



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ACATLAN"

CARRERA DE INGENIERIA

APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN BENEFICIO
DEL VALLE DEL MEZQUITAL, MUNICIPIOS DE
IXMIQUILPAN Y CARDONAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N:

OSCAR DAVID MEZA CARRILLO

PABLO ALBERTO VINAGERAS BARROSO

M-0031233



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Página
<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>CAPITULO I</u> EL PROYECTO Y LA VISION CONJUNTA - DEL PROBLEMA	7
1.1 Antecedentes	8
1.2 Objetivos y esquema del proyecto	10
<u>CAPITULO II</u> EL MEDIO FISICO	13
2.1 Localización	14
2.2 Características generales de la zona	16
2.2.1 Climatología	16
2.2.2 Geología	19
2.2.3 Geomorfología	19
2.2.4 Topografía	19
2.2.5 Hidrología	20
2.2.6 Suelos	30
<u>CAPITULO III</u> CONDICIONES SOCIALES Y ECONOMICAS	36
3.1 Condiciones Sociales	37
3.1.1 Demografía	37
3.1.2 Niveles de vida y bienestar	49
3.1.3 Servicios	50
3.1.4 Tenencia de la tierra y problemática agraria	51
3.2 Condiciones económicas	53
3.2.1 Infraestructura	53
3.2.2 Actividades productivas	56
3.2.3 Ingresos Familiares	59
3.2.4 Comercialización	60
<u>CAPITULO IV</u> INGENIERIA DEL PROYECTO	64
4.1 Selección del Método de Riego	65
4.2 Sistema de Canales	69

M.003/233

	Página
4.2.1 Coeficiente Unitario - de Riego	72
4.2.2 Obtención del gasto pa ra cada canal	90
4.2.3 Cálculo de las seccio- nes hidráulicas	95
4.3 Drenaje	102
4.4 Estructuras	109
 <u>CAPITULO V</u>	
EVALUACION	123
5.1 Financiamiento	124
5.2 Presupuesto	128
5.3 Programación agrícola	141
5.4 Evaluación del proyecto	157
 <u>CAPITULO VI</u>	
ASPECTO AGRICOLA	173
6.1 Capacidad de uso y manejo del suelo	174
6.2 Operación y administración - del sistema	175
6.3 Conservación de las obras	176
 <u>CONCLUSIONES</u>	177
 <u>BIBLIOGRAFIA</u>	183
 <u>INDICE DE FIGURAS</u>	187
 <u>INDICE DE CUADROS</u>	188
 <u>INDICE DE PLANOS</u>	191

I N T R O D U C C I O N

El estudio del sector agrícola en México es demasiado complejo debido a los diferentes elementos que intervienen en la formación de su estructura.

El modelo de crecimiento desarrollado hasta la fecha, se vió influido por la política de substitución de importaciones que tuvo su origen en la década de los 40. A partir de este período, la agricultura se desenvolvió notablemente en los dos decenios subsecuentes, aunque después su desarrollo se va atenuando al grado de tener tasas de crecimiento muy por debajo a las del Producto Interno Bruto Nacional; - la participación de este sector en el valor del PIB se ha visto disminuida del 9.8% en 1960 al 5.7% en 1977, no obstante de ser la actividad que proporciona la alimentación básica del pueblo mexicano. (Ver cuadros 1.1 y 1.2).

Actualmente se cultivan aproximadamente 18 millones de hectáreas, de las cuales el 70% pertenece a tierras de temporal y el restante 30 por ciento a tierras con riego. - Según un estudio realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1), existen posibilidades de incorporar 11 millones de hectáreas a las ya existentes, por lo que se pueden estimar que son casi 30 millones de hectáreas las susceptibles de ser aprovechadas en la agricultura en el futuro.

Del total de las tierras laboradas en la actualidad, el 30 por ciento corresponde a unidades de riego producto -

(1) SARH, Oficina de Asesoría del C. Presidente. "La Frontera Agrícola", Inédito, México, 1978.

ras del 70% del producto total agrícola. El sector tradicional no obstante que ocupa la mayor área y el grueso del 70% de la población económicamente activa dedicada a la agricultura, produce con muy bajos rendimientos y aporta muy poco a la producción total de este sector.

La tierra que en teoría queda por repartir (2), beneficiará a un núcleo muy reducido, quedando cerca de 5 millones de campesinos sin posesión de tierra; esta población representa el 27 por ciento de la población económicamente activa del país, siendo la mayor parte mano de obra subempleada o desempleada.

Por otra parte la diferencia en la distribución de la riqueza en el campo, a la cual muchos autores han dado el nombre de dualidad agrícola (3), presenta por una parte la neoconcentración de las tierras repartidas favorecidas con el riego, donde su producción con altos rendimientos es destinada en gran parte al mercado de exportación, y por la otra a las tierras de temporal dedicadas al consumo interno y al autoconsumo, con medianos o bajos rendimientos en la mayor parte del área, como consecuencia de la mala distribución geográfica de los recursos hidráulicos en México.

La solución parcial de la crisis actual del campo, además de un cambio profundo en la estructura del sector agrícola, vendrá con la creación de fuentes de trabajo por el sector industrial, la implementación de agroindustrias y de una optimización en el aprovechamiento de las tierras existentes y con perspectivas de apertura, complementadas en

(2) En este aspecto Luisselli Fernández, hace referencia a un estudio elaborado por él mismo, junto con Díaz Tápia, "Las posibilidades de Reparto Agrario se han agotado respecto a la magnitud del problema", Inédito, México 1977, donde afirma lo siguiente: "Sin dudar de que aún hay muchas tierras susceptibles de reparto agrario: 14.5 millones de hectáreas, como máximo teórico y a diferencia de la opinión de muchos expertos, Warman sobre todo, se encontraron cifras que muestran que la medida sería totalmente insuficiente, si se le contrasta con el enorme número de campesinos con derechos salvo que suman más de 2.5 millones", y luego agrega explicando, que si se repartieron los latifundios y se redujera la pequeña propiedad hasta 20 hectáreas, sólo se alcanza a beneficiar a 430 mil solicitantes. Véase Cassio Luisselli Fernández, "Agricultura y Aliamentación: Premisas para una nueva Estrategia", El economista mexicano, México, 1979, Volumen XIII, Núm. 6.

(3) Ifigenia Martínez, Excelsior., México, 1979

donde sea posible con sistemas de riego que distribuyan el agua en los lugares donde se carece, apoyando a los sectores menos favorecidos con tecnología y políticas crediticias que aseguren mayores rendimientos sin la necesidad de una mecanización total.

Las tendencias observadas del crecimiento de las superficies implementadas con riego han sido notables a partir de 1940, en donde se hubo incrementado en casi 8 veces el área irrigada de 1930, cuando únicamente se contaban con 30 mil hectáreas. En 1960 las hectáreas beneficiadas eran 2.3 millones que aumentaron a 5.0 en 1979. Se estima teóricamente que existen aún 7 millones de hectáreas susceptibles de irrigación en un futuro (4).

La ingeniería junto con otras disciplinas realizan estudios y proyectos que tratan de solucionar la distribución y aprovechamiento de los recursos, tal es el caso del agua, donde las obras hidráulicas complementadas con los sistemas de riego proporcionan el elemento vital en zonas que por sus condiciones desfavorables son incapaces de autoabastecerse.

Los sistemas de riego no sólo deben implementarse en regiones susceptibles de grandes perspectivas económicas y sobre todo cuando el producto de éstas se refiere al mercado de exportación, sino también, en aquellas donde no obstante el riesgo en la inversión, se encuentran en condiciones económicas precarias, por lo que el proyecto que se realiza bajo estas circunstancias tendrá un carácter meramente de beneficio social.

Teniendo en cuenta que la ingeniería es un medio importante para contribuir a la solución de la problemática de tipo social, es que nosotros hemos elegido el presente proyecto, para relacionar los conocimientos aprendidos con la realidad que vive el país.

El realizar un proyecto cuyo objeto es la planeación de un sistema de riego, tiene enormes dificultades y más cuando se quiere desarrollar y abarcar con profundidad cada una de las fases que intervienen en ella, debido a la cantidad de elementos técnicos y de personas que se integran para llevarla a cabo; lo cual es una limitación para poder -

(4) Esta cifra difiere a la estimada por otros autores, por ejemplo, Angel Bassols Batalla explica, que son 11.9 millones de hectáreas, de las cuales 7.9 pertenecerían a riego por gravedad y 4.0 al bombeo. Véase, Bassols Batalla Angel, "México Formación de Regiones Económicas", UNAM, México 1979.

conseguir información y realizar un estudio muy detallado; - sin embargo, de acuerdo a los objetivos que nos fijamos en un principio se trató que el estudio fuera lo más completo. Para ésto, con la finalidad de recabar la información necesaria, realizamos visitas a la residencia donde se encuentra construyendo el proyecto en Ixmiquilpan, a las oficinas de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en México y Pachuca, en las áreas de planeación, programación, hidrología, distritos de riego y construcción.

Tratando de seguir la metodología que se lleva a cabo en cualquier oficina de planeación y que nosotros pensamos que debe ser aplicada a un proyecto de este tamaño, se desarrolló para un primer capítulo los antecedentes, objetivos y alcance general del estudio. En el segundo y tercer capítulos se proporcionan los datos físicos y de viabilidad para su realización, posteriormente en el cuarto capítulo se realiza el anteproyecto general, diseñando las obras más importantes, para en el quinto capítulo estudiar la factibilidad económica. En el sexto capítulo se mencionan algunas consideraciones generales para la operación y administración del sistema, y finalmente en el último capítulo exponemos las conclusiones generales.

C U A D R O 1.1
 VALOR DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL Y AGRICOLA
 A PRECIOS DEL MERCADO, 1960 - 1977.
 Millones de pesos de 1960

	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Total	150 511 (100.0)	157 931 (100.0)	165 310 (100.0)	178 516 (100.0)	199 390 (100.0)	212 320 (100.0)
Agricultura	14 790 (9.8)	15 156 (9.6)	16 187 (9.8)	16 981 (9.5)	18 738 (9.4)	19 921 (9.4)
	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Total	227 037 (100.0)	241 272 (100.0)	260 901 (100.0)	277 400 (100.0)	298 700 (100.0)	306 800 (100.0)
Agricultura	20 214 (8.9)	20 165 (8.4)	20 489 (7.9)	20 145 (7.3)	21 140 (7.1)	21 517 (7.0)
	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Total	329 100 (100.0)	354 100 (100.0)	375 000 (100.0)	390 300 (100.0)	398 600 (100.0)	411 600 (100.0)
Agricultura	20 995 (6.4)	21 389 (6.0)	22 079 (5.9)	21 931 (5.6)	21 860 (5.5)	23 281 (5.7)

FUENTE: Banco de México. Informes anuales de 1965 y 1978.

C U A D R O 1.2

TASAS DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL Y DE LA AGRICULTURA, 1960-1977

	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Producto Interno Bruto	4.7	4.7	8.0	11.7	6.5	6.9
Agricultura	2.5	6.8	4.9	10.3	6.3	1.5
	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Producto Interno Bruto	6.3	8.1	6.3	7.7	2.7	7.3
Agricultura	(0.2)	1.6	(1.7)	4.9	1.8	(2.4)
	1973	1974	1975	1976	1977	
Producto Interno Bruto	7.6	5.9	4.1	2.1	3.3	
Agricultura	1.9	3.2	(0.7)	(0.3)	6.5	

FUENTE: Banco de México, Informe anual 1965 y 1978.

C A P I T U L O I

EL PROYECTO Y LA VISION CONJUNTA DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

La realización de un proyecto que beneficie a las zonas rurales tiene gran importancia, sobre todo cuando las regiones donde se va a implementar éste, se caracterizan por un nivel económico deficiente; la zona que corresponde al proyecto se encuentra localizada en la parte norte del Valle del Mezquital, llamada Alto Valle del Mezquital. Las condiciones físicas predominantes, han determinado que el nivel de vida de esta zona sea de los más desfavorables en el estado de Hidalgo y en general de la República Mexicana.

Los antecedentes históricos en cuanto a la realización de obras hidráulicas en el área del proyecto, se originan en el período del General Lázaro Cárdenas con el establecimiento de estaciones pluviométricas y de pequeñas obras de captación y distribución de agua; en 1952 se creó por mandato del presidente Miguel Alemán una institución cuya función es la de coordinar, asesorar y fomentar el desarrollo de la región, la que recibió el nombre de Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital.

Con la política de aprovechamiento de los sistemas hidráulicos con respecto a las regiones hidrológicas de México, se forma por iniciativa del Gobierno Federal, la Comisión Hidrológica del Valle de México en 1951, que realiza el Plan Hidráulico para la Cuenca del Valle de México; así mismo, se crea el Plan Hidráulico del Centro (PLHICEN), cuya finalidad es tratar de irrigar todas las superficies sus

ceptibles de la región central del país.

El área que abarca el proyecto forma parte de dos - distritos de riego: el distrito 03 al occidente y el distrito 110 al oriente, este último es relativamente nuevo ya que empieza a operar en diciembre de 1978; ambos distritos, reciben agua a través de los ríos Tepeji y Tula, a lo largo de los cuales se han construido las presas Taxhimay, Requena y Endo.

El estado de subsistencia debido a la escasez de elementos naturales, que conlleva a medios de producción deficientes y captación de recursos casi nulos, motivaron a las autoridades municipales y a los habitantes de la zona a solicitar al Gobierno Federal la realización de un proyecto de irrigación que ayudara a mejorar las perspectivas económicas de la región.

La federación, a través de la Secretaría de Agricultura y de Recursos Hidráulicos accedió a realizar un estudio de factibilidad dentro de su programa de apoyo al desarrollo rural, para posteriormente poder realizar la construcción, si es que el proyecto realmente era viable.

El presente trabajo tiene por objeto realizar la evaluación económica de dicho proyecto, tratando de utilizar la información disponible para el cálculo del diseño general de la obra, así como los que se refieren a la producción agrícola.

En este tipo de proyectos los factores que se tomen en cuenta para factibilidad, no pueden ser únicamente los que proporcione el cálculo económico tradicional de rentabilidad, sino que también, es básico interpretar que los beneficios que se obtengan de la producción, año con año, hasta el final del horizonte previsto, posiblemente no equivaldrán necesariamente a los costos, siendo estos últimos superiores, por lo que la verdadera finalidad del estudio será dado el caso, determinar que tanto se va a subsidiar a una determinada región.

1.2 OBJETIVOS Y ESQUEMA DEL PROYECTO

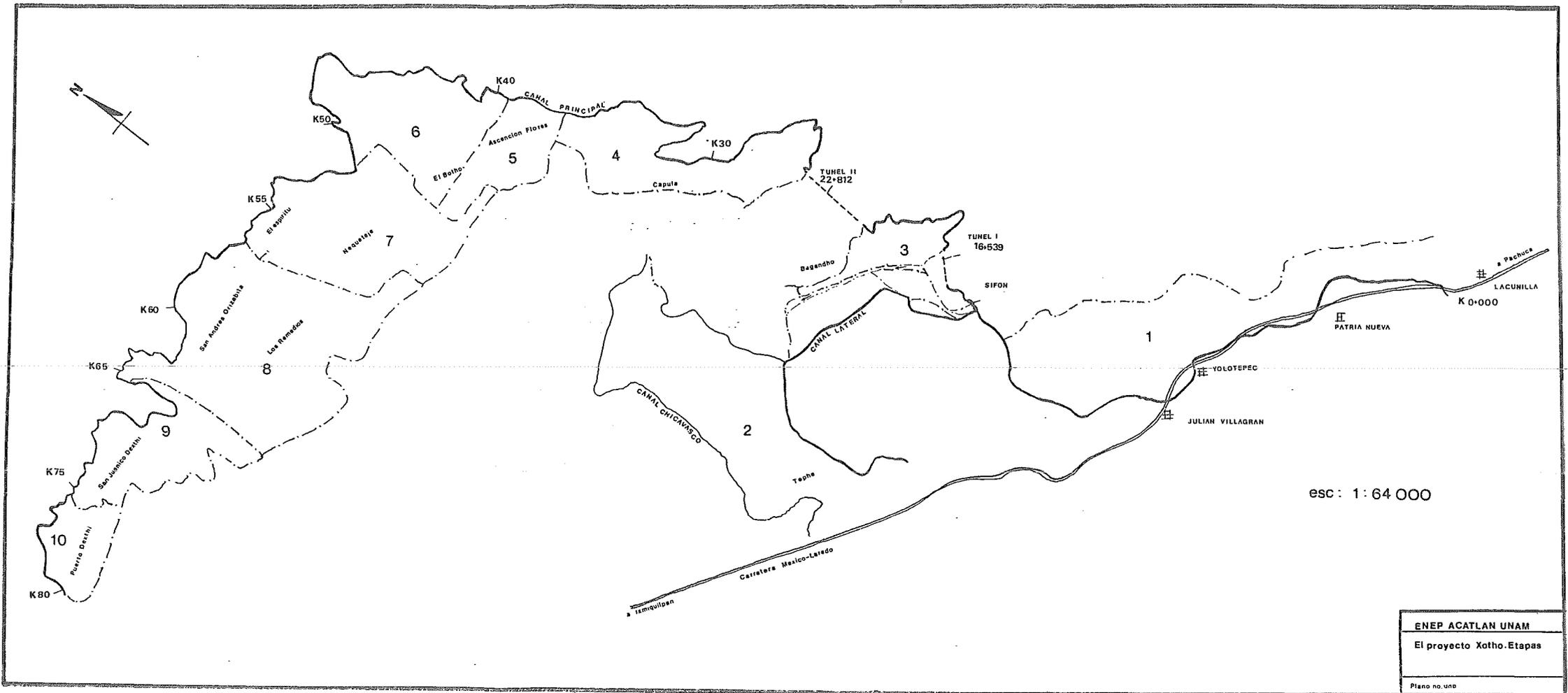
El proyecto Xotho consiste en una obra de infraestructura que tiene por objeto regar 8 165 hectáreas, a través de un sistema de canales a lo largo de 85 kilómetros con que cuenta el canal principal.

El proyecto para su estudio se ha dividido en 10 etapas, (Ver Plano 1), en función del período de construcción, que por la magnitud del proyecto y la limitación de los recursos financieros para una realización rápida, se piensa será de cerca de 10 años.

Con este proyecto se beneficiarán directamente 19 localidades, 16 pertenecientes al municipio de Ixmiquilpan y las 3 restantes al de Cardonal. La población que podrá aprovechar las ventajas del riego se calcula en 11 mil habitantes, que integran mil 950 familias de las cuales una mitad pertenece a ejidos y propiedades comunales y la otra, a pequeños propietarios.

La captación del agua para efectuar el riego, se obtendrá de la aportación de aguas negras producto de la Cuenca del Valle de México, que serán tomadas a partir de la zona de San Salvador como aguas de retorno. A este volumen de aguas se le sumará las obtenidas por la perforación de pozos de aguas blancas y drenes verticales. En la actualidad se tiene un gasto aforado de 3.5 m³ por segundo, el cual se piensa incrementar a 10.3 m³ por segundo según el cálculo de las necesidades de agua para los cultivos como se verá más adelante.

Con la implementación del sistema se piensa cultivar maíz, frijol, alfalfa, tomate, cebada y aguacate; de éstos, los tres primeros utilizarán el 98.3 por ciento del área destinada al riego. La producción anual funcionando todas las etapas del proyecto tendrá un valor de aproximadamente 25 millones de pesos con precios de 1979. A continuación en el Cuadro 1.3, se presentan las áreas correspondientes a cada cultivo



esc: 1:64 000

ENEP ACATLAN UNAM
El proyecto Xotho-Etapas
Plano no. uno

C U A D R O 1.3
AREAS CORRESPONDIENTES A CADA CULTIVO

Cultivo	Area	Porcentaje
Maiz	3 707	45.4
Frijol	2 311	28.2
Alfalfa	1 181	14.2
Tomate	452	5.5
Cebada	247	3.0
Aguacate	266	3.2
TOTAL	8 165	100.0

Las condiciones topográficas y un incremento en los costos determinaron que en gran parte del área, el sistema de riego por gravedad, fuera el único con posibilidades de adecuarse a los requerimientos de la zona. Para este estudio nosotros utilizaremos este sistema para toda el área del proyecto, sabiendo de antemano que en una pequeña parte de la superficie puedan implementarse otros métodos de riego.

C A P I T U L O I I

EL MEDIO FISICO

EL MEDIO FISICO

2.1 LOCALIZACION

El proyecto Xotho se encuentra ubicado en los Municipios de Ixmiquilpan y Cardonal, como se muestra en la figura 2.1.

El Municipio de Ixmiquilpan es considerado como la sede geográfica de todo el Valle del Mezquital, Hgo., se encuentra a 84 kilómetros de Pachuca, la capital del Estado de Hidalgo, por la carretera federal no. 85 (México-Laredo); de éste lugar a la Ciudad de México se hace un recorrido de 76 Km., por la carretera federal no. 35.

La zona del Alto Valle del Mezquital se encuentra comprendida entre las coordenadas geográficas siguientes:

20° 13' a 21° 00' de Latitud Norte

98° 55' a 99° 40' de Longitud Oeste de Greenwich

Altitud, clima y temperatura.

En toda la región la altitud varía entre 1 700 y 2 100 metros s.n.m., por lo que su clima según la clasificación de Koeppen es muy seco, semi-desértico y templado; con una temperatura promedio en 38 años de:



Fig 1 Localización de los Municipios de IXMIQUILPAN Y CARDONAL

20 Máxima

18.4 Media

8.4 Mínima

LIMITES

Los límites principales del área en estudio son: al norte Tlahuiltepa y Jacal, al Sur Talcayuca y Municipios - del Estado de México, al oeste Santa María, Tepeji, Zimapán, Tasquillo, Huichapan y Chapantongo. (Ver figura 2).

2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

A continuación presentaremos las características actuales de la zona del proyecto, para poder determinar si éste es físicamente factible.

2.2.1 CLIMATOLOGIA

Los datos climatológicos se obtuvieron de la estación hidrológica con sede en Ixmiquilpan, perteneciente a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; los registros aparecen desde 1939. De la clasificación según Tornthwaite el clima del Alto Valle del Mezquital se clasifica en semiseco, con pequeña o nula demasía de agua, templado cálido, con alta concentración de calor en verano y que se re - presenta por la fórmula: $C_1dB_3 a'$. A continuación en el cuadro No.2.1 se presenta la hoja de cálculo para la determi nación del clima según el segundo sistema de Tornthwaite. La clasificación según Koeppen como se mencionó anteriormente es muy seco, semi-desértico y templado. De los registros obtenidos en la estación desde 1939, que contienen: la tem peratura (máxima, media y mínima), la precipitación y evapo ración, se estimaron las siguientes temperaturas promedio:

Temperatura máxima	20.0°
Temperatura media	18.4 °
Temperatura mínima	8.4°

C U A D R O 2.1

DETERMINACION DEL CLIMA DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHAITE*

M E S E S															
No.	CONCEPTO		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	VAL. MEDIOS O ANUALES
1	T	°C Dato	14.2	16.00	18.5	20.9	21.5	21.9	21.2	21.4	20.6	18.4	16.7	14.5	T = 18.9
2	P.	cm Dato	1.68	0.21	0.29	2.07	5.07	8.57	3.90	3.28	6.34	4.01	1.04	0.82	P = 58.15
3	i.	Tabla 1	4.86	5.82	7.25	8.72	9.10	9.36	2.90	9.04	8.58	7.19	6.21	5.22	I = 90.23
4	IP'	cm Tab. 2 y 3	3.93	4.98	6.63	7.43	8.95	9.25	8.62	8.84	8.20	6.56	5.42	4.33	
5	P.	Tab. 4 y 5	0.95	0.90	1.03	1.04	1.13	1.11	1.14	1.21	1.02	1.00	9.93	0.04	
6	EP.	cm 4 x 5	3.78	4.48	6.83	8.85	10.08	10.27	9.88	0.81	8.36	6.56	5.04	4.07	EPO = 82.06
7	MIS.	cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	HA.	cm Máx. 10 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	s.	cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	d.	cm Ep - P	2.05	4.29	6.54	6.78	5.01	1.70	5.98	6.58	2.02	0.55	3.10	3.25	da = 49.89
11	PFR	cm EP - d	1.68	0.2	0.29	2.07	5.07	8.57	3.98	3.23	6.34	4.01	1.91	0.80	
12	H.	cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	IP	$\frac{a - o}{b}$	-0.55	-0.95	-0.96	-0.72	-0.50	-0.17	-0.61	-0.67	-0.18	-0.89	-0.61	-0.80	
14	I _h '	$= \frac{100 Sa}{EPa} = \frac{100 \times 0}{87.96} = 0\%$													
15	I _a '	$= \frac{100 Da}{EPa} = \frac{100 \times 49.88}{87.96} \times 56.7\%$													
16	I _m	$= I_h - 0.6 \times I_a = 0 - 34.0 = - 34.0\%$													
17	S.	$= \frac{100 EPn}{EPa} = \frac{100 \times 30.23}{87.96} = 34.4\%$													

Estación.- Ixniquilpan, Hgo.
 Latitud.- 20°29' N
 Longitud.- 99°13' W
 Altitud.- 1 745 msnm
 Observaciones.-

Fórmula del clima.- C₁ dB' 3_a
 Semiseco con pequeña o nula demasía de agua.
 Templado cálido con alta concentración de calor en el verano

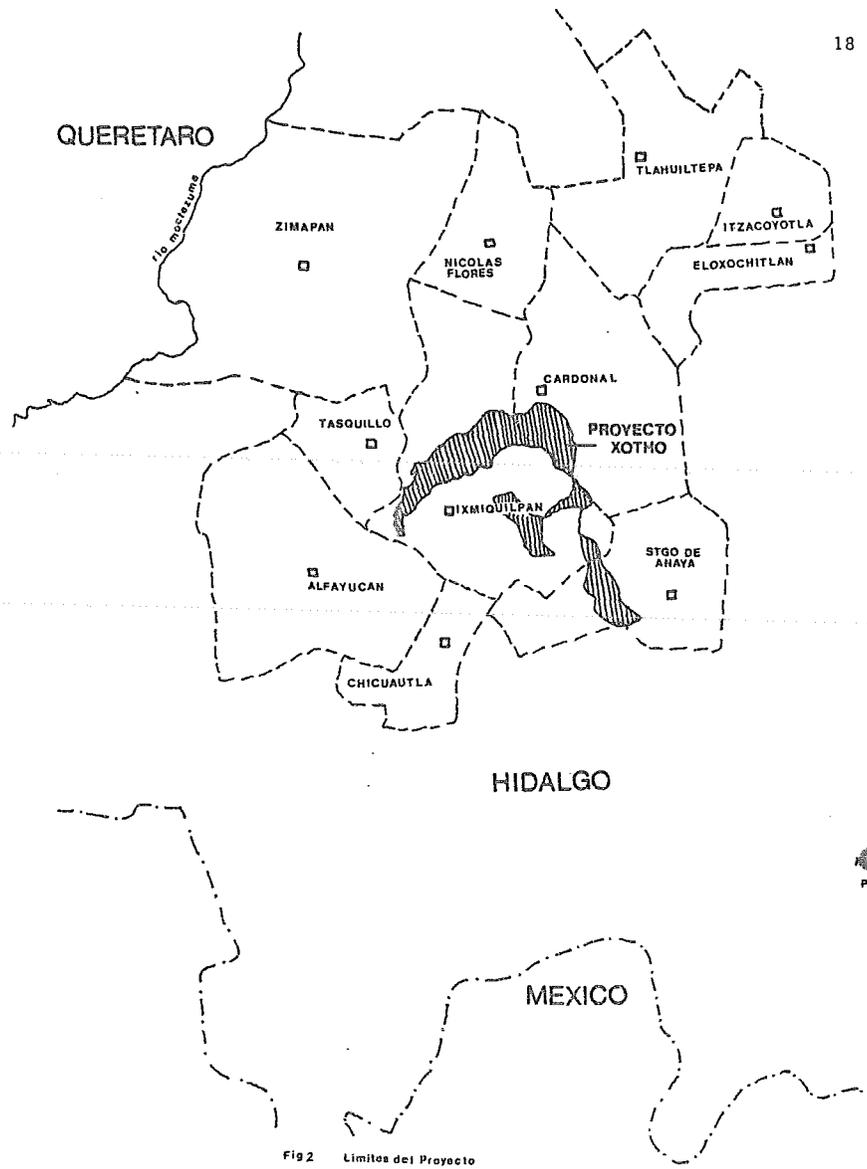


Fig 2 Limites del Proyecto

2.2.2 GEOLOGIA SUPERFICIAL

La zona está constituida en la superficie, principalmente por rocas sedimentarias calizas del Mesozoico Superior, que forman su basamento general. La naturaleza cálcica de estos materiales influye favorablemente en las características físicas e hidrodinámicas de los suelos, pero la presencia de elevados niveles de calcio afecta sus propiedades químicas, en forma especial la disponibilidad equilibrada de los nutrientes vegetales, reduciendo consecuentemente su fertilidad.

La influencia de las rocas ígneas de composición variable procedentes de las fases explosivas subsecuentes, que también afloran en el área, es poco significativa en el orden de los suelos.

2.2.3 GEOMORFOLOGIA

Se identifican dos geoformas principales, de las cuales la más importante por su extensión corresponde a las laderas de montaña, que incluyen algunas lomas, así como varias planicies relativamente poco extensas. En las primeras, los suelos se formaron por la acumulación en el lugar de los productos del intemperismo, mientras que en las planicies han intervenido los sedimentos procedentes de niveles superiores.

2.2.4 TOPOGRAFIA

Descripción

El terreno tiene una forma alargada e irregular; está orientado de Sureste a Noroeste; su longitud es de aproximadamente 85 Km., y su anchura varía de 0.2 a 20 km.

Su relieve es accidentado y consiste en las elevaciones del terreno que ascienden desde las planicies con declives irregulares, suaves al pie de las montañas y fuertes en las laderas. En las áreas planas la pendiente dominante es menor de 3%, y en las pronunciadas se llegan a encontrar máximos del 25%.

INFLUENCIA EN EL PROYECTO DE RIEGO

Las condiciones topográficas que se presentan en el 80% del área son inadecuadas para la aplicación fácil y eficiente del riego por métodos sencillos y para el drenaje superficial; en el 20% restante son propicias para la distribución uniforme del agua y para la eliminación de la humedad excesiva, mediante el empleo de procedimientos simples.

2.2.5 HIDROLOGIA

CORRIENTES Y DEPOSITOS SUPERFICIALES

Al occidente se localiza el arroyo Chicavasco, que se extiende con una tendencia general hacia el Noroeste; éste conduce aguas negras provenientes del Valle de México. Al Suroeste se encuentra la presa Bangandhó que almacena -- los escurrimientos de la corriente citada; este depósito -- está asolvado y presenta filtraciones.

El área beneficiada por el proyecto se localiza en la Cuenca Hidrológica de Tula. El proyecto recibirá el -- agua proveniente de la Cuenca del Valle de México a través del Tunel de Tequiquiac y el Tajo de Nochistongo los cuales aportan aguas negras de riego hasta el Dren Tecpa-Lagunillas en la zona llamada de San Salvador que como aguas de retorno se conducen hasta llegar a la zona del proyecto.

CAPTACION DEL AGUA

Antes de entrar al estudio de la zona en particular es importante mencionar cómo se piensa obtener el agua para el establecimiento del sistema de riego, así como también, establecer un criterio donde de acuerdo a los trabajos desarrollados por las comisiones del Valle de México y del Centro, se determine la seguridad de una captación constante -- y a largo plazo del líquido vital para que el proyecto -- sea una inversión recuperable.

Una de las dificultades con las que nos encontramos fue la diversidad de criterios y en algunos casos de falta de conocimiento de quienes se encargaban del proyecto, sobre la manera de como será posible obtener el agua para el sistema de riego. De acuerdo a un estudio preliminar de la Comisión Hidrológica para la Cuenca del Valle de México (1) -- que contiene los lineamientos generales del Plan Hidráulico para la Cuenca del Valle de México, alternativa 1960-90, se pudo obtener datos y conclusiones de gran utilidad para el proyecto, sobre el estado hidrológico a futuro de la participación a corto y largo plazo que tendrá el Valle del Mez-

(1) SARH, " Lineamientos Generales del Plan Hidráulico para la Cuenca del Valle de México (Alternativa 1960-1990)" Inédito, México, 1966

quital con respecto a la Cuenca del Valle de México; a continuación exponemos lo más relevante que incumbe al proyecto.

Primeramente mencionaremos unas definiciones que ayudarán a la comprensión del estudio:

Uso agrícola en la cuenca

La comisión considera que en la cuenca se tienen los siguientes usos del agua: municipal, pecuario, agrícola, lacustre, recreativo-lacustre, psicícola, silvícola e industrial salino.

Agrícola:

Es el destino que se da a las aguas que se emplean en el riego de terrenos. (El riego puede ser eventual, en cantidades inferiores a las demandas totales de los cultivos, o completo, para satisfacer todas las necesidades que demanda el cabal desarrollo agrícola).

Conviene aclarar también que en la Comisión se define la procedencia de las aguas como sigue:

Superficiales:

Son las aguas provenientes de la precipitación pluvial que corre por la superficie del terreno, reconociendo generalmente un cauce, así como las que se almacenan en forma natural en lagos y lagunas. Por convención no se consideran aguas superficiales a las originadas en manantiales y venenos.

De acuerdo con el régimen, las aguas superficiales se clasifican en regularizadas y broncas. Las regularizadas o regularizables son las procedentes de los ríos que es posible retener en vasos de almacenamiento, para modificar su régimen natural a otro de extracción compatible con el uso a que se destinen.

Las aguas broncas son aquellas que escurren con el régimen natural de la corriente durante el período de aveni

das, excluyendo las aguas mansas.

Aguas Negras:

Son las aguas degradadas por su empleo en usos municipales y pecuarios, mezcladas o no con aguas superficiales, subterráneas o de lluvias: Incluye las que proceden de los usos públicos, domésticos, comerciales y las que han sido degradadas a causa de su empleo en el uso industrial.

Retornos de riego:

Son los sobrantes de las aguas empleadas en usos agrícolas, lacustres, recreativo-lacustres, silvícolas, etc.

Por su origen se clasifican en:

Recursos hidráulicos originarios de la Cuenca:

Son las aguas superficiales, subterráneas, negras y retornos de riego originados dentro de los límites de la Cuenca, susceptibles de ser aprovechados.

Recursos hidráulicos complementarios (o importados) para la Cuenca:

Son las aguas importadas a la Cuenca que se destinan a cubrir las necesidades no satisfechas con los recursos originarios de la misma.

Con relación al consumo del agua, los siguientes hechos principales han sido notorios:

1. La sobreexplotación intensa de los recursos renovables y no renovables, del agua subterránea en el área urbana de la Ciudad de México.

2. En varias partes de la Cuenca, las reservas de los recursos renovables de sus acuíferos, no fueron utili -

zados.

3. El agua subterránea que preferentemente debería haberse utilizado en usos municipales, por ser agua potable, se aplica al riego de terrenos.

4. Unos 226 millones de m^3 de aguas superficiales se desaprovecharon, por no contarse con vasos reguladores.

5. Las aguas negras originarias en la Cuenca se -- aprovecharon en partes mínimas.

6. A las áreas lacustres se les asignó un escaso volumen de agua, cuya evaporación y el secado del suelo fueron elementos principales en la generación de tolvaneras.

Recursos hidráulicos originarios de la Cuenca, utilizados en la región de El Mezquital, Hgo.

Un volumen considerable de aguas secundarias (negras y pluviales) sale de la Cuenca del Valle de México por los Túneles de Tequixquiac y el Tajo de Nochistongo (Ver plano no. 2), y se aprovecha para regar unas 36 000 Ha. en diversas zonas de El Mezquital, Hgo. Por tal motivo, se considera que los recursos hidráulicos de esta región y los de la Cuenca pueden, mediante una planificación física adecuada a los mismos, utilizarse conjuntamente.

