No. 4

国際協力事業団

コスタリカ共和国
コスタリカ電力公社

ロスジャーノス水力発電開発計画

調査報告書

1996年3月

電源開発株式会社
国際航業株式会社

国際協力事業団

コスタリカ共和国
コスタリカ電力公社

ロスジャーノス水力発電開発計画

調査報告書

1996年3月

電源開発株式会社
国際航業株式会社

序　文

日本国政府は、コスタリカ共和国政府の要請に基づき、同国のロスジャーノス水力発電開発計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は平成６年８月から平成８年２月までの間、７回にわたり電源開発株式会社の海老康正氏を団長とし、電源開発株式会社及び国際航業株式会社の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はコスタリカ共和国政府関係者と協議を行うとともに現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成８年３月

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

1996年3月

国際協力事業団

総裁　藤田公郎　殿

伝　達　状

ここにコスタリカ共和国ロスジャーノス水力発電開発計画のフィージビリティ調査に関する報告書を提出致します。本報告書は貴事業団および日本国政府関係機関の助言を取り入れ、上記開発計画を策定したものです。本報告書には本報告書草案の現地における技術討議結果も含まれております。

本報告書は流れ込み式水力発電所および関連送電線を提示しています。本計画の実現により、本発電所は2004年に1,550MWに達すると想定されるピーク電力需要に対応するため、豊富な安定した国産エネルギーを効率的に供給することができます。

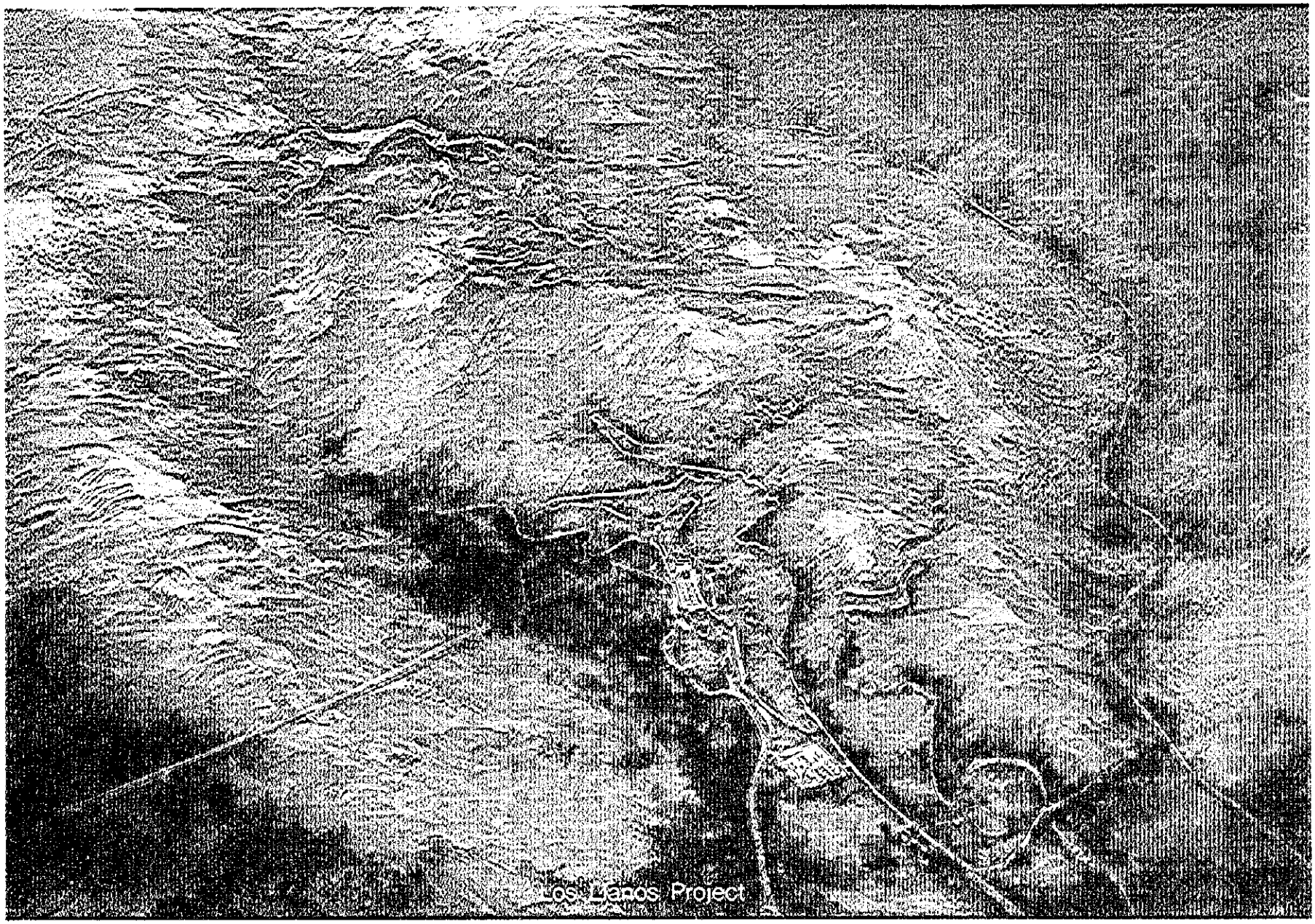
コスタリカ共和国における電源開発の重要性および社会経済開発の必要性に鑑み、同国政府が本計画を早急に実施することを勧告いたします。

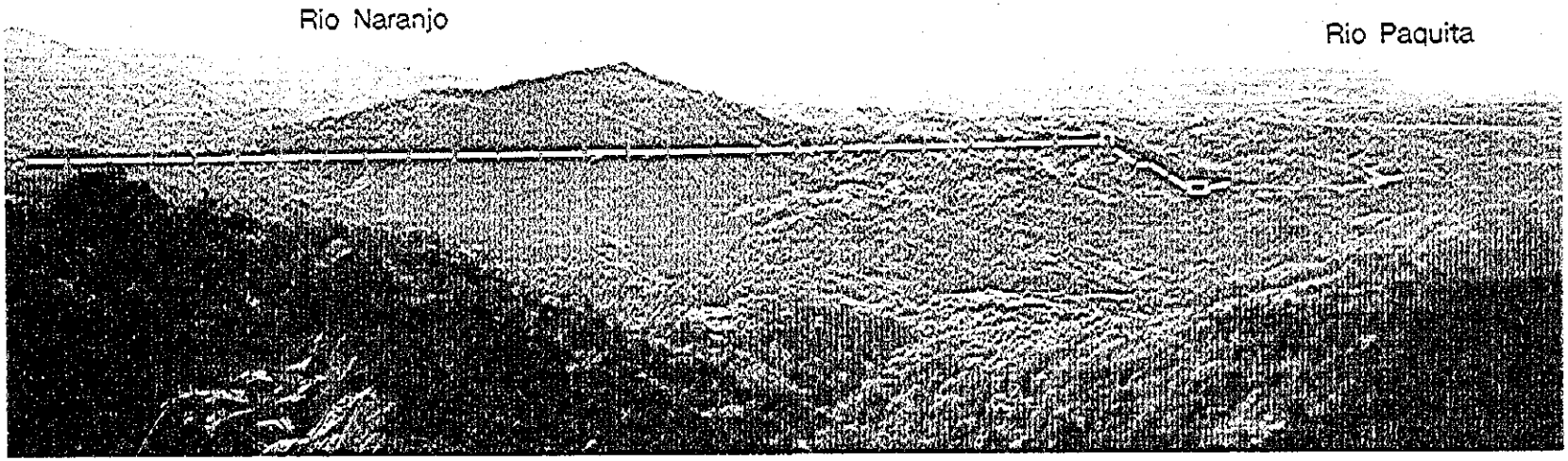
本報告書の提出にあたり、本調査の実施に多大のご協力を賜ったコスタリカ電力公社およびコスタリカ国政府関係機関をはじめ、外務省、通商産業省、および貴事業団各位に心から感謝の意を表します。

