



No. 08

GOBIERNO DEL ECUADOR

CONADE — INERHI — CRM

PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI

INFORME FINAL

VOLUMEN III

INFORMES SECTORIALES (2)

ENERO 1990



AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



EN COOPERACION CON

SECRETARIA GENERAL DE LA

ORGANIZACION DE LOS

ESTADOS AMERICANOS (OEA)

PLAN HIDRAULICO DE MANABI

VOLUMEN III — INFORMES SECTORIALES (2)

ENERO 1990

706
618
PLN

90-2

PLN
90-2

JICA tiene derechos de autor de este informe.

JICA LIBRARY



1086871(9)

国際協力事業団

26009

GOBIERNO DEL ECUADOR

CONADE — INERHI — CRM

**PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO
DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA
PROVINCIA DE MANABI**

INFORME FINAL

VOLUMEN III

INFORMES SECTORIALES (2)

ENERO 1990



AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



EN COOPERACION CON

SECRETARIA GENERAL DE LA

ORGANIZACION DE LOS

ESTADOS AMERICANOS (OEA)

**PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS
HIDRICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI**

H. INFORME SECTORIAL DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUCCION	H-1
II. RECURSOS HIDRICOS	H-1
2.1. Recursos de aguas superficiales	H-1
2.1.1. Disponibilidad del recurso	H-1
2.1.2. Calidad del recurso	H-3
2.2. Recurso de agua subterránea	H-5
2.2.1. Disponibilidad del recurso	H-5
2.2.2. Calidad del recurso	H-9
2.2.3. Posibles usos del agua subterránea para consumo doméstico	H-10
III. PROYECTOS HIDRAULICOS ACTUALES LIGADOS CON LOS ESQUEMAS DE TRASVASES A PROPONER POR PHIMA	H-11
3.1. Proyecto de Propósito Múltiple "Jaime Rol- dós Aguilera" y "Trasvase a La Esperanza".....	H-11
3.1.1. Antecedentes del trasvase a la Espe- ranza	H-15
3.1.2. Estudios realizados para el trasvase ..	H-16
3.2. Proyecto Múltiple Carrizal-Chone	H-21
3.2.1. Presa La Esperanza	H-22
3.2.2. Antecedentes de la obra	H-23
3.2.3. Principales componentes de la obra rediseñada	H-23
3.2.4. Sistema de riego y drenaje	H-26
IV. DEMANDAS DE AGUA Y BALANCES HIDRAULICOS	H-26
V. PLAN DE EMBALSES	H-26
5.1. Eficiencia Económica de Embalses	H-27

	Pág.
5.1.1. Metodología	H-28
5.2. Embalses seleccionados	H-31
5.3. Componentes de cada embalse para efectos de evaluación de costos	H-31
5.3.1. Carreteras de acceso	H-32
5.3.2. Deforestación	H-32
5.3.3. Desvíos	H-32
5.3.4. Presas	H-33
5.3.5. Aliviaderos	H-33
5.3.6. Tomas	H-34
5.3.7. Tierras a inundar y reubicación de familias	H-34
VI. ESQUEMAS DE TRASVASES PROPUESTOS	H-34
6.1. Supuestos básicos	H-35
6.2. Esquemas de trasvases Zona Central o Proyec- to Integral Chone-Portoviejo	H-36
6.3. Esquemas de trasvases Proyectos Cuaque, Ja- ma, Ayampe y Sancán	H-38
6.3.1. Proyecto Cuaque	H-38
6.3.2. Proyecto Jama	H-38
6.3.3. Proyecto Ayampe	H-38
6.3.4. Proyecto Sancán	H-38
CUADROS	H-40
FIGURAS	H-67

LISTA DE CUADROS

Cuadro

- 2.1 Esgurrimientos y Rendimientos Específicos por Zonas y Cuencas
- 2.2 Aportaciones Medias Anuales y Seguras en los Embalses Identificados
- 2.3 Caudales Picos (m³/s) y Características del Cauce
- 2.4 Cuencas y Zonas de Desarrollo con Algunas Limitaciones en el Uso de las Aguas Superficiales y Subsuperficiales
- 2.5 Análisis de Agua para Consumo Humano
- 2.6 Análisis de Agua para Riego

- 4.1 Balances Hidráulicos

- 5.1 Tabla de Volumen de Presas
- 5.2 Tabla de Costo de Presas
- 5.3 Tabla de Capacidad Efectiva
- 5.4 Tabla de Costos-Cotas
- 5.5 Tabla de Capacidad Efectiva-Cotas
- 5.6 Eficiencia Económica de una Presa
- 5.7 Resumen General de Eficiencia Económica de Presas
- 5.8 Resumen General por Eficiencias de Presas
- 5.9 Selección y Algunas Características de las Presas que Conforman el Plan de Embalses Propuestos
- 5.10 Tránsito de un Hidrograma en un Embalse
- 5.11 Componentes de los Embalses y sus Dimensiones

- 6.1 Proyectos y Alternativas (1/2)
- 6.2 Proyectos y Alternativas (2/2)
- 6.3 Proyecto de Trasvases Zona Central y sus Características Técnicas
- 6.4 Otros Proyectos con Trasvases y sus Características Técnicas

LISTA DE FIGURAS

Figura

- 3.1 Traslase Daule Peripa - La Esperanza (Factibilidad)
- 3.2 Traslases Daule Peripa - La Esperanza (Diseño y Modificaciones)

- 4.1 Demandas y Disponibilidades Anuales del Proyecto Integrado Chone-Portoviejo

- 5.1 Ubicación Sitios de Presa de Embalses y Aquellos Seleccionados
- 5.2 Eficiencia Económica de la Presa Cuaque (0-1)

- 6.1 Zona Central Traslases - Alternativa 1
- 6.2 Zona Central Traslases - Alternativa 2
- 6.3 Zona Central Traslases - Alternativa 3
- 6.4 Zona Central Traslases - Alternativa 4
- 6.5 Zona Central Traslases - Alternativa 5
- 6.6 Zona Central Traslases - Alternativa 6
- 6.7 Proyecto Jama y Cuaque - Traslases Alternativa 1 y 2
- 6.8 Proyecto Ayampe - Traslases
- 6.9 Traslase Area de Riego Sancan Alternativa 1
- 6.10 Traslase Area de Riego Sancan Alternativa 2
- 6.11 Proyectos de Riego y Abastecimiento de Agua Potable y Alternativas de Traslases Identificados

I. INTRODUCCION

Debido a las características climáticas, geológicas y topográficas, la disponibilidad de los recursos de agua superficial y subterránea no presenta una relación favorable a nivel puntual, respecto a las demandas previstas. Se ha hecho una estimación muy conservadora de su disponibilidad como de su calidad para los fines de su uso. La falta de información básica para cada una de las cuencas que conforman la provincia de Manabí obligó a recurrir al uso de modelos paramétricos que faciliten efectuar estimaciones puntuales a nivel regional. Adicionalmente ha sido necesario utilizar informaciones disponibles en las zonas aledañas a la Provincia, previa verificación de su adaptabilidad a las condiciones del área del Proyecto.

II. RECURSOS HIDRICOS

2.1. RECURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES

2.1.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO

A partir de 1962 se iniciaron en Manabí controles hidrométricos diarios en una red conformada por siete estaciones que contaban en su mayor parte con inscriptores de niveles o limnigrafos y facilidades para aforar los caudales. Aprovechando las estadísticas de caudales más confiables de una parte de esta red, complementada con otras estaciones aledañas a la provincia y una red de unas cuarenta estaciones pluviométricas, se adaptó y calibró un Modelo de Simulación Hidrología mensual. Se consideraron las pérdidas por evapotranspiración, infiltración y percolación así como los caudales base. Mediante este modelo matemático se generaron series históricas de caudales mensuales para el período 1970-85, correspondientes a cada una de las veinte y dos cuencas que conforman la provincia de Manabí y a las cuencas afluentes a todos los embalses identificados.

En el cuadro 2.1 se presentan los volúmenes de escurrimientos y rendimientos específicos por zonas y cuencas.

Similarmente a lo que ocurre con las reservas de agua subterránea, se puede observar que el 60% del volumen medio anual que asciende a 12 382 hm³ corresponde a la Zona Oriental mientras que a las áreas más pobladas y con los mejores suelos disponibles para un desarrollo agrícola, como son la Zona Central y Suroeste, les corresponde apenas un 20% .

Por las características del clima y vegetación Manabí presenta, según se puede apreciar en el cuadro siguiente, cursos fluviales con régimen permanente, semipermanente y efímero. Estos últimos llevan agua sólo durante temporadas de lluvias de extraordinaria intensidad y duración.

TIPOS DE REGIMENES DE ESCURRIMIENTO

Zonas de Desarrollo	Régimen de Escurrimiento		
	Permanente	Semipermanente	Efímero
Norte	x	x	
Central	x	x	x
Suroeste			x
Oriental	x		
Sur	x		

La distribución mensual de los caudales a lo largo del año se rige por un período lluvioso o invierno que abarca los meses de enero a mayo, un período seco o de estiaje que corresponde a los meses de julio a noviembre y dos meses de transición que son junio y diciembre.

En el cuadro 2.2 se presenta una síntesis de la información usada para poder simular la operación de los embalses. En él se señalan las aportaciones medias anuales con un 80% de garantía para todos los embalses identificados. De la misma manera se muestra el aporte de sedimentos en 50 años de operación de dichos embalses.

Paralelamente se ha calculado hidrogramas de avenida para diferentes periodos de retorno con la finalidad de dimensionar los aliviaderos de demasía de las diferentes presas de embalses y de obras de derivación, identificadas así como la capacidad de laminación de cada embalse. Los caudales picos se muestran en los cuadros 2.3 (1/2) y 2.3 (2/2).

Para ello se utilizó el programa HYMO (Hydrologic Modeling del Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture) modificado por el CIDIAT.

Se usaron hietogramas a partir de: a) las precipitaciones máximas en 24 horas deducidas de las curvas de Intensidad de Lluvias-Duración-Frecuencia, obtenidas de un estudio de regionalización realizado por CEDEGE y verificadas, cuando era posible, por un estudio similar efectuado a nivel nacional por el INAMHI; b) coeficientes de distribución espacial aplicables a los valores anteriores y obtenidos a partir de tormentas registradas simultáneamente en diferentes estaciones de la provincia de Manabí; y, c) una distribución temporal (para periodos unitarios de dos horas) de acuerdo a las normas de U.S. Army Corps of Engineers.

2.1.2. CALIDAD DEL RECURSO

Para poder sacar conclusiones válidas, tanto para el agua destinada al consumo doméstico e industrial como para el riego, se ha tenido que obtener muestras representativas sometidas a un detallado análisis de laboratorio.

Efectivamente se seleccionaron treinta y siete sitios de muestreo, tomando en algunos de estos sitios hasta tres muestras en

diferentes épocas del año con el fin de poder establecer índices de oxigenación, carga orgánica, calidad bacteriológica y física para poder definir sus limitaciones para el consumo humano.

De igual modo y con el fin de conocer su calidad para fines de riego se analizó en cada uno de los sitios señalados con anterioridad el grado de salinidad, la tasa de infiltración del agua por su contenido de sodio y calcio, la toxicidad a ciertos iones específicos (sodio, cloruros o boros) y la presencia de algunas nutrientes que pueden causar efectos sobre frutos, follajes y la corrosión de algunos equipos.

Los resultados tanto para las aguas superficiales como sub-superficiales que se analizan en este numeral se sintetiza en el cuadro 2.4.

En síntesis se puede decir que las mejores aguas superficiales desde el punto de vista de sus características físicas y químicas para el consumo doméstico e industrial son las de los ríos de las cuencas Carrizal y Chone.

Las de menor contaminación bacteriológica son las de los ríos Colimes y Carrizal-Chone y las más contaminadas corresponden a los ríos Portoviejo, Briceño y Canoa.

En cuanto al riego, tal como lo indica el cuadro 2.4, la cuencas de los ríos Jama, Briceño y Canoa únicamente permitirán irrigar cultivos muy tolerantes a las sales. Carrizal-Chone presenta las aguas de mejor calidad aunque se prevén problemas ligeros a moderados de permeabilidad en el suelo. Una característica similar presenta a la parte media y alta de la cuenca del Portoviejo.

2.2. RECURSO DE AGUA SUBTERRANEA

2.2.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO

En base a resultados disponibles provenientes de prospecciones geofísicas, perforaciones de pozos, pruebas de bombeo, análisis físico-químico de las aguas y análisis de las características geológicas, litológicas y climáticas de la provincia de Manabí, se ha tratado de estimar las potencialidades tanto renovables como no renovables del agua subterránea así como su calidad.

La información básica disponible se compone de unos cien pozos situados predominantemente (60%) en depósitos aluviales y el saldo en formaciones permeables de porosidad primaria. Sus profundidades varían entre 6 y 104 m y el rango de producción recomendado por pozo fluctúa entre 0.3 y 25 l/s.

Con el objeto de poder estimar las posibles recargas se recurrió a 46 estaciones meteorológicas para las cuales se efectuaron balances hídricos considerando valores medios mensuales de precipitación, evapotranspiración potencial y real y reservas de agua del suelo. De esta manera fue posible estimar las recargas anuales, o en su defecto la ausencia de recarga, a nivel de cada una de las 22 cuencas hidrográficas que conforman el área del Proyecto desglosadas para las diferentes formaciones geológicas identificadas.

Los resultados del estudio aparecen representados en el Mapa Hidrogeológico y en numerosos cuadros publicados al término de la Fase I del Proyecto.

Como conclusión, a nivel regional, o sea a nivel de toda la provincia de Manabí, se dispone de aproximadamente 8 200 millones de m³ de reserva de agua subterránea. Dicho volumen corresponde a un 65% de las disponibilidades de aguas superficiales.

Para los fines de planificación se desdobra este recurso en dos componentes: a) reserva no renovable y b) reserva renovable.

- Reserva no Renovable

Corresponde a las napas confinadas y semiconfinadas existentes en los depósitos aluviales y en las siguientes formaciones geológicas: Balzar, San Mateo, Onzole (Miembro Superior), Angostura, Canoa y San Mateo. Dichas formaciones geológicas son unidades litológicas permeables, con porosidad primaria, asociadas con rocas clásticas, no o poco consolidadas.

En algunos casos existen serias dudas sobre su grado de confinamiento y consecuentemente sobre la falta de renovación de su recurso. Nos referimos específicamente a los depósitos aluviales de Montecristi y Cantagallo donde los balances deficitarios mensuales son nulos a lo largo de un año promedio, es decir, ausencia de recargas; sin embargo, se ha observado en uno de los pozos del acuífero Cantagallo un ascenso de sus niveles de agua de 5 m durante 8 años de haberse explotado el acuífero.

En el cuadro siguiente se presentan las reservas geológicas estimadas por la Unidad Técnica del PHIMA.

RESERVAS GEOLOGICAS

a) Depósitos Aluviales

Sector	Area (km ²)	Reserva Geológica Explotable (10 ⁶ m ³) 1/
Pedernales		
Cojimies	280	80
Jama	15	4
Canoa	25	5
Chone	300	162

Cont.

Sector	Area (km ²)	Reserva Geológica Explotable (10 ⁶ m ³) 1/
Portoviejo	290	125
Montecristi	40	24
Cantagallo	50	51
Paján	27	14
Banchal	10	2
Lascano	14	3
Guineal	56	18
La Unión	26	8
Subtotal	1 133 km ²	496 * 10 ⁶ m ³

b) Formaciones Permeables con porosidad primaria

Sector	Area (km ²)	Reserva Geológica Explotable (10 ⁶ m ³) 1/
Balzar y San Mateo	2 000	2 400
Onzole	860	774
Angostura	1 100	990
Canoa	250	187
San Mateo	480	360
Subtotal	4 690	4 711 x 10 ⁶ m ³
Gran total	5 823 km ²	5 207 x 10 ⁶ m ³

1/ Corresponde al 60% de las reservas geológicas detectadas.

La explotación de los acuíferos confinados y semiconfinados debe efectuarse con un adecuado monitoreo cuantitativo y cualitativo. Para el caso específico de los acuíferos de Cantagallo y Montecristi se recomienda para los próximos 30 años rangos de explotación equivalentes al 30-35% de las reservas geológicas identificadas según se señala en el cuadro siguiente:

ESQUEMA RECOMENDADO DE EXPLOTACION

Nombre del Acuífero: Período (años)	Cantagallo Volumen (10 ⁶ m ³)	Montecristi Volumen (10 ⁶ m ³)
1990-1995	3.0	1.0
1996-2000	3.5	1.5
2001-2005	4.0	2.0
2006-2010	4.5	2.5
2011-2015	5.0	3.0
2016-2020	5.5	3.5
Total	25.5 x 10⁶ m³	13.5 x 10⁶ m³

- Recurso Renovable

Tal como lo indica su nombre, dichas reservas dependen de las recargas que reciben en épocas de lluvias y a su vez de las descargas que experimentan en periodos secos. Para el cálculo de la recarga anual se utilizaron los balances hídricos de Thornthwaite de las estaciones meteorológicas representativa para los estratos impermeables y aluviales correspondientes a cada cuenca hidrográfica aplicando coeficientes de recarga de 0.8 a los valores mensuales de exceso en formaciones impermeables y 0.55 en formaciones aluviales. En el cuadro siguiente se sintetizan los volúmenes de recarga para cada cuenca.

RECARGA ANUAL

Cuenca	Volumen de recarga (10 ⁶ m ³)
Cojimies	85.5
Cuaque	33.8
Don Juan	8.7
Jama	110.2
Río Canoa	10.0
Río Briceño	11.5
Bahía	4.6
Chone	286.9
Portoviejo	93.0
Manta	0.0
Sancán	0.2
Cantagallo	0.0
Jipijapa	16.3
Salaite	0.0
Buenavista	4.7
Ayampe	13.1
Salango	0.0
Esmeraldas	728.3
Daule	1 178.9
Puca	248.1
Colimes	133.8
Guanábano	31.0
Total	≈ 3 000.0 x 10 ⁶ m ³

2.2.2. CALIDAD DEL RECURSO

En el mapa hidrogeológico señalado anteriormente se presenta para los acuíferos confinados costeros los límites de la interfase (agua dulce-agua salobre) según los análisis físico-químico

disponibles. De igual manera se identifican los pozos con agua apta para el consumo humano. La representatividad de los resultados es muy relativa debido al limitado número de pozos disponibles con resultados de análisis y por la heterogeneidad de calidades, inclusive en un mismo acuífero.

En los cuadros 2.5 y 2.6 se presenta el análisis de agua tanto para riego como para el consumo humano. A modo de orientación, las aguas de clase C3 son aptas sólo para plantas muy tolerantes a sales y las de clase C4 sólo pueden utilizarse ocasionalmente con adecuados lavados y para cultivos altamente tolerantes a sales.

En general, la aptitud del agua analizada es de buena calidad para el consumo humano y por la magnitud del recurso disponible debería ser usada preferentemente para este fin.

2.2.3. POSIBLES USOS DEL AGUA SUBTERRANEA PARA CONSUMO DOMESTICO.

La Zona Oriental, en donde reside la menor cantidad de pobladores de la Provincia, cuenta con un 64% de todas las reservas. Por su accidentada configuración topográfica el recurso compete en muchos sitios, desde el punto de vista económico, con los resultados de agua superficial.

A su vez en la Zona Central y Suroeste su uso para el consumo doméstico, antes que entre en operación los sistemas múltiples de Paján-Misbaque, Chone, Cuaque y Jama, y aún durante su operación, deberá ser cuidadosamente controlado.

Se recomienda un estudio más detallado particularmente para la explotación de los acuíferos de Cantagallo y Montecristi.

III. PROYECTOS HIDRAULICOS ACTUALES LIGADOS CON LOS ESQUEMAS DE TRASVASES A PROPONER POR PHIMA.

3.1. PROYECTO DE PROPOSITO MULTIPLE "JAIME ROLDOS AGUILERA" Y "TRASVASE A LA ESPERANZA".

El Proyecto "Jaime Roldós Aguilera" o más comúnmente llamado Daule-Peripa, es una de las grandes expectativas para el desarrollo socioeconómico del País, y más específicamente para el desarrollo integrado de la cuenca del río Guayas, la Península de Santa Elena, así como de la región central de la provincia de Manabí. El proyecto está basado en la regulación del río Daule y la utilización del agua para varios fines, lo cual le da la connotación de proyecto de usos múltiples. Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con este proyecto entre otros son:

- Brindar protección significativa contra las inundaciones, reduciendo su potencial a sólo un 20% .
- Porporcionar riego y drenaje para 50 000 ha en la llanura baja del río Daule.
- Suministrar agua para consumo de la ciudad de Guayaquil y otras ciudades cercanas al río Daule.
- Generar energía eléctrica.
- Proporcionar agua para el desarrollo agropecuario.
- Trasvasar el agua desde su embalse a la región Central de la Provincia de Manabí para el desarrollo agropecuario y abastecimiento poblacional.

El elemento principal del proyecto, para poder alcanzar los grandes objetivos propuestos es la presa Daule-Peripa, que tiene

una altura de 90 m y una capacidad de almacenamiento bruta de 5 300 millones de metros cúbicos de agua.

Además de los beneficios derivados directamente del incremento de la producción agrícola y de la generación de energía eléctrica, el hecho de poder regular el caudal del río deja como consecuencia una serie de beneficios y proporciona agua para varias finalidades. De tal manera que para poder comprender en toda su dimensión la importancia de la presa, habría que considerar algunos otros proyectos asociados que están íntimamente relacionados con la presencia de dicha presa y que tienen que ver con el desarrollo integral de la cuenca del río Guayas, la Península de Santa Elena y la Región Central de la provincia de Manabí.

