

29
109

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



**DIMENSIONAMIENTO DE LA PRESA HUAJICORI
DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROLOGICO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA

MARIO MALDONADO NECOECHEA



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.



Javier Jimenez Espinoza
Actuaria

Señor MARIO MALDONADO NECOECHEA,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profr. Ing. Rafael Xelhuantzi Ayila, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"DIMENSIONAMIENTO DE LA PRESA HUAJICORI DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROLOGICO"

- Planteamientos generales.
- Datos disponibles de la cuenca en estudio.
- Cálculos para determinar las capacidades en la presa.
- Cálculos para dimensionar la obra de excedencias.
- Aspectos importantes en el diseño de un distrito de riego.
- Recomendaciones y conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITO"
Cd. Universitaria, 23 de julio de 1982
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ ESPINOZA

INDICE

DIMENSIONAMIENTO DE LA PRESA HUAJICORI DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROLOGICO

I.-	PLANTEAMIENTOS GENERALES	Pag.
1.1.-	Localización y descripción de la zona de riego en estudio.	1
1.2.-	Infraestructura local.	5
1.3.-	Actividades principales de la población.	8
1.4.-	Análisis de la situación actual y su proyección.	10
1.5.-	Objetivos.	13
II.-	DATOS DISPONIBLES DE LA CUENCA EN ESTUDIO	
2.1.-	Topográficos.	16
2.2.-	Hidrométricos.	19
2.3.-	Climatológicos e hidrometeorológicos.	20
2.4.-	Agrológicos.	25
III.-	CALCULOS PARA DETERMINAR LAS CAPACIDADES EN LA PRESA.	
3.1.-	Cálculo de entradas al vaso.	28
3.2.-	Cálculo de la capacidad para azolves.	30
3.3.-	Cálculo de la evaporación neta en el vaso.	32
3.4.-	Cálculo de las demandas de riego.	42
3.5.-	Simulación del funcionamiento del vaso para riego.	58

IV.- CLACULOS PARA DIMENSIONAR LA OBRA DE EX-
CEDENCIAS

4.1.- Cálculo del gasto máximo probable.	78
4.2.- Selección de la avenida de diseño.	83
4.3.- Tránsito de la avenida de diseño	86
4.3.1.- Por un sistema de compuertas al ni vel de la capacidad de conserva -- ción.	

V.- ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE UN -
DISTRITO DE RIEGO,

5.1.- Introducción.	89
5.2.- Elementos que integran un sistema de riego.	89
5.3.- Datos indispensables para el diseño de un Distrito de Riego.	91
5.4.- Recomendaciones para la operación - de un Distrito de Riego.	98

VI.- RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

I. PLANTEAMIENTOS GENERALES

1.1. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE RIEGO EN ESTUDIO.

En la llanura costera localizada en la porción septentrional de Nayarit y abarcando una pequeña porción de Sinaloa se encuentran 70000 Has de tierras aptas para su uso agrícola bajo riego, ubicadas hacia ambas márgenes de los ríos Acaponeta y Cañas.

Se hallan limitadas, hacia el norte, por la Sierra de San Francisco; al este, por la Teponahuastla; y hacia el sur y en el poniente colinda con las Lagunas de Pescadero, Agua Brava y el estero de Teacapán.

Geográficamente, la zona esta situada entre los 22°-15' y 22° 40' de latitud norte; y entre los 105° 15' y los 105° 36' de longitud occidental. Su altitud varía de 2 a 50 metros sobre el nivel del mar.

Políticamente, pertenece a los municipios de Huajicorí, Acaponeta, Tecuala y Rosamorada, en el estado de Nayarit; y al de Escuinapa, en Sinaloa. Los centros de población más importantes ahí asentados son Acaponeta, Tecuala, Huajicorí, Quimichis, San Felipe Aztatán y Milpas Viejas, según se puede apreciar en el croquis de la figura N° 1.

Orográficamente, la zona forma parte de una llanura aluvial, de forma deltítica, con relieve plano y pendientes suaves que se proyectan, de manera general, de noroeste a sureste.

Geológicamente, la zona está constituida por rocas ácidas o intermedias, de origen orogénico, formadas a fines del Cretácico y principios del terciario, períodos en que tuvo lugar la integración del sistema montañoso conocido como Sierra Madre Occidental. Dichas rocas están constituidas principalmente por granitos, granodioritas y tonalitas, con sus correspondientes rocas extrusivas: riolitas, lutitas de cuarzo, andesitas, dacitas, etc.

La región corresponde conforme a la Carta Sísmica de la República Mexicana a la denominada Zona Penisísmica, o sea con sismos poco frecuentes. Los movimientos llegan a alcanzar valores máximos de 5.0 de la escala de Richter, equivalente a una intensidad entre V y VI grados de la escala de Mercalli modificada en 1931.

En cuando a hidrografía se refiere, dos son las corrientes que drenan el área por beneficiar, los ríos Acaponeta y Cañas. El primero de ellos nace con el nombre de Quebrada de San Bartolo, dentro del estado de Durango, en la Sierra Madre Occidental, a unos 2600 m. de altitud y aproximadamente 40 km. al suroeste de la capital de la entidad. Escurre inicialmente en dirección suroeste hasta su confluencia con el río Galindo, punto en el cual, tomando la denominación de este afluente, tuerce sensiblemente hacia el sur, para recibir 65 km. aguas abajo de su origen y por la margen izquierda los aportes de su principal afluente, el río Quebrada del Espíritu Santo. En este sitio toma la denominación de río San Diego, y recorre otros 50 km. antes de llegar a los límites del estado de Nayarit.

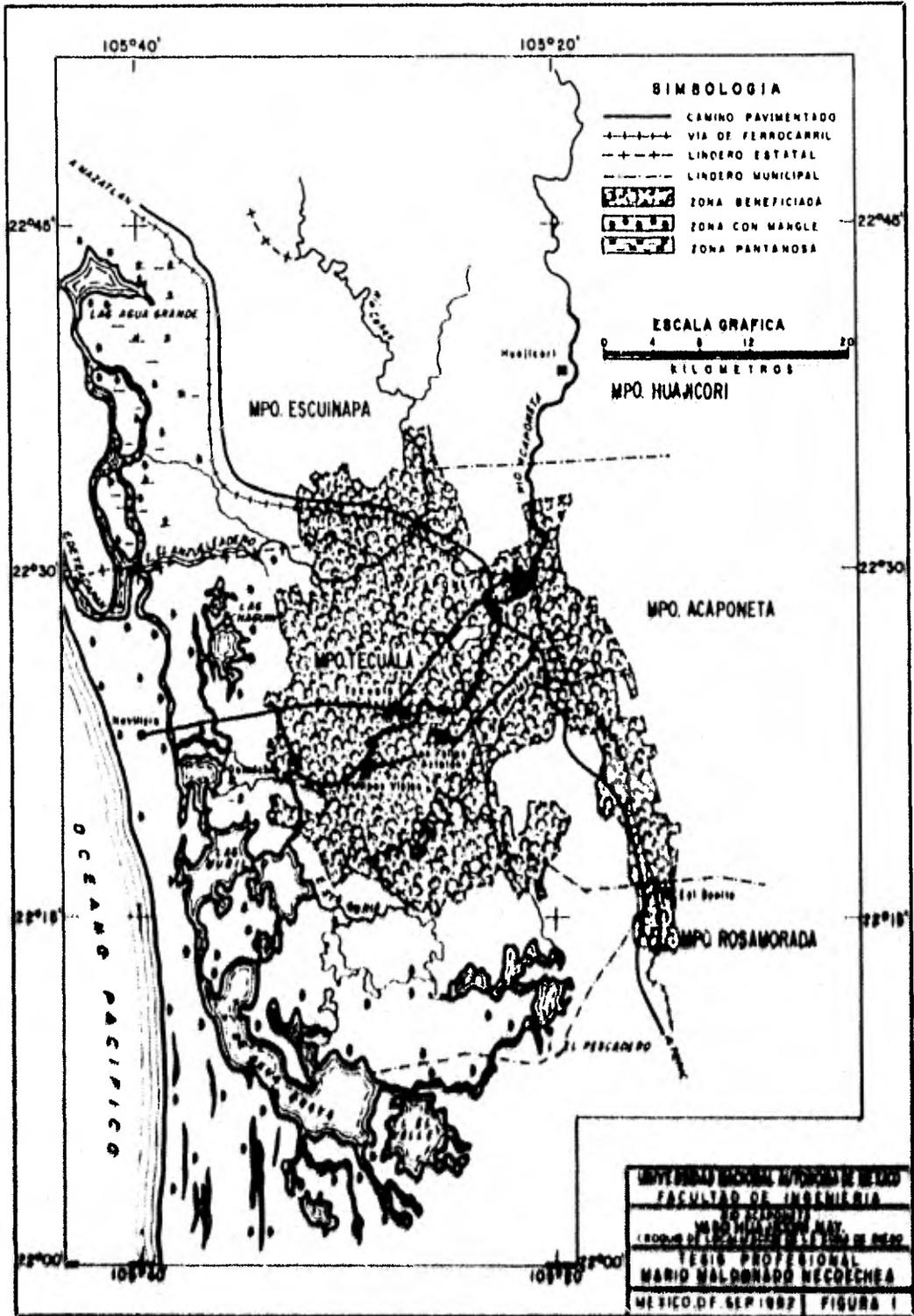
Dentro de esta última entidad y ya conocido como río Acaponeta escurre con igual dirección 35 km., al término de los cuales recibe, por margen derecha y a la altura del pobla

do de Mineral de Cucharas, los caudales del arroyo La Barba--
coa. Entre este sitio y la localidad de Huajicori o sea en un
tramo de 20 km. se le incorporan, por ambos márgenes, diversos
arroyos. Al llegar el río después de un recorrido de 18 km. a
la población de Acaponeta punto en que lo cruza el ferrocarril
del Pacífico cambia su dirección hacia el suroeste, con la -
que escurre 45 km. más antes de desembocar en el estero de -
Agua Brava. La longitud total de este río es de 233 Km.

Como puede observarse en el gráfico de la figura No.
2, la cuenca del río Acaponeta es de forma alargada, tiene en
general dirección norte-sur, y mide aproximadamente, 5600 Km².
Limita, por el norte, con la propia del río Presidio; por el-
sur, con las de los arroyos Rosamorada y San Francisco, y con
la zona de marismas; por el oriente, con la cuenca del río -
San Pedro; y por el poniente, con las respectivas de los ríos
Baluarte y Cañas.

La segunda corriente, o sea el río Cañas, nace en -
las estribaciones de la Sierra de San Francisco, dentro del -
estado de Nayarit, a una elevación de 600 m.s.n.m. Escurre -
primeramente unos 20 km. en dirección sur hasta el poblado -
de Canelas, donde recibe los aportes del arroyo de este nom-
bre.

En ese sitio tuerce el río su curso hacia el sureste
a lo largo de 18 km., recogiendo en este tramo la aportación-
de diversos arroyos, entre ellos la del denominado los Mim--
bres. Aguas abajo de esta confluencia, escurre el río Cañas -
unos 14 km. en dirección norte-sur, hasta llegar al poblado -
de La Ballona, donde quiebra hacia el suroeste; después de -
recorrer 5 km., toma francamente hacia el poniente, escurrien-
do 15 km. más antes de desembocar al estero de Agua Brava.



Esta corriente tiene 72 km. de longitud, de los cuales 35 sirven de límite a los estados de Nayarit y Sinaloa. - Su cuenca desarrolla 650 Km², y limita, por el norte con la - del río Baluarte; por el sur y el oriente, con la del río Acaponeta; y hacia el poniente, con la zona de Marismas.

1.2. INFRAESTRUCTURA LOCAL.

1.2.1. OBRAS HIDRAULICAS.

Los aprovechamientos hidráulicos que existen en las - cuencas de los ríos Acaponeta y Cañas consisten principalmente en bombes directos desde las corrientes superficiales, destinados a irrigar 8 881 Ha. de terrenos cultivados, en su mayoría, con tabaco.

1.2.2. VIAS DE COMUNICACION Y SISTEMAS DE TRANSPORTE.

Entre las obras viales que comunican la zona es de - mencionar, en primer término, la carretera federal N° 15 que - comunica la ciudad de México con la de Nogales y atraviesa, - longitudinalmente, la porción oriental de la región en estudio. Con ella entroncan la carretera estatal Acaponeta-Tecuala-Novillero y un camino revestido que conduce a los poblados de Milpas Viejas y El Filo. Asimismo, existen otros caminos - que comunican los principales poblados de la zona, destacando por la longitud de su recorrido, el que une a la ciudad de - Acaponeta con la población de Cucharas, pasando por Huajicori.

Por cuanto a servicios ferroviarios se refiere, el - ferrocarril del Pacífico (Guadalajara-Nogales) recorre la zona de estudio en su extremo occidental, casi paralelamente a la - carretera federal N- 15, contando con una estación en el poblado de Acaponeta.

Dentro del área beneficiable, sólo existen pistas de aterrizaje. Los aeropuertos próximos a la zona son el de Tepic de mediano alcance y el internacional de la ciudad de Mazatlán, distantes 139 y 153 Km. de la zona de estudio, respectivamente.

La región se localiza dentro del área de influencia del puerto de Mazatlán, Sin.

1.2.3. ELECTRIFICACION.

El fluido eléctrico que abastece a la región es proporcionado por la división de Operación Jalisco, de la Comisión Federal de Electricidad.

La línea de transmisión, de 69 KV, que sirve a la zona, forma parte del sistema Oriente-Occidente (ORIOC). Esta conducción lleva el fluido de la estación Tepic a la de Acapomete, que tiene 6000 KVA de capacidad, y de ahí se distribuye a las localidades aledañas mediante circuitos con línea de 13 KV.

Actualmente se instala una línea de transmisión de 400 KV, entre Mazatlán, Sin., y Tepic, Nay. además, se tiene proyectado instalar una termoeléctrica en San Blas, Nay., con capacidad instalada de 300 MW.

1.2.4. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

Tanto en los centros urbanos como en las zonas rurales, los servicios de agua potable y alcantarillado son muy escasos. De acuerdo con los datos del censo de 1970, en ese entonces sólo disfrutaba de servicio de agua potable el 49% de la población asentada dentro del área del proyecto.

El 43% de ésta misma la recibía mediante tomas domiciliarias, y el 6% a través de hidrantes públicos.

Por lo que respecta a alcantarillado, únicamente el 19% de la población disponía de este servicio.

1.2.5. CENTROS EDUCATIVOS DE INVESTIGACION Y ASISTENCIALES.

Dentro del área del proyecto son 75 las escuelas públicas que imparten educación primaria completa, distribuidas en 61 localidades.

Para la enseñanza secundaria se cuenta con seis planteles localizados en Acaponeta, Sayula, Tecuala y la Concha. Funcionan, además siete secundarias técnicas, localizadas en Acaponeta, La Ballona, Tecuala, Milpas Viejas, Quimichis y San Felipe Aztatán, también existen dos escuelas preparatorias una en Acaponeta y otra en Tecuala.

Asimismo, han sido instituidas una escuela agropecuaria en Quimichis, un Instituto Tecnológico en Acaponeta y el Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla", ubicado en el municipio del mismo nombre, perteneciente al INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), cuya área de influencia comprende al área del proyecto.

A últimas fechas se creó el Centro de Investigaciones Pecuarías "El Macho", dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarías, en el municipio de Tecuala, dedicado a la investigación de forrajes y reproducción animal.

Los servicios médico asistenciales son proporcionados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, el Seguro Social, y el I.S.S.S.T.E. la primera cuenta, con dos hospita

les, localizados en Acaponeta y Tecuala, y con centros de salud en estas mismas poblaciones y en las localidades de Quimichis, El Limón, San Felipe Aztatán, Tierra Generosa, La Guásima y Sayulilla.

El Seguro Social presta sus servicios mediante dos - clínicas de campo, una en Acaponeta y otra en Tecuala. Asimismo, esta institución como parte del Plan Tabacalero ha instalado en estas mismas poblaciones dos clínicas con hospital de campo.

El I.S.S.S.T.E. suministra atención médica a través de los consultorios instalados en Tecuala y Acaponeta.

