

**REPUBLIC OF PERU  
CORPORACION DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO DE TACNA  
(CORDETACNA)**

**FEASIBILITY REPORT  
ON  
WATER SUPPLY TO THE LAKE ARICOTA  
AND  
ARICOTA No. 3 HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT  
PROJECT**

**APPENDIX**



**DECEMBER 1983**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 26	709
登録No. 10140	64.3
	MPN

## **APPENDIX**

- APPENDIX - I Additional Investigation for Detail Design**
- APPENDIX - II Informe Provisional**
- APPENDIX - III Aricota No.3 Power Station**
- APPENDIX - IV Demand Forecast Data**
- APPENDIX - V Meteorological and Hydrological Data**
- APPENDIX - VI Results of Geological Investigation Work**
- APPENDIX - VII Agricultural Benefit from Irrigation**
- APPENDIX - VIII List of Data Collected**

# APPENDIX—I

## ADDITIONAL INVESTIGATION FOR DETAIL DESIGN

### CONTENTS

A-1.1	General .....	1
A-1.2	Topographic Surveying .....	1
A-1.3	Geological Explorations .....	2
A-1.4	Water Quality Investigations .....	4

## APPENDIX I ADDITIONAL INVESTIGATIONS FOR DETAIL DESIGN

### A.I.1 General

The Aricota No. 3 Hydroelectric Power Project including water supplementation to Laguna Aricota, as described in detail in the Feasibility Report, has been planned with diversion of water from the Laguna Loriscota Basin and the Rio Tocco Basin as the essential features. Of these, with regard to the No. 3 hydroelectric development area, it is considered that with the exception of a part, almost all information concerning geology, topography, etc., necessary for detail design has been gathered through the investigation works carried out for the present Feasibility Study.

With respect to topographical and geological information on the water supply scheme area, adequate information has not been obtained so far, and along with other information required, the additional investigations necessary for carrying out detail design are as described below and as attached Table A.I-1.

### A.I.2 Topographic Surveying

(1) Topographic surveying should be carried out on the Loriscota Waterway from Loripongo to Tocco Intake Dam, the Rio Tocco Basin, and the area from the pumping station to the pump-up pipeline to the head tank.

Particularly, at the Loriscota Waterway, investigations must be made including levelling to clarify the relation between the river-bed elevation at the Tocco Intakedam location and the elevation of the Loriscota lake bottom.

(2) The topographic surveying of the pump-up pipeline route and location of the head tank in the Water Supply Scheme will be determined based on the results of the abovementioned investigations and geological explorations.

(3) It is desirable for topographic surveying along the waterway of the Water Supply Scheme to be carried out over the entire route in a width of approximately 200 m. However, in the event the period available for investigation is too short, this may be limited to surveying of the centerline over the entire route, portions of quebradas where the topography shows sudden changes, the portion of the inverted siphon, and the portion of the Mataza Tunnel.

(4) In the Aricota No. 3 power station project area, supplementary topographic surveying (scale, 1/200) should be done on the sites of the intakedam, headrace, penstock, and powerhouse.

#### A.I.3 Geological Explorations

##### (1) Waterway from Laguna Loriscota to Tocco Intake Site (Loriscota Waterway)

According to investigations made so far, this waterway passes through unconsolidated sand or sand-gravel deposits with high groundwater tables, and it is estimated that the depth to basement rock is fairly great. Accordingly, it is necessary to investigate the conditions of ground strata and their degrees of consolidation, or the condition of groundwater. For this purpose, boring consisting of 16 drillholes at intervals of approximately 500 m, totalling 180 m in length, accompanied by standard penetration tests should be performed, while further, permeability and the condition of groundwater should be investigated by carrying out pump-up tests utilizing the drillholes.

These investigations should provide information for judging the possibility of substituting a tunnel-type waterway for the open canal at Loripongo, and should be given first priority.

(2) Tocco Dam Site

In order to investigate what are the properties of the fluvio-glacial deposits widely distributed around the site and the condition of the Barroso volcanic rock strata thought to comprise the basement, two test pits and five drillholes (20 m) at which permeability tests are also performed will be required. The locations of these pits and holes would be decided after some amount of preliminary study following the topographic surveying of A.I.2.(1).

(3) Pumping Station and Pump-up Pipeline

Seven drillholes (140 m) and two test pits (6 m) should be provided to investigate the foundation geologies of the pumping station and the pump-up pipeline.

(4) Tocco Waterway

Either approximately 15 test pits 2 m in depth at intervals of 2 km along the waterway route, or about 10 pits at places thought to be necessary are to be excavated. However, pits at places where hard bedrock is exposed are unnecessary, and this will make the investigations more simple.

Apart from the above, approximately 4 test pits 3 m in depth are to be excavated at the inverted siphon portion.

Irrespective of the above, test pits are to be provided at end portions of the inverted siphon without fail, and excavation must be done even if the bedrock may be somewhat hard. This is

for the purpose of judging whether the rocks can serve as foundations for concrete structures, and for this, it will be necessary to use compressors and breakers. At Mataza Tunnel, three drillholes of depths of about 30 m (to the tunnel bed) should be provided.

(5) Boring investigations have been completed at the locations of the intake dam and the powerhouse in the No. 3 hydroelectric power development area. Hereafter, about five drillholes are to be provided centered at the upstream side of the tunnel thought to be of comparatively good accessibility, the vicinity of the head tank, and the penstock (3 drillholes at the powerhouse, 2 drillholes elsewhere).

#### A.I.4 Water Quality Investigations

##### (1) General

Wide-area water quality investigations including the project area have been completed and a report has been published (see Chapter 10, Environment). The emphasis of the investigation hereafter should be placed on the effects of the diluted discharge of the Loriscota lake water on the water quality of the Rio Tambo Basin.

