

社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書

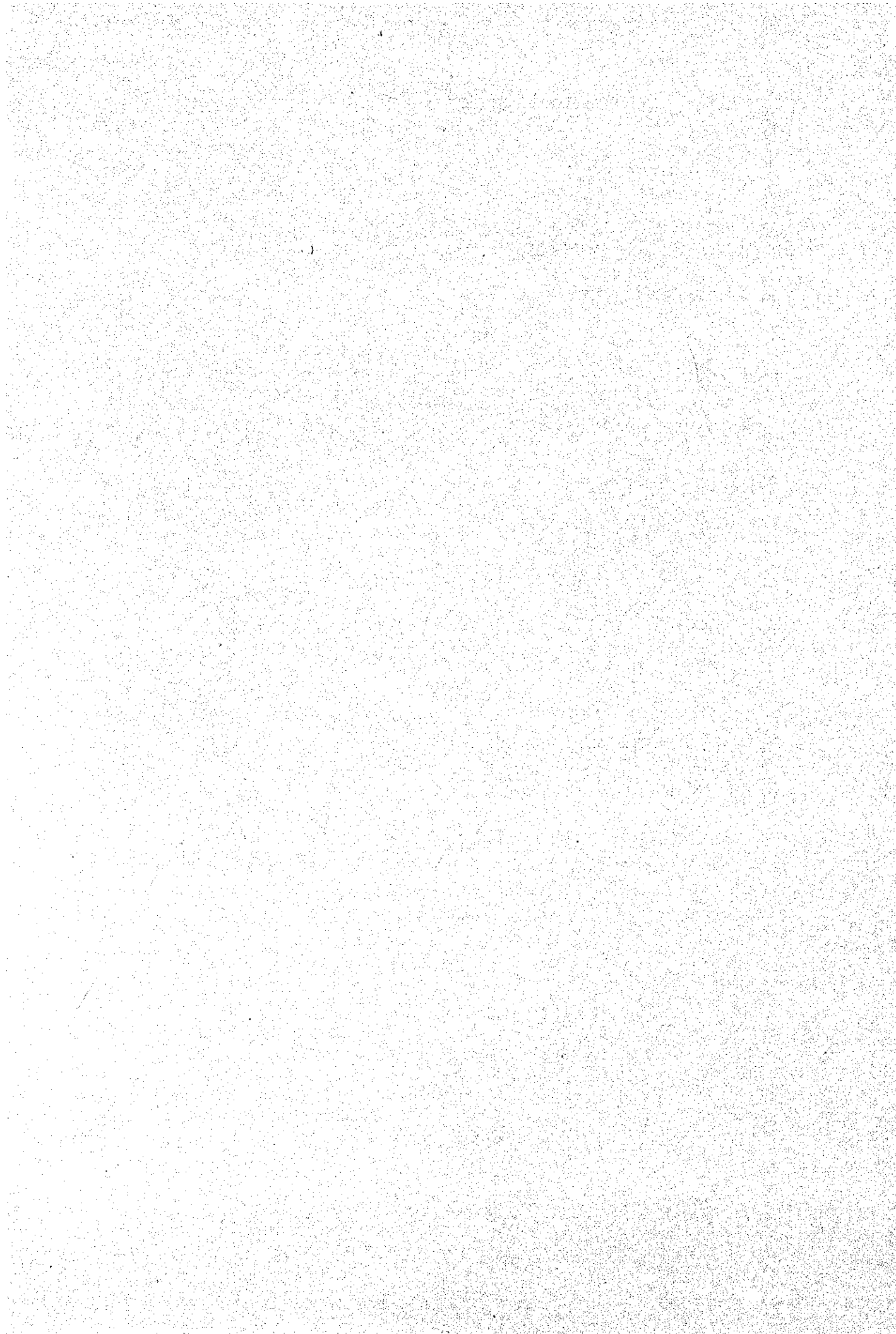
社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書

社会開発調査部報告書 社会開発調査部報告書



AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
REPUBLICA DEL ECUADOR

ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO  
SOBRE LOS ESQUEMAS DE TRASVASE DE AGUA  
A LAS CUENCAS DE LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

INFORME FINAL  
VOLUMEN I  
INFORME PRINCIPAL

(RESUMEN)



MARZO 1995

NIPPON KOEI CO., LTD.  
Tokio, Japón

国際協力事業団

27527

**ESTIMACION DE COSTOS**

Nivel de Precios : Agosto de 1994

Tasa de Cambio : US\$1 = S/. 2,250 = Yen 100

## PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República del Ecuador, el Gobierno del Japón ha decidido llevar a cabo el estudio de diseño detallado sobre los Esquemas de Trasvase de Agua a las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo y confió la realización del estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA despachó a la República del Ecuador la misión del estudio encabezada por el Ing. Osamu Takahashi de Nippon Koei Co., Ltd. tres veces entre octubre de 1993 y febrero de 1995.

La misión sostuvo una serie de reuniones con las autoridades competentes del Gobierno de la República del Ecuador y realizó los estudios de campo en el area objeto del estudio. Después del regreso al Japón de dicha misión, se realizaron los trabajos pertinentes, habiendo quedado concluido el presente informe.

Deseo que este informe contribuya a la materialización del proyecto y sirva para afianzar más los lazos de amistad que unen a ambos países.

Finalmente, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República del Ecuador por la colaboración y apoyo brindado para la realización de este estudio.

marzo de 1995



---

Kimio Fujita  
Presidente  
Agencia de Cooperación  
Internacional del Japón

## OFICIO DE PRESENTACION

Marzo de 1995

Señor Kimio Fujita  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
Tokio, Japón

Ref: Presentación del Informe Final del  
Estudio de Diseño Detallado sobre los  
Esquemas de Traslases de Agua a las  
Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo

De mis consideraciones:

Tenemos el agrado de remitir adjunto el Informe Final del Estudio de Diseño Detallado sobre los Esquemas de Traslases de Agua a las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo en la República del Ecuador.

El Estudio fue elaborado en plena cooperación con las autoridades de la República del Ecuador y a través de las investigaciones de campo y estudios realizados durante tres estadías en el Ecuador desde octubre de 1993 hasta febrero de 1995 y estudios posteriores en el Japón después de cada estadía en el Ecuador.

El Informe Final consiste de los siguientes informes y documentos:

1. Informe Principal, Resumen
2. Informe Principal
3. Informe Principal, Anexo 1
  - Criterios de Diseño
  - Estudio Hidrológico
  - Plan de Traslases
4. Informe Principal, Anexo 2
  - Geología y Materiales de Construcción
5. Informe Principal, Anexo 3
  - Estudio Ambiental
6. Informe del Cálculo de los Diseños
7. Informe del Cálculo de Cantidades de Obras
8. Plan de Construcción y Cronograma

9. Estimación de Costos
10. Programa de Implementación
11. Planos de Diseño
12. Documentos de Precalificación y Licitación para Paquete 1 : Obras Civiles del Traslase Daule-Peripa ~ La Esperanza
13. Documentos de Precalificación y Licitación para Paquete 2 : Obras Civiles de los Traslases La Esperanza ~ Poza Honda y Poza Honda ~ Mancha Grande
14. Documentos de Licitación para Paquete 3 : Obras Mecánicas y Eléctricas

Aprovechando esta oportunidad, deseamos dejar sentado nuestro reconocimiento a su Agencia, al Ministerio de Asuntos Exteriores y al Ministerio de Construcción, y también expresar nuestro agradecimiento al Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM) y la Embajada del Japón en Ecuador por su continua cooperación y útil asesoría otorgadas durante nuestro estudio en Ecuador.

