No. 12

コロンビア共和国

アトラート川水力発電開発計画

調査報告書

1986年7月

国際協力事業団

JICA
コロンビア共和国 アトラート川水力発電開発計画調査報告書
86-7 国際協力事業団 鉱業
705
64.3
MPN

[redacted]
86-66

コロンビア共和国

アトラート川水力発電開発計画

調査報告書

JICA LIBRARY
1030163[8]
15311

1986年7月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入月日 61.9.02	705
	643
登録No. 15311	MPN

はしがき

日本国政府は，コロンビア共和国政府の要請に基づき，同国アトラート川水力発電開発計画のフィージビリティ調査を行うこととし，その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は，吉沢広吉氏を団長とする各分野の専門家から成る調査団を編成した。

調査団は，1982年に完了した同河川のマスタープランに基づき，選定されたEl Siete №1および№2両発電計画につき，1985年1月15日より45日間にわたり現地調査を行い，帰国後，現地調査で得られた結果と資料に基づいて問題点の解析，検討等の国内解析を行った。

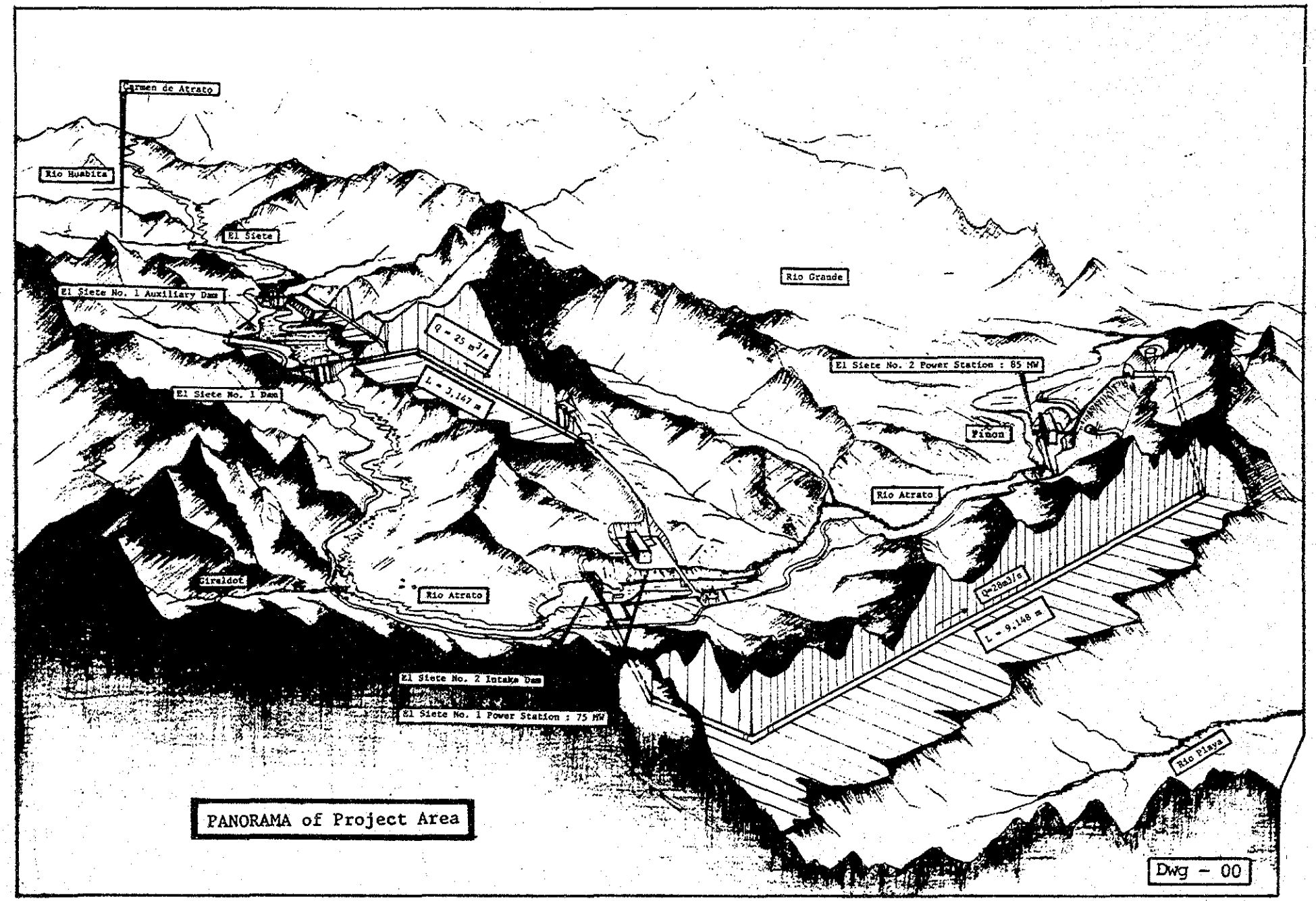
本報告書は，この成果を取りまとめたものである。本報告書がコロンビア共和国の電力需要増に対応する水力開発に貢献できれば幸いである。

終りに，本調査の任に当られた団員のご協力に敬意を表するとともに調査に際し，多大のご協力を頂いたコロンビア共和国政府，国家電力公社，在コロンビア日本国大使館，外務省および通商産業省の関係各位に対し，深く感謝の意を表わすものである。

