

フィリピン共和国  
ルソン島 カガヤン川上流

デイドヨン水力発電  
開発計画調査  
報告書

1980年12月

国際協力事業団



フィリピン共和国  
ルソン島 カガヤン川上流

デイドヨン水力発電  
開発計画調査  
報告書

JICA LIBRARY



1045996[4]

1980年12月

国際協力事業団

國際協力事業団	
輸入 箱 56'84.8327	118
登録No. 814015	643
	MPN

## は し が き

日本政府はフィリピン共和国政府の要請に基づき同国ルソン島カガヤン川上流ディドヨン水力発電開発計画のフェ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、池田正時氏（株式会社新日本技術コンサルタント）を団長とする調査団を編成し、1978年7月より3回にわたる現地調査を行った。

調査団はフィリピン共和国政府及び関係機関の協力を得て、プロジェクト関連地域の現地踏査、関係資料の収集等の現地調査を実施し、そののち同現地調査によって得られた結果及び資料に基づき、データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書はこの成果を取りまとめたものである。本報告書がルソン島の電力需要増に対応する電源開発に貢献できれば幸いである。

最後に、本調査の任に当たられた団員の労を多とするとともに、調査に際し多大の協力をいただいたフィリピン共和国政府関係各位、フィリピン電力公社関係各位、在フィリピン日本国大使館関係各位、並びに外務省及び通商産業省関係各位に対し、衷心より感謝の意を表わすものである。

1980年12月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔



## 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 有田圭輔 殿

謹啓 ここに「フィリピン共和国カガヤン川上流ディドヨン水力発電開発計画調査報告書」を提出いたします。

当計画調査団は、1978年7月以降3回以上にわたり、フィリピンで現地調査を実施いたしました。フィリピン滞在中、調査団は一連の現地踏査と電力事情、環境問題、地形、地質等の必要事項につきデータ収集を行い、またフィリピン電力公社の手によって実施された物理探査、ボーリング工事および測量工事についての監理を行いました。また、併行してフィリピン政府関係部局およびマニラ日本大使館、国際協力事業団マニラ事務所とも必要な協議を行ないました。

ここに提出申し上げる調査報告書は、当調査団が帰国後に検討取りまとめを行った水文解析、地質検討、環境問題、開発計画案、工事実施工程および経済・財務検討を内容とするものであります。報告書（英文）は、2巻より成り、第1巻は主報告として理事者および一般関係者を対象としたもので、第2巻は専門家・技術者層を対象とする付帯報告となっております。

本報告書に論述したとおり、本地点の地形・地質・水文上の条件は発電計画策定上きわめてすぐれたものがあり、ここに報告いたします開発計画は、ルソン島電力系統の将来需要にマッチするような最適規模のものであります。さらには、ディドヨン川水力発電計画によって北部ルソンの地域開発計画に有力な基地が提供されることとなります。したがって、ディドヨン水力開発計画はあらゆる面から見て実現可能であると結論され、速やかに次段階の開発調査を推進すべきものと報告申し上げる次第であります。

本調査の終了にあたって、ここに水文観測、地形測量、物理探査、ボーリング工事、材料試験および財務・経済調査の現地作業にあたられたフィリピン側関係者に深甚な謝意を表するとともに、調査団の現地調査期間中および帰国後の検討報告作成期間中に関係者から示された支援協力に対し、心からなるお礼のことばを申し述べる次第であります。

敬 具

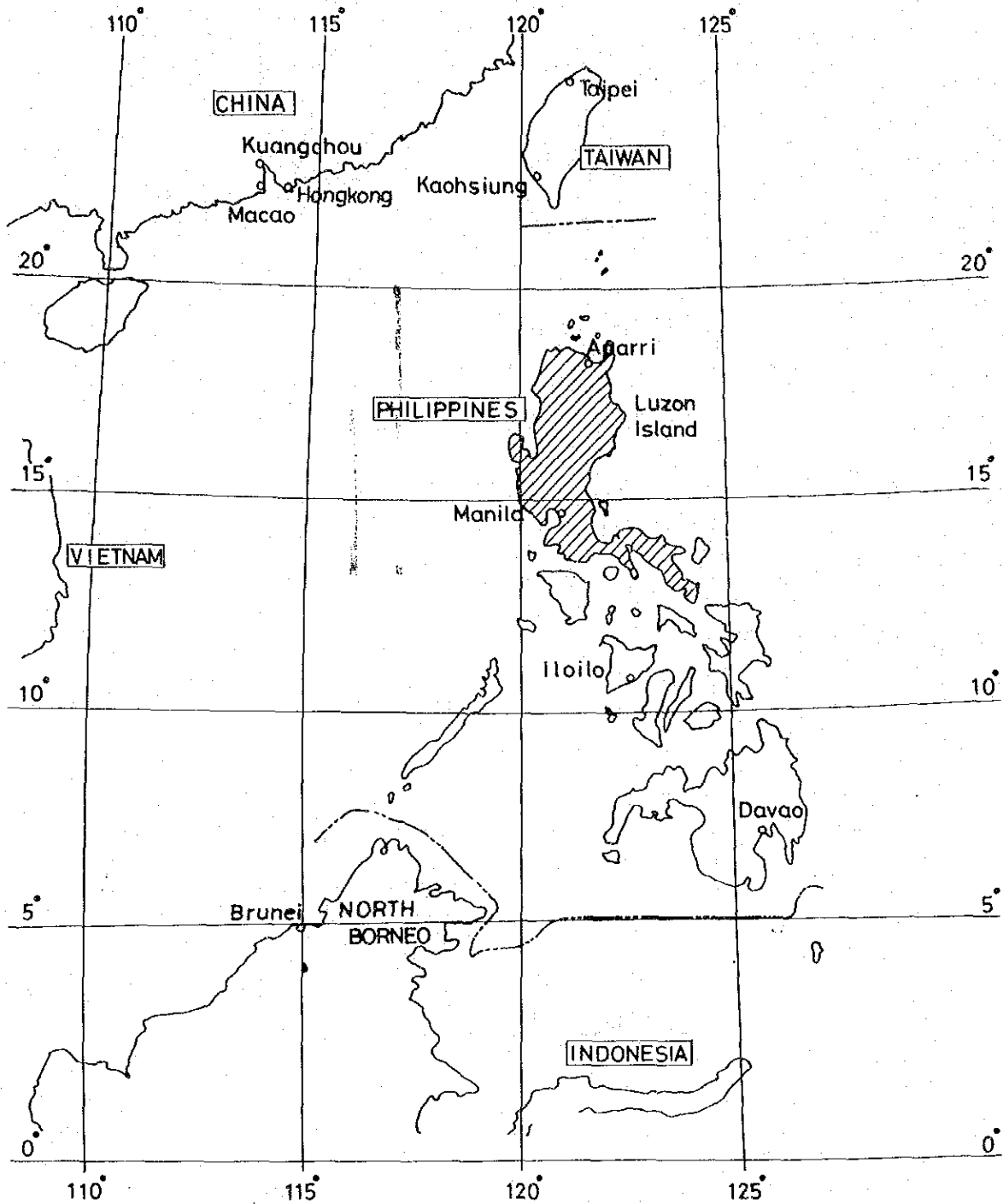
1980年10月

フィリピン共和国ルソン島カガヤン川上流  
ディドヨン水力発電開発計画調査団  
団長 池田正時



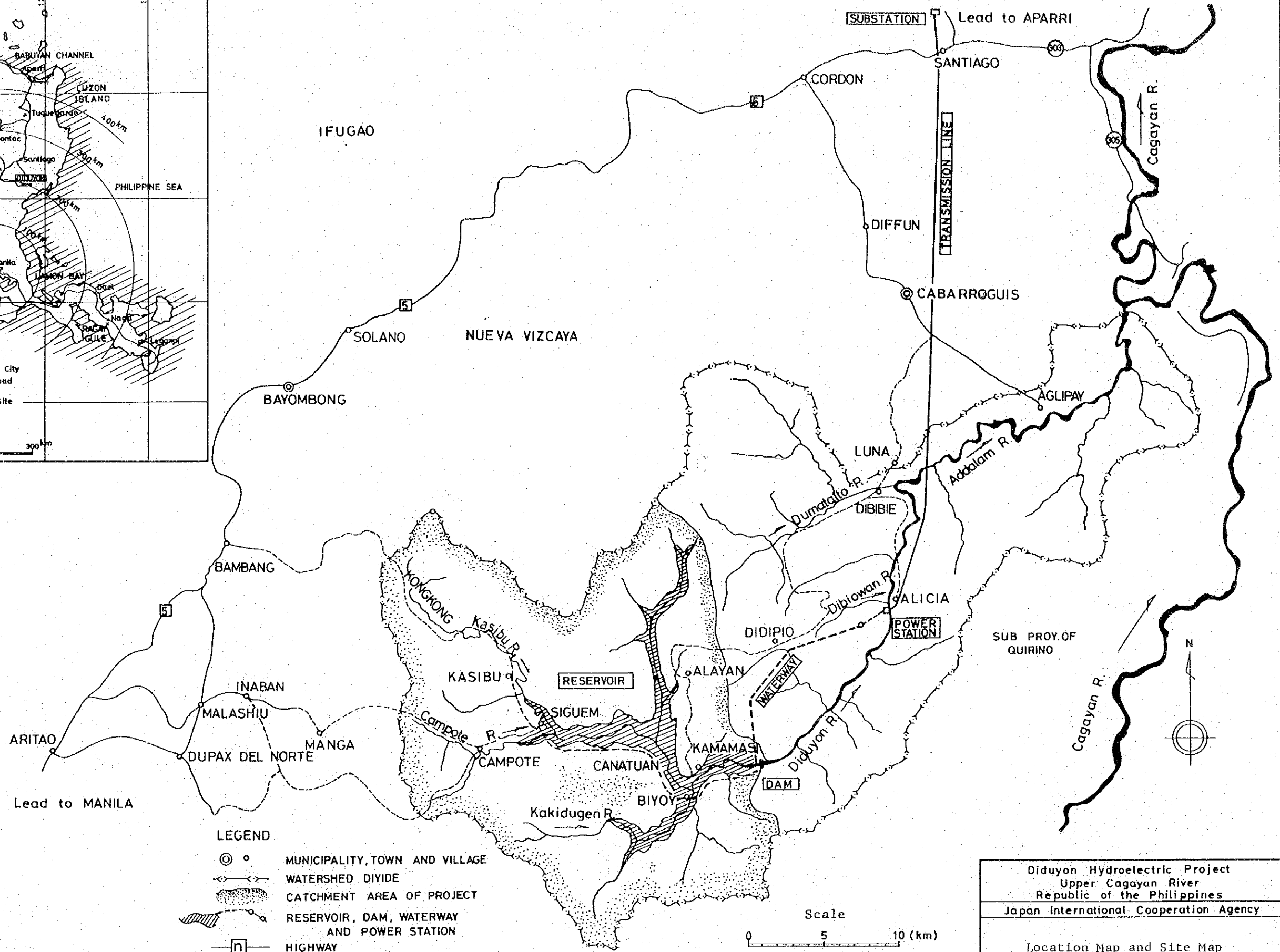
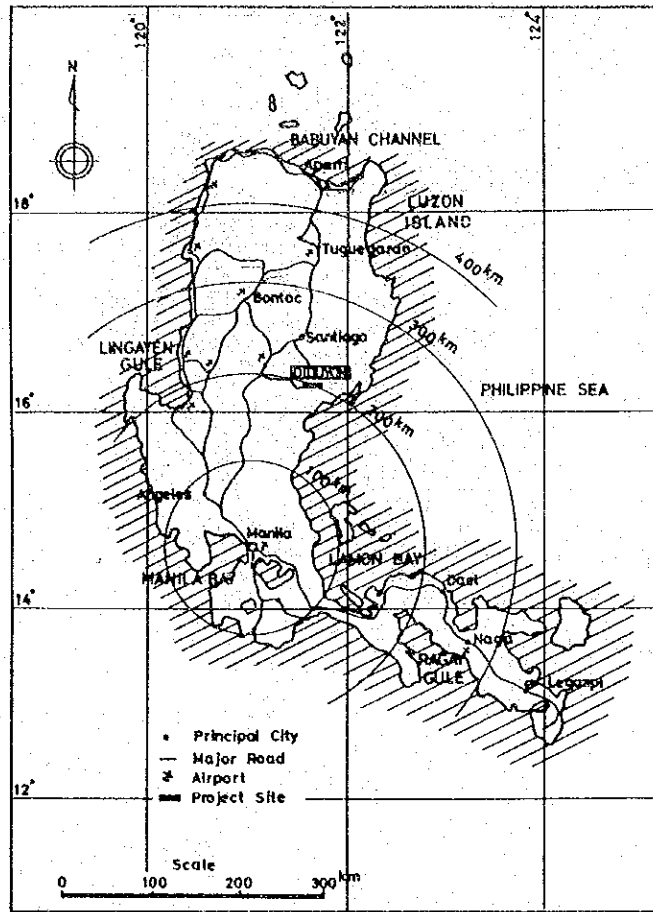


# Map of the Philippines



Diduyon Hydroelectric Project	
Upper Cagayan River	
Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Map of the Philippines	
October	1980 Fig.

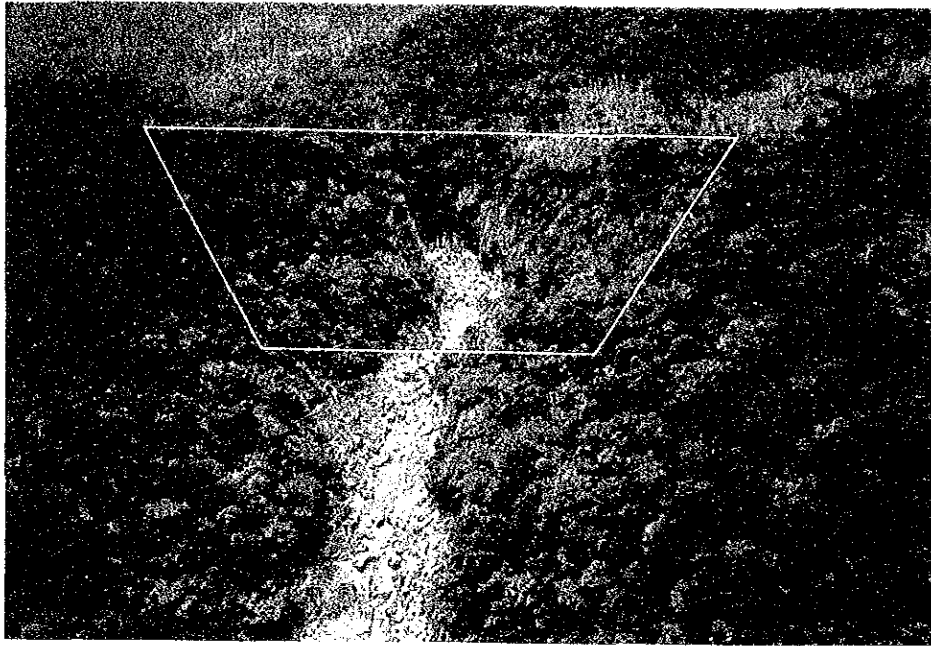
Location Map and Site Map



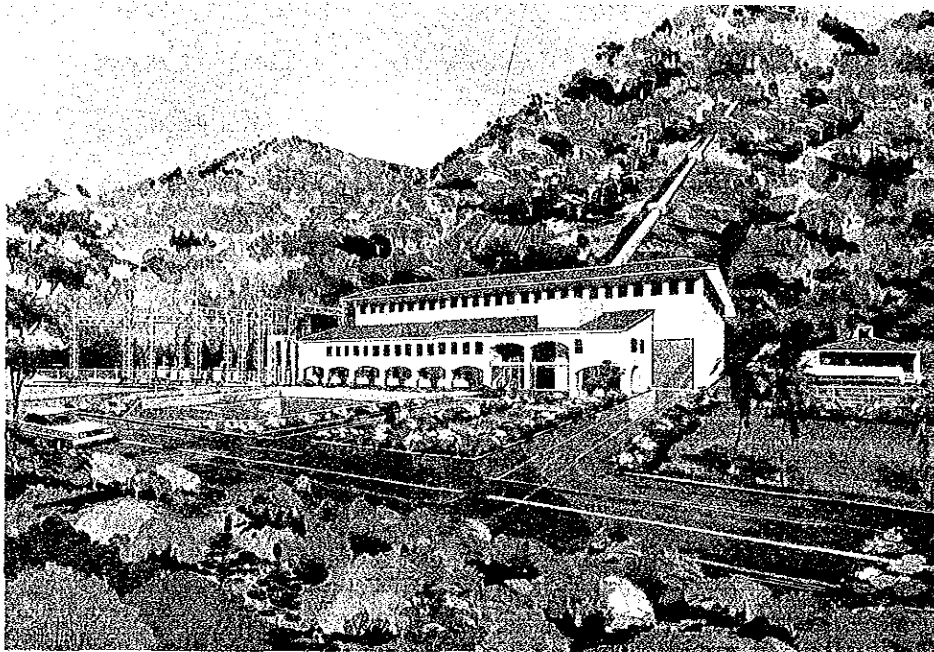
- LEGEND**
- ● MUNICIPALITY, TOWN AND VILLAGE
  - |— WATERSHED DIVIDE
  - CATCHMENT AREA OF PROJECT
  - ▨ RESERVOIR, DAM, WATERWAY AND POWER STATION
  - HIGHWAY
  - - - LOCAL ROAD AND LOGGING TRACK
  - POWER TRANSMISSION LINE

Diduyon Hydroelectric Project	
Upper Cagayan River	
Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Location Map and Site Map	
October	1980