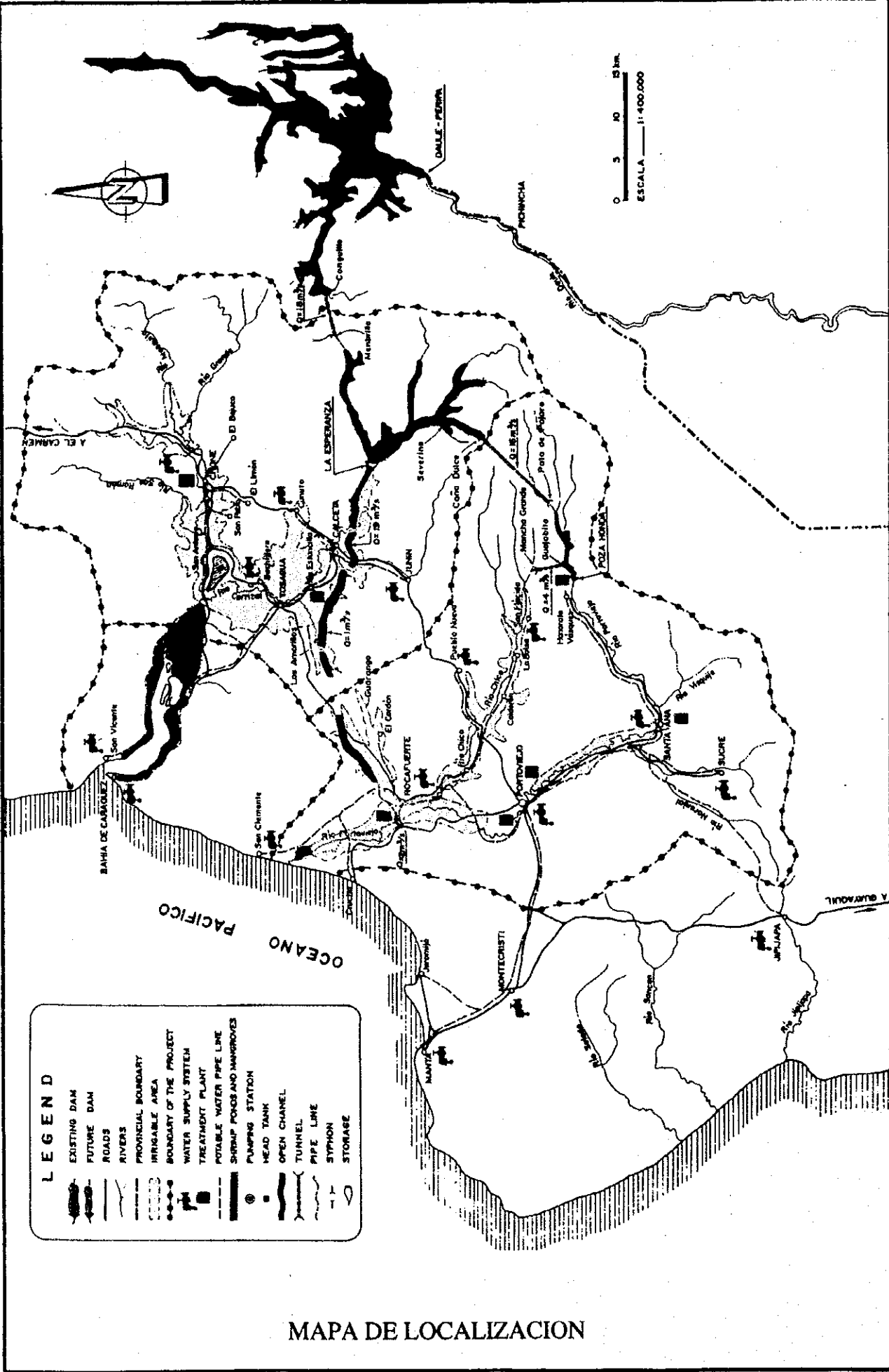
De Usted muy atentamente,



Osamu Takahashi

Jefe para el Estudio de Diseño

Detallado sobre los Esquemas de  
Traslases de Agua a las Cuencas de  
los Ríos Chone y Portoviejo



**LEGEND**

- EXISTING DAM
- FUTURE DAM
- ROADS
- RIVERS
- PROVINCIAL BOUNDARY
- IRRIGABLE AREA
- BOUNDARY OF THE PROJECT
- WATER SUPPLY SYSTEM
- TREATMENT PLANT
- POTABLE WATER PIPE LINE
- SHRIMP PONDS AND MANGROVES
- PUMPING STATION
- HEAD TANK
- OPEN CHANEL
- TUNNEL
- PIPE LINE
- SYMPHON
- STORAGE

MAPA DE LOCALIZACION



**ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO  
SOBRE LOS ESQUEMAS DE TRASVASES DE AGUA  
A LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHONE Y PORTOVIEJO**

Período del Estudio : Octubre 1993 – Marzo 1995

Agencia Contraparte : Centro de Rehabilitación de  
Manabí (CRM)

**RESUMEN EJECUTIVO**

**1. ANTECEDENTES**

La Provincia de Manabí ha venido padeciendo durante mucho tiempo de una habitual escasez de agua. Las cuencas de los ríos Chone-Portoviejo están localizadas en la parte central de la Provincia de Manabí y tienen un gran potencial de desarrollo socio-económico si se las dota de suficiente cantidad y calidad del recurso hídrico. El Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM) ha venido haciendo grandes esfuerzos para resolver este agudo problema de escasez hídrica, los cuales, sin embargo, no han podido cumplir las demandas de agua cada vez crecientes en el área del Proyecto.

**2. OBJETIVOS**

El objetivo del Estudio es elaborar un diseño detallado del Proyecto. El Proyecto se ha propuesto cumplir con las demandas de agua en el área del Proyecto tales como abastecimiento de agua potable, riego, acuicultura del camarón, etc. en el año de 2020, a través de los esquemas de trasvases de agua desde el embalse Daule-Peripa hacia el área del Proyecto.

**3. EL AREA DEL PROYECTO**

El área del Proyecto comprende las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo con un área de 4.870 km<sup>2</sup>, dominada por un clima tropical complejo influenciado por la corriente fría de Humboldt y el fenómeno de El Niño. La precipitación media anual varía desde los 400 mm en la parte sur-occidental del área del Proyecto hasta los 1.800 mm en la parte nor-oriental de la misma, con aproximadamente el 90 % de la precipitación anual concentrada en la estación lluviosa desde diciembre a mayo.

La población del área de beneficio del Proyecto, incluyendo las áreas de Manta y Jipijapa, era de 685.600 habitantes en 1990, habiéndose pronosticado un crecimiento a 1'240.300 habitantes en el 2020.

#### **4. EL PROYECTO**

El Proyecto comprende los siguientes tres esquemas de trasvases de agua:

- (1) Esquema de trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza por gravedad con una capacidad de 18 m<sup>3</sup>/s
- (2) Esquema de trasvase La Esperanza ~ Poza Honda por bombeo con una capacidad de 16 m<sup>3</sup>/s
- (3) Esquema de trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande por gravedad con una capacidad de 4 m<sup>3</sup>/s

#### **5. EL COSTO DEL PROYECTO**

Se ha propuesto la implementación del Proyecto en forma de tres paquetes de contratos, como sigue:

- Paquete 1 : Obras civiles para el esquema de trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza
- Paquete 2 : Obras civiles para los esquemas de trasvases La Esperanza ~ Poza Honda y Poza Honda ~ Mancha Grande
- Paquete 3 : Obras eléctricas y mecánicas incluyendo la línea de transmisión

Las obras de construcción tomarán 54 meses (4,5 años) comenzando en Junio de 1997 y el Proyecto se pondrá en servicio en Diciembre de 2001.