##### (2) Water Quality Investigation

Observation of water quality after merging with the Rio Colaraque is being carried out at one point in the downstream area. The judgment of the effect of diluted drainage will begin with grasping the present situation carrying out observations continuously for 1 to 2 years. In this case, observation of runoff must be made at the same time. The interval between measurements is to be once monthly.



### (3) Geological Exploration of Laguna Loriscota Bottom

The lake bottom after drainage of Laguna Loriscota is to function as the collecting area for surface water and shallow subsurface water. In case the total salts contained in the lake-bottom material are high, steps must be taken so that the water will not become unsuitable for irrigation through leaching by seepage water.

The lake-bottom material is to be sampled, and simulation tests carried out by drying → immersion in water → measurement of concentration of effluent → processing.

Table A.I-1 Additional Field Investigation, Summary of Quantity

	Item	Location	Unit	Q'ty	Note	
(1)	Boring	Water Supply Scheme		610		
		Loriscota Canal	m	180		
		Tocco Dam	m	100	20 x 5	
		Pumping Station and Pipeline	m	140	7 x 20	
		Mataza Tunnel	m	90	3 x 30	
		No. 3 Hydroelectric Area				
		Waterway	m	20	1 x 20	
		Penstock	m	20	1 x 20	
		Power Station	m	60	3 x 20	
(2)	Pit Excavation	Water Supply Scheme		19		
		Tocco Dam	ps	2		
		Pumping Station	ps	2		
		Tocco Canal	ps	15	Canal 10 Syphon 5	
		No. 3 Hydroelectric Area	ps	2		
(3)	Topographical Survey	Water Supply Scheme			Scale 1/200	
		Loriscota Canal	km <sup>2</sup>	0.5	2.5 km x 200 m	
				0.14	4.5 km x 30 m	
		Tocco Area	km <sup>2</sup>	0.04	200 m x 200 m	
		Pumping Station	km <sup>2</sup>	0.01	100 m x 100 m	
		Pipeline	km <sup>2</sup>	0.02	1.3 x 0.02	
		Syphon, others	km <sup>2</sup>	0.02	200 m x 50 m x 2 100 m x 100m x 2	
		No. 3 Hydroelectric Area			Scale 1/200	
		Intake Dam	km <sup>2</sup>	0.06	300 m x 200 m	
		Culvert	km <sup>2</sup>	0.03	1,000 m x 30 m	
		No. 1, 2, 3 Adit	km <sup>2</sup>	0.03	100 m x 100m x 3	
		Penstock	km <sup>2</sup>	0.02	1,000 m x 20 m	
		(4)	Route Survey	Tocco Waterway	km	30
(5)	Water Quality	Rio Tambo	point	5	One - two years	
(6)	Chemical Test	Laguna Loriscota	LS	1		

**APPENDIX—II**

**INFORME PROVISIONAL**

## APPENDIX II    INFORME PROVISIONAL

The analysis in Japan for the Feasibility Study of water supply for the Laguna Aricota and the Aricota No. 3 Hydroelectric Power Project was performed from April 1982 based on field reconnaissances, geological exploration works, collected data and discussions with the agencies concerned on the Peruvian side, and was compiled as "Informe Provisional" in July 1983.

For one month from July, discussions were held with the Peruvian side regarding six alternatives (A-I, A-II, B-I, B-II, B-III, C) studied in the Report, and as a result, as shown separately, an agreement in principle was reached for the Feasibility Report to be prepared based on Alternative B-III upon which the Project would proceed.

The data attached here consist of parts of the above-mentioned Informe Provisional which have been reedited and printed without modification. Therefore, a part of the numerical values given have not been subjected to corrections according to studies made after preparation of this report, and there are cases of differences from the values in the Final Report.

REPUBLICA DEL PERU

INFORME PROVISIONAL

Sobre

El Estudio de Factibilidad del Afianzamiento Hídrico de  
Aricota y Plan de Desarrollo de la Central Hidroeléctrica  
Aricota No. 3

Julio de 1983

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

## I N D I C E

	<u>Página</u>
1. Introducción .....	10
2. Estado Actual del Estudio Fundamental .....	10
2.1 Geología .....	10
2.2 Hidrología .....	12
3. Plan de Desarrollo .....	15
3.1 Plan de Derivación de Agua .....	15
3.2 Puntos en Cuestión del Plan de Derivación de Agua .....	18
3.3 Proyecto de la Central Hidroeléctrica Aricota No. 3 .....	19
4. Conclusión .....	20
5. Recomendación .....	20

### ANEXOS

Figura -1	Diagramas Esquematicos de Planes de Derivaciones de Agua
Tabla-1	Comparativo de Potencia Instalada (Aricota No. 3 C.H.)
Tabla-2	Comparativo de Proyecto de la Central Hidroeléctrica Aricota No. 3
Tabla-3	Evlución Económica

## 1. INTRODUCCION

El contrato del Estudio de Factibilidad de este plan fue hecho según el "Alcance del Trabajo del Estudio de Factibilidad sobre el Afianzamiento Hídrico para la Laguna Aricota y sobre el Proyecto de la Central Hidroeléctrica Aricota No. 3 (2 de julio de 1982)" concluído entre CORDETACNA y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)" A continuación, se concluyó entre JICA y Electric Power Development Co., Ltd. (EPDC) un contrato de encargo sobre el "Estudio del Proyecto de la Central Hidroeléctrica Aricota" y se empezó la operación.

Este informe provisional explica el resumen de los resultados de estudio al fin de junio de 1983 sobre el Plan de Afianzamiento Hídrico de Aricota y sobre la elección del Plan Fundamental de Desarrollo de la Central Hidroeléctrica Aricota No. 3.

Añadiendo en el futuro unos datos más detallados que se obtengan mediante la coordinación con diversas organizaciones interesadas y mediante tercera investigación del campo, esperamos aumentar la exactitud de este informe y tomarlo como punto de apoyo para el informe definitivo.