ロスジャーノス水力発電開発計画調査団

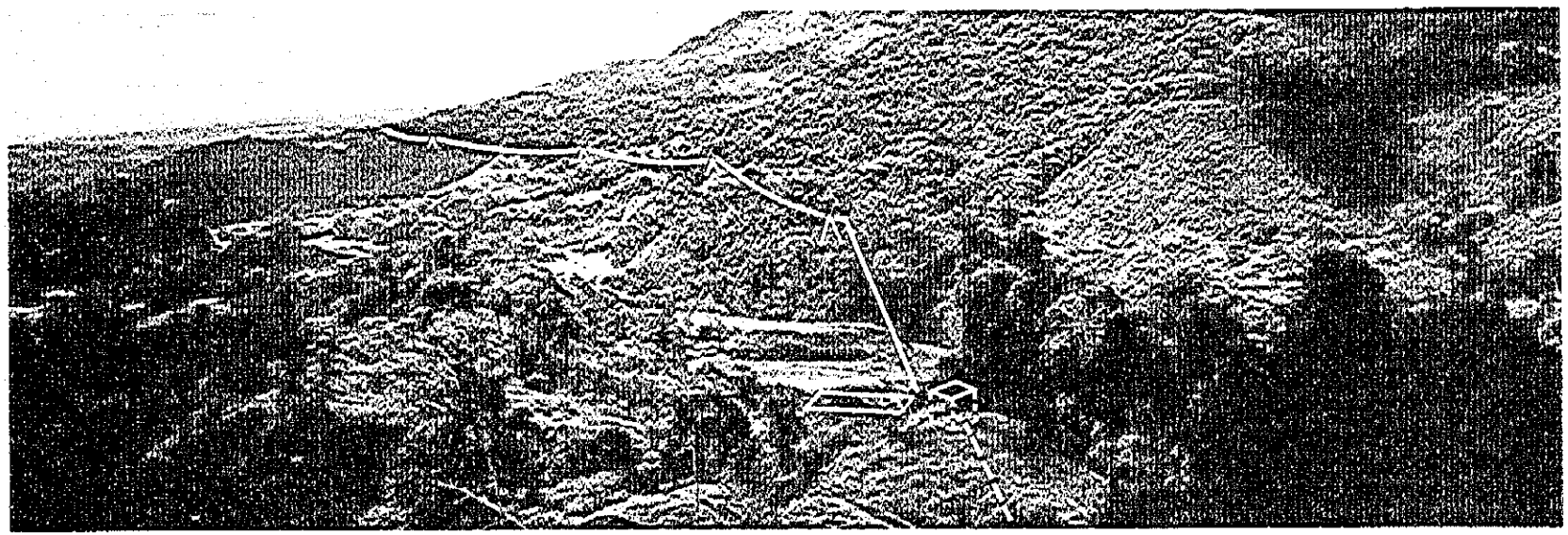
電源開発株式会社

団長　海老康正


Los Lanos Project



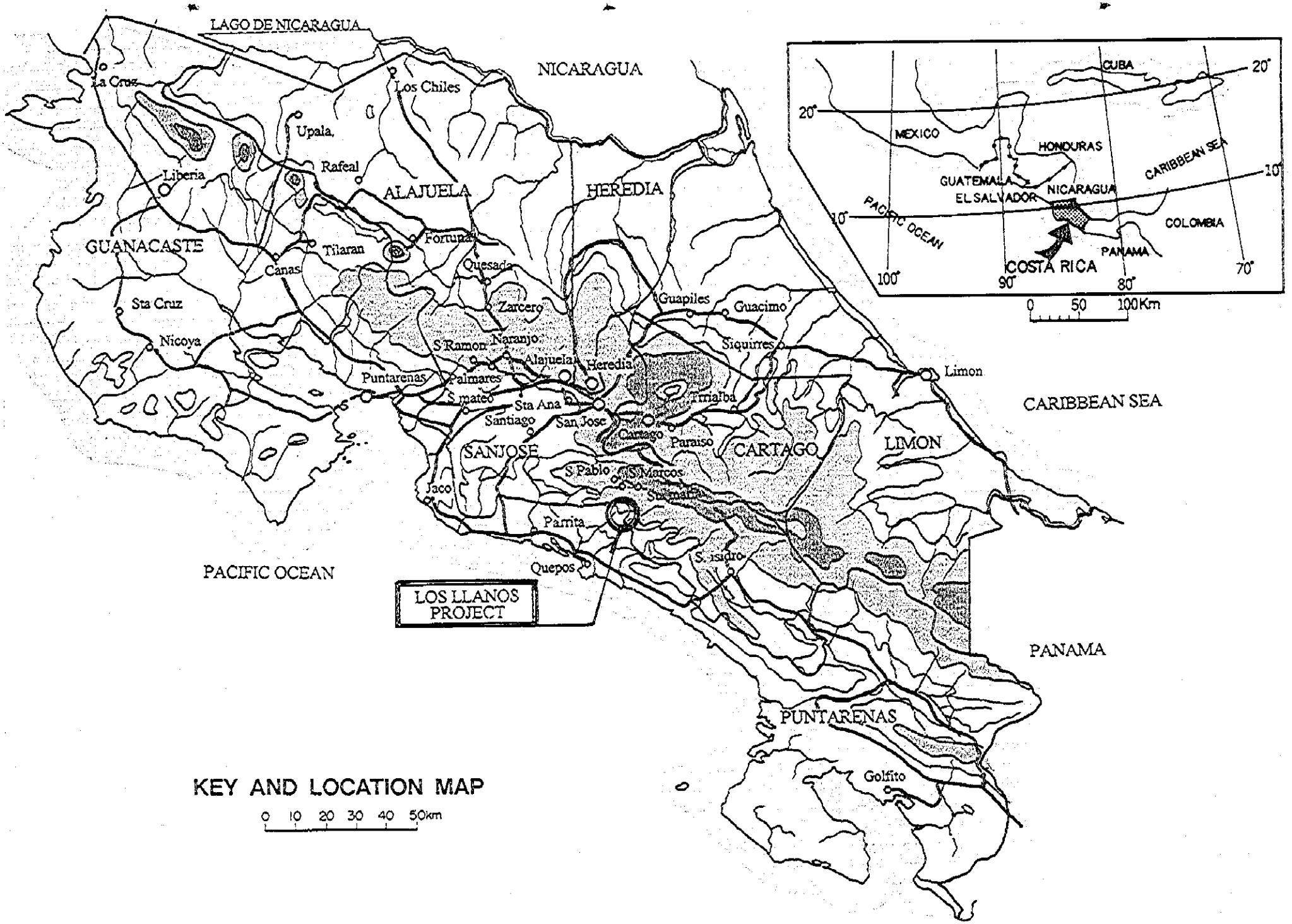
Power Tunnel Route View from the upper-reach of Paquita river

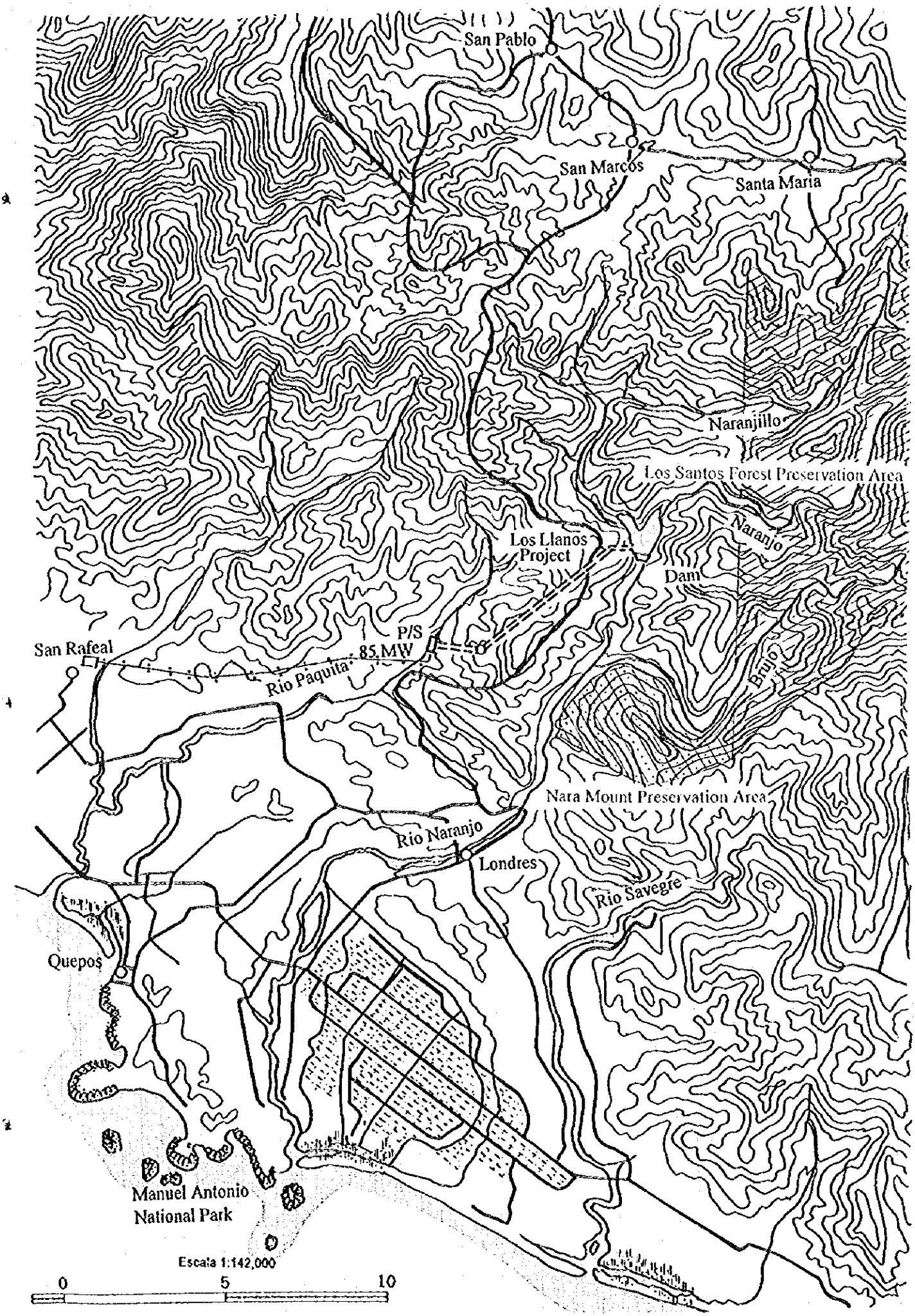


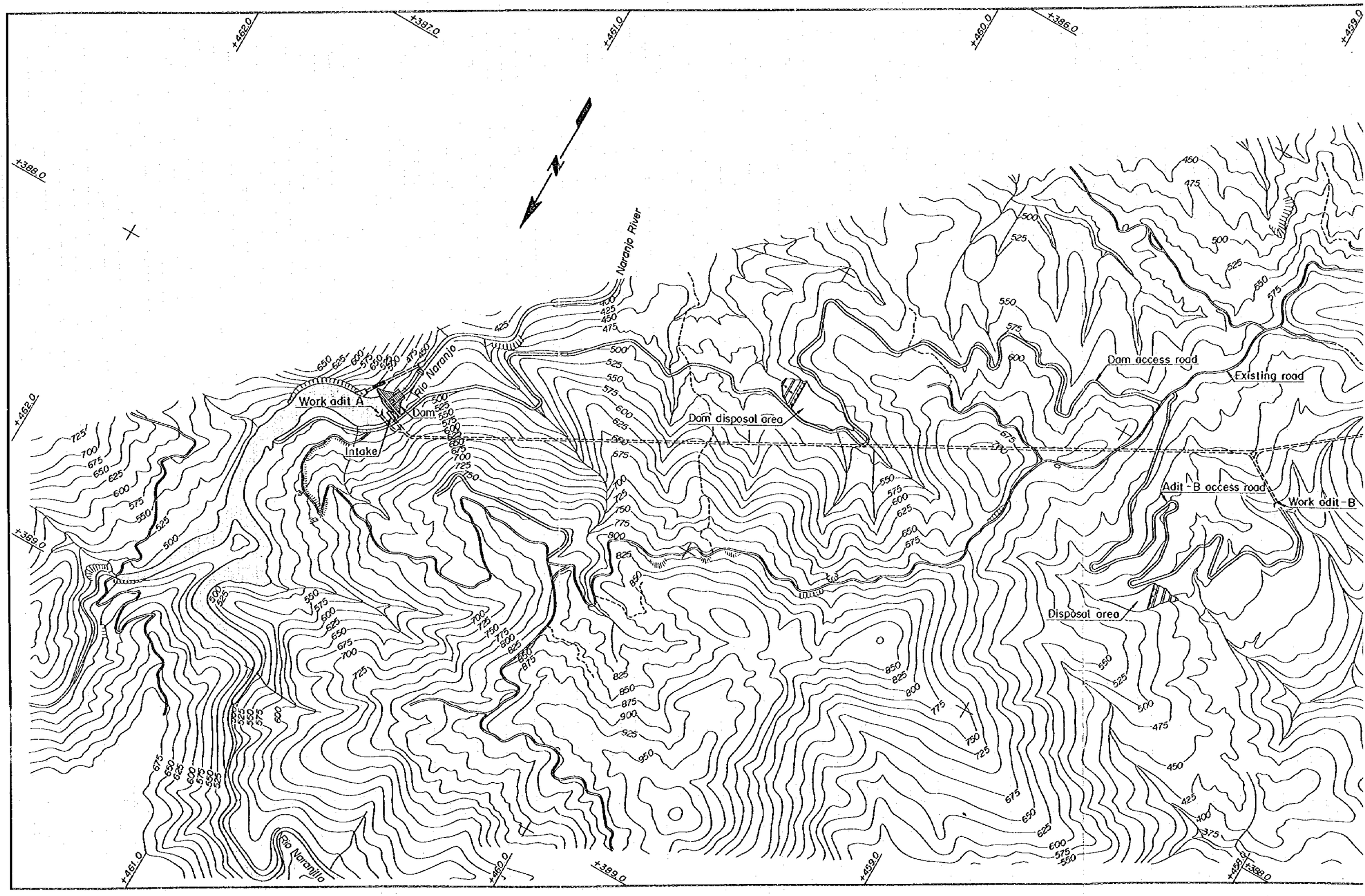
Los Llanos Powerhouse Site View from the peak of San Isidro mountain

