

- c) El área es apropiada para el riego a gravedad desde las presas o desde las presas de derivación.
- d) Se incluyen las áreas actualmente bajo riego.
- e) El área bruta de riego es transformada a área neta con factores de conversión del 80% para la categoría "A", 70% para la categoría "B" y 30% para la categoría "C" en la clasificación de la tierra.

De este modo, se formularon los siguientes 8 esquemas de riego cubriendo un área neta total de 29.250 ha.

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

Los esquemas de riego propuestos se muestran en la Fig. 4.8.

4.2.3 Requerimiento de agua para el riego

El requerimiento de agua para el riego fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$ET_{\text{cultivo}} = E_{tp} * K_c$$

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

$$DWR = IR/E_f$$

Donde,	ET_{cultivo}	:	Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) (uso consuntivo del cultivo)
	E_{tp}	:	Evapotranspiración potencial (mm/mes)
	K_c	:	Coefficiente de cultivo
	IR	:	Requerimiento neto de riego (mm/mes)
	PD	:	Requerimiento de agua para la preparación de la tierra en un arrozal (mm/mes)
	ER	:	Precipitación efectiva (mm/mes)
	DWR	:	Requerimiento de derivación de agua (mm/mes)
	E_f	:	Eficiencia de riego

El valor de E_{tp} fue estimado por el método modificado de Penman basado en los registros meteorológicos de las estaciones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana, La Estancilla

y Calceta. Los valores K_c de los cultivos anuales fueron calculados mediante la fórmula de Grassi-Christiansen y los correspondientes a los cultivos de cítricos, plátanos y arroz fueron tomados del informe del estudio de factibilidad del Proyecto Multipropósito Carrizal-Chone. Se añadió un requerimiento de agua de 120 mm para un campo de arrozal como valor de PD. El valor de ER se relaciona a la precipitación actual y al valor de ET_{cultivo} . El método SCS establecido por la USDA fue aplicado para estimar el valor de ER, considerando los datos de precipitaciones correspondientes a un periodo de retorno de 5 años de sequía. La eficiencia de cultivo, E_f considerada fue de 0,53 para arroz y 0,46 para los otros cultivos.

Los requerimientos de agua del riego fueron calculados en base mensual de acuerdo con el patrón de cultivo propuesto, como se muestra en la Fig. 4.10. El requerimiento de agua del área total de desarrollo del riego de 29.250 ha fue calculado en 571 MMC/año con un 80% de garantía y un requerimiento pico en el mes de Septiembre, como se muestra en la Tabla 4.2.

4.3 Sector Camaronero

4.3.1 Sector camaronero actual y su expansión futura

La actividad camaronera en la Provincia de Manabí fue practicada en 12.074 ha en 1990, correspondiente aproximadamente al 8% del total nacional. Las camaroneras están concentradas en el estuario del río Chone donde 4.967 ha fueron operadas en 1990. En 1989 Manabí produjo 7.458 toneladas de camarones, correspondiendo aproximadamente al 9% de la producción del país. La producción actual de camarones en el área del Proyecto es de 4.061 toneladas, contabilizando esta cifra, el 54% de la producción total de camarones de la Provincia de Manabí.

La salinidad está influenciada por la variación estacional de las lluvias y de la escorrentía. Durante la época de lluvias, las aguas superficiales de la parte alta del área de camaroneras tienen salinidades del orden de las 0 partes por mil (ppm) debido a la mayor intensidad de la precipitación y al mayor caudal del río. En cambio, en la época seca, la salinidad sobrepasa niveles mayores a los 40 ppm, cantidad igual o mayor que la salinidad del agua de mar.

La actividad camaronera se practica durante todo el año debido al abastecimiento perenne o disponibilidad de post-larvas del medio natural y de laboratorios. El periodo de cultivo se extiende en promedio unos tres a cuatro meses, y no es difícil cosechar dos veces al año. La productividad actual oscila entre los 425 a 900 kg/ha/cosecha, con un promedio

de 660 kg/ha/cosecha. Debido a que se realizan 2 cosechas por año, la productividad promedio anual es de 1.320 kg/ha.

El rango de salinidad óptimo para un buen crecimiento del camarón está entre los 15 y 25 ppm. Si se llegase a controlar la salinidad del agua mediante el aporte de agua fresca en las camaroneras, el crecimiento de la especie será mayor incrementando consecuentemente el número de cosechas por año, es decir, de 2,0 a 3,5, mientras que la productividad crecerá desde 660 kg/ha/cosecha a 830 kg/ha/cosecha. La productividad anual estimada de camarones sería de 2.905 kg/ha con la dotación de agua fresca y 1.660 kg/ha sin ella. El agua fresca se requiere solamente durante la estación seca cuando la salinidad aumenta por sobre los 25 ppm. Las áreas de camaroneras y su expansión futura probable del estuario del río Chone y del estuario del río Portoviejo son las siguientes:

	(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

4.3.2 Requerimiento de agua para camaroneras

Basado en los datos actuales de salinidad en los estuarios, los requerimientos anuales de agua para los años del 2000 en adelante, fueron estimados de la siguiente forma:

	Area bruta (ha)	Area neta (ha)	Area que recibirá agua fresca (ha)	Requerimiento unitario de agua (m ³ /ha)	Requerimiento total de agua (MMC/año)
Río Chone					
Zona A	990	594	475	49.500	23,5
Zona B	4.427	2.656	2.125	35.700	76,0
Río Portoviejo	130	78	63	44.300	2,8
Total	5.547	3.328	2.663	-	102,3

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

La variación estacional de la demanda de agua fresca fue estimada de la siguiente manera:

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	23,5	76,0	2,8	102,3

4.4 Otras Demandas de Agua

Los embalses en el Ecuador están obligados a liberar un cierto volumen de agua como caudal de mantenimiento del río.

En el área del Proyecto, el embalse Poza Honda debe liberar un caudal constante 0,25 m³/s durante todo el año adicionalmente a los varios requerimientos de agua. El embalse La Esperanza, en construcción, deberá también liberar un caudal constante de 0,50 m³/s. Este caudal de mantenimiento de los ríos totaliza 23,7 MMC por año.

5. ESTUDIO DE OPERACION DE EMBALSES

5.1 Trasvase del Daule a Manabí

El embalse Daule-Peripa está planificado para ser operado y cubrir las demandas de agua para generación hidroeléctrica (nivel mínimo para generación de energía, cota 65 m.s.n.m.), agua potable, riego que incluye la dilución del caudal de retorno del riego, trasvase a La Esperanza (cota mínima de trasvase, 66,6 m.s.n.m.) y trasvases a la península de Santa Elena y Macul. Los niveles de agua de diseño del embalse Daule-Peripa son los siguientes:

Nivel Máximo Normal	85 m.s.n.m.
Nivel Mínimo Normal	60 m.s.n.m.
Nivel de Crecidas	88 m.s.n.m.

A pedido del CRM, CEDEGE efectuó un estudio de operación de embalse, generando los caudales sintéticos en la forma de caudales de entrada al embalse, para 30 series de 30 años cada una.

De acuerdo al diseño propuesto del túnel de trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza, el caudal derivable depende de la cota del embalse Daule-Peripa. El caudal de trasvase es igual a 0 m³/s para un nivel del embalse inferior a los 66 m.s.n.m. y superior a los 18 m³/s para un nivel del embalse superior a los 76,6 m.s.n.m. El acuerdo interinstitucional entre CEDEGE y CRM limita el caudal y volumen de trasvase de agua hasta los 18 m³/s y 500 MMC/año, respectivamente.

El estudio de operación de embalse llevado a cabo por la CEDEGE estableció que el trasvase hacia La Esperanza en un volumen de 500 MMC/año está garantizado en un 90 % aproximadamente, de acuerdo al cuadro siguiente:

Nivel de garantía (%)	Volumen trasvasable (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 pueden trasvasarse a La Esperanza con un 80% de garantía (4 de 5 años seguros). El caudal técnicamente trasvasable ($Q_{max} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$) y el caudal mensual ajustado, teniendo como límite los 500 MMC/año, se proponen de la siguiente manera

Trasvase de Agua desde Daule-Peripa a La Esperanza

Mes	Volumen técnicamente trasvasable (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 efectúa al reducir el volumen de trasvase durante tres meses, desde Enero a Marzo cuando las precipitaciones son máximas y las demandas de agua mínimas. Los volúmenes ajustados para cada mes se aplican en el estudio de operación de embalse como los máximos volúmenes trasvasables desde Daule-Peripa hacia La Esperanza.

5.2 Operación Integrada de los Embalses La Esperanza y Poza Honda

5.2.1 Conceptos generales de la operación integrada

La Esperanza recibe el caudal natural de su propia cuenca y del trasvase desde Daule-Peripa. La Esperanza conjuntamente con el flujo de la intercuenca del sistema del río Chone deberá cubrir las demandas de agua de: las camaroneras en el estuario del Chone (99 MMC/año), mantenimiento del río (16 MMC/año) abastecimiento de agua al sistema de tratamiento Chone-La Estancilla (45 MMC/año), riego de 15.000 ha del área Carrizal-Chone (253 MMC/año), riego de 1.000 ha del área de Los Amarillos (19 MMC/año) y caudal de dilución equivalente al 20% del requerimiento del agua del riego.

De igual manera, La Esperanza debería también trasvasar agua hacia Poza Honda. Poza Honda recibe el caudal natural de su propia cuenca y del trasvase desde La Esperanza.

Poza Honda junto con el caudal disponible de la intercuenca del río Portoviejo deberá cubrir las demandas de agua de: el sistema de abastecimiento de agua de Poza Honda, exceptuando la planta El Ceibal (89 MMC/año), riego de 3.300 ha del sistema Santa Ana (74 MMC/año), riego de 850 ha del sistema Pechiche-Pasaje (20 MMC/año), riego de 1.250 ha del sistema Mejía (28 MMC/año), riego de 4.650 ha del sistema Ceibal-Guayaba (111 MMC/año) y riego de 1.500 ha del sistema Guarango (36 MMC/año), agua para camaronerías en el estuario del río Portoviejo (3 MMC/año), agua para mantenimiento del río (8 MMC/año) y agua de dilución equivalente al 20% del requerimiento de agua del riego.

Poza Honda deberá también trasvasar agua a Mancha Grande en la cuenca del río Chico. Los caudales trasvasados junto con el caudal natural del río Chico deberán cubrir la demanda de: la planta de tratamiento El Ceibal (63 MMC/año), riego de 1.700 ha del sistema del río Chico (31 MMC/año), mantenimiento del río (8 MMC/año) y agua de dilución equivalente al 20% del requerimiento del agua del riego.

5.2.2 Condiciones básicas para el estudio de operación integrada de embalses

(1) Curvas de Volumen del Embalse

Para realizar un estudio conservador, se utilizaron las curvas de volumen del embalse después de 50 años de sedimentación.

(2) Requerimiento de Agua para Riego

El requerimiento de agua para el riego está influenciado por la precipitación efectiva. En el estudio se ha utilizado un periodo de retorno de un año seco por cada 5 años para calcular el requerimiento de agua para el riego.

(3) Agua de Dilución

Se aplica una tasa de dilución de agua equivalente al 20% del requerimiento del riego con el fin de diluir los caudales de retorno del riego.

(4) Utilización de los Caudales de las Intercuencas

Los caudales de las intercuenca, caudales naturales de la cuenca de captación aguas abajo de los embalses, pueden ser utilizados para cubrir las demandas de agua especialmente durante la época de lluvias. El uso de hasta el 60% del flujo de la intercuenca se asume como permitido.

(5) Nivel de Demanda de Agua

Las demandas del año meta del 2020 son utilizadas en el estudio

(6) Niveles Esperados de Agua del Embalse

El trasvase desde Daule-Peripa a La Esperanza, según lo planificado, será por gravedad. El trasvase de agua recomendado, en la medida de lo posible, es el de flujo continuo. Sin embargo, las condiciones de diseño para mantener un flujo libre abierto en el túnel de derivación estarán restringidas al nivel límite de agua en La Esperanza, es decir no mayor a los 63,5 m.s.n.m. Por lo tanto, se ha planificado suspender la operación de trasvase cuando el nivel de agua de La Esperanza sea mayor que los 63,5 m.s.n.m. En otras palabras, el límite del nivel de agua de La Esperanza se ha fijado en 63,5 m.s.n.m.

El trasvase La Esperanza~Poza Honda se ha planificado mediante bombeo. Se desea que el nivel esperado de agua en Poza Honda sea el nivel mínimo, para ahorrar los costos de energía de bombeo y para la máxima utilización del caudal propio de la cuenca reduciendo al mínimo el caudal de vertido de Poza Honda. Sin embargo, si el nivel es demasiado bajo, frecuentemente se produciría una escasez de agua durante la operación debido al mal uso de la capacidad de almacenamiento del embalse. Un sinnúmero de cálculos de prueba concluyeron que el nivel límite del agua en Poza Honda debería ser la cota 102,5 m.s.n.m., 4,0 m por debajo del nivel máximo normal de Poza Honda.

(7) Nivel de Captación de la Estación de Bombeo Severino en La Esperanza

El nivel de captación de agua de la estación de bombeo Severino del trasvase La Esperanza~Poza Honda debería ser lo suficientemente bajo para una operación continua de bombeo en los periodos de estiaje de La Esperanza. Sin embargo, las siguientes dos condiciones de diseño limitan el nivel de la toma de agua a la cota 47 m.s.n.m, o sea 10 metros sobre el nivel mínimo del embalse La Esperanza.

- Un nivel anticipado de sedimentación, cota 45 m.s.n.m., en el sitio de la estación de bombeo Severino.
- Un descenso permisible del nivel de agua del embalse durante la construcción de la estación de bombeo Severino, que mantenga las funciones mínimas requeridas de La Esperanza.

(8) Nivel de Captación del Túnel de Derivación Poza Honda~Mancha Grande

El trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande de acuerdo a lo planificado será por gravedad. La condición topográfica en la salida del túnel limita el nivel mínimo de la entrada del túnel en Poza Honda a la cota 94 m.s.n.m.

(9) Caudal de Traslase desde Daule-Peripa a La Esperanza

El caudal de trasvase desde Daule-Peripa hasta La Esperanza se ha fijado en 18 m³/s por acuerdo interinstitucional entre CEDEGE y CRM como se analizó en el numeral 5.1.

(10) Caudal de Traslase desde La Esperanza a Poza Honda

En el estudio de factibilidad se propuso un caudal de trasvase de 16 m³/s bajo las siguientes condiciones:

- Se utilizaron las curvas de volumen del embalse antes de la sedimentación del mismo.
- No se consideró el requerimiento de dilución para el caudal de retorno del riego.
- No se tomó en cuenta los caudales de la intercuenca.

El estudio de operación integrada de embalses se repite basado en las condiciones descritas desde (1) hasta (12) para los caudales de trasvase de 12 m³/s, 14 m³/s y 16 m³/s.

(11) Caudal de Traslase de Poza Honda a Mancha Grande

Si se excluye el caudal natural del río Chico, las demandas de agua serían: 1,9 m³/s para la planta de tratamiento de El Ceibal y 2,1 m³/s para cubrir la demanda pico del riego en Septiembre para el sistema de riego del río Chico, de 1.700 ha incluyendo el 20% del caudal de dilución, sumando un total de 4,0 m³/s. El caudal de trasvase se fija entonces en 4,0 m³/s.

(12) Series Hidrológicas Históricas

En el estudio de factibilidad se utilizó el método del Tanque para generar las series hidrológicas históricas en los puntos importantes de las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, en una base mensual para el periodo de 20 años, desde 1971 a 1990.

En el estudio de diseño detallado, se revisaron las series históricas mediante la simulación utilizando para ello el modelo desarrollado en el CIDIAT, para un periodo de 29 años desde 1964 a 1992. Los resultados se dan en el Informe Final, Marzo de 1995. Las series hidrológicas históricas así revisadas se utilizan para el estudio de la operación integrada de embalses.

5.2.3 Estudio de operación integrada de embalses

Basado en las condiciones descritas en el numeral anterior se llevó a cabo un estudio de operación integrada de embalses y de balance hidráulico. Los resultados se muestran en las Figs. 5.1, 5.2 y 5.3 para el caudal de trasvase de $16 \text{ m}^3/\text{s}$ desde La Esperanza a Poza Honda ($Q_{Ep} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$), en las Figs. 5.4, 5.5, y 5.6 para $Q_{Ep} = 14 \text{ m}^3/\text{s}$, y en las Figs. 5.7, 5.8 y 5.9 para $Q_{Ep} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$, y se resumen en la siguiente tabla.