1986年7月

国際協力事業団

総裁　有田圭輔



PANORAMA of Project Area

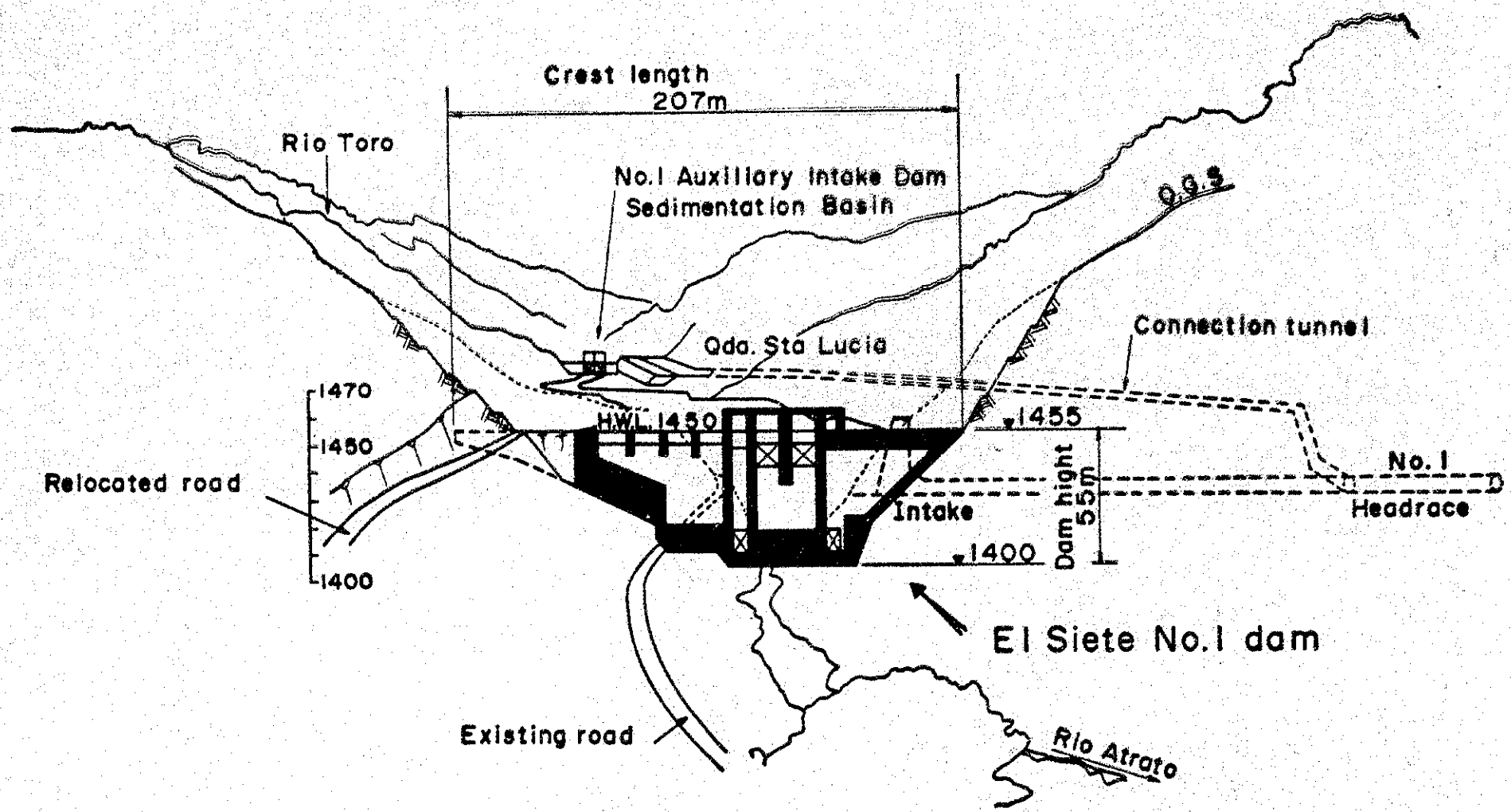


FOTO-1 Front-View of El Siete No.1 Dam

FOTO - 1 Front-View of El Siete No.1 Dam

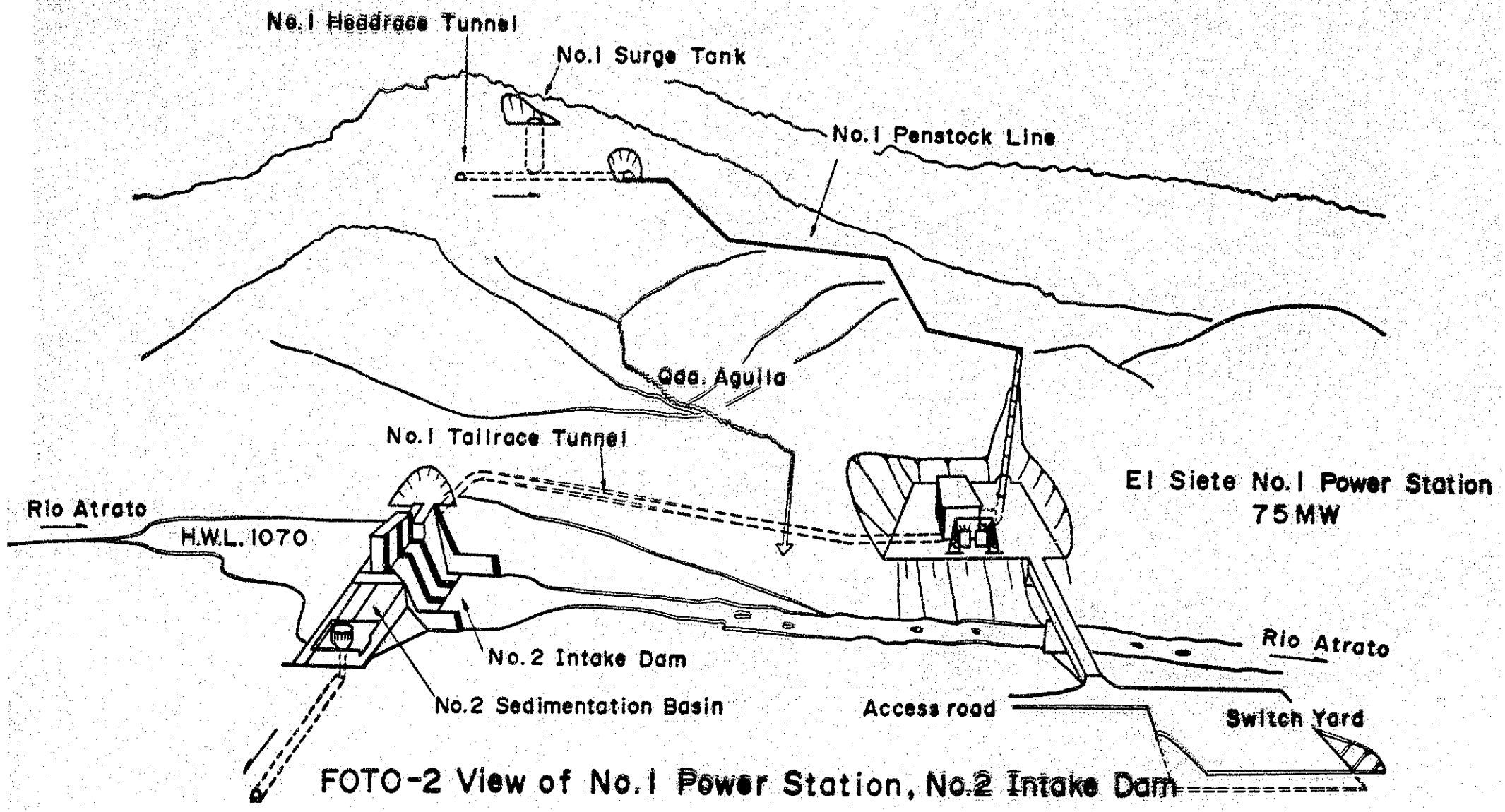


FOTO-2 View of No.1 Power Station, No.2 Intake Dam

FOTO - 2 View of No.1 Power Station, No.2 Intake Dam

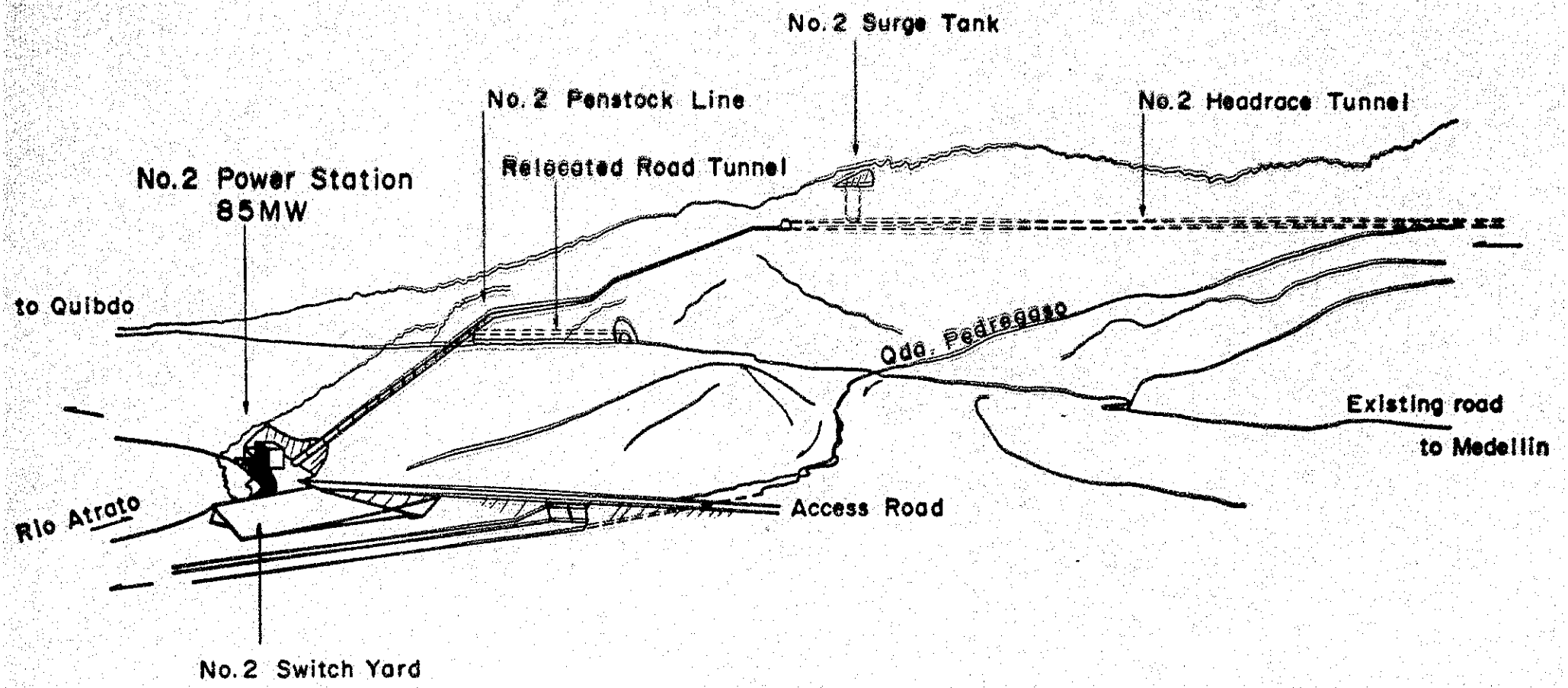
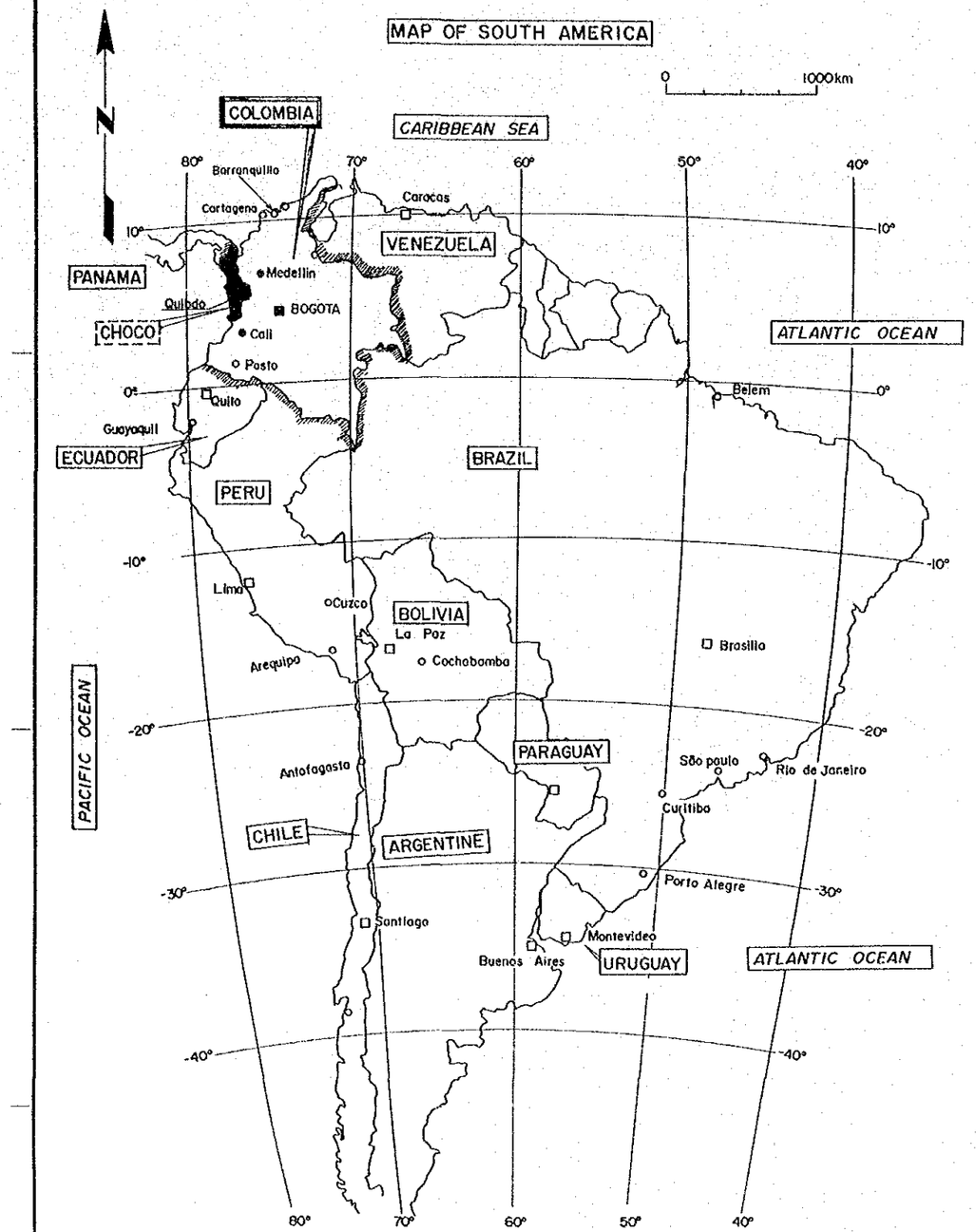
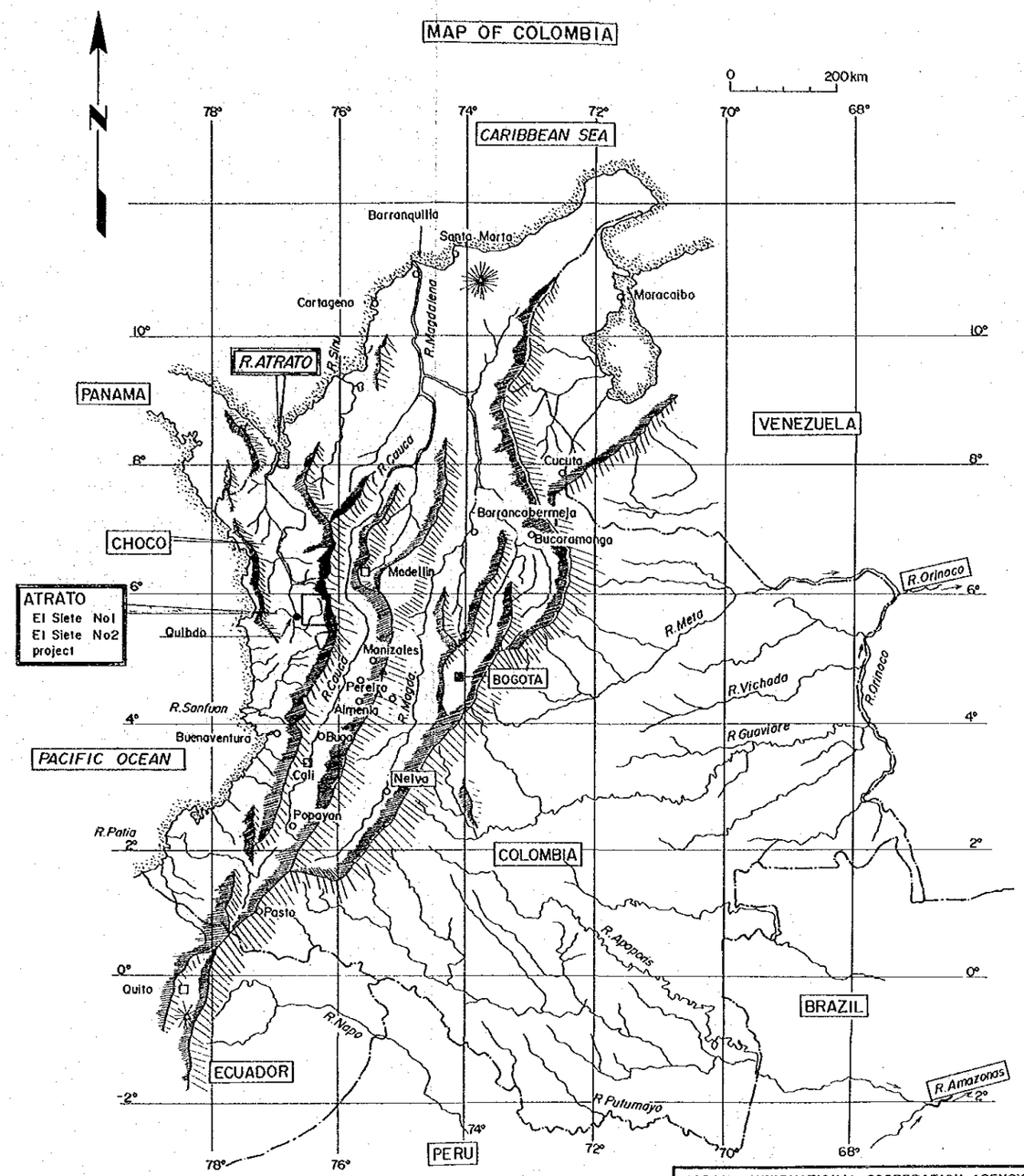


FOTO-3 View of El Siete No.2 Power Station

FOTO - 3 View of El Siete No.2 Power Station





LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

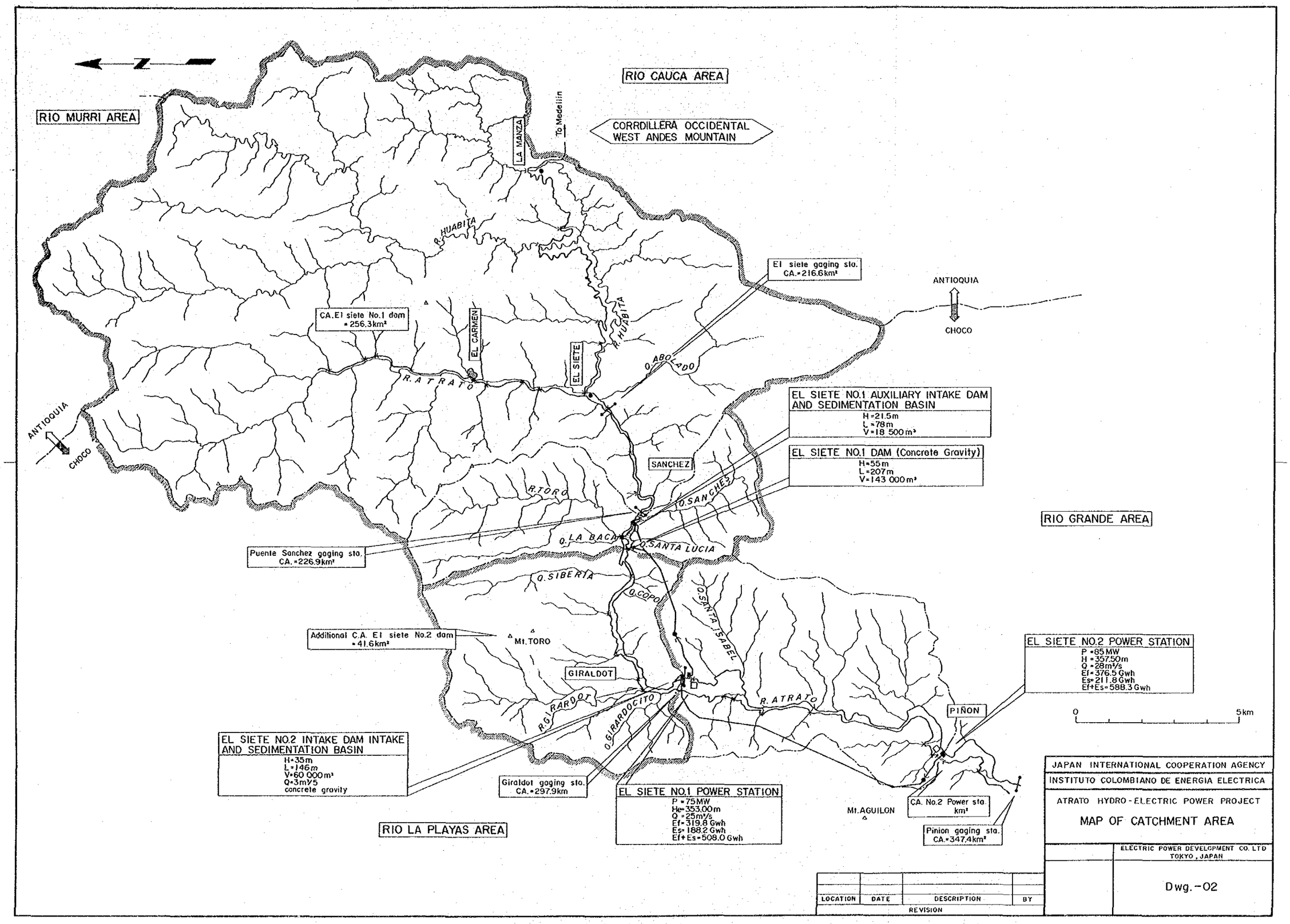
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