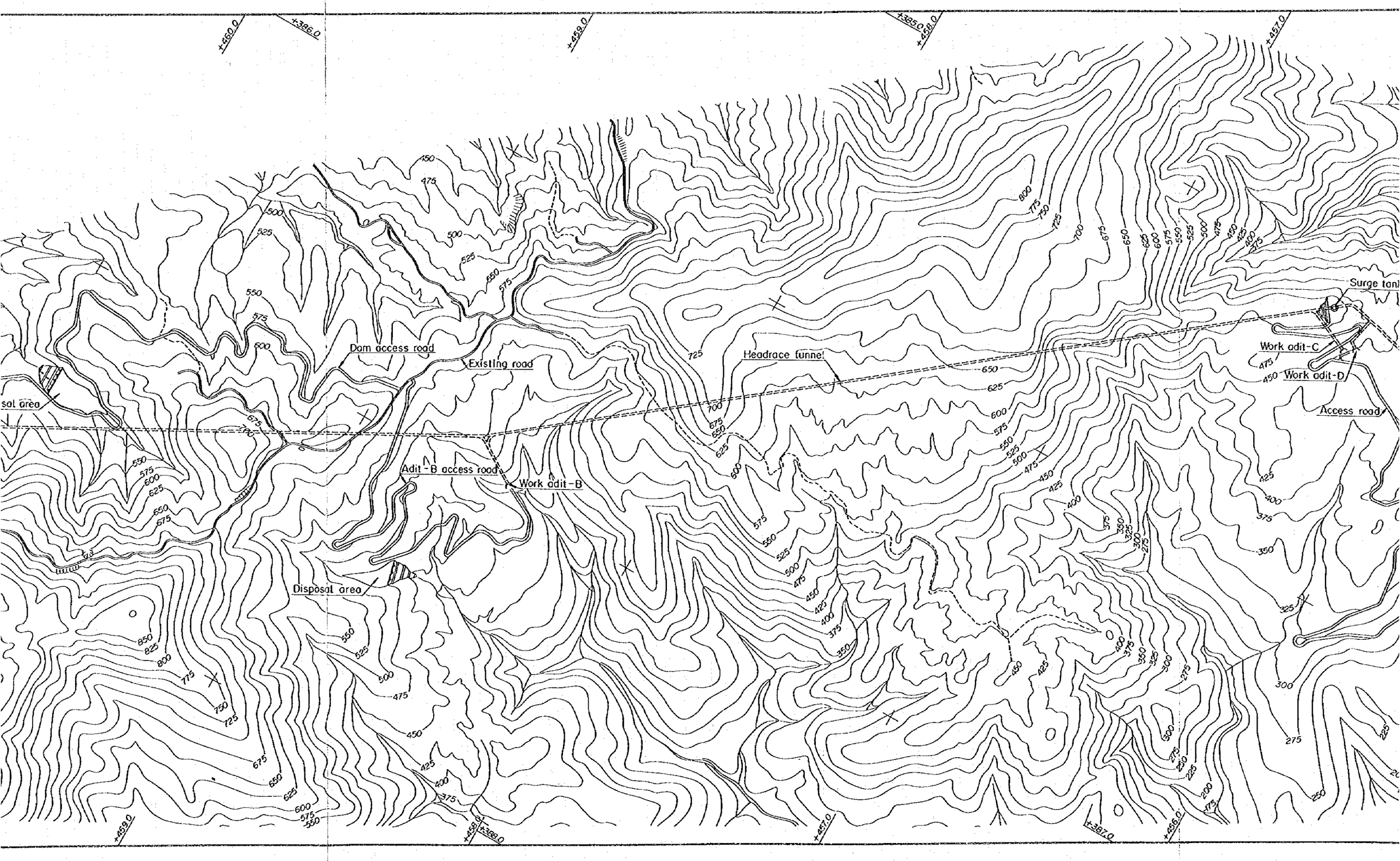
Los Llanos Dam Site View from the upstream left bank

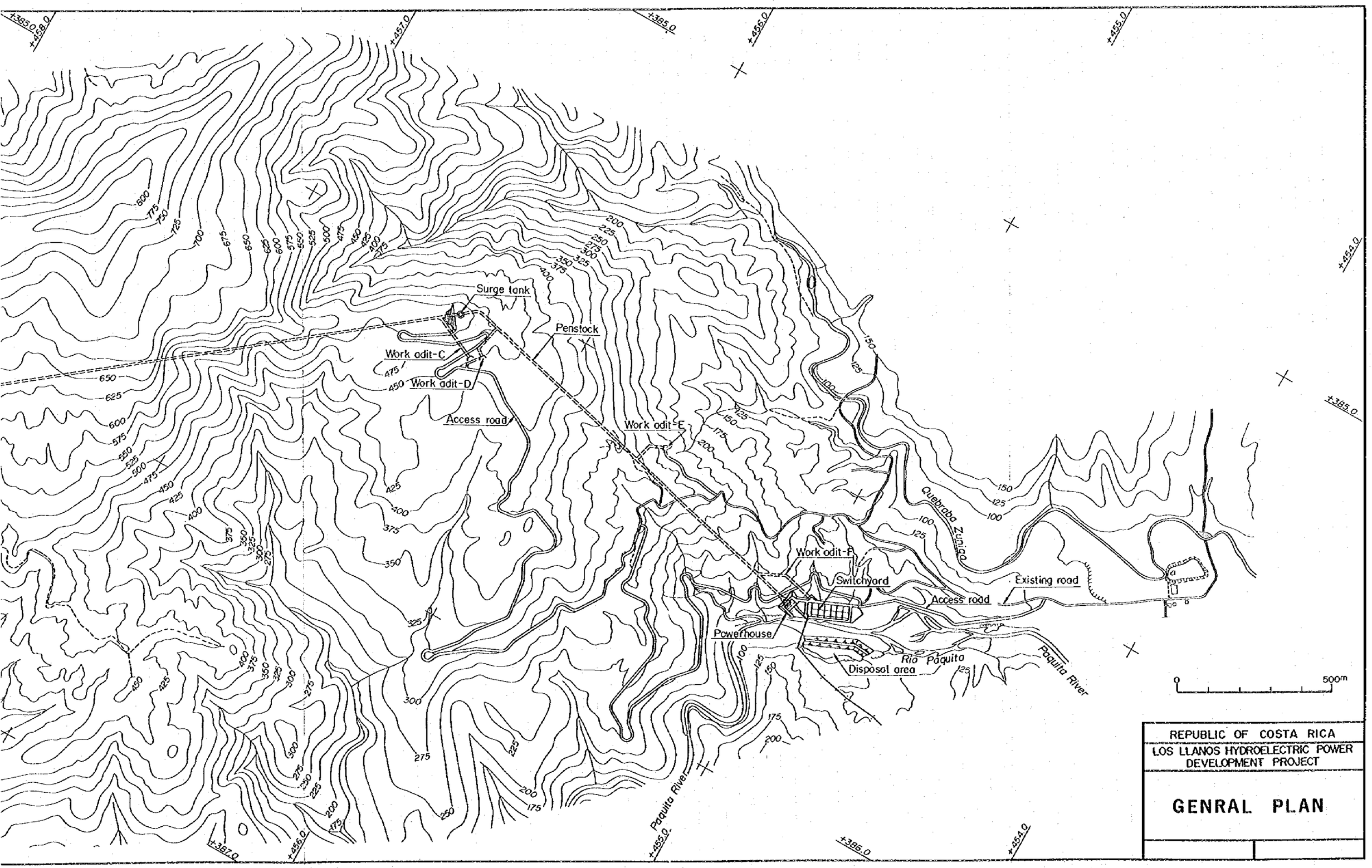
Los Llanos Dam Axis Adit No.1 at the right bank of EL. 445.22


LAGO DE NICARAGUA
NICARAGUA
La Cruz
Los Chiles
Upala
Rafeal
Liberia
ALAJUELA
HEREDIA
GUANACASTE
Tilaran
Fortuna
Canas
Quesada
Sta Cruz
Zarcero
Guapiles
Guacimo
Nicoya
S Ramon
Naranjo
Alajuela
Heredia
Siquirres
Limon
Puntarenas
Palmares
S mateo
Sta Ana
Santiago
San Jose
Cartago
Paraiso
Trrialba
CARIBBEAN SEA
SANJOSE
CARTAGO
LIMON
S Pablo
S Marcos
Jaco
Parrita
Quepos
S. isidro
PACIFIC OCEAN
LOS LLANOS PROJECT
PANAMA
PUNTARENAS
Golfito
KEY AND LOCATION MAP
0 10 20 30 40 50km
CUBA
20°
MEXICO
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
GUATEMALA
EL SALVADOR
NICARAGUA
10°
PACIFIC OCEAN
COLOMBIA
PANAMA
COSTA RICA
100°
90°
80°
70°
0 50 100Km


San Pablo
San Marcos
Santa Maria
Naranjillo
Los Santos Forest Preservation Area
Naranjo
Los Llanos
Project
Dam
P/S
85 MW
San Rafeal
Rio Paquita
Brujo
Nara Mount Preservation Area
Rio Naranjo
Londres
Rio Savegre
Quepos
Manuel Antonio
National Park
Escala 1:142,000
0
5
10


Naranjo River
Rio Naranjo
Work adit A
Dam
Intake
Dam disposal area
Dam access road
Existing road
Adit-B access road
Work adit-B
Disposal area
Rio Naranjillo


Dam access road
Existing road
Headrace tunnel
Surge tank
Work adit-C
Work adit-D
Access road
Adit-B access road
Work adit-B
Disposal area
sal area


Surge tank
Penstock
Work adit-C
Work adit-D
Access road
Work adit-E
Work adit-F
Switchyard
Powerhouse
Disposal area
Access road
Existing road
Quebrada Zunica
Rio Paquita
Paquita River
Paquita River
500m
REPUBLIC OF COSTA RICA
LOS LLANOS HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
GENRAL PLAN

目　次

第6章　気象および水文

第7章　地質および建設材料

第10章　送電計画および系統解析

第11章　フィジビリティ設計

UNITS AND ABBREVIATIONS

1. Domestic Organizations of Costa Rica

MIDEPLAN	Ministerio de Economía y Planificación
MIRENEN	Ministerio de Recursos Naturales y Energía
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.
COOPEALFARO	Cooperativa de Electrificación Rural de Alfaro Ruiz
COOPELESCA	Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos
COOPEGUANACASTE	Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste
COOPESANTOS	Cooperativa de Electrificación Rural de los Santos
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
JASEC	Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago
CCT	Centro Científico Tropical
FUNDEVI	Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación
ICT	Instituto Costarricense de Turismo

2. International/Foreign Organizations

JICA	Japan International Coperation Agency
EPDC	Electric Power Development Co., Ltd. (Japan)
IEC	International Electrotechnical Commission
LGL	Le Groupe LGL (Canada)
ODA	Overseas Development Administration (UK)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica Países América Central
USAID	United States Agency for International Development (USA)

3. Technical Terms

ACSR	Alumnum conductor steel reinforced
CA	Catchment area
EL	Elevation (m) above sea level
HWL	High water level
LWL	Low water level
PMF	Probable maximum flood
PMP	Probable maximum precipitation

4. Economic Terms

B/C	Benefit - Cost ratio
B-C	Net present value
EIRR	Economic internal rate of return
F/C	Foreign currency
FIRR	Financial internal rate of return
GDP	Gross domestic product
GNP	Gross national product
IDC	Interest during construction
L/C	Local currency

5. Other Terms

D/D	Detailed design
EIA	Environmental Impact Assessment
F/S	Feasibility study
IEE	Initial Environmental Evaluation
LOGOS	Logiciel du Gestion Optimal du System Electrique
O&M	Operation and Maintenance
P.H.	Proyecto Hidroeléctrico (=Hydroelectric Project)
PIB	Producto Interno Bruto (=GDP)
PS	Power station
S.E.	Subestación (=Substation)
SEN	Sistema Eléctrico Nacional (=National Electrticity System)