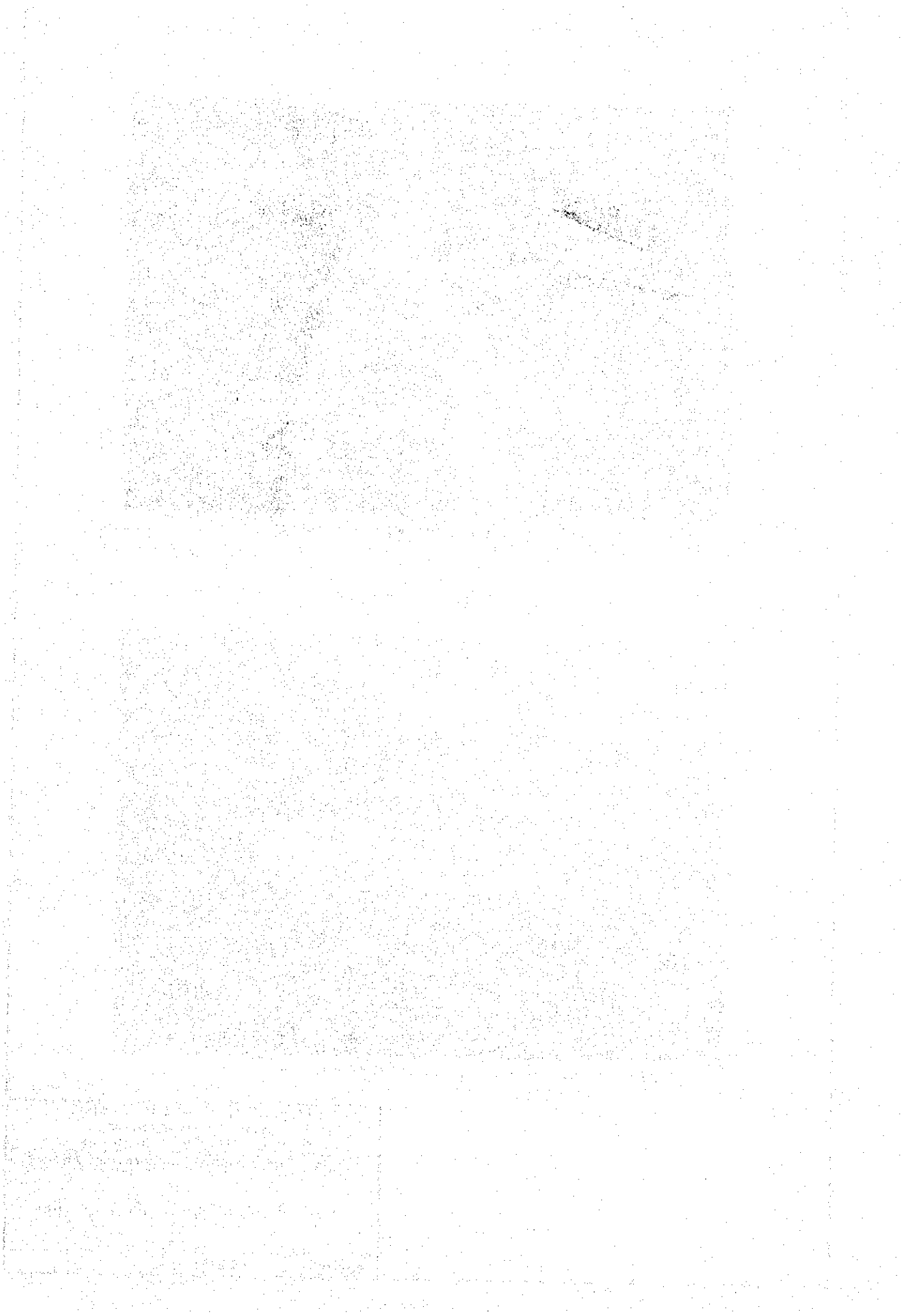


DIDUYON DAMSITE VIEWED FROM UPSTREAM



ARTIST'S CONCEPT OF POWERHOUSE

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Dam and Powerhouse Photographs	
October	1980   Fig.



# 目 次

## 第1章 総 論

1-1 序 論 .....	1-1
1-1-1 経 緯 .....	1-1
1-1-2 調査の目的と範囲 .....	1-2
1-1-3 調査団の構成と日程 .....	1-9
1-2 概 要 .....	1-11
1-2-1 計画概要 .....	1-11
1-2-2 計画内容 .....	1-12
1-3 結論と勧告 .....	1-16
1-3-1 結 論 .....	1-16
1-3-2 勧 告 .....	1-17
1-4 建設費と実行計画 .....	1-17
1-4-1 建 設 費 .....	1-17
1-4-2 実行計画 .....	1-17
1-5 経済評価 .....	1-18
1-5-1 経済比較の結論 .....	1-18
1-5-2 その他の潜在メリット .....	1-18

## 第2章 計画地点の特性

2-1 計画地点の位置と地形 .....	2-1
2-1-1 計画地点の位置 .....	2-1
2-1-2 計画地点の地形 .....	2-1
2-2 現地測量調査 .....	2-7
2-2-1 概 要 .....	2-7
2-2-2 実施計画 .....	2-7
2-2-3 検討方法および結果 .....	2-9
2-3 地質解析 .....	2-27
2-3-1 地質調査の概要 .....	2-27

2-3-2	地 形	2-28
2-3-3	地質概要	2-29
2-3-4	岩 質	2-29
2-3-5	地質構造	2-31
2-3-6	計画に対する応用地質的判断	2-32
2-4	地震解析	2-103
2-4-1	概 要	2-103
2-4-2	既往地震資料	2-103
2-4-3	地震解析	2-103
2-5	水文解析	2-132
2-5-1	概 要	2-132
2-5-2	水文資料	2-134
2-5-3	高水流量	2-144
2-5-4	低水流量	2-171
2-5-5	基準流量	2-201
2-5-6	堆 砂 量	2-243
2-6	環境調査	2-255
2-6-1	プロジェクトの背景	2-255
2-6-2	計画地点の全国的な位置づけ	2-255
2-6-3	自然環境の現況	2-271
2-6-4	社会環境の現況	2-284
2-7	農業調査	2-315
2-7-1	概 況	2-315
2-7-2	フィリピン農業の現況	2-315
2-7-3	カガヤン川上流域の農業	2-324
2-7-4	ダムサイト周辺地域の農業	2-336
2-8	電 力	2-347
2-8-1	フィリピンの経済情勢概観	2-347
2-8-2	エネルギー事情	2-348
2-8-3	フィリピンの電力事情	2-349

2-9	輸送調査と資機材	2-370
2-9-1	概要	2-370
2-9-2	港湾設備	2-370
2-9-3	既設道路および橋梁	2-371
2-9-4	取付道路	2-374
2-9-5	連絡道路	2-378
2-9-6	輸送ルート調査結果のまとめ	2-378
2-9-7	資機材	2-379

### 第3章 開発計画と規模の決定

3-1	概要	3-1
3-2	デッドヨン地点の全体計画	3-1
3-2-1	概要	3-1
3-2-2	比較検討	3-1
3-3	基本設計	3-13
3-3-1	概要	3-13
3-3-2	開発規模	3-14
3-3-3	貯水池・ダム・洪水吐	3-41
3-3-4	取水口	3-83
3-3-5	導水路トンネル	3-85
3-3-6	調圧水槽	3-91
3-3-7	水圧鉄管	3-98
3-3-8	発電所	3-103
3-3-9	放水路・放水口	3-125
3-3-10	主要機器の設計	3-127
3-3-11	開閉所・変電所	3-132
3-3-12	送電線と通信装置	3-136
3-3-13	工事用道路	3-138
3-3-14	建設用材料	3-141
3-3-15	資機材および輸送計画	3-142



3-3-16	有効落差・理論水力および出力計算	3-151
3-4	灌漑計画	3-158
3-4-1	概要	3-158
3-4-2	灌漑施設の現況と調査地区の設定	3-158
3-4-3	灌漑可能候補地の選定	3-158
3-4-4	候補地検討の考え方	3-159
3-4-5	候補地の検討	3-160
3-4-6	灌漑化に必要な工事費	3-162
3-4-7	経済評価	3-168
3-4-8	結論	3-169
3-5	環境問題	3-189
3-5-1	環境への影響と評価	3-189
3-5-2	物理的環境への影響	3-189
3-5-3	生物的環境への影響	3-192
3-5-4	社会的環境への影響	3-194
3-5-5	環境対策	3-198
3-6	移転再建計画	3-211
3-6-1	移転再建計画の基本的な考え方	3-211
3-6-2	移転の対象	3-211
3-6-3	移転地の選定	3-212
3-6-4	移転案の特徴	3-216
3-6-5	移動計画における村の建設	3-217
3-6-6	移住計画案のケース比較	3-223
3-6-7	移住費用	3-225
3-6-8	移住案の評価と選定	3-227
第4章 工事費・建設計画、経済、財務検討		
4-1	工事費	4-1
4-1-1	見積工事費の総括	4-1
4-1-2	見積の基本条件	4-1

4-2	工程および施工方針	4-4
4-2-1	工程	4-4
4-2-2	施工方針	4-4
4-3	施工計画	4-5
4-3-1	概要	4-5
4-3-2	工事規模と竣工予定	4-6
4-3-3	発電設備	4-9
4-3-4	施工法	4-11
4-3-5	仮設備計画	4-25
4-3-6	保安の厚生設備計画	4-39
4-4	実行計画	4-42
4-4-1	労働市場と要員計画	4-42
4-4-2	運転要員計画	4-42
4-5	経済検討	4-49
4-5-1	経済検討における想定	4-49
4-5-2	建設単価	4-49
4-5-3	発電原価および受電端原価	4-50
4-5-4	費用・便益分析	4-50
4-5-5	感度分析	4-53
4-5-6	経済評価の結論	4-53
4-6	財務検討	4-61
4-6-1	財務検討における想定	4-61
4-6-2	所要資金	4-61
4-6-3	資金返済計画および支払利息	4-62
4-6-4	所要収入単価	4-62
4-6-5	資金運用表および返済能力	4-62
4-6-6	財務検討の結論	4-62

## 第5章 今後の調査

5-1	概要	5-1
-----	----	-----

5-2	準備工事（工事用道路）	5-4
5-2-1	調査設計	5-4
5-2-2	施工計画	5-6
5-2-3	用地取得および補償	5-6
5-2-4	工事請負契約書類の作成等	5-6
5-2-5	工事の実施	5-6
5-3	水理模型実験	5-8
5-3-1	水理模型実験の目的	5-8
5-3-2	模型実験設備と人員計画	5-8
5-4	本工事の調査と試験	5-10
5-4-1	地形測量	5-10
5-4-2	地質調査	5-12
5-4-3	室内および現場試験	5-13
5-4-4	その他の調査	5-14
5-4-5	詳細設計および請負付託	5-17
5-4-6	調査・試験費の内訳	5-17

### List of Tables

		<u>Page</u>
Table 1-1-1	Division of Responsibilities in the Study between JICA and NAPOCOR	1-4
Table 1-2-1	Project Highlights	1-12
Table 1-4-1	Estimated Construction Cost	1-20
Table 2-2-1	Location of Control Points	2-15
Table 2-2-2	Location of Bench Marks	2-20
Table 2-4-1	Past Earthquake Records in North Luzon	2-106
Table 2-4-2	Maximum Amplitude of Earthquake with Magnitude 5.5 - 8.5	2-123
Table 2-4-3	Maximum Acceleration	2-124
Table 2-4-4	Probability Acceleration	2-125
Table 2-5-1	Rainfall Gauging Stations in Vicinity of Project Site	2-137
Table 2-5-2	Location of Existing Discharge Gauging Stations	2-138
Table 2-5-3	List of Gauging Stations Newly Established for the Diduyon Project	2-150
Table 2-5-4	Observed Peak Flows in Cagayan River Basin	2-150

		<u>Page</u>
Table 2-5-5	Annual Maximum Discharge at Pangal (C.A. = 4,244 km <sup>2</sup> )	2-151
Table 2-5-6	Design Flood Discharge	2-152
Table 2-5-7	Annual Highest 24-hr Rainfalls	2-153
Table 2-5-8	6-hr Maximum Rainfall Data at Baguio City	2-145
Table 2-5-9	Daily Rainfall	2-176
Table 2-5-10	Monthly Rainfall in Project Area	2-186
Table 2-5-11	Tabulation of Daily Water Level and Discharge at Kamamasi 1979	2-187
Table 2-5-12	Correlation of Daily Rainfall	2-189
Table 2-5-13	Correlation of Monthly Rainfall	2-190
Table 2-5-14	Daily Discharge at No. 3 Damsite	2-203
Table 2-5-15	Discharge Duration at No. 3 Damsite	2-219
Table 2-5-16	Monthly Riverflow at No. 3 Damsite for 1960 - 1974 & 1979	2-220
Table 2-5-17	Observed Sediment Loads	2-245
Table 2-5-18	Duration Curve (Parallel Method)	2-246
Table 2-5-19	Observed Values of Sediment Load	2-247
Table 2-6-1	Population and Land Area of Region II, the Philippines	2-258

		<u>Page</u>
Table 2-6-2	Agricultural Production of Region II, the Philippines	2-259
Table 2-6-3	Economic Statistics of Region II	2-260
Table 2-6-4	Status of Land Classified by Regions	2-261
Table 2-6-5	Urban-Rural Population, Nueva Vizcaya P.V. : 1970 and 1975	2-262
Table 2-6-6	Population 10 Years Old and Over, by Major Gainful Occupation, Nueva Vizcaya : 1970 and 1975	2-263
Table 2-6-7	Water Quality Test Sheet	2-274
Table 2-6-8	Type of Trees in the Philippines	2-275
Table 2-6-9	Components of Trees of Type I in the Philippines	2-276
Table 2-6-10	Some Special Tree Species in the Philippines	2-277
Table 2-6-11	Birds observed in Luzon Island	2-278
Table 2-6-12	Fishes in the Cagayan River	2-279
Table 2-6-13	Population Enumerated by Various Censuses : 1903 - 1975	2-290
Table 2-6-14	Population Statics of Kasibu Municipality for 1975	2-291
Table 2-6-15	Population 5 Years Old and Over in Nueva Vizcaya P.V. and Kasibu M.P., Residence on May 6, 1970	2-292

		<u>Page</u>
Table 2-6-16	Place of Residence of Population 5 Years Old and Over in Nueva Vizcaya P.V. and Kasibu M.P.	2-293
Table 2-6-17	Mother Tongues Spoken in Nueva Vizcaya P.V. and Kasibu M.P.	2-294
Table 2-6-18	Member of Kasibu M.P. Office as of July 1978	2-296
Table 2-6-19	Farm Area Classified by Land Use (1971)	2-297
Table 2-6-20	Farm Area Classified by Timber Operator and by Municipality	2-298
Table 2-6-21	Experienced Workers 10 Years Old and Over	2-301
Table 2-6-22	Fish Ponds in Nueva Vizcaya P.V.	2-302
Table 2-6-23	Fishing Gears Used	2-303
Table 2-6-24	Timber License Areas Around Kasibu & Diduyon River	2-304
Table 2-6-25	Commercial System in Kasibu M.P.	2-305
Table 2-6-26	Income of Office Staff (1978)	2-306
Table 2-6-27	Number of Households in Occupied Dwelling Units Classified by Type of Water Supply Used	2-307
Table 2-6-28	Number of Households in Occupied Dwelling Units Classified by Type of Toilet Facilities	2-308

		<u>Page</u>
Table 2-6-29	Morbidity, 10 Leading Causes, Number and Rate in Health Region 2, 1977	2-309
Table 2-6-30	Mortality, 10 Leading Causes, Number, Rate and Percentage in Health Region 2, 1977	2-310
Table 2-7-1	Amount of Export in the Philippines, 1977	2-318
Table 2-7-2	Amount of Import in the Philippines, 1977	2-319
Table 2-7-3	Share of Export Country from the Philippines, 1977	2-320
Table 2-7-4	Products of Agriculture, Forestry and Fishery in the Philippines (1976 - 1977)	2-321
Table 2-7-5	Production and Area Palay	2-322
Table 2-7-6	List of Provinces Successfully Attaining Masagana 99 Target	2-323
Table 2-7-7	Area of Crop Land in Nueva Vizcaya and Isabela P.V.s., 1971	2-330
Table 2-7-8	Production of Palay per 1 ha	2-331
Table 2-7-9	Area of Farms Classified by Land Use in Nueva Vizcaya & Isabela P.V.s., 1971	2-332
Table 2-7-10	Farms Classified by cultivated Size in Nueva Vizcaya & Isabela P.V.s., 1971	2-333

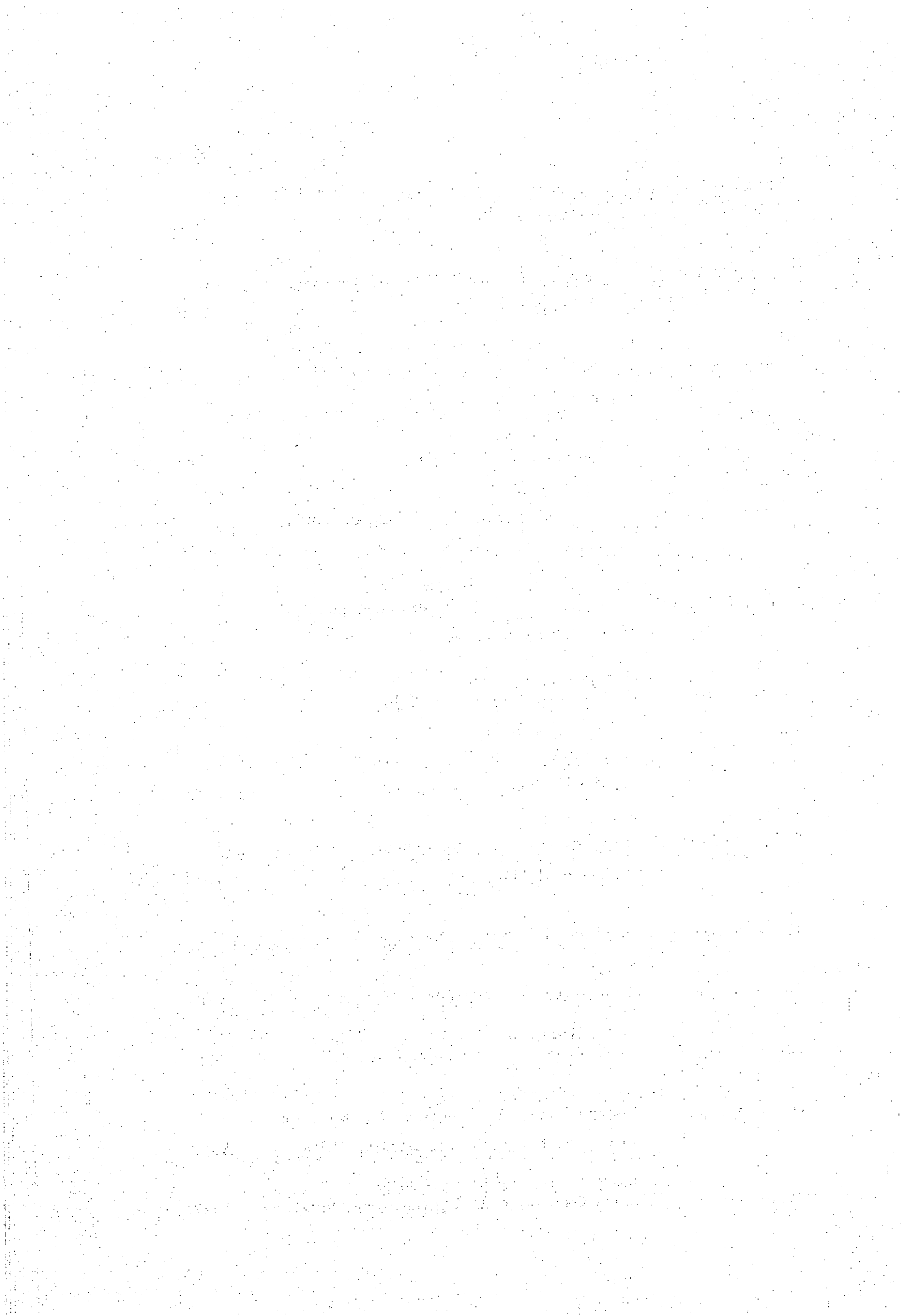


		<u>Page</u>
Table 2-7-11	Planted Area in Nueva Vizcaya & Isabela P.V.s., 1971	2-334
Table 2-7-12	Farms - Number and Area in Kasibu M.P., 1975	2-341
Table 2-7-13	Farms and Area Classified by Land Use Kasibu M.P., 1971	2-342
Table 2-7-14	Farms and Area Classified by Size Kasibu M.P., 1971	2-343
Table 2-7-15	Farms by Type of Tenurs (Kasibu M.P.), 1971	2-344
Table 2-7-16	Products Per Farm, Area and Capita	2-345
Table 2-8-1	Gross National Product, Population, and Per Capita GNP	2-352
Table 2-8-2	Planned Energy Consumptions, 1977, 1982 and 1987	2-353
Table 2-8-3	Source Mix. 1977, 1982 and 1987	2-353
Table 2-8-4	Investment Requirement, 1978 - 1982, and 1983 - 87	2-355
Table 2-8-5	Status of National Electrification in the Philippines	2-356
Table 2-8-6	Existing Power Plants in Luzon Grid	2-357

