

#### 4.6.2 Plan de Rehabilitación de la Presa El Coyolar

La rehabilitación de la Presa El Coyolar contempla los dos puntos importantes siguientes:

- mantener la estabilidad estructural; y
- rehabilitar y/o mejorar el actual vertedero de manera que satisfaga lo proyectado originalmente sobre la descarga de inundación

##### (1) Métodos de Rehabilitación

##### 1) Seguridad de la Estabilidad de la Presa

Para asegurar la estabilidad de la Presa, es necesario realizar cierto tipo de refuerzo de la cortina. Los métodos de refuerzo de la Presa son estudiados y elaborados como sigue:

##### - Ampliación de la cortina

La ampliación de la base de la estructura es uno de los métodos para asegurar la estabilidad de las estructuras.

Para ampliar la cortina, existen tres modalidades de ampliación que consideran el vaciado de concreto adicional en la sección aguas arriba, aguas abajo; o a ambos lados de la cortina.

Sin embargo, la ampliación por la sección aguas arriba es bastante difícil en cuanto a la realización de obras de construcción por los siguientes motivos:

- ① No se puede esperar una construcción precisa debido a que los trabajos son realizados en el agua.
- ② En caso de trabajo en seco, la instalación del cofre de la Presa y la descarga del agua embalsada es bastante difícil.

##### - Anclaje

Las rocas del cimiento y la cortina de la Presa son conectadas por medio de anclas y se refuerza parte de la carga. Sin embargo, los ensayos de laboratorio muestran que

la compresión no-confinada de la Presa es parcialmente pequeña y la fuerza de la cortina no es la suficiente como para aplicar el método de anclaje.

Por lo tanto, la ampliación de la cortina por medio de inyección de concreto en la sección aguas abajo se considera la mejor alternativa desde el punto de vista técnico y facilidad de construcción. Este método es empleado para el plan de rehabilitación de la Presa. La Fig. 4.6-1 muestra la sección transversal típica del plan de rehabilitación.

## 2) Rehabilitación/Mejora del Vertedero

Debido a que la descarga de inundación diseñada del actual vertedero es muy pequeña ( $288\text{m}^3/\text{seg}$ ), éste no permite el paso de la nueva descarga de inundación diseñada de  $700\text{ m}^3/\text{seg}$  (período de retorno de 200 años, descarga específica de  $3.6\text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ ) en forma segura. Por lo tanto, se requiere de la rehabilitación del actual vertedero o de la construcción de uno nuevo.

Se consideran las tres siguientes alternativas:

Plan B-1 : Construcción de un nuevo vertedero en la margen izquierda de la Presa.

Plan B-2 : Construcción de un vertedero tipo rebosadero en medio de la cresta de la Presa.

Plan B-3 : Utilización del vertedero actual conjuntamente con el Plan B-2.

Un estudio comparativo para la determinación del plan óptimo para la rehabilitación del vertedero se muestra en la Tabla 4.6-1. La cantidad de construcción de las obras de rehabilitación del vertedero está incluida dentro del plan de rehabilitación de la Presa debido a que las obras del vertedero no son independientes de las obras de rehabilitación de la Presa.

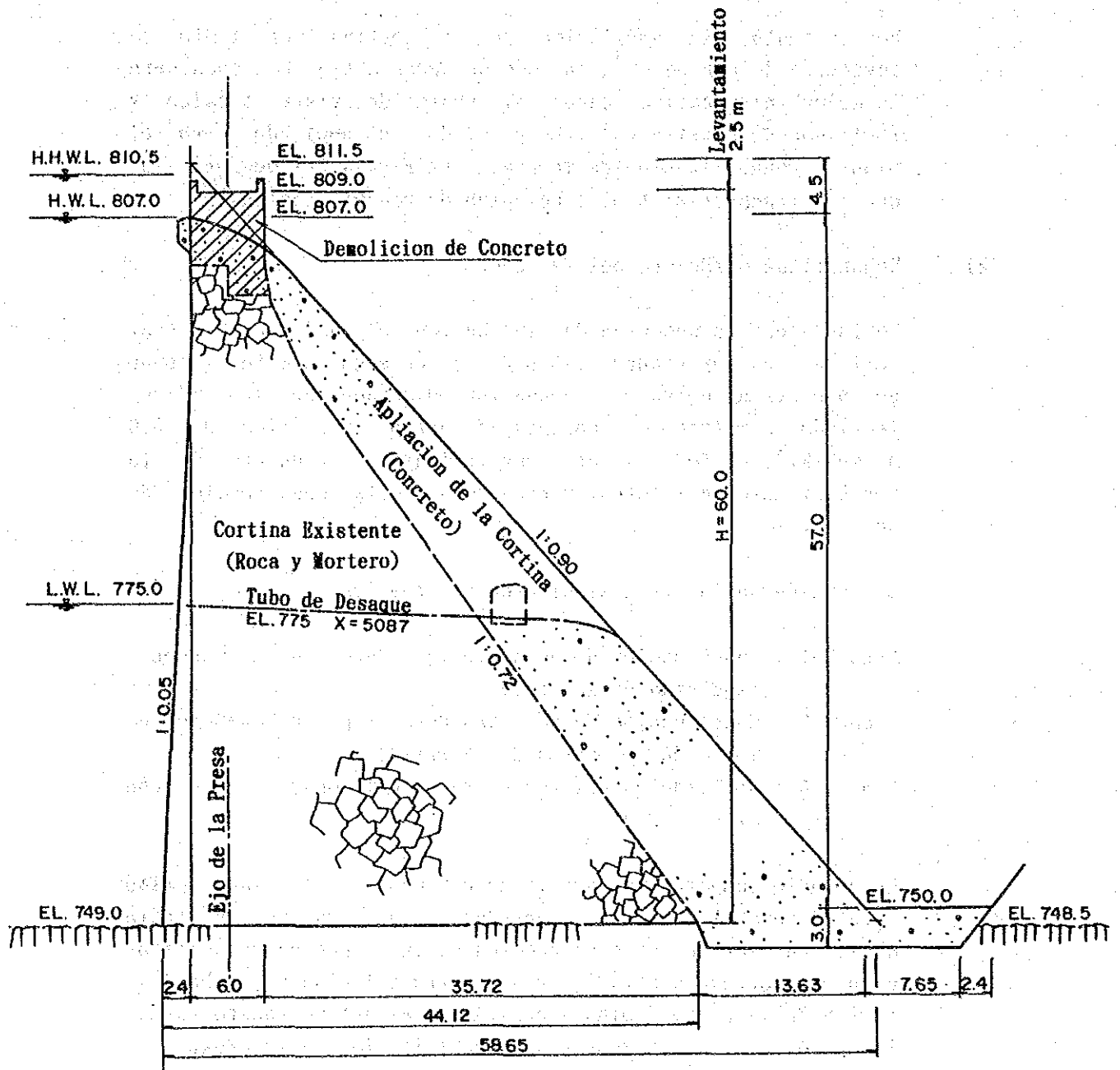


Fig. 4.6-1 Sección Longitudinal Típica del Plan de Rehabilitación de la Presa

Tabla 4.6-1 Comparación de las Alternativas para el Vertedero

Descripción	Plan B-1	Plan B-2	Plan B-3
<b>Excavación</b>			
Presa (m <sup>3</sup> )	14,000	16,000	16,000
Vertedero (m <sup>3</sup> )	84,000	---	---
Represa (m <sup>3</sup> )	10,000	10,000	10,000
Total (m <sup>3</sup> )	108,000	26,000	26,000
<b>Concreto</b>			
Presa (m <sup>3</sup> )	33,100	34,900	34,900
Vertedero (m <sup>3</sup> )	14,000	---	---
Represa (m <sup>3</sup> )	5,100	5,100	5,500
Total (m <sup>3</sup> )	52,100	40,000	40,400
Inyección (m)	34,500	34,400	34,200
Vía de acceso	Mejora de la vía existente. Const. de una nueva vía (6km)		
Costo de Construcción	68	44	45
Período de Construcción	5 años	3 años	3 años
Evaluación Total	malo	bueno	regular

Como resultado de la evaluación, se nota que existe muy poca diferencia de cuanto al costo de construcción del Plan B-2 y Plan B-3. Sin embargo, es recomendable evitar la utilización del vertedero actual por motivos de seguridad. Por lo tanto, el Plan B-2 es empleado en el plan del Proyecto.

(2) Esquema para la Rehabilitación de la Presa El Coyolar

El esquema para la rehabilitación de la Presa El Coyolar es mostrado en la Fig. 4.6-2.

- La elevación de la cresta de la Presa es EL.811.5m
- La ampliación se ejecutará en el lado de aguas abajo de la actual cortina
- La entrada del vertedero es cerrada con concreto para convertirse en una extensión de la cortina. Una descarga ordinaria de inundación desborda por el medio de la cortina.
- No se planea un derramadero aguas abajo. Sin embargo, un dissipador de energía es considerado.

(3) Condiciones Básicas para el Diseño

- Intensidad Sísmica Diseñada

Se requiere estudiar los resultados de terremotos previos, características sísmicas del área, supuestos que se hicieron sobre actividad sísmica en el diseño original, etc., para sintetizarlos y luego determinar la intensidad sísmica.

El valor de prueba de la intensidad sísmica obtenida de la información sobre sismos anteriores fue de menos de 0.1. Sin embargo, un terremoto ocurrió en Comayagua en 1980. Otro terremoto de 0.15g fue registrado en la Presa El Cajón localizado aguas abajo del río Humuya. La intensidad sísmica diseñada de la Presa El Cajón es de 0.36. No existe un plano que indique cuál es la configuración del cimiento de la Presa El Coyolar. Debido a esto, no es posible analizar su característica sísmica. Considerando el factor de seguridad, la intensidad sísmica diseñada para la Presa El Coyolar se toma  $K=0.15$ .

- Fuerza de Levantamiento

La fuerza de levantamiento contra la cortina de la Presa (expresada por U) fue determinada como  $U=50\%$  teniendo en cuenta las condiciones de tratamiento del cimiento de la Presa, las condiciones de la roca del cimiento, registro del nivel de agua artesiana en los pozos de perforación, etc.



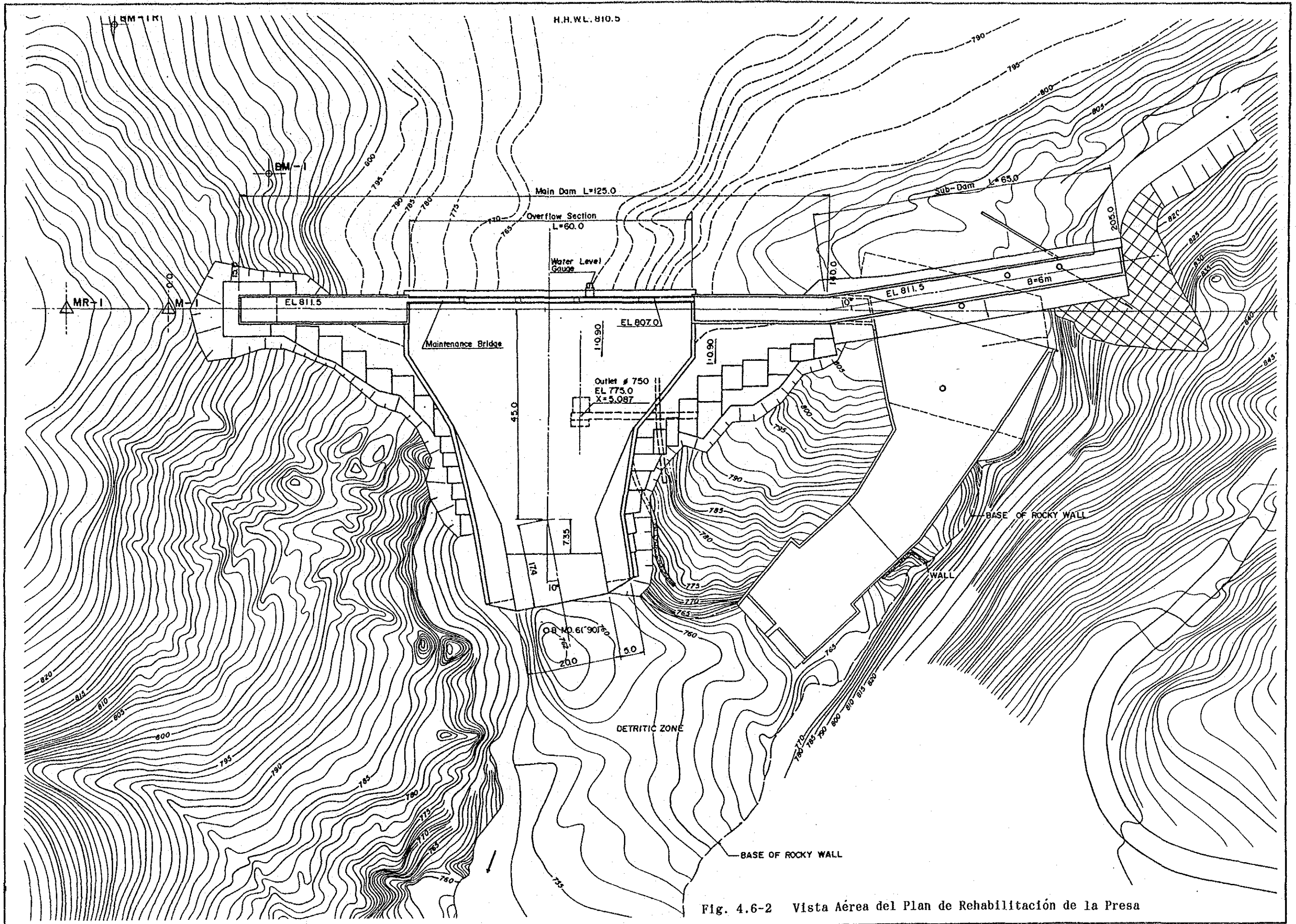


Fig. 4.6-2 Vista Aérea del Plan de Rehabilitación de la Presa





- **Peso Unitario:**

El peso unitario debe de ser decidido para el concreto de la Presa actual y para el nuevo concreto de revestimiento. De acuerdo con el resultado del ensayo mecánico del testigo de perforación en laboratorio,  $\rho_1=2.0 \text{ t/m}^3$  es tomado como la unidad de peso para el material de la Presa actual. Para el material para la ampliación,  $\rho_2=2.3\text{t/m}^3$ , que es el peso del concreto ordinario, es adoptado.