1.2.6. AGROINDUSTRIA.

El desarrollo local de industrias derivadas de la - agricultura a pesar de ser ésta la principal actividad económica de la zona es incipiente. En la ciudad de Acaponeta se - encuentra una fábrica de maíz para tortillas con capacidad - instalada de 200 ton. diarias, donde se procesa una parte de la producción local; asimismo, existe en Tepic establecimientos para el tratamiento del tabaco que concentran la mayor - parte de la producción estatal.

1.3. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA POBLACION.

1.3.1. AGRICULTURA.

Las labores agrícolas constituyen la actividad produc - tiva más importante de la zona. En la actualidad, dichas acti - vidades se llevan a cabo, en su mayor parte, bajo la modali - dad de temporal. Los métodos de cultivo son rudimentarios, - exceptuando los de tabaco y maíz híbrido, siembras que dispo -

nen de extensionismo, mecanización y riegos de auxilio.

Los cultivos más significativos por cuanto a la extensión del área sembrada son: maíz, frijol, tabaco, sorgo para grano y sorgo forrajero.

Entre los perennes, que sólo cubren el 7% de la superficie destinada a actividades agrícolas, figura principalmente el mango, en sus diversas variedades y cuyo cultivo se realiza con fines comerciales. En menor proporción se produce la palma de coco, limón y aguacate.

1.3.2. GANADERIA.

La actividad pecuaria alcanza ahí niveles poco significativos; se practica en forma extensiva, utilizando principalmente ganado criollo y con fines de abasto para el consumo local.

Tanto la producción de carne como la de leche son insuficientes para satisfacer las demandas de la zona. Algunas especies menores se explotan únicamente con fines de autoconsumo familiar.

1.3.3. ACUACULTURA

Colindante con el área en estudio, se localizan numerosos esteros y lagunas, como la de Pescadero, Agua Brava, y Teacapán, cuyas condiciones son apropiadas para el desarrollo planificado de explotaciones pesqueras.

En ellas se captura el camarón tanto para el consumo local como nacional e internacional el que representa un ingreso significativo en la economía de la zona, además se ex-

plota ostión y otras especies, como lisa, mojarra, constantino, pargo, robalo, corvina y cazón.

1.4. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y SU PROYECCION.

1.4.1. BALANCE AGUA-SUELO.

De acuerdo con los registros climatológicos analizados, en este estudio, la precipitación en la zona que varía entre unos 1000 y 1500 mm. al año es ligeramente menor a la evapotranspiración anual, que fluctúa entre 1350 y 1540 mm. Considerando lo anterior, es evidente la imposibilidad de realizar cultivos durante todo el año dependiendo exclusivamente de la lluvia.

Sin embargo, al analizar la distribución cronológica de tales fenómenos, se observa que en el período comprendido entre julio y septiembre, la precipitación supera a la evapotranspiración potencial, en toda el área. Esto, aunado a la humedad que pudiera almacenar el suelo, permite esperar el desarrollo de los cultivos bajo la modalidad de temporal durante unos cuatro meses al año.

Ahora bien, para intensificar la explotación agrícola durante todo el año, sería menester aprovechar los escurrimientos del río Acaponeta, cuya disponibilidad media que cifra 1320 hm³ anuales rebasa ampliamente los requerimientos de las 70 000 Ha de suelos aptos ahí existentes. Con todo, como los caudales de esta corriente descienden considerablemente durante los meses de estiaje, para lograr su aprovechamiento a una escala satisfactoria, sería indispensable regularlos, en cuyo caso el factor limitante para el desarrollo agrícola de la zona es el suelo.

1.4.2. FACTORES QUE PROPICIAN EL DESARROLLO DE LA ZONA

Los factores que alientan el aprovechamiento racional de los recursos en el área beneficiable son, en orden de importancia, los siguientes:

- i) La existencia de una superficie cercana a 70 000 Ha. de tierras aptas para la agricultura intensiva.
- ii) Las características climáticas de la zona, que permiten el desarrollo de cultivos durante todo el año, y la disponibilidad de agua de lluvia que, por si resulta suficiente para desarrollar cultivos a base de temporal y humedad.
- iii) La posibilidad de utilizar los escurrimientos del río Acajoneta para el riego de los terrenos aludidos.
- iu) En materia de comunicaciones, la presencia de vías terrestres de primera, integradas a las redes nacionales de transporte.
- u) La inexistencia de problemas en lo que se refiere a la tenencia de la tierra y a su posible reestructuración.
- ui) El apreciable nivel de tecnificación con que se realizan las labores en algunas fracciones del área beneficiable.
- uii) La disponibilidad de mano de obra suficiente.
- uiii) La proximidad de núcleos de desarrollo agrícola que, en condiciones similares y disponiendo de infraestructura adecuada, han alcanzado niveles de productividad satisfactoria.

1.4.3. FACTORES QUE LIMITAN EL APROVECHAMIENTO DE LA ZONA

De las condiciones descritas anteriormente se infiere que los agentes que obstaculizan el desarrollo del área en estudio son:

- i) La falta de un sistema de avenamiento que mejore las condiciones del drenaje natural el cual, en algunas zonas - carece de capacidad para el desalojo de los excedentes de lluvia.
- ii) La ausencia de una red de caminos internos adecuada, que facilite el movimiento de insumos y productos, problema - que se agudiza durante la época de lluvias.
- iii) La inexistencia de la infraestructura hidráulica requerida, tanto para el aprovechamiento en gran escala de los - escurrimientos del río Acaponeta, como para proteger la - zona contra los desbordamientos de las corrientes que la - drenan.
- iv) El hecho de que, aproximadamente, el 25% del área suscep - tible de aprovecharse se halla actualmente cubierto con - matorral y pasto.

1.4.4. DIAGNOSTICO

Los factores limitativos señalados en el inciso ante - rior han subsistido debido a la carencia de obras de infraes - tructura hidráulica con la magnitud adecuada.

Tales carencias, que han frenado el desarrollo agro - pecuario del área, no podrán ser superadas por parte de los - campesinos locales, toda vez que la magnitud de las inversio -

nes necesarias sobrepasa su capacidad de ahorro. Por tanto, - se considera que, de no llevarse a cabo por parte del Gobierno Federal acciones de la magnitud necesaria para corregir - las deficiencias descritas, es muy probable que los recursos-naturales disponibles continúen siendo usados de manera precaria, y no podra llevarse a cabo ningún programa para su utilización cabal e intensiva.

1.5. OBJETIVOS

Atendiendo a la propia evolución de la zona y tomando en cuenta las condiciones que presenta el área beneficiable, - las acciones que se propongan deberán ir encaminadas al incremento de la producción agropecuaria local.

Para acelerar este proceso, en el renglón - - - - de obras de infraestructura hidráulica, es conveniente adoptar las siguientes secuencias:

- i) De las superficies que se encuentran actualmente enmontadas, abrir al cultivo las que sean aptas para usos agropecuarios, y realizar, además los trabajos preagrícolas que resulten indicados en la totalidad del área beneficiable.
- ii) Mejorar la vialidad de la zona.
- iii) Solucionar las deficiencias del sistema de desague y congstruir los drenes necesarios para el desalojo de los excedentes de lluvia.
- iv) Controlar y regular los caudales de las corrientes superficiales para aplicarlos al riego de la misma.

Las tres primeras acciones de este plan están desti-

nadas a estimular las actividades agropecuarias de temporal, siempre y cuando se obtenga la prestación efectiva de los servicios de apoyo extensionismo, asistencia técnica, investigación aplicada y crédito, renglones cuya definición y programación quedan fuera del alcance de este documento. Por lo demás y tomando en cuenta la magnitud de estas acciones, es conveniente advertir que su aplicación podría realizarse a corto plazo y mediante inversiones poco significativas.

Por otra parte, considerando el riego como el objetivo de la construcción de obras de infraestructura en la región los desmontes, trabajos preagrícolas, obras viales, rectificación de cauces y construcción de drenes, que corresponden al renglón de obras básicas para el fomento de la producción por temporal, también formarían parte del sistema de irrigación, por lo que su realización no se contrapondría, sino, por el contrario, su ejecución tendría, indudablemente, prioridad sobre la de los restantes de ese sistema de irrigación, dado que los beneficios consiguientes son inmediatos.

Todas las acciones anteriormente descritas son a grandes rasgos, las principales medidas tendientes a incrementar la producción agropecuaria local en función del análisis de la situación actual y su proyección.

Unas, como se mencionó anteriormente, encaminadas a un mejor aprovechamiento en el aspecto de riego de temporal, y otras, tendientes a mejorar este aprovechamiento por medio de un sistema de riego, dependiente del control y regulación de los caudales del río Acaponeta.

En esta última, de las dos acciones propuestas, el motivo del presente estudio, que pretende a partir de las características hidrológicas de la zona, determinar la capaci-

dad más adecuada de la presa para regar 53,900 has., de las - 70,000 susceptibles de beneficiar, según la cédula de cultivos propuesta, controlar por medio de este aprovechamiento los posibles perjuicios que llegara a ocasionar las crecientes - originadas en la cuenca aportadora del río Acaponeta.

Siendo la actividad agropecuaria la principal generadora de este estudio se exponen en el capítulo VI, de este - trabajo los datos y recomendaciones que se deben tener presentes para el diseño y buen funcionamiento de cualquier Distrito de riego.

II. DATOS DISPONIBLES DE LA CUENCA EN ESTUDIO

2.1. TOPOGRAFICOS.

2.1.1. DE LA CUENCA.

Entre la información básica consultada para delimitar la cuenca aportadora del proyecto, figuran las cartas topográficas de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala - - - 1:500 000 configuradas con curvas de nivel a cada 200 m., de las que se obtuvieron las siguientes áreas drenadas:

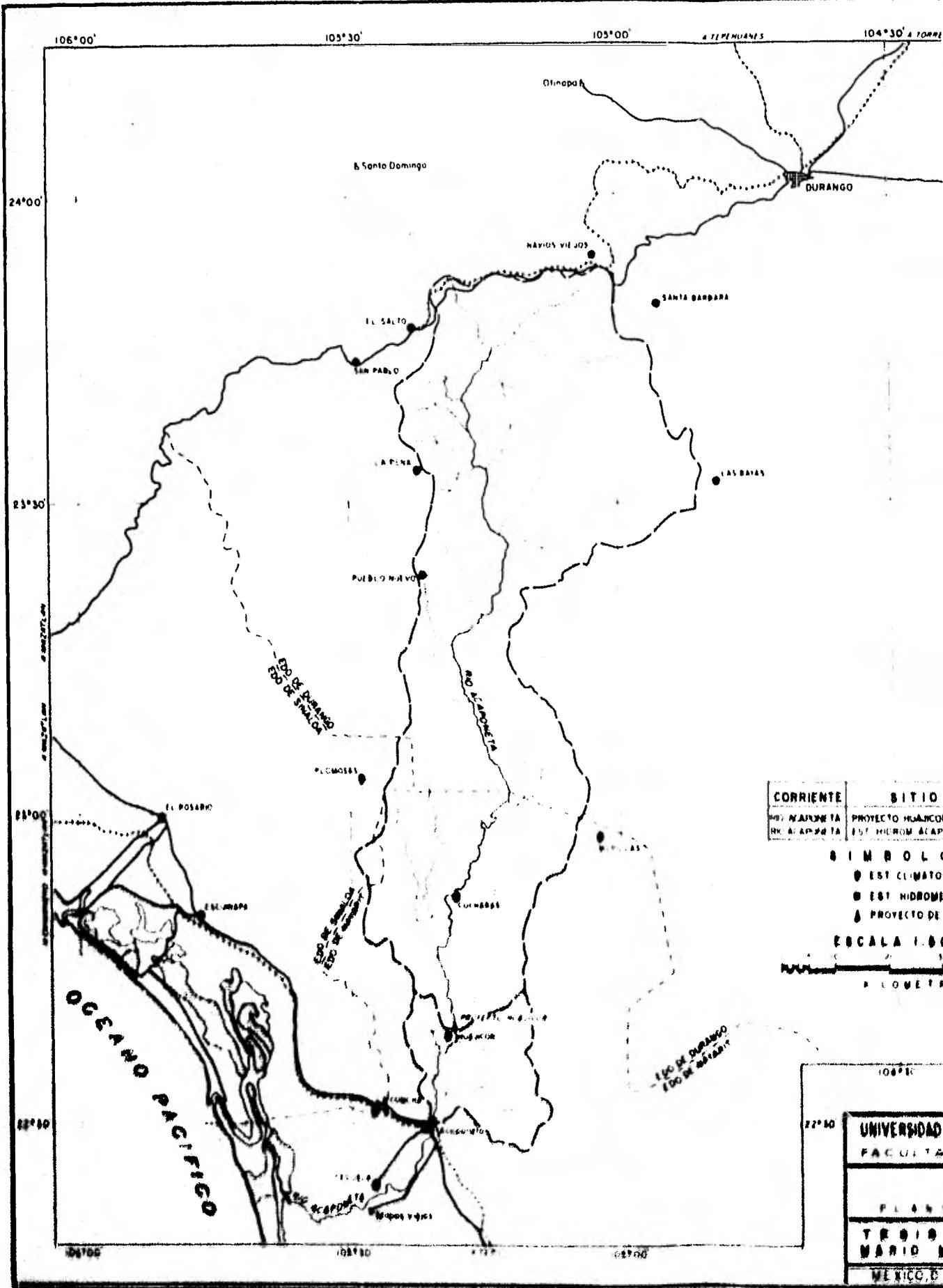
Hasta el proyecto Huajicori	4590 Km ²
Hasta la estación hidrométrica Acaponeta	5092 Km ²

En el croquis de la figura No. 2 se muestra el plano de la cuenca del río Acaponeta con la ubicación del sitio - Huajicori, y de las estaciones hidrométricas y climatológicas que se utilizaron en el estudio.

2.1.2. DEL VASO

Se cuenta ya en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos con el plano del levantamiento topográfico - del vaso a escala 1:20000, del cual se obtuvieron los siguientes datos:

Elevación del lecho del cauce en la boquilla	50 m.
Elevación máxima levantada	125 m.
Almacenamiento a la elevación 125 m.	1524 millones de m ³
Area de embalse a la elevación 125 m.	5348 has.



