの高さは基礎岩盤より天端まで最大62.40mである。

ダムの基本的な形状は、ダム天端を頂点とする三角形で、上流面及び下流面の法勾配は以下に示す三つの安定条件を満足する範囲内で、最も経済的な断面が得られるよう試算した。

— ダム堤体上流面に鉛直方向の引張応力を生じないこと

— ダム堤体と基礎岩盤の接触面において剪断に対して安全であること

— ダム堤体内の応力はコンクリートの許容応力を超えないこと

試算の結果、上流面の勾配は 1：0.15、下流面の勾配は 1：0.8、となった。

なお、設計震度は 0.15 を採用した。

11.2.2 洪 水 吐

洪水吐はダムのほぼ中央に設け、その向きは下流側の河心方向にほぼ一致するようにする。洪水吐の形式は、ゲートを有するシュート式とした。

ゲートは満水位477.40mにおいて設計洪水量1,600㎥/secを流下できるように幅12.50m、設計水頭10.00mのラジアルゲート2門とした。洪水吐からの流下水の減勢は、洪水吐シュート末端にバケットを設け、ダム本体及び周辺の構造物や地山に損傷を与えないように、下流側ダム（下流締切ダム転用）によって作られる減勢池の有効な位置に水脈を落下させ減勢するようにした。

11.2.3 放 流 路

放流路は、ダム及び取水口の保守点検が生じた時に、貯水池水位を低下させるために設けられるもので、洪水吐の中央、真下に位置する。

放流路は、放流管及び出口部の高圧スルースゲートならびに高圧バルブから構成される。

放流路の取水口は、貯水池推定堆砂標高460.00m及び発電用取水口呑口敷標高462.00mを考慮して、管中心標高を461.00mとした。出口の標高は、小口径で、放流容量を出来る限り大きくするため、437.50mとした。放流管は、ダムコンクリートに埋設されるもので、その内径は1.20m、延長はダムの厚さを考慮して、L字型の縦断形状を採用したことから、約50.00mとなった。この放流路により、満水位477.40mで17.9㎥/sec、低水位470.00mで16.1㎥/secの放流が可能である。

ゲート室は、ダム下流側本体内に設ける。ここでゲート類の操作を行い、放流量の調整を行うこととする。

11.2.4 河流処理

(1) 一 般

工事中の河流処理の対象流量は、ダムがコンクリートであることを考慮して10年確率洪水量380㎥/secとする。

河流処理の方法は、ダムサイトの川幅が10数mと狭いことから、仮排水トンネル方式を採用することにした。

(2) 仮締切ダム

仮締切ダムは、上下流共一次及び二次締切ダムが必要である。一次締切ダムは二次締切ダムを建設するために、一時的に河水を仮排水路または河川に転流させるもので、土岩により築造される。

二次締切ダムは、川幅が狭く、しかも表土の被りもほとんど無いことからコンクリートダムとした。なお下流側の二次締切ダムは、工事完了後洪水吐の減勢池用副ダムに転用できるよう、その位置及びダム断面形状を決定した。

(3) 仮排水トンネル

仮排水トンネルは、前項で定めた上下流の仮締切ダムの位置及びダム地点の地形を考慮して、左岸側に1条設置することとした。

仮排水トンネルの最適な内径を決めるため、トンネルの内径を5.50mから7.00mまで変化させた場合におけるそれぞれに必要な仮締切ダムと仮排水トンネルの工事費の合計工事費を比較して、最も経済的である内径のトンネルを選定した。Fig. 11-2 にトンネル内径と工事費の関係を示す。

比較検討の結果、仮排水トンネルの延長は225m及びその内径は6.00mとした。

仮排水トンネルの呑口には、貯水池の湛水に必要な仮排水トンネルの閉塞を行うために角落としを設ける。

11.3 水路及び発電所

11.3.1 取 水 口

取水口は、Naranjo 河の右岸、ダムより約30m上流の湾曲部の地点に独立した構造物として設けられる。

取水口の形式としては、傾斜式と塔式が考えられる。塔式取水口は、塔底部の基礎岩盤が強固であること、また取水口への連絡のための橋梁が必要となることから、傾斜式に比べ経済的に劣ると判断される。これより本取水口では、傾斜式を採用することとした。

取水口の呑口は、スクリーンの通過流速を1.0m/sec以内とし、流入損失を小さくさせるとともに、土砂の流入防止を計った。またスクリーンの除塵作業の容易化を考慮して、全面に設置することにした。

呑口部の敷標高は、低水時(EL 470.00m) でも運転可能であること、また堆砂面(EL 460.00m) から導水路トンネルへの土砂の流入がないようにすることからEL 462.00mに設定された。

11.3.2 導水路トンネル

導水路トンネルのルートは、第9章3.3.(2)で述べられて居る通り、3ルートが比較され、ルート2が経済的であると判断された。

この案に基づき設計を行うこととする。

導水路の縦断形状は、以下に述べる理由から決定した。

- 取水口の呑口敷標高を462.00mとする。
- 調圧水槽の基部標高は、サージング計算結果から、水圧鉄管に負圧を生じない値を取り、439.00mとする。
- トンネルの勾配は、施工性を考慮して1/500 とする。
- 導水路トンネルの勾配を1/500 とすることにより、取水口付近で約12mの高低差が生じる。したがって、この区間は48度の斜坑で結ぶこととする。

導水路トンネルの内径は、単位当たりのトンネル建設費にかかわる年支出と、動水勾配にかかわる損失電力料金との和が最小になるような断面寸法（トンネルの半径）を求めることにより、最適断面が得られる。

Fig. 11-3 に検討結果を示す。

これらり、導水路トンネルは、3.10mが最適径となる。

導水路トンネルは、標準区間はコンクリートの巻厚を30cmとし、地質条件が不良と見做される区間は全体の25%と仮定し、コンクリートの巻厚を50cmとした。さらにAdit-B直下流で、トンネルの地山被りが薄い区間約20mは、厚さ10mmのスチールライナーで補強することとする。

全長5,540mのトンネルの施工は、当初2本の作業横坑で対処出来ると考えたが、取水口と導水路トンネルとの落差が12mあることから、取水口からの作業が遅れると思われるのでここに作業横坑を追加し、合計3本の作業横坑を配置することにした。なおこれらの作業横坑は、工事完了後、コンクリートで閉塞される。

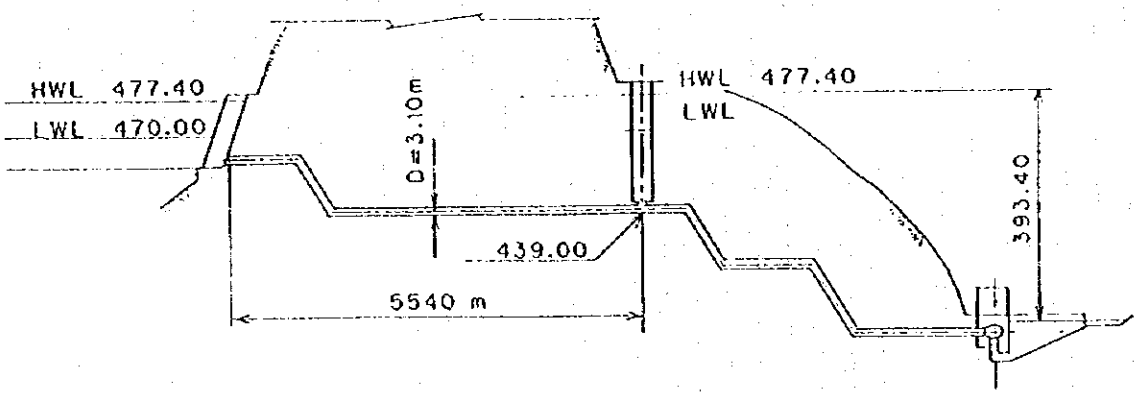
11.3.3 調圧水槽

調圧水槽の形式は、制水口及び差動式があるが、ここでは経済性、施工性に優れ、かつ構造も簡単な制水口を採用することにした。

調圧水槽の規模は、地形上水槽の天端は BL 500m 以下とすることが望ましいことから、サージング水位がこの高さを超えないように立坑内径及び制水口径を検討した。この結果、立坑内径8.0m及び制水口径1.5mとした。

サージングの計算は以下に示す水路縦断面に基づいて行った。貯水池水位は全負荷遮断は満水位とし、半負荷急増時は低水位を用いることとする。数値計算は電子計算機を用い、1秒刻みでルンゲ・クッターの数値積分法によって行った。

結果は、Fig. 11-4 に示す通りである。



Profile of Waterway

11.3.4 水圧管路

水圧管路は、調圧水槽と発電所ケーシング入口バルブ間を水圧鉄管で結ぶ水路である。水圧管路の地形は、複雑で尾根はジグザクで管路を直線状に通すことは困難で、かつＩＣＥにより実施された尾根中間部での調査ボーリングの結果によれば、表土の厚さは約９ｍにもなる。このため明り案、一部区間トンネル併用案及びトンネル案の３案について、それぞれの案毎にルートを選定し、工事費を算出の上比較したところトンネル案が最も経済的と判断された。

水圧管路の経済的管径は、その単位当たりの建設費、損失電力及び損失電力量とを考慮して決定することが出来る。今回の算出方法は水圧管路の工事費により年間必要経費と年間発電効果の和を求め、これが最小となるよう試算により管径を求めた。

この試算から、上部(EL 440m) で管径は3.0m、中段部(EL 260m) においては2.6m、下段部(EL 80m) では2.2mとなった。これを基本に、また曲部において管径を変化させて、スムーズに変化させるようにした。

トンネルの掘削断面は、鉄管の据付、溶接作業に支障ない範囲で出来るだけ小さくすることとし、標準断面では、そのクリアランスを60cmとした。

鉄管路トンネルの効率的な施工ができるよう、トンネルは上段、中段及び下段の３部分割し、また水平部の長さもほぼ均等になるようにした。また作業横坑を各段の水平部にそれぞれ配置することにより合計３本となった。

水圧鉄管の管厚は、静水圧、サージング及び水撃圧による上昇水圧を加味して、起こり得る最大の水圧を考慮した。一方外圧としては、浸透圧を考慮することとした。

水撃圧の計算は、ガイドベーンの閉塞時間を12秒とし、直線的に閉塞していくものとして計算した。

計算の結果、水撃圧の最大値は、静水圧（頭）に対し約24%となった。これより設計水撃圧は、静水圧の25%とする。各点の水撃圧は、水車センターで最大、調圧水槽地点でゼロとし、この間は直線的に変化するものとして距離に応じて比例配分した。Fig. 11-5 に水撃圧曲線を示す。

管厚は、地山が堅硬緻密であると思われることから、内圧の45%を鉄管周辺の岩盤に負担させることにして、計算した。ただし、上段部、分岐管及び分岐より発電所間は、岩盤負担率ゼロとし、鉄管自身で100%内圧を支えることにした。

Fig. 11-6 に設計内厚と鉄管管厚を示す。

11.3.5 発電所及び屋外開閉所

(1) 発電所の位置は、開発計画の段階においてはPaquita 川の左岸、河岸段丘が広がる平坦地の上流端に選定されていた。発電所の基盤は泥灰岩である。

今回水圧管路はトンネル内埋設式となり、そのルートは地形に左右されることなく選定出来ることから、発電所の位置を再度検討することとした。

検討条件としては；

— 鉄管トンネルの延長を出来る限り短くすること

— 屋外開閉所のスペースが当初計画（幅 50m、長さ 50m）より大幅に広くなったこと（幅 40m、長さ 120m）

検討の結果、当初計画地点より約60m上流に移設することにした。これより鉄管路の延長は、約90m短縮出来、また発電所の基盤は、礫岩となり、泥灰岩に見られる掘削後の風化の処理などの問題は無くなった。

発電所は、屋内型として、ここに２台のフランシス水車、発電機、補器類及び配電盤室などを収納する。このため発電所建屋の寸法は、幅19m、長さ37mとなる。

発電所の高さ方向の寸法は、Paquita 川の水位から決定される。今回はPaquita 川の水位(放水位）は、洪水時の運転を考慮して84.0mと決定された。これより水車中心標高は EL 79.5m に、また発電所組立て室の標高は EL 88.5m に設定された。組立室へのアクセスは、機器の搬入道路と直接接続される。

なお、主要変圧器は、屋外開閉所の上流端部に設置し、発電所との間は母線ケーブルで結ぶこととする。

(2) 屋外開閉所

屋外開閉所は、Paquita 川の左岸に発電所と接続して設けられる。

敷地は、大部分が盛土となることから、川側に高さ約8.5mのコンクリート擁壁を築造することにした。

11.3.6 放 水 路

発電後の各水車からの放流水は、放流路(庭）を経て直接 Paquita川に放流される。放水庭は底幅20m、長さ43mのコンクリート開渠で、縦断的にはドラフトチューブ末端より 1：3 の勾配で EL 82.5m まで上り、その後水平となってPaquita 川に接続する。

11.4 電気機器

11.4.1 主要機器の選定及び条件

(1) 水車

計画諸元（有効落差 354.9m、最大使用水量 27㎥/sec）から水車の型式はフランシス水車とペルトン水車が考えられる。当地点はピーク負荷対応として考えられているので、この場合には最高効率点が高く最大出力の大きくとれるフランシス水車が有利である。当地点の流況は乾期と雨期に大きく分けることが出来るが、当発電所は乾期においてもピーク対応として運用されるので、1）最大出力が大きくとれる、2）可能年間発生電力量が大きい、3）投資工事費が少ない、等の理由でフランシス水車の採用が好ましい。主機の台数については、機器の保守運用の便利さ、事故時の電力系統に与える影響などを総合的に判断して2台を採用することにした。

(2) 発電機

発電機は三相交流同期発電機を採用し、系統の電圧調整を目的として力率を0.85（遅れ）とする。（既設発電所の発電機力率は 0.75～1.0で設計されている。）

(3) 主要変圧器

発電機1台に対し主要変圧器1台を設置するユニット方式を採用する。主要変圧器は発電所の屋外に設置するものとする。発電機と主要変圧器の間は13.8kV絶縁ケーブルにより接続される。

(4) 開閉所

用地の確保が容易であるため、発電所建屋に隣接して屋外式開閉所を設けることとする。

(5) 制御方式

発電所の制御方式は運転員が常駐する有人制御方式を採用することとする。

11.4.2 主要機器諸元及び仕様

(1) 水車

型　　式	:	立軸フランシス水車
台　　数	:	2台
基準有効落差	:	359.4 m
使用水量	:	27 m³/sec
基準出力	:	43,800 kW
回転速度	:	720 rpm

(2) 発電機

型　　式	:	三相交流同期発電機
台　　数	:	2台
出　　力	:	50,000 kVA
回転速度	:	720 rpm
周波数	:	60 Hz
電　　圧	:	13.8 kV
力　　率	:	0.85（遅れ）

(3) 主要変圧器

型　　式	:	屋外形三相油入自冷式
台　　数	:	2台
定格出力	:	50,000 kVA
電　　圧	:	13.8 kV/ 230 kV

(4) 開閉所

母線構成	:	単母線
母　　線	:	アルミ線
接続送電線路数	:	2回線（将来1回線増設予定）
電　　圧	:	230 kV
導体の種類	:	ACSR 954 MCM×1

(5) 送電線

亘　　長	:	22 km
回線数	:	2回線
電　　圧	:	230 kV
導体の種類	:	ACSR 954 MCM×1
区　　間	:	Los Llanos発電所開閉所～San Rafael変電所

(6) 通信設備

給電指令用電話回線	……	1回線
保守用電話回線	……	3回線
搬送保護用信号電送回線	……	2回線
給電用信号電送回線	……	1回線
ページング装置	……	1ユニット

11.4.3 設備概要

(1) 発電所の電気機器

当発電所は屋内式で、発電機室に隣接して組立室及び付属建屋が配置され主要水車発電機２台及び関連補機が収容され、配電盤制御室も配置される。クレーンとしては、組立用天井走行クレーンが設置される。主要変圧器は発電所の放水路左岸側屋外開閉所の上流面に設置される。発電所の単線結線図をFig. 11-18 に示す。

(2) 開閉所の電気機器

開閉所は地形を考慮して発電所の放水口側でPaquita川の左岸に設けられる。送電線はPaquita川を横断するため送電線引出しは川側とする。母線は単母線とし、２回送電線でSan Rafael変電所へ接続する。屋外開閉所の遮断器はＧＣＢを採用する。

開閉所の機器配置を Fig. 11-19に示す。

(3) 通信設備

Los Llanos発電所は有人制御方式として設計し、運転員が常駐するものとし運転情報は中央給電指令所からも監視出来るものとする。

また、併せて給電用専用電話を中央給電指令所～Los Llanos発電所間に準備するためSan Rafael変電所～Los Llanos発電所間に給電用電話回線を、また、保守用電話回線および保護リレー用信号回線を設けるものとする。これらは光ファイバー架空地線による通信方式を使用する。

その他に保守用のＶＨＦ装置、発電所内連絡用のページングも設置するものとする。Fig. 11-20に通信システムの概要を示す。

11.5 送 電 線

11.5.1 送電線ルート

Los Llanos発電所の開閉所からSan Rafael(Parrita) 変電所までの送電線ルートは第10章で述べた通りA，BおよびCの3案が考えられる。(Fig.10-3 参照)

Aルート：開閉所から直ぐPaquita 川を渡り、山岳部まで直線的にSan Rafael(Parrita) 変電所へ結ぶ案。

Bルート：開閉所から直ぐPaquita 川を渡り、平野部まではPaquita 川沿いに右岸を走り、平野部に出てからはパーム園を避けて山の裾野を通りSan Rafael(Parrita) 変電所へ結ぶ案。

Cルート：開閉所から直ぐPaquita 川を渡り、平野部まではPaquita 川沿いに右岸を走り、平野部に出てからは直線的に幹線道路(R 239)に出てR 239沿いにSan Rafael(Parrita) 変電所へ結ぶ案。

検討の結果、Bルート案を採用することとした。

この場合の送電線の亘長は概略22kmである。

11.5.2 送電線々種と鉄塔の仕様

(1) 送電電圧と回線数

第10章で述べた通り Los Llanos 開閉所からSan Rafael(Parrita) 変電所間の送電電圧と回線数は230kV、2回線とする。

(2) 電 線

線種は Los Llanos 計画及び将来の関連系統からの流入による電流容量、機械強度およびコロナ特性を考慮すると共に、Costa Ricaに於ける使用実績及びＩＣＥの計画案を参考として次の通りとした。

230kV　ＡＣＳＲ，954MCM　1導体　2回線

(3) 耐雷設計

Los Llanos 発電所から San Jose 市にかかる中部山岳地に於けるＩＫＬ(isokeraunic level) 観測値は100回／年程度である。このため、230kV鉄塔では12.7mm，ＧＳＷ2条の架空地線を遮へい角20° 以内に架設し100%雷遮へいを期待した。

(4) 碍子種類と碍子個数

230kV送電線で最高電圧253kV、送電ルートの最高標高1,000m以下で検討した。

碍子個数は開閉サージ異常電圧より決定され、さらにＩＣＥの既設230kV 送電線の基準を考慮して、250mmφ懸垂碍子15ヶ取付を標準とした。

(5) 支持物

送電線鉄塔の設計にあたっては、ＩＣＥが採用している風速120km/hを参考とした。(当地域は雪が降らないため、降雪については考慮しない。)