- **Rocas del Cimiento:**

Las rocas del cimiento están clasificadas como de clase CM-CH y se puede esperar 250-500 kg/cm<sup>2</sup> de fuerza de compresión no confinada. Este nivel de fuerza es lo suficientemente fuerte como para soportar la Presa. Sin embargo, en el caso del cimiento, la resistencia a la cizalla se vuelve un factor importante.

En este Estudio se hace referencia a los ensayos de laboratorio y a las condiciones de otras presas y los siguientes factores son utilizados:

$\tau=150$	$\text{t/m}^2$	$\tau$ : Resistencia a la cizalla
$\tan\phi=0.8$	$\phi=38^\circ$	$\phi$ : Angulo de fricción interna

(4) **Esquema de las Obras de Construcción**

1) **Flujo de las Obras de Rehabilitación de la Presa**

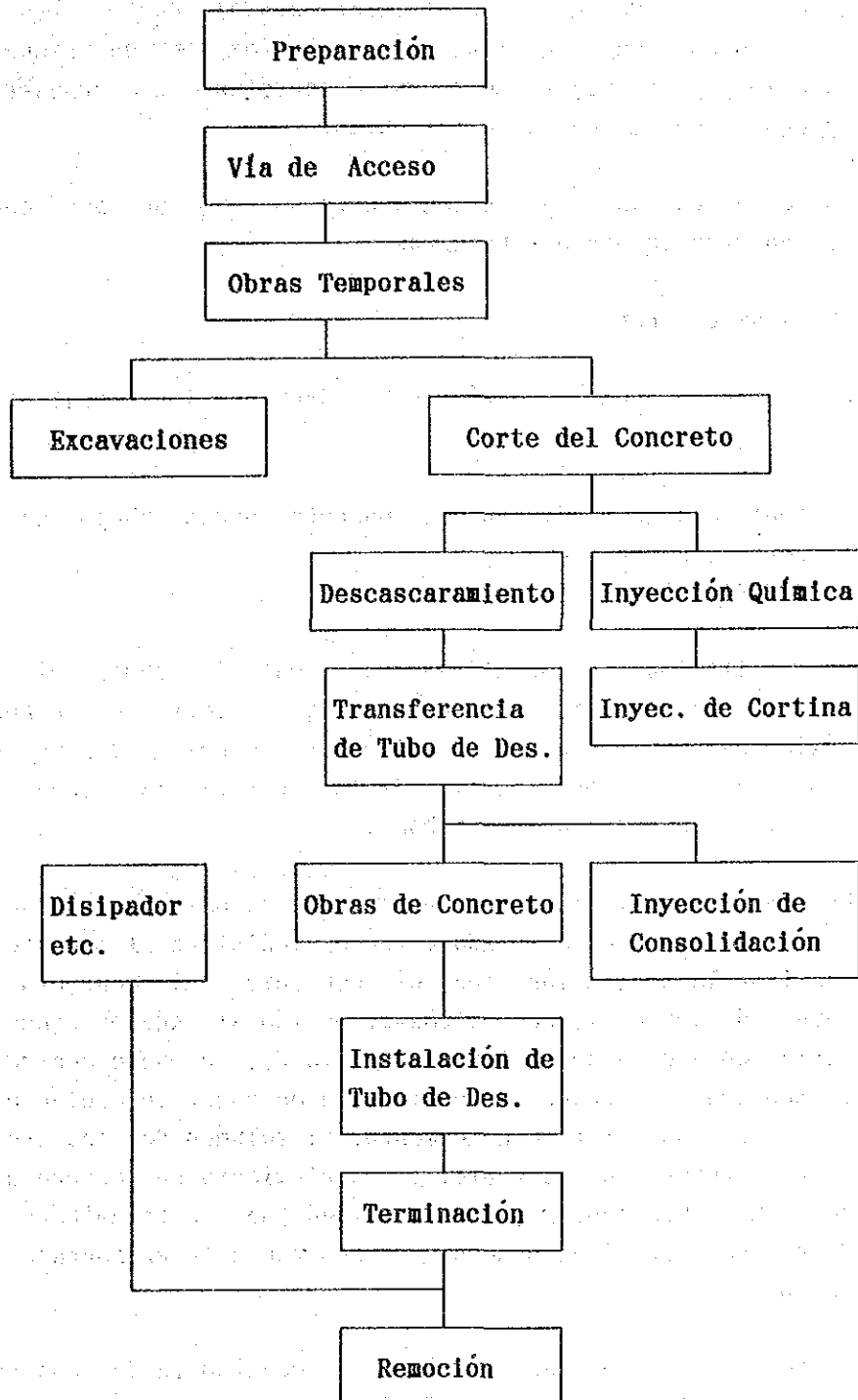
El diagrama de flujo para las obras de rehabilitación se muestra en la Fig. 4.6-3.

2) **Excavación y Obras de Concreto**

- **Excavación**

El corte para la ampliación de la cortina de la Presa ocupa gran parte del trabajo de excavación. Por lo tanto, la excavación de derrumbe realizada por explosiones controladas se lleva a cabo a partir de la parte superior del lecho del río para así no causar vibraciones excesivas. El concreto de la cortina de la Presa actual es demolida por medio del





**Fig.4.6-3 Diagrama de Flujo de las Obras de Rehabilitación**

mismo método. Debido a que el lugar para el corte está en una pendiente muy inclinada, y sólo existe un reducido espacio para trabajar, se necesita coordinar el cronograma de construcción con las otras obras.

Los escombros son transportados para su remoción por medio de una grúa de cable y barcazas.

#### - Obras de Concreto

Las obras de concreto están divididas en las siguientes dos:

- a. Ampliación por adición de concreto aguas abajo de la cortina de la Presa
- b. Modificación de la cresta de la Presa

La ampliación es practicada en toda la superficie de concreto aguas abajo de la cortina de la Presa. El espesor máximo del concreto es de 14m. El espesor máximo del concreto para la modificación de la cresta de la Presa es de 11m en la parte que no rebosa.

Un cuarto de válvulas y una vía de acceso para la operación y mantenimiento es diseñada para ser incluidos al momento de realizar la ampliación con el concreto. El concreto es inyectado por el método columnar. Debido al pequeño rango de variación diurna de la temperatura (5°C), se puede controlar la temperatura producida por la obra de concreto mediante el uso apropiado del tipo de cemento, el volumen de cemento y obra nocturna. Por lo tanto, el enfriamiento del concreto no se planea. Sin embargo, la necesidad del enfriamiento se deberá revisar minuciosamente de acuerdo a la cronograma de la obra.

El concreto es mezclado en la planta mezcladora de concreto situada en la margen izquierda aguas arriba de la actual Presa y es transportado y vertido con la grúa de cable en ambos lados del río.

El cemento y los agregados son provistos por la planta de cemento que está al norte de la ciudad de Comayagua y la planta de agregados cerca del río Selguapa a lo largo de la

Carretera Nacional No.5, respectivamente. Estos son almacenados en el lugar de la construcción y en el depósito al lado de la planta mezcladora de concreto. La distancia de transporte es de aproximadamente 40km para ambos casos.

### 3) Inyección

Se planean las siguientes inyecciones.

#### - Inyección de la cortina

Para detener o atenuar las fugas de la cortina de la Presa, de la junta entre la cortina y la roca del cimiento, y del cimiento mismo, se realizará una inyección en la cortina a lo largo de todo lo ancho. La perforación será realizada a partir de la cresta de la Presa con una inclinación de  $60^\circ$ , con intervalos de 2m y a doble línea. La profundidad en la roca del cimiento será de 30m desde el lecho del río. Una inyección más profunda es necesaria en la falla en la margen izquierda del vertedero. Una inyección química es necesaria de realizarla verticalmente desde la cresta de la Presa para detener temporalmente las fugas de agua para así mejorar las condiciones para la inyección de la cortina en la margen izquierda de la misma en donde las fugas de agua son notorias.

Existe la posibilidad de que el volumen de la inyección química se incremente como resultado de una investigación posterior.

#### - Inyección de consolidación, inyección de junta

La primera tiene como objetivo consolidar la junta del nuevo concreto con las rocas del cimiento. La inyección de la junta también se realiza para asegurar la junta entre el concreto actual y el nuevo.

Es esencial disminuir el nivel del agua del reservorio para mejorar el efecto de la inyección en la fase de la construcción.

La descripción de la inyección es como sigue:

	Cortina/Vertedero	Roca del cimientto
Presión	1 kgf/cm <sup>2</sup>	3-5 kgf/cm <sup>2</sup>
Combinación	1:5 - 1:8	1:2 - 1:4 ó 1:2:2 (arena)

La inyección es necesaria decidirla previamente para estimar los items detallados para la inyección antes de iniciar las obras de rehabilitación de la Presa.

4) Obras del Tubo de Desague y del Disipador de Energía

Las obras del tubo de desague y del disipador de energía son requeridas durante los trabajos de ampliación. Estos entonces se pueden dividir en obras de naturaleza temporal y permanente. El tubo de desague será desviado a la izquierda de la posición de la actual válvula, adoptando la forma de una manivela, a lo largo de la pequeña colina y descargará en el punto en donde no afecte a las obras en curso.

Esto requiere de la instalación de disipador de energía contra las vibraciones producto de la fuerte descarga y alta velocidad del flujo de la misma. También requiere de una estructura protectora contra las caídas de rocas causadas por la excavación en el área circundante.

Después del trabajo de construcción, el tubo de desague será enderezado y el agua será descargado normalmente. El cuarto de válvulas y la vía de acceso estarán construidos a lo largo de la juntura del concreto viejo con el nuevo.

El disipador que reduce la energía de la descarga de agua y hace que ésta no sea tan crítica, está construída lejos y aparte de la cortina de la Presa. Este puede ser construido con las piedras, desechos y rieles viejos que se encuentran en los alrededores.

5) Instalaciones para las Obras

Una gran proporción de las obras de rehabilitación serán absorbidas por las obras de inyección, excavación (incluyendo la de la vía de acceso) y vaclado del concreto.

Para cumplir con estas metas, el siguiente equipo deberá de ser instalado:

- Contenedores de agregados y acarreadores;
- Silos de cemento, plantas de tolva y campamentos;
- Grúas (con cable en forma de "H" con tamaño como para 4.5 ton y volumen del cubo de 1.0 m<sup>3</sup>);
- Máquinas perforadoras, máquinas de inyección y aditamentos;y
- Compresores.

La electricidad para los trabajos de construcción serán distribuidos a partir de una línea de hiper-voltaje mantenido por el ENEE.

#### 6) Vía de Acceso

La vía de acceso a la Presa está destruída justo en la sección aguas arriba de la Presa. Esto requiere una rehabilitación de dicha parte y significa excavar 30,000m<sup>3</sup> de roca dura y reconstruir la vía. En otras porciones, las siguientes obras de rehabilitación son necesarias:

- Ensanchamiento de la vía parcial, permitiendo la construcción de una pista de refugio.
- Instalación de una zanja lateral para el desague de la lluvia.
- Pavimentación simple en ciertos tramos.

#### (6) Temas de Estudio Antes de la Construcción

- Características Físicas de la Cortina de la Presa Actual

Se deberá estudiar las características físicas tales como resistencia y condición de la mampostería y mortero, peso unitario, y coeficiente de elasticidad por el método de pozos de perforación de amplio diámetro, prospección sísmica, etc.

- Características Físicas de la Cortina de la Presa Nueva

Se deberá estudiar la resistencia del concreto y capacidad de transferencia térmica para poder clasificar el cemento y así decidir el método y volumen de vaciado.

- Consolidación de la Actual y Nueva Cortina de la Presa

Se debe de estudiar alguna medida a tomar con respecto a la consolidación de la actual y nueva cortina de la Presa al momento del diseño del período de construcción.

- Investigación de la Roca del Cimiento

Las siguientes pruebas habrán de realizarse:

Prueba de cizalla en la galería horizontal, prueba de carga lateral en el vertedero, y distribución de tensión en la roca del cimiento.

- Cronograma de Construcción

El cronograma de la construcción debe de considerar el rápido incremento del nivel del agua del reservorio durante la estación lluviosa debido a una falta de capacidad de drenaje.