En 1960 los recursos hidráulicos procedentes de la Cuenca del Valle de México, disponible para el riego en El Mezquital, Hgo., fueron, en millones de m^3 :

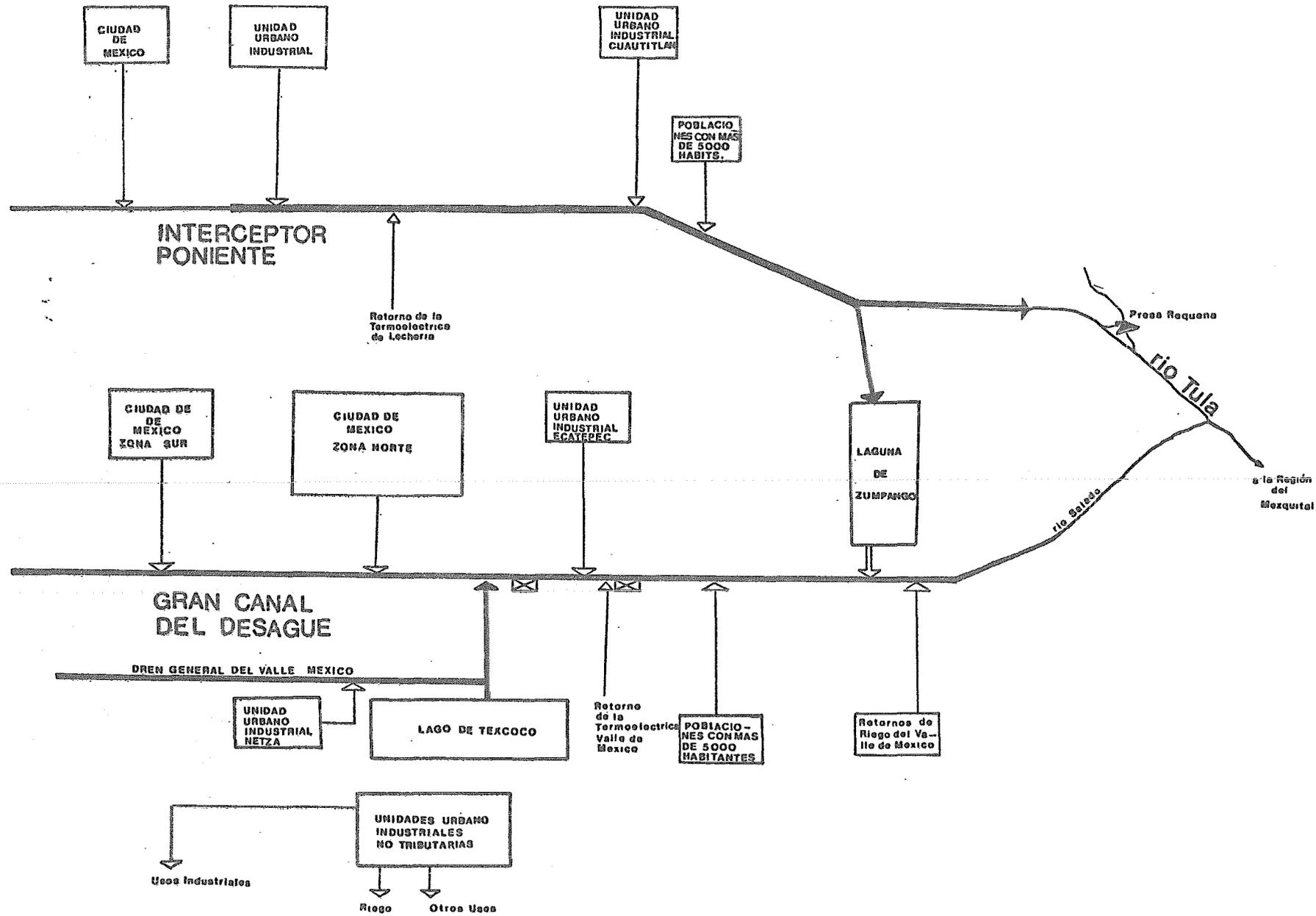
Aguas superficiales

Broncas, derrames de presas y retornos de riego que salieron de la Cuenca por los túneles de Tequixquiac y por el Tajo de Nochistongo	410
---	-----

Aguas Negras:

Que salieron de la Cuenca por los Túneles de Tequixquiac	200
--	-----

Total disponible en 1960	610
--------------------------	-----



ENEP ACATLAN UNAM
 Distribucion de aguas negras y retornos de riego generados en la Cuenca del Valle de Mexico
 Plano no. dos

Recursos hidráulicos originarios de la región El Mezquit~~a~~, Hgo.

Se estiman los recursos hidráulicos superficiales de la región El Mezquit~~a~~, Hgo., en unos 450 millones de m³/año.

Para el estudio de la disponibilidad del agua se proponen tres alternativas, tomando en cuenta las tendencias demográficas hasta el año 1990 en la Cuenca del Valle de México: (2)

I. Hipótesis baja

Supone que no habrá un proceso de tipo migratorio en los próximos años y se equilibrarán los flujos de carácter inmigratorio con los de carácter emigratorio.

II. Hipótesis intermedia

El proceso migratorio significará una disminución sucesiva del 25 por ciento en cada década con respecto al período decenal anterior.

III. Hipótesis alta

Estima que el proceso migratorio será equivalente al período de 1960-1970.

En el Cuadro N^o. 2.2 se presentan la población para toda el área urbana de la Ciudad de México, de acuerdo a +-

(2) En el estudio mencionado de la SARH, se presentaban cifras calculadas de acuerdo al ritmo de inversiones y - alicientes de inmigración. Como los cálculos fueron hechos en el año de 1966, se han actualizado según las estimaciones del Colegio de México para el estudio demográfico del Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Véase en, Departamento del Distrito Federal, "La Ciudad de México Bases para el Conocimiento de sus Problemas", México, D.F. 1979.

las hipótesis de migración. En el cuadro No. 2.3 se encuentra la composición demográfica del Área Metropolitana de la Ciudad de México, período 1970-2000.

De las tres hipótesis anteriores se utilizaron la primera y la tercera con el objeto de continuar con el mismo criterio utilizado en el estudio de la SARH.

C U A D R O 2.2

COMPOSICION DEMOGRAFICA DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO (en millones de habitantes)

Años	Población mínima estimada			Población mínima estimada		
	AMCM	D.F.	EDO. DE MEXICO	AMCM	D.F.	EDO. DE MEXICO
1970	8.89	6.96	1.93	10.89	8.96	1.93
1975	10.90	8.20	2.70	11.76	8.61	3.15
1980	12.73	9.30	3.43	14.57	10.02	4.55
1985	15.05	10.81	4.24	18.11	11.68	6.43
1990	17.38	12.40	4.98	21.84	13.53	8.31

FUENTE: Estudio Demográfico para el Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Departamento del Distrito Federal. México, D.F., 1975, p. 422.

C U A D R O 2.3
 AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO POBLACION TO-
 TAL PARA DISTINTAS HIPOTESIS DE MIGRACION
 (en miles de habitantes)

Migración	1970	1975	1980	1985	1990
Hipótesis baja	8 889	10 896	12 730	15 045	17 376
Hipótesis media	8 889	11 550	14 118	17 199	20 391
Hipótesis alta	8 889	11 763	14 569	18 113	21 841

FUENTE: Censo General de Población 1970, algunos aspectos demográficos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Centro de Estudios Económicos y Demográficos, México, 1971. Estimaciones realizadas por el mismo C.E.E. D. del Colegio de México. Cuadro PPI, p. 292, del Estudio Demográfico para el Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

Véase en, Departamento del Distrito Federal, Miguel Messmacher, "La Ciudad de México Base para el Conocimiento de sus Problemas", México, D.F., 1979.

Necesidades futuras de agua uso agrícola.

El mismo plan señala que en El Mezquital, Hgo., - en el año de 1990 de acuerdo con los recursos hidráulicos - disponibles para uso agrícola se tendría la posibilidad de cultivar con riego seguro y completo unas 50 mil Ha, para - la hipótesis baja y 60 mil Ha, para la hipótesis alta, y - con riego eventual unas 10 mil Ha.

En el cuadro No. 2.4 sintetiza por décadas, hasta - 1990, el número de hectáreas que podrían regarse y los volúmenes de agua en millones de metros cúbicos que serían necesarios para el riego correspondiente.

C U A D R O 2.4

NUMERO DE HECTAREAS SUSCEPTIBLES DE RIEGO Y VOLUMENES

DE AGUA*
(volumen en millones de m³)

Años	Caso I. Hipótesis baja				Caso II Hipótesis alta			
	Riego completo		Riego Eventual		Riego completo		Riego even- tual	
	Ha.	Vo.	Ha.	Vol.	Ha.	Vo.	Ha.	Vol.
1970	45 000	563	6 200	20.5	50.000	625	6 200	20.5
1980	45 000	563	8 100	26.7	55 000	687.5	8 100	26.7
1990	50 000	625	10 000	33.0	60 000	750.0	10 000	33.0

* Incluye otros usos

Condiciones indispensables para que pueda disponerse de los recursos hidráulicos.

Se insiste en que la disponibilidad integra de estos recursos hidráulicos, para su uso inmediato, está condicionada a los siguientes requisitos previos: a) Utilizar las aguas subterráneas económicamente explotables, evitando el-sobrebombeo actual de los acuíferos de la Cuenca.

b) Liberar las aguas subterráneas utilizadas en la-Cuenca y el Mezquital para riego de terrenos, dedicándolas-al uso municipal.

c) Regularizar las corrientes superficiales de la -Cuenca y las de la región El Mezquital, para darles diver-sos usos.

d) Regularizar los desagües pluvial, sanitario y --agrícola, destinándolos al riego o a determinados usos in-dustriales que no necesitan forzosamente agua potable.

Estos requisitos previos se fijan para aprovechar me

por los recursos hidráulicos existentes en la Cuenca y El - Mezquital y concuerdan, tácitamente con las normas que sustenta esta Comisión anteriormente indicadas.

Distribución de los recursos hidráulicos en el año - 1990

Por lo que se refiere a la región El Mezquital, Hgo., se considera que no existirá deficiencias en el suministro de agua para riego completo en 1990 y que las superficies de cultivo que recibirán ese beneficio sean incrementadas con respecto a las de 1960.

Los volúmenes de agua superficiales sobrantes, originarios de El Mezquital, continuarán siendo considerables en el año de 1990, lo cual sería atribuible tanto al régimen de las aportaciones como a la falta de regulación de las aguas.

De llevarse a cabo este incremento se mejoraría la economía de la región asegurándose riego completo a esas superficies, con las obras de regulación proyectadas, suprimiendo las diferencias con que se viene operando el sistema a la fecha; además, se logrará destinar al uso municipal en la Cuenca del Valle de México, las aguas superficiales de los ríos del Mezquital.

Por otro lado, con la división del distrito 03 y como consecuencia la integración del nuevo distrito 110, se cree que habrá dificultad para la distribución equilibrada del agua en cada uno de los distritos mencionados, ya que hay incertidumbre en las autoridades de operación del D.R. 110 de que con la finalización de la obra no se tenga el gasto suficiente para regar las hectáreas estimadas; concluyen que esto es debido a que el distrito 03 que se encuentra localizado aguas arriba del canal principal tomé mayor gasto del estipulado y que considerando la variabilidad de la aportación proveniente de la cuenca del Valle de México, tendría como consecuencia que el gasto requerido en el área que corresponde al distrito 110, no sea suficiente con el gasto propuesto en un principio por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Tomando en cuenta estos criterios; por un lado el de la Comisión Hidrológica del Valle de México y por otro -

el de los funcionarios de los distritos de riego, la solución que nosotros propusimos y aplicamos para desarrollar el proyecto fue la siguiente:

Utilizar como gasto para el diseño el mismo que utilizó en criterio Recursos Hidráulicos en el proyecto de acuerdo a lo siguiente:

1. Realizando el diseño hidráulico de las obras correspondientes al sistema de riego con el gasto obtenido por los procedimientos comunes, determinando las necesidades de agua según las áreas susceptibles de riego; de acuerdo a esto, este gasto fue muy semejante al propuesto por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
2. Con base al estudio de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle podemos afirmar que no es necesario aumentar el gasto de diseño, tomando en cuenta que dentro de las 50 a 60 mil Ha. que aseguran que se tendrá riego seguro, se encuentra el área que corresponde al proyecto Xotho. (Ver figura No. 3).
3. Habrá que establecer por parte de la SARH, un mejor control que integre de una manera adecuada el gasto requerido por cada uno de los dos distritos, definiendo el gasto correspondiente para cada uno de ellos.

2.2.6 SUELOS

Los suelos en el área de estudio se formarán por el interperismo de las rocas calizas que constituyen el basamento del área. Los suelos que se localizan en los terrenos quebrados tienden a desaparecer; en algunas áreas son prácticamente inexistentes y al pie de las elevaciones son menos delgados, siendo profundos los que ocupan las tierras planas.

Generalmente son de colores claros y su textura varía de gruesa a media. Su reacción es alcalina y su fertilidad baja.

Atendiendo a sus características se identificaron -

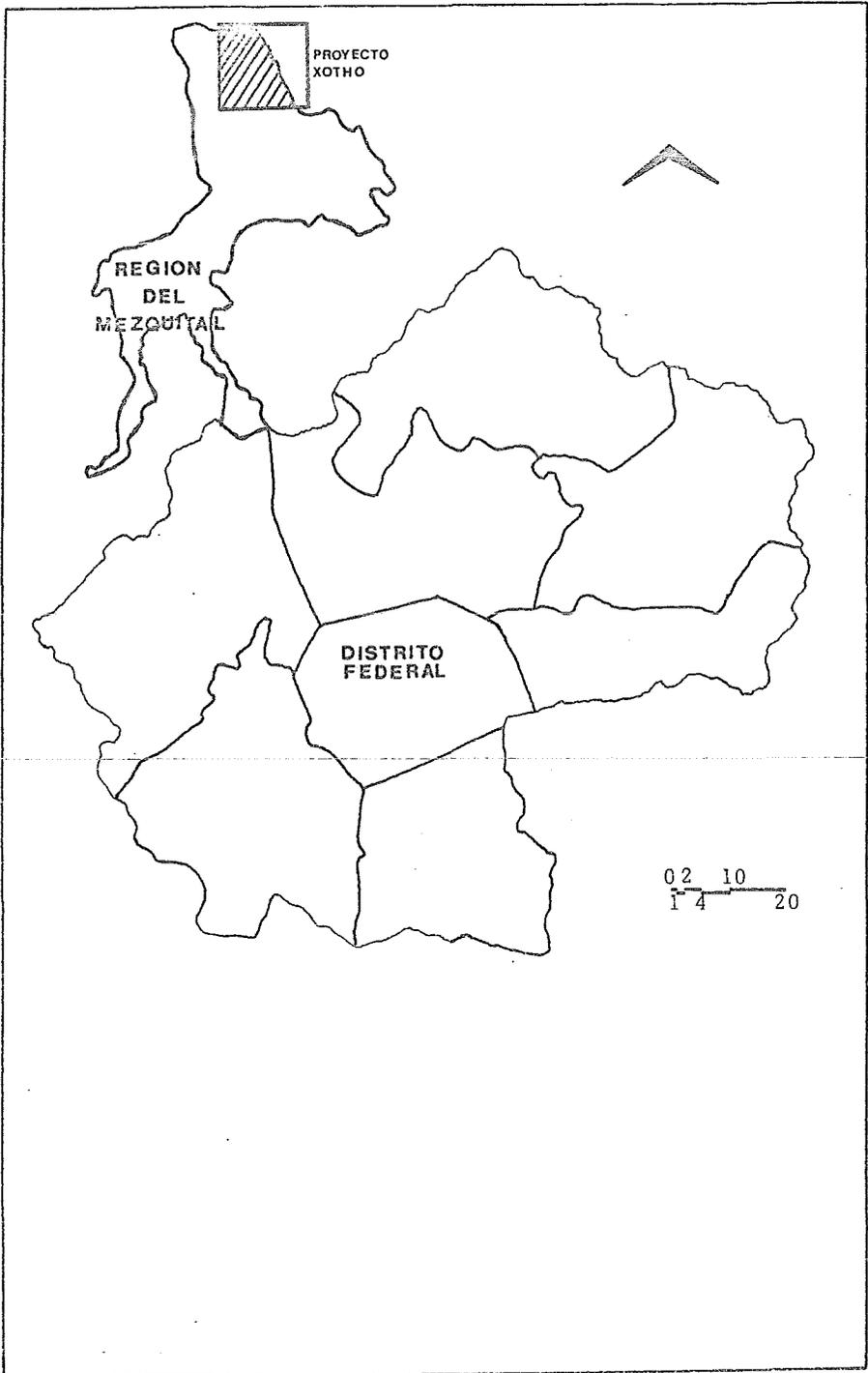


Fig 3 Localización del Proyecto Xotho en el área de estudio

dos tipos de series.

SERIE BOTHE

Datos Generales:

a) Superficie y distribución. La superficie que cubren estos suelos, se localizan en los terrenos planos y bajos situados hacia el centro y sur del proyecto.

b) Uso actual. Se cultivan parcialmente con maíz, frijol y maguey pulquero.

c) Topografía. Son suelos sensiblemente planos casi en toda su extensión. En el centro hay una área pequeña suavemente inclinada y al sur ondulaciones superficiales.

d) Drenaje superficial. Eficiente.

Características de la serie:

- Génesis. Son suelos originados de las rocas calizas que afloran en las áreas altas;

- Características distintivas. Se distinguen por su perfil profundo de textura media y color claro sensiblemente uniformes, formado por la sobreposición de horizontes pobremente definidos.

- Variaciones del perfil. Se presentan ligeras variaciones en cuanto a la coloración, consistencia y espesor de los horizontes.

- Drenaje interno. Eficiente.

Manto freático. No se encuentra.

- Salinidad y sodicidad. Son suelos libres.

- Interpretación de los análisis físicos y químicos. La textura de estos suelos es adecuada en todo el perfil para retener el agua y para que los cultivos desarrollen normalmente sus sistemas radiculares. También es propicia para la permeabilidad y el drenaje eficientes, así como para su labranza y cultivo.

- Clases agrícolas. Esos suelos son de la clase 1 en un 76% de la superficie que ocupan, y de la clase 2 en el 24% restante. Los suelos de la clase 2 sólo presentan ligeras limitaciones para la irrigación, en cuanto a su topografía. Por su calidad agrícola para fines de riego son los mejores del proyecto.

SERIE XOTH0

Datos Generales:

a) Superficie y distribución. Se localizan en los terrenos accidentados que se encuentran en toda el área. Son los más abundantes.

b) Uso actual. Están cubiertos por la vegetación natural, de la cual se explota la lechuguilla. También se utilizan para el pastoreo del ganado ovino y caprino.

c) Topografía. Varía de suavemente inclinada a escarpada.

d) Drenaje superficial. Deficiente. El agua escurre rápidamente por la superficie produciendo erosión.

Características de la serie:

- Génesis. Se derivan de rocas calizas, son residuales en cuanto a su modo de formación.

- Características distintivas. Son suelos someros, de textura gruesa formados por una capa superficial de color café, sobrepuesta a un horizonte tradicional de color claro, que a su vez descansa sobre la roca madre.

- Variaciones del perfil. La principal variación - que presentan estos suelos consiste en la ausencia frecuente de los horizontes superficial y/o intermedio provocada - por la erosión.

- Drenaje interno. Este es moderado, ya que las - fracturas que presenta la roca subyacente impiden la acumulación persistente del agua en el interior del perfil.

- Manto freático. No se encuentra.

- Salinidad y/o sodicidad. No se presentan estos - problemas.

- Interpretación de los análisis físicos y químicos. Son suelos con altas proporciones de arena y consecuentemente con una baja capacidad de retención para el agua y las soluciones nutritivas; en la superficie están regularmente abastecidos de materia orgánica, la cual contribuye a mejorar sus relaciones de humedad en esta parte del perfil.

- Su nivel de nitrógeno nítrico, varía de medio a bajo - en los horizontes superior e inferiores respectivamente; son bajos en nitrógeno amoniacal y en fósforo y altos en calcio y potasio en todo el perfil; el magnesio se encuentra en niveles medios y son bajos en manganeso.

Son fuertemente alcalinos y esta condición disminuye su fertilidad, ya que produce la retrogradación de los fosfatos solubles y restringe la disponibilidad del nitrógeno, del potasio y de los microelementos.

- Clases agrícolas. Son suelos con fuertes y muy - severas limitaciones para la agricultura de riego, por lo - que para este fin corresponden a las clases 4 y 6.

Conclusiones

Las condiciones ecológicas que prevalecen en el área son propicias para llevar a cabo una explotación agrícola - intensiva, diversificada y altamente productiva, mediante - la utilización adecuada de los recursos suelo y agua, y el empleo de técnicas avanzadas de cultivo.

La aptitud de una buena parte de los suelos estudiados para producir alfalfa, determina la conveniencia de incrementar las explotaciones ganaderas, particularmente la cría de bovinos de razas especializadas en la producción de leche, cuya comercialización compite ventajosamente con la correspondiente del forraje.

Para que los suelos no irrigables adquieran un valor económico, es preciso adoptar medidas encaminadas al restablecimiento de la vegetación natural y llevar a cabo labores de reforestación.

Un aspecto importante a considerar es la reacción alcalina de los suelos, que requiere ser corregida para incrementar su fertilidad. Al efecto conviene incluir como parte del programa de manejo del suelo, la incorporación de materia orgánica y las aplicaciones de fertilizantes con alta acidez.

Para operar con éxito las futuras operaciones agropecuarias se requiere que los organismos oficiales, en forma coordinada, proporcionen a los usuarios asistencia técnica y apoyo financiero eficientes.

Es necesario efectuar un estudio agrológico de mayor detalle, que ahonde en la investigación de las características de los suelos.

~~C A P I T U L O III~~

CONDICIONES SOCIALES Y ECONOMICAS

CONDICIONES SOCIALES Y ECONOMICAS

3.1 CONDICIONES SOCIALES (1)

3.1.1 DEMOGRAFIA

La población que se beneficiará con el proyecto pertenece a los municipios de Ixmiquilpan y Cardonal en el estado de Hidalgo.

Como se dijo en el primer capítulo, son 16 localidades en el municipio de Ixmiquilpan las que serán beneficiadas con el proyecto Xotho; en 1976 la población estimada de estas localidades era de 8 mil 295 habitantes, correspondiendo el 51.6% a los hombres y el 48.4% a las mujeres, esta población representaba el 26.5% de la población total del municipio en 1976.

En el municipio de Cardonal solamente serán beneficiadas 3 localidades, pero con una población de 2 mil 702 habitantes en el mismo año, siendo el 53.5% hombres y el 46.5% mujeres; esta población representa el 19.1% de la población de todo el municipio.

El total de beneficiados por el proyecto, tomando en cuenta los dos municipios representan el 20.3% del total de los habitantes. En el cuadro No. 3.1, se puede observar el número de habitantes por localidad y sexo.

Con respecto a las edades de los habitantes, el 40%-

(1) La información básica fue obtenida del estudio socioeconómico realizado en 1976 por la SARH, para el área del proyecto.

es menor de 12 años, el 50% se encuentra entre los 12 y 49-años y el 10% restante es mayor de 50 años; de lo anterior se puede concluir, que más de la mitad de la población se encuentra en posibilidades de pertenecer a la población económicamente activa.

C U A D R O 3.1

POBLACION POR LOCALIDAD Y SEXO EN 1976

Localidad	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje
Bangandho	284	225	509	4.63
Capula	522	375	897	8.15
Cerritos	385	418	803	7.30
Dexthi S, Juanico	170	154	324	2.95
El Espino	202	171	373	3.39
El Espíritu	236	244	480	4.36
Granadita	102	105	207	1.88
Nequeteje	199	197	396	3.60
Orizabita	628	591	1219	11.08
Puerto Dexthi	169	159	328	2.98
Remedios	386	430	816	7.42
S. Andrés Orizabita	196	165	361	3.28
S. Juanico	377	248	625	5.68
Pueblo Nuevo	481	476	957	8.70
Binghu (a)	209	191	400	3.64
Botho Cuxpade (a)	224	220	444	4.04
Sn. Antonio Sabanilla (a)	485	387	872	7.93
Tatzhado (a)	461	525	986	8.97
El Tephe (a)*	(461)	(525)	(986)	
	5 716	5 281	10 997	100.00

(a) Pertenecen al municipio de El Cardonal, el resto a Ixmiquilpan.

(*) Tatzhado y El Tepahe forman una misma congregación.

FUENTE: Encuesta directa para un estudio socioeconómico de la SARH.

De la información de los censos de población de 1940 a 1970, se tomaron las poblaciones correspondientes a cada uno de los municipios, para posteriormente calcular la tendencia demográfica hasta el año 2005.

El método seleccionado para el cálculo de proyecciones de población, fue el de la línea de tendencia exponencial o logarítmica, ya que fue el más representativo y el que proporcionó los valores más aproximados de ajuste del período 1940-1970; no obstante, se presenta en este estudio, la población estimada por regresión lineal, cuyos valores resultaron muy inferiores a los del método exponencial.

i). Método de regresión lineal simple

Este método consiste en obtener la ecuación de la recta más representativa de los datos observados. La ecuación de la recta está dada por la siguiente ecuación:

$$Y = mX + b$$

donde: m = pendiente
b = constante

la ecuación para obtener la pendiente está dada por:

$$m = \frac{\sum XY - ((\sum X \sum Y)/n)}{\sum X^2 - ((\sum X^2)/n)}$$

la constante "b" se calcula por el método de mínimos cuadrados, despejando de la siguiente ecuación:

$$\sum Y = m \sum X + b$$

de tal manera que "b" es igual a:

$$b = \frac{\sum Y - m \sum X}{n}$$

En el cuadro No. 3.2, se han calculado los valores respectivos de cada municipio para ser aplicados en las ecua

ciones anteriores, como se muestra a continuación:*

$$m_1 = \frac{1.96163 \times 10^8 - ((7\ 820)(100\ 200) / 4)}{15\ 288\ 600 - ((7\ 820)^2 / 4)}$$

$$m_2 = \frac{78\ 973\ 190 - ((7\ 820)(40\ 359) / 4)}{15\ 288\ 600 - ((7\ 820)^2 / 4)}$$

$$m_1 = 545.62 \quad m_2 = 142.69$$

$$b_1 = \frac{100\ 200 - 545.62(7\ 820)}{4}$$

$$b_2 = \frac{40\ 359 - 142.69(7\ 820)}{4}$$

$$b_1 = -1\ 041\ 637.1 \quad b_2 = -268\ 869.2$$

y las ecuaciones respectivas de la recta para cada municipio:

$$Y_1 = 545.62X_1 - 1\ 041\ 637.1$$

$$Y_2 = 142.69X_2 - 268\ 869.2$$

Con estas ecuaciones se calcularon los valores de la población futura hasta el año 2000. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No. 3.3

* Los subíndices se refieren respectivamente, 1=Ixmiquílpan y 2 = Cardonal

C U A D R O 3.2

POBLACION EN LOS MUNICIPIOS DE IXMIQUILPAN Y CARDONAL
PERIODO 1940-1970

Municipio	Año X_1	Población* Y_1	$X_1 Y_1$	X_1^2
1 Ixmiquilpan	1940	18 522	35 932 680	3 763 600
	1950	21 291	41 517 450	3 802 500
	1960	24 871	48 747 160	3 841 600
	1970	35 516	69 966 520	3 880 900
	Suma	7820	100 200	1.86163×10^8
2 Cardonal	1940	8 127	15 766 380	3 763 600
	1950	9 358	18 248 100	3 802 500
	1960	10 307	20 201 720	3 841 600
	1970	12 567	24 756 890	3 880 900
	Suma	7820	40 359	78 973 190

* FUENTE: Censos de 1940, 1950, 1960, 1970.

C U A D R O 3.3

POBLACION FUTURA. METODO DE REGRESION LINEAL

Municipios	Población en el año		
	1980	1990	2000
Ixmiquilpan	38 690	44 147	49 603
Cardonal	13 657	15 084	16510
Suma	52 347	59 231	66 113

ii) Línea de tendencia exponencial o logarítmica

Este método es el que se utiliza con mayor frecuencia en el cálculo de previsión de la población, renta nacional o en aquellos fenómenos que crecen en forma exponencial. La ecuación de la línea exponencial está dada por:

$$Y = ab^X$$

convirtiendo esta función mediante los logaritmos, tenemos:

$$\log Y = \log a + X \log b$$

las ecuaciones para obtener las constantes "a" y "b", se obtienen también por el método de mínimos cuadrados, y son las siguientes:

$$\sum \log Y = n(\log a) + (\log b) \sum X$$

$$\sum X (\log Y) = (\log a) \sum X + (\log b) \sum X^2$$

En el cuadro No. 3.4, se presenta la estimación de las constantes con las que se determinaron los siguientes sistemas de ecuaciones simultáneas para cada municipio:

Municipio	Sistema de ecuaciones
Ixmiquilpan	17.542 = 4(log a) + (log b) 220
	969.388 = (log a)220 + (log b) 12 600
Cardonal	15.993 = 4(log a) + (log b) 220
	882.690 = (log a)220 + (log b) 12 600

de la solución respectiva de cada sistema se obtuvieron los siguientes valores*:

$$\log a_1 = 3.73395 \qquad \log b_1 = 0.0117394$$

$$\log a_2 = 3.66379 \qquad \log b_2 = 0.0060832$$

* Misma notación de los subíndices utilizados en el método anterior.

que sustituyendo en la ecuación general de tendencia logarítmica se obtiene:

$$\log Y_1 = 3.73395 + 0.0117394X_1$$

$$\log Y_2 = 3.66379 + 0.0060832X_2$$

Sustituyendo los valores de cada año en la ecuación respectiva de cada municipio, como se puede ver en el cuadro 3.5, se determinan los valores previstos de población, de acuerdo al horizonte utilizado que fue de 25 años a partir de 1980.

Para la proyección de población en el área de proyecto, se utilizaron las tasas de crecimiento respectivas para cada municipio, estimadas con la línea exponencial y aplicadas a las cifras obtenidas en el estudio de la SARH. Los resultados se presentan en el cuadro No.3.6 y en las gráficas 4.a y 4.b se muestra el gráfico de las respectivas poblaciones de los municipios mencionados y del área del proyecto.

De lo anterior se puede concluir que el área del proyecto contará con una población de aproximadamente 23 mil habitantes en el año 2005, fecha límite en la evaluación del proyecto. Esta población supera en más del doble a la que se tuvo en 1976.

Si tomamos en cuenta el mismo porcentaje de población activa de 1976 para el año 2005, se puede pensar que la demanda de fuerza de trabajo será para este último año de cerca de 10 mil personas, las cuales, de continuar con las mismas condiciones que existen en la actualidad, muchas de ellas pertenecerán al ejército de reserva. Con la implementación del proyecto se estima que se incrementará en un 80% aproximadamente la demanda actual de fuerza de trabajo agrícola.

C U A D R O 3.4

LINEA DE TENDENCIA EXPONENCIAL. CALCULO DE CONSTANTES

Municipio	Año	X	Y	logY	xlogY	X ²
Ixmiqulpan	1940	40	18 522	4.26769	170.7076	1 600
	1950	50	21 291	4.3282	216.4100	2 500
	1960	60	24 871	4.39569	263.7414	3 600
	1970	70	35 516	4.55042	318.5294	4 900
TOTALES		220		17.542	969.3884	12 600
Cardonal	1940	40	8 127	3.90993	156.3972	1 600
	1950	50	9 358	3.97118	198.559	2 500
	1960	60	10 307	4.01313	240.7878	3 600
	1970	70	12 567	4.09923	286.9461	4 900
TOTALES		220		15.99347	882.6901	12 600

C U A D R O 3.5

PROYECCION DE POBLACION EN LOS MUNICIPIOS

PERIODO 1980-2005

Municipio	A Ñ O S					
	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Ixmiquilpan	47110	53926	61732	70663	80890	92595
Cardonal	14140	15165	16266	17445	18712	20068

C U A D R O 3.6

POBLACION FUTURA EN EL AREA DEL PROYECTO

PERIODO 1976-2005

Municipio	Población en el área del proyecto						
	1976	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Ixmiquilpan	8295	9582	11069	12787	14771	17064	19712
Cardonal	2702	2905	3123	3358	3611	3882	4174
TOTAL	10997	12487	14192	16145	18382	20946	23886

Fig. 4a Poblacion Futura en el area del proyecto Periodo 1976-2000

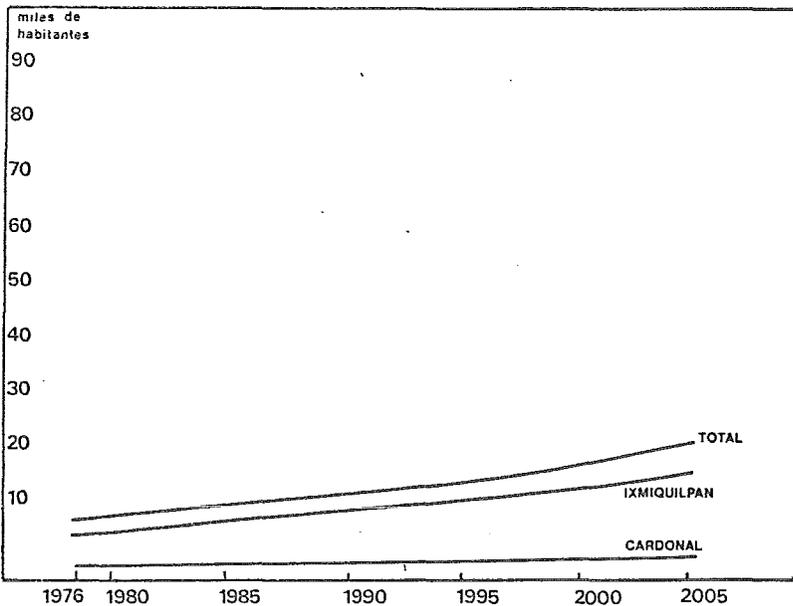
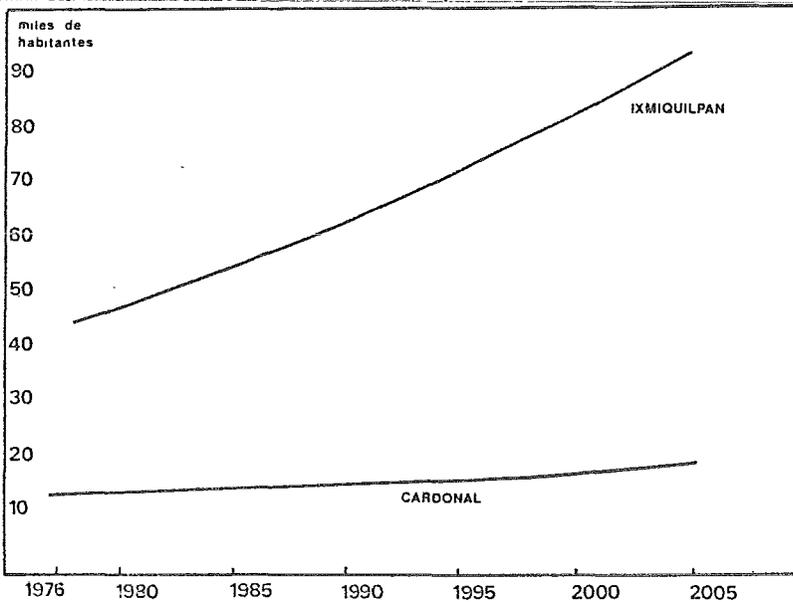


Fig. 4b Poblacion futura Municipios de Ixmiquilpan y Cardonal Periodo 1976-2000



INTEGRACION SOCIAL FAMILIAR

La familia en el Valle del Mezquital está integrada por el Padre, la Madre e hijos. El promedio de hijos por familia es de 7.

El padre trabaja de jornalero, peón, o albañil cuando se traslada a la Ciudad de México.

La madre trabaja en los cuidados de la casa, lleva a pastorear a los borregos cuando se poseen, ayuda en los cultivos de sus parcelas e hila y teje los ayates.

Los hijos trabajan de jornaleros, peones y cuando pequeños ayudan en las labores del hogar.

En el aspecto económico todos los integrantes participan dando su aportación en los gastos familiares.

Los habitantes que emigran tienden a regresar en los períodos de tiempo en que tienen días de asueto o vacaciones.

Existen un promedio de 733 habitantes por localidad, siendo 425 los que tienen posibilidades de trabajar.

La población económicamente activa representa el 28.8% del total de la población, siendo en número 3,172 habitantes, lo que representa si comparamos estas cifras con la fuerza potencial de trabajo antes mencionada (58%), que el 30% de la población en la actualidad se encuentra desempleada o subempleada.

De la PEA beneficiada: el 59.3% se dedica a actividades primarias, el 26.3% en actividades secundarias, el 6.1% en actividades terciarias y por último el 8.3% en otras actividades no especificadas.

MOVIMIENTOS MIGRATORIOS

Este fenómeno se presenta en alto grado en el Valle-

del Mezquital, debido a la carencia de fuentes de trabajo y de que los habitantes tienen que recurrir a otras regiones para incrementar sus ingresos.

En el siguiente cuadro No. 3.7 se puede observar la estructura ocupacional obtenida igualmente del estudio realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de una muestra de 169 habitantes.