6. Measurement

Length

mm	Millimeter
cm	Centimeter
m	Meter
km	Kilometer

Area

m^2	Square meter
ha	Hectar
km^2	Square kilometer

Volume

l, lt, L	Liter
kl	Kiloliter
m^3	Cubic meter
m^3/s	Cubic meter per second

Weight

g	Gram
kg	Kilogram
t, ton	Metric ton
TEP	Petroleum equivalent ton

Time

ms	Mili second
s, sec	Second
min	Minute
h, hr	Hour
d	Day
M	Month
yr	Year

Electrical Measures

V	Volt
kV	Kilovolt
A	Ampere
Hz	Hertz (cycle)
W	Watt
kW	Kilowatt (10^3 W)
MW	Megawatt (10^6 W)
GW	Gigawatt (10^9 W)
kWh	Kilowatt hour
MWh	Megawatt hour
GWh	Gigawatt hour
kVA	Kilovolt ampere
MVA	Megavolt ampere
MCM	Milcircular mils

Others

BOD	Biochemical oxigen demand
dB	Decibel
hPa	Hecto Pascal
kcal	Kilo Calorie
kg f/cm^2	Kilogram force per square centimeter
rpm	Round per minute
%	Percent
Lu	Lugeon
°C	Degrees Centigrade

7. Currencies

US$ or $	US dollar
¢	US cent
¢, C	Costa Rican Colon

要　約

要　　約

本報告書は1994年から1996年に亘り、日本政府の技術協力により国際協力事業団（ＪＩＣＡ）が実施したCosta Rica共和国のLos Llanos水力発電開発計画のフィジビリティ調査の結果をとりまとめたものである。

この報告書はＪＩＣＡより日本国外務省を通じてCosta Rica政府、Costa Rica電力公社（ＩＣＥ）に提出されるものである。

フィジビリティ調査の検討結果を要約すると以下に述べる通りである。

(1)　本計画の特性

Los Llanos水力発電開発計画とは、Naranjo川の中流部に位置し、流域面積144km²の地点にピーク電力需要時に対応出来る調整能力を持つダムを設け、5.6kmの水路でPaquita川に分水し、その間の落差を利用する流れ込み式の発電計画と発電所より500kV中米連係送電線の変電所までの送電計画よりなる。

この地域の年間降雨量は平均5,500mmで、雨期と乾期のはっきりした多雨地帯である。Naranjo川の全流域面積は332km²であり、その主な支流は上流のNaranjillo川と下流のBrujo川からなり,年間平均流量はおよそ35～40m³/s程度と見積もられる。計画地点は前者支流との合流点に位置し、年間平均流量15m³/sであるのに対し、保証流量(95%)は3.91m³/sとして算定されている。本流にはLos Reyes、Milagro、Nara、Los Llanos本流開発計画がある。本計画はこれら計画の中で最も発電効率が高く、また全国マスタープラン段階で最有力の水力発電計画として位置づけられている。

計画地点の上流部にコーヒー栽培、下流部には牧畜を営む人々が丘陵地帯に住んでいるが、計画地点近傍の水没予定池内には居住者は無く、その他道路や公共建造物等の補償物件は全く無い。また河口部の汽水域にはマングローブが生育しており、その内側の扇状地にアフリカン椰子の栽培地がある。この椰子の生育時（渇水期）に河川水を利用しており、これが唯一 Naranjo 川の水利権として存在している。

開発計画はこのマングローブの生育条件を悪化する事は無いと考えられている。一方、椰子は現状の取水量を確保出来ない時期が年に数日発生するので、これを減産するものとして補償の対象としている。

Costa Rica 共和国の電力需要の伸び率は近年著しく、1993年には7.4%の伸びを示

した。一方、同国は経済的な化石燃料が産出せず、電力のほとんど全てを水力発電に依存している。これら諸条件を勘案した電源開発計画は、物理的な開発スケジュールから考えて、本計画の運開を2005年頃と想定される。この時期は電力需要想定から考えても遅すぎるぐらいで、なるべく早い時期にLos Llanos 水力発電の運転開始が望まれる。

(2) 気象と水文

本計画の流域内および周辺地域には測水所および気象観測所があり、その中で最も観測期間が長く信頼される Londres 測水所とダム地点の日流量での観測値との相関性は非常に高いので、Londres の23ヵ年の流量をベースに算定している。また洪水量は気象観測値から可能最大降水量（ＰＭＰ）を求め、降雨強度、時間分布から洪水が最大となる流出計算によりダム地点の可能最大洪水量（ＰＭＦ）は 1,590㎥/s となった。

河川を流下する土砂は浮流砂と掃流砂に分けられ、河川流量との相関関係がある。また貯水池の容量により捕捉率がことなるが、計画堆砂量は50年を算定期間としダムの推定堆砂面標高は497mに設定した。

(3) 地質、材料および地震

この地域の地質を構成する基盤岩類は中生代ジュラ紀から第三紀始新世にかけての堆積岩類とそれらを部分的に覆う第四紀未固結堆積物が分布する。ダム部分は基礎として十分な塊状で堅硬な礫岩が分布しており，また発電所地点はPaquita川の左岸側にあり、水路ルートに分布する礫岩とその下位の泥灰岩（マール）の境界の近傍に位置している。

コンクリート骨材は、発電所近傍では十分な河床砂礫が存在するが、ダム地点に於いては上流部の砂岩を原石山とする砕石が予定されている。

計画地点を中心とする直径100kmにおいて1990年から1994年までに発生した地震の震央は太平洋地溝沿いに集中するが、これらの地震データをもとに統計確率解析結果と既存の地震に関する資料から総合的に判断して計画地点の設計水平震度は、0.15と設定した。

(4) 電力需要と供給

Costa Rica国の１人当たりの電力量は、1993年の実績値で1,370kWhを示し、一般的な発展途上国と同じ状況にあると言える。途上国での需要想定は経済成長率との相関性に

より求めるマクロ手法で求めた値を適用する場合が多い。この値とＩＣＥで想定した伸び率との差は殆ど無く、比較的良く一致しているので、ＩＣＥの需給バランス計画を採用した。

Costa Ricaの電力系統の特徴は水主火従の電源構成のため、河川の流量変化による供給力が系統に与える影響が大きく、バランスの検討は水力の保証出力を考慮し日負荷率66%を得た。2005年に本計画が投入されれば、Costa Ricaの電力需給に大きく貢献し当該地域の経済開発にも大きく寄与することが期待される。

(5) 送電計画

Costa Ricaの送電系統は230kVおよび138kV送電線によって構成されており、2000～2003年頃には500kV中米連係送電線計画（ＳＩＥＰＡＣ）が具体化し運転される予定である。また本計画に隣接するPirris水力発電計画はＳＩＥＰＡＣの500kV変電所(San Rafael)より230kVに降圧し接続し首都(San Jose)に連係する計画になっている。本計画は将来計画を含めた送電電力と事故時に連係線に与える影響が少ない事等を考慮し、San Rafael変電所に230kV 1回線で接続する事とした。送電ルートは本発電所よりPaquita川を横断し右岸側の山岳部より裾野に向け平野部に到達したあと、San Rafael変電所へ至る経済的なルートで亘長約22kmである。

(6) 環境および補償

環境への配慮はその国における法制度に沿って行うべきであるが、Costa Ricaおいてはまだ一定のガイドラインが確立されていない。

本調査においては世界銀行、国連環境計画などの国際機関や二国間援助機関において確立されつつある開発調査・計画に係わる環境配慮の方法に準じたＪＩＣＡのガイドラインに沿って初期環境調査（ＩＥＥ）を実施し、この調査でより必要と判断された環境配慮項目について環境影響評価（ＥＩＡ）を行った。

Naranjo川流域の本開発計画に直接関連しない北東部を支配する支流の Burujo川全域には森林保護区が設けられているが、その他は特に保護されている地域はない。開発計画と関連する上流域から中流域の丘陵地は牧畜とコーヒー栽培が成されているが、水没等影響を受けるものは全く無く河川本流とも直接関係がない。 河口部は一部右岸側の山地が Manuel Antonio 国立公園に指定されており、この公園に隣接する Quepos の

岩礁および海岸線を含めた地域がリゾート地となっている。一方、左岸側は下流域から河口部に至り扇状地が形成されており、椰子栽培が盛んでその外側の海岸線は砂州が発達し、その間の滞水域にマングローブが生育している。

(7) 最適開発計画の概要

Los Llanos 水力発電開発計画の概要は別紙に示す通りで、最大出力は85MWである。この水力発電の年間保証電力量は107GWh と算定され、ジーゼル火力発電と比較した場合、年間約22,800トンの石油消費量に匹敵しうる。

(8) 工事工程および工事費

本計画の建設工事は気象、地形、工事規模、建設材料、構造物の配置、準備工事等を考慮した結果、4年の工期が必要と考えられる。また、需給バランスより運開2005年とすると概略下記のスケジュールで着工準備を行う必要がある。

所要期間	項目
1996年4月～1997年9月	追加調査工事実施
1996年6月～1997年12月	MIDEPLANへの申請
1996年9月～1998年8月 (2.0年)	詳細設計
1998年6月～1999年12月 (1.5年)	融資手続
2000年1月～2000年12月 (1.0年)	議会承認
2001年3月～2001年12月 (0.8年)	建設工事入札
2001年1月～2004年12月 (4.0年)	建設工事

本計画の工事費は、現時点で期待される技術水準による設計・施工方法および材料・製品を適用するものとした。さらに計画地点の地質条件、地形特性および工事規模等を考慮して積算した。本計画の総工事費は、内外貨に分けて積算し、アクセス道路、キャンプ施設、環境対策費、送電線、開閉所、エンジニアリングフィー、管理費および建中利子も含んでいるが、インフレーションは含んでいない。積算時点は1995年1月とした。(内外貨の交換レートは 1 US$ = 168 Colones とした。)

建設費は151,763 千ＵＳ＄で発電端建設単価は0.04US$/kWhである。

(9) 経済・財務評価

本計画の経済評価にあたっては、本計画とこれに対する代替火力発電所の経済費用を積算し、評価する代替設備アプローチ法を採用している。本計画の経済費用に基づく便益および費用のフローは、Table 14-4 に示すとおりである。

経済的内部収益率（ＥＩＲＲ）、超過便益（Ｂ－Ｃ）および便益・費用比率（Ｂ／Ｃ）は以下の通りである。

内部収益率（ＥＩＲＲ）　：20.2 %

超過便益（Ｂ－Ｃ）　：$42,389 \times 10^3$US$

便益・費用比率（Ｂ／Ｃ）：1.43

本計画の経済性を判断すると、本計画を建設し運用することは同等のサービスを提供しうる代替火力発電所を設置するよりも、費用面ではるかに優位であり、また資本の機会費用を反映する社会的割引率が20.2%に達するまでこの優位性が維持されると言える。また財務評価にあたっては財務的内部収益率（ＦＩＲＲ）を算定し、12.4%を得た。これは現在の電気料金水準でも財務的に健全な発電計画であると結論できる。

