

**LA REPUBLICA DE GUATEMALA
EL MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERIA Y ALIMENTACION**


**EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
SOBRE
EL PROYECTO DE RIEGO DE MONJAS**



**REFERENCIA DE
INFORME PRINCIPAL**

JULIO 1988

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

AFT

88-38

JICA LIBRARY



1067719[3]

18112

**LA REPUBLICA DE GUATEMALA
EL MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERIA Y ALIMENTACION**

**EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
SOBRE
EL PROYECTO DE RIEGO DE MONJAS**



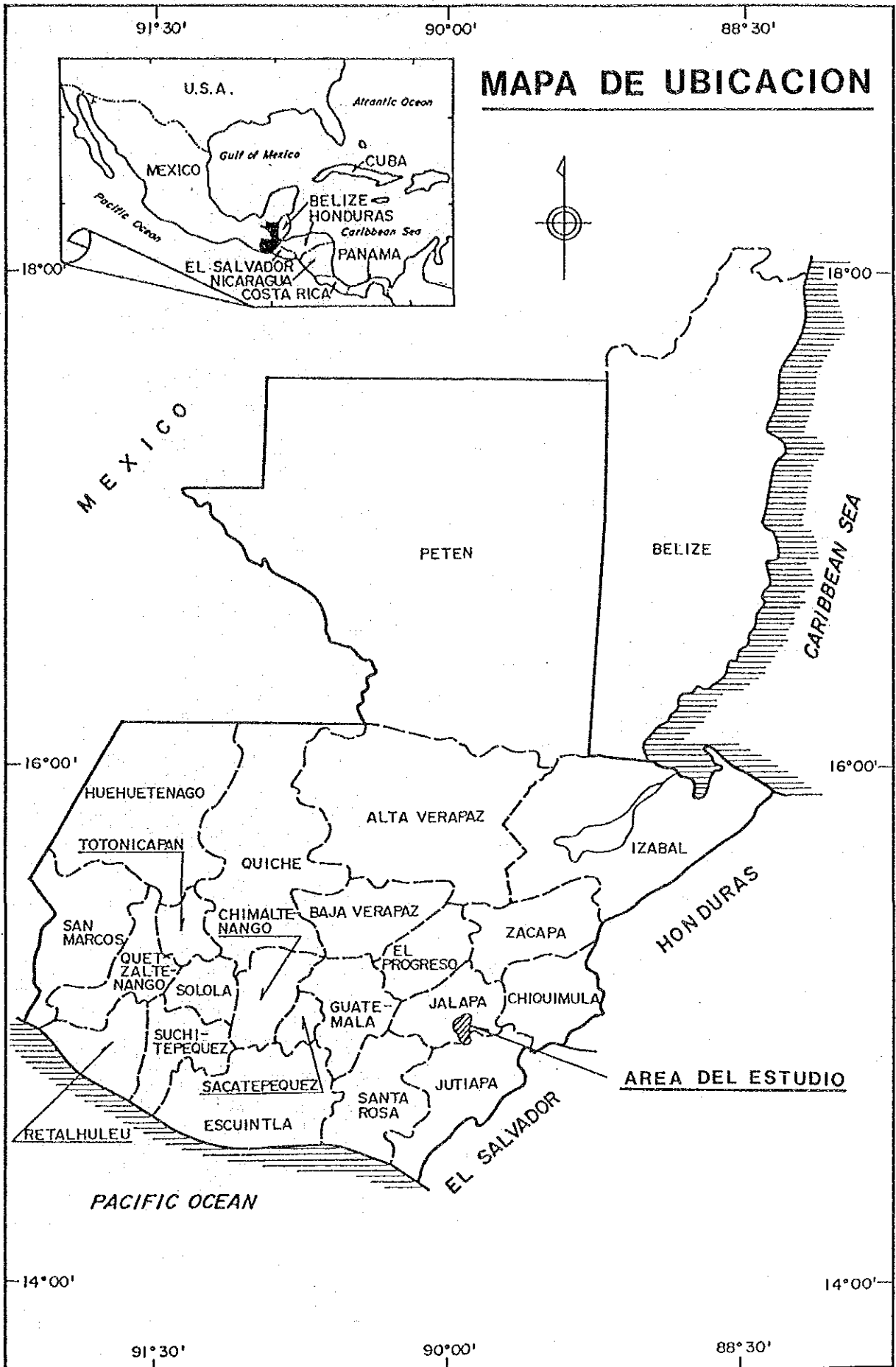
**REFERENCIA DE
INFORME PRINCIPAL**

JULIO 1988

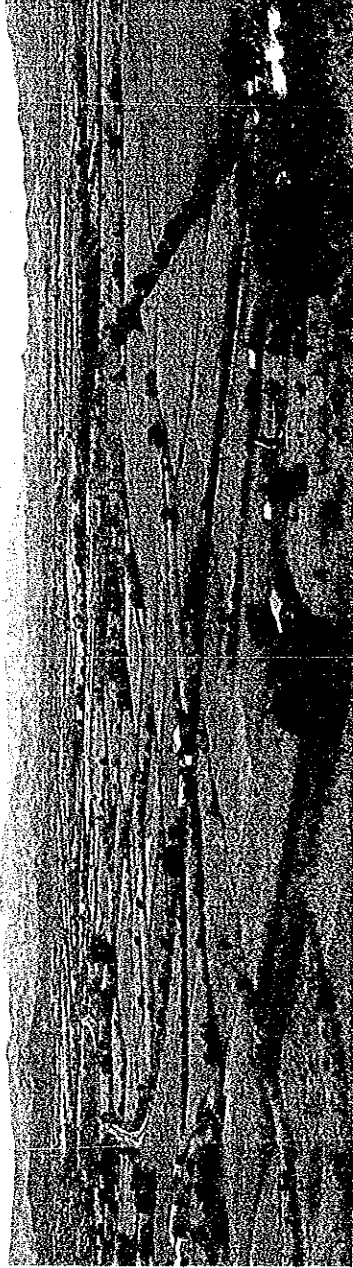
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

国際協力事業団

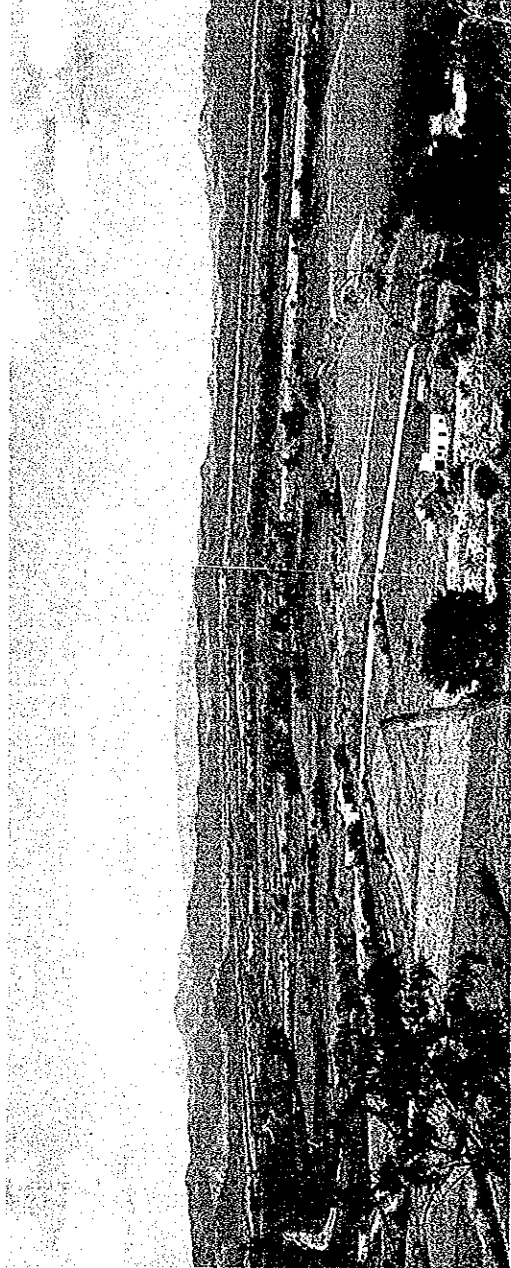
18112



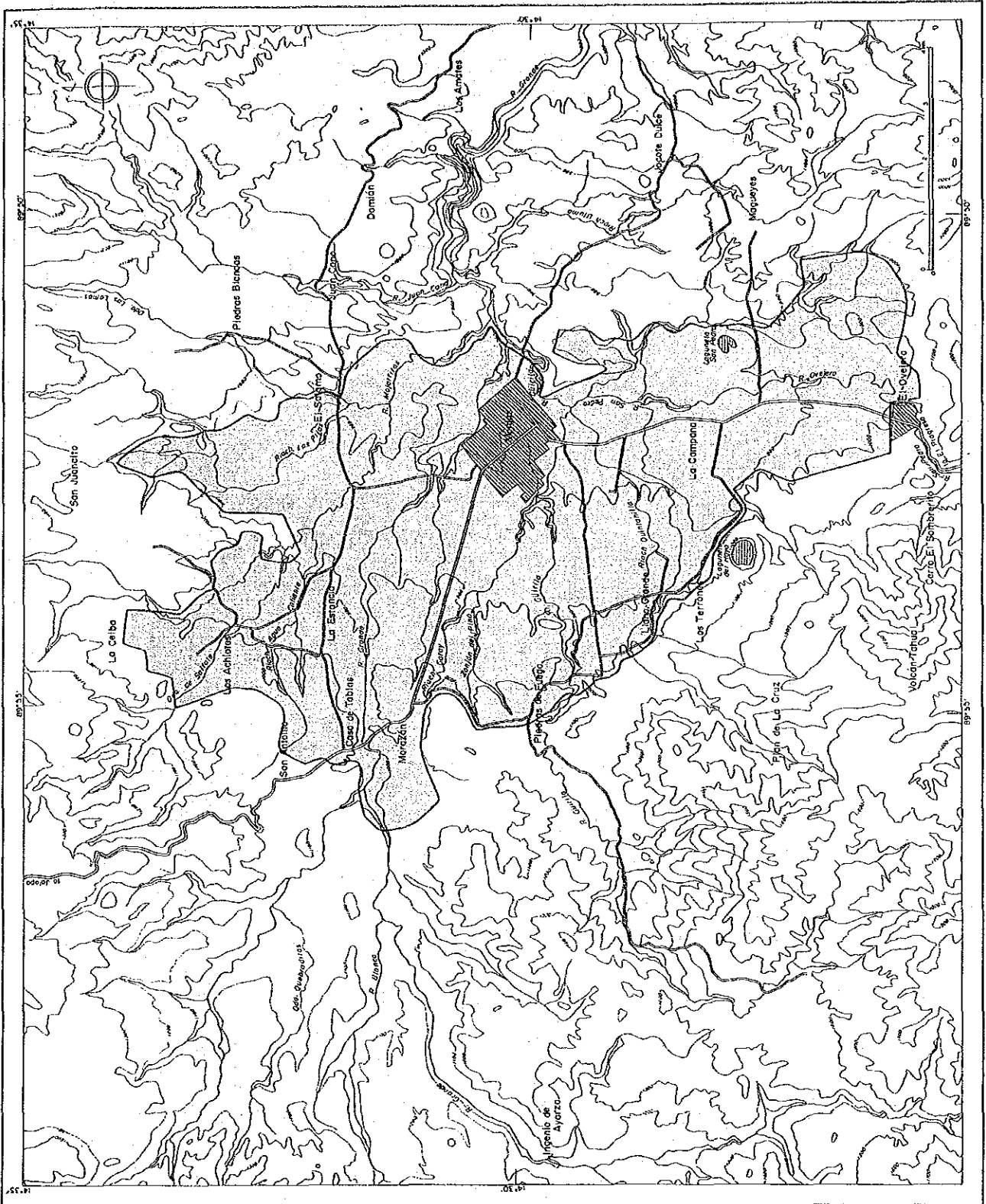
**Distant View from the Hoyo Lake
Vista Distante de la Laguna del Hoyo**