El área de influencia del proyecto de trasvase de las aguas del río Daule a la Zona Central de Manabí comprende dos valles principales, el del río Portoviejo y el del río Carrizal. Este proyecto consiste en el traslado de 567 millones de metros cúbicos por año hacia la provincia de Manabí con el fin de suplir los déficit que allí se experimentan.

Dos embalses serían los posibles receptores del trasvase, estos, Poza Honda y La Esperanza.

El Proyecto Poza Honda tiene como principal objetivo el abastecimiento de agua potable y riego para la Zona Central de Manabí, en el área de influencia del valle del río Portoviejo. El trasvase de las aguas del proyecto Daule-Peripa al embalse Poza Honda se conceptúa con el propósito de cubrir el déficit de agua para consumo humano, industrial y de riego del valle del río Portoviejo.

El otro proyecto de suma importancia para la región, que se robustecerá con el trasvase del río Daule, es el Proyecto Carrizal-Chone, localizado en la Zona Noroeste de la provincia a lo largo de los ríos Carrizal y Chone, que tiene como componente principal la presa La Esperanza, la misma que una vez concluida constituirá la pieza básica del Proyecto de Desarrollo

Agrícola de los valles de los ríos Carrizal y Chone, para los que se ha previsto el aprovechamiento de 17 500 ha para fines de cultivo. A continuación se enumeran las principales características técnicas de la presa Daule-Peripa.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA PRESA DAULE-PERIPA

Embalse:

- Lecho del río	Cota 12
- Corona de la presa	Cota 90
- Nivel normal del embalse	Cota 85
- Nivel mínimo del embalse	cota 60
- Nivel máximo extraordinario	Cota 88
- Area de captación	4 200 km ²

Volumen del Embalse:

- A la cota 88	6 000 000 000 m ³
- A la cota 85	5 300 000 000 "
- A la cota 45	300 000 000 "
- Area inundada a la cota 85	27 000 ha
- Area inundada a la cota 88	30 000 "

Volúmenes utilizados:

- Para control de crecientes	700 000 000 m ³
- Para energía	3 500 000 000 "
- Para riego	1 800 000 000 "
- Para agua potable	500 000 000 "
- Para sedimentos	300 000 000 "

Presa

a) Terraplén:

- Altura sobre la fundación	90 m
- Altura sobre el lecho del río	78 m
- Taludes laterales	1:2.7 en ambos espald.
- Longitud de la corona	250 m
- Ancho del terraplén en la base	500 "
- Volumen del terraplén principal	3 000 000 m ³

b) Vertedero:

- Caudal máximo natural	14 350 m ³ /s
- Caudal máximo regulado	3 480 "
- Ancho del vertedero principal	59 m
- Cota de la corona del azud	77 "
- Número de compuertas radiales	3
- Dimensiones de las compuertas	8 x 17
- Longitud de la rápida y estaque amortiguador.	510 m
- Ancho del canal de descarga	59 "

c) Obras de desvío:

- Número de túneles de desvío	2
- Diámetro de los túneles	9 m
- Longitud de los túneles	550 "
- Capacidad de descarga por túnel durante el desvío.	890 m ³ /s
- Capacidad de descarga como desagüe de fondo.	400 m ³ /s

d) Obras de generación:

- Capacidad instalada	130 MW
- Potencia garantizada	81 MW

- Potencia media	68 MW
- Factor de planta	0.54
- Energía media	601 GWH/año
- Energía anual firme	510 "
- Energía secundario	916 "
- Nivel mínimo de generación	65 m
- Descarga de diseño por unidad	132.3 m ³ /s
- Altura de diseño	58.2 m
- Número de grupos	2
- Tipo de turbina	Francis

e) Diques laterales:

- Longitud aproximada	18 km
- Altura media	10 m
- Altura máxima	27 "
- Cota de la corona del dique	90 msnm
- Volumen aproximado de los diques	5 900 000 m ³

f) Vertedero de emergencia:

- Longitud	450 m
- Capacidad	750 m ³ /s

3.1.1. ANTECEDENTES DEL TRASVASE A LA ESPERANZA

El Consorcio Ecuatoriano-Brasileño entregó en diciembre de 1986 el diseño definitivo de las obras de trasvase de las aguas del río Daule a los embalses de Poza Honda y La Esperanza. El túnel hacia La Esperanza es uno de los componentes de las obras de trasvase que toma las aguas en el embalse de Daule-Peripa, actualmente en operación y descarga en el futuro embalse de La Esperanza.

A mediados de 1988 el CRM gestionó junto al CEDEGE, propietario del aprovechamiento Daule-Peripa, la construcción del portal de

entrada del túnel hacia La Esperanza, a la vez que el embalse comenzaba a llenarse.

En base a una verificación de los resultados de los estudios de simulación de la operación del embalse Daule-Peripa, el CRM consultó al Consorcio sobre la conveniencia de rebajar el portal de entrada de manera a reubicar el piso de la toma (cota 69 m) a un nivel inferior, buscando asegurar 100% del caudal de trasvase desde el embalse Daule-Peripa.

En agosto de 1988 el Consorcio concluyó los estudios y verificó que sería posible y conveniente rebajar la cota del portal de entrada del túnel La Esperanza, ocasión en que también se entregaron los diseños revisados de ese portal de entrada.

En mayo de 1989 el CRM solicitó al Consorcio que estudiase la viabilidad técnica de aumentar el caudal por el túnel La Esperanza, pasando de 6 m³/s al de 18 m³/s.

3.1.2. ESTUDIOS REALIZADOS PARA EL TRASVASE

(1) Factibilidad

Inicialmente y de acuerdo al estudio de factibilidad efectuado por el Consorcio en el año de 1986 se propuso la alternativa de trasvase, ver figura 3.1, constituida por el túnel de trasvase a gravedad, La Esperanza, el cual enlazaba los embalses de Daule-Peripa y La Esperanza. Su extensión era de aproximadamente 10.05 km y fue dimensionado para el caudal máximo normal de 6 m³/s y verificado su funcionamiento para caudales mayores de hasta 10 m³/s.

La posibilidad de poder pasar caudales mayores daría al túnel mayor flexibilidad operacional en años hidrológicos críticos, cuando se podrá necesitar más agua que las previstas, basadas en la estadística de la serie de datos pluviométricos disponibles entre los años de 1963 y 1982.

El control del caudal trasvasado se lo haría por el portal de entrada, localizado en la cota 64.0 m donde se alojarían las tuberías de captación y las válvulas de regulación de los caudales.

En el portal de salida fue previsto un "stop-log", para permitir el acceso a una torre y en consecuencia al interior del túnel, aún cuando el nivel del agua en la presa La Esperanza esté en cotas superiores a la cota 59.0 m del portal de salida.

Esta estructura se calculó para resistir básicamente los esfuerzos hidrostáticos del nivel de agua, interno y externo, además de las cargas del pórtico de operación del "stop-log" y esfuerzos laterales de sismo.

Para trabajos de mantenimiento del túnel La Esperanza, así como también para efectuar los trabajos de inspección, fue previsto en el portal de salida del túnel una compuerta de cierre del túnel, compuesta de dos tableros en acero. Su manejo y operación se lo haría a través de una estructura de izamiento y el pórtico con un sistema manual.

Finalmente, después de la estructura de salida fue previsto un canal, por el cual el agua pasará antes de alcanzar el espejo de agua en el embalse La Esperanza.

(2) Diseño definitivo

Posteriormente, en abril de 1987, el mismo Consorcio Ecuatoriano-Brasileño emite el informe final¹ del diseño definitivo de la alternativa C de trasvase, definida a nivel de factibilidad.

¹Trasvase de las aguas del río Daule a los embalses de Poza Honda y La Esperanza. Diseño definitivo. Informe final. Volumen I. Memoria general del proyecto.

De acuerdo a este diseño se mantienen las mismas consideraciones realizadas a nivel de factibilidad y enunciadas de manera general anteriormente, con excepción de las siguientes:

- a) La extensión del túnel es ahora de aproximadamente 8.3 km y su funcionamiento hidráulico analizado para 6 m³/s (condiciones normales) y 12 m³/s (capacidad máxima); y,
- b) El portal de entrada en Conguillo se fijó en la cota 69.0 m y el de salida en Membrillo en la cota 60.60 m, ver figura 3.2.

(3) Modificación del túnel de trasvase

Como se indicó previamente, en mayo de 1989 el CRM solicitó al Consorcio que estudiase la viabilidad técnica de aumentar el caudal de trasvase por el túnel La Esperanza, pasando de los 6 m³/s a los 18 m³/s.

Los resultados de este último estudio se detallan a continuación:

- Premisas adoptadas

Fueron consideradas las posiciones y cotas de los portales de entrada y salida del túnel, esto es de 66 m en el portal de entrada en el sitio Conguillo y 58.60 m en el portal de salida en el sitio de Membrillo. Como se puede observar, se tiene una disminución de 3.0 y 2.0 m con respecto a las cotas definidas en el diseño definitivo, para los portales de entrada y salida (69.00 m y 60.60 m), respectivamente. El caudal máximo trasvasado será de 18 m³/s.

Por determinación del CRM las dimensiones originales del portal presentadas en diseño definitivo deben ser cambiadas el mínimo posible y el diámetro de las tuberías en la toma de agua debe ser mantenido. El coeficiente de Manning adoptado es 0.02.

- Modificaciones necesarias - túnel y portales

Este túnel enlaza los embalses de Daule-Peripa y La Esperanza, su longitud es de aproximadamente 8 301.50 m.

La cota del piso de entrada fue fijada en 64.00 m y la pendiente en 0.00063 m/m. La cota del piso de salida será la 58.5 m.

El control del caudal trasvasado se hizo por el portal de entrada. Como el nivel de agua en la presa Daule-Peripa puede alcanzar cotas elevadas, hasta 85 m (cota de la cresta del vertedero), habrá necesidad de obstruir el flujo para el túnel de modo que limite el caudal. Esto podrá hacerse por válvulas o por compuertas. Se estudiaron las dos opciones y se ha concluido ser más ventajosa las válvulas dispersoras de eje vertical, por ocupar menor espacio, tener menos vibraciones, y garantizar mayor precisión en el control del caudal.

Los estudios hidráulicos indicaron la necesidad de aumentar los diámetros de las tuberías de aducción y de las válvulas dispersoras de energía en el portal de entrada. En efecto, se usarán dos válvulas dispersoras que pasarán de 1.20 m de diámetro original a 1.40 m de diámetro definitivo y una válvula de mariposa de 0.80 m de diámetro.

Las válvulas dispersoras se unirán a tuberías de 1.40 m de diámetro con eje horizontal, donde se intercalará una válvula de mariposa que permitirá el aislamiento de una línea para mantenimiento o reparación.

La línea con 0.80 m de diámetro tendrá la válvula de mariposa antecedida de otra, para permitir el mantenimiento o reparación de la primera.

La estructura de entrada de Conguillo será mantenida sin modificaciones. Cada válvula dispersora se alojará en un pozo de disipación de energía con dimensiones de 4.20 x 4.20 m y profun-

didad de 5.00 m. Los flujos de todas las válvulas se reúnen en un canal de transición que converge para la sección del túnel.

De conformidad con los cálculos hidráulicos ejecutados, el túnel de trasvase se proyectó con sección herradura y después de estudiarse distintas combinaciones de altura y ancho se llegó a determinar las siguientes dimensiones internas:

Radio : 2.20 m

Ancho : 4.40 "

Base : 3.50 "

Altura : 4.50 :

La base del túnel tendrá una depresión de 0.30 m en su parte central, con la finalidad de drenaje durante su construcción.

Esta sección fue la más conveniente, teniendo en consideración el proceso constructivo y el acceso y operación de los equipos de excavación y transporte del material. El túnel se dimensionó para un caudal máximo normal de 18 m³/s.

Finalmente, se hará el dimensionamiento hidráulico del túnel para dos condiciones operacionales: el túnel funcionando como canal y como tubería.

La primera condición se verifica cuando el nivel del agua en La Esperanza está abajo de la cota de salida, o sea 58.50 m. A medida que este nivel va subiendo, una parte del túnel funcionará ahogado, como tubería, y otra como canal. Para niveles altos en La Esperanza, o caudales de trasvase mayores que 18 m³/s el túnel funcionará como tubería con sección llena.

Los estudios realizados permitieron verificar que es factible aumentar el caudal de trasvase en el túnel La Esperanza para 18 m³/s. Sin embargo, hay que tomar en consideración ciertas condiciones hidráulicas y geotécnicas, y procurar operar el túnel en régimen libre.

Adicionalmente al trasvase a La Esperanza, el mismo Consorcio Ecuatoriano-Brasileño llevó a nivel de diseño un trasvase hacia el embalse Poza Honda mediante bombeo de 12 m³/s desde aguas abajo del embalse Daule-Peripa, esto es, usando las aguas turbidas. Esta concepción quizás obedeció a la idea de que el trasvase a Poza Honda debiera ser independiente de la construcción de la presa La Esperanza, antes que a concepciones integrales y económicas.

3.2. PROYECTO MULTIPLE CARRIZAL-CHONE

En base al Acuerdo General sobre Cooperación Técnica entre los Gobiernos de la República Federal Alemana y de la República del Ecuador, en el cual se comprometían, bajo una asociación de iguales derechos y según sus posibilidades, a trabajar conjuntamente en asuntos económicos y técnicos, se llevó a cabo las investigaciones hidroeconómicas de la provincia de Manabí, para lo cual el Gobierno Alemán contrató con la Firma Agrar Und Hydrotecnick la realización del estudio, año 1973.

El trabajo constaba de tres etapas:

- I Investigaciones Socioeconómicas
- II Investigaciones Hidroeconómicas
- III Investigaciones para la factibilidad técnica, económica y financiera de proyectos más urgentes (Estudios de Factibilidad).

El Proyecto Carrizal-Chone fue seleccionado por la contraparte ecuatoriana para la ejecución del punto III. La concepción del proyecto establecía como objetivo principal el de fomentar el sector agropecuario del área Carrizal-Chone, con el fin de incrementar el aporte de esta zona al producto social, elevar el número de plazas de trabajo, influir favorablemente en el nivel y en la participación individual y lograr repercusiones favorables en la balanza de pagos.

Luego de las investigaciones necesarias se llegó a la conclusión de que el proyecto era técnicamente posible sólo con la construcción de la presa, cuyo sitio "La Esperanza" resultó ser el más indicado y favorable porque a más de asegurarse un almacenamiento necesario para suplir las demandas de riego, también produce un suficiente efecto regulador de las grandes avenidas que anualmente provocan inundaciones en la zona de riego.

Consecuentemente, el proyecto constaba de dos componentes básicos:

- a. Presa La Esperanza
- b. Sistema de Riego y Drenaje

3.2.1. PRESA LA ESPERANZA

La presa La Esperanza se encuentra situada en el curso medio superior del río Carrizal, en la Provincia de Manabí, aproximadamente a la cota 23 sobre el nivel del mar, a 13 km al sureste de la ciudad de Calceta.

(1) Finalidad de la obra

El objetivo principal de la presa La Esperanza es el control de los aportes hídricos del río Carrizal para evitar parcialmente las inundaciones de la zona baja del valle y satisfacer las demandas hídricas de las poblaciones y áreas de riego existentes en la confluencia de los ríos Carrizal y Chone.

El volumen de almacenamiento útil de la presa será de 391×10^6 m³ para atender las demandas de agua potable y riego. Esta presa forma parte de los esquemas de trasvase desde Daule-Peripa hacia la Zona Central de la Provincia de Manabí.

3.2.2. ANTECEDENTES DE LA OBRA

Los primeros estudios sobre la presa La Esperanza se efectuaron entre los años 1970 y 1975, con motivo del estudio Hidroeconómico de la provincia de Manabí. Como resultado de ese estudio se seleccionó la presa "La Esperanza" como la obra de regulación fundamental que permitiera el desarrollo hidroagrícola integral del área Carrizal-Chone.

El diseño inicial de la presa fue desarrollado por la Asociación de Ingenieros Consultores Integral, Agrar y Salzgitter y se concluyó en el mes de septiembre de 1976.

Tras un concurso internacional, las obras fueron adjudicadas a la compañía Constructora Coreana DAEWOO Internacional. Las obras se iniciaron en el mes de Agosto de 1978.

Durante los trabajos de excavaciones en el área de la terraza del río, se descubrió la existencia de condiciones no favorables en los sedimentos aluviales, que impedían la continuación de las obras con el diseño existente. Como consecuencia de ello, los trabajos de construcción fueron interrumpidos en el año de 1980.

En el mes de septiembre de 1981 el CRM convocó un concurso internacional de Empresas Consultoras para el rediseño de las obras y supervisión general de la nueva campaña de reconocimiento geotécnico.

Estos trabajos fueron adjudicados en diciembre de 1981 a la Asociación INTECSA (España) - GEOSISA (Ecuador). El Proyecto definitivo fue entregado al CRM en junio de 1984.

3.2.3. PRINCIPALES COMPONENTES DE LA OBRA REDISEÑADA

El proyecto comprende la ejecución de las siguientes obras permanentes:

- Dique de tierra del tipo zonificado de una longitud total de 696 m, altura máxima (sobre el cauce) de 47 m y ancho de coronación de 10 m.
- Vertedero localizado en el estribo derecho de la presa, de 4 compuertas Taintor de 7.50 x 4.00 m y diseñado para un caudal de 900 m³/s. A continuación se muestran las principales características técnicas de la presa La Esperanza.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS TECNICAS PRESA LA ESPERANZA.-

Características de la cuenca:

- Superficie total	445 km ²
- Aportación anual histórica (1964-1980)	376 hm ³
- Aportación media anual prevista	306 "
- Caudales máximas crecidas:	
• TR = 1000 años	3 039 m ³ /s
• TR = 100 años	2 120 "
• TR = 25 años	1 665 "
• TR = 5 años	775 "
- Total Anual de sedimentos	640 000 m ³

Características del Embalse:

- Finalidad Embalse	
• Demanda agua potable	20 hm ³ /año (G=100%)
• Demanda riego	240 hm ³ /año (G=88%)
• Control de inundaciones	
- Volumen total embalse	450 hm ³
- Volumen útil regulación	386 "
- Volumen muerto	64 "
- Nivel máximo normal	66.00 msnm.
- Nivel mínimo explotación	37.00 msnm.

Características de la presa:

- Presa Principal

• Nivel de coronación	69.00 msnm
• Nivel máximo de crecidas	67.70 msnm
• Nivel cauce río	22.00 msnm
• Altura máxima (sobre cauce)	47 m
• Altura máxima (sobre cimiento)	57 "
• Longitud de coronación	696 "
• Volumen de rellenos	3 700 000 m ³

- Ataguía

• Nivel coronación	42 msnm
• Altura máxima (sobre cimiento)	22 m
• Longitud coronación	400 "
• Volumen rellenos	530 000 m ³

Características de los órganos de desagüe:

- Desvío

• Caudal de diseño	110 m ³ /s
• Sección túnel	φ 3.60 m
• Longitud túnel	280 m

- Obras entrada toma de agua

• Equipos en torre	Ataguía y compuerta vagón de 3.60 x 3.50 m.
--------------------	--

- Obras salida toma de agua

• Desagüe de fondo	
Caudal	110 m ³ /s
Equipos	Dos compuertas de 2.30 x 2.30 m.
• Entrega al canal de riego	
Caudal	38 m ³ /s (máx.) y 25 m ³ /s (min.)
Equipos	Dos válv. cónicas φ 1.20
• Entrega ecológica al río	
Caudal	5 m ³ /s

Equipos	Una válvula cónica ϕ 0.60
- Vertedero	
• Caudal diseño	900 m ³ /s
• Longitud	400 m
• Volumen hormigón	40 000 m ³
• Equipos	Cuatro compuertas Taintor de 7.50 x 4.00

El encaje de las diferentes estructuras (cuerpo de presa, obra de vertedero y toma) que constituyen la presa de La Esperanza, se realizó bajo dos soluciones propuestas² (A y B), llegándose a seleccionar la solución B por su economía y grandes ventajas de tipo técnico, que permite acomodarse mejor a las condiciones geotécnicas de la cimentación y aprovechar íntegramente el yacimiento MA-2, se adoptó esta solución como la más adecuada para configurar la sección tipo del rediseño de la presa La Esperanza.

3.2.4. SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE

La revisión de los estudios y los cambios impuestos en la presa por parte de la Consultora encargada de este trabajo, así como el periodo transcurrido, obligó al CRM a contratar los estudios de Factibilidad de Riego y Drenaje con el Consorcio C.C.A.I. en el año 1986. Este estudio ha sido entregado en el mes de septiembre de 1989 y prevé el riego de 17 500 ha.

Actualmente se busca financiamiento del BID para los estudios de diseño definitivo.

IV. DEMANDAS DE AGUA Y BALANCES HIDRAULICOS

Basados en los informes sectoriales pertinentes y en los proyectos identificados como respuesta a las estrategias formuladas

²

Ver estudios adicionales para el rediseño de la presa La Esperanza del aprovechamiento Múltiple Carrizal-Chone. Volumen I. Memoria General.

dentro del Plan Hidráulico, se procedió al cálculo de los balances hidráulicos respectivos. Especial atención merece el gran Proyecto de Trasvase para la Zona Central, el cual se ha concebido como una integración de presas y trasvases para cubrir las demandas para riego de 29 250 ha de los valles de los ríos Carrizal-Chone y Portoviejo, agua potable para 1.6 millones de personas asentadas en la Zona de Desarrollo Central de la provincia, gasto ecológico y demandas potenciales del sector camaronero de los estuarios Chone y Portoviejo o como alternativa para incorporar al desarrollo agrícola con riego la Zona de Sancán. En la figura 4.1. se muestran las demandas y disponibilidades reguladas disponibles para la Zona de Desarrollo Central y en el cuadro 4.1 los balances para los ocho (8) proyectos prioritarios identificados. Todos los balances son positivos, pero es preciso anotar que los aportes de intercuenca son considerables en algunos de los proyectos y serán destinados como estrategia a cubrir las demandas del sector camaronero.