C U A D R O 3.7
ESTRUCTURA OCUPACIONAL

Ocupación	Número	Porcentaje
Jornaleros	68	40.23%
Peones	22	13.01
Albañiles	34	20.11
Sirvientas	<u>22</u>	<u>13.05</u>
	169	100.00

La actividad de los trabajadores en el área de estudio es la siguiente: los jornaleros laboran en tierras agrícolas de las regiones aledañas al distrito 03; los peones y albañiles que se emplean principalmente en la industria de la construcción; las sirvientas que son hijas de los campesinos y que normalmente se trasladan a Pachuca o a la Ciudad de México y por último aquellos que desempeñan otro tipo de ocupaciones.

En lo que se refiere al lugar donde se dirigen los emigrantes, se encuentra principalmente el Valle de México que ofrece mayores posibilidades de encontrar trabajo remunerado y también los Estados cercanos que ejercen influencia de atracción de empleo; por otra parte existen los habitantes que emigran a Ixmiquilpan o localidades aledañas. (Ver cuadro No. 3.8)

C U A D R O 3.8

LUGAR O DESTINO DE EMIGRANTES

LUGAR	Número	Porcentaje
Valle de México y Estados	110	65.8%
Ixmiquilpan y loc. aledañas	59	34.2%
Total	169	100.00

3.1.2 NIVELES DE VIDA Y BIENESTAR

ALIMENTACION

En general la alimentación es deficiente; se basa en los productos que ellos mismos siembran como el maíz, frijol, chile y pulque; el problema no radica en que éstos sean malos nutrientes, sino en que deben de ser complementados por otros (carne, leche, huevos, etc.)

VIVIENDA Y MOBILIARIO

La vivienda típica consta de uno o dos cuartos, de material deficiente siendo el 80% de órganos y ocotillo en muros y cercas, y de ramas y láminas de cartón para techos. El 20% restante es de adobe, habiendo algunas de block y la drillo.

Generalmente las casas se encuentran en los centros de los poblados, aproximadamente en el área del proyecto - existen unas 2,200 para los 10 997 habitantes, con lo que da un promedio de 5 personas por casa, existiendo de uno o dos cuartos, de aquí que surjan problemas de higiene y promiscuidad por la falta de espacio.

VESTIDO Y CALZADO

La indumentaria masculina es a base de mezclilla, po

pelina y manta. El vestido de la mujer es a base de faldas largas de manta.

Un 60% de la población calza huaraches y sólo en alguna fiesta importante se ponen zapatos.

DIVERSIONES

Las principales diversiones las constituyen competencias deportivas que se realizan en las instalaciones de las escuelas de las localidades. Las festividades más importantes son las del Santo Patrono de cada localidad, día de la madre, fiestas patrias y fiestas navideñas.

3.1.3 SERVICIOS

EDUCACION

En este aspecto existe cierto grado de suficiencia, ya que en cada localidad está ubicada al menos una escuela de instrucción primaria, siendo doce con los seis grados, una con cinco, dos hasta el 4° año, dos hasta el 3° y dos hasta el 2do. De las 23 Instituciones el 50% cuenta con enseñanza bilingüe (otomí-español) y el restante monolingüe (español). La deficiencia radica en que las poblaciones con mayor número de habitantes no cuentan con suficientes locales. El número de aulas es de 90, para un total de 3,135 alumnos, por lo que da un promedio de 35 estudiantes por aula.

De la población total, el 28.5% se encuentra en algún grado de instrucción, el 31% se clasifica como analfabeta (3,414 habitantes) y el resto se considera que ya recibió la instrucción elemental o no está en edad de recibirla.

SALUBRIDAD

Los servicios médicos asistenciales existentes son escasos y deficientes, no obstante el Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital ha tratado de coordinar acciones que de alguna manera han favorecido a la disminución de enfermedades.

Existen en total siete centros de asistencia con un total de 52 cuartos, con capacidad para 68 camas, atendidos por un total de 28 médicos y 2 especialistas.

· AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

En todas las localidades a beneficiarse se cuenta con el servicio del agua para usos domésticos. La administración se lleva a cabo por un comité tripartita o bien por las juntas locales de agua potable existentes en los poblados y las cuotas mensuales son fijadas por los mismos de acuerdo al servicio que se tenga.

El servicio de alcantarillado no existe o no se proporciona en ninguna de las localidades a beneficiarse con el proyecto.

Solamente en algunas de las localidades donde cuentan con red de agua potable, una minoría de los pobladores tiene tomas domiciliarias y el resto de los poblados, cuenta únicamente con hidrantes públicos.

3.1.4 TENENCIA DE LA TIERRA Y PROBLEMÁTICA AGRARIA

Dentro del proyecto de zona de riego existen las tres formas de tenencia de tierra: ejidal, comunal y pequeña propiedad, presentándose problemas de minifundismo y acaparamiento.

TENENCIA EJIDAL

La superficie que domina el canal Xotho incluye a cuatro ejidos: Baganthó, El Tepho, Capula y el Botho.

De los ejidos mencionados los tres primeros se encuentran legalmente constituidos y dotados, y cuentan con la documentación agraria básica.

En cuanto al ejido Botho su legalización se encuentra en trámite.

El problema fundamental de los ejidos consiste en el parcelamiento irregular que tienen dentro de la zona de riego pues existen ejidatarios poseedores de 0.10 a 11.7 hectáreas, lo que determina una acentuada pulverización de la tierra.

TENENCIA COMUNAL

Existen en el área del proyecto cuatro comunidades - con este tipo de tenencia: Bagantho, Pueblo Nuevo, Capula y el Botho.

Las actividades agrícolas se realizan en forma individual, donde los comuneros se sienten pequeños propietarios.

El procedimiento legal se cumple para las comunidades de Bagantho y Pueblo Nuevo; sin embargo, en la práctica, prevalece una organización y estructura para el trabajo con marcadas características de individualismo y de propiedad particular. Las legislaciones de las comunidades de El Botho y Capula se encuentran en trámites.

Se encuentran establecidos 968 campesinos dispersos en 15 localidades que pueden definirse como poseedores de pequeñas propiedades, ya que no tienen ningún reconocimiento con títulos y documentos que los acrediten como ejidatarios o comuneros.

La lotificación es muy irregular y que por el rango de las superficies declaradas en posesión y explotación, existe un minifundismo que tiende hacia una total pulverización de la propiedad.

En cuanto a la legislación no existen antecedentes, ni colectivos ni individuales, sobre títulos, herencias, intestados, fraccionamiento de haciendas, mandatos reales, etc. de los cuales se hayan derivado las actuales propiedades y el 95% de los poseedores carecen de documentación que los acredite como legítimos propietarios, aún cuando en algunos casos han intentado regularizar su posición mediante constancias fiscales de pago de contribuciones, Constancias Municipales de posesión pacífica de tierra, Escrituras públicas o Cartas de Compra-Venta.

3.2 CONDICIONES ECONOMICAS

3.2.1 INFRAESTRUCTURA

VIAS DE COMUNICACION

El área de estudio está comunicada con la capital - del Estado por la carretera federal no. 85 a una distancia de 84 kms., por otro lado, también es posible llegar por la carretera federal no. 110 que comunica a la Ciudad de México con Querétaro, tomando posteriormente la desviación a Tu la y continuando por la que se dirige a Actopan.

Dentro del área del proyecto existe una red de caminos vecinales de terracería transitables en toda época. En la figura no. 5 se pueden observar la comunicación del área con respecto a los centros de población de influencia.

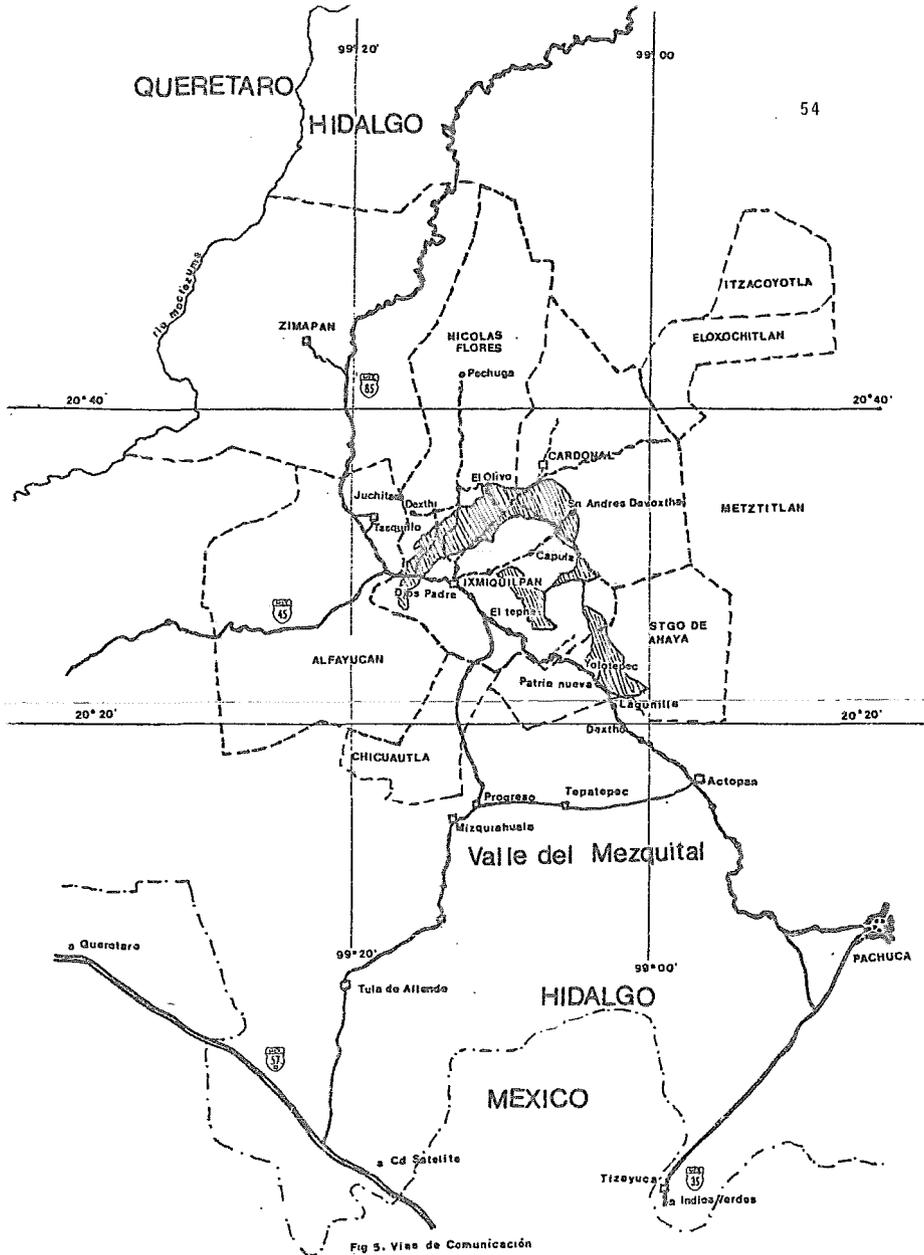
Por otro lado no existe el servicio del ferrocarril, por lo que si se piensa en los modos de transporte para distribuir la producción habrá que pensar únicamente en vehiculos.

ENERGIA ELECTRICA

La Comisión Federal de Electricidad para esa zona - tiene una capacidad de conducción de 22 000 voltios, y está proporcionando este servicio a todas las localidades que se rán beneficiadas. Las cuotas bimestrales por servicio do - místico son variables ya que van de acuerdo al consumo que de energía se registre, así mismo existe una cuota fija para los poblados que cuentan con luz pública, los cuales son El Espiritu, Orizabita y San Andrés Orizabita.

MEDIOS DE COMUNICACION

En el área beneficiada así como en el Valle del Mezquital existe una estación de radio en que se escucha en la lengua otomí, además de las que originan su transmisión en la Ciudad de México y Pachuca. Únicamente en Ixmiquilpan - hay correos, telégrafo, teléfono y radio-comunicación. Se carece actualmente de un medio de transporte de servicio co



lectivo que comunice a todas las áreas beneficiadas por el proyecto.

BODEGAS E INSTALACIONES DE BENEFICIO DE PRODUCTOS AGRICOLAS

Dentro de las localidades a beneficiar no se encuentran ningún tipo de instalación que permita el almacenamiento de productos agrícolas, encontrándose estos únicamente en Ixmiquilpan y solamente con pequeñas bodegas de Conasupo, por lo que habrá que preverlas para cuando se opere el proyecto.

Según el censo agrícola para el ciclo de 1976-77, en el municipio de Ixmiquilpan existían un total de 2,992 Has. beneficiadas por el riego de gravedad con un volumen de 64 millones de m³, de estas hectáreas el 34% se encontraba totalmente mecanizadas; el 50.67% parcialmente mecanizadas y el 15.34% no se encuentran mecanizadas. (1)

Dentro de la zona que abarca el proyecto no se encuentra ningún tipo de obras hidráulicas, sino que éstas se encuentran en la periferia.

De estas obras periféricas las más importantes son - La presa Maye y la presa El Tecolote. Por otro lado, existe un uso del agua en aproximadamente 960 Ha., precisamente en la zona donde se supone que se inicia el proyecto Xotho; es decir que a partir del sitio denominado Las Gueras, se origina el canal lateral Xotho, también en ese lugar hay un desfogue en la margen derecha de dicho canal. El volumen de agua disponible en el sitio mencionado es de 3.5 m³/seg. del cual solamente se conducen por el canal Xotho 1.5 m³/seg, en tanto que 2.0 m³/seg se desfogan.

En cuanto al costo de la distribución del agua, la Junta de Aguas cobra por adelantado \$200.00/Ha./año, sin importar el tipo de cultivo. En el caso de los usuarios del canal lateral Xotho tienen que pagar \$30.00/Ha.riego.

(1) Informe estadístico NO. 93, Dir. Gral. de Economía Agrícola SARH.

3.2.2 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

AGRICULTURA

La producción actual en el área del proyecto es muy raquítica; los campesinos siembran con el fin de obtener forraje para el poco ganado que poseen, así que cuando se logra recolectar granos, esto se considera como una ganancia extraordinaria.

De lo anterior se puede concluir que los habitantes del área tienen que buscar alimentos básicos para su consumo en mercados donde la demanda provoca que sus precios sean altos.

De las 1591 ha. cultivadas en 1976: el 81% siembra maíz, en el 4% frijol, en el 5.5% maíz y frijol intercalado, en el 3.5% cebada y en el 6% restante rasbajo.

El valor neto de la producción por las 1 591 Ha. es de 2 millones 980 mil pesos con precios de 1979, aunque hay que mencionar que esta cifra es aproximada, debido a que la producción es muy aleatoria y los agricultores no llevan control de sus ingresos y egresos.

TECNICAS DE PRODUCCION, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las técnicas de producción varían en algunas localidades; en la mayoría utilizan el arado tirado por yunta de bueyes, en otras el arado de vertedores tirado por un caballo, mula o burro, la siembra se hace por medio del tapapie; en las laderas donde no es posible utilizar el arado la siembra se lleva a cabo sin previa preparación del terreno, utilizando azadones y otros utensilios para cavar.

En general los campesinos que únicamente cuentan con tierras de temporal, practican una agricultura rudimentaria, aunque se ven precisados en contra de su voluntad, a utilizar semillas híbridas de maíz. Tampoco acostumbran fertilizar sus suelos, aunque si les aplican mejoras, como son el despiece y nivelación muy rústica.

Las plagas más comunes que afectan los cultivos son principalmente: el gusano peludo (Xhimo), el tizón (nyolo), el picudo, la tijerilla; en algunas localidades las plagas se combaten en forma rústica utilizando el foley.

En cuanto al conocimiento que tienen sobre el aspecto agrícola los posibles beneficiarios es suficiente debido a que muchos trabajan tierras en regiones aledañas.

PECUARIAS

a) Ganadería

La zona en estudio presenta características fisiográficas que no son precisamente las adecuadas para el desarrollo de una verdadera explotación agropecuaria, ya que se trata de una zona árida donde los pastos son raquíuticos; no obstante las comunidades tienen perfectamente delimitada la zona de pastoreo que por lo regular son las faldas de los cerros más inmediatos a la localidad o bien en el caso de los ejidos que cuentan con áreas de agostadero para uso comunal.

b) Otras explotaciones pecuarias

Dentro de la zona de estudio el FONAFE, tiene establecidas tres granjas cunícolas localizadas en las comunidades de Baganthó, Capula, y Sn Juanico. Cada granja se compone originalmente de 54 hembras y 10 sementales, con capacidad de producción promedio mensual de 23 crías (15 hembras y ocho machos).

Así mismo las localidades de Baganthó y Capula practican la piscicultura en la presa Debohdé, en la cual sembraron aproximadamente 100 000 alevinos.

En lo que se refiere a la organización para el cuidado y manejo del ganado es de tipo tradicional, donde cada familia destina a uno de sus miembros para que cotidianamente lleve a pastorear los rebaños de su propiedad.

SILVICULTURA

Aunque no se localizan especies maderables, actualmente en la zona se lleva a cabo una intensa actividad consistente en aprovechar los arbustos propios de la región como son: mezquite y huizache que se encuentran tanto en pie, como desmontados para que gran parte de la población económicamente activa disponga de tal materia prima, como un recurso económico, mismo que ocupa en una mínima parte para satisfacer sus necesidades, empleando el resto para convertirlo en carbón que se comercializa a nivel local o se transporta a Ixmiquilpan, Huichapan y Actopan.

PRODUCCION INDUSTRIAL

Bajo la promoción del P.I.V.M., se han establecido algunas industrias en San Andrés Orizabita y El Espíritu. En San Andrés Orizabita funciona un taller de manufactura de zapatos de campo, marca P.I.V.M., y laboran alrededor de 15 personas teniendo una capacidad de producción de 20 pares diarios. Las utilidades que se obtienen son reducidas.

En Orizabita hay una pequeña fábrica, en la que se producen discos pulidores para metal, confeccionados con desperdicios de tela. Da ocupación a 46 personas, muchas de las cuales son menores de edad. Esta fuente de trabajo creada para el desarrollo de la comunidad ha convertido en un centro de insalubridad y explotación, ya que no se observan las más elementales medidas de seguridad industrial.

De lo anterior se puede concluir que existe nivel de industrialización muy bajo, que aunado a la deficiencia en el sector agrícola se obtiene un nivel de desempleo o subempleo muy alto en donde se reciben salarios poco remunerativos.

ARTESANIA

Dentro de la zona de estudio, representa la principal actividad y fuente de ingreso la producción artesanal. Las artesanías han prevalecido con trabajos manuales, a los cuales se dedican personas de ambos sexos y diferentes edades, incluyendo niños.

OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Dentro de las actividades que no se mencionan anteriormente se encuentra el cultivo del pulque, que es una mayor escala es un parovechamiento silvícola.

3.2.3 INGRESOS FAMILIARES

De acuerdo a las cifras del Censo de 1970, en el municipio de Ixmiquilpan existían 8 777 perceptores de ingresos, de los cuales el 58% se dedicaba a las actividades primarias, percibiendo ingresos únicamente el 50%. (Ver cuadro 3.9)

C U A D R O 3.9

INGRESO PER CAPITA DE LOS HABITANTES DE IXMIQUILPAN

Ingresos	Número de hab.	Porcentaje
0 a 200	1 591	33.15
201 a 500	2 276	47.43
501 a 1,000	377	7.86
1,001 a 1,500	96	2.00
1,501 a 2,500	204	4.25
de 2,501 y más	255	5.30

De lo anterior se puede deducir que la mayor parte de los habitantes se encuentra en condiciones muy limitadas ya que el 80.5% del total recibe ingresos menores a los \$ 500.00.

3.2.4 PERFIL SOCIO ECONOMICO DE LA COMUNIDAD

En términos generales se puede decir que el índice -

socioeconómico de desarrollo en la comunidad varía de muy - bajo a medio bajo; en relación a los conocimientos agrícolas, pecuarios y obras de infraestructura el nivel es de orden medio, por lo que se puede identificar plenamente con las obras que se proponen realizar con el proyecto.

3.2.4 COMERCIALIZACION

Las condiciones actuales que vive el país, con res - pecto a la demanda de productos alimenticios básicos, han - determinado la necesidad de apoyar a toda costa, la genera - ción de estos productos en el campo.

Esta necesidad refleja la oportunidad que tienen este tipo de alimentos de poderse consumir en el mercado; no obstante, que se puede poner en tela de juicio, la rentabilidad de éstos para el campesino mexicano, quién es el que soporta la producción.

Antes de mencionar las condiciones comerciales que privan en el área del proyecto, creemos necesario hablar so - bre la forma como se distribuyen los diferentes productos - básicos a nivel nacional y cuáles son los problemas a los - que se enfrenta el campesino mexicano.

Primeramente daremos una definición de comercializa - ción agrícola: Spinks (2) define a ésta, de la siguiente forma: "En su sentido más general, la comercialización o - mercado agrícola, comprende todas las operaciones que lleva consigo el movimiento de los productos alimentarios y de - las materias primas desde la granja hasta el consumidor fi - nal, comprende también diversos aspectos de la organización del abastecimiento de materias primas a las industrias trans - formadoras y al mercado de los productos transformados, in - cluida la evaluación de la demanda, así como la política re - lativa al mercado agrícola". De aquí podemos concluir que - la comercialización es la actividad que actúa como proceso - intermediario, entre la producción agrícola y su consumo, - ya sea por la industria para ser transformada o directamen - te en forma natural por un habitante común.

En México existen tres formas de canalización comer -

(2) G.R. Spinks, "Actitudes frente al mercado agrícola en - Asia y el Lejano Oriente". Estudios de la FAO sobre - economía y estadística agrícola, 1952-1977, FAO, Roma, 1978.

cial: la primera corresponde a la que se efectúa entre el comerciante local de una determinada región o localidad, con el productor. Esta relación conlleva a una dependencia muy grande por parte del campesino, ya que muchas veces se hace sujeto de crédito otorgado por el comerciante, para poder realizar sus cosechas, realizándose la venta de éstas, con precios inferiores a los de garantía en muchos de los casos.

En segundo lugar se encuentra la relación que existe entre los transportistas y los campesinos, la cual se da por la falta de medios de transporte de las mercancías por parte de los segundos, que al no tener tampoco lugares para almacenarlas, se ven obligados a venderlas a precios bajos.

Por último tenemos el caso en el que participa el gobierno federal, a través de CONASUPO, quién paga con precios de garantía. El problema muchas veces para el campesino es que no tiene los medios adecuados para llegar con su producción a los lugares de compra, o en muchos casos no tiene el conocimiento de la existencia de este medio.

La función básica de CONASUPO es entonces la de proteger a los productores para que no tengan que vender sus cultivos a precios bajos; por otro lado, también se encarga de que éstos lleguen al consumidor con el valor adecuado

La mecánica de operación de este subsidio es la siguiente: a) se compra el producto a precio de garantía, b) se almacena y transporta a los medios de distribución, y por último; c) se vende a precios que el público pueda pagar, ya sea en forma directa o indirecta.

Los precios de garantía, son aquellos que el Estado ha estipulado como límite inferior para la compra de determinados productos. Actualmente cuentan con precios de garantía los siguientes cultivos: ajonjolí, arroz blanco, arroz palay, copra, cártamo, cebada común, cebada maltera, frijol, frijol soya, girasol, maíz, sorgo, semilla de algodón y trigo (3).

(3) Kirsten A. de Appendini y Vania Almeida, "Algunas consideraciones sobre los precios de garantía y la crisis de producción de los alimentos básicos", Foro Internacional No. 75, Colegio de México, México 1979.

Los objetivos básicos de los precios de garantía -- son: a) Determinar una justa retribución al productor, para que no sólo obtenga el costo de producción sino también utilidades; b) Incrementar el número de hectáreas y rendimientos por hectárea; c) Reducir la participación del intermediario comercial, y por último, d) Proteger la producción de cierto tipo de cultivos dirigidos a la alimentación básica.

CONDICIONES COMERCIALES EN EL AREA DEL PROYECTO

Hasta la fecha la producción de maíz y frijol, se ha destinado al autoconsumo, solamente la tuna y la cebada se comercializan.

La producción estimada con la implementación del proyecto como se puede observar en el cuadro No. 3.10 será de gran importancia y sobre todo cuando quede completamente construida toda la obra. Actualmente existe gran demanda de maíz, frijol y cebada, y como consecuencia de ésta, los precios llegan a ser muy elevados en el mercado; con la producción de estos cultivos, será posible equilibrar la oferta y la demanda, proporcionando un precio equilibrado.

En cuanto al mercado de la alfalfa, no se prevee que ésta pueda tener gran problema para su venta, ya que también es un producto de mucha demanda en la región y en algunas ocasiones hasta en la Ciudad de México.

El problema podrá encontrarse con el jitomate y árboles frutales, en donde deberá planearse la existencia de un transporte seguro para su rápida distribución, antes de que la producción se pueda echar a perder.

En general podemos concluir, que la necesidad actual y futura del país de producción agrícola, reafirma lo acertado que pueden ser este tipo de proyectos, que además de elevar el nivel de ingreso de una determinada zona provea de alimentos tradicionales básicos a la población mexicana de escasos recursos.

C U A D R O 3.10

PRODUCCION CON EL PROYECTO (en toneladas)

Cultivo	Año		
	1	10	20
Maíz	920	11 121	12 975
Frijol		3 466	4 150
Alfalfa	25 155	75 648	88 650
Jitomate	780	5 424	5 876
Cebada	47	865	988
Arboles Fru- tales		101	532

C A P I T U L O I V

INGENIERIA DEL PROYECTO

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 SELECCION DEL METODO DE RIEGO

La selección de un método de riego se encuentra en función de las características físicas del terreno y el costo mínimo por la construcción, operación y mantenimiento del sistema.

Existen tres formas utilizadas en la distribución del agua, la superficial o de gravedad, la de aspersión y de goteo.

El riego por gravedad consiste básicamente en la distribución del agua debida a la pendiente, encauzada a través de una red de canales y estructuras hidráulicas al terreno de riego, donde se reparte por diferentes métodos de riego, como los de surcos, terrazas, corrugaciones, etc.

El riego de un terreno por un método de superficie se logra mediante una o más de las etapas que siguen: la corriente de avance inicial que sale hacia abajo de la pendiente, el período de humedecimiento, cuando toda el agua es de corriente de infiltración y la corriente de receso, después de que se corta el suministro del agua.

Un sistema de riego por aspersión consiste de una red de tuberías para transmitir el agua a los rociadores o aspersores con una presión suficiente. Cuando no se logra una carga hidráulica adecuada se utiliza el bombeo.

La distribución del agua por goteo se realiza a través de tubería de pequeño diámetro, la cual consta de pequeños poros, por los que gotas de agua caen al terreno natural.

En México, por lo general, se ha venido utilizando el sistema de riego por gravedad, ya que es el más económico y el que mejor se adapta a los diferentes tipos de riego utilizados a través de muchos años por el agricultor mexicano. Este tradicionalismo ha sido un factor que ha limitado la operación de otros sistemas como el de aspersión y el de goteo, ya que en muchas ocasiones y sobre todo en las regiones marginadas, el campesino no acepta el cambio en sus formas acostumbradas de riego.

Factores que intervienen en la selección del método de riego:

- a) Preparación del terreno. Las características del terreno son un elemento muy importante para que un riego sea efectivo. La calidad y tipo de suelo determinan la necesidad de un riego constante con una lámina de agua o riegos ligeros en periodos cortos de tiempos.

Esta característica se encuentra íntimamente ligada a la profundidad radicular, ya que entre más profundo sea el suelo, necesitará de una lámina mayor de agua, también en función de la permeabilidad.

En el riego por gravedad o de superficie será preferible que el terreno no tenga pendientes fuertes. Pero dado el caso, es posible utilizar métodos como los de terracedo o surcos en contorno. Este método se utiliza en regiones con suelos profundos y de preferencia con permeabilidad lenta moderada.

El método de aspersión es aplicado en suelos delgados, rápidamente permeables, donde la topografía consta de pendientes pronunciadas y es irregular.

- b) Cantidad y calidad de agua. La cantidad y el costo del agua son factores que influyen mucho en la elección de un método de riego. El sistema de aspersión puede ser utilizado con gran eficiencia cuando no se

requiere una lámina considerable de agua; en cambio el de gravedad, es conveniente cuando es necesario - transportar grandes volúmenes de agua, en suelos de gran profundidad radicular.

Un elemento importante que hay que tomar en cuenta, - es la existencia de sedimentos en el agua que se va a utilizar, ya que éstos pueden obstruir la circulación del agua a través de tuberías, como es el caso de aspersión y goteo; ésto se puede evitar tratando el agua antes de que sea distribuída, lo que resulta muy costoso.

Bajo estas circunstancias, se prefiere utilizar los métodos de gravedad, cuidando de proveer con estructuras convenientes a los canales para evitar asolvamiento.

- c) **Clima.** En general, en lugares con vientos que - sobrepasan los 15 km/hora, dificultan la operación de los rociadores, ya que la distribución del agua - se distorsiona.

Para el método de aspersión se recomienda el clima - húmedo y templado, mientras que el riego por gravedad puede adaptarse fácilmente en regiones con temperaturas altas y con bajas humedades.

- d) **Cultivos.** El tipo de cultivo tiene poco efecto para la elección de un método de riego, ya que con cual - quier sistema de riego bien adaptado se pueden lograr - eficiencias similares.
- e) **Actitud del usuario.** La utilización de un método de riego deberá ser congruente con el nivel de desarrollo técnico y la forma como se acostumbra cultivar -- de una región. En muchas circunstancias se pueden -- llegar a tener pérdidas frecuentes en la eficiencia de la producción como consecuencia de la actitud de -- rechazo del agricultor.

En particular para el proyecto se eligió el sistema de riego por gravedad para toda el área, no obstante que -- existen posibilidades de implementar otros métodos en luga-

res específicos del proyecto. De acuerdo a los factores mencionados se tomaron en cuenta las siguientes razones:

1. El suelo es regularmente profundo, con permeabilidad lenta.
2. A pesar de que existan zona con pendientes muy pronunciadas será posible adaptar métodos superficiales.
3. El volumen de agua requerido para las 8 mil 165 hectáreas es considerable, por lo que haría difícil y costoso la distribución del agua con tuberías de gran diámetro.
4. El proyecto utilizará para el riego aguas de retorno, provenientes de las aguas negras del Valle de México, por lo que es posible concluir que éstas contarán con sedimentos.
5. El clima en la región es de temperaturas altas y seco.
6. Los beneficiarios han mostrado inconformidad por cambiar a otros métodos de riego diferentes de los que están acostumbrados.

OBTENCION DE LAS SECCIONES EN LOS CANALES DE RIEGO - POR GRAVEDAD

Para obtener las dimensiones del canal en sus tramos respectivos, es necesario conocer: gasto, talud, coeficiente de rugosidad, pendiente del canal y bordo libre.

El gasto se obtiene a partir del gasto total en el inicio del canal, y conforme se va avanzando se le va restando el agua susceptible de extraer. Teniéndose al final del canal un gasto mínimo.

El talud estará dado de acuerdo al material con que está construido el canal.

Revestido 1 a 1.5:1 (concreto)
 Mampostería 0.4:1
 Tierra 1.5 a 2.0:1
 Coef. de rugosidad:
 Tierra^o 0.025
 Revestido 0.017

El bordo libre que se dará dependerá del gasto y la pendiente se obtiene por la topografía del terreno.

4.2 SISTEMA DE CANALES

La finalidad de un sistema de canales es proporcionar agua en cantidades y presiones adecuadas, a todos los terrenos agrícolas que se encuentran en las zonas servidas. El sistema debe ser de manejo cómodo y mezclarse en el patrón agrícola, sin distorcionarlo innecesariamente. Los problemas de diseño de canales se pueden clasificar como:

- a) De distribución
- b) De capacidad
- c) De distribución y control del flujo.

Son tan variadas las condiciones que prevalecen en los distintos lugares en que se practica el riego, que un método de diseño demasiado rígido tiende a obstaculizar las innovaciones útiles, las prácticas de diseño locales se desarrollan dentro del sistema general en su conjunto.

TRAZADO DE CANALES

El canal principal es el que domina toda el área regable y abastece el sistema de canales laterales. Generalmente se localiza a lo largo de las curvas del nivel tratando de dominar la mayor área posible de tierras.

Cuando el canal debe atravesar por una zona de topografía muy accidentada como es el caso que se analiza, se sigue un procedimiento como el siguiente:

Es indispensable contar con planos topográficos a escala 1: 10000, 1: 20000 ó 1: 50000 con objeto de marcar sobre ellos varias rutas generales por donde pueda ser localizado el canal. La ruta obligada queda definida por la topografía del terreno y por los puntos obligados a pasar como:

los puertos, los talwegs, y algunos otros sitios, como al - cantarillados, etc.; se tendrá en cuenta además de las con - diciones topográficas, las condiciones geológicas del terre - no, especialmente, por lo que se refiere a la estabilidad - de las laderas y su tendencia al deslizamiento.

Es muy importante tener en cuenta las condiciones - geológicas para estar seguros de proyectar los taludes más - convenientes que debe tener el canal. En algunas ocasiones se ve la necesidad de desechar algunas rutas, ya sea porque el terreno sea susceptible de producir derrumbes, en el pro - pio canal o en las laderas, o por costo excesivo de las -- obras de protección o cualesquier otra circunstancia. De - esta manera se van eliminando algunas de las rutas escogi - das sobre los planos topográficos (En el plano No. 3 se - muestra el trazado general de canales para el proyecto).

Además de los estudios topográfico y geológicos que - se hacen, se deberá tener en cuenta las condiciones econó - micas y sociales de la zona.