Fig. 10-4 に230kV 標準件数鉄塔面図を示す。

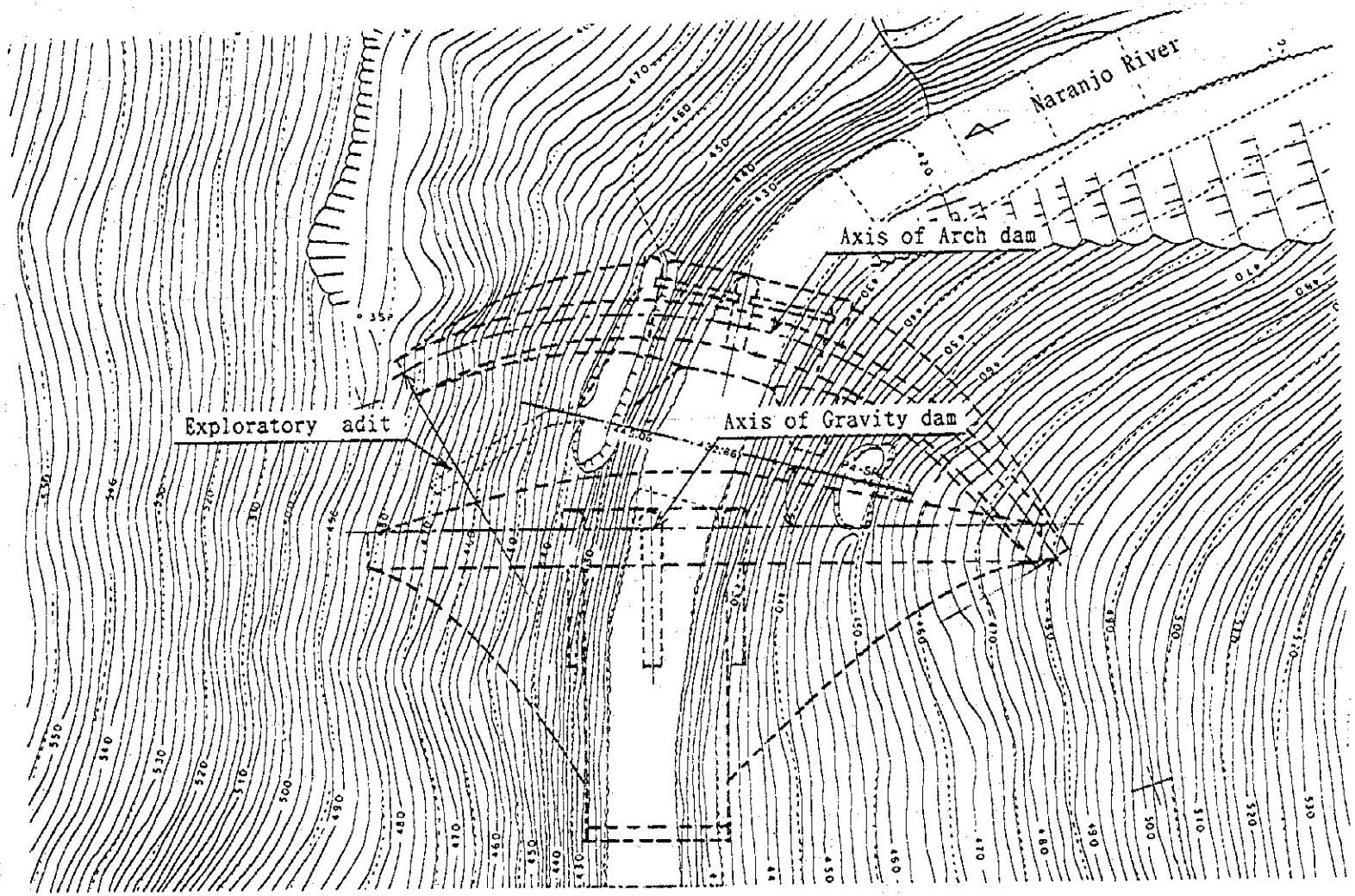


Fig. 11-1 Location of Dam Axis

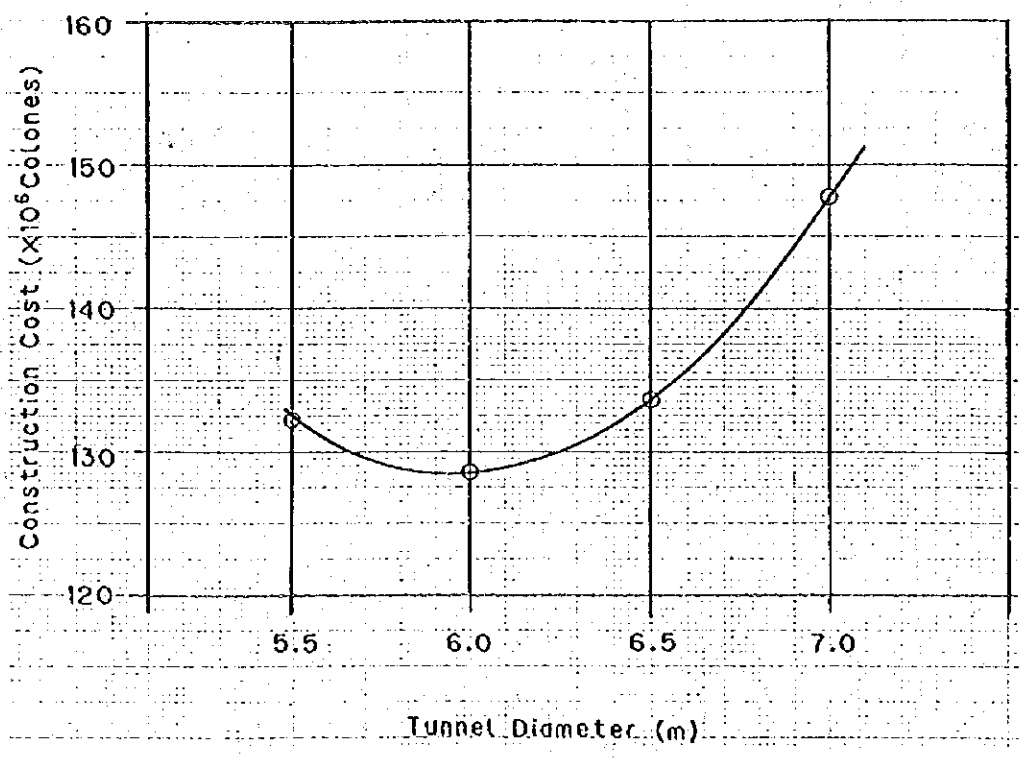


Fig. 11-2 Relation Curve between Construction Cost and Tunnel Diameter

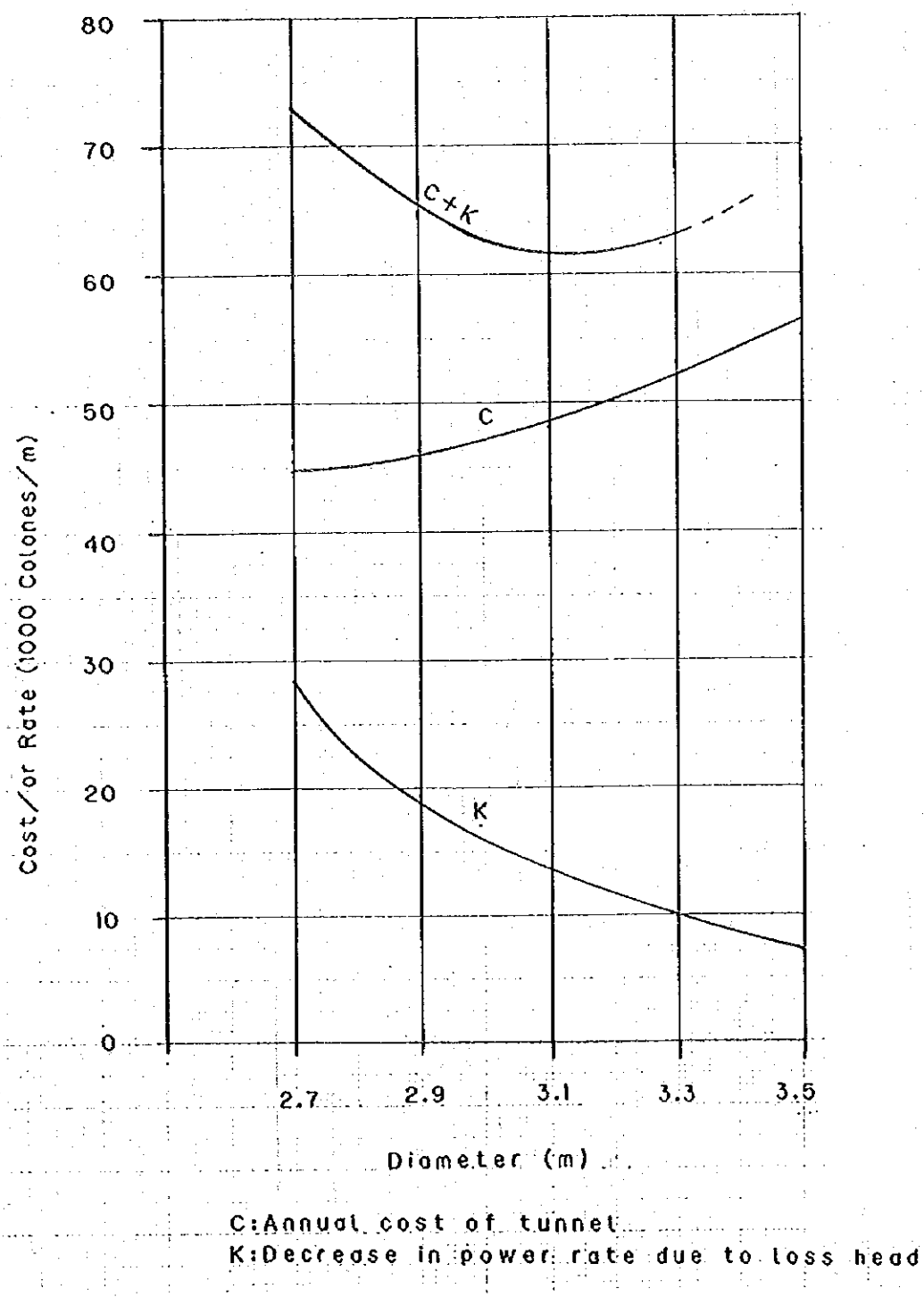
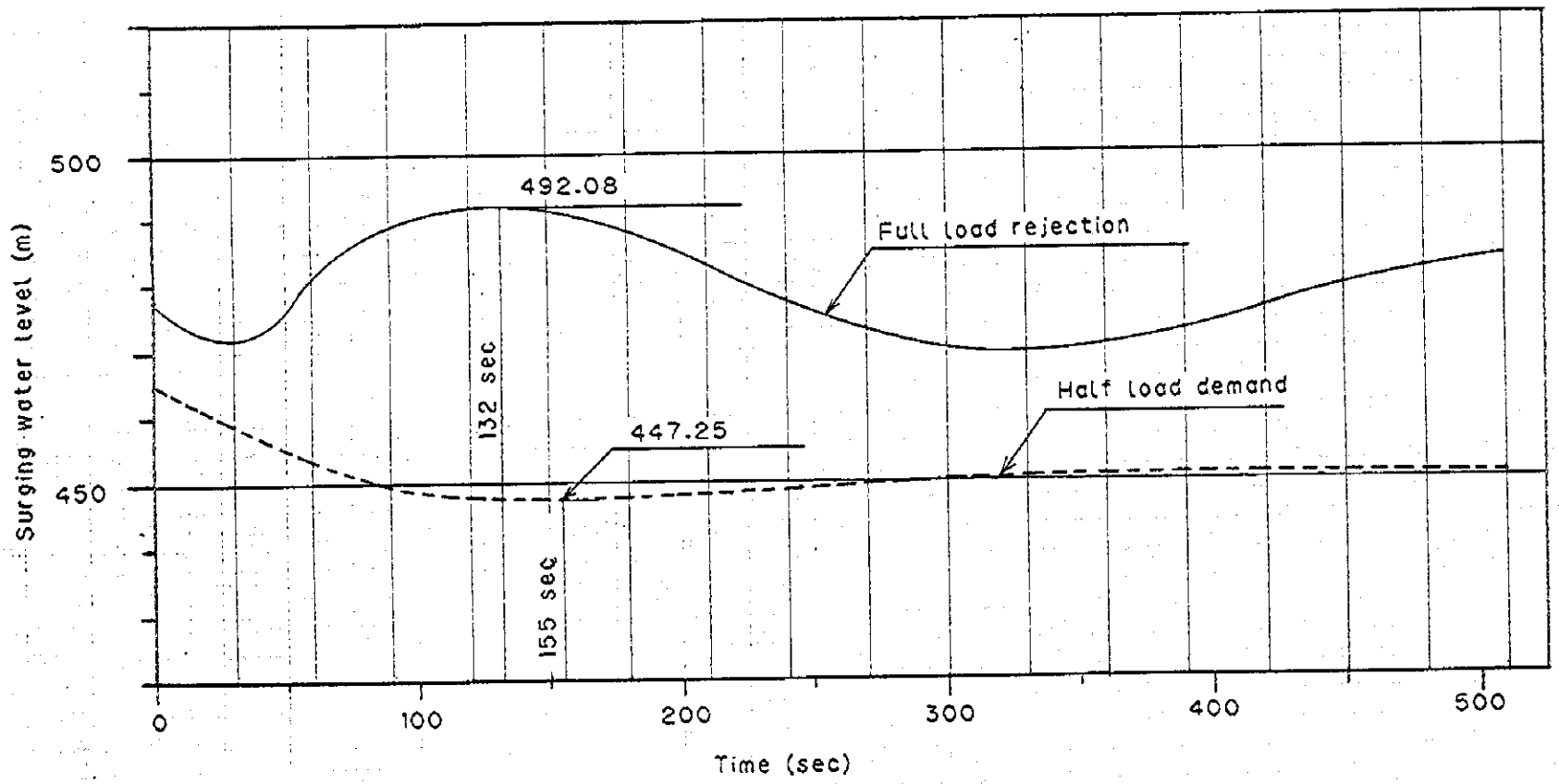


Fig. 11-3 Optimum Diameter of Headrace Tunnel



In the case of full load rejection
Q=27.0 m3/sec →0
Reservoir water level= 477.40 m

In the case of half load demand
Q= 13.5 m3/sec →27.0 m3/sec
Reservoir water level=470.00 m

Fig. 11-4 Surging Curve

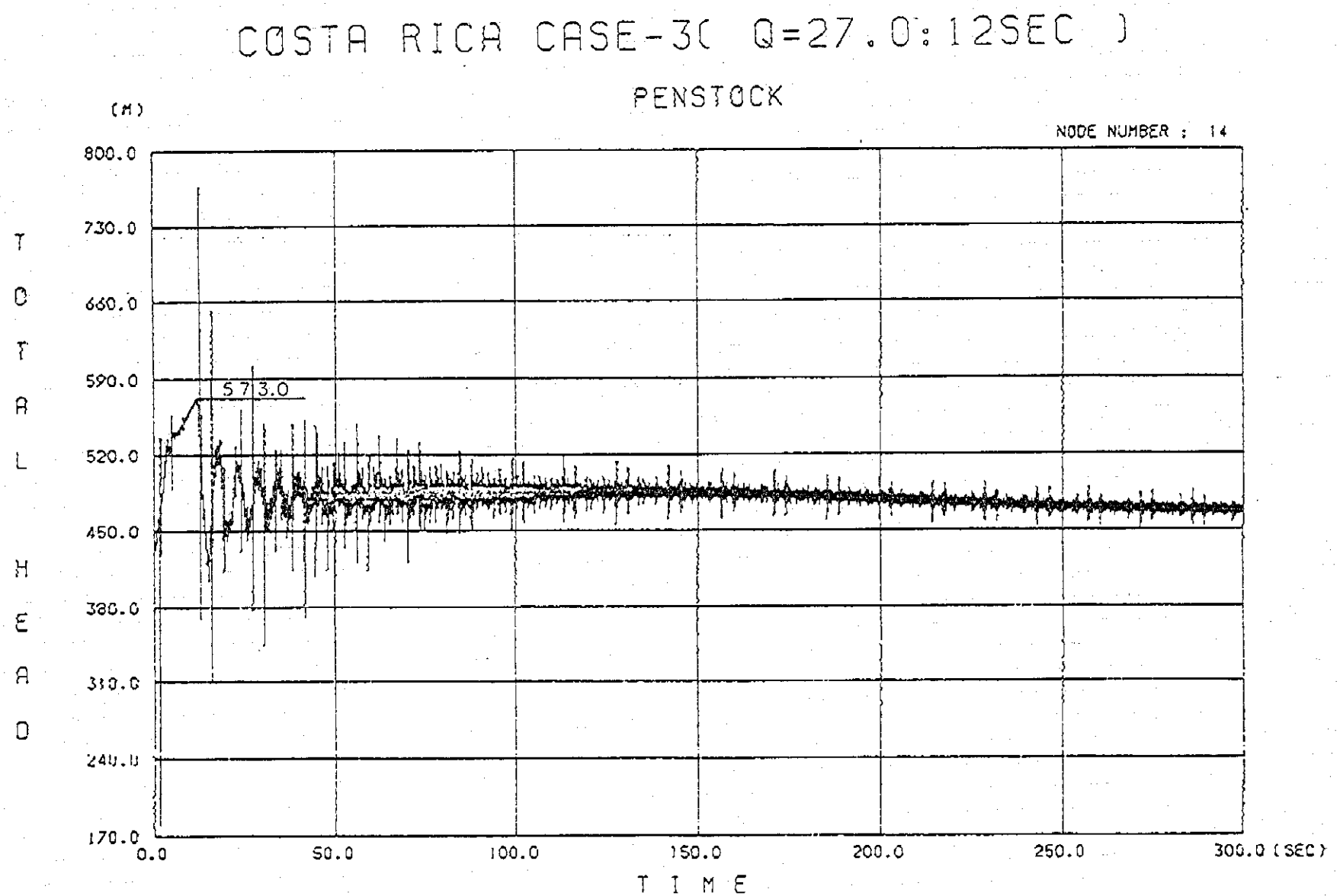
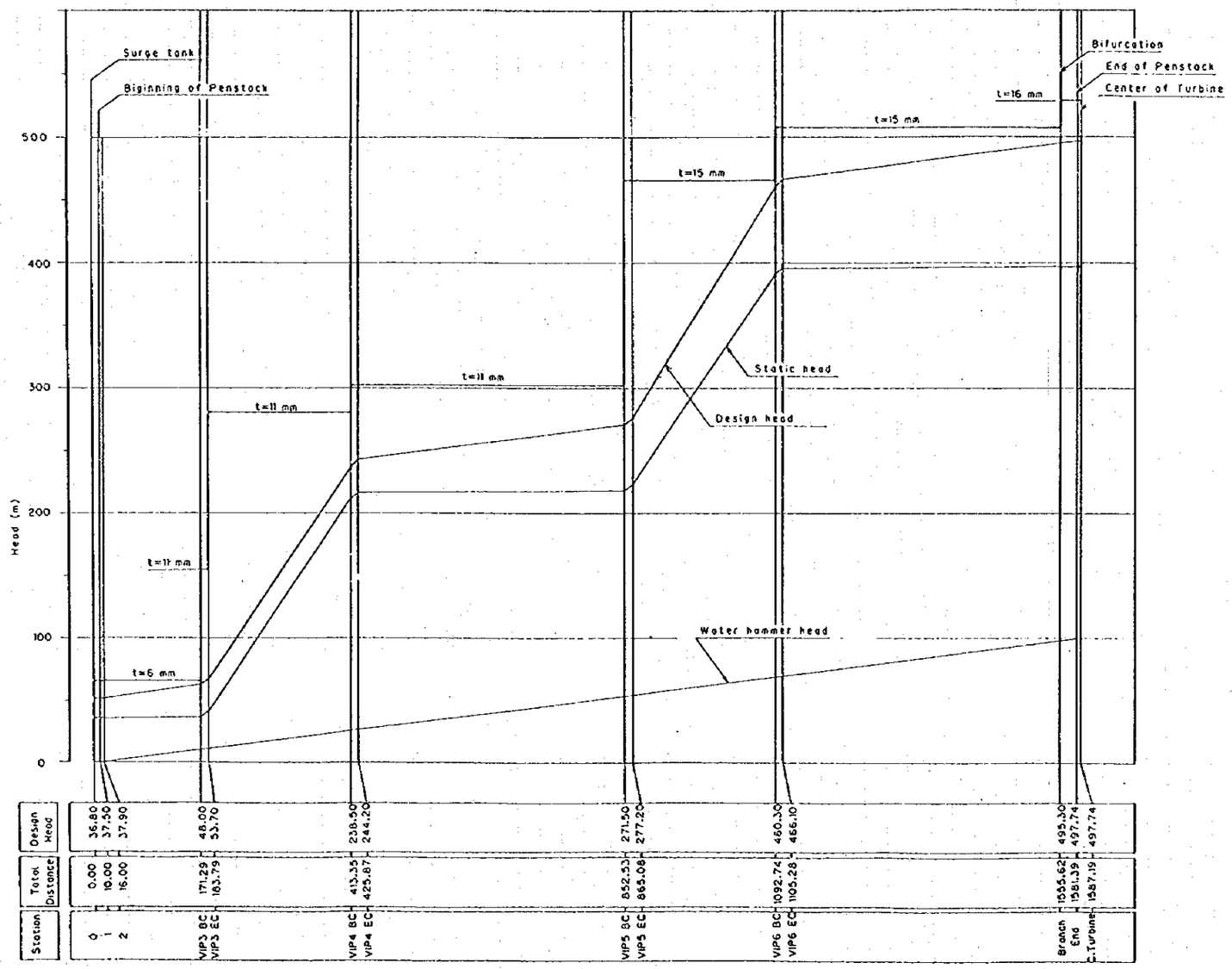