CORRIENTE	SITIO
PROYECTO HIDROMET	PROYECTO CLIMATOL
EST. HIDROMET	EST. CLIMATOL
PROYECTO DE Y	EST. HIDROMET

SIMBOLO

- EST. CLIMATOL
- EST. HIDROMET
- ▲ PROYECTO DE Y

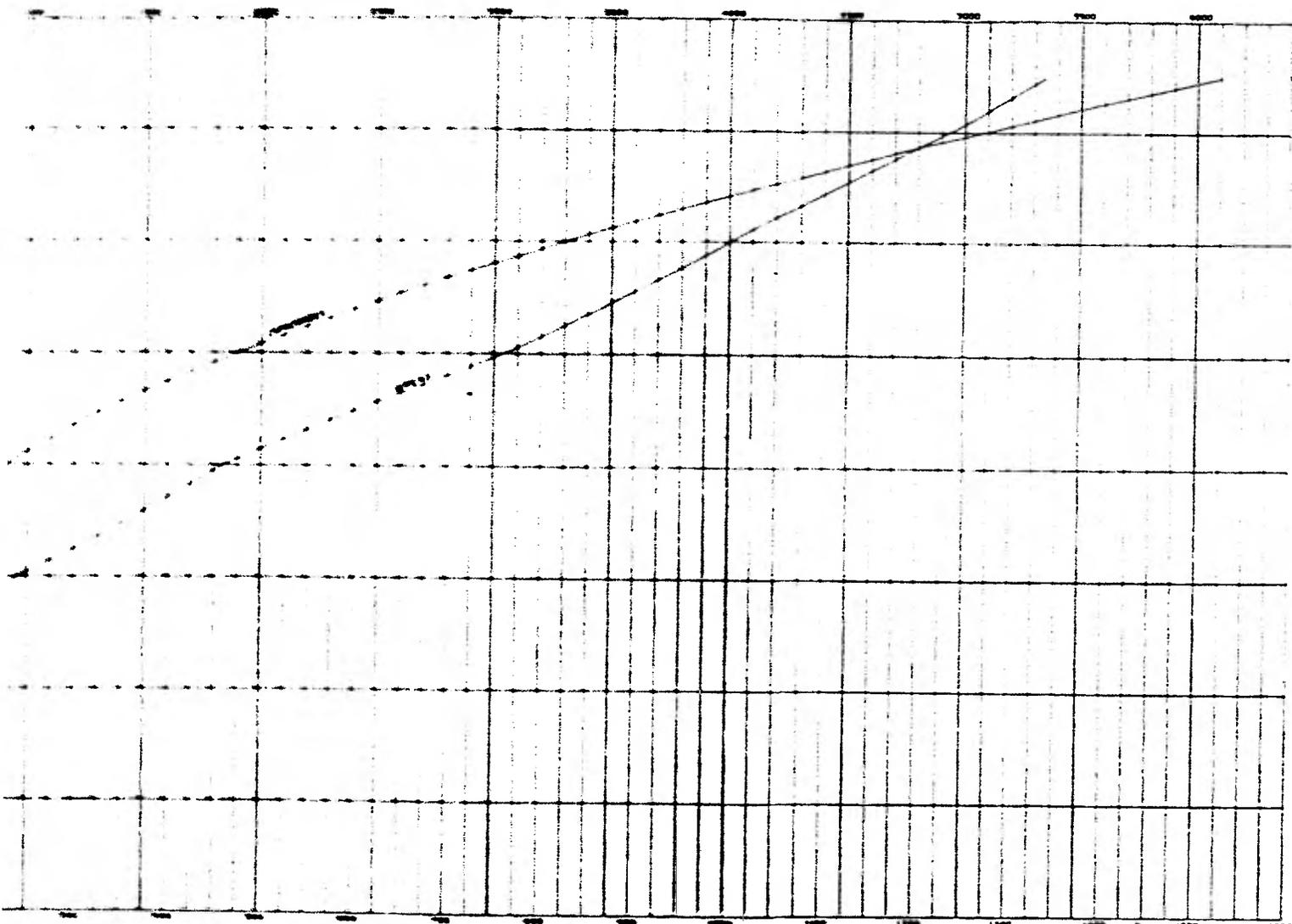
ESCALA 1:50,000

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

KILOMETROS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS
 PLAN DE ESTUDIOS
 TERCER SEMESTRE
 MÉXICO, D.F.

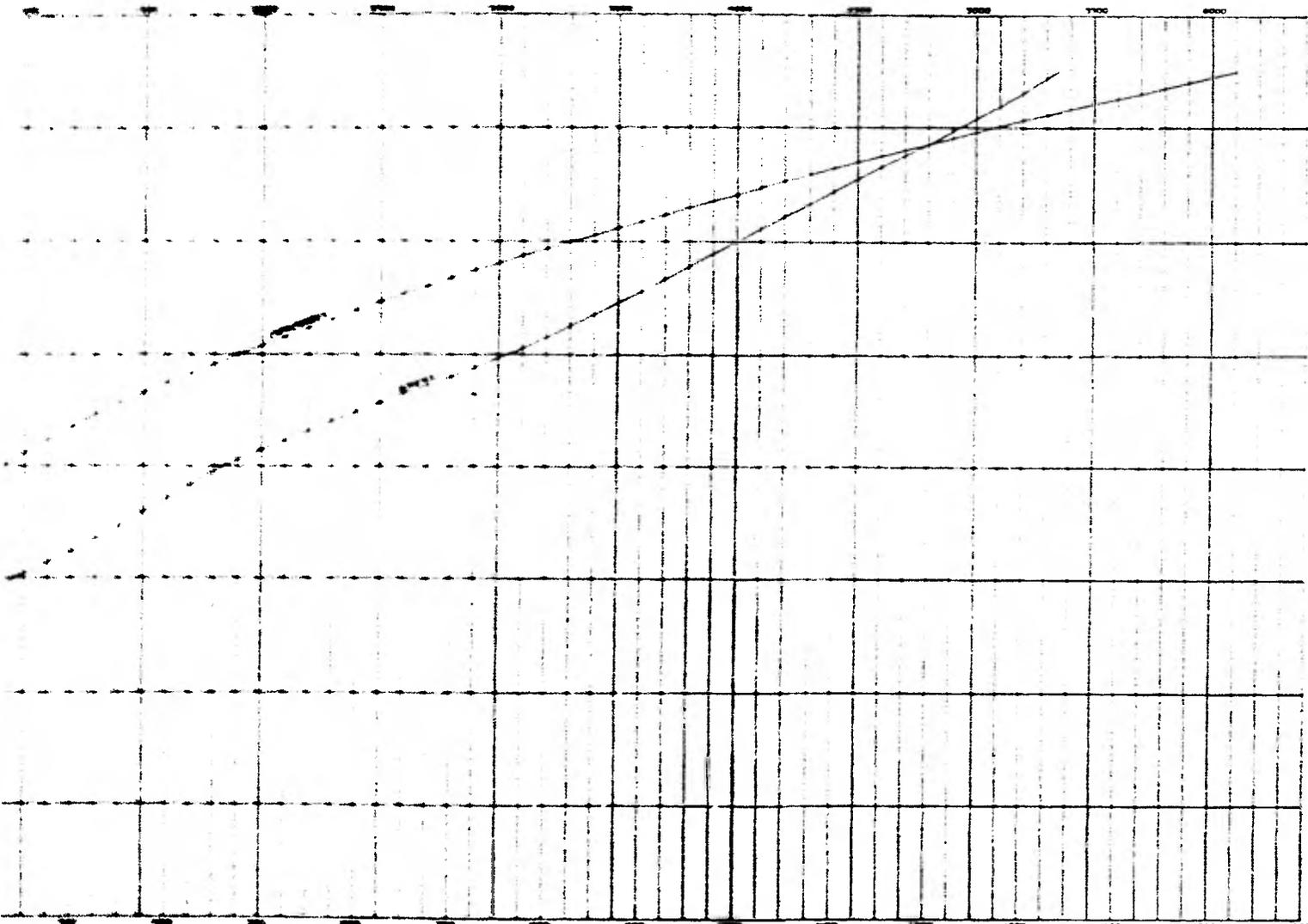
ÁREAS EN HECTÁREAS



ELECTRIFICADOS EN KM ²	ÁREAS EN HECTÁREAS	CAPACIDADES EN M ³
5	23	593 200
10	85	1325 070
15	180	5000 730
20	360	23523 221
25	592	47345 701
30	961	86207 264
35	1410	142508 827
40	1952	226763 327
45	2417	332040 640
50	3019	466273 453
55	3579	637766 266
60	4193	827746 579
65	4442	931000 639
70	4926	107200 072
75	5307	124703 670

CAPACIDADES EN MILLONES DE M³

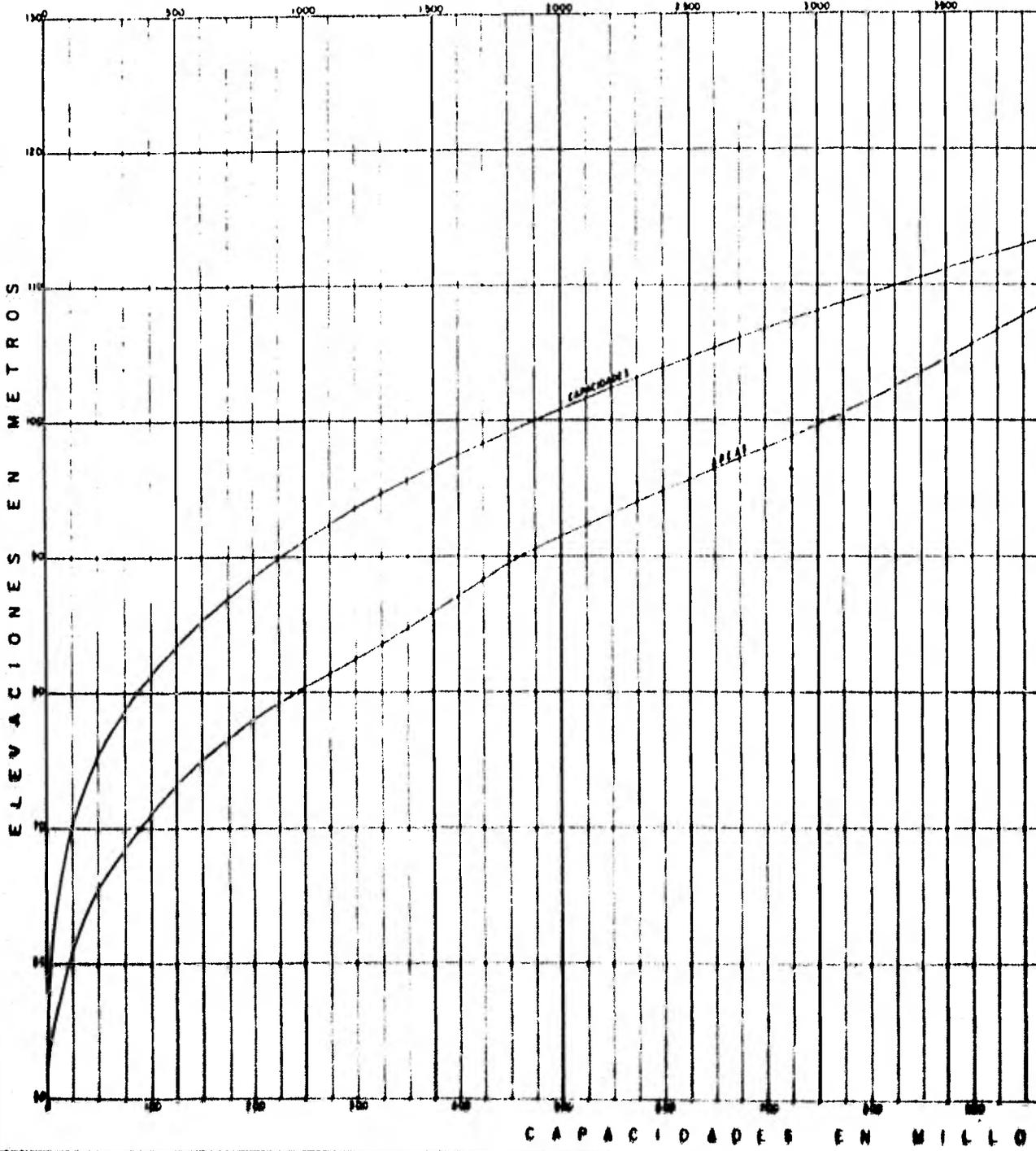
ÁREAS EN HECTÁREAS



CAPACIDADES EN MILLONES DE m³

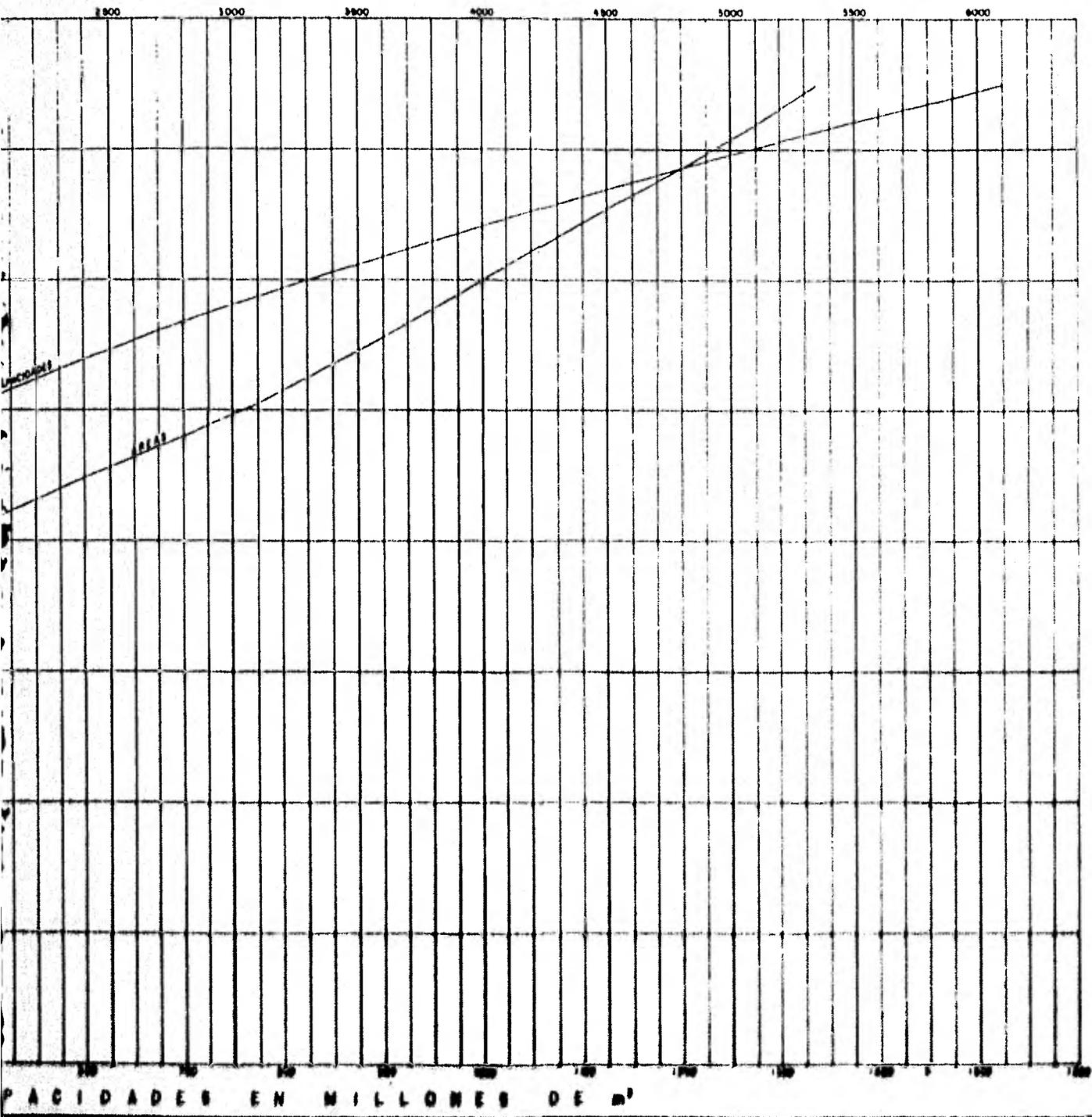
ELLENICIONES EN MILONES	ÁREAS EN HECTÁREAS	CAPACIDADES EN m ³
57	0.1	0
58	21.1	393.000
60	81.6	1122.075
64	180.0	3000.180
71	360.0	7372.200
75	592.0	11365.700
80	761.9	16207.860
85	1010.0	22500.825
90	1212.0	27645.327
95	1417.0	33240.640
100	1639.0	39273.675
105	1859.0	45760.260
110	2099.0	52700.370
115	2362.0	60100.070
120	2628.0	67960.220
125	2907.0	76280.820

AREAS EN HECTARE



CAPACIDADES EN MILLO

AREAS EN HECTAREAS



UN
PA
Y
BA

En la gráfica de la figura No. 3 se incluyen las curvas de elevaciones-áreas-capacidades del vaso.

2.2. HIDROMETRICOS.

Existen observaciones del régimen del río Acaponeta en la estación del mismo nombre, ubicada en el puente del ferrocarril del Pacífico, a 18 Km. aguas abajo del proyecto - Huajicori.

Cuenta con registros ininterrumpidos desde mayo de 1945, presentandose a continuación un resumen anual de ellos.

CUADRO No. 1. Esgurrimientos anuales medidos en la estación-Acaponeta.