V. PLAN DE EMBALSES

Un total de 53 sitios de presas de embalses promisorios fueron inventariados, ver figura 5.1, y cuyas características más resalantes se calcularon detalladamente y fueron mostradas en el informe "Embalses" de la Fase I del Plan Hidráulico de Manabí. El siguiente paso era determinar la eficiencia económica de las mismas a fin de seleccionar aquéllas que representaran menor costos por m³ de agua embalsada, constituyéndose éstos en fuentes potenciales de suministro de agua regulada para diferentes usos.

5.1. EFICIENCIA ECONOMICA DE EMBALSES

Tres (3) son las evaluaciones que se efectúan a fin de seleccionar sitios de presa, ellas son: evaluación hidrológica, topográfica y geológica. La segunda de ellas se mide por la capacidad embalsada para una altura dada de presa, esto es, que con la menor altura se logre el mayor embalse y adicionalmente que sea

un buen cierre; la tercera se refiere a la mayor o menor seguridad y economía de fundación que provea el sitio. La primera de ellas y relacionada con la segunda conduce a obtener los costos de presas y obras anexas para cada capacidad efectiva de embalse.

Es conveniente definir antes de continuar con la metodología de cálculo, lo que se entiende por capacidad efectiva de un embalse y eficiencia económica del mismo: Capacidad Efectiva es la Capacidad Anual usable del embalse.

Eficiencia Económica: Es el resultado de dividir los costos de construcción de las obras concernientes a un embalse por la capacidad efectiva, ambos referidos al nivel o cota de operación máxima. El menor cociente se constituye en la eficiencia económica de dicho embalse y es un elemento decisivo en la selección final del sitio de presa.

5.1.1. METODOLOGIA

- Confección de las curvas de Area-Capacidad, basado en la topografía existente.
- Levantamiento topográfico detallado de una sección del sitio de presa, que cubra los estribos hasta el divorcio de aguas.
- Cálculo de los volúmenes de presa para diferentes alturas o niveles de operación seleccionados a priori y cuidando que estas cotas estén por debajo al menos cinco (5) metros de la altura máxima de presa que físicamente pueda alojar la sección. Para el cálculo de los volúmenes se adoptó una sección típica de presa de materiales sueltos taludes 3:1 y ancho de corona de 10 m. Las fórmulas utilizadas se presentan a continuación:

$$A_i = 10 H_i + 3 H_i^2 ; \quad (1)$$

H_i = altura desde la fundación hasta el nivel considerado en diferentes puntos de la sección.

$$V_i = \sum_{i=2}^N \frac{1}{2} (A_i + A_{i-2}) l_i \quad (2)$$

A_i = Area definida según ecuación (1)

l_i = Distancia entre secciones.

- Cálculo de los costos inherentes a la explotación del embalse que incluye las siguientes partidas: 1) costo del relleno de la presa; 2) costo del vertedero de excesos, el cual se tomó como un 20% del costo del relleno; 3) costos de obras preparatorias, tales como desvíos durante la construcción y obras de entrada a la toma de agua; 4) costos de otras obras, tales como: salidas de fondo, tomas, equipos hidromecánicos, etc.; 5) costos por compensación de tierras que serán inundadas por el embalse, reubicación de personas, carreteras e infraestructura en general existente en el embalse; 6) costos directos, el cual es la sumatoria de los item de uno (1) hasta cinco (5); 7) costos indirectos, esto es, administración e ingeniería y equivalente al 15% de los costos directos menos los de compensación; 8) Imprevistos, éstos se calculan como un porcentaje (10%) de la sumatoria de los costos directos e indirectos; y, 9) Costo total es la sumatoria de los costos encontrados en los numerales 6, 7 y 8.

Así de esta manera se obtienen tres (3) curvas denominadas: capacidad de embalse bruto vs. cotas o niveles, volumen de presa vs. cotas y costo de presas vs. cotas o niveles, tal como se muestra en la figura 5.2 para el caso del embalse Cuaque (0-1).

La capacidad efectiva para cada año del período crítico se obtuvo del análisis de la curva de masa para la extracción de caudales seguros correspondientes a regulaciones del 100%, 90%, 80%, 70%,

60%, 50%, 40%, 30%, 20% y 10%; y se le calculó como la diferencia absoluta entre volumen máximo de extracción en el año y el mínimo. El valor máximo anual a embalsar para el período crítico y para cada regulación se tomó como la capacidad efectiva del embalse. Para cada regulación existe también una capacidad de embalse útil a fin de proveer un caudal de regulación continuo y es lo que se denomina volumen de regulación, luego entonces para cada capacidad máxima existe una capacidad efectiva y es justamente esta relación la que permite la construcción de la curva capacidad efectiva vs. cotas o niveles de la siguiente manera. Con la capacidad máxima regulada para cada porcentaje de regulación más el volumen de sedimentos o capacidad muerta del embalse se entra a la Curva de Capacidad de Embalse Bruto vs. Cotitas obteniéndose cotitas o niveles, y para estas mismas cotitas le corresponden capacidades efectivas determinadas, encontrándose así puntos, lo cual permite dibujar la curva capacidad efectiva vs. cotitas. Este conjunto de curvas así obtenidas facilita el análisis de eficiencia económica, para su cálculo se adoptan varios niveles máximos de operación del embalse y entrando a las curvas respectivas se obtienen los costos de construcción y capacidad efectiva correspondiente. La eficiencia económica se obtiene dividiendo los costos por la capacidad efectiva y se selecciona la menor relación; a esta menor eficiencia económica le corresponde un nivel de operación que sumándole un borde libre adecuado se llega a la altura definitiva de presa y así se repite el procedimiento para obtener los costos para diferentes alturas de presas. Como se trata de un procedimiento largo se le sistematizó a través de un programa de computación en lenguaje "BASIC" denominado "COSTO". Como ejemplo de aplicación se muestra para el caso del embalse Cuaque (0-1) la eficiencia económica para diferentes alturas de presas, situándose el mejor valor para una presa de altura 55 m a la cual le corresponde una eficiencia económica de 0.97 U.S \$/m', tal como se ilustra en el cuadro 5.6. En los cuadros 5.1 al 5.5 se muestran cálculos de apoyo.

5.2. EMBALSES SELECCIONADOS

Un resumen de la eficiencia económica de todos los embalses analizados y con información disponible se muestran en el cuadro 5.7 y un ordenamiento dascendente de los mismos se presenta en el cuadro 5.8.

En una primera instancia se seleccionaron aquellos embalses que mostraban una buena eficiencia económica y desde los cuales pudieran proveerse económicamente agua para abastecimiento poblacional, riego y gasto ecológico. Así de esta manera se propone un plan de embalses que involucra catorce (14) presas, así: Cuaque (O-1), Jama (O-2), Yesca (P-5), Río Grande (O-6), La Esperanza (O-9), Poza Honda (O-13), Chirijos (O-11), Chebe (P-1), La Unión (P-25), San Ramón (O-3), Briceño (P-8), Pescado (P-26), Puca (O-16) y Misbaque (O-26), las cuales están ubicadas dentro de las primeras veinte con mejor eficiencia económica. Adicionalmente, en consideración a proyectos que actualmente están en marcha o a la necesidad de atender demandas de áreas de riego, se seleccionan siete (7) presas, las cuales son: Ayampe (P-27), Mosca (O-10), Lascano (O-17), Paján (O-19), Punta de Piedra (P-9), Noboa (P-22) y Sancán (P-12), esta última actuaría como reservorio para embalsar los excesos de un bombeo constante de 6 m³/s que se plantea desde el río Portoviejo hacia el proyecto Sancán para el riego de 10 000 ha. En conclusión, se propone un esquema de embalses que incluye veinte y una presas cuyas características más resaltantes se muestran en el cuadro 5.9, y las cuales serán sujetas posteriormente a una evaluación de costos. Las características de estos embalses y que aparecen consignados en el cuadro 5.9, cubren las demandas de riego, agua potable y gasto ecológico para los proyectos respectivos.

5.3. COMPONENTES DE CADA EMBALSE PARA EFECTOS DE EVALUACION DE COSTOS.

Para efectos de calcular los costos asociados a la explotación de los embalses, se requiere de una información básica, la cual

surge como el producto de los prediseños o de criterios seleccionados para los mismos. Así, el procedimiento para llegar a los diferentes componentes se presentan a continuación:

5.3.1. CARRETERAS DE ACCESO

Se define así la construcción de la vialidad de uso permanente durante la vida útil de la presa. Para la obtención de la longitud respectiva, desde la cabecera cantonal o parroquial más cercana al sitio de presa, o desde la vía principal o secundaria más cercana del sitio de presa se midió la distancia en línea recta que unía a estos dos puntos, multiplicándolos por 1.30, 1.20 y 1.15 si el terreno era montañoso, ondulado y plano, respectivamente. Para la sección típica de calzada y ancho se eligió para todos los casos la tipo II que aparece en el manual de costos, Fase I. Para las vías de comunicación con los portales de entrada y salida de los túneles se procedió de la misma manera, excepto los túneles desde Daule Peripa hacia la Esperanza y Poza Honda que se encontraban identificadas a nivel de diseño en los estudios respectivos. En referencia a la luz de los puentes, esto es su longitud, dependía del tipo de corriente natural a atravesar calificándolos como terciaria, secundaria y principal, correspondiéndoles longitudes de puente de 10, 20 y 30 m, respectivamente.

5.3.2. DEFORESTACION

Se obtuvo superponiendo el uso actual de suelos con el área respectiva del embalse a escala 1:50.000.

5.3.3. DESVIOS

Se entiende por éste el caudal pico a desviar a través de un sistema combinado de ataguía-canal o túnel durante la etapa de construcción de la presa; para su cálculo es necesario optimizar económicamente la altura de presa ataguía y diámetros de túneles para crecidas de diferentes períodos de retorno. Para nuestro

caso y al nivel de detalle que nos encontramos, se seleccionó la creciente media anual como la desvío, excepto aquellas presas que se encuentran a nivel de diseño.

5.3.4. PRESAS

Cuatro (4) son los subcomponentes, éstos son, volumen de almacenamiento, altura, volumen de terraplén y área del embalse. El primero de ellos se determinó tomando en cuenta las demandas a satisfacer de agua potable (100% de seguridad), riego (80% de seguridad) en el peor de los casos y gasto ecológico (100% de seguridad), con estas demandas y los aportes naturales hasta el sitio de presa, se determinó el volumen útil a almacenar. Este volumen útil más el volumen de sedimentos a captar durante la vida útil del proyecto determinó el volumen de almacenamiento o la capacidad bruta del embalse. La altura de presa se obtiene de la altura necesaria para almacenar el volumen bruto más un borde libre, este último se seleccionó como cinco (5) metros e incluye la altura o lámina de agua proveniente de un tránsito de crecida por el embalse y aliviadero y de un borde libre adicional.

El volumen de terraplén se obtuvo con la altura total de presa y utilizando el programa "COSTO" y la sección típica de presa en él implementada. El área del embalse es aquella correspondiente en la curva de áreas vs. cotas, a la cota del nivel de aguas normales de operación, o sea el correspondiente al volumen bruto del embalse.

Para el caso de las presas a nivel de diseño se seleccionaron los valores aportados en los estudios respectivos.

5.3.5. ALIVIADEROS

La sección típica adoptada es la de un vertedero tipo CREAGER con paramento aguas arriba vertical y no controlado con compuertas, esto es, a descarga libre. Se seleccionó la creciente con un

período de retorno de 500 años y se transitó a través del embalse y aliviadero por medio del método iterativo de Puls implementado en el programa de computación EMBAL. Como ancho de aliviadero se tomó un valor mínimo de 10 m, el cual se incrementó de tal suerte que la lámina vertiente sobre la cresta tuvieron una altura máxima de 3 m, el máximo valor del hidrograma transitado según las condiciones anteriores determinó el caudal de diseño del aliviadero; como ilustración se muestra en el cuadro 5.10 la salida del tránsito por el embalse Cuaque (0-1). Como caída bruta del aliviadero se consideró la diferencia de cotas en el nivel de aguas normales de operación, la cual fija la cota de la cresta del vertedero, y la cota del río.

5.3.6. TOMAS

El caudal de diseño de éstas obedece al caudal pico de riego, mes de máximo consumo, y correspondiente al área a regar y adicionarle el gasto medio para agua potable y el ecológico. La carga máxima con las cuales se dimensionarán los conductos se tomó como la máxima, esto es, a la diferencia de cotas entre los niveles máximo de operación (NAN) y mínimo (NAM).

5.3.7. TIERRAS A INUNDAR Y REUBICACION DE FAMILIAS

Superponiendo el área de los embalses con el mapa de uso actual se obtuvieron las clases de tierra que tendrán que ser adquiridas, ya que van a ser inundadas. El número de familias a reubicar se obtuvieron de censos específicos y en algunos casos tomando un índice de población dispersa, por cada parroquia en las cuales se encuentra ubicado el embalse. En el cuadro ^{5.11} resumen se muestran para cada embalse seleccionado sus componentes.

VI. ESQUEMAS DE TRASVASES PROPUESTOS

Basados en los déficit que experimenta la cuenca del río Portoviejo al horizonte de planificación, año 2020, y a las cinco (5)

alternativas de riego integrales y analizando en el informe sectorial respectivo, se proponen aquí seis (6) alternativas de trasvases para dar respuesta a los esquemas de riego planteados, al abastecimiento poblacional y a los gastos ecológicos de la Zona Central de Desarrollo de la provincia. De la misma manera, para otros proyectos identificados también se proponen esquemas de trasvases, ellos son: Cuaque, Jama, Ayampe y Sancán. En el cuadro 6.1 se muestran los diferentes trasvases, sus caudales y las presas que estarían involucradas en los mismos.

6.1. SUPUESTOS BASICOS

- Los túneles se han previsto que conducirán agua permanentemente para cubrir las demandas picos de riego, pero referidos a un horario de 24 horas, y para las demandas medias de agua potable y gasto ecológico. Para aquellos casos en que los caudales picos instantáneos exceden a la cuota máxima prevista desde Daule-Peripa, 18 m³/s, a este nivel de trabajo se ha previsto un túnel en paralelo en vez de considerar un solo túnel y cargarle todos los gastos, tal son los casos de las alternativas 1 y 2 para trasvasar a Sancán.
- Los túneles se han supuesto que trabajarán a flujo libre con una sección en herradura tipo 2r y gobernados por la siguiente ecuación de resistencia:

$$r = \left[\frac{n * Q}{1.94 \sqrt{I}} \right]^{0.375}$$

r = radio del túnel en metros

n = coeficiente de rugosidad de Manning para el material de revestimiento del túnel

Q = caudal pico a conducir en m³/s

I = pendiente del túnel en m/m.

- La pendiente de los túneles se seleccionaron basados en la cota de salida de las mismas y minimizando los costos por km de

túnel, bombeo y energía, y adicionalmente se tomó como referencia los casos de túneles proyectados a nivel de diseño para la provincia.

- Las pérdidas de energía por fricción para el caso de las líneas de impulsión en algunos casos se tomó como 1/500 y en otros se calculó a través del programa DITUB, el cual involucra las ecuaciones de Hazen-Williams, Manning y Darcy-Weisbach.
- Las alturas totales de bombeo se calcularon como la diferencia de cotas entre los puntos de salida y llegada más las pérdidas por fricción y las menores.
- Para la capacidad de bombeo se utilizó la siguiente fórmula:

$$P(\text{Kw}) = gQH \times \frac{1}{0.8} \times 1.1 = 13.48 QH$$

- P = Potencia instalada en Kw
- Q = Caudal a bombear en m³/s
- H = Altura total de bombeo
- g = Aceleración de la gravedad en m/s²

- El trazado, la longitud de los túneles y tuberías de impulsión, carreteras de acceso, ubicación de ventana- túneles, sifones, portales y canales abiertos se efectuaron en las cartas topográficas 1:50000 del Instituto Geográfico Militar (IGM).

Los resultados de todos los cálculos hechos se resumen en los cuadros 6.3 y 6.4 bajo la denominación de características técnicas de los trasvases.

6.2. ESQUEMAS DE TRASVASES ZONA CENTRAL O PROYECTO INTEGRAL CHONE-PORTOVIEJO.

Se han preparado varias alternativas que se ilustran en las figuras 6.1 a la 6.6, ellas son:

- (1) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo desde La Esperanza hacia Poza Honda, $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 73 \text{ m}$. Trasvase por gravedad y bombeo desde La Esperanza hacia Los Amarillos- Guarango y Rocafuerte, $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, $L_{\text{canal}} = 15 \text{ km}$, $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 55 \text{ m}$.
- (2) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, $Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo desde Río Daule aguas abajo de Daule-Peripa hacia Poza Honda, $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 129 \text{ m}$ (éste es el Plan esbozado en el estudio previo del CRM). Trasvase por gravedad y bombeo desde La Esperanza hacia Los Amarillos-Guarango y Rocafuerte (igual que alternativa 1).
- (3) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo y gravedad desde La Esperanza hacia Río Chico y Río Portoviejo aguas abajo de Poza Honda, $Q = 13 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 41 \text{ m}$, $L_{\text{canal}} = 12 \text{ km}$. Trasvase desde La Esperanza hacia Rocafuerte por gravedad y bombeo (mismo caso que alternativas 1 y 2).
- (4) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por gravedad desde La Esperanza hasta Rocafuerte, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$. Bombeo Rocafuerte hacia Guarango, $Q = 4 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 40 \text{ m}$, bombeo Rocafuerte hacia Portoviejo, $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 25 \text{ m}$.
- (5) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo desde La Esperanza hacia Poza Honda, $Q = 13 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por gravedad desde Poza Honda hacia Río Chico, $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase desde La Esperanza hacia Rocafuerte por gravedad y bombeo (igual que alternativa 1, 2 y 3).
- (6) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia La Esperanza, $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo desde Río Daule, aguas abajo de Daule-Peripa, hacia Poza Honda, $Q = 13 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por

gravedad desde Poza Honda hacia Río Chico, $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$.
Trasvase desde La Esperanza hacia Rocafuerte por gravedad y
bombeo (igual que alternativas 1, 2, 3 y 5).

6.3. ESQUEMAS DE TRASVASES PROYECTOS CUAQUE, JAMA, AYAMPE Y SANCAN.

6.3.1. PROYECTO CUAQUE

Trasvase por gravedad desde el embalse Cuaque (O-1) hacia Río Tachina, $Q = 1.17 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.3.2. PROYECTO JAMA (Ver Fig. 6.7)

Se han preparado dos (2) alternativas, así:

(1) Trasvase por gravedad desde el embalse Jama (O-2) hacia Río Don Juan, $Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por gravedad desde Jama hacia Río Briceño, $Q = 2.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por gravedad desde Jama hasta Río Rancho Viejo, $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

(2) Trasvase por gravedad desde el embalse Eloy Alfaro (P-5) hacia Río Briceño, $Q = 2.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por gravedad desde Eloy Alfaro hacia Río Rancho Viejo, $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.3.3. PROYECTO AYAMPE (Ver Fig. 6.8)

Trasvase por gravedad desde el embalse Ayampe (O-23) hacia las zonas de riego Buenavista-Agua Blanca, $Q = 1.4 \text{ m}^3/\text{s}$, y continúa hacia las áreas de riego Salaite y Joa-Jipijapa, $Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.3.4. PROYECTO SANCAN

También está planteado utilizar agua de Daule-Peripa en una área potencial de riego en Sancán, trasvasando agua desde el río Portoviejo mediante bombeo de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, se presentan las siguientes dos alternativas:

- (1) Trasvase por gravedad desde Daule-Peripa hacia la Esperanza, $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo desde La Esperanza hacia Poza Honda, $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$. Trasvase por bombeo y túnel gravedad desde el río Portoviejo hacia presa Sancán, $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 202 \text{ m}$, $L = 8 \text{ km}$. (Ver Fig. 6.9)

- (2) Trasvase por bombeo desde Río Daule aguas abajo de Daule-Peripa hacia el embalse Poza Honda, $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$, $H = 129 \text{ m}$. Trasvase por bombeo y túnel gravedad desde Río Portoviejo hacia presa Sancán (igual que alternativa 1). (Ver Fig. 6.10)

En la figura 6.11 se muestra un plano en donde se ilustran los trasvases y los diferentes proyectos identificados en el Plan Hidráulico de Manabí.