El costo del Proyecto se ha estimado bajo las siguientes condiciones:

- Nivel de precios : Agosto de 1994  
Tasa de cambio : US\$ 1,0 = S/. 2.250 = ¥100 yenes japoneses

El resumen de los costos estimados es el siguiente:

(millones de US\$)

	Moneda extranjera	Moneda local	Total
Paquete 1	29,04	14,20	43,24
Paquete 2	52,30	27,47	79,77
Paquete 3	25,05	2,64	27,69
Sub-total	106,39	44,31	150,70
Administración	-	0,25	0,25
Adquisición de tierras	-	3,01	3,01
Servicios de ingeniería	10,01	1,52	11,53
Contingencia física	9,38	4,50	13,88
Contingencia de precios	17,76	7,67	25,44
<b>Costo Total</b>	<b>143,54</b>	<b>61,27</b>	<b>204,81</b>

## 6. EVALUACION DEL PROYECTO

### 6.1 Evaluación Económica y Financiera

Las tasas internas de retorno económicas (TIRE) del Proyecto se han calculado como sigue:

Valor unitario del agua cruda para el suministro de agua (US\$/m <sup>3</sup> )	TIRE (%)
0,3	11,9
0,4	13,4
0,5	14,8

El beneficio financiero del suministro de agua para riego y camaroneras se asume ser la mitad del beneficio total, dejando la otra mitad del beneficio total para los agricultores. Las tasas internas de retorno financieras (TIRF) del Proyecto se han calculado como sigue:

Precio unitario del agua cruda para el suministro de agua (US\$/m <sup>3</sup> )	TIRF (%)
0,15	8,6
0,20	10,0
0,25	11,2

### 6.2 Impactos Socio-económicos

Los impactos socio-económicos del Proyecto incluyen mejoramiento de las condiciones sanitarias, desarrollo de las actividades comerciales e industriales, impactos socio-económicos durante la construcción del Proyecto e impactos sobre el desarrollo rural.

### 6.3 Impacto Ambiental del Proyecto

Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se llevó a cabo para el Proyecto, considerando los siguientes aspectos:

- Impactos sobre la calidad del agua de los embalses La Esperanza y Poza Honda
- Impactos sobre el régimen de caudal de los ríos
- Impactos sobre la calidad del agua en ríos y estuarios
- Impactos sobre el ecosistema y la pesca

Aún cuando se han señalado algunos impactos sobre el medioambiente a través de la EIA, éstos no se consideran sustanciales para el Proyecto debido a que muchos de ellos pueden ser tratados con apropiadas medidas de mitigación. Por lo tanto, se ha juzgado que el Proyecto es aceptable desde el punto de vista ambiental.

### 7. RECOMENDACIONES

- 1) Comenzar el arreglo financiero para la implementación del Proyecto, dando énfasis de conseguir un préstamo con términos blandos
- 2) Ejecutar las medidas de mitigación propuestas del impacto ambiental y, al mismo tiempo, implementar un Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental
- 3) Completar los siguientes proyectos asociados para asegurar los beneficios del Proyecto
  - Construcción de la presa La Esperanza
  - Planta de tratamiento de agua potable El Ceibal con el sistema de conducción de agua
  - Planta de tratamiento de agua potable Cuatro Esquinas con el sistema de conducción de agua
  - Proyecto de riego Carrizal-Chone
  - Rehabilitación del sistema de riego Poza Honda
  - Reconstrucción de la compuerta de control de mareas de Simbocal
- 4) Fortalecer la organización del CRM como la Agencia Ejecutora del Proyecto

## INFORME FINAL

### LISTA DE INFORME

Volumen	Título
I.	INFORME PRINCIPAL (RESUMEN)
II.	INFORME PRINCIPAL
III.	INFORME PRINCIPAL (ANEXO 1) 1. CRITERIOS DE DISEÑO 2. ESTUDIO HIDROLOGICO 3. PLAN DE TRASVASES
IV.	INFORME PRINCIPAL (ANEXO 2) 4. GEOLOGIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
V.	INFORME PRINCIPAL (ANEXO 3) 5. ESTUDIO AMBIENTAL
VI.	INFORME DEL CALCULO DE LOS DISEÑOS
VII.	INFORME DEL CALCULO DE CANTIDADES DE OBRAS
VIII.	PLAN DE CONSTRUCCION Y CRONOGRAMA
IX.	ESTIMACION DE COSTOS
X.	PROGRAMA DE IMPLEMENTACION
XI.	PLANOS DE DISEÑO

## **INFORME FINAL**

### **INFORME PRINCIPAL - CONTENIDO**

Volumen I. INFORME PRINCIPAL RESUMEN

Volumen II. INFORME PRINCIPAL

PREFACIO

OFICIO DE RESENTACION

RESUMEN EJECTIVO

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE PLANOS

ABREVIATURAS

RESUMEN

Capítulo 1 GENERALIDADES

Capítulo 2 REVISION DE ESTUDIOS ANTERIORES

Capítulo 3 ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

Capítulo 4 DISEÑO

Capítulo 5 PLAN DE CONSTRUCCION Y CRONOGRAMA

TABLAS

FIGURAS

PLANOS

Volumen III. INFORME PRINCIPAL ANEXO 1

1. CRITERIOS DE DISEÑO

2. ESTUDIO HIDROLOGICO

3. PLAN DE TRASVASES

Volumen IV. INFORME PRINCIPAL ANEXO 2

4. GEOLOGIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Volumen V. INFORME PRINCIPAL ANEXO 3

5. ESTUDIO AMBIENTAL

# LOS ESQUEMAS DE TRASVASES DE AGUA A LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHONE Y PORTOVIEJO

## RESUMEN

### 1. Introducción

La Provincia de Manabí ha venido padeciendo durante mucho tiempo de una habitual escasez de agua. Las cuencas de los ríos Chone-Portoviejo están localizadas en la parte central de la Provincia de Manabí y tienen un gran potencial de desarrollo socio-económico si se las dota de suficiente cantidad y calidad del recurso hídrico. El Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM) ha venido haciendo grandes esfuerzos para resolver este agudo problema de escasez hídrica desde su establecimiento en 1962, y ha implementado o ha estado implementando algunos proyectos de desarrollo de los recursos hídricos en el área del Proyecto, los cuales, sin embargo, no podrán cumplir las demandas de agua cada vez crecientes en el área sin la implementación de los Esquemas de Traslases de Agua para las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo (el Proyecto) que deriva las aguas desde la cuenca del río Daule hacia el área del Proyecto.

El CRM inició un amplio estudio de plan maestro sobre el desarrollo integrado de los recursos hídricos de la Provincia de Manabí (PHIMA) en 1986 en cooperación con otras organizaciones relevantes del Gobierno del Ecuador. La Organización de Estados Americanos (OEA) se unió al estudio del PHIMA a finales de 1987 y el Gobierno del Japón se unió igualmente al mismo a principios de 1989 a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). El informe final del PHIMA entregado en Enero de 1990 por JICA recomendó llevar a cabo un estudio de factibilidad sobre los esquemas de trasvase de agua desde el embalse Daule-Peripa hacia las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo.

Un estudio de factibilidad del Proyecto fué llevado a cabo por JICA en colaboración con el CRM y otras organizaciones relevantes del Gobierno del Ecuador desde marzo de 1991 hasta diciembre de 1992. El estudio de factibilidad justificó el proyecto desde el punto de vista de su factibilidad socio-económica y sustentabilidad ambiental.