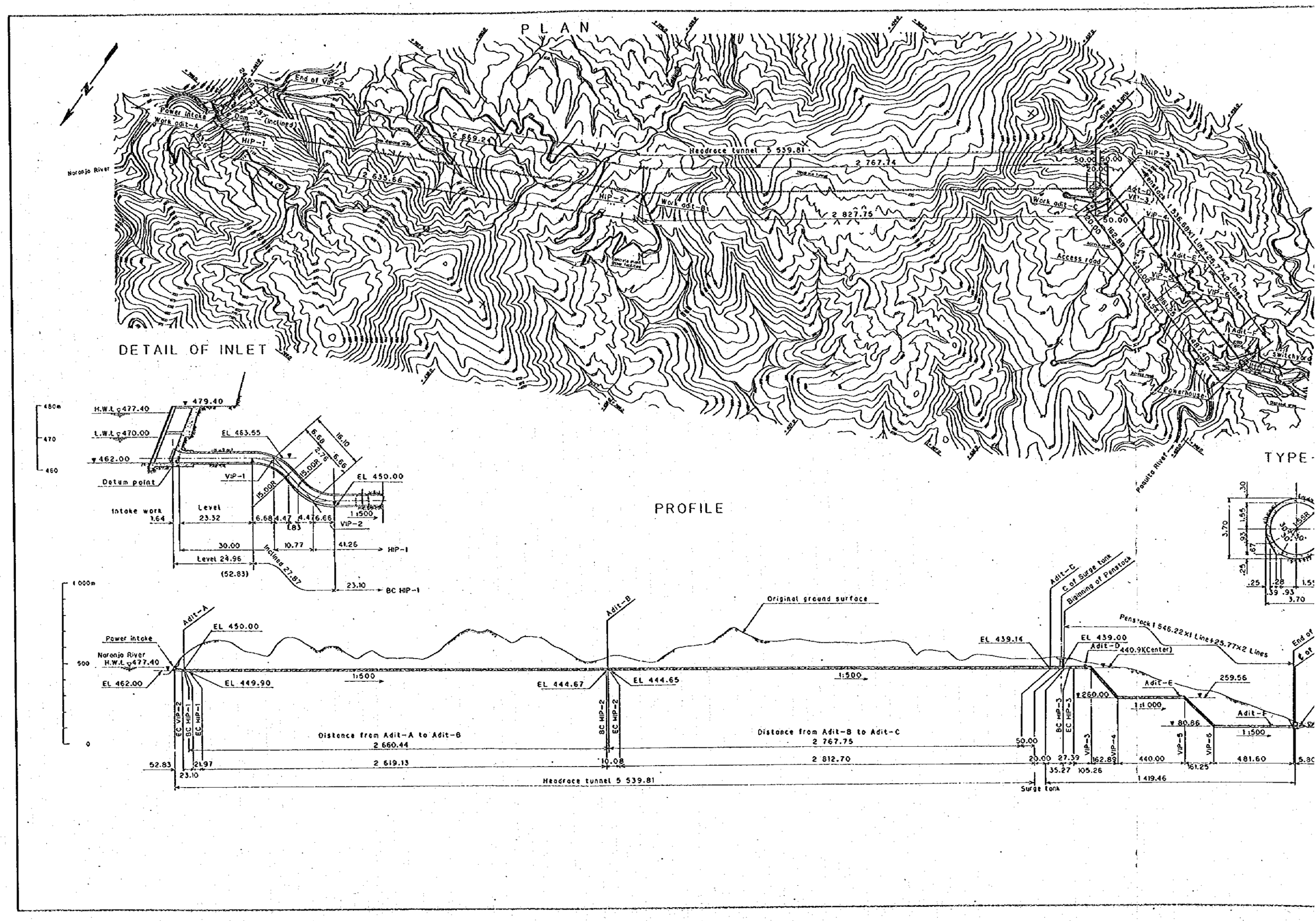
Fig. 11-5 Water Hammer Pressure Curve

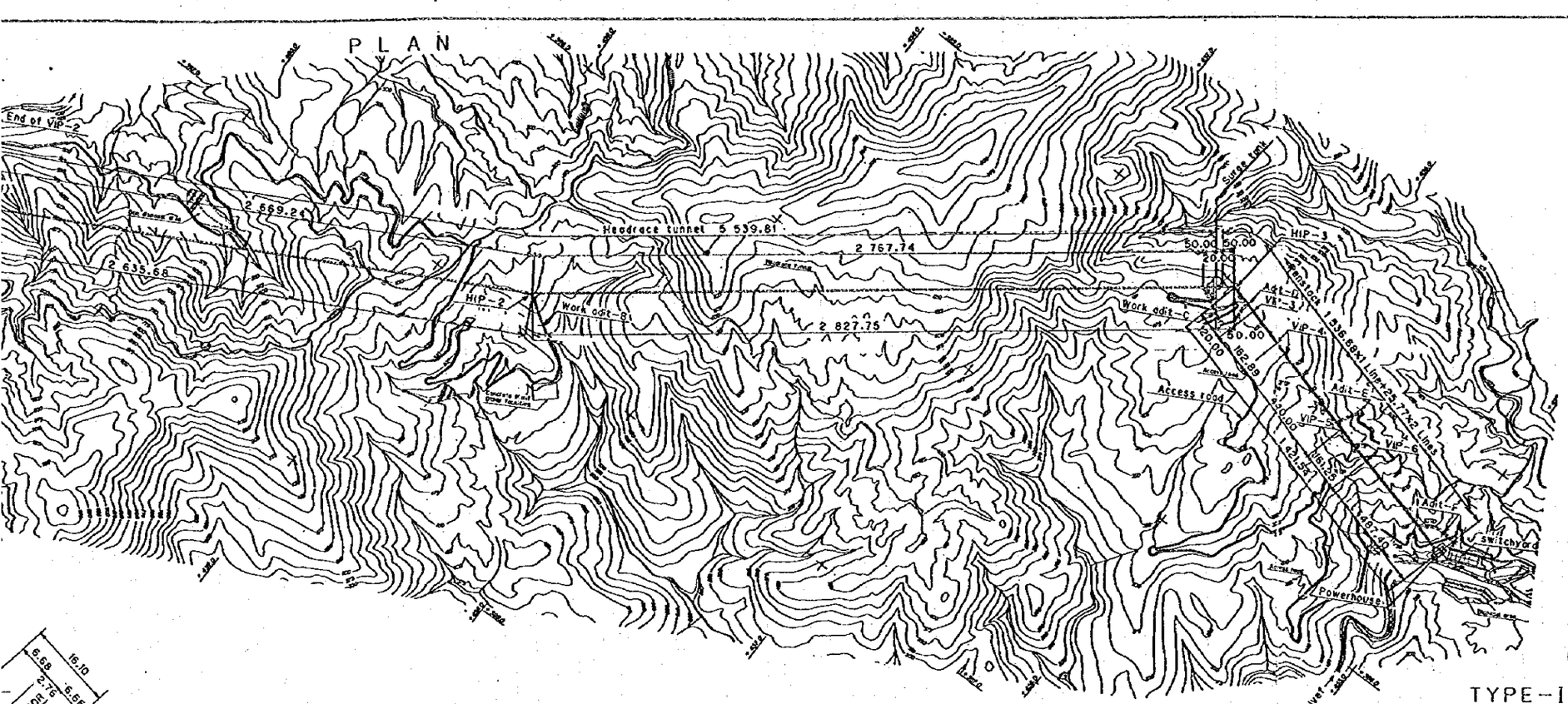


Specification

Maximum discharge	27.00 m³/sec
Maximum static head	397.90 m
Water hammer (at Turbine)	99.50 m
Closing time	12.00 sec
Materiol	
Allowable tensile stress	2,400 Kg/cm²
Welding efficiency	95 %
Corrosion allowance	1.50 mm

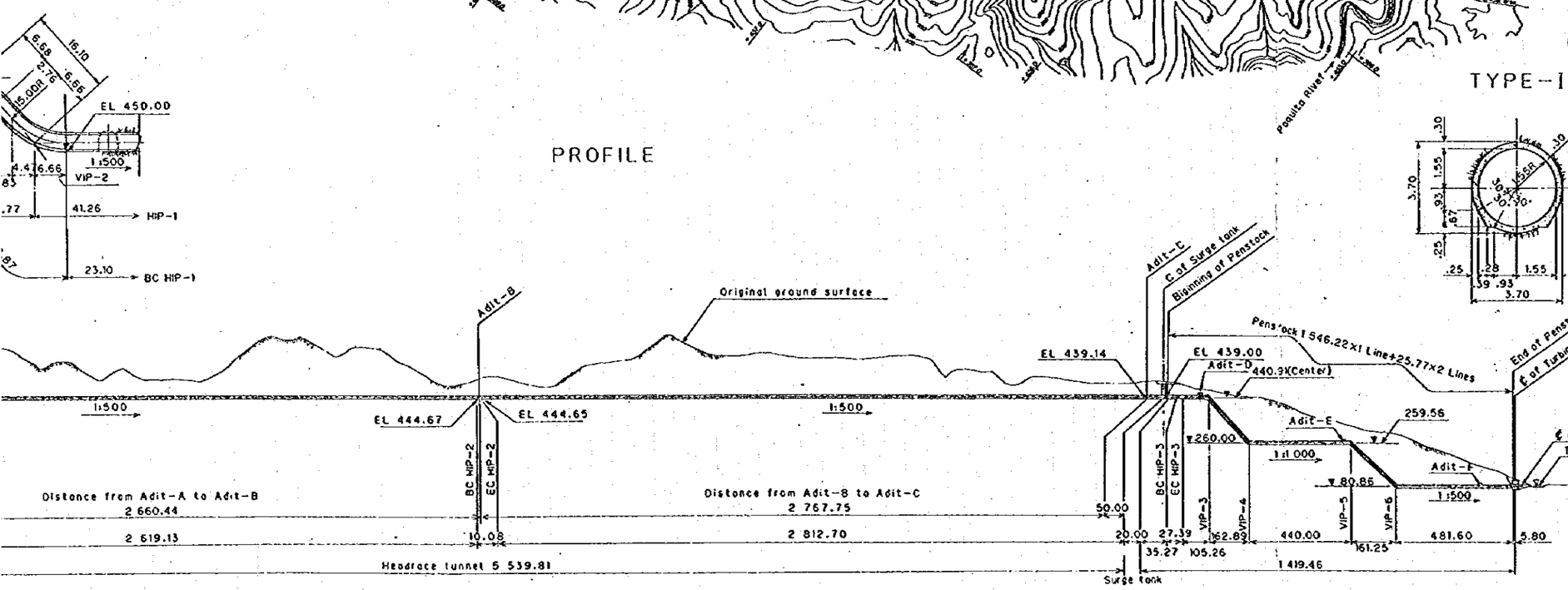
Fig. 11-6 Penstock Steel Liner Design Diagram


PLAN
Naranjo River
Power intake
Work adit-A
Dam
End of VIP-2
HIP-1
2 669.24
2 635.66
Headrace tunnel 5 539.81
2 767.74
2 827.75
HIP-2
Work adit-B
Work adit-C
Surge tank
HIP-3
Penstock
Adit-D
VIP-3
VIP-4
Adit-E
VIP-5
VIP-6
Access road
Powerhouse
Switchyard
Paquita River
DETAIL OF INLET
H.W.L 477.40
L.W.L 470.00
479.40
462.00
Datum point
Intake work
Level
EL 463.55
EL 450.00
VIP-1
VIP-2
HIP-1
BC HIP-1
Level 24.96
Inclined 27.87
PROFILE
Adit-A
Adit-B
Adit-C
C of Surge tank
Beginning of Penstock
Original ground surface
Power intake
Naranjo River
H.W.L 477.40
EL 462.00
EL 450.00
EL 449.90
EL 444.67
EL 444.65
EL 439.14
EL 439.00
Adit-D
440.9(Center)
Penstock 1 546.22×1 Line+25.77×2 Lines
End of
Adit-E
259.56
260.00
80.86
Adit-F
EC VIP-2
BC HIP-1
EC HIP-1
BC HIP-2
EC HIP-2
BC HIP-3
EC HIP-3
VIP-3
VIP-4
VIP-5
VIP-6
Distance from Adit-A to Adit-B
2 660.44
Distance from Adit-B to Adit-C
2 767.75
2 619.13
2 812.70
Headrace tunnel 5 539.81
Surge tank
1 419.46
440.00
481.60
161.25
162.89
105.26
TYPE-

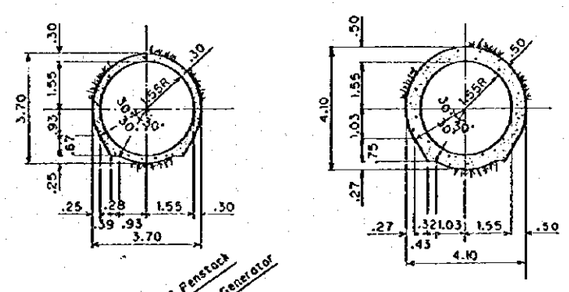


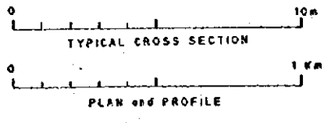
IP	Coordinate		Distance	Note
	X	Y		
Intake	-388 101.00	461 014.80		Datum point
HIP-1	388 120.00	460 935.00	82.03	
HIP-2	386 860.00	458 620.00	2 635.68	
Surge tank	385 112.09	456 397.17	2 827.75	℄ of S.T
HIP-3	385 075.00	456 350.00	60.00	

IP	IA	R	TL	CL
VIP-1	48°00'00"	15.00	6.68	12.57
VIP-2	47°53'07"	15.00	6.66	12.54
HIP-1	41°57'03"	30.00	11.50	21.97
HIP-2	9°37'16"	60.00	5.05	10.08
HIP-3	52°19'01"	30.00	14.74	27.39



TYPICAL CROSS SECTION OF HEADRACE TUNNEL



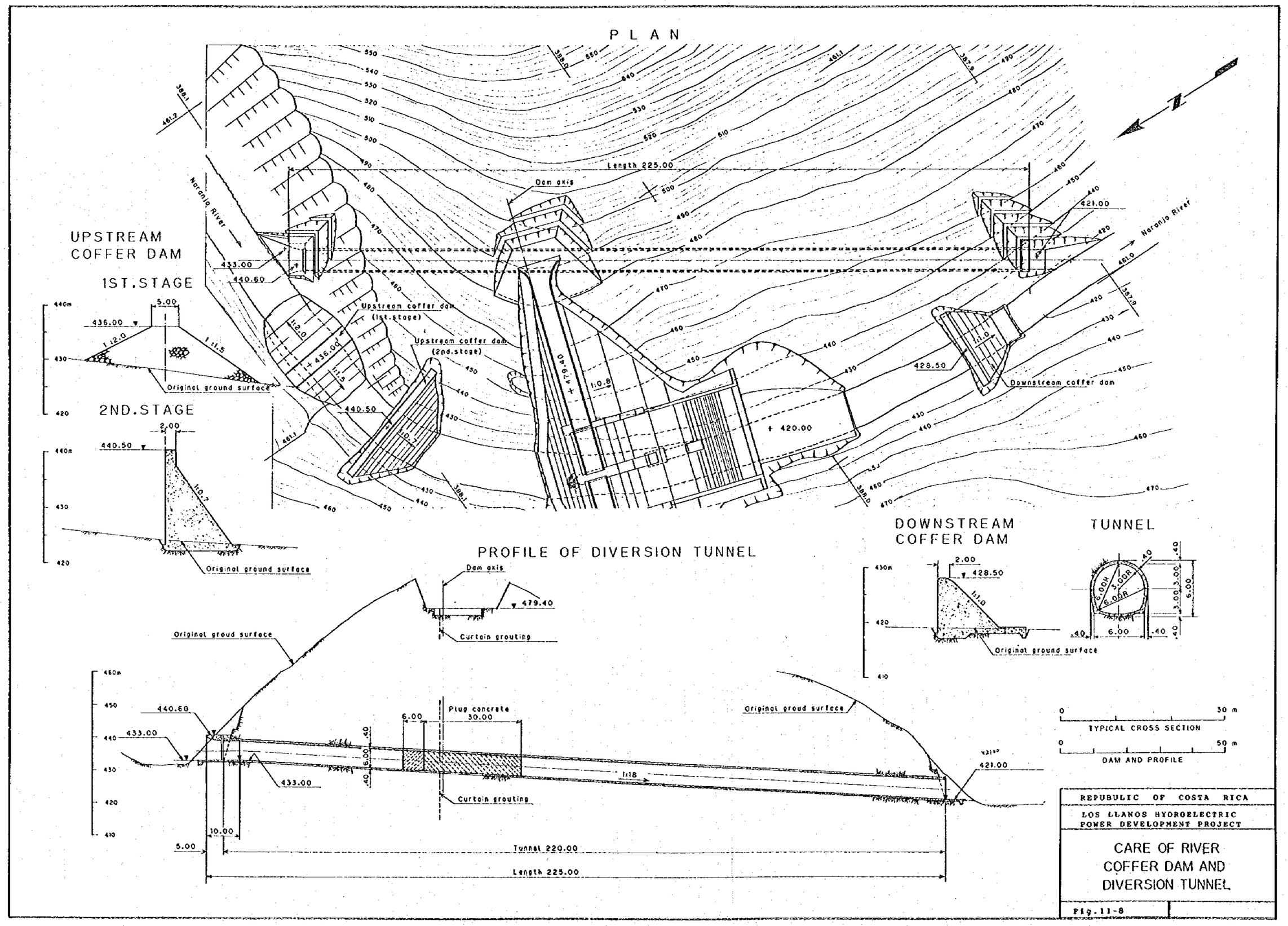


REPUBULIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

GENERAL PLAN
PROFILE AND SECTION

Fig.11-7


PLAN
Length 225.00
Dam axis
Naranjo River
UPSTREAM COFFER DAM
1ST.STAGE
2ND.STAGE
Upstream coffer dam (1st.stage)
Upstream coffer dam (2nd.stage)
Original ground surface
Downstream coffer dam
DOWNSTREAM COFFER DAM
TUNNEL
PROFILE OF DIVERSION TUNNEL
Curtain grouting
Plug concrete 30.00
Tunnel 220.00
Length 225.00
TYPICAL CROSS SECTION
DAM AND PROFILE
REPUBLIC OF COSTA RICA
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
CARE OF RIVER COFFER DAM AND DIVERSION TUNNEL
Fig.11-8