CUADRO 2.1

ESCURRIMIENTOS Y RENDIMIENTOS ESPECIFICOS
POR ZONAS Y CUENCAS

Zonas de desarrollo Cuenca	Area (Km ²)	Escurrimiento (hm ³)		Rendimiento Especifico Prom. anual hm ³ /km ²
		Medio Anual	Seguro con 80% de ga- rantía	
1. Norte				
Cojimíes	712	255.25	57.40	0.36
Cuaque	715	248.64	48.31	0.35
Don Juan	204	61.74	4.85	0.30
Jama	1 308	380.23	43.10	0.29
Río Canoa	366	99.95	11.15	0.27
Río Briceño	342	97.23	21.23	0.28
Zona 1	3 647	1 143.04	186.04	0.313
2. Central				
Bahía	544	128.27	7.10	0.24
Chone	2 267	1 340.22	493.63	0.59
Portoviejo	2 060	522.04	108.00	0.25
Manta	1 024	79.26	0.36	0.08
Zona 2	5 895	2 069.79	609.09	0.35
3. Suroeste				
Sancán	348	30.91	0.19	0.09
Cantagallo	82	6.16	0.04	0.08
Jipijapa	260	19.83	0.08	0.08
Salaite	126	7.93	0.03	0.06
Buenavista	280	19.98	0.90	0.07
Ayampe	332	264.08	10.71	0.80
Salango	85	37.79	1.52	0.44
Zona 3	1 513	386.68	13.47	0.26
4. Oriental				
Esmeraldas	2 028	3 259.78	1 844.46	1.61
Daule	3 636	4 160.67	2 628.38	1.14
Zona 4	5 664	7 420.45	4 472.84	1.31
5. Sur				
Puca	1 136	757.83	254.84	0.67
Colimes	980	574.07	126.05	0.59
Guanábano	165	30.49	1.55	0.18
Zona 5	2 281	1 362.39	382.44	0.60
Total Provincial	19 000	12 382.35	5 663.88	

CUADRO 2.2 (1/2)

APORTACIONES MEDIAS ANUALES Y SEGURAS EN
LOS EMBALSES IDENTIFICADOS

Cuenca NQ	Embalse Código Nombre	Area de la cuenca de drena- je (km ²)	Aportac. promedio Anual (hm ³)	Aportac. Anual de 80% de Garantía (hm ³) **	Sedimen. durante 50 años (hm ³)
2	0-1 Cuaque	328	118	27	26
4	0-2 Jama	902	249	30	36
8	0-3 San Ramón	66	32	14	2.5
8	0-4 Santos	33	22	11	2.2
8	0-5 Mosquito	89	60	29	7.8
8	0-6 Río Grande	154	105	50	15
8	0-8 Canuto	143	102	41	13
8	0-9 La Esperanza	441	366	184	26
8	0-10 Mosca	79	56	23	5.5
9	0-11 Chirijo	80	45	21	5.1
9	0-12 Mancha Grande	39	22	10	3.1
9	0-13 Pozá Honda	170	95	44	14
9	0-14 Visquiye	50	23	11	3.8
13	0-15 Joa	194	17	0.2	10
20	0-16 Puca	527	256	72.3	16
21	0-17 Lascano	50	24	6	3.0
21	0-18 Campozano	23	11	5	2.1
21	0-19 Paján	200	60	12.5	10.9
21	0-20 Misbaque 2	76	21	7	6.1
21	0-21 Banchal	157	33	4	6.4
15	0-22 Julcuy	176	15	1.5	13
16	0-23 Ayampe	407	181	11	9.7
21	0-24 Guale	61	27	3.8	5.0
21	0-25 Campozano en Paján	579	169	27	22
21	0-26 Misbaque 1	128	36	7	8.8
9	0-27 Visquiye 1	92	43	16.2	5.8

** Es la que durante el período de 16 años de caudales generados tiene un 20% de fallas.

CUADRO 2.2 (2/2)

APORTACIONES MEDIAS ANUALES Y SEGURAS EN
LOS EMBALSES IDENTIFICADOS

Cuenca Nº	Embalse Código Nombre	Area de la cuenca de drena- je (km ²)	Aportac. promedio Anual (hm ³)	Aportac. Anual de 80% de Garantía (hm ³) **	Sedimen. durante 50 años (hm ³)
1	P-1 Chebe	113	41	9	12.8
1	P-2 Pedernales	25	9	2.0	6.3
2	P-3 10 de Agosto	49	14	2.4	22.8
3	P-4 Don Juan	54	19	4.5	4.0
4	P-5 Eloy Alfaro	182	76	20	6.8
4	P-6 Mariano	89	25	4.4	6.6
5	P-7 Muchacho	48	13	2.0	4.8
6	P-8 Briceño	101	31	10	2.7
9	P-9 P. de Piedra	50	31	12	3.6
9	P-10 La Anona	48	6.6	0.3	4.3
10	P-11 Río Salado	136	10	0.1	2.6
11	P-12 Sancán	180	19	0.2	5.4
12	P-13 El Barro	23	1.9	0.01	1.7
14	P-14 Salaite	29	2.0	0.00	2.9
18	P-15 Molina	148	234	149	6.4
19	P-16 Lázaro	60	96	61	3.1
19	P-17 Flavio Alfaro	49	28	13	2.8
19	P-18 Río de Oro	119	68	32	11.8
19	P-19 Solano	19	14	6.9	3.7
19	P-20 Tigre	63	47	23	6.6
20	P-21 La Unión	64	33	12	6.4
20	P-22 Noboa	82	37	10	4.8
15	P-23 Julcuy	182	15	1.6	15.1
20	P-24 Agua Fría	46	24	8.5	5.0
20	P-25 La Unión 2	102	53	19	8.3
20	P-26 Pescado	55	28	10	4.2
16	P-27 Ayampe	441	192	5.6	10.0

** Es la que durante el período de 16 años de caudales generados tiene un 20% de fallas.

CUADRO 2.3 (1/2)

CAUDALES PICOS (m³/s) Y CARACTERISTICAS DEL CAUCE

Denom.	Nombre	Area (km ²)	Longitud del afluente (km)	Diferencia de cotas (m ³ /s)	Tr 23 (m ³ /s)	Tr 500 (m ³ /s)
0-1	Cuaque	328.2	56.5	565.0	45.1	603.8
0-2	Jama	902.0	78.5	420.0	51.6	788.5
0-3	San Ramón	66.0	13.9	446.0	29.3	381.8
0-4	Santo	33.0	15.2	566.0	14.6	197.4
0-5	Mosquito	88.6	15.1	539.0	37.2	494.1
0-6	Río Grande	154.2	18.0	503.0	47.6	632.7
0-8	Canuto	142.6	21.2	516.0	41.5	563.5
0-9	La Esperanza	441.0	42.0	417.0	52.5	759.4
0-10	Mosca	78.7	16.3	412.0	28.3	348.9
0-11	Chirijo	79.8	21.5	413.0	24.8	318.3
0-12	Mancha Grande	39.0	12.0	413.0	16.9	232.9
0-13	Poza Honda	170.0	29.5	405.0	39.2	499.0
0-14	Visquiye	50.4	13.3	324.0	21.2	257.6
0-15	Joa	193.8	28.0	630.0	30.4	532.8
0-16	Puca	527.0	103.5	541.0	44.2	569.2
0-17	Lascano	49.6	15.2	211.0	19.3	206.3
0-18	Campozano	23.2	7.5	236.5	10.6	126.0
0-19	Paján	200.0	32.0	490.0	37.1	506.6
0-20	Misbaque 2	76.0	17.5	408.0	20.0	275.0
0-21	Banchal	157.3	28.8	625.0	33.6	471.9
0-22	Julcuy	176.4	34.0	501.0	25.4	412.5
0-23	Ayampe	407.0	27.5	700.0	46.2	946.3
0-24	Quale	-	-	-	-	-
0-25	Paján en Campozano	579.0	29.5	522.2	43.2	1 006.9
0-26	Misbaque 1	128.0	38.0	300.0	15.3	226.5
0-27	Visquiye 1	92.0	14.0	324.0	30.8	393.5

CUADRO 2.3 (2/2)

CAUDALES PICOS (m³/s) Y CARACTERISTICAS DEL CAUCE

Denom.	Nombre	Area (km ²)	Longitud del afluente (km)	Diferencia de cotas (m ³ /s)	Tr 23 (m ³ /s)	Tr 500 (m ³ /s)
P-1	Chebe	113.0	16.0	610.0	46.4	608.8
P-2	Pedernales	25.0	10.4	790.0	22.7	331.1
P-3	10 de Agosto	49.0	15.0	430.0	21.5	273.3
P-4	Don Juan	54.0	11.8	555.0	23.8	332.7
P-5	Eloy Alfaro	182.0	29.4	455.0	40.9	536.7
P-6	Mariano	88.5	22.8	465.0	27.3	353.4
P-7	Muchacho	48.0	14.3	345.0	19.9	241.1
P-8	Bricuña	101.0	28.5	325.0	24.4	295.5
P-9	La Planchada	50.0	8.4	470.0	21.4	356.3
P-10	La Anona	48.2	13.3	445.0	14.5	233.0
P-11	Salado	136.0	22.8	525.0	25.4	424.3
P-12	Sancán	180.0	20.1	480.0	30.9	539.5
P-13	El Barro	22.2	7.1	688.0	13.0	221.8
P-14	Salaite	29.2	10.8	570.0	13.3	221.0
P-15	Molina	148.2	24.7	222.0	36.6	402.0
P-16	Lázaro	60.4	17.3	295.0	24.3	263.7
P-17	Flavio Alfaro	49.1	10.3	320.0	27.2	282.0
P-18	Río de Oro	118.6	17.0	280.0	42.7	456.7
P-19	Solano	19.3	9.6	370.0	15.1	157.4
P-20	Tigre	63.0	12.1	460.0	35.2	375.5
P-21	La Unión	64.0	13.9	340.0	29.5	306.4
P-22	Noboa	82.0	15.3	530.0	26.7	332.5
P-23	Julcuy	183.0	34.5	513.0	24.9	415.0
P-24	Agua Fría	45.8	12.6	285.0	18.8	228.7
P-25	La Unión 2	101.7	15.0	356.0	34.2	437.0
P-26	Pescado	54.9	18.0	290.0	17.8	219.6
P-27	Ayampe PHIMA	441.0	27.5	700.0	46.2	946.3

CUADRO 2.4

CUENCAS Y ZONAS DE DESARROLLO CON ALGUNAS LIMITACIONES EN EL USO
DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES

Cuencas	Zona de desarrollo	Aguas Superficiales			Aguas Subsuperficiales	
		Limitaciones por salinidad para la agricultura	Limitaciones por calidad físico-química para consumo humano	Limitaciones por calidad bacteriológica	Limitaciones por salinidad provenientes de la formación geológica losagua	Limitaciones por riesgos de intrusión salina
Jana	Norte	X				X
Canoa		X	X	X		
Bricena		X	X	X	X	
Cojiánes						X
Jana						
Portoviejo	Central			X	X	X
Chone					X	
Chico					X	
Sancán	Suroeste				X	
Jipijapa					X	X
Cantagallo						X

CUADRO 2.5

ANALISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Pozo NO	Profund. m	P.H.	Dureza mg/l	Calcio mg/l	Magnesio mg/l	Sodio mg/l	Potasio mg/l	Alcalin. total mg/l	Cloruros mg/l	Sulfatos mg/l	Fe mg/l	Nitratos mg/l	Conductividad Electrica micromhos/cm	S.T.O. mg/l	Aptitud para consumo
3	36.0	7.3	253.26	51.56	30.33	115.0	3.8	339.0	48.95	110.0	0.26	0.03	-	592.0	Buena
8	34.0	7.0	120.0	216.0	140.94	-	-	377.0	560.0	1080.0	1.01	0.13	-	240.0	-
26	30.0	4.0	312.0	78.0	19.0	11.0	Trazas	212.2	22.01	64.0	0.18	Trazas	600.0	431.3	Buena
37	54.74	7.8	500.0	94.2	64.5	177.0	11.0	275.0	301.4	225.0	0.28	2.51	1700.0	1535.0	Buena dura
38	57.50	8.1	375.0	80.2	42.5	140.0	7.0	350.0	177.3	65.0	0.05	2.50	1250.0	1250.0	Buena dura
39	53.50	8.2	365.0	116.0	18.3	20.1	-	336.0	40.0	45.3	0.08	0.65	1346.0	1346.0	Buena
40	54.80	7.6	334.0	68.8	39.53	20.4	-	350.8	35.0	17.8	0.07	4.50	1343.0	1236.0	Buena
45	28.0	7.5	97.5	23.05	9.73	414.0	5.0	410.0	132.98	454.0	0.25	1.00	2713.0	3398.0	Salobre
51	103.0	8.35	34.0	8.04	3.41	-	-	133.0	12.0	5.0	0.61	0.66	-	440.0	-
71	30.0	6.90	320.0	112.0	10.0	3952.0	286.0	1919.0	5200.0	65.0	0.10	0.00	18000.0	11972.0	Salobre
79	20.0	7.0	460.0	112.0	40.0	170.0	7.0	500.0	90.0	185.0	0.05	0.00	1600.0	1216.0	Buena
87	32.0	7.65	172.0	34.0	27.0	161.0	6.0	335.2	120.0	21.0	1.50	0.00	1200.0	772.0	Buena
88	90.0	6.80	325.0	68.14	37.0	23.0	7.0	305.0	14.18	42.0	0.38	0.70	629.0	584.47	Buena
89	50.0	7.50	55.0	130.26	54.72	73.0	14.0	355.0	202.12	58.0	0.32	0.80	347.0	340.3	Buena
90	90.0	7.80	210.0	446.09	23.10	86.0	8.0	240.0	60.28	41.0	0.14	0.40	638.0	529.0	Buena
91	96.0	5.40	335.0	78.16	34.05	140.0	7.0	315.0	141.80	200.0	2.40	0.00	1149.0	1112.0	Buena dura
92	84.0	6.90	250.0	60.10	24.20	86.5	13.0	265.0	35.50	100.0	0.25	2.00	900.0	778.0	Buena
93	76.0	6.90	250.0	60.10	24.20	86.5	13.0	265.0	35.5	100.0	0.25	2.00	900.0	778.0	Buena
94	54.0	7.40	750.0	280.56	12.16	308.0	43.0	265.0	780.12	104.24	0.04	0.30	3039.0	2741.0	Ligeramente salobre.
95	96.0	7.50	245.0	68.13	18.24	116.0	13.0	275.0	74.46	200.0	0.02	1.00	1024.0	604.0	Buena
96	96.0	6.20	350.0	100.00	24.32	75.0	12.5	280.0	53.20	200.0	0.05	0.80	940.0	640.0	Buena
97	27.0	7.30	256.0	54.0	30.0	32.0	Trazas	255.7	26.60	32.0	0.15	0.00	650.0	486.15	Buena
98	27.0	7.20	228.0	54.0	23.0	28.0	Trazas	151.6	44.00	69.0	0.08	0.00	600.0	403.08	Buena
99	31.0	7.10	400.0	100.0	37.0	40.0	Trazas	227.8	36.00	200.0	Trazas	0.00	1000.0	691.00	Buena

CUADRO 2.6

ANALISIS DE AGUA PARA RIEGO

NO	Ubicación	Conductividad eléctrica micro.mhos/cm	S.T.D. mg/l	Cationes				Total Cationes me/l	Aniones				Total Aniones me/l	RAS	Clase
				Ca ⁺⁺ me/l	Mg ⁺⁺ me/l	Na ⁺ me/l	K ⁺ me/l		CO ₃ ⁺ me/l	HCO ₃ ⁻ me/l	Cl ⁻ me/l	SO ₄ ⁺ me/l			
3	Tabuga	-	592.0	2.57	2.49	5.00	0.10	10.16	0.00	6.78	1.35	2.29	10.42	3.14	-
8	Canoa	-	240.0	10.78	11.59	-	-	-	0.00	7.54	15.79	22.49	45.80	-	-
26	Quiroga	600.0	431.3	3.89	1.56	0.48	-	5.93	0.00	4.25	0.62	1.33	6.20	0.29	C2S1
37	Bajo de la Palma	1 700.0	1 535.0	4.70	5.30	7.70	0.28	17.98	-	5.50	8.50	4.68	18.68	3.44	C3S1
38	Bajo de la Palma	1 250.0	1 125.0	4.00	3.50	6.09	0.18	13.77	-	7.00	5.00	1.35	13.35	3.14	C3S1
39	Bajo de la Palma	1 346.0	1 336.0	5.79	1.50	0.87	-	8.16	-	6.70	1.13	0.94	8.77	0.46	C3S1
40	Bajo de la Palma	1 343.0	1 236.0	3.43	3.25	0.89	-	7.57	-	7.00	0.99	0.37	8.36	0.49	C3S1
45	Calderón	2 713.0	3 398.0	1.15	0.80	18.01	0.13	20.90	-	8.20	3.75	9.45	21.40	18.24	C4S4
51	Pichincha	489.0	440.0	0.40	0.28	-	-	-	-	2.66	0.34	0.10	-	-	-
71	América	18 000.0	1 800.0	5.59	0.82	170.07	6.57	183.05	-	38.89	141.04	3.54	183.38	96.03	C4S4
79	El Anegado	1 600.0	1 216.0	5.59	3.29	7.40	0.18	16.46	0.00	10.00	2.54	3.85	16.39	3.51	C3S1
87	Caspozano	1 200.0	772.0	1.70	2.22	7.00	0.15	11.07	0.00	6.70	3.38	0.44	10.52	5.00	C3S1
88	Caspozano	629.0	584.47	3.40	3.10	1.00	0.18	7.68	-	6.10	0.40	0.87	7.37	0.55	C2S1
89	Caspozano	347.0	340.3	6.50	4.50	3.18	0.36	14.54	-	7.10	5.70	1.21	14.01	1.70	C2S1
90	Lascano	638.0	592.0	2.30	1.90	3.74	0.20	8.14	-	4.80	1.70	0.85	7.35	2.17	C2S1
91	Paján	1 149.0	1 112.0	3.90	2.80	6.09	0.18	12.97	-	6.30	4.00	4.16	14.46	3.33	C3S1
92	Paján	900.0	778.0	3.00	1.99	3.76	0.33	9.08	-	5.30	1.00	2.08	8.39	2.38	C3S1
93	Paján	900.0	778.0	3.00	1.99	3.76	0.33	9.08	-	5.30	1.00	2.08	8.39	2.38	C3S1
94	Ayampe	3 039.0	2 741.0	14.00	1.00	13.40	1.10	29.50	-	5.30	22.0	2.17	29.47	6.50	C4S1
95	Cantagallo	1 024.0	604.0	3.40	1.50	5.05	0.33	10.28	-	5.50	2.10	4.16	11.76	3.24	C3S1
96	Cantagallo	940.0	640.0	5.00	2.00	3.26	0.32	10.58	-	5.60	1.50	4.16	11.26	1.74	C3S1
97	Noboa	650.0	486.15	2.69	2.47	1.39	Trazas	6.55	0.00	5.11	1.75	0.67	6.51	0.87	C2S1
98	Bellavista	600.0	403.08	2.69	1.89	1.22	Trazas	5.80	0.00	3.03	1.24	1.44	5.71	0.81	C2S1
99	La Unión	1 000.0	691.00	4.99	3.04	1.74	Trazas	9.77	0.00	4.56	1.02	4.16	9.74	0.87	C3S1

CUADRO 4.1
BALANCES HIDRAULICOS

Proyectos	Demandas (hm ³)				Disponibilidades (hm ³)			Balances (hm ³)	
	Riego	Agua potable	Ecológico (*)	Camaroneras	Reguladas por embalse	Trasvases	Intercuencia (**)	(+)	(-)
Integrado Chone-Portoviejo	712	217	72	-	471	567	63	100	-
Integrado Chone-Portoviejo No considerando zona de riego Sancán pero sin camaroneras.	524	217	72	220	471	567	63	68	-
Múltiple Quaque	31	1	4	-	35	-	44	43	-
Múltiple Jama	93	2	4	52	122	-	71	42	-
Múltiple Chone	29	18	4	-	37	-	23	9	-
Sancán	188	-	-	-	-	189	-	1	-
Múltiple Ayanpe	34	2	7	-	79	-	-	36	-
Múltiple La Unión	30	1	1	-	35	-	-	3	-
Múltiple Pescado	21	1	1	-	29	-	-	6	-
Múltiple Paján-Misbaque	20	8	15	-	19	-	133	109	-

(*) Solamente en época seca.

(**) Los valores de intercuenca se han calculado como la diferencia de caudales entre los sitios de presas de embalse y el sitio de presa de derivación más cercano.