		<u>Page</u>
Table 2-8-7	Luzon Grid Load Forecast	2-358
Table 2-8-8	Generation Expansion Program	2-359
Table 2-9-1	Existing Port Facilities	2-381
Table 3-2-1	Comparison of Damsites	3-7
Table 3-2-2	Result of Comparative Analysis of Damsites	3-8
Table 3-3-1	Summary of Comparative Study of the Optimum Plan Among Alternative Development Plans	3-17
Table 3-3-2	Monthly and Annual Energy Generated	3-71
Table 3-3-3	Specifications of Dump Trucks and Minimum Width of Road	3-147
Table 3-4-1	Net Production Value of Irrigation Plan Studied (1)	3-170
Table 3-4-2	Internal Rate of Return of Irrigation Plan Studied (1)	3-171
Table 3-4-3	Summary of Irrigation Project Cost (1)	3-172
Table 3-4-4	Net Production Value of Irrigation Plan Studied (2)	3-173
Table 3-4-5	Summary of Irrigation Project Cost (2)	3-174
Table 3-4-6	Internal Rate of Return of Irrigation Plan Studied (2)	3-175

		<u>Page</u>
Table 3-4-7	Production Cost of Farming Without Project	3-176
Table 3-4-8	Production Cost of Palay with Project	3-177
Table 3-5-1	Environmental Factors and their Importance Grades in Diduyon Dam Projdct	3-203
Table 3-5-2	Relation Between Project and Environment Factors	3-205
Table 3-5-3	Recovering Measures of Diduyon Project Jobsites	3-207
Table 3-6-1	Assumed Number of Households and Area of Irrigated Land	3-229
Table 3-6-2	Area Suitable for Resettlement in Kasibu M.P.	3-230
Table 3-6-3	Comparative Study of Three Resettle-ment Alternatives	3-231
Table 3-6-4	Comparative Cost Study of Resettle-ment	3-232
Table 4-1-1	Estimated Construction Cost	4-3
Table 4-3-1	Tentative Construction Schedule	4-8
Table 4-3-2	Tentative Construction Schedule of Diduyon Hydroelectric Development Project	4-45

		<u>Page</u>
Table 4-5-1	Equivalent Factors Used in Computing kW & kWh Values	4-54
Table 4-5-2	Economic Internal Rate of Return of Diduyon Project	4-55
Table 4-5-3	Sensitivity Tests of Cost-Benefit Analysis	4-57
Table 4-6-1	Disbursement Schedule	4-63
Table 4-6-2	Financial Costs for Foreign Loan During Construction	4-64
Table 4-6-3	Financial Costs for Foreign Loan Payment Schedule	4-65
Table 4-6-4	Financial Rate of Return	4-67
Table 4-6-5	Projected Cash Flow Statement (1985 - 1995)	4-69
Table 4-6-6	Projected Income Statement (1990 - 1995)	4-70
Table 4-6-7	Projected Balance Sheet (1985 - 1995)	4-73
Table 5-1-1	Procedures of Project Progress	5-2
Table 5-1-2	Tentative Construction Schedule	5-3
Table 5-4-1	Survey Works and Engineering Service Proposed for Definite Design Stage	5-19
Table 5-4-2	Estimated Cost of Engineering Services	5-22



List of Figures

		<u>Page</u>
Fig. 1-1-1	Map of the Philippines	1-5
Fig. 1-1-2	Location Map	1-7
Fig. 1-4-1	Tentative Construction Schedule	1-21
Fig. 2-1-1	Topographical Section thru Diduyon Project Site	2-5
Fig. 2-1-2	River Profile of Diduyon River	2-6
Fig. 2-2-1	Area of Topographic Survey and Mapping	2-25
Fig. 2-3-1	Graphical Geologic Columns of Boreholes	2-37
Fig. 2-3-2	Geologic Logs of Boreholes	2-38
Fig. 2-3-3	Geologic Log of DR-01	2-39
Fig. 2-3-4	Geologic Log of DR-02	2-41
Fig. 2-3-5	Geologic Log of DR-03	2-42
Fig. 2-3-6	Geologic Log of DR-04	2-43
Fig. 2-3-7	Geologic Log of DR-05	2-45
Fig. 2-3-8	Geologic Log of DR-06	2-47
Fig. 2-3-9	Geologic Log of DR-06A	2-49
Fig. 2-3-10	Geologic Log of DR-07	2-51

		<u>Page</u>
Fig. 2-3-11	Geologic Log of DR-07A	2-53
Fig. 2-3-12	Geologic Log of DR-8	2-55
Fig. 2-3-13	Geologic Log of DR-09	2-56
Fig. 2-3-14	Geologic Log of DR-09A	2-57
Fig. 2-3-15	Geologic Log of DL-03	2-58
Fig. 2-3-16	Geologic Log of DL-04	2-59
Fig. 2-3-17	Geologic Log of D <sub>2</sub> R-01	2-61
Fig. 2-3-18	Geologic Log of D <sub>2</sub> R-02	2-63
Fig. 2-3-19	Geologic Log of D <sub>2</sub> L-01	2-64
Fig. 2-3-20	Geologic Log of A-01	2-65
Fig. 2-3-21	Geologic Log of A-03	2-66
Fig. 2-3-22	Geologic Log of A-04	2-67
Fig. 2-3-23	Geologic Log of A-05	2-68
Fig. 2-3-24	Geologic Log of T-01	2-69
Fig. 2-3-25	Geologic Log of T-02	2-70
Fig. 2-3-26	Geologic Log of T-03	2-71
Fig. 2-3-27	Geologic Log of T-04	2-72
Fig. 2-3-28	Geologic Log of S-01	2-73

		<u>Page</u>
Fig. 2-3-29	Geologic Log of P-01	2-75
Fig. 2-3-30	Geologic Log of P-02	2-76
Fig. 2-3-31	Geologic Log of P-03	2-77
Fig. 2-3-32	Geologic Log of PH-01A	2-78
Fig. 2-3-33	Geologic Log of PH-02	2-79
Fig. 2-3-34	Geologic Log of PH-03	2-80
Fig. 2-3-35	Geologic Log of UPH-01	2-81
Fig. 2-3-36	Geologic Log of Test Adits	2-89
Fig. 2-3-37	Geologic Logs of Exploratory Adits	2-90
Fig. 2-3-38	Geologic Log of DR-1	2-91
Fig. 2-3-39	Geologic Log of DR-2	2-92
Fig. 2-3-40	Geologic Log of DR-3	2-93
Fig. 2-3-41	Geologic Log of DL-1	2-94
Fig. 2-3-42	Geologic Log of DL-2	2-95
Fig. 2-3-43	Geologic Log of DL-3	2-96
Fig. 2-3-44	Geologic Map	2-97
Fig. 2-3-45	Geologic Section Along No.3 Dam Axis	2-99
Fig. 2-3-46	Geologic Section Along Limestone Belt & Waterway	2-101



		<u>Page</u>
Fig. 2-4-1	Earthquake Epicenters and Magnitudes	2-126
Fig. 2-4-2	Predominant Time of Maximum Earthquake Acceleration	2-127
Fig. 2-4-3	Probability Diagram of Anticipated Seismic Intensity at Diduyon Damsite (1901 - 1977)	2-128
Fig. 2-4-4	Seismicity of the Philippines	2-129
Fig. 2-4-5	Seismicity of Japan	2-130
Fig. 2-4-6	Relation between Average Acceleration Spectrum and Average Dynamic Coefficient	2-131
Fig. 2-5-1	Distribution of Rainfall/Discharge Gauging Stations	2-140
Fig. 2-5-2	Location of Discharge Gauging Stations (1)	2-141
Fig. 2-5-3	Location of Discharge Gauging Stations (2)	2-143
Fig. 2-5-4	Envelope Curve for Observed Peak Flows in Cagayan River Basin	2-155
Fig. 2-5-5	Logarithmic Normal Distribution of Flood Discharges	2-156
Fig. 2-5-6	Hydrological Model of Diduyon Drainage Area for Kinematic Wave Method	2-157
Fig. 2-5-7	Rainfall Pattern for Computation of Flood Waves	2-158
Fig. 2-5-8	Depth - Area - Duration Curve	2-159

		<u>Page</u>
Fig. 2-5-9	Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at No. 3 Damsite	2-160
Fig. 2-5-10	Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at No. 2 Damsite	2-161
Fig. 2-5-11	Rainfall Intensity at Baguio City	2-162
Fig. 2-5-12	Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at Diduyon Damsite (Converted from Rainfall at Baguio)	2-163
Fig. 2-5-13	Relation between Specific Discharge and Catchment Area (North Luzon)	2-164
Fig. 2-5-14	Daily Discharge at Pangal (1) - (3)	2-165
Fig. 2-5-15	Monthly Rainfall Record at Kamamasi	2-191
Fig. 2-5-16	Daily Rainfall in Project Area	2-193
Fig. 2-5-17	Monthly Rainfall in Project Area	2-195
Fig. 2-5-18	Discharge Rating Curve at Kamamasi	2-196
Fig. 2-5-19	Cross-Section of Kamamasi Gauging Station	2-197
Fig. 2-5-20	Daily Discharge at Kamamasi Observed and Calculated	2-199
Fig. 2-5-21	Method of Obtaining Inflow to Diduyon Reservoir	2-221
Fig. 2-5-22	Daily Discharge at No. 3 Damsite (1) - (4)	2-223

	<u>Page</u>
Fig. 2-5-23 Inflow to Diduyon Reservoir at Damsite	2-231
Fig. 2-5-24 Duration Curve at No. 2 Damsite (1) - (8)	2-232
Fig. 2-5-24 Discharge Duration Curve at No. 3 Damsite	2-240
Fig. 2-5-26 Monthly Discharge and Mass Curves at No. 3 Damsite	2-241
Dig. 2-5-27 Location of Riverbed Materials and River Water Sampling	2-249
Fig. 2-5-28 River Materials, Classified by Sieve Method	2-251
Fig. 2-5-29 Sediment Analysis from Riverbed Materials	2-252
Fig. 2-5-30 Relation between Annual Sediment Yield and Annual Average Discharge	2-253
Fig. 2-5-31 Determined Sedimentation Level of Diduyon Reservoir	2-254
Fig. 2-6-1 Estimated Demand and Supply of Agricultural Products in Region II	2-264
Fig. 2-6-2 Population Density by Municipality	2-265
Fig. 2-6-3 Dialects Spoken in Nueva Vizcaya Province	2-266
Fig. 2-6-4 Physical Planning Strategy for the Philippines	2-267
Fig. 2-6-5 Allocation of Leading	2-268
Fig. 2-6-6 Land Reform Priority by Provinces	2-269

		<u>Page</u>
Fig. 2-6-7	General Map of Existing and Proposed Social Facilities	2-270
Fig. 2-6-8	Climate Map of the Philippines	2-280
Fig. 2-6-9	Temperature and Rainfall at Santa-Fe	2-281
Fig. 2-6-10	Monthly Riverflow at No. 3 Damsite (Mean)	2-282
Fig. 2-6-11	Relative Humidity at Tuguegarao	2-283
Fig. 2-6-12	Municipal Map around Kasibu	2-311
Fig. 2-6-13	Timber License Areas	2-313
Fig. 2-7-1	Cropping Pattern	2-335
Fig. 2-8-1	Correlation between Electricity Consumption and GDP	2-360
Fig. 2-8-2	Composite Daily Load Curve, Weekdays and Holidays, 1979	2-361
Fig. 2-8-3	Daily Load Curve, Holidays 1979	2-363
Fig. 2-8-4	Daily Load Curve, Weekdays 1979	2-365
Fig. 2-8-5	Luzon Grid Power System	2-367
Fig. 2-8-6	Luzon Grid Energy Forecast (1975 - 2000)	2-368
Fig. 2-8-7	Generation Expansion Base Program (Luzon Grid)	2-369
Fig. 2-9-1	Location of Principal Ports	2-383

		<u>Page</u>
Fig. 2-9-2	Existing Road Map	2-384
Fig. 2-9-3	Standard Section of Existing Road	2-385
Fig. 2-9-4	Schematic Map of Diduyon River Basin	2-387
Fig. 2-9-5	Plan of Access Road	2-389
Fig. 2-9-6	Location of Test Pits for Concrete Aggregate	2-391
Fig. 3-2-1	Plan of Alternative Alignments of Waterway	3-9
Fig. 3-2-2	Profile of Alternative Alignments of Waterway	3-11
Fig. 3-3-1	General Layout (Underground Type)	3-19
Fig. 3-3-2	Headrace & Tailrace of Underground Type Powerhouse	3-21
Fig. 3-3-3	Penstock of Underground Type Powerhouse	3-23
Fig. 3-3-4	Underground Type Powerhouse	3-25
Fig. 3-3-5	Comparative Economic Analysis of Optimum Dam Height (No. 2 Damsite)	3-27
Fig. 3-3-6	Comparative Economic Analysis of Optimum Dam Height (No. 3 Damsite)	3-28
Fig. 3-3-7	General Layout of the Project (No. 2 Damsite)	3-29
Fig. 3-3-8	Logitudinal Section of Reservoir Dam and Spillway (No. 2 Damsite)	3-31

		<u>Page</u>
Fig. 3-3-9	Cross-Section of Reservoir Dam (No. 2 Damsite)	3-33
Fig. 3-3-10	Cross-Section of Reservoir Dam (No. 3 Damsite, Fill Dam)	3-35
Fig. 3-3-11	Logitudinal Section of Reservoir Dam & Spillway (No. 3 Damsite, Fill Dam)	3-35
Fig. 3-3-12	General Layout of the Project	3-39
Fig. 3-3-13	Comparison of Damsite Valley Shapes	3-73
Fig. 3-3-14	Reservoir Storage-Surface Area Curve	3-74
Fig. 3-3-15	General Plan of Reservoir Dam	3-75
Fig. 3-3-16	Upstream Elevation of Reservoir Dam and Saddle Dam	3-77
Fig. 3-3-17	Cross-Section of Reservoir Dam	3-79
Fig. 3-3-18	Operation Diagram of Reservoir	3-81
Fig. 3-3-19	Plan and Section of Intake Structures	3-83
Fig. 3-3-20	Profile and Section of Waterway, Headrace & Tailrace	3-89
Fig. 3-3-21	Surge Tank	3-97
Fig. 3-3-22	Penstock	3-101
Fig. 3-3-23	Powerhouse and Tailrace	3-109
Fig. 3-3-24	Architectural Plan of Powerhouse M.F. (EL. 172 )	3-111

		<u>Page</u>
Fig. 3-3-25	Guest House, 1F. Plan (EL. +176.5)	3-113
Fig. 3-3-26	Architectural Plan of Powerhouse 2F (EL. +1 (EL. +179.5)	3-115
Fig. 3-3-27	Typical Logitudinal Section of Powerhouse	3-117
Fig. 3-3-28	Typical Cross-Section at Powerhouse	3-119
Fig. 3-3-29	Facade of Powerhouse	3-121
Fig. 3-3-30	Guest House, Facade and Floor Plan	3-123
Fig. 3-3-31	Tailrace Outlet	3-126
Fig. 3-3-32	Cross-Section of Turbine and Generator	3-131
Fig. 3-3-33	Plan and Section of Switchyard Equipment	3-134
Fig. 3-3-34	One Line Diagram of Switchyard	3-135
Fig. 3-3-35	Suspension Tower for Transmission Line	3-137
Fig. 3-3-36	Transportation Network around Project Area	3-139
Fig. 3-3-37	Dimension of 40-t Trailer	3-148
Fig. 3-3-38	Reinforcement of Existing Bridges	3-149
Fig. 3-3-39	General Structure of Temporary Bridge	3-150
Fig. 3-4-1	Irrigation Areas	3-179
Fig. 3-4-2	Plan of No. 2 Proposed Irrigation	3-183
Fig. 3-4-3	Assumed Profile of Pumping System	3-184