A pedido del Gobierno del Ecuador, el Gobierno del Japón acordó proseguir con el Proyecto en su fase de Diseño Detallado. JICA, en colaboración con el CRM, ejecutó el estudio de diseño detallado del Proyecto desde Octubre de 1993 hasta Marzo de 1995.

El objetivo del Proyecto es contribuir con el desarrollo socio-económico del área mediante el suministro estable de agua para cubrir las siguientes demandas:

- (1) Abastecimiento de agua para el uso doméstico, turístico e industrial para cubrir una población de 650.000 habitantes en la cuenca del río Portoviejo incluyendo las áreas de Manta y Jipijapa (70% de la población total ) y una población de 40.000 habitantes en la cuenca del río Chone (12% de la población total) en el año 2020.
- (2) Abastecimiento de agua para el riego de una área neta de 12.150 ha en la cuenca del río Portoviejo y 1.000 ha en la cuenca del río Chone.
- (3) Abastecimiento de agua fresca para camarónicas en una área bruta de 5.500 ha en los estuarios de los ríos Chone y Portoviejo.
- (4) Incremento del flujo de mantenimiento del río para mejorar la calidad del agua y la conservación del ecosistema de los ríos Chone y Portoviejo incluyendo sus estuarios.

## 2. El Area del Proyecto

La Provincia de Manabí tiene un área de aproximadamente 19.000 km<sup>2</sup>, mientras que el área del Proyecto, las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo tienen un área de 4.871 km<sup>2</sup>. Topográficamente, el área del Proyecto está constituida por colinas que se despliegan hacia el oriente desde una región plana localizada al oeste. La composición geológica en el área del Proyecto la constituyen las Formaciones Borbón, Onzole y Tosagua del Terciario. La Formación Onzole compuesta de areniscas blandas y limolitas está profundamente ligada a las obras de ingeniería del Proyecto.

El área del Proyecto está dominada por un clima tropical complejo influenciado por la corriente fría de Humboldt y el fenómeno de El Niño. La precipitación media anual varía desde los 400 mm en la parte sur-occidental del área del Proyecto hasta los 1.800 mm en la parte nor-oriental de la misma, con aproximadamente el 90% de la precipitación anual concentrada en la estación lluviosa desde diciembre a mayo. Por otro lado, la variación estacional de la temperatura media mensual es pequeña, la menor temperatura ocurre en agosto con 23,8°C y la mayor en marzo con 26,0°C en la ciudad de Portoviejo.

El área del Proyecto está formada básicamente por dos sistemas fluviales, el sistema del río Chone con una cuenca aportante de 2.267 km<sup>2</sup> y el sistema del río Portoviejo con una cuenca aportante de 2.060 km<sup>2</sup>. El río Carrizal es uno de los mayores tributarios del río Chone con una cuenca aportante de 1.166 km<sup>2</sup>, y el río Chico es uno de los mayores tributarios del río Portoviejo con una cuenca aportante de 585 km<sup>2</sup>.



La población del Ecuador en 1990 era de 9,7 millones de habitantes. La población de la Provincia de Manabí en 1990 era de 1'032.000 habitantes, mientras que la población del área del Proyecto era de 480.300 habitantes en el mismo año. La población del área de beneficio del Proyecto, incluyendo las áreas de Manta y Jipijapa, era de 685.600 habitantes en 1990, habiéndose pronosticado un crecimiento a 1'240.300 habitantes en el 2020. El Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador en 1990 era de S/.8.130 billones, con un PIB per cápita de S/.840.000, equivalente a US\$1.030. El Producto Regional Bruto (PRB) de la provincia de Manabí fué de S/.599 billones en 1990, con un PRB per cápita de S/.580.000, equivalente a US\$710.

### **3. Desarrollos Hidráulicos en y alrededor del Area del Proyecto**

En el área del Proyecto se han planificado, estudiado y llevado a cabo un sinnúmero de proyectos de desarrollo de los recursos hidráulicos. Los siguientes estudios y proyectos, entre otros, están íntimamente relacionados con el Proyecto, como se muestran en Figura S-1.

- (1) El Proyecto Multipropósito Poza Honda en la cuenca del río Portoviejo.
- (2) El Proyecto Presa Daule-Peripa en el río Daule, localizado en la frontera oriental del área del Proyecto.
- (3) Proyecto Presa La Esperanza en el río Carrizal, un tributario mayor del río Chone.
- (4) Proyecto de Trasvases de Agua desde Daule-Peripa a los embalses Poza Honda y La Esperanza.
- (5) Proyecto Multipropósito Carrizal-Chone en la cuenca del río Chone.

El proyecto Poza Honda fué implementado por el CRM en las siguientes etapas:

- Construcción de la presa Poza Honda en 1971
- Construcción de la planta de tratamiento de Guarumo con una capacidad de 43.000 m<sup>3</sup>/día con el sistema de conducción de agua hasta Portoviejo y Manta en 1976
- Construcción de la presa derivadora de Santa Ana y del sistema de riego de 3.300 ha en 1984

- Construcción de la planta de tratamiento de Caza Lagartos con una capacidad de 20.000 m<sup>3</sup>/día con su correspondiente sistema de conducción de agua hasta Manta en 1987
- Planta de tratamiento de Cuatro Esquinas en Portoviejo con una capacidad de 90.000 m<sup>3</sup>/día a ser concluida a finales de 1995
- Planta de tratamiento de El Ceibal en Rocafuerte con una capacidad de 90.000 m<sup>3</sup>/día con el sistema de conducción de agua hasta Manta y Rocafuerte, a ser concluida a finales de 1995

El estudio del PHIMA evaluó la capacidad de abastecimiento de agua de la presa Poza Honda en el sitio de la compuerta de Santa Ana con una cuenca aportante de 481 km<sup>2</sup> incluyendo la cuenca aportante de Poza Honda de 175 km<sup>2</sup>, en 107 MMC/año. Por otro lado, la demanda de agua estimada por el PHIMA en 1990 correspondía a 25 MMC/año para agua potable y 75 MMC/año para riego, sumando 100 MMC/año. Aún cuando es posible técnicamente para la presa Poza Honda cubrir la demanda de agua del año 1990 el CRM limita en la actualidad el suministro de agua para riego para garantizar el abastecimiento de agua potable incluso durante los años secos consecutivos. La presa Poza Honda no puede afrontar el suministro de agua hacia las nuevas plantas de tratamiento con un adicional de 66 MMC/año sin tener que suspender el suministro de agua para el riego. Esta es una de las mayores razones para la urgente necesidad de trasvasar agua desde Daule-Peripa a la cuenca del río Portoviejo. Con el Proyecto, el embalse Poza Honda servirá como un lago receptor del agua trasvasada desde el embalse La Esperanza para abastecer a la cuenca del río Portoviejo.

La Presa Daule-Peripa fué construida por CEDEGE en 1987, con los siguientes objetivos: (i) control de inundaciones, (ii) abastecimiento de agua potable, (iii) abastecimiento de agua para riego, y (iv) generación hidroeléctrica. Se debe notar que un volumen de 500 MMC está destinado para el uso en la provincia de Manabí. De acuerdo al convenio inter-institucional firmado por CEDEGE y CRM en 1986, el CRM está autorizado a derivar un volumen de agua de hasta 500 MMC/año con un caudal máximo de trasvase de 18 m<sup>3</sup>/s.