Una vez elegido el trazo del canal principal debemos ~~tener en cuenta que se debe dejar una banquetta de una anchu - ra mínima de dos mts. del lado de abajo de la ladera. Esta - banquetta deberá quedar alojada en material firme que no ha - ya sido aflojado por los explosivos y deberá estar a una - elevación de un metro como mínimo arriba de la superficie - libre del agua para el tirante normal.~~

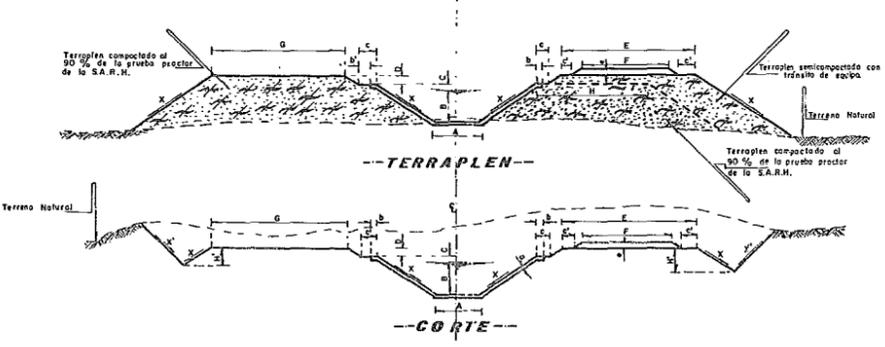
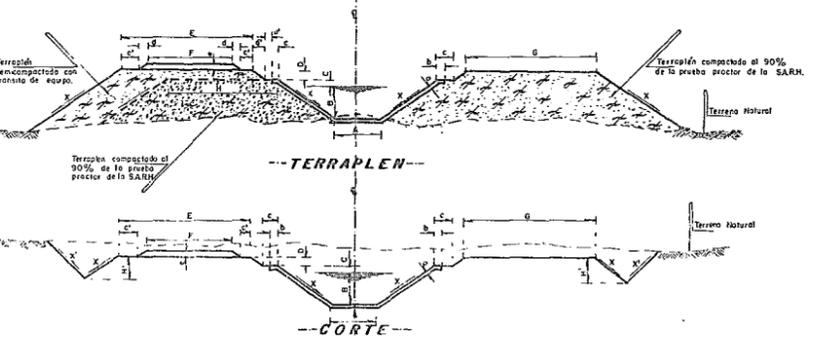
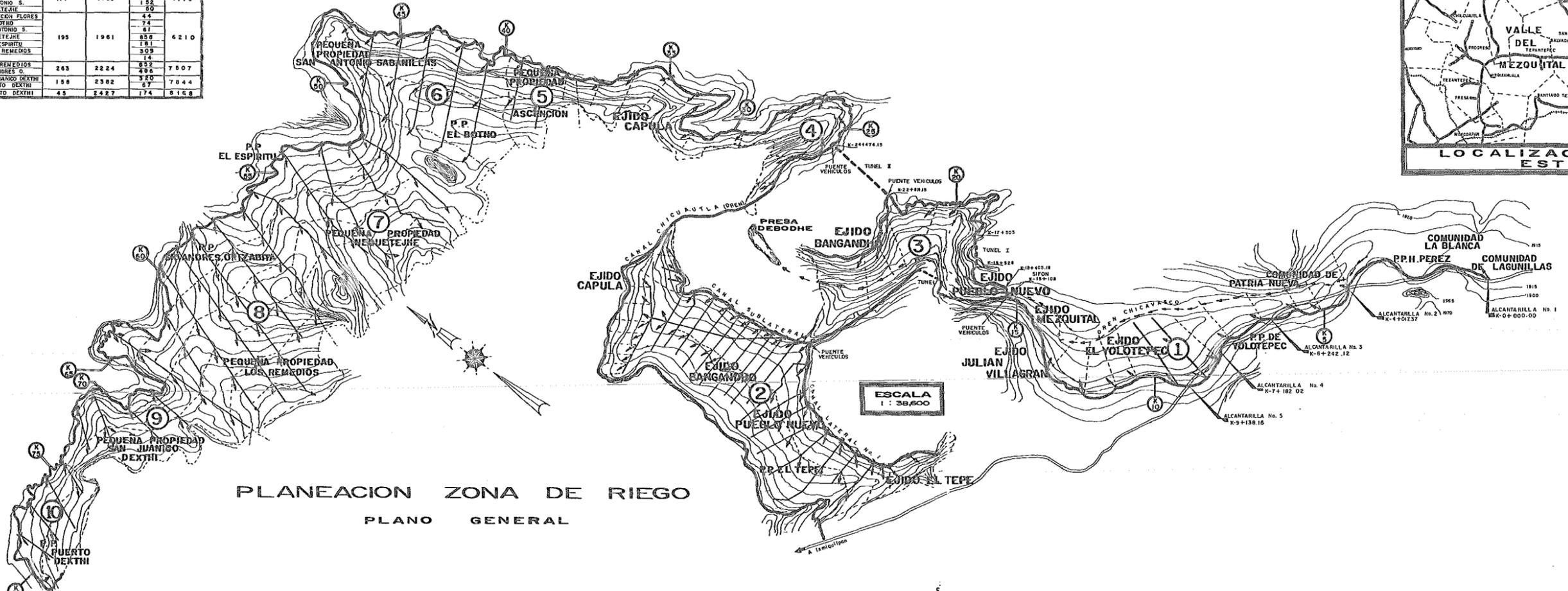
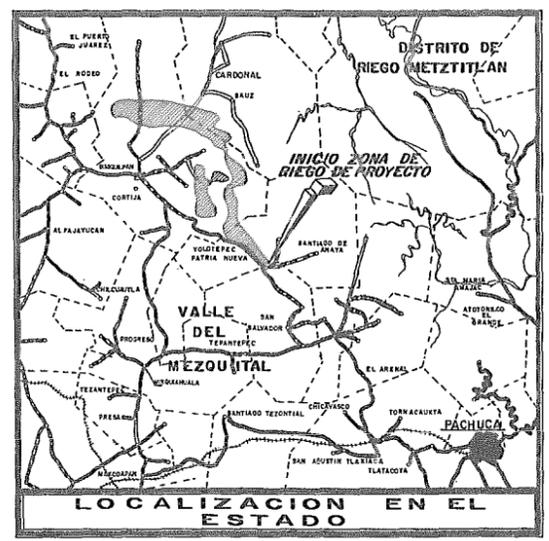
SISTEMA DE DISTRIBUCION

Está formado por una red compuesta por los siguien - tes canales:

1. Los laterales: son aquéllos que dominan las divisio - nes principales del área regable y abastecen a los - sublaterales.
2. Los sublaterales: que son necesarios para ramificar un lateral en dos o más canales.
3. Los ramales: que son abastecidos por los sublatera - les y que a su vez abastecen las regaderas. En algu - nos distritos de riego aún es necesario subdividir - los ramales en subramales antes de llegar a la rega - dera.

TRAMO	TENENCIA BENEFICIARIA NOMBRE	USUARIOS		HECTAREAS BENEFICADAS	
		PARTIAL	ACUMULADO	PARTIAL	ACUMULADO
1	K-01000 - K-141975 COMUNIDAD DE LAGUNILLAS PEQUEÑAS PROPIEDADES HNOS. PEREZ COMUNIDAD PATRIA NUEVA PEQUEÑAS PROPIEDADES DE YOLOTEPEC EJIDOS DE YOLOTEPEC EJIDO JUAN VILLAGRAN EJIDO VIELO NUEVO	780	780	975	975
2	LATERAL No. 1 K-141975 PEQUEÑAS PROPIEDADES EL TEPE EJIDOS EL TEPE PEQUEÑAS PROPIEDADES SR. PAULIN EJIDO CAPULA	438	1188	1710	2693
3	K-141975 - K-221814 EJIDO BANGANDI	70	1258	308	3001
4	K-221814 - K-337730 EJIDO CAPULA	349	1607	634	3635
5	K-337730 - K-391525 EJIDO CAPULA PEQUEÑA PROPIEDAD ASCENSION FLORES PEQUEÑA PROPIEDAD EL BOTHO	45	1652	259	3932
6	K-391525 - K-514000 PEQUEÑA PROPIEDAD ASCENSION FLORES PEQUEÑA PROPIEDAD EL BOTHO PEQUEÑA PROPIEDAD SN. ANTONIO S. PEQUEÑA PROPIEDAD NEQUETEJE	114	1766	582	4719
7	K-514000 - K-564890 PEQUEÑA PROPIEDAD ASCENSION FLORES PEQUEÑA PROPIEDAD EL BOTHO PEQUEÑA PROPIEDAD SN. ANTONIO S. PEQUEÑA PROPIEDAD NEQUETEJE PEQUEÑA PROPIEDAD EL ESPIRITU PEQUEÑA PROPIEDAD LOS REMEDIOS EJIDO CAPULA	195	1961	858	6210
8	K-564890 - K-666180 PEQUEÑA PROPIEDAD LOS REMEDIOS PEQUEÑA PROPIEDAD SN. ANTONIO S. PEQUEÑA PROPIEDAD SN. JUANCO DEXTHI PEQUEÑA PROPIEDAD PUERTO DEXTHI	285	2224	496	7007
9	K-666180 - K-754500 PEQUEÑA PROPIEDAD PUERTO DEXTHI	158	2382	67	7044
10	K-754500 - K-804950 PEQUEÑA PROPIEDAD PUERTO DEXTHI	45	2427	174	8168

DATOS GENERALES DEL PROYECTO	
FUENTE DE APROVECHAMIENTO	RETORNOS (OREHAJE) DEL DISTRITO DE RIEGO '03 ZONA SAN SALVADOR POZOS PROFUNDOS
LOCALIDADES BENEFICIADAS	10
USUARIOS BENEFICIADOS	2,427
GASTO TOTAL REQUERIDO	10.299 m ² /seg.



UNAM INGENIERIA CIVIL
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
PROYECTO "YOTHO"
 MPIO. DE IXMIGUILPAN Y CARDONAL
 ESTADO DE HIDALGO
 EXPOSANTE: OSCAR DAVID MEZA CARRILLO
 EXPOSANTE: P. ALBERTO VINAGERAS BARROSO
 MEXICO, 01-1975

Para la localización de los canales laterales hay tres criterios generales a seguir que son los siguientes:

- a. Según la topografía del terreno.
- b. Respetando los linderos que ya existen.
- c. Siguiendo un sistema combinado.

Siguiendo la topografía del terreno:

Es seguramente el más económico, pues los canales se localizan por los parte-aguas y van dominando hacia ambos lados, por lo cual la red de distribución resulta más corta que con cualquier otro sistema. Además, se aprovechan los talwegs para alojar los drenes.

Respetando los linderos:

En algunas ocasiones cuando ya existen linderos de propiedades bien definidas en el campo, es conveniente localizar los canales laterales siguiendo precisamente estos linderos hasta donde las condiciones topográficas lo permitan, pues se originarían grandes trastornos en el régimen de la propiedad en el caso de invadir propiedades existentes.

Siguiendo un sistema combinado:

Estos canales se van adaptando en algunas ocasiones a la topografía del terreno, en otros lugares de la zona de riego se sigue la cuadrícula y donde hay lotes de propiedad privada se hacen los quiebres necesarios para respetar los linderos, si lo permite la topografía. Este sistema es el más conveniente.

4.2.1 COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO

La lámina de riego efectiva de cada cultivo se determinará por la diferencia entre la Evapotranspiración o Uso Consultivo y la precipitación efectiva. Existe un método con el cual se puede saber qué meses son los que se deben tomar en cuenta en cuanto a la precipitación, llamado Método de Prescott, el cual señala que se podrá utilizar la precipitación como una cantidad adicional en el riego siempre-

y cuando pase la limitación siguiente:

$$0.8 P \cong 0.9 E.T. 0.75$$

donde:

P = precipitación media mensual en cms.

E.I. = Evapotranspiración obtenida por el método de Thornthwaite.

Cálculo de la Evapotranspiración por el método de Thornthwaite:

Este método está basado en la temperatura local de la región en que se lleva a cabo el estudio para obtener la evapotranspiración potencial. Su fórmula es:

$$E.T. = 1.6 \left(\frac{10T}{I} \right)^a$$

en donde:

T = temperatura media mensual en °C

I = índice de calor para los 12 meses del año

a = exponente adimensional

donde:

$$I = \sum i$$

$$i = (T/5)^{1.514}$$

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.792 \times 10^{-2} I + 0.49239$$

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

1. De los registros de precipitación que se tengan en la zona de estudio tomar la media para cada mes, T.
2. Calcular la i mensual.
3. Determinar el índice de calor, I para todo el año.

4. Calcular a.
5. Calcular la evapotranspiración potencial, E.T.
6. El valor obtenido se ajustará de acuerdo a una tabla que proporciona un coeficiente de acuerdo a la latitud del lugar.

Para el proyecto se utilizaron los datos hidrológicos obtenidos de la SARH desde 1940 en la estación de Ixmiquilpan.

De éstos, se obtuvo la precipitación media mensual a lo largo de todos los registros anuales.

Del seguimiento de los pasos anteriores se obtuvieron los siguientes resultados que se presentan junto con el cálculo de la lluvia efectiva que señala el método de Prescott.

MES	P	0.8P	E.T.	E.T. ^{0.75}	0.9E.T. ^{0.75}
Enero	0.96	0.768	3.39	2.498	2.250
Febrero	0.39	0.312	4.14	2.900	2.610
Marzo	0.94	0.752	6.28	3.967	3.570
Abril	2.60	2.080	8.90	5.152	4.637
Mayo	5.37	4.296	9.90	5.580	5.023
Junio	9.50	7.440	9.80	5.538	4.984
Julio	5.68	4.544	9.60	5.453	4.908
Agosto	5.06	4.048	9.50	5.410	4.870
Septiembre	6.50	5.200	7.70	4.622	4.160
Octubre	3.17	2.586	6.00	3.830	3.450
Noviembre	1.13	0.904	4.30	2.986	2.687
Diciembre	0.84	0.672	3.30	2.448	2.203

Es así que de acuerdo a estos cálculos los meses que resultaron dentro de los límites $0.8 P \geq 0.9 E.T.^{0.75}$ fueron junio y septiembre; en estos meses será donde únicamente se reste la precipitación efectiva que se calcula en el cuadro siguiente.

Cálculo de uso consuntivo:

Existen varios métodos para el cálculo de uso consuntivo, de los más comúnmente usados podemos mencionar el de Thornthwaite y el de Blaney-Criddle; el primero se utiliza en regiones húmedas y el segundo por lo general es más representativo de las regiones áridas. En el proyecto habremos entonces de utilizar este último.

Antes de mencionar el proceso de cálculo, definiremos lo que se entiende por uso consuntivo: el uso consuntivo es la cantidad o lámina de agua utilizada por las plantas en su función de transpiración y crecimiento, así como la que se evapora por la temperatura en el suelo donde las plantas se desarrollan.

Para el cálculo de uso consuntivo por el método de Blaney-Criddle se utilizan una serie de coeficientes de desarrollo, determinados para cada cultivo, además de la precipitación y temperatura media de la zona en estudio.

La fórmula es la siguiente:

$$U.C. = KF$$

donde:

$$\begin{aligned}
 U.C. &= \text{uso consuntivo o lámina de riego} \\
 K &= \text{coeficiente que depende de cada cultivo} \\
 F &= \sum_{i=1}^n f
 \end{aligned}$$

El valor de f se encuentra en función de la temperatura media y del porcentaje mensual de horas luz del total en el año. Este último valor se obtiene de tablas (1), de esta manera:

$$f = \frac{t \times p}{100}$$

donde:

$$\begin{aligned}
 t &= \text{temperatura media mensual en grados Fahrenheit} \\
 p &= \text{porcentaje de horas luz del mes con respecto al total anual.}
 \end{aligned}$$

1/ Bruce Withers/Stanley Vipond, "El Riego: diseño y práctica", Ed. Diana, México, 1978.

C U A D R O 4.1.
 CALCULO DEL USO CONSUNTIVO. ESTIMACION DE
 PARAMETROS BASICOS

Mes	Temperatura	$\frac{^{\circ}\text{C}+17.77}{21.57}$	P	f	Precipitación	
	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{F}$)	(%)	(cm)	media	efectiva
					(cm)	(cm)
Enero	13.9	1.47	7.74	7.562	0.96	0.92
Febrero	15.4	1.54	7.26	7.949	0.39	0.39
Marzo	18.2	1.67	8.41	11.194	0.94	0.90
Abril	10.3	1.76	8.53	12.991	2.60	2.44
Mayo	21.3	1.81	9.14	14.798	5.37	4.83
Junio	21.5	1.82	9.00	14.750	9.50	7.60
Julio	20.6	1.78	9.23	14.316	5.68	5.11
Agosto	20.7	1.78	8.95	13.971	5.06	4.55
Septiembre	20.0	1.75	8.29	12.393	6.50	5.85
Octubre	18.1	1.66	8.17	10.800	3.17	2.98
Noviembre	15.9	1.56	7.59	8.614	1.13	1.08
Diciembre	14.3	1.49	7.66	7.721	0.84	0.81

P = Porcentaje de horas luz en tablas
 f = factor de evapotranspiración

Precipitación

Media (cm)	Efectiva (cm)
0.0-0.50	Pm x 1.0
0.5-2.5	Pm x 0.96
2.5-5.0	Pm x 0.94
5.0-7.5	Pm x 0.90
7.5-10.0	Pm x 0.80
10.0-12.5	Pm x 0.76

Una vez obtenido el f mensual se obtiene el uso consuntivo para cada cultivo, para ésto, se determina para cada cultivo el período o ciclo agrícola, posteriormente se procede a calcular el coeficiente K , el cual se encuentra en función de los coeficientes de uso consuntivo siguientes:

- a. Coeficiente de desarrollo para cada cultivo (K_c)
- b. Coeficiente global de desarrollo (K_g)
- c. Coeficiente de corrección (J)

Para el valor de K_c existen gráficas en las que se dan los coeficientes de desarrollo de cada cultivo para cada mes del año, asimismo se puede encontrar el valor de K_g en tablas y por último el valor de J se obtiene con la siguiente fórmula:

$$J = \frac{\sum f}{\sum U.C.} \quad Kg$$

En donde $U.C.$ corresponde a la precipitación efectiva, la cual fue obtenida de la precipitación media de la zona, como se muestra en el cuadro No. 4.1

Con la estimación de los tres coeficientes se procede a calcular el uso consuntivo o lámina de riego neta LRN según la siguiente fórmula:

$$LRN = U.C. \times K_c \times J$$

La lámina de riego neta se ve afectada por un factor de eficiencia de riego n con lo que se obtiene la lámina de riego bruta LRB , es decir:

$$LRB = LRN \times n$$

A continuación en los cuadros 4.2 a 4.9, se muestran los cálculos de uso consuntivo para cada uno de los cultivos previstos en el proyecto.

En el cuadro No. 4.10 se presenta en resumen la lámina efectiva o bruta para cada cultivo, en el cuadro no. 4.11, el área respectiva de cada cultivo y por último, en el cuadro No. 4.12, el volumen de agua requerido, obtenido por el producto de área por lámina de riego bruta.

C U A D R O 4.2
CALCULO DEL USO CONSUMTIVO PARA CADA
CULTIVO

Cultivo de: Verano
Cultivo: Maíz (45%)
Perfodo: Junio-Agosto

Mes	f	Kc	U.C. (cm)	JxU.C. (cm)	Lámina de riego neta (cm)	Lámina de riego bruta (cm)
Enero	7.562					
Febrero	7.949					
Marzo	11.194					
Abril	12.991	0.58	7.535	5.4704	5.4704	9.117
Mayo	14.798	0.92	13.614	9.8838	9.8838	16.473
Junio	14.750	1.08	15.931	11.5659	3.9659	6.098
Julio	14.316	1.00	14.316	10.3934	10.3934	17.322
Agosto	13.971	0.86	12.015	8.7229	8.7229	14.538
Septiembre	12.393					
Octubre	10.800					
Noviembre	8.614					
Diciembre	7.721					
T o t a l	70.827		63.411		38.436	63.548

$$Kg = 0.65$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{\sum f}{\sum U.C.} \quad Kg = \frac{70.827}{63.411} \quad 0.65 = 0.7260$$

$$\text{Lámina de riego neta (LRN)} = (JxU.C.) = \text{Precipitación efectiva}^+$$

$$\text{Lámina de riego bruta (LRB)} = \text{LRN}/\eta$$

+ De acuerdo al criterio de Prescott

C U A D R O 4.3

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA CULTIVO

Cultivo de: Verano
 Cultivo: Frijol (28%)
 Período: Junio-Septiembre

Mes	f	Kc	U.C. (cm)	JxU.C. (cm)	Lámina Neta (cm)	de riego Bruta (cm)
Enero	7.562					
Febrero	7.949					
Marzo	11.194					
Abril	12.991					
Mayo	14.798					
Junio	14.750	0.80	11.800	8.7332	1.1332	1.8885
Julio	14.316	1.12	16.033	11.8660	11.8660	19.9430
Agosto	13.971	0.96	13.412	9.9262	9.9262	16.5437
Septiembre	12.393	0.60	7.4360	5.5034	-	-
Octubre	10.800					
Noviembre	8.614					
Diciembre	7.721					
T o t a l	55.431		48.6810		22.9254	37.8622

$$\text{Kg} = 0.65$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{\sum f}{\sum U.C.} \quad \text{Kg} = \frac{55.431}{48.681} \quad 0.65 = 0.7401$$

Lámina de riego neta (LRN) = (JxU.C.) = Precipitación efectiva +

Lámina de riego bruta (LRB) = LRN/ η

+ De acuerdo al criterio de Prescott

C U A D R O 4.4
CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA CULTIVO

Cultivo de: Invierno
Cultivo: Maíz (45%)
Período: Febrero-Junio

Mes	f	Kc	U.C.	JxU.C.	Lámina de riego	
			(cm)	(cm)	Neta (cm)	Bruta (cm)
Enero	7.562					
Febrero	7.949	0.58	4.61	3.4417	3.4417	5.7362
Marzo	11.194	0.92	10.298	7.6882	7.6882	12.8137
Abril	12.991	1.08	14.030	10.4774	10.4774	17.4623
Mayo	14.798	1.00	14.798	11.0478	11.0478	18.4130
Junio	14.750	0.86	12.685	9.4703	1.8703	3.1171
Julio	14.316					
Agosto	13.971					
Septiembre	12.393					
Octubre	10.800					
Noviembre	8.614					
Diciembre	7.721					
T o t a l	61.680		56.4219		34.5259	57.5423

$$Kg = 0.65$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{M f}{M U.C.} \quad Kg = \frac{61.680}{56.4219} \quad 0.65 = 0.7106$$

Lámina de riego neta (LRN) = (J x U.C.) = Precipitación efectiva+

Lámina de riego bruta (LRB) = LRN/ η

+ De acuerdo al criterio de Prescott

C U A D R O No. 4.5
CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA CULTIVO

Cultivo de: Invierno
Cultivo: Frijol (28%)
Período: Febrero-Junio

Mes	f	Kc	U.C.	JxU.C.	Lámina de riego	
			(cm)	(cm)	Neta (cm)	Bruta (cm)
Enero	7.562					
Febrero	7.949	0.75	5.961	4.4758	4.4758	7.4597
Marzo	11.194	1.06	11.865	8.9089	8.9089	14.8482
Abril	12.991	1.10	14.290	10.7297	10.7297	17.8828
Mayo	14.798	0.84	12.430	9.3310	9.3310	15.5117
Junio	14.750	0.60	8.850	6.6451	-	-
Julio	14.316					
Agosto	13.971					
Septiembre	12.393					
Octubre	10.800					
Noviembre	8.614					
Diciembre	7.721					
T o t a l	61.681		53.3960		33.4454	55.7024

$$K_g = 0.65$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{\sum f}{\sum U.C.} \quad K_g = \frac{61.6810}{53.3960} \cdot 0.65 = 0.7509$$

Lámina de riego neta (LRN) = (J x U.C.) = Precipitación efectiva+

Lámina de riego bruta (LRB) = LRN/ η

+ De acuerdo al criterio de Prescott

C U A D R O 4.6

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA CULTIVO

Cultivo de: Invierno
 Cultivo: Hortalizas (tomate) (6%)
 Período: Febrero-Junio

Mes	f	Kc	U.C. (cm)	JxU.C. (cm)	Lámina de riego Neta (cm)	de riego Bruta (cm)
Enero	7.562					
Febrero	7.949	0.48	3.815	3.7055	3.7055	6.1758
Marzo	11.194	0.80	8.955	8.6980	8.6980	14.4967
Abril	12.991	1.03	13.380	12.9961	12.9961	21.6602
Mayo	14.798	0.88	13.022	12.6483	12.6483	21.0805
Junio	14.750	0.70	10.325	10.0287	2.4287	4.0479
Julio	14.316					
Agosto	13.971					
Septiembre	12.393					
Octubre	10.800					
Noviembre	8.614					
Diciembre	7.721					
T o t a l	61.6810		49.4970		40.4766	65.1009

$$Kg = 0.70$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{\sum f}{\sum U.C.} \text{ Kg} = \frac{61.6810}{49.4970} \cdot 0.70 = 0.9713$$

$$\text{Lámina de riego neta (LRN)} = (J \times U.C.) = \text{Precipitación efectiva} +$$

$$\text{Lámina de riego bruta (LRB)} = \text{LRN}/\eta$$

+ De acuerdo al criterio de Prescott.

C U A D R O 4.7
CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA
CULTIVO

Cultivo de: Invierno
Cultivo: Cebada (3%)
Período: Febrero-Junio

Mes	f	Kc	U.C.	J X U.C.	Lámina de riego	
			(cm)	(cm)	Neta (cm)	Bruta (cm)
Enero	7.562					
Febrero	7.949	0.56	4.451	3.3230	3.3230	5.5383
Marzo	11.194	1.27	12.216	9.1201	9.1201	15.2002
Abril	12.991	1.62	21.045	15.7116	13.2716	22.1193
Mayo	14.798	1.32	19.533	14.5828	14.5828	24.3047
Junio	14.750	0.60	8.850	6.6072		
Julio	14.316					
Agosto	13.971					
Septiembre	12.393					
Octubre	10.800					
Noviembre	8.614					
Diciembre	7.721					
T o t a l	61.6810		66.0950		40.2975	67.1625

$$Kg = 0.80$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{M f}{M U.C.} \quad Kg = \frac{61.6810}{66.0950} 0.80 = 0.7465$$

Lámina de riego neta (LRN) = (J x U.C.) - Precipitación efectiva+

Lámina de riego bruta (LRB) = LRN/ η

+De acuerdo al criterio de Prescott.

C U A D R O 4.8

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA CULTIVO

Cultivo de: Todo el año o perene
 Cultivo: Aguacate (4%)
 Período: Enero-Diciembre

Mes	f	Kc	U.C.	J x U.C.	Lámina de riego	
			(cm)	(cm)	Neta (cm)	Bruta (cm)
Enero	7.562	0.25	1.890	2.1218	2.1218	3.5363
Febrero	7.949	0.42	3.338	3.7475	3.7475	6.2458
Marzo	11.194	0.58	6.492	7.2884	7.2884	12.1473
Abril	12.991	0.71	9.223	10.3544	10.3544	17.2573
Mayo	14.798	0.78	11.542	12.9579	12.9579	21.5965
Junio	14.750	0.81	11.948	13.4137	5.8137	9.6895
Julio	14.316	0.78	11.166	12.5357	12.5357	20.8928
Agosto	13.971	0.72	10.059	11.2929	11.2929	18.8215
Septiembre	12.393	0.63	7.827	8.7647	2.9147	4.8578
Octubre	10.800	0.53	5.724	6.4262	6.4262	10.7103
Noviembre	8.614	0.43	3.704	4.1584	4.1584	6.9307
Diciembre	7.72	0.33	2.547	2.8594	2.8594	4.7657
T o t a l	137.080		85.440		82.4654	137.4515

$$Kg = 0.70$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{\sum f}{\sum U.C.} \quad Kg = \frac{137.080}{85.440} \cdot 0.70 = 1.1227$$

$$\text{Lámina de riego neta (LRN)} = (J \times U.C.) - \text{Precipitación efectiva} +$$

$$\text{Lámina de riego bruta (LRB)} = \text{LRN}/\eta$$

+ De acuerdo al criterio de Prescottt.

C U A D R O 4.9

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA CULTIVO

Cultivo de: todo el año o perene
 Cultivo: Alfalfa (14%)
 Período: Enero-Diciembre

Mes	f	Kc	U.C. (cm)	J x U.C. (cm)	Lámina de riego Neta (cm)	Bruta (cm)
Enero	7.562	0.64	4.839	3.5160	3.5160	5.8600
Febrero	7.949	0.75	5.961	4.3312	4.3312	7.2187
Marzo	11.194	0.87	9.738	7.0755	7.0755	11.7925
Abril	12.991	1.00	12.991	9.4392	9.4392	15.7320
Mayo	14.798	1.10	16.277	11.8267	11.8267	19.7112
Junio	14.750	1.15	16.963	12.3252	4.7252	7.8753
Julio	14.316	1.13	16.177	11.7541	11.7541	19.5902
Agosto	13.971	1.07	14.948	10.8611	10.8611	18.1018
Septiembre	12.393	1.00	12.393	9.0047	3.1547	5.2578
Octubre	10.800	0.91	9.828	7.1409	7.1409	11.9015
Noviembre	8.614	0.79	6.905	4.9445	4.9445	8.2408
Diciembre	7.721	0.66	5.095	3.7020	3.7020	6.1700
T o t a l	137.080		132.015		82.4711	137.4518

$$Kg = 0.70$$

$$\eta = 0.60$$

$$J = \frac{f}{U.C.} \quad Kg = \frac{137.080}{132.015} \cdot 0.70 = 0.7266$$

$$\text{Lámina de riego neta (LRN)} = (J \times U.C.) - \text{Precipitación efectiva} +$$

$$\text{Lámina de riego bruta (LRB)} = \text{LRN} / \eta$$

+De acuerdo al criterio de Prescott.

C U A D R O 4.10

LAMINA DE RIEGO BRUTA (L.R.B.)

Mes	Maíz	Frijol	Tomate	Alfalfa	Cebada	Aguacate	Total
Enero				5.8600		3.5363	9.3963
Febrero	5.7362	7.4597	6.1758	7.2187	5.5383	6.2458	38.3745
Marzo	12.8137	14.8482	14.4967	11.7925	15.2002	12.1473	81.2986
Abril	17.4623	17.8828	21.6602	15.7320	22.1193	17.2573	112.1139
Mayo	18.4130	15.5117	21.0805	19.7112	24.3047	21.5965	96.3129
Junio	6.0980	1.8885	4.0479	7.8753	-	9.6895	29.5992
Julio	17.3220	19.9430		19.5902		20.8928	77.7480
Agosto	14.5380	16.5437		18.1018		18.8215	68.0050
Septiembre		-		6.2578		4.8578	10.1156
Octubre				11.9015		10.7103	22.6118
Noviembre				8.2408		6.9307	15.1715
Diciembre				6.1700		4.7657	10.9357
Total	92.3832	94.0776	65.1009	137.4518	67.1625	137.4515	593.6275
Porcentaje	(15.56%)	(15.85%)	(10.97%)	(23.15%)	(11.31%)	(23.15%)	(100.0%)

C U A D R O 4.11
 AREA SEMBRADA CON CADA CULTIVO DURAN
 TE UN AÑO

Mes	Maíz	Frijol	Tomate	Alfalfa	Cebada	Aguacate	Total
Enero				1182.4		268.0	1450.4
Febrero	3707.0	2311.0	452.0	1182.4	244.6	268.0	8165.0
Marzo	3707.0	2311.0	452.0	1182.4	244.6	268.0	8165.0
Abril	3707.0	2311.0	452.0	1182.4	244.6	268.0	8165.0
Mayo	3707.0	2311.0	452.0	1182.4	244.6	268.0	8165.0
Junio	3707.0	2311.0	452.0	1182.4	244.6	268.0	8165.0
Julio	3707.0	2311.0		1182.4		268.0	7468.4
Agosto	3707.0	2311.0		1182.4		268.0	7468.4
Septiembre				1182.4		268.0	1450.4
Octubre				1182.4		268.0	1450.4
Noviembre				1182.4		268.0	1450.4
Diciembre				1182.4		268.0	1450.4
T o t a l	3707.0	2311.0	452.0	1182.4	244.6	268.0	8165.0
Porcentaje	(45%)	(28%)	(6%)	(14%)	(3%)	(4%)	(100%)

C U A D R O 4.12
VOLUMEN DE AGUA EN MILES DE M³

Mes	Mafz	Frijol	Tomate	Alfalfa	Cebada	Aguacate	Total
Enero				629.9		94.8	787.7
Febrero	2126.4	1723.9	279.1	853.5	135.5	167.4	5285.8
Marzo	4750.0	3431.4	655.3	1394.3	371.8	325.5	10927.9
Abril	6473.3	4132.7	979.0	1860.2	541.0	462.5	14448.7
Mayo	6825.7	3584.8	952.8	2330.7	594.5	578.8	14867.3
Junio	2260.5	436.4	183.0	931.2	-	259.7	4070.8
Julio	6421.3	4608.8		2316.3		559.9	13906.3
Agosto	5389.2	3823.2		2140.4		504.4	11857.2
Septiembre		-		621.7		130.2	751.9
Octubre				1407.2		287.0	1694.2
Noviembre				974.4		185.7	1160.1
Diciembre				729.5		127.7	857.2
T o t a l	34246.4	21741.2	3049.2	16252.3	1642.8	3683.6	80615.3
Porcentaje	(42.5%)	(27.0%)	(3.8%)	(20.2%)	(2.0%)	(4.6%)	(100.0%)

De las tablas anteriores, se eligen los volúmenes mensuales mayores para el mes de mayor demanda de cada cultivo, - como se muestra a continuación:

Cultivo	Volumen mensual (miles de m3)	Mes	Volumen anual (miles de m3)
Maíz	6825.7	mayo	34 246.4
Frijol	4132.7	abril	21 741.2
Tomate	979.0	abril	3 049.2
Alfalfa	2330.7	mayo	16 252.3
Cebada	594.5	mayo	1 642.8
Aguacate	578.8	mayo	3 683.6
T o t a l	15 441.4		80 615.3

Para obtener el Coeficiente Unitario de Riego (C.U.R.) se utiliza la siguiente fórmula:

$$C.U.R. = \frac{\text{Volumen mensual}}{\text{área de cada cultivo} \times \text{segundos de riego al mes}}$$

Cálculo del C.U.R. de cada cultivo:

Cultivo	Volumen mensual (miles de m ³)	Area de cultivo (Ha)	C.U.R. (m ³ /seg/Ha)	Gasto (m ³ / seg)
Maíz	6 825.7	3 707	1.1785×10^{-3}	4.3687
Frijol	4 132.7	2 311	1.1446×10^{-3}	2.6451
Tomate	979.0	452	1.3863×10^{-3}	0.6266
Alfalfa	2 330.7	1 182.4	1.2616×10^{-3}	1.4917
Cebada	594.5	244.6	1.5556×10^{-3}	0.3805
Aguacate	578.8	268.0	1.3823×10^{-3}	0.3704
T o t a l	15 441.4	8 165.0		9.8830

En la fórmula para obtener el C.U.R. en el concepto que se refiere a segundos de riego al mes se consideran 14 horas diarias (1). Esta cantidad se encuentra en función del tipo de suelo, su perfil, método utilizado para el riego, retención de humedad, entre otros.

4.2.2 OBTENCION DEL GASTO PARA CADA CANAL

Para determinar el gasto que posiblemente pueda llevar cada canal se toma en cuenta el Coeficiente Unitario de Riego de los cultivos que se implementarán con el proyecto. El criterio que se ha seguido para calcular el gasto de canales, es trabajar con los C.U.R. de los cultivos que en porcentaje representan la mayor superficie del proyecto, es decir:

(1) La cifra se obtuvo de la Guía para el Riego que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos del Servicio de Conservación de Suelos recomienda utilizar para el tipo de suelo del proyecto. (En: Servicio de Conservación de Suelos Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Planeamiento de Sistemas de Riego para Granjas, p. 124-125).

Cultivo	Porcentaje de la Sup. Total	C.U.R.
Maíz	45%	1.1785×10^{-3}
Frijol	28%	1.1446×10^{-3}
Alfalfa	14%	1.2616×10^{-3}

La superficie de cultivo para los tres cultivos anteriores representan en suma el 87% del total; en el diseño se tomará el coeficiente mayor para de esta manera asegurar en toda el área la posibilidad de sembrar en un futuro-cualquiera de los tres cultivos, aunque esto represente un-gasto mayor, es decir de:

$$(1.2616 \times 10^{-3}) \times (8165) = 10.3 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Hay que hacer notar que este gasto es el de diseño-para los canales, pero el gasto real y efectivo para el cálculo de la demanda del proyecto será el de $9.883 \text{ m}^3/\text{seg.}$, - es decir, que éste es el gasto que realmente habrá de circular por los canales a menos que existiera la posibilidad de extender la zona de riego del proyecto en un futuro, pero - que provocaría la realización de obras auxiliares.

Partiendo de este gasto, el problema se traduce a - saber qué cantidad de agua es la que habrá de asignarse a - cada uno de los canales que conforman el proyecto. Para de terminarlo se propuso el siguiente criterio:

- a. Determinar las longitudes para cada uno de los canales, es decir: el principal, los laterales, los - sublaterales, ramales.
- b. Establecer la correspondencia de todos los canales-de acuerdo a la jerarquía, que está en función de - la dependencia en cuanto a la circulación del agua-a través de ellos.

De los pasos anteriores se obtienen las caracterís-ticas principales para poder distribuir el agua, es decir:- su ubicación, longitud e interdependencia.

Como se mencionó anteriormente el proyecto se divi-

dió en 10 etapas, ésto debido en parte a que los recursos - financieros para su realización son limitados, por lo que - es difícil llevar a cabo el proyecto en un corto tiempo. - Como resultado de esta división y de acuerdo a los programas de construcción los cálculos tanto hidráulicos como -- agrícolas se podrán también fraccionar para cada una de las etapas respectivas.

Para el volumen de agua respectivo de cada canal, - se procedió a localizar las tomas granja a lo largo de los canales de todo el proyecto, fijados en el trazo y ubicación por topografía. El gasto máximo de salida para las tomas granjas se consideró que debería ser suficiente para regar unas 50 hectáreas o menos; el área respectiva se determinó con el planímetro.

Una vez determinada el área, se multiplicó por el - Coeficiente Unitario de Riego del proyecto, obteniéndose - así el gasto respectivo. Todos los gastos de las tomas de granjas a lo largo del canal al cual correspondían, fueron sumados con el objeto de estimar su gasto, el cual a su vez se agregó dado el caso de dependencia al que le seguía en jerarquía y así sucesivamente hasta llegar al canal principal.

De esta manera se determinaron los gastos de los canales; el resumen del cálculo para el proyecto se muestra en el cuadro No. 4.13.

El método utilizado para el cálculo del gasto de cada canal a través de las áreas se ha utilizado por mucho tiempo, pero hay que mencionar que existen otros factores - que podrían proporcionar un gasto más adecuado. La dificultad que hay para medirlos hace poco factible que para la etapa que tiene por alcance este estudio es decir la de planeación, se pueda tomar en cuenta, pero lo que sí es posible hacer es mencionarlos para que en la ejecución física y real del proyecto se implementen. Los principales factores que habría que tomar en cuenta serían:

- a) La dotación de agua disponible para el distrito de riego, y como consecuencia la del área del proyecto.
- b) Además de conocer los cultivos que se sembrarán, - sus porcentajes, época de siembra, y uso consultivo para cada uno, es necesario saber en qué áreas específicas del proyecto serán localizados.