Cuadro 5.1

TABLA DE VOLUMEN TOTAL DE PRESAS

Presa : CUAQUE (0-1)

VOLUMEN (m ³)	ALTURA DE PRESA DESDE LA FUNDACION(m)	COTAS DE CORONA DE PRESA (msnm)
3,451,768.00	80.00	105.00
2,335,128.00	70.00	95.00
1,454,132.00	60.00	85.00
814,540.00	50.00	75.00
418,212.00	40.00	65.00
206,400.00	30.00	55.00

Cuadro 5.2

TABLA DE COSTO DE PRESAS

Presa : CUAQUE (0-1)

VOLUMEN (m ³)	COSTO (\$)
3,451,768.00	69,057,280.00
2,335,128.00	47,699,530.00
1,454,132.00	30,848,890.00
814,540.00	18,615,540.00
418,212.00	11,035,060.00
206,400.00	6,983,772.00

Cuadro 5.3

TABLA DE CAPACIDAD EFECTIVA

Presa : CUAQUE (0-1)

REGULACION (%)	CAP. EMBALSE (V.muerto + V.util) (Hm3)	CAP. EFECTIVA (Hm3)
100.00	538.49	89.47
90.00	452.69	78.74
80.00	364.64	67.72
70.00	285.22	57.00
60.00	220.31	46.27
50.00	154.22	35.71
40.00	90.82	24.98
30.00	60.59	15.89
20.00	41.15	9.12
10.00	32.13	3.58

Cuadro 5.4

TABLA DE COSTOS-COTAS

Presa : CUAQUE (0-1)

COSTO (\$)	COTAS DE CORONA DE PRESA (msnm)
69,057,280.00	105.00
47,699,530.00	95.00
30,848,890.00	85.00
18,615,540.00	75.00
11,035,060.00	65.00
6,983,772.00	55.00

Cuadro 5.5

TABLA DE CAPACIDAD EFECTIVA-COTAS

Presa : CUAQUE (0-1)

CAP. EFECTIVA (Hm3)	COTAS DE NIVEL DE AGUA NORMAL (msnm)
89.47	114.61
78.74	107.91
67.72	101.04
57.00	95.11
46.27	90.63
35.71	84.42
24.98	74.53
15.89	69.70
9.12	65.18
3.58	62.31

Cuadro 5.6

EFICIENCIA ECONOMICA DE UNA PRESA

Presa : CUAQUE (0-1)

COTA DE CORONA DE PRESA (msnm)	COTAS DE NIVEL DE AGUA NORMAL (msnm)	CAPACIDAD EFECTIVA (hm ³)	COSTO DE CONSTRUCCION (\$)	EFICIENCIA ECONOMICA (\$/m ³)	ALTURA DE PRESA (m)
60.00	55.00	-10.52104E+00	90.09415E+05	-85.63236E-02	35.00
61.00	56.00	-85.92203E-01	94.14542E+05	-10.95708E-01	36.00
62.00	57.00	-66.63365E-01	98.19670E+05	-14.73680E-01	37.00
63.00	58.00	-47.34527E-01	10.22480E+06	-21.59624E-01	38.00
64.00	59.00	-28.05690E-01	10.62993E+06	-37.88703E-01	39.00
65.00	60.00	-87.68519E-02	11.03507E+06	-12.58487E+00	40.00
66.00	61.00	10.51986E-01	11.79311E+06	11.21033E+00	41.00
67.00	62.00	29.80824E-01	12.55116E+06	42.10635E-01	42.00
68.00	63.00	49.09662E-01	13.30921E+06	27.10820E-01	43.00
69.00	64.00	68.38499E-01	14.06725E+06	20.57067E-01	44.00
70.00	65.00	87.67337E-01	14.82530E+06	16.90970E-01	45.00
71.00	66.00	10.34567E+00	15.58335E+06	15.06268E-01	46.00
72.00	67.00	11.84617E+00	16.34140E+06	13.79467E-01	47.00
73.00	68.00	13.34666E+00	17.09944E+06	12.81178E-01	48.00
74.00	69.00	14.84716E+00	17.85749E+06	12.02755E-01	49.00
75.00	70.00	16.46333E+00	18.61554E+06	11.30727E-01	50.00
76.00	71.00	18.34323E+00	19.83888E+06	10.81537E-01	51.00
77.00	72.00	20.22313E+00	21.06222E+06	10.41491E-01	52.00
78.00	73.00	22.10303E+00	22.28555E+06	10.08258E-01	53.00
79.00	74.00	23.98293E+00	23.50889E+06	98.02341E-02	54.00
80.00	75.00	25.48995E+00	24.73222E+06	97.02734E-02	55.00
81.00	76.00	26.57429E+00	25.95556E+06	97.67169E-02	56.00
82.00	77.00	27.65863E+00	27.17889E+06	98.26551E-02	57.00
83.00	78.00	28.74297E+00	28.40223E+06	98.81453E-02	58.00
84.00	79.00	29.82730E+00	29.62556E+06	99.32364E-02	59.00
85.00	80.00	30.91164E+00	30.84888E+06	99.79695E-02	60.00
86.00	81.00	31.99598E+00	32.53395E+06	10.16814E-01	61.00
87.00	82.00	33.08032E+00	34.21901E+06	10.34422E-01	62.00
88.00	83.00	34.16466E+00	35.90408E+06	10.50913E-01	63.00
89.00	84.00	35.24900E+00	37.58915E+06	10.66389E-01	64.00
90.00	85.00	36.69109E+00	39.27422E+06	10.70402E-01	65.00
91.00	86.00	38.39469E+00	40.95929E+06	10.66796E-01	66.00
92.00	87.00	40.09829E+00	42.64435E+06	10.63495E-01	67.00
93.00	88.00	41.80189E+00	44.32942E+06	10.60464E-01	68.00
94.00	89.00	43.50549E+00	46.01449E+06	10.57671E-01	69.00
95.00	90.00	45.20909E+00	47.69949E+06	10.55086E-01	70.00
96.00	91.00	47.16995E+00	49.83527E+06	10.56505E-01	71.00
97.00	92.00	49.55970E+00	51.97105E+06	10.48656E-01	72.00
98.00	93.00	51.94945E+00	54.10684E+06	10.41529E-01	73.00
99.00	94.00	54.33919E+00	56.24262E+06	10.35029E-01	74.00
100.00	95.00	56.72894E+00	58.37841E+06	10.29076E-01	75.00
101.00	96.00	58.60325E+00	60.51419E+06	10.32608E-01	76.00
102.00	97.00	60.41181E+00	62.64997E+06	10.37048E-01	77.00
103.00	98.00	62.22037E+00	64.78576E+06	10.41231E-01	78.00
104.00	99.00	64.02893E+00	66.92154E+06	10.45177E-01	79.00
105.00	100.00	65.83750E+00	69.05733E+06	10.48906E-01	80.00

Cuadro 5.8 RESUMEN GENERAL POR EFICIENCIA DE PRESAS

DENOMINACION	NOMBRE DE LA PRESA	EFICIENCIA (\$/m ³)	ALTURA DE LA PRESA (m)	CAPACIDAD** (Hm ³)
0-2	Jama	0.30	55.00	158.00
* P-5	Eloy Alfaro(Yesca)	0.31	33.00	94.00
P-16	Lázaro	0.34	36.50	50.00
0-9	La Esperanza	0.43	53.00	290.00
P-26	Pescado	0.58	27.50	84.00
0-13	Poza Honda	0.60	42.00	61.00
P-1	Chebe	0.86	31.00	30.00
0-6	Río Grande	0.91	46.00	50.00
0-16	Puca	0.97	34.00	90.00
0-1	Cuaque	0.97	55.00	100.00
0-8	Canuto	1.07	48.00	***
P-19	Solano	1.18	32.00	40.00
P-25	La Unión 2	1.23	42.00	151.20
0-3	San Ramón	1.54	29.50	24.00
0-18	Campozano	2.09	26.00	9.00
0-26	Misbaque 1	2.21	72.00	60.00
0-27	Visquiije 1	2.38	27.00	26.00
P-17	Flavio Alfaro	2.67	35.00	21.00
P-8	Briceño	2.92	57.00	107.00
0-11	Chirijos	3.16	64.00	***
0-10	Mosca	3.21	45.00	***
0-21	Banchal	3.54	41.00	15.00
0-12	Mancha Grande	3.84	34.00	15.00
P-27	Ayampe PHIMA	4.44	64.00	42.20
P-22	Noboa	4.47	48.00	19.00
0-4	Santos	4.89	30.00	17.50
P-7	Muchacho	5.54	32.00	6.00
P-9	Punta de Piedra	5.56	33.00	12.00
0-14	Visquiije 2	7.13	37.00	16.00
P-6	Mariano	9.89	38.00	5.00
0-15	Joa	10.01	81.00	***
* P-3	10 de Agosto	10.35	45.00	10.00
P-10	La Anona	10.02	70.00	***
P-4	Don Juan	12.96	48.00	12.25
P-2	Federnales	13.08	53.00	27.50
P-13	El Barro	27.30	47.00	12.50
* P-14	Salaite	42.80	37.00	3.00

- *; Eficiencia obtenida en la versión 2
 **; Misma capacidad bruta que viene del cuadro 5.7
 ***; Altura fuera de la curva Area-Capacidad

Cuadro 5.9 SELECCION Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LAS PRESAS QUE CONFORMAN EL PLAN DE ENRALSES PROPUESTOS

Embalse	Denominación	Volumen de sedimento (ha3)	Volumen útil a embalsar (ha3)	Volumen Total (ha3)	Altura libre de presa (m)	Profund. de cimentación (m)	Altura total de presa (m)	Cota del Río (asna)	Cota nivel mínimo (asna)	Cota nivel máximo (asna)	Cota corona de presa (asna)	Area inundada (ha)	Longitud de corona (m)
Duaque	0-1	26.10	34.60	60.70	40.00	15.00	55.00	35.00	61.00	70.00	75.00	452.00	410.00
Jana	0-2	72.50	121.90	194.40	50.00	10.00	60.00	90.00	118.00	135.00	140.00	910.00	127.00
San Ramón	0-3	2.50	28.10	30.60	29.00	10.00	39.00	34.00	44.00	58.00	63.00	365.00	440.00
Río Grande	0-6	29.70	37.30	67.00	40.00	10.00	50.00	22.00	46.00	57.00	62.00	617.74	276.00
La Esperanza	0-9	64.00	386.00	450.00	47.00	10.00	57.00	22.00	37.00	62.00	69.00	2,000.00	696.00
Mosca	0-10	5.50	7.00	12.50	21.00	15.00	36.00	49.00	60.70	65.30	70.00	200.00	585.00
Chirijos(Cham.)	0-11	10.20	61.10	71.30	43.50	15.00	58.50	77.00	93.00	115.50	120.50	415.00	445.00
Poza Honda	0-13	13.00	85.00	98.00	39.30	10.00	49.30	75.00	90.00	108.50	114.30	490.00	270.00
Puca	0-16	16.34	27.16	43.50	18.25	10.00	28.25	59.00	66.20	72.25	77.25	500.00	670.00
Lascano	0-17	3.00	47.80	50.80	38.00	10.00	48.00	49.00	62.00	82.00	87.00	385.00	740.00
Paján	0-19	0.12	4.13	4.25	16.80	5.00	21.80	110.00	114.40	122.60	126.80	120.00	745.00
Ayampe	0-23/P-27	4.70	78.70	83.60	45.00	10.00	55.00	120.00	128.00	160.00	165.00	444.00	267.00
Misbaque 1	0-26	4.97	15.03	20.00	39.70	10.00	49.70	139.00	153.00	72.23	177.70	487.00	135.00
Chebe	P-1	12.80	61.20	74.00	32.00	10.00	42.00	10.00	20.00	37.00	42.00	570.00	212.00
Eloy Alfaro	P-5	7.00	156.00	163.00	41.00	15.00	56.00	120.00	126.00	156.00	161.00	1,240.00	370.00
Briceño	P-8	2.70	51.40	54.10	36.00	15.00	51.00	75.00	83.00	106.00	111.00	335.00	560.00
Punta de Piedra	P-9	3.60	35.60	39.20	37.00	10.00	47.00	130.00	139.00	162.00	167.00	185.00	800.00
Sancán	P-12	5.38	23.85	29.23	36.60	10.00	46.60	160.00	172.00	191.60	196.60	212.00	360.00
Noboa	P-22	4.80	44.10	48.90	62.00	15.00	77.00	130.00	145.00	187.00	192.00	164.00	520.00
La Unión 2	P-25	8.30	34.90	43.20	17.50	15.00	32.50	33.00	37.00	45.50	50.50	575.00	730.00
Pescado	P-26	4.20	29.40	33.60	11.50	10.00	21.50	79.50	81.00	86.00	91.00	470.00	410.00

CUADRO 5.10

TRANSITO DE UN HIDROGRAMA EN UN EMBALSE

 CUENCA DEL RIO.....: CUAQUE
 PERIODO DE RETORNO DE LA AVENIDA.: 500 AÑOS
 EMBALSE.....: CUAQUE

CARACTERISTICAS DEL EMBALSE

NIVEL MINIMO.....: 61.00
 NIVEL NORMAL MAXIMO.....: 70.00
 NIVEL NORMAL MAXIMO MAXIMORUM....: 74.66
 NIVEL INICIAL PARA EL TRANSITO...: 70.00

CARACTERISTICAS DEL ALIVIADERO

COEFICIENTE DE DESCARGA.....: 2.10
 LONGITUD DEL ALIVIADERO.....: 30.00

CARACTERISTICAS DEL CONDUCTO

COEFICIENTE DE DESCARGA.....: .00
 DIAMETRO.....: 3.00

TIEMPO (HRS)	HIDROGRAMA DE ENTRADA INF(M**3/S)	SUMA DE FLUJOS INF(I)+INF(I-1) (M**3/S)	TERMINO IZQ ALMAC. 2*S/DT - 0	TERMINO DER ALMAC. 2*S/DT + 0	HIDROGRAMA DE SALIDA OFL(M**3/S)	ALTURA SOBRE CRESTA ALIVIAD. (M)
.00	.00	.00	17360.07	17362.43	1.18	.00
2.00	.00	.00	17357.72	17360.07	1.17	.00
4.00	.00	.00	17355.40	17357.72	1.16	.00
6.00	.00	.00	17353.09	17355.40	1.15	.00
8.00	.00	.00	17350.80	17353.09	1.15	.00
10.00	.10	.10	17348.62	17350.90	1.14	.00
12.00	6.10	6.20	17352.52	17354.82	1.15	.00
14.00	87.20	93.30	17442.83	17445.82	1.49	.05
16.00	297.60	384.80	17810.45	17827.63	8.59	.26
18.00	510.60	808.20	18544.29	18618.65	37.18	.70
20.00	603.80	1114.40	19478.00	19658.69	90.34	1.27
22.00	573.00	1176.80	20348.22	20654.80	153.29	1.81
24.00	483.90	1056.90	20991.10	21405.12	207.01	2.21
26.00	396.00	879.90	21385.46	21871.00	242.77	2.46
28.00	320.20	716.20	21579.43	22101.65	261.11	2.58
30.00	247.40	567.60	21617.54	22147.03	264.75	2.60
32.00	180.00	427.40	21531.81	22044.94	256.56	2.55
34.00	130.00	310.00	21360.86	21841.81	240.47	2.44
36.00	96.70	226.70	21145.96	21587.56	220.80	2.31
38.00	75.00	171.70	20916.68	21317.66	200.49	2.16
40.00	60.30	135.30	20689.77	21051.98	181.11	2.02
42.00	50.00	110.30	20473.49	20800.07	163.29	1.89
44.00	42.60	92.60	20271.58	20566.09	147.26	1.76
46.00	37.10	79.70	20085.22	20351.28	133.03	1.65
48.00	32.50	69.60	19914.01	20154.82	120.41	1.54
50.00	28.50	61.00	19756.60	19975.01	109.20	1.44
52.00	24.90	53.40	19611.55	19810.00	99.23	1.35
54.00	21.80	46.70	19477.61	19658.25	90.32	1.27
56.00	19.10	40.90	19353.83	19518.51	82.34	1.20
58.00	16.70	35.80	19239.25	19389.63	75.19	1.13
60.00	14.70	31.40	19133.02	19270.65	68.82	1.06
62.00	12.80	27.50	19034.43	19160.52	63.05	1.00
64.00	11.30	24.10	18942.86	19058.53	57.83	.94
66.00	9.90	21.20	18857.70	18964.06	53.18	.89
68.00	8.60	18.50	18778.40	18876.20	48.90	.84
70.00	7.60	16.20	18704.39	18794.60	45.10	.80

Cuadro 5.11(1/2) COMPONENTES DE LOS EMBALSES Y SUS DIMENSIONES

COMPONENTES DE LOS EMBALSES	Jasa	Eloy Alfaro	La Esperanza	Pescado	Poza Honda	Chebe	Río Grande	Puca	Cuaque	La Unión 2	San Ramón
1.- CARRETERAS DE ACCESOS											
a) En llano (km)			2.8	1.2		8.6		1.2	0.8	0.6	
b) En ondulado (km)		3.0					9.6				8.4
c) En montañoso (km)	7.8					13.0			11.7		
d) Puentes (n)		30.0	30.0	30.0		60.0	40.0	20.0	20.0		30.0
2.- DESFORESTACION											
a) Plano (ha)											
b) Laderas suaves (ha)	-	-	-	-	-	17	-	-	68	-	-
c) Mas de 30% desnivel (ha)	7	20	-	-	-	34	-	-	158	-	-
3.- DESVIOS											
a) Caudal máximo de túnel (m ³ /s)	36.1	40.9	110.0	17.8	50.0	46.4	45.0	32.2	45.1	34.2	29.3
4.- PRESAS											
a) Altura de presa (m)	60.00	56.00	57.00	21.50	43.50	42.00	50.00	28.25	55.00	32.50	39.00
b) Volumen de terraplén (m ³)	730,018	2,041,343	3,262,697	440,498	563,945	532,308	1,323,318	913,216	1,134,336	1,757,397	1,145,658
c) Volumen de alacenas (hm ³)	194.40	183.00	450.00	33.60	98.00	74.00	67.00	43.50	60.70	43.20	30.60
d) Area del embalse (ha)	910	1,240	2,000	470	490	570	618	500	452	575	365
5.- ALIVIADEROS											
a) Caudal de diseño (m ³ /s)	300.54	57.64	900.00	49.71	875.00	(1)	231.00	233.53	264.75	96.55	83.00
b) Caida bruta (m)	45.00	36.00	40.00	6.50	33.50	27.00	43.00	13.25	35.00	12.50	24.00
c) Ancho del vertedero (m)	30.00	30.00	30.00	25.00	70.00	20.00	20.00	30.00	30.00	30.00	30.00
6.- TORRES											
a) Caudal de diseño (m ³ /s)	9.87	8.45	30.10	3.00	6.17	3.00	3.83	3.00	3.20	3.50	3.00
b) Carga máxima (m)	17.00	30.00	25.00	5.00	18.50	17.00	19.00	6.05	9.00	8.50	14.00
7.- COSTO DE LA TIERRA Y REUBICACION											
a) Tierras cultivadas con riego (ha)											
b) Tierras cultivadas sin riego (ha)	903	1,220	2,000	470	-	519	618	500	226	575	365
c) Tierras no cultivadas (ha)											
d) Tierras en zona de monte (ha)											
e) Reubicación (Faa.)	138	126	280	43		25	53	67	33	51	21

(1) El embalse tiene excelente respuesta al hidrograma de entrada para el ancho del vertedero seleccionado

Quadro 5.11(2/2) COMPONENTES DE LOS ENRALES Y SUS DIMENSIONES

COMPONENTES DE LOS ENRALES		Misbaque I	Briceno	Mosca	Chapotete	Noboa	Punta de Piedra	Lascano	Paján	Ayampe	Sancán
1.- CARRETERAS DE ACCESOS											
a) En llano	(km)		18.0	4.6		2.8	1.8	1.8	1.1		3.5
b) En ondulado	(km)	6.6			7.2						
c) En montañoso	(km)	2.6								13.0	7.2
d) Puentes	(n)	60.0	60.0		60.0	60.0				60.0	40.0
2.- DESFORESTACION											
a) Plano	(ha)										
b) Laderas suaves	(ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	18	199
c) Mas de 30% desnivel	(ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	36	
3.- DESVIOS											
a) Caudal máximo de túnel(m ³ /s)		18.3	24.4	28.3	24.8	26.7	21.4	19.3	29.9	46.2	30.9
4.- PRESAS											
a) Altura de presa	(m)	49.70	51.00	36.00	58.50	77.00	43.00	48.00	21.80	55.00	46.60
b) Volumen de terraplén	(m ³)	604,319	2,494,541	1,723,418	3,274,565	5,535,502	2,696,298	2,779,328	325,000	1,131,068	1,304,646
c) Volumen de almacenaa.	(ha ³)	20.00	54.10	12.50	71.30	48.90	28.20	50.80	4.25	83.60	29.23
d) Area del esbaise	(ha)	487	335	200	415	164	195	385	120	444	212
5.- ALIVIADEROS											
a) Caudal de diseño	(m ³ /s)	176.08	111.22	153.76	93.20	193.44	99.92	(1)	60.59	386.58	273.93
b) Caida bruta	(m)	34.23	31.00	16.30	38.50	57.00	28.00	33.00	12.60	40.00	31.60
c) Ancho del vertedero	(m)	25.00	25.00	30.00	30.00	30.00	30.00	10.00	20.00	30.00	30.00
6.- TONAS											
a) Caudal de diseño	(m ³ /s)	3.00	4.33	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	26.00
b) Carga máxima	(m)	19.23	23.00	4.60	22.50	42.00	18.00	20.00	6.20	32.00	19.60
7.- COSTO DE LA TIERRA Y REUBICACION											
a) Tierras cultivadas con riego	(ha)										
b) Tierras cultivadas sin riego	(ha)	487	207	200	415	164	139	385	120	222	
c) Tierras no cultivadas	(ha)										13.00
d) Tierras en zona de monte	(ha)										
e) Reubicación	(Fam.)	116	128	24	98	17	46	27	26	168	

(1) El esbaise tiene excelente respuesta al hidrograma de entrada para el ancho del vertedero seleccionado

CUADRO 6.1 (1/2)