#### 4.6.3 Plan de Rehabilitación del Sistema de Riego de Flores

(1) Obras de Derivación

Las dos obras de derivación existentes están hechas con piedras pequeñas que producen una baja eficiencia en la toma de agua y dificulta el plan de riego planeado. Se propone construir una nueva obra de derivación con concreto y establecer un sistema de toma de agua eficiente.

- Topografía y geología

La distancia entre las dos obras de derivación en el río San José para el Sector I y el Sector II es de 200m. Las obras de derivación se encuentran al término de la zona montañosa, o sea la entrante del Distrito de Riego de Flores. La descarga del río dobla hacia el derecha en el punto 150m aguas abajo del sitio mencionado. El sitio propuesto de la nueva toma de agua es poco profundo: 40m de altura y 60m del ancho de lecho.

El valle está formado por el afloramiento de la roca tobácea de mediana dureza sobre lo cual descansan los depósitos



fluviales de 2-3m de profundidad en sólo la margen derecha del río. Este depósito está compuesto por cantos de 30cm de diámetro en máximo y arenas. Mientras en la margen izquierda se encuentra el afloramiento de roca madre colindando el cauce del río San José.

- Localización de las obras de derivación

La ubicación de la nueva obra de desviación se propone que esté alrededor de 50m aguas abajo de las obras de desviación del Sector II en el río San José. esto es debido a las propicias condiciones topográficas/geológicas, y lo económico de la construcción, eficiencia del suministro del agua y facilidad para recibir servicios de operación y mantenimiento.

- Tipo de obras de desviación

Las nuevas obras de desviación se diseñan de tal manera que cubran toda la extensión de la sección del río con una estructura de represa fija excepto en el lugar en donde está la vía de desague de limpieza y la boca de la toma de agua en la margen derecha del río. Luego de la sección por donde ingresa el agua, se instalará una estructura para el tratamiento por medios físicos del agua. El suministro del agua al área beneficiada será controlada por dos compuertas instaladas al final del tanque desarenador.

- Elevación de la cresta de la Presa

Se propone que ésta tenga una elevación de 667.80 m.s.n.m. Esta elevación es 0.6m más alta que el nivel del agua que entra por la toma. Esto se ha calculado tomando en cuenta el requerimiento de carga hidráulica basándose en la mejora del canal principal y pérdida de carga en la toma de agua.

(2) Diseño Preliminar

1) Criterio de diseño y diseño de toma de agua

Teniendo en cuenta las condiciones de topografía, geología e hidráulica, se han decidido las siguientes dimensiones para el diseño (Fig. 4.6-4):

- a. Ancho total : 63.0m
  - b. Represa fija : 53.5m
  - c. Represa móvil : 9.5m
- (una vía de desagüe de limpieza y tres compuertas de toma de agua)

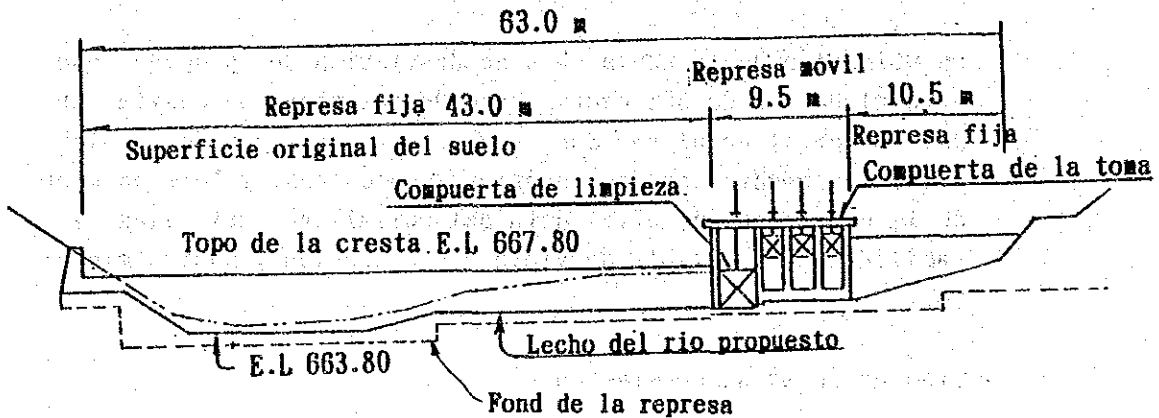


Fig. 4.6-4 Sección Transversal de la Obra de Derivación

- Represa fija

Se planifica la altura de la represa fija en 4.0 m, 3.8 m y 2.7 m de altura según la profundidad hasta el cemento rocoso. A la vez esta represa se utiliza como vertedero en base del caudal diseñado para el área receptora de aproximadamente 48 km<sup>2</sup> aguas abajo. Se requiere una obra de protección del lecho fluvial, concretamente un pedraplén construido por armazón de concreto y cantos. Además, se planea construir un dissipador de energía hidráulica.

- Toma de agua

La elevación de toma se fija por lo menos 0.8m más alto que el fondo del río para el sitio propuesto para evitar la entrada de arena y limo.

Por otro lado, se propone 3.5 m<sup>3</sup>/seg del volumen de toma para la condición normal, y la velocidad de descarga es fijada en menos de 0.6 m/seg. Este volumen de agua tomada corresponde a un 17% más alto en comparación con el plan original propuesto por la DGRH y a un 75 % más alto en

comparación con la descarga actual. El plan de toma se divide en: 3.0 m<sup>3</sup>/seg para riego y 0.5 m<sup>3</sup>/seg para agua de otros usos. El cálculo se hizo considerando el futuro crecimiento poblacional a diez años.

- Desague de limpieza

Se requiere de un desague de limpieza con el fin de evacuar arena y gravas sedimentados (tamaño máximo: 30 mm de diametro) antes de la toma aguas abajo del río mediante la operación del vertedero. La capacidad y tipo de este desague de limpieza deberá de ser determinado teniendo en cuenta el tamaño y volumen de materiales depositados en el lecho fluvial.

- Tanque desarenador

El tanque desarenador es una obra significativa para el uso de agua tanto de riego como de agua potable. Esta obra tiene por finalidad de tratar físicamente los materiales sólidos tales como arena fina, y limo antes de conducir al canal de conducción.

La ubicación propuesta del tanque es aguas abajo de la toma. La velocidad de corriente no debe exceder de 0.2 m/sec normalmente para que permita el depósito de los materiales. Los sedimentos depositados se evacuarán por medio del sistema gravitacional. El fondo del tanque tendrá una forma de fondo de barco para una fácil operación de limpieza. Esta maniobra podrá realizarse por el manejo de compuerta.

- Suministro de agua a los Sectores I y II

Después del tratamiento del agua, el suministro es operado y controlado por dos compuertas instaladas en la salida del tanque desarenador para su conducción a los canales de conducción para los Sectores I y II, respectivamente. La conexión se realiza directamente con el canal de conducción existente en el Sector II, pero se propone un sifón invertido para atravesar el río San José y conectar con el canal de conducción existente en el Sector I. La operación de suministro del agua para el área beneficiaria se llevará a cabo por un operador autorizado de alta responsabilidad.

(3) Sistema de Canales

1) Obras de Canales

El sistema de riego está compuesto por canales abiertos de 40.2km, caídas y sifón invertido. La revisión de la sección de canal abierto sólo es requerida en caso de que su capacidad no sea suficiente como para la conducción eficiente del agua. El talud lateral del canal varía dentro del rango de 1:1 a 1:1.5. El ancho, profundidad y altura no son revisados en los tramos entre dos caídas.

La elevación del terraplén para el canal está diseñado 0.4m más alto que el área circundante para evitar el ingreso del agua desaguada. Una zanja lateral de 20cm x 40cm está instalada al final del talud del terraplén en el lado montañoso. El agua desaguada es conducida a la zanja lateral y desaguada a través de un vertedor por encima del canal. Los sifones y caídas actuales serán utilizados continuamente. El revestimiento del canal está diseñado para mantener las buenas condiciones hidrológicas. Existen diversos materiales para el revestimiento tales como mortero, concreto y ladrillos. Debido a la facilidad de su empleo, economicidad, suministro del material, experiencia en su uso, etc., se considera que el ladrillo es el mejor material. Este puede ser conseguido en Comayagua y/o otros lugares cercanos.

2) Instalaciones de Derivación

Actualmente el manejo de agua no se realiza eficientemente debido a la falta de compuertas reguladoras. Por lo tanto, se planea instalar la compuerta reguladora inmediatamente aguas abajo de la obra de derivación localizada entre el canal principal y lateral. Se proyecta instalar viguetas durmientes en la parte aguas arriba de la caída por el canal lateral para facilitar la distribución del agua.

(3) Vía de Mantenimiento

Las vías de mantenimiento ubicadas a lo largo de los canales noconectadas con la Carretera Nacional a excepción de tres rutas. Los vehículos no pueden pasar en algunas rutas durante la estación lluviosa.

Se proponen nuevas vías de mantenimiento con un ancho de 3.0m y pavimentadas con grava. Este arreglo facilitaría ejecutar la operación y mantenimiento al mismo tiempo que serviría para transportar los productos agrícolas e insumos.

Para el mejoramiento de las vías de mantenimiento se requiere de mucha arena y piedras. La tierra utilizada se obtiene del área montañosa y/o cerros, menos de las áreas de cultivo. La grava es suministrada por una planta de agregados en el río Selguapa. La construcción es ejecutada por medio de maquinaria pesada.

#### 4.6.4 Suministro del Agua para el Sector Rural

Se aprovisionará agua para las instalaciones comunales para ser utilizadas como duchas y lavaderos. El área elegida para este objetivo consiste en seis villas: Villa de San Antonio, Flores, Las Mercedes, Los Mangos, y Los Palillos. La población de esta área es de 9,760 habitantes de acuerdo al censo de 1988 y cuyo dicho dato se le ha agregado el incremento estimado de la población hasta el año 2000. Esta tasa es de 3%.

##### (1) Suministro de Agua

El suministro de agua se realiza conduciendo el agua desde un canal lateral cercano con canal abierto, primero a un reservorio para su filtración y luego es conducido a las villas por una tubería. La Fig. 4.6-5 muestra el esquema del sistema de suministro de agua.

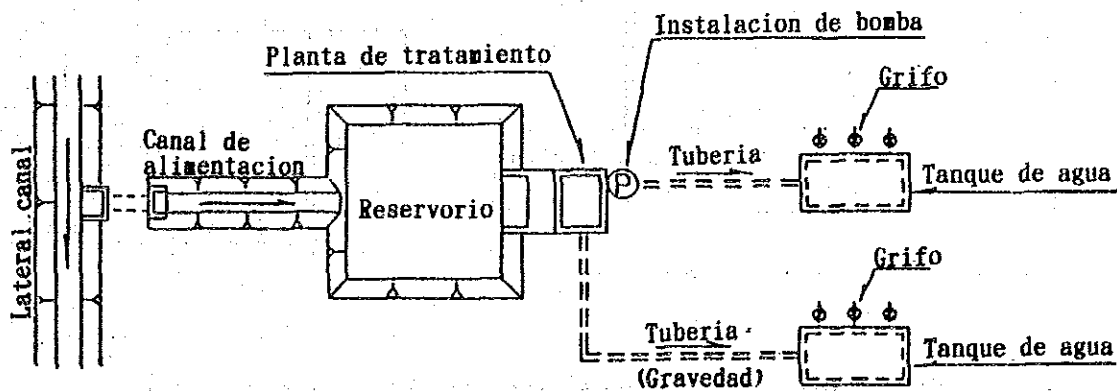


Fig.4.6-5 Sistema del Suministro del Agua en el Sector Rural

El agua es suministrada a los pobladores a través de grifos para su uso comunal. Los pobladores pueden tomar el agua de esos grifos a cualquier hora. El agua es también suministrada a seis escuelas y dos clínicas directamente. La demanda de agua es estimada basándose en 30 l/persona/día con un promedio de 20-50 l/persona/día que fue obtenido a partir de datos sobre países desarrollados.

(2) Instalaciones de Agua Comunales

El sistema de canal sirve como bañadero, lavadero, y bebedero para animales. Estas actividades causan ciertos daños y fugas en el canal. Para contribuir con un mejoramiento de las condiciones de vida de las villas, se ha diseñado instalaciones de agua para uso comunal. el sumario de una instalación representativa es mostrada en la Fig. 4.6-6.

Debido a que el agua es conducida desde el canal lateral, filtrada y conducida a las instalaciones, la localización de la toma de salida de agua debe de ser seleccionada cuidadosamente.