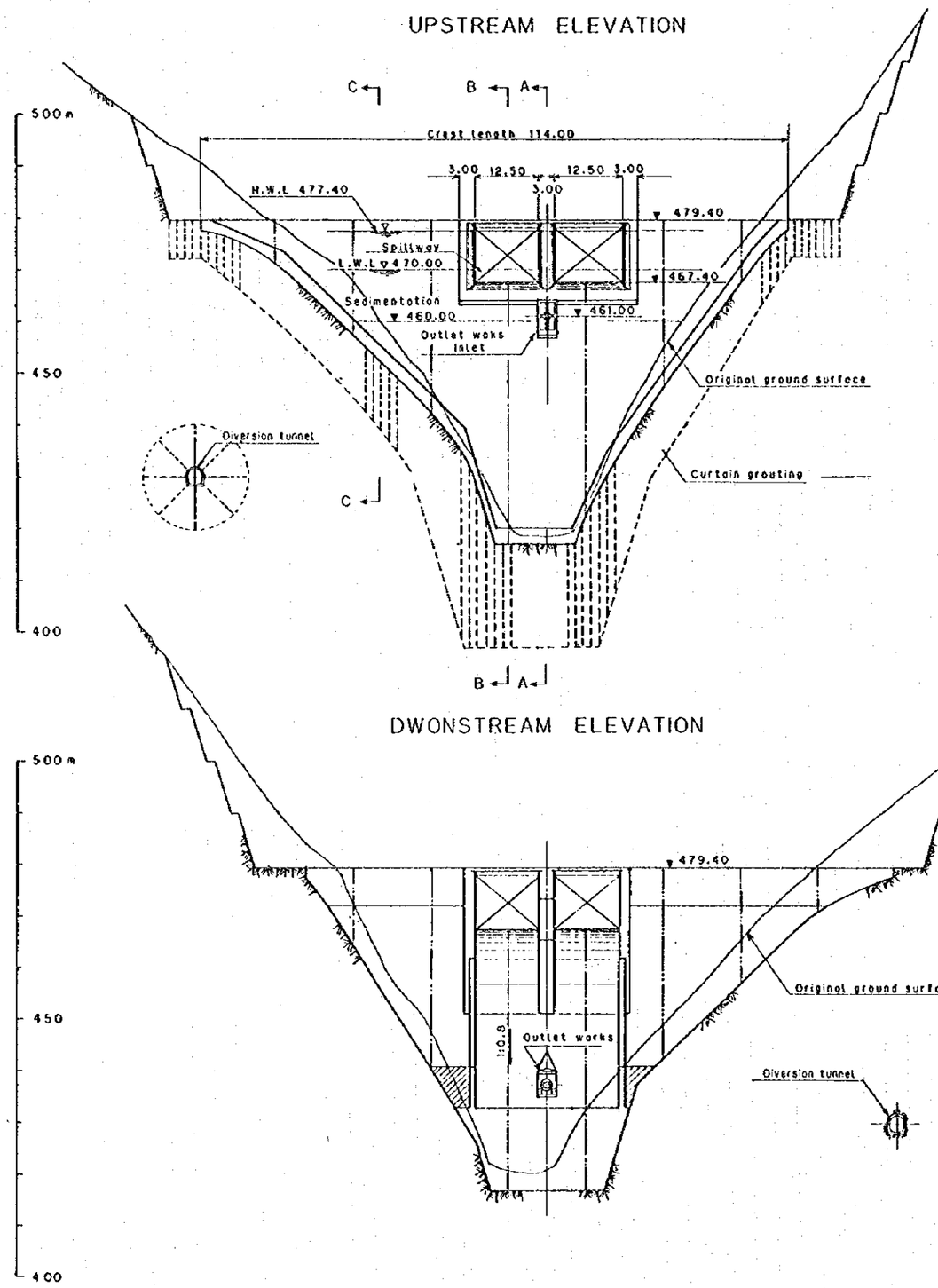
REPUBLIC OF COSTA RICA

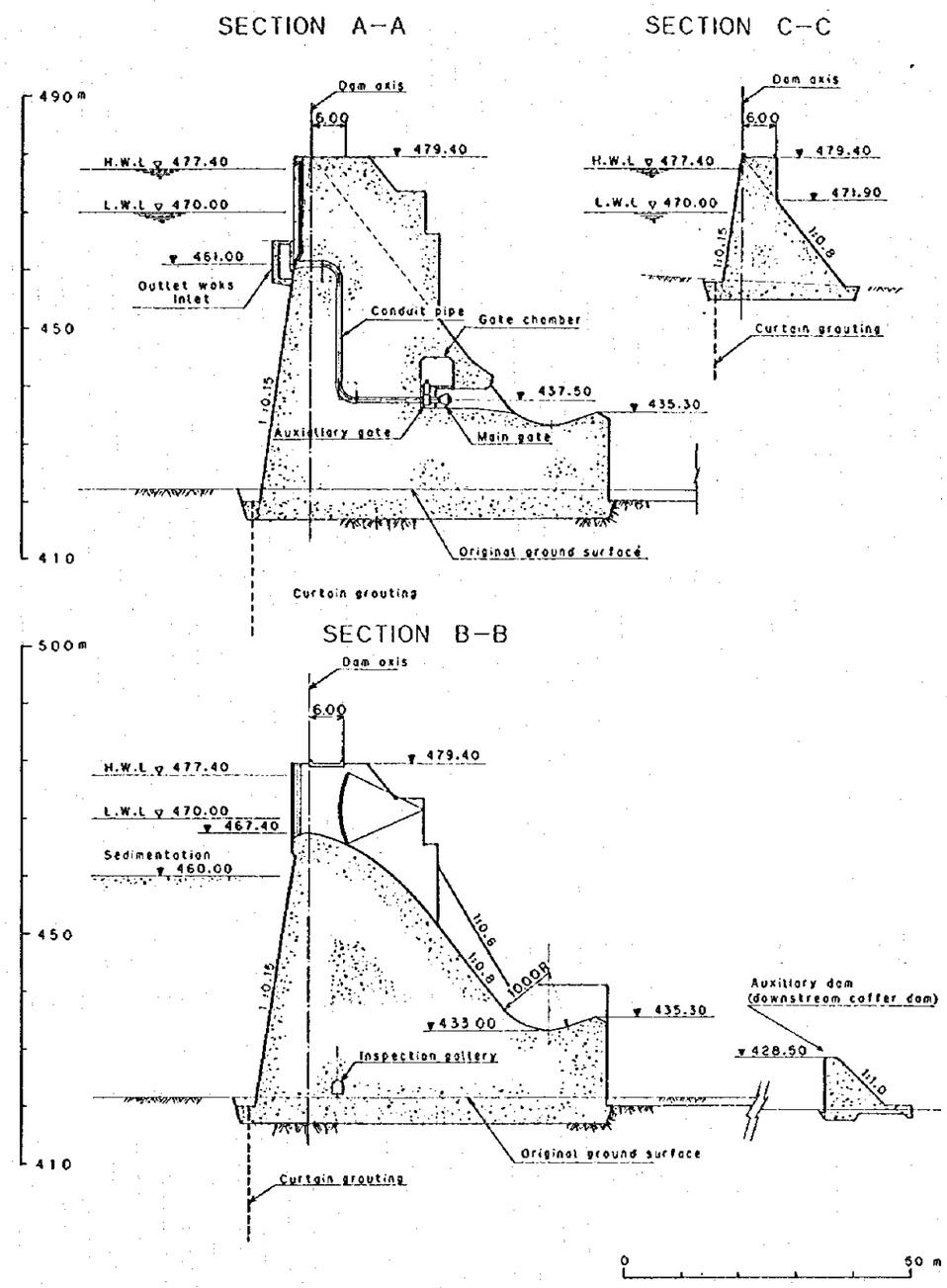
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

D A M

GENERAL PLAN

Fig.11-9





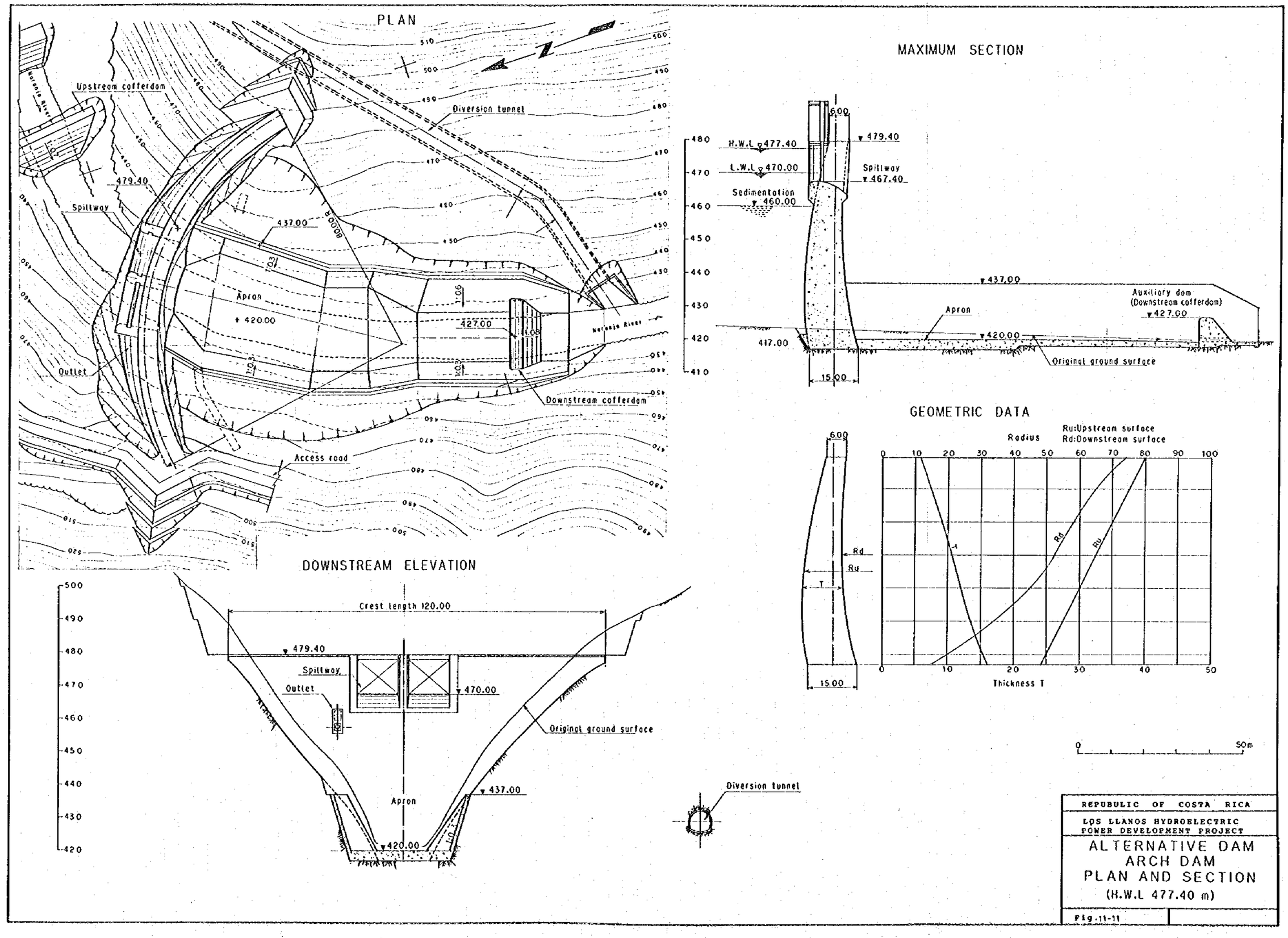
REPUBLIC OF COSTA RICA

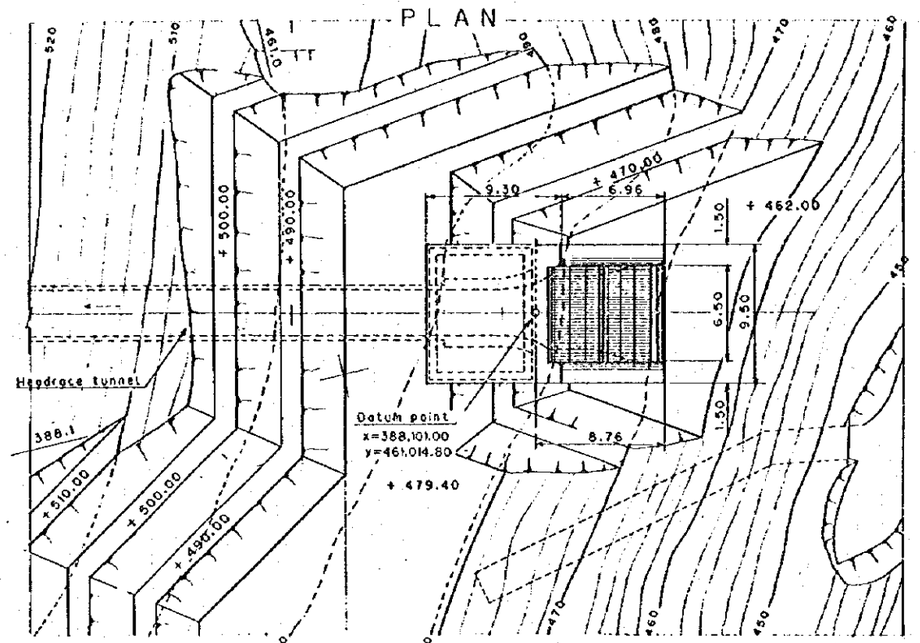
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

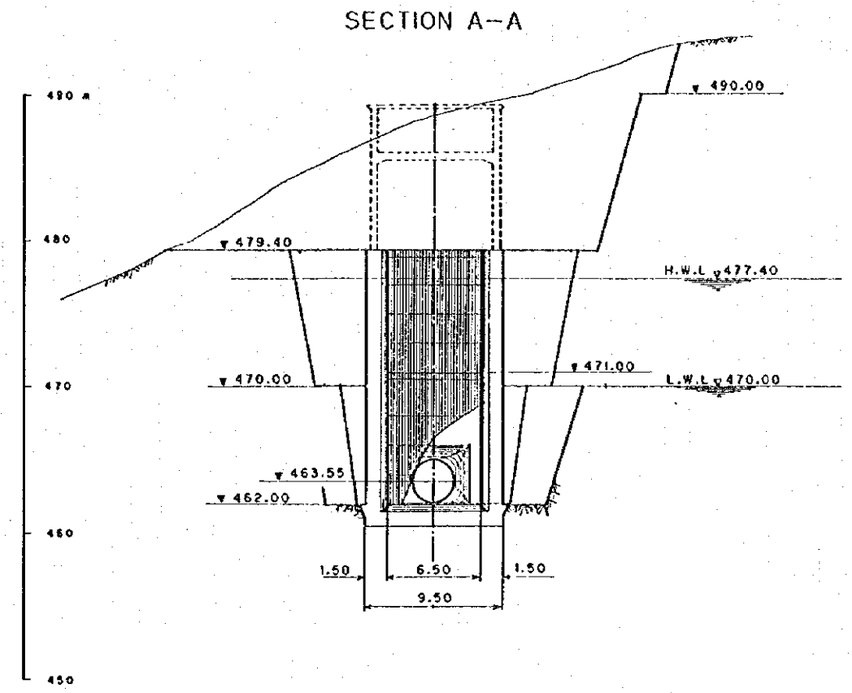
D A M

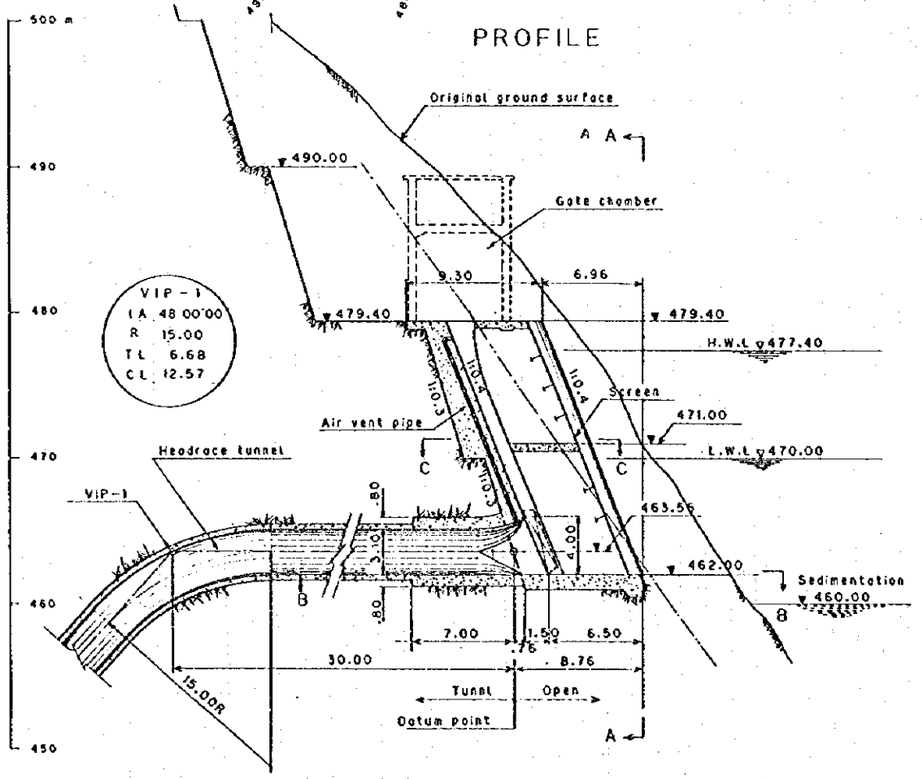
ELEVATION AND SECTION

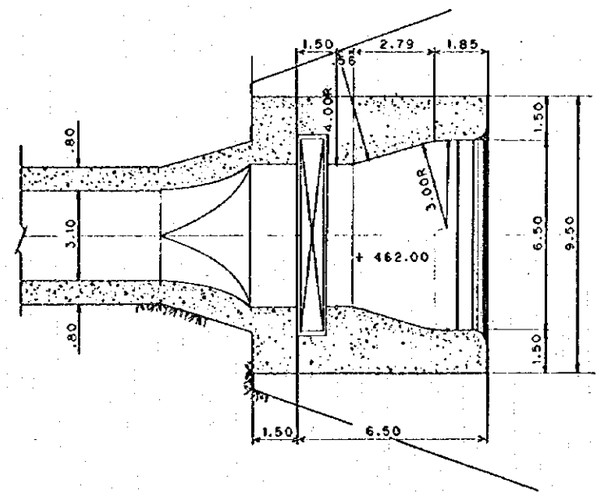
Fig. 11-10

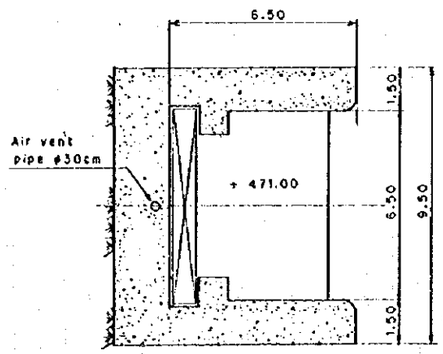

PLAN
Upstream cofferdam
Diversion tunnel
Spillway
479.40
437.00
Apron
+ 420.00
427.00
Outlet
Downstream cofferdam
Access road
Nerguia River
MAXIMUM SECTION
H.W.L 477.40
L.W.L 470.00
Sedimentation 460.00
479.40
Spillway 467.40
437.00
Auxiliary dam (Downstream cofferdam) 427.00
Apron
420.00
417.00
Original ground surface
15.00
GEOMETRIC DATA
Radius
Ru:Upstream surface
Rd:Downstream surface
Rd
Ru
T
Thickness T
DOWNSTREAM ELEVATION
Crest length 120.00
479.40
Spillway
Outlet
470.00
Original ground surface
437.00
Apron
420.00
Diversion tunnel
50m
REPUBLIC OF COSTA RICA
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
ALTERNATIVE DAM
ARCH DAM
PLAN AND SECTION
(H.W.L 477.40 m)
Fig.11-11