ATRATO HYDRO-ELECTRIC POWER PROJECT

LOCATION KEY MAP

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.,LTD
TOKYO, JAPAN

Dwg.-01



LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

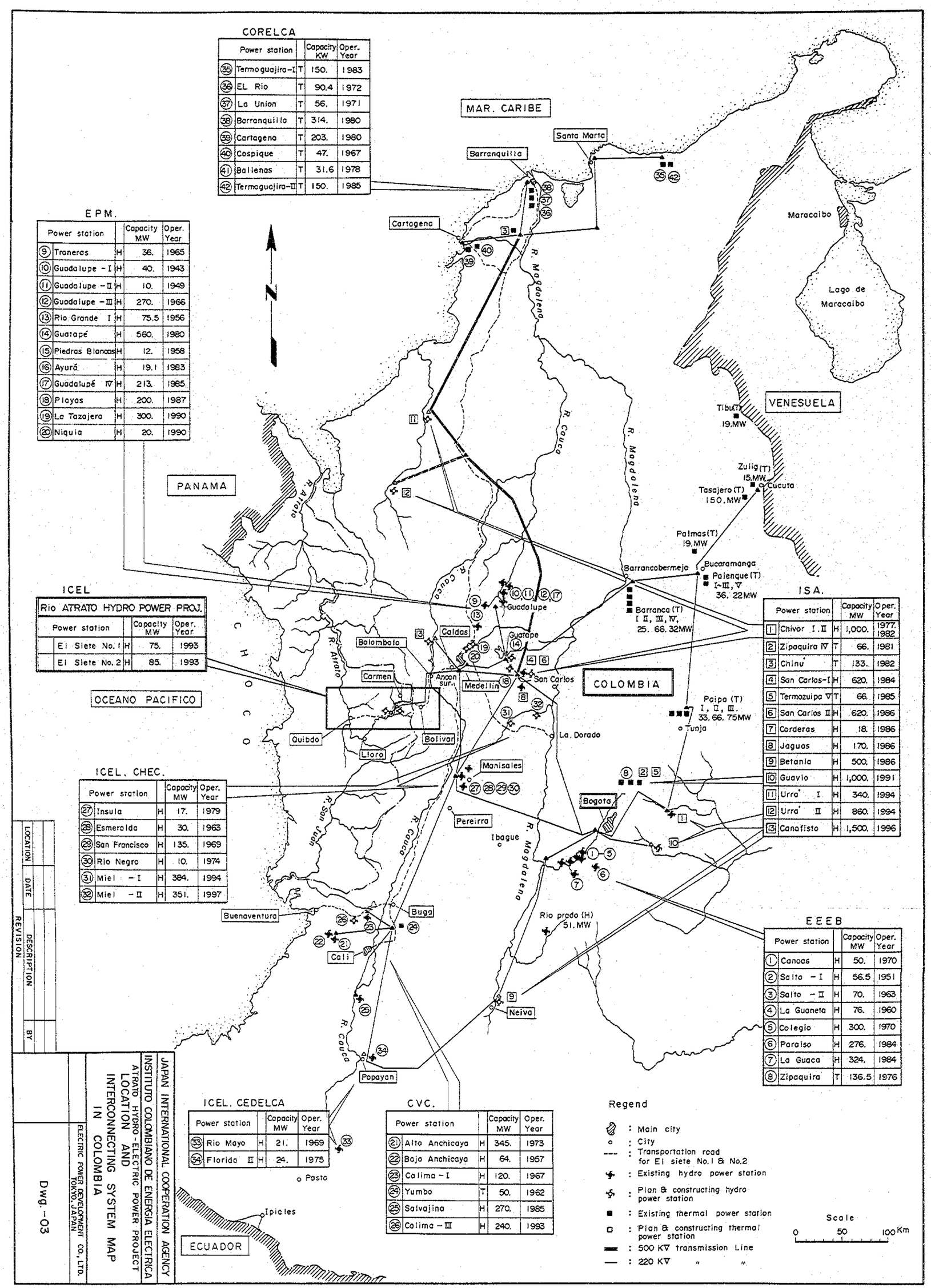
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

ATRATO HYDRO-ELECTRIC POWER PROJECT

MAP OF CATCHMENT AREA

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD
TOKYO, JAPAN

Dwg.-02



CORELCA

	Power station		Capacity KW	Oper. Year
35	Termoguajira-I	T	150.	1983
36	EL Rio	T	90.4	1972
37	La Union	T	56.	1971
38	Barranquilla	T	314.	1980
39	Cartagena	T	203.	1980
40	Cospique	T	47.	1967
41	Ballenas	T	31.6	1978
42	Termoguajira-II	T	150.	1985

EPM.

	Power station		Capacity MW	Oper. Year
9	Troneras	H	36.	1965
10	Guadalupe - I	H	40.	1943
11	Guadalupe - II	H	10.	1949
12	Guadalupe - III	H	270.	1966
13	Rio Grande I	H	75.5	1956
14	Guatapé	H	560.	1980
15	Piedras Blancas	H	12.	1958
16	Ayurá	H	19.1	1983
17	Guadalupé IV	H	213.	1985.
18	Playas	H	200.	1987
19	La Tazajera	H	300.	1990
20	Niquia	H	20.	1990

ICEL

Rio ATRATO HYDRO POWER PROJ.

Power station		Capacity MW	Oper. Year
El Siete No. 1	H	75.	1993
El Siete No. 2	H	85.	1993

ICEL. CHEC.

	Power station		Capacity MW	Oper. Year
27	Insula	H	17.	1979
28	Esmeralda	H	30.	1963
29	San Francisco	H	135.	1969
30	Rio Negro	H	10.	1974
31	Miel - I	H	384.	1994
32	Miel - II	H	351.	1997

ICEL. CEDELCA

	Power station		Capacity MW	Oper. Year
33	Rio Mayo	H	21.	1969
34	Florida II	H	24.	1975

CVC.

	Power station		Capacity MW	Oper. Year
21	Alto Anchicaya	H	345.	1973
22	Bajo Anchicaya	H	64.	1957
23	Calima - I	H	120.	1967
24	Yumbo	T	50.	1962
25	Salvajina	H	270.	1985
26	Calima - III	H	240.	1993

ISA.

	Power station		Capacity MW	Oper. Year
1	Chivor I. II	H	1,000.	1977. 1982
2	Zipaquira IV	T	66.	1981
3	Chinu	T	133.	1982
4	San Carlos-I	H	620.	1984
5	Termozuipa V	T	66.	1985
6	San Carlos II	H	620.	1986
7	Corderas	H	18.	1986
8	Jaguas	H	170.	1986
9	Betania	H	500.	1986
10	Guavio	H	1,000.	1991
11	Urra I	H	340.	1994
12	Urra II	H	860.	1994
13	Canafisto	H	1,500.	1996

EEEB

	Power station		Capacity MW	Oper. Year
1	Canoas	H	50.	1970
2	Salto - I	H	56.5	1951
3	Salto - II	H	70.	1963
4	La Guaneta	H	76.	1960
5	Colegio	H	300.	1970
6	Paraiso	H	276.	1984
7	La Guaca	H	324.	1984
8	Zipaquira	T	136.5	1976

Regend

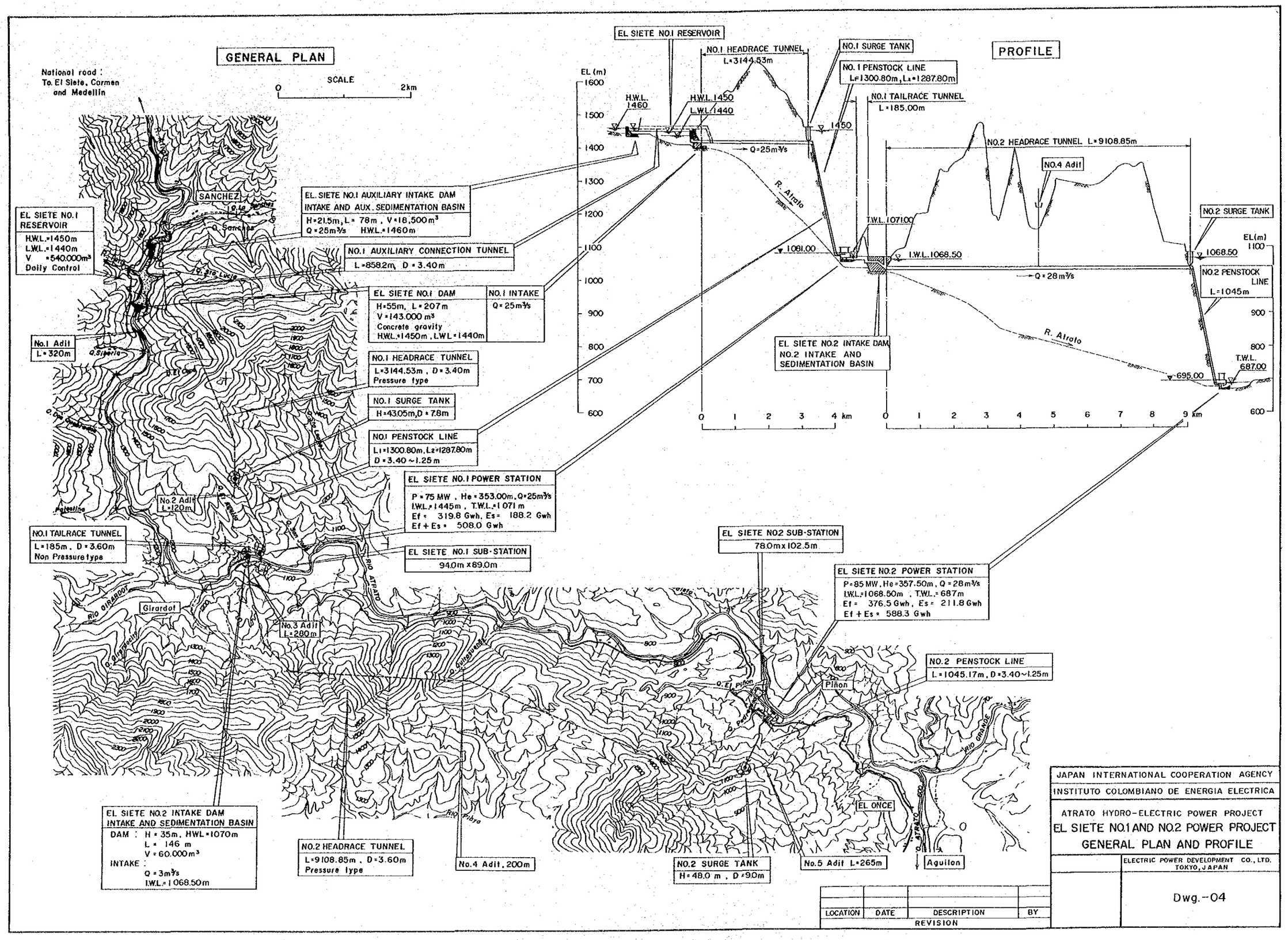
- : Main city
- : City
- : Transportation road for El siete No.1 & No.2
- : Existing hydro power station
- : Plan & constructing hydro power station
- : Existing thermal power station
- : Plan & constructing thermal power station
- : 500 KV transmission Line
- : 220 KV " "

Scale 0 50 100 Km

REVISION	BY	DESCRIPTION	DATE	LOCATION

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ATRATO HYDRO-ELECTRIC POWER PROJECT
LOCATION AND INTERCONNECTING SYSTEM MAP IN COLOMBIA
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD. TOKYO, JAPAN

Dwg.-03



LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

ATRATO HYDRO-ELECTRIC POWER PROJECT

EL SIETE NO.1 AND NO.2 POWER PROJECT

GENERAL PLAN AND PROFILE

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
TOKYO, JAPAN

Dwg.-04

目　　次

第 1 章　序　　文

1．1　はじめに ……1－1

1．2　経　　緯 ……1－1

1．3　資　　料 ……1－3

1．4　調査・検討 ……1－6

第 2 章　結論と勧告

2．1　結　　論 ……2－1

2．2　勧　　告 ……2－13

第 3 章　計画の概要

第 4 章　コロンビア共和国の一般事情とプロジェクト地域に関する一般的考察

4．1　コロンビア共和国の一般事情 ……4－1

4．2　プロジェクト地域に関する一般的考察 ……4－14

第 5 章　コロンビア国の電気事情の現状

5．1　コロンビア電気事業のおいたちと企業形態 ……5－1

5．2　コロンビア国のエネルギー事情と電源開発計画 ……5－5

5．3　1985年2月以降のＩＣＥＬ ……5－6

第 6 章　環境影響評価と社会開発効果

6．1　環境問題一般 ……6－1

6．2　El Siete No.1およびNo.2水力開発計画地点の環境問題 ……6－5

6．3　プロジェクト完成後の環境問題 ……6－7

6．4　社会開発効果 …… 6－8

第 7 章　電力需要想定と需給バランスの検討

7．1　電力需要想定の方針 …… 7－1

7．2　電力需要の現状 …… 7－1

7．3　電力需要想定 …… 7－4

第 8 章　水文解析

8．1　プロジェクト地域の一般気象条件 …… 8－1

8．2　既設水文・気象観測所とそのデータ …… 8－5

8．3　低水流出解析 …… 8－6

8．4　洪水流出解析 …… 8－37

8．5　流出土砂量解析 …… 8－56

第 9 章　設備出力と年間発生電力量

9．1　設備出力 …… 9－1

9．2　年間発生電力量 …… 9－2

第 10 章　地質

10．1　調査工事 …… 10－1

10．2　計画地域の地形・地質 …… 10－3

10．3　El Siete No 1 計画地点の地質 …… 10－8

10．4　El Siete No 2 計画地点の地質 …… 10－26

10．5　コンクリート骨材 …… 10－36

10．6　地震解析 …… 10－41

10．7　結論及び勧告 …… 10－54

第 11 章　開発方式および開発規模の検討

11．1　基本方針および基本条件 …… 11－1

11．2　開発方式の検討 …… 11－4

11．3　開発規模の検討 ……11－27

第12章　構造物の基本設計

12．1　基本諸元の検討 ……12－1

12．2　各構造物の設計 ……12－9

12．3　水車、発電機 ……12－30

12．4　屋外開閉所機器の設計 ……12－32

12．5　通信設備の設計 ……12－39

第13章　送電計画と電力系統解析

13．1　送電計画 ……13－1

13．2　電力系統解析 ……13－15

第14章　工事施工計画

14．1　プロジェクト地域の工事施工条件 ……14－1

14．2　準備工事 ……14－13

14．3　国道付替工事と工事用アクセス道路 ……14－13

14．4　工事用仮設備 ……14－14

14．5　土木工事、機器据付工事の施工 ……14－23

14．6　工事工程と工事期間 ……14－25

第15章　概算工事費

15．1　積算基本条件 ……15－1

15．2　工事単価 ……15－6

15．3　工事数量 ……15－9

15．4　概算工事の算定 ……15－9

15．5　年度別、工事費 ……15－9

第16章　財務および経済分析

16．1　評価のフロー ……16－1

16．2　財　務　分　析 ……16－3
16．3　経　済　分　析 ……16－5
16．4　結　　論 ……16－8

第1章　序　　文

第1章　序　　文

1．1　はじめに ……1－1
1．2　経　　緯 ……1－1
1．3　資　　料 ……1－3
1．4　調査・検討 ……1－6

第1章　序　　文

1.1　は　じ　め　に

本報告書は1982年、日本国、国際協力事業団（以下ＪＩＣＡ）の技術協力により、実施されたAtrato川水力発電開発計画・マスタープランのなかから、開発順位に基づき選定した、Atrato川最上流部に位置する El Siete No.1 および No.2 水力発電計画について、フィジビリティ調査を実施し、そ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・外務省を通じてコロンビア共和国政府およびコロンビア電力公社（以下ＩＣＥＬ）に、提出されるものである。