## 2. ESTADO ACTUAL DEL ESTUDIO FUNDAMENTAL

### 2.1 Geología

El estudio y análisis geológicos fueron realizados a base de los datos ya publicados, los por las últimas investigaciones del campo y los que la misión de JICA obtuvo haciéndolas de nuevo.

En resumen, de los resultados de análisis los puntos que parecen ejercer influencia sobre la elección del plan de derivación de agua serán como sigue:

- (1) Según los resultados de la perforación, la geología del sitio de presa de Pasto Grande consiste en el depósito fluvial comparativamente delgado que cubre el lecho del río actual y en la andesita y la toba sueltas.

No hay ningún problema, como el fundamento de la presa pequeña como la de este plan, sobre la retención de agua y la resistencia del suelo con tal que se realicen la remoción de estas rocas sueltas y el tratamiento de interceptación de agua.

- (2) No se puede tomar una determinación sobre la capacidad de retención de agua en el embalse Pasto Grande, ya que todavía no se han realizado suficientes estudios para aclarar la estructura geológica del vaso del embalse. Pero, se pueden encontrar unas circunstancias geológicas que admiten la suposición de que la Pampa Pasto Grande formaba antiguamente una laguna, lo cual dará los datos que muestran la posibilidad de llenar el agua.
- (3) Se deduce que la geología del fundamento de las presas de toma que se proyectan en los ríos de Tocco, Chila y Coypacoypa es del depósito fluvio-glaciar, y por consiguiente el tratamiento de cimentación debe realizarse con mucho esmero contra la filtración.
- (4) Es muy fragmentaria la información geológica que se obtiene de los resultados de perforación (6 pozos, 416 m), del estudio de tres (3) trincheras, de la prospección sísmica, etc. realizados alrededor de la Lag. Loriscota. Geográficamente, es una



laguna (cuenca) cerrada rodeada por colinas relativamente bajas, pero la perforación indica la posibilidad de que sea una laguna de infiltración que sugiere la descarga de agua subterránea desde su orilla oriental hacia el río Chila o desde su orilla occidental hacia el río Tocco.

- (5) Según los resultados de investigación de la calidad de agua de los ríos vecinos, de la exploración en el lugar y del análisis de las muestras, se considera que la concentración de sales pueden originarse de las aguas termales causadas por las actividades volcánicas.
- (6) El estudio geológico del área en que se proyecta la Central No. 3 indica que no se encuentra ningún factor que cause el gran cambio del proyecto.

## 2.2 HIDROLOGIA

Entre los datos hidrológicos directamente relacionados con el proyecto figuran las precipitaciones (Pasto Grande, Suche, Tacaraya, Vilacota, Puno), la cantidad de evaporación (Pasto Grande, Suche, Candarave) y escorrentía (Pasto Grande, Tocco, Coranchay, Candarave, Aricota, Chichillapi, Vilacota). Los períodos de observación son diversos, pero se trata de los datos de los 29 años desde 1953 hasta 1981.

Los puntos esenciales del análisis hidrológico serán:

- (1) Evaluación de la confiabilidad de los datos —  
verificación de la homogeneidad de los datos
- (2) Análisis del ciclo hidrológico

- (3) Ajuste y conservación de los datos para las áreas (especialmente la cuenca de Loriscota) o los años en que no se realizan las observaciones hidrológicas

Las verificaciones de los detalles se efectuarán también de aquí en adelante, pero para examinar el plan de desarrollo, los resultados obtenidos hasta ahora se resumirán como sigue:

- (1) Se considera que son homogéneos los datos pluviométricos en los lugares de Tacaraya, Suche y Pasto Grande que se toman como la estación básica para comparar los datos hidrológicos.
- (2) Según la verificación de los datos pluviométricos en estos tres lugares y de la escorrentía en cada lugar, los datos de los lugares de Coranchay (el Río Callazas) y Pasto Grande (el Río Viscachas de 1974 a 1978) muestran anormalidad, pero el caudal en los lugares de Candarave (el Río Callazas) y Aricota (el Río Salado) se considerarán casi homogéneos.
- (3) De estos, el caudal de Pasto grande muestra que su coeficiente de escorrentía desde 1974 está aumentado por 30% en la época de lluvia y por 3.3 veces en la época de estiaje, en comparación con el coeficiente anterior a ese año (1957 - 1973). En la parte inferior de la curva de nivel de agua y caudal preparado por SPCC, cambio del caudal observado en la época de estiaje es demasiado grande a pesar de poca fluctuación del nivel de agua. Tampoco se observa ningún cambio del ambiente natural y social que causa un gran cambio en el coeficiente de escorrentía de Pasto Grande

después de 1974.

- (4) Por lo tanto, el caudal medio anual en el lugar de Pasto Grande será de  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , modificándose los datos a partir de 1974.
- (5) Se supone que el ciclo hidrológico en Pasto Grande, Coranchay, Suche y Puno sea de 10 a 15 años, de manera que el período de datos hidrológicos será de 15 años de 1966 a 1980.
- (6) La escorrentía de la cuenca de la Lag. Loriscota en que no se realiza observación será de  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$  como la del lugar de la laguna después de terminarse la evacuación de su agua, tomando en consideración la cantidad de evaporación, las precipitaciones, la escorrentía, la característica de escorrentía en cada lugar verificado y el modelo hidrológico supuesto de la cuenca de la Lag. Loriscota.
- (7) El caudal afluente a la Lag. Aricota será según los datos observacionales del caudal durante el período de 1966 a 1972 y, para el período desde 1973 en que no se realizó observación, será suplido por los valores numéricos del caudal obtenidos según el balance de agua de la Lag. Aricota.