**Wet Season (August, 1987)
Epoca Lluviosa (Agosto, 1987)**



**Dry Season (December, 1987)
Epoca Seca (Diciembre, 1987)**

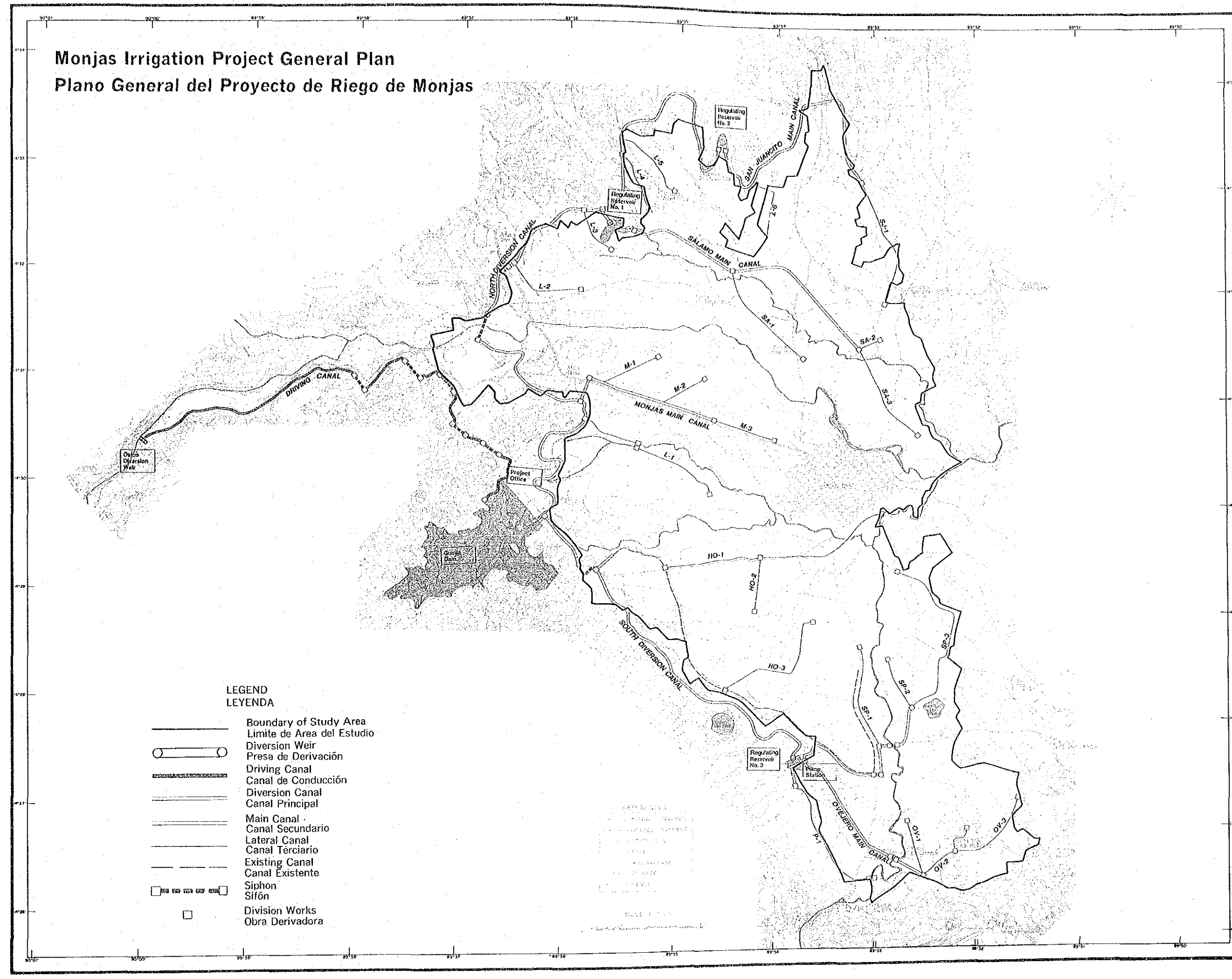





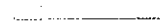





Study Area

Area del Estudio

Monjas Irrigation Project General Plan

Plano General del Proyecto de Riego de Monjas



- LEGEND**
LEYENDA
-  Boundary of Study Area
Limite de Area del Estudio
 -  Diversion Weir
Presa de Derivación
 -  Driving Canal
Canal de Conducción
 -  Diversion Canal
Canal Principal
 -  Main Canal
Canal Secundario
 -  Lateral Canal
Canal Terciario
 -  Existing Canal
Canal Existente
 -  Siphon
Sifón
 -  Division Works
Obra Derivadora

R E S U M E N

R E S U M E N

1. INTRODUCCION

El presente informe principal de versión en español sirve para presentarlo como una referencia del informe inglés. El mayor detalle del contenido deberá contar con el informe inglés.

En el presente informe se describen los capítulos principales, o sea, los capítulos 1, 4, 5, 6 y 7 del estudio de factibilidad del Proyecto de Riego de Monjas de la República de Guatemala.

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1 En la República de Guatemala, la agricultura es la principal actividad económica del país. Dentro del Plan Quinquenal de Desarrollo Nacional (1987-1991), el Gobierno de Guatemala ha otorgado una alta prioridad para el sector agrícola. El equipamiento de las instalaciones para la expansión de la agricultura mediante el riego constituye una de las medidas de mayor importancia. Como una parte de la materialización de los proyectos de desarrollo, el "Proyecto de Riego de Monjas" ha merecido la máxima prioridad y en el año 1985 el Gobierno de Guatemala ha solicitado al Gobierno del Japón la realización del estudio de factibilidad del Proyecto. En respuesta a esta solicitud, el Gobierno del Japón envió a la República de Guatemala la Misión de Estudios Preliminares en febrero de 1987, donde se acordó y firmó el alcance del proyecto para la realización de estudio. Sobre la base de este acuerdo, se han llevado a cabo los estudios definitivos desde agosto de 1987.

2.2 El objeto del presente estudio consiste en la formulación del proyecto para el desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos, que sea técnica, económica, financiera y socialmente razonable para promover el desarrollo agrícola del área de Monjas del Departamento de Jalapa de la región suroriental de la República de Guatemala.

3. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

3.1 El área del estudio corresponde al valle de Monjas que se encuentra a aproximadamente a 150 km al sureste de la ciudad capital de Guatemala y de la región de las mesetas centrales. Se trata de un valle (940 - 1000 m.s.n.m.) rodeado por montañas de 1200 - 1500 m.s.n.m., con un área objeto de estudio que abarca aproximadamente 7,100 há, dentro de una superficie total de aproximadamente 9,000 há.

3.2 Del lado norte del centro del valle, fluye el río Ostúa del oeste hacia el este, que luego de confluir con el río Blanco, río Mojarritas, río Güirila, río Juan Cano, etc., afluye hacia el extremo oriental del valle. Algunos ríos quedan secos al reducirse pronunciadamente el caudal durante la época de estiaje.

3.3 El clima se divide en la época lluviosa, que se extiende desde mayo a octubre, y la época seca desde noviembre a abril. La precipitación anual es de aproximadamente 1000 mm y casi el 95% se concentra en la época lluviosa. La temperatura promedio anual es de aproximadamente 22 °C con pequeña fluctuación entre los meses.

3.4 Las rocas volcánicas forman la base del valle y las colinas de los alrededores y dentro del valle, se distribuyen alternadamente los estratos volcánicos con sedimentos aluviales que cubren la base.

3.5 Los suelos están formados por Vertisol de alta fertilidad para la agricultura ocupado más de la mitad del Valle, Inceptisol y Alfisol.

La clasificación de suelos revela que la mayor parte de las tierras agrícolas son aptas para su explotación y son de la clase III o superiores.

3.6 Las 5,350 hás que corresponden a aproximadamente el 75% del área de estudio son tierras agrícolas. Dentro de esta superficie, 4,350 há son terrenos cultivados y el resto de 1,000 há son praderas.

3.7 La producción agrícola de la época lluviosa se desarrolla en torno al maíz como producto principal y un resto al frijol, tomate y tabaco, en tanto que en la época seca prácticamente no se realizan cultivos con excepción de una parte en donde existe riego.

Actualmente, se encuentran realizadas las obras de riego de la Laguna del Hoyo (aproximadamente 350 há de superficie de riego); el riego con aguas subterráneas (aproximadamente 460 há) y el riego con el agua de los ríos (aproximadamente 90 há). En estas áreas de riego se cultivan las hortalizas como el brócoli, tomate, cebolla, etc. durante la época seca.

3.8 Salvo la parte que se destina para el consumo doméstico, el maíz y el frijol son comercializados en el mercado interno. Por otro lado, gran parte del brócoli, tomate, cebolla y tabaco se exportan hacia los Estados Unidos de América, El Salvador, etc., a través de exportadores y mayoristas.

3.9 El brócoli y el tabaco se cultivan por contrato y se realiza con la asistencia técnica suministrada por los exportadores. En cuanto a los demás productos es precaria el sistema de asistencia técnica.

3.10 A pesar de que el área de estudio tiene condiciones apropiadas para la producción agrícola en cuanto a las condiciones naturales tales como la topografía, meteorología y suelo, no se realizan los cultivos de productos agrícolas debido a la falta del agua de riego durante la época seca, es bajo el coeficiente de aprovechamiento de las tierras siendo escasas las oportunidades de empleo durante la época seca y, por lo tanto, existen limitaciones para la elevación del nivel de vida y la activación de la economía regional.

4. EL PROYECTO

4.1 Objetivo del Proyecto y Política Básica

Para resolver la falta de agua en la época seca que limita la producción agrícola actual, se formulará el proyecto de desarrollo agrícola que permita el cultivo durante todo el año y el incremento de la producción agrícola mediante el desarrollo de los recursos hídricos y la implementación de riego.

4.2 Esquema Básico del Desarrollo

4.2.1 Recursos hídricos

Como recursos hídricos, puede considerarse el plan de almacenamiento del agua superficial acumulado en la época lluviosa para el aprovechamiento durante la época seca y el uso de las aguas subterráneas.