1.2　経　　緯

本調査はコロンビア共和国政府が昭和55年９月に日本政府に対し、Atrato川水力発電開発計画の調査について、技術協力援助を要請して来たことに始まる。

すなわちコロンビア政府の要請は

- コロンビア国の電力需要は今後、年７％前後で増加することが予想され、年に300MWないし、400MWのペースで電力設備を拡張する必要がある。
- コロンビア国は多雨地域であり、アンデス山系の急流を利用することで安価な水力資源に恵まれており、経済的開発可能地点だけでも約 8,000万KWに達する未開発水力地点を保有している。したがって、コロンビア政府は電力開発中長期計画で水力資源を主体とする開発を基本においている。
- コロンビア国の政府機関であるコロンビア電力公社（ＩＣＥＬ）はAtrato川の水力開発に積極的に取組む。

などの諸点をあげて、日本政府に技術協力を要請してきた。

日本政府は直ちに国際協力事業団（ＪＩＣＡ）にその検討を命じ、ＪＩＣＡは昭和56年３月、高橋三千夫技師を団長とする５名の専門家で構成する事前調査団をコロンビア国へ派遣し、現地を視察するとともに、コロンビア側の担当機関である国家企画庁（ＤＮＰ）および国家電力公社（ＩＣＥＬ）とAtrato川の水力開発計画に関する調

査の進め方について協議を行い合意に達した。両者はこの合意に基づき、同計画の調査を日本政府の技術協力で実施することを主旨とした協定書(Scope of Works, S/W)を作成し、調印した。

ＪＩＣＡはこの協定書（Ｓ／Ｗ）に基づき、昭和56年７月から８月にかけて１ケ月間にわたり、吉沢広吉技師を団長とする６名の第１次調査団を、Atrato川上流部における水力開発全体計画のマスター・プランの作成を目的としてコロンビア国に派遣し、現地調査、資料収集を行うとともにＩＣＥＬと調査方針に関する協議を行った。

同調査団は現地調査の結果および収集資料を基に、東京において検討作業を実施し、その結果を"Atrato川水力発電計画マスター・プラン調査報告書"としてまとめ、1982年３月ＪＩＣＡは同報告書をコロンビア政府に提出した。

上記マスター・プラン調査報告書では、Atrato川上流部では、上流から下記に示す６ケ所の水力発電計画について確認された。

El Siete No.1	:	160MW
El Siete No.2	:	124MW
El Once	:	176MW
El Dieciocho No.1	:	252MW
El Dieciocho No.2	:	261MW
El Lloro	:	147MW

上記水力計画地点のうち、最上流部に当るEl Siete No.1およびEl SieteNo.2計画の２地点が他の地点と比し経済性も良く、建設も極めて容易である，と結論し、早期にフィジビリティ調査の段階に入るべきであると勧告し、あわせて現地での調査工事についてもその進め方をＩＣＥＬに勧告した。

ＩＣＥＬはＪＩＣＡの勧告を検討し、El Siete No.1およびNo.2地点をフィジビリティ調査対象地点とすることを希望し、ＪＩＣＡはこの両地点につき、第２次調査を開始することにした。

第２次調査（フィジビリティ調査）はコロンビア国側のＩＣＥＬが実施する現地での調査工事およびＪＩＣＡによる技術指導と、調査工事で得た基礎資料を基に、ＪＩＣＡが実施するフィジビリティ調査の２段階に分けた業務より構成された。

昭和57年４月、ＩＣＥＬはＪＩＣＡに対し、El Siete No.1およびNo.2両地点を同時に開発するとの意向を通知するとともに第２次調査の現地における調査工事を開始

すると伝えてきた。

ＩＣＥＬは同時に、現地調査工事の入札に入り、その予定工期は昭和57年７月から昭和58年５月までの11ケ月間で実施する方針であった。しかし、現地調査工事は現地業者との契約を目前にして、ＩＣＥＬ側の都合で延期された。

その後、昭和58年９月に至り、ＩＣＥＬは現地業者と契約を終了し、昭和58年11月から現地での調査工事を開始したが、作業は悪天候のため予定通り進捗せず、工期を延期せざるを得ない事となり、工事開始から15ケ月後の昭和60年３月に終了した。

ＪＩＣＡは現地調査工事の実施期間を通じ、計５回にわたり、現地に技師を派遣し、技術指導を実施した。

昭和59年末に至り、ＪＩＣＡは、現地調査工事は昭和60年１月には終了する見通しが出てきたものと判断し、第２次調査（フィジビリティ調査）を同年１月に開始することにした。

El Siete　No.１およびNo.２水力発電計画のフィジビリティ調査団は吉沢広吉を団長とする10名の専門家で構成し、昭和60年１月15日から同年２月28日までの45日間にわたりコロンビア国に滞在し、現地調査、資料収集、ＩＣＥＬとの打合せを実施した。

本調査団は、帰国後現地で入手した資料を基に調査、解析、検討を実施した。

1.3　資　　料

一般に水力発電計画のフィジビリティ調査の解析・検討を実施するためには計画地域の地形図、水文資料、地質資料、工事費積算資料、経済関連資料などが完備している必要がある。

しかし、昭和56年８月にAtrato川上流部全体の水力調査計画マスター・プラン検討を実施した時点では検討に必要な水文、気象資料、地形図、地質資料などは完備されておらず、ＪＩＣＡの１次調査団は若干の水文、気象資料およびEl Siete　No.１およびNo.２計画地域の１部をカバーしている航空写真を入手できたのみであり、従ってマスター・プランの検討はこれらの限定された資料をもとに実施せざるを得ない状況にあった。

したがって、第２次調査でＩＣＥＬが実施した現地における調査工事で得た基礎資

料はフィジビリティ調査、検討には極めて重要なものとなった。

以下、フィジビリティ調査にＩＣＥＬから入手し、使用した資料およびＪＩＣＡが作成した資料は以下の通りである。

(1) ＩＣＥＬが現地調査工事で撮影した航空写真（1984年９月撮影）を使用して図化した縮尺１／25,000地形図は、El Siete No.1 および No.2 計画地域を最小限カバーしており、計画検討の重要資料であり、今回の検討に使用した。

(2) 地上での地形測量図

フィジビリティ調査での基本設計・工事数量算定に必要とする地形図の縮尺は最小限１／1,000 ～１／2,000 のものが必要である。ＩＣＥＬは現地調査工事でダムおよび発電所地域の１／1,000 地形測量を実施した。その成果品をチェックしたところ、必要とする範囲、精度に一部問題点があったのでＪＩＣＡは航空写真をもとに一部修正し、また地形図範囲を拡大して、検討に不足なきよう補足した。

この地形図を計画検討、基本設計の基礎資料として使用した。

(3) 水 準 測 量 資 料

Atrato川沿いの国道には国家水準点が設置されているが、地形測量の基準としては不足であった。したがってＩＣＥＬは現地調査工事で補足水準測量を実施しその結果は地形測量、航測図化に使用された。

(4) 測　水　資　料

Atrato川本流および上流部には公共事業省の水利局（ＨＩＭＡＴ）が測水を実施している測水所は El Siete , Puente de Sanchez, Arayanes の３ケ所がある。しかし計画地点の水文解析を行うには不足であるため、ＩＣＥＬはＤｗｇ－02に示す、Girardot, Piñon, Playas の３測水所を新設し、ＨＩＭＡＴとは別に測水を開始した。今回の水文解析には既設、新設を含めてすべての資料を入手し使用した。

(5) 気 象 観 測 資 料

計画地域内には La Mansa, Carmen de Atraro, Piñonの３気象観測所があり、ＨＩＭＡＴが観測にあたっている。特に雨量観測資料は比較的長期の資料があるので、水文解析に有効である。今回の解析にはこれらの資料を使用した。

(6) 地 質 調 査 資 料

マスター・プラン時には地表地質調査資料によって各構造物の基礎部の大略の地質を判断したが、今回のＩＣＥＬによる現地調査工事では地質調査に相当のウエイトがおかれた。

その結果はすべて本報告書の作成にあたり評価検討された。これらの調査資料の主なものは以下の通りである。

- El Siete No.1 ダム　：ボーリング調査、物理探査、トレンチ調査、地表調査
- El Siete No.1 補助ダム：トレンチ調査、地表調査
- El Siete No.1 発電所　：トレンチ調査、地表調査
- El Siete No.2 取水ダム：ボーリング調査、物理探査、地表調査
- El Siete No.2 発電所　：ボーリング調査、トレンチ調査、地表調査

(7) 流出土砂観測資料

現地での調査工事期間中、流出浮遊土砂量の観測を行った。その結果は流出土砂量の解析に使用した。

(8) 工事費積算関連資料

1984年12月時点での建設資材物価、労務単価など工事費の積算に必要とする資料はＩＣＥＬの協力のもとに収集し、今回の工事費積算作業に使用した。

(9) 電力需要想定、既設供給能力および系統関連資料

ＩＣＥＬ，ＩＳＡ，ＥＥＥＢ，ＥＰＭ，ＣＶＣ，ＣＯＲＥＬＣＡで入手した資料を用い調査検討を行った。

(10) 経済一般に関する資料

中央銀行、統計局（ＤＡＮＥ）で必要とする統計資料を入手し、検討に使用した。

(11) 他機関より入手した資料

現地調査で入手できなかった必要資料については世界銀行、国連統計資料など国際的機関発行の資料を参考にして補完することにした。

1.4 調査・検討

昭和60年3月から昭和61年5月までの期間、ＪＩＣＡは東京においてEl Siete No.1 およびNo.2 水力発電計画のフィジビリティ・スタディを実施した。

主な検討事項は以下の通りである。

- 水文解析、地質解析、電力需要想定などの基礎となる解析、およびその結果を使用してプロジェクトの開発方式、開発規模の検討。
- 各構造物、発電機器などの基本設計、工事数量算出、工事費の積算および工事施工計画。
- 環境影響評価、社会開発効果、財務経済分析。

などである。

第2章　結 論 と 勧 告

第2章　結　論　と　勧　告

2．1　結　　論 …… 2－1
2．2　勧　　告 …… 2－13

TABLE LIST

		Page
Table–2.1	Annual Investment	2–8
Table–2.2	Comparison between Feasibility Study and Master-plan Study	2–9

第2章　結　論　と　勧　告

2.1 結　　論

調査団はAtrato川水力発電開発計画のうち、その最上流部に位置するEl Siete No.1およびEl Siete No.2発電計画に関するフィジビリティ調査を実施した。その検討結果にもとずく結論を以下に記述する。

(1) 開発の目的と意義

コロンビア政府は国家企画庁（ＤＮＰ）が発表している電力開発中長期開発計画において、同国が保有する世界でも有数と言える豊富な水力資源の有効利用をとおして経済発展を図ることを大きな柱の一つとしている。これはコロンビアの自然条件が低廉な水力発電に適しており、エネルギーの安定供給、電力料金の安定を図るためには開発の主体を水力におくべきであることを示している。

したがってEl Siete No.1 (75) MW およびEl Siete No.2 (85MW)の水力開発はコロンビア政府のエネルギー政策の基本方針に基ずくものであり、経済発展の一翼を担うものである。

El Siete No.1及びEl Siete No.2発電所は同国北西部の Choco県に位置しているとはいえ、実質的にみると同国第2の都市Medellinの経済圏内にあり、しかも、同市まで 130kmの距離にある。したがって、その開発される電力 160MWはChoco 県での消費のみならず、全国連系電力系統と連結され、Medellin市および全国に散在する主要電力消費地に供給され利用されることを意味する。

(2) 計画の概要

El Siete No.1およびEl Siete No.2発電計画の計画概要は以下の通りである。

Atrato川最上流部のSanchez地区にEl Siete No.1ダムサイトを選定し、流域 256.3 km^2からの流入水を、日間調整するための高さ55m、満水位標高1,450 mの重力式コンクリートダムを建造する。

この調整池では保証流量12.3m^3/sを50％負荷でピーク化し、最大使用水量25m^3/sを得る。この発電用水は延長 3,145m、内径 3.4mの圧力式導水路トンネルおよび延長

1,301 mの水圧管路でGirardot地区に設けるEl Siete No.1発電所へ導水され、総落差 373m、有効落差 353mを得て、最大出力75MW、年間508GWhの電力量を得ることができる。

更にEl Siete No.1発電所で使用された放流水は延長185mの放水路トンネルおよびEl Siete No.2取水ダム堤体内に設ける導水管路を通じてNo.2導水路トンネルに直接導水される。

El Siete No.2取水ダムはAtrato川本流に設け、上流に設けたEl Siete No.1ダムとの間の残流域41.6k m²からの流入水の内、最大3m³/s取水し、No.1発電所からの放流水25m³/sと合わせ、最大使用水量28m³/sを得る。

El Siete No.2取水ダムはダム高35m、満水位標高1,070mの重力式コンクリートダムとして建造し、沈砂池を付属して設ける。

この発電用水は延長 9,109m、内径 3.6mの圧力式No.2導水路トンネルおよび延長 1,045mの水圧管路で Piñon地区に設けるEl Siete No.2発電所へ導水され、総落差381.5m、有効落差357.5mを得て、最大出力85MW、年間588.3GWhの電力量を得ることができる。

以上のEl Siete No.1およびEl Siete No.2発電所を合わせた最大出力は160MW 、年間発生電力量は1,096.3GWhである。

この計画の特色としてはAtrato川が流出土砂量が大きい河川であるため、El Siete No.1調整池の上流端にNo.1補助ダムおよび補助沈砂池を設けたことである。このNo.1補助ダムは流入量が多い時期にNo.1調整池を空にして堆砂排除を実施する際、発電用水を取水するためのものである。

この補助ダムにより、No.1調整池は、堆砂による調整池能力の低下を防止することができ長期にわたり、日間調整能力を保持できる。

(3) 基礎事項の検討結果

1) 水 文 解 析

El Siete No.1ダム地点での流量は1969年～1984年（1971年欠)の15年間の平均値で年平均流量は23.0m³/s、最小流量10.4m³/sである。計画洪水量は、 1,000年確率洪水1,160 m³/sである。El Siete No.1調整池に流入すると予想される土砂量は1,566×10³m³／年である。

El Siete No.2取水ダム地点での流量は前記の15年間の平均値で年平均流量26.8 m³/s、最大流量63.2m³/s、最小流量12.1m³/sである。したがって、El Siete No.1ダムとEl Siete No.2取水ダムの残流域41.6km²からNo.2ダムへ流入する流量は年平均流量3.8m³/sである。計画洪水量は、1,000年確率洪水1,260m³/sである。

2) 地　質

今回の調査によって得られたEl Siete No.1およびEl Siete No.2計画に関する地質工学上の所見によれば、両計画の実現性に疑問を投げかけるような問題は存在しないと判断される。但し、各計画構造物地点においては、第10章7節1項で述べられている地質工学的問題点については配慮する必要があろう。