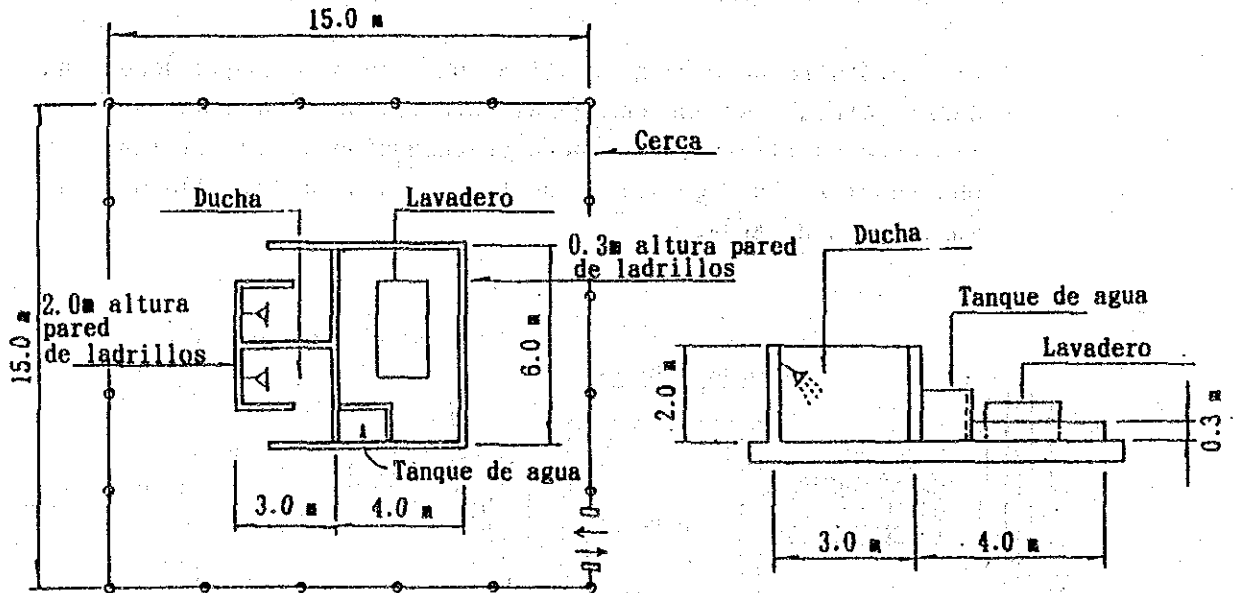


Fig. 4.6-6 Plan Esquemático de Instalaciones de Agua Comunales

#### 4.7 Estimación del Costo del Proyecto

El Proyecto consiste en la rehabilitación de la Presa El Coyolar, del sistema de riego de Flores, suministro rural de agua, etc. Los principales componentes del costo del proyecto consisten en los costos de pre-ingeniería (levantamiento topográfico, prospección y estudio geológico), diseño detallado, costo de implementación (costo de construcción, adquisición de terrenos y compensación). Otros costos indirectos, administrativos, servicios de consultores, contingencia física y escalación de precios también son considerados aparte del costo total del Proyecto como un gasto necesario.

##### 4.7.1 Método de Estimación

El costo del Proyecto está estimado basándose en las siguientes condiciones:

- Las obras civiles se realizarán por contrato. El contratista será responsable de proporcionar la maquinaria pesada necesaria para las obras. Por lo tanto, el costo del equipo de construcción está estimado como un costo de depreciación.
- Costos básicos tales como jornales, costo de materiales y de equipo son estimados en base de los precios de mercado prevalecientes en febrero de 1990.
- El precio del material y maquinarias de construcción importados son estimados en base de precios CIF San Lorenzo o Puerto Cortés además del costo de flete interno, incluyendo el impuesto a los bienes importados.
- El precio del material de construcción nacional será aquel del material transportado al lugar de las obras.
- El precio unitario está expresado en moneda extranjera y local para cada categoría de costo. La referencia del valor de la moneda extranjera es el precio CIF en 1990, y para la de la moneda local será el precio de mercado de aquel mismo período.
- La tasa de contingencia física es de 20% de las obras civiles para la rehabilitación de la Presa El Coyolar y 10%

de las obras civiles para la mejora del sistema de riego de Flores. La escalación de precios está sujeta a una tasa de interés anual de 4.2% para la moneda extranjera y 7.0% para la moneda local.

- la tasa de cambio aplicada es de US\$1.00 = Lps.2.00 = ¥150, que era la tasa oficial en febrero de 1990.

#### 4.7.2 Costo Total del Proyecto

El costo total del Proyecto puede ser dividido en moneda extranjera (divisas) y local. La estimación del costo es ejecutada para cada año a partir del comienzo de la etapa de pre-ingeniería hasta la finalización del Proyecto luego de seis años.

El costo total del Proyecto exceptuando la escalación de precios es como sigue:

	<u>M.L (x10<sup>3</sup> Lps.)</u>	<u>M.E (x10<sup>3</sup> US\$)</u>
Rehabilitación de la Presa El Coyolar (Fase I)	22,516	13,876
Mejora del sistema de riego de Flores	19,043	4,425

Los detalles del costo del Proyecto y el cronograma de desembolsos anuales es mostrado en las Tablas 4.7-1 y 4.7-2 respectivamente.



Tabla 4.7-1 Costo del Proyecto

ITEM	Costo de Construccion	
	M/(Lps.)	D (US\$)
I. Plan de Rehabilitacion de la Presa El Coyolar (Fase I)		
1. Estudio Topografico y Geologico	500,000	
2. Costo de Construccion		
2.1 Obras Preparatorias	398,504	187,080
2.2 Obras de Mejoramiento Vial	920,527	1,002,886
2.3 Presa El Coyolar		
(1) Excavacion	442,955	823,294
(2) Inyeccion	3,137,804	2,486,658
(3) Descascaramiento	32,665	82,979
(4) Destruccion	140,418	214,600
(5) Obras de Concreto	7,742,405	1,094,418
(6) Obras de Tubo de Desague	69,421	138,843
(7) Oficina de Operacion	32,541	156,198
(8) Obras del Disipador	563,710	115,176
(9) Puente para Operacion	20,229	24,563
(10) Obras Especiales de Sub-Presa	180,806	96,377
(11) Costo Indirecto	2,673,667	4,250,834
Sub-Total	16,355,652	10,673,906
3. Administracion General	754,069	
4. Servicios de Consultoria	1,635,565	1,067,391
5. Imprevistos Fisicos	3,271,130	2,134,781
Sub-Total 1. ~ 5.	22,516,417	13,876,078
II. Mejoramiento del Sistema de Riego en Flores (Fase II)		
1. Estudio Topografico y Geologico	275,000	
2. Obras Ingenieriles	13,589,354	2,864,513
2.1 Obras Preparatorias	395,806	83,432
2.2 Obras de la Toma de Desviacion	1,070,523	392,711
2.3 Obras de Canal	11,344,025	1,195,370
2.4 Aprovevisionamiento de Agua	600,000	600,000
2.5 Oficina de O/M	179,000	593,000
3. Expropiacion del Terreno-Compensacion	1,228,000	
3.1 Obras de la Toma de Desviacion	3,000	
3.2 Obras de Canal	1,200,000	
3.3 Aprovevisionamiento de Agua	24,000	
3.4 Oficina de O/M	1,000	
4. Administracion General	386,368	
5. Servicios de Consultoria	1,358,935	286,451
6. Imprevistos Fisicos	1,358,935	286,451
Sub-Total 1. ~ 6.	18,196,593	3,437,416
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>40,713,010</b>	<b>17,313,494</b>

Tabla 4.7-2 Cronograma de Desembolsos Anuales

(Unidad: Moneda Local(M/L) Lps. x1000, Divisas(D) US\$ x1000)

I T E M	1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		TOTAL				
	D	M/L	D	M/L	D	M/L	D	M/L	D	M/L	D	M/L	D	M/L	D	M/L	D	M/L			
I. Plan de Rehabilitacion de la Presa El Coyolar (Fase I)																					
1. Estudio Topografico y Geologico						500												0	500		
2. Diseno Detallado					67	102	67	102										133	204		
3. Obras Ingenieriles																					
3.1 Obras Preparatorias									75	159					112	239		187	399		
3.2 Obras de Mejoramiento Vial									836	767		167	153					1,003	921		
3.3 Grua de Cable												1,578	789					1,578	789		
3.4 Instalaciones temporales												2,673	1,885					2,673	1,885		
3.5 Presa El Coyolar																					
(1) Excavacion												494	266			329	177	823	443		
(2) Inyeccion												678	856	904	1,141	904	1,141	2,487	3,138		
(3) Descascaramiento														83	33			83	33		
(4) Destruccion														215	140			215	140		
(5) Obras de Concreto												243	1,721	486	3,441	365	2,581	1,094	7,742		
(6) Obras de Tubo de Desague												104	52	35	17			139	69		
(7) Oficina de Operacion																156	33	156	33		
(8) Obras del Disipador														115	564			115	564		
(9) Puente para Operacion																25	20	25	20		
(10) Obras Especiales de Sub-presa																96	181	96	181		
4. Administracion General						89		133		133							133	0	754		
5. Servicios de Consultoria					133	204	67	102	133	204	200	307	200	307	200	307	200	307	934	1,431	
6. Imprevistos Fisicos	0	0	0	0	0	0	0	0	182	185	1,187	1,144	368	1,067	398	874	2,135	3,271			
Sub-Total (1. - 6.)	0	0	0	0	200	895	133	338	1,226	1,449	7,325	7,305	2,406	6,843	2,585	5,686	13,876	22,516			
II. Mejoramiento del Sistema de Riego en Flores (Fase II)																					
1. Estudio Topografico y Geologico																			0	275	
2. Diseno Detallado								11	50	21	101							32	151		
3. Obras Ingenieriles																					
3.1 Obras Preparatorias										28	132	56	264					83	396		
3.2 Obras de la Toma de Desviacion												327	892	65	178			393	1,071		
3.3 Obras de Canal												299	2,836	598	5,672	299	2,836	1,195	11,344		
3.4 Aprovechamiento de Agua														300	300	300	300	600	600		
3.5 Oficina de O/M														297	90	297	90	593	179		
4. Expropiacion del Terreno-Compensacion																		0	1,228		
5. Administracion General																					
6. Servicios de Consultoria								42	201	21	101	64	302	64	302	64	302	255	1,208		
7. Imprevistos Fisicos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	68	399	126	624	90	323	286	1,359			
Sub-Total (1. - 7.)	0	0	0	0	0	0	53	604	73	1,652	814	4,770	1,449	7,243	1,049	3,927	3,437	18,197			
Total I+II	0	0	0	0	200	895	186	941	1,299	3,101	8,139	12,076	3,855	14,086	3,634	9,613	17,313	40,713			
IV. Imprevistos Economicos																					
Divisas 4.2%, Moneda Local 7.0%	0	0	0	0	17	130	24	212	232	964	1,859	4,861	1,079	7,053	1,213	5,823	4,425	19,043			
GRAN TOTAL	0	0	0	0	217	1,025	211	1,153	1,532	4,065	9,997	16,937	4,935	21,140	4,847	15,436	21,739	59,756			



## CAPITULO 5: PLAN DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

### 5.1 Sistema de Implementación del Proyecto

Bajo la idea de una implementación y administración sin problemas del Proyecto, las organizaciones responsables encargadas del trabajo de diseño y supervisión deben de estar centralizadas.

Las obras civiles relevantes a la rehabilitación de la Presa El Coyolar y del sistema de irrigación de Flores son principalmente obras de construcción. Sin embargo, los siguientes trabajos de extensión agrícola son indispensables para una exitosa implementación del Proyecto.

- Explicación a los beneficiarios de los beneficios del Proyecto.
- Transferencia tecnológica a los agricultores.
- Explicación de los alcances del Proyecto.

La SRN tendría la responsabilidad total de la implementación del Proyecto a través de la DGRH, la agencia autorizada para la ejecución del Proyecto. La DGRH ejecutará la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones. La sección de riego/drenaje bajo la supervisión del Director controla todas las obras relevantes a la implementación del Proyecto y coordina los trabajos actuales con la oficina en el lugar de las obras en cooperación con la sección de hidrología/meteorología y el CEDA. La oficina en el lugar de las obras también deberá de tener un estrecho contacto con PRORIEGO. También se requiere la supervisión práctica en cooperación con un consultor. La DRGH también requiere de cooperación de parte de organizaciones a fines tales como la municipalidad de Comayagua. La Fig. 5.1-1 muestra la organización de las autoridades a cargo de la implementación del Proyecto.