PROYECTOS Y ALTERNATIVAS

1.- PROYECTO DE TRASVASES ZONA CENTRAL

Alternativas	Trasvases	Caudal pico a trasvasar (m ³ /s)	Túnel por gravedad	Bombeo y Túnel	Canal abierto bombeo y túnel	Canal abierto y túnel a gravedad	Presas
1	Daule Peripa - La Esperanza La Esperanza - Poza Honda La Esperanza - Rocafuerte	18 11 5	x	x	x		x (Daule Peripa) x (La Esperanza) x (Poza Honda) x (Chirijos)
2	Daule Peripa - La Esperanza Rio Daule - Poza Honda La Esperanza - Rocafuerte	7 11 5	x	x	x		x (Daule Peripa) x (Poza Honda) x (La Esperanza) x (Chirijos)
3	Daule Peripa - La Esperanza La Esperanza - Rocafuerte La Esperanza - Río Chico Río Chico - Río Portoviejo	18 5 13 4	x		x x	x	x (Daule Peripa) x (La Esperanza)
4	Daule Peripa - La Esperanza La Esperanza - Rocafuerte	18 15	x			x	x (Daule Peripa) x (La Esperanza) x (Chirijos)
5	Daule Peripa - La Esperanza La Esperanza - Poza Honda La Esperanza - Rocafuerte Poza Honda - Río Chico	18 13 5 2	x	x	x		x (Daule Peripa) x (La Esperanza) x (Poza Honda)
6	Daule Peripa - La Esperanza Rio Daule - Poza Honda La Esperanza - Rocafuerte Poza Honda - Río Chico	5 13 5 2	x	x	x		x (Daule Peripa) x (Poza Honda) x (La Esperanza)

2.- PROYECTO AYAMPE

1	Ayampe - Puerto López - Agua Blanca - Salaite - Puerto Cayo.	1.4	x				x (Ayampe)
---	--	-----	---	--	--	--	------------

CUADRO 6.2 (2/2)

PROYECTOS Y ALTERNATIVAS

3.- PROYECTO JAMA

Alternativas	Trasvases	Caudal pico a trasvasar (m ³ /s)	Túnel por gravedad	Bombeo y Túnel	Canal abierto bombeo y túnel	Canal abierto y túnel a gravedad	Presas
1	Jama - Don Juan	1.0	x				x (Jama)
	Jama - Briceño	2.3	x				
	Jama - San Ramón	1.3	x				
2	Eloy Alfaro - Briceño	2.3	x				x (Yesca)
	Eloy Alfaro - San Ramón	1.3	x				x (Yesca)

4.- PROYECTO CUAQUE

1	Cuaque - Río Tachina	1.17	x				x (Cuaque)
---	----------------------	------	---	--	--	--	------------

5.- PROYECTO SANCÁN

1	Esperanza - Poza Honda	6.00		x			x (Daule Peripa) x (Poza Honda) x (Sancán)
	Portoviejo - Río Sancán	6.00		x			
2	Daule - Poza Honda	6.00		x			x (Daule Peripa) x (Poza Honda) x (Sancán)
	Portoviejo - Sancán	6.00		x			

CUADRO 6.3

PROYECTO DE TRASVASES ZONA CENTRAL Y SUS CARACTERISTICAS TECNICAS

Alternativas	Desde	Hacia	Caudal nico de Traslase (m ³ /s)	Demanda Riesgo (m ³ /s)	Demanda Riesgo Agua Potable (m ³ /s)	Demanda cubierta por Poza Honda (m ³ /s)	Demanda a cubrir por los trasvases (m ³ /s)	Incertidumbre (m)	Túnel		Ventana Túnel		Carratera de acceso (m)	Estación de Bombas		Canales abiertos		Sifones	Portal de entrada	Chimenea de equilibrio	Presa Chirijos	Alternativas de riesgo costeras	
									m	1 (m/m)	2 (m/s)	3 (m/s)		4 (m)	5 (m/s)	6 (m/s)	7 (m/s)						8 (m/s)
1	Dauile Peripa	Esperanza	18	-	-	-	-	-	8.3	1/1000	3.80	18	2	3.80	23	-	-	-	-	-	-	-	-
	La Esperanza	Poza Honda	11(*)	10.21	3.42	3.28(**)	9.75	1.2	16.5	1/2000	3.60	11	3	3.60	16	11	73.2	10 854	-	-	-	SI	1 1 4 4
2	La Esperanza	Rocafuerte	5	2.48	2.50	-	4.98	0.2	5.0	1/5000	2.90	4	-	-	-	5	55.0	3 707	19	9	-	-	-
	Dauile Peripa	Esperanza	7	-	-	-	-	-	8.3	1/1000	2.70	7	2	2.70	23	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Río Dauile	Poza Honda	11(*)	10.21	3.42	3.28	9.75	13.3	11.2	1/1000	3.20	11	3	3.20	17.5	11	128.6	19 069	-	-	-	SI	1 1 4 4
	La Esperanza	Rocafuerte	5	2.48	2.50	-	4.98	0.2	5.0	1/5000	2.90	4	-	-	-	5	55.0	3 707	4	14	4	2	-
4	Dauile Peripa	Esperanza	18	-	-	-	-	-	8.3	1/1000	3.80	18	2	3.80	23	-	-	-	-	-	-	-	-
	La Esperanza	Rocafuerte	15	9.29	5.44	-	14.75	1.0	14.0	1/2000	3.35	9	-	-	-	13	41.1	7 202	13	7.3	13	1.3	-
5	Dauile Peripa	Esperanza	18	-	-	-	-	-	8.3	1/1000	3.80	18	2	3.80	23	-	-	-	-	-	-	-	-
	La Esperanza	Poza Honda	13	11.74	3.42	3.28	11.28	1.2	16.5	1/2000	3.80	13	3	3.80	16	13	73.2	12 828	-	-	-	SI	1 1 4 4
6	La Esperanza	Rocafuerte	5	2.48	2.50	-	4.98	0.2	5.0	1/5000	2.90	4	-	-	-	5	55.0	3 707	19	9	-	-	-
	Poza Honda	Río Chico	2	1.53	-	-	1.53	-	3.0	1/1000	2.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Dauile Peripa	Esperanza	5	-	-	-	-	-	8.3	1/1000	2.40	5	2	2.40	23	-	-	-	-	-	-	-	-
	Río Dauile	Poza Honda	13	11.74	3.42	3.28	11.28	13.3	11.2	1/1000	3.40	13	3	3.40	17.5	13	128.6	22 536	-	-	-	SI	1 1 4 4
8	La Esperanza	Rocafuerte	5	2.48	2.50	-	4.98	0.2	5.0	1/5000	2.90	4	-	-	-	5	55.0	3 707	4	14	4	2	-
	Poza Honda	Río Chico	2	1.53	-	-	1.53	-	3.0	1/1000	2.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) Se propone trasvasar 1.25 m³/s adicionales para cubrir déficit en el embalse Poza Honda, debido a probables periodos continuos de sequia y a pérdidas de volumen útil a causa de excesos de sedimentos y gasto ecológico.

(**) Demanda cubierta con un volumen útil de 85 m³.

OTROS PROYECTOS CON TRASVASES Y SUS CARACTERISTICAS TECNICAS

Proyecto	Alternativas	Trasvase		Caudal pico de trasvase (*) (m ³ /s)	Demandas (m ³ /s)		Tubería de inyección (ha)	Túnel			Ventana Túnel			Carretera de acceso			Estación de Bombeo			Canales abiertos			Sifones	Portal de entrada	Chimenea de equilibrio	Presas	Área de riego (ha)	Ancho presa de derivación, tipo Sautia Ana (m)	Puentes (n)
		Desde	Hacia		Riego	Agua Potable		km	i (v/s)	φ (m)	Q (m ³ /s)	km	φ (m)	km	Q (m ³ /s)	km	φ (m)	P (kw)	Q (m ³ /s)	km	Q (m ³ /s)	km							
Jaaja	1	Jaaja	Don Juan	1.00	-	0.78	-	8.0	1/2000	2.00	0.78	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	950	-	50		
		Jaaja	Briceño	2.30	-	2.30	-	18.0	1/2000	2.00	2.30	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3 000	-	20		
		Jaaja	San Ramón	1.30	-	1.30	-	12.0	1/2000	2.00	1.30	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1 500	-	10		
		Jaaja	Jaaja (**)	-	0.07	0.96	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 150	20	-		
Ayape	2	Jaaja	Briceño	2.30	-	2.30	-	18.0	1/2000	2.00	2.30	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3 000	-	20			
		Jaaja	San Ramón	1.30	-	1.30	-	12.0	1/2000	2.00	1.30	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1 500	-	10			
Ayape	1	Ayape	Agua Blanca	1.40	1.55	0.82	-	20.5	1/1000	2.00	1.40	-	-	6 (***)	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1 700	-	-			
		Agua Blanca	Río Tiji Jaja	1.00	0.82	-	-	20.8	1/1000	2.00	1.00	-	-	15 (***)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cueque	1	Cueque	Río Tachina	1.17	1.15	0.57	-	7.0	1/1000	2.00	1.17	-	-	7.0	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1 450	-	50			
		Cueque	Cueque (**)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	650	30	-			
Sancán	1	Esperanza	Peza Honda	6.00	-	-	1.2	16.5	1/2000	2.90	6.00	-	3	2.90	16.0	6.0	73.2	5 920	-	-	-	-	-	SI	-	130			
		Portoviejo	Sancán	6.00	14 (1)	-	13.5	8.0	1/2000	2.90	6.00	-	-	7.0	201.8	16 321	-	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	40		
Sancán	2	Daule	Peza Honda	6.00	-	-	13.3	11.2	1/1000	2.90	6.00	-	3	2.90	17.5	6.0	128.6	10 401	-	-	-	-	-	SI	-	70			
		Portoviejo	Sancán	6.00	14 (1)	-	13.5	8.0	1/2000	2.90	6.00	-	-	7.0	291.8	16 321	-	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	40		

(*) Los caudales de trasvase para riego están calculados para condiciones continuas en 24 h, no obstante que el horario de riego ha sido calculado en 15 horas.

(**) Caudal a ser captado en el río con presas de derivación.

(***) Significa mejoramiento de caudales actuales existentes; para efectos de costos tomar un 50% del costo original.

(1) Necesita regulación extra a través de la presa Sancán.

FIGURA 3.1. TRASVASE DAULE PERIPA - LA ESPERANZA
(FACTIBILIDAD)

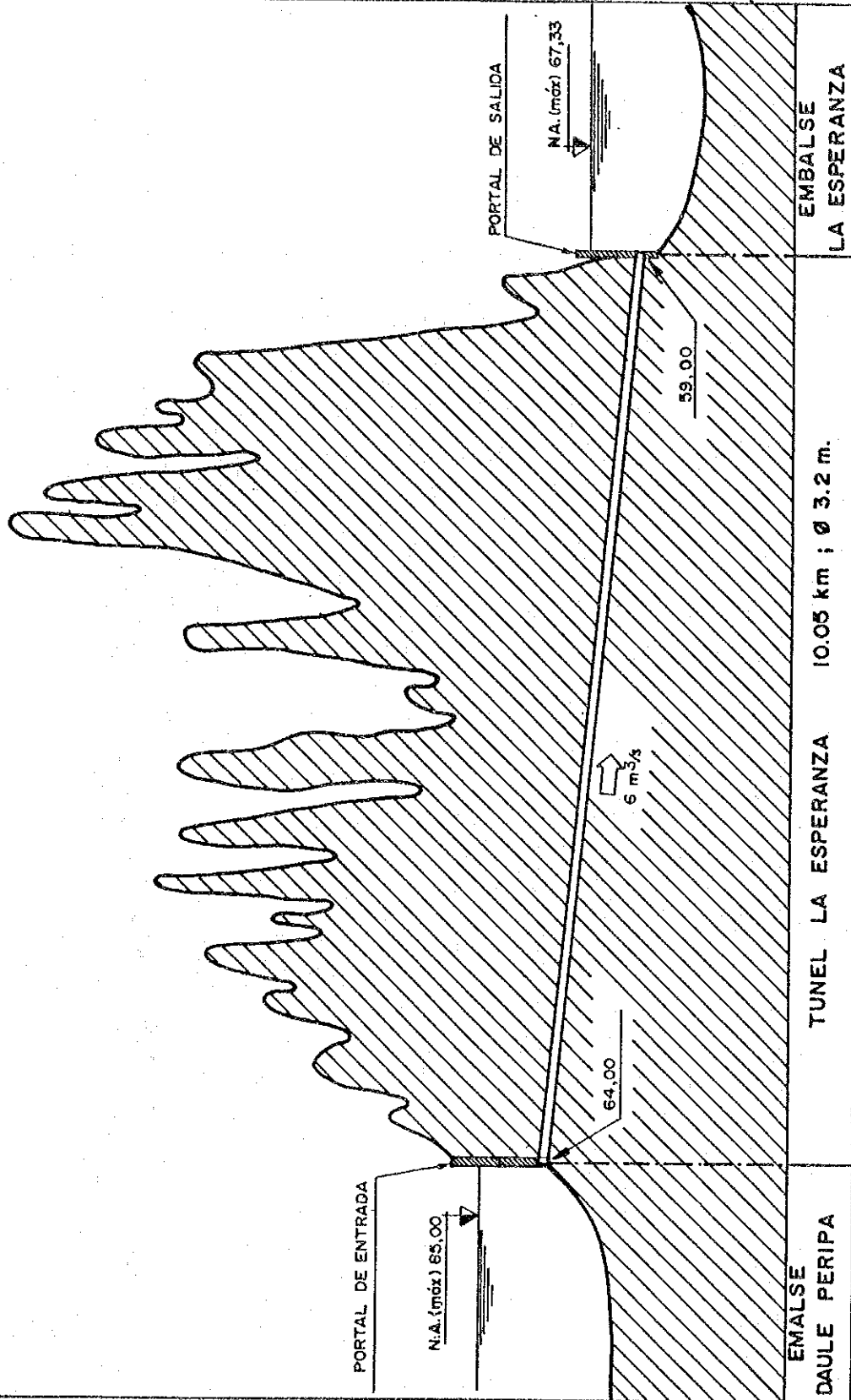


FIGURA 3.2. TRASVASES DAULE PERIPA - LA ESPERANZA
(DISEÑO Y MODIFICACIONES)

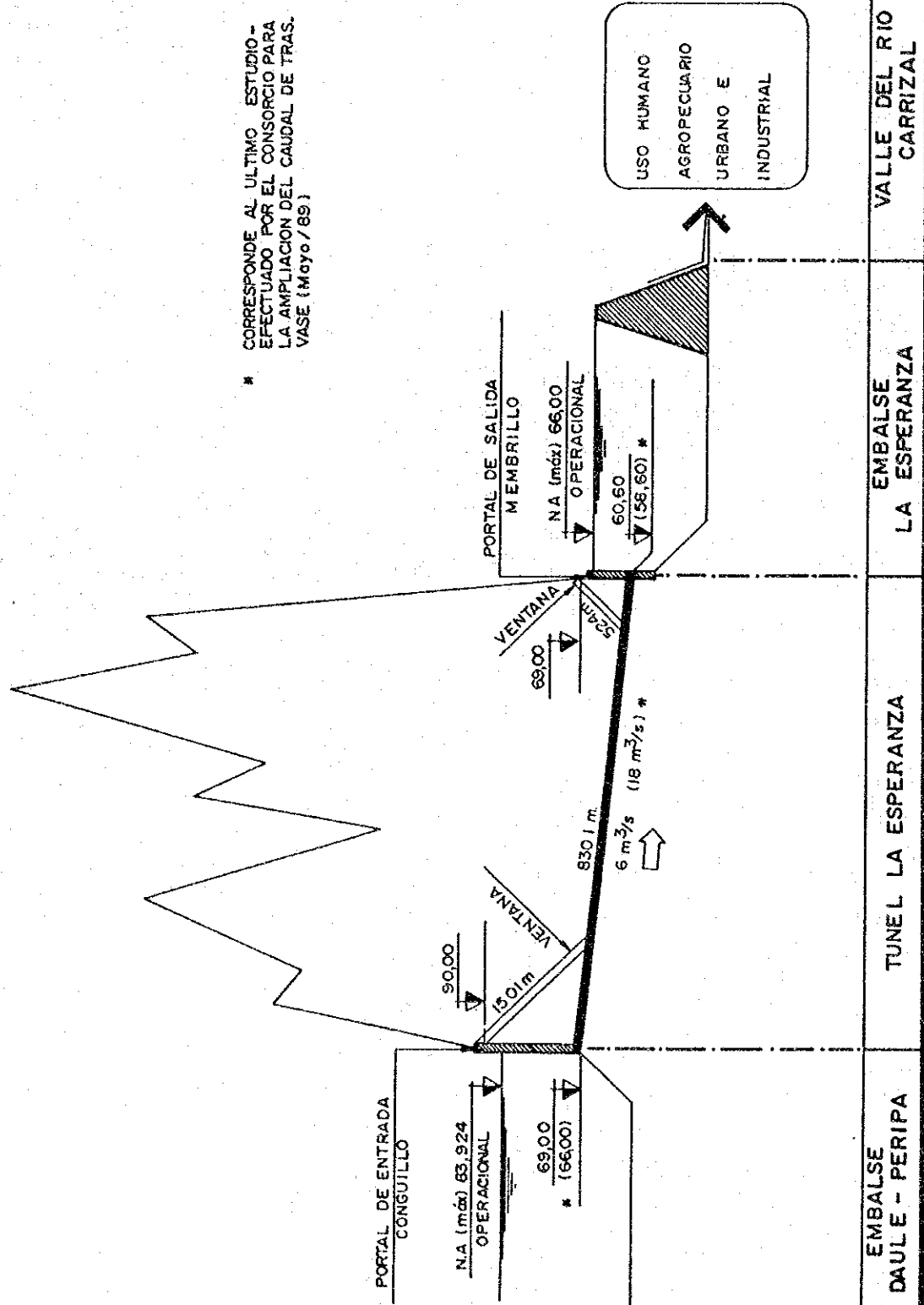


FIGURA Nº 4.1 DEMANDAS Y DISPONIBILIDADES ANUALES DEL PROYECTO INTEGRADO CHONE - PORTOVIEJO

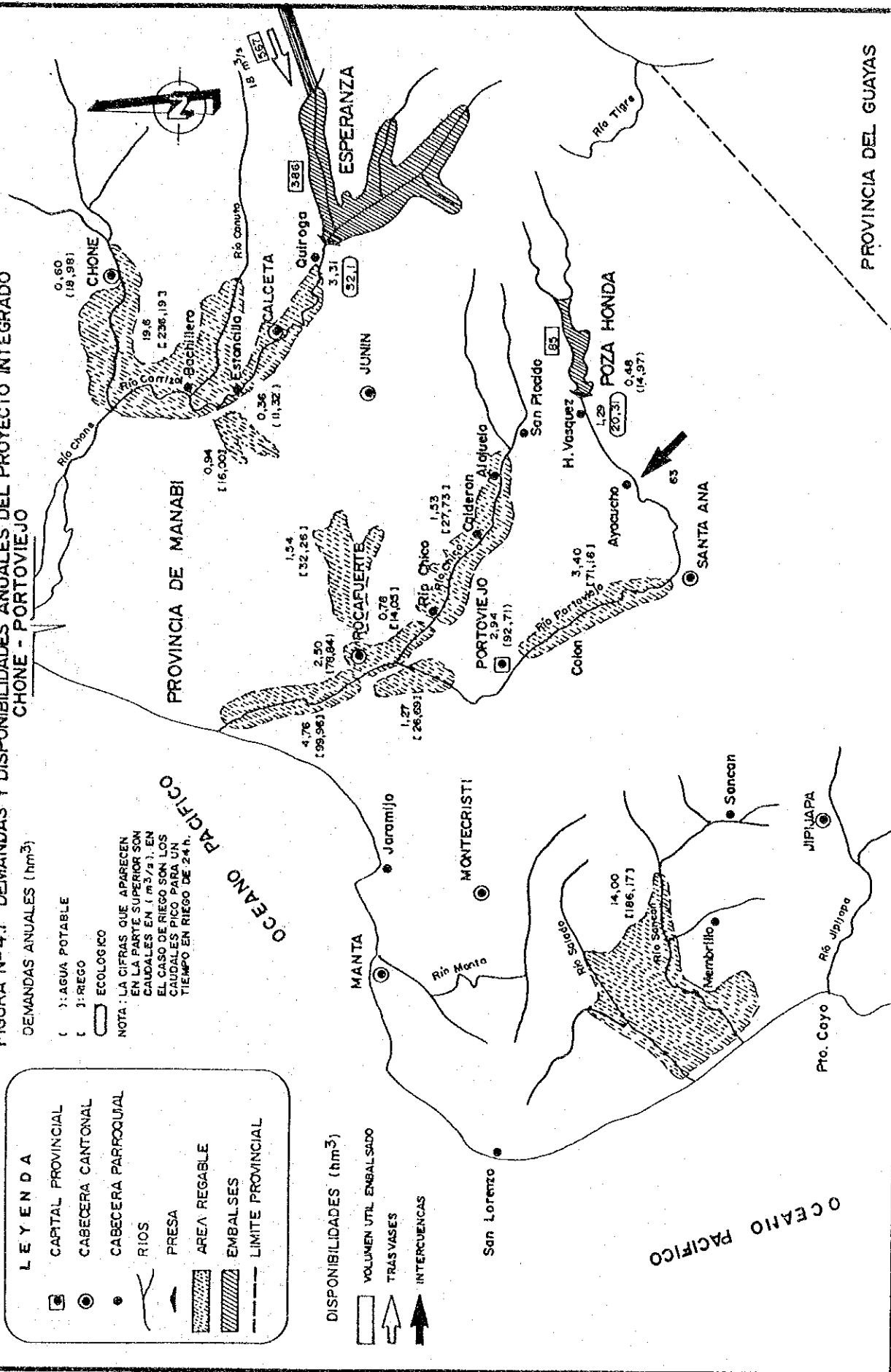


FIGURA N° 5.1 UBICACION SITIOS DE PRESA DE EMBALSES Y AQUELLOS SELECCIONADOS.