La escorrentía media anual durante el período de 1966 a 1980 (en la Lag. Aricota) será de  $2,06 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3. PLAN DE DESARROLLO

#### 3.1 Plan de Derivación de Agua

Como se describió en el capítulo anterior, el examen de la cantidad de agua utilizable se ha terminado, excepto los pormenores, en su mayoría, pero el examen cualitativo, especialmente la evaluación de la influencia que la evacuación de agua de la Lag. Loriscota ejerce sobre la producción agrícola, está actualmente en examen.

Por consiguiente, en consideración a tal circunstancia, los siguientes métodos serán comparados y examinados para el plan de desarrollo:

##### (1) A-1

La cuenca de Pasto Grande (560 km<sup>2</sup>) será unida por un canal de desviación (excavación de gran escala en el lugar de Loripongo) con la de la Lag. Loriscota (234 km<sup>2</sup>) para obtener el caudal medio anual de unos 4,16 m<sup>3</sup>/s justando los de ambas cuencas. La distribución a Moquegua y a Aricota será de 1,78 m<sup>3</sup>/s y de 1,17 m<sup>3</sup>/s respectivamente, y el resto (1,21 m<sup>3</sup>/s) será perdido por la evaporación del embalse y pérdidas por filtración por canal. En este plan se asegurará con preferencia la cantidad de agua derivada a Moquegua, conduciendo el resto a Aricota, de manera que el estudio óptimo de la cantidad de distribución será excluido del objeto de examen.

La ventaja de este plan es que el acto de desarrollo acelera no solamente el sistema fluvial de Aricota, sino también el desarrollo agrícola del Departamento de Moquegua.

(2) A-II

Además de la cuenca de toma de agua de A-1 (Pasto Grande y Loriscota, 794 km<sup>2</sup> en total), se tomará agua también del Río coypacoypa (107 km<sup>2</sup>), resultando que se utilizan unos 4,59 m<sup>3</sup>/s en total. La distribución a Moquegua y a Aricota será de 1,78 m<sup>3</sup>/s y de 1,36 m<sup>3</sup>/s respectivamente, y el resto (1,45 m<sup>3</sup>/s) será perdido por la evaporación, la filtración de canal y el desbordamiento de presa de toma. Como el caso de A-I, la cantidad de agua derivada a Moquegua se asegurará con preferencia, conduciendo el resto a Aricota.

(3) B-I

En la cuenca de la Lag. Loriscota, las aguas serán captadas de la cuenca de la orilla septentrional (146 km<sup>2</sup>), de la del Río Coypacoypa (107 km<sup>2</sup>) y de la del Río Chila (102 km<sup>2</sup>) y serán reguladas por el embalse de regulador en el lugar de la Presa Tocco ( $V=8,3 \times 10^6 \text{m}^3$ ), para captar el caudal medio anual de 2,00 m<sup>3</sup>/s. La cantidad de agua conducida a Aricota será de 1,61 m<sup>3</sup>/s (cantidad media anual del agua tomada), excluyendo la pérdida de 0,39 m<sup>3</sup>/s por la evaporación del embalse, la filtración de canal y el desbordamiento de cada presa de toma. Se cree el nivel máximo de agua será de 4.548,9 m s.n.m., casi igual a la altitud de la superficie del agua actual de la Lag. Loriscota. En este plan no se evacuará el agua de Loriscota y se captará directamente de la orilla septentrional de la Lag. Loriscota. El estudio simulativo pronóstica que la superficie del agua de la laguna bajará unos 2 metros, pero la laguna seguirá subsistiendo.

(4) B-II

En este plan, de las fuentes de toma de agua de B-I se excluye la instalación de toma de agua de Coypacoypa para el Río Chila, en la cual el costo de conducción de agua se considera relativamente caro. Las aguas se recogen en el Río Chila, luego en la orilla septentrional de la Lag. Loriscota y se regulan en el embalse regulador del lugar de la Presa Tocco ( $V=5,7 \times 10^6 m^3$ ), para captar el caudal medio anual de  $1,58 m^3/s$ .

La cantidad de agua conducida a Aricota será de  $1,27 m^3/s$  (cantidad media anual del agua tomada), excluyendo la pérdida por la evaporación del embalse, la filtración de canal y el desbordamiento de cada presa de toma.

(5) B-III

La cuenca de la Lag. Loriscota será unida por un canal de desviación con el Río Tocco (su división administrativa: Departamento de Tacna), recogién-dose el caudal medio anual de  $2,12 m^3/s$ .

En contraste con los planes B-I y B-II que tienen por objeto utilizar parcialmente la cuenca de la Lag. Loriscota, este plan, como el plan A, es para utilizar el total de la misma cuenca. Para reducir al mínimo la pérdida por evaporación en la superficie de la laguna, se construirán una presa de toma y una instalación de bombeo y de conducción de agua de gran capacidad, sin construir un embalse regulador en el lugar de Tocco. La cantidad de agua conducida a la Lag. Aricota será de  $1,79 m^3/s$ , excluyendo la filtración de canal y el desbordamiento de  $0,33 m^3/s$  a Pasto Grande. Como

los planes B-I, B-II y A-I, A-II, las aguas serán conducidas por un canal abierto (una parte por tunel) hasta el Río Mataza, el afluente del Río Callazas, y luego corren espontáneamente el Río Callazas abajo para desembocar en la Lag. Aricota.

(6) C

Se recogerán las aguas (el caudal medio anual de  $2,65 \text{ m}^3/\text{s}$ ) de la cuenca de la Lag. Loriscota, el Río Coypacoypa, el Río Chila y Copapujo (el Río Tocco). La cantidad media anual del agua tomada, excluyendo la pérdida por evaporación, etc. será de  $1,91 \text{ m}^3/\text{s}$ . Después de bombeadas en la estación de bombeo principal establecida en el Río Coypacoypa y de conducidas unos 24 km a lo largo de la orilla derecha del Río Quilluvire, traspasan por un túnel (3 km) la divisoria y corren espontáneamente el Río Calientes, el afluente del Río Salado, para conducirse a la Lag. Aricota.