La construcción de la presa La Esperanza, a cargo del CRM, empezó en el año de 1992 en el tramo superior del río Carrizal y se ha planificado su terminación para el año de 1996. Los objetivos de la presa La Esperanza son: (i) control de inundaciones y (ii) abastecimiento de agua para riego del área Carrizal-Chone. A partir de la construcción de la presa La Esperanza, se solucionarán en gran parte los problemas de inundación en la estación lluviosa y los problemas de escasez de agua en la estación seca en la cuenca del río Chone. Sin

embargo, la cuenca del río Portoviejo permanecerá desabastecida de agua hasta que el Proyecto se haya realizado. La Esperanza funcionará como un reservorio intermedio para trasvasar agua desde Daule-Peripa hasta Poza Honda.

El proyecto de trasvases de agua fué formulado por el CRM en 1987 de acuerdo al siguiente plan propuesto:

- (1) El agua proveniente del embalse Daule-Peripa sería derivada hacia La Esperanza con un caudal de trasvase de  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- (2) El agua proveniente del embalse Daule-Peripa sería bombeada desde el río Daule, 30 km aguas abajo de la presa, hasta el embalse Poza Honda, con una altura aproximada de bombeo de 150 m y un caudal de  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  en su tramo final.

El estudio del PHIMA en 1989, recomendó dar una capacidad de  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  en vez de  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  al trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza. El CRM solicitó a CEDEGE la construcción del portal de entrada del túnel con una capacidad de  $18 \text{ m}^3/\text{s}$ , y el CRM procedió a la construcción del mismo de acuerdo a esta solicitud en 1990. El CRM también procedió a revisar los diseños del túnel para adaptarlos al nuevo caudal de  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1989. El esquema de trasvase de agua desde Daule-Peripa a La Esperanza es uno de los componentes importantes del Proyecto.

El CRM realizó un estudio de factibilidad sobre el proyecto de riego Carrizal-Chone, el cuál sería abastecido por la presa La Esperanza. Debido a que la construcción de la presa La Esperanza será terminada en 1996, el CRM tiene un gran deseo de proseguir con el proyecto. A finales de 1994 la Corporación Andina de Fomento, CAF, aceptó dar un financiamiento de US\$4,0 millones para los diseños detallados del proyecto.

#### **4. Demandas de Agua**

Tres sistemas regionales de abastecimiento de agua potable sirven concurrentemente al área expandida del Proyecto incluyendo las áreas de Manta y Jipijapa. Estos son el Sistema Poza Honda, el Sistema La Estancilla, y el Sistema Chone, todos los cuáles son operados y mantenidos por el CRM, excepto la planta de tratamiento de Caza Lagartos la cuál es manejada por la Empresa Municipal de Agua Potable de Manta.

Las demandas de agua del área servida se proyectan de la siguiente manera:

Sistema Regional de Abastecimiento de Agua	Demanda de agua promedio (m <sup>3</sup> /día)			
	1990	2000	2010	2020
Sistema Poza Honda	89.950	155.470	252.730	395.800
Sistema Chone	8.780	17.260	27.510	39.570
Sistema La Estancilla	12.500	30.760	52.180	76.940
Total	111.230	203.480	332.420	512.290
(en MMC/año)	41	74	121	187
Demanda unitaria (l/p/d)	207	285	355	428

Existen tres sistemas de riego en el área del Proyecto. Ellos son: (i) Poza Honda, (ii) Río Chico y (iii) La Estancilla. Las áreas servidas y bajo riego en el año de 1988 crean las siguientes:

Sistema de riego	Área de cobertura (ha)	Área bajo riego en 1988 (ha)
Poza Honda	8.750	4.850
Río Chico	2.050	1.380
La Estancilla	2.730	1.520
Total	13.530	7.750

Aún cuando el área del proyecto tiene un área de cobertura, con servicios de riego, de 13.530 ha, durante 1988 apenas se regaron 7.750 ha debido a la escasez del recurso hídrico.

Los siguientes ocho esquemas de riego con un área neta total de 29.250 ha han sido formulados en el Proyecto y se han calculado los requerimientos de agua para un periodo de retorno de 1 año seco por cada 5 años normales.

Esquema	Cuenca hídrica	Área neta de riego (ha)	Requerimiento de agua (MMC/año)
Carrizal-Chone	Carrizal y Chone	15.000	253
Amarillos	Carrizal	1.000	19
Guarango	Portoviejo	1.500	36
Río Chico	Chico	1.700	31
Pechiche-Pasaje	Chico y Portoviejo	850	20
Santa Ana	Portoviejo	3.300	74
Mejía	Portoviejo	1.250	28
Ceibal-Guayaba	Portoviejo	4.650	111
Total		29.250	572

La acuicultura del camarón se practica en el estuario del río Chone donde 4.967 ha de piscinas camaroneras se operaban en 1990, estimándose para el año 2000 un incremento a 5.417 ha de piscinas. La salinidad es un parámetro que está influenciado por la variación estacional de la precipitación y escorrentía. El agua del área de camaroneras presenta

salinidades que varían desde las 0 partes por mil (ppm) en la época de lluvias debido a la mayor precipitación y esorrentía del río, hasta un valor superior a los 40 ppm en la época seca, que es igual e incluso superior a la salinidad del agua de mar. El rango óptimo de salinidad para un buen crecimiento del camarón es de 15 a 25 ppm. Si un apropiado abastecimiento de agua fresca controla la salinidad del agua en las camaronerías dentro del rango óptimo, la producción de la especie se vería notablemente incrementada.

El requerimiento anual de agua fresca a partir del año 2000 se estima en 100 MMC en el estuario del río Chone y 3 MMC en el estuario del río Portoviejo tal como se muestra a continuación:

	Area bruta (ha)	Area neta (ha)	Area que recibirá agua fresca (ha)	Requerimiento unitario de agua (m <sup>3</sup> /ha)	Requerimiento total de agua (MMC/año)
Río Chone					
Zona A (lado del mar)	990	594	475	49,500	23.5
Zona B (lado del río)	4.427	2.656	2.125	35.700	76.0
Río Portoviejo	130	78	63	44.300	2,8
Total	5.547	3.328	2.663	-	102,3

(Nota) El área neta se asume como el 60% del área bruta. Igualmente, el área que recibirá actualmente el agua fresca se asume como el 80% del área neta.

## 5. Estudios de la Operación Integrada de Embalses y del Balance Hidráulico

Bajo las siguientes condiciones se efectuaron los estudios de la operación integrada de embalses y del balance hidráulico:

- (1) Los caudales de la intercuenca, los caudales naturales de la cuenca hídrica aguas abajo de una presa, pueden usarse para cubrir la demanda hídrica especialmente durante la época de lluvias. Se asume como permitido un caudal de hasta el 60% del caudal de la intercuenca.
- (2) Una presa debe desfogar un caudal constante como caudal de mantenimiento del río. El caudal de mantenimiento del río es 8 MMC/año desde Poza Honda y 16 MMC/año desde La Esperanza.
- (3) Para diluir los flujos de retorno del riego, se aplica el 20% del requerimiento del agua del riego.

