

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA
EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS
DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

INFORME FINAL
VOLUMEN I
(TEXTO PRINCIPAL)

DICIEMBRE 1992

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL
DEL JAPON

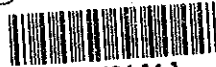
S	S	S
C	R	(3)
92-132		

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA
EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS
DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

INFORME FINAL
VOLUMEN I
(TEXTO PRINCIPAL)

JICA LIBRARY



1103761111

24792

DICIEMBRE 1992

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL
DEL JAPON

LISTA DE INFORMES

RESUMEN

1. VOLUMEN I

TEXTO PRINCIPAL

2. VOLUMEN II

INFORMES SECTORIALES

- A Socioeconomía y Aspectos Institucionales
- B Hidrología
- C Abastecimiento Poblacional
- D Riego
- E Acuicultura

3. VOLUMEN III

INFORMES SECTORIALES

- F Plan de Trasvases
- G Estudios Topográficos
- H Investigación Geológica
- I Diseño de Estructuras Hidráulicas
- J Plan de Construcción y Estimación de Costos
- K Estudio Ambiental

DATOS REFERENCIALES

- No 1 • Estudios Topográficos
- No.2 • Estudios de Refracción Sísmica
- No 3 • Investigación Geotécnica y de Mecánica de Suelos

国際協力事業団

24772

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 factibilidad para el Desarrollo de los Recursos Hidraulicos de las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo y confió la realización del estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

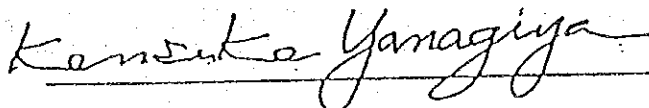
JICA despachó a la República del Ecuador la misión del estudio encabezada por el Ing. Osamu Takahashi de Nippon Koei Co., Ltd. cuatro veces entre mayo de 1991 y noviembre de 1992.

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.

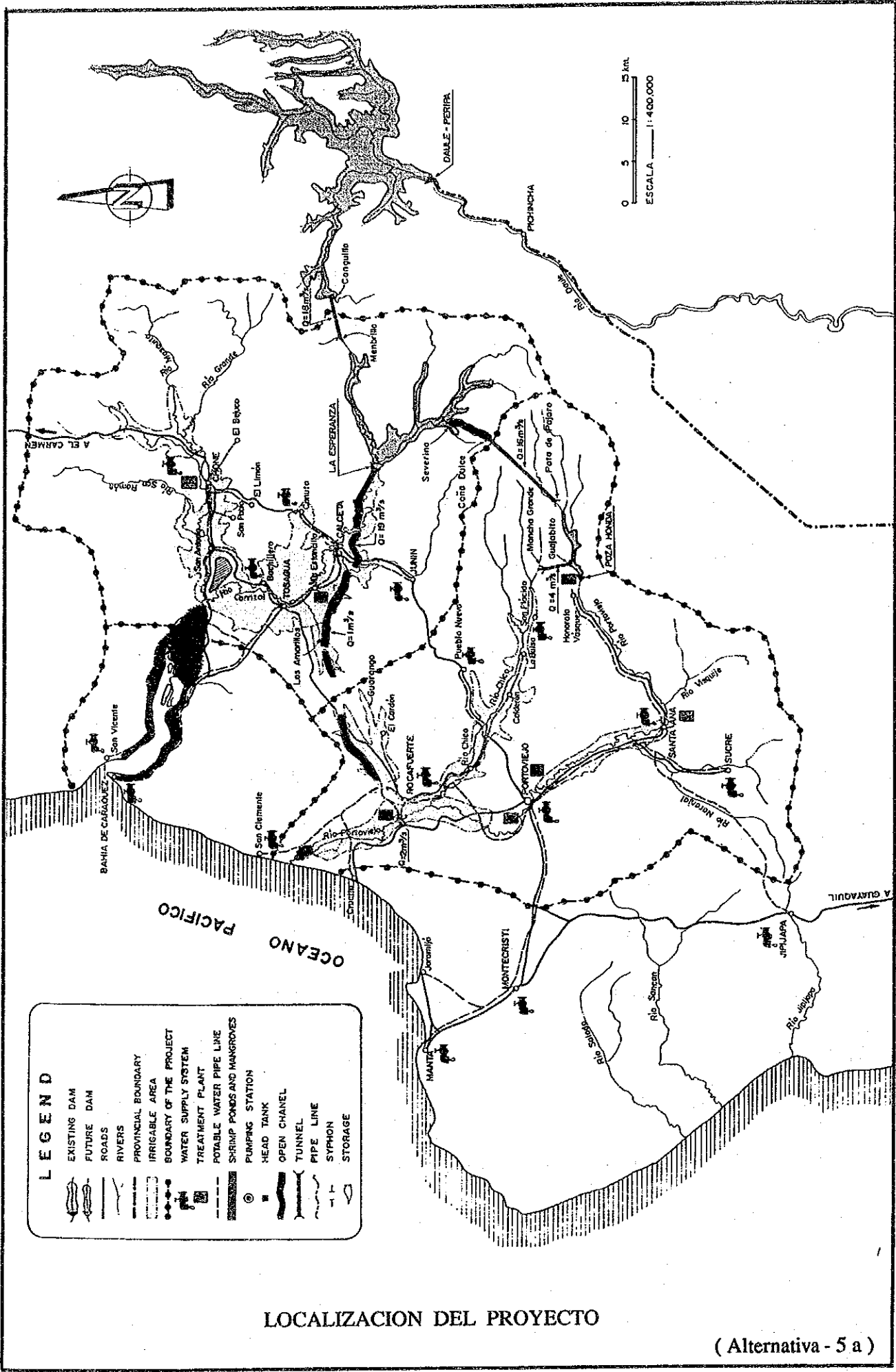
Deseo que este informe contribuya a la materialización del proyecto y sirva para afianzar más los lazos de amistad que unen a ambos paises.

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.

enero de 1993



KENSUKE YANAGIYA
Presidente
Agencia de Cooperación
Internacional del Japón



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
- SYPHON
- STORAGE

LOCALIZACION DEL PROYECTO

(Alternativa - 5 a)

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES -----	1
1.1 Introducción -----	1
1.2 Antecedentes del Estudio -----	1
1.3 Composición del Informe Final -----	3
1.4 Organización del Estudio -----	4
1.5 Reconocimiento -----	6
2. SOCIOECONOMIA -----	7
2.1 Socioeconomía Nacional -----	7
2.1.1 Localización y aspectos administrativos ---	7
2.1.2 Población -----	7
2.1.3 Producto interno bruto -----	8
2.1.4 Comercio y balanza de pago internacional --	8
2.1.5 Recursos del gobierno -----	8
2.1.6 Precios y sistema monetario -----	8
2.2 Socioeconomía Regional -----	9
2.2.1 Localización del área de estudio -----	9
2.2.2 Población -----	10
2.2.3 Producto regional bruto -----	10
2.2.4 Infraestructura -----	11
3. PROYECTOS Y ESTUDIOS RELACIONADOS -----	12
3.1 Generalidades -----	12
3.2 Proyecto de Propósito Múltiple Poza Honda -----	12
3.3 Proyecto Presa Daule Peripa -----	16
3.4 Proyecto Presa La Esperanza -----	19
3.5 Proyecto de Trasvase de Agua desde Daule Peripa hacia Manabí -----	21
3.6 Proyecto de Propósito Múltiple Carrizal-Chone ----	23
4. HIDROLOGIA -----	25
4.1 Recolección y Revisión de Información -----	25
4.2 Precipitaciones -----	25
4.3 Análisis de Escorrentía -----	25
4.4 Estudio de Crecidas -----	26
4.5 Análisis de la Carga de Sedimentos -----	27
5. DEMANDAS DE AGUA -----	28
5.1 Demandas para Agua Potable -----	28
5.2 Demanda de Agua para Riego -----	30
5.2.1 Sistemas de riego existentes -----	30
5.2.2 Desarrollo del riego -----	32
5.2.3 Requerimientos de agua para riego -----	34

	Pág.	
5.3	Requerimientos de Agua para Camaroneras -----	35
5.4	Otras Demandas de Agua -----	37
6.	PLANES ALTERNATIVOS DE TRASVASE -----	39
6.1	Estudio Topográfico y Mapeo -----	39
6.2	Investigaciones Geológicas Preliminares -----	40
6.2.1	Geología general -----	40
6.2.2	Estudio sísmico -----	42
6.2.3	Ingeniería geológica -----	42
6.3	Estudio de Operación de Embalses -----	52
6.3.1	Derivación del Daule a Manabí -----	52
6.3.2	Operación integrada de los embalses Poza Honda y La Esperanza para la Alternativa-1 -----	54
6.3.3	Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-2 -----	55
6.3.4	Operación integrada de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-3 -----	56
6.3.5	Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-4 -----	57
6.3.6	Operación integrada de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-5 -----	58
6.3.7	Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-6 -----	59
6.4	Diseños Preliminares de la Infraestructura de Traspase -----	60
6.4.1	Esquema de trasvase del Daule Peripa hacia La Esperanza -----	60
6.4.2	Esquema de trasvase del Río Daule hacia Poza Honda -----	60
6.4.3	Esquema de trasvase desde La Esperanza hacia Poza Honda -----	61
6.4.4	Esquema de trasvase desde La Esperanza hacia el río Portoviejo -----	62
6.4.5	Esquema de trasvase desde Poza Honda hacia río Chico -----	63
6.4.6	Esquema de trasvase desde La Esperanza hacia Guarango -----	63
6.4.7	Presa Chirijos -----	64
6.5	Estimación de Costos de Construcción de la Infraestructura de Traspase -----	65
6.5.1	Esquema de trasvase desde Daule Peripa hacia La Esperanza -----	65

6.5.2	Esquema de trasvase desde el río Daule hacia Poza Honda -----	66
6.5.3	Esquema de trasvase La Esperanza - Poza Honda -----	67
6.5.4	Esquema de trasvase desde La Esperanza a Portoviejo -----	69
6.5.5	Esquema de trasvase desde Poza Honda al río Chico -----	70
6.5.6	Esquema de trasvase de la Esperanza a Guarango -----	70
6.5.7	Presa Chirijos -----	72
6.6	Costos de Operación y Mantenimiento -----	73
6.6.1	Costo de la energía de bombeo -----	73
6.6.2	Costo de operación y mantenimiento -----	74
6.7	Resumen de Costos para Cada Alternativa -----	75
7.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES -----	76
7.1	Metodología -----	76
7.2	Efectos Sobre el Agua -----	76
7.3	Impacto Social Referido a la Presa Chirijos -----	77
7.4	Resultados del Estudio Ambiental Preliminar -----	78
8.	SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA -----	79
9.	PLAN DE OPTIMIZACION -----	81
10.	INVESTIGACIONES GEOTECNICAS ADICIONALES -----	84
10.1	Investigación Geológica -----	84
10.2	Ensayos de Mecánica de Suelos -----	86
11.	DISEÑO DE FACTIBILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO -----	88
11.1	Características Generales de las Estructuras del Proyecto -----	88
11.2	Diseños de Factibilidad del Esquema de Traslase La Esperanza-Poza Honda -----	89
11.3	Diseños de Factibilidad del Esquema de Traslase Poza Honda-Mancha Grande -----	94
11.4	Diseños de Factibilidad del Esquema de Traslase Daule Peripa-La Esperanza -----	95
12.	PLAN DE CONSTRUCCION Y ESTIMACION DE COSTOS -----	98
12.1	Plan y Cronograma de Construcción -----	98
12.1.1	Introducción -----	98
12.1.2	Plan de construcción -----	98
12.1.3	Cronograma de construcción -----	103

12.2	Estimación de Costos -----	104
12.2.1	Introducción -----	104
12.2.2	Costos directos de construcción -----	105
12.2.3	Costos indirectos -----	106
12.2.4	Costos de construcción -----	107
12.2.5	Cronograma de desembolso anual -----	108
13.	MEDIOAMBIENTE -----	110
13.1	Evaluación del Impacto Ambiental -----	110
13.1.1	Generalidades -----	110
13.1.2	Impactos sobre la calidad del agua de los embalses La Esperanza y Poza Honda -----	110
13.1.3	Impacto sobre el régimen de caudal del río -----	111
13.1.4	Impactos sobre la calidad del agua en ríos y estuarios -----	112
13.1.5	Impactos sobre el ecosistema y la pesca--	113
13.2	Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA) -----	115
13.2.1	Aspectos institucionales -----	115
13.2.2	Aspectos técnicos -----	116
13.2.3	Estimación indicativa de costos -----	118
13.3	Conclusiones y Recomendaciones -----	119
13.3.1	Conclusión -----	119
13.3.2	Recomendaciones -----	119
14.	EVALUACION DEL PROYECTO -----	123
14.1	Evaluación Económica -----	123
14.1.1	Beneficio económico del proyecto -----	123
14.1.2	Costo económico del proyecto -----	125
14.1.3	Tasa interna de retorno económico del proyecto -----	126
14.2	Evaluación Financiera -----	127
14.2.1	Beneficio financiero del proyecto -----	127
14.2.2	Costo financiero del proyecto -----	128
14.2.3	Tasa interna de retorno financiero del proyecto -----	129
14.3	Estructura Institucional y Organizacional -----	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1	Resumen de la Recolección de Datos de Meteorología
Tabla 4.2	Resumen de la Recolección de Datos de Hidrología
Tabla 4.3	Estimación de la Escorrentía en el Sitio de Presa La Esperanza
Tabla 4.4	Estimación de la Escorrentía en el Sitio de Presa Poza Honda
Tabla 4.5	Estimación de la Escorrentía en el Sitio de Presa Chirijos
Tabla 4.6	Estimación de la Escorrentía en el Sitio de Presa Daule Peripa
Tabla 4.7	Estimación de la Escorrentía en el Sitio de la Presa Derivadora Santa Ana
Tabla 4.8	Estimación de la Escorrentía en el Río Chico (Confluencia con el Río Portoviejo)
Tabla 4.9	Estimación de la Escorrentía en el Río Portoviejo (Confluencia con el Río Chico)
Tabla 4.10	Estimación de la Escorrentía en el Estuario del Río Portoviejo
Tabla 4.11	Estimación de la Escorrentía en el Río Carrizal (Confluencia con el Río Chone)
Tabla 4.12	Estimación de la Escorrentía en el Río Chone (Confluencia con el Río Carrizal)
Tabla 4.13	Estimación de la escorrentía en el Estuario del Río Chone
Tabla 4.14	Estimación de la Carga de Sedimentos en los Sitios de Presa
Tabla 5.1	Demanda Unitaria de Agua
Tabla 5.2	Demanda de Agua para Riego en Volumen (5 Años de Período de Retorno)
Tabla 5.3	Demanda de Agua para Riego en Volumen (Año Promedio)
Tabla 6.1	Resumen de Costos para los Esquemas de Trasvase de Agua.
Tabla 9.1	Comparación de Costos
Tabla 12.1	Costos Detallados de Construcción (1/2)
Tabla 12.1	Costos Detallados de Construcción (2/2)
Tabla 12.2	Cronograma de Desembolso
Tabla 14.1	Requerimiento de Agua Cruda para el Abastecimiento de Agua
Tabla 14.2	Beneficio Total del Riego
Tabla 14.3	Beneficio del Cultivo del Camarón
Tabla 14.4	Costo Económico y Beneficio
Tabla 14.5	Costo Financiero y Beneficio