3) 電力需要想定

コロンビア国の全国連系系統はボコタ電力(ＥＥＥＢ)、メデリン電力(ＥＰＭ)、カウカ地域開発公社（ＣＶＣ）、大西洋岸電力会社（CORELCA)、連系電力会社（ＩＳＡ）およびコロンビア電力公社（ＩＣＥＬ）とその管理下にある地方電力および電化組合から構成され、1984年12月時点での電力需要は、最大電力4,501MW、年間消費電力量24,682GWh 、年負荷率62.6%であった。

ＩＳＡは今後将来にわたる電力需要の伸び率を1985年から2000年までの16年間は6.5 %と想定している。

調査団は GNP／capitaの平均的成長率の過去の実績、現在の GNP／capitaの規模の変化に対応する成長率の変化の度合いをパラメーターにして上記想定値をチェックした結果、ＩＳＡの想定値6.5%に対応する電力需要の伸び率は6.2%とやや低い値を得たが、ＩＳＡの想定結果は妥当なものであると判断した。

1984年現在の最大電力は4,501MW 、1990年は6,711MW 、2000年のそれは11,967MWと想定される。

4) 環境影響評価

El Siete No.1およびNo.2発電計画はダム－水路式で日間調整方式を採用したので、EL Siete No.1調整池の貯水量は 540,000m³、湛水面積は7.6haと小規模でありしたがって、気象、動植物に与える環境問題は殆んどないと云って良い。しかし、工事中の掘削土量が多く、下流への流出土砂をできるだけさけるための処置が必要である。

(4) 開　発　方　式

Atrato川上流部は平均河川勾配１／24と急流であり、地形・地質を考慮すると適用される開発方式はダム－水路方式である。また貯水池式、調整池式、自流式の各方式につき経済性比較検討を行った結果、調整池式を採用することにした。必要とする調整池容量はＩＳＡの水力評価基準および水力が分担する電力系統の負荷率を考慮して求め、540,000m³とした。したがって、El Siete No.1ダムの規模は、堤高55m、堤頂長207m、ダム体積143,000m³となる。

(5) 開　発　規　模

El Siete No.1発電所については最大使用水量を20m³/sから30m³/sの範囲(最大出力では59.4MWから90.8MW) で経済性比較検討を行ない、そのうちで年間超過便益（Ｂ－Ｃ）および便益・費用比（Ｂ／Ｃ）が最大となる最大使用水量25m³/s、最大出力75MWを選定した。

El Siete No.1発電所についてはNo.2取水ダムで残流域からの流入水を取水しないケースおよび１m³/sから５m³/sの範囲で取水する各ケースにつき比較検討を行ない、３m³/s取水するケースが最も年間超過便益（Ｂ－Ｃ）が大きいとの結果を得たのでEl Siete No.2発電所の最大使用水量はEl Siete No.1発電所の最大使用水量25m³/sに３m³/sを加え、28m³/sとし、最大出力は85MWを選定した。

以上の結果El Siete No.1およびEl Siete No.2発電所の合計出力は160MWとなった。

(6) 設備出力と年間発生電力量

設備出力はEl Siete No.1発電所75MW、No.2 発電所85MWの合計 160MWである。

発生電力量についてはEl Siete No.1発電所では年計 508.0GWh 、保証電力量 319.8GW、２次電力量188.2GWhであり、一方El Siete No.2発電所では年計588.3GWh、保証電力量376.5GWh、２次電力量211.8GWhである。

El Siete No.1およびNo.2発電所を合わせると発生電力量は年計1,096.3GWh、保証電力量696.3GWh、２次電力量400.0GWhとなる。年設備利用率は各々77％、および79％である。

(7) 開　発　時　期

El Siete No.1及びNo.2発電所の運転開始時期は需給バランスの検討の結果、供給予備力が最低となり、供給信頼度からみて問題がある1993年当初から運転に入れるものとした。

(8) 工　事　工　程

El Siete No.1およびNo.2発電所を同時に開発し、1993年から供給力として入れるための工事工程につき検討を行った結果、工事期間はEl Siete No.1発電所では本工事に44ケ月間（3年8ケ月）、El Siete No.2発電所では48ケ月間（4年間）が必要である。したがって、両発電所とも1989年1月に本工事に同時着工するものとし、完成時期はEl Siete No.1発電所が1992年8月末、El Siete No.2発電所は1992年12月末となる。

両プロジェクトとも工事工程を支配するクリティカル・パスは水圧管路をふくむ発電所の工事である。

この工程を確保するためには、1986年内にコロンビア政府によるAtrato水力開発計画の着工を決定し、1987年中に補足調査、詳細設計、入札書類を完成させ、1988年の年頭に工事入札を行ない、併行して国道付替工事、建設基地などの設営を含む準備工事を開始し、1989年1月から本工事に着工する必要がある。

(9) 概算工事費と年度別資金

El Siete No.1 (75MW)およびNo.2発電所(85MW)を建設するためには総額267,723千USドルの建設工事費が必要である。

そのうち、El Siete No.1発電所は 151,602千USドル、No.2発電所は116,121千USドルである。

この工事費は準備工事および全国連系系統へ接続するための送電線の建設工事費も含むものである。

また、内貨、外貨の内訳はそれぞれ 149,012千USドル（56%）および 118,711千USドル（44%）である。

年度別投資金額は以下の通りである。

Table-2.1　Annual Investment

単位：10^3US$

年	次	El Siete No.1	El Siete No.1	合　計
1988	1/2 2/2	935 5,235	418 2,544	9,132
1989	1/2 2/2	8,597 9,169	6,249 6,406	30,421
1990	1/2 2/2	30,355 38,539	12,414 17,676	98,984
1991	1/2 2/2	30,851 20,632	21,817 20,668	93,968
1992	1/2 2/2	7,289 -	23,450 4,479	35,218
合　計		151,602	116,121	267,723

(9) 経済性（発電原価、B－C、およびB／C）

送電端での発電原価を求めるとEl Siete No.1発電所では37.USミル/kWh、El Siete No.2発電所24. US ミル/kWh、総合で30. US ミル/kWhである。これは低廉な電力であると言える。

一方代替火力と本プロジェクトとの間での経済評価を行った結果、El Siete No.1およびNo.2 El Siete No.1およびNo.2発電所総合で年間便益(B)－年間費用(C)、すなわち年間超過便益(B-C)を求めると15,250千USドルである。

また、年間便益(B)・年間費用(C)との比率、（B／C）はEl Siete No.1、No.2発電所合計で1.47である。

(10) 財務および経済分析

1) 財務分析

本プロジェクトの財務評価はプロジェクトの市場コストと現行電気料金をベースに計算を行った。コスト・フローは調査、設計、建設に必要な5年間を含む55年間の支出のフローをベースに、又収益のフロー（Revenue Flow）は50年間の料金収入をベースに、夫々のフローを現在価値に割引いた場合、その値が等しくなる割引率

は財務的内部収益率（ＦＩＲＲ）であり、この値は 7.3%となった。

この収益性は、コロンビアの現在の市中銀行の貸出金利と比較すれば著しく小さいが、本プロジェクトの資金は外貨分については国際金融機関の融資が前提であり、又内貨分についてはコロンビア政府の出資を前提としているので市中銀行の金利と比較するのは意味がない。

2) 経 済 分 析

本プロジェクトの経済評価はプロジェクトの市場コストから税金等の移転所得項目や本プロジェクトで使用される資機材および労働力について世界銀行が推奨する変換係数を用いて支出の流れを財務分析と同様55年間に亘って算定した。一方収入のフローはＩＳＡが算定したコロンビア国内の長期限界コスト（発電所から一次変電所まで）をベースに本プロジェクト運転開始後50年間の収入のフローを算定した。

以上の２つのフローを現在価値に割引いた場合、その値が等しくなる割引率は経済的内部収益率（ＥＩＲＲ）でありその値は11.1%となった。

この値は、国際金融機関の限界収益率10%を越えており、本プロジェクトは国民経済の立場からはフィジィブルなプロジェクトであることを示している。

(2) 今回の計画とマスター・プランとの相違

今回の計画とマスター・プラン時の計画の主な相違点は以下の通りである。

－発電所規模の決定にあたり、最大使用水量の決め方は今回のＦ／Ｓ調査では1984年10月に決定されたＩＳＡの水力の評価基準（水力発電所の最大使用水量は保証流量の２倍あるいは平均流量の1.3倍とする事を基準とする）に基いた。

一方、1981年に実施したマスター・プランでは平均流量の２倍の流量を最大使用水量とした。

－計画策定の基本となる地形図については、今回はＩＣＥＬ作成の航空写真測量図および、地上測量図を使用したのに対し、マスター・プラン時には一部の航空写真はあっても図化するための基本データが不足していた状態で簡易図化による作成した地形図を使用したため地形、標高、距離に相違があった。

－流量資料については今回は測水期間も追加され、流量測定も各測水所で実施し、水位－流量曲線を作成して、観測水位から日流量を求めた。これに対しマスター・プラン時には水位観測資料がわずか４年しかなく、しかも、補完的役割をはた

すGirardot測水資料がなかった。また、流量測定の資料もなかったので精度のある水位－流量曲線による日流量を求めることができなかった。

－発電所位置の選定については、今回は地形・地質上考えられるいくつかのサイトを選定し、経済比較検討を行い選定した。一方、マスター・プラン時には地形図が不完全でまた現地踏査が短期間であり、しかも悪天候の影響をうけたため、広い範囲での調査ができず、今回選定した発電所位置との間に相違が生じた。

－流域面積については、今回はプロジェクト流域を殆どカバーできる航空写真とそれと接続するAntioquia 県の１／25,000地形図が入手でき、更にＩＣＥＬによる航空写真図化図もあったのでこれらの資料により東京で流域水系図を作成することができたので、計画の流域面積を正確に把握する事ができた。これに対しマスタープラン時には計画の流域面積を正確に把握できる流域水系図がなかった。

－流出土砂関連の資料については、今回のＩＣＥＬによる実測資料を検討に使用できたが、マスター・プラン時には全く資料がなく他プロジェクトから推定する程度であった。今回の検討を通じて判明したことは流出土砂量が予想外に大きく、調整池内での堆砂対策を重視して考える必要が生じた。

Table-2.2 は今回のフィジビリティ調査計画、1982年時点のマスター・プラン調査計画の２つの計画諸元の比較を併記したものである。なお、マスター・プラン計画の新旧の比較はTable-2.2 中の後者の二つを比較することになる。以下、変更された諸点につき記述する。

Table-2.2 Comparison between Feasibility Study and Master-plan Study

Description	units	Feasibility Study in 1985			Master-Plan Study in 1981			Review of Master-Plan in 1985		
		1F - 2F Plan			1M - 2M Plan			1M - 2M Plan		
		El Siete No.1	El Siete No.2	Total	El Siete No.1	El Siete No.2	Total	El Siete No.1	El Siete No.2	Total
Max. Output	MW	75	85	160	160	124	284	91.9	65.8	157.7
Catchment Area	km^2	256.3	297.9		240	310		256.3	309.5	
Annual Average Discharge	m^3/s	23.0	26.8		21.3	33.7		23.0	27.8	
Min. Discharge	m^3/s	10.4	12.1		16.0	25.6		10.4	12.6	
Reservoir and Dam										
Effective Storage Capacity	10^3m^3	540	-		1,200	-		540	-	
Dam Height	m	55	35		55	15		55	30	
Dam Volume	10^3m^3	143	60		120	18		143	42	
HWL	m	1,450	1,070		1,460	970		1,450	982	
Auxiliary Intake Dam	-	with			without			with		
Headrace Tunnel	m	3,147	9,148		3,300	6,500		3,153	7,069	
Penstock Line	m	1,301	1,045		2,300	1,300		2,186	1,183	
Powerstation type	-	Ground surface	Ground surface		Ground surface	Ground surface		Ground surface	Ground surface	
IWL	m	1,445	1,068.5		1,460	970		1,445	980.5	
TWL	m	1,071	687		970	710		985	691.0	
Max. Discharge	m^3/s	25	28		40	60		25	28.5	
Effective Head	m	353	357.5		472	245		432.3	268.5	
Annual Energy	GWh	508	588.3	1,096.3	735	608	1,343	622.1	457.3	1,079.4
Construction Cost	10^3US$	134,740	114,771	249,551	139,000	114,000	253,000	143,644	103,170	246,814
Const. Cost/kW				1,560			891			1,565
Plant Factor	%	77	79		52.4	56.0		77	79	
Energy Cost	US$ mil /kWh			27.3			22.6			27.5

1) 最 大 出 力

旧マスター・プラン計画の 284MWから今回の 160MWまで最大出力を大巾に縮小する結果となった。その理由は前記の通り、最大使用水量決定の方法、すなわち保証流量を基準として負荷率を考慮するなど、ＩＳＡの水力評価基準に従って見直した結果である。

2) 流　入　量

新旧計画ともEl Siete No.1の年平均流入量では大差はないが、El Siete No.2では新計画28.7m³/s、旧計画33.7m³/sとの差が生じた。一方、最小流量についてはEl Siete No.1 で新計画10.4m³/s、旧計画で16.0m³/s、またEl Siete No.2では新計画12.1m³/s、旧計画で25.6m³/sと約２倍の差が生じた。これは、旧計画では各測水所の水位流量曲線を設定するのに資料不足のため、誤差が大きかったため生じたものである。

3) El Siete No.1 調整池

新計画では最大使用水量25m³/sに対応できる調整容量 540×10³ m³としたのに対し、旧計画では40m³/sであったため、1,200 ×10³ m³必要であった。したがって新計画では満水位を10m下げた1,450 mとした。また、調整池内土砂排砂のため、補助取水ダム、補助沈砂池を設けることにした。旧計画では考慮してなかった。

4) 導 水 路 ト ン ネ ル

El Siete No.1およびNo.2とも導水路延長に差が生じたのは前述の通り、使用した地形図（１／25,000）の差である。今回の新計画ではＩＣＥＬ作成の新地形図を使用した。

5) 水　圧　管　路

El Siete No.1およびNo.2とも大差はないが、計画では新測量の新地形図(1/1,000)を使用し、詳細図面から算定した数値である。

6) 取 水 位 ・ 放 水 位

マスター・プランでは前述の通り、航空写真の簡易図化（補正データなし）で作成した１／25,000縮尺図より標高を判読した。しかし、今回の計画ては１／25,000新地形図および１／1,000 新地形図から判読したものである。