0 5 10 m
Section B-B, Section C-C

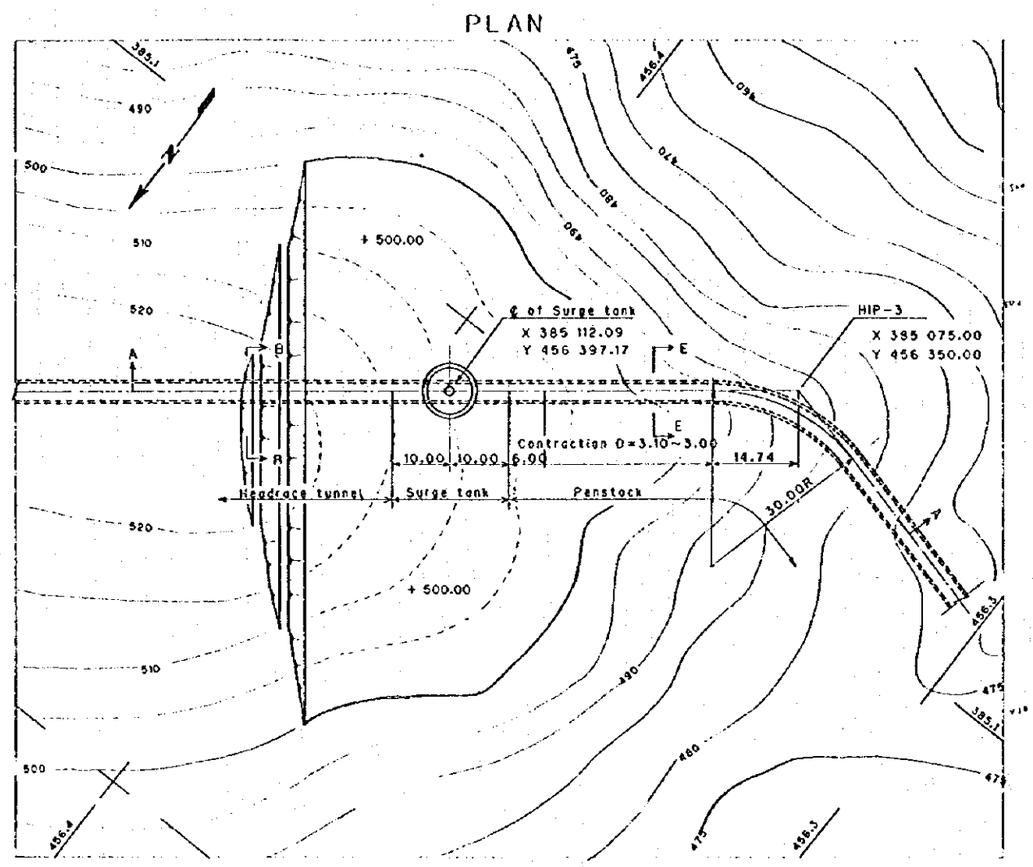
0 10 20 m
Plan, Profile and Section A-A

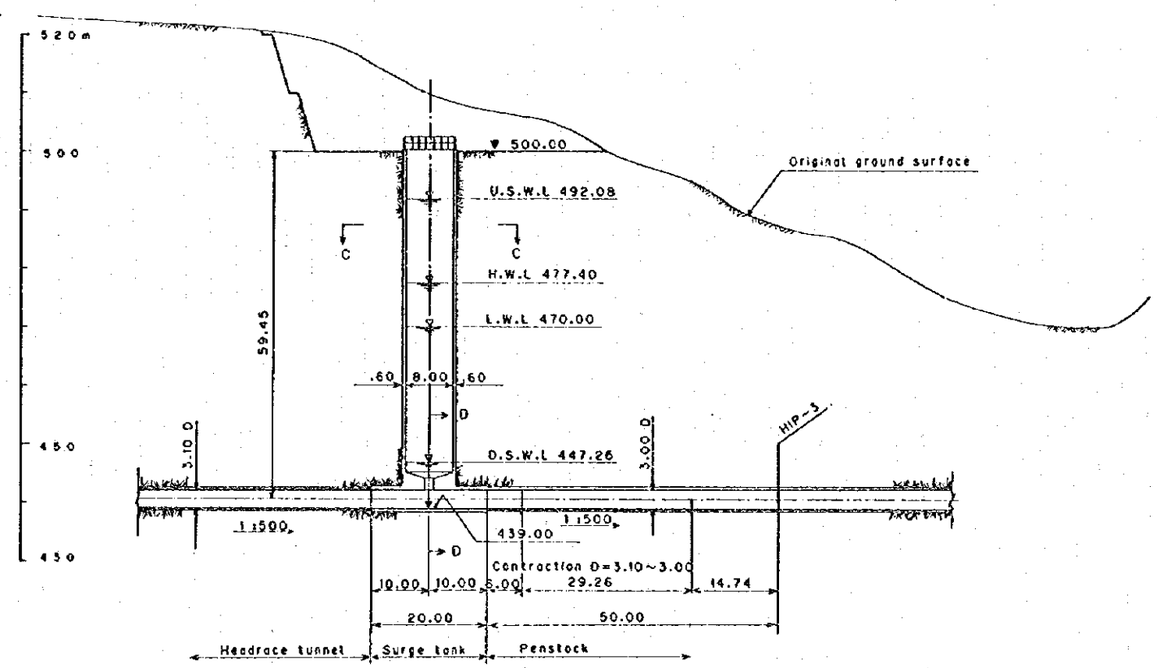
REPUBLIC OF COSTA RICA

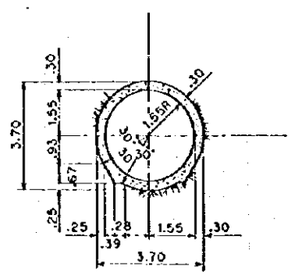
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

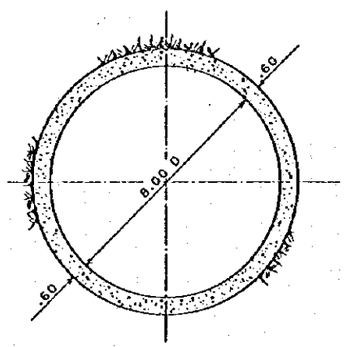
POWER INTAKE
PLAN AND SECTION

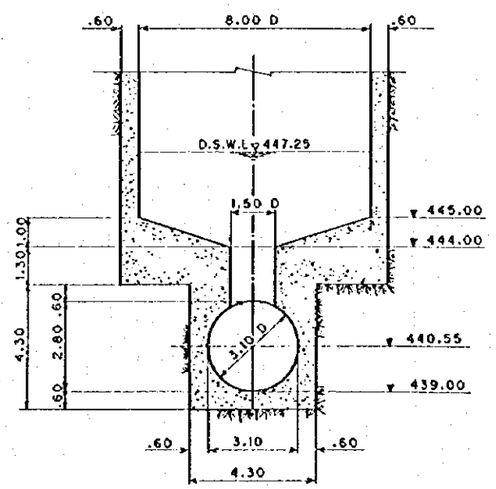
Fig. 11-12

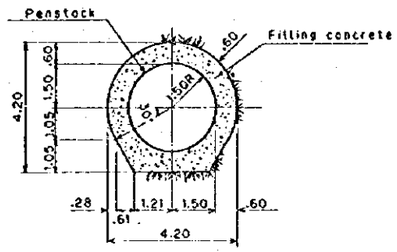












0 1 m
SECTION B-B,C-C,D-D,E-E

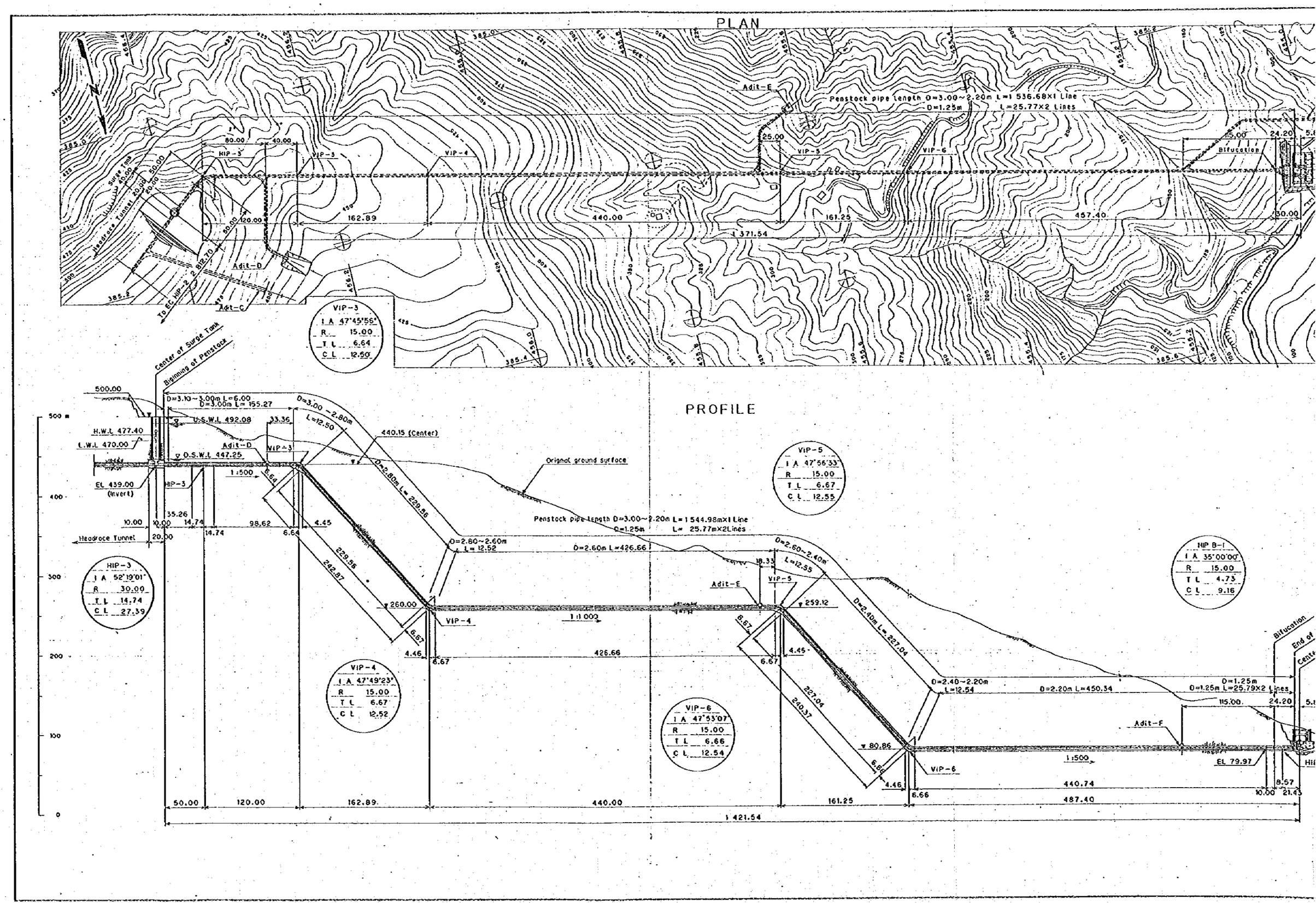
0 5.0 m
PLAN and SECTION A-A

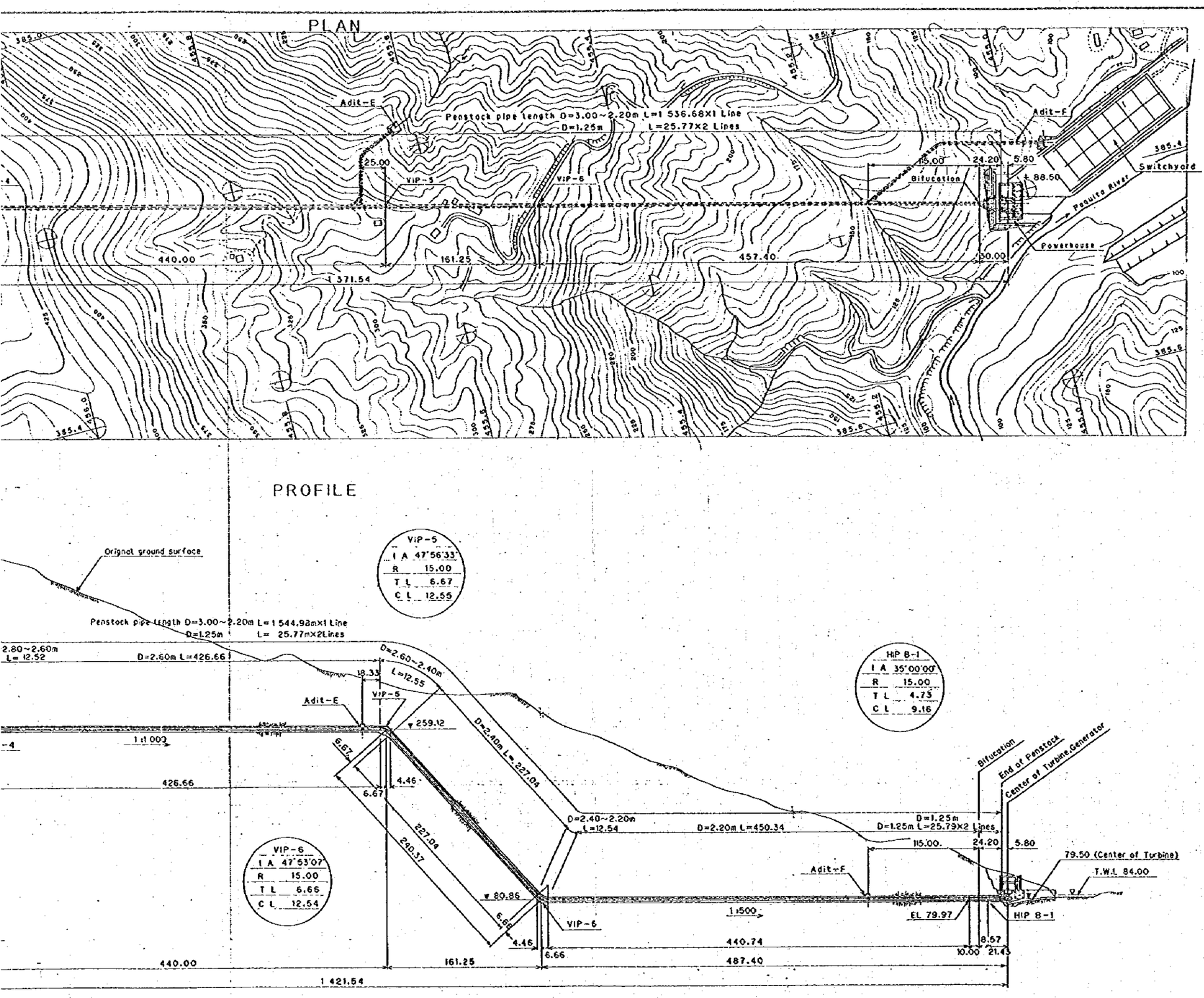
REPUBULIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

SURGE TANK
PLAN AND SECTION

Fig. 11-13

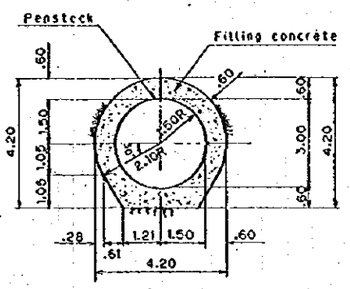

PLAN
PROFILE
Adit-E
Penstock pipe length D=3.00~2.20m L=1 536.68X1 Line
D=1.25m L=25.77X2 Lines
Surge Tank
Headrace Tunnel
To EC HIP-2
Adit-D
Adit-C
HIP-3
VIP-3
VIP-4
VIP-5
VIP-6
Bifucation
Center of Surge Tank
Biginning of Penstock
D=3.10~3.00m L=6.00
D=3.00m L=155.27
D=3.00~2.80m L=12.50
D=2.80m L=229.56
D=2.60~2.60m L=12.52
D=2.60m L=426.66
D=2.60~2.40m L=12.55
D=2.40m L=227.04
D=2.40~2.20m L=12.54
D=2.20m L=450.34
D=1.25m
D=1.25m L=25.79X2 Lines
Penstock pipe length D=3.00~2.20m L=1 544.98mX1 Line
D=1.25m L= 25.77mX2Lines
H.W.L 477.40
L.W.L 470.00
U.S.W.L 492.08
D.S.W.L 447.25
EL 439.00 (Invert)
Headrace Tunnel
Orignal ground surface
440.15 (Center)
Adit-F
EL 79.97
End of Penstock
Center of Hill
1:500
1:1000
VIP-3 I A 47°45'56" R 15.00 T L 6.64 C L 12.50
HIP-3 I A 52°19'01" R 30.00 T L 14.74 C L 27.39
VIP-4 I A 47°49'23" R 15.00 T L 6.67 C L 12.52
VIP-5 I A 47°56'33" R 15.00 T L 6.67 C L 12.55
VIP-6 I A 47°53'07" R 15.00 T L 6.66 C L 12.54
HIP B-1 I A 35°00'00" R 15.00 T L 4.73 C L 9.16
1 421.54