LISTA DE FIGURAS

- Fig 1.1 Localización del Ecuador y la Provincia de Manabí
Fig. 1.2 Localización del Area del Estudio
Fig. 1.3 Esquema de Trasvase, Alternativa-1
Fig. 1.4 Esquema de Trasvase, Alternativa-2
Fig. 1.5 Esquema de Trasvase, Alternativa-3
Fig. 1.6 Esquema de Trasvase, Alternativa-4
Fig. 1.7 Esquema de trasvase, Alternativa-5
Fig. 1.8 Esquema de Trasvase, Alternativa-6
Fig. 4.1 Mapa de Isoyetas del Area del Estudio
Fig. 4.2 Datos Meteorológicos e Hidrológicos Promedios de la Estación Portoviejo UTM
Fig. 4.3 Localización de las Estaciones Meteorológicas e Hidrométricas
Fig. 5.1 Patrón de Cultivos Propuestos
Fig. 6.1 Balance Hidráulico para la Alternativa-1
Fig. 6.2 Balance Hidráulico para la Alternativa-2
Fig. 6.3 Balance Hidráulico para la Alternativa-3
Fig. 6.4 Balance Hidráulico para la Alternativa-4
Fig. 6.5 Balance Hidráulico para la Alternativa-5
Fig. 6.6 Balance Hidráulico para la Alternativa-6
Fig. 9.1 Balance Hidráulico para la Alternativa-5a
Fig. 9.2 Balance Hidráulico para la Alternativa-5b
Fig.11.1 Diseño Básico del Esquema de Trasvase "Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda"
Fig.11.2 Diseño Básico de la Estación de Bombeo en Severino
Fig.11.3 Diseño Básico del Esquema de Derivación en Severino
Fig.11.4 Diagrama de una Sola Línea para la Estación de Bombeo Severino
Fig.11.5 Distribución de los Equipos Exteriores
Fig.11.6 Mapa de Ruta de la Línea de Transmisión de 138 kV
Fig.11.7 Trazado Detallado del Esquema de Trasvase "Presa La Esperanza (Severino) - Presa Poza Honda"
Fig.11.8 Sección Transversal del Canal Abierto (1/2)
Fig.11.8 Sección Transversal del Canal Abierto (2/2)
Fig.11.9 Diseño Básico de Sifones
Fig.11.10 Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Trasvase "La Esperanza (Severino)-Presa Poza Honda"
Fig.11.11 Diseño Básico del Esquema de Trasvase "Presa Poza Honda-Río Mancha Grande"
Fig.11.12 Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Trasvase "Presa Poza Honda-Río Mancha Grande"
Fig.11.13 Diseño Básico para el Esquema de Trasvase "Daule Peripa-Presa La Esperanza"

- Fig.11.14 Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Trasvase "Daule Peripa-Presa La Esperanza"
- Fig.12.1 Cronograma de Construcción
- Fig.13.1 Posibilidades de Eutroficación (Modelo Vollenweider)
- Fig.13.2 Area Ecológica a Ser Protegida
- Fig.14.1 Organigrama del Gobierno del Ecuador
- Fig.14.2 Organización Actual del CRM
- Fig.14.3 Institución Recomendada para el CRM a Nivel Operativo
- Fig.14.4 Organigrama para la Fase de Construcción y Supervisión del Proyecto de Trasvase

ABREVIATURAS

Instituciones Ecuatorianas

CEDEGE	:	Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas
CENAIM	:	Centro Nacional de Investigaciones Marinas
CLIRSEN	:	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CONADE	:	Consejo Nacional de Desarrollo
CPC	:	Cámara de Productores del Camarón
CRM	:	Centro de Rehabilitación de Manabí
DITURIS(CETUR)	:	Dirección de Turismo
EMAPAM	:	Empresa Municipal de Agua Potable de Manta
ESPOL	:	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GOE	:	Gobierno del Ecuador
IEOS	:	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
IGM	:	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INERHI	:	Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos
JRH	:	Junta de Recursos Hidráulicos de Jipijapa y Paján
MAG	:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
PHIMA	:	Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí
PMRC	:	Programa de Manejo de Recursos Costeros
PRONAREG	:	Programa Nacional de Regionalización Agrícola
SRP	:	Subsecretaría de Recursos Pesqueros

Instituciones del Extranjero

ASCE	:	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles
ASTM	:	Sociedad Americana de Ensayos y Materiales
CIDIAT	:	Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IDB (BID)	:	Banco Interamericano de Desarrollo
JICA	:	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
OAS (OEA)	:	Organización de los Estados Americanos
OECF	:	Fondo de Cooperación Económica de Ultramar del Japón
ORSTOM	:	Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar

SCS : Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos

SEAFDC : Centro de Desarrollo Pesquero del Sureste Asiático

UNDP : Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo

USDA : Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Términos Económicos y Otros

B/C : Relación Beneficio Costo

BOD : Demanda Bioquímica de Oxígeno

CIF : Costo, Seguro y Flete

COD : Demanda Química de Oxígeno

DR : Tasa de Descuento

TDS : Sólidos Totales Disueltos

EC : Conductividad Eléctrica

TIRE : Tasa Interna de Retorno Económico

FC : Moneda Extranjera

FOB : Libre a Bordo

PIB : Producto Interno Bruto

PRB : Producto Regional Bruto

IVA : Impuesto al Valor Agregado

LC : Moneda Local

NPV : Valor Presente Neto

T-N : Nitrógeno Total

T-P : Fósforo Total

TSS : Sólidos Totales Suspendidos

ABREVIATURA DE UNIDADES DE MEDIDAS

Longitud

mm	= milímetro
cm	= centímetro
m	= metro
km	= kilómetro
msnm	= metro sobre el nivel del mar

Area

ha	= hectárea
m ²	= metro cuadrado
km ²	= kilómetro cuadrado

Volumen

l, lit	= litro
Kl, Klit	= kilolitro
l/s	= litro por segundo
m ³	= metro cúbico
m ³ /s, mcs	= metro cúbico por segundo
m ³ /min	= metro cúbico por minuto
m ³ /h	= metro cúbico por hora
MMC, mmc	= millón de metros cúbicos
m ³ /d, mcd	= metros cúbicos por día

Peso

mg	= miligramo
mg/l	= miligramo por litro
g	= gramo
kg	= kilogramo
t, ton	= tonelada
MT	= tonelada métrica

Tiempo

s	= segundo
min	= minuto
hr, Hr	= hora
d	= día
a	= año

Simbolos Monetarios

S/.	= sucre
¥	= yen japonés
US\$	= dólar americano
US\$ 1,00	= S/. 1.550 a finales de Julio de 1992
US\$ 1,00	= ¥ 128 a finales de Julio de 1992
¥ 1,00	= S/. 12,11 a finales de Julio de 1992

Energía

Kcal	= kilocaloría
KW, Kw	= kilovatio
MW, Mw	= megavatio
KWh, Kwh	= kilovatio-hora
GWh, Gwh	= gigavatio-hora

Otros

%	= porcentaje
‰	= por mil
°	= grado
'	= minuto
"	= segundo
°C	= grados Celcius
Hh, hh	= hora/hombre
mill	= millón
No, Nos	= Número(s)
pers.	= personas
mmho	= micromho
ppm	= partes por millón
ppb	= partes por billón
l/p/d	= litros por persona por día
g/p/d	= gramos por persona por día
LS	= Monto total
Cabezas	= de ganado/cerdos
OM & R	= Operación Mantenimiento Reemplazo
p.a.	= por año

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Este Informe Final ha sido preparado para ser presentado al Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM) y al Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), ambas instituciones del Gobierno de la República del Ecuador (GOE), según lo acordado en el alcance de los trabajos del Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos de las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo (el Estudio), entre GOE y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

El Estudio consiste de (i) el examen de varios planes alternativos de desarrollo y selección del plan óptimo (Fase 1), y (ii) elaboración del estudio de factibilidad del plan óptimo seleccionado (Fase 2).

1.2 Antecedentes del Estudio

En vista de la necesidad urgente de resolver los problemas habituales de escasez de agua en la Provincia de Manabí, el CRM en cooperación con el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) emprendió un Estudio Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí (PHIMA) al final del año 1986. La Organización de los Estados Americanos (OEA) se unió al estudio PHIMA al final del año 1987. El Gobierno del Japón a solicitud del GOE y OEA, se unió al estudio PHIMA a través de JICA a principios de 1989.

El Informe Final del PHIMA fue preparado en Enero de 1990 por JICA en colaboración con OEA y GOE (CONADE, INERHI Y CRM), y en el cual recomendó conducir un Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos de las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo, y más específicamente sobre los esquemas de trasvase desde el existente embalse Daule-Peripa a las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo. La localización del proyecto se

muestra en las Figuras 1.1 y 1.2.

El Informe PHIMA identificó seis alternativas de esquemas de trasvase, combinando algunos de los siguientes componentes de trasvase, tal como sigue:

Componente	Descripción
(1)	Daule-Peripa a La Esperanza (Capacidad 18 m ³ /s)
(2)	Daule-Peripa a La Esperanza (Capacidad 6 m ³ /s)
(3)	Río Daule a 30 km aguas abajo de la presa Daule-Peripa a Poza Honda (Capacidad 12 m ³ /s)
(4)	Río Daule a 30 km aguas abajo de la presa Daule-Peripa a Poza Honda (Capacidad 14 m ³ /s).
(5)	La Esperanza a Poza Honda (Capacidad 12 m ³ /s).
(6)	La Esperanza a Poza Honda (Capacidad 14 m ³ /s).
(7)	La Esperanza a la cuenca del río Chico (Capacidad 14 m ³ /s).
(8)	Río Chico a la cuenca del río Portoviejo (Capacidad 6 m ³ /s).
(9)	La Esperanza a Rocafuerte vía Amarillos y Guarango (Capacidad 5 m ³ /s).
(10)	La Esperanza a Rocafuerte vía Amarillos y Guarango (Capacidad 15 m ³ /s).
(11)	Poza Honda a la cuenca del río Chico (Capacidad 4 m ³ /s).
(12)	Construcción de la presa Chirijos sobre el río Chico.

Alternativa No	Combinación de componentes	Mapa Refer.
1	(1), (5), (9) y (12)	Figura 1.3
2	(2), (3), (9) y (12)	Figura 1.4
3	(1), (7), (8) y (9)	Figura 1.5
4	(1), (10) y (12)	Figura 1.6
5	(1), (6), (9) y (11)	Figura 1.7
6	(2), (4), (9) y (11)	Figura 1.8

El propósito de la Fase 1 del Estudio es seleccionar, de las seis alternativas antes mencionadas, el esquema de trasvase óptimo, y el de la Fase 2 es conducir un estudio de factibilidad del plan seleccionado.

1.3 Composición del Informe Final

El Informe Final está constituido de la siguiente manera:

Resumen

Informe Principal

Informes Sectoriales

Anexo A: Socioeconomía y Aspectos Institucionales.

Anexo B: Hidrología

Anexo C: Abastecimiento Poblacional

Anexo D: Riego

Anexo E: Acuicultura

Anexo F: Plan de Trasvases

Anexo G: Estudios Topográficos

Anexo H: Investigación Geológica

Anexo I: Diseño de Estructuras Hidráulicas

Anexo J: Plan de Construcción y Estimación de Costos

Anexo K: Medio Ambiente

Datos Referenciales

No 1: Estudios Topográficos

No 2: Estudios de Refracción Sísmica

No 3: Investigación Geotécnica y de Mecánica de Suelos

1.4 Organización del Estudio

A efectos de la ejecución de los estudios, el CRM es la agencia ejecutora que contará con el apoyo del CONADE e INERHI.

Se ha constituido un Comité Ejecutivo para la toma de decisiones claves compuesta por los siguientes miembros:

Ab. Antonio Zavala M.	Director Ejecutivo del CRM (Presidente del Comité)
Dr. Pablo Lucio Paredes	Secretario General de Planificación, CONADE.
Ing. Juan Araujo P.	Director Ejecutivo, INERHI

También se ha establecido un Comité Técnico para la toma de decisiones en los aspectos técnicos y está conformado por los siguientes miembros:

Ing. Carlos Villacreces Viteri	Subdirector Ejecutivo, CRM
Ing. José Cedeño Parraga	Director Nacional del PHIMA
Ing. Bolívar Kon Loor	Director de Infraestructura Física del CRM, Encargado.
Ing. Carlos Alcívar Ruiz	Director de Desarrollo Socioeco- nómico del CRM
Arq. Sigifredo Velásquez	Director de Planificación Regio- nal del CRM
Sr. Walter Andrade	Director Financiero del CRM
Ing. Juan Peláez	Jefe del Proyecto Carrizal-Chone del CRM
Ing. Raúl Arboleda Izurieta	Jefe de Fiscalización del CRM
Ing. Francisco Vences Mendoza	Jefe de Estudios y Diseños del CRM, Encargado.
Ing. Pedro Larreta	Jefe de Construcción del CRM
Dr. Arturo Ponce Cañarte	Jefe del Proyecto Poza Honda del CRM
Ing. Antonio Mantilla Chancay	Jefe de Programación, Informa- ción y Divulgación del CRM
Ing. Landy Cevallos Moreira	Jefe de Desarrollo Rural Proyecto Poza Honda del CRM

Ing. Carlos Alcivar Vélez	Jefe de Estudios de Aguas y Suelos del CRM
Ing. Rigoberto Miranda	Jefe de Desarrollo Rural y Areas Marginales del CRM
Ing. Alberto Miranda	Jefe de Manejo de Cuencas Hidrográficas del CRM
Ing. Félix Salazar	Jefe de Desarrollo Rural Carrizal-Chone del CRM
Ing. Marcelo Parra	Dirección de Planificación del INERHI
Ing. Guillermo Santillán	Recursos Hidráulicos del CONADE

El siguiente personal participó en los estudios como contrapartes nacionales:

Ec. Linda Chong de Véliz	Anexo-A
Ing. Tito Erazo	Anexo-B
Ing. José Almeida	
Ing. Ramón Macías	Anexo-C
Ing. Rafael Plúa Quiroz	Anexo-D
Dr. Walter Navas	Anexo-E
Ing. Patricio Chonlong Kon	Anexo-F
Ing. Jorge Toala Urdánigo	Anexo-G, Anexo-J
Top. Agustín Velásquez	
Ing. Gabriel Zevallos	
Ing. José Saeteros	Anexo-H
Ing. Gonzalo Gutiérrez Mera	
Ing. Sonia Alava	
Ing. Kenneth Macías Cevallos	Anexo-I
Ec. Yolanda Gaette Zambrano	Anexo-K
Ing. Luis Medina	

1.5 Reconocimiento

El éxito de la terminación de este estudio se ha debido en gran parte a la cooperación interinstitucional y al esfuerzo de la contraparte. El grupo de estudios de JICA agradece muy sinceramente y expresa su especial gratitud a las siguientes organizaciones y personas, por su constante ayuda y apoyo brindados al proyecto.

Arq. Sixto Durán Ballén	Presidente de la República
Eco. Alberto Dahik	Vicepresidente de la República y Presidente de CONADE
Dr. Pablo Lucio Paredes	Secretario General de Planificación, CONADE
Arq. Luis Rueda	Secretario General Vicepresidencia de la República
Ec. Eduardo Checa	Director de Cooperación Técnica y Financiera, CONADE
Ing. Soledad Córdova	Dirección de Cooperación Técnica y Financiera, CONADE
Eco. Marcelo Chávez	Dirección de Cooperación Técnica y Financiera, CONADE
Ing. Eduardo Mancheno	Recursos Hidráulicos, CONADE
Sr. Pablo García	Presidente del CRM
Ab. Antonio Zavala M.	Director Ejecutivo, CRM
Ing. Carlos Villacreces	Subdirector Ejecutivo, CRM
Ing. Juan Araujo	Director Ejecutivo, INERHI
Ing. Carlos Torres	Director Técnico, INERHI
Sr. Kiichi Itabashi	Embajador del Japón en Ecuador
Sr. Tokuro Masudome	Secretario, Embajada del Japón

2. SOCIOECONOMIA

2.1 Socioeconomía Nacional

2.1.1 Localización y aspectos administrativos

Ecuador está localizado en la costa Oeste de Sur América, entre 1°30' de latitud Norte y 5°05' de latitud Sur y entre 81° y 75°10' de longitud Oeste. Limita al Norte con Colombia, al Sur y Este con Perú, y al Oeste con el Océano Pacífico. Las Islas Galápagos, situadas a 1.000 km de la costa ecuatoriana, forma parte también del territorio nacional.

La cordillera de los Andes que cruza el país de Sur a Norte, divide el territorio en tres regiones: Sierra, Costa y Amazonia.

El país es democrático y el pueblo elige a sus gobernantes a través de elecciones libres. El Gobierno se ejerce a través de 3 funciones: Ejecutiva, Legislativa y Jurisdiccional. La función Ejecutiva la ejerce el Presidente de la República, quien es elegido cada cuatro años por votación directa. El Vicepresidente de la República preside el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE).

2.1.2 Población

El idioma oficial es el español. Existe libertad de culto y la mayoría de la población es católica.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), la población en Ecuador en 1992 asciende a 11,4 millones. La tasa de crecimiento de la población fue de 3,6% anual en la década de 1950, 2,7% en 1970, 2,6% en 1980, y se proyectó ser de 2,3% anual en la década de 1990.

La población urbana está creciendo más que la población rural. En 1970 la población urbana fue el 40% e incrementó al

54% en 1988.

2.1.3 Producto interno bruto

En 1990, el Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador fue de S/.8.130 billones. El crecimiento real del PIB fue de 1,66% anual durante el periodo 1981-1990. Entre los sectores que contribuyeron al PIB, se tienen: La agricultura (17,4%), petróleo y minas (12,4%), manufactura (16,3%) y comercio (14,8%). Estos cuatro sectores fueron dominantes en 1990, contribuyendo con el 60,9% del PIB total.