El estudio confirmó que toda la demanda de agua puede ser cubierta con un nivel de garantía del 80% (escasez de agua correspondiente a un año seco cada cinco años) bajo las siguientes condiciones:

- (1) La capacidad máxima de bombeo desde La Esperanza es únicamente posible para un nivel del embalse superior a la cota 47 m.s.n.m.
- (2) El trasvase de agua desde Poza Honda a Mancha Grande es únicamente posible a niveles de agua del embalse superiores a la cota 94 m.s.n.m.
- (3) Los niveles de agua óptimos son cota 63,5 m.s.n.m. para La Esperanza y cota 102,5 m.s.n.m. Para Honda. Esto implica detener la operación de trasvase desde Daule-Peripa a La Esperanza cuando el nivel de agua de este último embalse supere la cota 63,5 m.s.n.m. y que el trasvase La Esperanza-Poza Honda se detenga cuando el nivel de agua en el embalse Poza Honda sea superior a los 102,5 m.s.n.m.
- (4) Los caudales máximos de trasvase son los siguientes:

Daule-Peripa ~ La Esperanza	:	18 m <sup>3</sup> /s
La Esperanza ~ Poza Honda	:	16 m <sup>3</sup> /s
Poza Honda ~ Mancha Grande	:	4 m <sup>3</sup> /s

El resultado del estudio del balance hidráulico se muestra en Figura S-2.

## 6. Estudios e Investigaciones para el Proyecto

En esta fase de estudio detallado, se han revisado, actualizado y complementado los estudios e investigaciones llevados a cabo para el estudio de factibilidad.

En el estudio hidrológico se revisó y actualizó el estudio de simulación de caudales, se complementó el estudio de sedimentación de los embalses, y el estudio de calidad del agua fue revisado y actualizado con nuevos análisis de calidad de agua.

Levantamientos topográficos detallados se han hecho en los sitios de estructuras y un levantamiento topográfico adicional se llevó a cabo para las rutas de los caminos de acceso y de la línea de transmisión.

Las investigaciones geológicas, así como también las investigaciones de los materiales de construcción se llevaron a cabo para complementar las investigaciones geotécnicas y de materiales anteriores y más aún para confirmar las condiciones geotécnicas y la disponibilidad de los materiales de construcción.

Los estudios ambientales se han revisado y llevado a efecto con nuevos ensayos de calidad de agua en el área del estudio y las mediciones de marea en el estuario del río Chone. También se ha revisado y actualizado el Estudio Institucional.

## 7. Diseño de las Estructuras del Proyecto

El Proyecto comprende los siguientes tres esquemas de trasvases de agua, como se muestran en Figura S-1.

### (1) Esquema de trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza

Túnel de derivación	
Capacidad	18 m <sup>3</sup> /s, flujo libre
Longitud	8,3 km
Sección	3,7 m de diámetro sección estandar tipo herradura
Gradiente	1/1.500
Carreteras de acceso	
Carretera de acceso Conguillo	22,6 km
Carretera de acceso Membrillo	0,4 km
Carretera de acceso El Guasmo	1,6 km

### (2) Esquema de trasvase La Esperanza ~ Poza Honda

Estación de bombeo Severino	
Caudal de bombeo	16 m <sup>3</sup> /s
Carga total de bombeo	70,0 m
Carga de diseño	60,0 m
Número de unidades	6 unidades (1 de emergencia)
Caudal de cada unidad	192 m <sup>3</sup> /min. (3,2 m <sup>3</sup> /s)
Tipo	Eje vertical, aspiración simple tipo voluta
Tubería de carga	
Longitud	173 m (tubería No. 1) 170 m (tubería No. 2)
Número de líneas	2 líneas

Diámetro	1.000 - 2.400 mm
Tanque de carga	
Ancho	16,8 m - 8,8 m
Longitud	56,7 m
Canal abierto	
Capacidad	16 m <sup>3</sup> /s
Longitud	5,5 km
Gradiente	1/3.000
Sección	Trapezoidal

#### Sifones

Sifón No.	Longitud	Carga máxima
1	72 m	8,7 m
2	233 m	36,6 m
3	326 m	47,6 m
4	76 m	5,5 m
5	174 m	17,5 m

#### Túnel de derivación

Capacidad	16 m <sup>3</sup> /s, flujo libre
Longitud	11,4 km
Sección	3,5 m de diámetro sección estandar tipo herradura
Gradiente	1/1.500

#### Subestación Severino

Capacidad	2 x 12,5 MVA
Relación de transformación	138/13,8 kV

#### Línea de transmisión Daule-Peripa - Severino

Longitud	32,6 km
Voltaje	138 kV

#### Carreteras de acceso

Carretera de acceso Severino	9,3 km
Carretera de acceso Entrada Caña Dulce	2,7 km
Carretera de acceso Los Cuyuyes	14,8 km
Carretera de acceso La Seca	3,8 km



### (3) Esquema de trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande

#### Túnel de derivación

Capacidad	4 m <sup>3</sup> /s
Longitud	4,1 km
Sección	2,5 m de diámetro sección estandar tipo herradura
Gradiente	1/3.900

#### Carreteras de acceso

Carretera de acceso Entrada Poza Honda 0,7 km

Las rocas a través de la rasante del túnel propuesto son limolitas con una resistencia a la compresión no confinada variando desde 60 kg/cm<sup>2</sup> a 100 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual permite clasificarlas como rocas blandas. La permeabilidad es generalmente baja en el orden de 10<sup>-5</sup> cm/s.

Juzgando por las condiciones geológicas, el Método Austriaco Nuevo para construcción de túneles (MANT) se considera como el más adecuado para la construcción de los túneles. Una máquina rozadora frontal se utiliza para la excavación de los túneles. Inmediatamente después de la excavación se aplica concreto lanzado a la superficie de la roca excavada. Se anclan varios pernos dependiendo de las condiciones actuales de la roca. Se completa la construcción de los túneles colocando un revestimiento de concreto en toda la longitud de los mismos. Los soportes o costillas de acero se utilizan en la construcción de los túneles en las zonas coluviales y de roca meteorizada cerca de los portales. Se utilizan también drenes para aliviar la presión del agua alrededor de los túneles.

### 8. Programa de Construcción y Estimación de Costos

Se ha propuesto la implementación del Proyecto en forma de tres paquetes de contratos, como sigue:

Paquete 1: Obras civiles para el esquema de trasvases Daule-Peripa ~ La Esperanza

Paquete 2: Obras civiles para los esquemas de trasvase La Esperanza ~ Poza Honda y Poza Honda ~ Mancha Grande

Paquete 3: Obras eléctricas y mecánicas incluyendo la línea de transmisión

Se ha establecido el siguiente cronograma para la implementación del Proyecto como se muestra en Figura S-3:

- (1) Arreglo financiero para la construcción : 10 meses desde abril/95 hasta enero/96
- (2) Selección del consultor : 3 meses desde febrero/96 hasta abril/96
- (3) Licitación y contratos incluyendo la precalificación de los paquetes 1 y 2
  - Paquete 1 : 13 meses desde mayo/96 a mayo/97
  - Paquete 2 : 13 meses desde mayo/96 a mayo/97
  - Paquete 3 : 11 meses desde julio/97 a mayo/98
- (4) Construcción de las obras
  - Paquete 1 : 54 meses desde junio/97 a noviembre/2001
  - Paquete 2 : 54 meses desde junio/97 a noviembre/2001
  - Paquete 3 : 42 meses desde junio/98 a noviembre/2001
- (5) Puesta en marcha del Proyecto : Diciembre del año 2001

Los costos del Proyecto estimados al nivel de precios de agosto de 1994 son los siguientes:

	(millones de US\$)		
	Moneda extranjera	Moneda local	Total
Paquete 1	29,04	14,20	43,24
Paquete 2	52,30	27,47	79,77
Paquete 3	25,05	2,64	27,69
Sub-total	106,39	44,31	150,70
Administración	-	0,25	0,25
Adquisición de tierras	-	3,01	3,01
Servicios de ingeniería	10,01	1,52	11,53
Contingencia físicas	9,38	4,50	13,88
Contingencia de precios	17,76	7,67	25,44
<b>Total Cost</b>	<b>143,54</b>	<b>61,27</b>	<b>204,81</b>