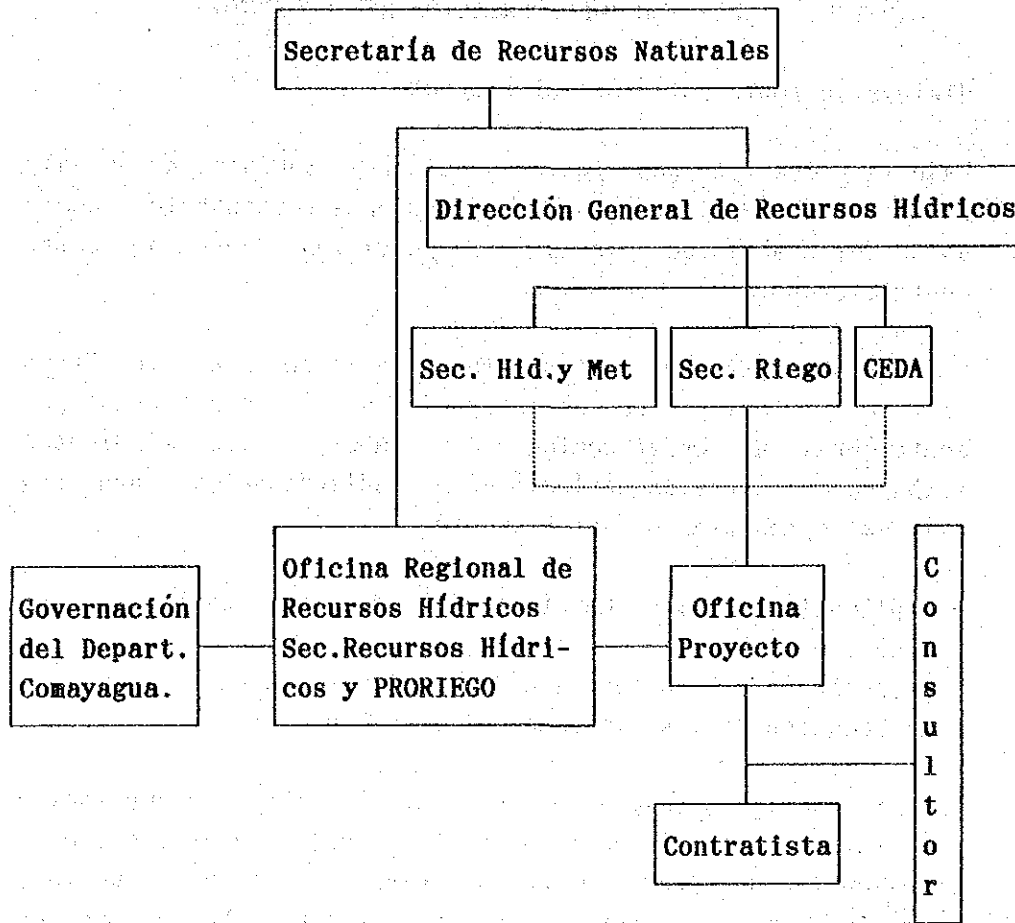


Fig.5.1-1 Organización para la Implementación del Proyecto

## 5.2 Método de Implementación del Proyecto

Generalmente, dos tipos de métodos de implementación, la de administración directa por el Gobierno o a base de contratos con contratistas, existen.

La rehabilitación de la Presa El Coyolar y la mejora del sistema de riego de Flores comprende varias obras y la administración directa por el Gobierno requiere de la obtención de maquinaria de construcción, entrenamiento de ingenieros de Presa, un incremento en el número de ingenieros, etc. Se presume de que el Gobierno encontraría dificultades en satisfacer los requisitos mencionados para una temprana implementación del Proyecto. Por lo tanto, las obras deberían de ser realizadas por medio de contratos con contratistas para una implementación más temprana. El Gobierno contrataría a un consultor para una implementación sin problemas del Proyecto.

El consultor adoptaría una posición neutral y daría servicios técnicos. En términos concretos, los contratistas serían invitados a una licitación abierta, sus aplicaciones estudiadas para una pre-calificación, y listadas como postulantes. Por el sistema de licitación abierta, un ganador sería elegido.

### 5.3 Plan de Implementación del Proyecto

El programa de implementación del Proyecto está dividido a grandes rasgos en las etapas de pre-ingeniería, diseño detallado, licitación, y trabajos de construcción. El Proyecto cubre un período de 5 años y 8 meses. La Fig. 5.3-1 muestra el cronograma de implementación del Proyecto.

#### (1) Pre-ingeniería

Esta etapa está compuesta por el estudio topográfico, levantamiento topográfico longitudinal y transversal, investigación geológica, etc. La etapa de pre-ingeniería está programada para 4 meses en la Fase I y para 6 meses en la Fase II.

##### - Estudio topográfico

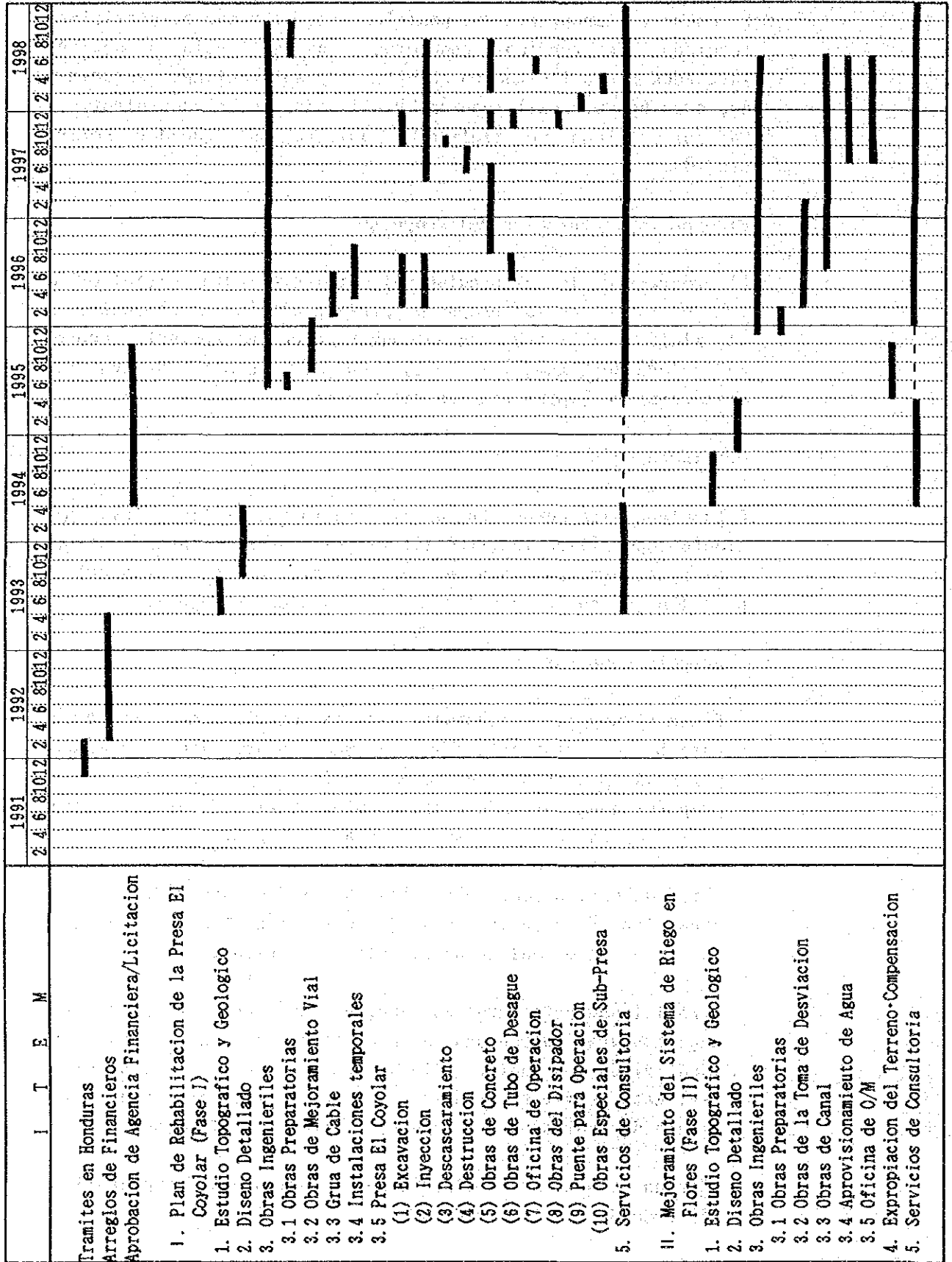
**Presa El Coyolar:** El estudio para la cortina de la Presa está basado principalmente en el mapa topográfico realizado por LAVALIN-GATESA y la investigación suplementaria sería proporcionada por un estudio complementario. El área temporal de las obras deberá de ser estudiado topográficamente.

**Obras de derivación:** Se realiza un estudio topográfico en el área planeada para las obras de derivación, tanque desarenador, protección del lecho del río y del sifón.

**Aprovisionamiento rural de agua:** Es necesario realizar un mapa topográfico con una escala adecuada con el que se identifique los caminos y localizaciones de las instalaciones. Esto permitirá el diseño del reservorio para agua, la planta de tratamiento de aguas, y otras instalaciones.

**Oficina de O/M:** Se realizaría un levantamiento topográfico del área de la finca modelo.

Fig.5.3-1 Programa de Ejecución del Proyecto



- **Medición topográfica longitudinal y transversal**

Se realizará la medición topográfica longitudinal y transversal de las siguientes áreas:

- a. Vía de acceso desde la Carretera Nacional al lugar de la Presa
- b. Obras de derivación
- c. Canales principal y lateral actuales

Levantamiento de B.M es también requerido.

- **Investigación geológica**

Las investigaciones geológicas de diversos tipos son requeridos para el diseño detallado para la rehabilitación de la Presa y la construcción de las obras de derivación. Estas son las siguientes:

- a. Perforación
- b. Prueba física y química de los agregados, arcilla, concreto, etc.
- c. Prospección sísmica
- d. Prueba de carga lateral en la galería
- e. Prueba de inyección

(2) **Diseño detallado**

El diseño detallado incluye las especificaciones generales, especificaciones técnicas, diseños, estimación de la cantidad y del costo, plan de implementación, y programa de trabajo. Se requerirá de 8 meses para la Fase I y 6 meses para la Fase II.

(3) **Licitación y construcción**

- **Rehabilitación de la Presa**

Una vez completado el diseño detallado, los contratistas candidatos son invitados por medio de avisos publicados y calificados en la etapa de pre-calificación. Los contratistas candidatos calificados son registrados en una lista corta y aprobados como licitantes. La selección de los licitadores es inmediatamente seguida por una licitación



internacional, y el contrato es otorgado al licitante ganador. La pre-calificación y selección de los licitantes toma trece meses.

El período de construcción de acuerdo al calendario de construcción toma aproximadamente 41 meses.

Los principales puntos del trabajo de construcción son:

- a. Trabajo temporal (extensión de la vía de inspección entre la Carretera Nacional y el lugar de la Presa; residencia para personales administrativos y trabajadores, oficina del lugar de las obras, garajes, plantas para electricidad, agua, agregados, concreto, etc.).
- b. Obras de concreto
- c. Excavación de las rocas

- Mejora del sistema de riego de Flores

La precalificación y selección de licitantes está programada para trece meses y los trabajos de construcción están programados para 31 meses. La construcción de las obras de derivación se realiza en la estación seca bajo condiciones de no interrupción del riego y distribución del agua a las villas. El revestimiento de los canales y el arreglo de las vías para mantenimiento son realizados paralelamente.

- Suministro rural de agua

El arreglo para el aprovisionamiento rural de agua tomaría 12 meses.

- Extensión de la oficina de O/M

La construcción incluye la construcción de una oficina administrativa y de la instalación de una finca modelo. También se requiere de maquinaria de construcción, agrícola y otros equipos. El cronograma de construcción es de 12 meses incluyendo el pedido de materiales y maquinarias a fabricantes extranjeros y su arribo al lugar de las obras.

## CAPITULO 6 : PLAN DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

### 6.1 Política de Operación y Mantenimiento

El Proyecto compuesto por la rehabilitación de la Presa El Coyolar y de la mejora del sistema de riego de Flores busca impulsar el desarrollo agrícola. El sistema de operación y mantenimiento que incluye no solo instalaciones sino que también incluye brindar guía técnica agrícola y regulación de la producción conjunta. La Agencia de Desarrollo Agropecuario de Flores, lleva a cabo las actividades de operación y mantenimiento (O/M) de las instalaciones de riego y de dar servicios de extensión. Sin embargo, estas actividades no son realizadas eficientemente. Se requiere formular un sistema que sea efectivo y bien planificado que permita utilizar la actual organización al máximo y ejecutar sin problemas la extensión agrícola y las actividades de O/M. Las instalaciones que requieren de O/M son: la Presa, las obras de derivación, los canales principal y lateral, instalaciones auxiliares, vía de inspección, finca modelo, etc. Las instalaciones para el suministro de agua para fines agrícolas es operada por los usuarios y el costo de la O/M debe de ser responsabilidad de ellos.

A continuación se muestra el sistema de O/M propuesto.

#### - Presa El Coyolar

Se requiere suministrar un manual de operación para la regulación del agua de riego y otros usos, y para controlar la descarga de salida de la Presa. Las válvulas de la Presa deben de ser operadas y controladas basándose en el manual. La operación de la Presa se ejecutará de acuerdo a las instrucciones de la oficina de O/M de Flores. La instalación de un aparato de comunicación inalámbrica es propuesta. El personal operativo de la Presa no sólo opera las válvulas sino que también realiza la medición del nivel de agua y recoge datos meteorológicos.

#### - Obras de Derivación y Canales Principal/Lateral

La operación de las obras de derivación y distribución debe de estar basada en los requerimientos hídricos de cada área

beneficiada. El área de O/M llega hasta las obras de desviación antes de los canales terciarios; los canales terciarios son operados por los beneficiarios.

- Vía de Mantenimiento

La vía de mantenimiento a lo largo de los canales principal /lateral debe de ser regulada para el paso de los vehículos. Una rápida reparación debe de realizarse con maquinaria pesada por la oficina de O/M cuando se dañe la vía.

- Finca Modelo

La maquinaria agrícola y las instalaciones de riego de la finca modelo requieren de la O/M continuos.