Resumen del Estudio de la Operación Integrada de Embalses

Descripción	Trasvase La Esperanza ~ Poza Honda Capacidad (m^3/s)		
	16	14	12
Embalse La Esperanza			
Nivel máximo (m.s.n.m.)	66,0	66,0	66,0
Nivel mínimo (m.s.n.m.)	39,8	40,4	40,0
Nivel medio (m.s.n.m.)	59,9	60,2	60,3
Descarga promedio por el aliviadero (MMC/año)	118	115	118
Evaporación promedio (MMC/año)	21	21	21
Trasvase máx. desde Daule-Peripa (MMC/año)	500	500	500
Trasvase promedio desde Daule-Peripa (MMC/año)	336	331	328
Trasvase máx. hasta Poza Honda (MMC/año)	380	369	348
Trasvase promedio hasta Poza Honda (MMC/año)	213	212	205
Garantía de abastecimiento de agua a la cuenca del río Carrizal (%)	100(100)	100(100)	100(100)
Garantía de trasvase a Poza Honda (%)	95	96	96
Embalse Poza Honda			
Nivel máximo (m.s.n.m.)	06,5	106,5	106,5
Nivel mínimo (m.s.n.m.)	88,3	88,3	88,3
Nivel medio (m.s.n.m.)	03,2	102,2	101,5
Descarga promedio por el aliviadero (MMC/año)	53	51	48
Evaporación promedio (MMC/año)	6	6	6
Trasvase máx. desde La Esperanza (MMC/año)	380	369	348
Trasvase promedio desde La Esperanza (MMC/año)	213	212	205
Trasvase máx. hasta Mancha Grande (MMC/año)	69	59	55
Trasvase promedio hasta Mancha Grande (MMC/año)	33	32	31
Garantía de abastecimiento de agua a la cuenca del río Portoviejo (%)	97(83)	98(83)	98(86)
Garantía de trasvase a Río Chico (%)	96(80)	94(72)	93(69)

(Nota) La garantía del abastecimiento de agua es en base mensual. Las cifras en paréntesis son garantía en base anual la cual debería ser mayor que el 80% (escasez de agua de un año por cada 5 años).

Los caudales de trasvases de $Q_{EP} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q_{EP} = 14 \text{ m}^3/\text{s}$ no son recomendables debido a que la garantía de abastecimiento de agua a la cuenca del río Chico, incluyendo el agua para la planta de tratamiento de El Ceibal, es inferior al 80%, en base anual.

El caudal del trasvase La Esperanza ~ Poza Honda se determinó en $16 \text{ m}^3/\text{s}$, basado en el resultado del estudio de la operación integrada de embalses, y además tomando en cuenta los siguientes factores:

- Una operación continua prolongada de una estación de bombeo al máximo de su capacidad está sujeta a fallas de origen eléctrico o mecánico. Si se opera con $Q_{EP}=12 \text{ m}^3/\text{s}$, se requerirá de una operación continua de dieciséis(16) meses, mientras que en el caso de $Q_{EP}= 16 \text{ m}^3/\text{s}$ ésta será de cinco(5) meses.
- Una mayor capacidad de trasvase garantizaría que todo el esquema de trasvase afronte los aumentos de la demanda con mayor flexibilidad en el futuro.

El esquema del balance hídrico se muestra en la Fig. 5.10 para el trasvase propuesto con $Q_{EP} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$.

6. EL PROYECTO

6.1 Descripción General del Proyecto

El Proyecto comprende tres esquemas de trasvase como se indica a continuación.

(1) Esquema de Trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza

Túnel de derivación

Capacidad	18 m ³ /s, flujo libre
Longitud	8,3 km
Sección	3,7 m de diámetro
Tipo	tipo herradura standard
Pendiente	1/1.500

Carreteras de acceso

Carretera de acceso Conguillo	22,6 km
Carretera de acceso Membrillo	0,4 km
Carretera de acceso El Guasmo	1,6 km

(2) Esquema de Trasvase La Esperanza ~ Poza Honda

Estación de bombeo Severino

Capacidad de bombeo	16 m ³ /s
Carga máxima de bombeo	70,0 m
Carga de diseño	60,0 m
Número de unidades	6 unidades (una de emergencia)
Caudal por cada unidad	192 m ³ /min (3,2 m ³ /s)
Tipo	Bomba de eje vertical de aspiración simple tipo voluta

Tubería

Longitud	173m (bomba No.1 y tubería de carga No.1) 170 m (bomba No.6 y tubería de carga No.2)
Nº de líneas	2 líneas (170 m y 173 m)
Diámetro	1.000 - 2.400 mm

Tanque de carga

Ancho	16,8 m - 8,8 m
Longitud	56,7 m

Canal abierto

Capacidad	16 m ³ /s
Longitud	5,5 km
Pendiente	1/3.000
Sección	Trapezoidal

Sifones

Sifón No.	Longitud	Carga máx.	Observaciones
1	72 m	8,7 m	Sección rectangular
2	233 m	36,6m	Sección rectangular y circular
3	326 m	47,6 m	Sección rectangular y circular
4	76 m	5,5 m	Sección rectangular
5	174 m	17,5 m	Sección rectangular

Túnel de derivación

Capacidad	16 m ³ /s, flujo libre
Longitud	11,4 km
Sección	3,5 m de diámetro sección tipo herradura estandard
Pendiente	1/1.500

Subestación Severino

Capacidad	2 x 12,5 MVA
Transformación de voltaje	138/13,8 kV

Línea de transmisión Daule-Peripa ~ Severino

Longitud	32,6 km
Voltaje	138 kV

Carreteras de acceso

Carretera de acceso Severino	9,3 km
Carretera de acceso entrada Caña Dulce	2,7 km

Carretera de acceso Los Cuyuyes	14,8 km
Carretera de acceso La Seca	3,8 km

(3) Esquema de Traslase Poza Honda ~ Mancha Grande

Túnel de derivación

Capacidad	4 m ³ /s, flujo libre
Longitud	4,1 km
Sección	2,5 m de diámetro sección tipo herradura estándar
Pendiente	1/3.900

Carreteras de acceso

Carreteras de acceso Entrada Poza Honda 0,70 Km

6.2 Traslase Daule-Peripa ~ La Esperanza

6.2.1 Entrada Conguillo

(1) Condiciones Actuales del Sitio

Parte de la estructura de entrada fue construida en 1990 en el sitio Conguillo con el nivel del fondo del canal de acceso en la cota 66,0 m donde el nivel original del lecho del río estaba a la cota 69,0 m. Un estudio de campo realizado a principios de 1994 reveló que el canal de acceso estaba sedimentado hasta alrededor de la cota 70,0 m, seis años después de la creación del embalse.

Los lechuguinos cubren en forma densa la superficie del agua en y alrededor del sitio de entrada, lo cual podría impedir la conducción uniforme del agua hacia el interior del túnel.

(2) Localización de la Entrada del Túnel y del Nivel de la Toma

Para evitar el potencial problema de sedimentación, se consideró en primera instancia desplazar el sitio de entrada aguas abajo del río Conguillo, llegándose a concluir que dicho desplazamiento ocasionaría el incremento de la longitud del túnel, necesiándose además de una obra de desvío de gran magnitud para la construcción, todo lo cual no es económicamente factible.

La siguiente idea fue la de ubicar la entrada a un nivel superior que el actual de la cota 66,6 m, construyendo un muro en frente de la estructura de entrada ya construida, para evitar que el sedimento bloquee la entrada. Esta idea también fue rechazada por las siguientes consideraciones:

- (i) Es casi imposible reducir el nivel de agua del embalse hasta la cota 66,0 m, lo cual requiere de una ataguía de gran magnitud para construir en frente de la estructura de entrada o en su defecto realizar una construcción bajo el agua. Ambos casos son difíciles técnicamente y económicamente costosos.
- (ii) Si el nivel de la toma se eleva del actual nivel de 66,0 m, el trasvase desde Daule-Peripa sería tan frecuente tomando en cuenta que el nivel mínimo del embalse está en los 60,0 m. Es de vital importancia asegurar el trasvase desde Daule-Peripa lo más prolongadamente posible para evitar el déficit de agua en el área del Proyecto.

Se ha decidido, por lo tanto, utilizar la actual estructura de entrada, tal como fue construida, tomando en cuenta las siguientes medidas de compensación:

- (i) Para evitar la sedimentación, se limpiará el canal de acceso de 36 m de longitud, mediante dragado hasta el fondo original, cota 66,0 m. El canal de acceso se lo mantendrá despejado mediante un dragado de mantenimiento.
- (ii) Si el curso del río Conguillo al frente de la entrada se sedimenta a un nivel superior que el nivel de agua del embalse, y el trasvase es todavía necesario, se deberá realizar el desasolve del río Conguillo por excavación o dragado, para permitir el acceso del agua al túnel de derivación.
- (iii) Para proteger la entrada del túnel contra el jacinto acuático, se prevé la utilización de una barrera flotante con malla alrededor de la entrada. Los lechuguinos retenidos por la barrera serán removidos manualmente.

(3) Valvulas de Control de Flujo y Cámara de Válvulas

Dos tuberías de acero de 1.400 mm de diámetro están enbebidas a la cota 67,2 m y una tubería de acero de 800 mm de diámetro en la cota 65,5 m en la estructura de entrada ya construida, cada tubería tiene su propia válvula de mariposa.

Estas tres tuberías se extenderán hasta conectarse con una cámara de válvulas en donde la descarga de las dos tuberías más grandes estará controlada por una válvula dispersora. La cámara de válvulas tendrá las dimensiones generales de 15,3 m de largo, 9,0 m de ancho y 26,0 m de profundidad medida desde el nivel del techo en la cota 90,0 m. Se ha propuesto una forma ovalada para la sección horizontal de la cámara de válvulas para que pueda soportar de mejor forma las cargas inducidas por la presión de la roca que la rodea.

El diseño de la entrada Conguillo se muestra en los planos 6.1 y 6.2.

6.2.2 Túnel de derivación Daule-Peripa ~ La Esperanza

(1) Diseño Hidráulico

La capacidad de flujo del túnel se decidió ser 18 m³/s de conformidad con el acuerdo interinstitucional entre la CEDEGE y el CRM. Se propone un flujo libre abierto para conseguir un flujo uniforme en el túnel. Se aplica el diseño de la sección del tipo de herradura estandar la cual es generalmente aceptada como el tipo de sección más apropiada para un flujo libre abierto.

El alineamiento horizontal del túnel deberá ser lo más recto posible en orden a minimizar la longitud del mismo. Debido que el túnel operará por gravedad, una mayor pendiente es más económica debido a que con un túnel de diámetro más pequeño se puede obtener la capacidad de flujo requerida.

El alineamiento del túnel fue estudiado con varias alternativas y finalmente se determinó la siguiente:

Sección	:	Estandar tipo herradura
Diámetro	:	3,7 m
Flujo	:	Flujo libre
Longitud	:	8,3 km
Pendiente	:	1:1.500
Capacidad	:	18 m ³ /s al 80% de la altura de agua
Nivel de la solera		
Entrada	:	66,0 m.s.n.m.
Salida	:	60,5 m.s.n.m.
Nivel óptimo de agua de La Esperanza	:	63,5 m.s.n.m.

La planta y el perfil del túnel de derivación están dados en el plano 6.3.

(2) Diseño Estructural

Cuatro tipos de secciones del túnel se han diseñado para ser aplicados en el túnel de derivación, tal como se muestra en el plano 6.4 y como se explica a continuación.

	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Lugar		Como se muestra en los planos		
Distancia aplicada (m)	0	7.666	0	610
Espesor del Hormigón lanzado (cm)	10	10	15	10
Pernos de Roca	D25 x 5N ^o x 2m (intervalo de 1,2m)	D25 x 8N ^o x 2m (intervalo de 1,2m)	D25 x 8N ^o x 2m (intervalo de 1,2m)	D25 x 8N ^o x 2m (intervalo de 1,2m)
Revestimiento de Hormigón (cm)	30	30	30	30
Refuerzo de Acero H	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Soporte de Acero H	Ninguno	Ninguno	Ninguno	H-125, 1,2m intervalo máximo

6.2.3 Salida Membrillo

El nivel del lecho del río en la salida Membrillo está alrededor de la cota 62 m, la cual es más elevada que el nivel de la solera del portal de salida del túnel en aproximadamente 1,5 m. Se precisa entonces de la excavación de un canal en un tramo de unos 250 m desde el sitio de salida hacia la parte aguas abajo, para garantizar un flujo uniforme desde el túnel hacia el río o al embalse.

El nivel medio del embalse La Esperanza se ha calculado en 59,9 m.s.n.m. con un nivel esperado de 63,5 m.s.n.m. Esto significa que el nivel de agua de La Esperanza desciende por debajo del nivel del lecho del río, cota 62 m.s.n.m, casi todos los años y que los sedimentos serían lavados hacia aguas abajo durante los periodos de bajo nivel de agua por medio del caudal propio de la cuenca así como también por el caudal de 18 m³/s proveniente del trasvase.

El diseño básico propuesto para la salida Membrillo se da en el plano 6.5

6.2.4 Ventanas de acceso

Las siguientes tres ventanas de acceso deberán construirse para facilitar la construcción del túnel:

Ventana de acceso Conguillo	Sitio de entrada del túnel, longitud: 183 m
Ventana de acceso El Guasmo	A 3,4 km aproxim. de la entrada, longitud: 350 m
Ventana de acceso Membrillo	Sitio de salida del túnel, longitud: 128 m

Las ventanas de acceso tendrán una sección semicircular, circular en la mitad superior y rectangular en la parte inferior, con una altura de 4m y un ancho de 4m para distribuir doble rieles para carritos para desalojo de escombros y otros fines. El lecho rocoso circundante de la ventana de acceso tendrá soporte de hormigón lanzado, pernos de roca y soportes de acero excepto por la superficie del fondo donde se colocará revestimiento de hormigón para la parte horizontal. Después de terminar la construcción del túnel, la parte que se une con el túnel principal será taponada con hormigón para asegurar un flujo uniforme en el túnel y para ayudar a la estabilidad de la estructura en las partes de conexión.

6.3 Traslase La Esperanza ~ Poza Honda

El trasvase La Esperanza~Poza Honda comprende la Estación de Bombeo Severino, la tubería de carga Severino, el Tanque de Carga Severino, el Canal Abierto Severino, y el Túnel de Derivación La Esperanza ~ Poza Honda. El dimensionamiento óptimo del canal abierto y del túnel así como también sus niveles de rasante están íntimamente relacionados con el costo de la energía de bombeo. Se efectuó entonces un estudio comparativo tomando en consideración todas las estructuras del trasvase como un sistema integral para definir así las características técnicas de cada una de las estructuras.

El nivel mínimo de operación de la estación de bombeo (cota 47 m) y el nivel del agua en la salida del túnel de derivación (salida Los Cuyuyes) (cota 102,5 m) se determinan basado en el estudio de operación integrada de embalses y en el nivel previsto de sedimentación en el embalse La Esperanza, según lo descrito en el Capítulo 5 del presente documento.

6.3.1 Estación de bombeo Severino

(1) Condiciones básicas

La sedimentación en y alrededor de la estación de bombeo en el embalse es un problema serio. El nivel previsto de sedimentación después de 50 años se localizará

aproximadamente en la cota 45 m.s.n.m. El nivel mínimo de operación de bombeo (NMO) entonces se ha establecido al nivel 47 m.s.n.m., 2 m por sobre el nivel 45 m.s.n.m., que el nivel previsto de sedimentos, para prevenir que el sedimento entre en la succión de la bomba.

El embalse La Esperanza se encuentra actualmente en construcción y estará terminado en 1996. La estación de bombeo será construida después de la conclusión de la presa y del llenado del embalse. Por otro lado, la demanda de agua aguas abajo de la presa La Esperanza; tales como: agua para riego y agua potable no se espera que se incrementen inmediatamente. El proyecto de riego está en un nivel de estudio de factibilidad y se implementará después del año 2000 como la fecha más cercanamente posible. Se ha podido juzgar, por lo tanto, que solamente un mínimo requerimiento de agua tendrá que ser cubierto por el embalse La Esperanza durante la construcción de la estación de bombeo Severino.

Solamente una pequeña obra de desvío y evacuación de las aguas será requerida para la construcción de la estación de bombeo, si el nivel de agua del embalse La Esperanza es llevado por debajo de la cota 45 m. El nivel de la cresta de la ataguía se ha establecido en la cota 51 m., siendo ésta suficiente para manejar los caudales de una avenida de un periodo de retorno de 25 años.

El nivel superior de la estación se ha establecido en la cota 70 m, lo cual es 2,3 m más alto que el nivel de crecidas del embalse La Esperanza.

De acuerdo con los resultados del estudio de operación integrada de embalses, el caudal máximo de diseño determinado es de 16 m³/s y las condiciones básicas para el diseño de la estación de bombeo son las siguientes:

- Nivel de agua y carga actual de bombeo	
Nivel de agua en el pozo de succión de la bomba	
Nivel de crecidas	: 69,0 m.s.n.m.
Nivel máximo	: 66,0 m.s.n.m.
Nivel medio ponderado	: 58,5 m.s.n.m.
Nivel mínimo de operación	: 47,0 m.s.n.m.
Nivel de agua en el tanque de carga	
Nivel de diseño	: 114,02 m.s.n.m.
Carga actual de bombeo	
Carga máxima	: Hs max. = 67,02 m

Carga mínima	:	Hs mín. = 48,02 m
Carga de diseño	:	Hs = 55,52 m
- Nivel del umbral de entrada	:	42,00 m.s.n.m.
- Nivel del eje de las bombas	:	46,00 m.s.n.m.

Las características principales de la Estación de Bombeo Severino se resumen a continuación y el diseño se muestra en los planos 6.6 a 6.8.