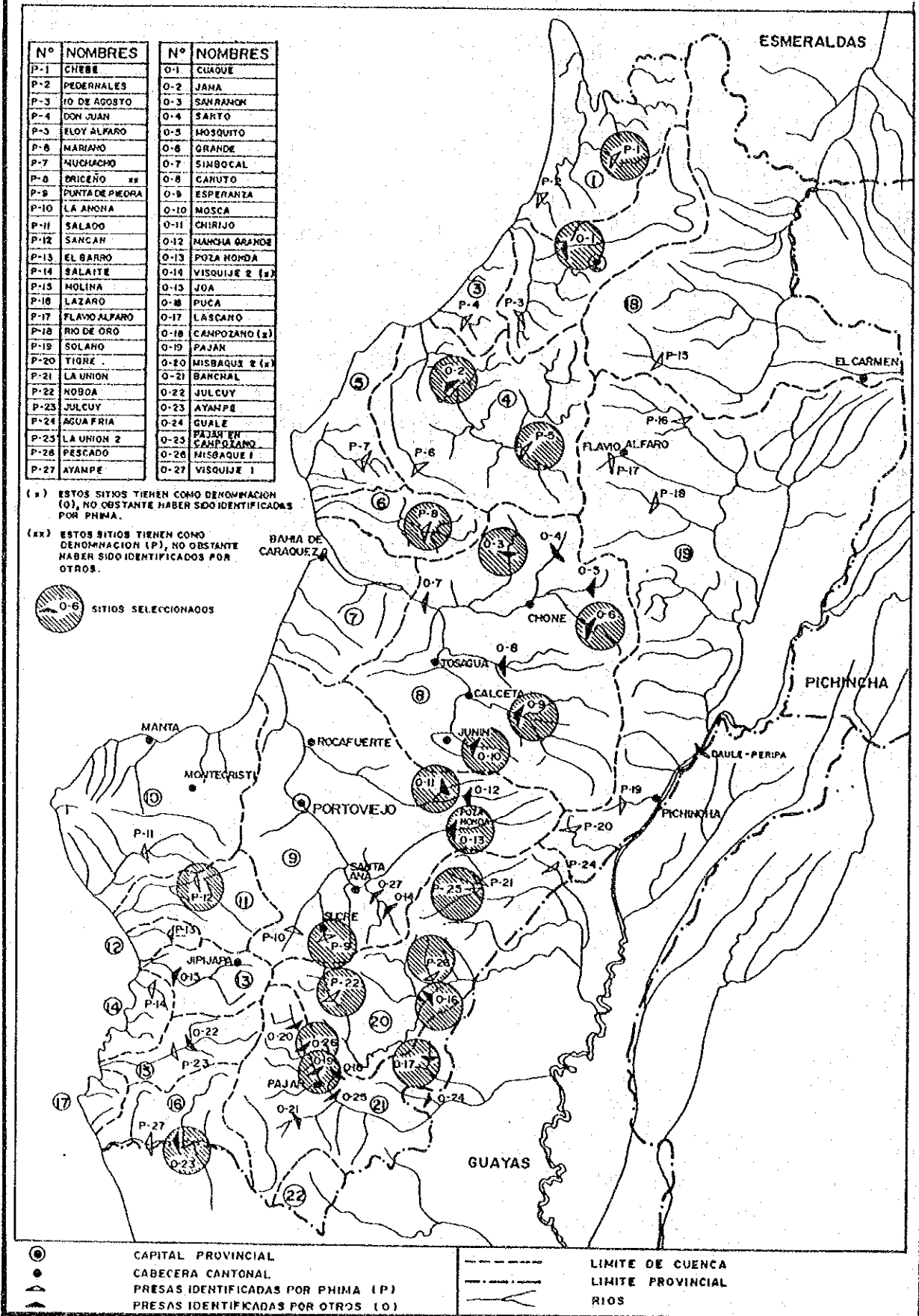


Fig 5.2 EFICIENCIA ECONOMICA DE LA PRESA CUAQUE (0-1)

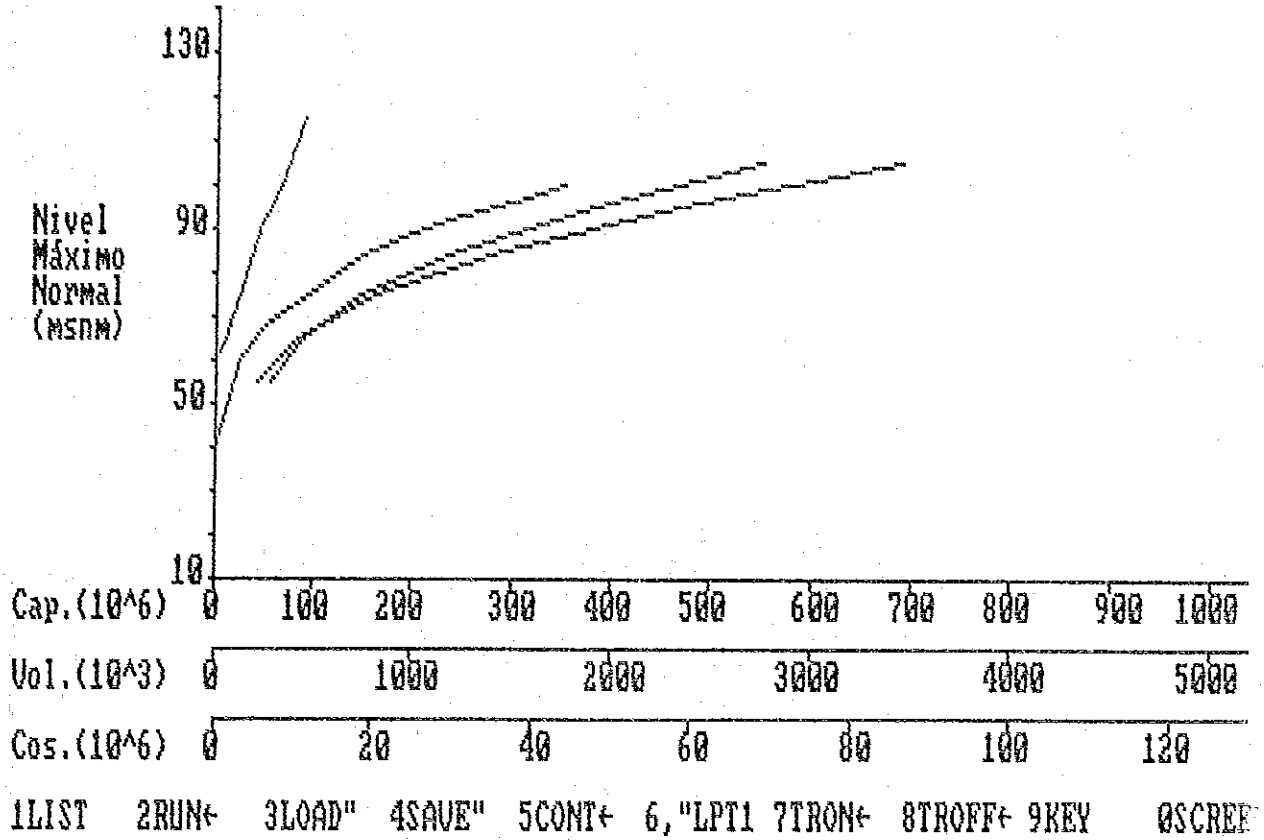


Fig. 6.1 ZONA CENTRAL TRASVASES - ALTERNATIVA 1

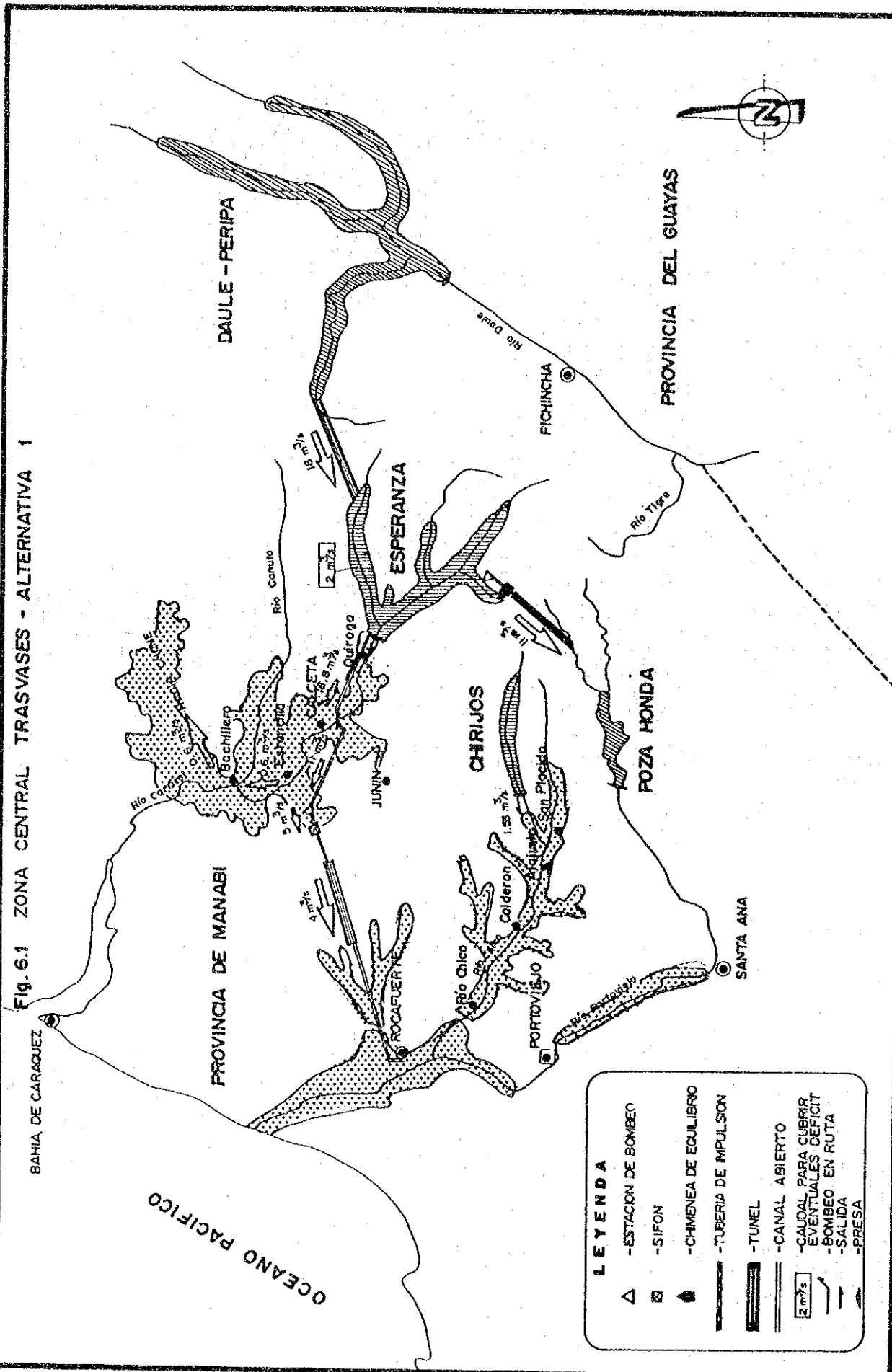


Fig. 6.2 ZONA CENTRAL TRASVASES - ALTERNATIVA 2

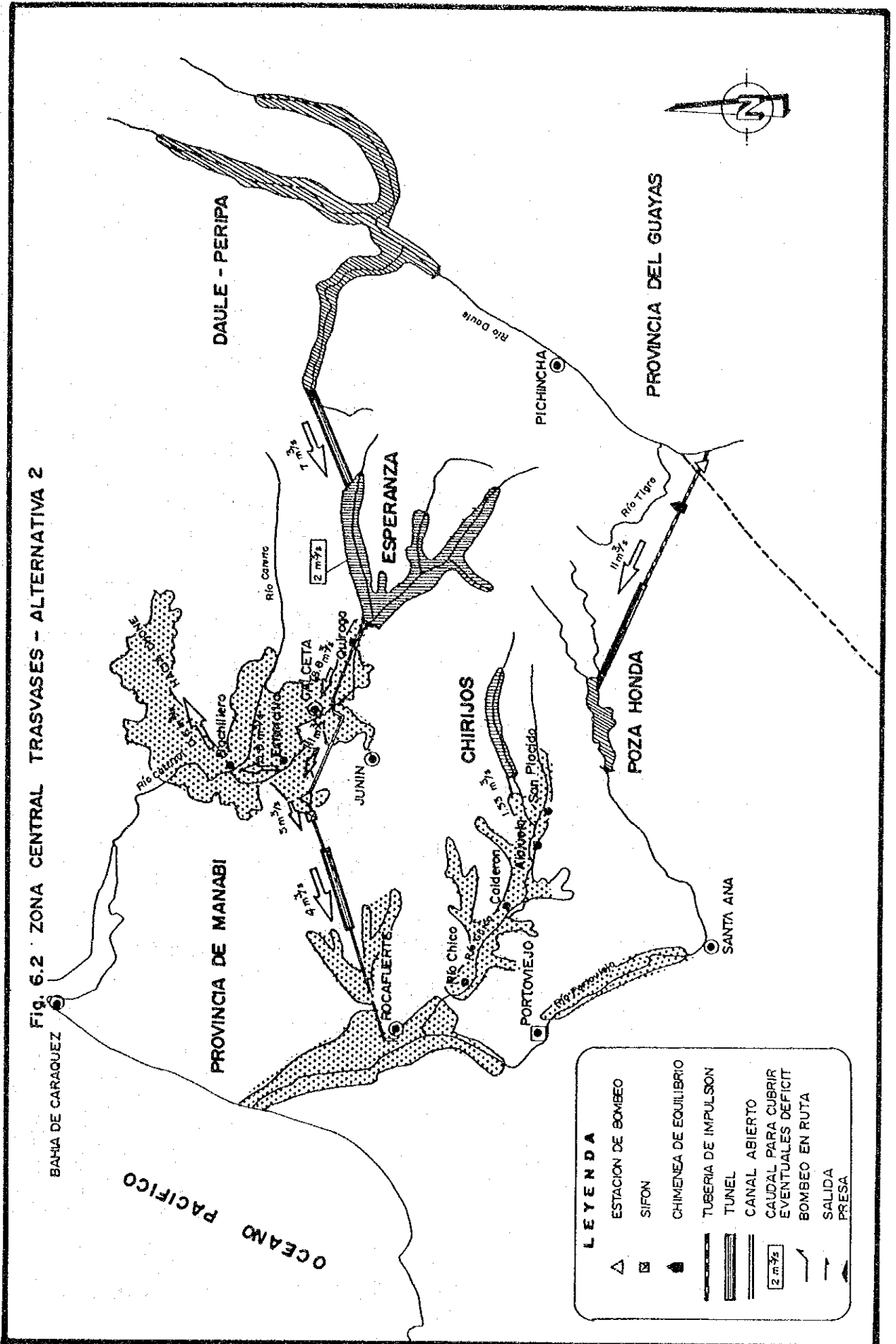


Fig. 6.3 ZONA CENTRAL TRASVASES - ALTERNATIVA 3

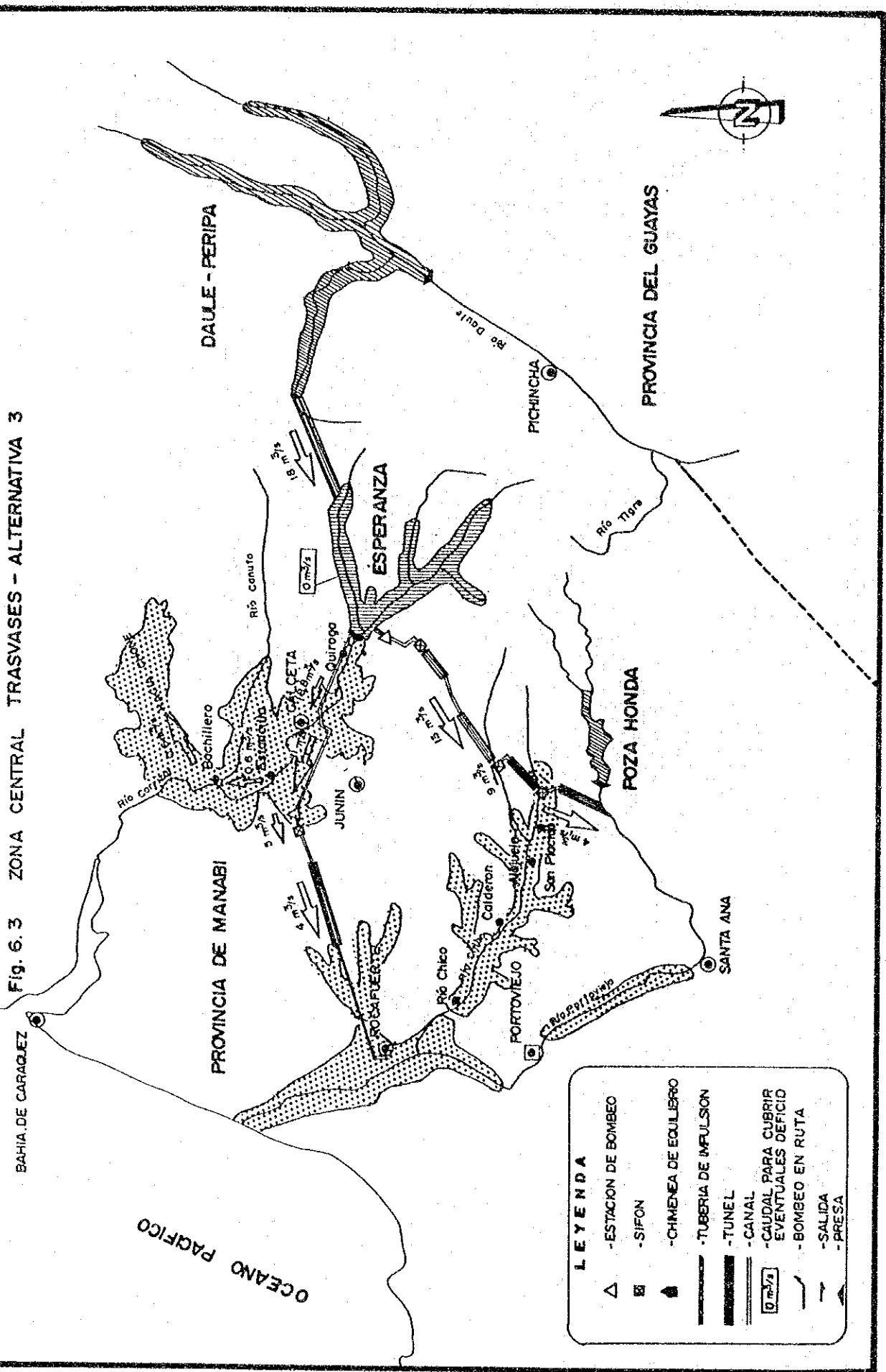
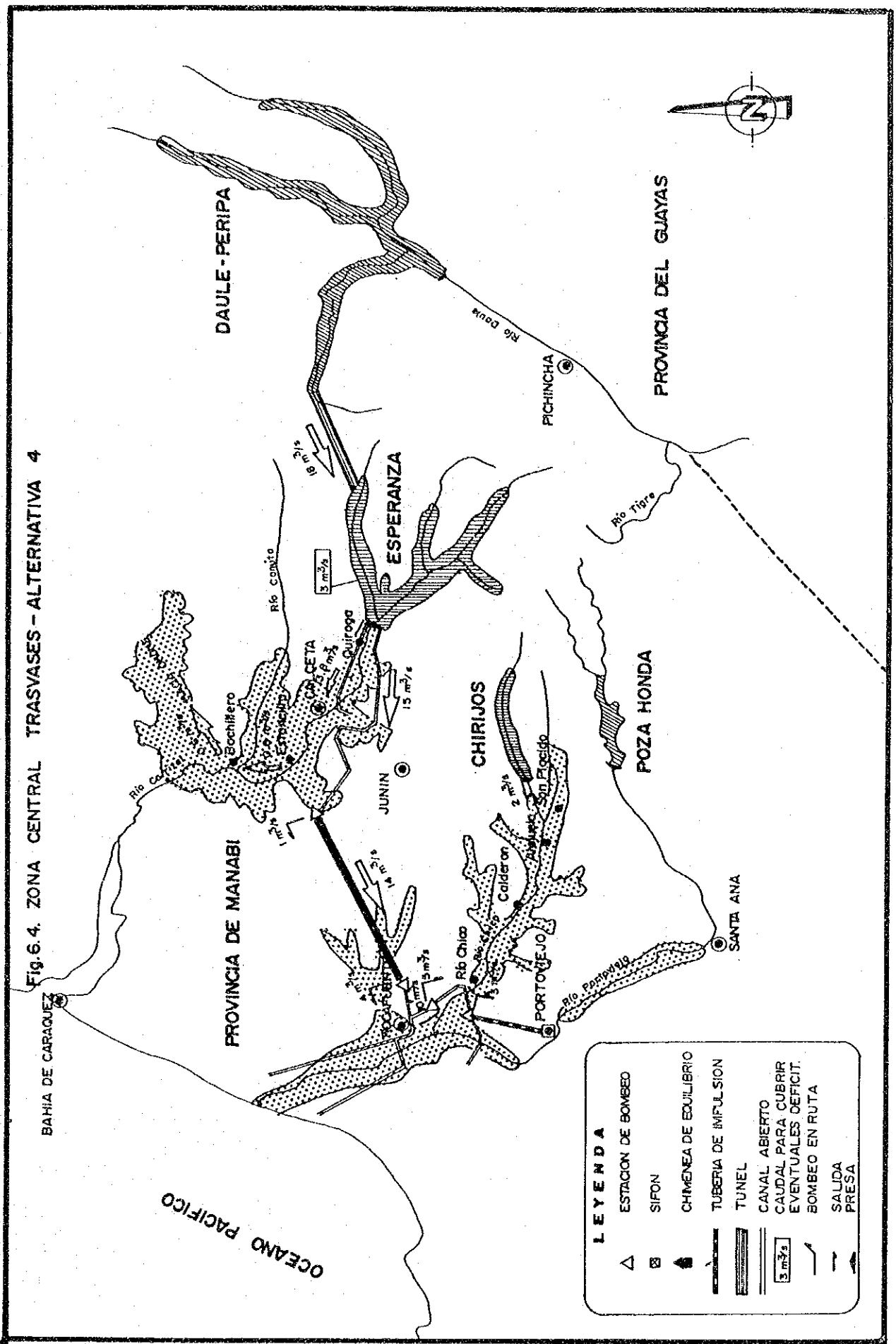