El desembolso anual se estima de acuerdo al cronograma de construcción y se resume a continuación:

(millones de US\$)			
Año	Moneda extranjera	Moneda local	Total
1996	-	0,14	0,14
1997	27,43	14,48	41,91
1998	35,59	15,30	50,89
1999	30,27	14,13	44,40
2000	39,66	12,47	52,13
2001	10,59	4,75	15,34
Total	143,54	61,27	204,81

El costo de operación y mantenimiento del Proyecto se estima a continuación también al nivel de precios de agosto de 1994:

(millones de US\$ por año)			
Año	Costo de O y M excepto de Energía	Costo de Energía	Costo total de O y M
2002	0,82	1,55	2,37
2010	0,82	1,93	2,75
2015	0,82	2,28	3,10
2020	0,82	2,69	3,51

## 9. Impacto Ambiental del Proyecto

Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se llevó a cabo para el Proyecto, basada en las características de éste y en los resultados del Examen Ambiental Inicial (EAI), considerando los siguientes aspectos:

- (1) Impactos sobre la calidad del agua de los embalses La Esperanza y Poza Honda
- (2) Impactos sobre el régimen de caudal de los ríos
- (3) Impactos sobre la calidad del agua en ríos y estuarios
- (4) Impactos sobre el ecosistema y la pesca

Aún cuando se han señalado algunos impactos sobre el medioambiente a través de la EIA, estos no se consideran sustanciales para el Proyecto debido a que muchos de ellos pueden ser tratados con apropiadas medidas de mitigación. Por lo tanto, se ha juzgado que el Proyecto es aceptable desde el punto de vista ambiental.

Incluso si los resultados de la EIA concluyen que el Proyecto es aceptable desde el punto de vista ambiental, no es posible eliminar todas las incertidumbres relativas a los impactos causados por el Proyecto. Problemas ambientales no esperados podrían surgir a partir de la implementación del Proyecto. Es importante monitorear la efectividad y eficacia

de las medidas de mitigación propuestas, y, por lo tanto, el CRM deberá implementar un Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA) como parte complementaria al Proyecto de trasvases.

## **10. Marco Institucional y Organizaciones**

La agencia ejecutora del Proyecto es el Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM), quién es el encargado del desarrollo de los recursos hidráulicos incluyendo agua potable y riego en la Provincia de Manabí así como también del desarrollo urbano y regional provincial. Los proyectos más importantes que maneja el CRM son el Proyecto Multipropósito Poza Honda, pequeños esquemas de riego como el sistema de riego La Estancilla, el sistema de riego del río Chico, etc, los sistemas de agua potable de Chone y La Estancilla, y el Proyecto Multipropósito Carrizal-Chone incluyendo la presa La Esperanza.

Una oficina del proyecto de trasvases será organizada para la construcción del Proyecto. La oficina matriz del proyecto estará localizada en el sitio de la estación de bombeo Severino y las oficinas sucursales estarán localizadas en el sitio de entrada Conguillo y entrada Poza Honda. Para asistir al CRM en la supervisión de las obras de construcción del Proyecto se emplearán una firma consultora internacional como también una firma consultora local.

Una vez finalizada la construcción del Proyecto, el CRM entregará la administración y mantenimiento de la línea de transmisión Daule-Peripa ~ Severino a INECEL. También, las carreteras de acceso sean entregadas, por parte del CRM, al Ministerio de Obras Públicas (MOP) para su mantenimiento. El CRM será el responsable por la operación y mantenimiento de las restantes obras del Proyecto. La oficina del Proyecto en Severino se convertirá en el centro de operación y mantenimiento (O&M), responsable de la operación y mantenimiento de las obras del Proyecto, excepto del portal de entrada Conguillo y del portal de entrada Poza Honda que serán operados y mantenidos por la oficina de O&M Conguillo y la oficina de O&M Poza Honda respectivamente.

## **11. Evaluación del Proyecto**

Los beneficios económicos del abastecimiento de agua poblacional e industrial dependen de la valuación del valor unitario del agua cruda, tal como se muestra a continuación:

**Beneficios del Suministro de Agua (millones de US\$/año)**

Año	Valor del Agua Cruda (US\$/m <sup>3</sup> )			Demandas de Agua (MCM/año)
	0.3	0.4	0.5	
2002	6,6	8,8	11,1	22,1
2005	10,0	13,3	16,7	33,3
2010	15,6	20,8	26,0	51,9
2015	23,8	31,8	39,7	79,4
2020	33,6	44,8	56,0	112,0

Los otros beneficios económicos se estiman en US\$7,8 millones/año por el suministro del agua para riego y US\$7,3 millones/año por las camaroneras.

Las tasas internas de retorno económicas (TIRE) del proyecto se han calculado como sigue, dependiendo de una valuación más o menos arbitraria del valor unitario del agua cruda para el suministro de agua potable.

Precio unitario del agua cruda para el suministro de agua potable (US\$/m <sup>3</sup> )	TIRE (%)
0,3	11,9
0,4	13,4
0,5	14,8

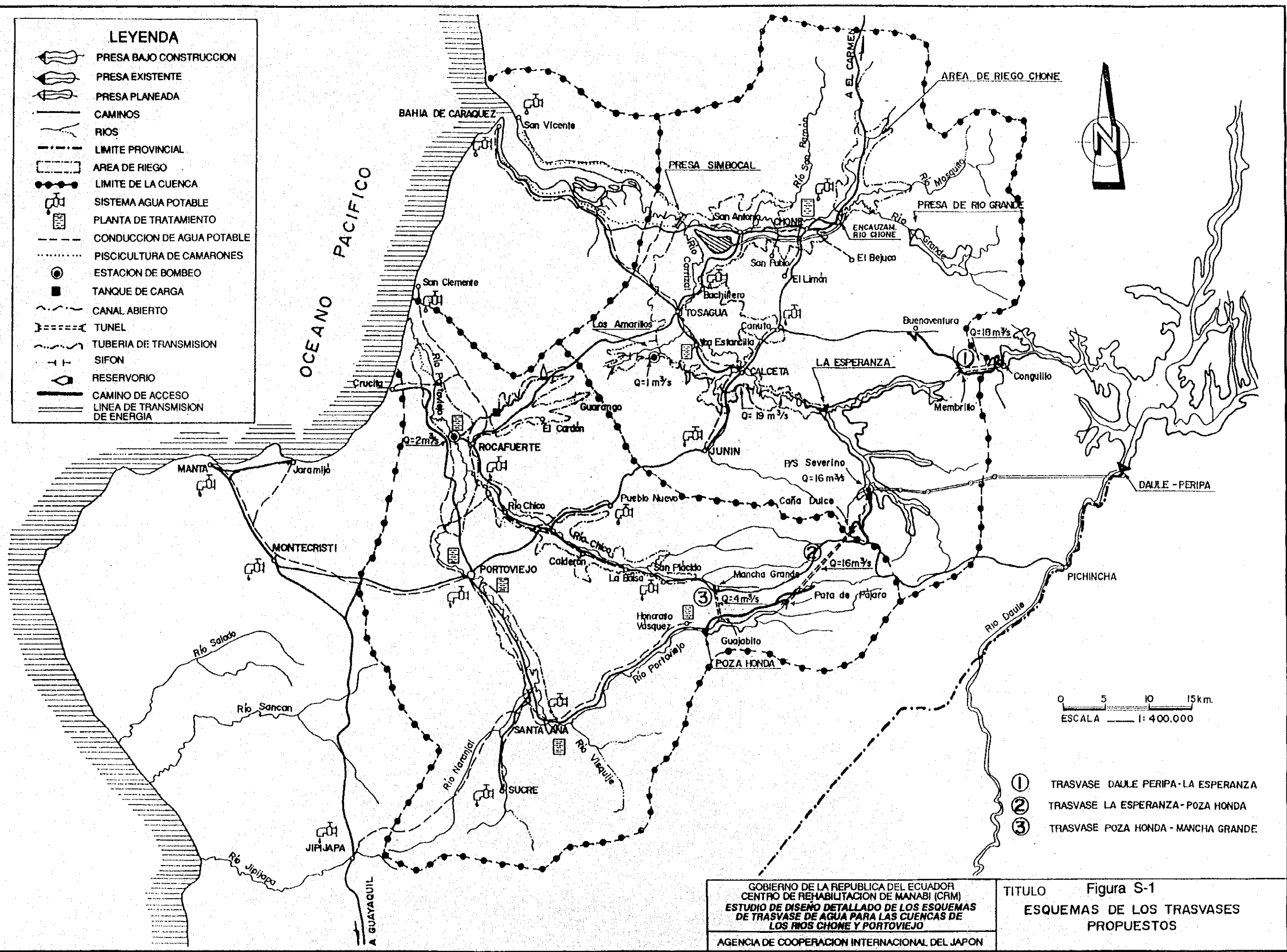
El beneficio financiero del suministro de agua para riego y camaroneras se asume ser la mitad del beneficio total, dejando la otra mitad del beneficio total para los agricultores. Las tasas internas de retorno financieras (TIRF) del proyecto se han calculado como sigue, dependiendo del precio unitario del agua cruda para el suministro de agua potable.