AÑO	VOLUMEN EN MILLONES DE M ³	AÑO	VOLUMEN EN MILLONES DE M ³
1945(M'-D)	1225	1964	1039
46	1157	65	1253
47	1044	66	1512
48	1389	67	1550
49	808	68	2714
50	988	69	1682
51	769	70	1812
52	1391	71	1228
53	876	72	1108
54	1014	73	1912
55	1651	74	1005
56	1046	75	1625
57	826	76	1185
58	2613	77	1059
59	1201	78	1098
60	678	79	1058
61	1542	80	945
62	1105	81 (E-N)	1265
63	1679		
		Promedio (1946-80)	1302
		Máximo	2714
		Mínimo	678

Como puede observarse en el Cuadro No. 1 los escurrimientos ocurridos entre 1946 y 1978 fluctuaron entre el 50% - y el 200% del valor medio. Además su variación estacional es muy marcada, ya que el 86% del volumen anual se concentra en el lapso julio-octubre, mientras que en los ocho meses restantes los escurrimientos son escasos. Esta situación se hace crítica en abril y mayo, cuando el caudal del río apenas alcanza unos $2 \text{ m}^3/\text{seg}$.

El gasto máximo instantáneo, escurrido el 13 de septiembre de 1968, alcanza $16000 \text{ m}^3/\text{seg}$. y fué ocasionado por el ciclón Naomi, que entró a tierra en las cercanías de Mazatlán y provocó inundaciones desde la ciudad de Acaponeta hasta la desembocadura.

2.3. CLIMATOLÓGICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS.

Con la finalidad de conocer las características climáticas de la zona, se analizaron los registros de cuatro estaciones climatológicas localizadas dentro de la misma y en sus inmediaciones.

En el Cuadro No. 2 se enlistan dichas estaciones, su ubicación, el período de observación considerando y los promedios anuales de sus registros de temperatura, precipitación y evaporación, así como las temperaturas extremas.

De acuerdo con la clasificación de Thornthwaite, el clima es, en general, cálido con concentración de calor en el verano, variando su categoría de humedad desde semiseco, con demasía de agua estival en las zonas más cercanas al mar, hasta semihúmedo con gran deficiencia de agua invernal en las regiones más altas, como son Acaponeta y Rosamorada. De acuerdo con el sistema de clasificación modificado de Köppen, el cli-

ma es cálido y subhúmedo, con lluvias en verano y extremoso, - el grado de humedad se incrementa hacia la parte oriental - del área de estudio.

La temperatura media anual presenta una ligera varia-
ción dentro de la zona, pues al oriente de la misma sobrepasa
los 26°C, mientras que a occidente es menor de 25°C. Los me-
ses más cálidos son junio y julio, mientras que los más fríos
son enero y febrero.

Los valores máximos absolutos de la temperatura ob-
servados en la región varían entre 39 y 42°C, correspondiendo
el menor a la zona inmediata a Tecuala, y el mayor de las -
tres estaciones restantes. A su vez la temperatura mínima ab-
soluta oscila entre 4 y 6.5°C, habiéndose registrado el primero
de estos valores en la parte meridional de la zona, o sea en-
las cercanías de Rosamorada. La temperatura va incrementándose
hacia el norte del área hasta llegar a 6.5°C en la pobla-
ción de la Concha.

Por lo que respecta a la ocurrencia de heladas, cabe
señalar que este fenómeno es insignificante en la región, -
toda vez que durante el período en estudio, 11 de ellas la -
mayor parte ocurrieron en las inmediaciones de Rosamorada; -
estos fenómenos fueron disminuyendo en frecuencia hacia la -
parte norte, no habiéndose registrado ninguno en la población
de Acaponeta.

Por lo que se refiere a precipitación, de acuerdo a-
los registros de las estaciones aludidas, se observa que la -
lluvia media anual fluctúa entre los 990.2 y 1496.1 mm, la -
que se incrementa a medida que se avanza hacia el oriente de-
la zona en estudio. Su máximo valor se alcanza en las inme-
diaciones de la población Rosamorada. La precipitación media-

ponderada es de unos 1150 mm.

Por otra parte se observa que la temporada de lluvias abarca el lapso junio a octubre, período en el que se concentra entre el 91 y el 94% de la precipitación anual. Los meses con mayor lluvia son agosto y septiembre, o sea cuando la media mensual llega hasta 420 mm. en Rosamorada. Por su parte, a mayo le corresponde menor precipitación media que cifra apenas 6.4 mm. en Acaponeta. Durante la temporada más seca, que corresponde desde fines de octubre hasta principios de junio, ocurre un ligero aumento de precipitación en diciembre.

El número de granizadas es insignificante, dado que, en las cercanías de Acaponeta que es donde se presenta el mayor número de ellas ocurrieron sólo cinco en un período de 37 años.

Las mayores tormentas en la zona son ocasionadas por perturbaciones ciclónicas. Durante el lapso 1930-1976 se generaron en la zona del Pacífico Centro 78 ciclones, de los cuales 16 entraron a tierra por el norte de Nayarit y sur de Sinaloa, afectando la región con abundantes lluvias e inundaciones. El Ciclón Naomf, que entró a tierra por el sur de Sinaloa, causó grandes inundaciones en las ciudades de Acaponeta y Tecuala el día 13 de septiembre de 1968, provocadas por la mayor crecida registrada sobre el río Acaponeta. Durante la ocurrencia de este ciclón, se presentaron en la parte alta de la cuenca, precipitaciones de hasta 400 mm. en ocho días, mientras que en Tecuala se registraron sólo 61 mm.

Por lo que se refiere a precipitación máxima en 24 horas, el valor máximo registrado corresponde a Tecuala, donde se acumularon 214 mm.

Los promedios de dichos registros indican que las mayores tormentas ocurren en las partes más altas de la zona o sea hacia el oriente de la misma y en su porción septentrional, puesto que a excepción de Tecuala, donde la media cifra 97 mm, en las tres estaciones restantes dicho valor asciende a 117 mm

La evaporación en la zona fluctúa entre 1693 y 1977 mm. notándose que se incrementa ligeramente hacia el oriente del área en estudio.

La mayor parte de la evaporación ocurre en el lapso marzo-agosto, en que se encuentra entre el 60 y el 64% del total anual, correspondiendo el primero de estos valores a la zona de Tecuala y el segundo, a la de la Concha.

La evapotranspiración se concentra, en su mayor parte en los meses de mayo a octubre, cifrando 64% en Acaponeta y 68% en Tecuala. Los meses en los que la precipitación sobrepasa a la evapotranspiración potencial son julio, agosto y septiembre.

CUADRO No. 2 INFORMACION CLIMATOLOGICA DE LAS ESTACIONES CONSIDERADAS

ESTACION	COORDENADAS		PERIODO	TEMPERATURA (°C)			PROMEDIO ANUAL (mm)	
	Lat. N.	Long. W		Máxima Extrema	Media	Mínima Extrema	Precipitación	Evaporación
Acaponeta	22°30'	105°22'	1944-1980	42.0	26.3	6.0	1363.0	1976.8
Rosamorada	22°08'	105°12'	1957-1980	42.0	25.4	4.0	1496.1	1722.6
Tecuala	22°24'	105°28'	1960-1980	39.0	24.7	5.0	990.2	1693.0
La Concha	22°32'	105°27'	1960-1980	42.0	26.2	6.5	1137.0	1876.3

2.4 AGROLOGICOS

El área por regar comprende 53900 has, estando ubicadas de la población de Acaponeta hacia aguas abajo y en ambas margenes de la corriente. De ellas 45,981 has. son por gravedad y las restantes por bombeo de canales.

Para dicha zona de beneficio la subdirección de evaluación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos proporcionó una cédula de cultivos, la cual se presenta a continuación.

CUADRO No. 3 DISTRIBUCION Y CALENDARIO DE LOS CULTIVOS PROGRAMADOS

CULTIVOS	AREAS EN HAS	CALENDARIO
Aguacate	1142	Perene
Ajonjolí	12433	Jun-Oct.
Arroz	5724	Jul-Nov.
Arroz	1331	Jun-Oct.
Cacahuate	450	Jun-Sep.
Chile	268	Ene-May.
Frijol	4473	Ene-Abr.
Frijol	26528	Dic-Mar.
Jitomate	984	Oct-Mar.
Jitomate	984	Dic-May.
Jitomate	984	Feb-Jul.
Mango	4691	Perene
Melón	131	Mar-Jun.

Pastos	1103	Perene
Papayo	601	Perene
Pepino	126	Oct-Ene.
Plátano	1774	Perene
Sandía	799	Oct-Ene.
Sorgo	794	Mar-Jul.
Sorgo	1335	Dic-Abr
Sorgo	988	Jul-Oct.
Soya	16313	Jun-Oct.
Tabaco	2670	Dic-Mar.
Total	86626	

El área física disponible abarca 53900 has y la regada 86 626 has, por lo que el coeficiente de intensidad de cultivo es de 1.61. En la figura No. 4 se muestra el programa de cultivos anterior.

CULTIVO	AREA (ha)	CALENDARIO											
		E	F	M	A	M'	J	J'	A'	S	O	N	D
AGUACATE	1 142	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
AJONJOLI	12 433					/	/	/	/	/	/	/	/
ARROZ	5 724						/	/	/	/	/	/	/
ARROZ	1 331					/	/	/	/	/	/	/	/
CACAHUATE	450					/	/	/	/	/	/	/	/
CHILE	268	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
FRIJOL	4 473	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
FRIJOL	26 528	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
JITOMATE	984	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
JITOMATE	984	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
JITOMATE	984	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
MANGO ESTABLECIDO	4 691	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
MELON	131		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
PASTOS	1 103	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
PAPAYO	601	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
PEPINO	126	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
PLATANO	1 774	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SANDIA	799	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SORGO	794		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SORGO	1 335	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SORGO	988					/	/	/	/	/	/	/	/
SOYA	16 313					/	/	/	/	/	/	/	/
TABACO	2 670	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

LOS PERIODOS ANOTADOS INCLUTEN UN MES PARA PREPARACION DE TIERRAS

SUPERFICIE FISICA NETA: 53 900 ha

INTENSIDAD DE CULTIVOS: 1.61

EFICIENCIA DE RIEGO GLOBAL: 60%

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESTADIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE GRADO DE INGENIERIA EN RIEGO
TESIS PROFESIONAL
MARIO MALDONADO RECORDERA
MEXICO, D.F. SEP 1982
FIGURA 6

III. CALCULO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD EN LA PRESA

Con la finalidad de determinar las dimensiones en la presa, se deberán distinguir desde el punto de vista hidrológico, dos tipos de capacidades; una de ellas, llamada capacidad de azolves en la cual se toma en cuenta el volumen que desaloja el material sólido en suspensión que transporta el río, y que al llegar a la presa, se asienta en el fondo restándole al vaso capacidad de almacenamiento. La otra llamada capacidad útil, en la que se reserva el volumen que debemos de tener disponible en la presa para surtir las demandas requeridas. Para determinar dichas capacidades se deberá conocer respectivamente el volumen de sólidos en suspensión que arrastra la corriente, y las entradas a la presa amén de las demandas.

Para tales fines se deberá seleccionar la estación hidrométrica más cercana al sitio del proyecto que cuente con la información necesaria.

3.1. CALCULO DE ENTRADAS AL VASO

Debido a la proximidad que guarda la estación hidrométrica acaponeta con respecto al sitio del proyecto, se ajustaron los escurrimientos medidos en dicha estación por la relación de sus áreas.

Una representación matemática de este procedimiento se muestra a continuación.

$$\text{ESCURRIMIENTO ANUAL EN ACAPONETA} \left(\frac{\text{A. HASTA HUAJICORI}}{\text{A. HASTA ACAPONETA}} \right) = \text{ESCURRIMIENTO ANUAL EN ACAPONETA} \left(\frac{4,590}{5,092} \right) = \text{ESCURRIMIENTOS ANUALES EN HUAJICORI}$$

Con el fin de iniciar las simulaciones de funcionamiento del vaso al término del período de avenidas, se dedujeron los escurrimientos de la estación Acaponeta, para el período noviembre 1944- abril 1945, calculando un valor medio mensual de los escurrimientos observados en el período 1945 - 1980 en la misma estación.

Un resumen anual de las entradas al vaso Huajicori - obtenidas a partir del anterior modelo matemático se muestra a continuación

CUADRO No. 4. ENTRADAS ANUALES AL VASO HUAJICORI

ANO	VOLUMENES EN MILLONES DE M ³	ANO	VOLUMEN EN MILLONES DE M ³
1945	1169	1957	744
46	1041	58	2352
47	940	59	1081
48	1250	60	610
49	728	61	1388
50	890	62	995
51	692	63	154
52	1252	64	935
53	788	65	1128
54	913	66	1361
55	1486	67	1395
56	942	68	2443
		69	1514
		70	1631

AÑO	VOLUMENES EN MILLONES DE M ³	
1971		1106
72		998
73		1721
74		904
75		1462
76		1069
77		953
78		988
79		952
80		850
81 (E-N)		1138
<hr/>		
Promedio (1945-80)		1172
Máximo	1968	2443
Mínimo	1960	610

3.2. CALCULO DE LA CAPACIDAD PARA AZOLVES

En la estación hidrométrica Acaponeta se cuenta con registros del material sólido en suspensión acarreado por la corriente a partir de septiembre de 1956.

Un resumen anual de estos registros se muestra a continuación.

CUADRO No. 5. REGISTRO DEL MATERIAL SOLIDO EN SUSPENSION

AÑO	ESCURRIMIENTO, EN MILES DE M ³	AZOLVES EN, MILES DE M ³
1957	826 164.2	1022.132
58	2613 380.6	887.917
59	1200 851.3	202.314
60	678 206.2	244.918
61	1541 783.7	557.359
62	1105 100.1	302.283
63	1679 210.8	1395.707
64	1038 851.1	495.552
65		
66	1511 880.2	383.556
67	1549 603.3	582.471
68		
69	1682 305.8	1011.286
70	1812 397.6	833.981
71	1228 419.3	310.908
72	1108 310.7	847.829
73	1911 661.4	1442.079
74	1004 698.3	547.370
75	1624 774.6	1191.540
76	1187 716.0	995.960
77	1066 225.0	540.90
78	1097 544.0	587.66
79	1057 758.0	726.78
80	944 518.0	608.82
TOTAL	29 492 334.9	15672.916

Considerando la cercanía existente entre esta estación y el sitio del proyecto, se tomaron como representativos

(los registros anteriores) para calcular por medio de la siguiente fórmula la capacidad de azolve en la presa Hujicori.

$$CA. = E \times Am. \times Vu \dots (1) \quad Am = \frac{\sum ASOLVES}{\sum ESCURRIMIENTOS} \dots (2)$$

Donde

CA: Capacidad de Azolve

E: Ecurrimiento medio anual

Am: Azolve medio

Vu: Vida útil de la presa (comunmente 50 años)

De la ecuación (2)

$$Am = \frac{15\ 672.916}{29\ 492\ 334.9} = 0.00053$$

sustituyendo este valor en la ecuación (1)

$$CA. = 1172 \times 0.00053 \times 50 = 31 \times 10^6 \text{ m}^3$$

tomando en cuenta el arrastre de fondo se incrementa la capacidad anterior en un 50%.

$$\therefore CA. = 31 \times 1.5 = 47 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Por lo cual se recomienda una capacidad de azolve de 50 millones de m^3 .

3.3. CALCULO DE LA EVAPORACION NETA EN EL VASO

Debido a la exposición de la superficie de agua que el vaso ofrece a los agentes atmosféricos y climatológicos, un cierto volumen del almacenado se evapora, por lo cual es de relevante importancia tomar en cuenta estas pérdidas en -

el funcionamiento del vaso.

Para tales fines, se deberá recabar la información de lluvia y evaporación de la estación climatológica más cercana al sitio del proyecto, y proceder como sigue:

a) La lluvia registrada en la estación más cercana al sitio se deberá afectar por el factor $(1-C)$, el cual es resultado del siguiente razonamiento:

Como se sabe, el volumen escurrido en determinado sitio de una corriente en la unidad de tiempo, en función de la lluvia precipitada es la siguiente

$$VE = PAC$$

DONDE

P = Precipitación pluvial

A = Area de la cuenca

C = Coeficiente de escurrimiento = $\frac{\text{Vol. escurrido}}{\text{Vol. llovido}}$

VE= Volumen escurrido

Como el objetivo es conocer únicamente el volumen susceptible de evaporarse en el vaso, y no en toda la cuenca, diremos que no toda el área A contribuye de igual forma a tal fenómeno, pues la precipitación pluvial en el vaso se sucede directamente sobre la superficie del agua almacenada y no hay que afectarla por el coeficiente de escurrimiento.