- Bombas

Tipo	:	de eje vertical, una sola succión tipo voluta
Número de unidades	:	6 unidades (5 en funcionamiento, 1 unidad de emergencia)
Capacidad instalada	:	19,6 m ³ /s (3,2 m ³ /s cada una)
Carga actual	:	67,02 m

Motor eléctrico

Tipo	:	de eje vertical, trifásico, rotor del tipo de inducción de devanado
Potencia de cada motor:	:	2.400 kW, voltaje 13,8 kV, frecuencia 60 Hz

Superestructura

Longitud	:	65,0 m
Ancho	:	22,5 m
Altura	:	13,5 m

Subestructura

Longitud	:	67,5 m
Ancho	:	29,0 m
Altura	:	30,1 m

(2) Obras hidromecánicas

Considerando la carga actual de 67,0 m y el caudal de diseño de 3,2 m³/s se han concebido dos tipos de alternativas, éstas son: (i) bomba de eje horizontal de doble succión, y (ii) bomba de eje vertical de succión simple. De los dos tipos, se ha seleccionado la bomba de eje vertical de succión simple como la más apropiada para la estación de bombeo desde el punto de vista económico y constructivo, tomando en cuenta el costo de las estructuras civiles que resistan la alta presión y subpresión del agua así como también el costo de los equipos de bombeo.

El número de unidades fue seleccionado sobre la base de que el caudal de diseño sea cubierto por las unidades de bombeo en operación, con excepción de la unidad de emergencia. Una unidad de emergencia se instalará para asegurar una operación estable en caso de problemas o cuando se tenga que realizar un mantenimiento de las unidades en operación que tome largo tiempo.

Se escogieron 5 unidades para la operación del bombeo a través de un análisis comparativo del costo de la estación de bombeo incluidas las obras civiles. Por lo tanto, se instalarán seis unidades de bombeo incluida una de emergencia.

Se conciben los siguientes métodos de control del caudal de bombeo:

Método de control del caudal	Característica
- Control por el número de unidades	Simple, escalonamiento del caudal
- Válvula de control de flujo	Baja eficiencia de operación, control del rango de operación por el tipo de bomba y de válvula
- Cuentarrevoluciones	Control continuo, alto costo de construcción

Se seleccionó el método de control del caudal por el número de unidades, debido a las siguientes razones:

- El embalse Poza Honda actúa como el embalse regulador del caudal de trasvase,
- No se requiere de un control sofisticado del trasvase, y
- Tanto el costo de construcción como el costo de operación son bajos debido a su operación simple.

La carga nominal de bombeo según el diseño de la bomba es de 60,0 m, que corresponde a los 55,52 m de la carga actual de diseño más 4,48 m correspondientes a la pérdida de carga en la línea de impulsión.

En la casa de bombas se instalarán dos juegos de grúas de pórtico de baja velocidad. Uno se instalará en la plataforma de entrada para cargar y descargar los equipos de bombeo. El otro se instalará en la nave principal de máquinas para la instalación y reparación del equipo de bombeo. Los dos sistemas de puente grúa serán de 35/5 ton de capacidad, operados eléctricamente desde una cabina y equipados con un solo trole cargador con hinchas principal y auxiliar.

(3) Obras eléctricas

(i) Motores eléctricos

El motor de inducción trifásico de rotor de devanado de eje vertical se ha seleccionado para la bomba principal, debido principalmente a que éste limita la corriente de arranque y permite obtener el torque de arranque deseado.

Las condiciones de diseño del motor son las siguientes:

- Voltaje 13,8 kV
- Frecuencia 60 Hz
- Velocidad sincrónica 600 rpm (12 polos)

La potencia requerida de cada motor se ha estimado en 2.400 kW basado en la eficiencia de la bomba, caudal de diseño y carga de bombeo explicados en la sección anterior.

El motor es del tipo autoprotegido y autoventilado con sistema de enfriamiento de aire y recirculación de agua. Este tipo de sistema de enfriamiento se adopta para este tipo de motores debido al gran efecto refrigerante, bajo ruido, tamaño compacto, pureza del aire de enfriamiento y poca influencia de la temperatura ambiente y del flujo de aire comparado con el motor del tipo abierto autoventilado. El agua de enfriamiento del sistema de ventilación se tomará desde la tubería de impulsión de la bomba principal y descargada a la tubería de succión.

El factor de potencia y la eficiencia de los motores de gran inducción, como los propuestos para el sistema de bombeo, son generalmente mayores o iguales a 0,82 y 0,95 respectivamente. El factor de potencia arriba mencionado puede incrementarse hasta 0,90 y 0,96 mediante la instalación de una unidad de 13,8 kV de condensadores estáticos en el circuito de colectores.

(ii) Dispositivos de distribución y paneles de control de interiores

Los circuitos de 13,8 kV del transformador principal, de los motores de las bombas principales, condensadores estáticos y de los transformadores de servicio de la estación, están alojados dentro de los paneles de chapa de acero con seguridad para el operador, e instalados en el cuarto del dispositivo de distribución de alta tensión.

En el cuarto que alojan los dispositivos de distribución de baja tensión irán instalados dos transformadores trifásicos de aproximadamente 300 kVA c/u, que

servirán para energizar los equipos de servicio tales como los equipos auxiliares de bombeo, grúa de pórtico, bombas de drenaje, ventiladores, iluminación, etc. El transformador es del tipo seco con aislamiento de silicona, autoenfriado y autoprotegido con chapa de acero.

El control de los equipos de bombeo y de los equipos de la subestación se realiza desde los tableros de control ubicados en el cuarto de control de la estación de bombeo. Los tableros de control comprenden un panel de control y un tablero de repetición auxiliar. Las condiciones de operación del trasvase, bombas, motores y equipos eléctricos se indican en el tablero de repetición que consiste de un armario vertical de chapa de acero.

Para suministrar energía en caso de emergencia por un corte del sistema, se instala un grupo generador de emergencia a diésel. La capacidad estimada del generador es de aproximadamente 200 kVA suficiente para cubrir las cargas básicas como son; el motor de la bomba del sumidero, ventiladores, cargador de baterías, etc. El suministro de energía para las bombas principales no ha sido considerado.

(iii) Instalaciones

Las instalaciones para el edificio de la estación de bombeo comprenden: sistema de abastecimiento de agua potable, sistema de aguas servidas y aguas lluvias; sistemas de aire acondicionado y ventilación y sistemas contra incendios.

El sistema de suministro de agua para la estación de bombeo comprende el suministro de agua potable, para uso sanitario y para el sistema de protección contra incendios. El agua se obtendrá del colector de agua de enfriamiento instalado en la casa de bombas. Los tanques de filtro, tanque de almacenamiento, bombas de agua, tanque de presión, unidades dosificadoras de químicos y unidades de esterilización se instalan en el mismo cuarto.

El sistema de drenaje y aguas servidas de la estación de bombeo servirá para evacuar las aguas servidas, aguas de lluvia, aguas provenientes de filtraciones y aguas negras. El agua proveniente del tejado será colectada y conducida hasta el sistema de drenaje. Las aguas negras serán evacuadas a un tanque séptico y drenadas al sistema de drenaje. Las aguas servidas serán recogidas y conducidas a través de la línea de desfogue de las aguas servidas. El agua proveniente de filtraciones de la estación de bombeo será colectada en los canales de drenaje distribuidos en el perímetro interno de las paredes de la estación de bombeo y depositadas finalmente en el pozo de drenaje.

El sistema de aire acondicionado de la estación de bombeo está destinado a proveer el ambiente de confort apropiado. El aire acondicionado se requiere en el cuarto de control, oficinas y otras áreas de administración, que son los lugares comunes de trabajo del personal de operación y mantenimiento.

La ventilación se proporciona a la estación de bombeo para el cuarto de bombas, cubículos y otros sitios donde se instalen equipos y máquinas, así como también en los sitios donde no exista servicio de aire acondicionado. Los ventiladores de suministro de aire fresco estarán diseñados para tomar el aire del exterior y llevarlo a través de un sistema de ductos hacia cada lugar específico que lo requiera.

La extracción del aire será efectuada a través de los extractores de aire ubicados en las paredes del cuarto de ventilación.

El sistema de protección contra incendios lo constituye el sistema de hidrantes. El sistema de hidrantes se ha diseñado para cubrir toda el área de pisos de la estación de bombeo.

El sistema de iluminación está diseñado para obtener las características funcionales y económicas así como también para un mantenimiento fácil. A partir de estos conceptos, la distribución y arreglo de los dispositivos de iluminación estarán determinados adecuadamente tanto para el uso normal como para el caso de iluminación de emergencia, requeridos en la estación de bombeo.

El sistema general de protección a tierra está diseñado para la estación de bombeo y el patio de transformadores para los tres siguientes propósitos:

- Para la protección del personal de operación y del público
- Para efectuar las conexiones a tierra del transformador y otros dispositivos neutros de potencia.
- Para conectar al sistema de protección a tierra el pararrayos, la chispa de arco y similares.

La red de protección a tierra está enterrada bajo la estación de bombeo y debajo del patio de transformadores.

6.3.2 Tubería de carga Severino

Dos tuberías de carga serán instaladas con el fin de asegurar una operación continua por si existiera rotura e inspección y/o reparación mientras se opera. Las condiciones de diseño de la tubería de carga Severino son las siguientes:

Caudal total de diseño	:	16,0 m ³ /s
Caudal por cada línea	:	9,6 m ³ /s (3,2 m ³ /s x 3 unidades de bombeo)
Longitud de cada línea	:	170 m y 173 m

El tipo de instalación escogido fue la tubería al aire libre con bloques de anclaje y amarres con varilla de acero, debido al bajo costo y fácil mantenimiento, permitiendo una inspección visual de las tuberías.

El diámetro óptimo de las tuberías se determinó en 2.000 mm lo cual minimiza los costos que comprenden (i) costos de construcción de la tubería y (ii) costos de operación de las bombas.

Se llevó a cabo el análisis del golpe de ariete para el trazado longitudinal y el diámetro de tubería seleccionado. Como resultado, se requiere un tanque de compensación en el punto de la máxima presión negativa. Se ha considerado un tanque de compensación unidireccional virtud de: (i) bajo costo inicial, (ii) bajo costo operacional y (iii) fácil mantenimiento.

Se instalará un medidor de caudal electromagnético en la tubería de carga para medir el caudal de bombeo.

El diseño de la tubería de carga Severino se muestra en el plano 6.9.

6.3.3 Tanque de carga Severino

El Tanque de carga Severino se divide en dos partes mediante una pared divisoria con el objeto de mantenimiento.

La función principal del Tanque de Carga Severino es la de regular la vena de agua proveniente de la tubería de carga y realizar una transición suave del flujo hacia el canal abierto. Otras funciones es la de cerrar el canal abierto en el evento de purgar la tubería de carga para su mantenimiento e inspección y también para prevenir el remanso desde el canal abierto cuando exista algún problema en las válvulas de flujo.

De acuerdo a estas funciones, se ha considerado el diseño del tanque de carga del tipo vertedero, compuesto de un tanque de salida, vertedero y canal de transición hacia el canal abierto. El vertedero se diseña con altura suficiente para que no ocurra un remanso desde el canal abierto.

Las características principales del tanque de carga se resumen a continuación:

Longitud	:	56,7 m
Cota de la cresta del vertedero	:	113,3 m.s.n.m.

Longitud de la cresta del vertedero : 14,64 m
Altura máxima de rebose : 1,0 m

El diseño del tanque de carga se muestra en el plano 6.10.

6.3.4 Canal abierto Severino

(1) Canal abierto

La altura del canal abierto de diseño fue de 2,8 m con el tirante de agua de 2,5 m y un resguardo de 0,3 m. De acuerdo a las condiciones geológicas a lo largo de la ruta del canal, se diseñó una sección trapezoidal con taludes de 1:1,2. El fondo y los taludes del canal irán revestidos de concreto con un espesor de 150 mm y se ha previsto una base de grava de 150 mm de espesor debajo de la solera del canal a lo largo de toda la ruta.

Las características principales del canal abierto son las siguientes:

Caudal de diseño	: 16 m ³ /s
Sección transversal	
Tipo	: Trapezoidal, con revestimiento de hormigón
Ancho de la solera	: 1,6 m
Taludes	: 1:1,2
Altura	: 2,8 incluido el borde libre
Longitud	: 5,5 km
Pendiente del canal	: 1:3.000
Cota del agua al inicio del canal	: 113,3 m.s.n.m.

La planta y el perfil del canal abierto se muestran en los planos 6.11 y 6.12 y la sección transversal típica en el plano 6.13.

(2) Estructuras afines

i) Drenes de cruce

Existen 25 esteros a lo largo de la ruta del canal abierto que serán atravesados por el mismo mediante estructuras de cruce. La función de éste tipo de estructuras es la de pasar en forma segura el caudal proveniente de una avenida por debajo del canal.

La estructura consiste en una alcantarilla tipo cajón de hormigón reforzado, una base de hormigón y el terraplén que forma el canal y canal de desvío hacia el curso natural del estero.

Los caudales de avenidas para el diseño de las alcantarillas se determinan en base a la fórmula Racional con una intensidad de precipitación probable de un periodo de retorno de 25 años. Se aplicó un coeficiente de escorrentía de 0,4 en consideración a la vegetación y topografía dentro y en los alrededores del sitio de la estructura.

El diseño estandar de la estructura de drenaje se muestra en los planos 6.14 y 6.15.

ii) Sifón Invertido

Se han identificado cinco sitios de cruce de rios mediante sifones a lo largo de la ruta del canal. Se han diseñado dos tipos de sifones, dependiendo de la carga máxima de presión; del tipo de sección rectangular para presiones de trabajo menores a los 20 m y del tipo de sección circular para presiones mayores a los 20 m.

El diseño típico se muestra en los planos 6.16 y 6.17.

iii) Obras Auxiliares

– Protección de taludes

Se sembrará césped en los taludes de terraplén y en la pendiente de excavación en suelo común.

– Drenes superficiales

Se construirán canales de drenaje tal como se muestra en las secciones transversales típicas del canal abierto (plano 6.13). El caudal de diseño es, asimismo, estimado utilizando la fórmula racional con una intensidad de precipitación de 175 mm/h con 10 minutos de duración para un periodo de retorno de 10 años. Se aplica un coeficiente de escorrentía de 0,4. El agua de una tormenta será recogida en un canal de drenaje y descargada hacia el río/estero en los sitios de sifones/alcantarillas.

– Cerramiento

Se construirá un cerramiento con vallas de madera a ambos lados del derecho de vía para impedir el acceso al canal, excepto al personal autorizado.

– Puente peatonal

Un puente de hormigón armado de una sola luz se ha diseñado para el cruce de peatones en 20 sitios a lo largo de toda la ruta del canal abierto.

6.3.5 Carretera de inspección Severino~Caña Dulce

La carretera de inspección Severino~Caña Dulce se construirá del lado de la zona de colinas a lo largo de la ruta del canal abierto. La función de la carretera es la de inspeccionar la condición de flujo en el canal y para realizar el mantenimiento y reparación de las estructuras del canal. El patrullaje de seguridad se efectuará diariamente por la carretera.

En los sitios de cruce de esteros donde el canal se conecta por medio de sifones, no se ha considerado ningún tipo de estructura de cruce para la carretera, tales como, puentes/paso elevado. Sin embargo, se han considerado dos (2) puntos de enlace entre la carretera de inspección y la carretera de acceso Severino para impedir la interrupción de la carretera de inspección en los puntos de cruce. De este modo, la carretera de acceso se usa como un atajo para evitar los puntos de cruce. Los puntos de enlace se encuentran en el sitio del tanque de carga y en el sitio del sifón N° 2.

El pavimento de la carretera será una capa de rodadura de grava de 15 cm de espesor. La gradiente longitudinal será de 1/3.000 igual que en el canal abierto y la pendiente transversal de diseño será de 4 % hacia el lado de la colina.

El ancho de vía será de 3 m con 0,5 m de espaldones a lo largo del canal abierto.

6.3.6 Entrada Caña Dulce

La entrada Caña Dulce es una estructura de hormigón de 3,5 m de ancho y 3,5 m de altura sin compuerta de entrada, tal como se muestra en los planos 6.18 y 6.19.

El nivel del umbral de la entrada está en la cota 107,3 m. La entrada permite una transición suave desde el canal abierto hasta el túnel de derivación La Esperanza ~ Poza Honda.

La entrada se construirá en un lecho de roca fresca y maciza, a aproximadamente 10 m de profundidad desde la superficie del suelo al pie de la montaña.

La pendiente de corte para la roca fresca es de 1:0,5 y 1:1,0 para la roca meteorizada y suelo. Se aplicará una protección de hormigón lanzado y anclajes para la roca fresca y césped para las superficies de roca meteorizada y suelo.

El remanso creado por el embalse Poza Honda cuando éste alcanza el nivel máximo normal de 106,5 m no afecta a la estructura de entrada debido a que el nivel del umbral está a la cota 107,3 m, pero al nivel de crecidas del embalse, cota 110,30 m, el agua del remanso alcanza la entrada y al canal abierto. Se detendrá el trasvase de agua hacia el embalse Poza Honda, parando la operación en la estación de Bombeo Severino, cuando el nivel del agua en el embalse Poza Honda alcance una altura superior a los 102,5 m.s.n.m.