Precio unitario del agua cruda para el suministro de agua potable (US\$/m <sup>3</sup> )	TIRF (%)
0,15	8,6
0,20	10,0
0,25	11,2

Además de los beneficios tangibles como analizados anteriormente, el Proyecto seguramente traerá enormes impactos socio-económicos en el área del Proyecto, tales como:

- Impactos socio-económicos durante la construcción del Proyecto
- Impactos sobre actividades comerciales
- Impactos sobre desarrollo industrial
- Mejoramiento de las condiciones sanitarias
- Impactos sobre desarrollo rural incluyendo desarrollo eco-turismo

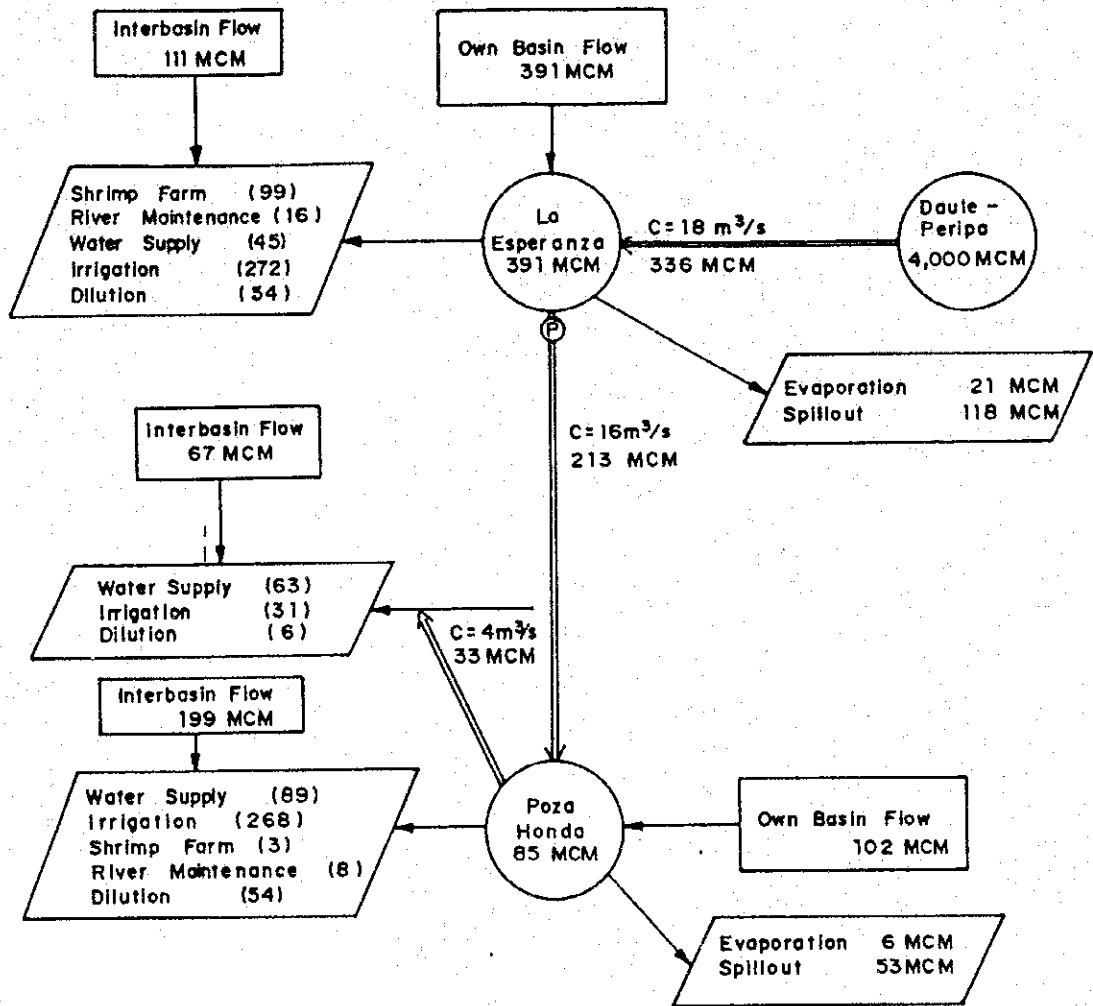
- LEYENDA**
- PRESA BAJO CONSTRUCCION
  - PRESA EXISTENTE
  - PRESA PLANEADA
  - CAMINOS
  - RIOS
  - LIMITE PROVINCIAL
  - AREA DE RIEGO
  - LIMITE DE LA CUENCA
  - SISTEMA AGUA POTABLE
  - PLANTA DE TRATAMIENTO
  - CONDUCCION DE AGUA POTABLE
  - PISCICULTURA DE CAMARONES
  - ESTACION DE BOMBEO
  - TANQUE DE CARGA
  - CANAL ABIERTO
  - TUNEL
  - TUBERIA DE TRANSMISION
  - SIFON
  - RESERVORIO
  - CAMINO DE ACCESO
  - LINEA DE TRANSMISION DE ENERGIA



- ① TRASVASE DAULE PERIPA - LA ESPERANZA
- ② TRASVASE LA ESPERANZA - POZA HONDA
- ③ TRASVASE POZA HONDA - MANCHA GRANDE

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO DE LOS ESQUEMAS  
 DE TRASVASE DE AGUA PARA LAS CUENCAS DE  
 LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO  
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

TITULO **Figura S-1**  
**ESQUEMAS DE LOS TRASVASES**  
**PROPUESTOS**



**Legend :**

- Reservoir Effective reservoir capacity
- Own basin flow and interbasin flow
- Transbasin
- Movement of water
- Water demand or loss
- Pumping station
- Figures in parenthesis : Water demand in MCM/year
- C : Transbasin capacity