2.1.4 Comercio y balanza de pago internacional

Las exportaciones e importaciones del Ecuador en 1990 fueron US.\$2.714 millones y US.\$3.719 millones, respectivamente. Los mayores productos de exportación en 1990 fueron: petróleo crudo (46,4%), banano (17,2%), camarón (12,5%) y café (3,8%), mientras que para el mismo año, los principales productos de importación fueron: Materias primas (26,4%), materiales industriales (21,8%), bienes de capital (16,3%) e industriales (10,1%).

2.1.5 Recursos del gobierno

En 1990, el Gobierno recibió un total de S/.1.667 billones, consistiendo de ingresos fiscales corrientes netos de S/.1.363 billones, entradas de capital S/.226 billones y un balance inicial de S/.88 billones. Lo total recibido corresponde al 20,6% del PIB. El gasto público en el mismo año fue de S/.1.411 billones, consistiendo de gastos corrientes S/.843 billones, gastos para el desarrollo S/.48 billones y amortización de la deuda S/.520 billones.

2.1.6 Precios y sistema monetario

La unidad monetaria es el Sucre (S/.). En Ecuador hay tres tipos de cambio, así: (i) tipo oficial, (ii) tipo de inversión y

(iii) tipo de mercado libre. En agosto de 1988, el tipo de cambio oficial se fijó en S/.390 por US dólar. La Junta Monetaria fijó un tipo de cambio para inversión en Marzo de 1990 de S/.629,5 por US dólar para la compra y dos por ciento por encima del tipo de compra, para la venta, sujeto a ajustes semanales de S/.3.5 por US dólar. En agosto de 1991 el tipo de cambio para inversión llegó a ser S/.1.076 para la compra y S/.1.098 para la venta.

El tipo del mercado libre se fija de acuerdo con la oferta y la demanda. En agosto de 1991, la tasa promedio para la compra y la venta fue de S/.1.104 y S/.1.121 por US dólar, respectivamente. La tasa promedio de cambio en el mercado libre fue alrededor de S/.821 por US dólar.

Los precios al consumidor urbano en Ecuador subieron nueve veces para viviendas y veintisiete veces para alimentos y bebidas en diez años, desde 1981 a 1990. Los precios se elevaron abruptamente durante los últimos tres años desde 1988 a 1990. El índice general de precios al consumidor (1979=100) fue de 136 en 1981, 628 en 1987 y 2.591 en 1990.

2.2 Socioeconomía Regional

2.2.1 Localización del área de estudio

El área del estudio está localizada en la parte central de la provincia de Manabí, y ésta es una de las cinco provincias costeras sobre el Océano Pacífico, tal como se muestra en la Figura 1.

La provincia de Manabí tiene una área aproximada de 19.000 km², mientras que el área del estudio, esto es, las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, tiene una área de 4.871 km² y comprende el área de Bahía (cuenca baja del río Chone) con 544

km², la cuenca del río Chone con 2.267 km² y la cuenca del río Portoviejo con 2.060 km², tal como se muestra en la Figura 2.

2.2.2 Población

De acuerdo con el último censo realizado por INEC en 1990, la población de la provincia de Manabí fue de 1.032.000 habitantes, del cual las poblaciones urbana y rural fueron el 41% y el 59%, respectivamente. La densidad de población de Manabí fue de 54,3 personas/km². Por otro lado, el número total de viviendas fue de 187.120, resultando en un promedio de 5,5 personas/vivienda. La tasa anual promedio de crecimiento de la población de Manabí fue de 1,63% durante el período 1972-1990, 2,52% para la población urbana y 0,24% para la población rural.

La población del área del estudio en 1990 fue de 484.500 habitantes, lo cual representa el 46,9% de la población total de Manabí. La densidad de población del área del estudio fue de 99,5 personas/km², la cual es casi el doble de aquella de la provincia de Manabí. Según lo proyectado por PHIMA, para el año 2020 la población del área de beneficio se incrementaría a 1'240.700 habitantes.

2.2.3 Producto regional bruto

El Producto Regional Bruto (PRB) de Manabí fue S/.367.400 millones en 1989 a precios corrientes, esto es, el 6,9% del PIB total del Ecuador. La agricultura, silvicultura, caza y pesca contribuye con el 42,3% del PRB de Manabí y representa el 14,1% de la contribución de este sector en el Ecuador.

Durante los últimos diez años, alrededor del 40% de la población económicamente activa de Manabí fue ocupada en el sector agrícola y ganadero. Los principales productos agrícolas son: café, cacao, maíz, algodón, banano/plátano y cítricos. La cría de ganado vacuno y porcino, constituye también una actividad importante en Manabí. La acuicultura del camarón ha tenido un

importante desarrollo en varios estuarios, incluyendo las partes bajas de los ríos Chone y Portoviejo.

En 1990, los principales productos de exportación desde Manabí fueron: café (US.\$ 40 millones), camarón (US.\$32 millones), pescado (US.\$28 millones), cacao (US.\$10 millones), etc.

2.2.4 Infraestructura

Hay un puerto marítimo internacional en Manta y dos aeropuertos domésticos, uno en Manta y otro en Portoviejo. Las carreteras se dividen en dos categorías, así: (i) carreteras principales y (ii) carreteras secundarias. La longitud total de carreteras principales es de 1.170 km, de las cuales el 73% son asfaltadas, mientras que las secundarias tienen una longitud de 4.920 km, de las cuales solamente el 2% son asfaltadas.

En 1990, el número de abonados con teléfono fue 17.750, con una tasa de crecimiento anual de 6,3% en el periodo 1981-1990. El consumo de energía eléctrica en el mismo año fue de 275 MWh con un número de abonados de 86.700. La tasa de crecimiento anual de consumo de energía fue 7,8% en el periodo 1981-1990.

En 1986, los sistemas de abastecimiento de agua sirvieron al 55% de la población en Manabí. Hay cuatro sistemas de abastecimiento de agua que sirvieron al 64% de la población urbana en 1986. Las aguas servidas son tratadas por sistemas centrales o pozos sépticos individuales, etc. En 1988, alrededor de 350.000 personas disfrutaron de servicio de alcantarillado, esto es, un equivalente al 32% de la población. El sistema de alcantarillado consiste de una red de recolección y tratamiento de las aguas servidas, generalmente lagunas de estabilización.

3. PROYECTOS Y ESTUDIOS RELACIONADOS

3.1 Generalidades

En la zona de estudio, región central de la provincia de Manabí, constituida por las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, algunos proyectos de desarrollo de los recursos hidráulicos han sido estudiados y algunos de ellos construidos, otros en construcción y el resto está esperando los estudios complementarios para su implementación. Los siguientes proyectos y estudios son, entre otros, de vital importancia para llevar a cabo apropiadamente el Estudio.

- (1) Proyecto del Propósito Múltiple Poza Honda en la cuenca del río Portoviejo.
- (2) Proyecto de la presa Daule-Peripa en el río Daule, localizada al este del área del Estudio.
- (3) Proyecto de la presa La Esperanza en el río Carrizal, tributario mayor del río Chone.
- (4) Proyecto de Traspase de las aguas desde el río Daule hacia las presas La Esperanza y Poza Honda.
- (5) Proyecto de Propósito Múltiple Carrizal-Chone en la cuenca del río Chone.

3.2 Proyecto de Propósito Múltiple Poza Honda

El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PDNU) elaboró un estudio de factibilidad para el desarrollo de los recursos hidráulicos de la cuenca del río Portoviejo en 1963 y el GOE preparó el diseño final de la presa Poza Honda en Octubre de 1965.

Mediante un acuerdo de cooperación técnica y financiera

entre el GOE y el Gobierno Alemán, el CRM efectuó la revisión del diseño definitivo, contratando un grupo de consultores alemanes en Enero de 1967. El diseño definitivo lo realizó el consorcio de consultores en Agosto de 1968. La propuesta para la implementación del Proyecto de Propósito Múltiple Poza Honda fue la siguiente:

Etapa 1: Construcción de la presa Poza Honda

Etapa 2: Construcción de la planta de tratamiento de Guarumo y del sistema de conducción de agua con bombeo.

Etapa 3: Construcción de una presa de derivación en Santa Ana y un sistema de riego que abarca 3.300 ha entre Santa Ana y Portoviejo.

De acuerdo al desarrollo de la etapa 1 del proyecto, la presa Poza Honda fue construida en 1971 en la parte alta del río Portoviejo. Las características técnicas de la presa son las siguientes:

Hidrología

Cuenca aportante	175 km ²
Precipitación media anual en la cuenca	1.300 mm
Volumen medio anual escurrido	95 MMC
Coefficiente de escorrentía	42%
Máxima creciente probable	1.120 m ³ /s

Embalse

Volumen bruto de almacenamiento	98 MMC
Volumen muerto	13 MMC
Volumen de emergencia	10 MMC
Volumen efectivo	75 MMC
Nivel máximo de crecidas	112,3 msnm
Nivel máximo normal de agua (MNN)	108,5 msnm

Nivel de emergencia	93,5 msnm
Nivel minimo	90,3 msnm
Nivel del cauce	75,0 msnm
Area del embalse (MNN)	4,9 km ²

Presa

Tipo	De tierra homogénea con pantalla de asfalto, talud aguas arriba.
Altura	40 m
Cota de la cresta	114 msnm
Longitud de la cresta	531 m

Aliviadero

Tipo, Estructura de control	Aliviadero sin compuerta
Conducción de agua	Rápida
Disipación de energía	Pozo disipador
Ancho del aliviadero	70 m
Nivel máximo de crecida	108,5 msnm
Descarga pico	875 m ³ /s

Toma y descarga

Nivel de toma	89 msnm
Capacidad de la descarga	30 m ³ /s

El desarrollo de la etapa 2, incluyendo la construcción de la planta de tratamiento de Guarumo aguas abajo de la presa y un sistema de conducción de agua hacia Portoviejo y Manta, fue terminado en 1976. La planta de tratamiento de Guarumo tiene una capacidad de 43.000 m³/d, de esta manera el sistema de abastecimiento de agua potable de Poza Honda fue en gran medida mejorado y cuenta con una fuente segura de suministro, como lo es el embalse Poza Honda.

En el desarrollo de la etapa 3, el proyecto de riego de Santa Ana fue construido en 1984, y consiste en una toma-vertedero y una red de canales de riego que cubren un área de 3.300 ha a lo largo del río Portoviejo entre Santa Ana y Portoviejo.

El desarrollo de las etapas 1, 2 y 3 del Proyecto Poza Honda fue implementado a través de la cooperación técnica y financiera del Gobierno Alemán. Con el fin de satisfacer la creciente demanda de agua potable, principalmente hacia las ciudades de Manta y Portoviejo, el sistema de abastecimiento de agua del sistema Poza Honda fue expandido en el año 1987, con la construcción de la planta de tratamiento de Caza Lagartos ubicada en Santa Ana, con una capacidad de 20.000 m³/d, conjuntamente con su respectivo sistema de conducción de agua hacia Manta.

El estudio del PHIMA evaluó la capacidad de suministro de agua de la presa Poza Honda en Santa Ana en 107 MMC/año con un 80% de garantía (ninguna escasez de agua en cuatro de cinco años). La cuenca aportante del río Portoviejo hasta Santa Ana es de 481 km² incluyendo la cuenca de Poza Honda de 175 km². Por otro lado, la demanda de agua estimada también por PHIMA es de 25 MMC/año para agua potable y 71 MMC/año para riego, totalizando 96 MMC/año. Aunque es técnicamente posible para el proyecto de Poza Honda cumplir con las demandas actuales de agua, el CRM limita en la actualidad el suministro para fines de riego, para de esta manera garantizar 100% el suministro para agua potable, incluso durante los periodos secos.

El CRM, para cubrir la demanda creciente constante de agua potable, básicamente de Manta y Portoviejo, decidió la construcción de dos nuevas plantas de tratamiento con una capacidad total de 180.000 m³/d, de la manera siguiente:

Planta de tratamiento Cuatro Esquinas en Portoviejo

45.000 m³/d (Etapa I de operación)

45.000 m³/d (Etapa II de operación)

Planta de tratamiento El Ceibal en Rocafuerte

45.000 m³/d (Etapa I de operación)

45.000 m³/d (Etapa II de operación)

Sistema de conducción de agua

30 km desde El Ceibal hasta Manta

5 km desde El Ceibal hasta Rocafuerte

5 km desde Cuatro Esquinas hasta Portoviejo

El costo total de construcción se ha estimado en US.\$37 millones, la mayor parte del cual será financiado por el Gobierno Francés. La construcción se empezó en Agosto de 1991 con un cronograma de terminación a finales de 1993 para la planta Cuatro Esquinas y hacia mediados del mismo año para El Ceibal. La fuente de agua cruda para esas nuevas plantas, sobre todo en épocas de sequía cuando el caudal del río Portoviejo es deficiente, dependerá del embalse Poza Honda. Sin embargo, el embalse Poza Honda no puede suministrar adicionalmente 66 MMC/año sin tener que suspender el suministro de agua al sistema de riego Poza Honda. Esta es una de las mayores razones para la necesidad urgente de trasvasar agua desde Daule-Peripa hacia la cuenca del río Portoviejo.

El embalse Poza Honda funcionará como embalse receptor de agua para las Alternativas 1, 2, 5 y 6 del trasvase de las aguas desde el embalse Daule-Peripa hacia la cuenca del río Portoviejo. Incluso en las Alternativas 3 y 4, las demandas de agua en la cuenca del Portoviejo serán satisfechas mediante la combinación de las aguas a ser derivadas desde el Daule-Peripa y el embalse Poza Honda.

3.3 Proyecto Presa Daule-Peripa

En el año 1964, la OEA llevó a cabo el primer estudio sobre el desarrollo de los recursos hidráulicos de la cuenca del río Guayas, y en el cual se propuso la construcción de la presa Daule-Peripa para que sirviera como el mayor embalse para el desarrollo de la cuenca. El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PDNU) hizo un estudio preliminar del Proyecto de la presa Daule-Peripa en 1972. El estudio de factibilidad se lo realizó en 1978 con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). CEDEGE empezó la construcción de la presa en Septiembre de 1982 y la concluyó en Diciembre de 1987 con el financiamiento del BID. El costo total de construcción ascendió a los 140 millones de dólares. La compañía consultora de ingeniería fue TAMS-AHT-INTEGRAL y la empresa constructora fue

Agroman de España. Los principales objetivos de la presa Daule-Peripa son: (i) Control de inundaciones, (ii) Abastecimiento de agua potable, (iii) Riego y (iv) Generación de energía eléctrica. Las características técnicas de la presa son las siguientes:

Hidrología

Cuenca aportante	4.200 km ²
Precipitación media anual	2.700 mm
Volumen medio anual	5.000 MMC
Coefficiente de escorrentia	44%
Máxima creciente probable	14.350 m ³ /s

Embalse

Capacidad bruta de almacenamiento	5.300 MMC
Volumen muerto	1.300 MMC
Volumen efectivo	4.000 MMC
Nivel de crecidas	88 msnm
Nivel máximo normal	85 msnm
Nivel mínimo	60 msnm
Nivel del cauce	12 msnm
Superficie (al nivel de crecidas)	290 km ²
Superficie (al nivel normal)	270 km ²

Distribución de la capacidad

Volumen para control de inundaciones	700 MMC
Generación de energía	3.400 MMC
Riego	1.800 MMC
Agua potable	500 MMC
Uso en la provincia de Manabí	500 MMC

Presa principal

Tipo	Tierra zonificada
Altura desde la fundación	90 m
Altura de la cresta	90 msnm
Longitud de la cresta	250 m
Volumen de la presa	3.000.000 m ³

Presas secundaria (diques de cierre)

Tipo	Tierra homogenizada
Longitud	18 km
Altura media	10 m (max.27 m)
Volumen de terraplén	5.900.000 m ³

Aliviadero

Tipo, estructura de control	Aliviadero con compuertas de control.
Canal de descarga	Rápida
Disipador de energía	Pozo disipador
Ancho del aliviadero	59 m
Cota del aliviadero	77 msnm
Caudal pico de diseño	3.480 m ³ /s
Compuertas	
Número	3
Tipo	Tainter
Dimensiones	H = 8,0 m, W = 17,0 m

Sistema de producción de energía
(aún no instalado)

Potencia instalada	65 MW x 2 unidades = 130 MW
Producción anual	510 GW (energía en firme)
Carga hidráulica de diseño	58,2 m
Caudal de diseño	132,3 m ³ /s por unidad

Instalaciones de desagüe

Diámetro y longitud del túnel	9 m, 530 m
Caudal de desagüe	400 m ³ /s

Se puede apreciar que un volumen de 500 MMC se ha destinado para ser utilizado en la zona central de la provincia de Manabí. De acuerdo al convenio interinstitucional entre el CRM y el CEDEGE, firmado en Diciembre de 1986 y completamente refrendado por el Ministro de Agricultura y Ganadería, el CRM está autorizado a derivar 500 MMC/año con un caudal máximo de 18 m³/s.