したがって取水位・放水位の差は資料精度の違いによるものである。

7) 最 大 使 用 水 量

マスター・プランではEl Siete No.1およびNo.2、各々40m³/s、60m³/sとしたが、これは前述の通り、マスター・プランの規模決定の基準として年平均流量に対して、年負荷率50%を適用し、一応の目安として設定した。しかし今回の計画ではＩＳＡ水力評価基準および系統内供給力の状況を考慮し、水力計画が今後分担すべき年負荷率を保証流量の２倍、すなわち負荷率50%で最大使用水量を設定するものとした。そのため新計画ではEl Siete No.1の最大使用水量は25m³/s、El Siete No.2は28m³/sを選定した。なお、最大使用水量の選定には各使用水量に応じた経済比較検討を行いＢ－Ｃ、Ｂ／Ｃが最大となる上記の使用水量を選定したものである。

8) 有　効　落　差

6)項で記述した、取水位、放水位を適用し、新地形図より導水路トンネルおよび水圧管路のルート延長を求め、損失落差を考慮して算定した。その結果、マスター・プランとはTable-2.2に記述した相違が生じた。

9) 年間発生電力量

流入量、有効落差の変更にともない、年間発生電力量は改訂された。

10) 建　設　工　事　費

マスター・プランは1981年の物価基準を基に積算した価格であり、今回の計画では1984年12月の物価水準およびUSドル交換レートを適用して積算した。したがって新旧計画では差が生じた。なお、今回の計画ではＩＳＡが1984年に各水力計画に共通して適用する予備費および技術管理費の率を適用して積算したことによる差もある。

(3) 基本構造物に関する検討結果

El Siete No.1およびNo.2水力計画を構成する基本構造物に関し、代案となる設計と比較検討を行ない、基本構造物のタイプ、諸元を選定した。以下その結果を列記する。

1) El Siete No.1ダムの型式

ダムはダム高55m、堤頂長 207mの規模のダムであり、重力式コンクリートダムおよびコンクリートしゃ水壁型ロックフィルダムの２種類につき土砂吐、洪水処理などを考慮して、経済的であり、しかも土砂吐、洪水処理の点で機能的である重力式コンクリートダムを選定した。

2) El Siete No.1およびNo.2発電所の型式

発電所の型式につき、地表式と地下式の比較を行い経済性の良い地表式を選定した。

3) 水車・発電機の機種の選定

両発電所とも、使用水量、有効落差、台数２台の条件からみると、ペルトン、フランシス水車いずれを適用してもよい。したがって両タイプにつき土木構造物、水門鉄管など影響する分野の工事費およびその特性、運転保守の難易度等を考慮し、比較検討を行った結果、El Siete No.1発電所ではペルトン水車を、El Siete No.2発電所ではフランシス水車を選定した。

4) 送電線および系統解析

送電線は両発電所から全国連系系統のAncon Sur 変電所（ＩＳＡ建設中）とを接続するものとし、そのルートは既設 115KVのBolombolo ～Quibdo線と平行しMedellin－Quibdo間国道に沿って設ける計画とした。電圧は検討の結果、220KV 、回線数は2-cctとした。

2.2 勧　　告

ＪＩＣＡ調査団は今回のAtrato川水力発電開発計画のうち、El Siete No.1（75MW）およびEl Siete No.2（85MW）水力計画のフィジビリティ調査の検討結果をふまえ、コロンビア電力公社（ＩＣＥＬ）に対して、以下の諸事項を勧告するものである。

(1) El Siete No.1（75MW）およびNo.2（85MW）計画、合計160MWの水力開発は現在コロンビア国がその電力連系系統内で建設あるいは計画を進めている水力プロジェクトに比して、その規模では中級と言えるが、経済性に優れていること、早期開発が可能であること、社会開発効果が多大であること等を考慮し、国家企画庁（ＤＮＰ）で作成される電力開発中長期計画に組入れ、次の段階の調査・設計を進めるべきである。

(2) 本計画はコロンビア国内でも後進性をもつChoco県における開発プロジェクトであり、しかも、Medellin市を中心とする経済圏に属することに留意し、Choco県開発の糸口とすべきである。

(3) 本計画はコロンビア国の主要幹線国道沿いに位置し、交通の便も良く、水没補償、環境問題も小さく、早期に着工できる条件が整っている。しかも工事費の額からみて、資金調達も比較的容易であることおよび技術的問題も少ない点を考慮し、早期着工可能地点として、準備を進めるべきである。

本プロジェクトは労働力の雇用機会を提供し、民生の安定に連ながるものであることにも留意すべきである。

(4) 本計画を次の段階に進める場合、以下に示めす補足調査を実施し、精度の高い資料を得たあと、詳細設計に入る必要がある。

－El Siete No.1発電所地点およびNo.2取水ダム地点のＩＣＥＬ作成の地形図は川床部の精度が劣る。そのため調査団は航空写真から水準点を使用して、標点を行ない、地形図を修正して使用した。したがって詳細設計を実施する前に川床部の標高を実測でチェックする必要がある。

－今回実施された地質調査は初歩的段階のものであり、詳細設計を実施するに当たってはEl Siete No.1およびNo.2発電所地点、No.2取水ダム地点につき、地質に関す

る補足調査を実施し、その結果を詳細設計に反映させるべきである。今後詳細設計の段階までには第10章7節2項の勧告に従って追加調査を実施すべきである。

－新設したGirardot測水所はNo.2取水ダム地点の流量を測定するものであり、もっとも重要な基礎資料を提供する観測所であるので今後とも水位観測、雨量観測および流量測定を継続して実施する必要がある。

第3章　計画の概要

TABLE LIST

		Page
Table–3.1	Outline of El Siete No.1 and No.2 Hydroelectric Power Project	3–3

第3章　計　画　の　概　要

El Siete No.1 およびNo.2 水力発電計画はChoco県、Atrato川の上流部において、最大出力、各々75MW、85MW、合計 160MWの２つの発電所からなり、年間508GWh、588.3GWh合計1096.3GWh の電力を得るものである。

その概要および諸元はTable-3.1に示めす通りである。

両発電所は日間調整式の開発とした。調整池はAtrato川本流のSanchez 地点に設け、El Siete No.1 およびNo.2 発電所に日間調整能力をもたせ、負荷に対応して出力を制御できる。

両発電所計画は、Atrato川が急流である利点を利用して、両地点ともダム－水路式を採用した。El Siete No.1 ダムはSanchez地点に設け、日間調整能力を得るため、540,000m³の貯水量が必要であり、そのためにはダム高55m、堤頂長 207mの規模となる。ダム型式は重力式コンクリート・タイプが適当であり、その体積は143,000 m³である。同ダムには計画洪水量1,160m³／sを処理するための洪水吐および調整池内に流入する土砂を処理するための土砂吐設備を設けるものとした。

一方、El Siete No.1 調整池では年間6,075m³／年／km²の流入土砂が予測されるので、この調整池は年を通じて約３ケ月間は土砂吐作業のため、その機能をはたせなくなる。したがって、この期間でも発電用の水量を確保するため、El Siete No.調整池の上流背水終端付近に補助取水ダムを設けることにした。

補助取水ダムからの取水は流入量が多い時期に実施するので、流れ込み方式で最大使用水量25m³／sを取水することとし、計画洪水量1,110m³／sを処理できる最小の規模とした。補助取水ダムは高さ21.5mで堤頂長148 mの規模となり、その型式は重力式コンクリートが適当で、その体積は36,000m³である。

補助取水ダムの直下流には取水した発電用水の沈砂処理能力をもつ補助沈砂池を設けることにした。沈砂処理された発電用水は延長 858mの無圧式・補助連絡水路トンネルを通じて本水路トンネルに連絡するものとした。

El Siete No.1 調整池での調整後の水あるいは出水時に補助取水ダムで取水した発電用水は延長3,145m、内径3.4mの圧力式No.1 導水路トンネル、延長40mの調圧水槽トンネルおよび地表に設ける延長1,301mの水圧管路でNo.1発電所に導水する。

El Siete No.1発電所はEl Siete No.1調整地での基準取水位1,445m、No.1発電所での放

水位 1,071mとの間に総落差 374mをもつ。総落差から損失落差を差引いた、有効落差は353mである。No.1 発電所の最大使用水量は25m³/sとしたので最大出力は75MWとなる。No.1発電所はGirardot地区のAtrato川本流左岸の地表に設ける。水車は補修および点検を考慮して、竪軸ペルトン水車37.5MW×2台を設けるものとした。

発電使用後の放流水はEl Siete No.2発電所にそのまま送水する必要があり、またAtrato本流を渡河する必要があるため、No.1 発電所の直上流に設けてEl Siete No.2 取水ダムの堤内に設ける導水管を通してNo.2 発電所へ導水することとした。

一方El Siete No.2 取水ダムはEl Siete No.1 ダムの下流域41.6km²からの流入水を取水し、No.2 発電所で使用する目的をもっている。その最大取水量は3m³/s とした。したがってNo.2 発電所の最大使用水量はNo.1 発電所の放流水25m³/sとNo.2取水ダムの取水量3m³/sを合わせ28m³/sとなる。

El Siete No.2 取水ダムは前記の堤内導水管および計画洪水量1,260m³/sの洪水吐、最大取水量3m³/s の取水口、その沈砂処理のための沈砂池を付帯させる必要があるため、ダム高35m、堤頂長146 mの規模とする。ダム型式は重力式コンクリート・タイプとなり、その体積は60,000m³である。

No.2発電所の発電用水はNo.2取水ダム地点から、延長9,109m、内径3.6mの圧力式導水路トンネル、延長40mの調圧水槽トンネルおよび地表に設ける1,045.2mの水圧管路でNo.2発電所へ導水する。

El Siete No.2発電所はEl Siete No.2取水ダムでの取水位1,068.5m、No.2発電所の放水位687 mとの間に総落差381.5 mをもつ。その総落差から損失落差を差引くと有効落差は357.5mとなる。No.2 発電所の最大使用水量は28m³/sとしたので最大出力は85MWとなる。水車は、立軸フランシス水車42.5MW×2台とした。

両発電所には地形を考慮し、発電所とは別置方式で屋外開閉所を設け、230KV に昇圧し108km 2-cctの送電線で西アンデス山脈を越え、Medellinの近郊のAncon Sur変電所へ送電することにした。Ancon Sur変電所はＩＳＡの変電所であり、El Siete No.1およびNo.2 発電所の合計160MWの電力は連系系統の電力需要地で消費される。

一方、Quibdo方面へはEl Siete No.2 発電所から既設 115KV、1-cct 送電線で送電できる系統構成に変更する。

以上の両発電所建設のために必要とする建設資金はNo.1発電所 151,602千USドル，No.2発電所116,121千USドル，合計267,723千USドルが必要である。

Table-3.1 Outline of El Siete No.1 and No.2 Hydroelectric Power Project

項目	単位	El Siete No.1	El Siete No.2	合計
最大出力	MW	75	85	160
I 流域				
Atrato川	km²	256.3	297.9	——
II 流出量				
年平均流量	m³/s	23.0	26.8	
最大流量	〃	54.3	63.2	
最少 〃	〃	10.4	12.1	
保証流量	〃	12.3	14.3	——
計画洪水量	〃	1,160	1,260	
既往最大流量	〃	69.3	80.5	
III 調整池				
調整池名		El Siete No.1 調整池	El Siete No.2 取水ダム	
調整能力	m	日間調整	調整能力なし	
満水位	〃	EL 1,450	EL 1,070	
低水位	〃	EL 1,440	–	——
利用水深	m	10	–	
湛水面積	m²	76,000	–	
総貯水量	m³	926,000	–	
有効貯水量	〃	540,000	–	

(Continued)

項　　目	単　位	El Siete No.1		El Siete No.2		合　　計	
Ⅳ 発電計画							
開発方式		調整池式		調整池式			
基準取水位	m	EL. 1445		EL. 1068.5			
放水位	m	EL. 1071		EL. 687			
総落差	m	374		381.5		755.5	
損失落差	m	21		24		45.0	
有効落差	m	353		357.5		710.5	
最大使用水量	m³/s	25		28			
最大出力	MW	75		85		160	
保証出力	MW	73.8		80.8			
設備利用率	%	49.0% 保証 電力量	77.0% 年合計 電力量	50.6% 保証 電力量	79.0% 年合計 電力量		
年間発生電力量	GWh	508.0		588.3		1096.3	
保証電力量	GWh	319.8		376.5		696.3	
二次〃	GWh	188.2		211.8		400.0	
月別発生電力量		合計	,保証	合計	,保証	合計	,保証
1月	GWh	37.2	26.9	43.4	31.7	80.6	58.6
2月	〃	31.5	23.7	36.8	28.0	68.3	51.8
3月	〃	36.2	26.7	42.3	31.4	78.5	58.1
4月	〃	41.5	26.3	48.1	30.9	89.6	57.2
5月	〃	47.0	27.5	54.3	32.3	101.3	59.8
6月	〃	46.8	26.6	53.9	31.2	100.7	57.8
7月	〃	44.4	27.4	51.4	32.3	95.8	59.7
8月	〃	43.7	27.2	50.6	32.0	94.3	59.2
9月	〃	42.1	26.1	48.6	30.8	90.7	56.9
10月	〃	46.9	27.4	54.1	32.3	101.0	59.7
11月	〃	46.9	26.5	54.0	31.3	100.9	57.8
12月	〃	43.8	27.4	50.8	32.3	94.9	59.7
合　計		508.0	319.8	588.3	376.5	1096.3	696.3

(Continued)

項目	単位	El Siete No.1	El Siete No.2	合計
V 構造物諸元				
(1)ダム				
位置		Sanchez	Girardot	
型式		重力式コンクリート	重力式コンクリート	
ダム高	m	55	35	
堤頂長	m	207	146	
ダム体積	m³	143,000	60,000	
設計洪水量	m³/s	1,160	1,260	
洪水吐ゲート				
巾×高×門数	m	10×8×2	10×8.5×2	
土砂吐設備				
巾×高×基数	m	6×6×2	−	
(2)補助取水ダム			−	
位置		Sanchez		
型式		重力式コンクリート	−	
ダム高	m	21.5	−	
堤頂長	m	148	−	
ダム体積	m³	36,000		
設計洪水量	m³/s	1,110		
洪水吐ゲート				
巾×高×門数	m	9.5×8.0×2		
取水能力	m³/s	25		
取水方式		流れ込み式		
(3)補助沈砂池				
排砂能力	m³/s	25	3	
巾×長×室数	m	20.0×67.0×2	8.0×41.5×2	
水深	m	4.91	2.99	
(4)補助連絡水路			−	
型式		無圧式トンネル	−	
最大通水量	m³/s	25	−	
延長	m	858	−	
内径	m	3.4	−	
断面		標準馬蹄形	−	
勾配		1/600		
(5)取水口				
型式		前面傾斜、制水ゲート、立坑	開水路	
最大取水量	m³/s	25	3	
巾×高	m	18×27.4	10×8	
利用水深	m	10	ナシ	