		<u>Page</u>
Fig. 3-4-4	Plan of No. 4 Proposed Irrigation Area	3-185
Fig. 3-4-5	Plan of No. 4 Proposed Irrigation Area	3-187
Fig. 3-4-6	Benefits of Proposed Sites No. 3 - No. 7	2-188
Fig. 3-5-1	Flowsheet of Turbid Water Treatment at Damsite and Quarry Sites	3-209
Fig. 3-6-1	Proposed Suitable Areas for Resettlement	3-235
Fig. 4-3-1	General Layout of Construction Facilities (Damsite)	4-47
Fig. 4-5-1	Annual Cost per kWh of Thermal Plant	4-58
Fig. 4-5-2	Present Worth with Varied Discount Rates	4-59
Fig. 4-5-3	Varied Construction Cost of the Project	4-60
Fig. 5-2-1	Mapping Area of General Plan of Roads, Reservoir, Waterway and Transmission Line	5-7





略 称

ACA	:	Agricultural Credit Administration 農業信用庁
ADB	:	Asian Development Bank アジア開発銀行
BAEcon	:	Bureau of Agricultural Economies 農業経済局
BAEX	:	Bureau of Agricultural Extension 農業普及局
BCS	:	Bureau of Census and Statistics 経計局
BFD	:	Bureau of Forest Development 林野庁
BPI	:	Bureau of Plant Industry 植物産業局
CCC	:	Cabinet Coordinating Committee 閣僚調整委員会
CIAP	:	Cagayan Integrated Agriculture Project カガヤン農業統合プロジェクト
CB	:	Central Bank of the Philippines フィリピン中央銀行
IBRD	:	International Bank for Reconstruction and Development 国際復興開発銀行
DPH	:	Department of Public Highway 道路省
DF	:	Department of Finance 大蔵省
DLGCD	:	Department of Local Governments and Community Development 地方自治村落開発省

DAR : Department of Agrarian Reform  
農地改革省

DNR : Department of Natural Resources  
天然資源省

BPW : Bureau of Public Works  
公共事業部

RB : Rural Bank  
地方銀行

UP : University of the Philippines  
フィリピン大学

UNDP : United Nations Development Programme  
国連開発計画

PAGASA : Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Service  
Administration  
フィリピン気象庁

ILO : International Labor Organization  
国際労働機構

NEA : National Electrification Administration  
国家電化事業庁

NEDA : National Economic and Development Authority  
国家経済開発庁

NFAC : National Food and Agriculture Council  
国家農業食糧審議会

NGA : National Grains Authority  
国家穀物庁

NIA : National Irrigation Administration  
国家かんがい庁

NPC : National Power Corporation  
国家電力公社

OECD : Overseas Economic Cooperation Fund  
海外経済協力基金

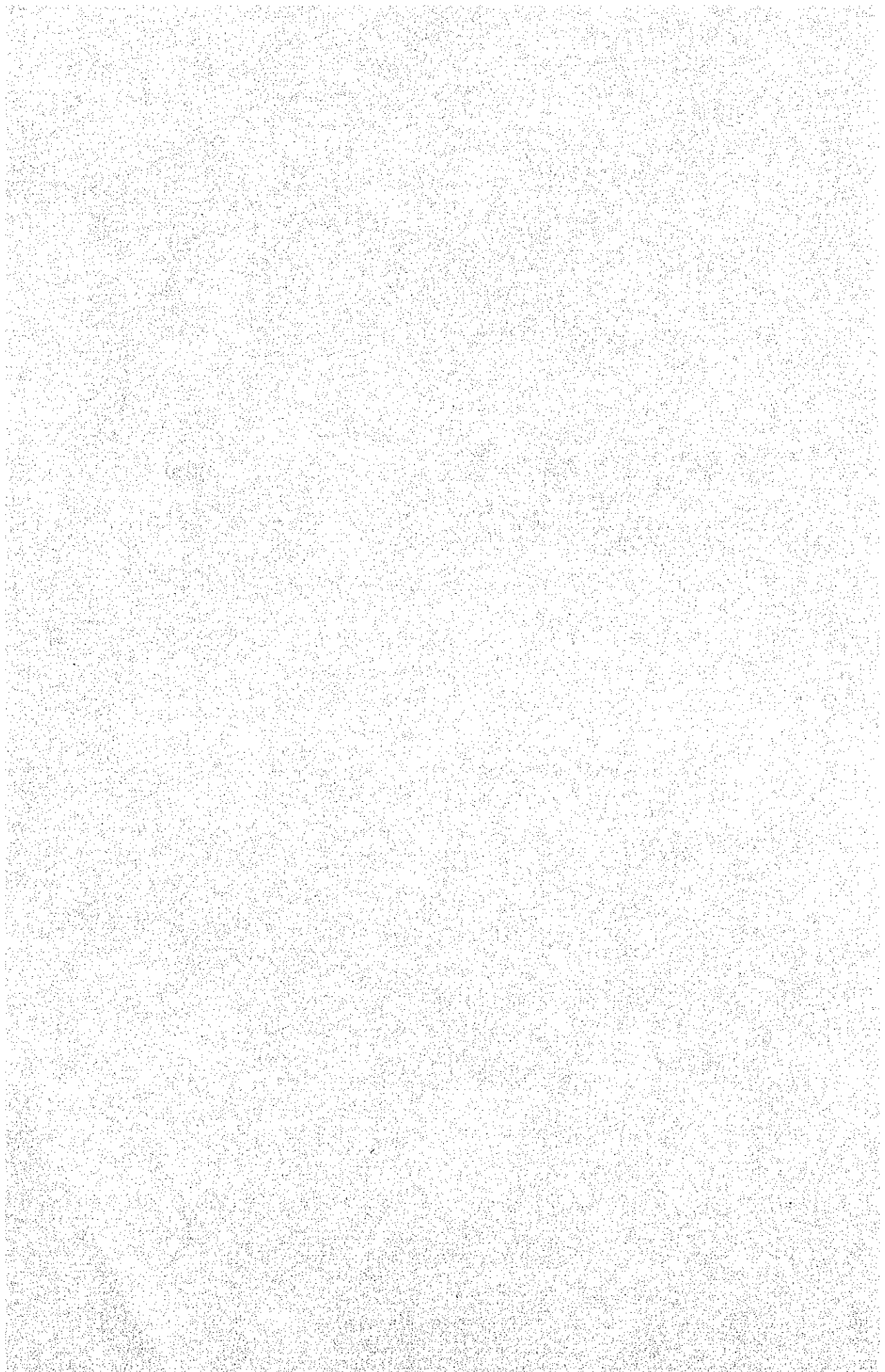
- PNB : Philippine National Bank  
フィリピン国立銀行
- USAID : United States Agency for International Development  
アメリカ合衆国国際開発部
- FaCoMa : Farmers Cooperative Marketing Association  
農業協同組合流通連合
- USDIBR : United States Department of Interior, Bureau of Reclamation  
アメリカ合衆国内務省開発局
- DA : Department of Agriculture  
農業省
- DPWTC : Department of Public Works, Transportation and Communication  
公共事業運輸通信省

行政機構

区 分		首 長 名
Region	地 方	—
Province	県	Governor
City	市	Mayor
Municipality	郡または町	Mayor
Barrio	村	Head
Sitio	部 落	—



# 第 1 章 総 論



# 第 1 章 総 論

## 1-1 序 論

### 1-1-1 経 緯

フィリピン共和国は7,000以上の島から成りたっている。ルソン島はフィリピン列島中最大の島で、全国経済活動の半分以上がここに集中している。

経済活動の成長を支えるため、フィリピン政府はエネルギー開発を重視してきたが、特に最近の石油供給不足と石油価格の急騰から、石油への依存度を下げするための代替エネルギー資源の開発に力を注いでいる。このため、既往平均9%、今後7%という高い伸び率を示す電力需要をまかなううえで、国産エネルギー資源としての水力発電は緊急な課題となっている。

上記の国家エネルギー政策に沿って、フィリピン電力公社（NAPOCOR、全額政府出資の公社）は、自国水力資源の最大限利用を内容とする大規模な計画を立案してきた。

北ルソン最大の河川であるカガヤン川には、チコ川やマガット川のような水資源に恵まれた支流が多く、本流、支流に沿って肥沃な平野が開けている。高度の開発ポテンシャルを考えると、この河域が主要な米の主産地となり、社会・経済的に活発な地域になることは疑いを容れない。

ディドヨン川は、ヌエバ・ビスカヤ県とキリノ県境のマンパラン、カラバルロ山地に源を發し、イサバラ県アダラム付近で本流のカガヤン川に合流する上流支川である。

ディドヨン川水力発電開発計画（以下「計画」と呼ぶ）サイトは、マニラの北東約200kmのディドヨン川中流に位置し、水力発電に好適な地形から、ここに345MWの水力開発が可能なものと目される。計画位置図を図1-1-1、図1-1-2に示す。

本計画の歴史は比較的新しい。

1975年2月に国際協力事業団が実施した「フィリピン共和国、カガヤンバレー地域総合開発計画調査」によって、カガヤン川全流域河川内の可能なダムサイトとして数十個所にのぼる地点が摘出され、その中にディドヨン地点も含まれている。

1977年末に、フィリピン電力公社は、カガヤン川上流域の水力開発候補地点群について、開発の可能性および優先順位を明らかにするため、調査の第一段階であるリコネッサンス・スタディの実施を決めた。

1977年12月1日から20日間に亘り海外コンサルティング企業協会の活動振興事業が



らの補助のもとに調査団（新日本技術コンサルタント）が候補地点群の現地踏査を実施した結果、それまでの開発案として考えられていたものと全く異った有望地点としてディドヨン水力開発計画案を提唱報告した。これをフィリピン政府に報告し、このプロジェクトに関するフィージビリティ・スタディの早急実施を勧告した。

フィリピン政府は、この提案に基づきディドヨン水力開発計画についてフィージビリティ・スタディの実施を日本政府に要請した。

1978年、フィリピン政府の要請に対し、日本政府は公認執行機関であるJICAを通じて、ディドヨンプロジェクトに関するフィージビリティ・スタディの技術援助を供与することに承認を与えた。JICAは直ちにNEWJECからの専門家派遣を受け、フィリピン国内の電力開発担当であるフィリピン電力公社、すなわちNational Power Corporation（NAPOCORあるいはNPC）の協力を得ながら、1978年7月の現地踏査を皮切りに調査を開始した。フィージビリティ・スタディは日比両国間の緊密な関係協力のもとに約2年間継続され、1980年9月成功裡に完了した。同年10月には調査の最終報告が提出された。なお中間報告書はさきに1979年3月提出され、関係者に提出配布されている。

## 1-1-2 調査の目的と範囲

### (1) 調査の目的

本調査は、ディドヨン水力発電所の開発計画に関して、技術ならびに経済・財務の見地から開発の可能性を検討評価し、開発の意志決定に必要な基礎資料となり得るようなフィージビリティ・スタディを行うことを目的としている。

ディドヨン水力計画は、フィリピン共和国ルソン島の北東部を北流する同国最大のマガヤン川上流に所在し、同川支流アダラム川の上流ディドヨン川に位置する貯水池ダムサイトは、北緯16度15分、東経121度27分にある。

本計画は、発電だけを事業内容とする開発計画である。

### (2) 調査内容

ディドヨン水力発電開発計画のフィージビリティ・スタディは、業務の内容と順序によって下記のとおり3段階に分けて実施した。

#### 第1段階（6カ月）

- 1) 調査団による現地踏査・資料収集および現地政府諸機関との打合せ
- 2) 基本資料の整理、検討および解析

- 3) 現地調査、踏査結果に基づく開発計画案の再検討と比較案の策定および評価
- 4) 地質調査工事実施計画の立案
- 5) 航空写真測量による地形図の作成
- 6) 水文観測所の設置および継続観測

第2段階（16ヵ月）

- 1) 地質調査工事の実施  
（ボーリング、物理探査、試掘横抗、材料試験等）
- 2) 地形図の作成
- 3) 水文継続観測

第3段階（8ヵ月）

- 1) 新規作成の地形図、地質および水文観測資料を基にした計画案、比較案の修正、再検討
- 2) 最適開発案に対するフィージビリティ精度での設計、数量積算、施工計画および事業費の算定
- 3) 開発計画案に対する経済、財務、環境的観点からの評価

以上の業務のうち下記の項目については、フィリピン側が実施し、その成果を調査団が用いたものである。

- a) 地形図の作成
- b) 地質調査工事の実施
- c) 水文機器の設置および継続観測

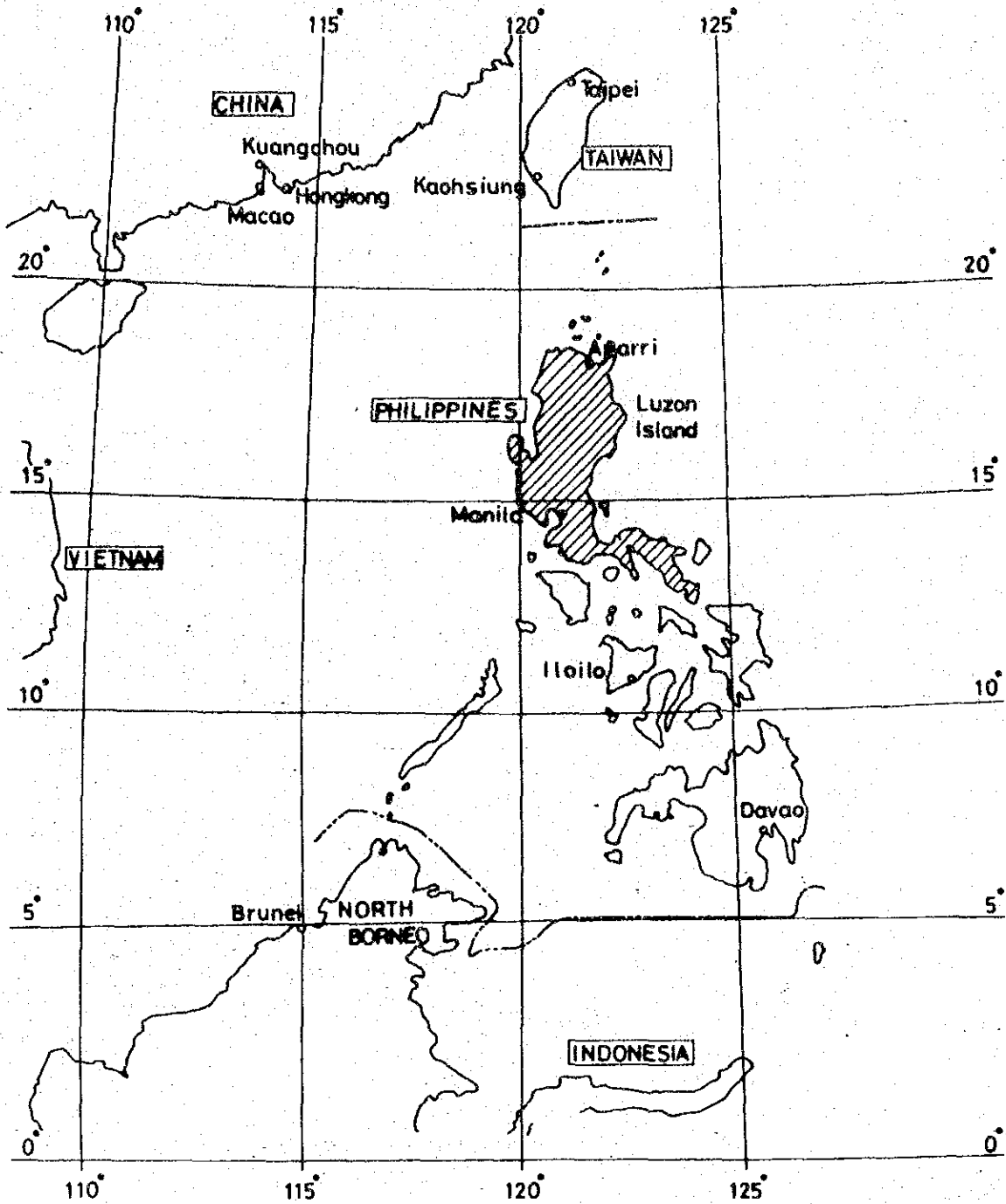
この業務の分担、すなわち調査団とフィリピン側との作成の分担については、第1回調査団派遣の際、詳細に打合せを行った。