3.4 Proyecto Presa La Esperanza

Un estudio de factibilidad sobre el Proyecto de la Presa La Esperanza se inició en 1970 y concluyó en 1975. El diseño definitivo se llevó a cabo en 1976 y la construcción del mismo empezó en 1978 por medio de una compañía constructora Coreana, la DAEWOO, constituyéndose el CRM en el organismo ejecutor del proyecto y los costos fueron financiados por el Gobierno del Ecuador.

Sin embargo, durante la etapa inicial de construcción, los trabajos de construcción se vieron obligados a suspenderse debido a los problemas geotécnicos encontrados en la fundación de la presa, y se procedió a dar término al contrato con la DAEWOO en 1980. Una revisión completa del diseño, incluyendo investigaciones geotécnicas adicionales, se llevó a cabo en Septiembre de 1982, finalizando en Junio de 1984. Hasta el año 1990, la construcción de la presa se encontraba suspendida debido a problemas financieros.

En el año de 1991 se logró dar solución a los problemas financieros, de la siguiente manera: de los 80 millones de dólares que suma el costo total de la construcción, 30 millones son financiados por el Gobierno Español, 30 millones por la banca del mismo país, y los restantes 20 millones de dólares los financia el Gobierno del Ecuador. El CRM adjudicó el contrato a la Compañía Dragados y Construcciones de España, la cual empezó los trabajos a principios de 1992 y los terminará a mediados de 1996.

Las características técnicas de la presa La Esperanza son las siguientes:

Hidrología

Cuenca aportante	445 km ²
Precipitación media anual	1.520 mm
Volumen medio anual de escorrentía	376 MMC
Coefficiente de escorrentía	56%
Máxima creciente probable	3.040 m ³ /s

Embalse

Capacidad bruta	455 MMC
Volumen muerto	64 MMC
Capacidad efectiva	391 MMC
Nivel de crecidas	67,7 msnm
Nivel máximo normal	66,0 msnm
Nivel mínimo	37,0 msnm
Cota del cauce	22,0 msnm
Superficie al nivel de crecidas	24,0 km ²
Superficie al nivel máximo	22,7 msnm

Presa

Tipo	Tierra zonificada
Altura desde la fundación	57 m
Altura de la cresta	69 msnm
Longitud de la cresta	696 m
Volumen de la presa	3.700.000 m ³

Aliviadero

Tipo, estructura de control	Aliviadero con compuertas de control.
Canal de descarga	Rápida
Disipador de energía	Tanque de amortiguación
Ancho del aliviadero	30 m
Nivel del aliviadero	62 msnm
Caudal pico de diseño	900 m ³ /s
Compuertas	
Número	4
Tipo	Tainter
Dimensiones	H = 4,0 m, W = 7,5 m

Caudales de salida

Caudal para riego	25 - 38 m ³ /s
Descarga al nivel mínimo	110 m ³ /s
Descarga para mantenimiento del río	5 m ³ /s

Los objetivos de la presa La Esperanza son (i) Control de

inundaciones en el río Carrizal, (ii) Suministro de agua para regar 15.000 ha del Proyecto Carrizal-Chone y 2.500 ha para riego del área Los Amarillos-Guarango, y (iii) Suministro de agua potable. Una vez que se construya la presa La Esperanza en la parte alta del río Carrizal, los problemas de inundaciones en la época de lluvias así como los problemas de sequía para las épocas secas, serán casi totalmente solucionados en la cuenca del río Chone. El problema de escasez de agua para la cuenca del Portoviejo se mantendrá en la medida que no se realice el trasvase desde el Daule-Peripa hacia la cuenca del río Portoviejo.

Bajo la concepción del trasvase, el embalse La Esperanza receptorá agua del Daule-Peripa en todas las alternativas y, adicionalmente, funcionará como un embalse intermedio para derivar agua desde Daule-Peripa hasta la cuenca del río Portoviejo en las Alternativas 1, 3, 4 y 5.

3.5 Proyecto de Trasvase de Agua desde Daule-Peripa hacia Manabí

En 1984 el CRM inició un estudio sobre el trasvase de las aguas desde Daule-Peripa hacia la parte central de Manabí, cuando la presa Daule-Peripa se encontraba en construcción. En el año 1987 se preparó el diseño definitivo del trasvase, bajo el siguiente plan:

- (i) Derivación por gravedad de las aguas desde el embalse Daule-Peripa hacia el embalse La Esperanza, a través de un túnel de 8,3 km de longitud con capacidad de 12 m³/s.
- (ii) Tomando las aguas del río Daule a unos 30 km aguas abajo de la presa Daule-Peripa, las cuales serán bombeadas a una altura de 150 m para conducir las hacia el embalse Poza Honda a través de una tubería de acero de 13,3 km de longitud y un túnel de 11,2 km de

longitud con una capacidad inicial de 8 m³/s y final de 12 m³/s.

El costo de construcción, a precios de Octubre de 1986, se estimó en 26,4 millones de dólares para el trasvase desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, y de 80,3 millones de dólares para trasvasar desde el río Daule hacia Poza Honda, totalizando 106,7 millones de dólares.

El referido esquema de trasvase propuesto está considerado como las Alternativas 2 y 6 del estudio que está actualmente realizando JICA. El estudio del PHIMA en 1989 no recomendó esas dos alternativas debido al elevado requerimiento en bombeo y a su consecuente alto costo operacional. El CRM de acuerdo con las recomendaciones del PHIMA, solicitó a CEDEGE la construcción del portal de entrada del trasvase Daule-Peripa - La Esperanza, para una capacidad de 18 m³/s, en lugar de 12 m³/s, y CEDEGE lo construyó en 1990 según lo requerido. Asimismo, en 1989, el CRM rediseñó el túnel de trasvase Daule-Peripa hacia La Esperanza para una capacidad de 18 m³/s.

Según los diseños revisados, los cuales fueron elaborados en 1989 por un consorcio Brasileiro-Ecuatoriano, quienes tuvieron a cargo el diseño del Proyecto de Trasvase en 1987, el túnel de trasvase tiene una longitud de 8,3 km y una sección semicircular de 4,6 m de diámetro, con un portal de entrada a la cota 66 msnm y el portal de salida a la cota 58,5 msnm. El costo de construcción del túnel de trasvase también fue revisado, ascendiendo a 37,9 millones de dólares al nivel de precios de Octubre de 1989, lo cual es 70% mayor que lo estimado originalmente debido al aumento de capacidad de 12 m³/s a 18 m³/s y a la diferencia de costos por los 3 años entre 1986 y 1989. Aunque el portal de entrada ha sido ya construido en el embalse Daule Peripa, el equipo de trabajo de JICA ha revisado el diseño para el túnel de trasvase como una estructura común para las Alternativas 1, 3, 4 y 5.

3.6 Proyecto de Propósito Múltiple Carrizal-Chone

En el período 1986 a 1989, paralelamente con las negociaciones para el financiamiento de la presa La Esperanza, el CRM desarrolló los estudios de factibilidad del Proyecto de Propósito Múltiple Carrizal-Chone que incluía mejoramiento del río y un sistema de riego y drenaje sobre una superficie neta de 16.720 ha en los valles del Carrizal-Chone y planicies Guarango - Amarillos. El valle del Guarango se encuentra localizado en la parte baja de la cuenca del río Portoviejo y, por lo tanto, el sistema de riego propuesto requiere del trasvase de $5 \text{ m}^3/\text{s}$ desde el río Chone hasta el río Portoviejo a través de un túnel de derivación de 5,1 km de longitud y 3 m de diámetro sobre la cota 72 msnm, e incluyendo un bombeo de 53 m. El costo total de construcción se estimó en 65,4 millones de dólares a precios de Septiembre de 1989.

Un canal de cabecera con capacidad de $23 \text{ m}^3/\text{s}$ parte de la presa La Esperanza a la cota 32 msnm y recorre una distancia de 10 km, desde este punto se ramifica el canal principal de la margen izquierda. En un sitio a los 18,1 km desde el inicio del canal principal de margen izquierda, un nuevo canal se desprende a la cota 21,4 msnm con una capacidad de $5 \text{ m}^3/\text{s}$, el cual servirá para regar el valle del Guarango-Amarillos. La cota de arranque del túnel Guarango fue optimizada a la 72, tomando en consideración la longitud del túnel y la carga de bombeo; sin embargo, el área de riego Guarango-Amarillos está mucho más baja que la cota 62. En vista de los costos crecientes de energía, esta cota 72 ha sido revisada en el presente estudio de JICA.

La idea de trasvasar agua desde Chone hasta Portoviejo fue adoptada en los estudios del PHIMA e incluida en las Alternativas 1, 2, 3, 5 y 6. Debido a que es sumamente difícil construir un túnel de trasvase para regar solamente el área de Guarango de aproximadamente 1.500 ha, el agua trasvasada servirá probablemente para abastecer la planta de tratamiento El Ceibal de Rocafuerte, con un recurso de agua no contaminado.

Se elaboraron mapas topográficos, escala 1:10.000, con curvas de nivel a 6 metros de intervalos, los cuales han sido utilizados para el estudio de la Alternativa 4 bajo el presente estudio de JICA.

El Proyecto de riego Carrizal-Chone está directamente vinculado con el Proyecto de la Presa La Esperanza debido a que se ha planificado abastecerlo de agua desde dicho embalse. Debido a que el Gobierno ecuatoriano decidió la construcción de la presa La Esperanza con una cooperación financiera de España, el CRM tiene un fuerte deseo de continuar con el proyecto y en la actualidad está buscando financiamiento para su diseño final y construcción.

4. HIDROLOGIA

4.1 Recolección y Revisión de Información

Los datos hidro-meteorológicos fueron recolectados del CRM y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). La disponibilidad de datos meteorológicos incluyendo los de precipitaciones se muestran en la Tabla 4.1 para las más importantes estaciones del área del Estudio. El mapa de isoyetas de la provincia de Manabí se muestra en la Figura 4.1 y las características meteorológicas en Portoviejo en la Figura 4.2.

La disponibilidad de datos sobre escorrentías como también de precipitaciones se muestran en la Tabla 4.2. La localización de esas estaciones hidrológicas se muestran en la Figura 4.3.

4.2 Precipitaciones

Los datos de precipitaciones para un periodo extenso y continuo (1970-1990) han sido preparados para cada estación, en base a los datos observados y a aquéllos generados mediante correlación con estaciones vecinas.

Los datos de precipitaciones en las cuencas para un periodo extenso y continuo (1970-1990) se han preparado en cada punto de interés, en base a los datos de precipitaciones de algunas estaciones por medio del método Thiessen.

4.3 Análisis de Escorrentía

Se ha efectuado el análisis de escorrentía para los siguientes puntos de interés, por medio del modelo de simulación del tanque, basado en los datos de precipitaciones de las cuencas para un periodo extenso y continuo.

- Sitio de presa La Esperanza
- Presa Poza Honda

- Sitio de presa Chirijos
- Presa Daule-Peripa
- Presa derivadora de Santa Ana
- Río Chico en la confluencia con el río Portoviejo
- Río Portoviejo en la confluencia con el río Chico
- Estuario del río Portoviejo
- Río Carrizal en la confluencia con el río Chone
- Río Chone en la confluencia con el río Carrizal
- Estuario del río Chone

La estructura del modelo del tanque para el punto respectivo de generación, se ha elaborado prestando atención a las siguientes condiciones:

- Coeficiente de escorrentía anual
- Patrón de los hidrogramas
- Caudal base
- Volumen de escorrentía total anual

Los resultados del análisis de escorrentía se dan en las Tablas 4.3 hasta la 4.13.

4.4 Estudio de Crecidas

El estudio de crecidas, realizado durante los estudios del Plan Hidráulico de Manabí (PHIMA), se ha revisado en las dos presas existentes (Daule-Peripa y Poza Honda) y en las dos presas propuestas (La Esperanza y Chirijos). Los resultados se resumen a continuación:

Periodo de retorno (años)	Caudal Pico (m ³ /s)			
	La Esperanza	Chirijos	Poza Honda	Daule-Peripa
2,3	52,5	31,9	39,2	243,9
10	271,3	136,1	185,1	952,8
50	479,6	231,0	320,5	1.567,9
100	577,9	275,0	383,8	1.851,6
500	759,4	356,2	499,0	2.366,7

4.5 Análisis de la Carga de Sedimentos

El análisis de la carga de sedimentos realizado en el Plan Hidráulico de Manabi (PHIMA) se lo ha revisado, resultando satisfactorio. Por lo tanto, el resultado del estudio del PHIMA, en lo concerniente al análisis de la carga de sedimentos, se lo acogerá en esta etapa. Las cargas de sedimentos para cada sitio de presa estimadas en el estudio del PHIMA se muestran en la Tabla 4.14.

5. DEMANDAS DE AGUA

5.1 Demandas para Agua Potable

El área a ser servida con suministro de agua potable se ha definido como el área actualmente abastecida y que será expandida para la cobertura a futuro por los tres sistemas regionales de agua potable, es decir, (i) El sistema de Poza Honda, (ii) El sistema de La Estancilla, y (iii) El sistema de Chone.

Se prevé que el suministro de agua potable, en una forma segura y estable, en el área del Estudio, dependerá del abastecimiento proveniente de los sistemas regionales, debido a que la zona es seca y con pocas precipitaciones y además no existen fuentes de agua suficientes ni confiables. En la actualidad, algunas poblaciones dependen inevitablemente de fuentes inseguras de aprovisionamiento como lo son los ríos, esteros, pozos profundos, etc., o mediante el abastecimiento por medio de tanqueros, todo lo cual es insuficiente y caro.

El objetivo final de abastecimiento de agua potable en el área del Estudio es el de suministrar ésta a la población mediante tuberías a través de los sistemas regionales, los cuales deberán ser expandidos tanto en capacidad como en población servida.

La demanda de agua incluye aquella de uso industrial y para turismo, adicionalmente a la de uso doméstico. La demanda de agua futura se ha proyectado mediante el siguiente procedimiento:

- i) Proyección de la población con la tasa de cobertura.
- ii) Proyección de la población turística en el área de servicio.
- iii) Proyección de la demanda unitaria de agua en el área servida.
- iv) Demanda de agua prevista en el área de servicio.

La población en el área de servicio como también las tasas de cobertura se han proyectado del siguiente modo:

Año	Población del Area Servida (1.000)			
	Poza Honda	Estancilla	Chone	Total
1990	503 (80)	123 (70)	71 (70)	697 (77,2)
2000	622 (85)	150 (80)	82 (80)	854 (83,6)
2010	763 (90)	182 (90)	95 (90)	1.040 (90,0)
2020	927 (95)	223 (95)	108 (95)	1.258 (95,0)

Los números en paréntesis son las tasas de cobertura en porcentaje.

La población del turismo en algunas áreas de interés se ha estimado del siguiente modo:

Año	Población turística (personas/día)				
	Crucita	Charapotó	Manta	Bahía	Total
1990	500	1.430	2.670	8.830	13.430
2000	1.190	3.510	6.890	46.010	57.600
2010	1.900	5.690	9.250	57.440	74.280
2020	2.820	8.450	9.250	58.360	78.880

En la Tabla 5.1(1) se presentan la demanda unitaria de agua potable para uso doméstico recomendada por el IEOS en 1991 y la demanda unitaria para uso industrial, la cual se estima en el 20% de la demanda unitaria doméstica para poblaciones de más de 100.000 hab, y el 10% para poblaciones entre 5.000 a 100.000 hab. Estas cifras se han tomado como una meta para estimar la demanda unitaria futura en el área de servicio. El nivel actual de la demanda unitaria de agua está entre el 50% y 60% de la norma recomendada por el IEOS. Este nivel se ha estimado que se incrementará en el futuro en la siguiente manera:

Año	1990	2000	2010	2020
Nivel (%)	55	70	85	100

Las demandas unitarias de agua proyectadas para el área de servicio se dan en la Tabla 5.1. La demanda unitaria de agua para el turismo es estimada en base a la demanda unitaria doméstica de agua para ciudades mayores a 100.000 hab en población.