ただし、本計画の送電計画はピリス水力発電計画実施を前提としていることから、本評価もピリス計画完成後に本計画が実施されることを前提条件とする。

Los Llanos水力発電計画概要

項　　目	単　位	内　　容
河川名		Naranjo 川
流域面積	km^2	143.7
年間流入量	10^6m^3	471.8
設計洪水量	m^3/s	1,600
発電諸元		流れ込み式発電方式
最大使用水量	m^3/s	27
最大有効落差	m	359.4
最大出力	MW	85
貯水池		日間調整池（5時間）
満水位	m	477.4
低水位	m	470.0
有効貯水容量	10^3m^3	653
湛水面積	10^3m^2	100
ダム		コンクリート重力式
高さ×堤長	m × m	62.4 × 114
堤体積	10^3m	89,200
導水路		
内径×長さ	m × m	3.1 × 5,540
調圧水槽		
内径×高さ	m × m	8.0 × 57.3
水圧管路		
内径×長さ	m × m	3.10～2.20×1,540×1条 1.25×26×2条
発電所		鉄筋コンクリート地上式
幅×長さ	m × m	19 × 37
水　車（立軸ﾌﾗﾝｼｽ）	MW×Units	43.7 × 2
発電機（3相交流）	MVA×Units	50.0 × 2
開閉所	kV	230
幅×長さ	m × m	40.0 × 120
2回線引き出し	kV	230
発生電力		
年間発生電力量	GWh	389
一次電力量	GWh	107

結論と勧告

結 論 と 勧 告

本計画は Costa Rica共和国 San Jose市の南50kmに位置し、太平洋に注ぐNaranjo川の中流部に建設される Los Llanos水力発電開発計画である。調査団はこの発電計画と連係する送電計画に関するフィジビリティ調査を実施した。

この調査の結果、本計画は技術的、経済的及び環境の観点から充分フィージブルであると結論づけられる。以下に結論の内容について述べる。

結　　論

(1) Costa Rica共和国の総電力設備は、1995年1月現在で1,098MWであり、水力の依存度は約83%に達する。一方、経済的に開発可能な包蔵水力の内、既に開発された水力地点は約8%に過ぎない。本計画は Costa Rica国内の重要なエネルギー資源として位置づけられている水力資源を有効活用し、豊富な安定した電力を供給することを目的とする。

(2) Costa Rica国における電力需要は毎年着実に伸びており、今後1995年から2005年の電力需要の伸び率は年率7.6%と予想される。また2004年時点のピーク需要は1550MWと予想され、400MW以上の新しい設備が必要となる。

(3) 本計画が全国電力系統に投入される時期は、電力需要予測の結果および詳細設計、資金手当に必要な期間や建設期間を考慮して、2005年に運転を開始することが妥当であると判断される。

(4) マスタープランに提案されている Naranjo川の開発計画を再検討し、開発時期、開発規模、および流量、総落差を考慮したレイアウトの適正な選定を行った。また地質、地形特性上の条件と環境影響評価に基づく条件を比較検討した結果、最も経済性で優れている開発計画案が選定された。

(5) 建設費は1995年1月時点で期待される技術水準による設計・施工方法および材料と製品を適用されるものとし、計画地点の地形条件、地域条件および工事規模を考慮した工

事単価で輸入税、建中利子を含めて積算した。

建設費は内・外貨分を含め、152 百万ＵＳ＄である。

(6) 本計画の経済性は代替火力設備と比較して優位であり、kWh当たりの建設単価は0.04ＵＳ＄と他国と比較して安い電源であると言える。本計画の費用と収入を算定し、現在価値に割り引いた経済内部収益率(EIRR)は20.2%となり、国民経済の立場からフィージブルなプロジェクトであることを示している。ただし、本計画運転開始時点でピリス水力が完成していることを前提条件とする。

(7) ダム形式は地形、地質、建設材料、工事費および運用の容易さ等を考慮にいれてコンクリート重力式ダムを採用した。また発電所は地形・地質条件から最も適切で経済的な地上式発電所とし、効率が高く発生電力量が最大となり機能的・経済性に優れたフランシス水車が採用されている。本計画は建設の実現に支障をきたすような問題点はなく、技術的にもフィージブルである。

(8) 本計画の水没予定湛水池内には居住者はなく、その他道路や公共建造物等の補償物件は全く無い。一方減水区域に椰子の栽培地があり、唯一 Naranjo川からの灌漑設備が存在する。この最大灌漑水量は1.8㎥/sであり成育期に河川水を使用しており、減産が予想されるので妥当な額の補償費を工事費に計上している。

(9) 計画区域内での環境対策として留意すべき点は、河口部の汽水域にマングローブが成育している事があげられる。このマングローブの生育条件は海岸の砂州の成長に深く係わりを持ち、洪水期の浮遊砂の供給を絶つ計画であってはならない。 本計画のダムは、調整のみで貯留（滞砂）しないため河口部の砂州を衰退させることはない。その監視を含め妥当な額の環境対策費を工事費に計上している。

(10) 本計画は、周辺の自然、社会環境に与える影響は小さいものと評価され、電力の安定供給に大いに資すると同時に、地域社会の発展に寄与する事が期待される。

勧　　告

Los Llanos 水力発電開発計画は、技術的、経済的および環境影響評価結果からフィージブルであり、Costa Rica 国の電源開発計画では本計画を2005年に電力系統に投入すべき地点と位置づけられるので、実施するよう勧告する。

本計画を遂行するためには、以下の事項を実施する必要がある。

(1) 実施設計および入札書類の作成等、建設に必要な諸準備を実施する必要がある。

(2) 実施設計を行うためには、最終報告書第１５章「今後の調査」に示すような項目について追加調査および試験を行い、その結果は実施設計に十分反映されなければならない。

(3) 本計画の発電開始を2005年にするためには、工事資金の手当・準備を事前に行い、2000年初めには工事の入札およびコントラクターを選定し、乾期から本工事に着手する必要がある。発電開始までに必要な所要期間・工程は以下の通りである。

所　要　期　間		項　目
1996年９月～1998年８月	(2.0年)	詳細設計
1998年６月～1999年12月	(1.5年)	融資手続き
2000年１月～2000年12月	(1.0年)	議会承認
2001年３月～2001年12月	(0.8年)	建設工事入札
2001年１月～2004年12月	(4.0年)	建　設

(4) 本計画地域内で実施により影響を受ける道路の付替えや土地等の補償を行い実施を円滑に進めると同時に想定される環境影響項目の調査・モニタリングを継続して実施しておく必要がある。

第1章　序　論

第1章 序 論

目 次

List of Figures

第1章 序 論

1.1 経緯・背景

Costa Rica政府は国産エネルギーの開発に政策目標を置き、1949年ＩＣＥ(Institito Costarricense de Electricidad) を設立した。

現在ＩＣＥの発電設備（1,023.5MW）はCosta Ricaの93.2%を保有し、ＣＮＦＬ(The National Power and Light Company) と共同で全国の電力需要を賄っている。その電力構成は全設備出力 1,098MWの内、火力が 255MWと55MWの地熱を含めた28%であり、水力が 788MWの72%となっている。これを毎年の発生電力量でみるとほとんど全てを水力発電に依存しており、豊富な降雨量に恵まれていることを示している。経済的に開発可能な包蔵水力が約9,000MWと見積もられているのに対し、既に開発された水力は約８%に過ぎない。

一方、電力需要の増加は至近５ヵ年平均で6.5%を示し、1993年には7.4%の伸びとなった。こうした状況の下で国産エネルギーとしての水力発電開発を積極的に進めているが、なお総エネルギーの54%を、輸入に頼っている。2010年には石油が1.6倍に対し、電気は３倍と見込まれており、この観点からも水力発電開発に期待がかけられている。(Electricity and Sustainable Development Costa Rica : ＩＣＥ 1994)

ＩＣＥは現在、水力を主体とする電源開発プロジェクトを進めようとしており、1990年にCanadaのコンサルタントＬＧＬと共同で13のマスタープラン段階の水力発電開発計画の中から４プロジェクトを抽出した。この中で最有力プロジェクトとしてのLos Llanosのフィージビリティ調査（Ｆ／Ｓ）の実施をCosta Rica政府が日本に要請したものである。これを受けて国際協力事業団は1994年３月、ＩＣＥをカウンターパートとして本調査を実施することに同意し、両者で署名された。

1.1.1 要請機関・実施主体

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)は、自治機関として1949年４月８日施行の法令449号によって設立された。ＩＣＥはCosta Rica国内の電力開発のみならず、安定供給、運用を行い、特に国家の天然資源である水力開発に力を入れてい

る。1963年から全国通信網を持ち通信事業が包括された。

ＩＣＥ自体で直接配電しているのは、約20%を大需要家に対してであり、残る部分は Compania Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL) を通じ首都 San Jose を含めて供給しており、全国需要量の約96%に及ぶ。

1.1.2 組織および陣容

ＩＣＥは７人で構成されたボードメンバーの会長を総裁が勤め、電力と通信の２つの部門を掌握している。

職員は約8,800人であり、1,400人が事務・会計部門に属し 3,800人が電力、3,300人が通信部門に分けられており、全体を掌握する部門に残る職員が当たっている。 その組織図を Fig.1-1 に示す。

1.2 業務内容

1.2.1 調査の目的

本調査の目的は、Los Llanos水力発電開発計画に関し現地調査及び国内作業を実施し、技術的に健全でかつ環境影響評価を加味した、経済的及び財務的に最適な開発計画を策定して、フィージビリティ調査報告書を作成することにある。また本調査を通じてCosta Rica国側カウンターパートに対し技術移転を図ることにある。

1.2.2 調査対象地域及び範囲

調査対象となる水力発電開発計画は、首都San Jose市南方50kmのNaranjo川中流部にダムを築造し、導水路トンネルにて西側のPaquita川中流部に設ける発電所に水を導き、その落差を利用して発電する計画で、西経84度3分・北緯9度33分の近傍に位置する。また、送電線は発電所から西方22kmに位置する San Rafael まで建設する計画である。これに伴う影響範囲は、Naranjo川流域とPaquita川流域全般のほか、河口部から太平洋の海岸線を含めた範囲を調査の対象とした。

1.2.3 業務内容

本調査は予備調査段階、詳細調査段階およびフィージビリティ設計段階とその調査精度に応じた区分がなされており、次の調査を行った。

(1) 予備調査段階

(a) 本開発計画関連の既存資料・既調査報告書の収集およびレビュー。

(b) 計画に関連する地域全般の現地調査及び現況調査。

(c) 既存データをもとに最適開発計画選定のための比較対案の検討。

(d) 開発計画内容を念頭に重大な影響が予想される項目を的確に、また効率的に抽出するための初期環境調査（ＩＥＥ）をPundevi財団に委託。

(e) ＩＣＥのピーク需要、電力消費特性等の関連情報をレビューし電力拡張計画に合わせた分析。

(f) 詳細調査に係わる調査実施計画および技術仕様書の立案。

(2) 詳細調査段階

予備調査において策定された実施計画に基づいて、地形測量、地質調査および材料試験、水文・気象調査を実施し、環境影響評価（ＥＩＡ）および補償調査を始めた。

(a) 地形測量

1）航空写真撮影および図化　　1：5,000

2）測量杭、ベンチマークの設置

3）地上測量（ダム、発電所）　　1：1,000

(b) 地質調査および材料試験

1）地質踏査（主要構造物全般、湛水池、原石山他）

2）ボーリングコア・透水試験（ダム、水路、発電所、原石山）

3）弾性波探査（同上）

4）試掘抗掘削（ダムサイト）

5）テスト・ピット掘削（建設材料用）

6）現場・室内試験

7）地震歴調査

(c) 水文・気象調査

1）河川流量

2）高水位（洪水）、低水位（保証流量）の調査

3）水文・気象観測値の観測および分析

4）浮遊砂観測等を行い土砂流出・堆砂量の解析

5）水文・気象観測所の設置

(d) 環境影響評価（ＥＩＡ）

1）初期環境調査で決定された自然環境および社会・経済環境に関する環境影響評価項目の策定。

2）自然環境調査の継続（水質・利水流量変動、動植物生態系）

(e) 補償調査

1）補償物件調査（家屋、立木、土地、権利他）

2）移転補償調査（公共建造物）

1.3 報告書

1.3.1 提出書類

現在まで下記の調査が実施され、ＩＣＥに報告書が提出されている。

(1) INCEPTION REPORT (1st Sep. 1994)
(2) QUESTIONNAIRE
(3) CONTRACT FOR AERIAL PHOTOGRAPHY AND SURVEY
(4) CONTRACT FOR INITIAL ENVIRONMENTAL EXAMINATION
(5) PROGRESS REPORT (30th Nov. 1994)
(6) PROGRESS REPORT ANNEX (10th Mar. 1995)
(7) IEE FINAL REPORT FUNDEVI (Dec. 1994)
(8) FINAL RESULT (TOPOGRAPHIC MAPPING) (Mar. 1995)
(9) INTERIM REPORT (July 1995)
(10) DRAFT FINAL REPORT (Jan. 1996)
(11) MEMORUNDUM ON DISCUSSION (from 1st to 5th Sep. 1994)
(12) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.2 (from 6th to 24th Sep. 1994)
(13) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.3 (from 15th to 29th Nov. 1994)
(14) (from 30th to 9th Dec. 1994)
(15) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.4 (from 20th to 9th Mar. 1995)
(16) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.5 (from 19th May to 2nd June 1995)
(17) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.6 (from 3rd July to 8th August 1995)
(18) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.7 (from 30th Nov. to 10th Dec. 1995)
(19) MEMORUNDUM ON DISCUSSION NO.8 (from 1st Feb. to 9th Feb. 1996)