(a) Plan de almacenamiento

El volumen de agua de almacenamiento necesario para una superficie de riego de 4,000 - 4,800 há, es de aproximadamente 31 - 38 MMC. Sobre la base de esta cifra, el resultado de la comparación y análisis realizado con respecto a las 5 presas, se ha seleccionado una presa de muro bajo sobre el río Güirila que, a pesar de tener una cuenca propia pequeña, tiene gran capacidad para embalsar el agua del río Ostúa y para asegurar el volumen de almacenamiento efectivo.

b) Aguas subterráneas

Según el resultado del análisis de la productividad de los pozos profundos, los sectores Mojarritas y de San Pedro son los sectores de posible desarrollo de aguas subterráneas.

4.2.2 Superficie beneficiada

El área beneficiada por plan de riego, es la de 4,350 há de tierra cultivada actual que incluyen pequeños sectores de riego existente y las 450 há de pradera que se convertirán en tierra cultivada para totalizar las 4,800 há.

4.2.3 Patrón de cultivos

El patrón de cultivos para el plan de producción agrícola se ha adaptado para la expansión de la tierra cultivada, el aumento de tasa de cultivo y la producción de productos rentables, considerando el sistema de cultivo de rotación que sea apto para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, los inconvenientes del cultivo consecutivo y la disponibilidad de mano de obra necesario. Los principales productos a introducirse serían el maíz, frijol, tabaco y tomates durante la época lluviosa y el maíz, frijol, tomate, brócoli y cebolla durante la época seca.

4.2.4 Examen de Alternativas de Desarrollo

Las premisas para el examen de las alternativas del proyecto de desarrollo son las siguientes:

- Planificar la superficie máxima de riego con el volumen de agua disponible.
- Considerando las condiciones topográficas y geológicas, sería deseable una altura del muro de la presa lo mínimo posible.
- Planificar el costo de operación y mantenimiento en lo mínimo posible para disminuir las cargas de los beneficiarios.

- Procurar el aprovechamiento eficaz de las instalaciones de las obras de riego de la Laguna del Hoyo.
- Considerar el desarrollo de las aguas subterráneas como recursos complementarios.

Sobre la base de estas condiciones básicas, se han comparado y analizado los siguientes tres casos:

- Caso 1: Recurso hídrico único de la presa Güirila
Superficie de riego de 4,800 há.
- Caso 2: Recurso hídrico único de la presa Güirila
Superficie de riego de 4,350 há.
- Caso 3: Presa Güirila y pozos de aguas subterráneas
Superficie de riego de 4,800 há. (de los cuales 800 há corresponden a los pozos).

Conforme a la evaluación técnica y económica de cada uno de los casos, se llega a la conclusión que el Caso 1 es el más apropiado, como sigue:

- La superficie de riego es mayor siendo 4,800 há incluido las praderas convertidas en tierras cultivadas.
- Se puede disponer el volumen requerido de agua de 37.7 MMC a 39.6 MMC de capacidad efectiva, mediante la conducción de aguas del río Ostúa al río Güirila;
- Operación y mantenimiento es fácil y barato;
- Se pueden aprovechar efectivamente los canales de riego existentes de la Unidad de Riego de la Laguna del Hoyo; y
- Caso 3, que es una combinación con recursos de agua subterránea, requiere alto costo de operación y mantenimiento y presenta la rentabilidad baja.

4.3 Plan de desarrollo

4.3.1 Plan de uso de la tierra

Dentro de la tierra agrícola, se convertirán 450 há de pradera en tierra cultivada. La superficie de la tierra aumentarán a 4,800 há mientras que la pradera se reducirán a 550 há.

4.3.2 Plan de riego

El plan de riego para la superficie beneficiada de 4,800 há, se determina sobre la base del plan de cultivo. El volumen anual de agua requerido es de 49.30 MMC y el volumen máximo del agua de riego es de 3.28 m³/s. El método de riego será por surcos en el 80% y por aspersión en el 20%. El volumen promedio de agua de cada riego será de 33 mm y el intervalo de riego será de 7 días. La red de los canales

de riego estará formado por canales principales de norte, de sur y se dividirán en 10 bloques de superficie beneficiada. Los embalses reguladores se instalarán en tres lugares de los extremos de los canales principales. El volumen unitario del agua requerido en canales secundarios y de extremo será de 0.87 - 1.43 l/s/há.

4.3.3 Plan de embalse

La magnitud del embalse de la presa Güirila tiene un volumen de almacenamiento total de 40,9 MMC con una capacidad de almacenamiento efectivo de 39.6 MMC, caudal máxima de crecida diseñado de 461 m³/s, profundidad aprovechable de 39.50 m y la superficie del nivel lleno de agua de 2.05 km².

La altitud del muro de la presa tendrá una elevación de 1.044 m.s.n.m.

4.4 Plan de Desarrollo Agrícola

4.4.1 Plan de producción agrícola

Mediante el plan de producción agrícola, la superficie de cultivo aumenta a 11,250 há que equivale a aproximadamente el doble de la superficie actual de la tierra cultivada y tasa de cultivo aumenta al 234%. Es especialmente notable el aumento durante la época seca.

El volumen de producción agrícola aumenta entre aproximadamente 2 a 8 veces en las hortalizas. La mano de obra anual requerida llega aproximadamente 1,179 mil jornadas que es casi el doble de lo actual, con un aumento notable de la oportunidad de empleo. El monto bruto de la producción y el monto neto de la producción aumentan en aproximadamente 3.1 veces 42,391 mil quetzales y 5.4 veces 19,773 mil quetzales, respectivamente, con respecto al nivel actual.

4.4.2 Plan de manejo agrícola

Mediante la implementación del proyecto, los ingresos brutos agrícolas, según la escala de manejo en la situación con el proyecto, aumentará entre 1.7 - 2.5 veces y los ingresos agrícolas entre 2.7 - 4.9 veces en relación con la situación sin proyecto. Además, los ingresos de familia agrícola aumentarán entre 2.6 - 4.9 veces y el superávit económico de familia agrícola entre 5.6 - 7.2 veces en comparación con la situación sin proyecto agrícola.

4.4.3 Comercialización de los productos agrícolas y asistencia

En la medida que se logre el aumento de la producción de los productos agrícolas, se espera el mejoramiento del sistema de comercialización. Asimismo, el experimento e investigación de las hortalizas, la asistencia técnica, los créditos agrícolas, el fomento de la organización de agricultores por parte de los organismos pertinentes, pueden elevar los impactos del desarrollo de proyecto.

4.5 Plan de Obras de Ingeniería

Se programarán las obras de riego tales como el embalse regulador, presa de derivación y canales de riego.

Embalse de Presa

El cuerpo de la presa consistirá en la presa principal y la auxiliar. La altura del muro de la presa principal será de 49 m con una longitud de 1,072 m y el volumen del cuerpo de la presa de 2.63 MMC. En cuanto a la presa auxiliar, se planificará una altura de 31 m del muro.

Presa de derivación

La presa de derivación será de tipo fijo. El nivel de la toma se planificará una altitud de 1,059,1 m con un caudal de derivación de 4 m³/s.

Red de riego

Se planificará un canal de conducción con una longitud de 9.5 km desde la presa de derivación hasta el embalse Güirila.

La red de riego estará formada por los canales principales, secundarios, terciarios y de extremo. Además, se planificarán 3 embalses reguladores a lo largo de los canales principales.

Período de ejecución

El plazo de implementación de las obras será de un total de 78 meses, que comprende un período de 18 meses de los estudios previos al diseño detallado y un período de 60 meses para la construcción de obras de ingeniería.

4.6 Costo del proyecto

El costo total del proyecto es de 117,124 mil quetzales, de los cuales 46,161 mil quetzales serán en moneda local y 70,963 mil quetzales en divisas. La proporción entre la moneda local y divisas exceptuando los costos de imprevistos económicos será de aproximadamente 32% y 68%, respectivamente.

5. PLAN DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO, OPERACION Y MANTENIMIENTO

5.1 Organización para la implementación del proyecto

DIRYA será el organismo ejecutor para la implementación del proyecto. Además, DIRYA deberá realizar las obras en colaboración con las instituciones relacionadas.

5.2 Plan de Operación y Mantenimiento

Aunque la organización de operación y mantenimiento será estructurada esencialmente con participación de los beneficiarios a través de las directivas del país, DIRYA suministrará la asistencia y el apo-

yo a estas organizaciones y se encargará directamente de la operación y mantenimiento de presa de derivación, presa de embalse y canales principales que son las obras importantes del proyecto, en tanto que los beneficiarios se harán cargo de la operación y mantenimiento de los canales terciarios y de extremo.

5.3 Servicio de Consultoría

La entidad encargada de implementación del proyecto contratará consultoría para el suministro de la asistencia técnica que consistirá en los estudios previos a la ejecución, todas las tareas durante el diseño detallado, evaluación de las licitaciones y la supervisión de obras, tales como controles de calidad y de seguridad, etc.

6. EVALUACION DEL PROYECTO

6.1 Enfoque básico

La vida del proyecto se fija en 60 años incluyendo los períodos de estudio previos a la ejecución, diseño detallado, construcción de las obras de ingeniería.

6.2 Beneficio del proyecto

El beneficio del proyecto se puede medir directamente por el aumento de la producción agrícola. El beneficio anual proyectada en el año de estabilización es de aproximadamente 20 millones de quetzales.

6.3 Evaluación económica

La Tasa Interna de Retorno Económico del proyecto será de 18.5% y el valor Presente Neto al precio de 1987 con una tasa de descuento del 12% será de 44,780 mil quetzales. La relación entre beneficio y costo con la misma tasa de descuento será de 1.72. Según el resultado de la evaluación económica, se considera que la implementación del proyecto es económicamente razonable.

Según el resultado de los análisis de sensibilidad con respecto al costo del proyecto y el beneficio del mismo, la variación del período de construcción causa fuertes efectos en las variaciones del costo final del proyecto y el beneficio del proyecto.

6.4 Evaluación financiera

Para el caso del 40% del costo de proyecto como subsidio gubernamental, la Tasa Interna de Retorno Financiero del proyecto será de 16.2% y el valor Presente Neto financiero al precio de 1987 con una tasa de descuento del 12% será de 21,190 mil quetzales. La relación entre beneficio y costo con la misma tasa de descuento será de 1.43.

El costo del proyecto según el resultado del análisis de la inversión y amortización representa un monto que puede ser suficientemente absorbido por el Gobierno, aún cuando se utilicen las divisas de condiciones financieras generales para la porción de divisas.

Aún cuando el 60% del costo del proyecto estén a cargo de los beneficiarios se trata de un monto que puede ser suficientemente absorbido al compararse con el incremento del superávit económico de familia agrícola.

6.5 Impactos Socio-económicos

Mediante la implementación del proyecto, pueden esperarse los impactos socio-económicos tales como la contribución al Plan Nacional de Desarrollo, adquisición de divisas, suministro estable de alimentos, incremento de la oportunidad de empleo, elevación del nivel de vida, fomento de la comercialización y elaboración de productos agrícolas, rectificación económica entre regiones, explotación de recursos turísticos e impacto económico global.

7. CONCLUSION

La implementación del proyecto se considera razonable según los resultados de la evaluación económica y la evaluación financiera. Asimismo, se juzga que pueden esperarse suficientes impactos socio-económicos favorables.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Rápida Realización del Proyecto

Teniendo en cuenta los efectos económicos y sociales de la implementación del presente proyecto de desarrollo tanto en el área del proyecto como para la República de Guatemala, se recomienda que se agilice trámite para la ejecución del mismo.