En base a los procedimientos mencionados previamente, las demandas de agua potable en el área de servicio se han proyectado de la siguiente forma, en términos de demanda diaria promedio.

Sistema Regional de Agua Potable	Años:	Demanda de Agua (m ³ /día)			
		1990	2000	2010	2020
Poza Honda		89.950	155.470	252.730	395.800
Chone		8.780	17.260	27.510	39.570
La Estancilla		12.500	30.760	52.180	76.940
Total		111.230	203.480	332.420	512.290
(en m ³ /s)		(1,29)	(2,36)	(3,85)	(5,93)
Demanda unitaria* (l/p/d)		161	238	320	407

* Incluye la demanda no contabilizada la cual es cercana al 45% en la actualidad.

5.2 Demanda de Agua para Riego

5.2.1 Sistemas de riego existentes

Existen tres sistemas de riego en el área del Estudio, siendo éstos, (i) El sistema Poza Honda, (ii) El sistema Río Chico, y (iii) El sistema de Riego La Estancilla.

El sistema de riego Poza Honda se extiende a lo largo del

rio Portoviejo y consiste en 7 subsistemas. Las áreas servidas y regadas de cada subsistema para el año 1988 eran:

Subsistema	Area dominada (ha)	Area regada en 1988 (ha)
Santa Ana	2.750	1.170
Lote 5A	200	190
Mejla	830	580
Ceibal	2.700	1.790
La Jagua	1.570	660
El Cerrito	400	350
La Guayaba	300	110
Total	8.750	4.850

Los subsistemas de Santa Ana, Lote 5A y parte de El Ceibal son abastecidos durante todo el año desde la presa de Poza Honda, pero la otra parte del sistema de riego Poza Honda depende además del caudal natural del río Portoviejo. Debido a la escasez de agua durante el año 1988, sólo una extensión de 4.850 ha fue regada del total de 8.750 ha del área dominada.

El sistema de Río Chico comprende 3 subsistemas, éstos son, La Ciénaga, Pechiche y Pasaje, tal como se muestra a continuación:

Subsistema	Area dominada (ha)	Area regada en 1988 (ha)
Ciénaga	300	290
Pechiche	650	610
Pasaje	500	480
Total	1.450	1.380

El sistema de Riochico depende integramente del caudal natural del río del mismo nombre, el cual es el tributario mayor del río Portoviejo. El riego, durante la estación seca es solamente posible en los periodos iniciales de ésta (Mayo y Junio), debido a que el río Chico se halla casi sin agua al final de la estación seca.

El sistema de riego La Estancilla abarca una extensión de 2.150 ha, de las cuales 1.520 ha fueron efectivamente regadas en 1988 debido a la escasez de caudal natural del río Carrizal, el cual es el tributario mayor del río Chone.

En resumen, el área del Estudio está provista de infraestructura de riego para una extensión de 12.350 ha, pero la parte actualmente regada se limita alrededor de 7.500 ha debido a la escasez de recursos hídricos.

5.2.2 Desarrollo del riego

El uso actual de la tierra en el área de estudio se resume a continuación:

(Unidad: km²)

Clasificación de la tierra	Chone	Portoviejo	Total
1. Tierras agrícolas			
- Cultivos y horticultura	561,9	604,0	1.165,9
. Ciclo corto	107,3	204,2	311,5
. Permanentes	454,6	399,8	854,4
- Pastos	902,6	450,7	1.353,3
- Asociación de cultivos y pastos	778,5	481,4	1.259,9
Subtotal	2.243,0	1.536,1	3.779,1
2. Tierras no agrícolas	568,0	523,9	1.091,9
Total	2.811,0	2.060,0	4.871,0

Desde el punto de vista de la clasificación de la tierra, aquélla que es apta para la agricultura totaliza 130.000 ha consistentes en dos categorías, A y B, que a la presente fecha se encuentran completamente utilizadas en cultivos. No existe más espacio para una futura expansión de las tierras agrícolas. Por lo cual, el desarrollo de la agricultura debería dirigirse hacia el cultivo intensivo, es decir, introduciendo los sistemas de riego en las haciendas. El área de riego a desarrollar se ha obtenido de la siguiente manera:

- a) La demarcación se la hace utilizando mapas a una escala 1:50.000.
- b) El área para el desarrollo del riego se localiza aguas abajo de las presas existentes y propuestas.
- c) El área se riega por gravedad desde las presas o presas derivadoras.
- d) Las áreas actuales de riego se incluyen.
- e) El área bruta se convierte en área neta con un factor de conversión de 80% para la categoría "A", 70% para la "B" y 30% para la "C", según la clasificación de la tierra.

Las áreas para el desarrollo del riego se han delimitado de acuerdo a los 8 esquemas siguientes con una área neta total de 29.250 ha:

Esquema	Cuenca	Area (ha)
Carrizal-Chone	Carrizal y Chone	15.000
Amarillos	Carrizal	1.000
Guarango	Portoviejo	1.500
Río Chico	Río Chico	1.700
Pechiche-Pasaje	Río Chico y Portoviejo	850
Santa Ana	Portoviejo	3.300
Mejía	Portoviejo	1.250
Ceibal-Guayaba	Portoviejo	4.650
Total		29.250

5.2.3 Requerimientos de agua para riego

La cantidad requerida de agua en mm/mes se la calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ET_{\text{cultivo}} = ET_p * K_c$$

$$IR = ET_{\text{cultivo}} + PD - ER$$

$$DWR = IR/E_f$$

donde, ET_{cultivo} : Evapotranspiración del cultivo (mm/mes)
(uso consuntivo)

ET_p : Evapotranspiración potencial (mm/mes)

K_c : Coeficiente de cultivo

IR : Requerimiento neto de riego (mm/mes)

PD : Requerimiento de agua para la preparación del arrozal (mm/mes)

ER : Precipitación efectiva (mm/mes)

DWR : Requerimiento de agua a derivar (mm/mes)

E_f : Eficiencia de riego

El valor de la ET_p se ha estimado por el método de Penman modificado, considerando los datos meteorológicos de las estaciones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana, La Estancilla y Calceta. Los valores de K_c de los cultivos de ciclo corto se han calculado mediante la fórmula de Grassi-Christiansen y aquellos coeficientes correspondientes a los cultivos de cítricos, plátano y arroz son tomados del informe de factibilidad del Proyecto de Propósito Múltiple Carrizal-Chone. Se ha añadido 120 mm de requerimiento de agua para el caso del valor del PD . El valor ER se relaciona a la precipitación actual y a la ET_{cultivo} . El método del SCS establecido por USDA se aplica para estimar el valor de ER , tomando los datos de las precipitaciones correspondientes a un periodo de retorno de 5 años de sequía. Los valores de E_f se toman en 0.53 para arroz y 0.46 para los otros cultivos.

Los requerimientos de agua para riego se han calculado sobre una base mensual en concordancia con el patrón de cultivos propuesto, tal como se muestra en la Figura 5.1.

Los requerimientos de agua para regar las 29.250 ha del área total de desarrollo se han calculado en 571 MMC/año con un 80% de garantía y un requerimiento pico en septiembre. Los requerimientos de agua para el 50% de garantía (ER calculada para precipitaciones promedio en lugar de aquellas con periodo de sequía de 5 años) se ha estimado en 428 MMC/año. Los detalles se muestran en las Tablas 5.2 y 5.3.

5.3 Requerimientos de Agua para Camaroneras

Para el año 1990 la actividad camaronera de la provincia de Manabí abarcaba 12.074 ha, lo cual representa aproximadamente el 8% del total del país. Las piscinas camaroneras se concentran en el estuario del río Chone donde actualmente se cultivan 4.967 ha. En 1989 Manabí produjo 7.458 ton de camarones, correspondiente al 9% de la producción del país. La producción actual de camarones en el área del Estudio es de 4.061 ton equivalente al 54% de la producción total de camarones de la provincia de Manabí.

La salinidad está influenciada por la temporalidad de las precipitaciones y escorrentías. Las aguas superficiales en la parte aguas arriba de las piscinas camaroneras presentan rangos de salinidad tan bajas como 0 partes por mil (ppm) en la estación lluviosa debido a las abundantes precipitaciones y escorrentías del río. En la estación seca, por otro lado, la salinidad superficial se eleva hasta más de 40 ppm igual o mayor que el agua de mar.

La actividad camaronera se practica durante todo el año debido a la disponibilidad de post-larvas provenientes tanto del medio natural como de los laboratorios. El periodo de crecimiento promedio es de tres a cuatro meses, y no es difícil de realizar dos cosechas por año. La productividad alcanzada en la actualidad

va desde 425 kg/ha/cosecha hasta 900 kg/ha/cosecha, con un promedio de 660 kg/ha/cosecha. Asumiendo el número de cosechas por año en 2,5, el promedio de productividad por año sería de 1.650 kg/ha.

El rango de salinidad óptimo para un buen crecimiento de los camarones es de 15 a 25 ppm. Si el suministro de agua fresca controlase la salinidad de las piscinas camaroneras dentro del rango óptimo, los camarones crecerán más rápido y el número de cosechas por año podría incrementarse de 2.5 a 3, adicionalmente el crecimiento de la productividad sería de 660 kg/ha/cosecha a 830 kg/ha/cosecha. La producción anual de camarones se estima sería de 2.905 kg. El agua fresca se requiere solamente durante la estación seca cuando la salinidad aumenta más allá de 25 ppm.

Las piscinas camaroneras ubicadas en el estuario del río Chone y del río Portoviejo en la actualidad, y su futura expansión, se detallan a continuación:

	(ha)				
	1984	1987	1990	1995	2000
Estuario del Chone					
Zona A (lado del mar)			990	990	990
Zona B (lado del río)	4.120	4.827	3.977	4.157	4.427
Estuario del Portoviejo					
	103	130	130	130	130
Total	4.223	4.957	5.097	5.277	5.547

En base a los datos de salinidad actual en los estuarios, los requerimientos de agua fresca para los años 2000 en adelante serán:

	Área bruta (ha)	Área neta (60% de Área bruta)	Req. unitario (m ³ /ha)	Req. total (MMC/año)
Río Chone				
Zona A (lado del mar)	990	594	39.600	23,5
Zona B (lado del río)	4.427	2.656	28.600	76,0
Río Portoviejo				
Las Gilces	130	78	35.900	2,8
Total/promedio	5.547	3.328	34.700	102,3

La fluctuación estacional de los requerimientos de agua fresca se estiman del modo siguiente:

Mes	(MMC)			
	Chone zona A	Chone zona B	Portoviejo	Total
Julio	3,9	-	0,4	4,3
Agosto	3,9	-	0,4	4,3
Septiembre	4,0	-	0,5	4,5
Octubre	3,9	25,4	0,5	29,8
Noviembre	3,9	25,5	0,5	29,9
Diciembre	3,9	25,1	0,5	29,5
Total Anual	23,5	76,0	2,8	102,3

5.4 Otras Demandas de Agua

Los embalses en el Ecuador deben liberar cierto volumen de agua como caudal de mantenimiento.

En el área del Estudio, la presa Poza Honda debe liberar un flujo constante de $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ durante todo el año adicionalmente a los demás requerimientos de agua. La presa de La Esperanza, en construcción, como también la presa de Chirijos, en plan, deben liberar también un caudal constante de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente. Este caudal de mantenimiento de los ríos totalizará 23,7 MMC por año sin la presa Chirijos y 31,6 MMC por año, incluyendo la presa Chirijos.

6. PLANES ALTERNATIVOS DE TRASVASE

6.1 Estudio Topográfico y Mapeo

Se han elaborado mapas, escala 1:50.000 para toda el área de estudio, por parte del IGM. El CRM preparó mapas topográficos de detalle para sus proyectos de desarrollo. Una lista de estos últimos es la siguiente:

Escala e intervalo de curvas	Cobertura	Proyecto
(1) 1:10.000 6 m	Ruta de Alt.-4	Proyecto Propósito Múltiple Carrizal-Chone
(2) Varios	Ruta de Alt.-2 (R.Daule-La Esperanza) (R.Daule-Poza Honda)	Proyecto de Traslase de Daule-Peripa a Manabl.
(3) 1:10.000 6 m	Ruta de Alt.-4 (Guarango-Rocafuerte-Portoviejo).	Proyecto Propósito Múltiple Poza Honda.
(4) 1:250 1 m	Portal de entrada del túnel Daule-Peripa-La Esperanza (S.Conguillo)	Proyecto de Traslase del Daule-Peripa hacia Manabl.
(5) 1:100 1 m	Sitio de salida del túnel Daule-Peripa-La Esperanza (S.Membrillo)	Proyecto de Traslase del Daule-Peripa hacia Manabl

Recientemente los siguientes mapas topográficos se han preparado para el estudio:

Escala e intervalo de curvas	Cobertura
(1) 1:5.000 5 m	Ruta de Alternativas 1 y 5 (La Esperanza-Poza Honda, Poza Honda-Río Chico)
(2) 1:5.000 5 m	Ruta de Alternativa-3 (La Esperanza-río Chico-Río Portoviejo)
(3) 1:5.000 5 m	Presa Chirijos y sitio del embalse
(4) 1:1.000 1 m	Estación de bombeo de Severino para las Alternativas 1 y 5
(5) 1:1.000 1 m	Estación de bombeo de Altamira para la Alternativa-3
(6) 1:1.000 1 m	Estación de bombeo La Maravilla para la Alternativa-4
(7) 1:1.000 1 m	Sitio de la presa Chirijos

Los mapas topográficos detallados en el cuadro de arriba son utilizados para el Estudio en general y particularmente para los diseños preliminares de las 6 alternativas de trasvase.

6.2 Investigaciones Geológicas Preliminares

6.2.1 Geología general

El Ecuador se encuentra dividido geológicamente en tres regiones: El Oriente, la Cordillera de los Andes y la Costa. El Oriente ubicado hacia el Este del Ecuador, comprende la zona de la parte alta del Amazonas constituida por viejas capas geológicas de rocas metamórficas y sedimentarias de los periodos Paleozoico y Mesozoico.

La cordillera de Los Andes corresponde a una cadena

montañosa y volcánica de gran magnitud del período Cretácico, de 3.000 a 6.000 metros de altitud, que se expande ampliamente. La litología de ésta comprende Andesita, Basalto y rocas Piroclásticas. La Costa ocupa la región costera del Ecuador donde se localizan rocas sedimentarias de reciente época geológica, del Terciario (Mioceno y Plioceno) constituyendo cadenas montañosas de regular magnitud.

El área del Estudio se localiza en la región de la Costa, cuyo basamento geológico es la formación Piñón, del período Cretácico y de roca tipo Basalto. Esta capa emerge en las cercanías del pueblo Picoazá en la vecindad occidental de la ciudad de Portoviejo. Otras capas geológicas ubicadas por la zona del proyecto son las formaciones Borbón, Onzole y Tosagua del período Terciario.

La formación Borbón consistente de areniscas y limolitas, se encuentra alrededor de la presa Daule-Peripa. La formación Onzole está estrechamente vinculada a los trabajos de ingeniería del proyecto, cubriendo casi toda el área, excepto en la zona del Guarango. La formación Tosagua se distribuye desde la zona del Guarango hasta Rocafuerte, esta formación consiste de limolitas calcáreas homogéneas. Yeso, anhidrita y otros materiales de naturaleza expansiva se encuentran en esta formación.

Desde el punto de vista geotécnico se supone que existe un anticlinal suave de poca pendiente. El eje del anticlinal está orientado de NE a SO y se supone que se extiende desde la ciudad de Portoviejo hacia la presa Daule-Peripa. Sin embargo, debido a que la pendiente del anticlinal es muy suave, el buzamiento del estrato al emerger aparece horizontal. Se supone que en algunos lugares existen pequeñas fallas en escala con longitudes de 1 km a 2 km.

Como un detalle geomorfológico, la aparición de riscos se aprecian sobre todo en lugares de altitudes mayores a los 200 m. Estos riscos consisten de limolitas, presumiéndose que éstos se

formaron por la diferencia en la erosión entre las limolitas y las areniscas gruesas adyacentes.