C U A D R O No. 4.13

GASTO RESPECTIVO DE CADA CANAL

Etapa	No.	Canal	Kilometraje (Km)	Area de riego (Ha)	No. Tomas Granja	Gasto	
						Qinicial (m ³ /seg)	Qfinal (m ³ /seg)
I		Principal	0+000 a 14+975	975	15	10.300	8.997
II		Lateral	0+000 a 6+570	126	38	2.179	2.020
			6+570 a 12+000	781		0.985	0.000
III	1	Sublateral	0+000 a 4+800	811	7	1.184	0.000
	2	Ramales				0.35	
IV	1	Principal	14+975 a 22+800	308	14	6.679	6.288
		Lateral				0.20	
V	1	Principal	22+800 a 37+900	634	3	6.288	5.568
		Lateral				0.35	
VI	1	Principal	37+900 a 39+525	247	13	5.568	5.257
		Lateral				0.25	
VII	5	Principal	39+525 a 51+000	787	21	5.257	4.263
		Laterales				0.35 a	0.20
VIII	12	Principal	51+000 a 56+890	1522	30	4.263	2.490
		Laterales				0.35 a	0.20
IX	12	Principal	56+890 a 63+620	1297	15	2.490	0.697
		Laterales				0.35 a	0.20
X	6	Principal	63+620 a 75+500	553	7	0.697	0.156
		Laterales				0.35 a	0.10
	2	Principal	75+500 a 80+950	124		0.156	0.000
		Laterales				0.15 a	0.10

NOTA: En el caso de los canales laterales, sublaterales, ramales, etc., con gastos menores a 0.35 m³/seg no se especifican sus características, ya que para la etapa de planeación se tomó una única sección mínima para un gasto de 0.35 m³/seg.

- c) De acuerdo a estudios a través de encuestas y observación directa la determinación de la eficiencia con que el agricultor utiliza el agua que se le suministra (eficiencia parcelaria).
- d) Las pérdidas por conducción de los canales, según sean de tierra o revestidos.
- e) El método que se utilizará para la operación del sistema en cuanto a la distribución del agua para cada parcela, es decir, el método de demanda libre o el método de tandeo.
- f) Además de contar con la precipitación efectiva como cantidad de agua adicional, tomar en cuenta los horarios en que éstas tienen contacto con el área, ya que si existe coincidencia con la distribución de agua por los canales, esta precipitación puede ser poco aprovechada por el terreno.
- g) La oportunidad de que existan en la zona créditos agrícolas en el momento en que estos se necesitan, ya que de otra manera se tendría un retraso para la siembra, por falta de semillas, fertilizantes, equipo, mano de obra, etc.

El tomar en cuenta estos factores provocará en muchos casos el aumento del gasto supuesto en un principio, -- que se traducirá en costos mayores, no obstante, el incremento del presupuesto total del proyecto es mínimo (2), si se toma en cuenta que existirá la posibilidad en un futuro de extender la zona de riego, o de implementar cultivos que tengan una demanda mayor de agua, como por ejemplo el arroz. Para el proyecto en particular existiría otro factor de decisión muy importante que como se mencionó en un principio es la disponibilidad real de agua, que se encuentra supeditada a las aportaciones que pueda proporcionar el Valle de México, tomando además muy en cuenta el recorrido que el agua tiene que llevar a cabo para llegar a la zona del proyecto, es decir, cruzar por una parte el Estado de México, con las posibles demandas de ese Estado de agua para zonas futuras de riego y por la otra con las mismas demandas de extensión, de los distritos y zonas de riego del Estado de Hidalgo. Por lo tanto, la decisión de diseño deberá ser la más económica, pero con la suficiente capacidad para poder proporcionar un servicio eficiente de acuerdo a las posibi-

- (2) En un estudio realizado por el Ing. Zierold Reyes basado en datos de costos y capacidades de canales consignados en el Memorandum Técnico 190 de la SARH, se demuestra, que mientras la capacidad de un canal aumenta en un 100%, el costo del mismo únicamente aumentó el 25%. (En: Zierold Reyes, Luis. Ingeniería Hidráulica en México, Vol. XXIII, Núm. 1, - p. 91).

lidades que se tengan de agua, para todas las variedades de siembra que pueda efectuar el agricultor, logrando que sus tierras le proporcionen la mayor rentabilidad económica.

4.2.3 CALCULO DE LAS SECCIONES HIDRAULICAS

Así pues, teniendo ya los gastos, talud, coeficiente de rugosidad, pendiente y bordo libre en cada tramo se procede al cálculo de las secciones.

Ecuación que rige para el cálculo:

Como en las tuberías, en el cálculo de canales con flujo uniforme se pueden presentar problemas de revisión o de diseño. Los problemas de revisión consisten en calcular el gasto a través de una sección de geometría, rugosidad y pendiente conocidas. Los problemas de diseño que en nuestro caso es el que nos interesa, consisten en calcular la geometría de la sección dada la pendiente y el gasto que circula, o bien, dada la geometría y el gasto, calcular la pendiente necesaria.

Cualquiera que sea el tipo de problema, una ecuación que permite el diseño del canal es la ecuación de continuidad:

$$Q = AV$$

Si se usa la fórmula de Manning, $C = Rh/n$ y

$$K = AR_h^{2/3} / n$$

La expresión

$$Z_h = AR_h^{2/3} = nK$$

se conoce como el módulo de sección para el cálculo de flujo uniforme y de la ecuación (1) también se expresa como sigue:

$$AR_h^{2/3} = nQ/S^{1/2}$$

El segundo término de esta ecuación depende de nQ y S pero el primero exclusivamente de la geometría de la sección. Este demuestra que para una combinación particular de nQ y S hay un tirante único llamado normal con el cual se establece el flujo uniforme, siempre que el módulo de

sección sea función continua y creciente del tirante y. La condición recíproca también se cumple, es decir, dados y , n y S hay un único gasto.

Diseño de la sección más conveniente:

Planteo del problema y obtención del tirante óptimo:

El problema de diseño de una canal generalmente se presenta teniendo como datos el gasto que debe transportarla pendiente disponible de acuerdo con la topografía del terreno y la rugosidad de sus paredes. Con estos datos es posible determinar, a partir de la ecuación $AR^{2/3} = nQ/S^{1/2}$ un único valor para el módulo de sección $AR^{2/3}$. Sin embargo, el mismo factor se puede satisfacer con distintas formas de la sección, unas más eficientes que otras, lo que implica más de una solución.

Una de las soluciones consistiría en elegir la forma y dimensiones adecuadas que debe tener la sección, de modo que se pueda adaptar a la topografía del terreno donde se va excavar el canal, y que sea lo más económica posible. Sin embargo, de acuerdo con el material en que se excava el canal, y no existiendo revestimiento, habrá tramos en que la velocidad del agua, erosione los taludes y la plantilla modificando la sección escogida. Por ello conviene diferenciar entre canales revestidos y canales no revestidos. Los primeros comprenden a los canales que se revisten con un material resistente a la acción erosiva del agua (concreto, mampostería, madera, plástico, etc.), o bien que se excaven en un material de iguales características. Los segundos comprenden a los canales excavados en un material que resiste a la acción erosiva mientras la velocidad o el esfuerzo tangencial de fricción ejercido por el agua sobre los granos no rebasan a una magnitud, prefijada de acuerdo con las características del material.

Lógicamente, esta diferenciación cambia el criterio de diseño. En el proyecto de un canal revestido se calculan las dimensiones óptimas de la sección que proporcionan máxima eficiencia hidráulica, mínimo costo o ambas. En cambio, en el diseño de un canal no revestido rigen los criterios de velocidad permisible o de esfuerzo tangencial crítico los cuales dependen del tipo de material en que se excava la sección del canal y que determinan también la rugosidad, la velocidad mínima permisible para evitar el depósi

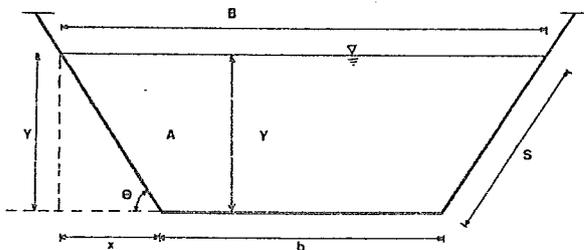
to, taludes de la sección pendiente longitudinal, el bordo libre y la sección óptima. En ambos casos la tarea primordial será minimizar el costo del canal.

Así pues, para los canales revestidos, el volumen de excavación y la superficie de revestimiento son los factores más importantes en el costo del canal. El primero depende del área de la sección y la segunda del perímetro mojado. La optimización de estos dos factores reducirá el costo al mínimo.

La sección de máxima eficiencia hidráulica será la de mínimo perímetro mojado para un área dada ya que en ella se tendrá la mínima resistencia al escurrimiento, así como el mínimo costo de revestimiento (o en su defecto, la mínima superficie de infiltración), aunque no necesariamente la mínima excavación.

Para un gasto dado, la sección hidráulica óptima sería aquella para la cual el área es mínima; esto implica que la velocidad sea máxima. Según las fórmulas de Chezy y Manning, esto significaría que el radio hidráulico $R_h = A/P$ fuera el máximo. Para ello será necesario minimizar también el perímetro mojado.

A vía de ejemplo se obtendrán las propiedades geométricas, de la sección trapezoidal óptima, esto es, de área y perímetro mojado mínimos.



$$\text{tang } \theta = \frac{Y}{x} \quad x = \frac{Y}{\text{tang } \theta} \quad X = Y \cotang \theta$$

$$S = \frac{Y}{\text{sen } \theta} \quad (1)$$

$$A = by + xy = by + Y^2 \cot \theta \quad (2)$$

$$P = b + \frac{ay}{\text{Sen}\theta} \quad (3)$$

$$R_h = \frac{by + Y^2 \cot \theta}{b + \frac{2y}{\text{sen } \theta}} \quad (4)$$

$$b = P - \frac{2Y}{\text{Sen}\theta} \quad (5)$$

$$\text{Sustituída en 2 } A = PY - \frac{2Y^2}{\text{Sen}\theta} + Y^2 \cot \theta \quad (6)$$

Siendo A y θ constantes, para obtener el área y perímetro mojados mínimos será necesario que simultáneamente $da/dy = 0$ y $dp/dy = 0$. Por tanto, al satisfacer estas condiciones de la (6) resulta:

$$P - \frac{4Y}{\text{Sen}\theta} + 2Y \cot \theta = 0$$

o bien, sustituyendo P de la Ec (3) se tiene que:

$$b - \frac{2Y}{\text{Sen}\theta} + 2Y \cot \theta = 0$$

Despejando b

$$b = 2 \left(\frac{1 - \cos \theta}{\text{Sen}\theta} \right) Y \quad (7)$$

Que es la condición de área y perímetro mojado mínima.

Pero podemos observar que en la eq. (6) la plantilla está en función del tirante y que ninguna de las 2 conocemos, así que volviendo a la eq. de Manning:

$$\frac{Q_n}{S^{1/2}} = AR^{2/3} \quad ; \quad \frac{Q_n}{S^{1/2}} = A \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} \quad ; \quad \frac{Q_n}{S^{1/2}} = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \quad (8)$$

Sustituyendo las eq. (2) y (3) en (8) tenemos:

$$\frac{Q_n}{S^{1/2}} = \frac{(by + Y^2 \cot \theta)^{5/3}}{(b + \frac{2Y}{\text{Sen } \theta})^{2/3}} \quad (9)$$

El problema en la práctica resultará que dado un cierto tirante iguale las condiciones del primer término de la eq. 9, para la cual se hacen una serie de tanteos en los que primero se calcula la plantilla 'b' en función de 'y' y se sustituye en la eq. 9 y se observa si el valor resultante es el mismo a $Q_n/S^{1/2}$, en tal caso, se obtiene la sección hidráulica; en el caso contrario se procede a hacer otros tanteos hasta que se iguale el valor requerido.

Con el criterio expuesto y los datos obtenidos se procede al dimensionamiento de los canales en sus diferentes tramos.

En el cuadro No. 4.14 se presentan los relativos al proyecto y en el plano No. 4 se muestra la sección tipo utilizada

C U A D R O 4.14
CALCULO DE SECCIONES HIDRAULICAS

Canal	Q (M3/seg)	K	n	S	BL (m)	t (m)	b (m)	RH (m)	AH (m)	TF (m)	V (m/seg)
Primera etapa principal	10.300	1.5:1	0.017	0.0020	0.300	1.500	0.908	0.750	4.737	1.800	2.174
	9.952	1.5:1	0.017	0.0017	0.294	1.481	0.897	0.741	4.619	1.777	2.155
	9.611	1.5:1	0.017	0.0017	0.294	1.470	0.891	0.735	4.550	1.764	2.112
Segunda etapa lateral	2.179	1.5:1	0.017	0.0012	0.184	0.920	0.557	0.460	1.783	1.104	1.223
	2.020	1.5:1	0.017	0.0012	0.142	0.713	0.431	0.356	1.067	0.854	1.610
	0.985	1.5:1	0.017	0.0010	0.113	0.567	0.343	0.840	0.677	0.680	1.439
	0.624	1.5:1	0.017	0.0015	0.092	0.460	0.257	0.230	0.523	0.552	1.193
	0.350	1.5:1	0.017	0.0032	0.080	0.400	0.242	0.200	0.337	0.480	1.175
Tercera etapa principal	8.997	1.5:1	0.017	0.0017	0.294	1.470	0.890	0.735	4.550	1.764	1.977
	6.679	1.5:1	0.017	0.0010	0.291	1.455	0.881	0.728	4.458	1.746	1.498
	6.530	1.5:1	0.017	0.0010	0.289	1.445	0.875	0.723	4.396	1.734	1.485
	6.288	1.5:1	0.017	0.0010	0.285	1.425	0.863	0.713	4.276	1.710	1.471
Cuarta etapa	6.176	1.5:1	0.017	0.0011	0.278	1.390	0.842	0.695	4.068	1.668	1.518
	5.982	1.5:1	0.017	0.0011	0.274	1.370	0.830	0.685	3.952	1.644	1.514
	5.755	1.5:1	0.017	0.0020	0.287	1.435	0.869	0.718	4.336	1.722	1.327
Quinta etapa principal	5.568	1.5:1	0.017	0.0015	0.272	1.360	0.824	0.680	3.894	1.632	1.430
Sexta etapa principal	5.257	1.5:1	0.017	0.0014	0.250	1.250	0.757	0.625	3.289	1.500	1.598
	4.913	1.5:1	0.017	0.0012	0.250	1.250	0.757	0.625	3.289	1.500	1.598
Séptima etapa principal	4.263	1.5:1	0.017	0.0010	0.240	1.220	0.738	0.610	3.133	1.464	1.360
	3.895	1.5:1	0.017	0.0011	0.230	1.180	0.714	0.590	2.931	1.410	1.328
	3.100	1.5:1	0.017	0.0015	0.210	1.05	0.639	0.524	2.324	1.260	1.334
Octava etapa principal	2.490	1.5:1	0.017	0.0020	0.201	1.005	0.609	0.503	2.127	1.206	1.171
	1.850	1.5:1	0.017	0.0020	0.180	0.930	0.563	0.406	1.821	1.110	1.016
	1.250	1.5:1	0.017	0.0020	0.168	0.840	0.5808	0.419	1.485	1.008	0.842
Noventa etapa principal	0.697	1.5:1	0.017	0.0010	0.160	0.800	0.484	0.400	1.384	0.960	0.517
Decima etapa principal	0.156	1.5:1	0.017	0.0010	0.080	0.400	0.242	0.200	0.337	0.480	0.463
Canal tipo gastos menores a $0.350 \text{ m}^3/\text{seg}$											
tipo	0.350	1.5:1	0.017	0.080	0.080	0.400	0.242	0.200	0.337	0.480	1.175

donde:

Q = Gasto

K = Talud

n = coeficiente de rugosidad

S = Pendiente

BL = Bordo Libre

t = Tirante

b = Plantilla

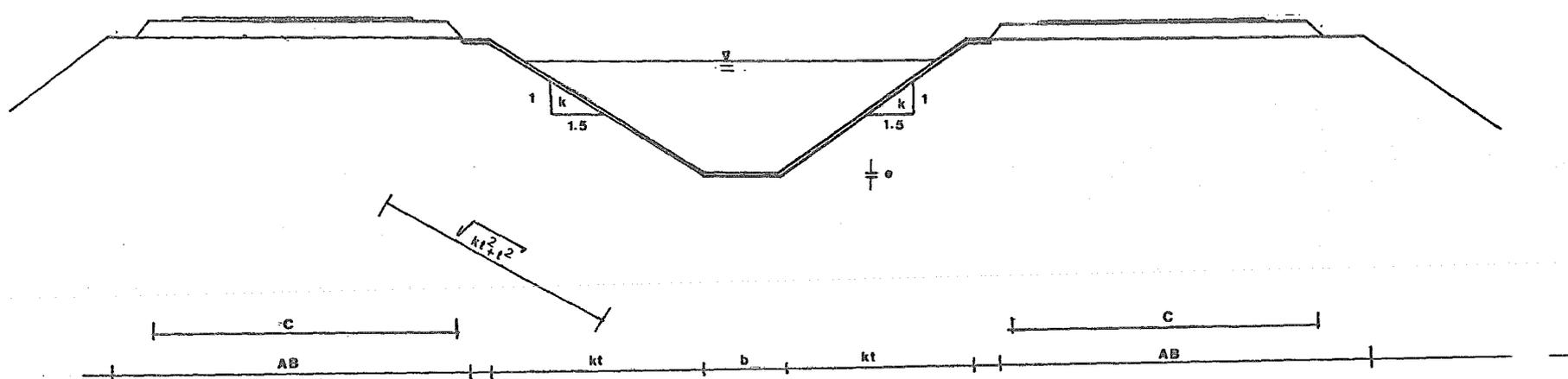
RH = Radio hidráulico

AH = Area hidráulica

TF = Tirante final

V = Velocidad

N-0031233



- t = tirante
- b = base
- k = talud
- o = espesor
- C = ancho de camino
- AB = banqueta
- BL = bordo libre
- r = espesor de banqueta

ENEP ACATLAN UNAM
Sección de canal
Piano no. cuatro

4.3 DRENAJE

En la mayoría de los proyectos de riego se necesitan disposiciones para el drenaje.

RAZONES EN PRO DEL DRENAJE

Las raíces de las plantas necesitan aire tanto como agua. Si las condiciones climáticas, la topografía, los suelos y las prácticas de riego se combinan para causar el anegamiento de la zona de las raíces de las plantas durante períodos prolongados de tiempo, será posible que disminuyan los rendimientos de los cultivos e, incluso, que se pierdan cosechas. El agua freática salina agrava todavía más esa situación. La finalidad del drenaje es retirar el agua no conveniente para mantener adecuadamente la ventilación y estructura del suelo y para poder entrar al terreno, con el fin de efectuar las labores de cultivo y recolección.

Se produce naturalmente un drenaje adecuado en donde los suelos que se drenan libremente están enlazados por un medio permeable a alguna salida apropiada, sin embargo, casi siempre suele haber fallas en el sistema natural y se requieren medios artificiales como ayudas para el proceso de drenaje. En muchos casos el drenaje natural es totalmente inadecuado y se necesita un sistema artificial completo, -- desde los drenes del subsuelo hasta un canal principal que conduzca el flujo de salida hacia un lugar de descarga que sea seguro.

El conocimiento del origen del exceso de agua es la primera etapa para resolver el problema de drenaje.

Muchos suministros de agua tienen cierto contenido de sales que, aunque no necesariamente tóxicas, pueden resultar perjudiciales para el crecimiento de las plantas, en el caso de que su concentración en el suelo llegue a ser demasiado grande. No se producen daños, ni pérdidas del rendimiento, si la concentración de sales en la zona de las raíces se mantiene por debajo del nivel de tolerancia del cultivo. Cuando el drenaje falta por completo, la extracción de agua tiene lugar sólo mediante la transpiración de las plantas y la evaporación de la superficie del suelo, con el resultado de que el contenido de sales del suelo aumenta con rapidez. Eventualmente los rendimientos de los culti -

vos comienzan a disminuir. Este proceso se evita mediante las lluvias o el agua de riego en cantidades mayores que las de evapotranspiración, junto con un buen sistema de drenaje, para eliminar el exceso.

DRENAJE DE SUPERFICIE

El drenaje de superficie se necesita:

- a) Para sacar las aguas de lluvia cuando el drenaje subterráneo no sea económicamente factible.
- b) Para reunir y eliminar los escurrimientos superficiales del agua de riego.

La primera de estas situaciones suele encontrarse comúnmente en las zonas de suelos pesados de los trópicos. Durante la temporada húmeda; caen lluvias de gran intensidad sobre suelos con bajos índices de infiltración y se requiere un drenaje superficial para retirar los excesos. Para estimar las cantidades de agua de lluvia en exceso, es preciso diseñar una superficie del terreno que permita su circulación sin erosionarse y canales de eliminación de una capacidad adecuada.

CANALES DE DRENAJE DE SUPERFICIE

Para el diseño hidráulico de canales de drenaje se necesitan estimaciones de las corrientes totales de escurrimiento de las lluvias y los índices máximos de flujo. Los depósitos medidos de captación proporcionan datos para el análisis estadístico directo de las corrientes; sin embargo, puesto que pocos depósitos agrícolas de agua están calibrados o medidos, es más común que el flujo de corrientes se estime a partir de las precipitaciones pluviales.

Para la determinación de las secciones, de los canales colectores, es necesario obtener antes el coeficiente unitario de drenaje; existen varios métodos para su obtención, pero de acuerdo a los datos que se tienen se aplicará el método de Gumbel.

CALCULO DEL COEFICIENTE UNITARIO DE
DRENAJE.

Método de Gumbel (para obtener gasto de diseño)

Area de la cuenca: 3769.2 Km²
 Cuenca: Rfo Pánuco
 Corriente: Rfo Tula
 Estación: Ixmiquilpan III

ANO DE OB SERVACION	GASTO MAXIMO - Q ANUALES (M3/SEG)	GASTO MAXIMO AL CUADRADO
1950	148.97	22192.06
1951	132.84	17646.46
1952	130.00	16000.00
1953	139.83	18179.13
1954	135.45	18346.70
1955	271.20	73540.44
1956	150.00	22500.00
1957	75.50	57500.25
1958	383.32	146934.22
1959	128.88	16610.05
1960	173.70	30171.7
1961	90.50	8190.25
1962	60.03	4765.14
1963	192.00	36864.00
1964	87.45	7647.5
1965	153.50	23562.25
1966	99.67	9934.11
1967	489.49	22290.5
1968	149.30	239600.46
1969	251.20	63101.49
1970	99.60	9920.16
1971	298.43	89060.46
1972	99.98	9996.00
1973	379.85	14428.6
1974	330.00	108900.00
	4654.69	1166848.2

Según la eq. de Gumbel establece la igualdad:

$$Q_{\max} = Q_{\text{medio}} - \frac{SY}{\sigma_m} (\bar{Y}_n - \text{Log}_e Tr)$$

Donde:

Q_{\max} = gasto máximo esperado para un período determinado (tr)

Q_{medio} = gasto medio.

$$SY = \sqrt{\frac{Q_i^2 - N Q_u^2}{N-1}}$$

σ_m Y_n - constantes en función de N

Tr = período de retorno

SY = desviación de los gastos máximos anuales

Q_i = Gastos máximos anuales

N = No. de años de registro

Para evaluar las incógnitas de las ecuaciones anteriores, considerando una serie de máximos anuales, en la tabla anterior se muestra el ordenamiento del cálculo.

Así la media de los gastos

$$Q_{\text{medio}} = \frac{4654.69}{25} = 186.187$$

Su desviación estándar

$$SY = \sqrt{\frac{1166848.2 - 25 (186.187)^2}{25-1}}$$

$$SY = 111.842$$

De tabla* se obtiene para $N = 25$ los parámetros Y_n y n

$$\begin{aligned} \bar{Y}_n &= 0.53086 \\ n &= 1.09145 \end{aligned}$$

* Springal Rotando, "Hidrología", Apuntes UNAM, Cap. 8, Tabla 8.19

Finalmente para un $T_r = 100$ años se deduce que

$$Q_{\max} = 186.187 - \frac{111.842}{1.09145} (0.53086 - \log_e 100)$$

$$Q_{\max} = 603.686 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

Para calcular intervalo de confianza AQ

$$\text{si } 1 - \frac{1}{T_r} > 0.90$$

$$AQ = \pm \frac{1.14 \text{ SY}}{\sigma_m}$$

$$1 - \frac{1}{T_r} = 1 - \frac{1}{100} = 0.99$$

$$AQ = \pm \frac{1.14 (111.842)}{1.09145} = 116.817$$

De esta manera, el gasto máximo de diseño resultaría:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\max} \pm AQ = 603.686 \pm 116.817$$

La cual considerando la condición más desfavorable resulta:

$$Q_{\text{diseño}} = 720.503 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Coefficiente Unitario de Drenaje:

$$C.U.D. = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{Area de la cuenca}}$$

$$C.U.D. = \frac{720.503}{376920 \text{ Ha}} = 1.9115 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}/\text{Ha}$$

Obtención de las dimensiones de los drenes:

Una vez hecho el trazado y obtenido el coeficiente de drenaje, procedemos al cálculo de las dimensiones de los canales colectores, obteniendo como primer dato el gasto correspondiente al tramo en análisis.

La obtención de estos gastos es del resultado de multiplicar el coef. unitario de drenaje por el número de hectáreas drenadas, teniendo en cuenta que, conforme se vaya avanzando en el análisis se le va sumando el gasto anterior. Como se muestra en el cuadro No. 4.15.

C U A D R O 4.15
SISTEMA DE CANALES PARA DRENAJE

DREN CHICAVASCO

T R A M O	NO. HA. DRENADAS	GASTO (M ³ /seg)
0+000-1+000	30	0.0573
1+000-2+000	40	0.1338
2+000-3+000	70	0.2676
3+000-4+000	100	0.4587
4+000-5+000	240	0.91752
5+000-6+000	180	1.2616
6+000-7+000	215	1.6725
7+000-7+300	20	1.7108

7+300 en adelante: el dren es natural

Por este orden llegan las aguas de:

Toda la etapa III (KM 14+975 al Km 22+800 del Canal principal)

Parte de la etapa II (canal lateral No. 1 del Km. 0+000 a 6+5735)

CANAL CHICUAUTLA

T R A M O	No. de HA. DRENADAS	Q (M ³ /seg)
0+000- 5+000	381	0.7283
5+000- 7+000	159	1.0322
7+000- 9+000	300	1.6056
9+000-11+000	340	2.2555
11+000-13+500	256	2.7449
13+500-15+000	30	2.80226
15+000-16+000	30	2.8596
16+000-17+000	30	2.917
17+000-18+000	30	2.9743
18+000-20+000	30	3.0316
12+000-14+000	80	3.1845
14+000-16+000	230	3.6241
16+000-17+000	30	3.6815
17+000-18+000	35	3.7484
18+000-20+000	260	4.2454
20+000-21+500	75	4.3887
21+500-23+000	99	4.5780
23+000-24+000	148	4.8610
24+000-25+000	787	6.3652
25+000-28+500	580	7.4739
28+500-30+500	741	8.8903
30+500-32+500	200	9.2726
32+500-33+000	597	10.4138
33+000-35+500	200	10.7961
35+500-37+000	400	11.5607
37+000-37+400	100	11.7518
37+400-39+000	80	11.9047
39+000-41+000	40	11.9812
41+000-43+000	100	12.1724
43+000-45+000	97	12.3578
45+000-47+000	129	12.5948

4.4 ESTRUCTURAS

a) ESTRUCTURAS DE CRUCE

Un sistema de conducción de agua estará formado por un canal principal y por las estructuras que fueran necesarias para salvar obstáculos como depresiones, desniveles, cruce de cerros, desvío del agua a otros canales, cruce de otros canales drenes, vías de ferrocarriles, caminos, etc.

Para vencer esos obstáculos se hará necesario construir las estructuras de cruce necesarias de acuerdo con el tipo de obstáculo a vencer y las condiciones topográficas, hidráulicas y económicas que se presentan.

En algunos casos los problemas pueden resolverse en dos o más formas diferentes, por lo que hay necesidad de hacer varias alternativas estudiando el costo y ventajas de cada una de ellas, decidiéndose por la que sea más adecuada y que funcione mejor hidráulicamente.

Para cruzar algún río, una barranca, otro canal, un dren, etc., la estructura conveniente puede ser por ejemplo, un sifón invertido o un puente canal.

Para decidir en definitiva cual deberá ser la estructura que se emplee en cada caso, deberá tomarse en cuenta el aspecto económico comparando anteproyectos de las diferentes alternativas de estructuras que se hayan elegido previamente y se adapten a las condiciones topográficas del sitio y funciones hidráulicas.

Como las estructuras más importantes en los canales de riego, se mencionan las siguientes:

- Sifones
- Puentes canal
- Túneles
- Alcantarillas
- Rápidas
- Caídas

b) ESTRUCTURAS DE OPERACION

Como estructuras de operación más importantes en los canales de riego se mencionan las siguientes:

- Represas
- Tomas para canal
- Tomas granja

Represas. Son estructuras que se construyen en el canal principal con el fin de elevar el nivel del agua, cuando no conduce el gasto total, para alimentar a los canales laterales y a las tomas granja que queden localizadas aguas arriba de la represa.

Como el canal principal tiene épocas en las que trabaja con gastos inferiores al de su capacidad, se hace necesario construir una serie de represas para poder elevar el tirante de agua lo suficiente y dar el gasto máximo de los canales laterales queda definida al hacer la planeación general de la red de distribución, y además las elevaciones, tanto de la rasante como de la superficie libre del agua en los canales laterales quedan definidas dentro de límites bastante estrechos para satisfacer el requisito básico de que el nivel del agua a la salida de las bocatomas directas a los lotes quede como mínimo 30 cm. arriba del terreno natural.

La localización correcta de las represas y, por lo tanto, la distancia que debe mediar entre ellas, depende de diversos factores, debiéndose en todos los casos satisfacer las condiciones básicas siguientes:

- Cualquiera que sea el gasto del canal principal en un momento dado, con la represa parcial o totalmente cerrada, el nivel del agua deberá ser tal que se puedan abastecer los gastos máximos de los laterales que queden aguas arriba, sin invadir el bordo libre del propio canal principal.

- El espaciamiento entre las represas debe ser tal, que cada una de éstas dé el servicio requerido al mayor número de bocatomas sin invadir el libre bordo en el canal principal.

A continuación se indica el procedimiento que debe seguirse para elegir los sitios en que deben construirse represas en el canal principal.

Una vez dibujado el perfil del terreno correspondiente al canal principal, se escoge un punto en el extremo inferior del tramo de canal en donde sea necesario construir una estructura, que puede ser un puente para ferrocarril -- o camino, un sifón o un desagüe, y se marca ahí una represa con una línea vertical; después, sobre esta línea se marca un punto a la elevación del tirante normal del agua.

Abajo de este punto, se marca otro a una distancia igual a un cuarto del tirante, más las pérdidas de carga en la toma ($0.25 d + \text{pérdidas}$) y sobre este último punto, así-marcado, se lleva hacia aguas arriba una línea horizontal - que nos fijará el nivel del agua en los laterales.

En la misma línea vertical que representa la represa, se marcará un punto a 50 cm. arriba del fondo del canal y otro a ($0.4 d$) también arriba del fondo del canal, y por estos dos puntos se llevarán líneas paralelas a la rasante del canal. Las plantillas de las bocatomas que se proyecten deberán quedar comprendidas entre éstas dos últimas líneas paralelas, es decir, que deberán estar, como mínimo, a 50 cm. arriba del fondo del canal y como máximo a ($0.4 d$) arriba del fondo del canal y deberán ser abastecidos los gastos máximos de las bocatomas con el agua a una elevación marcada por la línea horizontal que se ha trazado anteriormente.

Por regla general, se usan compuertas radiales en las represas del canal principal y siempre se proyectarán en oficinas centrales.

Tomas para canal. Exceptuando la estructura que sirve para alimentar al canal principal, todas las otras estructuras que tienen por función abastecer, del canal principal a los laterales, de éstos a los sublaterales, de éstos a los ramales y en ocasiones de éstos a los subramales, quedarán dentro de la designación de toma para canal, para distinguir las de las otras estructuras también de toma, que sirven para entregar el agua en cada uno de los lotes del Distrito o Zona de riego y que se llamarán Tomas-Granja.

En general, las tomas del canal principal se diseñan -

rán en Oficinas Centrales. Las tomas para canales, a petición del Ingeniero, Oficinas Centrales proporcionará diseño tipo para que sean adaptados en el campo.

Tomas Granja. Aunque generalmente las Tomas Granja son estructuras que se construyen en los canales de la zona de distribución, hay ocasiones en que es necesario construir las en el canal principal para proporcionar riego directamente a algunos lotes. Al tratar de las estructuras en los canales de la zona de distribución, se hará referencia a los proyectos tipo de estas estructuras. De esos proyectos tipo el Ingeniero hará las adaptaciones necesarias a las Tomas Granja que se construyen en el Canal Principal.

ESTRUCTURAS DE PROTECCION

Caídas. Cuando la pendiente longitudinal del terreno es mayor que la pendiente que puede admitirse en el canal, será necesario construir caídas. Para la localización de estas caídas deberán seguirse las siguientes reglas:

- Se procurará en todos los casos determinar la altura de la caída económica, para que el costo total por metro lineal de canal, incluyendo excavaciones, préstamos, el costo de las caídas y el de las represas adicionales que sean necesarias construir en algún caso, sea el mínimo.

- Las caídas tendrán como máximo 1.00 m. de altura, - salvo en casos muy especiales; y máximo de 2.50 m. Para mayores desniveles las caídas se proyectarán en Oficinas Centrales.

Desagues. Estas estructuras sirven para eliminar los excedentes de agua que puedan entrar a los canales por aporaciones de los arroyos que desaguen a ellos, o bien para vaciar totalmente un canal en un momento dado, sea porque no haya demandas o por reparaciones, pueden ser desagues de excedencias o totales.

Los de excedencias u obras limitadoras sirve para im-

pedir que el tirante del agua suba más de lo proyectado. -- Pueden ser vertedores de cresta libre o sifones automáticos.

Los desagües totales se emplean para vaciar en un momento dado un tramo del canal, tirando toda el agua o algún dren o cauce natural.

Entradas de agua. Las entradas de agua son estructuras que se usan cuando se permite que el agua proveniente de arroyos que cruzan el canal principal entren en él. Generalmente consisten en revestimientos del talud o en tuberías de descarga cuando no se desea interrumpir los bordos.

Cunetas. Generalmente es conveniente interceptar por medio de cunetas los escurrimientos de los arroyos que de otra manera descargarían libremente al canal principal, y encausarlos hacia algún accidente topográfico que facilite la construcción de un sifón o de un puente canal, para dar paso a las aguas broncas, evitando su entrada al canal principal.

A continuación se presentan las estructuras tipo antes mencionadas. Teniendo más consideraciones en el sifón y en el túnel I y II, debido a la relevancia de éstas en el proyecto.

SIFON: (Km-15+123-42 - 15+394.18)

Cálculo Hidráulico:

Trazado el sifón y contando con la planta y perfil de el terreno en el sitio de la obra, se procederá a diseñar la forma y dimensiones de la sección del conducto más económico y conveniente, para lo cual habrán de hacerse varios tanteos, tomando en cuenta las pérdidas de carga que han de presentarse.

Muy importante será determinar las dimensiones de la sección del ducto y éstas dependen del gasto que deba pasar y de la velocidad que se pueda dar. Se considera una velocidad conveniente del agua en el barril de 2.50 a 3.50 m/seg. que nos evita el depósito de azolves en el fondo del conducto y que no es tan grande que pueda producir la erosión en el material de los barriles.

Se pretende que el canal del proyecto cruce el arroyo Chicavasco por medio de un sifón en las laderas y de un puente sifón en el cauce.

Se proyecta como estructura de cruce un sifón como conducto rectangular que pase un gasto de 5.43 m³/seg.

Datos hidráulicos de los canales de entrada y salida:

$$\begin{aligned}
 Q &= 5.4 \text{ m}^3/\text{seg} & d &= 1.44 \text{ m} \\
 s &= 0.001 & v &= 1.49 \text{ m/seg} \\
 n &= 0.017 & A &= 3.63 \text{ m}^2 \\
 t &= 0.4:1 & hv &= \frac{v^2}{2g} = 0.113155 \text{ m} \\
 b &= 1.95 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

Se cuenta con un desnivel de 2.00 m.