6.3.7 Túnel de derivación La Esperanza~Poza Honda

El túnel de derivación será un túnel no presurizado de 11.414 m de longitud con un diámetro de 3,5 m y una sección tipo herradura estandard.

El túnel de derivación se conecta con el canal abierto Severino en el sitio de entrada Caña Dulce para descargar el caudal máximo bombeado de 16 m³/s.

La planta y el perfil del túnel de derivación se muestran en el plano 6.20. La pendiente de la solera del túnel es de 1:1.500, teniendo dos tramos en turva, a 250 m y 520 m de la entrada y salida del mismo respectivamente, para poder efectuar una transición suave hacia las mismas.

La velocidad máxima del flujo de agua en el túnel será menor que 1,4 m/s a caudal máximo.

Se han diseñado las siguientes cuatro tipos de secciones del túnel de derivación como se ilustra en el plano 6.21.

	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Lugar		Como se muestra en los planos		
Distancia aplicada (m)	0	4.627	6.300	470
Espesor del Hormigón lanzado (cm)	10	10	15	10
Pernos de Roca	D25 x 5N ⁰ x 2m (intervalo de 1,2m)	D25 x 8N ⁰ x 2m (intervalo de 1,2m)	D25 x 8N ⁰ x 2m (intervalo de 1,2m)	D25 x 8N ⁰ x 2m (intervalo de 1,2m)
Revestimiento de Hormigón (cm)	30	30	30	30
Refuerzo de Acero H	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Soporte de Acero H	Ninguno	Ninguno	Ninguno	H-125, a intervalos de 1,2m

6.3.8 Salida Los Cuyuyes

El nivel de sedimentación actual en la salida del túnel alcanza aproximadamente la cota 98,0 m. Por este motivo el nivel de la solera en el sitio de la salida del túnel se establece en la cota 99,7 m, dejando un margen de seguridad por sobre el actual nivel de sedimentación y tomando en cuenta el futuro nivel de agua del embalse Poza Honda establecido en la cota 102,5 m.

La planta y el perfil de la estructura de salida se muestra en los planos 6.22 y 6.23.

La estructura de salida tendrá su fundación sobre la roca fresca, y el talud de corte tendrá protección de hormigón lanzado y anclajes en el tramo rocoso. Se dispondrá de un revestimiento de concreto hasta el nivel de 111,0 m para proteger el talud de corte contra la erosión provocada por el oleaje del embalse.

Se construirá una carretera de acceso hasta la salida con el fin de efectuar los trabajos de construcción y mantenimiento.

6.3.9 Ventana de acceso

Las ventanas de acceso Los Cuyuyes y La Seca se construirán en la salida y aproximadamente a 4 km al noreste de la salida, respectivamente. La máxima pendiente de diseño de la ventana de acceso es de 25%.

Ventana de acceso Los Cuyuyes En el sitio de salida del túnel, longitud:
130 m

Ventana de acceso La Seca A 4 km de la salida túnel, longitud: 519 m

6.3.10 Subestación Severino

(1) Generalidades

La energía eléctrica para la estación de bombeo provendrá de la central hidroeléctrica Daule-Peripa, próxima a construirse. La subestación Severino se construirá cerca de la estación de bombeo y recibirá energía a través de una línea de transmisión de 138 kV a construirse en este Proyecto.

Debido a que el número de bombas en operación es muy variable, se ha determinado la capacidad de la subestación tomando en cuenta algún margen de seguridad, mediante dos bancos de 12,5 MVA. El voltaje secundario del transformador será de 13,8 kV para ser conectado directamente a los motores de las bombas.

La disposición de la Subestación Severino se muestra en la Figura 6.1.

(2) Transformadores principales

Se seleccionaron dos bancos de transformadores de 12,5 MVA. El transformador principal será un transformador trifásico de inmersión en aceite, de enfriamiento

forzado con aire/auto enfriado y de uso en exteriores. El tipo de enfriamiento forzado con aire es más económico por su operación sencilla y fácil mantenimiento comparado con otros transformadores de la misma capacidad. La relación de transformación bajo la condición de carga nula es de 138/13,8 kV.

(3) Dispositivos de distribución de 138 kV

Se diseñó un sistema de barras de un solo colector para el sistema de distribución exterior de 138 kV.

Los dos interruptores para los circuitos primarios del transformador principal de 138 kV serán del tipo trifásico, de alta velocidad de interrupción de 3 ciclos y aislamiento de gas SF₆. La capacidad de interrupción seleccionada es de 25 kVA que es la capacidad normal establecida para los interruptores en la Central Hidroeléctrica Daule-Peripa a ser instalada por la empresa eléctrica del Ecuador.

Los equipos de salida de 138 kV a instalarse en el patio de distribución exterior de la central Daule-Peripa y conforme a este Proyecto, serán provistos de la misma manera que los equipos de distribución de la subestación Severino.

Un esquema del patio de distribución se muestra en la Figura 6.2

(4) Sistema de conexión a tierra

Un sistema general de conexión a tierra se dispone en la subestación con el fin de cumplir los tres objetivos siguientes:

- 1) Para seguridad del personal de operaciones y del público,
- 2) Para conectar a tierra los transformadores y otros equipos de potencia neutros,
y
- 3) Para disponer de un medio de descarga a tierra para los pararrayos, equipo de protección a sobrevoltajes y otros equipos similares

6.3.11 Línea de transmisión Daule-Peripa ~ Severino

(1) Generalidades

La línea de transmisión Daule-Peripa ~ Severino será construida entre la central hidroeléctrica Daule-Peripa y la estación de bombeo Severino.

Los aspectos a discutir son la selección de la ruta, selección del voltaje de línea y tipo de conductor así como del alambre de protección, selección del aislamiento y tipo de soporte para el Proyecto.

(2) Características de Diseño

Selección de la ruta

La selección de la ruta se basa en consideración a la facilidad y economía en la construcción, operación y mantenimiento de la línea. Luego, la ruta escogida para la línea de transmisión entre la central hidroeléctrica y la estación de bombeo, es la más corta posible y que además esté próxima a las carreteras existentes, como se aprecia en la Figura 6.3, pero apartándose del área de protección ecológica adyacente a la central Daule-Peripa de CEDEGE.

La planta y el perfil de la línea de transmisión se muestran en el plano 6.24.

La línea está diseñada para transmitir la potencia de 20 MW desde la central hidroeléctrica hasta la estación de bombeo a lo largo de una distancia de 32,6 km. Tomando en cuenta la escala del Proyecto, los 138 kV o los 69 kV son voltajes apropiados para la línea de transmisión. La Empresa Eléctrica de Manabí sugiere aplicar el voltaje de 138 kV para el Proyecto en concordancia con el nivel de voltaje del proyecto de la central hidroeléctrica Daule-Peripa. Por lo tanto, los 138 kV, uno de los voltajes standards del país se aplican para la línea de transmisión del Proyecto.

El diámetro más pequeño de conductor para el sistema de 138 kV será el ACSR Oriole de 1,883 cm (diámetro exterior), tomado de la norma ASTM, para evitar las interferencias de corona no deseables. El Conductor de Aluminio con Refuerzo de Acero (ACSR) ha venido siendo utilizado en el Ecuador por sus buenas características económicas y técnicas en los cables de alta tensión de las líneas de transmisión.

La capacidad de conducción de la corriente eléctrica del ACSR Oriole (aproximadamente 490 amperios) es suficiente para la transmisión de los 20 MW. La pérdida de energía eléctrica y la caída de voltaje del conductor ACSR Oriole de 138 kV cuando se transporta 20 MW de energía, es de aproximadamente 1% y 2,5% respectivamente. Los valores son adecuados para la operación de la línea de transmisión principal. En base a lo anteriormente mencionado, se selecciona el conductor ACSR Oriole para la línea de transmisión que conecta la central hidroeléctrica y la estación de bombeo.

Se analizó la necesidad de un circuito o dos circuitos. El abastecimiento de agua desde Poza Honda no se vería afectado si se detiene la operación de bombeo por 2 o 3 días, debido a que el embalse tiene suficiente capacidad de almacenamiento de agua. Por lo tanto se juzga suficiente un circuito para la línea de transmisión.

6.4 Tránsito Poza Honda ~ Mancha Grande

6.4.1 Entrada Poza Honda

La entrada Poza Honda comprende el portal de entrada, un túnel de entrada y una cámara de válvulas. Para facilitar las obras de desvío de agua durante la construcción de la entrada del túnel y evitar posibles problemas de sedimentación, pero el mínimo nivel de toma de agua del embalse Poza Honda deberá ser lo suficientemente bajo de tal manera que permita un flujo continuo de agua hacia Mancha Grande, pero asimismo deberá tener suficiente altura que permita un flujo por gravedad hacia la salida del túnel que está a un nivel de 89 m.s.n.m

Se decidió ubicar el nivel mínimo de toma del agua en la cota 94 m con el nivel del umbral de la entrada en la cota 91,4 m. De acuerdo a la curva de duración de niveles de Poza Honda, el nivel de agua del embalse estará por debajo de la cota 94 m solamente en el 4% de los casos, lo cual es aceptable.

El nivel del umbral de entrada propuesto a la cota 91,4 m es razonablemente mayor que el nivel del umbral de salida de cota 89 m, lo que permitirá un tránsito de aguas por gravedad. El embalse Poza Honda posee una capacidad de embalse de 16 MMC entre la cota 94 m y la cota 88,3 m (nivel mínimo) y de 10 MMC entre la cota 92 m y la cota 88,3 m (nivel mínimo). A finales de la estación seca, de Septiembre a Noviembre, el nivel del embalse podría descender hasta la cota 92 m, garantizando el abastecimiento de agua a la planta de Guarumo con un caudal de 0,5 m³/s así como también un caudal de mantenimiento del río de 0,25 m³/s, utilizando la capacidad de embalse de 10 MMC por aproximadamente 5 meses incluso si no se considerara la afluencia de agua hacia el embalse. Se sugiere, por lo tanto, mantener el nivel de agua del embalse por debajo de la cota 92 m al menos por 3 meses durante los cuales se construiría la entrada del túnel con menores obras de desvío.

El nivel original del lecho del río frente a la entrada del túnel fue la cota 77 m y el nivel de sedimentos después de 50 años se ha estimado en la cota 82 m, lo cual es bastante inferior al nivel propuesto para el umbral de entrada, cota 91,4 m. No habrá problema de sedimentación en la entrada del túnel.

La entrada del túnel es una estructura de hormigón abierta equipada con un dispositivo de tableros de cierre y rejillas anti-basuras inclinadas. El ancho de la entrada es de 6 m en la parte de aguas arriba y 4 m en la parte de aguas abajo y estará conectada con el túnel de entrada.

El túnel de entrada conecta la entrada de la toma con la cámara de válvulas. La longitud del túnel es de 38,5 m y su sección será semicircular con una altura de 2,5 m y un ancho de 4,0 m.

En la cámara de válvulas irán instaladas dos tuberías de 900 mm de diámetro, cada una equipada con una válvula de mariposa y una válvula cónica para controlar el caudal.

La sección transversal en planta de la cámara de válvulas es de forma ovalada como en el caso de la cámara de válvulas de la entrada del túnel Conguillo. El techo de la cámara de válvulas estará en el nivel 112 m en consideración a que el nivel de crecidas del embalse Poza Honda estará en la cota 108,3 m.

El diseño de la entrada Poza Honda se da en los planos 6.25 y 6.26.

6.4.2 Túnel de derivación Poza Honda ~ Mancha Grande

(1) Diseño Hidráulico

La capacidad del túnel de derivación es de 4 m³/s. El diámetro mínimo del túnel considerado es de 2,5 m por razones de operabilidad en los trabajos de construcción. La sección del túnel es del tipo de herradura estandar y de flujo libre bajo las mismas consideraciones que en los otros túneles.

La longitud del túnel es de 4.093 m y la pendiente del mismo de 1/3.900, suficiente para descargar un caudal de 4 m³/s con un diámetro mínimo de 2,5 m. Esta pendiente suave reducirá la velocidad del flujo en el interior del túnel y no se requerirá de ninguna obra de disipación de energía a la salida del mismo.

La planta y el perfil del túnel se muestran en el plano 6.27.

(2) Diseño Estructural

Los siguientes tipos de secciones de túnel se han diseñado al igual que en los otros túneles de derivación. Las longitudes para cada tipo de sección son, a manera tentativa, las siguientes:

	<u>Tipo I</u>	<u>Tipo II</u>	<u>Tipo III</u>	<u>Tipo IV</u>
Longitud (m)	0	473	3.500	100

Las secciones del túnel se muestran en el plano 6.28.

6.4.3 Salida Mancha Grande

Al final del túnel, la sección del mismo cambia gradualmente del tipo herradura estándar a la forma semi-circular. El flujo del túnel es liberado hacia un canal abierto de forma trapezoidal de 200 m de largo aproximadamente y descargado hacia el río Mancha Grande. No se requerirán disipadores de energía a la salida debido a que la velocidad será menor a 1,0 m/s. Los taludes laterales se protegerán con un muro en hormigón de 60 m de longitud para evitar la erosión por el flujo de agua.

El diseño de la salida Mancha Grande se da en los planos 6.29 y 6.30.

6.4.4 Ventana de acceso

No se requiere ventana de acceso a la salida del túnel, pero sí para la entrada (ventana de acceso Poza Honda) para proceder con la excavación del túnel desde ese sitio en forma paralela con la construcción de la cámara de válvulas. La longitud de la ventana de acceso en la entrada Poza Honda es de 168m.

6.5 Carreteras de Acceso

6.5.1 Generalidades

Debido a que las estructuras se hallan repartidas por toda el área del Proyecto, se diseñaron 8 caminos de acceso para conectar los sitios de estructuras con los caminos existentes tanto para la construcción como para el mantenimiento de las obras. La localización de dichos caminos de acceso se muestran en la Figura 6.4.

Los nombres de los caminos de acceso y de las estructuras que conectan se muestran a continuación.

Nombre del Camino de Acceso	Estructuras que Conecta
(A) Camino de Acceso Conguillo	Entrada Conguillo Ventana de Acceso Conguillo
(B) Camino de Acceso El Guasmo	Camino de Acceso El Guasmo
(C) Camino de Acceso Salida Membrillo	Ventana de Acceso Membrillo Salida Membrillo
(D) Camino de Acceso Severino	Estación de bombeo Severino Subestación Severino Tanque de Carga Severino Canal Abierto Severino
(E) Camino de Acceso Entrada Caña Dulce	Entrada Caña Dulce
(F) Camino de Acceso Los Cuyuyes	Ventana de Acceso Los Cuyuyes Salida Los Cuyuyes
(G) Camino de Acceso La Seca	Camino de Acceso La Seca
(H) Camino de Acceso Entrada Poza Honda	Entrada Poza Honda Ventana de Acceso Poza Honda

6.5.2 Diseño de los caminos de acceso

(1) Tipo de Camino

Todos los caminos de acceso se han diseñado en base a los Tipos 4 y 5 especificados en el Manual de Diseño de Carreteras, 1984, del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador.

(2) Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño es 30 km/h

(3) Sección Transversal Típica

La sección transversal típica de los caminos de acceso se muestra en la Figura 6.5.

(4) Normas de Diseño Geométrico

Las siguientes son las normas de diseño geométrico de los caminos:

Diseño Geométrico de los Caminos de Acceso

Norma de diseño	Clase 4 y 5 (Zona montañosa)	
Velocidad de Diseño	30 km/h	
Elemento	Norma	Observaciones
<u>Alineamiento Horizontal</u>		
Mínimo radio de curvatura	30 m	15 m en caso extremo
Mínima longitud de curva	40 m	
<u>Alineamiento Longitudinal</u>		
Mínimo gradiente longitudinal	0,5%	
Máximo gradiente longitudinal	7,0%	hasta 10 % en caso extremo
Longitud de curvatura vertical	25 m	
Mínimo radio de curvatura	250 m	
<u>Sección transversal</u>		
Pendiente transversal estandar	4,0%	
Peralte máximo	8,0%	
Peralte de drenaje	1/75 - 1/300	
<u>Distancia visual</u>		
Mínima distancia visual	30 m	

6.5.3 Estudio de las rutas de los caminos de acceso

(A) Camino de Acceso Conguillo

Esta carretera conecta el camino de acceso Canuto en Buenaventura con la entrada Conguillo pasando por el poblado de Membrillo. Se requiere la construcción de una nueva carretera entre Buenaventura y Membrillo debido a la inexistencia de vías. Entre el poblado de Membrillo y la entrada Conguillo, existe una vía no pavimentada con un ancho de aproximadamente 2,5 m y un gradiente longitudinal de más del 20%, lo cual no es conveniente para una carretera de acceso.

La carretera corre a lo largo de la margen izquierda del estero Cañales desde el kilómetro 5 después de Membrillo hasta la entrada Conguillo pasando por el poblado de Cañales Grande. Las condiciones topográficas a lo largo de la ruta son suaves y la pendiente longitudinal de diseño no es tan fuerte.

(B) Camino de Acceso El Guasmo

La carretera parte desde el camino de acceso Conguillo conectándose con la ventana de acceso El Guasmo.

(C) Camino de Acceso Salida Membrillo

Este camino también parte desde la vía de acceso Conguillo y se conecta con la Salida Membrillo.