表1-1-1にその内容と実績を示す。

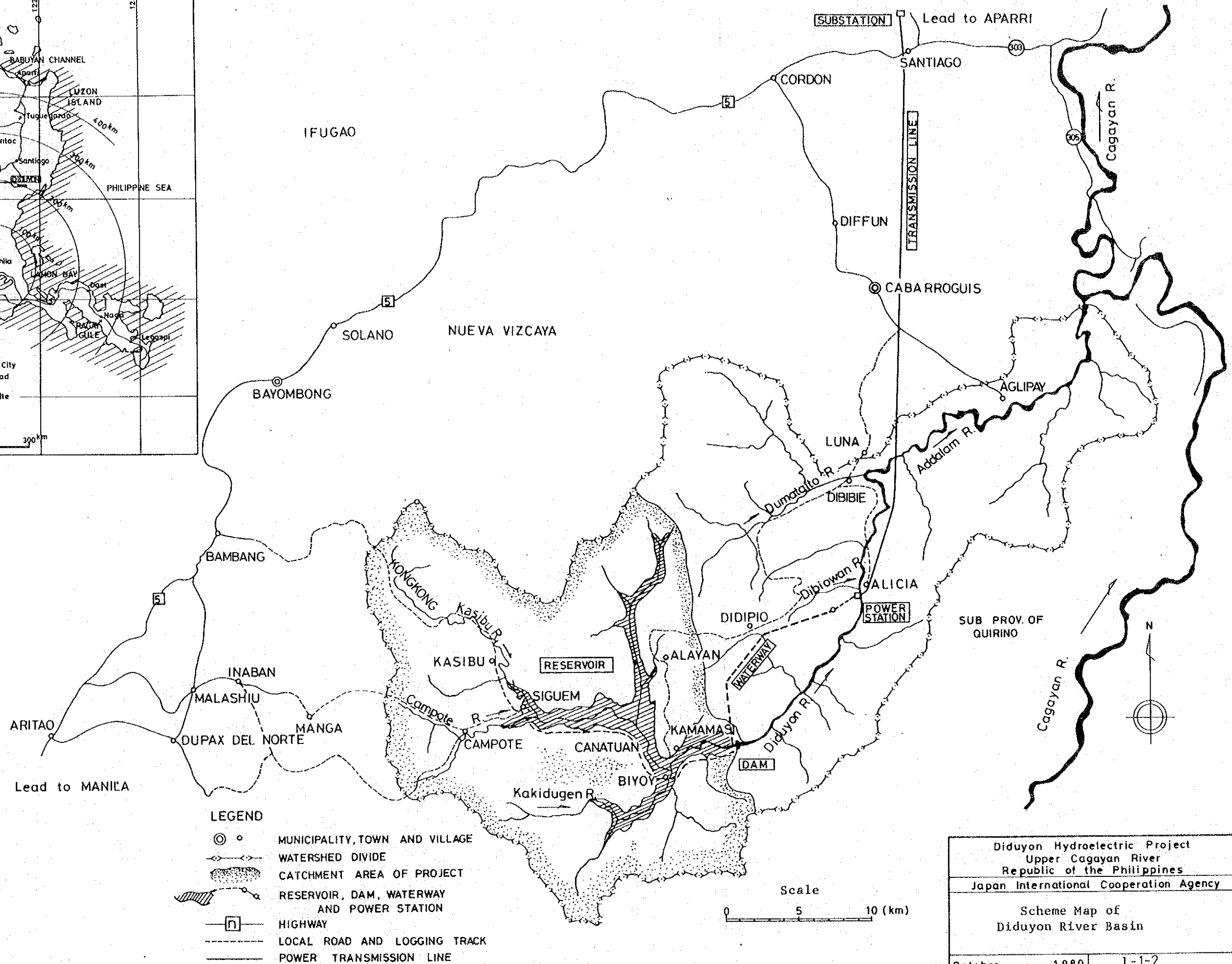
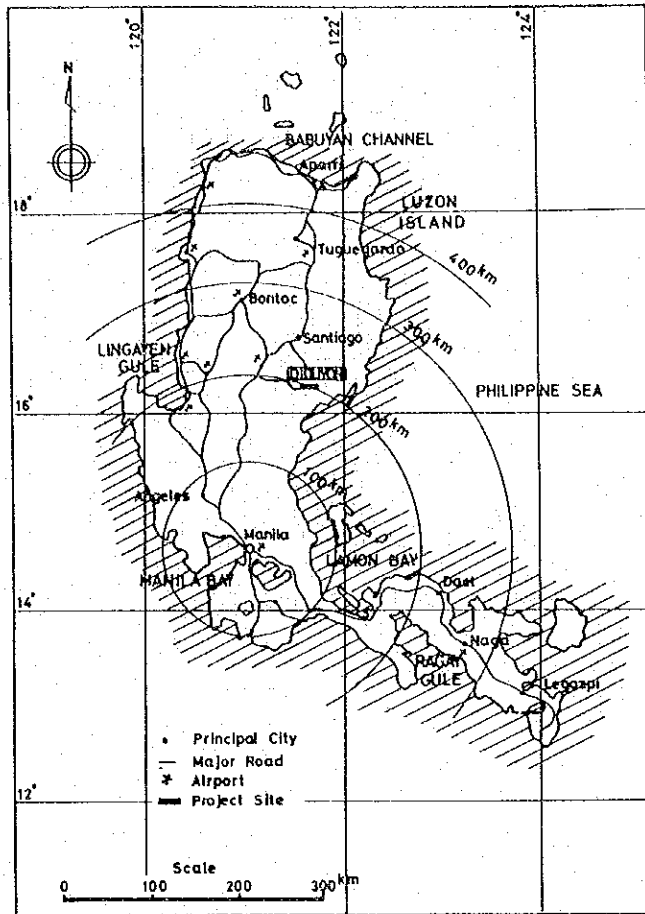
Table 1-1-1 Division of Responsibilities in the Study  
between JICA and NAPOCOR

Item of Works	Quantity		Remarks
	Target	Accomplished	
1. Field Reconnaissance	1	1	by JICA
2. Topographical Survey			
Aerial topo-maps			by NAPOCOR
(1/10,000)	300 km <sup>2</sup>	300 km <sup>2</sup>	
- " - (1/5,000)	5.9 km <sup>2</sup>	5.9 km <sup>2</sup>	- " -
Ground Survey (1/1,000)	5.9 km <sup>2</sup>	6.8 km <sup>2</sup>	- " -
Miscellaneous survey	1	1	- " -
3. Drilling			
No.3 Damsite	13 holes-880 m	14 holes-945 m	by NAPOCOR
No.2 Damsite	3 holes-140 m	3 holes-140 m	- " -
Headrace	4 holes-160 m	4 holes-160 m	- " -
Surge tank & penstock	4 holes-160 m	4 holes-162 m	- " -
Powerhouse (open type)	3 holes-120 m	3 holes-120 m	- " -
- " - (underground type)	1 hole-400 m	1 hole -400 m	- " -
Quarry	5 holes-250 m	5 holes-236 m	- " -
Total	33 holes-2,110 m	34 holes-2,163m	
4. Aditting, No.3 Damsite	6 adits-300 m	6 adits - 300 m	by NAPOCOR
5. Seismic Prospecting			
No.3 Damsite	4 lines-2.3 km	4 lines-2.1 km	by NAPOCOR
No.2 Damsite	1 line -1.0 km	1 line -1.0 km	- " -
Others	12 lines-6.7 km	12 lines-6.7 km	- " -
Total	17 lines- 10 km	17 lines-9.8 km	
6. Hydrological Observations	1	1	by NAPOCOR
7. Material test	1	1	by NAPOCOR & JICA
8. Sedimentation Test	1	1	by NAPOCOR
9. Geologic Map	1	1	by NAPOCOR & JICA
10. Preliminary Comparative Analysis of Plans	1	1	by JICA
11. Feasibility Design	1	1	by JICA
12. Reports			
Progress Report	1	1	by JICA
Interim Report	1	1	- " -
Draft Final Report	1	1	- " -
Final Report	1	1	- " -
Remarks:	← NAPOCOR - Philippine National Power Corporation		

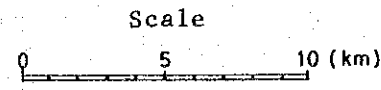
# Map of the Philippines



Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Map of the Philippines	
October	1980   Fig. 1-1-1



- LEGEND**
- ● MUNICIPALITY, TOWN AND VILLAGE
  - |—|—| WATERSHED DIVIDE
  - ▨ CATCHMENT AREA OF PROJECT
  - ▨ RESERVOIR, DAM, WATERWAY AND POWER STATION
  - ▭ HIGHWAY
  - - - LOCAL ROAD AND LOGGING TRACK
  - — — POWER TRANSMISSION LINE



Diduyon Hydroelectric Project  
 Upper Cagayan River  
 Republic of the Philippines  
 Japan International Cooperation Agency

Scheme Map of  
 Diduyon River Basin

October 1980 1-1-2

1-1-3 調査団の構成と日程

(1) 1978年7月の第1次調査団を初めとし、1980年10月の最終報告書提出に至るまで、次のとおり現地調査団員が派遣された。

区 分		氏 名	所 属 <sup>※</sup>	派 遣 期 間 (日数)			
名 称	専 門			I (IV)	II	III	小 計
団 長	土 木	池田 正時	NEWJEC	'78.7.6-8.9 (45)	'78.12.3-12.16 (14)	'79.1.16-2.15 (30)	回 日 3 (89)
副団長	土木計画	浜田 正	"	'79.8.11-9.13 (34) '80.10.20-10.27 (8)	'79.11.6-12.20 (45)	'80.6.8-7.5 (28)	4 (115)
団 員	業務調整	竹本 節生	JICA	'79.8.22-9.3 (13)			1 (13)
	"	未森 満	"	'78.7.6-7.21 (16)			1 (16)
	"	小橋 浩	"	'80.10.20-10.26 (7)			1 (7)
	水 文	千秋 賀弘	NEWJEC	'78.7.6-8.19 (45)			1 (45)
	土木計画	土居 元之	"	'78.7.6-8.19 (45)			1 (45)
	土木設計	高知 巧	"	'78.7.6-8.19 (45)	'80.6.17-7.5 (19)		2 (64)
	地 質	弓削田英男	"	'78.7.6-8.19 (45)	'79.1.16-2.14 (30)	'79.11.14-12.8 (15)	4 (125)
				'80.2.12-3.17 (35)			
	財務経済	珠玖 泰吉	"	'78.7.6-8.5 (30)	'80.6.8-6.15 (8)		2 (38)
	電 気	関村 芳郎	"	'78.7.6-8.5 (30)			1 (30)
	環 境	出口 直彦	"	'78.7.6-8.5 (30)			1 (30)
	農 業	山口善三郎	"	'78.7.6-8.5 (30)			1 (30)
	航 測 <sup>※※</sup>	芳野 康夫	"	'78.7.6-11.2 (120)			1 (120)
	試 錐 <sup>※※</sup>	柴田 正	"	'79.1.16-8.24 (222)			1 (222)
	材 料 <sup>※※</sup>	村上 哲	"	'79.1.16-3.26 (70)			1 (70)
物 探 <sup>※※</sup>	川里 真介	"	'79.1.16-6.20 (156)			1 (156)	
合 計						27 (1,215)	
摘 要	<p>※ 略号 JICA …… 国際協力事業団 鉱工業計画調査部 資源調査課 NEWJEC …… (株)新日本技術コンサルタント 海外事業本部</p> <p>※※ 業務区分のうち※※日は、日比間の取決めに従い、比例で実施した現地業務の管理に当たったことを示す。</p>						

(2) フィリピン側の対応者は次のとおり。

NPC KEY OFFICERS:

G. Y. ITCHON - President, NPC  
J. J. JOVELLANOS - Sr. Vice President, NPC  
S. J. De JESUS - Vice President, Engineering Services  
E. P. ABESAMIS - Manager, Project Development Dept.  
Z. F. BALTAZAR - Chief, Civil Planning Div.  
R. A. ALMERO - Chief, Geology & Geotechnics Div.  
Z. P. SANTOS, JR. - Chief, Geodesy & Cartography Div.  
B. E. ACUNA - Manager, Materials Investigation & Test Div.  
G. A. WI - Hydrology Specialist  
R. V. GEROSO - Chief, Luzon Engineering Laboratory

KEY PERSONNEL DIRECTLY INVOLVED IN THE PROJECT:

E. F. CRUZ, JR. - Planning Coordinator  
D. A. CORREA, JR. - Field Investigation Engr.  
G. F. BARRON - OIC, Geodesy & Cartography Unit, Diduyon  
B. A. CALONG - Principal Hydrologist  
G. V. VALDEZ - Sr. Civil Engr. III  
I. A. BLANCO, JR. - Sr. Civil Engr. II  
T. A. DECHAVEZ - Sr. Civil Engr. III  
O. MONLINONG, JR. - OIC, Geology Unit, Diduyon  
E. GALLETA - Geotechnical Engr.  
J. FERNANDEZ - Geologist  
M. GAPUZ, JR. - Geologist  
E. VARGAS - Geologist  
A. ALBASON, JR. - Mechanical Engr.  
W. SAN ROQUE - Material Test Engr. II

1-2 概要

1-2-1 計画概要

ディドヨン地点主要諸元表

区 分		請 元	摘 要
流 域 面 積		477 km <sup>2</sup>	カガヤン川支流ディドヨン川貯水池ダムサイト
流 量	年 平 均	30.8 m <sup>3</sup> /sec	16年間平均
	渴 水 量	10.7 m <sup>3</sup> /sec	"
	洪 水 量	61.4 m <sup>3</sup> /sec	既往最大
使用水量	最 大	85.2 m <sup>3</sup> /sec	ピーク時間：平均 - 8時間/日
	常 時	21.3 m <sup>3</sup> /sec	渴水年 - 6時間/日
	常時尖頭時	85.2 m <sup>3</sup> /sec	
貯 水 池	HWL	EL 64.8 m	
	LWL	EL 62.0 m	
	利 用 水 深	2.8 m	
	た ん 水 面 積	27.3 km <sup>2</sup>	
	総 貯 水 量	5.79 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
	有 効 貯 水 量	4.54 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
落 差	最 高 取 水 位	EL 64.8 m	
	放 水 位	EL 16.2 m	
	総 落 差	48.6 m	
	有 効 落 差	45.1 m	
出 力	定 格 出 力	300 MW	150 MW × 2台
	設 備 出 力	345 MW	172.5 MW × 2台
	常 時 尖 頭 出 力	308.5 MW	
	年 間 発 生 電 力 量	957 GWh	
	プ ラ ン ト ・ フ ェ ク タ	32 %	
ダ ム	形 式	コンクリート重力式	計画洪水量 8,900 m <sup>3</sup> /sec
	高 さ	111 m	基礎岩盤上
	堤 体 積	1.2 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
水 路	導 水 路	11.70 km	コンクリート巻立圧力水路 D=5.9 m
	水 圧 管 路	2.01 km	地表設置鉄管路 D=5.0~2.7 m
	放 水 路	0.20 km	コンクリート巻立自流水路 D=5.9 m
	計	13.91 km	
送 電 線	電 圧	230 kV	
	回 線 数	2	
	互 線 長	4.5 km	ディドヨン発電所 - サンチャゴ変電所
工 事 費	発 電 所	461 × 10 <sup>6</sup> US\$	
	送 電 線	10 × 10 <sup>6</sup> US\$	
	計	471 × 10 <sup>6</sup> US\$	
経 済 性	B/C	1.74	発電所 + 関連送変電設備
	B-C	29.3 × 10 <sup>6</sup> US\$	"
	I.R.R.	24.1%	"



1-2-2 計画内容

ディドヨン水力発電所の計画内容は、表1-2-1のとおり。

Table 1-2-1 Project Highlights

Item	Unit	Description
Catchment Area	km <sup>2</sup>	477
<u>Stream Flow</u>		
Annual average	m <sup>3</sup> /sec.	30.8
Drought discharge	"	10.7
Flood	"	614 Past maximum
<u>Plant Discharge</u>		
Maximum discharge	m <sup>3</sup> /sec.	85.2
Firm discharge	"	21.3 for 6 hours of daily peaking at least
Firm peak discharge	"	85.2
<u>Head</u>		
High water level	EL.	648
Low water level	"	620
Available drawdown	m	28
Tailrace water level	EL.	162
Gross head	m	486
Effective head	"	451
<u>Generating Plant</u>		
No. of units	-	2
Rated capacity	MW	308.5
Peaking capability	"	345
Annual energy generation	GWh	957
Plant factor	%	32
<u>Reservoir</u>		
Gross storage	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	579
Live storage	"	454
Surface area	km <sup>2</sup>	27.3

Item	Unit	Description
<u>Dam</u>		
Type	-	Concrete gravity
Height	m	111
Crest width	"	8
Crest length	"	375
Dam slope on the upstream side	-	1 : 0.1
Dam slope on the downstream side	-	1 : 0.8
Dam volume	$10^6 m^3$	1.2
<u>Spillway</u>		
Type	-	Chute type and tunnel spillway
Design flood discharge	$m^3/sec.$	8,900
<u>Intake</u>		
Type	-	Side intake, inclined type
Gate	-	Steel roller gate, 1 set
<u>Pressure Tunnel</u>		
Type	-	Circular, pressure tunnel
Number of lines	-	1
Internal diameter	m	5.9
Length	"	11,700
<u>Surge Tank</u>		
Type	-	Chamber type
Number	-	1
Internal diameter (main shaft)	m	8
Height (Main shaft)	"	77
<u>Penstock</u>		
Type	-	Open laid type
Number of lines	-	1, bifurcating downwards
Pipe length	m	2,013
Internal diameter	"	5.0 to 2.7
<u>Powerhouse</u>		
Type	-	Open type
Dimensions	m	29.6 x 60 x 37

Item	Unit	Description
<u>Tailrace</u>		
Type	-	Free-flow tunnel, D=5.9 m
Length	m	203
<u>Switchyard</u>		
Type	-	Outdoor type, simple ring bus
Area	m	84 x 62
<u>Main Electrical Equipments</u>		
1) Hydraulic turbine		
Type	-	Vertical shaft Francis turbine
Maximum output	MW	352 (176 x 2)
Revolution	r.p.m.	360
Number of units	-	2
2) Generator		
Type	-	3-phase AC generator
Output	MVA	383.4 (191.7 x 2)
Voltage	kV	13.8
Power factor	-	0.9
Frequency	Hz	60
Revolution	r.p.m.	360
Number of units	-	2
3) Main transformer		
Type	-	Outdoor, 3-phase, forced-oil and forced-air cooled type
Capacity	MVA	383.4 (191.7 x 2)
Voltage	kV	Primary : 13.2 Secondary: 230
Frequency	Hz	60
Number of units	-	2
<u>Transmission Line</u>		
Size of conductor	-	ACSR 795 MCM
Line voltage	kV	230
Number of circuits	-	2
Route length from Diduyon to Santiago	km	45

Item	Unit	Description
<u>Construction Schedule</u>		
Powerstation	years	5
Transmission line	"	2.5
Expected commission	-	1989
<u>Construction Cost (including interest during construction)</u>		
Powerstation	10 <sup>6</sup> US\$	461
Transmission line	"	10
Total	"	471
<u>Economics (including transmission line)</u>		
Benefit (B - C)	10 <sup>6</sup> US\$	29.3
Benefit-cost ratio (B/C)	-	1.74
Internal economic rate of return (I.R.R.)	%	24.1

### 1-3 結論と勧告

#### 1-3-1 結論

- 1) デイドヨン川流域内の豊富な降水量と同川のすぐれた地形・地質上の特性により、この川に大容量貯水池を持ったダム水路式の水力発電所の開発が可能である。
- 2) デイドヨン川で開発可能な発電力量は、満水位HWL 648mから放水位TWL 162mの間で約10億kWh近いものと推定される。デイドヨン川には3つの比較ダムサイトがあり、開発は1段もしくは2段式のものが計画可能である。
- 3) 前項の各種比較計画案を検討した結果、 $\#3$ ダムサイトにコンクリート重力式ダムを築造し、水路経過地は、左岸側にとり地上式発電所で発電する1段開発方式で、発生した電力は亘長45kmの送電線でサンチャゴ市へ結ぶ案が最経済的なものとして推奨される。上記の最適規模によるデイドヨン計画は、次の理由により早急に開発されるべきである。
  - a) デイドヨン発電所の最大出力は34.5万kW(17.25万kW $\times$ 2)で、年間発生電力量は9.6億kWhに達する。ルソン島電力系統において1985~1990年間に必要な電力は、フィリピン電力公社作成にかかる最新の需給計画によると約150万kWに及ぶ。デイドヨン計画はこの開発計画の中で適切な開発地点である。
  - b) 本計画によってデイドヨン川の流況が調整される結果、当地域に対して次のような潜在効果が期待される。
    - i) デイドヨン川下流域において将来大きな農業メリット(既開田、新規開田を含め約3,000ha)を持つ。
    - ii) 貯水池の洪水調節効果による下流域の被害軽減。
    - iii) 当地域内の交通が便利となり、ルソン北部の鉱業開発に資する。
    - iv) 将来デイドヨン貯水池周辺における観光施設を見込み得る。
  - c) 1980年初めに算定した所要工事は、関連送電線を含んで4.7億ドル(うち外貨2.2億ドル、内貨2.5億ドル)である。下記に示すようにこの計画の経済性はきわめて高く、経済的にもすぐれた計画である。