Por lo que habrá que proyectar un sifón con la sección requerida para que las pérdidas de carga sean igual o ligeramente menores a ese desnivel.

Si se establece la ecuación de Bernoulli entre las elevaciones del agua a la entrada y a la salida del sifón se tiene:

$$d_1 + hv_1 \text{ desnivel} = d_2 + hv_2 + hf$$

$$\text{como } d_1 = d_2 \text{ y } v_1 = v_2$$

$$\text{desnivel} = hf \text{ (suma de todas las pérdidas de carga que se produzcan en el sifón)}$$

Como el desnivel con que se cuenta es bajo, hay necesidad de un conducto con una velocidad baja. Habrá que localizar un registro especial en la parte más baja del conducto para tirar los azolves acumulados cuando se haga limpieza del barril.

Una vez hecho el trazo del sifón y de acuerdo con la carga

hidráulica disponible se ensayarán varias secciones para el barril escogiendo la que dió una suma de pérdidas aproximadamente iguales a la carga disponible.

Los datos hidráulicos del conducto son:

$$Q = 5.43 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Conducto de 2.00 x 2.00 m.

Carteles de 0.15 x 0.15 m = 0.0225 m.

$$n = 0.017$$

$$A = 2 \times 2 - 0.0225 = 3.98 \text{ m}^2$$

$$P = 2 \times 4 - 0.15 \times 8 + 4 \sqrt{0.15^2 + 0.15^2} = 7.65 \text{ m}$$

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{3.98}{7.65} = 0.52 \quad R_n^{2/3} = 0.647$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{5.43}{3.98} = 1.364 \text{ m/seg} \quad h_v = \frac{V^2}{2g} = 0.0948$$

Para cambiar la sección trapecial del canal a cuadrada en el conducto, será necesaria una transición, la cual calculamos con:

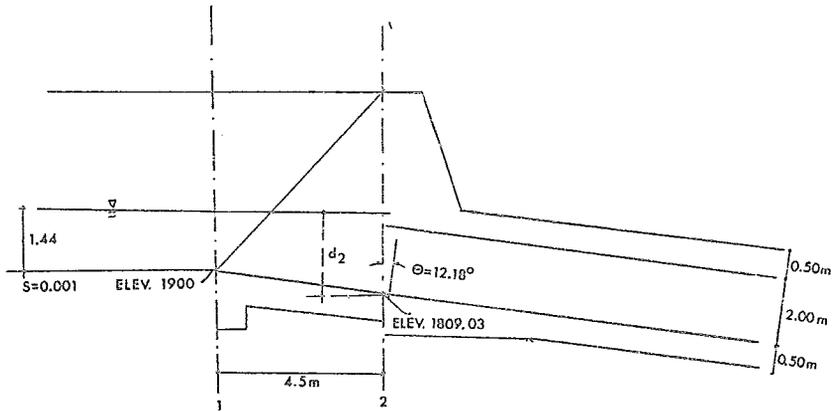
$$L = \frac{T - t}{2} \text{ Cot } 22^\circ 30' \quad 22^\circ 30' = \text{angulo recomendado por la C.N.I.}$$

$$L = \frac{4.83 - 2.00}{2} \text{ Cot } 22^\circ 30' = 3.4258$$

Adoptamos $L = 4.5 \text{ m}$

Funcionamiento hidráulico del sifón (las pérdidas)

1. Transición de Entrada



Establecemos Bernoulli entre (1) y (2)

$$d_1 + hv_1 \text{ desnivel} = d_2 + hv_2 + H_f \quad (9)$$

$$d_1 = 1.44 \text{ m}$$

$$hv_2 = ?$$

$$hv_1 = 0.1131 \text{ m}$$

$$h_1 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad 0.1$$

$$d_2 = ?$$

$$\text{Desnivel} = 1900 - 1899.03 = 0.97 \text{ m}$$

Suponiendo $d_2 = 2.48 \text{ m}$

$$\text{Sumergencia} = d_2 = \frac{\text{diam}}{\cos \theta} = 2.48 \frac{2.00}{\cos 12.18^\circ} = 0.434$$

$$0.434 \quad 0.456 \quad (18")$$

$$A_2 = 2.48 \times 2 = 4.96 \text{ m}^2$$

$$v_2 = \frac{5.43}{4.96} = 1.0947 \text{ m/seg}$$

$$hv_2 = \frac{v_2^2}{2g} = 0.06108$$

$$h_1 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \cdot 0.1 = 0.0046$$

Sustituyendo en a

$$1.49 + 0.1132 + 0.97 = 2.48 + 0.06108 + 0.005319$$

$$2.523 = 2.54 \quad \checkmark$$

2. Pérdida por rejilla (solera de 0.64 x 0.95 (1/4"x3/8") a cada 10 cm).

$$\text{Núm. espacios} = \frac{2.00}{10} = 20$$

$$\text{Núm. Barrotes} = 20 - 1 = 19$$

$$\text{Ancho neto} = 2.00 - 19 \times 0.0064 = 1.87 \text{ m.}$$

$$\text{Area neta} = 2.00 \times 1.87 = 3.74 \text{ m}^2$$

$$\text{Veloc. neta} = \frac{5.43}{3.74} = 1.45 \text{ m/seg}$$

$$h_2 = k \left(\frac{Vn^2}{2g} \right) = 0.155 \left(\frac{1.45^2}{19.62} \right) = 0.01661$$

$$k = 1.45 - 0.45 \left(\frac{3.74}{40} \right) - \left(\frac{3.74}{4.0} \right)^2 = 0.155$$

3. Pérdida por entrada al conducto (se considera entrada con aristas ligeramente redondeada $V_c = 0.23$).

$$h_3 = k_c h_v = 0.23 \times 0.0948 = 0.0218 \text{ m}$$

4. Pérdida por fricción en el conducto utilizando Manning

$$h_4 = \left(\frac{Vn}{Rh^{2/3}} \right)^2 L = \left(\frac{1.364 \times 0.047}{0.647} \right)^2 270 = 0.3468$$

5. Pérdidas de curva por codos o cambios de dirección

$$h_s = 0.25 \times h_v \times \sqrt{\frac{A}{90^\circ}} =$$

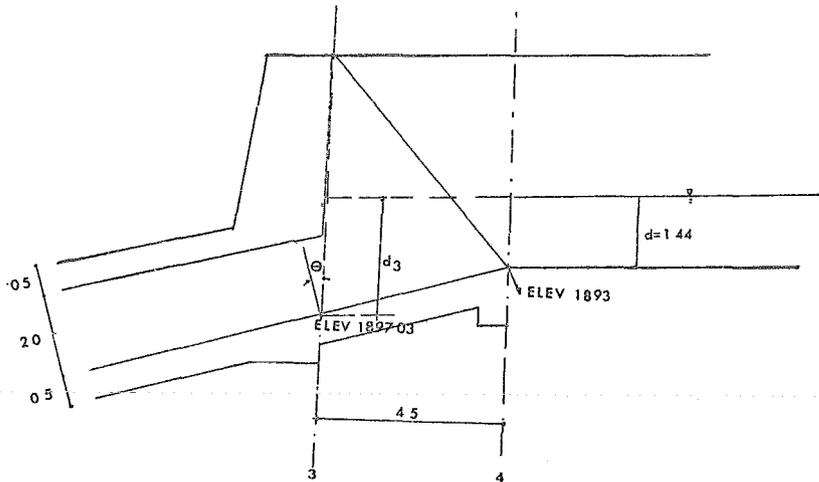
$$32^\circ 30' \sqrt{\frac{A}{90^\circ}} = 0.6009$$

$$32^{\circ}30' \sqrt{\frac{A}{90^{\circ}}} = \frac{0.6000}{1.2018}$$

$$h_5 = 0.25 \times 0.0948 \times 1.2018 = 0.0285$$

6. Pérdida por transición de salida

$$h_6 = 0.2 Ahv$$



Se va a aplicar Bernoulli entre (3) y (4) con el agua de regreso al canal que cuando se encontró la pérdida por transición de entrada con el objeto de determinar la pérdida de carga.

$$d_3 + hv_3 = \text{Desnivel} + d_4 + hv_4 + h_6$$

$$d_4 = 1.44 \text{ m}$$

$$V = 1.49 \text{ m/seg}$$

$$hv_4 = 0.1131 \text{ m}$$

$$\text{Desnivel} = 1898 - 1897.03 = 0.97 \text{ m.}$$

$$h_6 = 0.2 Ahv$$

Ahv = diferencia de cargas de velocidad entre (3) y (4)

$$d_3 + hv_3 - h_6 = 0.097 + 1.44 + 0.1131$$

$$d_3 + hv_3 - h_6 = 2.523 \quad (b)$$

Suponiendo $d_3 = 2.45$ m

$$A = 2.45 \times 2 = 4.90 \text{ m}^2$$

$$v^2 = \frac{Q}{A} = \frac{5.43}{4.90} = 1.41 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$hv_3 = \frac{v_3^2}{2g} = \frac{1.41^2}{19.62} = 0.0628 \text{ m}$$

$$h_6 = 0.2 (0.1131 - 0.0628) = 0.010$$

Sustituyendo en (b)

$$2.45 + 0.0628 - 0.010 = 2.503 \quad \text{el tirante } d_3 \text{ su puesto es correcto.}$$

Suma de p erdidas $h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$

$$h = 0.0046 + 0.01661 + 0.0218 + 0.3468 + 0.0285 + 0.010 = 0.42831$$

Carga disponible = 2.00 m

0.42831 < 2.00 m. Se acepta

El ahogamiento que se tiene

$$\theta = 12.18^\circ$$

$$\cos \theta = \frac{2.00}{d}$$

$$d = \frac{2.00}{\cos \theta} = \frac{2.00}{\cos 12.18^\circ} = 2.0461$$

$$\% \text{ ahogamiento} = \frac{2.45 - 2.0461}{2.0461} = 0.1974 \quad 0.10$$

TUNEL 1 (Km - 16+528 = 18+301)

Es de forma herradura cuya sección fue calculada por tanteos con la ecuación que se conoce con el nombre de módulo de sección.

$$AR^{2/3} = \frac{nQ}{S^{1/2}}$$

$$Q = 5.43 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$n = 0.017$$

$$S = 0.0007$$

$$\frac{nQ}{S^{1/2}} = 3.489$$

$$\text{Suponiendo: } Y = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 3.00 \text{ m}$$

$$\frac{Y}{D} = \frac{1.5}{3.0} = 0.50$$

este valor se observa en tablas* y nos proporciona un valor de:

* G. Sotelo, Hidráulica II, Sección de Hidráulica, UNAM.

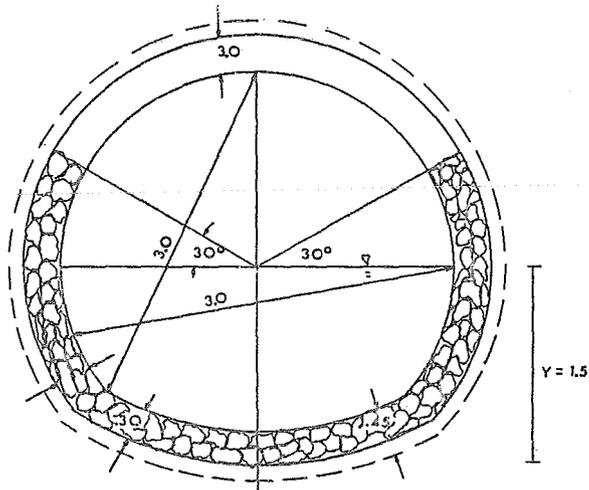
$$\frac{ARn^{2/3}}{D^{8/3}} = 0.17667$$

$$ARn^{2/3} = (0.17667) D^{8/3}$$

$$ARn^{2/3} = (0.17667) 3^{8/3} = 3.31$$

$$\frac{n_2}{S^{1/2}} = 3.489 \quad ARn^{2/3} = 3.31$$

Se acepta



TUNEL II (Km - 22+824 - 24+528)

Es de forma herradura cuya sección fue calculada por tanteos con la misma ecuación que se utilizó para el cálculo del túnel I.

$$ARn^{2/3} = \frac{NQ}{S^{1/2}}$$

$$Q = 5.11 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$n = 0.017$$

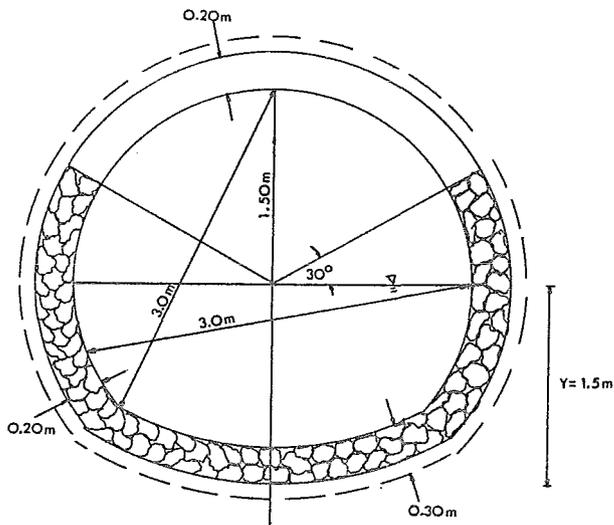
$$S = 0.0007$$

$$\frac{NQ}{S^{1/2}} = 3.28$$

suponiendo Y y D igual que en el túnel I anterior, -
tenemos:

$$\frac{NQ}{S^{1/2}} = 3.28 \quad AR^{2/3} = 3.31$$

obteniéndose la sección siguiente:



CAPITULO V

EVALUACION

EVALUACION

5.1 FINANCIAMIENTO

La inversión es el medio a través del cual se genera la infraestructura, que podemos definir como las obras físicas que sirven de apoyo a cualquier tipo de desarrollo económico y social. Los recursos financieros de un país son un elemento básico para poder llevar a cabo su crecimiento; la forma como se distribuyan estos conforma el tipo de estructura que ha de definir el desarrollo que se quiera alcanzar. En los países en vías de desarrollo las necesidades son mayores a los recursos, por lo que la asignación de éstos debe hacerse de manera que tenga el mayor rendimiento.

Debe impulsarse el desarrollo de las regiones, basado en un estudio de localización donde se establezcan las ventajas comparativas y aprovechamientos óptimos de los recursos y en donde los rendimientos de las inversiones sean elevadas y de rápida recuperación, además, como es el caso de México, debe tomarse en cuenta el elemento social, por lo que es básico dar mayor prioridad al impulso de regiones donde exista un bajo nivel de ingresos y se presente un estado general de atraso, aunque esto signifique un sacrificio mayor para la nación desde el punto de vista económico.

De lo anterior podemos concluir que el objetivo de cualquier inversión será el de tratar de desarrollar económicamente un espacio, en el menor tiempo y en la forma más equilibrada de tal manera que provea un crecimiento unifor-

me entre los espacios del universo considerado.

En México, las alternativas de la inversión pública - se llevan a cabo en dos formas: (1)

- i) Inversión pública con fines productivos o de "línea dura" cuya acción obtiene como efectos:
 - a) Máximo crecimiento
 - b) Desequilibrio
 - c) Concentración
- ii) Inversión pública con fines sociales o de "línea blanda", cuya acción produce:
 - a) Bienestar Social
 - b) Equilibrio
 - c) Dispersión

Una vez hecha esta distinción podemos mencionar el - gran problema que se presenta a un gobierno, en seleccionar cuál de los dos fines es más conveniente para su desarrollo, el primero en el que obtiene capital excedente pero concentrado en unas cuantas regiones y para un número muy reducido de habitantes, o aquél, que sin obtener riquezas exorbitantes, logre un equilibrio lento en la distribución de los recursos.

Los tipos de programas que tiene el gobierno federal - para asignar sus inversiones son dos:

- a) Programa normal; es aquél en el que desde el momento en que se inicia, forma parte permanente en las partidas del presupuesto anual de cada estado.
- b) Programa de Inversiones Públicas para el desarrollo - rural (PIDER); que opera en forma complementaria al - normal y su destino es llevar a cabo proyectos espe - ciales en actividades prioritarias para el país y que tengan como fin el desarrollo rural.

Los organismos que se encargan de ejercer estos pro -

(1) Ricardo Carrillo Arronte, "Ensayo Analítico Metodológico de Planificación Interregional en México", FCE, México 1973.

gramas son los federales, los estatales y municipales.

Los federales con presupuesto más elevado, se encuentran formados por las diversas Secretarías de Estado, los organismos descentralizados y las empresas y fideicomisos.

Los estatales y municipales se conforman en comités, juntas estatales y comités coordinadores.

Los tipos de la infraestructura a que tienden estos programas para el desarrollo pueden ser clasificados como de:

- a) Fomento Agropecuario
- b) Fomento industrial
- c) Transportes y Comunicaciones
- d) Bienestar Social, y
- c) Servicios.

En los términos de los renglones anteriores podemos clasificar al proyecto en estudio, como una inversión destinada al beneficio social y que pertenece a los programas del tipo PIDER para el fomento agropecuario.

Una vez establecido ésto, podemos explicar brevemente como es posible llegar a obtener el capital para realizar dichos proyectos.

Cuando los recursos del país no alcanzan para llevar a cabo cierto tipo de obras, se pide ayuda a las diferentes instituciones bancarias del exterior, entre las cuales se pueden mencionar, al Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

Ante estas instituciones se presentan los estudios económicos de los proyectos que se quieren realizar, para lo cual se determina si las necesidades son de tal magnitud que sea factible considerar el préstamo.

Los tipos de préstamos se clasifican en blandos y duros.

Los primeros con menor crédito y con una aportación - mayor por parte de la Institución Bancaria que del propio - gobierno federal, a un interés del 4% sobre saldos insolu - tos y con un período límite sujeto a prórroga, de 4 años pa - ra ser construido el proyecto.

En el caso de los créditos duros la participación del gobierno que pide el crédito es mayor, el interés es del 8% sobre saldos insolutos y el período para construcción es de 8 años.

Normalmente los préstamos para construcción de obras - de irrigación pertenecientes a los programas del tipo PIDER se otorgan con plazos de 25 años para el pago del préstamo - y con un período de gracia de 4.5 años (2).

Para la aceptación del préstamo se elige un prestata - rio por parte del gobierno, que en el caso de México suelen ser Nacional Financiera, el Banco de Obras y Servicios Pú - blicos y BANPESCA.

Una vez definidas las condiciones bajo las cuales ha - brá de operar dicho crédito se firma el contrato, a partir - de lo cual, se empieza a ejercer el préstamo.

Financiamiento Interno:

Entenderemos en este estudio como financiamiento in - terno, aquél en que los créditos se destinan al soporte de - la producción agrícola, ya sin tomar en cuenta lo referente a la construcción de la obra.

En México el gobierno federal es quien ha venido a - tratar de llenar el hueco en el financiamiento de la produc - ción de las regiones agrícolas más deprimidas; ya que la - Banca Privada ha participado muy poco como consecuencia de - la escasa seguridad en la recuperación de sus préstamos.

En 1976 se promulgó una nueva Ley de Crédito Agrícola además de la creación del Banco Nacional de Crédito Rural, - S.A. (BANRURAL) (3), con el objeto de unir los esfuerzos que hasta esa fecha se encontraban realizando el Banco Nacional de Crédito Agrícola, el Banco Nacional de Crédito Ejidal y -

(2) Nacional Financiera, El Mercado de Valores, Núm. 5 y - Núm. 6, Año XXXVI, feb. 1976.

(3) Nacional Financiera, "El Mercado de Valores", Año XXXVI, Núm. 5.

y el Banco Nacional Agropecuario.

El objetivo básico del BANRURAL es el de apoyar con el capital necesario facilitando su inversión en cantidad, forma, tiempo y condiciones necesarias para mantener la producción agrícola, con la finalidad de que el campesino logre excedentes de capital, incrementando sus rendimientos por hectárea, a través de fertilizantes y medios de producción más eficientes.

En el área del proyecto será necesario este tipo de ayuda, ya que en la actualidad la producción se realiza a través de un autofinanciamiento sui generis del campesino, por medio de la venta de sus animales, pero que con la capacidad disponible al concluir el proyecto, este tipo de financiamiento no soportará una producción comercial como la que se pretende.

Una vez dado este breve análisis se procederá en los párrafos siguientes a determinar el presupuesto relativo al proyecto, para posteriormente realizar el análisis económico.

5.2 PRESUPUESTO

La determinación de los costos de construcción se realizará considerando que éstos serán una primera alternativa, suficiente para la evaluación del proyecto; los costos reales se podrán calcular en el momento de efectuar la construcción, debido a que su monto estará estimado por las cantidades de obra fijadas con mayor exactitud en el campo.

La metodología que se utiliza normalmente para cuantificar una obra es lo que en Ingeniería de Costos se denomina Análisis de Precios Unitarios. Este análisis consiste en la determinación para cada uno de los conceptos de trabajo y obra, el costo correspondiente a la unidad en que se pueda medir cada uno, para multiplicarlo por las cantidades respectivas de obra.

En general, para la estimación de un precio unitario se tomará en cuenta el objetivo de la obra a realizar, las diferentes actividades que intervienen, los materiales que se van a utilizar, el número de personas y el tipo de traba

jo que le corresponderá desempeñar a cada uno, el equipo y maquinaria y el rendimiento por la unidad medida del concepto de la utilización de los elementos anteriores.

Un análisis de costos, tiene que empezar por la investigación detallada de las especificaciones del concepto de trabajo a partir de los planos del proyecto y de las condiciones en el sitio de la obra. La eficiencia con que se efectúe esta parte del estudio determinará el menor tiempo de realización y costos menores, por lo que es necesario prever desde un principio la mejor utilización de los recursos disponibles.

Con la estimación de las cantidades de obra y sus respectivas necesidades se podrá aplicar el precio unitario respectivo, con lo que se obtendrá el presupuesto del proyecto.

Un esquema general para un estudio de precios será el siguiente:

1. Investigación en el sitio de la obra.
2. Estudio de las alternativas del proyecto.
3. Recopilación de la información, de acuerdo a:
 - 3.1 Catálogo de conceptos
 - 3.2 Especificaciones
 - 3.3 Materiales y el origen de su obtención
 - 3.4 Planos generales
 - 3.5 Programa de tiempos de ejecución.
4. Antepresupuesto
 - 4.1 Selección del equipo
 - 4.2 Análisis preliminar de precios unitarios
 - 4.3 Antepresupuesto.
5. Programa de obra
 - 5.1 Relación de actividades
 - 5.2 Secuencia de actividades
 - 5.3 Diagrama de flechas
 - 5.4 Tabla de tiempos
 - 5.5 Diagrama de barras
6. Presupuesto definitivo

Determinación de cantidades de Obra:

Para estimar las cantidades de obra tomaremos en cuenta los resultados previos obtenidos por los cálculos hidráulicos, que establecen el tipo de obra, su tamaño, localización y características constructivas.

La división en cuanto a los tipos de obra serán:

1. Canales: principal, laterales, sublaterales, ramales, subramales y regaderas.
2. Sifón.
3. Túneles.
4. Estructuras.

Para el caso de los canales se determinaron de acuerdo a las secciones, jerarquía y longitudes de cada uno de los siguientes conceptos:

- a) Perímetro de sección final (PF)
- b) Area de concreto (AC)
- c) Volumen de Concreto (Vol. C)
- d) Area de construcción (Ad)
- e) Espesor del concreto (e)
- f) Ancho de camino (AC)
- g) Caminos a lo largo del canal (e)

Los primeros dos parámetros junto con el espesor de concreto se utilizaron para determinar el volumen de concreto, mientras que para el área de construcción, se utilizó el ancho de la sección-incluyendo los caminos-, multiplicada por la longitud.

Volumen de concreto:

Para calcular el volumen de concreto a utilizar durante la construcción de la obra, se procedió a multiplicar el

perímetro final de la sección, es decir, ya con el bordo libre y con el área perteneciente a la intersección de la base y de las paredes laterales, aumentando el área correspondiente a la parte superior de los extremos del canal cuando esto fue necesario.

Con el área de la sección de cada canal, multiplicada por su longitud, se obtuvo el volumen de concreto para cada canal:

$$Vc_i = AC_i \times L_i$$

y el volumen total por canales será la suma de todos los volúmenes de cada uno de ellos. Esto es:

$$Vc_t = \sum_{i=1}^n Vc_i$$

Para el volumen de los demás tipos de estructuras, se tomó también su sección tipo y se estimó su volumen de concreto siguiendo el mismo procedimiento anterior, es decir, área de concreto por longitud.

Desmante y desenraice:

El área correspondiente al desmante, será aquella que se vaya a utilizar, tanto en construcción, como en la operación del sistema una vez en servicio. Para poder calcular el precio unitario se determina el tipo de vegetación que en general predomina en la zona, ya que el costo aumenta - cuanto más densa sea la vegetación, porque se utiliza mayor número de horas/hombre y horas/máquina.

En la zona del proyecto, las comunidades vegetales corresponden a matorrales desérticos en los terrenos inclinados, mientras que en los terrenos planos hay vegetación secundaria, debido a esto no existe mucho problema en cuanto a costos altos.

Para el presupuesto se considera el área respectiva - a la construcción, es decir, aquellas en las que se localiza cualquier tipo de obra del sistema. El área destinada -

para la siembra no se incluye, ya que se supone que cada agricultor se hará cargo de limpiar su terreno.

El cálculo del área para tomar en cuenta, se obtiene en el caso de los canales, con el producto de la longitud respectiva por el ancho de la sección, incluyendo las banquetas cuyo destino será para el tránsito de vehículos.

La longitud total de caminos considerada, se encuentra en función de la importancia de los canales, tomándose para los de mayor jerarquía caminos con secciones de 5 a 3.5 m. a los lados del canal, para los de sección con un gasto considerable pero no de la magnitud de los primeros se determinó un camino de 3.0 m, y para aquellos canales con gastos muy pequeños no se les consideró caminos; todos los caminos llevan bordes a los dos lados y su anchura está en función de los caminos.

En el plano No. 3 se encuentran las secciones consideradas tanto para el cálculo del volumen de concreto como para el desmonte.

Cálculo de volúmenes de excavación y relleno:

Para el cálculo de los volúmenes de excavación se tomaron en cuenta dos parámetros, el del perfil del canal y el de la sección.

Para el primer caso se estimó el volumen de relleno y excavación, tomando en cuenta la subrasante que fue obtenida a través del perfil del canal principal y del canal lateral, considerando las pendientes permisibles de la plantilla del canal.

En el segundo caso se tomaron secciones tipo, de acuerdo a la pendiente transversal del terreno con respecto al canal, de esta manera se fue clasificando cada canal con el tipo de sección más parecido, y calculando sus volúmenes de relleno y excavación respectivos.

En los cuadros No. 5.1 y 5.2 se presenta el volumen de obra respectivo para canales y para estructuras y obras auxiliares.

Precios Unitarios:

Para el cálculo del presupuesto de este proyecto, se utilizaron los precios unitarios obtenidos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de acuerdo al catálogo de precios unitarios de la zona del proyecto.

En el catálogo general se incluye la clasificación de la obra, las especificaciones, la unidad en que se mide cada concepto y las operaciones principales incluidas (4).

De esta manera los contratistas al entrar al concurso de la obra, presentan los precios para los mismos conceptos, lo cual facilita la elección comparativa del presupuesto más adecuado.

En el cuadro No. 5.4 se presentan los precios unitarios del proyecto.

Presentación del presupuesto:

Una vez que se han estimado los volúmenes de obra y el precio unitario de cada concepto, se integran para realizar el presupuesto. En éste, se deberá incluir:

- a) Número de clasificación de obra referido al catálogo general
- b) Concepto de obra
- c) Unidad de magnitud
- d) Cantidad de obra
- e) Precio unitario
- f) Importe

El importe total de la obra, será igual a la suma de todos los conceptos que intervinieron, y agregando los siguientes porcentajes del total:

- a) Porcentaje respectivo por campamentos y caminos de acceso (5%).
- b) Porcentaje de imprevistos (7%).
- c) Porcentaje por gastos de administración y dirección (15%).

(4) SARH, "Manual sobre el cálculo de precios unitarios, Tomos I, VII, VIII y IX, México 1964". También en SARH, Dirección Gral. de Obras Hidráulicas e Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural, Subdirección de construcción, "Catálogo General de conceptos de trabajo con sus principales operaciones e indicaciones de las especificaciones que lo reglamentan". Inédito México, 1979.

C U A D R O 5.1
VOLUMEN DE OBRA POR CANALES

CANAL	DESMONTE Ha.	DESPALME m ³	EXCAVACION m ³	TERRAPLEN COMPACTACION m ³	TERRENO S/COMPACTACION m ³	REVESTIM. EN CANALES m ³	REVESTIM. CAMINOS m ³	SELLO DOSTIC. pza.	SOBRE ACARREO Km. m ³
PRINCIPAL									
I. 0+000 a 10+000	21.41	64 230	50 260	120 998	51 856	7 700	10 000	61 667	10 km 50 260
10+000 a 14+000	8.6	25 692	13 570	57 422	24 609	2 259	4 000	18 453	4 km 13 570
I.	30.0	89 922	63 830	178 420	76 465	9 459	14 000	80 120	14 km 63 830
II. 0+000 a 6+570	8.75	26 331	18 410	28 200	10 500	2 281	4 020	21 619	5 km 18 410
CL 6+570 a 8+000	1.7	5 109	1 000		2 000	287	780	3 718	2 km 1 000
CL 8+000 a 12+000	4.4	13 200	8 300		15.760	671	2 400	10 666	3 km 8 300
CSL 0+000 a 4+800	5.2	18 400	9 000		17 800	962	10 200	14 400	4 km 9 000
C.SL. Y RAMALES	10.3	30 912	1 400		2 100	1 182	-	50 773	15 km 1 400
II.	30.05	93 952	38 610	28 200	48 160	5 383	17 400	101 173	
III. 15+300 a 22+514	14.31	42 933	23 500	42 680	15 600	3 142	7 039	25 270	5 km 23 500
C.S.L. Y RAMALES	1.98	5 967	1 000		2 200	378	-	7 480	-
TOTAL	16.29	48 900	24 500	42 680	17 800	3 520	7 039	32 750	
IV. 22+844 a 37+900	22.77	68 333	90 000	205 400	54 200	7 185	8 116	55 095	7 km 90 000
C.S.L. Y RAMALES	2.0	5 900	1 800	4 500	2 300	420	-	7 500	
TOTAL	24.77	71 233	91 800	250 400	56 500	7 605	8 116	82 595	
V. 37+900 a 39+525	2.96	8 898	8 300	17 200	4 500	1 005	1 200	7 920	10 km 8 300
C.S.L.	2.0	5 900	1 800	4 500	2 300	420	-	7 500	
TOTAL	4.96	14 798	10 100	21 700	6 800	1 425	1 200	15 420	
VI. 39+525 a 51+000	17.54	52 635	81 000	150 000	43 000	4 973	6 600	41 140	12 km 81 000
(C.S.L.)	10.0	31 000	10 200	21 500	10 300	2 100		30 500	
TOTAL	27.54	83 635	91 200	171 500	53 300	7 073	6 600	71 640	
VII. 51+000 a 56+890	9.2	27 540	45 000	85 000	30 000	2 366	3 600	21 000	15 km 4 500
C.L. y SL.	24.0	70 800	21 600	54 000	27 600	5 040	7 680	89 760	5 km 21 600
TOTAL	33.2	98 340	66 600	139 000	57 600	7 406	11 280	110 760	
VIII. 56+890 a 63+620	10.55	31 647	40 500	79.800	22 500	2 631	4 200	24 262	10 km 40 500
CL y SL	20.0	58 000	15 000		21 500	3 780	6 200	74 800	3 km 15 000
TOTAL	30.55	89 647	45 500	79 800	44 000	6 411	10 400	99 062	
IX. 63+620 a 75+500	13.43	40 296	10 500	20 000	6 600	3 403	4 600	36 263	5 km 10 500
CL y SL	12.0	35 400	10 800	27 000	13 800	2 720	3 900	40 000	
TOTAL	25.43	75 696	20 300	47 000	20 300	6 123	8 500	40 263	
X. 75+500 a 80+450	6.0	18 150	5 000	3 500	2 500	814	2 200	14 171	
CL y SL	4.0	12 000	3 200	8 000	2 500	910	1 300	13 000	
TOTAL	10.0	30 650	8 200	11 500	5 000	1 724	3 500	27 171	
T O T A L	232.75	699 773	390 640	791 780	379 925	57 229	88 035	277 256	38 kms.