8.2 Estudios previos al diseño detallado

Previamente a la implementación de estas obras, es necesario que se realicen los siguientes estudios:

a. Estudios topográficos

Elaboración de los mapas topográficos del área del proyecto, alrededores de los canales de riego y la presa y los sitios de las principales obras de arte.

b. Estudio geológico

Estudios de la roca basal de los cimientos de la presa (sondaje, prospección, geofísica, etc.) y pruebas de las muestras.

c. Estudio de los materiales del terraplén

Estudio de los materiales (banco de préstamo de materiales, material de presa y materiales impermeables), ensayo de materiales.

d. Es necesario elaborar planos y documentos para licitación

8.3 Obras de Ingeniería

- a. Previamente a la iniciación de las obras, es necesario que se asegure la obtención de derechos y permisos de los terrenos afectados, negociando adecuadamente con los propietarios de las tierras para las diversas instalaciones del proyecto.
- b. Para evitar la interrupción de servicios de Unidad de Riego de la Laguna del Hoyo durante el período de la construcción de las obras civiles, es necesario que se adelanten las obras del canal de desviación provisional.
- c. Se propone que se empleen como trabajadores de las obras con preferencia a las personas que viven en el área.

8.4 Organización de la operación y mantenimiento

- a. Para el manejo eficaz del proyecto de desarrollo, es importante la operación y mantenimiento de las diversas instalaciones y es necesario que se establezca en torno a DIRYA la organización de operación y mantenimiento formada por los organismos vinculados y los beneficiarios.
- b. Aunque DIRYA se haga cargo de la operación y mantenimiento de las instalaciones principales, tales como presa, embalses reguladores y canales de riego principales y conducción, es necesario organizar a los beneficiarios para que asuman la operación y mantenimiento de los canales terciarios y de extremo.

8.5 Medidas de fomento agrícola

Para elevar aún más los efectos del desarrollo, es necesario que se tomen las siguientes medidas:

- a. Es necesario que se fortalezca la coordinación de los sectores de orientación de la técnica agropecuaria y de experimentación e investigación para que pueda suministrarse la asistencia técnica continua e integral.
- b. Debido a que se requiere el financiamiento para los agricultores en la medida que se vaya incrementando el coeficiente de cultivo, es necesario que MAGA tome las medidas que permita satisfacer las necesidades de los agricultores a través del BANDESA.
- c. Debido a que se requiere el manejo de la organización de comercialización a medida que aumente el volumen de producción, es necesario que desde el principio se organicen los agricultores para que, entre otras, incluyan esta actividad.

8.6 Continuación de la observación

Las observaciones meteorológicas e hidrológicas no sólo suministran los datos importantes para la implementación de estas obras, sino que presta grandes contribuciones para proyectos similares. Es necesario que en el futuro se continúen las observaciones utilizando los equipos indicadores del nivel de agua que se han previsto y suministrado.

INDICE DEL INFORME

PAGINA

MAPA DE UBICACION
MAPA DEL AREA DE ESTUDIO
FOTOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO
RESUMEN
INDICE DEL INFORME
INDICE DE TABLAS
INDICE DE FIGURAS
ABREVIACIONES, PESOS Y MEDIDAS
NOMINA DE PERSONAS DEL COMITE DE ASESORES
NOMINA DE MIEMBROS Y CONTRAPARTES GUATEMALTECOS

<u>CAPITULO I : INTRODUCCION</u>	1
1.1 Antecedentes del Estudio	1
1.2 Objetivos del Estudio	2
<u>CAPITULO 2 : ANTECEDENTES SOCIO-ECONOMICOS</u>	
Referirse el informe versión inglés	
<u>CAPITULO 3 : CONDICION ACTUAL DEL AREA DE ESTUDIO</u>	
Referirse el informe versión inglés	
<u>CAPITULO 4 : EL PROYECTO</u>	3
4.1 Objetivos y Concepto Básico del Proyecto	3
4.1.1 Objetivos del Proyecto	3
4.1.2 Concepto Básico del Proyecto	3
4.2 Concepto de Desarrollo Básico	4
4.2.1 Plan de Recursos Hídricos	4
4.2.2 Area Beneficiada	10
4.2.3 Patrón de Cultivos	12
4.2.4 Determinación de Escala Optima de Desarrollo	16
4.3 Plan de Desarrollo	31
4.3.1 Plan de Uso de la Tierra	31
4.3.2 Plan de Riego	33
4.3.3 Plan de Embalse de Presa	45
4.4 Plan de Desarrollo Agrícola	48
4.4.1 Plan de Producción Agrícola	48
4.4.2 Plan de Manejo Agrícola	56
4.4.3 Comercialización y Procesamiento de Productos Agrícolas	60
4.4.4 Sistema de Asistencia Agrícola	61
4.4.5 Organización de Agricultores	62

	<u>PAGINA</u>
4.5	Plan de Obras de Ingeniería 62
4.5.1	Generalidades de Obras de Ingeniería 62
4.5.2	Plan de Embalse de Presa y Embalse Reguladores 64
4.5.3	Plan de Obras de Riego 72
4.5.4	Plan de Obras de Ingeniería 76
4.6	Cálculo de Costo del Proyecto 80
4.6.1	Factores de Estimación de Costo del Proyecto 80
4.6.2	Costo del Proyecto 81
CAPITULO 5 : <u>PLANES DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO</u> 88	
5.1	Plan de Implementación del Proyecto 88
5.1.1	Sistema de Implementación del Proyecto 88
5.1.2	Método de Implementación del Proyecto 88
5.1.3	Plan de Implementación del Proyecto 88
5.2	Plan de Operación y Mantenimiento 90
5.2.1	Conceptos para Operación y Mantenimiento 90
5.2.2	Sistema de Operación y Mantenimiento 92
5.2.3	Costo de Operación y Mantenimiento 93
5.3	Servicios de Consultoría 94
CAPITULO 6 : <u>EVALUACION DEL PROYECTO</u>	
6.1	Enfoque Básico y Parámetros de Evaluación 95
6.2	Beneficio del Proyecto 95
6.2.1	Cálculo de Beneficios 95
6.2.2	Beneficios de Producción Agrícola 95
6.2.3	Fluctuación Anual de Beneficios Surgidos 95
6.3	Evaluación Económica 96
6.3.1	Parámetros de Evaluación 96
6.3.2	Modificación de Precios 97
6.3.3	Tasa Interna Económica de Entorno (TIER), Valor Económico Actual Neto (VEAN) y Razón entre Beneficio y Costo (B/C) 98
6.3.4	Análisis de Sensibilidad 99
6.4	Evaluación Financiera 102
6.4.1	Tasa Interna Financiera de Retorno (TIFR), Valor Financiero Actual Neto (VFAN) y Razón entre Beneficio y Costo 102
6.4.2	Inversión y Amortización 107
6.4.3	Análisis de la Economía de Agricultor 110
6.5	Evaluación Socio-económica 110
6.6	Evaluación Integral 112
CAPITULO 7 : <u>RECOMENDACIONES</u> 113	
7.1	Implementación Pronta del Proyecto 113

	<u>PAGINA</u>
7.2 Obras de Ingeniería	113
7.3 Organización para la Operación y Mantenimiento	113
7.4 Medidas para la Promoción Agrícola	113
7.5 Continuación de la Observación	114
7.6 Estudios Previos al Diseño Detallado y Diseño Deta - llado.....	114

INDICE DE TABLAS

		<u>PAGINA</u>
4.2.1-1	Comparación de Presas Estudiadas.....	6
4.2.4-1	Desarrollo de Recursos Hídricos	16
4.2.4-2	Volumen Almacenable del Embalse de Presa de Güirila	17
4.2.4-3	Balance Hídrico	20
4.2.4-4	Volumen Requerido de Almacenamiento para el Area de 4,800 há.....	19
4.2.4-5	Capacidad de Almacenamiento según Escala de Pro - yecto	21
4.2.4-6	Comparación de Planes de Alternativa	27
4.2.4-7	Evaluación de Planes de Alternativa	28
4.3-1-1	Plan de Uso de la Tierra	31
4.3.2-1	Superficie Cultivada	33
4.3.2-2	Evapotranspiración Calculada por el Método de Pen man	34
4.3.2-3	Requerimiento Mensual de Agua por Cultivos	36
4.3.2-4	Coeficiente de Cultivos	34
4.3.2-5	Precipitación Efectiva	37
4.3.2-6	Eficiencia de Riego	37
4.3.2-7	Requerimiento de Agua de Riego	40
4.3.2-8	Requerimiento de Agua por Cultivos	41
4.3.2-9	Velocidad Básica de Infiltración	39
4.3.2-10	Total Humedad Efectiva (TRAM)	43
4.3.2-11	Intervalo de Riego por Cultivos	43
4.3.2-12	Bloque de Distribución de Agua	44
4.4.1-1	Superficie de Siembra Propuesta	50
4.4.1-2	Rendimiento Propuesto	50
4.4.1-3	Volumen de Producción Propuesto	51
4.4.1-4	Labor Requerida por Cultivos	52
4.4.1-5	Requerimiento Laboral por Mes	53
4.4.1-6	Precios a Nivel de Productor	54
4.4.1-7	Valor Propuesto de Producción y Valor de Produc - ción	55
4.4.1-8	Valor Neto de Producción y Valor de Producción...	54
4.4.2-1	Superficie de Siembra según Escala de Manejo Agrí cola	56
4.4.2-2	Costo de Manejo Agrícola	58
4.4.2-3	Ingresos Agrícolas	58
4.4.2-4	Ingresos no-Agrícolas	59
4.4.2-5	Ingresos Agrícolas	59
4.4.2-6	Superávit Económico	60
4.5.3-1	Características Específicas de Canales de Riego Propuestos	76
4.6.2-1	Costo Total del Proyecto	81
4.6.2-2	Programa de Inversión Anual	82
4.6.2-3	Contenido del Costo del Proyecto	85
4.6.2-4	Programa de Amortización Anual	86
6.2.3-1	Tasa de Cumplimiento de Beneficio Esperado duran - te el Período de Gestación	96
6.3.3-1	Flujo de Costo y Beneficio Económicos	100
6.3.4-1	Análisis de Sensibilidad	99
6.4.1-1	Proporción Cargada del Costo de Proyecto y Tasa Interna Financiera de Retorno	102

	<u>PAGINA</u>
6.4.1-2 Flujo de Costo y Beneficio Financieros (Subsidio Gubernamental 0% del Costo de Proyecto).....	103
6.4.1-3 Flujo de Costo y Beneficio Financieros (Subsidio Gubernamental 20% del Costo de Proyecto).....	104
6.4.1-4 Flujo de Costo y Beneficio Financieros (Subsidio Gubernamental 40% del Costo de Proyecto).....	105
6.4.1-5 Flujo de Costo y Beneficio Financieros (Subsidio Gubernamental 60% del Costo de Proyecto).....	106
6.4.1-6 Proporción Cargada del Costo de Proyecto y Análisis de Sensibilidad Financiera	107
6.4.2-1 Plan de Inversión y Amortización	108
6.4.3-1 Valor Cargado Anual de Beneficiarios	110