TYPICAL CROSS SECTION

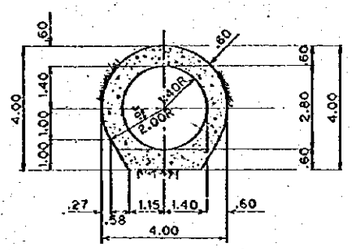
TYPE-I

D=3.00 m



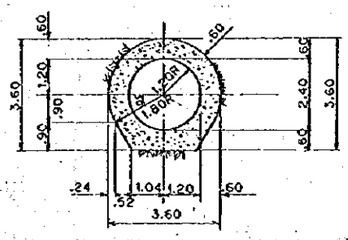
TYPE-II

D=2.80~2.60 m



TYPE-III

D=2.40~2.20 m



0 10m
TYPICAL CROSS SECTION

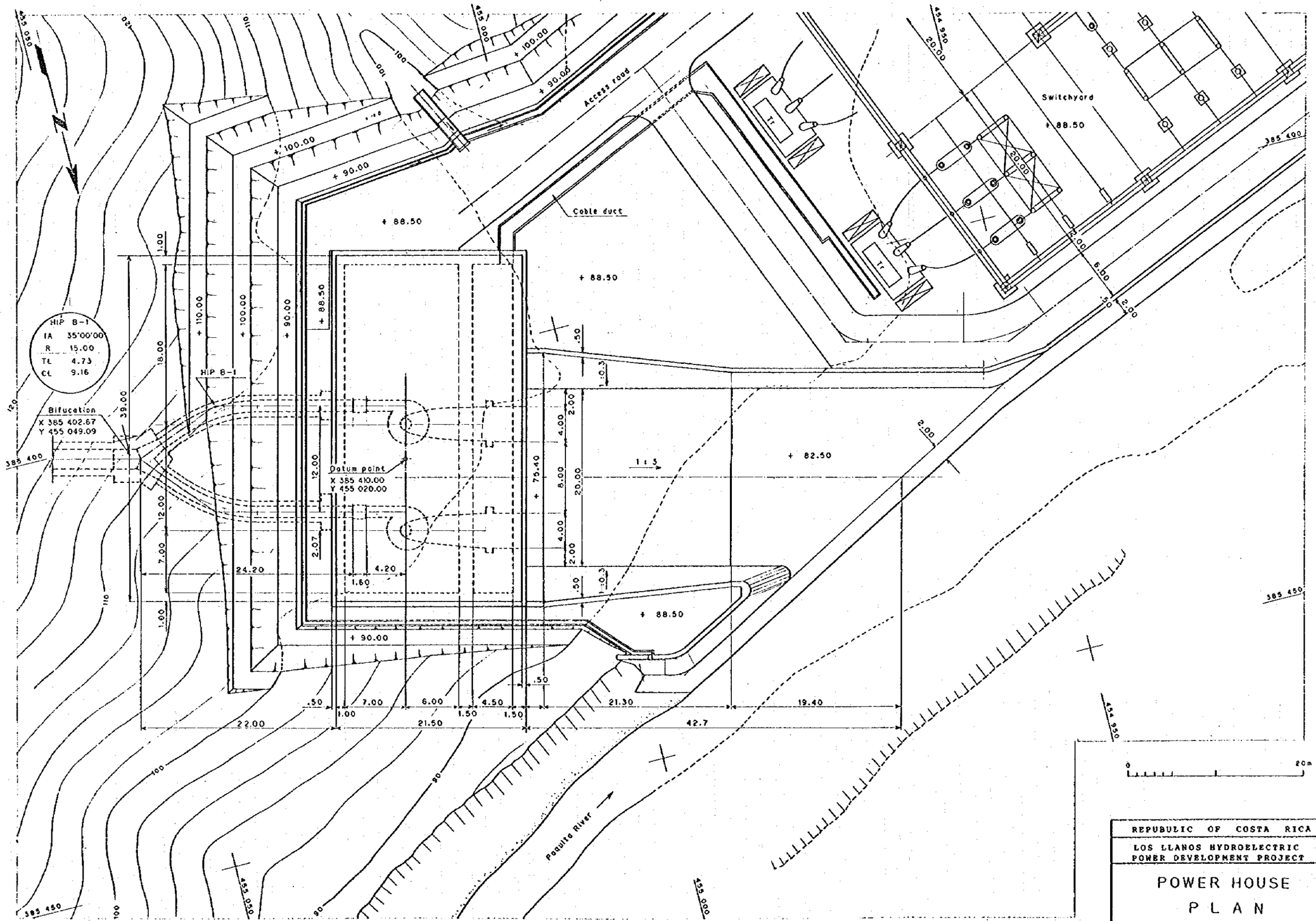
0 200m
PLAN and PROFILE

REPUBLIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

PENSTOCK PLAN, PROFILE AND SECTION

Fig. II-14



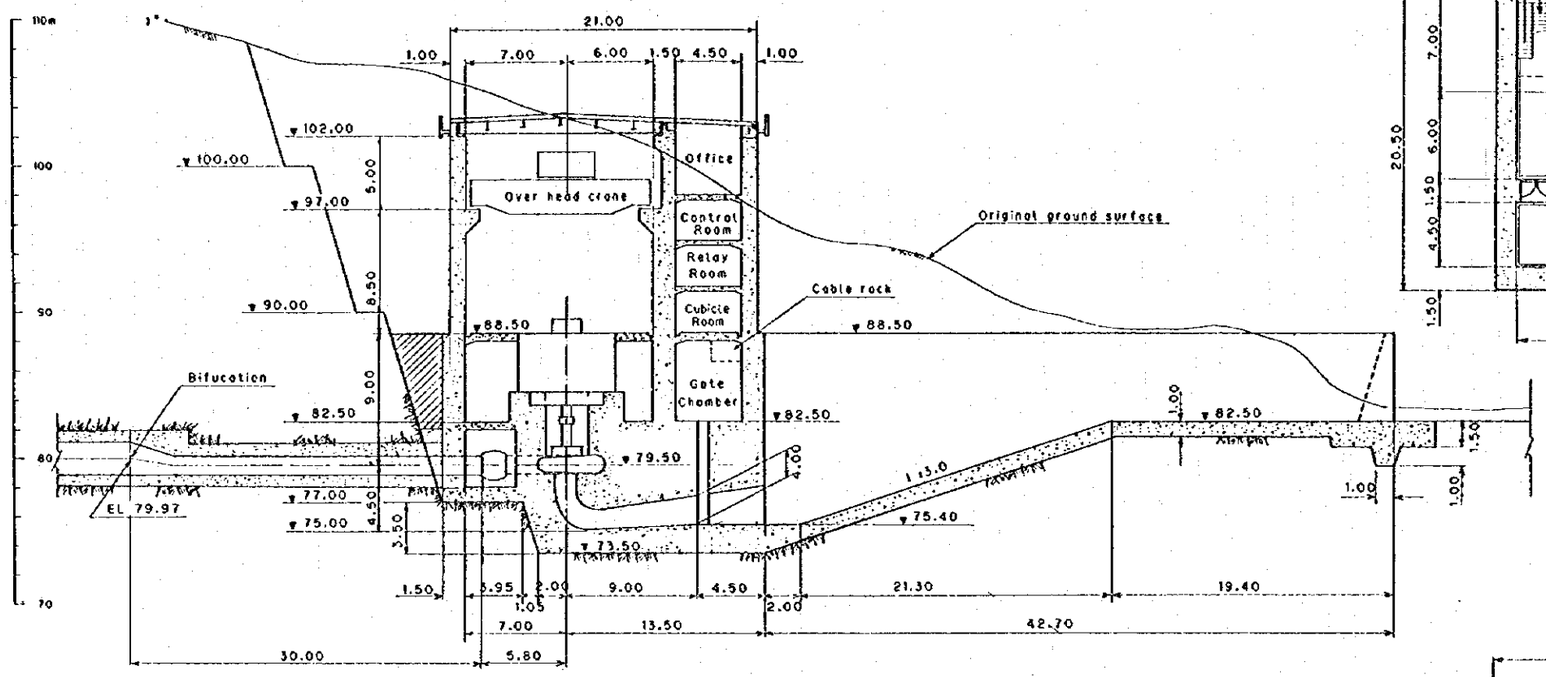
REPUBULIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

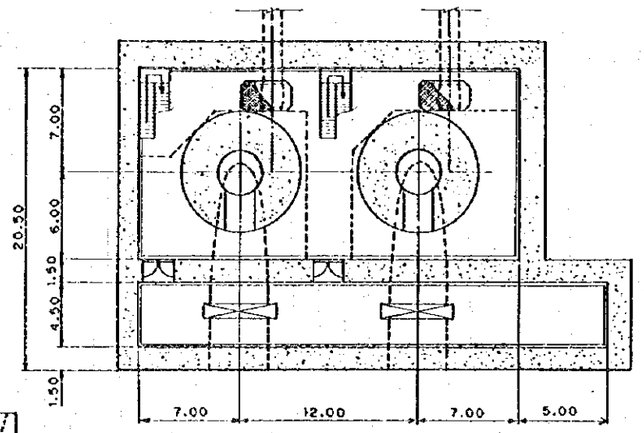
POWER HOUSE PLAN

Fig.11-15

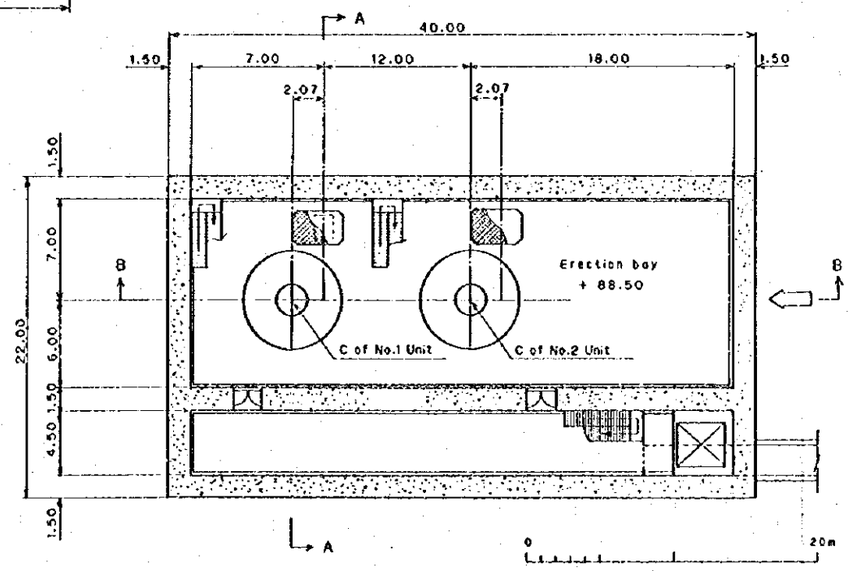
SECTION A-A



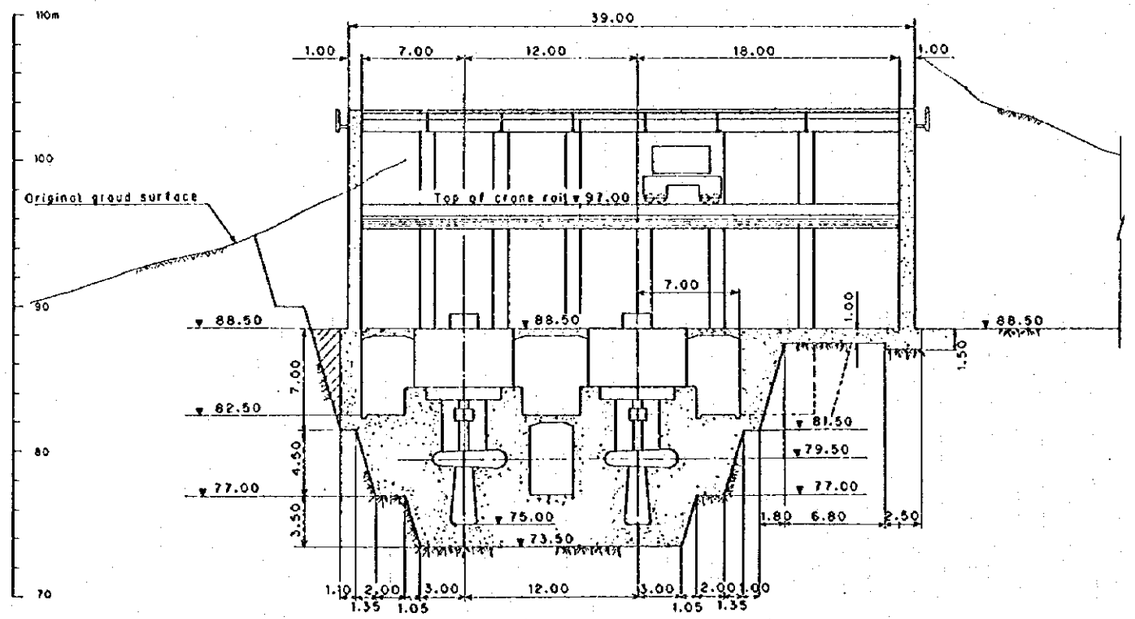
PLAN EL 82.50



PLAN EL 88.50



SECTION B-B

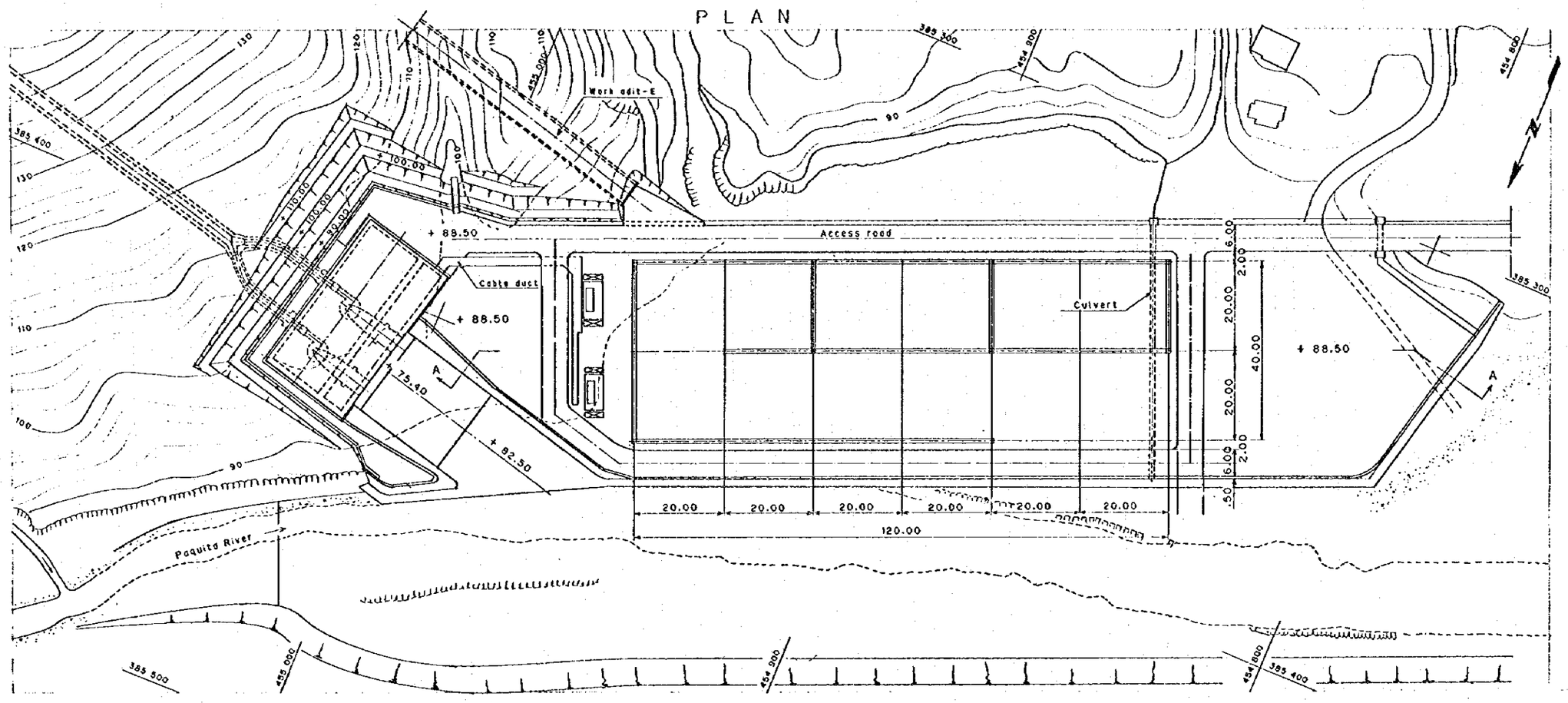


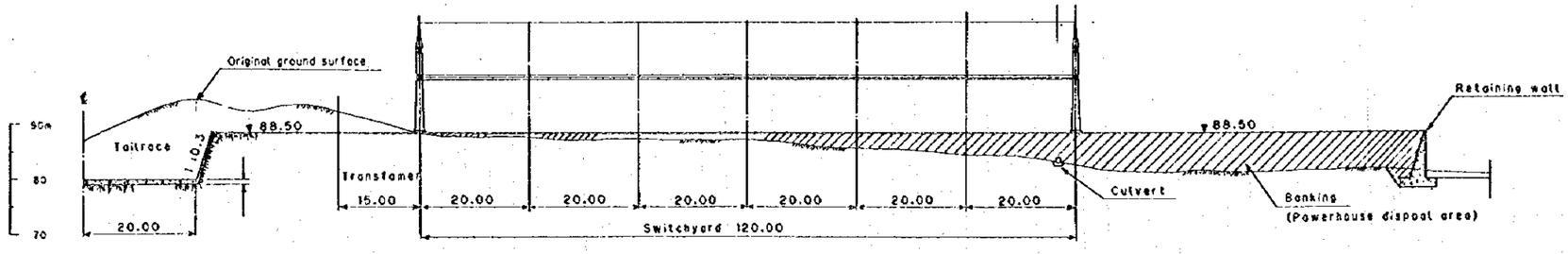
REPUBLIC OF COSTA RICA

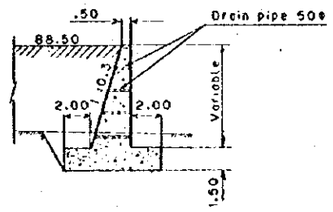
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