(Continued)

項　　目	単　位	El Siete No.1	El Siete No.2	合　　計
(6)導　水　路				
型　　式		圧力式トンネル	圧力式トンネル	
最大通水量	m³/s	25	28	
延　　長	m	3,145	9,109	
内　　径	m	3.4	3.6	
断　　面		円形	円形	
条　　数		1	1	
勾　　配		1/1,000	1/1,000	
(7)調　圧　水　槽				
型　　式		円形立坑、ｵﾘﾌｨｽ制水口型	円形立坑、ｵﾘﾌｨｽ制水口型	
高　　さ	m	43.5	48.2	
内　　径	m	7.8	9.0	
水位変動（サージング時）	m	EL 1462.6-1429.3 33.3	EL 1085.6-1048.2 37.4	
下部トンネル部（延長×内径）	m	40.0 ×3.40	40.0×3.60	
(8)水　圧　管　路				
型　　式		地表式 熔接圧力鋼管 ロッカー支台	地表式 熔接圧力鋼管 ロッカー支台	
条　　数		1条・分岐後2条	1条・分岐後2条	
内径×延長				
本　　管	m	3.40-2.00 ×1276.51	3.40-2.00 ×1027.2	
分　岐　管	m	No.1 1.40-1.25 ×24.29	1.40-1.25 ×18.0	
	m	No.2 1.40-1.25 ×11.99		
合計延長		No.1 1,300.8 No.2 1,287.8	1,045.0	
支　持　方　式		ロッカー承支台（12m間隔）	ロッカー承支台（12m間隔）	

(Continued)

項　　目	単　位	El Siete No.1	El Siete No.2	合　　計
(9)発電所位置		Girardot	Piñon	
型　　式		地表、屋内式	地表、屋内式	
水車型式		タテ軸ペルトン	タテ軸フランシス	
〃台数		2	2	
建　　屋				
(巾×奥行×高さ)	m	20×55.5×20.8	18×52.0×17.8	
天中走向クレーン		30ton ×1	30ton ×1	
(荷重能力×台数)	t			
(10)放水路				
型　　式		無圧式トンネル	−	
最大通水量	m³/s	25	−	
延　　長	m	184.7	−	
内　　径	m	3.6	−	
断　　面		標準馬蹄形	−	
条　　数		1	−	
勾　　配		1/1,000	−	
(11)屋外開閉所				
変圧器	KVA	41,600×2	47,000×2	
(容量×台数)				
電　　圧	KV	230/13.2	230/13.2	
用　　地	m	94×89	79×102.5	
(巾×奥行)				
開閉装置		Ancon Sur 変電所行き	El Siete No.1 発電所行き	
		El Siete No.2 から	Quibdo行き	
(12)送電線				
区　　間		El Siete No.1 発電所～Ancon sur変電所	El Siete No.2 発電所～No.1 発電所	
電　　圧	KV	230	230	
延　　長	km	100	8	
回線数	cct	2	2	
ガイ子数	ケ	13	13	
ケーブル		ACSR 400mm²	ACSR 400mm²	

(Continued)

項　　目	単　位	El Siete No.1	El Siete No.2	合　計 （平　均）
Ⅵ 概算工事費				
発　電	10^3 US$	134,740	114,771	249,511
送　電	〃	16,862	1,350	18,212
合　計	〃	151,602	116,121	267,723
内貨：				
発　電	〃	73,882	67,420	141,302
送　電	〃	7,139	571	7,710
合　計	〃	81,021	67,991	149,012
外貨：				
発　電	〃	60,858	47,351	108,209
送　電	〃	9,723	779	10,502
合　計	〃	70,581	48,130	118,711
kW当り建設費	US$／kW	2,021	1,366	1,673
kWh当り建設費	US$／kWh			
保証電力量	〃	0.474	0.308	(0.384)
保証＋２次電力量	〃	0.298	0.197	(0.244)
Ⅶ 経　済　性				
年間便益（Ｂ）	10^3 US$	21,354	24,056	45,410
年間費用（Ｃ） （年経費率12％）	〃	18,192	13,934	32,126
年間超過便益 （Ｂ－Ｃ）	〃	3,162	10,122	13,284
便益・コスト比 （Ｂ／Ｃ）	〃	1.17	1.73	(1.41)
発電原価 （年経費率12％）	USミル／kWh	保証　59 保証＋２次 37	保証　38 保証＋２次 24	保証　48) 保証＋２次 (30)
経済的内部収益率 （ＥＩＲＲ）	％	-	-	11.1

第４章　コロンビア共和国の一般事情とプロジェクト地域に関する一般的考察

第4章　コロンビア共和国の一般事情とプロジェクト地域に関する一般的考察

4.1　コロンビア共和国の一般事情 …… 4 - 1

4.1.1　一　般 …… 4 - 1

4.1.2　政治と行政機構 …… 4 - 1

4.1.3　経　済 …… 4 - 2

4.1.4　社会・経済開発中長期計画 …… 4 - 13

4.2　プロジェクト地域に関する一般的考察 …… 4 - 14

4.2.1　一　般 …… 4 - 14

4.2.2　地　勢 …… 4 - 15

4.2.3　河　川 …… 4 - 15

4.2.4　気　候 …… 4 - 16

4.2.5　人　口 …… 4 - 17

4.2.6　産　業 …… 4 - 17

4.2.7　交　通 …… 4 - 18

4.2.8　電　力 …… 4 - 18

4.2.9　Choco 県での他の開発計画 …… 4 - 19

TABLE LIST

		Page
Table–4.1	Gross National Products (GNP), GNP/Capita and Real Rate of Economic Growth	4–2
Table–4.2	Share of GNP in the Industrial Sector	4–3
Table–4.3	GDP in Each Industrial Category	4–3
Table–4.4	Foreign Currency Reserves	4–3
Table–4.5	Currency Exchange Rate	4–4
Table–4.6	Inflation Rate Trends	4–4
Table–4.7	Price Inflation in Latin American Countries (1984)	4–5
Table–4.8	Import and Export	4–6
Table–4.9	International Trade Balance	4–6
Table–4.10	International Trade Trends	4–6
Table–4.11	Labor Population and Ratio to the Total	4–7
Table–4.12	Share of Employment in Industrial Sectors	4–7
Table–4.13	Agricultural Products, Land and Gross Production	4–8
Table–4.14	Major Production Items	4–10
Table–4.15	Production of Major Materials and Goods	4–11

第4章　コロンビア共和国の一般事情とプロジェクト地域に関する一般的考察

4.1　コロンビア共和国の一般事情

4.1.1　一　般

コロンビア共和国は南アメリカ大陸の北西端に位置し、北はカリブ海に、西は太平洋に面し、北側はパナマ共和国、東側はベネズエラ共和国およびブラジル共和国、そして南側はエクアドル共和国およびペルー共和国と国境を接している。

その領土面積は、1,141,748㎢、領海は 988,000㎢である。人口は 2,730万人（1983年の推定）、人口密度25人／㎢で、その65％は都市部に、残り35％が農村地域に住み、その大部分が北部のカリブ海に面した平野と三つのアンデス山脈の谷間に開けたマグダレーナ川流域、カウカ川流域に居住している。

首都はボゴタ市で 420万人をもち、コロンビア国最大の都市であり、政治、経済の中心である。第2の都市のメデリン市は人口 200万人で産業、商業の中心である。次いでカリー市、バランキイリャー市が 100万都市である。

コロンビア国の気候は国土が南緯4度から北緯13度にあるため、熱帯性気候で四季がない。中央部を南北に縦断するアンデス山脈があるため、いくつかの異なった気候帯に分かれている。標高が海抜 1,000ｍまでの地方は平均気温24℃～26℃で熱帯、海抜 1,000ｍ～ 2,000ｍ地域は温暖な亜熱帯で平均気温17℃～20℃、海抜 2,000 ｍ～ 3,000ｍ地方は比較的寒い地方で８℃～17℃、海抜 4,000ｍ以上の高地は常に万年雪をいただく山岳の寒冷地である。このようにコロンビア国は一国のなかに熱帯から寒帯までが同居している。

領土の45.3％にあたる 516,000㎢が森林地帯で、その大部分が熱帯性樹林である。

一方、農耕地の面積は40,500㎢で国土の 3.6％を占め、農業人口は24.8％の306万人で年に 340万トンの穀物生産をあげている。

4.1.2　政治と行政機構

コロンビア国は立憲共和国である。憲法は立法、司法、行政の三権分立を明記しており、大統領は国民の直接選挙により選定され、任期は4年である。大統領は国の元首であり、同時に行政府の長である。大統領は閣僚を任命するとともに各知事を任命する。

電力に関係する行政機関としては鉱山動力省があるがそのほか、政府の外局としての国家企画庁（Departamento Nacional de Planeacion ）、コロンビア電力公社（Instituto Colombiano de Energia Electrica ）および連系電力会社（Interconexion Electrica SA）などがある。

また、政府の一般行政事務局の最高諮問機関でありコロンビア国全体の電力開発計画などの国家プロジェクトや社会開発計画などの大枠を決める諮問院（Consejo de Estado ）がある。

4.1.3 経 済

コロンビア国の国民総生産ＧＮＰ、GNP/Capita、実質経済成長率はTable-4.1 に示す通りである。

Table-4.1 Gross National Products (GNP), GNP/Capita and Real Rate of Economic Growth

年次	ＧＮＰ（百万US$）	ＧＮＰ／人（US$）	実質経済成長率（％）
１９６５	4,698	260	3.6
１９７０	7,350	340	6.5
１９７５	13,630	580	3.8
１９８０	32,590	1,260	4.1
１９８１	36,390	1,380	2.1
１９８２	38,260	1,420	0.9
１９８３	38,830	1,410	0.8

ＧＮＰの成長率（％）は1970年代は、コーヒー価格の急騰によるコーヒー輸出の好調と外貨準備高の急増を反映して投資活動が活発化するなど４～９％と高い率を維持したが、1980年代に入るとコーヒー価格の低迷による輸出割当制度の導入、およびベネズエラ、エクアドルなど近隣諸国の経済悪化による輸出の落込み、ドルの過剰評価によるヨーロッパへの輸出の低迷などが原因で１～３％の低成長となっている。

現在、コロンビア国は1978年以降、ＧＮＰ／人が 1,000ドル以上の国に仲間入りし、農業型経済から都市型に移行し、1983年にはＧＮＰ 388.3億ドル（ＩＭＦ国連統計）1,410US$／Capitaと中所得国の域に達してきた。

Table-4.2　Share of GNP in the Industrial Sector

（単位；％）

年　度	1981	1982	1983
農林，牧，水産	22.9	22.4	22.7
鉱　業	1.3	1.3	1.5
製造業	21.3	20.6	20.4
建　設	3.0	3.7	3.8
商業，ホテル	12.0	12.4	12.3
運輸，通信	9.5	9.8	9.8
政府，国防	8.0	8.2	8.4
銀行，保険	7.7	7.8	7.8
その他	13.7	13.8	13.3

Table-4.3　GDP in Each Industrial Category（単位；10億ペソ）

年　次	1970	1973	1975	1979	1980
1次産業	34.3	66.7	113.5	311.5	394.2
2次産業	35.2	68.5	117.8	348.1	474.0
3次産業	52.6	91.5	154.8	461.3	615.6
産業計	122.1	226.7	386.1	1,120.9	1,483.8
政府サービス生産	8.3	16.5	26.8	74.5	100.6
国内総生産	130.4	243.2	412.9	1,195.4	1,584.4

産業についても、中間財、資本財が、この30年間に50％以上に達し、倍増した。その結果、世界銀行もコロンビア国を半工業化経済国として定義している。主な生産品はセメント、紙、皮、木材、化学品、鉄鋼、電化製品、輸送機器などである。

Table-4.4　Foreign currency Reserves

（単位；百万USドル）

年　次	外貨準備高
1965	96
1970	206
1975	521
1980	4,955
1983	2,055
1984	1,411

現在コロンビア国政府は５％程度の経済成長に戻るための短中期的対策を検討しており、その政策の骨子は次の通りである。

①収入の不均衡を正すための税制改革、②脱税防止のための行政改革、③開発プロジェクトのプライオリティを検討し、投資計画の見直しをする。、また1984年９月の国家企画庁ＤＮＰが発表した経済及び国際収支の見通しによると、1982年、1983年と連続して１％を割ったＧＮＰの成長率は1984年以降、徐々に回復し、1986年には4.1％の成長率が達成できるとしている。その背景には製造業の回復と鉱業、とくに石炭、石油の生産増が見込めることをあげている。

Table-4.5　　Currency Exchange Rate

年　次	ペソ価格	切下げ率（％）
１９７９	44.00	7.3
１９８０	50.92	15.7
１９８１	59.07	16.0
１９８２	70.29	19.0
１９８３	88.77	26.3
１９８４	113.89	28.4

1983年のコロンビア・ペソ通貨の切り下げ率は '82年の19％を上回る26.3％であったが、'84年には外貨準備高の大巾な減少が影響して28.6％であった。

Table-4.6　　Inflation Rate Trends

年　次	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84
インフレ率（％）	17.8	24.7	26.5	27.5	24.5	19.8	16.3

ＩＭＦ統計、国連統計年鑑

1979～83年の５年間にわたり、20％台のインフレ率であった。しかし、1984年には政府の強力な施策の結果、16％まで低下させること成功した。しかし、1985年に入り再びインフレの再燃が心配されている。

Table-4.7　Price Inflation in Latin American Countries (1984)

国　名	インフレ率	ＧＮＰ（百万USドル）1983年
ボリビア	2,250.5 %	—
アルゼンチン	626.7	58,560
ブラジル	141.2	245,590
ペルー	110.2	18,650
ウルグアイ	66.1	—
メキシコ	63.0	168,070
ドミニカ	33.0	11,690
エクアドル	31.0	21,890
チリー	19.9	38,830
コロンビア	16.3	70,820
ベネズエラ	12.2	—
コスタリカ	12.0	—

しかし、ラテン・アメリカ国の中ではインフレ率は最低値であり、これは政府による地道な経済政策の結果である。前記の表でみると、1982年まではインフレ率が対ドル切り下げ巾を上回っていたが、1983年以降は対USドル切り下げ巾がインフレ率を上回っている。インフレの中で特に目立つのは食料品の物価上昇率である。

インフレの原因は1970年代の高度成長期に国内需要が増大したが、生産の増大よりも需要の伸びが大きく、輸入自由化政策も手伝って、原材料、中間財の輸入が増大した結果、その輸入拡大過程を通じて国内インフレを助長することによったものである。

Table-4.8　Import and Export (単位；百万USドル)