INDICE DE FIGURAS

	<u>PAGINA</u>	
4.2.1-1	Sitios de Presas Estudiadas	5
4.2.3-1	Patrón de Cultivos Propuesto	15
4.2.4-1	Promedio Mensual de Caudal del Río Ostúa en Casa de Tablas	17
4.2.4-2	Alternativa Caso-1	23
4.2.4-3	Alternativa Caso-2	24
4.2.4-4	Alternativa Caso-3	25
4.2.4-5	Nivel de Agua Operacional de Embalse	30
4.3.1-1	Mapa de Uso de la Tierra Propuesto	32
4.3.2-1	Evapotranspiración por Cultivos	35
4.3.2-2	Red de Canales de Riego	46
5.1.1-1	Organigrama para la implementación del Proyecto..	89
5.1.3-1	Cronograma de Implementación del Proyecto	91
5.2.1-1	Organización para Operación y Mantenimiento	92
5.2.2-1	Sistema de Operación y Mantenimiento	93
6.3.4-1	Análisis de Sensibilidad	101
7.6-1	Mapa de Ubicación de Sondeos y Prospección.....	120

ABREVIACIONES , PESOS Y MEDIDAS

1. Abreviaciones

BANDESA	:	Banco Nacional de Desarrollo Agropecuario
BID	:	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRD	:	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
B/C	:	Razón entre Beneficio y Costo
CAMINOS	:	Dirección General de Caminos
EC	:	Conductividad Eléctrica
CEPAL	:	Comisión Económica para América Latina
CIF	:	Costo, Seguro y Flete
DIGESA	:	Dirección General de Servicios Agrícolas
DIGESEPE	:	Dirección General de Servicios Pecuarios
DIRYA	:	Dirección Técnica de Riego y Avenimiento
FADES	:	Fundación para Análisis y Desarrollo de América Central
FAO	:	Organización de las Nac.Unidas para la Agric.y Alim.
FMI	:	Fondo Monetario Internacional
FOB	:	Franco a Bordo
ICTA	:	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
IGM	:	Instituto Geográfico Militar
INAFOR	:	Instituto Nacional Forestal
INDECA	:	Instituto Nacional de Comercialización Agrícola
INE	:	Instituto Nacional de Estadística
INTA	:	Instituto Nacional de Transformación Agraria
INSIVUMEH	:	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
INDE	:	Instituto Nacional de Electrificación
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
JICA	:	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
MAGA	:	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MCC	:	Mercado Común del Caribe
CACM	:	Mercado Común Centroamericano
MCTOP	:	Ministerio de Comunicación, Transporte y Obras Públicas.
OEA	:	Organización de los Estados Americanos
ODECA	:	Organización de los Estados Centroamericanos
PBD	:	Producto Bruto Doméstico
PBN	:	Producto Bruto Nacional
pH	:	Concentración de Ion Hidrógeno
PROLAC	:	Planta Procesadora de Productos Lacteos de Asunción Mita
SEGEPLAN	:	Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica
TIER	:	Tasa Interna Económica de Retorno
TIFR	:	Tasa Interna Financiera de Retorno
USA	:	Estados Unidos de América
USPADA	:	Unidad Sectorial de Planificación Agrícola de Alimentación
VAN	:	Valor Actual Neto
VEAN	:	Valor Económico Actual Neto
VFAN	:	Valor Financiero Actual Neto

2. Largo

mm	:	Milímetro
cm	:	Centímetro
m	:	Metro
km	:	Kilómetro
yd	:	Yarda = 0.9144 m
vara	:	0.8359906 m
pie	:	0.3048 m
pulgada	:	0.0254 m
milla	:	1.609344 m

3. Area, Volumen y Peso

cm ²	:	Centímetro cuadrado
m ²	:	Metro cuadrado
k ²	:	Kilómetro cuadrado = 10 ⁶ m ²
há	:	Hectárea = 10 ⁴ m ²
l	:	Litro = 1,000 cm ³
G ₃	:	Galon = 3.75 l
m ³	:	Metro cúbico
g	:	Gramo
kg	:	Kilogramo
MMC	:	Millón metro cúbico
t	:	Tonelada = 1,000 kg
lb	:	Libra = 435,6 g
Mz	:	Manzana = 0.7 há
qq	:	Quintal = 100 lb = 45.36 kg

4. Medidas Derivadas

m ₃ /s, m ₃ /sec	:	Metro por segundo
m ³ /s, m ³ /sec	:	Metro cúbico por segundo
t ₃ /há/2, ton/há	:	Tonelada por hectárea
m ³ /km	:	Metro cúbico por kilómetro cuadrado
mm/día	:	Milímetro por día
m ³ /km ² /año	:	Metro cúbico por kilómetro cuadrado y año
l/s, l/sec	:	Litro por segundo
qq/mz	:	Quintal por manzana
Q/qq	:	Quetzal por quintal
Q/kg	:	Quetzal por kilogramo

5. Medidas Eléctricas

KW	:	Kilovatio
KV	:	Kilovoltio
KWH	:	Kilovoltio hora
GWH	:	Gigavotio hora

6. Unidades Monetarias

US\$:	Dólar americano
Q	:	Quetzal guatemalteco
¥	:	Yen japonés

7. Temperatura, Altura, etc.

°C	:	Centígrado
m.s.n.m.	:	Metro sobre nivel del mar
EL., GL.	:	Nivel Terrestre
%	:	Porcentaje
Nº	:	Número
HP	:	Caballo de Fuerza

NOMINA DE PERSONAS DEL COMITE DE ASESORES

<u>Asignación</u>	<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>
Coordinador General	Sr. Kazuo Kawakami	Director General, Departamento de Construcción, Oficina Administrativa Regional de Agricultura de Hokuriku, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesquería (MASP).
Miembro	Sr. Kichiro Miyajima	Geólogo, División de Recursos, Departamento de Planificación, Oficina Administrativa Regional de Agricultura de Chiyogoku - Shikoku, MASP.
Miembro	Sr. Takanori Ishido	Director, División de Mejoramiento de Estructura Agrícola, Oficina Departamental de Agricultura y Silvicultura de Shiga Prof.
Miembro	Sr. Noriyuki Osawa	Sub-director, División de Producción de Hortalizas y Comercialización, Oficina de Alimento y Comercialización, MASP.

NOMINA DE MIEMBROS Y CONTRAPARTES GUATEMALTECOS

Especialidad y Asignación	Nombre	Contraparte Guatemalteco
Jefe del Equipo (Coordinación y Manejo)	Sr. Saburo Nakanishi	Sr. Ricardo Masaya A.
Sub-Jefe del Equipo (Riego y Drenaje)	Sr. Daizou Iseno	Sr. César de la Cerda Sr. Fernando Garrido Sr. Manuel del Valle
Meteorología e Hidrología	Sr. Seimi Mochizuki	Sra. Marta Lidia Samayoa Sr. Israel Hernández A.
Hidrogeología y Manejo de Sondeo	Sr. Katsuhito Yoshida	Sr. Rafael Girón M.
Geología de Presa	Sr. Seiju Ikeda	Sr. Antonio Gaitán
Plan de Presa/Estimación de Costo y Plan de Construcción	Sr. Munehisa Murayama	Sr. Antonio Salvatierra M.
Estructura y Construcción/ Manejo de Topografía	Sr. Hitoki Takada	Srta. Mirna Luisa Monzón Sr. Louis William Overall
Manejo Agrícola y Cultivo	Sr. Kaoru Ozaki	Sr. Antonio Gaitán Sr. Maximiliano Vidaurre
Suelos y Uso de la Tierra	Sr. Morio Chiba	Sr. Wilfredo Díaz Lima Sr. Antonio Carballo Sr. Héctor Samayoa
Organización de Agricultores y Comercialización	Sr. Hidefusa Inoha	Sr. César de la Cerda Sr. José Mateo Pinzón Sr. Manuel del Valle
Economía Agrícola y Evaluación de Proyecto	Sr. Yutaka Nozaki	Sr. Emilio René Saldaña Sr. Oscar López Cermeño

CAPITULO 1 : INTRODUCCION

CAPITULO I : INTRODUCCION

1.1 Antecedentes del Estudio

La participación del sector agrícola en el producto bruto nacional (PBN) de la República de Guatemala (denominada Guatemala) son aproximadamente un 25% y un 56% de la población económicamente activa. Además, de los productos agrícolas y sus sub-productos ocupan aproximadamente un 70% del total valor de exportación. La producción agrícola tiende una mayor influencia en la socio-economía debido a la dependencia significativa del sector agrícola en la economía nacional.

No obstante, recientemente, el índice de producción agrícola ha ido disminuyendo año por año, en particular, el índice de producción alimentaria indica el valor inferior desde 1983 en comparación con el valor entre 1974 y 1976.

Para solucionar este problema el Gobierno de Guatemala ha establecido el Plan Quinquenal de Desarrollo Nacional (1987-1991), en lo cual ha puesto una alta prioridad en el sector agrícola, especialmente el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) promueve la agricultura mediante el riego como una de las medidas de mayor importancia para el desarrollo agrícola.

El terreno cultivado con riego ocupa aún baja proporción, pero recientemente su aumento superficial se presenta en forma notoria: 38,000 há en 1961 y 1965, 68,000 há en 1980, 74,000 há en 1983.

A través de la ampliación e importación del sistema de riego, el Gobierno intenta obtener las siguientes metas:

- Levantamiento del standard de vida de los habitantes rurales mediante el aumento de producción agrícola y diversificación de productos agrícolas;
- Solución de problemas de cesantía por el aumento de oportunidad de empleo;
- Activación de la economía regional a través de la introducción de procesamiento de productos agrícolas;
- Adquisición de divisas mediante la exportación de productos agrícolas y procesados; y
- Mejoramiento de la condición alimenticia por el aumento de la producción agrícola para el consumo nacional.

Como una parte de la materialización de los proyectos de riego, el Gobierno promueve el Proyecto de Riego del Valle de Monjas.

El mismo proyecto se llevó a cabo el estudio de reconocimiento por la DIRYA, en la década de 1960 y el estudio de prefactibilidad mediante la cooperación técnica del Gobierno de Italia.

A este respecto, el Gobierno de Guatemala solicitó al Gobierno de Japón, en septiembre de 1985, la cooperación técnica para un re-estudio de di-

cho proyecto. En respuesta a esta solicitud, el Gobierno de Japón en vió una misión preliminar previo al pleno estudio a la República de Guatemala, con el objeto de estudiar y firmar la materia del Alcance de Trabajo (A/T) sobre el Estudio de Factibilidad (el Estudio) . De acuerdo al A/T, el Estudio se ha comenzado desde agosto de 1987.

1.2 Objetivos del Estudio

Los objetivos son realizar el Estudio para adelantar el desarrollo agrícola en el Valle de Monjas del departamento de Jalapa, localizado en la región sureste del país y evaluarlo desde el punto de vista técnica, económica y social de acuerdo al A/T antes mencionado.

El Gobierno de la República de Guatemala espera los siguientes frutos mediante el presente Estudio:

- Disponer el agua de riego económico y evaluar el sistema de operación y mantenimiento ;
- Elevar la productividad de cultivos existentes e introducir los cul tivos nuevos; y
- Examinar la organización agrícola y la comercialización de productos.