### 3.2 Puntos en Cuestión del Plan de Derivación de Agua

El estudio comparado del plan de derivación de agua se hará sobre cada uno de los planes explicados en el párrafo anterior. A su vez, cada plan tiene unos puntos propios.

Los problemas a resolverse en el futuro serán clasificados en tres grandes puntos como sigue:

- (1) Toma y derivación de agua, su empleo, etc., que son principalmente los problemas relacionados con la base del plan y, dicho en otras palabras, los del derecho de agua.

- (2) Problemas de la influencia que el establecimiento de las instalaciones que acompañan al desarrollo, la evacuación y toma de agua, etc. tienen en el ambiente natural y en el ambiente social que incluye la producción agrícola. Se entienden como los problemas ambientales.
- (3) Problemas originados de lo que no se ha evaluado bien hasta ahora, por ejemplo, la capacidad de retención de agua de las capas que cubren la cuenca de Pasto Grande, etc., que pueden estipularse como factores indefinidos.

### 3.3 Plan de Desarrollo de la Central Hidroeléctrica Aricota No. 3

A juzgar por los resultados del estudio sobre el pronóstico de la demanda del sistema de Aricota, se considera óptimo que la construcción de Aricota No. 3 se termine y la operación se empiece para el fin de 1987.

Para el estudio comparado de la envergadura de las centrales, se tomarán en consideración la cantidad de agua bombeada de la Lag. Aricota, el modelo de descarga para utilizarse como agua de riego y la limitación topográfica. Como el nivel de toma de agua se tomará el nivel de agua determinado por el nivel de descarga de Aricota No. 2. El nivel de descarga (altitud del centro de la turbina) será variado y comparado para el estudio y la envergadura óptima será determinada.



#### 4. CONCLUSION

Según el estudio comparado del plan de derivación de agua en la parte más alta del río, la conclusión como el informe provisional, cuyos valores numéricos pueden variar un poco por el examen minucioso en el futuro, podrá sacarse como sigue:

- (1) Según el estudio comparado económico se considera el más ventajoso el plan B-III en que las aguas tomadas de la cuenca de la Lag. Loriscota por medio de la presa de toma establecida en el Río tocco se conducen solas a Aricota.
- (2) El plan A-I en que se dará la máxima prioridad a la derivación de agua a Moquegua es inferior al B-III en cuanto a la eficiencia económica, porque se disminuye la cantidad de agua derivada a Aricota.
- (3) En cuanto a la envergadura de la Central Hidroeléctrica Aricota No. 3, la potencia generada de 13,400 kW será la más económica.

#### 5. RECOMENDACION

Las recomendaciones de la misión de JICA serán como sigue:

- (1) Se recomienda el plan B-III que como se describió en el capítulo anterior, es económicamente el más ventajoso, así como tiene pocos problemas, tales como el derecho de agua.
- (2) A juzgar por el plan para usar Aricota, se espera que la obra de derivación de agua en la cuenca más

alta del río se termine lo más pronto posible.  
Para eso, será necesario que la obra del plan de  
derivación de agua se empiece antes de julio de  
1985.

- (3) El estudio de la cantidad total de agua sub-  
terránea se hará continuamente en el futuro para  
saber la cantidad de toma posible.