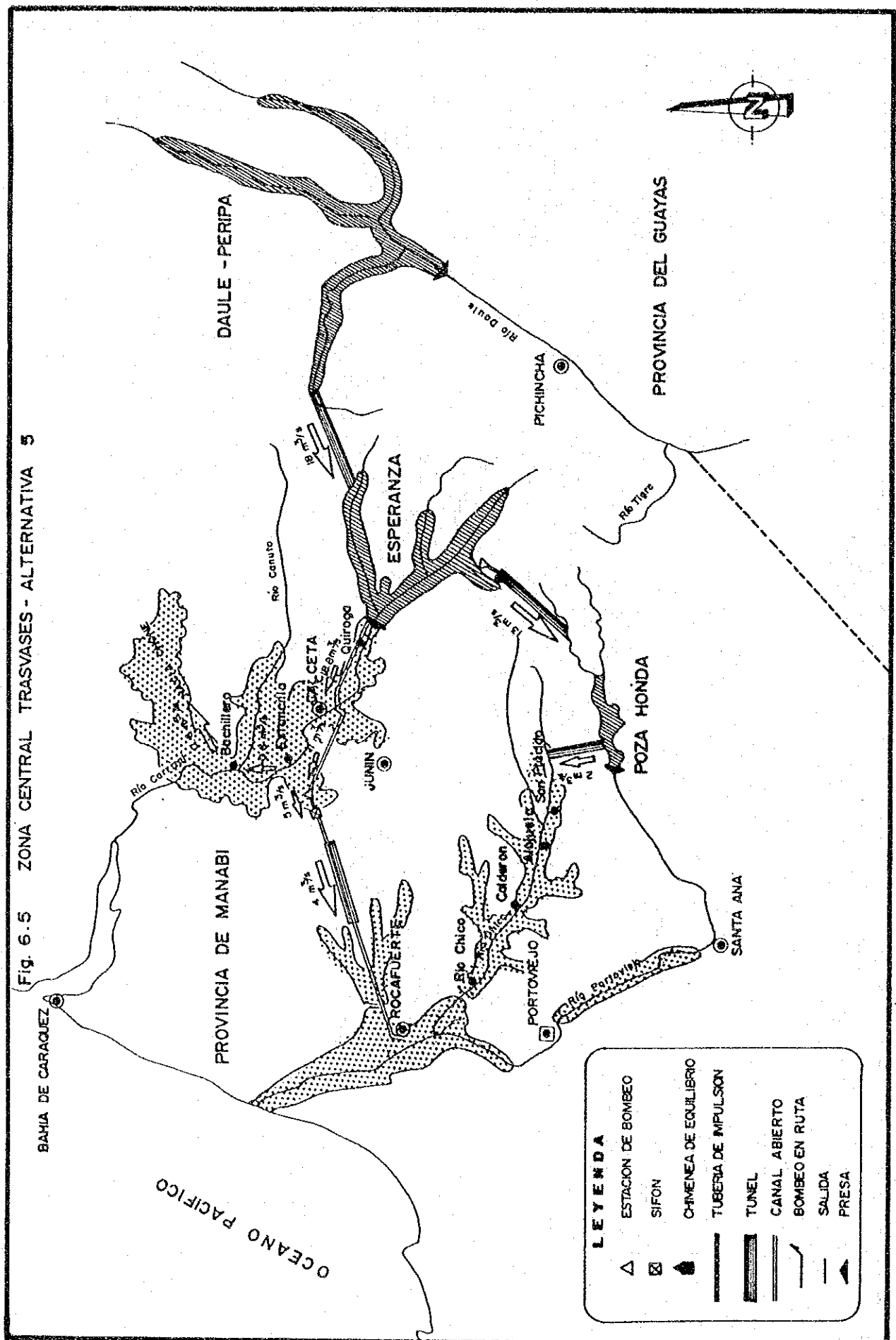
Fig. 6.4. ZONA CENTRAL TRASVASES - ALTERNATIVA 4



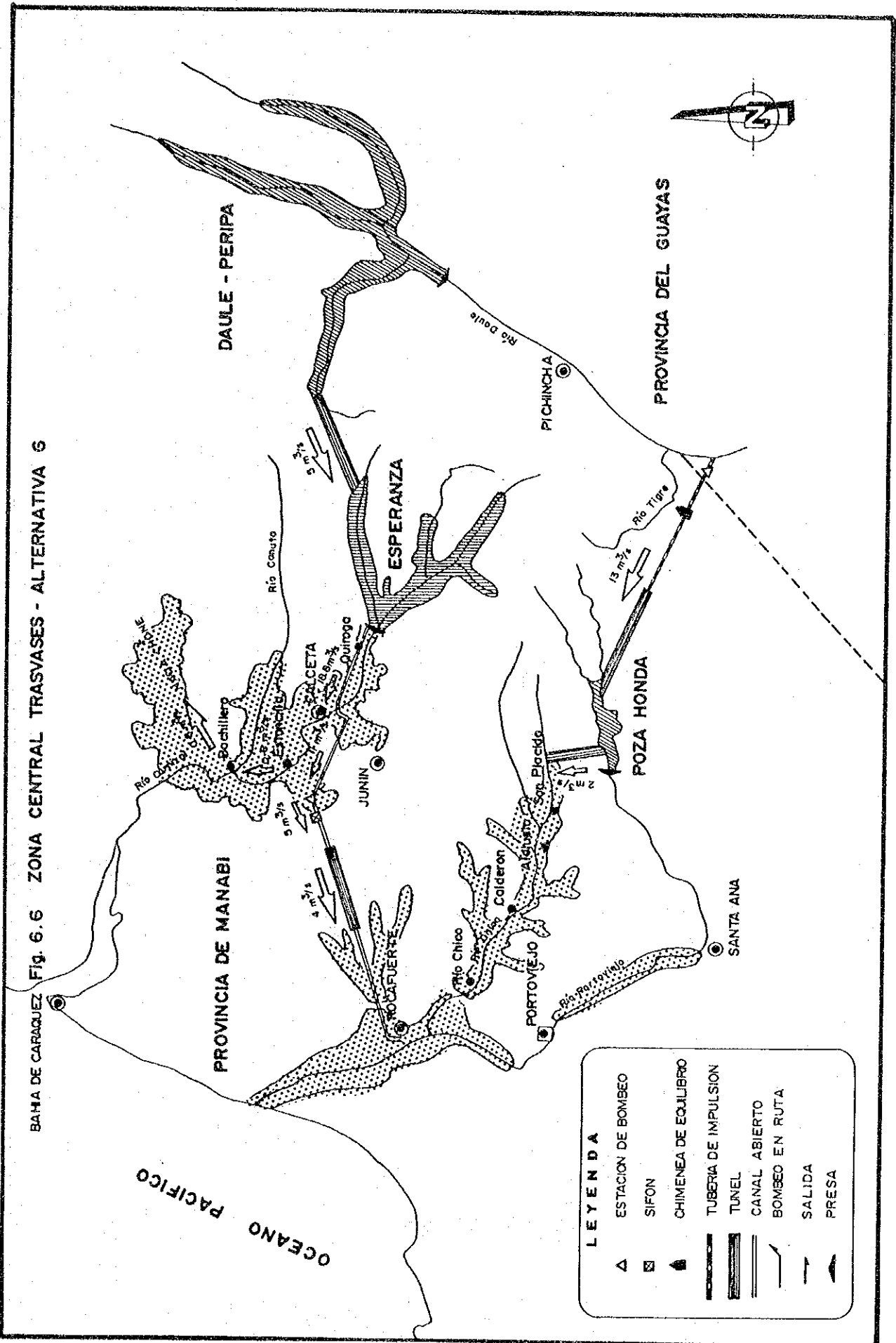
LEYENDA

△	ESTACION DE BOMBEO
□	SIFON
▲	CHIMENEA DE EQUILIBRIO
—	TUBERIA DE IMPULSION
—	TUNEL
—	CANAL ABIERTO
—	CAUDAL PARA CUBRIR EVENTUALES DEFICIT.
—	BOMBEO EN RUTA
—	SALIDA
—	PRESA

Fig. 6.5 ZONA CENTRAL TRASVASES - ALTERNATIVA 5

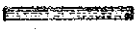

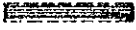
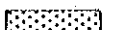



BAMA DE CARAQUEZ Fig. 6.6 ZONA CENTRAL TRASVASES - ALTERNATIVA 6



LEYENDA

Fig. 6.7. PROYECTO JAMA - TRASVASES ALTERNATIVA 1 y 2 Y CUAQUE

-  TUNEL ALTERNATIVA 1
-  TUNEL ALTERNATIVA 2
-  TUNEL ALTERNATIVA 1 y 2
-  AREA DE RIEGO
-  PRESA

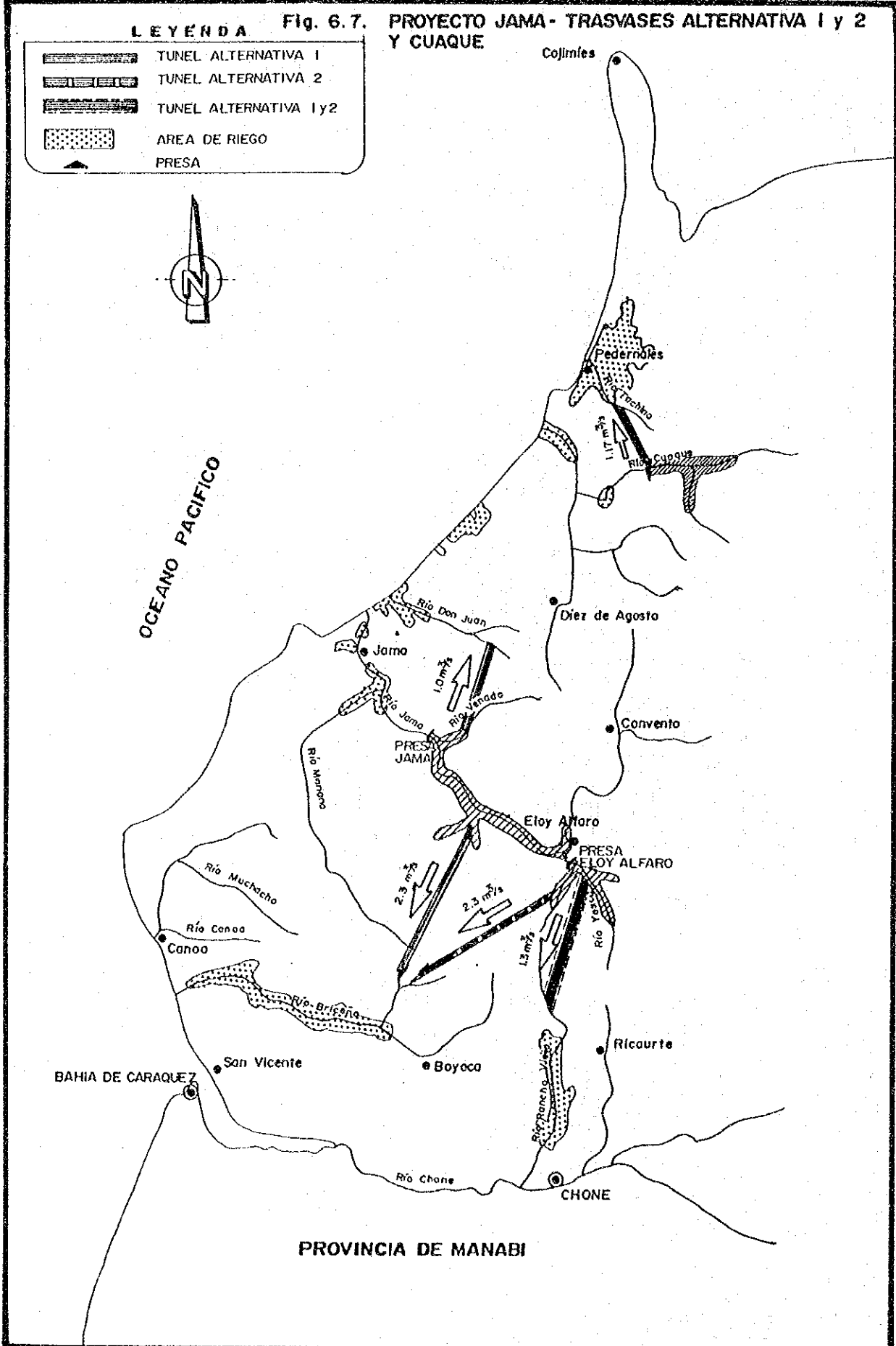


Fig. 6.8. PROYECTO AYAMPE - TRASVASES

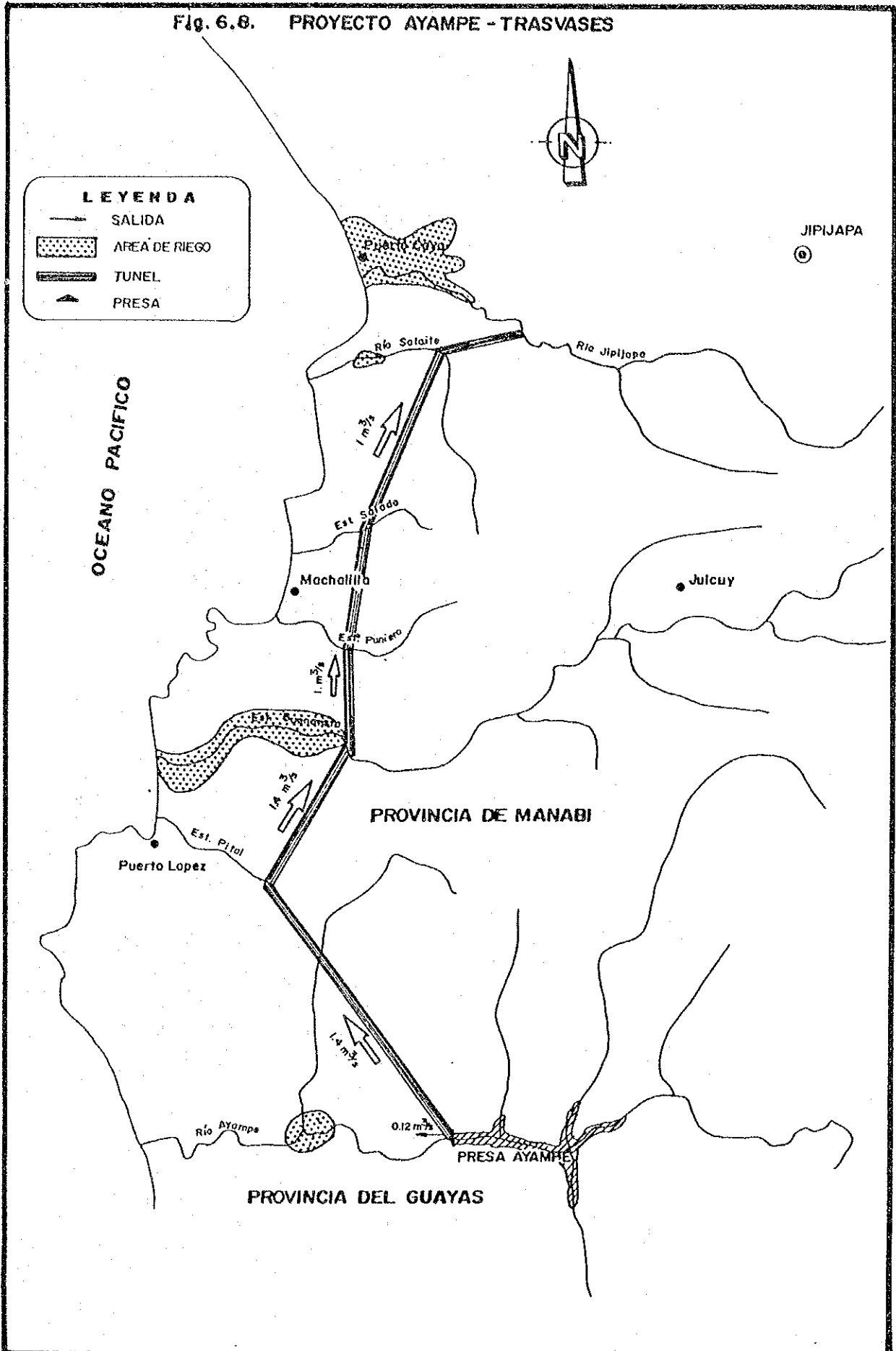


Fig. 6.9. TRASVASE AREA DE RIEGO SANCAN ALTERNATIVA 1

LEYENDA

- ESTACION DE BOMBEO
- TUBERIA DE IMPULSION
- TUNEL
- PRESA
- AREA DE RIEGO
- CHIMENEA DE EQUILIBRIO

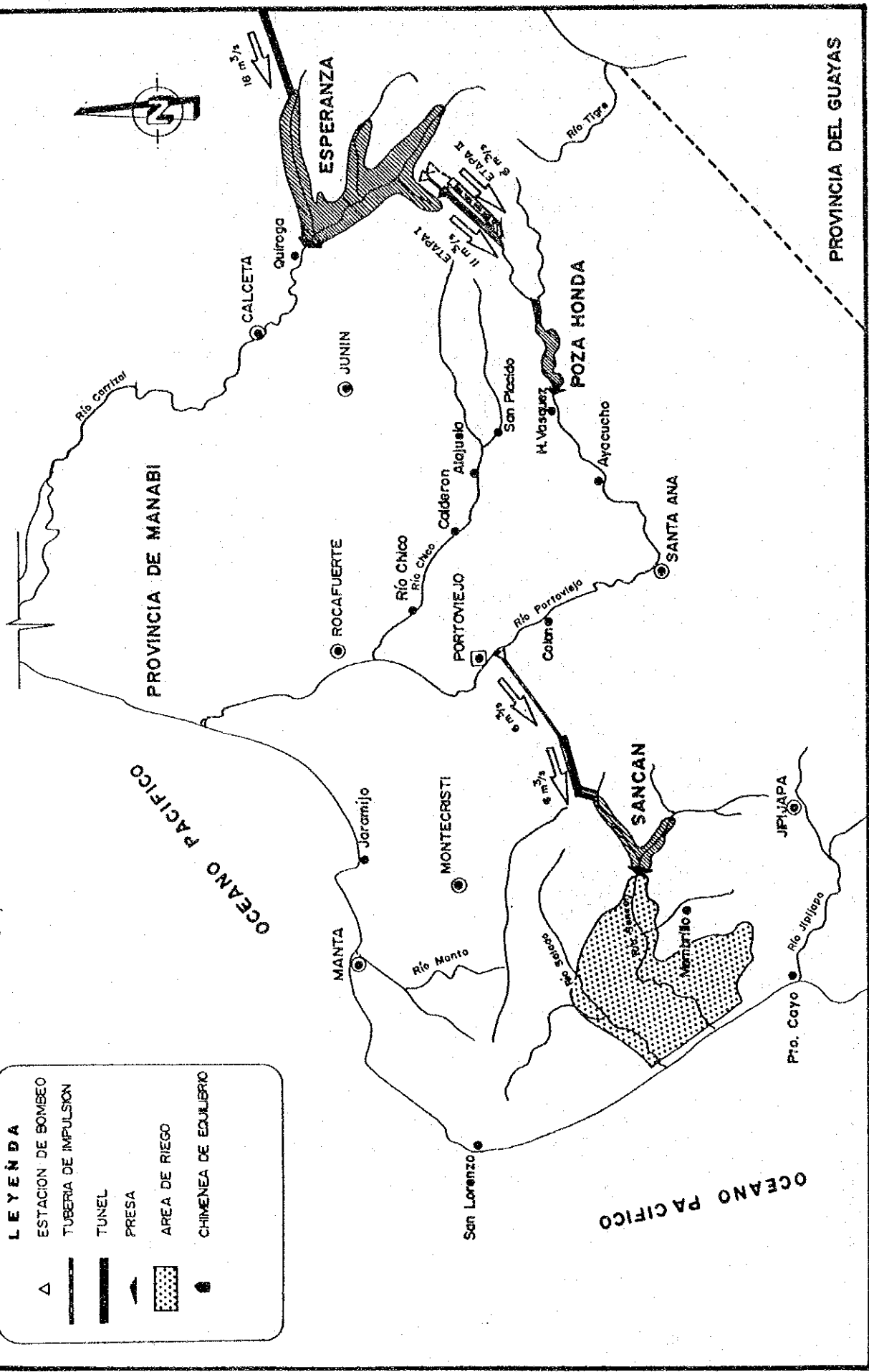


Fig. 6.10. TRASVASE AREA DE RIEGO SANCAN ALTERNATIVA 2