6.2.2 Estudio sísmico

Durante la Fase 1 del Estudio se hicieron 49 líneas de refracción sísmica con una longitud total de 40 km a lo largo de las rutas de las Alternativas-1,3,4 y 5, así como en el sitio de presa Chirijos. Los resultados de la investigación se resume tal como sigue:

Sitio	Velocidad de la onda P (km/s)	Profundidad (m)	Tipo de Geología
Túnel Alternativas 1, 3 y 5	0,3 - 0,5	0 - 3	Suelo superficial
	0,5 - 1,0	3 - 10	Suelo descompuesto y coluvial
	1,0 - 1,5	10 - 15	Roca meteorizada
	2,1 - 2,3	15 -	Roca fresca
Túnel Guarango	0,3 - 0,5	0 - 3	Suelo superficial
	0,6 - 0,9	3 - 15	Suelo descompuesto
	0,9 - 1,5	15 - 25	Roca meteorizada
	2,1 - 2,3	25 -	Roca fresca
Presa Chirijos	0,3 - 0,5	0 - 5	Suelo superficial
	0,6 - 1,1	5 - 20	Suelo descompuesto aluvial y coluvial.
	1,1 - 1,5	20 - 30	Roca meteorizada
	2,1 - 2,3	30 -	Roca fresca

6.2.3 Ingeniería geológica

(1) Túnel de derivación desde Severino hasta Poza Honda (Alternativas 1 y 5).

La ruta del túnel se encuentra en un área montañosa de 200 a 400 metros en altitud. De acuerdo a los resultados de las

pruebas sísmicas, el tipo de rocas al nivel de la rasante del túnel será de limolitas arenosas, excepto para la zona del portal donde el tipo de roca son depósitos coluviales.

La clasificación de las rocas y sus principales propiedades de ingeniería son las siguientes:

		Portal	Parte interna del túnel
Tipo de roca		Coluvial	Limolitas arenosas
Clase de roca		D (suelo)	CL (roca blanda)
Velocidad de la onda P	Vp(km/s)	1,5	2,1 - 2,3
Peso unitario	γ (g/cm ³)	1,7	2,1
Resistencia a la compresión no confinada	qu(kgf/cm ²)	10 - 20	60 - 100
Módulo de elasticidad estático	Es(kgf/cm ²)	2.000	10.000 - 12.000
Coefficiente de permeabilidad	K(cm/s)	1×10^{-3} - 1×10^{-4}	1×10^{-5}

La limolita arenosa es blanda en su solidez pero maciza y poco quebradiza. No se encuentran zonas altamente fracturadas a lo largo de la ruta del túnel. No se espera mucha infiltración durante la excavación del túnel. Debido a que la roca es blanda, se requiere entonces de soportes de acero. En la parte del portal se requerirá de soportes de acero a menor separación debido a que la roca es coluvial.

(2) Túnel de derivación desde Altamira hasta el río Portoviejo (Alternativa 3).

La ruta del túnel recorre una zona montañosa de una altitud entre los 200 y 400 m. La composición geológica de las rocas a lo largo de la rasante del túnel se divide en dos grupos, uno es

de tipo coluvial o limolita arenosa meteorizada en la parte del portal y la otra es limolita arenosa en la parte interna del túnel.

La clasificación de las rocas y sus principales propiedades de ingeniería son evaluadas como sigue:

		Portal	Parte interna del túnel
Tipo de roca		Coluvial Roca meteorizada	Limolitas arenosas
Clase de roca		D	CL
Velocidad de la onda P	Vp(km/s)	1,5	2,1 - 2,3
Peso unitario	γ (g/cm ³)	1,7	2,1
Resistencia a la compresión no confinada	qu(kgf/cm ²)	10 - 20	60 - 100
Módulo de elasticidad estático	Es(kgf/cm ²)	2.000	10.000 - 12.000
Coefficiente de permeabilidad	K(cm/s)	1×10^{-4}	1×10^{-5}

Similar a la geología a lo largo del túnel desde Severino a Poza Honda, la limolita arenosa no presenta grietas y tampoco se esperan zonas fracturadas a gran escala. Se requerirán soportes de acero en las capas de limolitas arenosas. En los portales se necesitarán de soportes de acero colocados a menor separación, donde la roca sea coluvial o limolita arenosa meteorizada.

(3) Túnel de derivación desde Amarillos hasta Guarango (Alternativa 4).

El túnel atraviesa una colina regular de 100 a 150 m en altitud. En esta zona la meteorización es grande y profunda que

no se observa afloramiento de rocas. El tipo de roca es limolita calcárea de acuerdo a los resultados de las perforaciones hechas durante el estudio del Proyecto Múltiple Carrizal-Chone. Este tipo de roca pertenece a la formación Tosagua. Minerales de yeso, anhidrita y montmorillonita, los cuales tienden a expandirse una vez que se ha liberado la presión sobre ellos, se encuentran en estas rocas.

Los ensayos de laboratorio efectuados en esta oportunidad indican que la tasa del contenido de estos minerales expansivos es alrededor del 1% en la zona meteorizada, mientras que es despreciable en la zona de la limolita fresca.

En lo relativo a la prueba sísmica para esta ruta, el tipo de roca que se encuentra a lo largo de la rasante del túnel se divide en tres grupos: (i) Limolita meteorizada con una considerable cantidad de minerales expansivos en los portales, (ii) Limolita ligeramente meteorizada con pocos minerales expansivos en la zona del túnel que se orienta hacia Los Amarillos, y (iii) Limolita fresca en la parte interna del túnel.

La clasificación de las rocas y sus principales propiedades de ingeniería son las siguientes:

Tipo de roca	(1) Limolitas meteorizadas con minerales expansivos	(2) Limolitas ligeramente meteorizadas con pocos minerales expansivos	(3) Limolita fresca
Clase de roca	E (suelo)	D (roca muy blanda)	CL (blanda)
Vp(km/s)	0,9 - 1,5	1,5	2,1 - 2,5
γ (g/cm ³)	1,6	1,7	2,1
qu(kgf/cm ²)	10	30	60
Es(kgf/cm ²)	1.000-2.000	5.000	10.000-12.000
K(cm/s)	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-5}

La construcción del túnel a través de la limolita con minerales expansivos será difícil y costosa, y se requerirá de una muy eficiente y cuidadosa estructura de soporte. Se

presentarán problemas geológicos aún en las zonas de limolitas frescas si se encuentran minerales expansivos al ejecutar posteriores ensayos de rocas.

- (4) Túnel de derivación desde Poza Honda hasta el Río Mancha Grande (Alternativas 5 y 6).

Las condiciones geológicas de esta ruta son similares a aquéllas del túnel desde Altamira al río Portoviejo. La clasificación de las rocas y sus principales propiedades de ingeniería son las siguientes:

Tipo de roca	Limolita arenosa	Coluvial
Clase de roca	CL	D
Vp (km/s)	2,1 - 2,3	1,5
γ (g/cm ³)	2,1	1,7
qu(kgf/cm ²)	60 - 100	10 - 20
Es(kgf/cm ²)	10.000 - 12.000	2.000
K (cm/s)	1 x 10 ⁻⁵	1 x 10 ⁻⁴

El túnel puede excavarse con soporte ordinario de acero en la parte interna (capas de limolitas arenosas), pero en la parte de los portales se necesitan de soportes de acero más cercanos. A juzgar por la profundidad del nivel del agua subterránea y a la baja permeabilidad de la roca, la filtración de agua durante la excavación será pequeña.

- (5) Túnel de derivación desde Daule-Peripa hasta La Esperanza (Todas las Alternativas).

Las investigaciones geológicas a lo largo de la ruta de este túnel se hicieron durante el Proyecto de Trasvase de las aguas del Daule-Peripa hacia Manabí. Los tipos de rocas encontrados al nivel de la rasante del túnel son areniscas y limolitas. La roca está clasificada como de tipo medio a bueno desde el punto de

vista del R.Q.D. y grados IV-III sobre la base del sistema de Beniaowski para clasificación de rocas o del tipo CL a CM según los criterios Japoneses para clasificación de rocas. Las propiedades de ingeniería estimadas son las siguientes:

Peso unitario	$\gamma = 2.1 \text{ g/cm}^3$
Resistencia a la compresión no confinada	$q_u = 60 - 100 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad estático	$E_s = 10.000 - 12.000 \text{ kg/cm}^2$
Coefficiente de permeabilidad	$K = 1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$

Los núcleos de las perforaciones recuperados así como los afloramientos de roca en el campo sugieren que la roca es compacta y sin fisuras ni zonas de fracturamientos serios.

Al juzgar por lo compacto de la roca, se necesitarán soportes de acero para la construcción del túnel. Se prevé que el túnel atravesará la capa de roca fresca, pero en los portales, la roca es meteorizada y floja (clasificación D), por lo cual será necesario la utilización de soportes de acero menos espaciado.

(6) Túnel de derivación desde el río Daule hasta Poza Honda (Alternativas-2 y 6).

Las investigaciones geológicas a lo largo de esta ruta del túnel fueron igualmente realizadas en el Proyecto de Tránsito de aguas desde Daule-Peripa hasta Manabí.

El túnel atraviesa capas finas de areniscas y limolitas arenosas de la formación Onzole. Esta roca está clasificada como del tipo CL a CM en solidez y sus propiedades de ingeniería son casi las mismas que aquéllas de la ruta del túnel desde Daule-Peripa a La Esperanza.

Zonas de fractura a gran escala tampoco se esperan. La infiltración de agua durante la construcción del túnel será pequeña. Los soportes de acero serán necesarios, debido a que la

roca es blanda.

(7) Sitio de presa Chirijos

El lecho del río es amplio en el sitio de presa. La pendiente de ambos taludes se acerca a los 30 grados. La roca base es limolita la cual está espesamente cubierta con suelo descompuesto en ambos empotramientos (alrededor de 20 m en espesor) y con suelo aluvial en el lecho del río (15 a 20 m de espesor). La superficie de la limolita se encuentra meteorizada teniendo un espesor de 10 a 20 m. Por lo tanto, la roca fresca yace a los 30 a 40 m de profundidad desde la superficie del suelo. La clasificación de la roca y las propiedades de ingeniería de cada estrato se evalúan de la siguiente forma:

Propiedades de ingeniería		Suelos Aluviales descompuestos	Limolita meteorizada.	Limolita fresca
Clase de roca			D	CL
Peso unitario	γ (g/cm ³)	1,6	1,7	2,1
Cohesión	C (kgf/cm ²)	0,1	1,0	5,0
Angulo interno de fricción	θ (grado)	15	30	30
Resistencia a la compresión no confinada	q_u (kgf/cm ²)	1,0	10	60-100
Módulo de elasticidad estática	E_s (kgf/cm ²)	200	2.000	12.000
Coefficiente de permeabilidad	K (cm/s)	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}

Al juzgar por la resistencia de la limolita fresca, solamente es factible una presa de tierra. La capacidad portante de la limolita meteorizada es suficiente como fundación de la

presa, pero la impermeabilidad es insuficiente. Debido a que inyecciones normales no son efectivas en la limolita meteorizada, habrá entonces necesidad de considerar un dentellón relleno con el mismo material del núcleo que llegue hasta la limolita fresca o una carpeta impermeable hacia aguas arriba o pantalla de concreto o una mezcla de cemento-bentonita que también llegue hasta la roca fresca.

La roca sobre todo en el empotramiento izquierdo no es tan resistente para soportar los deslizamientos laterales. Los taludes excavados para la construcción del aliviadero deberían ser apropiadamente protegidos.

Al respecto de los materiales de construcción para la presa, la limolita cerca del sitio de presa es apropiada como material impermeable del núcleo como también de material común para relleno. Rocas y arena no se encuentran disponibles cerca del sitio de presa. El material rocoso se lo proveerá de la cantera de Picoazá 40 km distante del sitio de presa. El material de filtro así como los agregados de concreto deberán obtenerse procesando rocas de la cantera Picoazá.

(8) Sitios para las estaciones de bombeo

Se han investigado cuatro lugares para las estaciones de bombeo, (i) Estación de Severino para las Alternativas 1 y 5, (ii) Estación de bombeo Altamira para la Alternativa 3, (iii) Estación de bombeo Las Maravillas para la Alternativa 4, y (iv) Estación de bombeo Daule para las Alternativas 2 y 6.

La composición geológica en el sitio Severino consiste de (i) una capa de suelo descompuesto de 5 m de profundidad desde la superficie, (ii) limolita arenosa meteorizada de 5 a 15 m de profundidad bajo la capa de suelo descompuesto, y (iii) limolita arenosa fresca bajo la limolita meteorizada. La limolita meteorizada se la considera lo suficientemente firme para la fundación de la estación de bombeo.

En el sitio Altamira, la meteorización es amplia y profunda. La composición geológica es similar a aquella del sitio Severino y se han evaluado conjuntamente con las propiedades de ingeniería del modo siguiente:

Composición geológica	Profundidad	Velocidad de la onda P	Clase de roca
Suelo descompuesto (ligeramente arcilla)	0-15 m	0,3-0,8 km/s	-
Roca meteorizada (Limolita)	15-30 m	1,1-1,5 km/s	D
Roca fresca (Limolita)	30 m por debajo	2,1-2,3 km/s	CL

Propiedades de ingeniería		Suelos aluviales descompuestos	Limolita meteorizada.	Limolita fresca
Peso unitario	γ (g/cm ³)	1,6	1,7	2,1
Cohesión	C (kgf/cm ²)	0,1	1,0	5,0
Angulo interno de fricción	ϕ (grado)	15	25	30
Resistencia a la compresión no confinada	qu(kgf/cm ²)	1,0	10,0	60
Módulo de elasticidad estática	Es(kgf/cm ²)	200	2.000	12.000

La estación de bombeo Altamira será fundada sobre una capa de suelo descompuesto. Algunos tratamientos para la fundación pueden necesitarse de acuerdo a futuras investigaciones sobre la capacidad portante de la capa de suelo.

Las condiciones geológicas en Las Maravillas son casi iguales a aquellas del sitio Altamira, y las condiciones en el sitio Daule similares a las de Severino.

(9) Canal abierto (para todas las Alternativas)

A continuación se resumen algunos comentarios técnicos en los aspectos de ingeniería geológica relacionados a la construcción del canal abierto de acuerdo a las condiciones geomorfológicas, área aluvial y área montañosa coluvial.

En el área aluvial, los canales abiertos se construyen sobre la capa de suelo aluvial, la cual se asume ser de arcilla limosa. Debido a que la superficie es suelta, pueden ocurrir asentamientos en algunos lugares, y se requiere la compactación de la fundación o el reemplazo con buen suelo posteriormente a la excavación del canal.

En el área montañosa coluvial, por otro lado, los canales abiertos se construyen sobre el suelo coluvial, suelo descompuesto o roca meteorizada. La estabilidad de los taludes será un problema mayor cuando el canal abierto se lo construye sobre suelo coluvial o suelo descompuesto. En lugares donde el canal atraviesa ríos pequeños, trabajos de protección contra coladas de lodo deben ser considerados.

6.3 Estudio de Operación de Embalses

6.3.1 Derivación del Daule a Manabí

El embalse Daule-Peripa se ha planificado que sea operado para satisfacer las demandas para generación de energía (nivel mínimo de agua para generación, cota 65 msnm), agua potable, riego incluyendo agua de dilución del caudal de riego de retorno, trasvase hacia La Esperanza (nivel mínimo para trasvasar cota 66,6 msnm) y trasvase hacia la Península de Santa Elena. Los niveles de agua de diseño del embalse Daule-Peripa se resumen del modo siguiente:

Máximo nivel normal del agua	cota 85 msnm
Nivel mínimo del agua	cota 60 msnm
Nivel máximo de desborde	cota 88 msnm

A pedido del equipo técnico de JICA, CEDEGE llevó a cabo un estudio de operación del embalse Daule-Peripa, generando los caudales de entrada al embalse para 30 series de 30 años cada uno.

De acuerdo con el diseño del túnel propuesto desde el embalse Daule-Peripa al de La Esperanza con un diámetro de 4,6 m, el caudal a trasvasar dependerá de los niveles del embalse Daule-Peripa. El caudal a trasvasar es 0 m³/s para un nivel en el embalse menor o igual que la cota 66,6 msnm y más de 18 m³/s para un nivel en el embalse mayor o igual a la cota 74,5 msnm. El acuerdo interinstitucional entre CEDEGE y CRM limita el caudal máximo a trasvasar a 18 m³/s y 500 MMC/año.