## 6.2 Sistema de Operación y Mantenimiento

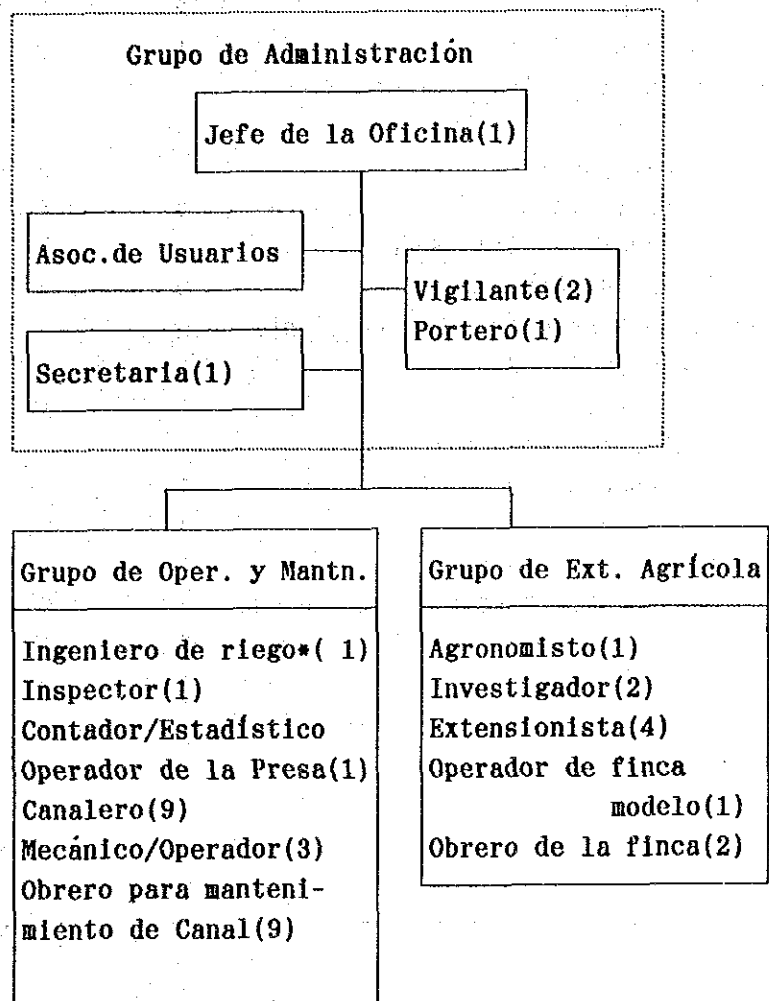
La actual oficina de O/M de Flores debería de ser reforzada. Por lo tanto, la oficina se dividiría en tres grupos: administración, extensión agrícola, y O/M dirigidas por un Director. La Fig. 6.2-1 muestra la organización de la O/M y de la distribución del personal.

La actual oficina de la O/M tiene problemas trabajando solamente con 22 personas como personal para trabajos de la O/M debido a lo reducido del número. Se propone aumentar 18 personas al personal y la nueva oficina consistirá en 40 personas (Tabla 6.2-1). Personal será empleado temporalmente en las épocas de mayor actividad. El personal encargado de la extensión agrícola se entrenará en el CEDA a un ritmo de cinco personas-mes/año para actualizar la información agrícola y tecnológica para luego brindarla a los agricultores.

Las principales tareas de la O/M se sumarizan como sigue:

- Operación de la Presa
- Control de las instalaciones de riego y de la O/M necesaria.
- Estimación del suministro potencial de agua de riego del área basado en el área de cultivo anual.
- Difusión de la tecnología agrícola.
- Entrenamiento e instrucción de los agricultores.

- Recolección de la cuota por uso del agua y la información necesaria para las operaciones.
- Análisis de la información y planificación de la distribución del agua.
- Control de la distribución del agua.
- Guía y orientación de las asociaciones de agricultores.



\* El jefe de la oficina encargará este cargo.

Fig.6.2-1 Organización de la Oficina de Operación y Mantenimiento

Tabla 6.2-1 Plan de Incremento de Personal para la Oficina de Operación y Mantenimiento

	<u>Presente</u>	<u>Propuesto</u>	<u>Incremento</u>
<u>Grupo de Administración</u>			
Jefe de Oficina	1	1	0
Secretaria	0	1	1
Vigilante	2	2	0
Portero	1	1	0
<u>Grupo de Extensión Agrícola</u>			
Agronomista	0	1	1
Investigador	2	2	0
Extensionista	3	4	1
Operador de Finca Modelo	0	1	1
Obrero de Finca Modelo	0	2	2
<u>Grupo de Operación y Mantenimiento</u>			
Ingeniero de Riego*	(1)	(1)	0
Inspector	1	1	0
Contador/ Estadístico	1	1	0
Operador de la Presa	1	1	0
Canalero	4	9	5
Mecánico/Operador	0	3	3
Obrero para Mantenimiento de Canal	7	9	2
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>40</b>	<b>18</b>

Nota : Se excluye a la mano de obra temporal.

### 6.3 Maquinaria e Instalaciones para la Operación y Mantenimiento

La maquinaria necesaria para la O/M está listada abajo.

	<u>Capacidad</u>	<u>Unidad</u>
Pala excavadora	0.35m <sup>3</sup>	1
Cargadora	1.20m <sup>3</sup>	1
Camión de descarga	4ton	2
Aplanadora	6ton	1
Niveladora	2.2m	1
Aplonadora	8ton	1
Pick-up 4 WD		1
Camión-tanque	6000l	1
Mezclador de concreto	0.5m <sup>3</sup>	1
Sistema de comunicación		1 equipo

Las instalaciones y maquinaria necesarias para la extensión agrícolas están listadas abajo.

<u>Oficina con sala de reuniones</u>		60m <sup>3</sup>
<u>Finca modelo con perfecto sistema de riego</u>		2.1 há
<u>Maquinaria agrícola para finca modelo</u>		
Tractor	40-50 HP	1 unidad
Arado	De disco	1 "
Escarificadora	De disco, de rastra	1 "
Plantadora		1 "
Cultivadora		1 "
Pulverizador	Tipo aspersión	1 "
<u>Equipo de transporte y comunicación</u>		
Camión	4 WD	1 "
Motocicleta		3 "
Teléfono		1 "

Las instalaciones para la extensión agrícola y finca modelo están sumariadas en la Fig. 6.3-1.

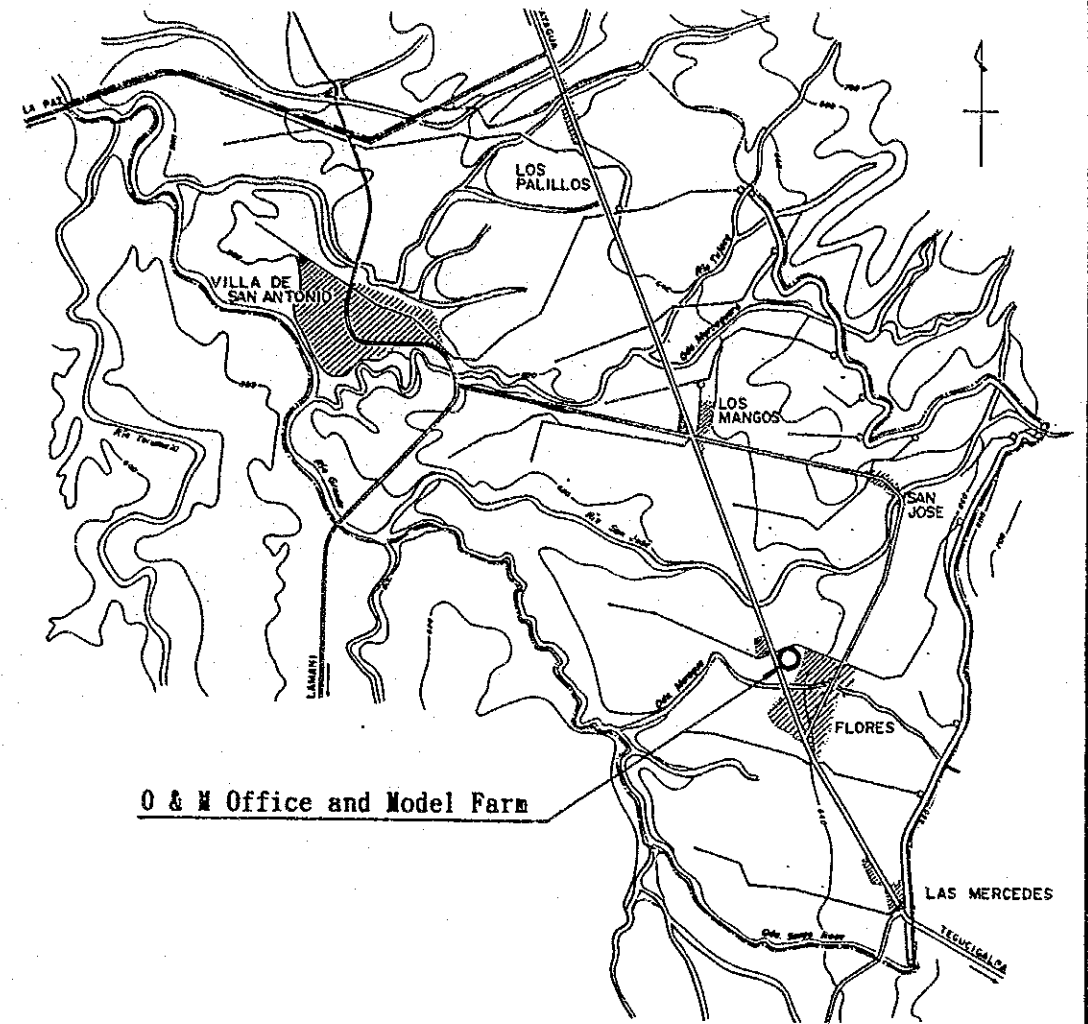
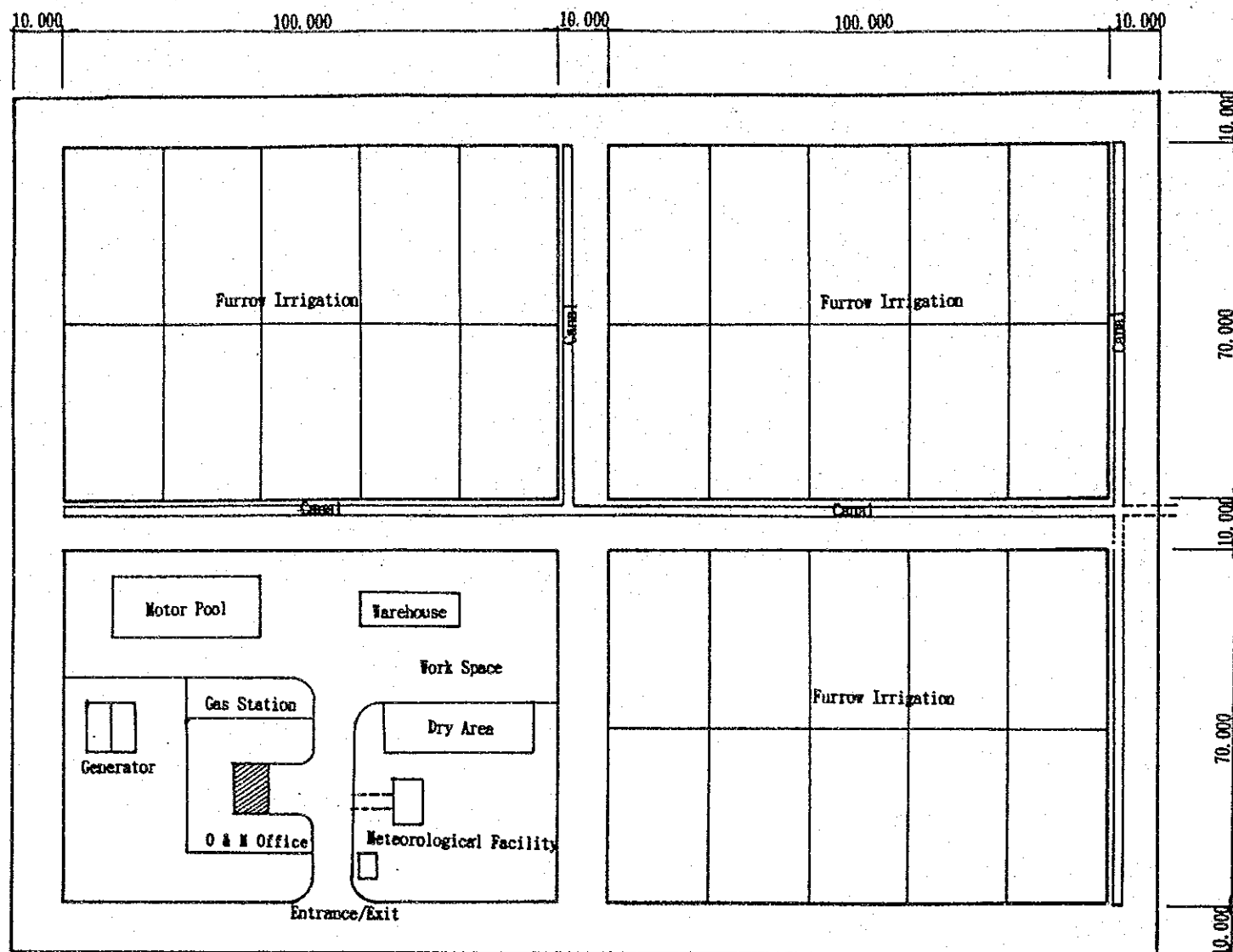
#### 6.4 Costo de Operación y Mantenimiento

El costo anual de la O/M es estimado en Lps.12,000 para la oficina, Lps.528,600 para las instalaciones de riego, y Lps.85,700 para la extensión agrícola. El costo es estimado en Lps.293 por há. La composición de los costos está detallada en la siguiente Tabla.