区 分	B/C (便益費用比率)	B - C (超過便益)	I. R. R (内部収益率)
発電所	1.79	0.30億ドル	25.3%
発電所+関連送変電設備	1.74	0.29億ドル	24.1%

### 1-3-2 勸告

- 1) デイドヨン発電所の1989年運転開始を確保するために、本計画に関連した次のような手続きを早急を実施する必要がある。
  - a) 地質調査および地形測量を含む地点の現地調査の実施
  - b) デイドヨン地点への輸送・近接道路の測量・設計および道路工事請負付託書類の作成
  - c) デイドヨン計画本工事の諸準備
    - i) 請負工事付託に必要な実施設計計算
    - ii) 工事実施予算の積算、建設工事計画工程の作成
    - iii) 請負付託書類の作成
- 2) 本工事を成功させるためには、先ず第一に現場への近接道路の改良・移設を推進すべきである。この意味で上述した道路工事の測量・設計工事と請負付託手続きを適切に取り進めるべきである。道路工事を開始するために適切な方策を講ずることは、デイドヨン計画の実現を明るくする道である。
- 3) さらに、本計画に関連した移住補償対策には万全を期すべきである。デイドヨン貯水池築造によって水没する住民の移住計画を立てるにあたっては、住民と関係当局間のパブリック・リレーションについて十分な配慮を必要とする。複数の少数部族が住むという当地域の特性を忘れるべきではない。この問題解決は、力や強制によっては得られず、長い時間をかけて誠実かつ根気よい情報説明および相互理解と共感によってのみ得られるであろう。

### 1-4 建設費と実行計画

#### 1-4-1 建設費

本地点の主要工作物、機器、仮設備、道路、送変電設備、移住補償、建築物および予備費を見込んだ建設費は、1980年初頭の見積りで393×100万米ドル（うち外貨分182×100万米ドル、内貨分211×100万米ドル）である。なお、この中には建設工事中利息は含まない。建設費の概要を表1-4-1に示す。

#### 1-4-2 実行計画

本計画の実現には、フィージビリティ・スタディ開始から営業運転まで11年かかる。電力系統内における本地点の所要時期を考えると、本地点の建設工事は1984年初頭に開始の必要がある。

着工前の諸手続きを含む全体工程を図1-4-1に示す。1989年12月運開に至る間の主要な手続きと工事の時期は次のとおり。

詳細設計と発注文書の完成	1983年 6月
工事用道路工事請負付託	1984年 1月
本工事請負付託	1984年10月
現場工事開始 工事用道路	1984年 1月
本 工 事	1985年 4月

## 1-5 経済評価

### 1-5-1 経済比較の結論

本計画は、次の理由により経済的に十分実施可能である。

- 1) 発電便益だけについての便益経費率(B/C)は1.74と高い。
- 2) 発電便益だけについての内部収益率(I. R. R.)は24.1%で、普通に機会費用と考えられている率よりかなり有利である。

### 1-5-2 その他の潜在メリット

前記の発電経済性以外に、本計画には経済計算に含まれない次のような多くの潜在メリットがある。

- 1) ディドヨン地点の発生可能電力量は、年間10億kWhである。もしこれを他の火力発電所で発電するものとすれば、年間消費燃料164万バレルの石油が必要で、これを現行石油価格1バレル当り28米ドルで換算すると4,600万米ドルに相当する。本水力地点の開発がエネルギー源として石油に依存する割合を減少し、外国石油輸入に必要な国家支出を削減するのに大きな力となることは疑いを容れない。
- 2) 本計画の実施可能なことによりフィリピン電力公社の電力開発計画遂行に大きな力をもたらす。すなわち、同公社が現在工事中のプロジェクトには現地住民の反対によってペンディングになっているものが相当ある。この開発計画実施の遅れは直ちにルソン電力系統内電力需給の著しい悪化をもたらす。同公社による代りの水火力地点も明らかでないが、本調査によって実現性が保証されたディドヨン計画は、他の地点の代りとしてここ数年間のうちに早急開発を必要とする。
- 3) 本計画開発に伴って多くの関連施設、すなわち道路、公共施設や店舗、動力、通信施設

などが建設される。これら相当巨額の関連施設は当該開発地域の発展に大きな刺激を与えることになる。

- 4) デイドヨン地域は北ルソン中央部に所在し、海拔約700mのデイドヨン貯水池付近はフィリピンで珍しいマイルドで涼しい気候である。このすぐれた気候は、計画実現に伴って出現する大人造湖や周辺道路とあいまって、将来観光客の誘致にひと役買うことになろう。
- 5) デイドヨン川水力開発による河流調整は、本計画の経済評価に算入されていないかんがい・治水の副次効果をもつ。本計画が将来、本流域住民の生活向上に貢献することは明らかである。
- 6) デイドヨン川計画は、同地域開発を通じて北部ルソンの経済活動に多大の引き金効果を持つ。
- 7) デイドヨン地点で発生された電力は、ルソン電力系統全体の効率と経済性改善に資するところが大きい。デイドヨン地点関連送電線の建設は短距離ですみ、かつ容易である。



Table 1-4-1

Estimated Construction Cost  
(Excluding Interest during Construction)

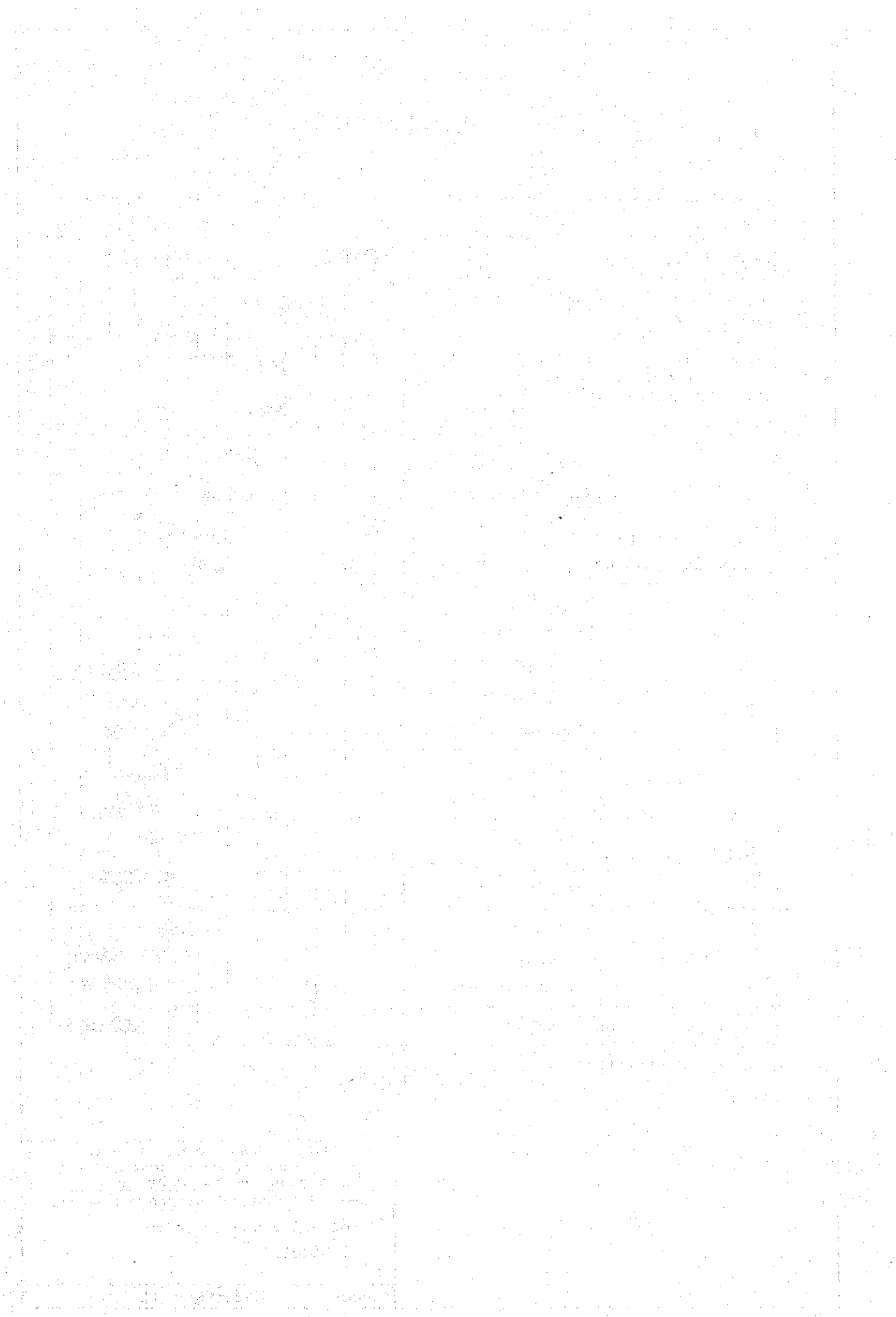
(US\$10<sup>6</sup> equivalent)

Item	Offshore Cost	Local Cost	Total
1. Preliminary Work	20.3	33.0	53.3
1.1. Road construction and improvement	13.8	23.2	37.0
1.2. Temporary facilities	6.5	9.8	16.3
2. Civil Engineering Work	111.8	113.8	225.6
2.1. Dam	60.8	53.9	114.7
2.2. Waterway	47.6	55.8	103.4
2.3. Powerhouse	3.4	4.1	7.5
3. Electrical and Mechanical Works	21.9	5.4	27.3
Sub-total (1 - 3)	154.0	152.2	306.2
4. Land Acquisition and Compensations	0	13.2	13.2
5. Contingencies during Construction	14.2	14.2	28.4
6. Cost for Engineering Work	8.5	15.8	24.3
7. NPC Administration	0	12.2	12.2
Sub-total (1 - 7)	176.7	207.6	384.3
8. Transmission/Substations	4.3	2.9	7.2
9. Contingencies during Construction	0.5	0.2	0.7
10. Cost for Engineering Work	0.4	0	0.4
11. NPC Administration	0	0.3	0.3
Sub-total (8 - 11)	5.2	3.4	8.6
Total (1 - 11)	181.9	211.0	392.9

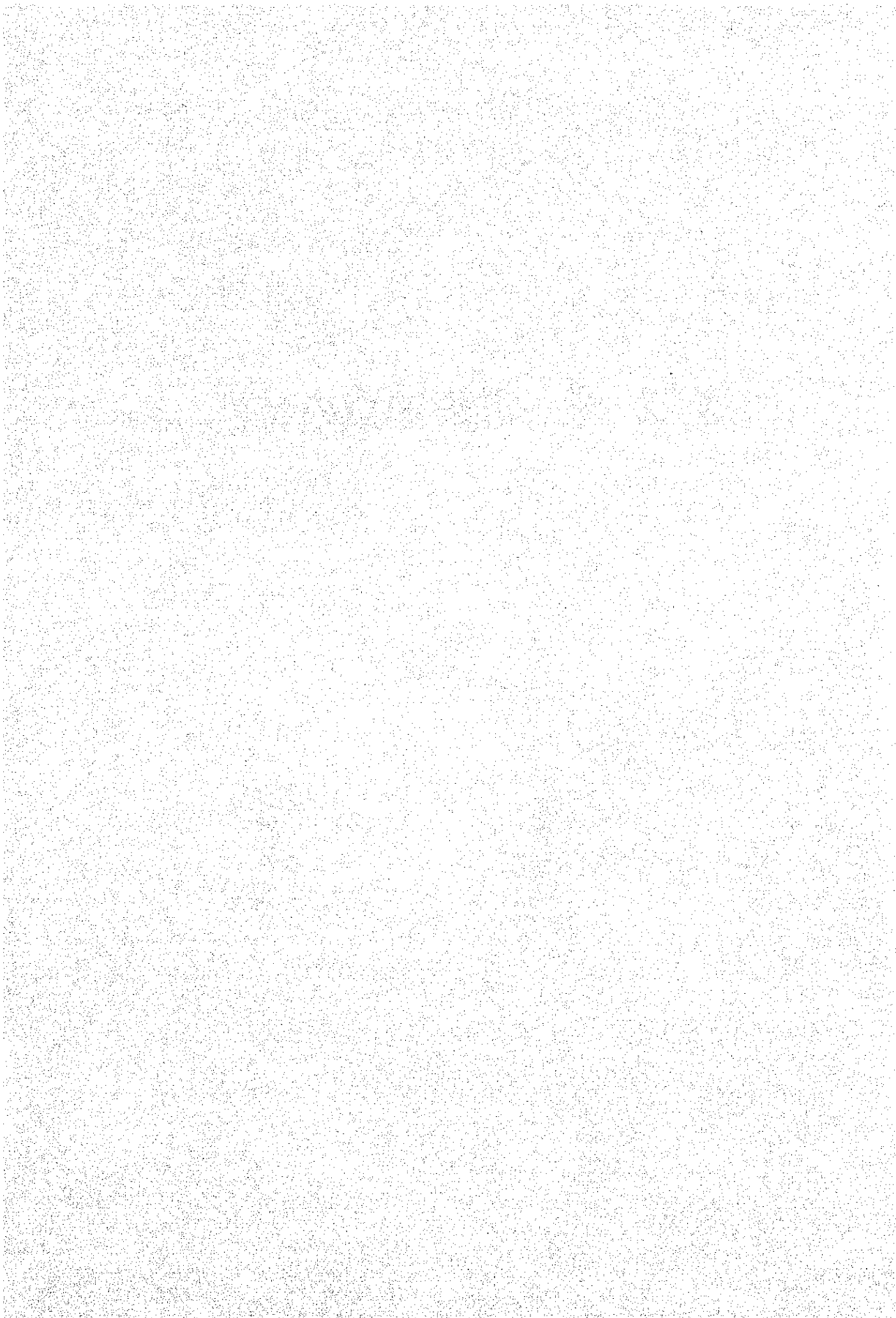
Tentative Construction Schedule

Item	Year	19	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
		Feasibility study			■	■								
Definite design of the Project and access roads						■	■							
Preparation for tender documents and contract	Access roads and temporary facilities					■	■							
	Main structures						■	■						
Tendering	Access roads and temporary facilities							■	■					
	Main structures								■	■				
Construction of access roads									■	■				
Preparatory works									■	■				
Construction of Main Structures	Dam	Diversion tunnel								■	■			
		Excavation									■	■		
		Concreting										■	■	■
	Tunnel	Excavation									■	■	■	
		Concrete lining										■	■	■
	Surge tank	Excavation									■	■	■	
		Concrete lining										■	■	■
	Penstock	Excavation									■	■		
		Concreting and pipe installation										■	■	■
	Powerhouse	Excavation									■	■		
Concreting											■	■	■	
Main equipments												■	■	
Transmission and Substation												■	■	
Commercial Operation														

Diduyon Hydroelectric Project  
 Upper Cagayan River  
 Republic of the Philippines  
 Japan International Cooperation Agency  
 Tentative Construction  
 Schedule  
 October 1980 Fig. 1-4-1



## 第 2 章 計画地点の特性



## 第 2 章 計画地点の特性

### 2-1 計画地点の位置と地形

#### 2-1-1 計画地点の位置

プロジェクト地点は、北緯  $16^{\circ}15'$  東経  $121^{\circ}27'$ 、フィリピン共和国のルソン島北部に位置しており、マニラ市の北東約  $200\text{ km}$  バギオ市の東約  $100\text{ km}$  となる。

この地点は、ディドヨン川の流域にあり、ディドヨン川はカガヤン川水系アダラム川の支川である。

カガヤン川は、ルソン島最大の河川で、総流域面積  $28,110\text{ km}^2$ 、流路延長  $380\text{ km}$  である。ルソン島北東部一帯を流域とし、カラバルロ山脈（標高  $1,500\text{ m}$ ）から北にはほぼ一直線に、バブヤン海峽のアバリ港に流入するまで、相等数の支派川を持っている（図 2-1-1）。

#### 2-1-2 計画地点の地形

ディドヨン川はカガヤン川水系アダラム川に属する。アダラム川は、マンパラン山地におけるパラリ山脈の高峯パラリ山（標高  $1,500\text{ m}$ ）にその源を発し、コンコン溪谷を経てカシブ川となり、東南に流れること  $40\text{ km}$ 、河床標高  $650\text{ m}$  でカンボテ川を包含、この後ディドヨン川と名称を変える。ディドヨン川は初めゆるやかに流れるが、カママシを過ぎると河川勾配  $1:34$  の急流河川となり、東北に流路を変えてマンパラン山地を一気に流れ、河床標高  $150\text{ m}$  でディピオワン川を包含する。

これより名称をアダラム川と変え、流れは再びゆるやかになり、デディピオ川、ドマタルト川を合流、河床標高  $70\text{ m}$  でカガヤン川本流に合流する。

アダラム川は、流路延長  $106\text{ km}$ 、標高差  $1,200\text{ m}$ 、総流域面積  $1,030\text{ km}^2$ 、技術包蔵水力  $423\text{ MW}$  ( $1,156\text{ GWh}$ ) を有する河川である。

ディドヨン川上流域は、カラバルロ山地、マンパラン山地、パラリ山に囲まれた高原盆地で、ここからディドヨン川は  $1:34$  の急勾配で流れおちている。

ディドヨン水力発電プロジェクトは、カシブ平野の貯水池とディドヨン川の急流部を導水する水路を有する発電所とから成る。

総流域面積  $477\text{ km}^2$  の貯水池は、標高  $600\sim 700\text{ m}$  のカシブ平野に設けられる。この地域の人口は疎で、住民は主に小規模の農業で生活しているが、採伐はこの地域の顕著なもうひとつの産業である。