CAPITULO 2 : ANTECEDENTES SOCIO-ECONOMICOS
CAPITULO 3 : CONDICION ACTUAL DEL AREA DE ESTUDIO

Referirse en el Informe Versión Inglés

CAPITULO 4 : EL PROYECTO

CAPITULO 4 : EL PROYECTO

4.1 Objetivos y Concepto Básico del Proyecto

4.1.1 Objetivos del Proyecto

El Valle de Monjas es apto para producción agrícola por la condición natural tales como topografía, clima, suelos, etc. Sin embargo, casi el 95% de la precipitación anual se concentra en la época de lluvias razón por la cual se presenta limitación para los cultivos por la falta del agua requerido en la época seca. De tal modo la producción agrícola no se realiza durante la época seca en aproximadamente un 80% de terreno arable excepto algunas áreas con riego.

Para solucionar la deficiencia de agua en la época seca, que es un mayor factor limitante para la actual producción agrícola, el Proyecto tiene por objeto cumplir las siguientes metas mediante el desarrollo de recursos hídricos e implementación de obras de riego.

- Producción agrícola durante todo el año;
- Ampliación de terreno cultivado;
- Intensificación de la tasa de cultivo;
- Incremento de la producción agrícola;
- Crecimiento del ingreso; y
- Aumento de oportunidad de empleo, etc.

Al cumplir estas metas, el presente Proyecto contribuirá a la activa -ción de la economía regional, la elevación del standard de vida de los habitantes y la estabilización del bienestar público.

4.1.2 Concepto Básico del Proyecto

Al establecer planes del Proyecto, se tendrán en cuenta los siguientes conceptos básicos:

- Ampliar el área beneficiada incluyendo la conversión de pradera a terreno arable;
- Incluir el área de riego existente al área beneficiada;
- Disponer los recursos hídricos;
- Utilizar eficientemente las obras existentes del Proyecto de la Unidad de Riego de la Laguna del Hoyo;
- Disminuir los costos de operación y mantenimiento cargado a los beneficiarios;
- Seleccionar los cultivos dentro del alcance de la tecnología presente y nivel de manejo; y
- Disminuir la cesantía en época seca y aumentar la oportunidad de empleo.

4.2 Concepto de Desarrollo Básico

4.2.1 Plan de Recursos Hídricos

(1) Aguas Superficiales

La precipitación anual promedio es de 1384.7 mm en el área montañosa de la cuenca hidrográfica en la cual aproximadamente un 95% se encuentra en época de lluvias comprendida entre mayo y octubre. Esta precipitación será la única fuente de aguas superficiales. Actualmente, el riego de aguas superficiales se realiza en la época seca en las siguientes áreas:

- Área del Proyecto de la Unidad de Riego de la Laguna del Hoyo mediante conducción de aguas de los ríos Güirila y Quintanilla.
- Alrededor del río Ostua que se riega con el agua del mismo río, mediante débiles presas de derivación.

El resto de las aguas superficiales se descarga sin uso. El área objetiva del Proyecto corresponde al terreno agrícola con alta productividad agrícola, si bien se presenta algunas limitaciones para cultivo en la época seca por no existir las obras de riego. Por lo tanto, el Proyecto dará la posibilidad de la producción agrícola aún en la época seca utilizando el agua almacenada en el embalse durante la época de lluvias.

1) Estudio de sitios de presa

Se han seleccionado y comparado cinco sitios propuestos para presas localizados en aguas arriba de los ríos Güirila, Ostua, Blanco, San Pedro y Los Achiotes después del examen cartográfico y reconocimiento en terreno de los cauces fluviales del área de estudio (Fig. 4.2.1-1). El análisis hidrográfico da a conocer los promedios de descarga anual de cada sitio de presa como lo siguiente:

Presa	Area Hidrográfica	Promedio de Descarga Anual
Ostua	177.0 Km ²	96.7 MMC
Güirila	26.0	11.9
Blanco	36.0	18.9
San Pedro	40.0	17.7
Achiotes	13.6	5.6

El esquema topográfico, geológico y las características específicas de cada sitio de presa se dan a conocer en la Tabla 4.2.1-1. La explicación comparativa de cada sitio propuesto está comentado en el Apéndice 4.1.1 (1).

2) Estudio de escala de presa

La escala de embalse y presa de cada sitio está resumida en la Tabla 4.2.1-1. El cálculo de la escala de presa se ha reali

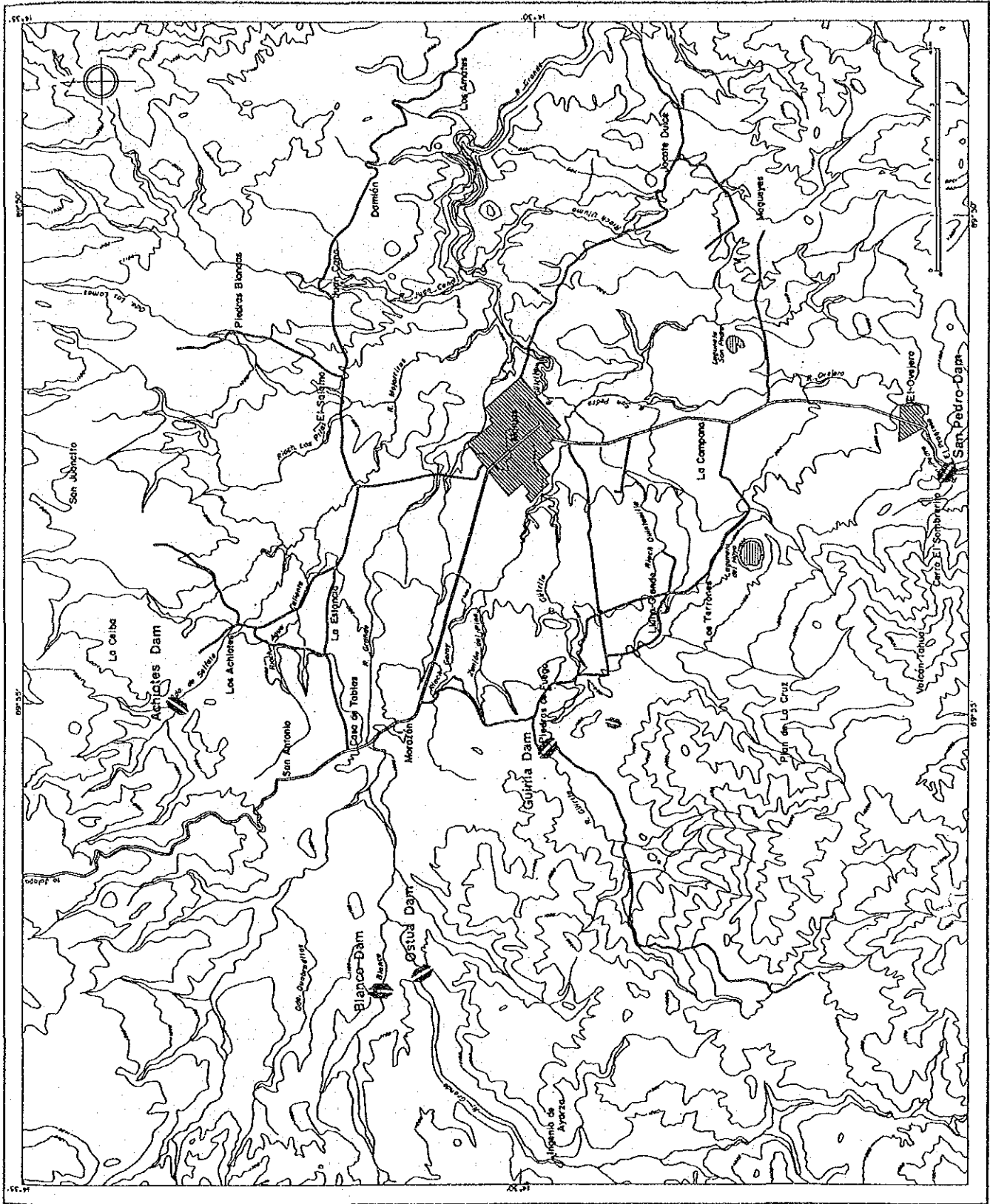


Fig. 4.2.1-1 Sitios de Presas Estudiadas

Tabla 4.2.1-1 Comparación de Presas Estudiadas

Items	Presas Gúrcila	Presas Ostúa	Presas Blanco	Presas San Pedro	Presas Achiotes	
Ubicación	Unos 4 km al sur de Casa de Tablas	Unos 1.5 km aguas arriba por el río Ostúa de la confluencia entre los ríos Ostúa y Blanco	Unos 1.5 km aguas arriba por el río Blanco de la confluencia entre los ríos Blanco y Ostúa	Unos 700 m sureste de El Ovejero	Unos 3 km nor-noreste de Casa de Tablas	
Topografía y Geología	<p>Topografía: Pendiente suave debido a la erosión extensa. Desarrollo de terrazas en ambos márgenes. La presa auxiliar se requiere en la collada en margen derecho.</p> <p>Pendiente de ladera izquierda = 27%</p> <p>Pendiente de ladera derecha = 25%</p> <p>Longitud/Altura = 23</p> <p>Geología: Base rocosa está constituido por ignimbrita con bajas compactación y permeabilidad y capa de arenas y gravas de unos metros de espesor.</p>	<p>Topografía: Valle de la forma V en ambas laderas abruptas.</p> <p>Pendiente de ladera izquierda = 20%</p> <p>Pendiente de ladera derecha = 15%</p> <p>Longitud/Altura = 4.7</p> <p>Geología: Base rocosa es ignimbrita con baja compactación y baja permeabilidad. Lava basáltica sobrepone encima de base rocosa y muestra alta durabilidad con fractura abierta. El espesor de sedimentos fluviales es delgado.</p>	<p>Topografía: Sitio de presa muestra una forma trapezoidal inversa y ladera derecha es la misma de presa Ostúa.</p> <p>Pendiente de ladera izquierda = 25%</p> <p>Pendiente de ladera derecha = 30%</p> <p>Longitud/Altura = 10</p> <p>Geología: Igual al sitio de presa Ostúa. Depósito fluvial muestra el espesor grueso.</p>	<p>Topografía: Valle de la forma V en ambas laderas abruptas.</p> <p>Pendiente de ladera izquierda = 15%</p> <p>Pendiente de ladera derecha = 20%</p> <p>Longitud/altura = 4.6</p> <p>Ancho del río es angosto de 15 m en promedio.</p> <p>Geología: Está compuesto por Basalto poroso, lava basáltica y andesita. Basalto poroso: blanco y mayor permeabilidad. Lava basáltica: fina, dura con desarrollo de fracturas y alta permeabilidad. Andesita: matrices irregulares, dura con alta permeabilidad debido a desarrollo de fractura abierta.</p>	<p>Topografía: Valle de la forma V en ambas laderas suaves.</p> <p>Pendiente de ladera izquierda = 30%</p> <p>Pendiente de ladera derecha = 70%</p> <p>Longitud/Altura = 7.3</p> <p>Geología: Base rocosa es ignimbrita blanda y masiva con baja permeabilidad.</p>	
Cuenca Hidrográfica						
Superficie	km ²	26.0	177.0	36.0	40.0	13.6
Volumen introducido.	MMC	11.9	96.7	18.9	17.7	5.6
Embalse						
Nivel alto de agua	m	HNL 1041.0	HNL 1071.5	HNL 1067.0	HNL 1082.0	HNL 1033.0
Nivel lleno de agua	m	FWL 1039.5	FWL 1068.5	FWL 1065.5	FWL 1080.0	FWL 1032.0
Nivel de sedimentos	m	DWL 1008.0	DWL 1063.0	DWL 1046.3	DWL 1068.0	DWL 1015.5
Capacidad total	MMC	40.9	14.0	13.0	7.5	5.0
Capacidad efectiva	MMC	39.6	5.15	11.20	5.50	4.32
Volumen de sedimentos	MMC	1.3	8.85	1.8	2.0	0.68
Profundidad de agua utilizable	m	39.5	5.5	19.2	12.0	16.5
Superficie del nivel lleno de agua	km ²	2.05	0.90	0.85	0.60	0.43
Muro de Presa						
Altura	m	49.0 (31.0)	50.0	50.0	39.5	35.5
Elevación	m.s.n.m.	1044.0	1075.0	1070.0	1084.5	1035.5
Elevación del nivel mínimo de excavación	m.s.n.m.	995.0 (1015.0)	1025.0	1020.0	1045.0	1000.0
Ancho	m	8.0 (6.0)	8.0	8.0	8.0	8.0
Longitud	m	1072.0 (397.0)	410.0	500.0	160.0	290.0
Volumen	MMC	2.63 (0.40)	1.53	2.8	0.45	0.56
Gradiente de talud						
Aguas arriba		1:2.8	1:2.8	1:2.8	1:2.8	1:2.8
Aguas abajo		1:2.3	1:2.3	1:2.3	1:2.3	1:2.3