1.3.2 国際協力事業団への提出書類

(1) 調査業務計画書（第一年次）
(2) インセプションレポート（和文）
(3) プログレスレポート
(4) 地形図・衛星画像解析成果品一式
(5) インテリムレポート
(6) 業務実施報告書（平成六年度）
(7) 調査業務計画書（第二年次）
(8) ドラフトファイナルレポート
(9) 技術移転報告書
(10) 業務実施報告書（平成七年度）

1.3.3 既存報告書

本計画の概要は、1991年6月にＩＣＥが取りまとめた報告書" Los Llanos Hydroelectric Power Project Description"に記述されており、その後カナダのコンサルタントグループ（ＬＧＬ）の協力を得てマスタープラン" Plan Maestro de La Cuenca Hidrografia Rio Naranjo, Sept. 1987 by ICE"を作成し、本計画がコスタリカ国内の水力発電開発計画での第１プライオリティの確定を行ったものである。

調査団はこれらの報告書を基に計画の妥当性を検証し、比較検討を行い、必要な追加調査および委託調査・試験を実施している。これらの調査・試験データ類およびＩＣＥで並行して実施した調査結果をとりまとめアペンディクスに収録した。また同様に調査団がＩＣＥ以外の関連機関から入手した本計画に関する各種の既存報告書・データ類も合わせてアペンディクスに項目を記載した。

1.4 現地調査業務および参加者リスト

1994年8月から現在までの期間に調査団は以下に示すとおり、現地での活動を行った。

1.4.1 現地調査

(1) 第1回　　1994年 8月29日～10月27日迄

総括団長	海老	康正	8月29日～ 9月27日
水力計画	箱崎	千造	〃
地質評価	柴田	祐啓	〃
地質調査	伝法谷	宣洋	〃
環境評価	菊地	潔	〃
地形測量	池島	功	8月29日～ 9月12日
発電設備	須藤	久雄	9月13日～ 9月27日
業務調整	湯川	正嗣	〃
環境調査	濱野	信行	9月13日～10月23日

(2) 第2回　　1994年11月13日～翌年1月26日迄

総括団長	海老	康正	11月13日～12月27日
水力計画	箱崎	千造	11月13日～12月12日
土木設計	加藤	光正	〃
電力計画	藤内	利正	11月13日～11月27日
地質評価	柴田	祐啓	11月28日～12月27日
地質調査	伝法谷	宣洋	〃
水文解析	三島	耕二	11月28日～12月12日
環境評価	菊地	潔	〃
経済財務	平原	哲也	〃
地形測量	池島	功	11月28日～ 1月26日
地形測量	古堅	和夫	12月13日～ 1月26日

(3) 第3回　　1995年 2月12日～ 3月13日迄

総括団長	海老	康正	2月27日～ 3月13日
地質評価	柴田	祐啓	〃
地質調査	伝法谷	宣洋	〃
環境評価	菊地	潔	〃
環境調査	濱野	信行	2月12日～ 3月13日
業務調整	岡本	二郎	2月27日～ 3月13日

(4) 二年次第1回　　1995年　5月17日～　6月　6日迄

総括団長	海老　康正	5月17日～	5月31日
発電計画	箱嶋　千造	〃	
土木設計	加藤　光正	〃	
地質評価	柴田　祐啓	〃	
水文解析	三島　耕二	5月17日～	6月　6日
水文調査	早川　茂雄	〃	

(5) 第2回　　1995年　7月　1日～　8月14日迄

総括団長	海老　康正	7月　1日～	8月14日
発電計画	箱嶋　千造	7月　1日～	7月30日
土木設計	加藤　光正	7月　1日～	8月14日
電力計画	藤内　利正	7月16日～	8月14日
発電設備	須藤　久雄	〃	
地質評価	柴田　祐啓	7月　1日～	7月30日
環境計画	菊地　潔	7月16日～	8月14日
環境調査	濱野　信行	〃	
業務調整	岡本　二郎	7月　1日～	7月30日

(6) 第3回　　1995年11月26日～12月13日迄

総括団長	海老　康正	11月29日～	12月13日
環境評価	菊地　潔	11月26日～	12月13日
環境調査	濱野　信行	〃	

(7) 第4回　　1996年　1月30日～　2月13日迄

総括団長	海老　康正	1月30日～	2月13日
土木設計	加藤　光正	〃	
電力計画	藤内　利正	〃	
発電設備	須藤　久雄	〃	
環境評価	菊地　潔	〃	
経済財務	平原　哲也	〃	
業務調整	岡本　二郎	〃	

1.4.2 参加者リスト

(1) ICE

Presidencia Ejecutiva

Ing. Teófilo de la Torre	
Dr. Roberto Dobles	

Sub-Genencia

Ing. Carlos Obregón Q.	Desarrollo de Energía

Direccion

Ing. Agustín Rodríguez M.	Planificación Eléctrica
Ing. Edgar Robles F.	Planification Eléctrica
Ing. Guillermo Rivera S.	Ingeniería Civil
Ing. Jorge Zamora	Ingeniería Electromecánica

Departamento

Ing. Mario López S.	Proyectos de Generación
Dr. Sergio Mora C.	Geología
Geol. Leonel Rojas C.	Geología
Ing. José A. Rodríguez B.	Ingeniería Geotécnica
Lic. Sadi Laporte M.	Hidrología
Ing. Johnny Granados B.	Estructuras
Ing. Jorge A. Monge	Topografía
Ing. Alejandro Hidalgo	Programa de Transmisión
Ing. Héctor Vargas F.	Económicos y Financieros
Ing. Jorge Valverde B.	Ambiente y Energía Alterna
Ing. Javier Orozco C.	Administración de Proyectos

Oficina

Ing. Roberto Jiménez V.	Proyectos Hidroeléctricos
Ing. José Antonio Aragón	
Ing. Carlos Amador Quesada	
Ing. German Freer H.	
Ing. Irene Cañas Díaz	
Ing. Julio Matamoros A.	
Ing. Daniel Acuña P.	
Ing. Oscar Jiménez R.	
Ing. Carlos Ramírez M.	Estudios Hidrológicos
Ing. Carlos Picado B.	
Ing. Carlos Roberto R.	

Ing. Manuel Sanabria S. Ing. Alexis Rodríguez R. Ing. José Alberto Zuniga M. Ing. Jorge Granados C.	Estdios Hidrológicos
Lic. Rafael Enríque Chacón M. Lic. Porfirio Machado A. Lic. Alexia Pacheco H.	Hidrologia Operation
P. T. Luis E. Acuña Lic. Rafael Nunez M.	Redes Hidrometeorológicas
Geol. Ricardo Granados V. Geol. Carlos Rodríguez N. Geol. Alexis Cerdas S. Geol. Allan López M. Geol. Adolfo Estrada D.	Geologia de Proyectos
Ing. Miguel Bolaños S. Geol. Jorge Salazar A.	Mecánica de Suelos y Rocas
Geol. Luis Fdo. Saenz S. Geol. Fernando Montalto G.	Geofísica Aplicada Perforación e Inyección
Ing. Julio Delgado	Laboratorio Geotécnico
Ing. Alejandro Luna B.	Programa de Transmisión
Ing. Pablo Alvarado G. Lic. Laureano Montero	Evaluación Económica
M. Sc. Eduardo Peralta B. Biol. Fernando Chavarría P. Albol. Rolando Nuñez	Ambiente y Energía Alterna
Ing. Rody Rodríguez M. Ing. Samuel Argueta Ing. Marcos Navarro	Topografía
Ing. Carlos Llobet R. Ing. Rodolfo Brenes G. Ing. Mario Alfaroz Ing. Arturo Ordoñez	Diseño Electromecánico

Lic. Edgar Mesen Aroya Asuntos Internacionales

Javier Romero B.

(2) Danish Hydraulics Institute

Mr. Finn Hansen

(3) Universidad de Costa Rica

Mr. Luis Gmo. Brenes Quesada Dpto. Geografía

1.5　研修員の受け入れ

ＩＣＥから調査団に対し、日本での研修員受け入れとして、カウンターパート２名を調査年度毎に各１名受け入れるよう要請がなされ、1995年１月31日より３月２日の期間 Mr. Roberto Jimenez V. が来日した。また、1995年９月４日より９月24日の期間 Mr. Jose Antonio Aragon S. が来日した。