(D) Camino de Acceso Severino

La carretera sirve como acceso desde la actual carretera a Pichincha hasta la Estación de Severino o a la Entrada Caña Dulce, a ser nuevamente construido. Se deberá superar una diferencia de nivel de 300 m.

(E) Camino de Acceso Entrada Caña Dulce

La carretera se construye principalmente siguiendo la ruta paralela al Canal Abierto, enlazando el camino de acceso Severino con la Entrada Caña Dulce. Se determinó el mejor alineamiento de la carretera para hacer el máximo uso posible de la carretera actual.

(F) Camino de Acceso Los Cuyuyes

La carretera enlaza la presa Poza Honda con la Salida Los Cuyuyes vía Las Mercedes No. 1 y No.2 y el poblado de Los Cuyuyes. Sobre la ruta que va desde Poza

Honda hasta el sitio Los Cuyuyes, existe actualmente un camino de 3 m de ancho. Un gran número de pobladores habitan a ambos lados del camino actual, los mismos que, poseen propiedades agrícolas a lo largo del valle de colinas suaves en el área del embalse Poza Honda.

En base a esto, se ha decidido que una nueva construcción del camino de acceso es innecesaria, y que, el camino actual puede reconstruirse mejorándolo y ampliándolo para minimizar los costos de compensación por la tierra sobre la ruta que va desde Poza Honda hasta el río Pata de Pájaro. El punto de cruce sobre el río Pata de Pájaro es el mismo del carretero actual y la ruta se selecciona para evitar pasar por el poblado de Los Cuyuyes. Se utiliza un gradiente longitudinal del 10 % cerca del punto de cruce.

(G) Camino de Acceso La Seca

Este camino de acceso conecta a la Ventana de Acceso La Seca del túnel de Derivación La Esperanza~Poza Honda

La ruta se bifurca del camino de acceso Los Cuyuyes y pasa a través de propiedad agrícola privada hasta llegar a la Ventana de Acceso La Seca. En partes de las propiedades agrícolas existe un camino con un ancho de vía de 2,5 m, el cual deberá ser mejorado para usarlo como vía de acceso y en la mayor parte de la ruta se deberá construir una nueva carretera. Existen a lo largo de la ruta, tramos de abundantes curvas horizontales y tramos de gradientes longitudinales pronunciadas. Se deberá llevar a cabo un arreglo para la compensación y expropiación de la tierra a lo largo de la mayor parte de la ruta.

(H) Camino de Acceso Canuto

Una carretera lastrada con un ancho de aproximadamente 4,0 m, en un tramo de unos cuantos kilómetros, existe desde la población de Canuto, siendo el resto un camino no pavimentado de 2,5 m de ancho. El camino atraviesa el valle del Río Grande, uno de los tributarios del río Canuto, hasta el estero El Limón cerca de Buenaventura siendo posible el acceso vehicular. El río Grande serpentea por todo el valle y la carretera lo cruza en aproximadamente 20 lugares, no existen estructuras de cruce tales como puentes y alcantarillas y es imposible atravesar el río en periodos de crecidas.

De acuerdo a ello se ha podido juzgar que un mejoramiento del camino es necesario para transformarlo en vía de acceso para conectar con el camino de acceso Conguillo. Los trabajos de mejoramiento del camino serán completados previo al inicio de la construcción del Proyecto.

7. PLAN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION

7.1 Plan de Construcción

7.1.1 Condiciones básicas

El método de construcción y su secuencia se planifica sobre la base del modo de construcción y el cronograma objetivo o meta de construcción. Se toman en consideración la disponibilidad de la fuerza laboral para construcción, las condiciones del tiempo, las condiciones geológicas y topográficas de los sitios y la construcción mecanizada.

El inicio de los trabajos de construcción está programado para Junio de 1997 y se ha planificado que el Proyecto esté listo para operación en Noviembre del 2001, siendo entonces el período de construcción de 4,5 años (54 meses).

En relación con los días trabajables, se ha compuesto 240 días en un año para los trabajos de tierra. Días trabajables para los trabajos en concreto y en los túneles se ha planificado que sean 252 y 276 días por año respectivamente. Para las horas diarias laborables, se ha aplicado un turno de 8 horas diarias para los trabajos de tierra y concreto y dos turnos de 10 horas diarias para los trabajos en los túneles.

Los trabajos de construcción se dividan en los siguientes tres paquetes como se propone en 10.2.

Paquete 1 : Obras civiles para el Trasvase Daule-Peripa~La Esperanza

Paquete 2 : Obras civiles para el Trasvase La Esperanza ~ Poza Honda y el Trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande

Paquete 3 : Trabajos eléctricos e hidromecánicos

7.1.2 Trabajos preliminares e infraestructura para la construcción

(1) Caminos de Acceso

La carretera entre Guayaquil y Portoviejo tiene una longitud aproximada de 200 km y es de pavimento asfáltico. El acceso a los sitios del proyecto se hace a través de las siguientes carreteras existentes pavimentadas: Rocafuerte-Tosagua, San Plácido-Pichincha y Santa Ana-Poza Honda. Sin embargo se requieren de caminos de acceso permanentes para conectar los diferentes sitios de trabajo con las carreteras existentes.

Los caminos de acceso permanentes se construirán al principio de los trabajos de construcción para uso temporal y de transporte. Para el Paquete 1, se construirá el camino de acceso Buenaventura-Entrada Conguillo con una longitud aproximada de 25 Km. Los caminos de acceso a la ventana El Guasmo y Salida Membrillo forman parte del camino anterior.

El Paquete 2 requiere de aproximadamente 31 km de caminos de acceso, los cuales son: camino de acceso Severino, camino de acceso a la entrada Caña Dulce, camino de acceso La Seca y los caminos de acceso Los Cuyuyes y entrada Poza Honda.

(2) Campamento Base del CRM y Edificaciones Temporales

El campamento base del CRM se ha planificado que esté localizado a 800 m de la Estación de Bombeo Severino y a lo largo del camino de acceso Severino. El campamento base del CRM comprende la oficina principal, oficinas sucursales y casa del campamento. El campamento base del CRM se construirá al principio de los trabajos de construcción para la fiscalización y manejo del proyecto. Las edificaciones permanentes se utilizarán posteriormente por el personal encargado de la operación y mantenimiento de la estación de bombeo una vez que entre en servicio.

Las edificaciones temporales o provisionales, tales como las oficinas del Contratista, cuartos, taller de reparaciones, depósitos, cuartos de labores, etc., se construirán principalmente en el sitio de la estación de bombeo Severino, Poza Honda, Mancha Grande, Membrillo y Conguillo.

(3) Sistema de Suministro de Energía

El suministro de energía eléctrica para el uso en la construcción y campamentos se ha planificado que se haga con generadores a diésel y provistos por el contratista de cada paquete. El suministro de energía eléctrica al campamento base se ha planificado que sea una línea de distribución de 13,8 kV, la cual se extiende desde la línea de transmisión propuesta que conecta a la estación de bombeo Severino.

Grupo de generadores a diésel se instalarán en cada ventana de acceso y en el sitio de la estación de bombeo Severino. No se ha considerado una línea de distribución que cubra toda el área del proyecto debido a que los sitios de demandas eléctricas se encuentran separados uno del otro.

(4) Sistema de Suministro de Agua

El sistema de suministro de agua para uso en la construcción, doméstico y campamento base se ha planificado para cada paquete. Las fuentes de agua y la localización de los portales de las ventanas de trabajo se han tomado en consideración para el suministro de las instalaciones para el abastecimiento de agua. Las fuentes de agua y su localización son las siguientes: Río Conguillo, Río El Guasmo, Río Membrillo, Río Severino, Río Pata de Pájaro, Embalse Poza Honda y Río Mancha Grande.

(5) Sistema de Telecomunicaciones

Los sistemas de telecomunicación, los cuales consisten en sistema de comunicación por radio y sistema telefónico inalámbrico (micro onda), se instalarán para el uso durante la construcción y para la operación y mantenimiento. Estas instalaciones serán suministradas por el Contratista del Paquete 2.

El sistema de comunicación inalámbrico por radio se ha planificado que sean equipos de radio VHF y se establecerán para las comunicaciones entre la oficina principal de CRM y las oficinas sucursales, mientras que el sistema telefónico inalámbrico se instalará entre la estación de transmisión en Calceta y la Oficina principal del CRM en Severino.

El Contratista puede usar el sistema telefónico anterior para una emergencia. El sistema de comunicación por radio se instalará por el contratista de cada paquete. Los sistemas telefónicos alámbricos se requerirán dentro de los sitios de trabajo de los túneles, incluyendo los sitios de las ventanas de acceso y sitios de construcción abiertas.

7.1.3 Obras principales de construcción

(1) Estación de Bombeo Severino

La estación de bombeo está programada a ubicarse en Severino, aguas arriba del embalse de La Esperanza. El llenado del vaso del embalse alcanzará la cota 66,0 m antes de iniciar la construcción de la estación de bombeo. Se requiere bajar el nivel del embalse a la cota 45 m para proveer de una ataguía provisional en el frente de la entrada. La construcción abierta es necesaria para la construcción de la estación de bombeo.

La primera fase de la construcción consiste de una excavación abierta, subestructura de hormigón, obras metálicas embebidas e instalación de tuberías. La segunda fase de la construcción consiste del hormigón estructural para muros, pilas y vigas, hormigón encajonado para la tubería de carga, superestructura de hormigón e instalación de la grúa

pórtico. Las obras arquitectónicas seguirán a las obras de hormigón estructural y en paralelo con los trabajos de la superestructura.

Las obras de hormigón del canal de entrada y la remoción de la ataguía se ha programado a hacerse en dos meses desde abril a mayo del año 2001, bajando el nivel del embalse de La Esperanza bajo la cota 45m. Se requerirá el llenado del vaso del embalse a la cota 58,50 para prueba de operación de las bombas y el periodo de llenado se ha estimado en cuatro meses con abastecimiento de agua desde Daule-Peripa.

Los trabajos de excavación se llevarán a cabo por bulldozers de 21 toneladas y bulldozers de 32 toneladas equipados con escarificador. La roca blanda se excavará por un método combinando de voladura retardada con escarificación. El material excavado será cargado por cargadores de 2,2 m³ a volquetas de 11 toneladas y transportado a las escombreras localizadas a lo largo de la ruta del canal abierto.

La planta de hormigón se instalará cerca del tanque de carga o al inicio del canal abierto. El hormigón se instalará cerca del tanque de carga o al inicio del canal abierto. El hormigón será transportado por camiones agitadores de 3,0 m³ desde los dos (2) plantas de horigón de 0,75 m³ cada una y colocado en baldes para hormigón de 45m³/hora. Se instalarán dos torres grúas fijas con capacidad de levantar 1 tonelada y 30 m de radio de acción para manejar las formaletas, barras de refuerzo, etc.

Las tuberías embebidas y tubería de carga por debajo de la cota 70,0m se instalarán al inicio de los trabajos en la estación de bombeo, usando camiones grúas de 30 toneladas y torre-grúa fija.

(2) Tubería Forzada

La instalación de la tubería forzada o de carga se ha dividido en dos fases. La tubería forzada por debajo del relleno de la cota 70,0m se instalará en tres meses, desde Julio a Septiembre de 1999. La longitud restante para conectarse con el tanque de carga se ha programado ser instalada desde Octubre del año 2000 hasta Enero del 2001.

Los trabajos de excavación abierta y de hormigón son los mismos que el método aplicado en la estación de bombeo. Las placas de hormigón de los apoyos se colocarán antes de la instalación de la tubería forzada. Los tubos de acero de 6m de longitud se transportarán desde el puerto de Guayaquil hasta el patio de almacenamiento. Los tubos se instalarán utilizando una máquina inclinada, un gato y camión grúa de 30 toneladas. Luego las tuberías serán colocadas y ajustadas a su correcto alineamiento uniéndolas con soldadura. En las partes planas se colocarán primero los apoyos de hormigón y las barras de anclaje. Los anillos de seguridad se sujetarán a los pernos de anclaje.

(3) Canal Abierto

Antes de empezar los trabajos de excavación se construirá el camino de acceso provisional en la margen derecha del alineamiento del canal abierto. EL camino de acarreo a la escombrera se desprende del camino antes mencionado. Este camino de acceso provisional también se utilizará para los trabajos del túnel de derivación La Esperanza~Poza Honda.

Los trabajos de excavación del camino de inspección planificado se harán utilizando bulldozers de 21 toneladas y bulldozers de 32 toneladas equipados con escarificador. El material será cargado por cargadores en las volquetas de 11 toneladas y acarreado a las escombreras. En lo que respecta a la sección del canal, los trabajos de excavación se harán mediante bulldozers de 11 toneladas, retroexcavadoras de 0,6 m³ y rompe rocas con retroexcavadora de 0,6 m³. La etapa final de excavación adyacente de talud del canal se hará utilizando martillos de pico y recorte y acabados a mano.

Para la sección en terraplen, ésta se llenará primero con material y se compactará. Se excavará posteriormente la sección del canal. Los trabajos del terraplén se harán solamente durante la estación seca de Junio a Diciembre.

La colocación del concreto se ha planificado que se haga por el método convencional utilizando para ello formaletas metálicas transportables. Primero se colocará la placa de hormigón del fondo y después el hormigón en los taludes se colocará en dos tandas. Las formaletas metálicas se instalarán y removerán manualmente utilizando para ello un camión grúa de 20 toneladas. El hormigón se transportará por camiones agitadores de 3,0 m³ y después vaciados en baldes hormigonero de 0,5 m³ transportados manualmente sobre carritos a ruedas.

Antes de la colocación del hormigón, los drenes subterráneos de tubería perforada de 100 mm de diámetro envueltos en filtros de arena y grava se colocarán en el fondo. La capa de drenaje de 150mm de espesor en el fondo se colocará y compactará manualmente.

Los trabajos en hormigón para los sifones se harán por el método convencional utilizando para ello un camión bombeador de hormigón de 45 m³/h y balde hormigonero de 1.0 m³ con un camión grúa de 30 toneladas.

(4) Obras de Entrada y Salida

- Túnel de Derivación Daule-Peripa-La Esperanza

El camino de acceso Conguillo se construirá para conectar con la estructura de entrada. La roca común y meteorizada se excavará por bulldozers de 21 toneladas y bulldozers de 32 toneladas con escarificador. Después de la excavación abierta, la entrada de la lumbrera se excavará. La excavación en roca se hará mediante un barreno de oruga de 7 m^3 y barreno sumergible de $2,9 \text{ m}^3/\text{min}$. La roca partida será recogida por un cargador de $0,4 \text{ m}^3$ y retroexcavadora de $0,3 \text{ m}^3$ y cargada en un vagón de depósito. El vagón de depósito será luego levantado por un camión grúa y descargado en el balde de una volqueta de 11 toneladas.

Luego de la excavación de la lumbrera la entrada del túnel será realizada mediante el método de voladura y la roca partida será cargada por un tractor de $0,4 \text{ m}^3$ con pala y depositada en el vagón de depósito y éste descargado en el balde de una volqueta de 11 ton con una grúa de 30 ton. El tapón de hormigón será demolido cuidadosamente después de evacuar el agua del interior del túnel previo. La demolición del hormigón se hará a mano con combos y picos.

El hormigón será descargado en un balde hormigonero de $1,0 \text{ m}^3$ y vaciado a una tolva hormigonera por una grúa de 30 toneladas y distribuido a los lugares de colocación a través de canaletas desde la tolva. El revestimiento de hormigón de la entrada del túnel se hará por colocadores al hormigón utilizados para los trabajos de revestimiento de los túneles de derivación.

El dragado del canal de entrada será llevado a cabo por una máquina de dragados de 200 HP y el material de sedimentación será transportado mediante tuberías de 200 mm de diámetro. Este material será secado y luego cargado por una pala mecánica de $0,6 \text{ m}^3$ en una volqueta de 11 ton y transportada a las áreas de escombros.

Las estructuras de salida del portal del túnel están programadas a construirse a partir de Enero del 2001 después de la construcción de las ataguías provisionales. Los 10 m restantes del túnel a la salida serán perforados y revestidos de hormigón por el mismo método aplicado para las obras del túnel de derivación. Sin embargo, la construcción del canal de salida requerirá bajar el nivel del embalse de la presa de La Esperanza.

- Túnel de Derivación La Esperanza~Poza Honda

Las estructuras de la entrada Caña Dulce entre el canal abierto y el túnel de derivación está programado a construirse durante la estación seca del año 2000. Las estructuras de salida están programadas a construirse en dos meses de Julio a Agosto del año 2001 después de bajar el embalse Poza Honda.

- Túnel de Derivación Poza Honda~Mancha Grande

Las estructuras de entrada se han diseñado similares a las de la entrada en Conguillo. La excavación de la lumbrera se llevará a cabo por el mismo método "sumergido" aplicado en la lumbrera de Conguillo. La entrada del túnel se hará mediante el método de voladura y el material excavado será cargado por un cargador de $0,4 \text{ m}^3$ y depositado en el vagón de depósito.

El canal de entrada y parte de la entrada del túnel están programados a construirse en dos meses de Julio a Agosto del 2001, después de bajar el embalse Poza Honda. El periodo de llenado del embalse Poza Honda es de un mes, Octubre 2001, después de completar la construcción del canal de entrada.