C U A D R O Ho. 5.2
VOLUMEN DE OBRA EN ESTRUCTURAS

ETAPA	NO.	ESTRUCTURA	EXCAVACION m ³	RELLENO COMPACTACION m ³	RELLENO S/COMPACTACION m ³	CONCRETO m ³	FIERRO Kg.	TUBOS 2" LLOR. ASFALTICAS pza.	JUNTAS POLIVINILO pza.	JUNTAS POLIVINILO m ¹	COMPUERTAS Pza.
I.	15	TOMAS GRANJA	210	171		118	4 358				
	12	REPRESAS	1 344	396	321	993	75 198	24	48	480	24
	3	ALCANTARI- LLAS	4 450	1 650		1 000	65 105			250	
		TOTAL	6 004	2 217	321	2 112	144 661	24	48	730	24
II.	38	TOMAS GRANJA	532	434		300	11 401				
	15	REPRESAS	1 792	528	429	1 325	100 424	32	64	640	32
		TOTAL	2 324	962	429	1 625	111 465	32	64	640	32
III.	7	TOMAS GRANJA	98	80		55	2 034				
	7	REPRESAS	840	245	218	625	48 554	14	29	280	14
		TOTAL	938	325	218	680	50 588	14	26	280	14
		SIFON				14 450	34 967		500		
IV.		TUNEL III	20 860								
	14	TOMAS GRANJAS	196	160	160	111	4 068	28	56	560	
	14	REPRESAS	1 568	462	375	1 159	87 731				14
		TOTAL	1 764	622	535	1 170	91 799	28	56	560	14
V.	3	TOMAS GRANJAS	42	34		24	872				
	2	REPRESAS	240	72	56	172	12 600	4	8	80	2
		TOTAL	262	108	56	196	13 472	4	8	80	2
VI.	13	TOMAS GRANJAS	182	148		113	3 777				
	7	REPRESAS	840	245	209	595	44 100	14	28	280	7
		TOTAL	1 022	393	209	708	47 877	14	28	280	7
VII.	21	TOMA GRANJAS	294	240		166	6 102				
	7	REPRESAS	840	245	209	708	44 100	14	28	280	7
		TOTAL	1 134	485	209	874	50 202	14	28	280	7
VIII.	30	TOMAS GRANJAS	420	343		237	8 717				
	7	REPRESAS	840	245	209	708	44 100	14	28	280	7
		TOTAL	1 260	588	209	945	52 817	14	28	280	7
IX.	15	TOMAS GRANJAS	210	171		119	4 358				
	7	REPRESAS	840	245	209	708	44 100	14	28	280	7
		TOTAL	1 050	416	209	827	48 458	14	28	280	7
X.	7	TOMAS GRANJAS	98	80		55	2 034				
	3	REPRESAS	336	99	81	248	18 798	6	12	120	3
		TOTAL	434	179	81	303	20 832	6	12	120	3
<u>T O T A L</u>			16 192	6 295	2 557	23 990	566 868	164	2 414	4 090	110

C U A D R O 5.3
 PRECIOS UNITARIOS EN EL PROYECTO

CANALES	P.U.	UNIDAD
Desmante	2776.06	\$/m ³
Despalme	27.75	\$/m ³
Excavación	31.29	\$/m ³
Terr. Compact.	30.36	\$/m ³
Terr. s/compact.	23.86	\$/m ³
Rev. en Canal	933.07	\$/m ³
Sello bostic	5.25	\$/m ³
ESTRUCTURAS		
Excavación	90.57	\$/m ³
Rell compact.	91.21	\$/m ³
Rell s/compact.	40.29	\$/m ³
Concreto	1139.2	\$/m ³
Fierro	4.41	\$/kg
Tubos 2 1/2" lloraderos	128.48	\$/pza.
Junta asfáltica	312.46	\$/m ³
Junta polivinillo	321.2	\$/ml
Compuertas	62.02	\$/kg

C U A D R O No. 5.4

PRESUPUESTO PARA CANALES
(Precios 1979 en pesos)

CANAL	DESMONTE	DESPALME	EXCAVACION	TERRENO COMPACTACION	TERRENO S/COMPACTACION	REVESTIM. EN CANAL	REV. EN CAMINOS	SELLO ROSTIC.	SOBRE ACARREO	TOTAL
I. 0+000 a 14+000	83 311	2 477 351	1 997 240	5 416 831.4	1 786 223	9 292 444	711 760	420 630	4 081 424	26 267 214
II. 0+000 a 12+000 0+000 a 4+800 C.L. SL. Y RA MALES	83 458.0	2 607 168	1 211 968	856 152.0	1 125 018	5 022 716	884 616	531 174	939 516	13 261 779
III. 15+3 a 22+514 CL y SL	45 238	1 356 925	769 055	1 295 665	415 808	3 284 406	7 039	1 665 010	620 400	8 859 546
IV. 22+514 a 38	68 788	2 059 966	2 881 612	7 602 144	1 319 840	7 095 997	412 617	433 624	3 326 400	25 200 988
V. 38 a 1 40	13 774	410 645	316 029	658 812	158 848	1 328 692	61 008	82 005	438 240	2 139 361
VI. 40 a 1 51	76 480	2 320 871	2 853 648	5 206 740	1 245 088	6 599 604	335 544	376 110	5 132 160	19 526 245
VII. 51 a 1 57	92 198	2 728 935	2 083 914	4 220 040	1 345 536	6 910 316	573 475	581 490	4 134 240	22 740 144
VIII. 57 a 1 64	84 839	2 487 704	1 423 695	2 422 728	1 027 840	5 981 912	528 736	520 076	2 376 000	16 853 530
IX. 64 a 1 75+5	70 620	2 108 056	535 187	1 426 920	474 208	5 713 188	431 140	211 380	277 200	11 348 899
X. 75+5 a 1 81	27 771	85 075	256 878	349 140	116 800	1 608 613	177 940	142 648		2 764 565

C U A D R O No. 5.5
PRESUPUESTO PARA ESTRUCTURAS

ETAPA	NO.	CONCEPTO	TOTAL	EXCV.	RELLENO COMPACTACION	RELLENO S/COMPACTACION	CONCRETO	FIERRO	TUBOS 2" LLOR.	JUNTAS ASFALTI- CAS	JUNTAS POLIVI NILLO	COMPUERTAS
I.		TG, REP. Y ALCANT.	5 481 380	543 782	193 118	12 945	2 406 104	637 956	3 083	14 998	234 475	1 431 917
II.		TG, REP.	4 430 086	210 485	87 744	17 285.0	1 851 200	491 561.0	4 111	19 997.0	205 568	1 541 115.0
	2	PTE. VEHICULO		56 250								
	3	PTE. PEATONES		18 750								
	1	TUNEL (1)		3 180 763.9								
		T O T A L		7 685.850,0								
III.		TG, REP. ALCANT.	2 056 300	84 955	29 643	8 783	774 656	223 094	1 799	8 749	89 336	835 285
		SIFON	16 885 794				16 575 460	154 205		156 230		
		TUNEL I	5 478 047									
		T O T A L		24 420 141								
IV.		TG, REP. ALCANT.	2 825 529/159	765	56 732	21 555	1 332 864	408 834	3 507	17 497	179 760	825 385
		TUNEL III	11 667 749									
	3	PUENTE VEHICULOS		56 250								
		T O T A L		14 549 528								
V.		TG, REP.	467 236	23 729	9 851	2 256	223 883	59 412	514	2 419	25 696	119 326
		T O T A L	467 236	23 729	9 851	2 256	223 883	59 412	514	2 419	25 696	119 326
VI.		TG, REP.	1 672 651	92 562	35 846	8 421	806 554	211 138	1 799	8 749	89 936	417 642
	2	PUENTE VEHICULOS		37 500								
	2	CAIDAS		20 000								
		T O T A L		1 730 151								
VII.		TG, REP.	1 999 543	102 706	44 237	8 421	95 661	221 391	1 799	8 749	89 936	417 643
	10	CAIDAS		100 000								
	5	PUENTE VEHICULOS		93 750								
		T O T A L		2 184 293								
VIII.		TG, REP.	2 003 714	114.118.	53 631	8 421	1 076 544	232 923	1 799	8 749	89 936	417 643
	10	CAIDAS		80 000								
	3	PUENTE VEHICULOS		56 250								
		T O T A L		2 139 464								
IX.		TG, REP.	1 815 406	95 098	37 943	8 421	942 118	213 699	1 799	8 749	89 936	417 643
	3	CAIDAS		30 000								
	1	PUENTE VEHICULOS		18 750								
		T O T A L		1 864 156								
X.		TG, REP.	704 724	39 307	16 327	345 178	91 869	761	3 749		28 544	178 989
	1	CAIDA		8 000								
		T O T A L		712 724								

C U A D R O No. 5.6

RESUMEN DE COSTOS
(en pesos de 1979)

AÑO	ETAPA	ESTRUCTURAS	CANALES	T O T A L
1	I	5 481 380	26 267 214	31 748 594
2,3	II	7 685 850	13 261 779	20 947 629
3,4	III	24 420 141	8 859 546	33 279 687
4,5	IV	14 549 528	25 200 988	39 750 516
5	V	467,236	2 139 361	2 606 597
6	VI	1 730 151	19 526 245	21 256 396
7	VII	2 184 993	22 740 144	24 925 137
8	VIII	2 139 964	16 853 530	18 993 494
9	IX	1 864 156	11 348 899	13 213 055
10	X	712 724	2 764 565	3 473 289
T O T A L		61 236 123	148 962 270	210 198 390
Campamentos y caminos de acceso			5%	<u>10 509 920</u>
			TOTAL	220 708 300
Imprevistos			8%	16 815 871
Gastos Admón y Dirección			15%	<u>31 529 758</u>
			TOTAL	269 053 920

VALOR DE RESCATE
(30%) = \$ 80 716 076.00

C U A D R O No. 5.7

VALOR DE LA MANO DE OBRA OCUPADA EN LA CONSTRUCCION

(Se calcula por el número de jornadas requeridas en las Lab. Agrícolas)

DURANTE LA CONSTRUCCION CONCEPTO	VALOR DEL JORNAL RENDIMIENTO	\$ 85.00 UNIDAD	CANTIDAD	JORNADAS
DESMONTE	0.10	m ³	235.75	2 357
EXCAVACION	3.5	m ³	406 832	116 238
TERRAPLEN COMP.	2.5	m ³	798 075	319 230
CAMINO	0.02	km	119	5 950
TOMA GRANJA	0.20	pza.	163	815
REPRESA	0.15	pza.	441	2 940
PASO PARA VEHICULOS/PEAT.	0.04	pza.	16	400
ALCANTARILLA	0.06	pza.	3	50
CONCRETO SIMPLE	1.5	m ³	57 229	38 152
CONCRETO ARMADO	0.5	m ³	23 999	47 998
T O T A L				534 130

Valor = 534 130 x 85 = \$46 301 050.00

En los cuadros nos. 5.4 y 5.5 se presenta el presupuesto para el proyecto en estudio para canales y estructuras, y en el cuadro no. 5.6, se encuentra el resumen del cálculo por etapa y año.

Mano de obra ocupada durante la construcción:

El número de jornales ocupados durante la construcción se obtiene en base a los rendimientos en cada concepto de obra y el volumen de obra respectivo.

Una vez obtenidas el número de jornadas, se multiplican por el correspondiente valor monetario, en función del salario mínimo de la zona, región u estado. En el cuadro no. 5.7, se presenta el cálculo respectivo de la mano de obra en el proyecto. Los rendimientos de cada concepto se obtuvieron del Manual de Precios Unitarios de la SARH.

5.3 PROGRAMA AGRICOLA

Como se verá más adelante, en el análisis económico se debe tomar en cuenta el beneficio que se derive del proyecto. Un concepto con el cual se puede medir la benevolencia de un proyecto agrícola, es a través del incremento de la producción generada con la implementación de éste.

Para estimar la producción incrementada, es necesario calcular las producciones actual y futura; esto se debe hacer tomando en cuenta un horizonte de años igual al considerado en la evaluación.

Los precios y los costos deberán ser lo más representativos de la zona del proyecto, es importante hacer notar, que el incremento de éstos en el tiempo, se considera que es producto del aumento de los rendimientos de cada cultivo por hectárea y no por factores económicos como la inflación, ya que en el momento en que se hace el análisis, se piensa que así como los costos aumentan, los precios también, por lo que se considera que los valores relativos entre ellos siguen siendo los mismos.

Para la valorización de la producción actual, se considera la misma distribución del área cultivada antes de realizarse el proyecto.

Para la distribución de cultivos con el proyecto, tomaron en cuenta las consideraciones hechas por las personas encargadas de las obras. Los porcentajes fueron dados en base al tipo de suelo, disponibilidad de agua, actitud de los futuros beneficiados, mercado y necesidad de cierto tipo de cultivos para la alimentación de la población en la zona del proyecto.

En base a estos porcentajes y tomando en cuenta el período inicial de operación de las etapas del proyecto, se estimó la producción futura.

Los costos de producción se obtuvieron en base a los datos que el Banco de Crédito del Centro Sur, S.A., en su sucursal en Ixmiquilpan tenía para los diferentes cultivos en áreas cercanas a la del proyecto con y sin riego. Los datos se encuentran registrados en una forma que tiene por nombre "Costo Unitario, Cuota préstamo y Calendarios de ministraciones" (PO-1-"A"), de la que es posible recopilar la siguiente información para cada cultivo:

1. Rendimiento medio
2. Precio unitario
3. Precio de garantía
4. Valor probable de la producción
5. Semillas y fertilizantes utilizados
6. Costo de producción de acuerdo a la clasificación, grupo y nombre de los siguientes conceptos:
 - 6.1 Preparación del suelo
 - 6.1.1 Barbecho
 - 6.1.2 Rastreo
 - 6.2 Siembra
 - 6.2.1 Semilla
 - 6.2.2 Siembra
 - 6.3 Control de plagas
 - 6.3.1 Insecticidas
 - 6.3.2 Aplicación
 - 6.4 Diversos
 - 6.4.1 Seguro agrícola
 - 6.4.2 Gastos por administración
 - 6.5 Labores de cultivo
 - 6.5.1 Escardo
 - 6.5.2 Deshierbe

- 6.6 Cosecha
 - 6.6.1 Corte
 - 6.6.2 Trilla o desgrane
 - 6.6.3 Acarreo

El cálculo en el incremento en los rendimientos y jornales por hectárea con respecto al tiempo, se estimó con la ayuda de cálculos realizados por la SARH, con dos proyectos cercanos al Xotho (5).

En los cuadros No. 5.8 y 5.9 se encuentra el resumen de la información mencionada arriba para la producción actual y futura y en los cuadros nos. 5.10, 5.11 y 5.12, está el resumen de las estimaciones del valor de la producción actual y futura para el horizonte de tiempo considerado.

Valor de la mano de obra incrementada:

El valor de la mano de obra se calcula, tanto para la producción actual, como la futura, a través del número de jornadas por hectárea. Ver cuadros nos. 5.13 y 5.14.

Posteriormente se obtiene la diferencia de la mano de obra agrícola antes de la construcción y con la construcción del sistema de riego. El salario respectivo, fue considerado, en el caso de la producción actual al salario real de la zona del proyecto y en la producción futura con el salario mínimo de campo en el estado de Hidalgo para el año de 1979 (6), los resultados se muestran en el cuadro 5.15.

Valor de la producción incrementada:

El valor de la producción incrementada, se obtiene de la diferencia de la producción actual y futura (Cuadro No. 5.16).

Los beneficios, es decir, la rentabilidad social de cada año se muestra en el cuadro No. 5.17.

(5) Proyecto Arroyo Colorado y Proyecto Cantarranas en Hidalgo.

(6) El Nacional, 28 de diciembre de 1978.

C U A D R O No. 58

PRODUCCION ACTUAL

CULTIVO	AÑOS	JORNADAS	RENDIMIENTOS	COSTO	PRECIO DE GARANTIA	PRECIO
MAIZ	1 a 4	29	0.7	1205	2900	2030
	5 a 8	31	0.8	1305	2900	2320
	9 a 17	33	1.0	1425	2900	2900
	18 a 25	36	1.2	1615	2900	3480
FRIJOL	1 a 4	26	0.3	1340	6000	1800
	5 a 8	28	0.4	1445	6000	2400
	9 a 17	30	0.6	1615	6000	3600
	18 a 25	32	0.8	1790	6000	4800
MAIZ-FRIJOL	1 a 4	27	0.4	1531	3750	1900
	5 a 8	29	0.5	1685	3750	1878
	9 a 17	31	0.55	1828	3750	2062
	18 a 25	33	0.65	2048	3750	2437.5
CEBADA	1 a 4	18	0.5	1048	2030	1015
	5 a 8	18	0.7	1440	2030	1421
	9 a 17	20	0.8	1632	2030	1624
	18 a 25	20	0.9	1764	2030	1827
RASTROJO	1 a 4	4	1.5	140	300	450
	5 a 8	4	1.6	140	300	480
	9 a 17	5	1.8	175	300	540
	18 a 25	5	2.0	175	300	600

C U A D R O No. 5.9

PRODUCCION POR HECTAREA - COSTOS
Y PRECIOS P/HA
(PRODUCCION FUTURA)

CULTIVO	AÑOS	JORNADAS	RENDIMIENTO	COSTO	PRECIO GARANTIA	PRECIO
MAIZ	1 a l 4	30	2.0	4967	2900	5800
	5 a l 8	28	2.5	5312	2900	7250
	9 a l 17	26	3.0	5588	2900	3700
	18 a l 25	24	3.5	5934	2900	10150
FRIJOL	1 a l 4	31	1.0	4500	6000	6000
	5 a l 8	29	1.2	4814	6000	7200
	9 a l 17	27	1.5	5130	6000	9000
	18 a l 25	25	1.8	5444	6000	10800
ALFALFA	1 a l 4	35	43	4870	200	8600
	5 a l 8	33	53	5200	200	10600
	9 a l 17	31	64	5550	200	12800
	18 a l 25	29	75	5890	200	15000
JITOMATE	1 a l 4	160	10	15560	2500	25000
	5 a l 8	170	11	17610	2500	27500
	9 a l 17	180	12	18660	2500	30000
	18 a l 25	190	13	19710	2500	32500
CEBADA	1 a l 4	23	2.5	3265	2030	5075
	5 a l 8	22	3.0	3480	2030	10440
	9 a l 17	21	3.5	3640	2030	7140
	18 a l 25	19	4.0	3855	2030	8120
ARBOLES FRUTALES (MANZANO)	1 a l 4	110	-	3755	-	-
	5 a l 8	27	-	1695	-	-
	9 a l 17	36	1.8	2373	6000	10800
	18 a l 25	36	2.15	2423	6000	12900

FUENTE: Banco de Crédito Rural del Centro Sur, S.A. Ixmiquilpan.

C U A D R O No. 5.10

PROGRAMA AGRICOLA (PRO-
DUCCION ACTUAL)

ETAPA	AÑO	CULTIVO	PORCENTAJE	AREA	JORNADAS/AA	JORNADA	COSTO/HA	COSTO	PRECIO/HA	PRECIO	UTILIDAD
I, II	1 a 4	MAIZ	81.0	1304	29	37816	1205	1 571 320	2030	2 647 120	1 075 800
		FRIJOL	4.0	64	26	1664	1340	85 760	1800	115 200	29 440
		MAIZ-FRIJOL	5.5	80	27	2160	1531	122 480	1500	120 000	(2480)
		CEBADA	3.5	56	18	1008	1048	58 688	1015	56 840	(1844)
		RASTROJO	6.0	87	4	348	140	12 180	450	39 150	26 970
	TOTAL					42996		1 850 428		2 978 310	1 127 886
I, II	5 a 8	MAIZ	81.0	1304	31	40424	1305	1 701 720	2320	3 025 280	1 323 560
		FRIJOL	4.0	64	28	1792	1445	92 480	2400	153 600	61 120
		MAIZ-FRIJOL	5.5	80	29	2320	1685	134 800	1875	150 000	15 200
		CEBADA	3.5	56	18	1008	1440	80 640	1421	79 576	(1064)
		RASTROJO	6.0	87	4	348	140	12 180	480	41 760	29 580
	TOTAL					45892		2 021 820		3 450 21-	1 428 396
I, II	9 a 17	MAIZ	81.0	1304	33	43032	1425	1 858 200	2900	3 781 600	1 923 400
		FRIJOL	4.0	64	30	1920	1615	103 360	3600	230 400	127 040
		MAIZ-FRIJOL	5.5	80	31	2480	1828	146 240	2062	164 960	18 720
		CEBADA	3.5	56	20	1120	1632	91 392	1624	90 944	(448)
		RASTROJO	6.0	87	5	435	175	15 225	540	46 980	31 755
	TOTAL					48987		2 214 417		4 314 884	2 100 467
I, II	18 a 25	MAIZ	81.0	1304	36	46944	1615	2 105 960	3480	4 537 920	2 431 960
		FRIJOL	4.0	64	32	2048	1790	114 560	4800	307 200	192 640
		MAIZ-FRIJOL	5.5	80	33	2640	2048	163 840	2438	195 040	31 200
		CEBADA	3.5	56	20	1120	1764	98 784	1827	102 312	3 528
		RASTROJO	6.0	87	5	435	175	15 225	600	52 200	36 975
	TOTAL					53187		2 498 369		5 194 672	2 696 303

C U A D R O No. 5.11

PROGRAMA AGRICOLA (PRODUCCION FUTURA)

ETAPA	AÑO	CULTIVO	PORCENTAJE	AREA	JORNADAS/AA	COSTO/HA	COSTO	PRECIO/HA	PRECIO	UTILIDAD
I	1	ALFALFA	0.60	585	35	4870	2 848 950	8600	5 031 000	2 182 050
		MAIZ	0.30	293	30	4967	1 455 331	5800	1 699 400	244 069
		JITOMATE	0.08	78	160	15560	1 213 680	25000	1 950 000	736 300
		CEBADA	0.02	19	23	3265	62 035	5075	96 425	34 390
		TOTAL		975			5 579 996		8 776 825	1 014 997
I, II	2	ALFALFA		635	35	4870	3 092 460	8600	5 461 000	2 368 550
		MAIZ		307	30	4967	1 524 869	5800	1 780 600	255 731
		JITOMATE		78	160	15560	1 213 680	25000	1 950 000	736 320
		CEBADA		21	23	3265	68 565	5075	106 575	38 010
		ARBOLES FRU TALES		56	110	8241	-	-	--	(461 496)
TOTAL		1345			5 899 564		9 298 175	2 937 115		
I, II	3	MAIZ		1103	30	4967	5 478 601	5800	6 397 400	918 799
		ALFALFA		874	35	4890	4 273 860	8600	7 516 400	3 242 540
		FRIJOL		398	31	4500	1 791 000	6000	2 388 000	597 000
		JITOMATE		205	160	15560	3 189 800	25000	5 125 000	1 935 200
		CEBADA		53	23	3265	173 045	5075	268 975	95 930
ARBOLES FRUTA LES		56	27	1695	94 920	-	-	(94 920)		
TOTAL		2689			15 001 226		21 695 775	6 694 549		
I, II, III	4	MAIZ		1257	30	4967	6 243 519	5800	7 290 600	1 047 081
		ALFALFA		874	35	4870	4 256 380	8600	7 516 400	3 251 420
		FRIJOL		552	31	4500	2 484 000	6000	3 312 000	828 000
		JITOMATE		205	160	15560	3 189 800	25000	5 125 000	1 936 000
		CEBADA		53	23	3265	173 045	5075	268 975	95 930
ARBOLES FRU TALES		56	27	1695	94 920	-	-	(94 920)		
TOTAL		2997			16 451 664		23 512 975	7 063 511		

CUADRO 5.11 (CONTINUACION)

ETAPA	ARO	CULTIVO	PORCENTAJE	AREA	JORNADAS/AA	COSTO/HA	COSTO	PRECIO/HA	PRECIO	UTILIDAD
I,II,III, IV, V	5	MAIZ		1673	28	5312	8 886 976	7250	12 129 250	3 242 274
		ALFALFA		923	53	5200	4 799 600	10600	9 783 800	4 984 200
		FRIJOL		841	29	4814	4 048 576	7200	6 055 200	2 006 626
		JITOMATE		205	170	17610	3 610 050	27500	5 637 500	2 027 450
		CEBADA		180	22	3480	626 400	10440	1 879 200	1 252 800
		ARBOLES FRU TALES		56	27	1695	94 920	-	-	(94 920)
		TOTAL		3878	329		22 066 520		35 484 950	13 418 430
		I a VI	6	MAIZ		2067	28	5312	10 979 904	7250
		FRIJOL		1077	29	4814	5 184 678	7200	6 868 800	1 684 122
		ALFALFA		954	53	5200	4 960 800	10600	10 112 400	5 151 600
		JITOMATE		331	170	17610	5 828 910	27500	9 102 500	3 273 590
		CEBADA		180	22	3480	626 400	10 440	1 879 200	1 252 800
		ARBOLES FRU TALES		56	27	1695	94 920	-	-	(94 920)
		TOTAL		4665	329		27 675 612		42 948 650	15 273 038
VI, VII	7	MAIZ		2828	28	5312	15 022 336	7250	20 503 000	5 480 995
		FRIJOL		1457	29	4814	7 013 998	7200	10 490 400	3 476 402
		ALFALFA		985	53	5200	5 122 000	10600	10 441 000	5 319 000
		JITOMATE		452	170	17610	7 959 720	27500	12 430 000	4 470 280
		CEBADA		180	22	3480	626 400	10440	1 879 200	1 252 800
		ARBOLES FRU TALES		56	36	2305	129 080	10800	604 800	475 720
		TOTAL		5938	338		35 873 534		46 951 500	20 475 197

CUADRO 5.11 (CONTINUACION)

ETAPA	AÑO	CULTIVO	PORCENTAJE	AREA	JORNADAS/AA	COSTO/AA	COSTO	PRECIO/HA	PRECIO	UTILIDAD	
I-VIII	8	MAIZ		3476	28	5312	18 464 512	7250	25 201 000	6 736 488	
		FRIJOL		2106	29	4814	10 138 284	7200	15 163 200	5 024 916	
		ALFALFA		985	53	5200	5 122 000	10600	10 441 000	5 319 000	
		JITOMATE		452	170	17610	7 959 720	27500	12 430 000	4 470 280	
		CEBADA		180	22	3480	626 400	10440	1 879 200	1 252 800	
		ARBOLES FRU									
		TALES			56	36	2305	129 080	10800	604 800	475 720
		TOTAL			7255	338		42 439 996		65 719 200	23 279 204
I-X	9	MAIZ		3707	26	5312	19 691 584	7250	26 875 750	7 194 166	
		FRIJOL		2311	27	4814	11 125 154	7200	16 639 200	5 514 046	
		ALFALFA		1182	33	5200	6 146 400	10600	12 529 200	6 382 800	
		JITOMATE		452	180	17610	7 959 720	27500	12 430 000	4 470 290	
		CEBADA		247	21	3480	859 560	10440	2 578 680	1 719 120	
		ARBOLES FRU									
		TALES A			56	36	2305	129 080	10800	604 800	475 720
		ARBOLES FRU									
TALES B			210	110	8241	1 730 610	-	-	(1 730 610)		
TOTAL			8165	433		47 642 108		71 657 630	24 015 522		
I-X	10	MAIZ		3707	26	5312	19 691 584	7250	26 875 750	7 184 166	
		FRIJOL		2311	27	4814	11 125 154	7200	16 639 200	5 514 046	
		ALFALFA		1182	33	5200	6 146 400	10600	12 529 200	6 382 900	
		JITOMATE		452	180	17610	7 959 720	27500	12 430 000	4 470 280	
		CEBADA		247	21	3480	859 560	10440	2 578 680	1 710 120	
		ARBOLES FRU									
		TALES A			56	36	2305	129 080	10800	604 800	475 720
		ARBOLES FRU									
TALES B			210	27	1695	355 950	-	-	(355 950)		
TOTAL			8165	350		46 267 448		71 657 630	25 390 182		

CUADRO 5.11 (CONTINUACION)

ETAPA	AÑO	CULTIVO	PORCENTAJE	AREA	JORNADA/AA	COSTO/AA	COSTO	PRECIO/HA	PRECIO	UTILIDAD	
I - X	11 a 14	MAIZ		3707	26	5312	19 691 584	8700	32 250 900	12 339 316	
		FRIJOL		2311	27	4814	11 125 154	9000	20 799 000	9 672 846	
		ALFALFA		1182	33	5200	6 146 400	12800	15 129 600	8 983 200	
		JITOMATE		452	180	17610	7 959 720	30000	13 560 000	5 600 280	
		CEBADA		247	21	3480	859 560	10440	2 578 680	1 719 120	
		ARBOLES FRU									
		TALES A		56	36	2305	129 080	10800	604 800	475 720	
		ARBOLES FRU									
		TALES B		210	27	1695	355 950	-	-	(355 950)	
		TOTAL		8165				46 267 448		84 922 980	38 655 532
I - X	15 a 17	MAIZ		3707	26	5312	19 691 584	8700	32 250 900	12 559 316	
		FRIJOL		2311	27	4814	11 125 154	9000	20 799 000	9 673 846	
		ALFALFA		1182	33	5200	6 146 400	12800	15 129 600	8 983 200	
		JITOMATE		452	180	17610	7 959 720	30000	13 560 000	5 600 280	
		CEBADA		247	21	3480	859 560	10440	2 578 680	1 719 120	
		ARBOLES FRU									
		TALES A		56	36	2373	129 080	12000	504 800	475 720	
		ARBOLES FRU									
		TALES B		210	36	2305	484 050	10800	-	(484 050)	
		TOTAL		8165				46 395 548		84 922 980	38 527 432
I - X	18 a 25	MAIZ		3707	24	5934	21 997 338	10150	37 626 050	15 628 712	
		FRIJOL		2311	25	5444	12 581 084	10800	24 958 800	12 377 716	
		ALFALFA		1182	29	5890	6 961 980	15000	17 730 000	10 768 020	
		JITOMATE		452	190	19710	8 908 920	32500	14 690 000	5 781 080	
		CEBADA		247	19	3855	952 185	8120	2 005 640	1 053 455	
		ARBOLES FRU									
		TALES A		266	36	2423	644 518	12900	3 431 400	2 786 882	
		TOTAL		8165				52 046 025		100 441 890	48 395 865

C U A D R O No. 5.12

PROGRAMA AGRICOLA

PRODUCCION FUTURA. RESUMEN DEL VALOR DE LA
PRODUCCION

ETAPA	AÑO	AREA	PORCENTAJE	JORNADAS	COSTO	PRECIO	UTILIDAD
I	1	975	11.9	42 182	5 579 996	8 776 825	1 014 997
I a II	2	1345	16.5	50 558	5 899 564	9 298 175	2 937 115
I a III	3	2689	32.9	111 549	15 001 226	21 695 775	6 694 549
I a III	4	2997	36.7	120 943	16 451 664	23 512 975	7 063 511
I a VI	5	3878	47.5	160 474	22 066 520	35 484 950	13 418 430
I a VI	6	4665	57.1	206 600	27 675 612	42 948 650	15 273 038
I a VII	7	5958	73.0	256 458	35 873 534	46 951 500	20 475 197
I a VIII	8	7255	88.9	298 610	42 439 996	65 719 200	23 279 204
I a X	9	8165	100.0	314 635	47 642 108	71 657 630	24 015 522
I a X	10	8165	100.0	292 018	46 267 448	71 657 630	25 390 182
I a X	11 a 14	8165	100.0	242 018	46 267 448	84 922 988	38 655 532
I a X	15 a 17	8165	100.0	293 908	46 395 548	84 922 980	38 527 432
I a X	18 a 25	8165	100.0	285 863	52 046 025	100 441 890	48 395 865

C U A D R O No. 5.13

VALOR DE LA MANO DE OBRA OCUPADA ANTES DE LA
CONSTRUCCION
(Producción actual)

AÑO	CULTIVO	AREA	JORNADAS	SALARIO REAL/HA	VALOR DE LA MANO DE OBRA
1 a 4	MAIZ	1304	37 816	40	1 512 640
	FRIJOL	64	1 664	40	66 560
	MAIZ-FRIJOL	80	2 160	40	86 400
	CEBADA	56	1 008	40	40 320
	RASTROJO	87	348	40	13 920
	TOTAL	1591	42 996		1 719 840
5 a 8	MAIZ	1304	40 424	40	1 616 960
	FRIJOL	64	1 792	40	71 680
	MAIZ-FRIJOL	80	2 320	40	92 800
	CEBADA	56	1 008	40	40 320
	RASTROJO	87	348	40	13 920
	TOTAL	1591	45 892		1 835 680
9 a 17	MAIZ	1304	43 032	40	1 936 440
	FRIJOL	64	1 920	45	86 400
	MAIZ-FRIJOL	80	2 480	45	111 600
	CEBADA	56	1 120	45	50 400
	RASTROJO	87	435	45	19 575
	TOTAL	1591	48 987		2 204 415
18 a 25	MAIZ	1304	46 944	45	2 112 480
	FRIJOL	64	2 048	45	92 160
	MAIZ-FRIJOL	80	2 640	45	118 800
	CEBADA	56	1 120	45	50 400
	RASTROJO	87	435	45	19 575
	TOTAL	1591	53 187		2 443 315

C U A D R O 5.14
VALOR DE LA MANO DE OBRA - PRODUCCION
FUTURA

AÑO	JORNADAS	VALOR DEL JORNAL (1)	VALOR DE LA MANO DE OBRA
1	42 182	85	3 585 470
2	50 558	85	4 297 430
3	111 549	85	9 481 665
4	120 943	85	10 280 155
5	160 474	85	13 640 290
6	206 600	85	17 561 000
7	256 458	85	21 798 930
8	293 423	85	24 940 955
9	314 635	85	26 743 975
10	292 018	85	24 821 530
11 a 14	292 017	85	24 821 530
15 a 17	293 908	85	24 982 180
18 a 25	285 863	85	24 298 355

(1) El valor de jornal corresponde al salario mínimo de campo en el Estado de Hidalgo para el año 1979. Véase "El Nacional", 28 de diciembre de 1975.

C U A D R O N o . 5.15
 INCREMENTO EN EL VALOR DE LA MANO DE OBRA
 AGRICOLA

AÑO	CON PRODUCCION ACTUAL	CON PRODUCCION FUTURA	INCREMENTO
1	1 719 840	3 585 470	1 865 630
2	"	4 297 430	2 577 590
3	"	9 481 665	7 761 825
4	"	10 280 155	8 560 315
5	1 835 680	13 640 290	11 804 610
6	"	17 561 000	15 725 320
7	"	21 798 930	19 963 250
8	"	24 940 955	23 105 275
9	2 204 415	26 743 975	24 539 560
10	"	24 821 530	22 617 115
11 a 14	"	24 821 530	22 617 115
15 a 17	"	24 981 180	22 777 765
18 a 25	2 443 815	24 298 355	21 854 540

C U A D R O No.5.16
VALOR INCREMENTADO DE LA PRODUCCION AGRICOLA

AÑO	VALOR DE LA PRO DUCCION ACTUAL	VALOR DE LA PRO DUCCION FUTURA	INCREMENTO
1	2 978 310	8 776 825	5 798 515
2	"	9 298 125	6 319 815
3	"	21 695 775	18 717 465
4	"	25 512 975	20 534 665
5	3 450 216	35 484 950	32 034 734
6	"	42 948 650	39 498 434
7	"	46 951 500	43 501 284
8	"	65 719 200	62 268 984
9	4 314 884	71 657 630	67 342 746
10	"	71 657 630	67 342 746
11 a 14	"	84 922 988	80 608 104
15 a 17	"	84 922 980	80 608 104
18 a 25	5 194 672	100 441 890	95 247 218

C U A D R O N o . 5.17
 BENEFICIOS NETOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA

AÑO	BENEFICIOS DE LA PRODUCCION ACTUAL	BENEFICIOS DE LA PRODUCCION FUTURA	BENEFICIO INCREMENTADO
1	1 127 886	1 014 997	(112 889)
2	"	2 937 115	1 809 229
3	"	6 694 549	5 566 663
4	"	7 063 511	5 935 625
5	1 428 396	13 418 430	11 990 034
6	"	15 273 038	13 844 642
7	"	20 475 197	19 046 801
8	"	23 279 204	21 850 808
9	2 100 467	24 015 522	21 915 055
10	"	25 390 182	23 289 715
11 a 14	"	38 655 532	36 555 065
15 a 17	"	38 527 432	36 426 965
18 a 25	2 696 303	48 395 865	46 295 398

5.4 EVALUACION DEL PROYECTO

La distribución de las inversiones es un factor importante para el desarrollo de cualquier empresa o país, el problema radica en determinar qué alternativa escoger; bajo qué proceso de producción y en qué tiempo debe realizarse - la inversión para que rinda al máximo.

La evaluación de proyectos tiene como objeto responder a estas preguntas, por lo que podemos definir a ésta, como el conjunto de criterios utilizados para establecer -- qué inversión es la más adecuada entre las opciones a elegir y si el estudio es para una en especial, comprobar que con su operación se obtendrán los rendimientos esperados.

Para poder evaluar un proyecto, habrá que solucionar una serie de problemas técnicos que se le presentan al analista, los cuales tienen como origen la dificultad para uniformizar los diferentes parámetros por evaluar; la medida común que se adopta en la unidad monetaria.

Es necesario también homogeneizar o actualizar todos los flujos monetarios a lo largo del período de análisis con respecto al tiempo, de manera que exista la posibilidad de poderlos comparar.

En la práctica existen dos diferentes maneras de hacer una evaluación, considerando el destino de las inversiones: el análisis financiero y el análisis económico.

El análisis financiero determina la mejor opción para obtener el máximo rendimiento por unidad de capital tomando en cuenta, con quién recibe las utilidades, es quién invierte el capital; las utilidades en este caso reciben el nombre de rentabilidad.

El análisis económico es aquél que se enfoca en obtener el máximo de beneficios por unidad de capital: quien recibe éstos es la sociedad. En la mayoría de los casos -- quien realiza este tipo de proyectos es el gobierno de un país, y en el caso de los países en vías de desarrollo la inversión se realiza a través de empréstitos otorgados por la banca internacional, como se mencionó anteriormente al analizar las inversiones.

Las diferencias básicas entre los dos tipos de análisis

lisis son las siguientes:

- a) En el análisis económico algunos precios pueden cambiarse para reflejar mejor los verdaderos valores sociales, a estos precios se les da el nombre de precios cuenta o precios sombra; en cambio en el análisis financiero se utilizan siempre los precios del mercado.
- b) En el análisis económico, los impuestos se consideran como capital que es transferido a la sociedad, por lo tanto, no se toman en cuenta en la evaluación; mientras en el análisis financiero se valoran como costos.

Para el proyecto Xotho se aplicará el análisis económico, ya que como se dijo arriba, es el que se utiliza en proyectos de beneficio social. Uno de los problemas que se presentan al analista es el de transformar los beneficios y los costos bajo un mismo común denominador con respecto al tiempo; la solución se ha dado con la utilización del valor actualizado.

Valor actualizado:

En lugar de homogeneizar los valores en términos de desembolsos anuales a lo largo de un período de tiempo, se pueden transformar en términos de la inversión anual, reduciendo al igual que la inversión todos los pagos anuales al equivalente de un solo pago. De acuerdo a esto, lo que se hace es descontar los valores futuros de tal manera que se puedan sumar los costos de inversión con todos los costos anuales.

El método de equivalencia se llama actualización y se basa en la fórmula de interés compuesto, la cual se explica de la siguiente manera:

Si se tiene un capital P del cual se obtiene un interés anual i en un año, el capital acumulado será $(P + Pi)$; en el segundo año, manteniendo la misma tasa, el capital será el mismo del primer año con su correspondiente interés, es decir: $P(i+1) + P(i+1)i$, o sea, $P(i+1)^2$; siguiendo este mismo procedimiento se tiene que para n años el capital será:

$$S = P(i+1)^n$$

que es la fórmula de interés compuesto.

Ahora bien, si lo que se quiere saber es el capital que se descuenta en n años con una tasa de interés i , tenemos lo contrario a la fórmula anterior es decir:

$$p = \frac{S}{(i+1)^n}$$

Para una rápida utilización de esta fórmula, se han realizado tablas con diferentes intereses y años (7), en donde lo único que hay que hacer es multiplicar el valor que se quiera descontar por la cifra dada en tablas.

La dificultad de utilizar esta fórmula se presenta cuando el analista debe seleccionar la tasa de interés. -- Existen varias corrientes en cuanto a la tasa a utilizar, éstas se pueden agrupar de la siguiente manera: (8)

- 1) Los costos se calculan con una tasa nula.
- 2) Los costos se actualizan con la misma tasa y período de tiempo a los que se otorgó el préstamo para realizar el proyecto.
- 3) De acuerdo a los costos de oportunidad de capital, es decir de la rentabilidad que se deja de perder en otro proyecto en el que se podría utilizar el capital, que se está empleando en el proyecto evaluado. Esta tasa en general deberá ser mayor a la del inciso anterior.