Nota: 1. Pérdida del embalse tales como evaporación e infiltración será 5% del volumen efectivo de almacenamiento.
 2. Número entre paréntesis corresponde a ítems específico para presa auxiliar.

zado en base a los siguientes conceptos básicos:

- Volumen de almacenamiento para regar el área de 4,000 y 4,800 há variará entre 32 y 40 MMC.
- Es deseable planificar la altura del muro la más baja posible teniendo en cuenta las condiciones topográfica y geológica.

Las especificaciones de embalse se han determinado en base a las curvas de Altura - Volumen y Altura - Area mostradas en la cartografía con la escala 1: 12,500.

3) Examen de sitio de presa apropiado

Cinco sitios de presa se han evaluado basándose en las siguientes consideraciones:

- Las presas de San Pedro y Achiotes tendrán la máxima capacidad efectiva de almacenamiento variando entre 4 y 6 MMC por el factor topográfico;
- Las áreas de cuenca receptora de las presas de Güirila y Blanco son pequeñas, siendo 26 km² y 36 km², respectivamente, por lo que no se puede disponer la capacidad efectiva de almacenamiento mayor a 30 MMC en su propia cuenca, salvo la presa de Ostua con mayor extensión de la cuenca. Por lo tanto, es conveniente utilizar aguas desde el río Ostua para obtener dicha capacidad. Para esto, se requiere construir una presa con una altura de muro mayor a 70 m en base a la condición topográfica para obtener más de 30 MMC de capacidad efectiva de almacenamiento. Por otro lado, la presa de Güirila puede almacenar aguas mayor a 30 MMC con una altura de muro menor de 50 m, lo que significa menos volumen de muro, pero se necesita una presa auxiliar por el factor topográfico.
- La condición geológica de los sitios de presas de Ostua y Blanco no es favorable para construirla con una altura de muro mayor a 70 m. Máxima altura de muro de estas presas será de 50 m, basándose en la condición geológica que está comentado en la Tabla 4.2.1-1. En resumen, esta escala de presa no es suficiente para obtener la capacidad efectiva de almacenamiento mayor a 30 MMC.
- En relación con la eficiencia de almacenamiento la presa de Güirila dará el mejor resultado.
- La escala de vertedero de la presa Güirila será pequeña debido a la cuenca hidrográfica reducida de 26 km².
- A continuación, se calcula el costo unitario de agua en el caso de 39.6 MMC de la capacidad efectiva de almacenamiento de las presas Güirila y Ostua.

Item	Presa de Güirila	Presa de Ostua
Total Capacidad de Almacenamiento (MMC)	40.9	40.9
Capacidad Efectiva de Almacenamiento (MMC)	39.6	32.0
Costo de Construcción (10 ⁶ Q)	37.8	41.6
Costo Unitario (Q/m ³)	0.097	0.107

- Nota: 1. Costos de adquisición de terreno y compensación no están incluidos en costo de construcción.
2. Costo unitario de agua se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Unitario de Agua} = \frac{C \times (1 + 0.4 \times i \times P) \times (A + i) + O/M}{D}$$

donde, C : costo de construcción
i : interés anual 6.5%
P : Período de construcción 5 años
O/M : Costo anual de operación y mantenimiento C x 0.5%
D : Volumen anual de agua requerida 37.7 MMC.

En conclusión, la presa de Güirila será óptima en comparación con otras.

4) Materiales del muro

Se encuentran banco de materiales, cantera y área de materiales mezcladas en el margen derecho del embalse localizado 2-3 km aguas arriba de la presa de Güirila. Arenas y gravas están distribuidas en el río Ostua localizado aproximadamente 4 km al norte del sitio de presa las que se pueden utilizar como materiales de filtro.

Los siguientes materiales se utilizarán para cada zona del cuerpo de muro:

Suelos provenientes de toba altamente meteorizada: material impermeable

Rocas de grano fino y suelos meteorizados de toba : material mezclado

Basalto : material permeable

Arenas y gravas de origen fluvial : material de filtro

El volumen disponible de materiales de muro se estima el doble del volumen requerido y se da a conocer a continuación:

Item	Volumen (m ³)
Material impermeable	777,000
Material mezclado	970,000
Material permeable	936,000
Material de filtro	357,000
Total	3,040,000 m³

Nota: Está incluido el volumen de materiales para una presa auxiliar.

El ensayo de materiales obtenidas durante WORK I se ha llevado a cabo en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad de San Carlos, pero materiales propuestos no se han realizado. Sin embargo, la observación en terreno permite clasificar estos materiales como ML, de acuerdo con el sistema de clasificación unificada de suelos. Además, al mezclarlos se pueden obtener suficiente resistencia debido al alto porcentaje de gravas incluidas.

No existe cantera propiamente tal, por lo que se utiliza toba andesítica de 20-50 cm de diámetro que está distribuido ampliamente. Esta roca es muy dura y se clasifica como EM - CH razón por la cual no existe problema para utilizarse como materiales permeables.

Arenas y gravas se distribuyen ampliamente en el río Ostua las cuales presentan granulometría adecuada y firme para utilizarlas como agregados de concreto.

(2) Aguas subterráneas

El recurso de aguas subterráneas se puede considerar como un recurso suplementario. En este párrafo, se comentará el sector y volumen explotable y algún esquema del desarrollo.

El resultado de pruebas de bombeo continuas que se han realizado en el momento de perforación de pozos existentes indica el alto valor de capacidad específica en los sectores de Mojarritas (125 - 623 m³/d/m) y San Pedro (890 m³/d/m). Además, la prospección geoelectrica insinua la presencia de dos o tres acuíferos en dos sectores antes mencionados (Fig. A.3.2.4-7). Por otro lado, no se encuentra la distribución continua de acuíferos notorios en el resto del sector. Por lo tanto, los sectores de Mojarritas y San Pedro serán aptos para explotar aguas subterráneas.

Teniendo en consideración estos dos sectores como embalses subterráneos, se puede estimar el volumen almacenado de aguas subterráneas como sigue:

Sector de Mojarritas

$$5.14 \text{ km}^3 \times 13.6 \text{ m}^* \times 0.36^{**} = 25 \text{ MMC}$$

Sector de San Pedro

$$2.88 \text{ km}^2 \times 15 \text{ m}^* \times 0,97^{**} = 42 \text{ MMC}$$

Nota: Areas explotables se han determinado mediante uso de tierras y estudio hidrogeológico.

* Espesor promedio de acuífero obtenido por prospección geoelectrónica.

** Coeficiente de almacenamiento obtenido de prueba de bombeo.

Los acuíferos de los dos sectores consisten en arenas con poca porción de limos y gravas, que se han identificado en el registro de perforación. Suponiendo un 20% del rendimiento específico de estos acuíferos, el volumen explotable de aguas subterráneas se da aproximadamente 5 MMC y 8.4 MMC para los sectores de Mojarritas y San Pedro, respectivamente. Por lo tanto, los volúmenes nuevamente explotables en cada sector se estiman a 0.9 y 7.5 MMC, restando el actual volumen de bombeo aproximadamente 4.1 y 0.9 MMC.

Por otro lado, el volumen requerido de aguas subterráneas se estiman aproximadamente $7,900 \text{ m}^3/\text{há}$, basándose en el patrón de cultivos propuesto. Aún que está incluida la pérdida de conducción es posible regar suficientemente para terrenos de aproximadamente 800 há. El área regable para un pozo profundo será 15 há teniendo en cuenta la distribución del terreno cultivado, escala y costumbre del uso de aguas subterráneas.

Se planifica la construcción de nuevos pozos y rehabilitación de pozos existentes para 55 pozos en total en los dos sectores propuestos. El volumen de bombeo propuesto será 7.6 l/sec considerando el volumen seguro de bombeo, etc.

Se propone 18 horas de bombeo y 6 horas de recuperación para el máximo volumen diario de bombeo. En cuanto a la instalación de bombeo, se planifica con la misma instalación de pozos existentes con una bomba sumergible.

Los costos de construcción de 33 nuevos pozos y rehabilitación de 22 pozos aproximadamente 2.85 millones Q (Tabla A.4.1.1-5) y 0.19 millones Q, respectivamente.

Los costos anuales de consumo eléctrico, operación y mantenimiento por un pozo se estiman en aproximadamente 353 Q (Tabla A.4.1.1-8) y 83 Q, respectivamente. Basándose en estos datos el costo unitario de aguas subterráneas explotado de pozos nuevos se calcula aproximadamente $0.12 \text{ Q}/\text{m}^3$ (interés anual = 5%) y $0.15 \text{ Q}/\text{m}^3$ (interés anual = 10%) para el sector de San Pedro.

4.2.2 Area Beneficiada

(1) Terreno agrícola actual

El área de estudio abarca una superficie de 7,130 há, de la cual se ocupa terreno agrícola de 5,350 há, incluido el terreno culti-

vado de 4,350 há y pradera de 1,000 há.

En el terreno cultivado se practica el cultivo en la época de lluvias utilizando las lluvias caídas y el cultivo con riego en una superficie de aproximadamente 900 há, mediante aguas de laguna del Hoyo, de ríos y subterráneas.

La pradera se divide en dos tipos: pradera que está utilizando activamente para criar res, caballos, etc. y praderas medias abandonadas debido a la falta de agua.