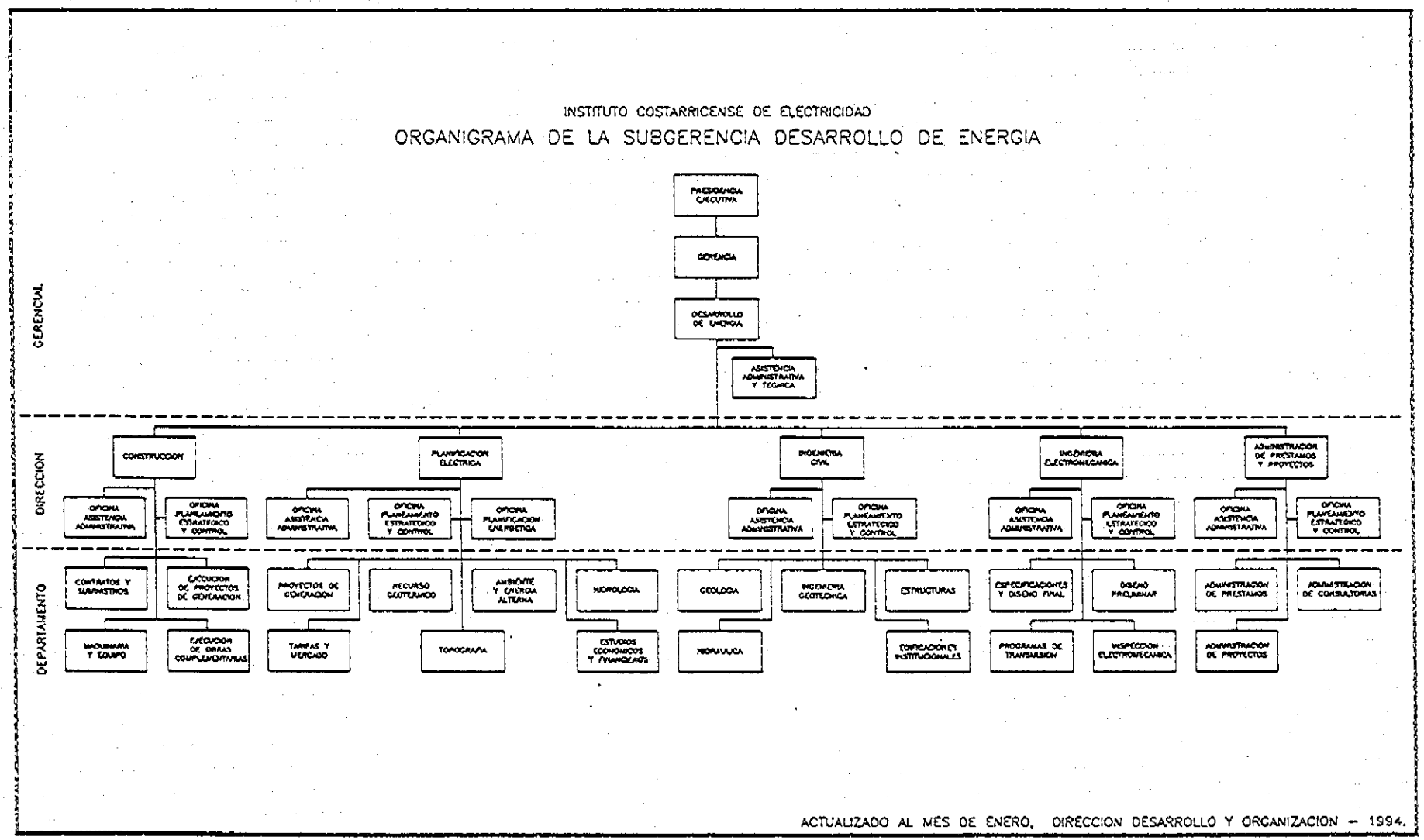


Fig. 1-1 Organization Chart of ICE Electricity Division

第2章　コスタリカ共和国の一般概況

第2章　コスタリカ共和国の一般概況

目　次

List of Tables

第2章 Costa Rica 共和国の一般概況

2.1 地 理

Costa Rica共和国は、北アメリカの南部、北緯8° 00′から11° 14′、西経82° 32′から85° 58′の間に位置し、北はニカラグア共和国と東はパナマ共和国に国境を接し、北東はカリブ海、南西は太平洋に面している。それぞれの海岸線は、カリブ海側が 225 km、太平洋側が 1,103kmあり、国土の総面積は51千平方キロである。この内に太平洋上の離島 Coco 島が含まれている。

同国は細長い形状で、最小幅が 119kmで最大幅が 274kmである。国土は山地が多く、その最高峰は Chirripo Grande 山 (3,819m) であるが、全般に熱帯林に覆われ植生が豊かで国土の25%が国立公園や森林保護区に指定され開発が規制されている。

また Irazu (3,432m), Poas (2,704m), Turrialba (3,328m), 等の火山が多く存在する。これも一因となり、同国は世界有数の地震国の1つと数えられている。

計画地域は中央山塊 Dota より南流する Naranjo 川流域にあり、その西側に併流する Paquita 川も含まれている。この Naranjo 川は San Marcos 南部の丘陵地に源を発し、Dota 山地の南斜面を横切る様に西行し、ダム地点から一気に南下する。この間河口まで約43kmのうち、下流部15kmは平坦な扇状地で椰子の栽培が見られる。
一方 Paquita 川も同じ様な様相を示し河口より17kmの発電所予定地点で標高 100mにも係わらず、それより上流7kmで標高 1,300mに達する急流となっている。

2.2 気 候

Costa Ricaの気候は熱帯雨林と一部サバナ気候に属しているが、地勢・標高によって大きく左右される。気温は乾期 (12～4月) と雨期 (5～11月) によっても異なるが、年間を通して差は少なく、平均気温20° から30℃である。雨量は最も降雨量の少ない2月においても、30～120mm/月程度あり、年間降雨量は Naranjo 川流域平均で約5,500mm/年と世界的にも多雨地域と言える。

2.3 人 口

Costa Ricaの総人口は約3.2百万人に達し、人口密度は一平方km当たり62人となっている。1993年1月現在の県別の人口を示す。

県	人口	分布	年成長率
San Jose	1,152,847	36.4%	2.03%
Alajuela	564,209	17.8%	2.21%
Cartago	356,198	11.3%	2.17%
Heredia	254,136	8.0%	2.08%
Guanacaste	252,386	8.0%	1.88%
Puntarenas	353,558	11.2%	2.12%
Limon	233,628	7.4%	3.02%
合　計	3,155,962	100%	2.17%

Source: "Costa Rica Calculo de Poblacion (Enero 1993)", Ministerio de Economia, Industria y Comercio

2.4 経 済

Costa RicaのＧＤＰは 7,112.45 百万コロン（1993年）、ＧＮＰは約62億ドルで、一人当たりのＧＮＰは約2,000ドルに達する。経済活動の中心となっているのは農牧業およびその関連産業である。主要産品はコーヒー豆、バナナ、米、トウモロコシ、大豆、サトウキビ、ジャガイモ、トマト、柑橘類である。バナナ等の伝統産品に加え、最近は非伝統作物の栽培も盛んで農業収入の58%を占めるまでに伸びてきている。

製造業の割合はＧＤＰの19%を占め、中米５ヵ国の中では最も工業化の進んだ国である（農業は16%）。その多くは食品加工業であるが、衣料、製糖、セメント、タイヤ、肥料、食用油、靴、マッチ等の軽工業も発達してる。

主要輸出品は世界第２位の生産を誇るバナナおよびコーヒーが挙げられる。しかし、コーヒーについては価格の下落、バナナはヨーロッパ諸国の輸入数量割当実施により今後の見通しは余り明るくない。主要輸出産品には以下のものがある。

伝統産品　：コーヒー豆、バナナ、食肉、砂糖、カカオ

非伝統産品：鮮魚、エビ、パイナップル、衣料品、家具、タイヤ

Table 2-1 に示すように貿易収支は常に赤字で、収支改善のため政府は輸出加工品の育成に力を入れている。また、観光業も外貨収入源として伸びてきている。国土の約25

%が国立公園などの自然保護地域に指定されており、豊かな自然を売りものに観光客の誘致に力を入れている。1993年には約700,000人の観光客がコスタリカを訪れ、観光収入も前年比20%増の500百万ドルで、バナナの輸出額に匹敵するほどにまでなっている。

2.5 エネルギー資源

Costa Ricaは起伏のある地形と豊富な雨量のおかげで水力資源は豊富である。利用可能な水力資源は4.2百万ＴＥＰ（41,919GWh／年）であるが、その内の8.2%しか開発されていない。すなわち経済的に開発可能水力資源（87地点8300MW）は現在の水力発電設備出力の約12倍に相当する。これには20MW以下の発電設備や自家発電は含まない。以下に主要な河川別の包蔵水力を示す。

River	CA (km²)	MAR (mm)	Sites	Potential (MW)	Energy (GWh)
Sixaola	2,330	4,790	9	1,385	6,104
Matina	1,415.6	3,626	2	600	2,600
Pacuare	802.4	4,021	2	764	2,992
Reventazon/Parsmina	2,950.3	3,777	5	686	3,053
Chirripo Atlantico	1,635.1	4,326	3	365	1,768
Sarapiqui	1,923.3	5,156	3	256	1,147
San Carlos/No.20	2,646.3	3,961	5	967	2,631
Barranca	504.5	3,750	1	50	195
Grande de Tarcoles	2,168.5	2,456	3	350	1,720
Parrita	1,272.5	3,254	5	460	1,947
Naranjo	332.2	6,387	2	195	820
Savegre	593.2	5,090	3	650	2,652
Grande de Terraba	5,075.8	3,358	7	2,065	8,233

Note: CA - Catchment Area, MAR - Mean Annual Rainfall

Source: "Costa Rica Country Environmental Profile", USAID

地熱に関しては以前より調査が進められており、いくつかの有望地域が確認されている。このうち Miravalles 地点の開発が優先的に行われており、1994年に出力55MWの発電が開始され、1996年９月を目途に第２期の開発が進められてる。Miravalles 地域の地熱資源は250MWと見積もられている。また、国内地熱資源調査結果によると全国大での地熱資源は Miravalles を含め約1,200MWとされている。国連を通じイタリア政府から拠出された資金を利用して地熱源が存在する可能性の高い地域（Guanacaste山脈、中央山脈、および Talamanca 山脈）25,000km²の調査がレコネッサンス・レベルで行なわ

れ、有望地点として Tenorio 火山（90MW）が選定された。

またＩＣＥは環境・代替エネルギー部を窓口として Guanacaste 県 Tejona 地域における風力発電に関する調査を進めており、米州開発銀行や世界銀行の資金を利用して1997年運開目途に20MWの発電設備を設置する予定である。Tejona　以外にも同じ Guanacaste 県の Guayabo, Fortuna, Cañas 地点をはじめ他地域でも風力発電の立地地点として適しているかどうかの測定が計画されている。

水力、地熱を含め国内のエネルギー資源を以下に示す。

Resources	Thousand TEP/Year	Development(%)
Hydroelectiricity	4,072.80	8.60
Firewood	44,609.70	14.60
Vegetable Residual	42.00	40.79
Bagasse	144.00	100.00
Biogas	238.20	Minimum
Geothermal	301.40	4.58
Coal	33,781.50	0.0
Alchohol	602.78	Minimum

Source: "Sector Energetico de Costa Rica" 1993 ICE

2.6　運輸・通信

Costa Rica国内の輸送手段は、道路、鉄道、海運、航空である。輸送システムの中で最も重要な役割を果たしているのは道路である。主要幹線道路はニカラグア国境から首都 San Jose を経由してパナマ国境に至るパン・アメリカン・ハイウェー（延長約 640 km）である。この他首都と太平洋岸（Puntarenas, Caldera港）および大西洋岸（Limon）を結ぶ道路が整備されている。1993年時点での道路の総延長は 35,541kmで、このうち国道は 7,341km（20.7%）、地方道は 28,192km （79.3%）である。

鉄道は大西洋線(San Jose - Limon間)、太平洋線(San Jose - Puntarenas間)、南部線(Cortes - Golfito間)の３路線があり、総延長は支線も含めて670kmである。大西洋線の内、San Jose - Siquirres間は現在運転を休止している。

港湾は太平洋岸では Puntarenas 港、大西洋岸では Limon 港が古くからの貿易港としての役割を担ってきたが、近年では貯蔵施設等港湾設備の整った Caldera 港（太平洋側）、および Moin 港（大西洋側）が国際港湾としての重要性を増している。

空港は首都 San Jose の Juan Santamaria 国際空港をはじめ、Tobias Bolanos

(Pavas), Limon, Liberia (Tomas Guardia), Golfito 等に空港がある。

国内での通信手段は郵便、電話、電信である。郵便局は全国に313局ある。特定地域を除いて郵便配達制度がないため、郵便物受取のため、私書箱が多用されている（設置数 44､346）。1994年末における通常の電話回線数は約500,000回線で、1994年4月からサービスが開始された携帯電話回線は6,985回線に達している。また電話加入者の増加にともない、1994年4月より電話番号の桁数を6桁から7桁に増加させている。