Si llamamos A_v a la superficie o área expuesta por el vaso, tendremos la siguiente representación matemática.

$$VE = (A - Av) PC + AvP$$

$$VE = APC - AvPC + AvP$$

$$VE = APC + AvP (1-C)$$

Como el único volumen que nos interesa contabilizar para tomar en cuenta la evaporación en el vaso es $AvP (1-C)$, y no $APC + AvP (1-C)$, diremos que el volumen escurrido en el vaso por efecto de la precipitación es $AvP (1-C)$ el cual convertido en lámina sería $P (1-C)$.

b) A la información de evaporación registrada en la estación cercana al sitio del proyecto se le deberá afectar por el factor 0.77 el cual es resultado del siguiente razonamiento.

Como la evaporación es el resultado de los agentes atmosféricos y climatológicos, esta no se presenta en la misma forma en el aparato de medición (evaporómetro) que en el vaso, es decir, que la evaporación registrada en pequeñas áreas es mayor que la correspondiente a grandes extensiones.

Experimentalmente se ha calculado que para evaporómetro de 4' que comúnmente usamos en nuestro país el coeficiente 0.77 es lo suficiente sensible para tomar en cuenta dicho fenómeno, si designamos por E_o la evaporación observada, y por E_r la evaporación real se tendrá.

$$E_r = 0.77 E_o$$

c) Una vez determinadas las láminas de precipitación y evaporación, se calcula la lámina neta de evaporación la cual quedará como sigue:

$$EN = 0.77 E_o - P (1-C)$$

A continuación se detalla la forma en que se integró la información necesaria y los resultados obtenidos.

Se determinó con datos de lluvia de la estación Huajicori, observadas de 1946 a 1949 y de 1965 en adelante.

Para el período 1950 a 1964 se dedujo por medio de una correlación, establecida entre Huajicori, como variable dependiente, y acaponeta, como variable independiente.

Para la evaporación se utilizó la información recabada en la estación Acaponeta del período 1946-79 y a partir de 1980 las de Huajicori.

Del cálculo realizado en la tabla No. 1 se obtuvo una lámina media anual de evaporación neta de 12 mm en el período 1945-1981, lo cual indica que en valor medio, prácticamente se compensó la lluvia y la evaporación.

Debido a la carencia de información climatológica del año 1945, se hizo el cálculo de un valor medio mensual, en función de la evaporación neta (período 1946-1976).

Un resumen del cálculo anteriormente descrito, se muestra a continuación.

	1	2	3	4	5 = 4 - 2	1949	1	2	3	4	5 = 4 - 2
1946	82.1	64.5	112.5	86.6	22.1	1949	79.0	62.0	81.2	62.5	21.5
	0	0	151.5	116.7	116.7		0	0	85.8	73.9	73.8
	0	0	223.7	172.4	172.4		0	0	149.3	129.6	129.6
	0	0	249.6	172.9	172.9		2.0	1.6	204.1	157.2	155.6
	454.0	256.4	241.3	201.2	-155.2		197.0	113.2	230.1	131.3	181.8
	225.5	253.5	216.2	161.9	-93.6		327.0	254.7	181.7	146.9	33.9
	276.5	211.3	184.3	141.9	-70.4		231.5	226.5	165.9	127.7	-129.0
	319.0	205.4	153.3	127.7	-177.7		255.5	220.6	174.6	121.1	-84.4
	227.7	177.7	137.2	105.6	-73.1		25.5	21.0	153.3	118.0	-82.6
	15.2	11.7	124.3	96.1	34.2		0	0	122.4	93.1	78.1
74.5	74.2	131.5	101.2	27.0	0	0	116.1	89.4	89.4		
SUM	1859.5	1458.9	2437.1	1670.2	211.3	SUM	1760.2	1176.1	1317.1	1397.2	250.9
1947	146	130	102.7	79.1	60.1	1950	0	0	26.7	82.2	82.2
	0	0	173.0	110.1	110.1		0	0	121.6	94.3	94.3
	201.0	157.8	172.4	141.1	-9.7		0	0	121.9	143.9	143.9
	0	0	224.6	172.9	172.9		0	0	202.7	163.9	163.9
	20.0	62.8	252.2	174.2	171.9		0	0	243.4	177.4	177.4
	135.5	106.4	211.3	176.2	64.9		22.6	171.0	230.9	177.7	2.7
	677.7	533.6	223.7	172.2	-24.4		538.1	422.4	174.6	134.4	-230.0
	701.3	550.5	203.3	156.5	-344.0		525.7	420.5	169.5	126.5	-220.0
	215.7	167.3	147.0	113.2	-54.1		574.2	477.3	150.2	118.7	-303.6
	76.5	34.5	152.7	112.6	79.1		177.7	149.5	136.2	104.9	-24.6
120.0	43.8	120.1	107.9	77.1	0	0	107.3	83.0	83.0		
80.0	62.3	121.9	92.9	31.1	0	0	74.4	74.4	74.4		
SUM	2199.3	1726.5	2132.4	1641.9	-24.6	SUM	2007.1	1575.7	1723.1	1422.3	-284.4
1948	75.0	57.9	127.0	97.8	31.4	1951	57.3	42.2	77.9	48.2	31.7
	5.0	3.9	137.6	105.9	102.0		0	0	121.1	97.2	97.2
	0	0	171.1	119.5	119.5		2.8	2.2	177.8	132.4	132.4
	0	0	231.5	173.3	173.3		0	0	176.1	151.0	151.0
	0	0	252.4	194.3	194.3		0	0	221.6	172.1	172.1
	247.9	191.2	243.1	172	-7.0		0	0	202.0	161.9	161.9
	81.2	199.3	162.1	124.3	47.5		31.1	23.7	202.0	146.5	146.5
	103.5	34.3	137.6	112.0	-19.8		33.2	27.5	185.2	130.5	217.9
	213.5	230.8	123.8	90.9	-104.4		232.2	210.7	147.5	113.3	277.6
	188.0	140.9	116.7	72.8	-31.0		459.8	377.7	147.2	101.7	93.1
81.0	67.1	92.1	71.8	0.4	11.0	1.7	121.3	93.6	93.6		
120	94	81.5	67.9	53.4	0	0	121.3	93.6	93.6		
1471.6	1169.3	1923.2	1412.4	211.6	11.6	14.4	127.1	102.5	102.5		

UNIVERSIDAD NACIONAL BURGOS DE GUAYMA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 VARIACIONES DE LA
 CALCULO DE EVAPORACION NETA
 TERCER PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO NEGRETHER
 MES DE OCTUBRE TABLA 1

1952	1	2	3	4	5= 4-2	1953	1	2	3	4	5= 4-2
0	0	0	112.5	86.6	86.6	0	41.6	33.4	35.9	64.2	32.8
0	0	0	131.7	81.4	101.4	0	0	0	128.9	55.9	72.9
0	0	0	173.5	141.3	141.3	0	0	0	190.5	190.5	190.5
0	0	0	216.2	166.5	166.5	0	0	0	247.9	247.9	247.9
0	0	0	253.3	195.0	175.0	0	0	0	296.9	296.9	296.9
573.0	402.7	183.4	142.7	240.0	-240.0	21.0	16.5	273.3	181.1	171.6	71.6
619.3	486.2	184.4	142.0	353.2	-353.2	65.0	51.2	225.5	154.0	154.0	0
660.2	512.4	171.3	137.7	314.7	-314.7	201.6	153.8	183.5	130.8	130.8	0
463.1	343.5	141.9	107.2	254.3	-254.3	55.4	43.2	144.4	111.2	111.2	0
19.4	18.4	144.9	111.6	96.2	96.2	0	0	123.7	97.6	97.6	0
0	0	116.5	89.7	89.7	89.7	0	0	112.6	91.3	91.3	0
4.8	3.8	97.0	71.6	67.9	67.9	0	0	114.2	87.9	87.9	0
Suma	2221.1	1720.5	1222.0	1222.3	-222.2	Suma	1223.0	1432.6	1222.0	1533.1	1011.2
0	0	113.2	77.2	77.2	77.2	0	0	12.4	9.7	12.4	0
0	0	91.7	141.9	141.9	141.9	0	0	0	0	157.1	157.1
0	0	203.0	157.0	157.0	157.0	0	0	0	0	208.5	208.5
0	0	183.3	183.3	183.3	183.3	0	0	0	0	260.8	260.8
322	25.3	25.3	175.7	175.7	175.7	0.2	1.5	282.0	144.7	144.7	0
374.0	496.7	496.7	257.4	257.4	257.4	372.6	272.5	201.9	186.9	186.9	0
517.7	293.6	177.5	134.7	157.9	157.9	375.1	271.5	117.2	141.9	141.9	0
115.3	71.3	133.1	117.2	20.3	20.3	783.9	371.1	122.2	144.9	144.9	0
177.7	71.3	122.0	77.1	51	51	365.3	255.7	137.0	124.4	124.4	0
0	0	124.3	73.4	73.4	73.4	10.1	7.7	146.4	106.1	106.1	0
0	0	77.1	73.4	73.4	73.4	0	0	127.3	106.1	106.1	0
Suma	1225.5	1025.5	777.0	1222.2	542.7	Suma	1522.5	1242.3	2020.4	1594.0	351.7
0	0	116.5	86.1	86.1	86.1	0	0	12.4	9.7	12.4	0
0	0	21.4	161.2	161.2	161.2	0	0	0	0	123.9	123.9
0	0	144.0	144.0	144.0	144.0	0	0	0	0	127.2	127.2
0	0	222.5	175.2	175.2	175.2	0	0	0	0	212.3	212.3
250.3	196.5	196.5	113.2	123.8	123.8	0	0	0	0	221.4	221.4
717.0	604	604	167.8	26.7	26.7	373	29.3	235.7	74.9	74.9	0
341.1	270.0	116.3	123.0	157.3	157.3	611.3	497.1	202.2	160.3	160.3	0
171.2	216.9	171.9	110.7	141.6	141.6	602	361.3	177.5	133.6	133.6	0
262	217.1	142	86.6	274.5	274.5	380.5	246.6	157.1	116	116	0
0	0	101.2	73.3	73.3	73.3	211.6	159.0	14.6	10.3	10.3	0
0	0	71.3	75.7	75.7	75.7	0	0	12.5	9.2	9.2	0
Suma	2173.3	1711.6	1221.7	1521.1	-223.7	Suma	1724	1470.4	2426	1526.6	110.1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 VARIACIÓN CLIMÁTICA
 CÁLCULO DE EVAPORACIÓN NETA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO HECOECHEA
 MEXICO, C.F. SEP 1962 TABLA I

	1	2	3	4	5 = 4-2		1	2	3	4	5 = 1-2
1958	37.2	29.2	118.4	86.6	57.4	1961	100.0	78.5	146.0	99.9	11.3
	23.2	18.5	16.4	81.6	71.1		0	0	137.3	105.7	105.7
	67.9	50.9	152.9	117.7	46.9		0	0	181	140.2	140.2
	0	0	20.4	155.4	59.4		4.7	3.0	237.1	171.7	171.7
	0	0	27.2	211.1	211.1		0	0	221.1	201.0	201.0
	293.9	230.7	126.5	232.6	-27.1		333.1	241.5	22.8	151.5	-10.0
	76.3	57.0	181.2	176.1	-45.9		711.4	533.4	171.8	131.9	-421.6
	41.1	33.3	23.3	125.7	-176.6		99.27	36.8	163.1	127.1	-237.7
	211.9	142.3	142.5	125.1	-512.7		717.1	312.4	176.0	120.7	-251.5
	221.4	126.7	124.0	96.5	-620.9		113.2	0	121.9	106.7	17.5
64.4	47.0	101.4	70.1	29.1	0	0	121.9	97.1	27.7		
16.1	20.6	124.9	96.1	75.5	3.5	2.7	114.5	88.2	15.5		
Suma	2770.0	2187.4	1765.0	1765.3	-774.1	Suma	2225.4	1762.4	2007.2	1475.5	-226.9
1959	3.1	1.5	123.9	100.0	93.3	1962	2.1	1.9	133.4	107.3	81.4
	0	0	130.0	100.1	100.4		0	0	171.2	107.7	107.7
	0.92	0.10	123.1	100.2	100.2		0	0	192.9	152.4	152.4
	0	0	125.3	100.3	100.9		0	0	259.3	159.7	159.7
	23.4	7.9	231.7	133.9	173.7		0	0	259.7	200.0	200.0
	26.5	42.4	224.1	122.8	-15.0		108.1	392.9	216.7	106.6	-232.3
	57.6	47.9	18.3	145.0	-302.9		346.6	268.2	185.0	146.6	-121.6
	277.3	231.4	153.3	122.3	-107.1		656.1	515.2	185.0	172.5	-373.0
	170.3	133.7	147.7	111.6	-28.1		711.6	523.7	175.4	112.1	-211.0
	8.7	8.1	127.0	103.2	103.8		268.3	200.6	122.6	99.0	-116.6
33.0	47.0	132.7	106.2	82.2	72.7	61.8	126.3	87.9	20.1		
Suma	2025.6	1520.7	2105.6	1621.3	401.6	Suma	2221.4	1822.5	2276.7	1521.1	-222.4
1961	33.1	30.0	177.7	116.1	80.1	1963	0	0	157.3	98.0	98.0
	0	0	173.4	102.3	107.3		0	0	142.3	107.7	107.7
	0	0	223.3	142	142		0	0	142.7	142.7	142.7
	0	0	223.6	175.4	175.4		0	0	182.2	182.2	182.2
	28.3	22.8	237.7	123.0	114		0	0	175.1	175.1	175.1
	240.3	212.7	216.0	164.3	-224.4		267.4	204	204.5	177.7	-257
	48.6	36.7	111.5	133.3	-22.1		272.8	212.8	151.6	114.7	-573.1
	323.7	224.1	154.7	124.8	-127.3		392	227	121.7	71.2	-119.2
	180.3	94.4	138.7	102.4	11.4		372.3	271	77.2	121.2	-173.6
	1.7	1.1	112.5	26.6	25.3		207.1	237	134.5	103.6	-59.8
41.7	31.4	98.5	71.2	31.1	17.6	17.6	111	20.8	75.6		
182.4	112.3	2120.9	1633.1	976.3	217.7	173.7	173.7	1527.5	121.5	-121.5	