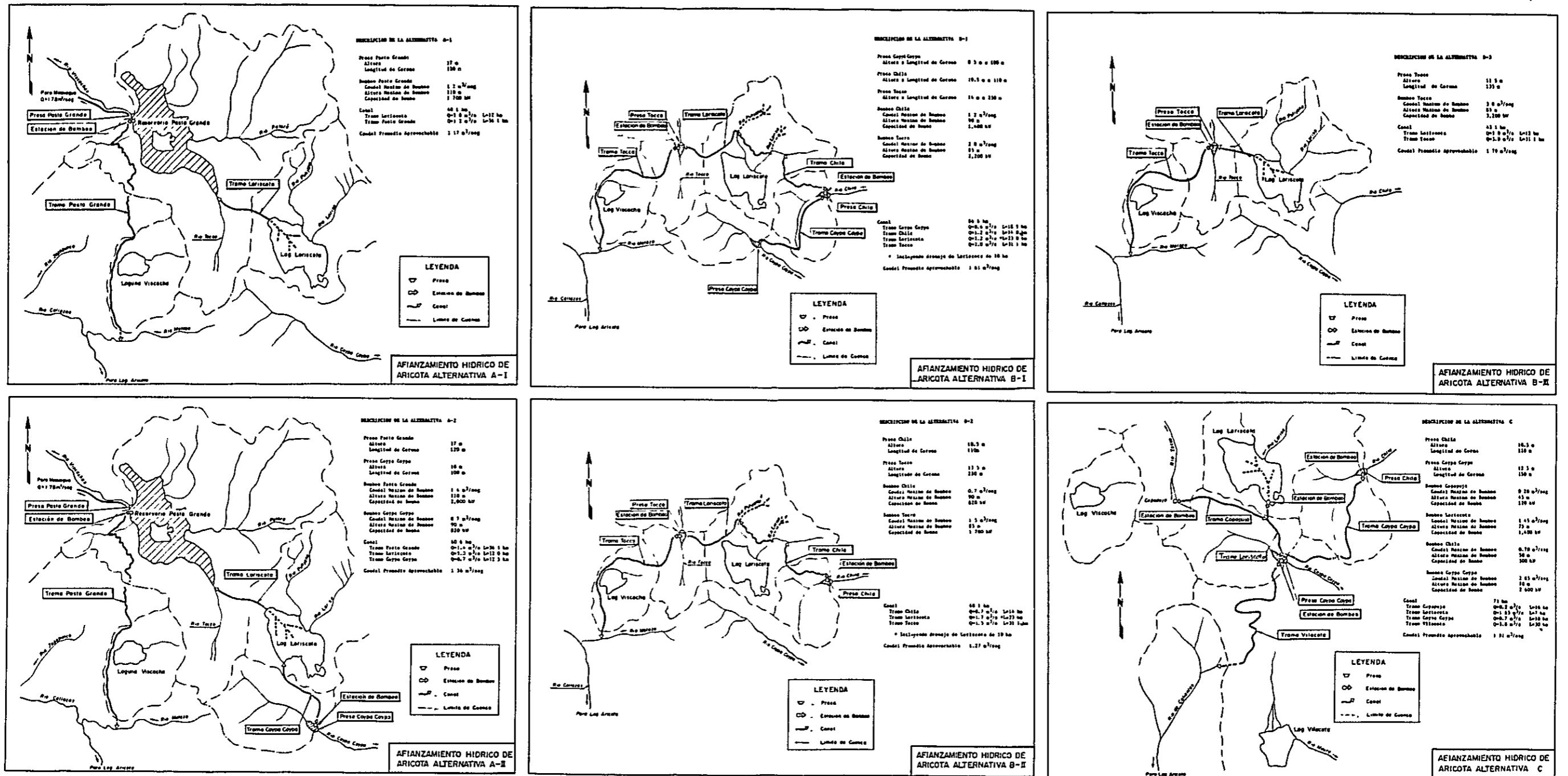


Figura-1 Diagramas Esquematicos de Planes de Derivaciones de Agua

Tabla 1 COMPARATIVA DE POTENCIA INSTALADA (Aricota No.3 C.E.) .

Item	Unidad	Alternativa - A		Alternativa - B			Alternativa - C
		A - I	A - II	B - I	B - II	B - III	C - I
Cuenca Receptora	km <sup>2</sup>	P.G. & Lor. 794	P.G. Lor. & Coy. 901	Toc. Lor. Chl. & Coy. 440	Toc. Lor. & Chl. 333	Toc. & Lor. 319	Cop. Lor. Chl. & Coy. 443
Caudal Afluyente Anual ( ): Promedio	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	131 (4.16 m <sup>3</sup> /s)	145 (4.59 m <sup>3</sup> /s)	63 (2.00 m <sup>3</sup> /s)	50 (1.58 m <sup>3</sup> /s)	67 (2.12 m <sup>3</sup> /s)	84 (2.65 m <sup>3</sup> /s)
Caudal Aprovechable Anual	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	36.8 (1.17 m <sup>3</sup> /s) a Moquegua 1.78 m <sup>3</sup> /s	42.9 (1.36 m <sup>3</sup> /s) a Moquegua 1.78 m <sup>3</sup> /s	50.7 (1.61 m <sup>3</sup> /s)	40.0 (1.27 m <sup>3</sup> /s)	56.5 (1.79 m <sup>3</sup> /s)	60.0 (1.91 m <sup>3</sup> /s)
Estructura Principal							
Canal 1°	Q m <sup>3</sup> /s x L km	(Lor. - P.G.) 5.0 x 12	(Coy. - Lor.) 0.7 x 12.5	(Coy. - Chl.) 0.6 x 18.5	(Chl. - Lor.) 0.7 x 14.0	(Lor. - Toc.) 5.0 x 12.0	(Copa. - Lor.) 0.2 x 16.0
2°	Q m <sup>3</sup> /s x L km	(P.G. - ) 1.2 x 36.1	(Lor. - P.G.) 5.0 x 12.0	(Chl. - Lor.) 1.2 x 14.0	(Lor. - Toc.) 1.7 x 23	(Toc. - ) 3.0 x 31.1	(Lor. - Coy.) 1.65 x 7.0
3°	Q m <sup>3</sup> /s x L km	-	(P.G. - ) 1.4 x 36.1	(Lor. - Toc.) 2.2 x 23.0	(Toc. - ) 1.5 x 31.1	-	(Chl. - Coy.) 0.7 x 18.0
4°	Q m <sup>3</sup> /s x L km	-	-	(Toc. - ) 2.0 x 31.1	-	-	(Coy. - ) 3.0 x 30.0
Longitud Total	km	48.1	60.6	86.6	68.1	43.1	71.0
Embalse				Tocco	Tocco		Coypacoypa
Presa (H x B)	m x m	17 x 120	17 x 120	14 x 250	13.5 x 230	11.5 x 135	12.5 x 150
Capacidad Efectiva de Embalse	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	150	150	8.3	5.7	-	-
Estacion de Bombeo 1°	kW	P.G. 1,700 (1.2 x 110)	Coy. 820 (0.7 x 90)	Chl. 1,400 (1.2 x 90)	Chl. 820 (0.7 x 90)	Toc. 3,200 (3.0 x 85)	Copa. 120 (0.2 x 45)
2°	kW	-	P.G. 2,000 (1.4 x 110)	Toc. 2,200 (2.0 x 85)	Toc. 1,700 (1.5 x 85)	-	Lor. 1,400 (1.45 x 75)
3°	kW	-	-	-	-	-	Chl. 500 (0.7 x 50)
4°	kW	-	-	-	-	-	Coy. 2,600 (2.95 x 70)
Potencia Total de Bombeo	kW	1,700	2,820	3,600	2,520	3,200	4,620
Línea de Transmisión	kV x km	69 x 32	69 x 62	69 x 55	69 x 55	69 x 35	69 x 51 10 x 15 3.3 x 10
Producción de Energía							
Energía Aumentada (C.E. No.1 y No.2)	10 <sup>6</sup> kWh	64.4	75.2	89.0	70.0	99.0	105.2
Energía de Bombeo	10 <sup>6</sup> kWh	Δ 15.2	Δ 21.5	Δ 23.6	Δ 16.5	Δ 18.4	Δ 28.0
Total	10 <sup>6</sup> kWh	49.2	53.7	65.4	53.5	80.6	77.2
Costo de Construcción	10 <sup>3</sup> US\$	29,100	37,300	41,500	30,400	34,300	47,500
Costo Económico Anual:C	10 <sup>3</sup> US\$	3,492	4,476	4,980	3,648	4,108	5,700
Evaluación							
Beneficio de Irrigación	10 <sup>3</sup> US\$	1,189	1,314	1,451	1,242	1,525	1,566
Beneficio de Producción de Energía	10 <sup>3</sup> US\$	2,571	2,806	3,417	2,795	4,211	4,034
Beneficio Anual:B	10 <sup>3</sup> US\$	3,760	4,120	4,868	4,037	5,736	5,600
B/C	-	1.08	0.92	0.98	1.11	1.40	0.98
B - C	10 <sup>3</sup> US\$	268	Δ 356	Δ 112	389	1,628	Δ 100