ディドヨンダムの流域は、マンパラン山地の西部を占める地域で、周囲を1,000m以上の山地に囲まれた盆地である。盆地の大部分は、なだらかな斜面からなる比較的起伏の少ない山地で、ダムサイト付近では山地の標高はおおむね800m前後である。ディドヨン川や主要な支川に沿ってかなり広い平野があり、河川はこの平地を蛇行しながら緩やかに流れる。また河川に沿って1段またはそれ以上の段丘が見られることがある。

ダムサイトから下流20数kmの兩岸は、標高1,000m以上の急峻な山地となり、ディドヨン川は深い溪谷をなし、河床勾配も極めて急になる。支流の谷は懸谷となって合流する。デディピオ川は、その最も良い例である。

流域の西端は、断層崖と思われる直線状の急斜面をなしてマガット川の谷へ落ち込んでいる。このアダラム川の特徴は、河川縦断(図2-1-2)によっても判るとおり、河川勾配が明確に3つの区域に判別出来ることで、河床標高600mより上流区域(勾配1/370)と標高200mより下流区域(勾配1/530)、その中間の最も勾配の急な区域(勾配1/30)とである。

この特色は、水力発電を計画する観点から見ると次のことを意味する。

河床標高600m付近を境として、上流にゆるく、下流に急な河川勾配は、この地点にダムを築造することにより、上流に効率の良い貯水池が得られ、下流においては、短い水路によって高い落差が得られることとなる。河床標高200m付近より下流においてゆるい勾配になることは、発電利用の限度を意味し、ここに発電所を設置することとなる。

これらは、ディドヨン川が水力発電計画に好適の地形を有していることを意味する。

#### (1) 計画ダム地点

ディドヨン川の上流域は、前述のとおり、本流カシブ川と支流カンポテ川、マラビン川、カキドゲン川がそれぞれ四方に拡がり、周囲を1,000m級の山々に囲まれた高原盆地を形成し、河川勾配はゆるく、大きな貯水池を設けるに適した地形である。

この高原盆地の下流端付近にダムを築堤するのが最も理想的な計画となるが、この付近すなわちカキドゲン川の合流点より下流2kmの区間、河床標高600m前後の地形には、次の様な特色が見られる。

- 1) 河川が蛇行していて直線部が少ない。
- 2) 兩岸から入り込んだ谷が交互に合流する。
- 3) 川沿いの山は谷に分断され、殆んどが尾根状となって川に張り出している。
- 4) 尾根を形成している頂部標高は殆んど700m前後となり、鞍部を有しているものが多い。

以上の様な地形のため、ダムサイトは尾根と尾根とを結ぶ様な形となり、少なくとも片側

は鞍部を有し、問題として残るが、次の理由でこの区域を選ばざるを得ない。

I) これより上流域は、河床幅も広く、谷幅もいきおい広くなり、さらに兩岸の山腹も傾斜がゆるくなる。

II) これより下流域は、河川勾配が急となり、河床標高が低下する。

#### (2) №2 ダムサイト

№2 ダムサイトは、カキドゲン川合流点より下流3 kmに位置する。このサイトの詳細な地形は、ダムサイト直上流左岸より小溪流が合流する。この溪流とダム下流500 mで左に曲流し、ディドヨン川との間に左岸の尾根が張り出し、ダムの左岸側アバットとなる。この尾根の頂部は今回の現地調査における実測で河床との比高差は80 mとなり、1/50,000地形図より少なくとも20 mは低い事がわかった。

右岸については、標高700 m付近で幅90~100 m程度の割合に厚い尾根となって張出している。

兩岸ともに河川に対する尾根の勾配は、かなりゆるやかで、左岸20°程度、右岸13°程度となっており、標高670 mで谷幅は450 m程度となっている。

河川縦断勾配は、このダム地点を境として上流は1/370、下流は№3 ダム地点との区間において1/130となっている。

#### (3) №3 ダムサイト

№3 ダムサイトは、№2 ダムサイトより下流3.8 kmの位置にあり、河床標高は約30 m低下する。この地点の地形は、河床幅約60 m、兩岸共に露頭岩がそびえ立つ地形で、ダム付近の河川の横断形状は、谷幅もかなり狭く、山腹は急な勾配を有し、左岸側で45°、右岸側で30°強で、標高650 mにおける谷幅は300 m程度である。

左岸の山頂は標高1,080 mで、この間全山岩におおわれ急峻であるが、右岸の尾根の突端には標高710 m程度の頂部が見られるが、この尾根には鞍部があり、標高690 m程度となり、厚さは標高650 mで130 m程度である。

河川縦断勾配は、このダム地点より上流№2 地点までは1/130であるが、下流は極端に異なり、1/30となっている。したがって、河床標高は№2 ダムサイトに較べ幾分低下するが、谷幅は狭く、格好のダムサイトとしての形状を有し、№2 地点と対照的な地点である。

#### (4) 水路および発電所地点

ディドヨン川は、№3 ダム地点を過ぎると、これまで東流していた河川は東北に向きを変え、勾配1/34の急流となって標高160 mの発電所地点迄流下する。



右岸は、河道から約5 kmで分水界に達する幅のせまい流域で、山腹勾配は1/2~1/3程度とやや急で、小溪谷により分断されている。

左岸はマンパラン山地の東端になり、標高1,000m級の山がディドヨン川にせまっているが、デディピオ川が深く入り込み、地形を複雑にしている。

この間、河道は狭く、本川に合流する兩岸の各小溪谷は懸谷の様相を呈している。

デディピオ川との合流点を経て3 km程度で谷の形状はやや開け、河床標高200m付近から兩岸の山腹も1/5程度と幾分ゆるやかな傾斜となり、河川勾配も1/120とゆるく、ディドヨン川は弓なりに向きを北に変え、河道の兩岸には平坦部も見られるようになる。

左岸側における800mの等高線はNo3ダム地点より下流13.5 km(デビオワン川との合流点)、河床標高160m地点の左岸で河道から2 km位の距離まで尾根として迫っているが、これより下流に行くに従い尾根は後退し、河道近くの山頂標高は500m前後の低いものとなる。

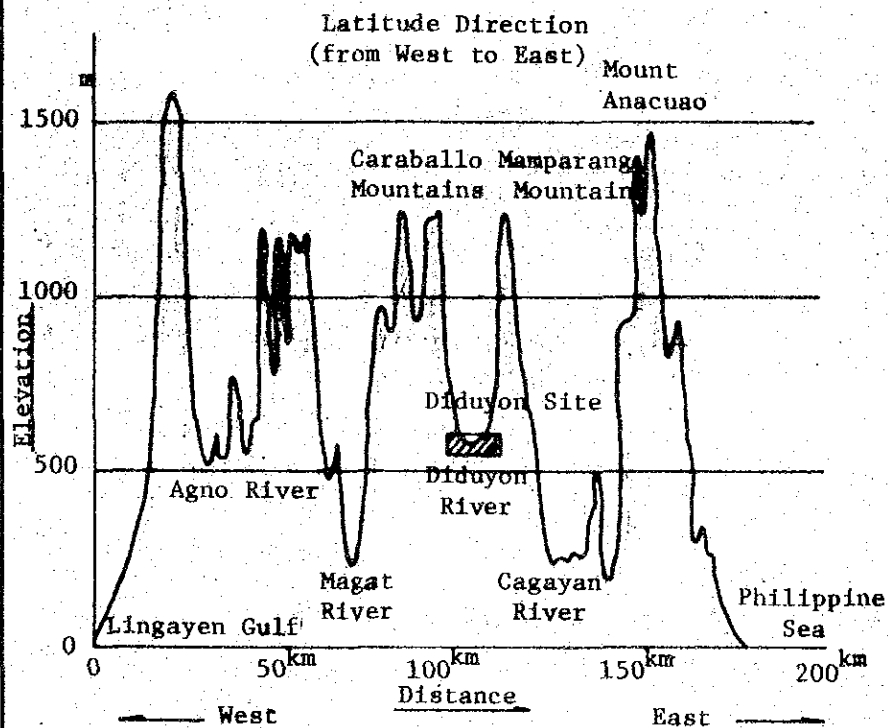
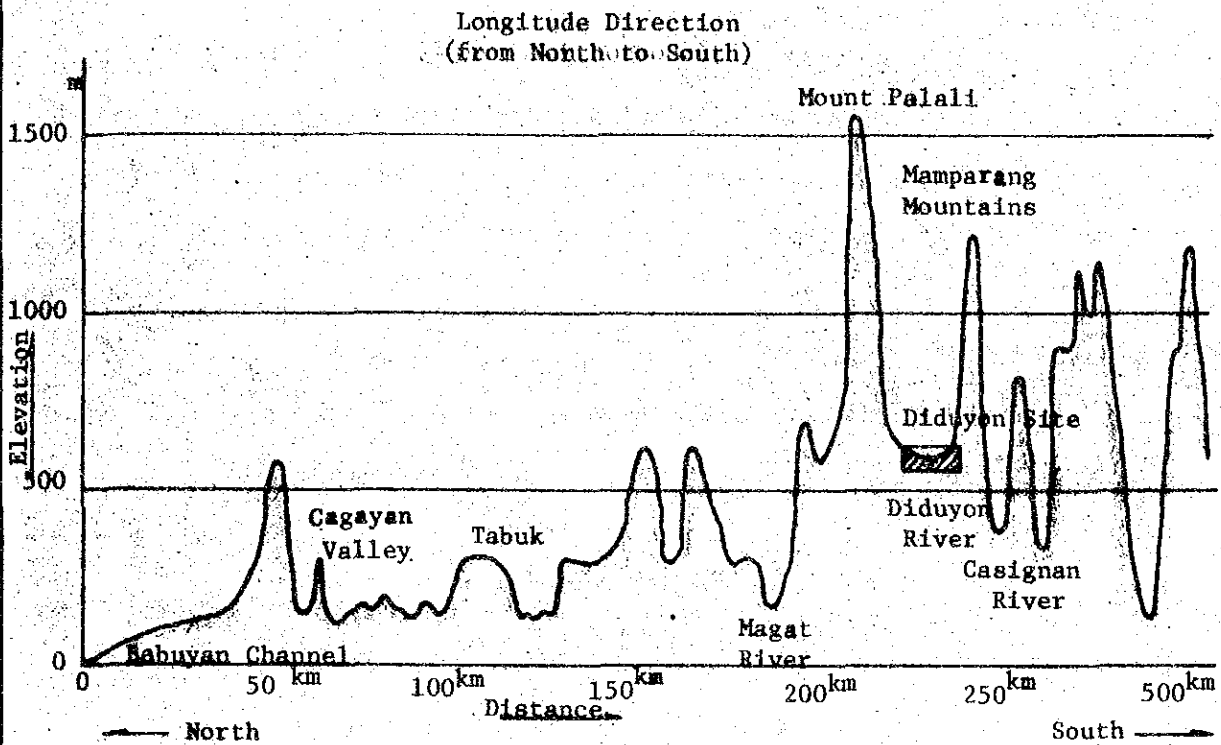
デビオワン川との合流点直上左岸側には、川沿いに長さ1,000m、幅100 m程度の比較的開けた河岸段丘があって、発電所・開閉所の建設に要する十分な敷地が見られる。

ダム地点からここまでの間は、兩岸の山腹斜面が直接河川に接していて、発電所のための適切な地点は発見し難い。

水路経過地としての地形は、右岸は前述した様に山腹の傾斜も急で、小溪谷にきざまれ凹凸もはげしく、ディドヨン川の湾曲した外側を通過することから、左岸と比較したとき、右岸を選ぶ事は経済的でない。

左岸側においては、デディピオ川が深く入り込み枝状となって拡がっているため、この支川を迂回し、トンネル横坑を適切な位置に選定することが出来、これによって区分された最も長いトンネルの長さも4 km程度以下にすることができる。

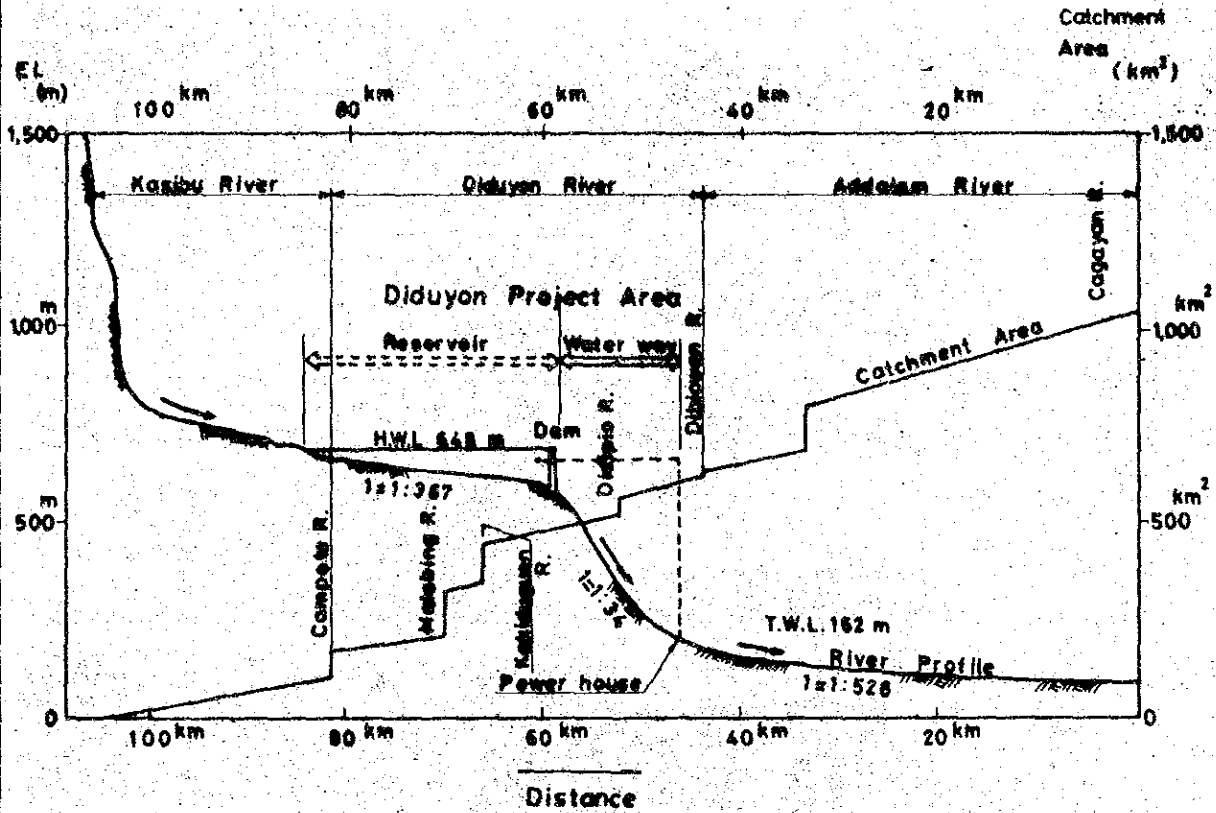
# Topographical Section thru Diduyon Project Site



Kamamasi } located: 121°27'E  
Dam site } 16°15'N

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Topographical Section thru Diduyon Project Site	
October	1980 Fig. 2-1-1

# River Profile of Diduyon River



Diduyon Hydroelectric Project  
Upper Cagayan River  
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

River Profile of Diduyon River

October 1980 Fig. 2-1-2

## 2-2 現地測量調査

### 2-2-1 概要

開発計画の検討において適正な規模による開発様式の優劣を評価し、各構造物の規模およびほぼ確実な位置を選定するために、所要の地形図の作成および関連縦横断測量を行った。地形図は調査開始時に1/50,000の一般図と、精度にやや問題のある1/5,000航測図があったのみである。

特にダムサイトの地形図は、 $\#2$ と $\#3$ の両ダムサイトの比高差、断面形状による数量の差等、比較の評価に及ぼす影響が大きいため、両サイトの実測を実施した。

### 2-2-2 実施計画

#### (1) 地形図の作成

基礎資料としての地形図は、1/50,000縮尺の地形図であり、早急に縮尺の大きい地形図を必要とした。

フィージビリティ設計に必要な地形図は以下のとおり。

#### 1) 主要構造物付近地形図作成(航測)

現地における調査初期に、調査工事の位置、数量等の作業に必要な最小限の地形図として、既存の縮尺1/15,000の航空写真と現地における基準点測量とにより概略図化して概略地形図を作成。

- i) 縮 尺      1/5,000
- ii) 面 積      5.92 km<sup>2</sup>  
内 訳      ダムサイト(2カ所)  
                 トンネルルート  
                 鉄管路・発電所
- iii) 位 置      (図2-2-1)

#### 2) 計画全域の地形図作成(航測)

ディドヨン水力開発計画における発電計画、施工計画、基本設計、貯水池の状況、道路計画、移住計画等、フィージビリティ・スタディの重要な基礎資料として、計画全域の縮尺1/10,000地形図を航空写真撮影あるいは既存縮尺1/15,000の航空写真を用い、現地基準点測量の実施により図化作成した。

- i) 縮 尺      1/10,000

- ii) 撮影面積      300 km<sup>2</sup>
- iii) 図化面積      300 km<sup>2</sup>
- iv) 範 囲      (図 2-2-1)

### 3) 主要構造物付近の地形図作成(地上測量)

ディドヨン水力開発計画の主要構造物の計画、検討、基本設計、仮設計画、施工計画、附帯工事計画等を実施するために必要な縮尺 1/1,000 地形図を作成。当初計画では航測撮影図化による計画であったが、天候に支配される撮影の遅れにより工程が不確定のため、地上測量により実施した。

- i) 縮 尺      1/1,000
- ii) 面 積      5.92 km<sup>2</sup>
- iii) 範 囲      (図 2-2-1)