(5) Trabajos en los Túneles de Derivación

Todos los túneles se han planificado ser del tipo sección en herradura con revestimiento de hormigón, ellos son: túnel Daule-Peripa-La Esperanza (8.296 m de longitud y diámetro de 3,7m), túnel La Esperanza-Poza Honda (11.417 m de longitud y diámetro de 3,5 m) y túnel Poza Honda-Mancha Grande (4.095 m de longitud y diámetro de 2,5 m). Los tres túneles están alineados principalmente en una limolita arenosa blanda y macisa con una resistencia a la compresión de aproximadamente 100 kg/cm^2 y se ha anticipado que no se encontrarán problemas de fallas o de agua. La construcción del túnel será un camino crítico en los trabajos de construcción. Con el fin de acortar el periodo de construcción, se requieren las siguientes ventanas de acceso para cada túnel considerando las secuencias de construcción.

- (a) Túnel Daule-Peripa-La Esperanza : Ventana Conguillo (183 m), Venta el Guasmo (350m) y Ventana Membrillo (128 m)
- (b) Túnel La Esperanza-Poza Honda : Ventana La Seca (519 m) y Ventana Los Cuyuyes (130 m)
- (c) Túnel Poza Honda-Río Mancha Grande: Ventana Poza Honda ((168 m)

Las ventanas de acceso son del tipo rectangular semicircular de 4,0 m ancho 4,0 m alto. El sistema de soporte está compuesto por pernos de anclaje y hormigón lanzado para el sostenimiento de los túneles de derivación. La excavación de los túneles se ha planificado hacerse aplicando el método de ataque total frontal. La perforación de la roca se hará con una perforadora de 4 patas con balde portátil. La roca partida será cargada por un cargador de escombros tipo inclinado de $0,4 \text{ m}^3$ en dos carros de desalojo de escombros de $4,5 \text{ m}^3$,

estos últimos serán halados hacia afuera del portal del túnel por un winche de 150 kW. La roca partida será cargada por un cargador de 1,2 m³ en los volquetes de 8 toneladas para acarreo a las escombreras. Para la ventana Poza Honda se utilizarán carros de desalojo de 3,0 m³ y winch de 100 kW

Se han planificado cuatro tipos de secciones I, II, III, IV como secciones transversales típicas de los túneles de acuerdo a las condiciones geológicas y el sistema de soporte tipo NARM el cual es aplicado. El método de ataque total frontal se aplica para la construcción de los túneles, mientras que el acarreo de la roca partida se hace por el método de acarreo por riel. Tres frentes de trabajos se atacarán simultáneamente para los túneles Daule-Peripa-La Esperanza y La Esperanza-Poza Honda, utilizando para ello tres equipos de túneles para cada uno. Para el túnel Poza Honda-Río Mancha Grande se utilizarán dos frentes de trabajo.

La excavación del túnel se hará utilizando una rozadora, considerando las condiciones geológicas y el subsecuente sistema de soporte el cual consiste de revestimiento de hormigón y pernos de anclaje. La roca partida será cargada en carros de desalojo de escombros de 4,5 m³ y 3,0 m³ con locomotoras de 8 y 6 toneladas a batería. La roca partida será llevada a campo abierto por los equipos anteriores de donde será cargada por cargadores de 1,2 m³ en los volquetes de 8 toneladas para el acarreo a las escombreras.

Justo después de terminar un ciclo de operaciones de excavación de 1,2 m de avance, se aplicará el hormigón lanzado con 100mm de espesor con malla de alambre de 100 x 100mm y pernos en roca de 2,0 m de largo. En lo que respecta a secciones en donde la resistencia a la compresión es baja y zonas de fallas, se requerirá nervaduras de acero H y hormigón lanzado adicional.

El espesor del revestimiento de hormigón está diseñado para ser de 300 mm excepto para el hormigón lanzado del sistema de soporte. Los trabajos de revestimiento de hormigón están requeridos a realizarse en paralelo con las obras de excavación del túnel para los túneles Daule-Peripa-La Esperanza y La Esperanza-Poza Honda, de acuerdo con el análisis del método NATM. Los trabajos de revestimiento de hormigón para el túnel Poza Honda-Mancha Grande se hará después de completar cada 200 m de excavación del túnel en consideración a la limitada capacidad interna de área de trabajo.

El revestimiento de hormigón se colocará primero en la porción en arco y después en la porción de solera. La tasa de avance del revestimiento de hormigón se ha planificado que sea la misma tasa de avance de excavación del túnel, con el fin de mantener el intervalo de 200 m con tramos de revestimiento de 12 m de largo. La tasa de avance de revestimiento del túnel Poza Honda-Río Mancha Grande se ha planificado ser de 276 m por mes. El hormigón será transportado por camiones hormigoneros de 3,0 m³ desde la planta

de hormigón y descargados en colocadores de hormigón de 6 y 4,5 m³ sobre locomotoras de 6 toneladas a batería hasta los sitios de colocación en el túnel. El hormigón se colocará detrás de formaletas deslizantes de 12,0 m de largo desde los colocadores de hormigón a través de compresores. La colocación del hormigón en la solera se hará utilizando camiones hormigoneros de 3,0 m³.

7.2 Cronograma de Construcción

El período de construcción requerido por el Proyecto es de 4,5 años incluyen los tres paquetes de contrato. Los trabajos de construcción se han programado empezar en Junio de 1997 y completarse en Noviembre del año 2001.

Los arreglos financieros para el préstamo extranjero se espera que se concluyan en un periodo de 10 meses después de la solicitud formal del préstamo. El arreglo del préstamo extranjero se completará antes de iniciar la selección de la consultora. El arreglo financiero del presupuesto nacional deberá ser concluido al mismo tiempo que el arreglo financiero extranjero.

El Cronograma de Implementación se muestra en la Figura 7.1 y el Cronograma de Construcción en la Figura 7.2. La adquisición de tierras y compensación para el Proyecto será arreglado por CRM antes del inicio de la construcción.

El siguiente cronograma básico se ha establecido con el fin de asegurar la fecha de terminación del Proyecto que se ha fijado como objetivo.

- | | | |
|---|---|--|
| (a) Arreglos financieros para la construcción | : | 10 meses, desde Abril 1995 hasta Enero 1996 |
| (b) Selección de la consultora | : | 3 meses, desde Febrero 1996 hasta Abril 1996 |
| (c) Licitación y Contratos incluyendo precalificación | | |
| Paquete 1 | : | 13 meses, desde Mayo 1996 hasta Mayo 1997 |
| Paquete 2 | : | 13 meses, desde Mayo 1996 hasta Mayo 1997 |
| Paquete a3 | : | 11 meses, desde Julio 1997 hasta Mayo 1998 |
| (d) Trabajos de Construcción | : | |

Paquete 1	:	54 meses, desde Junio 1997 hasta Noviembre 2001
Paquete 2	:	54 meses, desde Junio 1997 hasta Noviembre 2001
Paquete 3	:	42 meses, desde Junio 1998 hasta Noviembre 2001
(e) Inicio de Operaciones del Proyecto	:	Diciembre 2001

8. MEDIOAMBIENTE

8.1 Evaluación de Impacto Ambiental

8.1.1 Generalidades

Se ha efectuado una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto tomando en cuenta los siguientes 4 aspectos, basados en las características del proyecto y en los resultados del Examen Medioambiental Inicial (EMI).

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

8.1.2 Impactos sobre la calidad del agua de los embalses La Esperanza y Poza Honda

Se realizó el pronóstico de la calidad futura del agua de los embalses La Esperanza y Poza Honda basado en los datos actuales de calidad de agua. La calidad de agua en el futuro para el embalse La Esperanza será mejor que la calidad de agua del embalse Daule Peripa, tanto en DBO como en DQO, pero peor en términos de T-N y T-P. En el embalse Poza Honda, la calidad del agua se mantendrá excepto por un ligero incremento en DQO. No se consideran impactos significativos debido a que no se esperaría que ocurran cambios drásticos en la calidad del agua de ambos embalses.

Basado en el pronóstico de calidad del agua, en términos de T-P, la posibilidad de eutrofización de los embalses se analiza utilizando las fórmulas para lagos tropicales desarrollado por CEPIS. Las posibilidades de eutrofización de los embalses La Esperanza y Poza Honda aumentarían aun cuando el proyecto de trasvase podría mejorar el tiempo de retención de éstos. El resultado se muestra en la Fig.8.1. Tanto el embalse Daule-Peripa (construido en 1987) como el embalse Poza Honda (construido en 1971) sufren un estado de eutrofización. Por lo tanto, el embalse La Esperanza tendría en el futuro las mismas condiciones. En la actualidad, desafortunadamente, no existen medidas de mitigación efectivas para evitar la eutrofización, por lo que se establece la necesidad de un manejo del embalse, de largo alcance, bajo un PMMA para el Proyecto.

8.1.3 Impacto sobre el régimen de caudal del río

El grado de variación del caudal del río se ha estimado utilizando los resultados del balance hidráulico del Proyecto. En la estación lluviosa, el volumen de descarga del río Chone se incrementará ligeramente en su desembocadura en un 9% y en el río Carrizal 34%. En este mismo río Carrizal, el volumen medio durante la estación seca podrá incrementarse

de 140 MMC a 417 MMC, mientras que en el río Portoviejo durante esta misma estación se esperará un significativo mejoramiento (100%) en el volumen medio, pasando de 111 MMC a 221 MMC. Consecuentemente, los impactos producidos por el cambio del régimen de volúmenes de los ríos traerían efectos beneficiosos sobre el medio ambiente de ríos y estuarios.

8.1.4 Impactos sobre la calidad del agua en ríos y estuarios

Para aclarar los impactos sobre la calidad del agua en los ríos, se aplica un enfoque cualitativo que ayude a revelar el grado de deterioro de la calidad del agua en los ríos Chone y Portoviejo, utilizando el concepto del análisis de la carga contaminante. Basado en el cambio estimado de carga contaminante, se investigaron 4 puntos de predicción de la calidad futura del agua, y los resultados se resumen a continuación.

Resultado de la predicción de la calidad del agua (unidad: mg/l)									
Punto de predicción	DBO		DQO		T-N		T-P		
	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	
I. Tramo inferior del río Chone									
a) E.Lluviosa	10,7	11,4	19,0	19,0	2,4	2,6	0,25	0,27	
b) E.Seca	14,0	10,0	24,3	14,4	1,4	1,5	0,20	0,19	
c) Anual	12,3	11,0	21,7	17,6	1,9	2,3	0,23	0,25	
II. Estuario del río Chone									
a) E.Lluviosa	11,3	8,5	18,7	14,4	2,1	2,0	0,00	0,22	
b) E.Seca	18,0	13,6	32,7	24,4	1,3	1,9	0,30	0,18	
c) Anual	14,4	10,5	24,8	18,3	1,5	1,9	0,15	0,20	
III. Tramo inferior del río Portoviejo									
a) E.Lluviosa	13,3	15,0	20,0	18,7	1,9	2,4	0,24	0,33	
b) E.Seca	14,3	18,1	23,7	21,8	1,3	2,6	0,40	0,53	
c) Anual	13,8	16,1	21,9	19,8	1,6	2,4	0,32	0,40	
IV. Estuario del río Portoviejo									
a) E.Lluviosa	12,0	15,6	17,3	19,4	2,2	2,6	0,43	0,35	
b) E.Seca	19,0	19,1	33,7	22,9	0,9	2,9	0,30	0,55	
c) Anual	15,5	16,8	25,5	20,7	1,5	2,7	0,37	0,42	

Fuente : Equipo de Estudio de JICA

En el tramo inferior del río Chone así como en el área de su estuario, la calidad futura del agua sería mejor que la condición actual debido principalmente al mejoramiento del caudal del río en ambas estaciones, lluviosa y seca. De este modo, se esperarían impactos positivos sobre el medio ambiente debido al cambio de la calidad del agua en el río Chone.

En el río Portoviejo, aguas abajo de su confluencia con el río Chico y en el tramo inferior del río, el deterioro de la calidad del agua podría ser serio debido principalmente a la descarga de aguas servidas proveniente de la ciudad de Portoviejo. Por consiguiente, el río Portoviejo produciría efectos negativos sobre la planta de tratamiento de agua potable en El Ceibal. Se necesita de un mejoramiento del sistema actual de tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Portoviejo.

8.1.5 Impactos sobre el ecosistema y la pesca

Actualmente no existe ningún parque nacional, áreas de conservación natural ni refugios de caza en las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, y la existencia de alguna especie en peligro no ha sido reportada debido a que el área está totalmente cubierta por cultivos y pastizales. De esta forma, el ecosistema a ser protegido en las cuencas lo constituye principalmente el estuario del río Chone, el cual provee hábitats altamente productivos para la fauna y flora, y las especies autóctonas que contribuyen a la economía local, por ejemplo el chame, un tipo de góbido. El área ecológica a ser protegida se muestra en la Fig. 8.2.

Aunque los impactos causados por el cambio de régimen de caudal del río podrían ser positivos, los impactos causados por el deterioro de la calidad del agua podrían ser negativos, especialmente en el río Portoviejo. Por lo tanto, el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Portoviejo es considerado esencial para mitigar la magnitud de los impactos causados por el deterioro de la calidad del agua.

El estuario del río Chone, el cual tuvo alguna vez un bosque de manglar rico y extenso, ha sido destruido debido principalmente a la construcción de piscinas camaroneras. En la actualidad, existen solamente 170 ha de manglar. No existe posibilidad de expandir el área de camaroneras en el estuario del río Portoviejo, pero existen alrededor de 450 ha de área potencialmente expandible en el estuario del río Chone. Debido a que el área potencial de expansión de las camaroneras está localizada fuera de las áreas de manglar, no se esperaría ningún impacto directo sobre el ecosistema del manglar. Sin embargo, una expansión incontrolada de las camaroneras, especialmente en las llanuras aluviales de la cuenca del río Chone, podría causar serios problemas no solamente sobre el ecosistema sino también sobre las áreas actuales y futuras de riego debido a la descarga del agua salina desde las camaroneras. Así, se recomienda una estricta regulación y control referente al uso de la tierra en la parte baja del río Chone para proteger las tierras y ecosistemas del abuso por la sobreexplotación de las mismas.

La parte baja del río Chone, siendo propensa a las inundaciones en la estación lluviosa, es considerada el hábitat más importante del chame. En esta estación lluviosa el

caudal medio podría incrementarse en un 9%. Por lo tanto, no se esperarán impactos serios sobre el hábitat del chame debido al Proyecto.

8.2 Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA)

8.2.1 Aspectos institucionales

Básicamente, el PMMA consiste en tres unidades, la Unidad de Manejo Ambiental (MAU), la Unidad de Monitoreo Ambiental (MOU) y el Laboratorio (LAB). La MAU tiene como función el manejo global del PMMA incluyendo la coordinación inter y extra institucional y el poder de decisión o la implementación efectiva de cada plan y programa. La MOU tiene las funciones de planificación y ejecución de varios tipos de estudios y planes/programas de monitoreo en perfecta coordinación con las políticas establecidas por la MAU. El LAB tiene las funciones de los análisis físico-químicos del agua y suelo, y el estudio de investigación y desarrollo para el establecimiento de un apropiado PMMA del Proyecto.

Tomando en cuenta la experiencia acumulada en el embalse Daule Peripa, los siguientes parámetros de entrada e información deberían de obtenerse previo a la determinación de los objetivos del PMMA en forma efectiva y exitosa.

(1) Análisis costo-beneficio del PMMA

Sin necesidad de mencionarlo, se conoce que el PMMA debería tener un costo. A fin de justificar las actividades del PMMA, se deberá realizar antes de su implementación un análisis costo-beneficio tomando en cuenta todos los aspectos ambientales involucrados. El estudio deberá, asimismo, aclarar el poder de decisión, la cooperación y el presupuesto del PMMA.

(2) Sistema para la ejecución de los Programas del PMMA

El PMMA debe ser la base relativa a los aspectos ambientales, pero esto no significa mantener todas las fuerzas de trabajo sobre él. Considerando los escasos y apretados recursos presupuestarios y de personal en el Ecuador, un sistema apropiado de delegación de funciones será esencial para una ejecución continua y eficiente de los programas actuales.

(3) Autorización de las actividades del PMMA

Las actividades del PMMA incluirán aspectos interinstitucionales. Por lo tanto, se deberían dar las autorizaciones legales convenientes al PMMA, mediante leyes y decretos,

para no solamente garantizar la ejecución efectiva de las actividades, sino también para establecer la colaboración interinstitucional necesaria con agencias afines.

8.2.2 Aspectos técnicos

Para la sustentabilidad del Proyecto se requiere un PMMA bien manejado. Al respecto de aquello, los siguientes criterios ambientales relativos a la calidad del agua, conservación del área circundante al embalse y protección del ecosistema y de la pesca, deben ser manejados y monitoreados:

- Calidad del Agua
 - a) Protección contra el deterioro de la calidad de agua que va a ser usada como agua potable, riego y acuicultura,
 - b) Solución a los problemas causados por la eutrofización de las aguas de los embalses La Esperanza y Poza Honda,
 - c) Conservación de la calidad del agua en el área estuarina, y
 - d) Establecimiento de criterios de calidad de agua y normas como una meta y objetivo del manejo.