Tabla 2

Comparativo de Proyecto de la Central Hidroeléctrica

	DESCRIPCION		PERFIL
1	Nivel de Agua en Tanque de Cabeza	(m) 1,739.10	
	Nivel en Centro de Turbina	(m) 1,379.00	
	Caída Bruta	(m) 360.10	
	Caída Neta	(m) 348.00	
	Capacidad Máxima	(kW) 13,000	
	Producción de Energía	(GWh) 72.2	
	Costo Total de Construcción	(10 <sup>6</sup> US\$) 28,000	
	Costo de Construcción por kW	(US\$/kW) 2,150	
	Costo de Construcción por kWh	(US\$/kWh) 0.388	
2	Nivel de Agua en Tanque de Cabeza	(m) 1,739.10	
	Nivel en Centro de Turbina	(m) 1,370.00	
	Caída Bruta	(m) 369.10	
	Caída Neta	(m) 357.00	
	Capacidad Máxima	(kW) 13,400	
	Producción de Energía	(GWh) 76.6	
	Costo Total de Construcción	(10 <sup>6</sup> US\$) 28,400	
	Costo de Construcción por kW	(US\$/kW) 2,120	
	Costo de Construcción por kWh	(US\$/kWh) 0.371	
3	Nivel de Agua en Tanque de Cabeza	(m) 1,739.10	
	Nivel en Centro de Turbina	(m) 1,354.50	
	Caída Bruta	(m) 384.50	
	Caída Neta	(m) 372.50	
	Capacidad Máxima	(kWh) 14,000	
	Producción de Energía	(GWh) 79.8	
	Costo Total de Construcción	(10 <sup>6</sup> US\$) 30,500	
	Costo de Construcción por kW	(US\$/kW) 2,180	
	Costo de Construcción por kWh	(US\$/kWh) 0.382	

Table 3 Evaluación Económica (Provisional)

Item	Unidad	Afianzamiento Hídrico de Aricota	Plan de Desarrollo de Central Hidro- eléctrica Aricota Aricota No. 3
<b>Estructura</b>			
Canal Principal	m <sup>3</sup> /kXkm	Loriscota - tocco 5.0 x 12 Tocco - Río Mataza 3.0 x 31.1	4.6 x 7.3
Casa de Maquinas	kW	—————	Q x H 13,400 (4.6 x 357)
Estación de Bombeo	KW	3,200 x (3.0 x 85)	
Caudal Aprovechable Promedio	m <sup>3</sup> /s	1.79	2.89
<b>Producción de Energía</b>			
Producción de Energía Anual	10 <sup>6</sup> kWh	99.0	76.6
Energía de Bombeo	10 <sup>6</sup> kWh	18.4	-
Produccion Neta de Energía	10 <sup>6</sup> kWh	80.6	76.6
Total	10 <sup>6</sup> kWh	157.2	
<b>Costo de Construcción</b>	10 <sup>3</sup> US\$	34,300	28,400
F.C Moneda Extranjera		( F.C 18,000 )	( F.C 15,400 )
D.C Moneda Nacional		( D.C 16,300 )	( D.C 13,000 )
Total	10 <sup>3</sup> US\$	62,700 (D.C 29,300 F.C 33,400)	
<b>Evaluación Económica</b>			
<b>Individualmente</b>			
Costo Anual : C	10 <sup>3</sup> US\$	4,108	3,408
Beneficio de Irrigación: B1	10 <sup>3</sup> US\$	1,525	-
Beneficio de Energía : B2	10 <sup>3</sup> US\$	4,211	5,234
Beneficio Anual : B	10 <sup>3</sup> US\$	5,736	5,234
B/C		1.40	1.54
B - C		1,628	1,826
<b>Global</b>			
Costo Anual : C	10 <sup>3</sup> US\$	7,516	
Beneficio Anual : B	10 <sup>3</sup> US\$	10,970	
B/C		1.46	
B - C		3,454	



" AÑO DEL BICENTENARIO DEL NACIMIENTO DEL LIBERTADOR SIMON BOLIVAR "

**CORPORACION DEPARTAMENTAL  
DE DESARROLLO DE TACNA  
CORDETACNA**  
LEY 23386  
Calle 327 - Teléfonos 2381-2065  
TACNA - PERU

Oficio Nº 0357-83-P/CORDETACNA

Tacna, Julio 27 de 1983

Señor  
Ing. TOSHIO ENAMI  
Jefe de la Misión Técnica de JICA

Ciudad

As.: Estudio de Factibilidad  
del Afianzamiento Hídri-  
co de Aricota y Plan de  
Desarrollo de la Central  
Hidr. Aricota Nº 3.-