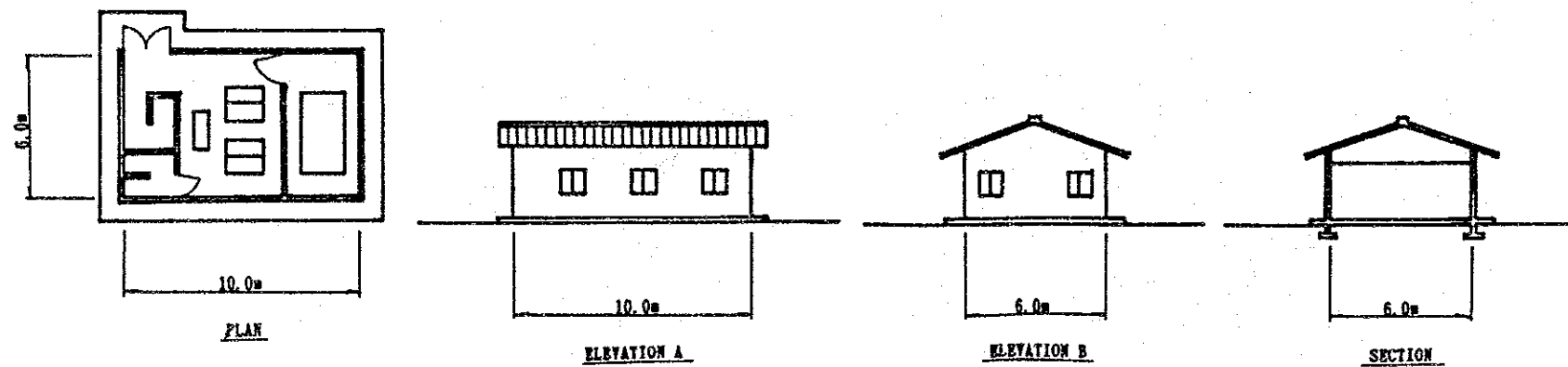
Tabla 6.4-1 Costo Anual de la O/M

	(unidad : Lps.)		
	Administración	O/M	Extensión Agrícola
Salarios	12,000	171,600	71,600
Depreciación de instalaciones	---	109,000	14,100
Costo de material/maquinaria	---	248,000	0*
<b>Total</b>	<b>12,000</b>	<b>528,600</b>	<b>85,700</b>
por há	626,300/2140 = 293 Lps./há		

\* El costo del material para el grupo de extensión agrícola (semillas, agro-químicos, abonos, etc.) está cubierto por el beneficio de los cultivos producidos en la finca modelo.



O & M Office and Model Farm



O & M Office

Fig.6.3-1 Instalaciones para la Extensión Agrícola y Finca Modelo





## CAPITULO 7 : EVALUACION DEL PROYECTO

### 7.1 Criterio de la Evaluación

#### 7.1.1 Concepto General de la Evaluación

##### (1) Evaluación Económica y Financiera

El Proyecto propuesto está justificado a través del análisis económico que incluye la relación costo-beneficio, valor presente neto y tasa interna de retorno basados tanto en los precios económicos como en los financieros. Estos parámetros fueron obtenidos de la estimación del beneficio por la comparación de las estimaciones con y sin-proyecto, y la estimación del costo del Proyecto dado en el capítulo anterior. El análisis financiero en la evaluación propuesta es empleado como una evaluación de proyecto desde el punto de vista de la economía de una finca privada.

Además, una aproximación diferente se ha intentado para justificar el Proyecto desde el punto de vista de la prevención de daños a través de la estimación de los daños potenciales que vienen de una ruptura de la Presa. Esto se considerará como un análisis social tangible.

##### (2) Evaluación Social

Como se mencionó arriba, la evaluación social está basada en la estimación de daños potenciales por medio de la delimitación del área afectada, la valorización de los activos existentes, y por la tasa de daños de una supuesta ruptura. Este tipo de estimación de daños es tratado de mejor forma en una evaluación social debido a que la probabilidad de ocurrencia de tal accidente no es fácilmente medible como en el caso de desastres meteorológicos.

Los impactos intangibles también son evaluados para examinar los efectos inducidos de la implementación del Proyecto, por medio de la evaluación de diversos impactos en las funciones de las comunidades campesinas dentro y en los alrededores del Area del Proyecto.

### 7.1.2 Bases de la Evaluación

La evaluación está basada en el criterio y términos siguientes:

- Todos los valores de los costos y beneficios están adoptados en términos del dólar americano (US\$) y la evaluación está basada en la moneda local a una tasa de cambio de US\$1=Lps. 2.0 (febrero de 1990).
- Los precios económicos para los bienes transables son derivados a partir de los precios de frontera en términos de precios de exportación (FOB) e importación (CIF) a los que los costos de transporte interno que cubre el tramo desde la salida del puerto de descarga hasta el lugar del Proyecto son agregados. Con respecto a los bienes no-transables, factores de conversión calculados son aplicados a los precios que prevalecen localmente o a los precios en finca para obtener precios sombra para la estimación de los precios económicos.
- Los valores residuales de la actual Presa, canales, y estructuras pertinentes son estimados como nulos, considerando el tiempo transcurrido de más de 25 años después de la construcción de la Presa y su actual situación de deterioro. Los costos iniciales serán por lo tanto tratados como costo invertido no recuperable a pesar de que partes de las estructuras serán utilizadas en el Proyecto propuesto.
- Los precios en finca son estimados a partir de los datos recolectados a través de encuestas e información actualmente disponibles sobre precios en finca localizada en el Valle de Comayagua. Valores promedio ponderados son aplicados a bienes que tienen dos tipos de precio: cuando son comercializados directamente al mercado y cuando son vendidos como materia prima para ser procesados.
- La vida útil del Proyecto se ha calculado como de 50 años, empezando desde la implementación del diseño detallado. El proyecto empieza a rendir beneficios al comienzo del sexto año de acuerdo al diagrama de flujo del Proyecto cuando parte de las obras de rehabilitación de canales haya sido terminada. Considerando la práctica de riego actual y niveles razonables de rendimiento de las cosechas propuestas

a ser alcanzadas en unos pocos años, una tasa de 25% se ha aplicado a la tasa proyectada de incremento del beneficio por año para alcanzar la meta en el noveno año. Por otro lado, los costos de la O/M son gastados en forma uniforme desde el sexto año hasta el último año de la vida útil del Proyecto.

- Una tasa de inflación del 7%, equivalente a la tendencia de largo plazo del cambio de precios domésticos para los materiales de construcción es aplicado para estimar la escalación de precios para los bienes no-transables que son previstos en el mercado doméstico. Con respecto a los bienes transables, los índices de inflación para los 5 países industrializados más avanzados (proyectado por el Banco Mundial) es aplicado para estimar el componente extranjero de los costos de construcción. Esta tasa es del 4.2%. Sin importar la aplicación del arriba mencionado deflador del costo financiero, no se ha aplicado una tasa de inflación al costo económico del Proyecto debido a que éste debe de ser evaluado a valores actuales no importando las perspectivas futuras.

- El actual área cultivada se aplica para estimar el beneficio en el caso de no implementarse el Proyecto. Debido al deterioro de las instalaciones de riego existentes, el área regada está reduciéndose en comparación con el proyectado originalmente. Esta tendencia seguramente seguirá en el futuro, sin embargo, este factor no va a influir significativamente ya que estaría dentro de 1% del beneficio. Por lo tanto, la estimación del beneficio se hace sin considerar la variación del área. Con respecto al rendimiento unitario en el caso de implemento del Proyecto, se reduce del actual teniendo en cuenta la mejora del nivel tecnológico del manejo agrícola.

- En la actualidad, el costo de oportunidad en Honduras es generalmente estimado en 12%, y éste puede ser universalmente aplicado para proyectos de construcción. Pero, éste no es interpretado como un criterio de tasa fija, y niveles más bajos pueden ser empleados especialmente para los proyectos de rehabilitación bajo el concepto de "valor sin-proyecto" más alto y de considerar el mérito adicional de evitar el riesgo de una ruptura de la Presa.

- Los costos de reemplazo de algunas instalaciones son incluidos en los costos de la O/M. Los costos para la adquisición de tierras no son considerados en la evaluación económica.
- El análisis de sensibilidad es realizado para verificar los posibles cambios en los parámetros de la evaluación del Proyecto causado por un aumento inesperado de precios del 30% para ver si el Proyecto es todavía viable bajo estas condiciones de inflación durante el período de construcción propuesto. Por otro lado, se da un 20% como posibilidad de beneficio nulo, equivalente a la tasa promedio de malas cosechas. El efecto multiplicador de estas dos desventajas es también examinado. El efecto de un atraso en el cronograma de construcción no causa tanto impacto en la economía del Proyecto como lo es en el caso de cambios en el beneficio o costos.

### 7.1.3 Método de Evaluación Social Tangible

La estimación de posibles daños de una ruptura de la Presa tiene diversos factores aleatorios y el área de daños estimada y la extensión de los daños sufridos varía de acuerdo al grado de magnitud del accidente. Sin embargo, se asume que el accidente de tipo más grave, apertura profunda de la Cortina, ocurriría en la época lluviosa cuando el nivel del agua permanece alto debido a la fuerte descarga de lluvias.

El área que potencialmente podría sufrir daños por la barrida del torrente de agua y la que quedaría posteriormente inundada son delimitadas considerando la altura y velocidad de la ola del torrete al igual que la cantidad de agua liberada, la micro-topografía de la cuenca del río o en el abanico aluvial a lo largo del río San José.

Se estima que una gran ola torrencial impactaría a la villa de San José localizada en lo alto del abanico aluvial en donde se encuentra una gran porción de tierra irrigable. Cuando la ola impacta a los montículos de la cuenca, dividiéndose en dos caudales torrenciales, una amenazaría al sector urbano de Flores y la otra a la parte inferior de Los Mangos. Estos caudales eventualmente alcanzarían el centro urbano de San Antonio localizado en el fondo del abanico aluvial, conduciendo

a una inundación con agua barrosa. El área dañada por la ola torrencial es estimada en 800 há, mientras que el área inundada sería de 1,250 há.

De acuerdo a esta estimación, las instalaciones públicas y privadas distribuidas en las áreas estimadas son identificadas a través de la información catastral/estadística proporcionada por las oficinas pertinentes. Luego, los daños posibles son estimados como si fueran los costos incurridos para compensar la pérdida o la rehabilitación.

Junto con la estimación de dichos daños directos tal como se menciona arriba, daños indirectos son también estimados a partir de la estimación del tráfico interrumpido principalmente a lo largo de la Carretera Nacional No.5 al igual que los efectos de largo plazo de una productividad de cultivos y ganadería deprimidas. Tal depresión sería causa por la erosión o deposición de la superficie de los suelos a través de la remoción del barro y piedras producto de la inundación, y la reconstrucción de cercos o canales de riego son estimados en los costos para daños directos. La información relevante para la estimación de los daños directos es basada en estudios sobre tráfico por la oficina de transportes encargas o de información agrícola dada por las oficinas agrícolas regionales relacionadas.

## **7.2 Resultados de la Evaluación Económica y Financiera**

De acuerdo al cálculo de los índices económicos basados en los supuestos mencionados en el sub-capítulo 7.1.2, los siguientes resultados son derivados del Proyecto propuesto (Tabla 7.2-1). Del análisis de la TIRE y TIRF del Proyecto, se ve que éstas arrojan un valor superior a la tasa del costo de oportunidad de 12% para inversiones en Honduras. Las relaciones de beneficio/costo (B/C) calculados con los precios económicos y financieros con una tasa de descuento de 12% varía entre 1.3 y 1.4, mientras que el valor neto presente financiero (VNPF) y el valor neto presente económico (VNPE) sobrepasa los Lps.16 millones a la misma tasa de descuento que la adoptada para el método de B/C. De esto se sigue de que cuando el Proyecto propuesto es implementado, la contribución de éste sería por lo menos igual que la que daría cualquier otro proyecto implementado por el sector público.