POWER HOUSE PLAN AND SECTION

Fig.11-16







0 — 20m
DETAIL OF RETAINING WALL

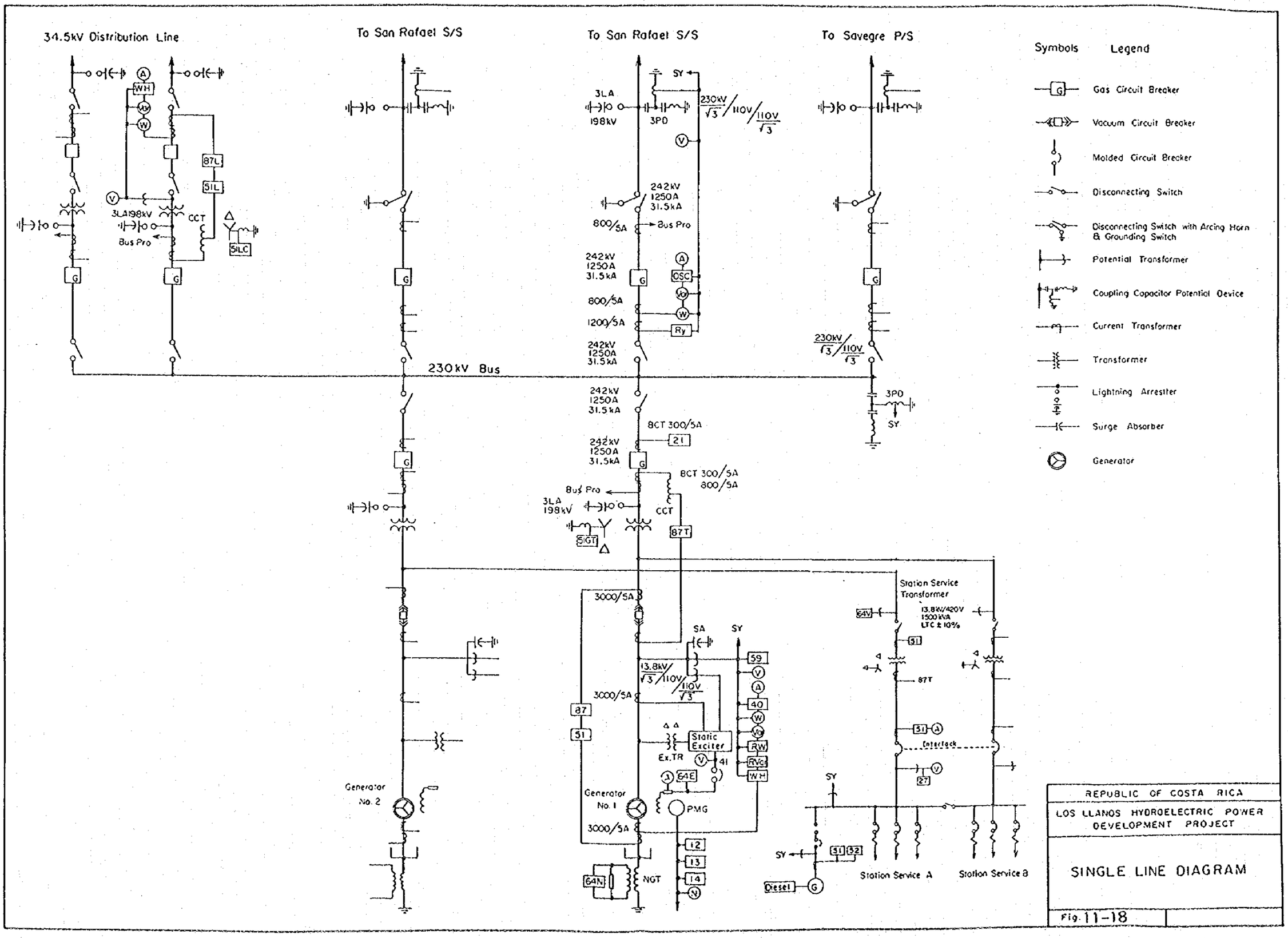
0 — 50m
PLAN, SECTION A-A

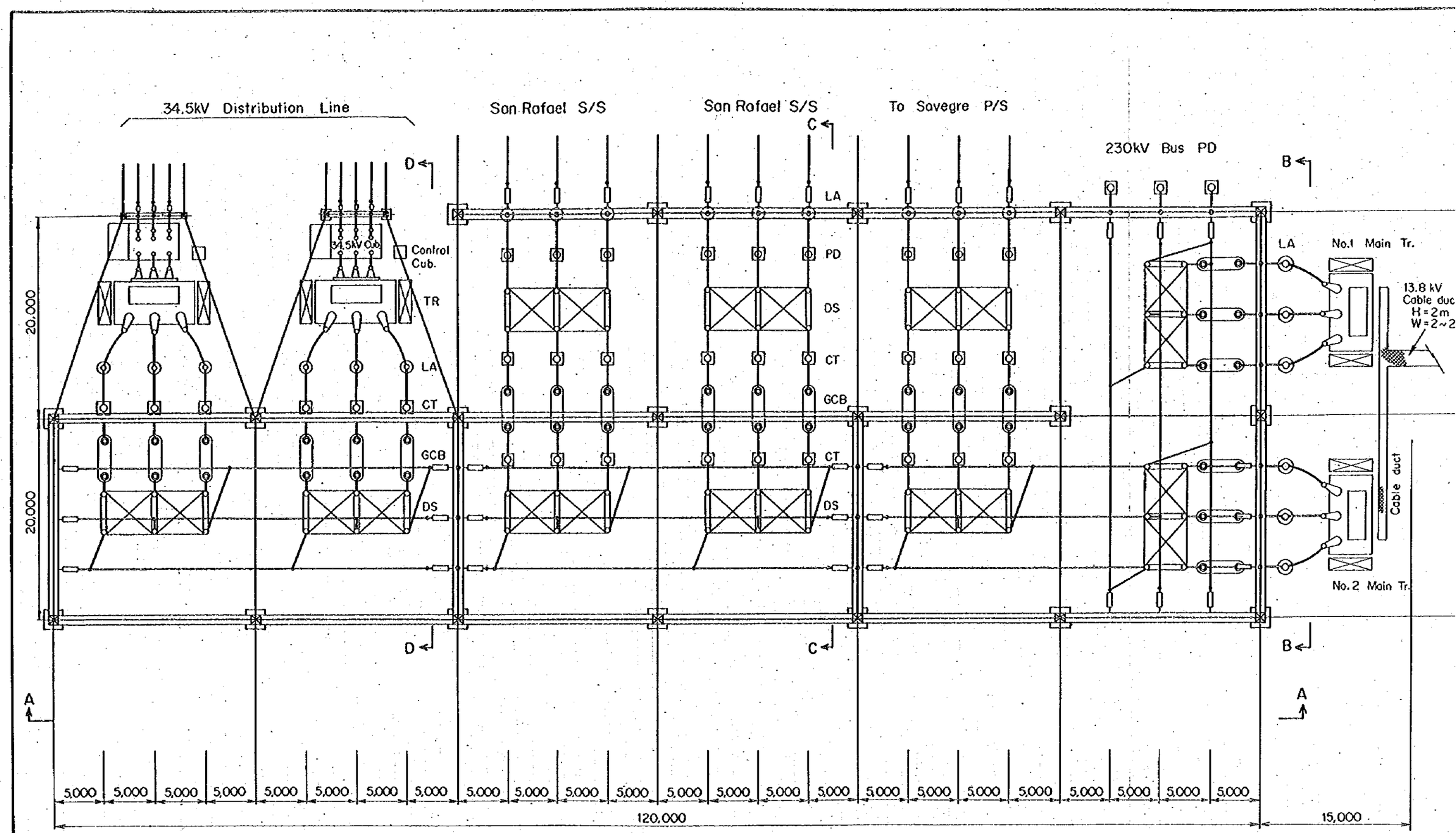
REPUBLIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

SWITCHYARD PLAN AND PROFILE

Fig. 11-17


34.5kV Distribution Line
To San Rafael S/S
To San Rafael S/S
To Savegre P/S
Symbols
Legend
Gas Circuit Breaker
Vacuum Circuit Breaker
Molded Circuit Breaker
Disconnecting Switch
Disconnecting Switch with Arcing Horn & Grounding Switch
Potential Transformer
Coupling Capacitor Potential Device
Current Transformer
Transformer
Lightning Arrester
Surge Absorber
Generator
3LA
198kV
3PD
230kV/√3
110V/√3
242kV
1250A
31.5kA
800/5A
Bus Pro
OSC
Ry
1200/5A
230kV Bus
BCT 300/5A
21
BCT 300/5A
800/5A
CCT
87T
87L
51L
51LC
3LA 198kV
Bus Pro
CCT
51GT
3000/5A
13.8kV/√3
110V/√3
87
51
Static Exciter
Ex.TR
64E
Generator No. 1
PMG
Generator No. 2
64N
NGT
Station Service Transformer
13.8kV/420V
1500kVA
LTC ± 10%
64V
51
87T
Interlock
27
Diesel
Station Service A
Station Service B
REPUBLIC OF COSTA RICA
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
SINGLE LINE DIAGRAM
Fig. 11-18

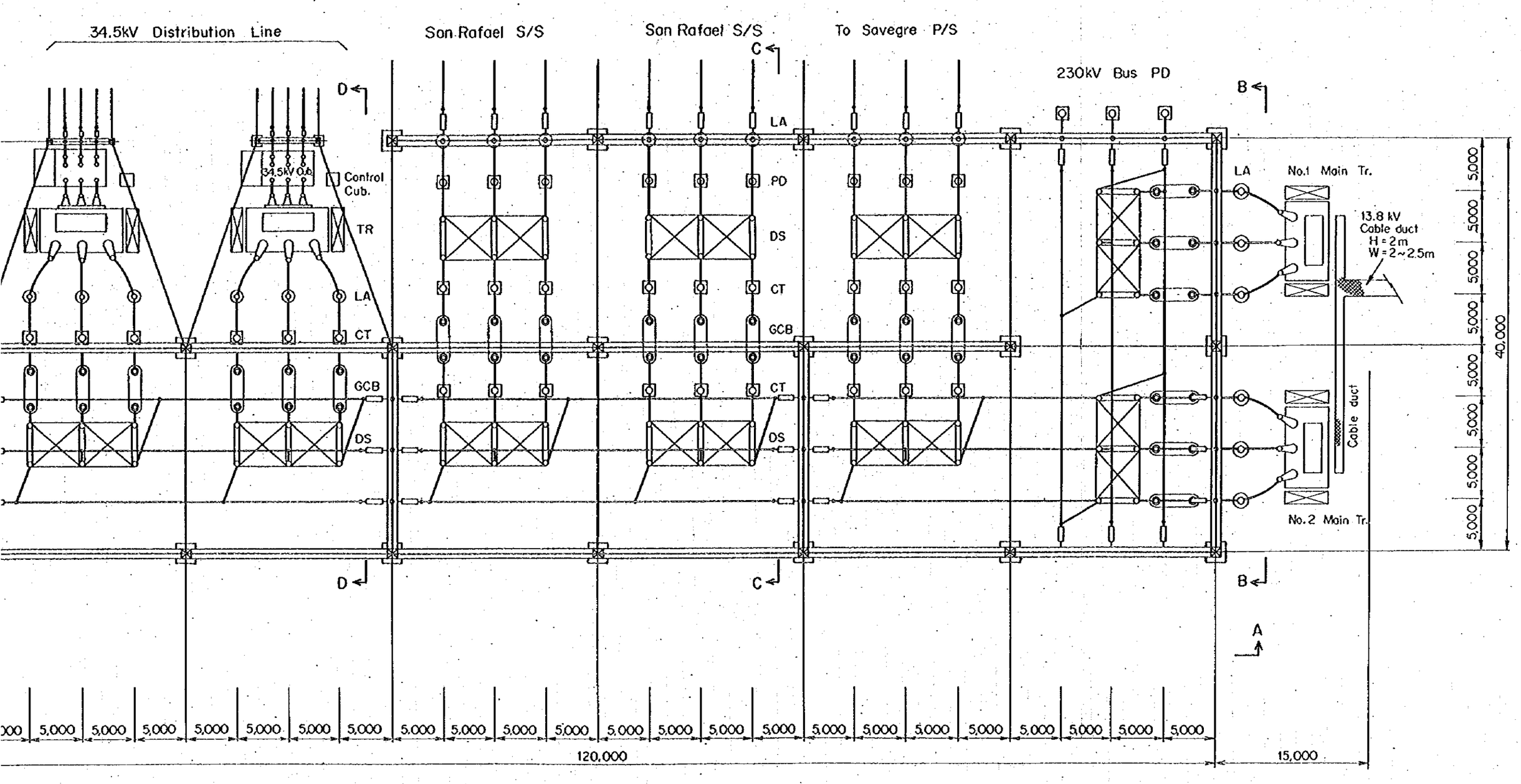


REPUBLIC OF C

LOS LLANOS HYDROEL
DEVELOPMENT

SWITCHYARD

Fig. 11-19



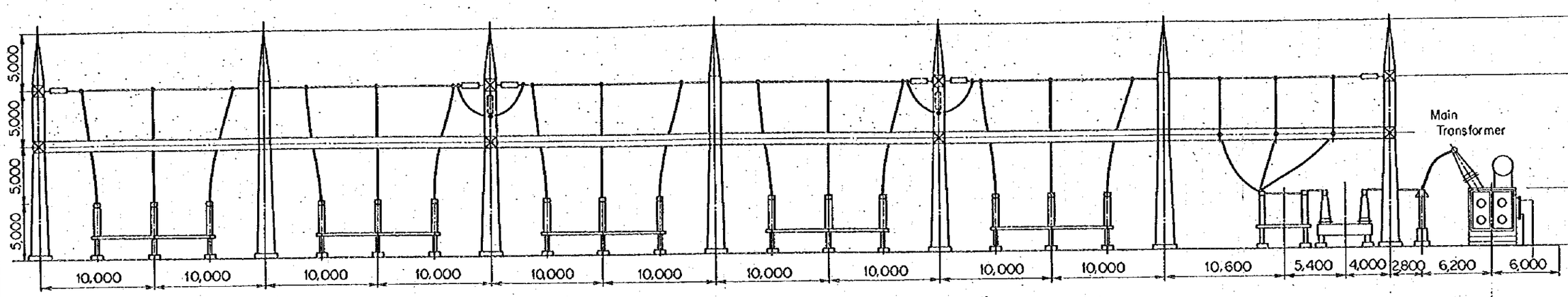
REPUBLIC OF COSTA RICA

LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

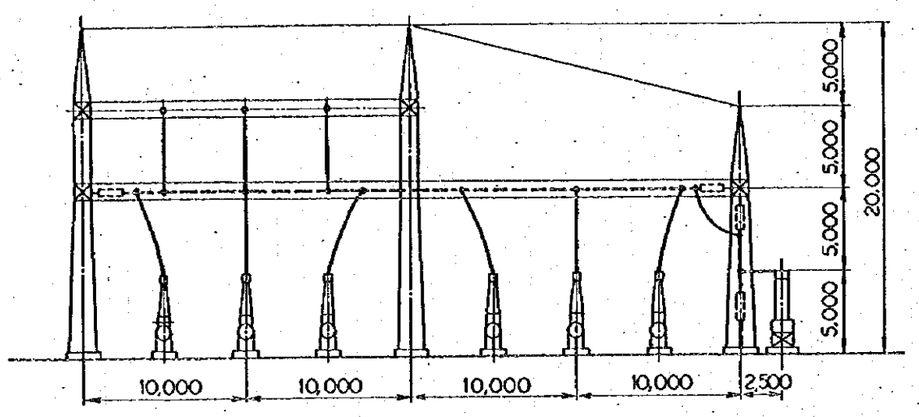
SWITCHYARD PLAN (1/2)