輸　出	百万USドル	輸　入	百万USドル
コーヒー豆	1,561	機　械	1,399
石油製品	215	自動車	603
果　実	157	石油製品	430
衣　類	135	鉄・鋼	374
機械類	66	原　油	233
金属製品	57	薬　品	225
砂　糖	55	金属製品	132
肉　類	40	プラスチック	127
貴石、半貴石	40	紙　類	122
セメント	34	小　麦	104
その他	714	その他	1,714
計	3,074	計	5,463

Table-4.9　International Trade Balance (単位；百万USドル)

年　次	経常収支				資本収支	*総合収支
	貿易収支	貿易外収支	移転収支	計		
1975	293	△ 446	44	△ 109	182	82
1980	△ 297	△ 40	165	△ 172	901	914
1984	330	△ 1,754	205	△ 1,217	940	△ 317

注：誤差脱漏の調整項目を含む。

Table-4.10　International Trade Trends

(単位；百万USドル)

年　次	1960	1970	1980	1983
輸　出	465	736	3,945	3,081
輸　入	519	843	4,663	4,968
入出超	△ 54	△ 107	△ 718	△1,887

輸出でみるとコーヒー豆の輸出が60％以上と主体を占め、農産物の輸出が目立つ。とくに建設資材であるセメントの近隣諸国への輸出が34百万USドルの外貨を得ている。また、工業化政策の結果、衣類、機械類、金属製品、石油製品の輸出が 338百万USドルに達し、これらの工業製品の輸出は12％を占める。しかし、1983年でみると輸入が 4,968百万USドルに対し、輸出が 3,081US百万ドルと大巾な入超の状態にある。

Table-4.11　Labor Population and Ratio to the Total

調査年	労働力人口（1,000人）			活動比率（％）		
	男	女	合計	男	女	男女平均
1980	6,247	2,220	8,467	50	15.5	31.6

ＩＬＯ労働統計年鑑より

Table-4.12　Share of Employment in Industrial Sectors

農、林、漁業	28.5 ％	
鉱業	0.6	
製造業	13.4	
電力、ガス、水道	0.5	
建設業	2.9	
卸、小売業	14.9	
運輸、通信	4.2	
金融、保険、不動産	3.3	
対地域、社会、個人サービス	23.6	
その他	8.1	
計	100.0 ％	全国人口　労働人口／全人口
実数（1,000人）	8.467	27,090千人　31 ％

建設業に従事している労働人口の比率を 2.9％とすると、この分野の労働人口は24.6万人と推定される。

(1) 農牧業

コロンビアは従来、農業、牧畜業を経済基盤とする国であった。農業はコーヒー、米、綿、バナナ、砂糖、煙草などを主要産物としている。コーヒーは80万ト

ンを生産し、ブラジルについで世界２位の生産を誇っている。農耕面積は 482万ha、農業人口は全人口の35％を占め、輸出高の50％である。また、粗生産高は1984年には39億USドルに達、ＧＤＰの22.7％である。

Table-4.13　Agricultural Products, Land and Gross Production（ＦＡＯ：1930年資料）

生産品名	農耕面積 1000ha	粗生産量 1000トン
コーヒー	97.4	1320.6
砂糖	1,009.5	1,391.0
バナナ	22.2	3,391.0
綿	87.7	54.0
米	398.5	1,780.0
穀物	1,350.8	—
油脂類	390.6	98.0
野菜	118.2	1,469.0
根菜	373.4	4,352.0
その他	964.6	—
合計	4,812.9	—

気候条件からみて、０－1000ｍ標高の熱帯地域では綿、バナナ、砂糖、米、煙草、フルーツ、トーモロコシなどを生産、1000～2000ｍ標高の温帯地域ではコーヒー豆、トーモロコシ、2000ｍ標高以上の寒い地域では小麦、トーモロコシ、馬鈴薯などが生産されている。コロンビアの農業政策は①国内消費向けの食糧生産の増加、②輸出による外貨獲得、③農業地帯の生活水準の向上を目指している。特にコーヒー豆部門では外貨獲得の目玉であり，15億USドルを上回る輸出収入、砂糖では 0.6億USドル以上の増加を見込んでいる。

しかし、小麦については年に、1.04億USドルを消費し輸入している。

コロンビアの牧畜はラテン・アメリカでアルゼンチン、ブラジルに次いで第３位の生産をあげ、1983年には牛 2,430万頭、ニワトリ12.5万トン、豚 225万頭、羊274 万頭、ヤギ63万頭の生産であり、牛肉生産54.2万トン、ケイ卵16.4万トン、牛乳 270万トンの生産で国内需要を充たすとともに近隣諸国へ輸出している。

(2)　林　業

コロンビア国は全面積の45.3%に相当する 5,160万haが森林で主に熱帯性の木材、マホガニー、樫、杉などの有用材も多く、特産品としてはゴム、カポック、バラタなどがある。雑木は紙・パルプ材として利用している。1983年の木材伐採高は1,395 万m³で用材 267万m³、マキ材 1,127万m³を生産している。しかし森林資源搬出のための道路が完備されていないため、その大部分が未開発である。

(3) 漁 業

コロンビア国は太平洋とカリブ海に面し、約 3,000kmの海岸線をもっている。太平洋岸では北から南下するメキシコ暖流と南から北上するフンボルト寒流が合流するため、エビ、カツオ、鮪、イワシ、ボラなど種々の水産資源に恵まれている。淡水魚としては Magdalena川、 Cauca川などの河川にマス、ナマズ、モハラ鯛などが多数棲息している。1983年での漁獲高は 5.8万トンであり、漁業資源の一部しか使用されていない。

(4) 鉱 業

コロンビア国の鉱物資源は従来非常に豊富と推定されて来たが、その調査は有望地域の20%でしか探査が行われたに過ぎない。コロンビアでは古くからエメラルド、金、銀、プラチナなどの貴金属の生産があり、1982年には 4,000万USドルの外貨収入を得ている。特にエメラルドの生産は有名である。その他に銅、錫、アルミニウムの膨大な埋蔵量があると推定されている。

石炭：石炭は、ラテン・アメリカ諸国の中では最大の10.1億トンの可能採掘埋蔵量を保有し、潜在産立高は 165億トンと推定されている。1982年には33万トンの生産で内需をみたしていた。

しかし、Guajila 半島の北部より北Cerrejon地区の石炭が開発され、1988年までに 1,500万トン／年の生産に入る見通しである。この石炭は殆ど輸出される予定であり、2007年までの20年間にその輸出額は 520億ドル（年平均26億ドル／年）になるものと予想している。この石炭輸出は世界で７位の生産能力でありコーヒーと並んでコロンビアにおける輸出産物の主体となるものと思われる。また、隣接する中央Cerrejon地区でも開発を進めており、1990年には 1,000万トンの生産が見込まれ、合計して 2,500万トン／年の生産に入り、すべて輸出されると世界でＵＳＡ、オーストラリア、南アフリカ、ポーランドに次いで５位の石炭輸出

国となるものと予想される。

ニッケル： 2,500万トン確定埋蔵量をもっており、Selo Matozo 鉱山の開発を進めている。その生産額は86億USドルと推定している。

天然ガス：1981年、コロンビアのNatural gasの確認埋蔵量は1,220億m³であり、1983年には52億m³の生産を行った。

石　　油：コロンビアは現在 168,000バーレル／日の生産能力であり、1982年には2.33億ドルに相当する原油を輸入していた。しかし、民間および国有会社ECOPETROL による探査開発が進み、その生産は平均６％の年率で増加して来ている。

1982年、Arauca地区で10億バレルを超える推定埋蔵量の新油田が発見され、２～３年後には 9.6万バレル／日の生産が見込まれるので、近い将来、石油の輸出国に転じる可能性もある。

(5) 製造業

主要生産品目はTable-4.14に示す。

Table-4.14　Major Production Items

非耐久消費財（41％）	中間財（45％）	資本財（14％）
食料加工品	セメント	電化製品
飲物	紙	
タバコ	皮	輸送機器
繊維	木材	
履物、靴	化学品	
家具	鉄鋼	
出版物		

コロンビアの製造業は、ＧＮＰ 388億ドルの20.4％を占め、その部門別構成は非耐久消費財41％、中間製品45％、資本財と耐久消費財14％である。各部門の主要製品は上記の通りである。この製造部門は７大都市（Bogota, Medellin, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Manisales, Pasto)に於ける経済活動人口（約 500万人）の15％を雇用している。コロンビア政府は1983～86年に到る経済社会開発中長期計画で”出資による改革”と題して取上げ、重視し、①国内市場の回復、

②輸入品の代替、③輸出の増加の３つの目標をかかげている。

政府の短期戦略としては産業の活性化（すなわち雇用の増加）国内市場の回復、現有産業施設のフル活用を目標としている。

特に急速な発展をもたらすと考えられる資本財の生産に焦点をおいている。1983年における主要生産物の生産高は次の通りである。

Table-4.15　Production of Major Materials and Goods

（単位；万t）

品　目	数　量
セメント	474.0
鉄筋	3.5
ﾚｰﾖﾝ, ｱｾﾃｰﾄ	0.2
合成繊維	4.0
プラスチック	7.5
紙類	37.0
パルプ	19.0

上記のうち、セメント、繊維などは輸出し、全輸出の16.5％を占めている。

(6) 輸　送

コロンビアは現在、74,735kmの道路（人口 1,000人当り2.76km、自動車１台当り91m、道路密度0.07km／km²）と3,4000kmの鉄道がある。道路では国道22,706km、県道34,461km、その他が地方道で、その舗装率は15％である。

国道だけでみると，その舗装率は34％である。既存の幹線道路は南北方向に２ルートあり、その一つは、Santa Marta を起点にMagdalena 川と並行して、東アンデス山脈の西側山麓に沿って、Bucaramanga, Bogota を経由してNeiva に至る道路であり、いまひとつはBaranquilla を起点にCauca 川に沿ってMedellin Manizalez, Cali, Popayan, Pasto を経由してエクアドルとの国境に至るPan American highwayである。一方、東西方向の道路は３本のアンデス山脈とMagdalen川、Cauca 川、が障害になって十分発達していない。その中で幹線の道路はBogota -Ibaque-Almenia, Cali, Buenaventura を結ぶ道路であり、今ひとつはBogota, Manizalez の両都市を結ぶ道路である。

コロンビアの自動車の保有台数は1982年末で乗用車80万台、バス・トラック20万台の合計 100万台であり、人口 100人につき４台の割合である。４大都市

(Bogota, Medellin, Cali, Barranquilla) 付近のメイン道路の交通量は3,000台／日と渋滞状況にある。

鉄道は総延長 3,400kmで、そのうち営業路線は 2,822kmである。そのうち主路線はSanta Marta を起点にBarrancameja, Puerto Berrio, La dorada, Facatativaを経由してBogotaに至る線であり、Puerto Berrio で分岐し、Medellin, Cartago を経由して、 Cali に至る線およびLa Dorada で分岐し、Ibaque, Espinal を経由してNeiva に至る鉄道である。コロンビア国全体の輸送量をみると鉄道による輸送は貨物 5.2%、旅客 0.4%と低く、道路による輸送が主役である。

航空輸送は近年めざましく成長し，現在、全国で 670の空港があり、建設中のものは国境地帯で 280空港、直轄地および特別区で14空港がある。航空輸送は1978～81年までの増加率でみると、乗客数、年間 5.9%、貨物年間10.4%で増加している。空港のうち、国が管理しているのは78空港で国際空港はBogota, Medellin, Cali, Barranquilla, Cartagena, San Andres の6空港である。1981年の統計でみると利用乗客数は年 799万人、貨物輸送24万トンであった。

港湾は太平洋側にBuenaventura、カリブ海側にBarranquilla, Cartagena, Santa Marta の4港があり、コロンビアの代表する港である。貨物取扱量をみると輸出、輸入ともBuenaventuraの港が全体の50%以上を取扱っている。取扱い高は1981年統計では輸入 300万トン、輸出 115万トンであった。

一方、コロンビアには Magdalena川および Cauca川を利用する舟運がある。このMagdalena 川水系の舟運輸送は Magdalena川本流、Cauca 川支流、Dique 運河からなり、水運全体の95%を占めている。しかし近年は道路輸送に押されてその重要度は低下して来ている。主な輸送品目は石油製品雑貨類である。

(7) 通　信

1983年の調べでは電話保有台数は全国で 175万台、 100人当り 6.3台、自動化率98.7%と近年着実に拡充してきた。また，政府は1986年までに電話線 255万本、国際電話回線 2,000本、テレックス12,230本の拡充を計画している。

(8) 国民生活

コロンビアの乳児死亡率は1977年統計によると出生 1,000人当り39.5人とラテンアメリカでの平均的数値であり、先進諸国の6～10人に比して高い。また平均

寿命は男60才、女64.5才である。

死亡率は人口10万人当り 580人で人口構成のバランスと医療が完備してきていることを示している。医師1 人当りの人口は 1,710人、看護婦1人当り人口が800 人である。供給栄養量は1 人1 日当り2,429cal/日で安定ている。

また、就学率も中等学校46%、高等教育12%、教育費の政府支出の14.8%、対GNP比では 2.6%であり、政府は教育に重点をおいた政策を実行している。

一方、TVの普及は人口 1,000人当り87台で、家族構成を平均5人とすると 200家族で87台の普及である。新聞発行部数は 127万部で人口20人に1部の発行数であり、情報伝達手段の主役をはたしている。

4.1.4 社会・経済開発中長期計画

(1) 1979年

トルバイ政権により策定された国家開発長期計画PIN (Plan de Integracion Nacional) 1979～82年では次に示す4点の経済活動の分散化、すなわち①地域の自治化、 ②運輸、通信手段の発展、③エネルギーおよび鉱業部門の発展，④教育、健康および子供、老人を受益者とする活動に対する社会開発を重点政策とした計画であり、 9,500億ペソ（約 200億USドル）の投資を考慮したが、実施できたのは 5,394億ペソ（約 114億USドル）であった。

(2) 1981年

1981～84年PIN計画では投資額を 131.4億USドルに改訂し、そのうちの53%に相当する68.9億USドルを海外からの融資、および投資で調達する計画であった。その投資の部門別構成をみると、鉱業28.5%、運輸24.3%、エネルギー23.0%、農牧 7.9%、通信 5.6%、環境整備 4.1%であり、鉱業運輸、エネルギーの3部門に重点をおいた政策であった。

(3) 1983年

政府は1983～85年中期計画において、次の諸点に重点をおいた計画を発表した。

1）生産部門（農牧および工業）

農牧部門の活性化を図り、雇用の創立と食糧の増産に重点をおく。問題は土地の低い生産性および小規模農場であるとしている。農業世帯の半分近くは3ha以下の土地を所有しているのみで、換金作物のための耕地のみが基礎的農作