	1	2	3	4	5 = A-2	AFD	1	2	3	4	5 = A-2
1964	8.3	6.5	109.0	83.9	72.4	AFD	1.5	7.0	72.4	8.5	84.5
	0	0	134.0	103.2	103.2	F	0	0	152.8	152.2	162
	0	0	179.6	152.3	131.3	H	0	0	204.4	151.4	151.4
	0	0	229.1	166.4	176.4	A	0	0	238.4	193.6	183.6
	0	0	234.7	180.7	180.7	H	0	0	247.2	190.3	180.3
	12.4	33.8	42.31	112.3	139.0	J	12.73	100.3	211.9	163.2	162.9
	302.4	242.1	112.1	152.4	- 87.7	A	363.0	285.0	176.3	135.7	- 149.3
	517.4	314.0	176.5	135.8	- 218.1	J	741.0	578.8	176.4	112.9	- 416.9
	26.7	60.9	133.0	102.4	- 472.5	A	545.0	732.1	152.2	120.2	- 20.5
	16.2	12.7	122.8	82.4	25.7	S	129.2	10.4	112.6	99.0	- 2.4
0	0	118.9	71.6	91.6	O	0	0	131.4	101.2	81.2	
58.4	42.9	125.5	112	25.4	D	54.0	70.3	100.1	77.6	31.3	
SUMS	1228.8	1256.3	1169.7	2611.7	1621.7	SUMS	1492.5	1569.6	1776.0	1536.9	- 32.7
1965	16.4	12.9	103.8	79.5	66.6	F	0	0	116.1	89.4	- 89.4
	0	0	125.1	8.3	76.2	F	33.5	26.3	151.1	116.4	90.1
	0	0	172.4	172.4	172.4	H	35.7	71.6	179.4	131.2	64.6
	0	0	215.7	166.1	166.1	A	0	0	190.0	146.3	146.3
	15.8	20.2	126.0	171.4	171.4	H	0	0	263.4	202.9	202.9
	268.3	310.6	126.4	125.9	- 27.7	J	450.2	353.4	192.4	153.8	- 207.6
	611.6	480.1	130.4	138.9	- 31.2	A	213.6	167.7	84.0	12.3	- 71.4
	429.1	339.1	182.2	126.4	- 20.2	S	151.5	121.1	151.1	116.4	- 35.7
	15.4	13.1	198.7	89.3	86.2	O	73.6	73.6	143.8	110.7	37.1
	0	0	122.8	94.6	74.6	D	43.5	32.1	123.2	92.6	61.5
107.6	84.5	113.3	77.6	2.1	SUMS	339.7	265.7	75.1	73.2	- 192.7	
1469.4	1153.5	209.1	1612.2	451.7	SUMS	1927.5	1200.7	1777.1	1522.4	- 321.7	
1966	14.0	7.0	26.5	23.3	23.3	F	0.4	0.3	111.4	85.8	85.5
	42.0	33.8	140.2	171.5	155.7	F	32.4	25.4	118.7	81.1	63.7
	0	0	186.0	173.0	193.2	H	6.6	5.1	173.0	130.2	124.1
	18.6	12.4	220.6	155.0	132.2	A	0	0	233.7	172.4	172.4
	0	0	259.2	195.7	155.7	H	0	0	237.2	172.2	112.6
	111.6	106.1	237.1	182.4	14.7	J	20.0	19.6	227.7	176.7	152.3
	249.5	379.1	193.2	170.1	171.0	A	201.3	227.7	178.1	121.3	- 104.4
	817.4	642.1	167.3	121.8	- 51.3	S	712.8	632.8	165.8	127.7	- 36.1
	410.3	222.1	140.4	104.3	81.3	O	132.0	122.7	122.7	91.1	- 31.7
	101.7	89.5	127.5	72.9	13.7	D	242.2	166.6	119.4	91.9	- 24.7
0	0	110.7	71.9	30.2	SUMS	107.1	96.8	131.5	82.5	83.5	
2032.4	1464.4	1828.9	1644.8	71.2	SUMS	1802.7	1412.5	1733.9	1457.4	4.9	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 VÁLIDAMENTE
 CÁLCULO DE EVAPORACIÓN NETA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO VECIOCHEA
 MEMOR. DE FEB 1962 TABLA I

	1	2	3	4	5 = 4-2	ME	1	2	3	4	5 = 4-2
1970	F	12.8	10.0	108.0	83.2	73.2	30.5	23.9	113.4	87.3	63.4
	M	97.1	37.0	117.0	50.1	83.1	43.7	34.3	110.5	85.1	50.8
	A	0	0	165.0	127.0	127.0	0	0	156.0	120.1	120.1
	S	0	0	199.6	153.7	153.7	0	0	195.3	150.3	150.8
	O	0	0	239.9	194.7	194.7	0	0	223.4	175.9	175.9
	D	276.5	211.1	225.3	173.7	- 43.2	179.4	140.9	246.0	166.3	255
1971	F	733.7	571.0	163.4	128.3	- 450.2	503.5	395.3	176.1	135.2	- 257.7
	M	446.3	351.3	175.2	111.3	- 233.3	660.7	518.7	41.3	102.3	- 407.7
	A	152.4	353.1	137.4	105.1	- 249.3	663.7	531.0	125.6	76.6	- 527.4
	S	0	0	176.2	131.2	- 136.1	63.3	63.3	123.5	102.0	38.2
	O	11.3	8.9	155.8	120.0	- 111.1	0	0	123.7	98.9	98.9
	D	0	0	120.5	72.8	- 92.8	18.4	14.4	133.5	102.8	88.4
Sum	1990.1	1554.4	1954.4	1504.7	- 49.5	2181.2	1712.7	1857.4	1430.0	- 222.0	
1972	F	0	0	120.6	92.9	72.9	0	0	114.7	83.3	83.3
	M	0	0	146.7	113.0	113.0	0	0	154.3	113.3	113.3
	A	0	0	200.3	154.2	154.2	0	0	211.3	131.1	131.1
	S	0	0	212.3	163.8	163.8	0	0	234.1	180.3	180.3
	O	0	0	246.5	166.7	166.7	126.9	99.6	231.1	171.0	171.0
	D	142.9	112.7	204.6	159.1	- 44.4	183.6	144.1	225.7	191.5	374
1973	F	366.5	287.2	172.3	126.3	- 150.7	327.7	257.3	167.7	130.7	- 235.5
	M	344.3	271.0	134.3	103.4	- 167.3	329.3	257.7	157.7	116.3	- 170.9
	A	573.2	472.9	114.0	87.8	- 322.1	240.6	203.4	130.2	109.7	- 164.7
	S	863.5	677.3	128.9	92.6	- 578.4	75	5.1	135.9	104.6	73.7
	O	442.4	342.3	- 127.1	105.6	- 241.7	7.4	6.6	126.4	101	95.5
	D	331.7	265.9	123.2	87.2	- 178.7	103.3	81.1	98.3	61.0	- 13.1
Sum	3077.0	2472.0	1901.7	1469.7	- 447.3	1626.3	1216.6	1952.2	1501.7	225.1	
1974	F	224.5	176.1	105.9	71.5	- 94.7	14.5	11.4	96.5	74.3	62.9
	M	123.2	91.3	149.1	114.3	16.5	0	0	120.1	92.5	92.5
	A	13.7	21.6	171.4	150.1	77.2	0	0	180.1	150.2	150.2
	S	0	0	222.5	175.2	- 175.2	0	0	210.1	160.7	160.7
	O	3.2	2.5	271.8	203.3	- 84.3	0	0	252.3	172.3	172.3
	D	257	202	271.8	203.3	- 84.3	93.2	72.2	228.4	175.9	167
1975	F	334.7	268.2	177.0	144.4	- 111.7	132.2	104.5	163.7	120.7	- 54.3
	M	246.1	211.4	135.9	100.0	- 67.4	231.4	177.3	179.1	132.5	- 47.1
	A	369.1	287.9	193.1	151.9	- 176.0	463.4	363.9	229.7	183.9	- 260.0
	S	190.1	110.5	140.2	107.7	- 3.6	112.7	81.5	161.3	116.5	28.0
	O	106.2	83.4	107.4	83.5	0.1	0	0	127.1	96.3	96.3
	D	98.3	71.2	110.3	85.4	- 12.2	14.7	11.5	164	122	70.7
Sum	1717.7	1471.7	1177.7	929.7	- 41.2	1603	1217.3	1917.4	1517.0	97.7	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 VOUCHER JUCOMI MAY.
 CÁLCULO DE VAPORACIÓN NETA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO HECOECHEA
 MÉXICO, D. F. 1982 TABLA 1

1976	1	2	3	4	5= A-2	1977	1	2	3	4	5= A-2
FFMASON D	0	0	111.0	85.5	15.5	FFMASON D	0	0	99.7	76.8	-16.2
	0	0	146.9	117.1	113.1		0	0	93.3	93.3	0
	0	0	188.8	145.4	145.4		0	0	124.4	124.4	0
	0	0	208.6	160.6	160.6		0	0	147.4	147.4	0
	265.5	208.4	220.4	200.5	200.5		0	0	137.8	137.8	0
	465.5	365.4	211.4	40.8	-45.6		20.3	15.9	222.4	49.9	154.0
	288.8	236.1	141.6	114.4	-251.0		678.7	549.3	117.3	144.2	-140.5
	341.0	267.7	174.8	134.1	-91.6		222.5	255.7	143.3	187.4	-125.3
	11.0	8.7	140.1	107.7	-158.8		724.5	547.3	122.7	94.5	-240.3
	191.3	150.2	150.0	113.5	104.1		0	0	730.3	106.9	106.9
	38.0	29.8	109.4	81.1	-65.9		0	0	130.3	100.1	100.1
Suma	1601.1	1256.7	75.1	52.1	28.0	Suma	43	3.5	110	77.3	74.3
FFMASON D	14.0	11.0	90.9	70.0	59.0	FFMASON D	17.0	14.1	100.7	100.1	68.0
	0	0	131.8	101.5	101.5		0	1.6	135.9	135.9	103.0
	0	0	174.8	124.6	124.6		0	0	171.1	171.1	137.9
	0	0	210.7	162.2	162.2		2.0	1.0	204.3	204.3	157.6
	0	0	248.7	191.5	191.5		0	0	243.0	243.0	164.0
	73.5	56.9	270.3	125.4	125.4		90.0	70.7	333.1	233.3	110.7
	231.1	197.1	156.6	130.6	-46.5		453.0	355.6	177.6	177.6	-217.8
	623.5	489.5	164.4	121.1	-361.4		667.6	777.0	177.0	177.0	-361.4
	381.5	252.4	128.5	122.0	-130.4		410.5	469.3	160.2	120.2	-22.7
	134.5	105.6	123.9	95.4	-10.8		85.2	43.3	112.3	112.3	72.9
	3.5	2.7	115.0	81.6	85.7		10.5	8.2	103.4	103.4	71.4
	0	0	123.8	74.6	74.6		0	0	104.7	104.7	71.2
Suma	1920.6	1115.2	1779.9	1524.5	409.3	Suma	1209.1	1341.4	1978.4	1779.4	118.1
FFMASON D	0	0	120.1	97.1	97.1	FFMASON D	50.0	39.3	103.4	73.3	44.2
	11.1	8.7	122.1	94.0	82.3		0	0	109.8	94.1	44.1
	0	0	174.1	125.1	125.1		0	0	127.4	71.1	71.1
	2.6	0.0	183.7	149.1	149.1		0	0	122.3	94.6	94.6
	0	0	242.4	172.4	172.4		0	0	156.2	101.1	101.1
	100.0	77.5	239.1	100.3	101.8		50.0	39.3	152.1	81.5	81.5
	501.5	399.4	111.7	195.0	-126.1		278.0	470.1	163.7	84.4	-374.1
	326.5	264.2	155.3	80.0	-144.2		716.5	547.2	131.0	46.3	-464.9
	454.1	360.4	172.6	174.4	-240.0		416.6	314.1	149.7	117.3	-216.5
	0	0	116.3	26.5	-86.5		120	88.9	117.1	90.7	25.8
	0	0	206.6	71.3	71.3		46.3	19.9	102.4	74.6	57.7
	1560.8	1122.2	116.5	140.3	228.1						23.2
											-315.1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 VASOTÉCNICA MAR
 CÁLCULO DE EVAPORACIÓN NETA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO MEGORREÑA
 MÉXICO, D.F., SEPTIEMBRE 1982 TABLA 1

MES	SUMA DE EVAPORACION NETA (PERIODO 1946-1981)	EVAPORACION NE TA PROMEDIO
Enero	1982.5	63.9
Febrero	2770.1	89.4
Marzo	4084.7	131.8
Abril	5113.8	165.0
Mayo	5752.9	185.6
Junio	743.6	24.0
Julio	7991.0	257.8
Agosto	7702.5	248.5
Septiembre	6872.4	221.7
Octubre	216.1	7.0
Noviembre	1919.4	61.9
Diciembre	926.8	<u>29.9</u>
	PROMEDIO	16.5

Por lo que respecta al cálculo del coeficiente de escurrimiento, se adoptó el valor 0.215, el cual es resultado -- de dividir el volumen medio anual escurrido entre el volumen -- llovido, siendo este último volumen, calculado a partir del -- método de polígonos de Thiessen.

3.4 CALCULO DE LAS DEMANDAS DE RIEGO

La demanda de riego es la cantidad de agua que debemos extraer o derivar de la presa para satisfacer las necesidades que tienen las plantas durante su desarrollo,

Las plantas o cultivos requieren del agua que se encuentra en el suelo, en una cantidad tal que permita su natural desarrollo para lograr la maduración bajo las condiciones locales en que se encuentren y a esta cantidad de agua óptima se le llama "Coeficiente de riego" y puede expresarse como la

mina, gasto por unidad de área, o volumen por unidad de área, pudiendo ser mensual, anual, por último o por riego.

El coeficiente de riego está afectado por ciertos -- factores, siendo los principales:

- a) La lluvia la temperatura, los vientos y otras características de clima durante el período vegetativo de cultivo.
- b) El carácter del suelo, en el cual debe considerarse no sólo su constitución geológica, sino el desarrollo físico - del perfil del suelo, su textura, su estructura y poder - retentivo para el agua.
- c) La clase de cultivo que se trate.
- d) La aptitud del agricultor, que se revela no sólo en la -- aplicación del agua, sino también en el proceso que siga - en todas las operaciones propias del cultivo.

El coeficiente de riego puede ser "neto" o "bruto", - expresado generalmente en metros; el primero lo podemos definir como la cantidad de agua que efectivamente es aplicada -- sobre el terreno para satisfacer las necesidades de los cultivos durante su desarrollo o ciclo vegetativo, y el segundo como el total de aguas que se derivan para poder satisfacer las demandas de riego en la zona de aprovechamiento, siendo éste igual al coeficiente de riego neto más las pérdidas que ocasionan la conducción y distribución del agua; dichas pérdidas están en función de la clase de terreno, longitud y tipo de canal, perímetro mojado, nivel del manto freático, temperatura y habilidad de los encargados para la distribución del - agua en los distritos.

Como se ha dicho anteriormente, el agua no puede utilizarse sin cierta pérdida independientemente del método empleado, pérdidas que pueden ser por conducción en el distrito, por infiltración profunda en la parcela y por escurrimientos superficiales debido a una mala operación o roturas de bordos y estructuras. Por lo tanto, se deben tomar en consideración las eficiencias en el riego al estimar la demanda de riego de los cultivos y que deberá ser surtida desde la fuente de abastecimiento que puede ser una presa de almacenamiento derivadora o la combinación de ambas, pozos, manantiales etc.

Existen varios procedimientos para calcular analíticamente la cantidad de agua que consume la planta para su desarrollo y nutrición. El método más usado actualmente es de los Drs. Blaney y Criddle.

En dicho método se considera que las plantas aprovechan solamente un porcentaje del agua de riego que se extrae de la presa, pues la mayor parte se consume por diferentes causas, siendo las más importantes la infiltración superficial o profunda, la evaporación en el terreno que las sustenta y la transpiración a través de ellas. En los experimentos llevados a cabo para hacer posible este método, se demostró que es muy difícil separar la evaporación de la transpiración con mediciones en el campo, por lo que ambos procesos se consideran como uno solo y se denominan evapotranspiración o uso consuntivo.

El uso consuntivo o evapotranspiración, es la cantidad de agua que se consume por concepto de evaporación directamente del suelo adyacente más lo que requieren las plantas, para la formación de sus tejidos y para transpirar.

Por este método se trata de interpretar analíticamente el fenómeno natural a que se refiere, por medio del cual se puede determinar el uso consuntivo de las plantas, la demanda neta de riego y escurrimiento superficial.

El método de los Dres. Blaney y Criddle es aplicable a zonas donde no se dispone de observaciones directas experimentales del consumo de agua por las plantas, pero si de observaciones suficientes de temperatura, que permitan relacionar el uso consuntivo en dichas zonas con el de otras donde se cuente con observaciones experimentales directas. Este método se basa también en las temperaturas medias, pero utiliza de un modo directo en el cálculo el tanto por ciento de insolación total anual correspondiente a cada mes. Esto permite acercarse más a una estimación acorde con la influencia en el desarrollo de la planta, de la temperatura de una parte y de la luz en otra, factor de tan decisiva influencia en la fotosíntesis, de la que tanto depende la actividad fisiológica del vegetal.

Para cada mes se calcula el factor de uso consuntivo que viene dado por la fórmula:

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

En la que:

- t: Temperatura media mensual en grados fahrenheit,
- p: Porcentaje de las horas de insolación anual que corresponde al mes en cuestión.
- f: factor de uso consuntivo o lámina potencial de consumo de agua en pulgadas.

La suma de los valores de "f" para los distintos meses del período vegetativo de la cosecha, cuyo uso consuntivo se quiere conocer, da un valor "F" que será el factor de uso-consuntivo en la zona agrícola de que se trata para la cosecha en cuestión. Ahora bien, el uso consuntivo propiamente dicho vendrá dado por la fórmula:

$$UC = KF$$

En la que:

UC = Uso consuntivo en pulgadas

K = Coeficiente empírico, específico para cada clase de cosecha.