- Conservación del área Circundante a los Embalses
 - a) Protección contra la contaminación de la calidad del agua de los embalses y canales,
 - b) Protección contra el exceso de sedimentación de los embalses, y
 - c) Promoción de la reforestación y control del uso de la tierra, alrededor del área de los embalses.

- Protección del Ecosistema y de la Pesca
 - a) Protección de las áreas de manglar,
 - b) Protección de hábitats de especies autóctonas, como el chame,
 - c) Manejo y coordinación del uso de la tierra y explotación del área estuarina del río Chone, y
 - d) Manejo de la compuerta de control de mareas en Simbocal.

Además, los siguientes programas tendrán que llevarse a cabo bajo el PMMA para el Proyecto con el fin de mantener una efectiva y eficiente implementación del PMMA.

La experiencia acumulada en el PMMA que lleva adelante la CEDEGE en el embalse Daule-Peripa debería tenerse muy en cuenta.

- Calidad de agua
 - a) Programa para el establecimiento de las normas de calidad del agua,
 - b) Programa para la prevención de los efectos perjudiciales de los agroquímicos,
 - c) Programa para remover la biomasa vegetal del área del embalse La Esperanza, y
 - d) Programa para el control de la maleza acuática en los embalses.

- Conservación y Protección
 - a) Programa de reforestación y control del uso de la tierra alrededor del área de los embalses,
 - b) Programa de conservación del estuario del río Chone,
 - c) Programa de conservación del estuario del río Portoviejo, y
 - d) Programa para la conservación de las ciénegas y el hábitat del chame.

- Operación de la Compuerta de Simbocal
 - a) Programa para el rediseño, construcción y operación de la nueva compuerta de control de mareas de Simbocal.

8.2.3 Estimación indicativa de costos

El costo anual por administración de la unidad del PMMA se ha estimado en aproximadamente 207.000 US\$, indicativamente. El costo para los programas que van a ser desarrollados en el PMMA para el Proyecto durante un período de cinco a siete años se ha estimado en aproximadamente 2,7 millones de US\$, en forma indicativa.

El CRM correrá a cargo con la financiación de la administración del PMMA, el costo de los programas ha sido arreglado separadamente por el Gobierno del Ecuador a través de un préstamo de la Corporación Andina de Fomento (CAF).

8.3 Conclusiones y Plan de Acción del CRM

8.3.1 Conclusión

Aunque se han especificado algunos impactos ambientales que causarían efectos significativos sobre el medioambiente mediante la EIA, éstos no se consideran fundamentales para el Proyecto debido a que ellos estarían en capacidad de ser mitigados si se toman las medidas apropiadas. Por consiguiente, el Proyecto es considerado aceptable desde el punto de vista ambiental, si es que las medidas de mitigación propuestas se llevan a cabo en el futuro.

8.3.2 Plan de acción

Las siguientes acciones deberán llevarse a cabo, por parte del CRM, para un desarrollo ambientalmente sólido y sustentable.

- (1) Cambiar el sitio de toma de agua de la Planta de Tratamiento El Ceibal.

En la actualidad el CRM procede a la construcción de una nueva Planta de Tratamiento de Agua Potable que tiene una capacidad de producción de 90.000 m³/d, denominada Planta de Tratamiento El Ceibal, perteneciente al Sistema de Poza Honda. Se ha planificado tomar el agua cruda del río Portoviejo cerca de la población de Rocafuerte. Sin embargo, problemas relacionados al tratamiento del agua potable podrían ocurrir debido al serio deterioro de la calidad del agua del río Portoviejo. Así, podría ser necesario cambiar el sitio de toma planificado del río Portoviejo hacia otro sitio donde se pueda tomar agua de mejor calidad.

El río Chico será la mejor opción para la toma de agua. La calidad del agua del río Chico en el futuro, justo en la parte aguas arriba de la confluencia con el río Portoviejo, será mucho mejor que la calidad del río Portoviejo. Más aún, el río Chico tiene menos posibilidad de deterioro de la calidad del agua en su cuenca. Por consiguiente, el CRM deberá utilizar el río Chico como la nueva fuente de agua de la Planta de Tratamiento El Ceibal a la terminación del Proyecto de los Trasvases.

- (2) Mejorar el Sistema de Alcantarillado

El grado de deterioro de la calidad del agua de los ríos depende del desarrollo de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. La calidad futura del agua en el tramo inferior del río Portoviejo aguas abajo del sitio de confluencia con el río Chico se ha pronosticado en cuatro casos, llámense estos: ningún mejoramiento de la tasa de cobertura del sistema, mejoramiento del 30% , 50% y 70% de la tasa de cobertura de alcantarillado.

Los resultados indican que un mejoramiento del sistema de tratamiento de las aguas servidas es efectivo pero no suficiente para la conservación de la calidad del río. El CRM deberá realizar los mayores esfuerzos para mejorar el sistema de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Portoviejo. En el futuro también será necesario implementar algún tipo de pretratamiento de las aguas de drenaje de las áreas de riego.

**Resultado de la predicción de la calidad del agua en la parte baja del río Portoviejo
(unidad: mg/l)**

	DBO	DQO	T-N	T-P
I. Sin mejoramiento del Alcantarillado				
a) E.Lluviosa	15,0	18,7	2,4	0,33
b) E.Seca	18,1	21,8	2,6	0,53
c) Anual	16,1	19,8	2,4	0,40
II. 30% de mejoramiento del Alcantarillado				
a) E.Lluviosa	13,89	18,27	2,28	0,31
b) E.Seca	16,08	20,92	2,39	0,50
c) Anual	14,68	19,22	2,32	0,38
III. 50% de mejoramiento del Alcantarillado				
a) E.Lluviosa	13,07	17,91	2,21	0,30
b) E.Seca	14,57	20,28	2,27	0,48
c) Anual	13,61	18,76	2,23	0,36
IV. 70% de mejoramiento del Alcantarillado				
a) E.Lluviosa	12,23	12,56	2,15	0,29
b) E.Seca	13,07	19,64	2,16	0,46
c) Anual	12,53	18,31	2,15	0,35

Fuente: Grupo de Estudios JICA

(3) Control y Manejo del Uso de la Tierra

El área estuarina y las llanuras aluviales en la parte baja del río Chone son consideradas zonas ecológicas muy importantes. La expansión descontrolada de las camaroneras especialmente en las ciénagas del río Chone podrían causar serios problemas, no solamente sobre el ecosistema sino también sobre las áreas actuales y futuras del riego, debido a la descarga de agua salada proveniente de las camaroneras. Así, el CRM deberá implementar, muy estrictamente, una fuerte reglamentación y control relativo al uso de la tierra en las áreas estuarinas y de ciénagas en el río Chone para proteger al ecosistema contra el abuso de sobreexplotación.

(4) Mejorar la Operación de la Compuerta de Control de Mareas de Simbocal

La compuerta de control de mareas de Simbocal, localizada en el tramo inferior del río Chone, está considerada como el punto focal entre los beneficiarios tales como camaroneras, chameras, y riego. Aunque en la actualidad el CRM opera la compuerta, esta operación algunas veces afronta dificultades debido a la falta de información científica, técnica y de capacidad de administración y coordinación entre los beneficiarios.

Mas aún, un buen manejo de la compuerta de acuerdo con las guías dadas durante la ejecución del EIA es esencial para conservar el hábitat del chame y de las postlarvas del camarón. Así, el CRM deberá implementar las siguientes normas de operación: i) Operar la

compuerta estratégicamente, ii) Coordinar el manejo de la compuerta entre el CRM, los camaroneros, los agricultores y los cultivadores de chame.

(5) Establecer el PMMA y su Unidad de Operación

Aún cuando los resultados de la EIA concluyen que los proyectos propuestos podrían ser aceptables desde el punto de vista ambiental, no es posible eliminar todas las incertidumbres relativas a los impactos ambientales causados por los proyectos. Por otro lado, problemas ambientales no esperados pueden ocurrir después de la implementación del proyecto. Más aún, es muy importante monitorear la efectividad y eficiencia de las medidas de mitigación propuestas. De esta forma, el CRM llevará adelante un PMMA ambientalmente sólido y sustentable del Proyecto.

9. LA AGENCIA EJECUTORA Y ORGANIZACIONES DEL PROYECTO

9.1 La Agencia Ejecutora

La entidad ejecutora del Proyecto es el Centro de Rehabilitación de Manabí (CRM). El CRM es el responsable del desarrollo de los recursos hidráulicos en la provincia de Manabí, incluyendo suministro de agua potable y riego así como también del desarrollo regional de la Provincia. La mayor parte de los proyectos de desarrollo de los recursos hidráulicos en la Provincia de Manabí han sido planificados, diseñados, construidos, mantenidos y operados por el CRM. Los proyectos más importantes que maneja el CRM son el Proyecto Multipropósito Poza Honda incluyendo la presa Poza Honda, el sistema de abastecimiento de agua potable de Poza Honda y el sistema de riego de Poza Honda, los pequeños esquemas de riego tales como el sistema de riego de La Estancilla, el sistema de riego de Río Chico, etc. También se incluyen el sistema de abastecimiento de agua de Chone, el sistema de abastecimiento de agua de La Estancilla y el proyecto de propósito múltiple Carrizal-Chone incluyendo la presa La Esperanza, bajo construcción y finalmente el sistema de riego Carrizal-Chone de 15.000 ha para el cual el estudio se ha completado hasta el nivel de factibilidad.

Las agencias que cooperan con el Proyecto son: el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE), la Junta de Recursos Hidráulicos Fomento y Desarrollo de Jipijapa y Pajan (JRH), el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOP).

El Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) es la institución que elabora el plan nacional de desarrollo y es la encargada de coordinar y controlar todas las organizaciones gubernamentales de acuerdo con el plan nacional de desarrollo, de esta manera el CONADE actúa como un consejo y es por ende la superestructura del CRM. El INERHI es la institución encargada del desarrollo de los recursos hidráulicos en el Ecuador y además administra los derechos del uso del agua. Los recursos hídricos del área del Proyecto pertenecen legalmente al INERHI, sin embargo, en la actualidad los derechos y el uso de los recursos hídricos de la provincia de Manabí han sido cedidos al CRM por medio de una concesión extendida por INERHI. La CEDEGE es una institución similar al CRM y es la encargada del desarrollo de la cuenca del río Guayas, incluyendo la presa Daule-Peripa. La JRH es la institución encargada de la dotación de agua potable, agua para riego y alcantarillado sanitario a las poblaciones de Jipijapa y Paján para el desarrollo socio económico de dichas áreas. Tal como se lo mencionó previamente, el sistema de abastecimiento de agua de Poza Honda incluye ahora el área de Jipijapa.

El organigrama del Gobierno del Ecuador, incluyendo las organizaciones mencionadas arriba, se muestra en la Fig 9.1.

El CRM fue establecido en 1962 a raíz de un justo reclamo de la población ante el estancamiento socioeconómico de la provincia agudizado por una prolongada sequía. El CRM ha sido reestructurado en muchas oportunidades en pro del beneficio de los habitantes de la provincia de Manabí.

La nueva ley del CRM promulgada en 1994 establece, entre otras cosas, lo siguiente:

(Artículo 2)

El CRM tendrá como objetivos:

- a) Alcanzar el desarrollo socioeconómico integral de la provincia de Manabí,
- b) Preparar planes, programas y proyectos de desarrollo de la provincia de Manabí en concordancia con los planes nacionales y en coordinación previa con los organismo públicos y privados de la región, a fin de lograr el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles,
- c) Planificación y ejecución de obras hidráulicas, particularmente el trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza ~ Poza Honda ~ Río Chico; obras de saneamiento ambiental, agua potable y alcantarillado de aguas servidas y lluvias; programa de control y cuidado de ecosistema, especialmente flora y fauna, desechos tóxicos de las empresas, limpieza de ríos, recuperación de manglares y planificación urbanística y pavimentación en la provincia de Manabí,
- d) Organizar empresas de sistema de riego, de programas de control y cuidado del ecosistema, de sistema de agua potable y alcantarillado, por zonas en la provincia, participar en las mismas en unión de los concejos cantonales y de otras instituciones públicas y privadas involucradas en ellas, con el objeto de hacer una administración y operación centralizada evitando la multiplicación de burocracia en cada cantón y diluyendo los recursos económicos, y
- e) Asesorar en materia de desarrollo urbano a los municipios de la provincia.

(Artículo 4)

Los organismos directivos del CRM son los siguientes: Junta Directiva, Gerente General y Departamentos Técnico y Administrativo.

(Artículo 5)

La Junta Directiva del CRM es la máxima autoridad de Nivel Directivo de la Institución y estará integrada con los siguientes miembros:

- a) Un representante del Presidente Constitucional de la República, que la presidirá, quién deberá ser una persona residente de la provincia de Manabí,
- b) El Secretario General de Planificación del CONADE o su delegado, un ciudadano manabita con amplio conocimiento de Planificación Nacional de Desarrollo,
- c) El Gobernador de la provincia, o por delegación el Jefe Político del Cantón Portoviejo y que haga sus veces,
- d) El Prefecto Provincial de Manabí, o en su ausencia el Vicepresidente del Consejo Provincial,
- e) El representante de la Iglesia Católica de mayor jerarquía, con residencia en Manabí,
- f) Un representante designado por las municipalidades manabitas,
- g) Un representante elegido por las Cámaras de Comercio, Industrias y de la Construcción,
- h) Un representante de los centros agrícolas de la provincia,
- i) Un representante por las universidades de Manabí, y,
- j) Un representante de los trabajadores y organizaciones campesinas con personería jurídica legalmente reconocidas en Manabí.

Una de las tareas de la Junta Directiva del CRM es la de conocer, aprobar y autorizar la celebración de contratos, convenios, empréstitos nacionales o extranjeros y actos legales que representan compromisos para la institución (Artículo 9).

La administración del CRM estará a cargo del Gerente General, a ser nominado por la Junta Directiva, máximo nivel ejecutivo, quien será el representante legal de la entidad (Artículo 10).

Una de las funciones del Gerente General es el de actuar como Secretario de la Junta Directiva del CRM (Artículo 11).

Los Departamentos Técnico y Administrativo son los niveles operativos de la institución (Artículo 12).

El CRM estará facultado para contratar empréstitos nacionales e internacionales, así como realizar toda clase de transacciones financieras autorizadas por las leyes. El Gobierno Nacional podrá garantizar los empréstitos que directamente contrate la institución (Artículo 14).

El CRM podrá celebrar contratos y convenios para la ejecución de estudios y obras con personas naturales y jurídicas de Derecho Público y Privado, nacionales e internacionales de acuerdo a las disposiciones de las leyes respectivas (Artículo 17).

La organización actual del CRM se muestra en la Fig. 9.2

A Octubre de 1994, el CRM contaba con 1.239 personas; 743 en la oficina central del CRM, 274 en Poza Honda, 82 en Chone, 91 en La Estancilla y 49 en otros lugares. Los detalles del personal de empleados y trabajadores del CRM se muestra en la Tabla 6.1.

La situación financiera del CRM se da en la Tabla 6.2. En 1992 los ingresos anuales del CRM fueron de S/.14.749 millones (equivalente a 13,8 millones de US\$) y los gastos anuales del CRM, en el mismo año, fueron de S/.14.537 millones (equivalente a 13,6 millones de US\$).

9.2 Organización del Proyecto

Se ha planificado una oficina para el proyecto de trasvases a organizarse para la construcción del mismo. La organización que se propone para la oficina del proyecto de trasvases durante la construcción de las obras se muestra en la Fig. 9.3. El Gerente del Proyecto será designado por el Gerente General de CRM para la supervisión de la construcción del proyecto.

La oficina principal del proyecto se ha planificado localizarse en el sitio de la estación de bombeo Severino y oficinas sucursales en los sitios de los portales de entrada conguillo y Poza Honda. Estas tres oficinas estarán interconectadas por un sistema de telecomunicaciones con las oficinas principales del CRM en Portoviejo. Una consultora internacional así como también una consultora ecuatoriana serán empleadas por CRM para asistirlo en la fiscalización de la construcción del Proyecto. Las consultoras trabajarán como una parte integral de los funcionarios de CRM para la fiscalización de la construcción.

A la terminación del Proyecto, el CRM entregará a INECEL la operación y mantenimiento de la línea de transmisión entre la subestación Daule-Peripa y la subestación Severino. De igual manera, los caminos de acceso serán entregados al Ministerio de Obras Públicas (MOP) para su mantenimiento. El CRM será responsable por la operación y mantenimiento de las otras obras del Proyecto.

La operación y mantenimiento de las obras del Proyecto las efectuará el CRM de la siguiente manera.

La oficina del Proyecto en Severino se constituirá en el centro de operación y mantenimiento. El Jefe del Centro de Operación y Mantenimiento (O & M) Severino deberá ser designado por el CRM. El Centro de O & M se encargará de:

- La operación de la estación de bombeo Severino de acuerdo con un manual de operaciones que tome en cuenta datos como: los niveles de los embalses Daule-Peripa, La Esperanza y Poza Honda, datos de caudales en La Esperanza y Poza Honda incluido el caudal de trasvase desde Poza Honda a Mancha Grande, etc.
- Mantenimiento de la estación de bombeo Severino, tubería de conducción forzada, tanque de carga, canal abierto y camino de inspección, y el túnel de derivación hasta Poza Honda.