Fig. 11-19

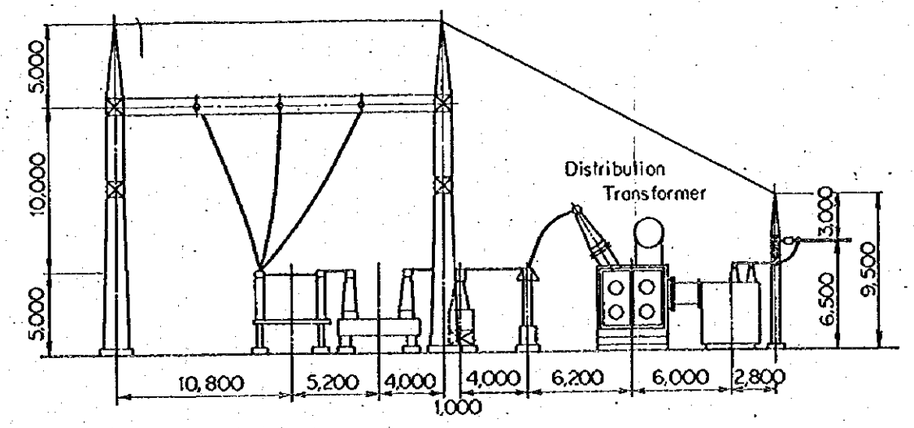
A - A SECTION



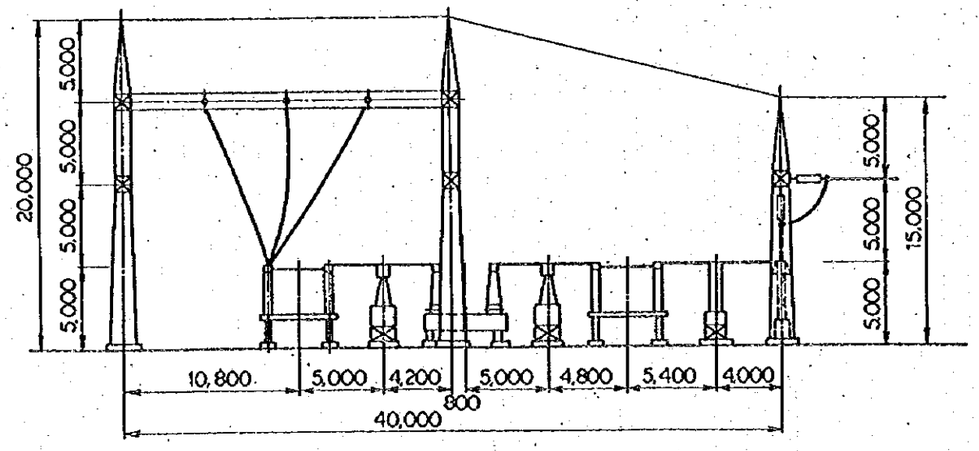
B - B SECTION



D - D SECTION

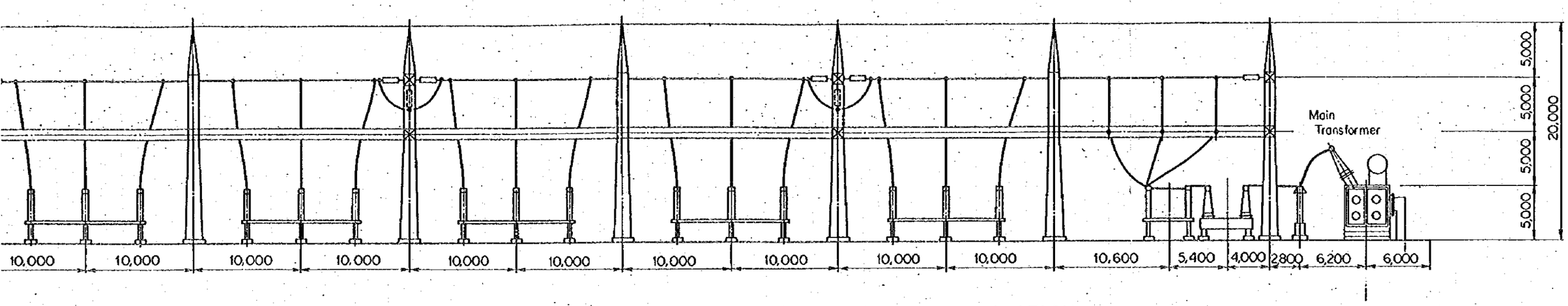


C - C SECTION

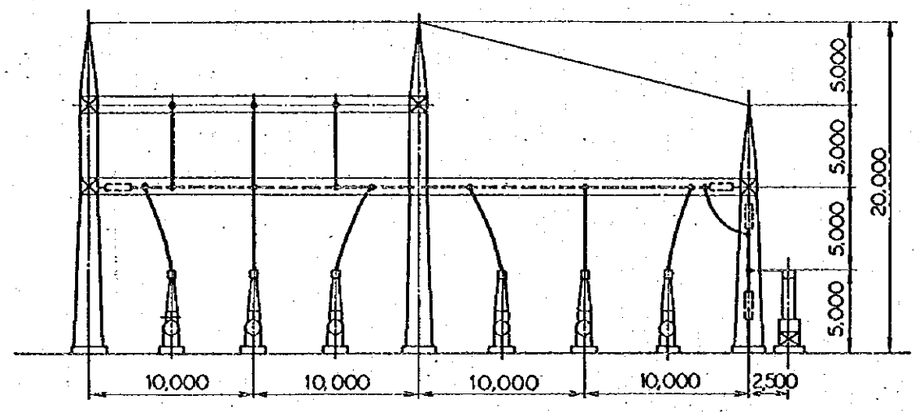


REPUBLIC OF C
LOS LLANOS HYDROEL DEVELOPMENT
SWITCHYARAD
Fig. 11-19

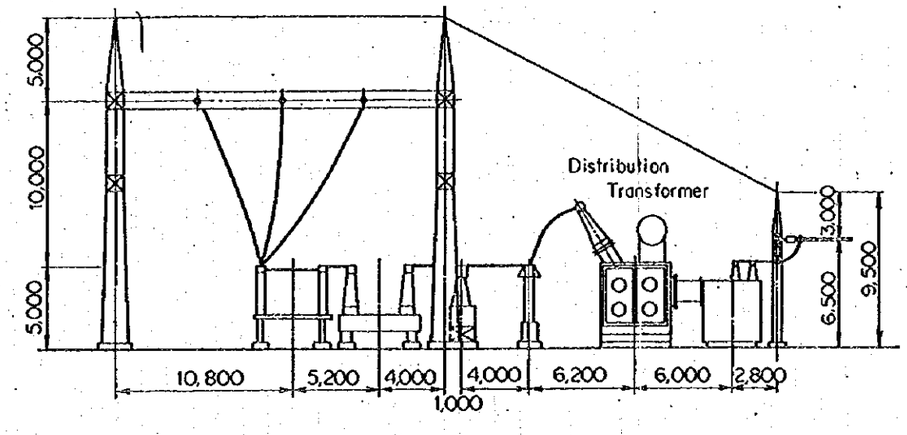
A - A SECTION



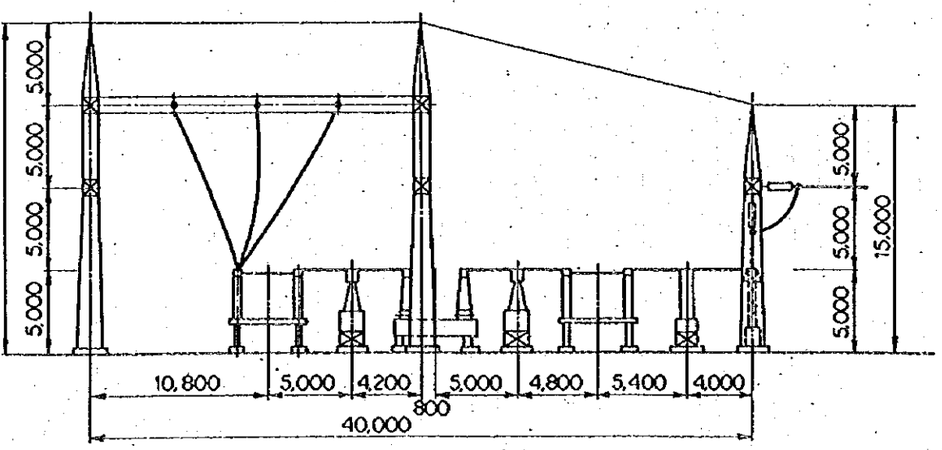
B - B SECTION



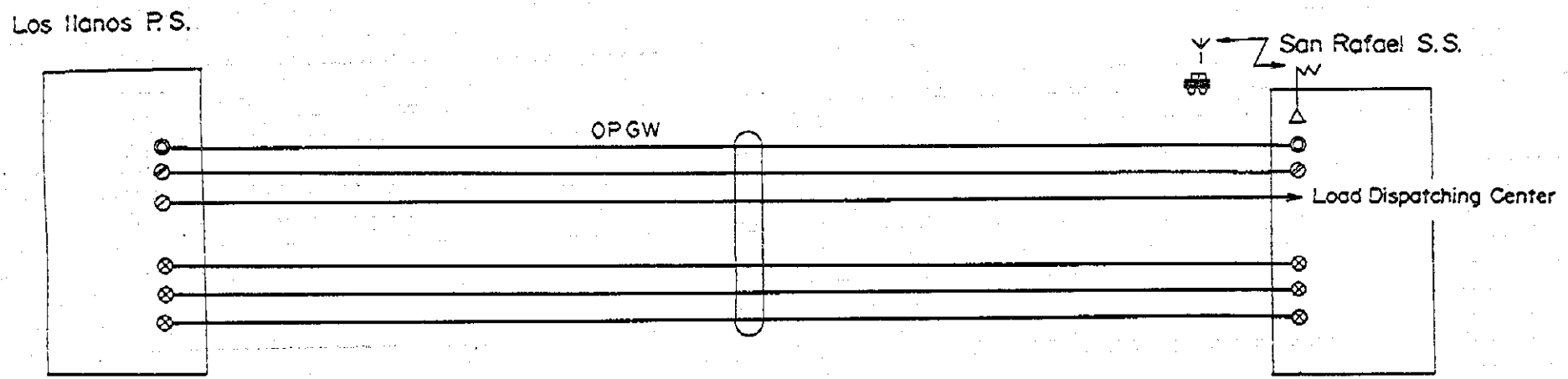
D - D SECTION



C - C SECTION



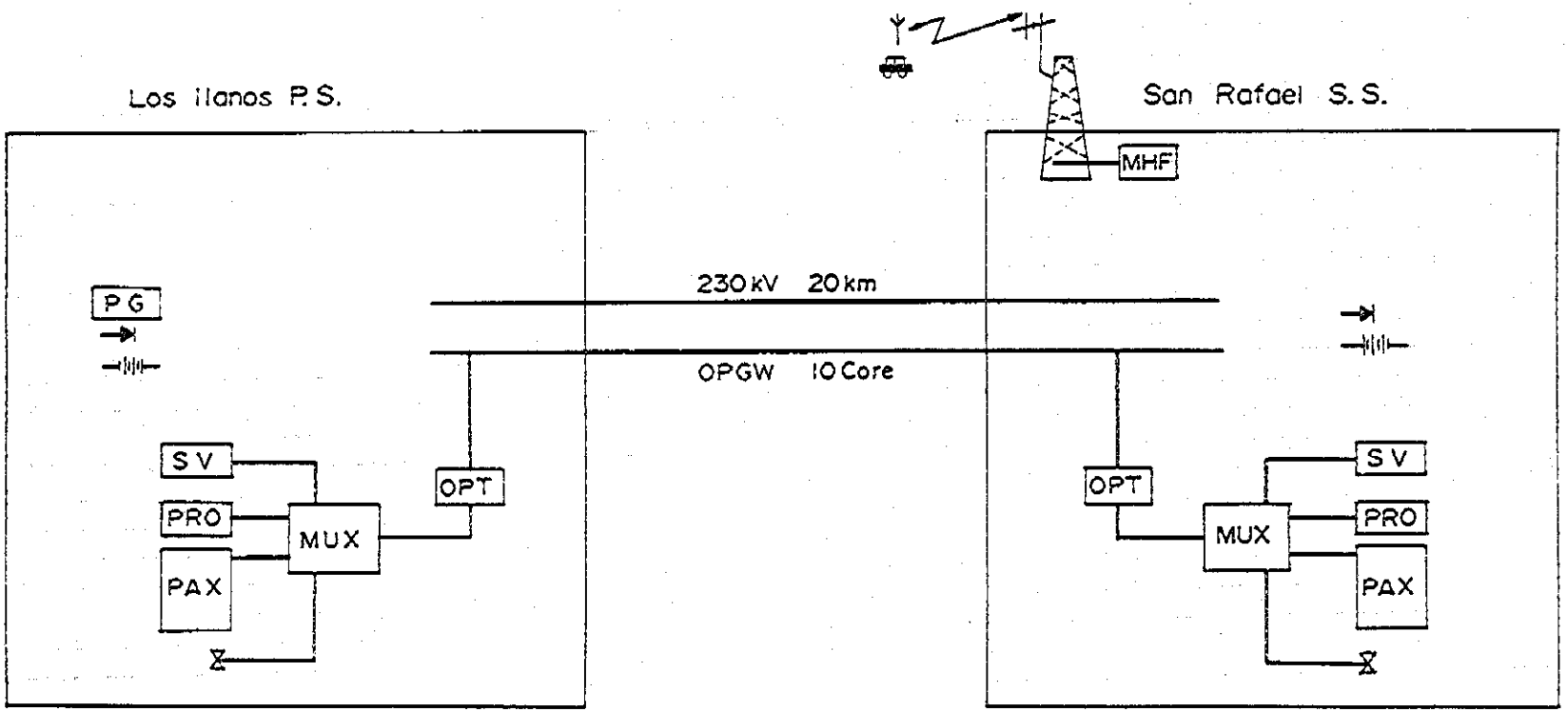
REPUBLIC OF COSTA RICA
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
SWITCHYARAD PLAN (2/2)
Fig. 11-19



Legend

- : Load Dispatching Telephone Circuit
- : Administration Use Telephone Circuit
- : Data Transmission Circuit for Teleprotection
- : Data Transmission Circuit for SCAD

Fig. 11-20 Telecommunication System (1)



Legend

- OPT : Optical Terminal Equipment
- MUX : Multiplex Equipment
- PRC : Protection Signal Equipment
- SV : Supervisory Equipment
- PAX : Private Automatic Telephone Exchange Equipment
- : Telephone Set for Load Dispatching
- PG : Paging Equipment
- VHF : VHF Radio Equipment
- : Charging Rectifier for Telecommunication Equipment

Fig. 11-20 Telecommunication System (2)

Table 11-1 Comparison of Dam Construction Cost

Unit : *10^3 Colones

Items	Unit	Gravity Dam (1)		Arch Dam (2)		Differet-ial Cost (2)-(1)
		Quantity	Cost	Quantity	Cost	
Excavation	m3	@ 800 58,100	46,480	@880 103,800	91,344	44,864
Concrete	m3	@ 9,200 89,190	820,548	@ 11,040 65,600	724,224	-96,324
Reinforcement	t	@ 104,600 160	16,736	@104,600 940	98,324	81,588
Shotcrete	m2		0	2,500		
Anchor bars	pc		0	530		
Others	LS	(10%)	88,376	(10 %)	91,389	3,013
Total			972,140		1,005,281	33,141

第12章　工事計画及び工事費

第12章　工事計画及び工事費

目　次

List of Figures

List of Tables

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

本計画では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	形　　式	諸　　元
ダ　ム	コンクリート重力式ダム	高さ　62.40 m 体積　87,000 ㎥
水　路		
取　水　口	鉄筋コンクリート造り 傾斜型	高さ　17.40 m 幅　9.50 m
導　水　路	圧力トンネル式 円形	内径　3.10 m 延長　5,540 m
調　圧　水　槽	制水口型	立坑　内径　8.00 m 高さ　54.70 m
水　圧　管　理	トンネル埋設式	内径　3.10～1.25 m 延長　1,545 m×1条 26 m×2条
発電所	鉄筋コンクリート造り 屋外型	幅　21.00 m 長さ　39.00 m 高さ　28.50 m
放水路（放水庭）	開　渠	幅　20.00 m 長さ　43.00 m

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。

工事工程は、工事が年間を（工事有効日数＝22日／月×12月＝264日）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

(a) 輸送ルート

資機材の輸送ルートは、ダム及び発電所共 Quepos を経由するルートを採用することにする。ダムへのアクセス道路としては、Pirrisダムと同様に San Jose－San Marcosを通り、Santa Marta－Napoles を経由してダムに至るルートがある。しかしながら Napolesからダム地点間12kmはジープが乾季のみ辛うじて走行が可能な状況にある。一方、Queposからダムへのルートも Villa Nueva からダムの間は改修・拡幅が必要であるが、その距離は約10kmで、San Marcosより短くなる。Queposからダム地点までの距離は約26kmとなる。Queposから発電所へのルートは、Villa Nueva－Tocoriを経由して入るルートとNaranjito－Vadoを経て発電所に至る2ルートが有る。VadoルートはVadoにおいてPaquita川を渡るために、長径間の橋梁の建設を必要とする。これにより本計画においてはTocoriルートを採用する。しかしながらダムアクセス道路と同様に、Villa Nuevaから発電所に至る約6kmの区間は改修・拡幅が必要である。Queposから発電所までの距離は約19kmである。San Jose或いは Caldera港からQueposに至る道路は、幅員、縦断勾配及び舗装など資機材の運搬に支障となるものは無い。但し、Queposの手前地点でPaquita 川に掛かる鋼製のトラス橋は、1車線で狭く、かつ許容重量も小さいと思われる（Parrita 橋と同程度）。今後調査の上、補強の方法或いは新設を検討する必要がある。

Fig. 12-1 に輸送ルートを示す。

(b) 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、Queposから北西115km、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、2万ﾄﾝ、1万ﾄﾝ及び5千ﾄﾝ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ﾄﾝ級のホイール式クレーンが有る。また荷物置場として9,6000㎡の敷地及び12,600㎡の倉庫がある。これらの設備は、本プロジェクトに要する資機材の輸入港として十分と考える。

陸揚げされた資機材は、トレーラーにより、太平洋沿いの国道（4号線）を南下し、Quepos経由でそれぞれのプロジェクト地点へ搬入される。

(3) 工事用資材

建設工事に必要な主な資機材は次の通りである。

(a) セメント

セメントはCosta Ricaで生産されている。Costa Ricaにおける主たるセメント工場は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5万ﾄﾝ／月と3.5万ﾄﾝ／月である。本プロジェクトで必要とするセメント量は供給可能である。

フライアッシュは、その使用例がなく、必要なら輸入しなければならない。

(b) コンクリート用骨材

コンクリート用骨材は、ダム地点ではNaranjo 川と支流のQueb.Azul との合流点左岸に位置する原石山から材料を採取し、下流側に隣接して設けられる骨材プラントにより砂及び砂利を製造する。この原石山より製造された骨材は、トラックによりダム及び導水路作業横坑(Adit-B)の各バッチャープラントへ供給される。

但し、この原石山は、ダム地点より約4km離れていることから、運搬に時間と経費を要する。今後の骨材の調査においてはNaranjo 川とNaranjillo川との合流点との境を形成する半島状の地点の採取の可能性を検討することが望ましい。

発電所地点の骨材は、発電所下流地点のPaquita 川の川床体積物を採取し、骨材プラントにて選別・篩分して使用する。

発電所用のコンクリートプラントはこの骨材プラントに隣接して設けられる。このプラントより発電所及び水圧管路作業横坑(Adit-F)へのコンクリートの供給はコンクリートミキサー車により行うものとする。

導水路トンネル作業横坑(Adit-C)及び調圧水槽など工事区域は、発電所用コン

クリートプラントからの距離が約6.5kmと離れていることから、別途コンクリートプラントを設置して、コンクリートの製造・供給を行うものとする。

(c) 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

工事用変電所をダム地点より上流20kmのところに設置することを想定し、この変電所からダム、取水口、導水路トンネル、調圧水槽、水圧管路、発電所及びキャンプの各工事地点に電力を供給するものとした。

なお、工事用変電所までの電力の供給についてはＩＣＥにより計画されるものとして考えた。

12.1.2 工事計画及び工事工程

本プロジェクトの運開年を2005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。

項　　目	期　　間
1. フィジビリティ調査	1994年9月 ～ 1996年3月
2. 追加調査工事	1996年4月 ～ 1997年9月
3. 実施設計	1996年9月 ～ 1998年8月
4. MIDBPLANへの申請	1996年6月 ～ 1996年12月
5. 融資手続	1998年6月 ～ 1999年12月
6. 議会承認	2000年1月 ～ 2000年12月
7. 建設工事入札	2001年3月 ～ 2001年12月
8. 建設	2001年1月 ～ 2004年12月

本プロジェクトの主な土木工事の数量を Table 12-1 に示す。またダム及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を Table 12-2 に示す。

本プロジェクトの工期は、工事の規模及び構造物のレイアウト等を考慮して検討した結果、アクセス道路工事及び工事用送電線工事を別途、本工事の着工前に施工するという条件で3.5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。

工事計画及び工事工程の概要は次の通りである。

なお、本工事計画は、宿舎、事務所及び工事用電源等の仮設備並びにダム、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。

第１年次

ａ）仮設備

各工事の着手に先立って、施工業者自身のための宿舎、事務所及び各工事区域へのアクセス、（但し導水路トンネルの各作業横坑へのアクセス道路はＩＣＥにより事前に完成されているので除く）コンクリートプラント、骨材プラント及び工事用電源の配電設備など、工事に必要な諸設備が建設される。

ｂ）河流処理

ダムの建設のため、河流転流工事を行う。流転は仮排水路トンネル（内径6.0m、延長225m、１条）により行うものとする。工事は、先ず仮排水トンネルが左岸に位置するため、坑口へのアクセス道路及びNaranjo 川の渡河設備（仮橋）を建設する。これらが完成後、トンネルの掘削に着手する。トンネルの掘削と並行して、コンクリート製造設備（簡易型）を建設する。

この仮排水路トンネルは、10月末までに完成させ、11月初旬に河流の転流を行い、２次締切りダムの工事に着手する。

ｃ）ダ　ム

河流転流後、直ちにダムの掘削に着手する。掘削量は約60,000㎥と予想される。

ｄ）導水路トンネル

導水路トンネルの効果的な作業を行うため、作業横坑が取水口、トンネルの中間点及び調圧水槽の直上流の計３ヵ所に配置される。これによりトンネルの各坑口間の距離は略均等化される、すなわち Adit A～Adit B 間は2,660m、 Adit B～Adit C の距離は2,770mとなる。作業横坑トンネルの断面は上・下流トンネルのズリ出しの便宜及びトンネル内換気設備（換気ダクト）などのスペースを確保するため、内径4.5mの幌型断面とする。作業横坑の長さは100m～180mである。これら横坑の掘削は約３ヵ月で完了させるものとする。

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。導水路トンネルの断面は、標準区間では内径3.1m、巻立コンクリート厚さ0.30mである。

e）調圧水槽

作業は、立坑上部の明り掘削から開始される。この掘削は38,500㎥、約5ヵ月を要する。明り掘削が終了、また調圧水槽部の導水路トンネルの掘削が完了した時点よりズリ出し立坑の掘削に着手する。ズリ出し立坑は内径1.5mとし、導水路トンネル天端まで約55m掘り下げるものとする。

f）水圧管路

水圧管路は、全線トンネル内に埋設される。トンネルの掘削、鉄管の搬入及び鉄管周りのコンクリートの打込みなどを行うため、上・中・下段の3ヵ所に作業横坑が設けられる。作業横坑の断面は、4.5mの幌型断面で、長さは最短で90m、最長200mである。

作業横坑の掘削は2乃至3ヵ月ぐらい要する。この横坑の掘削に引き続き、水平トンネルの掘削にかかる。

g）発電所及び屋外開閉所

発電所及び開閉所は屋外型であり、工事は全て明り工事となる。

本年度は、主として明り掘削を行う。掘削が終わればコンクリート工事を開始する。

第2年次

a）河流処理

2次締切ダムの工事を続行する。締切ダムは、コンクリート重力式でその量は上・下流ダム合わせて4,600㎥である。

b）ダ　ム

ダム掘削を引続き実施する。ダム堤体内における川床部の掘削が完了した後、基礎岩盤の処理（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）を行う。

必要な基礎処理が済み次第、ダム本体コンクリートの打設を開始する。基礎岩盤に接して打設されるダムコンクリートは、一回の打ち上り高さは標準の半分の高さで行われる。

ダムコンクリートは、打設後の温度上昇を防ぐため、パイプクリーニングを実施する。

ダム放流設備の放流管（φ1.2m）が埋設されるブロックにおいては、放流管の据付け及びゲート操作室の設置作業が開始される。

c）取水口

明り掘削を行う。この掘削が完了した後、取水口トンネルの掘削（内径3.1m、長さ30m）を開始する。このトンネルに続く斜坑部は、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。

d）導水路トンネル

トンネルの掘削を引続き行う。トンネル掘削終了後、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、各坑口に簡易式のバッチャープラントを設備し、製造する。

e）調圧水槽

立坑の掘削を開始する。掘削ズリは、ズリ出し立坑を通して上部水圧鉄管トンネルより坑外へ搬出する。

掘削完了後、立坑のコンクリートの巻立を行う。

f）水圧管路

水圧管路の据付を開始する。

鉄管（単管　標準長さ3.0乃至4.5m）は Fig.12-3 に示す鉄管工場で製作され、トレーラーにより各作業横坑坑口まで運搬され、坑口で台車に積替えられ所定の位置に搬入、据付けられる。これらの鉄管は、据付けられた後溶接される。

単鉄管が所定の長さに溶接され、また固定された後、鉄管と岩盤の空隙はコンクリートで填充される。

g）発電所、放水路及び開閉所

水車などの電気機器の基礎のコンクリートの打設を行う。組立て盤の高さ EL 88.50m まで打ち上ったら、発電所周辺外縁部の埋め戻しを行う。その後、EL 88.50m 以上の建屋のコンクリートの打設及び内装工事を行う。

屋外開閉所については、引き続いて土留擁壁コンクリートの打設を実施する。擁壁が完了次第、擁壁周辺の埋め戻し或いは盛土を行い、開閉所の敷地を造成し、開閉所電気機器の基礎のコンクリートを打設する。

h）送電線

送電線の資機材の製作を開始する。

第3年次

a）ダ　ム

ダムコンクリートの打設を継続する。また放流設備が入るブロックでは放流管の据付けが引き続いて実施され、堤体コンクリートが所定の高に上った時、呑口のコンクリートが開始される。

b）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、コンソリデーショングラウチングがトンネル周辺岩盤の補強のため実施される。

c）調圧水槽

立坑巻立コンクリートを継続する。

d）発電所及び開閉所

天井クレーン(標高 97.0m）の据付けを行い、引き続いて電気機器の据付けを開始する。

e）送電線

送電線建設を開始する。

第4年次

a）河流処理

仮排水トンネルの閉塞を行う。閉塞の時期は発電機器の試運転の時期及びNaranjo 川の流況を考慮して決める。

b）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。

洪水吐ラジアルゲート（幅 12.5m、高さ 10m）及び放流路のゲート及びバルブ（φ 1.2m）の据付けを行う。

貯水池の湛水を開始する。

c）取水口

取水口ゲートの据付けを行う。

d）導水路トンネル

各作業横坑の閉塞を行う。

e）発電所及び開閉所

電気機器の据付けを継続する。併せて各種の試験を実施する。

f）送 電 線

送電線の建設を続行する。併せて検査を行い、完了を持って充電試験などを行う。