F = Suma de factores mensuales de uso consuntivo en pulgadas.

Aplicación al método

La fórmula original que está expresada en el sistema inglés, se tradujo al sistema métrico y queda como sigue:

$$f = \frac{P \times T}{100}$$

en donde:

f = Lámina potencial de consumo de agua en cm,

P = Porcentaje de asoleamiento

T = $4,572t + 01,28$

"t" = Temperatura media mensual en °C

Los valores de "P" variarán con las diferentes latitudes y por tanto, aunque las temperaturas medias de un mes -

sean iguales en dos regiones distintas, se obtendrán diferentes factores mensuales de uso consuntivo, afectados a la vez por la temperatura y por el asoleamiento.

Para diferenciar la fórmula que nos determina el uso consuntivo en el sistema inglés con la del sistema métrico, - tenemos:

$$U = Kf$$

U : Uso consuntivo mensual del cultivo en cm.

K : Coeficiente mensual de cultivo

f : Lámina potencial de consumo de agua en cm.

El volumen mensual de riego se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$V = ZA (U-ra) \text{ Lámina necesaria de riego en cm.}$$

Donde:

V: Volumen mensual de riego en $l \times 10^3 \text{ m}^3$

Z: Factor de ajuste por área y duración del riego, considerando como unidad el mes.

A: Área cultivada en Has.

U: Uso consuntivo mensual del cultivo en cm.

ra: Lluvia aprovechable en cm.

U-ra: Lámina necesaria de riego en cm.

A continuación se muestra el cálculo y los resultados que se obtuvieron aplicando esta metodología.

Se calculan aplicando el método de Blaney- Criddle - (Talpa No. 2) y empleando los datos climatológicos y ponderados de las estaciones Acaponeta, La Concha y Técuila.

$$\therefore \text{Lámina neta de demanda anual} = \frac{380591.3 \times 10^3 \text{ m}^3}{53000 \times 10^4 \text{ m}^2} = 0.71 \text{ m}$$

Eficiencia global = Eficiencia parcelaria x eficiencia en la conducción.

$$\therefore \text{Eficiencia global} = 0.7 \times 0.8 = 0.56 = 0.56\%$$

$$\text{Coeficiente bruto de riego} = \frac{\text{Lámina neta de demanda anual}}{\text{Eficiencia global}}$$

$$\therefore \text{Coeficiente bruto de riego} = \frac{0.71}{0.56} = 1.27 \text{ m.}$$

$$\text{Coeficiente de intensidad de cultivo} = \frac{\text{Area regada}}{\text{Area física}}$$

$$\therefore \text{Coeficiente de intensidad de cultivo} = \frac{86626}{53900} = 1.61$$

A continuación se cita la información base que se usó para calcular las demandas de riego por el método de Blaney - Criddle

CUADRO No. 7. CALCULO DE LA LLUVIA MEDIA EN LA ZONA DE RIEGO
(Perfodo analizado 1945-80)

MES	A C A P O N E T A		LA CONCHA		TECUALA		LLUVIA MEDIA ANUAL PONDERADA (mm)
	OBSERVADA	30% DE LA OBSERVADA	OBSERVADA	20% DE LA OBSERVADA	OBSERVADA	50% DE LA OBSERVADA	
Enero	18.5	5.5	15.8	3.2	15.0	7.5	16.2
Febrero	8.0	2.4	8.0	1.6	5.6	2.8	6.8
Marzo	4.9	1.5	4.6	0.9	4.3	2.1	4.5
Abril	2.0	0.6	1.6	0.3	1.5	0.8	1.7
Mayo	0.4	0.1	0.7	0.1	1.5	0.8	1.0
Junio	119.3	35.8	95.5	19.1	78.5	39.2	94.1
Julio	373.9	112.2	304.9	61.0	263.9	132.0	305.2
Agosto	378.9	113.7	308.7	61.8	260.7	130.3	305.8
Septiembre	316.7	95.0	265.9	53.2	253.9	127.0	275.2
Octubre	95.2	28.6	72.7	14.5	66.1	33.0	76.1
Noviembre	20.8	6.2	18.1	3.6	25.2	12.6	22.4
Diciembre	26.7	8.0	23.5	4.7	19.5	9.8	22.5
ANUAL	1365.3	409.6	1120.0	224.0	995.7	497.9	1131.5

CUADRO No. 8 CALCULO DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN LA ZONA DE RIEGO
(Perfodo analizado 1961-80)

MES	A C A P O N E T A		LA CONCHA		TECUALA		TEMPERATURA ME- DIA ANUAL PONDE- RADA
	OBSERVADA	30% DE LA OBSERVADA	OBSERVADA	20% DE LA OBSERVADA	OBSERVADA	50% DE LA OBSERVADA	
Enero	20.8	6.2	22.1	4.4	22.7	11.4	22.0
Febrero	21.3	6.4	22.4	4.5	21.4	10.7	21.6
Marzo	22.1	6.6	23.2	4.6	23.7	11.9	23.1
Abril	25.2	7.6	24.9	5.0	26.4	13.2	25.8
Mayo	27.7	8.3	27.3	5.5	28.9	14.5	28.1
Junio	29.5	8.9	29.7	5.9	33.5	16.8	31.6
Julio	28.7	8.6	29.2	5.8	34.0	17.0	31.4
Agosto	26.8	8.0	28.9	5.8	33.1	16.6	30.4
Septiembre	26.5	8.0	28.7	5.7	31.1	15.6	29.3
Octubre	26.2	7.9	28.2	5.6	33.9	17.0	30.5
Noviembre	24.1	7.2	25.8	5.2	30.6	15.3	27.7
Diciembre	21.8	6.5	28.8	5.8	25.8	12.9	25.2
ANUAL	300.7	99.7	319.2	63.8	345.1	172.9	326.9

CUADRO No. 9 CALCULO DE LA LAMINA POTENCIAL DE CONSUMO DE AGUA

MES	TEMPERATURA MEDIA EN °C	FACTOR T	% DE INSOLACION (P)	PXT	PXT 100
Enero	22.0	181.9	7.640	1389.7	13.89
Febrero	21.6	180.0	7.265	1307.7	13.08
Marzo	23.1	186.9	8.365	1563.4	15.63
Abril	25.8	199.2	8.560	1705.2	17.05
Mayo	28.3	210.7	9.255	1950.0	19.50
Junio	31.6	225.8	9.135	2062.7	20.62
Julio	31.4	224.8	9.385	2109.7	21.10
Agosto	30.4	220.3	9.050	1993.7	19.93
Septiembre	29.3	215.2	8.280	1781.9	17.82
Octubre	30.5	220.7	8.080	1783.3	17.83
Noviembre	27.7	207.9	7.470	1553.0	15.53
Diciembre	25.2	196.5	7.515	1476.7	14.77

V COEFICIENTE MENSUAL DEL CULTIVO I LAMINA POTENCIAL DE CONSUMO DE AGUA EN cm. U USO CONSUMITIVO MENSUAL DEL CULTIVO EN cm. ra LLUVIA APROVECHABLE EN cm. z FACTOR DE AJUSTE POR AREA Y DURACION DEL RIEGO CONSIDERANDO COEFICIENTE DEL MES y LAMINA NECESARIA DEL RIEGO EN cm. $U-u$ A AREA CULTIVADA EN Ha V VOLUMEN MENSUAL DE RIEGO EN $10^6 m^3 : 1 A(u-ra)$	CONDICIONES		HOJA No. de
	CANALES REVESTIDOS <input type="checkbox"/> CANALES SIN REVESTIR <input type="checkbox"/> EFICIENCIA %		CALCULO:
	RESULTADOS		REVISO:
	LAMINA NETA:	cm.	FECHA:
	LAMINA BRUTA:	cm.	

CULTIVO	CONCEPTO	M E S E S												ANUAL		
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
AGUACATE A= 1142 Ha K= 0.52	K	7.18	0.30	0.45	0.57	0.69	0.76	0.77	0.74	0.63	0.51	0.38	0.21			LAMINA NETA 69.48 cm.
	I	13.89	13.08	15.63	17.05	19.50	20.62	21.10	19.93	17.82	17.83	15.53	14.77			
	U-RI	2.50	3.94	7.07	9.76	13.42	15.16	16.63	14.32	11.31	9.18	5.28	3.15			
	ra	0.82	0.57	0.38	0.14	0.08	5.99	15.42	14.77	18.09	4.36	1.25	1.13			
	U-ra	5.00	5.00	6.70	9.61	13.40	9.72	5.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00			
	V	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	V	571.00	571.00	744.60	1097.80	1530.30	116.70	571.00	0.00	0.00	571.00	571.00	571.00	7935.10		
AJONJOLI A= 12433 Ha K= 0.63	K						0.35	0.59	0.82	0.90	0.73				LAMINA NETA 23.39 cm.	
	I						23.62	21.10	19.93	17.82	17.83					
	U-RI						7.29	12.48	16.40	16.00	13.10					
	ra						5.00	14.09	15.33	14.10	4.70					
	U-ra						5.00	0.00	5.00	5.00	2.39					
	V						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
	V						62.163	0.00	62.163	62.163	104.25			29047.60		
ARROZ A= 5724 Ha K= 1.03	K							0.37	1.33	1.37	1.33	0.69			LAMINA NETA 119.87 cm.	
	I							20.40	19.93	17.82	17.83	15.53				
	U-RI							7.04	16.97	14.41	14.62	10.72				
	ra							10.72	11.91	17.01	6.13	1.35				
	U-ra							12.11	12.51	12.14	12.41	9.36				
	V							1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
	V						12.451	116.50	130.61	117.93	53.89			68612.40		
ARROZ A= 1331 Ha K= 1.03	K						0.32	1.33	1.37	1.33	0.69			LAMINA NETA 104.67 cm.		
	I						20.42	21.10	19.93	17.82	17.83					
	U-RI						7.46	14.04	13.31	11.60	10.31					
	ra						5.13	19.32	19.19	17.66	4.69					
	U-ra						17.72	14.71	12.12	11.44	7.66					
	V						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
	V						14.824	119.14	140.22	136.41	117.93			11612.00		
SUMA DE VOLUMEN DISTRIBUCION %																

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MEXICO, D.F., SEP 1982
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALCONADO HERRERA
 MEXICO, D.F., SEP 1982 TABLA 2

CULTIVO	CONCEPTO	M E S E S												ANUAL		
		E	F	M	A	M'	J	J'	A'	S	O	N	D			
CACAHUATE A= 450 HO K= 0.63	b						0.37	0.67	0.99	0.77						
	i						20.62	21.10	19.93	17.82						
	u=1						7.71	14.49	17.76	13.69						
	h						5.11	14.69	15.80	13.46						
	u=10						5.00	0.00	5.00	0.00						
	i						1.00	1.00	1.00	1.00						
V							225.0	0.00	225.0	0.00						450.0
CHILE A= 268 HO K= 0.63	b	0.30	0.67	0.36	0.23	0.47										
	i	13.89	13.03	15.63	17.05	19.50										
	u=1	4.20	8.73	13.49	14.18	9.46										
	h	0.14	0.57	0.88	0.14	0.08										
	u=10	5.00	7.16	13.12	14.04	9.37										
	i	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00										
V		134.0	211.8	351.5	376.3	251.2										1331.8
FRIJOL A= 4473 HO K= 0.63	b	0.31	0.36	0.36	0.50											
	i	13.89	13.03	15.63	17.05											
	u=1	4.20	11.21	13.39	1.49											
	h	0.14	0.57	0.39	0.14											
	u=10	5.00	10.69	13.02	8.35											
	i	1.00	1.00	1.00	1.00											
V		223.5	715.5	512.7	373.2											16549.6
FRIJOL A= 26528 HO K= 0.63	b	0.36	0.36	0.50									0.31			
	i	13.89	13.03	15.63									14.77			
	u=1	11.90	11.21	7.77									7.96			
	h	1.00	0.57	0.31									1.22			
	u=10	10.90	10.47	7.40									5.00			
	i	1.00	1.00	1.00									1.00			
V		391.7	415.3	193.5								123.0				90037.7
Jitomate A= 984 HO K= 0.67	b	0.32	0.32	0.74									0.32	0.57	0.74	
	i	13.89	13.03	15.63									17.83	15.53	14.77	
	u=1	11.95	10.71	11.82									5.74	8.35	10.98	
	h	1.00	0.57	0.31									7.04	1.32	1.22	
	u=10	10.95	10.81	11.17									5.00	7.51	9.60	
	i	1.00	1.00	1.00									1.00	1.00	1.00	
V		1072.0	1072.5	1976.6								192.0	172.0	974.5		5334.6
Jitomate A= 984 HO K= 0.67	b	0.37	0.74	0.32	0.22	0.74									0.32	
	i	13.89	13.03	15.63	17.05	19.50									14.77	
	u=1	7.41	9.13	7.31	14.05	14.37									7.96	
	h	0.37	0.57	0.31	0.14	0.08									1.22	
	u=10	6.34	9.16	12.91	13.91	14.33									5.00	
	i	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									1.00	
V		682.0	201.0	100.0	162.0	100.0								123.0		6021.3
SUMA DE VOLUMENES																
DISTRIBUCION %																

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INGENIERÍA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO RECOCHERA
 MEXICO D.F. FEBR 1992 TABLA 8

CULTIVO	CONCEPTO	M E S E S												ANUAL			
		E	F	M	A	M'	J	J'	A'	S	O	N	D				
JITOMATE A: 984 Ho. K: 0.67	k		0.32	0.57	0.74	0.82	0.82										
	l		13.08	15.63	17.05	19.50	20.62										
	u x l		4.21	8.90	12.68	16.07	17.00										
	to		0.57	0.38	0.44	0.08	6.16										
	u-to		5.00	8.53	12.54	15.98	10.83										
	z		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00										
v		492.0	838.9	1234.0	1572.3	1065.9											5203.6
MANGO A: 4691 Ho. K: 0.52	k		0.16	0.30	0.45	0.59	0.70	0.77	0.78	0.75	0.68	0.50	0.33	0.25			
	l		13.39	13.08	15.63	17.05	19.50	20.62	21.10	19.93	17.82	17.82	15.53	14.77			
	u x l		2.50	3.99	6.99	10.02	13.57	15.97	16.46	14.93	12.05	8.90	5.09	3.49			
	to		0.32	0.57	0.38	0.14	0.08	5.99	15.34	14.79	12.72	4.33	1.21	1.16			
	u-to		5.00	5.00	6.61	9.38	13.50	9.98	5.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00			
	z		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
v		2345.5	245.5	302.5	463.1	633.7	741.5	2345.5	0.00	0.00	2345.5	2345.5	2345.5				3277.8
MELON A: 131 Ho. K: 0.63	k				0.40	0.60	0.81	0.71									
	l				15.63	17.05	19.50	20.62									
	u x l				6.20	10.31	15.25	14.55									
	to				0.38	0.14	0.08	5.90									
	u-to				5.23	10.17	15.76	8.65									
	z				1.00	1.00	1.00	1.00									
v				76.3	133.3	206.5	113.4										529.4
PASTOS A: 1103 Ho. K: 0.78	k		0.24	0.50	0.74	0.90	1.00	1.06	1.03	1.06	0.98	0.83	0.52	0.36			
	l		13.39	13.08	15.63	17.05	19.50	20.62	21.10	19.93	17.82	17.82	15.53	14.77			
	u x l		2.36	6.53	11.53	15.43	19.47	21.38	22.38	21.15	17.52	14.75	8.12	5.30			
	to		0.82	0.57	0.38	0.14	0.08	6.83	17.57	16.87	14.53	4.85	1.34	1.22			
	u-to		5.00	5.96	11.21	15.29	19.38	15.05	5.31	5.00	5.00	9.90	6.78	5.00			
	z		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
v		531.5	657.3	1236.1	1666.3	2137.9	1657.6	516.0	525.0	531.5	1091.9	791.0	551.5				16972.6
PAPAYO A: 601 Ho. K: 0.52	k		0.16	0.30	0.45	0.59	0.70	0.77	0.78	0.75	0.68	0.50	0.33	0.25			
	l		13.39	13.08	15.63	17.05	19.50	20.62	21.10	19.93	17.82	17.82	15.53	14.77			
	u x l		2.50	3.99	6.99	10.02	13.57	15.97	16.46	14.93	12.05	8.90	5.09	3.49			
	to		0.32	0.57	0.38	0.14	0.08	5.99	15.34	14.79	12.72	4.33	1.21	1.16			
	u-to		5.00	5.00	6.61	9.38	13.50	9.98	5.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00			
	z		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
v		300.5	200.5	297.5	593.7	811.5	573.8	300.5	0.00	0.00	300.5	300.5	300.5				4197.5
PEPINO A: 126 Ho. K: 0.63	k		0.59									0.55	0.77	0.76			
	l		13.39									11.83	15.83	14.77			
	u x l		7.44									6.29	11.94	12.75			
	to		0.48									4.08	1.88	1.40			
	u-to		6.88									8.00	10.86	11.34			
	z		1.00									1.00	1.00	1.00			
v		18.2									62.2	112.0	113.7				287.9