De los tipos de tasa, se recomendará en general el último, ya que es el que da los mejores resultados; en los países en vías de desarrollo se ha estimado esta tasa con cifras que van del 8 al 15%, sin embargo, es muy difícil calcular en la práctica el costo de oportunidad del capital.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se encuentra utilizando una tasa del 9% en la evaluación de sus proyectos de irrigación; esta tasa se encuentra dentro del margen del 8 al 15%, además de ser mayor a la del crédito, que como se dijo anteriormente es del 8%; esto significa que se está tomando en cuenta una rentabilidad que debe-

(7) Véase, Gittinger, J. Price, "Tablas de interés compuesto y de Descuento para la evaluación de proyectos", Serie del Banco Mundial.

(8) L. Grant/Ireson, "Principles of Engineering Economy". Ronald Press Company, USA.

r  acumular capitales mayores a los del préstamo.

En el proyecto se utilizará la misma tasa de la SARH, con objeto también de poder comparar este proyecto con otros.

Costos del proyecto:

De acuerdo al presupuesto, podemos mencionar los siguientes:

- 1) Construcción de la obra
- 2) Operación y conservación de las obras hidráulicas.

Beneficios del proyecto:

Tomando en consideración la producción agrícola y la construcción del proyecto se consideran los siguientes beneficios:

- 1) Mano de obra incrementada con la construcción
- 2) Mano de obra agrícola incrementada por la explotación agrícola
- 3) Valor del incremento de la producción agrícola
- 4) Valor de rescate de las obras.

Cuando se analizaron las diferencias entre análisis económico y financiero, se dijo que en el primero, los precios se pueden ajustar a precios cuenta; en el caso del proyecto se trató de tomarlos lo más representativos de la zona del proyecto, tanto para construcción como para la producción agrícola.

Una vez estimados los costos y beneficios se comparan de acuerdo a tres criterios:

- a) Relación Beneficio--Costo
- b) Valor neto actual
- c) Tasa de rentabilidad interna

Relación Beneficio Costo:

Este criterio consiste en determinar si el cociente

de la relación entre los beneficios y los costos actualizados es mayor de uno. La ecuación que expresa la relación es la siguiente:

$$R = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(i+1)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(i+1)^n}} \geq 1$$

En el caso de proyectos en países en vías de desarrollo, esta relación se ve afectada por un factor de ponderación que va de 1 a 1.5, y que expresa la necesidad social de una zona muy deprimida por promover y generar su desarrollo.

En estas circunstancias, es lógico pensar que la pérdida que pueda inducir el proyecto al inversionista, que en la mayoría de los casos es el gobierno del país, represente un subsidio por parte de éste a los habitantes beneficiados. En los cuadros Nos. 5.18 y 5.19, se muestra el resumen respectivo de los costos y el de los beneficios y en el cuadro No. 5.20, se muestra el cálculo de la relación Beneficio-Costo para el proyecto Xotho.

Valor Neto Actual:

Antes de definir este criterio, es necesario establecer lo que se llama flujo de fondos, esto es, la diferencia entre los costos y beneficios actualizados en cada año y sumados para el período considerado.

El valor neto actual será simplemente el valor actual de la corriente del flujo de fondos. Su expresión es la siguiente:

$$VNA = \sum_{t=1}^n \frac{B_n - C_n}{(i+1)^n}$$

Si lo que se obtiene es un valor positivo, significa que los beneficios superan a los costos, por lo que el proyecto es redituable, siendo lo contrario en el caso de -

que el valor resultante sea negativo. También en el mismo cuadro No.5.20, se encuentra el cálculo para el proyecto - Xotho.

Cálculo de la tasa de rentabilidad interna:

En cierta medida la tasa de rentabilidad interna re presenta la rentabilidad media del dinero utilizado en el proyecto durante su vida. El método consiste en determinar la tasa a la que se recupera la inversión total a lo largo de la vida útil del proyecto, es decir, se encuentra la tasa de actualización que haga que el valor neto sea cero, o que la relación beneficios costos sea uno.

No existe una fórmula cuya aplicación inmediata proporcione con exactitud la tasa de rentabilidad interna, por lo que su cálculo se hace a través de tanteos.

Un primer método que da una tasa aproximada es el - que se menciona a continuación (9):

- 1) Se determina la relación entre los beneficios me -
dios anuales y los costos iniciales globales, éstos
últimos se refieren casi siempre al período de fon-
dos anuales negativos.

$$T_1 = \frac{\text{beneficios medios anuales}}{\text{costos iniciales globales}}$$

- 2) Se reduce el cociente anterior tomando el período -
de la corriente de flujos positiva de acuerdo al si-
guiente factor "F" obtenido de la siguiente tabla:

(9) Véase J. Price Gittinger, Análisis Económico de Proyec-
tos Agrícolas", BIRF.

Dirección de la corriente de beneficios (años)	Valor estimado T_1			
	Menor de 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	Mayor de 0.3
5	--	--	0.18	0.13
10	0.08	0.07	0.05	0.02
15	0.05	0.03	0.02	0.00
20	0.02	0.01	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00

De tal manera que:

$$T_2 = T_1 - F$$

- 3) Se reduce la estimación de la operación anterior, - con el valor que resulte de la siguiente tabla, tomando el número de años de inversión:

Período de Inversión	Deducción de la estimación T_2
1	-
2	$1/2(T_2)^2$
3	$1 (T_2)^2$
.	.
.	.
.	.
.	.
n	$(n/2 - 0.5) (T_2)^2$

Por lo que:

$$T_3 = T_2 - (n/2 - 0.5) (T_2)^2$$

- 4) Se reduce la estimación del inciso anterior T_3 , en la suma indicada para el período comprendido entre el final del período de inversión y el momento de ob tener los primeros beneficios:

Intervalo (años)	Deducir de la estimación T_3
1	$(T_3)^2$
2	$2(T_3)^2$
3	$3(T_3)^2$
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
p	$p(T_3)^2$

y la operación estará indicada por:

$$T_4 = T_3 - p(T_3)^2$$

- 5) Existen tres casos:
- Si los beneficios son mayores en los primeros - años que en los últimos, se aumenta un tanto la estimación del inciso anterior.
 - Si los beneficios son mayores en los últimos - años que en los primeros, se disminuye en un - tanto la estimación del inciso anterior.

c. En el caso de que la corriente de los beneficios sea uniforme, no existe necesidad de hacer ninguna reducción.

6) Se convierte el valor del inciso anterior T_5 en porcentajes, multiplicando la cifra por 100. Esto es:

$$T_6 = T_5 \times 100$$

En donde T_6 representa el valor aproximado de la tasa de rentabilidad interna.

Otro método para obtener la Tasa de Rentabilidad Interna es interpolando a través de corrientes de flujo obtenidas con una tasa baja y con una tasa alta. El valor respectivo de los flujos será normalmente positivo en el primero de los casos y negativo en el segundo.

En la Fig. 6, se puede observar que a través de triángulos semejantes se puede obtener una relación en donde el valor actual sea cero, de tal manera que:

$$\frac{VA}{IA} = \frac{v}{x}$$

y si despejamos x:

$$x = \frac{IA \cdot v}{VA}$$

y si: $TRI = x + i$

sustituyendo x en esta última ecuación:

$$TRI = \frac{IA \cdot v}{VA} + i$$

siendo TRI la Tasa de Rentabilidad Interna.

donde: TRI = tasa de rentabilidad interna
 i = tasa de actualización baja
 I = tasa de actualización alta
 v = valor actual del flujo de fondos con la tasa baja

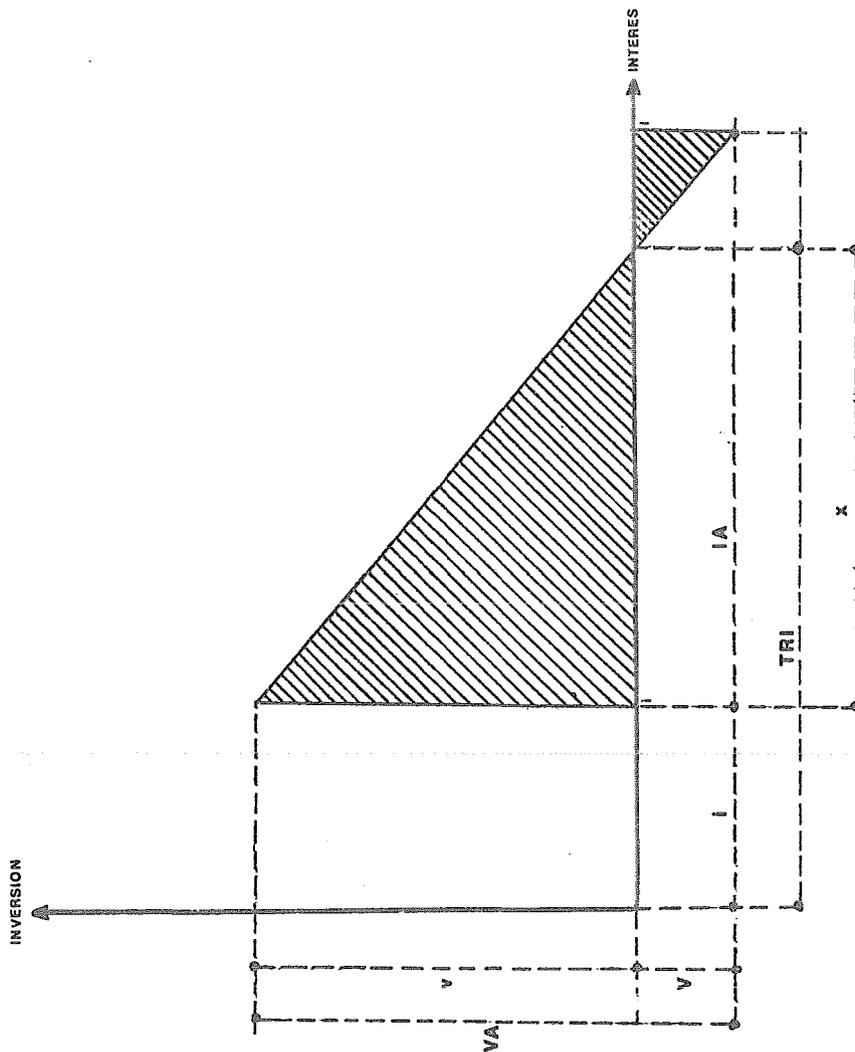


Fig 6 Representación gráfica para obtener la Tasa de Rentabilidad Interna

- V = valor actual del flujo de fondos con la tasa-alta
 VA = diferencia absoluta de los flujos de fondo - con las dos tasas
 IA = diferencia entre la tasa alta y la tasa baja.

El problema de utilizar este criterio es el suponer que el comportamiento del flujo de fondos con respecto al interés y en la práctica ésto resulta ser un error ya que la rentabilidad interna sigue una función curvilínea. El modo de ajustar el error, es considerar un intervalo de dos valores de tasas de interés, uno inferior y otro superior, muy próximos al estimado en un principio; obteniendo sus respectivos flujos de fondo se podrá determinar, de acuerdo al signo correspondiente el grado de ajuste necesario. A continuación en el cuadro no. 5.21, se presenta el cálculo de la Tasa de Rentabilidad Interna del Proyecto, por este segundo método.

Los resultados obtenidos significan que el proyecto es económicamente rentable, ya que su rentabilidad media anual o tasa de rentabilidad interna es del orden del 18.78, obteniéndose un valor neto actual de 203 millones 520 mil pesos y una relación beneficio-costo de 2.08.

A pesar de haber calculado los beneficios debidos a la producción con rendimientos supuestamente altos y considerando que el riego será distribuido en toda el área del proyecto en un tiempo adecuado, existen factores que podrán disminuir la producción agrícola.

Para ver de qué manera se puede ver afectado el proyecto, se ha realizado un análisis de sensibilidad, en el cual se supuso que los beneficios serían menores en un 40% a los estimados en un principio. El resultado de este análisis mostró que aún se continuó obteniendo un flujo de fondos positivos dando con la misma tasa de descuento del 9%, una relación beneficio-costo de 1.2 (Ver Cuadro no. 5.22).

De lo anterior, y tomando en cuenta las condiciones económicas y sociales podemos afirmar que la realización del proyecto es recomendable, aunque habrá que tomar en cuenta varios factores como se verá en el capítulo siguiente.

C U A D R O No. 5.18

RESUMEN DE COSTOS

(Precios de 1979)

Año	Construcción	Operación y Conservación	T o t a l
1	41 003 309		42 003 309
2	27 053 862		27 053 862
3	23 279 687	967 540	24 247 227
4	38 422 791	"	39 390 331
5	29 196 420	"	30 163 960
6	27 449 489	"	28 417 029
7	32 190 814	"	34 690 814
8	24 530 097	"	25 497 637
9	17 064 660	"	18 032 220
10	4 485 753	"	5 453 293
11		"	967 540
12		"	"
13		"	"
14		"	"
15		"	"
16		"	"
17		"	"
18		"	"
19		"	"
20		"	"
21		"	"
22		"	"
23		"	"
24		"	"
25		"	"

* Los costos de construcción ya incluyen imprevistos, caminos y campamentos y gastos por administración.

C U A D R O No. 5.19
 RESUMEN DE BENEFICIOS
 (Precios de 1979)

Año	Valor de Rescate	Valor de be neficios en la produc.- agrícola (cifras en pesos)	Mano de obra increm. en la agric.	Mano de obra en la construcción	Total
1		(112 889)	1 865 630	7 030 800	8 783 541
2		1 809 229	2 577 590	4 638 898	9 025 717
3		5 566 663	7 761 825	3 991 744	17 320 232
4		5 935 625	8 560 315	6 588 317	21 084 257
5		11 990 034	11 804 610	3 291 590	27 086 234
6		13 844 642	15 725 320	4 706 736	34 276 698
7		19 046 801	19 963 250	5 519 772	44 529 778
8		21 850 808	23 105 275	4 206 151	49 162 234
9		21 915 055	24 539 560	2 926 060	49 380 675
10		23 289 715	22 617 115	2 926 060	46 675 997
11		36 555 065	22 617 115		59 172 180
12		"	"		"
13		"	"		"
14		"	"		"
15		"	22 777 765		59 172 180
16		"	"		"
17		"	22 777 765		59 332 830
18		48 395 865	21 854 540		70 250 405
19		"	"		"
20		"	"		"
21		"	"		"
22		"	"		"
23		"	"		"
24		"	"		"
36	80 716 076				80 716 076

C U A D R O No. 5.20
RELACION BENEFICIO-COSTO

AÑO	FACTOR DE ACTUALIZACION	BENEFICIOS ACTUALIZADOS (EN PESOS)	COSTOS ACTUALIZADOS	FLUJO DE FONDOS
1	0.9174	8 058 020	37 616 435	(29 558 415)
2	0.8417	7 596 946	22 771 235	(15 174 289)
3	0.7722	13 374 683	18 723 708	(5 340 025)
4	0.7084	14 936 087	27 904 110	(12 968 023)
5	0.6499	17 603 343	19 603 557	(2 000 214)
6	0.5963	20 439 195	16 945 074	3 494 120
7	0.5470	24 357 788	18 975 875	5 381 912
8	0.5019	24 674 525	12 797 264	11 897 261
9	0.4604	22 734 862	8 302 034	14 432 828
10	0.4224	19 715 914	2 303 470	17 412 470
11	0.3875	22 929 219	374 921	22 554 297
12	0.3555	21 035 709	343 960	20 691 748
13	0.3262	19 301 965	315 611	18 986 353
14	0.2992	17 704 316	289 487	17 414 828
15	0.2745	16 242 763	265 589	15 977 1174
16	0.2519	14 905 472	243 723	14 661 748
17	0.2311	13 711 817	223 598	13 488 219
18	0.2120	14 893 085	205 118	14 687 967
19	0.1945	13 663 703	188 186	13 475 517
20	0.1784	12 532 672	172 609	12 360 063
21	0.1637	11 500 000	158 386	11 341 605
22	0.1502	10 551 610	145 324	10 406 286
23	0.1378	9 680 505	133 327	9 547 178
24	0.1264	8 879 651	122 297	8 757 354
25	0.1160	8 149 046	112 234	8 036 812
36	0.0449	3 627 380		3 627 380
Totales		390 475 270	186 955 390	203 519 880
		$R.B.C. = \frac{390\ 475\ 270}{186\ 955\ 390} = 2.08$		

C U A D R O No. 5.21
CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD INTERNA

ANO	BENEFICIOS MENOS COSTOS	FACTOR DE ACTUALIZACION (9%)	BENEF-COSTOS ACTUALIZADOS (9%)	FACTOR DE ACTUALIZA CION (25%)	BENEF-COSTOS ACTUALIZADOS (25%)
1	(32 219 768)	0.9174	(29 558 415)	0.9457	(30 470 234)
2	(18 028 145)	0.8417	(15 174 289)	0.6400	(11 538 012)
3	(6 926 995)	0.7722	(5 340 025)	0.5120	(3 546 621)
4	(18 306 074)	0.7084	(12 968 023)	0.4096	(7 498 167)
5	(3 077 726)	0.6499	(2 000 214)	0.3277	(1 008 570)
6	(5 859 669)	0.5963	3 494 120	0.2621	1 535 819
7	9 838 964	0.5470	5 381 913	0.2097	2 063 230
8	23 664 597	0.5019	11 877 261	0.1678	3 970 919
9	31 348 455	0.4604	14 432 828	0.1342	4 206 962
10	41 222 704	0.4224	17 412 470	0.1074	4 427 318
11	58 204 640	0.3875	22 554 298	0.0859	4 999 778
12	"	0.3555	20 691 749	0.0687	3 998 658
13	"	0.3262	18 986 353	0.0550	3 201 255
14	"	0.2992	17 414 828	0.0440	2 561 004
15	58 210 640	0.2745	15 978 820	0.0352	2 049 014
16	"	0.2519	14 663 260	0.0281	1 635 718
17	58 365 290	0.2311	13 488 218	0.0225	1 313 219
18	69 282 865	0.2120	14 632 541	0.0180	1 247 091
19	"	0.1945	13 475 517	0.0140	969 960
20	"	0.1784	12 360 063	0.0115	796 752
21	"	0.1637	11 341 605	0.0092	637 402
22	"	0.1502	10 406 286	0.0074	512 693
23	"	0.1378	9 547 178	0.0059	408 768
24	"	0.1264	8 757 354	0.0047	325 629
25	"	0.1160	8 036 812	0.0038	263 274
36	80 716 076	0.0449	3 627 380	0.0003	24 214
T o t a l			203 519 880		(12 912 927)

$$T.R.I. = \frac{16 \times 203\,519\,880}{216\,432\,807} + 9$$

$$T.R.I. = 24.04$$

C U A D R O No. 5.22
ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	Beneficios Actualizados (9%)	Costos Actualizados (9%)	R.B.C.	VNA Actualizados (9%)
Del proyecto	390 475 270	186 955 390	2.08	203 519 880
Del proyecto reducido en un 20%, los Beneficios	312 380 210	186 955 390	1.67	125 434 820
Del proyecto reducido en- un 40%, los- Beneficios	234 285 516	186 955 390	1.20	47 330 012

C A P I T U L O V I

ASPECTO AGRICOLA

- c. Problemática con respecto al levantamiento catastral y planeación agrícola modificada.

Es necesario para evitar ésto, orientar y dar la confianza necesaria al campesino para que sea posible obtener de él, un cambio de actitud, trabajo que tendrán que realizar las autoridades a través de la SARH y del Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital.

6.2 OPERACION Y ADMINISTRACION DEL SISTEMA

Para llevar a cabo la operación de las obras en forma eficiente, se requiere tener un conocimiento completo de todos aquellos elementos y características que constituyen el sistema de riego.

Distribución del agua al usuario:

En México quien se encarga de controlar la operación de los sistemas de irrigación son los Distritos de Riego los cuales dependen de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En la Ley Federal de Aguas (1) se encuentra legisla da la intervención que tienen los Distritos con respecto a la distribución del agua. En lo referente a Unidades de Riego para el Desarrollo Rural en los artículos 75, 76 y 77 se menciona la forma en que se habrán de organizar éstos, para lo cual se establece la formación de un Comité Directivo de Unidades de Riego cuya finalidad es la de organizar, coordinar y asesorar la explotación de las unidades en cada estado; a su vez, en cada unidad funcionará una Asociación de Usuarios que se encargará de la administración, operación y conservación, conforme al reglamento que apruebe el Comité Directivo. Las cuotas por concepto del servicio de agua para riego serán pagadas por los usuarios a la Asociación.

En lo referente a la manera en que se debe ajustar la demanda de agua al servicio (arts. 59, 60 y 61), se afirma que la distribución de agua se hace por ciclos agrícolas, otorgando a los usuarios el volumen necesario, tomando en cuenta la clase y número de cultivos aprobados por el Comité Directivo, la disponibilidad de agua para el ciclo y derechos proporcionales del servicio de acuerdo al patrón de-

(1) SARH "Ley Federal de Aguas", México 1975.

- c. Problemática con respecto al levantamiento catastral y planeación agrícola modificada.

Es necesario para evitar ésto, orientar y dar la confianza necesaria al campesino para que sea posible obtener de él, un cambio de actitud, trabajo que tendrán que realizar las autoridades a través de la SARH y del Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital.

6.2 OPERACION Y ADMINISTRACION DEL SISTEMA

Para llevar a cabo la operación de las obras en forma eficiente, se requiere tener un conocimiento completo de todos aquellos elementos y características que constituyen el sistema de riego.

Distribución del agua al usuario:

En México quien se encarga de controlar la operación de los sistemas de irrigación son los Distritos de Riego los cuales dependen de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En la Ley Federal de Aguas (1) se encuentra legislada la intervención que tienen los Distritos con respecto a la distribución del agua. En lo referente a Unidades de Riego para el Desarrollo Rural en los artículos 75, 76 y 77 se menciona la forma en que se habrán de organizar éstos, para lo cual se establece la formación de un Comité Directivo de Unidades de Riego cuya finalidad es la de organizar, coordinar y asesorar la explotación de las unidades en cada estado; a su vez, en cada unidad funcionará una Asociación de Usuarios que se encargará de la administración, operación y conservación, conforme al reglamento que apruebe el Comité Directivo. Las cuotas por concepto del servicio de agua para riego serán pagadas por los usuarios a la Asociación.

En lo referente a la manera en que se debe ajustar la demanda de agua al servicio (arts. 59, 60 y 61), se afirma que la distribución de agua se hace por ciclos agrícolas, otorgando a los usuarios el volumen necesario, tomando en cuenta la clase y número de cultivos aprobados por el Comité Directivo, la disponibilidad de agua para el ciclo y derechos proporcionales del servicio de acuerdo al patrón de-

(1) SARH "Ley Federal de Aguas", México 1975.

usuarios y a los reglamentos que en particular existen en cada distrito.

En caso de que el volumen disponible sea menor a la demanda en un ciclo se estipula que el coeficiente de riego será dado equitativamente a cada uno de los usuarios para determinar la superficie que pueda sembrar cada uno.

El padrón de usuarios debe contener:

- a. Nombre de los usuarios.
- b. Tipo de tenencia de tierra.
- c. Superficie total correspondiente y superficie con derecho al servicio de riego.

Para la distribución del agua será necesario indicarle a cada usuario:

- a. Número de riegos.
- b. Intervalos entre ellos.
- c. Horario.
- d. Estructura en la que habrá de recibir el agua.
- e. Litros por servir.

Además de una orientación para el uso de la tierra, tipo de riego, fertilizantes más adecuados, semillas mejoradas y en sí, toda la tecnología que le ayude a maximizar sus rendimientos.

6.3 CONSERVACION DE LAS OBRAS

Es un requisito indispensable para poder llevar a cabo la distribución del agua, el conocimiento detallado de la localización, características y estado en que se encuentran las obras que constituyen el sistema de riego.

La operación del sistema será eficiente en la medida en que cada una de las estructuras funcionan en la forma en que fueron diseñadas. Para que ésto pueda lograrse, es necesario que el personal que vaya a operar cada una de las estructuras y obras de distribución conozca perfectamente las características del equipo tanto de control como de se-

guridad, para lo cual habrá de ayudarse con los planos, catálogos e instructivos correspondientes.

Una vez que el sistema se encuentre operando, es necesario estar constantemente revisando las condiciones en las que se encuentre la red, ya que en un momento dado el mal estado de ésta, puede repercutir en la distribución eficiente del agua.

C O N C L U S I O N E S

C O N C L U S I O N E S

La planeación es una fase muy importante para la - realización eficiente y rentable de un proyecto. Todas las actividades que en ella intervienen deben ser realizadas de tal manera que reflejen las condiciones actuales y futuras, con y sin la construcción del proyecto, lo más exacto posible.

Después de haber realizado las siguientes etapas:

- a. Recopilación de la información.
- b. Análisis de la información.
- c. Diseño general del proyecto.
- d. Estimación de los costos y beneficios.
- e. Análisis económico.

Y habiendo encontrado de manera general las siguientes condiciones:

1. La zona del proyecto es una de las más inhóspitas - del Estado de Hidalgo.
2. Los recursos naturales: agua, clima, suelo y vegetación no se presentan favorablemente.
3. El Índice Socioeconómico es de muy bajo a medio bajo en comparación con los requerimientos del Plan - Nacional.
4. Existe falta de empleo y como consecuencia migración hacia los núcleos urbanos cercanos: Ixmiquilpan, - Pachuca y Cd. de México.

5. La producción es de autoconsumo, por lo que casi no se desarrollan actividades comerciales.
6. El ingreso per cápita del 80.6% de la población fue menor de 500 pesos, según el censo de 1970.
7. La población para el año 2000 en el área del proyecto, será de 23 mil 900 habitantes, casi un 100% más de la de 1976.
8. La población económicamente activa, considerando la misma tendencia actual, será del 40 al 50% de la población, es decir, de cerca de 10 mil habitantes.
9. La alimentación es deficiente y por debajo del nivel medio nacional.

Se puede afirmar que el Proyecto Xotho, con un costo de cerca de 270 millones de pesos, de realizarse, brindaría grandes beneficios y ventajas a los habitantes del Alto Valle del Mezquital.

En el análisis económico, los indicadores utilizados en la evaluación del Proyecto resultaron favorables, es decir:

1. Relación Beneficio-Costo mayor de uno (2.08).
2. Valor Neto Actual positivo (203 millones 519 mil pesos).
3. Tasa de Rentabilidad Interna del 24.04%, mayor a la tasa de descuento del 9%.

Y que a pesar de haber realizado un análisis de sensibilidad, disminuyendo los beneficios actualizados, los resultados continuaron siendo positivos.

Con el proyecto se podrá absorber para el año 2000, 4 veces más la mano de obra que actualmente labora en las actividades agrícolas de la zona del proyecto, incrementando el número de jornales de 53 mil 187, con la producción actual, a 285 mil 900 con la implementación del proyecto, para el mismo año 2000.

Se espera que con una comercialización efectiva, -

producto de la producción en gran escala, los precios de -- los alimentos básicos sean equilibrados, dando oportunidad a los habitantes de participar más activamente, incrementando sus capitales y como consecuencia mejorando su nivel de vida.

Con lo anterior y después de haber concluido que el medio físico es aceptable para implementar la agricultura - en la zona, podemos afirmar que es recomendable la realización del proyecto Xotho.

No obstante, de la factibilidad, habrá que tomarse en cuenta los obstáculos que se pueden presentar como consecuencia de la problemática en relación a la tenencia de la tierra, crédito agrícola, operación y administración del sistema de riego, y por último, la seguridad de un volumen constante de agua; cuyas recomendaciones pertinentes se han dado en los capítulos anteriores.

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

1. Bassols Batalla Angel, "México Formación de Regiones Económicas", UNAM, México, 1979.
2. Solis Leopoldo, "La realidad económica mexicana: retrovisión y perspectivas", México, 1978.
3. SARH, Oficina de Asesoría del C. Presidente, "La - Frontera Agrícola", Inédito, México 1978.
4. Luisselli Fernández Cassio, "Agricultura y Alimentación: Premisas para una nueva estrategia", El Economista Mexicano, México 1979, Volumen XIII, Núm. 6
5. Foro Internacional 75, El Colegio de México, Enero-Marzo 1979.
6. Bassols Batalla Angel, "Recursos Naturales de México. Teoría, Conocimiento y Uso", México.
7. Varios autores, "El perfil de México en 1980", Tomo 3, México 1972.
8. Informes anuales, Banco de México, 1965 y 1978, México.

9. SARH, "Lineamientos Generales del Plan Hidráulico-- para la Cuenca del Valle de México (Alternativa - 1960-19990)", Inédito, México 1966.
10. Departamento del Distrito Federal, "La Ciudad de México Bases para el Conocimiento de sus Problemas", - México D.F. 1979.
11. SARH, "Estudio Socioeconómico Proyecto Xotho, Municipio de Ixquimilpan", México 1976.
12. Taro Yamane, "Estadística", Harla, México.
13. Kellerer Hans, "La estadística en la vida económica y social", Alianza Editorial, Madrid 1967.
14. SARH, "Boletín Hidrológico No. 45", Tomo III, México.
15. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, "Estudios de la FAO sobre Economía y Estadísticas Agrícolas, 1952-1977", Roma 1978.
16. CONASUPO, "El Mercado del Maíz", México.
17. Servicio de Conservación de Suelos-Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, "Planeamiento de Sistemas de Riego para Granjas", Ed. - Diana, México.
18. Withers y Vipond, "El Riego: diseño y práctica", - Ed. Diana, México.
19. SARH, Ingeniería Hidráulica en México, Vol. XXI, - No. 4, Vol. XXII No. 3, Vol. XXII, No. 3, México.
20. Oliver, Henry, "Riego y Clima", CECSA, México.

21. SARH, "Memoria III Seminario Latino Americano de - Irrigación, Tomo XII", México 1964.
22. Zimmerman Josef, "El Riego", CECSA, México.
23. United States Department of the Interior Bureau of Reclamation, "Design of Small Dams", CECSA México.
24. Springali G. Rolando, "Hidrología", Primera y segunda partes, UNAM, México 1970.
25. SARH, Memorandum Técnico No. 231, México.
26. Giles "Mecánica de los Fluidos", e "Hidráulica", Mc Graw Hill, México.
27. Carrillo Arronte Ricardo, "Ensayo Analítico Metodológico de Planificación Interregional en México", - FCE México, 1973.
28. Bottomley John Anthony, "Estrategia Monetaria para las Zonas Rurales Subdesarrolladas", CEMLA, México 1968.
29. Herrera Vázquez Martha, "Manejo de un crédito otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo para la construcción de Carreteras", Seminario de Investigación Contable", UNAM, México 1979.
30. De Garmo y Canada, "Ingeniería Económica", CECSA, - México 1978.
31. Grant e Ireson, "Principles of Engineering Economy" Donald, USA 1970.
32. Mercamétrica Ediciones, S.A., "Manual para Estudios Económicos en México", México 1977.
33. Squire y G. Van der Tak, "Análisis Económico de Proyectos", Banco Mundial, Ed. Tecnos, Madrid 1977.

34. Naciones Unidas, "Manual de Proyectos de Desarrollo Económico", México 1958.
35. Gittinger J. Price, "Análisis Económico de Proyectos Agrícolas", Instituto de Desarrollo Económico, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, The John Hopkins University Press, Baltimore y Londres.
36. Nacional Financiera, "El Mercado de Valores", Año XXXVI, Núms. 5 y 6, México 1976.
37. Censo General de Población, Años 1940, 1950, 1960, 1970, México.
38. SARH, Subsecretaría de Agricultura y Operación, Dirección General de Economía Agrícola, "Informe Estadístico", Nos. 92 y 93.
39. SARH, "Manual sobre el cálculo de precios unitarios", Tomos I, VII, VIII, y IX, México 1964.
40. SARH, Dirección General de Obras Hidráulicas e Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural, "Catálogo General de Conceptos de Trabajo con sus principales operaciones e indicaciones de las especificaciones que lo reglamentan", México 1979.
41. Gittinger, J. Price, "Tablas de interés compuesto y de descuento para la evaluación de proyectos", Serie del Banco Mundial.
42. Montes de Oca, "Topografía", RSI, México 1970.
43. SARH, "Ley Federal de Aguas", México 1975.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Localización de los Municipios de Ixmiquilpan y Cardonal, dentro de la República Mexicana.	15
FIGURA 2. Límites del proyecto.	18
FIGURA 3. Localización del proyecto Xotho.	31
FIGURA 4A. Población futura en el área del proyecto.	46
FIGURA 4B. Población futura. Municipios de Ixmiquilpan y Cardonal.	46
FIGURA 5. Vías de Comunicación.	55
FIGURA 6. Representación gráfica para obtener la Tasa de Rentabilidad Interna.	166

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		Pág.
1.1	Valor del Producto Interno Bruto Nacional y Agrícola a precios del mercado, 1960--1979.	5
1.2	Tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto Nacional y de la Agricultura, 1960-1977.	6
1.3	Areas correspondientes a cada cultivo.	12
2.1	Determinación del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite.	17
2.2	Composición demográfica del Area Metropolitana de la Ciudad de México.	26
2.3	Area Metropolitana de la Ciudad de México. Población total para distintas hipótesis de migración.	27
2.4	Número de hectáreas susceptibles de riego y volúmenes de agua.	28
3.1	Población por localidad y sexo en 1976.	38
3.2	Población en los Municipios de Ixmiquilpan y Cardonal. Período 1940-1970.	41
3.3	Población futura. Método de Regresión Lineal.	41
3.4	Línea de Tendencia exponencial. Cálculo de constantes.	44
3.5	Proyección de población en los Municipios. Método de Tendencia exponencial. Período-1980-2005.	44
3.6	Población futura en el área del proyecto. Período 1976-2005.	45
3.7	Estructura ocupacional.	48
3.8	Lugar o destino de emigrantes.	49

	Pág.	
3.9	Ingreso per cápita - 1970.	59
3.10	Producción agrícola con el proyecto.	63
4.1	Cálculo del Uso Consuntivo. Estimación de parámetros básicos.	76
4.2	Cálculo del Uso Consuntivo. Estimación para cada cultivo. Maiz (Verano)	78
4.3	Cálculo del Uso Consuntivo. Estimación para cada cultivo. Frijol (Verano)	79
4.4	Cálculo del Uso Consuntivo para cada cultivo. Frijol (Invierno)	80
4.5	Cálculo del Uso Consuntivo para cada cultivo. Frijol (Invierno)	81
4.6	Cálculo del Uso Consuntivo para cada cultivo. Hortalizas (Invierno)	82
4.7	Cálculo del Uso Consuntivo para cada cultivo. Cebada (Invierno)	83
4.8	Cálculo del Uso Consuntivo para cada cultivo. Aguacate (todo el año)	84
4.9	Cálculo del Uso Consuntivo para cada cultivo. Alfalfa (todo el año)	85
4.10	Lámina de riego bruta (L.R.B.)	86
4.11	Area sembrada con cada cultivo durante el año.	87
4.12	Volumen de agua en miles de m ³ .	88
4.13	Gasto respectivo de cada canal.	93
4.14	Cálculo de secciones hidráulicas.	100
5.1	Volumen de obra para canales.	107
5.2	Volumen de obra para estructuras.	134
5.3	Precios unitarios en el proyecto.	135
5.4	Presupuestos para canales.	137

	Pág.
5.5	Presupuesto para estructuras. 138
5.6	Resumen de costos. 139
5.7	Valor de la mano de obra ocupada en la cons <u>trucción</u> . 140
5.8	Producción actual por hectárea. 144
5.9	Producción futura por hectárea. 145
5.10	Programa Agrícola (Producción Actual). 146
5.11	Programa Agrícola (Producción Futura). 147
5.12	Programa Agrícola. Producción Futura. Re- sumen del Valor de la Producción. 151
5.13	Valor de la mano de obra ocupada antes de - la construcción. 152
5.14	Valor de la mano de obra. Producción futu- ra. 153
5.15	Incremento en el valor de la mano de obra - agrícola. 154
5.16	Valor incrementado de la producción agríco- la. 155
5.17	Beneficios netos de la producción agrícola. 156
5.18	Resumen de Costos. 168
5.19	Resumen de Beneficios. 169
5.20	Relación Beneficio-Costo. 170
5.21	Cálculo de la Tasa de Rentabilidad Interna. 171
5.22	Análisis de Sensibilidad. 172

INDICE DE PLANOS

	Pág.
PLANO 1. El Proyecto Xotho. Etapas.	11
PLANO 2. Distribución del agua negra y retornos de riego generados en la Cuenca del Valle de México.	24
PLANO 3. Trazo de canales en el Proyecto Xotho.	70
PLANO 4. Secciones de Canales.	101