Tabla 7.2-1 Resultados de Evaluación Económica y Financiera

Descripción	T. I. R. P (%)	T. I. R. E (%)	B/C	V. N. P. F (Lps)	V. N. P. E (Lps)	Costo/ha (Lps)	V. N. P. F/ha (Lps)	V. N. P. E/ha (Lps)
BASE : PRECIO FINANCIERO								
CASO BASE	15.00	1.00		0		48.2		
	12.00	1.30		21,422			10.0	
	0.00	6.80		787,204			367.9	
Análisis de sensibilidad								
Retraso de 5 años en obtener beneficio	9.80	1.00		0				
	12.00	0.73		-19,542			-9.1	
	0.00	6.02		680,889			318.2	
Retraso de 2 años en obtener beneficio	12.27	1.00		0				
	12.00	1.03		2,216			1.0	
	0.00	6.49		744,678			348.0	
Disminución de 20% en beneficios	12.38	1.00		0				
	12.00	1.04		2,617			1.2	
	0.00	5.44		602,619			281.6	
Aumento de 30% en costos	11.96	1.00		0		62.7	0.0	
	12.00	1.00		-355			-0.2	
	0.00	5.23		746,513			348.8	
Retraso de 2 años en construcción	14.99	1.00		0			0.0	
	12.00	1.29		16,943			7.9	
	0.00	6.56		746,118			348.7	
Retraso de 5 años en construcción	14.97	1.00		0			0.0	
	12.00	1.29		11,868			5.5	
	0.00	6.18		684,489			319.9	
Disminución de 20% en beneficios	9.73	1.00		0			0.0	
	12.00	0.80		-19,160			-9.0	
Aumento de 30% en costos	0.00	4.19		561,928			262.6	
BASE : PRECIO ECONOMICO								
CASO BASE	15.71	1.00		0		29.4		
	12.00	1.37		16,359			7.6	
	0.00	7.25		509,414			238.0	
Análisis de sensibilidad								
Retraso de 5 años en obtener beneficios	10.17	1.00		0				
	12.00	0.77		-10,106			-4.7	
	0.00	6.42		441,494			206.3	
Retraso de 2 años en obtener beneficios	12.79	1.00		0				
	12.00	1.09		3,951			1.8	
	0.00	6.92		482,246			225.3	
Disminución de 20% en beneficios	13.00	1.00		0				
	12.00	1.09		4,211			2.0	
	0.00	5.80		391,233			182.8	
Aumento de 30% en costos	12.56	1.00		0		38.2		
	12.00	1.05		3,044			1.4	
	0.00	5.58		484,967			226.6	
Retraso de 2 años en construcción	15.70	1.00		0				
	12.00	1.37		12,955			6.1	
	0.00	6.99		483,070			225.7	
Retraso de 5 años en construcción	15.69	1.00		0				
	12.00	1.36		9,098			4.3	
	0.00	6.58		443,554			207.3	
Disminución de 20% en beneficios	10.25	1.00		0			0.0	
	12.00	0.84		-9,104			-4.3	
Aumento de 30% en costos	0.00	4.46		366,786			171.4	

Los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad implica que la TIRE y TIRF aún permanecen a un nivel por encima del 12% a pesar de que los costos de construcción hayan aumentado en 30%, con un porcentaje extra añadido para tomar en cuenta la tendencia de largo plazo, o si el beneficio es 20% menos que el inicial estimado. Sin embargo, los valores del VNPE y VNPF por há varía solamente entre el 20-26% del costo de construcción por há., mostrando tasas de beneficio más bien bajas. Similarmente, el análisis de sensibilidad muestra que el TIRE y el TIRF no pueden mantener el nivel de 12% una vez que el Proyecto es sujeto al efecto multiplicador del aumento del costo y caída del beneficio esperado. De los dos factores adoptados en el análisis de sensibilidad, la caída del beneficio esperado tiene un efecto adverso más fuerte en los índices económicos que el que tiene la escalación adicional de costos de construcción.

Estas observaciones conducen a la opinión de que el Proyecto podría ser económicamente viable desde el punto de vista de la economía nacional y privada, a pesar de que no ser lucrativa como proyectos administrados privadamente.

### **7.3 Resultados de la Evaluación Social**

#### **7.3.1 Evaluación Tangible**

Se halló a partir de la estimación de daños potenciales de que la pérdida potencial de las comunidades de Flores, Villa de San Antonio alcanzarían un nivel superior a los Lps.60 millones, o un valor equivalente a 104% del costo de rehabilitación (incluyendo contingencias equivalentes al 20% del costo global). De esto se sigue de que el costo de rehabilitación estimado de la Presa compensa la pérdida estimada (sin calcular el costo en vidas humanas) de una posible ruptura de la Presa. Los daños estimados son mostrados en la Tabla 7.3-1.

Los costos mencionados arriba consisten en daños directos (71% del valor total) e indirectos (29%), de los que daños provenientes del sector agrícola y ganadero sobrepasan el 41% (del total de los daños directos e indirectos). Cerca del 20% de las pérdidas totales serían por daños sufridos por las instalaciones para uso público, pero la pérdida más grande o alrededores del 25% del total sería sufrido por las propiedades

privadas (casa, etc.). Si consideramos que es posible obtener la pérdida per cápita a partir de las pérdidas potenciales asignables divididas por el volumen de la población del área afectada, esta pérdida sería de Lps.5,500 sin considerar el costo en vidas humanas. Tomando en cuenta otras inconveniencias intangibles atribuibles a los efectos posteriores, obras preventivas en la Presa tendrán que ser realizadas para su temprana implementación, aparte de que su factibilidad tendrá que ser deducida de un análisis económico.

### 7.3.2 Evaluación Intangible

El beneficio más evidente puede ser esperado en el impacto revitalizador en los cultivos y agroindustrias relacionadas, producto de la expansión de los cultivos y ganadería, al igual que en la creación de oportunidades de empleo a través de las obras públicas para el Proyecto.

Con lo que respecta a los requerimientos de mano de obra, el Proyecto desea crear cerca de 2,700 puestos para trabajos de tipo no-calificado y calificado temporal por lo menos por 3 años (o 900 hombres-año cada año) para las obras de construcción, y luego trabajo agrícola equivalente a 1,390 hombres-año más que los que están actualmente empleados en faenas agrícolas. Además, las actuales condiciones de sub-empleo entre los trabajadores empleados en el sector agro-industrial mejoraría a un nivel de empleo total (alrededor de 400 hombres-año para 400 trabajadores) e inclusive un volumen extra de mano de obra tendría que ser necesaria para cubrir la demanda en las actividades de procesamiento, transporte y comercialización. Al mismo tiempo, la actual situación de sobre-inversión en estas industrias mejoraría a través de un aprovisionamiento continuo de materiales de una mejor calidad de tal manera que muchas líneas de producción paradas serían puestas en operación para un mejor uso del capital.

Estos efectos reactivadores en las industrias relacionadas eventualmente conducirán a una promoción de las exportaciones con subsecuentes ganancia de divisas, una estable oferta de productos agrícolas en los mercados domésticos, una mejor situación de empleo al igual que la creación de nuevos puestos de trabajo. Tales efectos multiplicadores pueden ser esperados en los subsectores de comercio local, transporte y servicios



Tabla 7.3-1 Daños Estimados Causados del Colapso de la Presa

(unidad : miles de Lps.)

Categoría	Escala de daños	Valor actual	Valor de daños estimado	(%)
<b>Daños Directos</b>				
Casas propiedades	2 pueblos, etc	28,487	22,039	24.5
Carreteras/vías	61km, 3 puentes	5,535	4,584	(x)
Sistema de agua	6.7km, 1 línea	939	480	(x)
Sistema de energía	20km, 3 líneas	366	293	(x)
Campos, pastos	1,847há	11,550	9,116	15.2 (y)
Cultivos	947há, 2,797ton	3,578	2,694	(y)
Ganado	1,773 cabezas	2,763	2,183	(y)
Vehículos/maquinaria	44 vehículos, etc	1,779	1,372	
<b>Total Daños Directos</b>		<b>54,997</b>	<b>42,761</b>	<b>71.2</b>
<b>Daños Indirectos</b>				
Tráfico interrumpido	2 meses		6,618	(x)
Desabastecimiento agrícola	10 años, 1344há		8,953	(x)
Desabastecimiento ganadero	5 años		1,741	(y)
<b>Total Daños Indirectos</b>			<b>17,312</b>	<b>28.8</b>
<b>Total Daños Potenciales Estimados</b>			<b>60,073</b>	<b>100.0</b>

Nota: Excluyendo pérdidas de vidas humanas e interrupciones de funciones sociales. Los valores son estimados como costos de recuperación de las funciones o servicios originales de los bienes perdidos calculados a precios de febrero, 1990.

(x): Pérdida de instalaciones públicas (19.9%)

(y): Pérdidas del sector agrícola y ganadero (41.1%)

Area potencialmente afectada : 2,050 há

Area barrida por las aguas : 800 há

Area inundada : 1,250 há

Población potencialmente afectada : 5,050 personas

conjuntamente con un mayor ingreso para los agricultores como resultado de una mayor producción agrícola dentro del Area del Proyecto. Esto indudablemente estimularía a las empresas ligadas al sector agrícola y ganadero en los sectores urbanos de Flores y Villa de San Antonio en donde el problema del sub-empleo se vuelve crónico, y conduciría a una efectiva solución del problema.

Otro beneficio que se puede esperar es de que una vez que el suministro de agua de la Presa es asegurada por la rehabilitación, un suministro estable de agua potable y para uso doméstico es también asegurado contribuyendo a una mejora en el nivel de vida de la población dentro y en los alrededores del Area del Proyecto.

#### 7.4 Evaluación Comprensiva

El Proyecto propuesto es considerado factible en términos de la economía nacional. Los valores de los indicadores económicos obtenidos respaldan esta opinión. Tanto el TIRE como el TIRF rinden tasas superiores a la tasa de descuento general para inversiones en Honduras, o sea, del costo de oportunidad. El Proyecto se puede justificar desde el punto de vista de la economía privada debido a que el VNPF descontado por la tasa equivalente al del costo de oportunidad, el VNPE, y la relación B/C muestran valores razonables. La justificación es reforzada por el análisis de los beneficios estimados en la economía agrícola estimada en el sub-capítulo 4.4.3, en donde se espera un considerable remanente en ingreso agrícola producto de la implementación del Proyecto.

El Area del Proyecto está situada adyacente a la capital Tegucigalpa, disfrutando de condiciones de localización favorables para convertirse en una importante área de aprovisionamiento de productos hortícolas para los mercados domésticos, y de bienes agrícolas no-tradicionales para la exportación. El Proyecto ayuda a formar una base confiable no solo por medio de la realización del auto-abastecimiento de alimentos básicos sino que también logra orientar los cultivos rentables de tal manera que el ingreso agrícola por unidad agrícola puede ser maximizado. Adicionalmente, puede ayudar a crear oportunidades de trabajo para pequeños propietarios en el sector agrícola y en la agro-industria. Su factibilidad económica permanecerá

válida aún con una considerable variación del costo o del beneficio sin perder competitividad con proyectos en otros sectores.

Finalmente, la importancia de prevenir daños potenciales de una ruptura de la Presa, como un impacto derivado del Proyecto propuesto, puede ser comprobado a través de un análisis social para la evaluación.



## CAPITULO 8 : CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusión

La implementación del Proyecto es juzgado como válido técnicamente como resultado de la evaluación económica y financiera. Adicionalmente el impacto socio-económico evaluado desde el punto de vista del beneficio intangible, es también juzgado como positivo.

### 8.2 Recomendaciones

#### Implementación Temprana del Proyecto

Considerando los posibles daños económicos y pérdidas en vidas humanas por un colapso de la Presa, se recomienda una temprana implementación del Proyecto. Este promueve la agricultura con riego y trae consigo beneficios económicos y sociales al país.

#### Construcción de Instalaciones

Debido a la escala del Proyecto, se recomienda dividir en dos fases las obras de construcción: rehabilitación de la Presa El Coyolar (Fase I) y mejora del sistema de riego de Flores (Fase II).

- El ajuste de los cultivos por la oficina de operación y mantenimiento (O/M) en Flores será requerida durante el período de construcción debido a la limitación del agua de riego.
- A los agricultores que viven en el área se les debería de dar prioridad al momento de emplear mano de obra para las obras de construcción con el objeto de no reducir su ingreso.

#### Administración del Proyecto y Actividades de Operación y Mantenimiento

- Con el objeto de conseguir una eficiente administración del Proyecto, las instalaciones para la operación y mantenimiento es de bastante importancia. El actual sistema de O/M es reforzado y es compuesto por las instituciones relacionadas encabezada por la DGRH y los beneficiarios.

- La DGRH es responsable por la O/M de las instalaciones principales como la Presa, los canales principales y laterales. Sin embargo, los beneficiarios deberán de ser responsables por los canales terciarios.

#### Extensión Agrícola

- Para una extensión agrícola efectiva, el respaldo de instituciones como el CEDA es requerido.
- El aumento de la intensidad de cultivo requiere de financiamiento de los agricultores. Se requiere que la DGRH, actuando conjuntamente con las instituciones financieras responsables, responda a la demanda de los agricultores por crédito.
- Para elevar el ingreso de los agricultores por medio de los beneficios que significa participar en una cooperativa, se debe de realizar una campaña de promoción entre los agricultores para que participen en las cooperativas.

#### Instalación del sistema de observación metereológica e hidrológica

- Para realizar una operación efectiva de la Presa, la observación de la descarga de entrada en el reservorio y de la precipitación pluvial en el área del reservorio son necesarias. Por lo tanto, la instalación de una estación pulvio-hidrologica observación es recomendada. El costo de construcción estimadoa grandes rasgos, excluyendo la vía de acceso, es de Lps.104,000.

#### Requerimiento de Estudios Posteriores

- Antes de la implementación del Proyecto, se debería de realizar los estudios geológicos y topográficos necesarios. Los detalles de estos estudios están mencionado en los ANNEX E y F.