El estudio de operación de embalse hecho por CEDEGE, demostró que se puede trasvasar a La Esperanza un volumen de 500 MMC/año con una garantía del 90%, tal como se muestra a continuación:

Nivel de garantía (%)	Volumen de agua trasvasada (MMC/año) $Q_{\max} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$
Volumen máximo	568
50	568
80	537
89	495
Volumen mínimo	136

Se entiende que un volumen de agua de 537 MMC/año puede derivarse hacia La Esperanza con un 80% de garantía (4 de 5 años seguros). Técnicamente se puede trasvasar agua ($Q_{\max} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$) en un volumen anual ajustado y limitado a 500 MMC, bajo la siguiente distribución mensual:

Derivación de agua del Daule-Peripa hacia La Esperanza

Mes	Volumen a trasvasar técnicamente (MMC)	Volumen ajustado (MMC)	Caudal ajustado (m^3/s)
Enero	41,9	29,4	11,0
Febrero	37,9	25,5	10,5
Marzo	39,2	26,7	10,0
Abril	38,9	38,9	15,0
Mayo	48,2	48,2	18,0
Junio	46,6	46,6	18,0
Julio	48,2	48,2	18,0
Agosto	48,2	48,2	18,0
Septiembre	46,6	46,6	18,0
Octubre	48,2	48,2	18,0
Noviembre	46,6	46,6	18,0
Diciembre	46,9	46,9	17,5
Total/promedio	537,4	500,0	15,8

El ajuste se lo hace reduciendo el volumen de trasvase hacia La Esperanza en tres meses, desde enero a marzo cuando las precipitaciones son máximas y las demandas de agua son mínimas. Los volúmenes ajustados para cada mes se aplican en el estudio de operación del embalse La Esperanza como un volumen máximo de trasvase desde el Daule-Peripa hacia La Esperanza.

6.3.2 Operación integrada de los embalses Poza Honda y La Esperanza para la Alternativa-1

La Esperanza recibe caudales naturales de su propia cuenca y del trasvase del Daule-Peripa. Deseando el máximo uso posible de los caudales naturales, el trasvase se suspende cuando el nivel de agua de La Esperanza es mayor que la cota 62 m, y se trasvasa la mayor cantidad cuando el nivel de aguas esta bajo la cota 62 msnm. La Esperanza debe satisfacer las siguientes demandas de agua: para la industria camaronera en el estuario del río Chone (99 MMC/año), mantenimiento del río (16 MMC/año), agua potable (45 MMC/año para los sistemas de Chone y La Estancilla y 61 MMC/año para la planta de tratamiento El Ceibal), y para riego (171 MMC/año para el sistema Carrizal-Chone, 44 MMC para el sistema Los Amarillos-Guarango, 19 MMC para una parte del sistema Ceibal-Guayaba).

La Esperanza debe, asimismo, trasvasar agua hacia Poza Honda. Poza Honda recibe agua de su propia cuenca y aquella proveniente del trasvase desde La Esperanza. Para aprovechar al máximo el caudal natural de Poza Honda, se suspende el trasvase desde La Esperanza en el momento que el nivel de agua en el embalse Poza Honda supere la cota 102,5 msnm, y por el contrario se trasvasará el máximo caudal cuando la cota del embalse descienda por debajo de los 102,5 msnm. Poza Honda debe satisfacer las demandas de: agua potable (91 MMC/año del sistema de Poza Honda excepto para la planta de tratamiento El Ceibal), para riego (60 MMC/año para el sistema de Santa Ana, 14 MMC/año para el sistema Pechiche-Pasaje, 23 MMC/año para el sistema de Mejla, y 74 MMC/año para la parte remanente del sistema Ceibal-

Guayaba), para las camaroneras (3 MMC/año en el estuario del río Portoviejo), y mantenimiento del río (8 MMC/año).

Los resultados del estudio de la operación de embalses se muestran en la Fig. 6.1 y se resumen a continuación:

La Esperanza

Nivel máximo de agua	cota 66,0 msnm
Nivel mínimo de agua	cota 37,0 msnm
Nivel promedio de agua	cota 57,2 msnm
Rebose promedio	29 MMC/año

Poza Honda

Nivel máximo de agua	cota 108,5 msnm
Nivel mínimo de agua	cota 93,0 msnm
Nivel promedio de agua	cota 104,4 msnm
Rebose promedio	5 MMC/año

Túneles de derivación	Daule-Peripa a La Esperanza	La Esperanza a Poza Honda	Amarillos a Guarango
-----------------------	-----------------------------	---------------------------	----------------------

Capacidad (m ³ /s)	18	9	5
-------------------------------	----	---	---

Volumen de trasvase (MMC/año)			
Año promedio	353	175	110
Año seco	485	208	110

6.3.3 Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-2

En el caso de la Alternativa-2, Poza Honda recibe agua trasvasada desde el río Daule en lugar de La Esperanza, las demandas de agua para el embalse son las mismas que para la Alternativa-1. La operación de embalse es exactamente la misma que para la Alternativa-1. Por lo tanto, la capacidad de trasvase

es de 9 m³/s como en la Alternativa-1.

La Esperanza recibe agua trasvasada desde Daule-Peripa con una capacidad de trasvase de 9 m³/s (Caudal máximo permitido desde el Daule: 18 m³/s - la capacidad de trasvase del Daule a Poza Honda: 9 m³/s = 9 m³/s). Las demandas de agua a satisfacer por La Esperanza son las mismas que la Alternativa-1. La operación del embalse La Esperanza será casi la misma que la de la Alternativa-1 debido a que el patrón de fluctuación tanto de La Esperanza como de Poza Honda es similar.

Los resultados del estudio del balance hidráulico para la Alternativa-2 se muestran en la Fig. 6.2 y se resumen a continuación:

Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda
igual que en la Alternativa-1

Túneles de trasvase	Daule-Peripa a La Esperanza	Río Daule a Poza Honda	Amarillos a Guarango
Capacidad (m ³ /s)	9	9	5
Volumen de derivación (MMC/año)			
Año promedio	178	175	110
Año seco	277	208	110

6.3.4 Operación integrada de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-3

La Esperanza recibe agua desde el Daule-Peripa en su capacidad máxima permisible ($Q_{\text{máx}} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$) cuando el nivel de aguas de La Esperanza este por debajo de la cota 64 msnm, esto es, un valor 2 m mayor que el de la Alternativa-1, de esta manera se deriva más agua desde Daule-Peripa para así compensar la demanda de agua para riego del sistema de Río Chico (23 MMC/año).

Hacia Poza Honda no se trasvasa. Cuando el nivel de aguas de Poza Honda supera la cota 105,0 msnm, la prioridad se la da al uso del agua de Poza Honda, y cuando es menor que la cota 105,0 msnm la prioridad la tiene el trasvase desde La Esperanza.

Los resultados del balance hidráulico para la Alternativa-3 se muestran en la Fig. 6.3 y se resumen a continuación:

La Esperanza

Nivel máximo de agua	cota 66,0 msnm
Nivel mínimo de agua	cota 37,0 msnm
Nivel promedio de agua	cota 55,1 msnm
Rebose promedio	39 MMC/año

Poza Honda

Nivel máximo de agua	cota 108,5 msnm
Nivel mínimo de agua	cota 90,25 msnm
Nivel promedio de agua	cota 105,0 msnm
Rebose promedio	21 MMC/año

Túneles de derivación	Daule-Peripa a La Esperanza	La Esperanza Río Chico	Río Chico a Portoviejo
-----------------------	-----------------------------	------------------------	------------------------

Capacidad
(m³/s)

18	12	6
----	----	---

Volumen de trasvase (MMC/año)

Año promedio	402	214	77
Año seco	500	231	94

Las características del túnel de derivación de Los Amarillos-Guarango es igual a la Alternativa-1.

6.3.5 Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-4

La Esperanza debe satisfacer las demandas de agua potable

(62 MMC/año), riego (111 MMC/año) y camaroneras (3 MMC/año) adicionalmente a las demandas a ser cubiertas por La Esperanza en el caso de la Alternativa-1. Poza Honda y el río Portoviejo en su tramo aguas arriba no reciben ningún trasvase. Poza Honda con el caudal que aporta su cuenca no puede satisfacer las demandas de agua: potable (29 MMC para las plantas de tratamiento de Guarumo y Caza Lagarto); riego (60 MMC para el sistema de Santa Ana); y mantenimiento del río (8 MMC/año), con un grado de seguridad aceptable, (80%).

Los resultados del estudio del balance hidráulico para la Alternativa-4 se muestran en la Fig. 6.4 y se resumen a continuación:

Túneles de derivación	Daule-Peripa a La Esperanza	Amarillos a Guarango
Capacidad (m ³ /s)	18	15
Volumen de trasvase (MMC/año)		
Año promedio	354	286
Año seco	453	286

6.3.6 Operación integrada de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-5

La Alternativa-5 es una variante de la Alternativa-1, para trasvasar agua hasta el río Chico desde Poza Honda en lugar de la construcción de la presa de Chirijos. Por lo tanto, más agua será trasvasada desde La Esperanza hacia Poza Honda que en el caso de la Alternativa-1. El trasvase desde el Daule-Peripa se lo realizará cuando la cota en La Esperanza sea menor que los 64 m como en el caso de la Alternativa-3.

Los resultados del estudio del balance hidráulico para la Alternativa-5 se muestran en la Fig. 6.5 y se resumen a

continuación:

La Esperanza

Nivel máximo de agua	cota 66,0 msnm
Nivel mínimo de agua	cota 37,0 msnm
Nivel promedio de agua	cota 54,7 msnm
Rebose promedio	45 MMC/año

Poza Honda

Nivel máximo de agua	cota 108,5 msnm
Nivel mínimo de agua	cota 90,25 msnm
Nivel promedio de agua	cota 106,7 msnm
Rebose promedio	6 MMC/año

Túneles de derivación	Daule-Peripa a La Esperanza	La Esperanza a Poza Honda	Poza Honda a Río Chico
-----------------------	-----------------------------	---------------------------	------------------------

Capacidad

(m ³ /s)	18	10	4
---------------------	----	----	---

Volumen de trasvase (MMC/año)

Año promedio	393	199	23
Año seco	500	231	23

El trasvase desde Los Amarillos a Guarango es igual al de la Alternativa-1.

6.3.7 Operación de los embalses La Esperanza y Poza Honda para la Alternativa-6

La Alternativa-6 es una variante de la Alternativa-2, derivar agua para riego desde Poza Honda hasta el río Chico en lugar de la construcción de la presa Chirijos. La operación del embalse La Esperanza es exactamente la misma que la de la Alternativa-2. La operación del embalse Poza Honda es exactamente igual que la de la Alternativa-5. Los resultados del estudio del balance hidráulico se muestran en la Fig. 6.6.

6.4 Diseños Preliminares de la Infraestructura de Traslase

6.4.1 Esquema de traslase del Daule-Peripa hacia La Esperanza

(1) Capacidad: 18 m³/s

Camino de acceso

Zona montañosa	11 km
Zona de colinas	14 km

Túnel de derivación

Longitud	8,3 km
Diámetro	3,7 m

(2) Capacidad: 9 m³/s

Camino de acceso

Zona montañosa	11 km
Zona de colinas	14 km

Túnel de derivación

Longitud	8,3 km
Diámetro	2,7 m

6.4.2 Esquema de traslase del río Daule hacia Poza Honda

(1) Capacidad: 9 m³/s

Camino de acceso

Zona montañosa	12 km
Zona de colinas	5 km

Túnel de derivación

Longitud	11,2 km
Diámetro	2,7 m

Tubería

Longitud	13,3 km
Diámetro	1.500 mm
Número de líneas	2

(2) Capacidad: 10 m³/s

Camino de acceso

Zona montañosa	12 km
Zona de colinas	5 km

Túneles de derivación

Longitud	11,2 km
Diámetro	2,9 m

Tubería

Longitud	13,3 km
Diámetro	1.600 mm
Número de líneas	2

6.4.3 Esquema de trasvase desde La Esperanza hacia Poza Honda

(1) Capacidad: 9 m³/s

Camino de acceso

Zona montañosa	4 km
Zona de colinas	3 km

Canal abierto

Longitud	6,9 km
----------	--------

Túnel de derivación

Longitud	10,7 km
Diámetro	2,7 m

(2) Capacidad: 10 m³/s

Camino de acceso

Zona montañosa	4 km
Zona de colinas	3 km

Canal abierto
Longitud 6,9 km

Túneles de derivación
Longitud 10,7 km
Diámetro 2,9 m

6.4.4 Esquema de trasvase desde La Esperanza hacia el río Portoviejo

(1) La Esperanza-Río Chico, Capacidad: 12 m³/s

Caminos de acceso
Zona de colinas 3 km

Canal abierto
Longitud 6,5 km

Sifón
Longitud 1,4 km
Diámetro 2,9 m

Túnel de derivación
Longitud 13,0 km
Diámetro 3,1 m

(2) Río Chico a río Portoviejo, Capacidad: 6 m³/s

Canal abierto
Longitud 2,4 km

Sifón
Longitud 0,7 km
Diámetro 2,4 m

Túnel de derivación
Longitud 8 km
Diámetro 2,5 m

6.4.5 Esquema de trasvase desde Poza Honda al río Chico

Capacidad: 4 m³/s

Túnel de derivación

Longitud	4,1 km
Diámetro	2,5 m

6.4.6 Esquema de trasvase desde La Esperanza hacia Guarango

(1) Capacidad: 5 m³/s

Canal abierto

Capacidad	23 m ³ /s - 5 m ³ /s
Longitud	40,3 km

Túnel de derivación

Longitud	6,6 km
Diámetro	2,5 m

Sifón

Capacidad	13 m ³ /s - 5,5 m ³ /s
Longitud	4,5 km

(2) Capacidad de trasvase: 15 m³/s

Canal abierto

Capacidad	33 m ³ /s - 3,3 m ³ /s
Longitud	62,7 km

Túnel de derivación

Longitud	6,6 km
Diámetro	3,4 m

Sifón

Capacidad	23 m ³ /s - 3,3 m ³ /s
Longitud	10,5 km

6.4.7 Presa Chirijos

Hidrologia

Area de embalse	80 km ²
Precipitación anual promedio	1.220 mm
Volumen anual promedio que entra	41 MMC(520 mm)
Coefficiente de escorrentia	0,43
Creciente probable (1/10.000)	560 m ³ /s

Embalse

Capacidad bruta de almacenamiento	46 MMC
Volumen muerto	10 MMC
Volumen efectivo	36 MMC
Nivel de desborde	101 msnm
Nivel normal	98 msnm
Nivel minimo	78 msnm
Lecho del rio	68 msnm
Area del embalse al nivel normal	3,8 km ²

Presa

Tipo	Tierra zonificada
Altura desde la fundación	60 m
Cota de la cresta	103 msnm
Longitud de la cresta	517 m

Aliviadero

Tipo, estructura de control	Vertedero de excesos sin compuertas
Conducción del agua	Rápida
Disipador de energia	Pozo disipador
Longitud del aliviadero	35 m
Cota del aliviadero	98 msnm
Descarga pico del aliviadero	360 m ³ /s

(1,2 veces la creciente con periodo de retorno de 200 años).