La oficina sucursal en Conguillo para la fiscalización de la construcción se convertirá en la Oficina Sucursal de O & M Conguillo, que es responsable de:

- La operación de la cámara de válvulas en la entrada del túnel de trasvase a La Esperanza de conformidad con las instrucciones recibidas desde el Centro de O & M Severino, informando el nivel diario de agua del embalse Daule-Peripa al Centro de O & M Severino.
- Mantenimiento del sitio de la entrada del túnel mediante dragado, la cámara de válvulas y el túnel de trasvase a La Esperanza.

La oficina de sucursal de Poza Honda para la fiscalización de la construcción se convertirá en la Oficina Sucursal de O & M Poza Honda, que será responsable de:

- La operación de la cámara de válvulas a la entrada del túnel de trasvase a Mancha Grande de acuerdo a los requerimientos de caudal solicitados por la Oficina de O & M Severino, informando diariamente el nivel de agua del embalse Poza Honda al Centro de O & M Severino.
- Mantenimiento de la entrada, la cámara de válvulas y del túnel de trasvase a Mancha Grande incluyendo el canal abierto de salida al río Mancha Grande.

La organización del CRM propuesta para la operación y mantenimiento del Proyecto es tal como se indica en la Fig. 9.4.

10. PLAN DE GESTION

10.1 Servicios de Ingeniería

10.1.1 Alcance de trabajo

Para garantizar la calidad de los trabajos de ingeniería en la construcción y una fecha límite de terminación del Proyecto, el CRM pretende contratar los servicios de ingeniería durante la implementación del Proyecto una firma consultora internacional, de acuerdo con las normas vigentes del gobierno del Ecuador y a los lineamientos emitidos por las instituciones financieras. El alcance de trabajo para la firma consultora internacional será dividido en dos categorías: (i) Servicios de pre-construcción durante la etapa de precalificación, licitación, evaluación de las ofertas y adjudicación del contrato, y (ii) Fiscalización de la construcción. Los detalles de los servicios se describen a continuación.

(1) Servicios de pre-construcción

Los servicios de pre-construcción incluirán las siguientes actividades:

- Asistir al CRM en la convocatoria a precalificación, evaluación de los documentos y selección de los oferentes idóneos para la licitación, y
- Asistir al CRM en los procedimientos de licitación; tales como (i) respuesta a las interrogantes de los oferentes durante el periodo de licitación, (ii) conferencia previa a la licitación y visita de inspección al campo con los participantes, (iii) apertura de los sobres de oferta, (iv) evaluación de las ofertas, (v) negociación con el ganador; (vi) preparación de los documentos del contrato, y (vii) firma del contrato.

(2) Fiscalización de la Construcción

La fiscalización de la construcción incluirá los siguientes trabajos:

- Preparación de los planos de construcción como sean necesarios,
- Revisión y aprobación de los planos de construcción del contratista para obras permanentes y temporales incluidos los planos de taller para la fabricación de las obras mecánicas y eléctricas.
- Revisión y aprobación del plan de construcción y cronograma de trabajo del contratista.
- Cambiar los sitios de diseño y emitir las ordenes de cambio al contratista.
- Control de calidad de las obras realizadas por el contratista y de los equipos mecánicos y eléctricos suministrados e instalados por el contratista.

- Control de avance de obra tanto de la construcción como del montaje de los equipos mecánicos y eléctricos, incluyendo la entrega de los certificados de entrega, de terminación y de mantenimiento de las obras.
- Control de pagos al contratista incluyendo la entrega del certificado de pago, y
- Negociar con el contratista el ajuste de precios o extensión del periodo de terminación de las obras.

10.1.2 Cronograma de trabajo y requerimiento de expertos

(1) Cronograma de Trabajo

Tal como se mencionó en el Capítulo 7 de este documento, los servicios de ingeniería para la pre-construcción y para la fiscalización de la construcción del Proyecto requerirán una duración de 62 meses desde Mayo de 1996 hasta Noviembre del año 2001; los servicios de pre-construcción requerirán de 13 meses, desde Mayo de 1996 hasta Mayo de 1997, y los servicios de fiscalización de la construcción requerirán de 54 meses desde Junio de 1997 hasta Noviembre del año 2001.

(2) Requerimiento de Expertos

El siguiente requerimiento de expertos se propone para cada una de las dos categorías.

Servicios de pre-construcción

(Consultores Expatriados)

(a) Gerente del Proyecto para asistir al CRM en la pre-calificación, licitación, evaluación de las ofertas y coordinación con las organizaciones financieras	4 H/M
(b) Ingeniero Hidromecánico para asistir a CRM en la evaluación de las ofertas del Paquete 3	2H/M
(c) Ingeniero Eléctrico para asistir al CRM en la evaluación de las ofertas del Paquete 3	1 H/M
(d) Ingeniero en Líneas de Transmisión para asistir al CRM en la evaluación de las ofertas del Paquete 3	1 H/M
Sub-total	8 H/M
(e) (Consultor Local)	2 H/M
Especialista en Contratos para asistir al CRM en materia legal de contratación	

Requerimiento Total de Expertos

10 H/M

Servicios para la Fiscalización de la Construcción

(Consultores expatriados)

(a) Director del Proyecto, representante legal del Consultor y responsable del contrato	2 H/M
(b) Gerente del Proyecto, responsable del manejo del equipo consultor y de la coordinación con el CRM y las agencias financieras	54 H/M
(c) Ingeniero Civil-A, responsable de la fiscalización de la construcción del trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza	40 H/M
(d) Ingeniero Civil-B, responsable de la fiscalización de la construcción del trasvase La Esperanza ~ Poza Honda	30 H/M
(e) Ingeniero Civil-C, responsable de la fiscalización de la construcción del trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande	30 H/M
(f) Ingeniero Civil-D, responsable de la fiscalización de la construcción del canal abierto	30 H/M
(g) Ingeniero Civil-E, responsable de la fiscalización de la construcción de los caminos de acceso	22 H/M
(h) Ingeniero en Edificaciones/Instalaciones, responsable de la fiscalización de las obras de edificios e instalaciones de la estación de bombeo Severino	15 H/M
(i) Ingeniero Hidromecánico, responsable de las obras hidromecánicas	20 H/M
(j) Ingeniero Eléctrico, responsable de las obras eléctricas	12 H/M
(k) Ingeniero en Líneas de Transmisión, responsable de la línea de transmisión y subestaciones	18 H/M
(l) Ingeniero Geotécnico y de Materiales de construcción, responsable de la geotecnia del proyecto	25 H/M
Sub-total	315 H/M

(Consultores Nacionales)

(a)	Ingeniero Civil-A	40 H/M
(b)	Ingeniero Civil-B	47 H/M
(c)	Ingeniero Civil-C	30 H/M
(d)	Ingeniero Civil-D	30 H/M
(e)	Ingeniero Civil-E	22 H/M
(f)	Ingeniero en Edificios/Instalaciones	15 H/M
(g)	Ingeniero Hidromecánico	20 H/M
(h)	Ingeniero Eléctrico	12 H/M
(i)	Ingeniero en Líneas de transmisión	18 H/M
(j)	Ingeniero Geotécnico	25 H/M
(k)	Ingeniero en Mecánica de Suelos	48 H/M
(l)	Ingeniero experto en hormigones	48 H/M
(m)	Ingeniero experto en topografía	48 H/M
	Sub-total	403 H/M
	Requerimiento Total de Expertos	718 H/M

El requerimiento total de expertos se resume a continuación:

Categoría	Extranjero	Local	Total
Pre-construcción	8	2	10
Fiscalización	315	403	718
Total	323	405	728

10.2 Trabajos de Construcción

Los trabajos de construcción del Proyecto se propone que se dividan en los siguientes tres paquetes que a continuación se señalan y serán ejecutados por contratistas seleccionados mediante una licitación internacional, previo a una calificación de los mismos.

Paquete 1: Obras civiles para el Trasvase Daule-Peripa ~ La Esperanza, el cual incluye:

Entrada Conguillo con su cámara de válvulas, túnel de derivación Daule-Peripa ~ La Esperanza, salida Membrillo, ventana de acceso Conguillo, ventana de acceso El Guasmo, ventana de acceso Membrillo, carretera de acceso Conguillo, carretera de acceso El Guasmo, carretera de acceso salida Membrillo, y Campamento del CRM en el sitio.

Paquete 2: Obras civiles para el trasvase La Esperanza ~ Poza Honda y el trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande, el cual incluye:

(Trasvase La Esperanza ~ Poza Honda)

Estación de bombeo Severino incluyendo las obras de edificios, tubería de carga Severino, tanque de carga Severino, canal abierto Severino con la carretera de inspección, entrada Caña Dulce, túnel de derivación La Esperanza ~ Poza Honda, salida Los Cuyuyes, ventana de acceso La Seca, ventana de acceso Los Cuyuyes, carretera de acceso Severino, carretera de acceso La Seca, carretera de acceso Los Cuyuyes y Campamento del CRM en el sitio.

(Trasvase Poza Honda ~ Mancha Grande)

Entrada Poza Honda con su cámara de válvulas, túnel de derivación Poza Honda ~ Mancha Grande, salida Mancha Grande y ventana de acceso Poza Honda.

Paquete 3: Trabajos eléctricos e hidromecánicos, incluyendo:

(Obras eléctricas)

Motores eléctricos, dispositivos de distribución, transformadores, equipo de supervisión y equipo auxiliar, etc.

(Obras Hidromecánicas)

Válvulas y tuberías para la entrada Conguillo, equipo de bombeo y tubería de carga para la estación de bombeo Severino y válvulas y tuberías para la entrada Poza Honda.

(Línea de Transmisión)

Línea de transmisión de 138 kV, subestación Severino y subestación Daule-Peripa.

10.3 Administración del Proyecto

La administración para la implementación del Proyecto será realizada por el personal a cargo del CRM. La Oficina del Proyecto, que será establecida para la administración del mismo, tendrá la autoridad para ejecutar cualquier tipo de decisión que se tome al mismo tiempo de servir como contraparte de los consultores contratados por el CRM para la asistencia en materias técnicas y administrativas para una buena implementación del Proyecto. De igual manera, la Oficina del Proyecto será la encargada de impartir la capacitación al personal seleccionado del CRM para la operación y mantenimiento de las obras del Proyecto.

El CRM está listo a designar el personal clave de su propio banco de profesionales o contratará los servicios de ingenieros o administradores particulares.

10.4 Adquisición y Compensación de Tierras

De acuerdo a las normas establecidas en el país, el CRM contratará con la Dirección Nacional de Catastros (DINAC) el registro y valoración de tierras y propiedades como viviendas, árboles, cultivos, etc., las cuales están sujetas a compensación para la implementación del Proyecto.

La DINAC enviará algunos expertos al sitio del Proyecto para que evalúen las tierras y propiedades y el CRM pagará los costos de compensación fijados por la DINAC a los propietarios de las tierras y bienes. De acuerdo a la Ley, la DINAC tiene plena autoridad para fijar los precios de adquisición y compensación de tierras, por lo que nadie se podrá oponer a los precios que ella fije.

11 ESTIMACIÓN DE COSTOS

11.1 Condiciones Básicas

Las condiciones básicas y asunciones aplicadas para la estimación de costos son las siguientes:

- Los precios unitarios y costos se basan en los precios actuales de la mano de obra, materiales y equipos, establecidos al mes de Agosto de 1994.
- El costo estimado se compone de un componente en moneda extranjera expresado en dólares americanos y un componente en moneda local expresado en sucres. El costo total es convertido a sucres y a dólares como costo equivalente.
- La tasa monetaria de cambio prevaleciente es la establecida a Agosto de 1994. La tasa monetaria de cambio utilizada en la estimación de costos es la siguiente:

$$\text{US } \$ 1,0 = 100 \text{ ₡} = \text{S/}. 2.250 \quad (1 \text{ ₡} = \text{S/}. 22,5)$$

- Las cantidades de obra se calculan de los planos de diseño detallado y de las especificaciones técnicas de los documentos de licitación.
- Los trabajos de construcción serán ejecutados por los contratistas seleccionados por una licitación internacional de acuerdo a los lineamientos de la fuente financiera.

11.2 Composición del Costo de Construcción

El costo de construcción está compuesto de un costo directo y de un costo indirecto. El costo directo de construcción se estima en base a la lista de cantidades y obras obtenidas del diseño detallado. Este costo incluye el costo de mano de obra, materiales, equipos y el costo indirecto por administración y utilidad del contratista.

(1) Costo Directo de Construcción

- Paquete 1: Obras Civiles del Tránsito Daule-Peripa ~ La Esperanza
- Paquete 2: Obras Civiles del Tránsito La Esperanza ~ Poza Honda y del Tránsito Poza Honda ~ Mancha Grande
- Paquete 3: Obras Eléctricas y Mecánicas de los Tránsitos: Daule-Peripa ~ La Esperanza, La Esperanza ~ Poza Honda y Poza Honda ~ Mancha Grande.

(2) Costo Indirecto

- Adquisición y compensación por la tierra
- Gastos de administración
- Servicios de ingeniería
- Contingencia física
- Escalamiento de precios

11.3 Costo Directo de Construcción

(1) Rubros Generales

Los costos de rubros generales incluyen los costos de los edificios temporales, sistema de abastecimiento de agua, sistema de energía eléctrica, sistema de telecomunicaciones, construcción y mantenimiento de caminos, equipo de laboratorio, perforaciones exploratorias, monumentación y señalización, campamentos del CRM y de la Fiscalización, muebles y equipos de oficina del CRM, instalaciones de primeros auxilios y vehículos para el CRM y la Fiscalización.

(2) Obras Civiles

Los costos de obras civiles del Paquete 1 y del Paquete 2 se estiman de las listas de cantidades de obra y precios unitarios, incluyendo los costos de mano de obra, de materiales, de equipos y gastos de administración, y utilidad del contratista.

(3) Obras Eléctricas y Mecánicas

Los precios del equipo principal de bombeo, válvulas, motores, transformadores, dispositivos de distribución, línea de distribución de 13,8 kV, línea de transmisión de 138 kV, rejillas, compuertas, tubería de carga, etc. en el Paquete 3, se estiman en base a los precios actuales de contratos internacionales de equipos similares. Los costos de los equipos y materiales importados se basan en los valores CIF en el puerto de Guayaquil y están incluidos en el componente extranjero de los costos.

11.4 Costos Indirectos

(1) Adquisición y Compensación por la Tierra

Toda la adquisición y compensación por tierras requerida estará a cargo del CRM de acuerdo al cronograma de implementación previsto. Estos costos incluyen los costos por adquisición de sitios de construcción, rutas de la línea de transmisión, alineamiento de caminos y áreas de uso temporal.

(2) Gastos de Administración

Los gastos de administración del CRM para la implementación del proyecto se estiman como el 2% del costo directo de construcción y están incluidos dentro del componente de moneda local de los costos.

(3) Servicios de Ingeniería

Los costos de servicios de ingeniería se estiman en base al número hombres/mes (H/M) a emplearse tanto para los consultores extranjeros como para los consultores locales durante el periodo de implementación del Proyecto. El valor asumido H/M es de 323 para los extranjeros y 405 H/M para los locales.

(4) Contingencias

Estas comprenden dos tipos: Contingencias físicas para prevenir cualquier condición física imprevista; y contingencia de precios, contra la inflación. La contingencia física se toma como el 10% de la suma de los costos de construcción, adquisición y compensación por la tierra. Se aplica una tasa del 5% de los costos anteriormente citados, para los gastos de administración y servicios de ingeniería. Para la contingencia física correspondiente a las obras del Paquete 3, se aplica el 3%. La contingencia de precios se estima mediante la aplicación de una inflación anual del 3% para el componente en moneda extranjera. En los últimos años, el índice inflacionario en el Ecuador ha sido mayor o igual al 40% anual, y es casi imposible predecir el ritmo de crecimiento inflacionario del sucre. Por eso, la contingencia de precios de la porción local se estima convirtiendo en primer lugar el valor en sucres de dicho componente a dólares americanos y luego aplicando el 3% de inflación anual a dicha cantidad.

11.5 Costo de Construcción

El costo de construcción del proyecto se resume en la Tabla 11.1 el cual se ha estimado en US\$151,2 millones para la porción correspondiente a moneda extranjera y S/. 120,6 millones para la porción de moneda local, dando un gran total de US\$204,8 millones.

11.6 Cronograma de Desembolso Anual

Los desembolsos anuales se han estimado de acuerdo con el cronograma de construcción, y se resume a continuación. El cronograma de desembolso de los costos de construcción se muestra en la Tabla 11.2.

(millones de US\$)

Año	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total
1996	—	0,14	0,14
1997	27,43	14,48	41,91
1998	35,59	15,30	50,89
1999	30,27	14,13	44,40
2000	39,66	12,47	52,13
2001	10,59	4,75	15,34
Total	143,54	61,27	204,81

11.7 Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento del Proyecto se han estimado como se muestra a continuación.

(millones de US\$)

Año	Costo de Energía	Costos de O&M excepto costos de Energía	Costo total de O&M
2002	1,55	0,82	2,37
2010	1,93	0,82	2,75
2015	2,28	0,82	3,10
2020	2,69	0,82	3,51