放送局はテレビ局10局、ラジオ局78局がある。ラジオ局は中波、短波、ＦＭで放送を行っており、その多くが商業局である。中継局を各地に設置し、全国放送を行う局も数局ある。

Table 2-1 Basic Economic Indicator

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994 [1]	Unit
GDP Growth		3.2	5.5	3.4	2.1	7.3	6.1	4.5	Percent (%)
GDP/Capita Growth		0.4	2.6	0.7	-0.4	4.6	3.6	2.1	Percent (%)
Current Account Balance						-447	-537	-515	Million US Dollar
Capital Balance						587	518	295	Million US Dollar
General Balance						140	-19	-220	Million US Dollar
External Debt	4,384	4,470	4,488	3,930	4,015	4,050	4,052	4,100	Million US Dollar
Consumer Price Increase	16.4	25.3	10.0	27.3	25.3	17.0	9.0	17.4 [2]	Percent (%)
Public Sector Balance (against GDP)		-2.5	-4.1	-4.4	-3.2	-1.9	-1.9	-4.6	Percent (%)
Export (FOB)						1,714	1,947	2,165	Million US Dollar
Import (CIF)						2,212	2,610	2,815	Million US Dollar
Trade Balance						-498	-663	-650	Million US Dollar

Note 1) Tentative

2) Increase during Nov. 1993 - Nov. 1994

Source: "Balance Preliminar de la Economía de América Latina y el Caribe 1994" CEPAL

第３章　計画地域の一般概況

第３章　計画地域の一般概況

目　次

第３章　計画地域の一般概況

3.1　位置およびアクセス

計画地域は、首都 San Jose から直線距離で約50kmに位置する。行政区は、上流が San Jose 県にあり下流が Puntarenas 県に属している。現地へのアクセスも２通りのルートが考えられ、上流のダム地点へは、 San Jose から４号線沿いに南下し San Pablo, San Marcos へ至るルートおよび２号線（ﾊﾟﾝ･ｱﾒﾘｶﾝ･ﾊｲｳｴｲ）から Santa Maria, San Marcos を経由し到達する。一方下流の発電所地点には、San Jose から西方に11号線から Orotina から南下し太平洋の海岸線沿いに Jaco ビーチから Quepos に到達するルートがあるが San Jose - Quepos 間は140kmあり、いずれも車で３時間を要する。

ダム地点は San Marcos を、発電所地点は Quepos を拠点とするのが便利であり、この間の連絡通路は砂利道の一部公道とＩＣＥの調査用道路で結ばれてている。Quepos から Naranjo 川沿いに平坦な砂利道があり水位・流量観測所 Londres に至るまでは雨期でも支障なく到達出来る。また 発電所へのアクセスはPaquita 川への分水嶺の山岳地帯を通過する道路で結ばれており、Quepos から約１時間を要する。発電所地点からダム地点までは、山岳地帯の急坂の調査用道路で、雨期には４ＷＤでも通行が困難な箇所がある。この間車で２時間を要する。

3.2　自然概況

この地域は、温暖多雨気候（Clima templado lluvioso）および熱帯雨林気候（Clima tropical lluvioso）に属し山地は森林に覆われているが、Naranjo川流域には、北東部に一部森林保護区が設けられている他は、特に保護されている地域は無い。ダム予定地点より上流域は地形が急峻で入植者は、私有地としてコーヒー園など経営している。コーヒーは急斜面に植えられているが、土地が痩せているために次々と移動しながら栽培しており、この流域内では裸地となって残された部分がある。これはコーヒーの集積地がNaranjo川流域外の地域にあるため、特にLos Santosと呼ばれる地域に集中する傾向にある為と考えられる。

一方Naranjo川下流域の河口部の一部右岸側が、Manuel Antonio国立公園として保護されており、Queposの岩礁及び海岸線を含めてリゾート地となっている。河口部の左岸

側は、Naranjo 川よりも Savegre 川の影響により一変した平坦な地形を形成しており、古くから、アフリカ椰子の栽培が盛んでその外側の海岸線に至る滞水域にはマングローブが成育している。

ダム予定地点から南下してきた Naranjo 川は、この平坦な地域を迂回するように向きを西に変えて再び南下して太平洋に注いでいる。このため発電計画は、直線的に流下する西側のPaquita川に放流し、短距離で落差を稼ぐ水路ルートが選ばれている。

3.3 社会環境

計画地域内には大きな町はなく、川沿いの高所に牧畜を主とする小部落が点在している。唯一 Naranjo 川が緩行し平野部に入る地点に集落を形成している Londres 部落がある。前述の拠点となる San Marcos, Quepos の町は、流域外ではあるが、それぞれ学校、病院、教会、警察署、郵便局、役場等の公共設備が有るほか、マーケット、ホテル等もある。

特に Quepos は地方空港があり、首都サンホセから容易に来る事が出来る。また、この海岸線にはホテルやレストランの設備が整い国立公園と共に、観光地となっており、訪れる人も多い。

下流域の主たる産業は、椰子油の生産が挙げられる。アフリカ椰子の成育適地は地下水位の高い平地とされており、Naranjo 川の左岸側と Savegre 川の右岸側に形成された扇状地に栽培されている。総面積は 3,500ヘクタールで平均収穫量はUS$423/ha/年であるが、木が古くなると、収穫量が激減するため、計画的に若木との更新が必要とされる。この若木の為に灌漑する必要があり、Naranjo 川より取水している。（最大取水量 1.8㎥/sec）また、河口部の低地に堀込みプール型の海老養殖池がある。この生産高は 70ﾄﾝ/年と目され、収益の高い漁業として位置づけられている。但し、この養殖は海水を汲み上げる必要があり、自ずと適地が制約されている。

3.4 環境保護

近年、地球温暖化、熱帯林の減少、砂漠化の拡大、酸性雨問題等地球規模の環境問題に対する様々な取り組みが各国および国際レベルで行われ、個別の開発案件が周辺地域に及ぼす自然環境と社会環境への影響に付いて高い関心が寄せられている。環境に優しいと言われる水力発電所も開発にあたり、環境に十分な配慮を行い、開発地域の自然、

社会環境と共存可能なものとして計画されることを求めている。環境への配慮は本来、その国における法制度に沿って行うべきものであるが、コスタリカ国においてはまだ一定のガイドラインが確立されていない。環境影響評価は、可能な限り計画の初期の段階において十分な調査を実施し、その成果を開発計画に反映されなければならない。

本調査においては、世界銀行、国連環境計画などの国際機関やＵＳＡＩＤ、ＯＤＡなど二国間援助機関において確立されつつある、開発調査・計画に係わる環境配慮の方法に準じたＪＩＣＡのガイドラインに沿って初期環境調査（ＩＥＥ）を実施し、この調査でより必要と判断される環境配慮について環境影響評価（ＥＩＡ）を行う。本調査は資料収集、現地調査などをＩＣＥの協力により実施し、ＩＥＥとＥＩＡについてローカルへの委託業務とした。

調査団はこの調査結果に対して環境影響の調査、予測及び評価を行い、環境保全目標の設定や環境影響を回避軽減するための対策の提示を行った。

第４章　電力事業の現状

第４章　電力事業の現状

目　次

List of Figures

List of Tables

第４章　電力事業の現状

4.1　電力事業の形態

Costa Ricaの電力は国営電力公社ＩＣＥを中心にして、次の８つの配電会社より形成されている。

① El Instituto Costarricense de Electricidad　（ＩＣＥ）
② La Compania Nacional de Fuerza y Luz　（ＣＮＦＬ）
③ La Junta Administrativa del Servicio Electrico de Cartago　（ＪＡＳＥＣ）
④ La Empresa de Servicios Publicos de Heredia　（ＥＳＰＨ）
⑤ COOPE GUANACASTE　（地方電化組合）
⑥ COOPE LESCA　（　〃　）
⑦ COOPE SANTOS　（　〃　）
⑧ COOPE ALFARO　（　〃　）

各社のサービス範囲を Fig.4-1 に示す。

基本的にはＩＣＥが発電から配電まで一貫して担当しているが、地域によっては配電会社がＩＣＥより受電して担当地域の配電を行っている。

このため主要な発電所（20MW以上）、送電線、変電所はＩＣＥの管理下にあるが、小規模な水力発電所はＩＣＥ以外の電力会社によっても運用、管理されている。

なお今後は小規模発電所については民間会社においても開発が可能となり、このため民間の電源開発（コジェネレーションを含む）も増えて行くものと考えられる。

4.2　供給設備の概要

1995年1月時点の発電設備容量は 1,177.8MWで、その内 1,103.5MWがＩＣＥで残りは他の電力会社所有である。

Table 4-1 に会社別、発電方式別の発電設備容量を示す。総発電設備の74.1%は水力で残りの25.9%は火力である。（火力発電には55MWのMiravalles地熱発電所を含む。）

ＩＣＥの全国系統における水力の依存度は約72%であり、そのうちArenal水系のArenal, Corobici, Sandillalの３つの発電所でその35%を占める。よって、これらの発電所の貯水池であるArenal湖は他の小水力の運転の補完をする上でも非常に重要な貯水池であると言える。

4.3　送電システム

送電系統は北はPeñas Blanca（Nicaragua 国境）から南はPaso Canoas（Panama 国境）まで連系されている。

電圧は 230kVと138kVが使用され、その総亘長は 1,583.9km（230kV 送電線 880km、138kV 送電線 703.9km）である。

昇圧変電所は10ヵ所（設備容量 1,300MVA）、降圧変電所は20ヵ所（設備容量 1,530MVA）である。

Fig.4-2 に全国電力系統図を示す。Table 4-2 に送電線設備を示す。

一方、ＩＣＥは将来の需要増に対応するため 230kV、138kV の拡張計画を作成している。又、中米５ヵ国及びパナマ国の国間の電力経済運用を目的とした500kVの中米連系送電線の計画もあり、本計画は2000年前半の運転開始を目指して目下検討中である。

Table 4-3 にＩＣＥ作成の送電線拡充計画を示す。

4.4 配電システム

コスタリカの配電は８つの配電会社によって運営されている。

内訳はＩＣＥとその関連会社であるＣＮＦＬ (Compañia Nacional de Fuerza y Luz)、２つの市営会社であるＥＳＰＨ (Empresa de Servicios Publicos de Heredia) とＪＡＳＥＣ (Junta Administrativa del Servicio Electrico de Cartago) と４つの地方電化会社 Coopeguanacaste (Cooperativa de Electrificacion Rural de Guanacaste, Coopelesca (Cooperativa de Electrificacion Rural de San Carlos), Coopesantos (Cooperativa de Electrificacion Rural de los Santos) および Coope - Alfaro (Cooperativa de Electrificacion Rural de Alfaro Ruiz) である。

1994年12月現在では全電力会社の電力需要は 4,204GWhで電化率は93%、配電線長は20,794kmである。

その内訳は次表の通りである。

Company	Length (km)	No. of application	Consumption (GWh) of Energy
ICE	12,002	332,892	1,562
CNFL	2,107	317,904	1,988
ESPH	262	34,410	158
JASEC	818	46,670	230
COOPE GUANACASTE	2,381	26,614	94
COOPE LESCA	1,832	31,134	119
COOPE SANTOS	1,177	20,256	42
COOPE ALFARO	215	3,848	11
Total	20,794	813,727	4,204