Toma y descarga

Cota de la toma	78 msnm
Capacidad de la descarga	2 m ³ /s

6.5 Estimación de Costos de Construcción de la Infraestructura de Tránsito

6.5.1 Esquema de tránsito desde Daule-Peripa hacia La Esperanza

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
(1) Capacidad: 18 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>3.730</u>
Caminos de acceso			<u>10.800</u>
Area montañosa	11 km	600.000	6.600
Area de colinas	14 km	300.000	4.200
Túnel (D=3,7m,L=8,3km)			<u>26.500</u>
Excavación del túnel	132.000 m ³	100	13.200
Concreto	43.000 m ³	230	9.890
Obras de entrada y salida		LS	1.000
Otros (10%)			2.410
Total			<u>41.030</u>
(2) Capacidad: 9 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>2.510</u>
Caminos de acceso			<u>10.800</u>
Area montañosa	11 km	600.000	6.600
Area de colinas	14 km	300.000	4.200
Túnel (D=2,7m,L=8,3km)			<u>14.310</u>
Excavación del túnel	71.000 m ³	100	7.100
Concreto	23.500 m ³	230	5.410
Obras de entrada y salida		LS	500
Otros (10%)			1.300
Total			<u>27.620</u>

6.5.2 Esquema de trasvase desde el río Daule hacia Poza Honda

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
(1) Capacidad: 9 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>7.350</u>
Caminos de acceso			<u>8.700</u>
Área montañosa	12 km	600.000	7.200
Área de colinas	5 km	300.000	1.500
Tubería (D=1.500 mm)			<u>27.800</u>
2 líneas	13,3 km	1'900.000	25.270
Otros (10%)			2.530
Túnel (D=2,7 m, L=11,2 km)			<u>19.110</u>
Excavación del túnel	95.800 m ³	100	9.580
Concreto	31.700 m ³	230	7.290
Obras de entrada y salida			500
Otros (10%)			1.740
Tanques (2 sitios)			<u>1.940</u>
Estación de bombeo y subestación			<u>13.200</u>
Línea de transmisión			<u>2.700</u>
Total			<u>80.800</u>
(2) Capacidad: 10 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>8.130</u>
Caminos de acceso			<u>8.700</u>
Tubería			<u>32.190</u>
2 líneas, D=1.600 mm	13.3 km	2'200.000	29.260
otras (10%)			2.930
Túnel (D=2,9 m, L=11,2 km)			<u>21.190</u>
Excavación del túnel	107.800 m ³	100	10.780
Concreto	33.820 m ³	230	7.780
Obras de entrada y salida		LS	700
Otros (10%)			1.930
Tanques (2 sitios)		LS	<u>1.940</u>
Estación de bombeo y subestación		LS	<u>14.600</u>
Línea de transmisión		LS	<u>2.700</u>
Total			<u>89.450</u>

6.5.3 Esquema de trasvase La Esperanza-Poza Honda

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
(1) Capacidad: 9 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>4.060</u>
Caminos de acceso			<u>3.300</u>
Area montañosa	4 km	600.000	2.400
Area de colinas	3 km	300.000	900
Tubería de acero			<u>770</u>
2 líneas (D=1.800 mm)	250 m	2.800	700
Otros (10%)			70
Canal abierto (L=6,9 km)			<u>1.660</u>
Excavación	120.000 m ³	2,0	240
Terraplén	120.000 m ³	4,0	480
Revestimiento de concreto	6.000 m ³	110,0	660
Otros (20%)			280
Sifón			<u>1.200</u>
Tubería de concreto (D=2.600 mm)	640 m	1.700	1.090
Otros (10%)			110
Túnel (D=2,7 m, L=10,7km)			<u>20.280</u>
Excavación del túnel	91.500 m ³	100	9.150
Concreto	30.300 m ³	230	6.970
Obras de entrada y salida		LS	500
Soporte de acero	1.820 t	1.000	1.820
Otros (10%)			1.840
Estación de bombeo y subestación		LS	<u>10.200</u>
Línea de transmisión		LS	<u>3.200</u>
Total			<u>44.690</u>

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
(2) Capacidad: 10 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>4.410</u>
Caminos de acceso			<u>3.300</u>
Tubería de acero			<u>830</u>
2 líneas, D=1.600 mm	250 m	3.000	750
Otros (10%)			80
Canal abierto (L=6,9km)			<u>1.760</u>
Excavación	126.000 m ³	2,0	250
Terraplén	126.000 m ³	4,0	700
Revestimiento de concreto	6.500 m ³	110,0	720
Otros (20%)			290
Sifón			<u>1.270</u>
Tubería de concreto (D = 2.700 mm)	640 m	1.800	1.150
Otros (10%)			120
Túnel (D=2,9m,L=10,7km)			<u>22.420</u>
Excavación del túnel	103.000 m ³	100	10.300
Concreto	32.310 m ³	230	7.430
Soporte de acero	1.950 t	1.000	1.950
Obras de entrada y salida		LS	700
Otros (10%)			2.040
Estación de bombeo y subestación			<u>11.300</u>
Línea de transmisión			<u>3.200</u>
Total			<u>48.490</u>

6.5.4 Esquema de trasvase desde La Esperanza a Portoviejo

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
Obras preparatorias			<u>6.590</u>
Caminos de acceso, Area de colinas	3 km	300.000	<u>900</u>
Tubería de acero			<u>850</u>
2 líneas, (D=2.000 mm)	220 m	3.500	770
Otros (10%)			80
Canal abierto (L=6,52 km, Q=12 m ³ /s; L=2,37 km, Q= 6 m ³ /s)			<u>2.600</u>
Excavación	168.000 m ³	2,0	340
Terraplén	232.000 m ³	4,0	930
Revestimiento de concreto	8.200 m ³	110,0	900
Otros (20%)			430
Tubería de concreto para sifón			<u>4.100</u>
(D = 2.900 mm)	1.360 m	2.000	2.720
(D = 2.100 mm)	670 m	1.500	1.010
Otros (10%)			370
Túnel (D=3,1 m, L=13,0km)			<u>27.980</u>
Excavación del túnel	140.000 m ³	100	14.000
Concreto	41.900 m ³	230	9.640
Soporte de acero	2.530 t	1.000	2.530
Obras de entrada y salida			900
Otros (10%)			2.710
Túnel (D=2,5m, L=8,0km)			<u>13.920</u>
Excavación del túnel	140.000 m ³	100	6.040
Concreto	41.900 m ³	230	4.850
Soporte de acero	2.530 t	1.000	1.260
Obras de entrada y salida			500
Otros (10%)			1.270
Estación de bombeo y subestación			<u>10.000</u>
Línea de transmisión			<u>3.700</u>
Total			<u>72.400</u>

6.5.5 Esquema de trasvase desde Poza Honda al río Chico

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
Capacidad: 4 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			730
Túnel (D=2,5m,L=4,05km)			7.330
Excavación	30.600 m ³	100	3.060
Concreto	10.700 m ³	230	2.460
Soporte de acero	640 t	1.000	640
Obras de entrada y salida			500
Otros (10%)			670
Total			8.060

6.5.6 Esquema de trasvase de La Esperanza a Guarango

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
(1) Capacidad: 5 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			
Canal abierto			<u>4.950</u>
Capacidad 23 m ³ /s - 5 m ³ /s	40,4 km	300	<u>12.120</u>
Embalse regulador		LS	<u>20</u>
Túnel de derivación (D=2.5; L=6,6 km)			<u>19.510</u>
Excavación del túnel	63.500 m ³	130	8.260
Concreto	31.100 m ³	230	7.150
Soporte de acero	1.330 t	1.000	1.330
Obras de entrada y salida		LS	1.000
Otros (10%)			1.770
Tubería			
D=1.400 mm, 2 líneas	300 m	2.800	<u>840</u>

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (1.000 US.\$)
Sifón			
Capacidad (13 m ³ /s-5,5 m ³ /s)	4.520 m		<u>4.140</u>
Estación de bombeo y subestación			<u>4.700</u>
Línea de transmisión			<u>8.200</u>
Total			<u>54.480</u>
(2) Capacidad: 15 m ³ /s			
Trabajos preparatorios			<u>8.210</u>
Canal abierto			
Capacidad (33 m ³ /s-3,3 m ³ /s)	62,5 km	330	<u>20.620</u>
Embalse regulador		LS	<u>20</u>
Túnel de derivación (D=3,4 m, L=6,6 km)			<u>28.170</u>
Excavación del túnel	100.400 m ³	130	13.050
Concreto	40.500 m ³	230	9.320
Soporte de acero	1.740 t	1.000	1.740
Obras de entrada y salida		LS	1.500
Otros (10%)			2.560
Tubería			
D=2.100 mm, 2 líneas	300	4.000	<u>1.200</u>
Sifón			
Capacidad: (23 m ³ /s - 3,3 m ³ /s)	10,47 km		<u>11.440</u>
Acueducto			
Capacidad 3,3 m ³ /s	200 m	540	<u>110</u>
Canal abierto y sifón hasta la planta de tratamiento de Rocafuerte			<u>2.060</u>
Estación de bombeo y subestación		LS	<u>7.500</u>
Línea de transmisión		LS	<u>11.000</u>
Total			<u>90.330</u>

6.5.7 Presa Chirijos

Rubros	Cantidad de obra	Precio unit. (US.\$)	Total (US.\$)
Trabajos preparatorios			<u>4'097.700</u>
Túnel de derivación			<u>5'291.220</u>
Excavación, abierta	34.000 m ³	2	68.000
Excavación, túnel	24.900 m ³	100	2'490.000
Concreto, estructura	2.900 m ³	150	435.000
Concreto, túnel	8.700 m ³	180	1'566.000
Soporte de acero	251 t	1.000	251.200
Otros (10%)			481.020
Atagula			<u>4'448.400</u>
Excavación, común	770.000 m ³	2	1'540.000
Terraplén, núcleo	76.000 m ³	4	304.000
Terraplén, espaldones	108.000 m ³	4	432.000
Terraplén, enrocado	136.000 m ³	13	1'768.000
Otros (10%)			404.400
Presa Principal			<u>27'209.600</u>
Excavación	1'060.000 m ³	2	2'120.000
Terraplén, núcleo	1'219.000 m ³	4	4'876.000
Terraplén, filtro	54.000 m ³	15	810.000
Terraplén, espaldones	1'600.000 m ³	4	6'400.000
Terraplén, enrocado	810.000 m ³	13	10'530.000
Otros (10%)			2'473.600
Aliviadero			<u>4'027.650</u>
Excavación, común	253.000 m ³	2	506.000
Excavación, roca meteorizada	163.000 m ³	3,5	570.500
Excavación, roca dura	19.000 m ³	5	95.000
Concreto	16.600 m ³	150	2'490.000
Otros (10%)			366.150
Total			<u>45'074.557</u>

6.6 Costos de Operación y Mantenimiento

6.6.1 Costo de la energía de bombeo

(1) Estación de Bombeo Severino

$$Q = 9 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{máx}} = 73,5 \text{ m}, H_{\text{prom}} = 55 \text{ m}$$

$$P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 7.920 \text{ kW}$$

$$\text{Factor de operación} = 175 / (31,55 \times 9) = 0,62 (\text{Alt.}-1)$$

$$E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,62 = 43,0 \text{ GWh}$$

$$\text{Costo de energía} = 43,0 \times \text{US.}\$0,06/\text{kWh} = \text{US.}\$2,58 \text{ millones}$$

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{max}} = 73,5 \text{ m}, H_{\text{prom}} = 58 \text{ m}$$

$$P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 9.280 \text{ kW}$$

$$\text{Factor de operación} = 198 / (31,55 \times 10) = 0,63 (\text{Alt.}-5)$$

$$E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,63 = 51,2 \text{ GWh}$$

$$\text{Costo de energía} = 51,2 \times \text{US.}\$0,06/\text{kWh} = \text{US.}\$3,07 \text{ millones}$$

(2) Estación de Bombeo Altamira

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{max}} = 56 \text{ m}, H_{\text{prom}} = 40 \text{ m}$$

$$P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 7.680 \text{ kW}$$

$$\text{Factor de operación} = 214 / (31,55 \times 12) = 0,57 (\text{Alt.}-3)$$

$$E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,57 = 38,3 \text{ GWh}$$

$$\text{Costo de energía} = 38,3 \times \text{US.}\$0,06/\text{kWh} = \text{US.}\$2,30 \text{ millones}$$

(3) Estación de Bombeo Daule

$$Q = 9 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{max}} = 107,5 \text{ m}, H_{\text{prom}} = 107,5 \text{ m}$$

$$P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 15.480 \text{ kW}$$

$$\text{Factor de operación} = 175 / (31,55 \times 9) = 0,62 (\text{Alt.}-2)$$

$$E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,62 = 84,1 \text{ GWh}$$

$$\text{Costo de energía} = 84,1 \times \text{US.}\$0,06/\text{kWh} = \text{US.}\$5,05 \text{ millones}$$

$Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{max}} = 107,5 \text{ m}$, $H_{\text{prom}} = 107,5$
 $P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 17.200 \text{ kW}$
 Factor de operaci3n = $198/(31,55 \times 10) = 0,63$ (Alt.-6)
 $E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,63 = 94,9 \text{ GWh}$
 Costo de energla = $94,9 \times \text{US.}\$0,06/\text{kWh} = \text{US.}\$5,69$ millones

(4) Estaci3n de Bombeo La Maravilla

$Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{max}} = 42 \text{ m}$, $H_{\text{prom}} = 42 \text{ m}$
 $P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 3.360 \text{ kW}$
 Factor de operaci3n = $110/(31,55 \times 5) = 0,70$ (Alt.-1,2,3,5,6)
 $E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,70 = 20,6 \text{ GWh}$
 Costo de energla = $20,6 \times \text{US.}\$0,60/\text{kWh} = \text{US.}\$1,24$ millones

$Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{m}ax} = 42 \text{ m}$, $H_{\text{prom}} = 42 \text{ m}$
 $P_{\text{prom}} = 16 \times Q \times H_{\text{prom}} = 10.080 \text{ kW}$
 Factor de operaci3n = $286/(31,55 \times 15) = 0,60$ (Alt.-4)
 $E_{\text{prom}} = P_{\text{prom}} \times 365 \times 24 \times 0,60 = 53,0 \text{ GWh}$
 Costo de energla = $53,0 \times \text{US.}\$0,06/\text{kWh} = \text{US.}\$3,18$ millones

6.6.2 Costo de operaci3n y mantenimiento

Canal abierto	1,0%	de costos directos de construcci3n
Estaci3n de bombeo	2,0%	de costos directos de construcci3n
T3nel	0,1%	de costos directos de construcci3n
Caminos de acceso	0,5%	de costos directos de construcci3n
Tuberla y sif3n	0,2%	de costos directos de construcci3n
Otras obras	0,5%	de costos directos de construcci3n

Esquema de trasvase		Costo anual de O. & M. (1.000 US.\$)
Daule-Peripa a La Esperanza		
Q = 18 m ³ /s	(Alt.-1,3,4,5)	81
Q = 9 m ³ /s	(Alt.-2,6)	68
Rio Daule a Poza Honda		
Q = 9 m ³ /s	(Alt.-2)	405
Q = 10 m ³ /s	(Alt.-6)	444
La Esperanza a Poza Honda		
Q = 9 m ³ /s	(Alt.-1)	277
Q = 10 m ³ /s	(Alt.-5)	302
La Esperanza al rio Portoviejo		
Q = 12 m ³ /s, Q=6 m ³ /s	(Alt.-3)	301
Poza Honda al rio Chico		
Q = 4 m ³ /s	(Alt.-5,6)	7
La Esperanza a Guarango		
Q = 5 m ³ /s	(Alt.-1,2,3,5,6)	271
Q = 15 m ³ /s	(Alt.-4)	456

6.7 Resumen de Costos para Cada Alternativa

El resumen de costos para cada alternativa se muestra en la Tabla 6.1.

7. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

7.1 Metodología

El Análisis Ambiental Inicial (AAI) está considerado como un método apropiado para analizar cada alternativa de trasvase de agua desde el punto de vista ambiental. El resultado del AAI será una de las herramientas útiles para la selección de la alternativa más recomendable desde el punto de vista ambiental. Por otro lado, el AAI es la primera aproximación para la evaluación del impacto ambiental (EIA) por medio de aproximaciones sucesivas, y el cual debe efectuarse solamente cuando la necesidad de hacer el EIA en detalle se compruebe por medio del AAI.

El método de listado de comprobación se aplica como una herramienta básica del AAI debido a que es un método inicial útil para la identificación de los impactos y la evaluación del significado de aquéllos. Este método se ha preparado utilizando los principales o mayores elementos ambientales como filas y los planes alternativos de trasvase como columnas. La puntuación se la hace del 1 al 3 para cada alternativa.

Los efectos ambientales esperados y su significado se identifican con el AAI. Después de la identificación de los impactos esperados, se llevará a cabo un estudio de impacto ambiental (EIA) más detallado, lo cual dará como resultado los impactos que tienen efectos significativos sobre el ambiente.

7.2 Efectos Sobre el Agua

(1) Embalses

La calidad de agua del embalse La Esperanza se mejorará debido al trasvase de una apreciable cantidad de agua desde el Daule-Peripa hasta La Esperanza para todas las alternativas. Por otro lado, la calidad del agua del embalse Poza Honda se mejorará

para las Alternativas 1,2,5 y 6. En el caso de las Alternativas 3 y 4, no se espera mejoramiento de la calidad del agua de dicho embalse.

El agua del embalse Chirijos propuesto, posiblemente se eutroficará debido a que éste cumple la función de regulador del flujo anual así como estacional.

(2) Rios

La calidad de agua del río Carrizal y de la parte baja del río Chone será mejorada por medio del agua liberada desde La Esperanza para todas las Alternativas, especialmente en la estación seca.

La calidad del agua del río Portoviejo será mejorada enormemente en todas las alternativas excepto en la Alternativa-4, donde no se espera mejoramiento en la calidad del agua del río Portoviejo.

La calidad del agua del río Chico será mejorada solamente en la Alternativa-3, manteniéndose la misma para las Alternativas-5 y 6 y empeorándose para las Alternativas 1, 2 y 4, debido a la construcción de la presa Chirijos en la parte superior del río Chico.

7.3 Impacto Social Referido a la Presa Chirijos

Para la construcción de la presa Chirijos propuesta, la compensación por la tierra y el reasentamiento de la población que habita el área de la presa y del embalse llevará implícito un problema social potencial.

El área del embalse por debajo de la cota 130 m es de cerca de 861 ha e incluye 311 casas con aproximadamente 1.870 personas. La tierra que será inundada se la utiliza mayormente para cultivos perennes como café, cacao, frutales, etc, ocupando cerca