### (2) 縦横断測量

この測量は、前項の地形図作成のために必要な現地の測量とは別に、次のような内容の縦横断測量を実施し、成果品を作成した。

#### 1) 貯水池内における河川横断測量

計画全域の航測図(縮尺 1/10,000)によって貯水池の面積や貯水量を算出するにあたって、精度を高める目的で貯水池内 5カ所について河川横断測量を実施。

- i) 位 置      (図 2-2-1)
- ii) 数 量      5 測線, 総延長 8 km

#### 2) ダムサイトにおける横断測量

ダム断面等、正確を必要とする断面について測量を実施する。

- i) 位 置      (図 2-2-1)
- ii) 数 量      6 測線, 総延長 4 km

#### 3) ダム付近河川縦横断測量

ダムの上下流における流量と水位の関係を算出するために、付近の河川縦横断測量を実施。

- i) 位 置      (図 2-2-1)
- ii) 数 量      縦断: 1 測線, 延長 3 km  
横断: 29 測線, 延長 6 km

#### 4) 発電所(放水口)付近河川縦横断測量

発電所あるいは放水口の上下流における流量と河川水位の関係を算出する目的で、河川縦横断測量を実施。

- i) 位置 (図 2-2-1)
- ii) 数量 縦断: 1 測線, 延長 3 km  
横断: 29 測線, 延長 6 km

(3) その他の測量

以下ここに挙げる測量は、今回の調査工事を実施するに当たり、それぞれの工事の施工位置を正確に割り出すための測量である。

- 1) ボーリング位置測量
- 2) 試掘横坑坑口位置測量
- 3) 物理探査測線測量
- 4) 試験材料採取位置測量

2-2-3 検討方法および結果

以下に記述するのは、測量作業を実施したフィリピン電力公社測量部による作業実施要領である。

(1) 概要

1) 計画名および所在地

ディドヨン川水力発電計画(ディドヨン川流域)  
フィリピン共和国ルソン島ヌエバ・ビスカヤ県カシブ

2) 目的

測量の目的は、地上測量と写真測量により、ディドヨン川開発計画におけるフィージビリティ・スタディ地質調査および予備設計のための現地実測データを得るためのものである。

(2) 着手作業の各段階

1) 地上地形図作成

a) 踏査

先ず事前踏査班を編成し、周辺地域の地形、道路の輸送状況、季候状況、植生、開かつ地の状況などを踏査した。

踏査班は、作業・居住効果を最良のものとするため、測量事務所および測量員宿舍設

置の最適地としてカシブ部落を選定し、このほか現地キャンプをダムサイト版2、版3  
および発電所地点に設営した。

b) 地形測量

ダムサイト、発電所本館、水圧鉄管路、水槽の平面位置と標高を確定し、地形図作成  
に必要な資料を得るため、平面位置および高さの基準点を設けた。

(i) 設置した標定点の等級と精度

(a) 三角点

測量の方法： 三角測量（一次）

精 度： 3等

観測点間の距離： 必要に応じて適宜

基線測量： 実測誤差は  $1/75,000$  以下

推差は  $1/250,000$  以下

角度の閉合差： 10秒（最大）

距離の閉合差：  $1/5,000m$

測角法： 反復法

使用器械： 1秒直続式セオドライト

三角測量の精度は、国土局（Bureau of Lands）が現在規定しているものとはほぼ同  
じである。直角座標の基準線の座標原点は、天体観測法による基準線測量により決定し  
た。

(b) 水準点

測量の方法： 直接水準測量（ループ閉合方式）

精 度： 3等

標尺と器械据付  
点間の最大距離： 50m

往復の出合差ま  
たはループ閉合  
の許容誤差：  $12mm\sqrt{K}$ , K: 距離 (km)

使用器械： NK-10 (Wild) レベル

NI-21 (CARL ZEISS) 自動レベル

水準測量の与点としては P. C. & G. S. - 等水準点 BM (ベンチマーク) NV-33 (EL  
307.231m) を使用した。この水準点 NV-33 は国道5号線沿いのキロポスト#256  
の北東250mにあり、ヌエバ・ビスカヤ県のバンバン市に所属する。

ディドヨン川開発計画に使用するベンチマークを設けるため、ループ閉合による水準測量をバンバン～カシブ間林道沿いとダムサイト、発電所および水路の各構造物の計画位置でそれぞれ実施した。

### (ii) 基準点の標示法

#### (a) 三角点

- 一次三角測量の計画は既存の1/50,000の軍用地図上で行った。
- 携帯無線機、コンパス、高度計などを装備した2つの測量隊を2班編成し、川の兩岸に三角点を選定した。
- 図形強度を確保するため三角点から成る連続四辺形網を形成した。この場合各辺に挟まれる角度が30°以下とならないようにした。
- 基準三角点の標示および移設の便に供するため、基準点はすべて、一辺30cmの正三角形の中心に針を打ち込んだコンクリート柱を使用した。このコンクリート柱は長さが60cmで地中に55cm埋め込み、「D-NPC, 1979」の様式で刻字した。
- 水平角の測定に先立ち、三角点周囲の障害物はすべて取り除いた。各ポイントは測量頻度が高いので、白黒の布を付した木製ポールを立て、このポールは数本の控えワイヤで垂直に支持した。

#### (b) 水準点

- P. C. & G. S. 基準点から水準測量を開始し、ベンチマークを設けた。
- ベンチマークは岩石のペンキ標示、土中埋め込みの標示杭、樹上打込みの釘、道路縁石の切込みなどの各法による。
- 水準測量作業中、随時結果をチェックして許容誤差内に納まることを確認した。
- ダムサイト、発電所、水圧鉄管路地点に設けたベンチマークは、発見が容易なように植杭を行った。

### 2) 航空写真測量

ディドヨン川開発計画の主要構造物付近の航空写真測量は、電力公社から請負工事でCerteza航測システム会社が実施した。

### 3) その他の測量

#### a) 地質調査用の物理探査、ボーリングおよび試験横坑の位置決定の測量

物理探査の測線・ボーリング孔および試験横坑の位置は今回実施した三角点および水準点により確定した。



これらの測線、ボーリング孔、および試験横坑の位置は、真の直角座標値で与え、標高は、平均海水面基準の真の標高で与えた。

b) ダムサイトおよび発電所サイト付近の河川横断測量。

ディドヨン川の横断測量は、できるだけ正確な河川横断を得るため、濁水期間に実施した。基準水準測量点は河川高水位以上の場所を選び、兩岸にまたがるトラバー水準測量で実施した。

国際協力事業団の要望により、河川横断測量はダム軸の上下流約 1.5 km 間で 100 m おきに実施し、測量範囲は兩岸から山側へ約 150 m までとした。横断測量時の位置の座標値（真）と標高（真）は、最少距離の基準点に基づくものである。

4) 計算とプロットイング

測量結果の計算は現地キャンプ内で実施した。現地キャンプでは、プロッター付計算器により測量結果が今回のプロジェクトで定めた測量精度内におさまるかどうか、ただちに計算とチェックを行った。

(3) 作業中の問題点

ディドヨン川開発計画の測量作業の開始以来、次のような事情が作業の遅れをもたらした主因であったと認められる。

1. 通行不可能な道路・橋梁の存在
2. 予測困難な現地気象
3. 器材運搬、食料調達の高難性
4. 既存林道の実状に適した運搬車輛の不足
5. 開発計画に反発する一部地域住民の無理解および公社職員に対するおどし
6. 地域内での作業員確保の高難性
7. 測量器具と運搬車輛の故障
8. ダムサイト 6、3 地点の火災事故による一部野帳資料の焼失

(4) 航空写真測量地形図の作成

1) 使用器械

a) 地上測量器械

1. 水平 — Wild T-2 セオドライト、Wild DI 38
2. 水準 — Wild NK-2 レベル

b) 航空三角測量と実体図化の機材

1. 航空三角測量： Wild Autograph A-7

2. 図化機： Wild B8S

## 2) 作業段階

まず、個々に各構造物サイト（ブロック $\#1$ 、 $\#2$ 、 $\#3$ および $\#4$ ）を任意座標系で三角水準測量作業により測量した。これらサイトを後でNAPCORが設置した基準点および水準点に取り付けた。三角測量については三等精度で、水準測量については直接水準測量と間接水準測量の組合せを採用した。

全地域の航空写真測量地形図には既存の1970年～1972年撮影にかかる航空写真を用いた。航空写真測量用図根点は地域内主要部をカバーする範囲に現地測量で設置し、また、航測会社所有のWild Autograph A-7を用いた航空三角で補設した。図化はWild B8Sステレオプロッターによった。作業はすべて公社指定の仕様に則って実施した。

## 3) 精度

完成後の地形図の精度は公社設置の基準三角点の精度に依存する。この基準三角点網から、写真測量の図根点座標を決定したのち、実体図化作業を行った。

地形図は国際航空測量地形図基準に従って編図した。公社基準三角点網が規準に合致する正確なものであれば、標高測定値の90%はその誤差が指定等高線間隔の $\frac{1}{2}$ 以内に納まり、最大標高誤差値は等高線間隔以下に納まるはずである。

樹木または灌木で地表面が見えない密林地帯では、等高線を破線で表示することにし、実体図化機で読み取れる範囲内での地形表示に止めた。

## 4) 水平・水準基準点

本測量の基準点（一次）はヌエバ・ビスカヤ県カシブに設置した基準点に準拠している。

この基準点は

標高 — （平均海水面を0とした標高）

座標 — （真の座標系）

である。

水平精度はP. C. & G. S. 三等三角点（一次）とほぼ等しいものである。

各三角点の設置場所は表2-2-1のとおりである。三角測量は閉合誤差 $10''$ の範囲に納まるよう反復法により測量した。使用器械にはT-2 (Wild) セオドライトとEL DI-2 (Carl Zeiss) である。測点標識には地表に約5cm現われた正三角形のコンクリート柱を用いた。コンクリート柱の中心には釘を打込み、「D-NPC, 1979」の形式で標

示した。

表 2-2-2 に示す標高は、P. C. & G. S. の 1 等水準点 BM NV-33 (標高 307231 m) を基準とする。BM ND-33 はヌエバ・ビスカヤ県バンパンの北方約 4 km の国道 5 号線沿いにあり、「P. C. & G. S. NV-33, EL-307, 231」と標示したブロンズ製の円板標識である。測量は 3 等精度の直接水準測量とし、公社測量部が実施した。BM NV-33 からループ閉合方式でヌエバ・ビスカヤ県カンプに向かう道路沿いに測量を進め、その後ダムサイトと発電所サイトまで延長した。許容閉合誤差は、各ループについて  $12\sqrt{K}$  mm とした。使用器械は NK-10 (Wild) レベルと NI-21 (Carl Zeiss) 自動レベルである。

Table 2-2-1

Location of Control Points (1)

Station Designation	Coordinates		Elevation	Remarks
	Northing	Easting		
BLIM - 7	17,973.390	20,596.170		
LINE	18,644.448	19,858.142	750.909	
CERTEZA BASE	19,453.320	19,739.675	753.130	
NPC BASE	19,642.925	19,862.005	737.384	
D - 1	18,305.272	21,016.507	744.920	
D - 2	17,204.619	20,362.527	750.633	
D - 3	17,298.763	21,733.417	802.499	
D - 4	16,229.619	21,401.502	802.620	
D - 5	15,853.896	23,356.824	743.829	
D - 6	14,931.649	21,984.566	774.481	
D - 7	15,797.992	24,909.785	729.829	
D - 8	14,523.304	23,737.250	725.364	
D - 9	16,242.000	26,725.059	687.831	
D - 10	15,062.488	26,237.738	779.568	
D - 11	17,213.979	28,846.856	756.909	TER
D - 12	15,141.001	27,346.137	778.283	ROOSE
D - 13	16,449.971	30,843.381	737.705	
D - 14	14,279.673	28,808.192	804.236	KATAR
D - 15	14,156.679	32,008.353	801.203	
D - 16	12,012.410	31,398.777	769.671	BIYOY
D - 17	15,199.624	36,380.561	981.540	
D - 18	11,892.510	36,670.663	1,218.184	
D - 19	16,763.669	37,314.762	996.539	
D - 20	13,927.712	38,907.392	853.618	
D - 21	20,914.633	40,613.724	1,018.907	
D - 22	16,367.452	41,115.045	949.164	
D - 23	25,579.757	42,948.598	449.674	
D - 24	18,472.961	42,965.341	804.946	
D - 25	26,513.110	45,700.541	448.707	
D - 26	21,877.605	45,395.217	537.942	

Location of Control Point (continued) (2)

Station Designation	Coordinates		Elevation	Remarks
	Northing	Easting		
*BASE	13,795.709	33,771.943	646.389	Check Base at Damsite #2
*CHECK	14,148.406	33,971.698	619.637	
S - 1	13,691.340	34,432.696	683.219	Secondary Station
S - 2	14,675.695	34,975.510	720.909	
*BM 64B	13,987.710	35,928.757	572.978	Bench Mark at Damsite #3
*BM 65	13,950.334	36,640.337	627.297	
SY - 2	14,171.912	36,416.322	571.875	
SY - 3	14,338.952	36,542.941	679.004	
SY - 4	14,086.831	36,351.828	667.857	
PH	24,077.882	43,858.832		Check Base at Powerhouse
CB (-CIA)	25,022.934	43,627.825		
ALI	24,378.339	44,528.007		
*PH - 1	24,052.164	44,131.764	164.876	
*PH - 3	24,020.827	44,072.139	171.466	
*DR - 1	14,076.426	36,343.941	672.670	Bore Holes at Damsite #3
DR - 2	14,138.714	36,391.156	601.312	
*DR - 3	14,184.902	36,420.167	556.473	-do-
*DR - 4	14,202.732	36,439.682	553.769	-do-
DR - 5	14,032.668	36,310.771	652.777	-do-
DR - 6	13,959.232	36,276.019	648.965	-do-
DR - 7	13,880.379	36,247.065	653.150	-do-
DR - 8	13,793.233	36,215.066	669.135	-do-
DR - 9	13,699.362	36,181.227	688.375	-do-
DR - 06A	13,919.0	36,260.0	651.00	-do-
DR - 07A	13,845.0	36,232.0	653.00	-do-
DR - 09A				-do-
DL - 3	14,272.321	36,492.432	578.778	-do-
DL - 4	14,259.595	36,482.786	567.081	-do-
D2L - 1	14,485.096	33,836.572	651.296	Bore Holes at Damsite #2
D2R - 1	14,083.498	33,781.622	586.322	
D2R - 2	13,845.713	33,749.086	655.604	-do-
Legend : *Levelled				

Location of Control Point (continued) (3)

Station Designation	Coordinates		Elevation	Remarks
	Northing	Easting		
T - 1			653.841	Bore Holes at Tunnel Adits
T - 2			632.278	
T - 3			643.063	-do-
T - 4			651.080	-do-
A - 1			584.35	Bore Holes at Quarry Site
A - 3			625.704	
A - 4				-do-
A - 5				-do-
UPH - 1				**
S - 1	22,994.244	42,140.935	695.637	Bore Holes from Powerhouse to Surge Tank
PH - 1	24,066.854	43,982.135	174.24	
PH - 2	23,976.446	44,024.869	171.001	
PH - 3	23,866.036	44,067.604	174.136	
P - 1	23,267.505	42,590.384	528.540	-do-
P - 2	23,600.324	43,263.816	335.473	-do-
P - 3	23,932.137	43,935.213	196.049	-do-
DL - 01	14,312.603	36,536.706	642.587	Adits at Damsite #3
DL - 02	14,292.535	36,520.774	644.79	
DL - 03	14,250.362	36,487.979	562.457	-do-
DR - 01	14,102.085	36,376.078	643.854	-do-
DR - 02	14,128.994	36,396.855	595.564	-do-
DR - 03	14,184.741	36,437.628	557.344	-do-
Legend : ** Bore Holes at Underground Powerhouse				

Location of Control Point (continued) (4)

Station Designation	Coordinates		Elevation	Remarks
	Northing	Easting		
BASE	13,795.709	33,771.943	646.389	Check Base at Damsite #2
CHECK	14,148.406	33,971.698	619.637	
T - 30	14,034.170	34,305.845	584.280	Damsite #3
T - 31	14,304.484	33,941.498		
T - 32	14,273.849	34,210.705	583.763	
T - 33	14,530.909	34,079.183	585.250	
T - 34	14,380.624	34,390.517	610.180	
T - 35	14,644.239	34,375.902	580.891	
T - 36	14,306.943	34,582.361	600.043	
T - 37	14,585.209	34,603.247	579.658	
T - 38	14,273.830	34,789.396	584.156	
T - 39	14,465.852	34,696.205	578.149	
T - 40	14,299.312	34,873.410	583.019	
T - 41	14,355.490	34,828.822	577.713	
T - 42	14,271.634	35,022.008	575.818	
T - 43	14,346.488	35,012.177	577.613	
T - 44	14,276.872	35,108.612	571.813	
T - 45	14,342.073	35,088.771	577.741	
T - 46	14,150.891	35,263.310	571.555	
T - 47	14,300.386	35,204.703	574.928	
T - 48	14,104.899	35,381.967	569.739	
T - 49	14,218.194	35,387.107	574.178	
T - 50	14,043.961	35,545.896	571.187	
T - 51	14,119.561	35,540.152	572.134	
T - 52	13,994.931	35,652.952	568.717	
T - 53	14,061.898	35,687.850	572.942	
T - 54	13,949.989	35,741.911	571.653	

Location of Control Point (continued) (5)

Station Designation	Coordinates		Elevation	Remarks
	Northing	Easting		
T - 55	14,028.775	35,732.138	569.734	
T - 56	13,956.991	35,899.953	570.741	
T - 57	14,026.077	35,834.480	568.066	
T - 58	14,108.206	35,956.712	568.523	
T - 59	14,096.258	35,872.643	571.443	
T - 60	14,169.981	36,017.522	571.986	
T - 61	14,205.699	35,999.435	573.147	
T - 62	14,244.432	36,084.935	568.761	
T - 63	14,283.939	36,029.456	569.703	
T - 64	14,261.745	36,155.746	564.623	
T - 65	14,326.516	36,161.254	569.913	
T - 66	14,236.561	36,224.264	566.536	
T - 67	14,319.896	36,351.996	563.226	
T - 68	14,227.991	36,304.125	562.904	
T - 69	14,304.942	36,354.689	562.020	
T - 70	14,178.898	36,387.475	562.980	
T - 71	14,260.484	36,521.877	569.463	
T - 72	14,174.976	36,518.891	557.505	
T-2	14,198.572	33,853.635	579.006	Damsite #2
T-4	14,050.053	33,848.218	585.894	
H-1	24,087.25	33,198.20		Cross sectional Survey around Power-house
H-2	24,186.15	44,183.20		
H-3	24,280.75	44,191.45		
H-4	24,380.76	44,212.38		
H-5	24,462.00	44,250.10		
B-1	23,931.12	44,117.50		
B-151	23,835.80	44,165.75		
V-114	23,734.80	44,190.80		