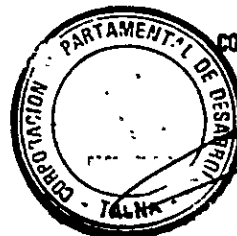

De mi consideración :

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. en relación al asunto del rubro, a fin de hacer de su conocimiento que en reunión de Directorio de CORDETACNA, realizada el día 26 del mes en curso, tuvimos la oportunidad de escuchar la exposición respecto al Informe Provisional del "Estudio de Afianzamiento de la Laguna de Aricota", el mismo que fue sometido a consideración del Directorio.-

Luego, el Ing. Luis Saez Sánchez, dió lectura al informe técnico, el que fue analizado en base a alternativas consignadas en el documento, acordándose respaldar la alternativa B-III para la prosecución de las actividades inherentes al Proyecto Afianzamiento de la Laguna de Aricota.-

Válgome de la oportunidad para renovarle las expresiones de mi mayor consideración y estima personal.-

Dios guarde a Ud.

 **CORPORACION DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO DE TACNA**  
  
**LUIS BOCCHIO REJAS**  
Presidente

/DSF.  
c.c.  
- DGPE.  
- Gerencia  
- Archivo.



REUNION DE DIRECTORIO AMPLIADO DE LA CORPORACION DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO DE TACNA PARA ANALIZAR Y DISCUTIR EL APOYO A LA ALTERNATIVA SELECCIONADA POR LA COMISION TECNICA DE LA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA) SOBRE EL PROYECTO "AFIANZAMIENTO DE LA LAGUNA DE ARICOTA Y CONSTRUCCIÓN CC.HH. Nº 3".

DIRECTORIO DE CORDETACNA

Sr. Luis Bocchio Rejas	:	Presidente de CORDETACNA
Dr. Guillermo Silva Flor	:	Alcalde de la Provincia de -- Tacna.
Dr. Germán Valdéz Meneses	:	Alcalde de la Provincia de -- Tarata.
Ing. Víctor Liendo Calizaya	:	Director de la Oficina Departamental de Planificación.
Ing. Guillermo Huarcaya Chávez	:	Director Regional de Pesca ría.

INVITADOS

Sr. Augusto Lazo Carpio	:	Prefecto del Departamento - de Tacna.
Ing. Toshio Enami	:	Jefe de la Misión Japonesa- (JICA).
Sr. José Santa María Maldonado	:	Presidente de la Cámara de Comercio de Tacna.
Sr. Policarpio Catacora López	:	Presidente de la Federación Agraria de Tacna.
Eco.Federico Nieto Becerra	:	Gerente CORDETACNA

./.

Ing. Luis Sáez Sánchez : Director General de Proyectos Especiales.

Sr. Américo Olivares Esquivel : Director General de Estudios y Promoción de Desarrollo.

Ing. Jorge Espinoza Cáceres : Director General de Ingeniería y Obras.

Tacna, 26 de Julio de 1983

## **APPENDIX—III**

### **ARICOTA No.3 POWER STATION**

(This plan is described in "Report on Modified Second Stage  
Development of Plan Tacna", 1971)

### APPENDIX III ARICOTA NO. 3 POWER STATION

If a power station is to be provided downstream of Aricota No. 2 Power Station along the Rio Curibaya, the site would be between Aricota No. 2 and the junction with the Rio Ilabaya considering the river gradient and topography. The river gradient below the conjunction suddenly becomes small, while topographically, it is difficult to economically obtain the head required for development of a hydroelectric power station.

As a result of field surveys, the points indicated in Fig. A. III-1 would be prospective sites for power stations and three alternatives are considered. These are the case of development in one step utilizing the head between Aricota No. 2 Power Station and the junction and the case of development in two steps with the latter further divided into two alternatives by differences in powerhouse location.

As indicated in Table A. III-1, the construction cost per kW is lowest in the case C, Alternative 3, and when the total head down to the junction is to be utilized, Alternative 3 can be developed most economically of the three alternative.

Note: The various power stations in the above three alternative will use the maximum discharge, 4.6 cu.m/s, of the Aricota No. 1 and No. 2 power stations so that it may be said a power station with the smallest construction cost per kW is most economical.

Table A.III-1 Summary of Estimated Construction Cost

Unit:  $S/10^3$

Item	Plan	One-step Development		Two-step Development						
		Alternative 1		Alternative 2			Alternative 3			
		A	B	A+B	C	D	C+D			
1. Power Station										
a. Max. output (kW)		19,000	8,400	10,500	18,900	14,000	4,800	18,800		
b. Effective head (m)		501.1	222.9	275.3		372.4	124.9			
c. Waterway (L) (m)		12,070	5,500	6,460		7,180	4,450			
2. Generating Facilities		339,794	151,727	174,597	326,324	198,566	113,183	311,749		
3. Transmission Line, Substation and Telecommunication		5,970	5,970	5,970	11,940	5,970	5,970	11,940		
4. Subtotal		345,764	157,697	180,567	338,264	204,536	119,153	323,689		
5. Temporary Works		17,288	7,885	9,028	16,913	10,227	5,958	16,185		
6. Engineering Fee		34,576	15,770	18,057	33,827	20,454	11,915	32,369		
7. Subtotal		397,628	181,352	207,652	389,004	235,217	137,026	372,243		
8. Contingencies		39,763	18,135	20,765	38,900	23,522	13,703	37,225		
9. Subtotal		437,391	199,487	228,417	427,904	258,739	150,729	409,468		
10. Interest during Construction		63,553	19,510	26,062	45,572	25,305	15,555	40,860		
11. Total		500,944	218,997	254,479	473,476	284,044	166,284	450,328		
12. Construction Cost per kW (\$/kW)		608	601	559	578	468	799	552		



Fig. A. III-1 Alternativas para Ubicación de Centrales Propuestas