(2) Consideración de actual área regada

La superficie de riego actual es de aproximadamente 908 há, en las siguientes tres áreas:

Area del proyecto de la Laguna del Hoyo	353 há
Area de riego con aguas subterráneas	465 há
Area de riego con aguas de ríos	90 há
<hr/>	
Total	908 há

Al examinar el volumen de aguas regables, operación y mantenimiento para las áreas antes mencionadas, el presente proyecto abarcará las áreas de riego existente por las siguientes razones:

1) Area de riego de la laguna del Hoyo

- Actual embalse (la laguna del Hoyo) no es capaz de suministrar 100% de las aguas requeridas para una superficie de 450 há que se diseñó en el inicio del proyecto.
- La principal fuente de recursos hídricos para el proyecto de laguna del Hoyo es el río Güirila. Sin embargo, estas mismas aguas se almacenaran en el embalse Güirila (conversión de fuente de aguas).
- El volumen de agua requerida se suministra mediante bombes localizados en la laguna del Hoyo por lo que el costo de operación y mantenimiento se presenta elevado debido al alto costo de la energía eléctrica. Por lo tanto, dicho costo podrá disminuir mediante el riego por el embalse.
- Los canales de riego existentes también se pueden utilizar eficientemente para el presente proyecto.

2) Area de riego con aguas subterráneas

- La mayoría de los agricultores que están explotando aguas subterráneas esperan hacerlo con el agua almacenada en el embalse, ya que el costo de la energía eléctrica económicamente óprime al manejo agrícola.

- Algunos pozos no pueden bombear el volumen de agua requerida para una superficie regada debido al volumen reducido de bombeo.

3) Area de riego con aguas de río

- Es necesario construir la presa todos los años por ser su estructura frágil.
- No se puede suministrar el volumen de agua requerida debido a la inestabilidad de los caudales de los ríos.

(3) Superficie del área beneficiada

- Elevación de fuente de aguas y área beneficiada

El nivel mínimo de toma de la presa Güirila es de 1008 m.s.n.m por lo cual el área beneficiada deberá ubicarse a menor elevación. Sin embargo, los alrededores de El Ovejero localizados mayor a 1,010 m.s.n.m. son de terreno fértil, por lo tanto, esta área se incluirá dentro del área beneficiada utilizando bombas.

- Uso de la tierra y área beneficiada

El área beneficiada consiste en el terreno cultivado existente y la pradera localizada esporadicamente a convertirse en terreno cultivado.

- Suelos y área beneficiada

Los suelos distribuidos en terreno cultivado y pradera entre terreno cultivado son de Vertisol e Inceptisol.

Ambas ordenes de suelo son aptos para cultivo, por lo tanto, el suelo no será un factor limitante para determinar el área beneficiada.

- Area regable

El área regable tiene estrecha relación con el plan de recursos hídricos. El área beneficiada se ha determinado en 4,800 há desde el punto de vista de mayor extensión y económica de acuerdo al cálculo provisorio del volumen de agua requerido en áreas regadas, que está comentado en el otro párrafo.

(4) Area objetiva de riego

En consecuencia, el área beneficiada del presente proyecto se ha fijado en 4,800 há como área regable, en la cual está dividido en el terreno cultivado existente de 4,350 há y el mismo convertido de pradera distribuida esporádicamente en el terreno cultivado de 450 há. La ubicación y superficie del área beneficiada se dan a conocer en la Fig. 4.3.1-1 Mapa de Uso de la Tierra.

4.2.3 Patrón de Cultivos

El plan de producción agrícola tiene como objetivo incrementar el vo

lumen de la producción e ingreso mediante la ampliación del terreno cultivado con riego en la época seca, intensificación de tasa de cultivo y producción de cultivos altamente rentables. El patrón de cultivos se determinará teniendo en cuenta el mantenimiento de la potencialidad de los suelos, inconvenientes del cultivo consecutivo y evitación del requerimiento extremo del empleo laboral en un período corto.

(1) Selección de cultivos

Los principales cultivos según la época se proponen como sigue:

Epoca lluviosa	maíz, frijol, tabaco, tomate
Epoca seca	maíz, frijol, tomate, brócoli

Los antecedentes para seleccionar los productos antes mencionados se dan a conocer como sigue:

1) Maíz

Maíz es uno de los cultivos básicos para el consumo doméstico. Se puede mencionar el producto apto para el área de estudio debido a su mayor área de cultivo y alto rendimiento promedio en comparación con el nivel nacional.

Aunque el rendimiento del maíz es bajo con respecto a otros cultivos y este debería ser el principal para alimento de auto consumo, alimentos para ganados y fuente de materiales orgánicos.

2) Frijol

Frijol es uno de los cultivos básicos, igual que el maíz. Se puede mencionar que este producto es apto para el área de estudio, debido a su mayor área cultivable, siguiendo del maíz y alto rendimiento promedio en comparación con el nivel nacional.

Aunque el rendimiento de este cultivo es relativamente bajo con respecto a las hortalizas, a este cultivo se le debería tomar la importancia como producto para alimento de auto consumo y mantenimiento de fertilidad de suelos por ser leguminosas.

3) Hortalizas

Recientemente, el cultivo de hortalizas juega un papel importante debido a su rentabilidad económica, tanto dentro como fuera del país.

Además, los agricultores locales disponen el alto nivel de tecnología para este cultivo.

Al implementar las obras de riego, es posible practicar el cultivo en la época seca y así ampliar la superficie de este cultivo. En término general, el cultivo de hortalizas presenta una alta rentabilidad, pero requiere mayor labor. Por

lo tanto, se espera obtener el incremento del ingreso y aumento de oportunidad en el empleo, mediante la ampliación del área de cultivo.

Actualmente, los agricultores que disponen de las instalaciones de riego cultivan tomates en la época lluviosa, brócoli y cebolla en la época seca.

La condición natural del área dará posibilidad de cultivar sandía, melón, pepino, ocura, etc., por lo que se podrán introducir positivamente para la diversificación de cultivos. El presente plan se propone cultivar tomates, brócoli y cebolla como cultivos representativos.

La mayoría de los tomates, brócoli y cebolla producidos en el área actualmente se exportan a los Estados Unidos de América y El Salvador. Se espera incrementar la exportación de estos productos a un futuro muy cercano. La producción de hortalizas exportables dará divisas para mejorar el balance comercial.

4) Tabaco

En relación con el cultivo de tabaco en el Área, la superficie de cultivo se determina de acuerdo con el plan de producción orientado por procesadores de tabaco. La técnica de cultivo está estandarizada por la extensión tecnológica suministrada por procesadores. El Tabaco es uno de los importantes cultivos comerciales.

El rendimiento promedio en el Área es superior a lo del departamento de Jalapa. A pesar de que este cultivo es apto para el área, no se puede esperar ampliar el actual área de cultivo debido al plan de producción establecido por procesadores, por lo tanto, se propone mantener el actual área cultivada.

(2) Plan de cultivo

1) Conceptos básicos

Los conceptos básicos para patrón de cultivos son los siguientes:

- Intensificar la tasa de cultivo mediante el suministro de aguas de riego durante todo el año;
- No disminuir el volumen de producción de cultivos básicos tales como maíz y frijol;
- No cambiar significativamente el área de cultivo de tabaco;
- Evitar el cultivo significativo del mismo producto ;
- Tratar de mantener la potencialidad de los suelos plantando maíz y frijol en cada bloque; y

- Tratar de no presentar el mayor requerimiento laboral en tal período mediante la distribución pareja del requerimiento laboral.

2) Patrón de cultivos

Basándose en los conceptos antes mencionados, se propone el siguiente patrón de cultivos con el sistema de rotación de cultivos (Fig. 4.2.3-1).

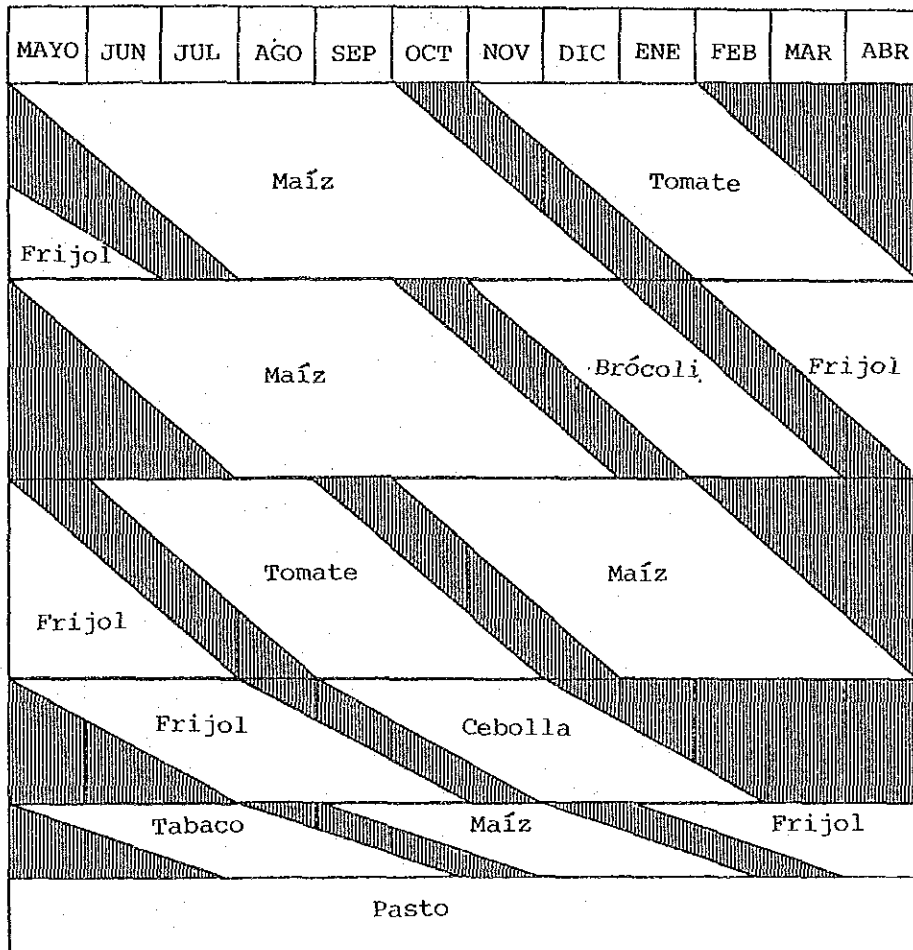
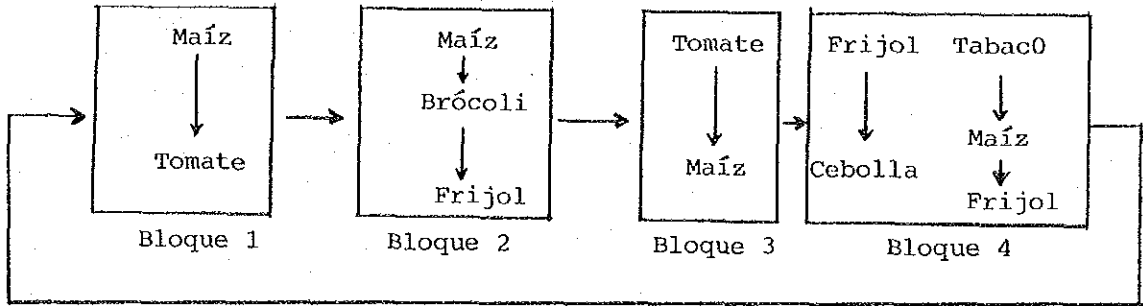


Fig. 4.2.3-1 Patrón de Cultivos Propuesto