SUMA DE VOLUMENES
DISTRIBUCION %

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
MEXICO, D.F., SEP. 1982

MARIO MALDONADO MECO ENGA
TABLA 8

CULTIVO	CONCEPTO	M E S E S												ANUAL
		E	F	M	A	M	J	J'	A'	S	O	N	D	
PLATANO A: 1774 Ho. K: 0.85	K	0.88	0.88	0.75	0.90	0.88	0.88	0.88	0.90	0.90	0.88	0.77	0.80	LAMINA META 119.44 CM
	I	13.89	13.08	15.63	17.05	19.50	22.62	21.10	19.92	17.82	17.83	15.53	14.77	
	U=BI	12.23	11.45	11.69	15.37	17.07	17.23	18.47	15.93	16.06	15.77	12.01	11.80	
	U	1.00	0.57	0.38	0.14	0.08	0.35	15.94	15.12	14.11	4.93	1.38	1.38	
	U-76	11.23	10.88	11.32	15.22	16.99	17.88	5.00	0.00	5.00	10.83	10.63	10.71	
	Z	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
V	2000.9	1730.2	2007.5	2200.7	2113.3	2106.8	887.0	0.00	887.0	1922.0	1886.6	1847.5	21489.5	
SANDIA A: 799 Ho. K: 0.63	K	0.71									0.70	0.60	0.81	LAMINA META 32.50 CM
	I	13.89									17.83	15.53	14.77	
	U=BI	9.20									7.03	9.39	12.00	
	U	0.88									4.8	1.34	1.38	
	U-76	8.82									5.00	3.06	10.62	
	Z	1.00									1.00	1.00	1.00	
V	104.8									397.5	643.8	147.5	2576.4	
SORGO A: 794 Ho. K: 0.73	K			0.88	0.88	1.11	0.86	0.52						LAMINA META 52.84 CM
	I			15.63	17.05	19.50	22.62	21.10						
	U=BI			4.45	14.94	21.63	17.76	10.94						
	U			0.38	0.14	0.08	6.28	13.13						
	U-76			5.00	14.80	21.55	14.99	0.00						
	Z			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						
V			377.0	1174.9	1711.1	912.1	0.00						4195.1	
SORGO A: 1325 Ho. K: 0.73	K	0.88	1.11	0.86	0.52							0.81		LAMINA META 51.90 CM
	I	13.89	13.08	15.63	17.05							14.77		
	U=BI	12.17	14.51	13.47	8.84							4.80		
	U	1.00	0.57	0.38	0.14							1.22		
	U-76	11.17	13.94	13.09	2.70							5.00		
	Z	1.00	1.00	1.00	1.00							1.00		
V	420.9	1361.3	1792.4	1164.0								667.5	6928.1	
SORGO A: 988 Ho. K: 0.73	K						0.35	1.02	1.01	0.84				LAMINA META 45.19 CM
	I						21.10	17.92	17.82	17.83				
	U=BI						7.39	20.87	17.95	9.62				
	U						10.73	16.41	14.75	4.44				
	U-76						0.00	5.00	5.00	5.17				
	Z						1.00	1.00	1.00	1.00				
V						0.00	494.0	494.0	872.1				1501.1	
SOYA A: 16813 Ho. K: 0.68	K						0.50	0.57	0.99	0.83	0.96			LAMINA META 20.00 CM
	I						22.62	21.10	17.92	17.82	17.83			
	U=BI						6.11	12.10	17.83	16.30	8.20			
	U						4.68	12.97	12.82	14.19	4.23			
	U-76						5.00	0.00	5.00	5.00	5.00			
	Z						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
V						216.5	0.00	216.5	216.5	216.5			82676.0	
SUMA DE VOLUMENES														
DISTRIBUCION %														

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 VARIANTE DE DÍA
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO RECOLECHA
 MÉXICO, D.F., SEP. 1988 TABLA 2

CULTIVO	CONCEPTO	M E S E S												ANUAL	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
TABACO A= 2670 Ha. K= 0.73	K	0.72	1.00	0.91										0.23	LAMINA NETA 40-46 CM
	I	13.89	13.01	15.63										14.77	
	U+K+I	10.04	13.01	14.27										4.20	
	To	0.93	0.57	0.38										1.22	
	U-To	9.06	12.51	13.89										5.00	
	I	1.00	1.00	1.00										1.00	
	V	2418.5	3340.3	3703.1										1335.0	
A= Ha. K=	K														LAMINA NETA CM
	I														
	U+K+I														
	To														
	U-To														
	I														
	V														
A= Ha. K=	K														LAMINA NETA CM
	I														
	U+K+I														
	To														
	U-To														
	I														
	V														
A= Ha. K=	K														LAMINA NETA CM
	I														
	U+K+I														
	To														
	U-To														
	I														
	V														
A= Ha. K=	K														LAMINA NETA CM
	I														
	U+K+I														
	To														
	U-To														
	I														
	V														
A= Ha. K=	K														LAMINA NETA CM
	I														
	U+K+I														
	To														
	U-To														
	I														
	V														
UMA DE VOLUMENES															
DISTRIBUCION %		11.4	18.3	11.8	5.3	8.0	7.0	1.1	2.5	7.6	10.7	8.3	11.1	100.0	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA EN AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALCONADO RECIOCHEN
 MÉXICO, D.F., SEP. 1968 TABLA 8

3.5 SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO PARA RIEGO

El análisis numérico del funcionamiento de un vaso de almacenamiento, es comparable a una contabilidad en la cual - los depósitos son las aportaciones y los pagos las extracciones, una de ellas para fines útiles y la otra debida a pérdidas inevitables, dicho de otra forma el análisis numérico es - una reproducción de la forma en que funcionaría un vaso con -- una capacidad determinada y sujeta a cierto régimen de entradas y salidas.

La operación o funcionamiento para un mes es como sigue:

Se suma el almacenamiento inicial del mes al volumen de entrada y a esta suma se le resta la demanda, obteniendo -- así el volumen final del mes sin considerar pérdidas por evaporación. Se determina mediante la grafica de capacidades - elevaciones - áreas el área media en el mes, correspondiente al - almacenamiento inicial y del almacenamiento sin evaporación; - una vez determinada el área media se multiplica por la lámina de evaporación, obteniendo así el volumen evaporado en el mes.

Al almacenamiento final sin evaporación se le resta - el volumen evaporado y así obtenemos el almacenamiento inicial del siguiente mes.

Antes de continuar con el cálculo del siguiente mes, - debemos cerciorarnos de que el almacenamiento inicial no exceda de la capacidad total del vaso ni sea inferior a la capacidad de azolves.

Si ocurre que hemos excedido la capacidad total del - vaso, restaremos del almacenamiento inicial obtenido la capaci

dad total del vaso y dicha diferencia será el volumen derramado; el almacenamiento inicial del siguiente mes será igual a la capacidad total del vaso.

En caso de que fuera inferior a la capacidad de azobres, quiere decir que hubo deficiencia y para cuantificarla debemos precisar cual fué la extracción real; para esto, a la suma del almacenamiento y el volumen de entradas le restamos el volumen evaporado y a esta diferencia le restamos la capacidad de azolves obteniendo así la extracción real. Una vez determinado este volumen, la deficiencia será la diferencia entre la demanda y la extracción real y el almacenamiento inicial del siguiente mes será igual a la capacidad de azolves.

Una vez terminado el funcionamiento se procede a determinar sus resultados; para esto valuamos el volumen total manejado en el vaso (VT) que es igual a:

$$VT = A_i + E_t - A_f$$

Donde

A_i : Almacenamiento inicial

E_t : Entradas totales en el periodo de estudio

A_f : Almacenamiento final

El almacenamiento inicial se supone dependiendo de las siguientes consideraciones

a).- Si el regimen de lluvias es muy abundante la capacidad del vaso se supondrá al nivel de la capacidad de conservación propuesta.

b).- Si el regimen de lluvias es no muy abundante la capacidad del vaso se supondrá a un 50 u 80% de el escurrimien

to medio anual.

c).- Si el regimen de lluvias es escaso la capacidad del vaso se supondrá igual a la capacidad de azolves.

Con base al volumen total manejado y en el total de demandas, derrames, deficiencias y evaporaciones calculadas en el funcionamiento, podemos obtener los siguientes parámetros.

$$\% \text{ Aprovechamiento} = \frac{\sum \text{Demandas} - \text{Deficiencias}}{\text{Volumen total}}$$

$$\% \text{ Derrames} = \frac{\sum \text{Derrames}}{\text{Volumen total}}$$

$$\% \text{ Evaporación} = \frac{\sum \text{Evaporación}}{\text{Volumen total}}$$

La suma de estos porcentajes debe ser igual a 100%. - A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos para diferentes capacidades de conservación y se anexa el funcionamiento de la alternativa idónea. Se efectuaron los análisis de funcionamiento del vaso con propósito de riego, considerando capacidades de conservación de 200 a 700 millones de m^3 con variación cada 100 millones de m^3 y con capacidad de azolves fija e igual a 50 millones de m^3 .

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

CUADRO No. 10 RESULTADOS DE LA SIMULACION DE FUNCIONAMIENTO DEL VASO HUAJICORI PARA RIEGO.

CONCEPTO	UNIDAD	RESULTADO						
Capacidad de Azolve	Mills. m ³	50	50	50	50	50	50	50
Capacidad de conservación	Mills. m ³	200	300	400	500	600	700	
Demanda anual	Mills. m ³	342	513	675	819	914	962	
Superficie regada	Ha	26308	39462	51923	63000	70308	74000	
Años con deficiencia	No	9	9	9	9	9	9	9
Deficiencia máxima anual	%	14.5	14.9	14.5	13.2	17.9	21.0	
Deficiencia media anual	%	1.6	1.6	1.6	2.0	2.6	2.6	
Aprovechamiento	%	28.7	43.0	56.7	68.5	76.0	80.0	
Derrame	%	71.5	57.2	43.5	31.6	24.1	20.0	
Evaporación	%	- 0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	

Los resultados anteriores se consignan en la gráfica de la figura No. 5. Para regar las 53900 ha. existentes se requiere una demanda anual de 700 millones de m³, obteniéndose un aprovechamiento de la corriente del 58.9%, consignándose a continuación el listado de funcionamiento del vaso Huajicori con esta última capacidad.



1946	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DEFRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	38.6	23.1	23.1	235.0	1.7	13.8	0.0
	38.7	42.7	42.7	279.7	0	3.5	0.0
	40.3	40.0	40.0		3.6	13.6	0.0

1945	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DEFRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	24.2	20.0	20.0	236.2	1.7	2.0	0.0
ENE	30.6	66.1	66.1	236.5	2.1	3.0	0.0
FEB	20.1	70.6	70.6	190.9	2.6	3.0	0.0
MAR	21.9	36.4	36.4	197.4	2.0	2.4	1.9
ABR	23.3	38.0	38.0	182.7	2.8	3.0	0.0
MAY	19.3	66.0	66.0	161.1	3	3.0	0.0
JUN	18.3	32.9	32.9	189.3	3.0	3.0	0.0
JUL	24.9	89.5	89.5	241.9	6.0	11.9	0.0
AGO	22.0	67.2	67.2	215.1	6.2	10.3	0.0
SEP	20.8	70.9	70.9	219.9	6.2	10.9	0.0
OCT	18.2	22.1	22.1	208.1	1.7	3.0	0.0
NOV	12.4	42.7	42.7	211.3	1.8	0.3	0.0
DIC	12.4	42.7	42.7		1.8	0.3	0.0
	118.2	700.0	700.0		1.6	95.1	2.0

1945	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DEFRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	42.4	20.0	20.0	239.0	1.6	0.3	0.0
ENE	18.3	66.1	66.1	239.3	2.0	0.0	0.0
FEB	6.9	70.6	70.6	183.0	2.2	0.3	0.0
MAR	5.5	36.4	36.4	161.1	2.7	3.0	0.0
ABR	4.9	38.0	38.0	177.4	2.0	0.3	0.0
MAY	25.0	66.0	66.0	150.0	1.8	0.3	0.0
JUN	18.3	32.9	32.9	189.0	1.6	0.9	0.0
JUL	24.9	89.5	89.5	241.9	6.0	6.9	0.0
AGO	22.0	67.2	67.2	215.1	6.0	10.3	0.0
SEP	20.8	70.9	70.9	219.9	6.0	10.9	0.0
OCT	18.2	22.1	22.1	208.1	1.7	3.0	0.0
NOV	12.4	42.7	42.7	211.3	1.8	0.3	0.0
DIC	12.4	42.7	42.7		1.8	0.3	0.0
	160.0	700.0	700.0		1.7	39.0	2.0



1947	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	77.9	79.6	79.6	2672.4	1.6	0.0	0.0
ENE	9.2	86.1	86.1	2482.5	2.7	0.0	0.0
FEB	5.4	78.4	78.4	2680.3	2.2	0.0	0.0
MAR	4.1	36.4	36.4	1780.8	3.1	0.0	0.0
ABR	4.6	38.0	38.0	1611.9	2.1	0.0	0.0
MAY	46.3	56.0	56.0	1499.1	1.6	0.0	0.0
JUN	188.7	39.9	39.9	1645.0	-5.9	0.0	0.0
JUL	223.9	88.5	88.5	2357.6	-9.3	58.7	0.0
AGO	315.7	57.2	57.2	2815.0	-1.6	240.1	0.0
SEP	428.8	74.9	74.9	2718.3	2.2	0.0	0.0
OCT	12.4	23.1	23.1	2592.3	1.9	0.0	0.0
NOV	11.1	42.7	42.7	2490.3	1.8	3.0	0.0
DIC	939.5	788.6	788.6		-1.4	298.6	0.0

1948	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	21.5	79.6	79.6	2253.4	0.0	0.0	0.0
ENE	32.0	66.1	66.1	1939.0	2.0	0.0	0.0
FEB	8.0	78.4	78.4	1684.1	2.4	0.0	0.0
MAR	6.6	36.4	36.4	1789.2	2.3	0.0	0.0
ABR	7.7	35.0	35.0	1657.0	2.1	0.0	0.0
MAY	54.3	56.0	56.0	934.2	-1.1	0.0	0.0
JUN	281.8	39.9	39.9	1543.9	-1.6	0.0	0.0
JUL	292.2	88.5	88.5	2414.5	-4.8	41.8	0.0
AGO	478.3	67.2	67.2	2815.0	-3.0	310.1	0.0
SEP	79.3	74.9	74.9	2615.0	-1.7	1.3	0.0
OCT	53.8	23.1	23.1	2815.0	1.1	29.6	0.0
NOV	23.1	42.7	42.7	2777.0	1.5	3.0	0.0
DIC	1258.6	788.6	788.6		1.5	462.2	0.0

1949	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	21.5	79.6	79.6	2253.4	0.0	0.0	0.0
ENE	32.0	66.1	66.1	1939.0	2.0	0.0	0.0
FEB	8.0	78.4	78.4	1684.1	2.4	0.0	0.0
MAR	6.6	36.4	36.4	1789.2	2.3	0.0	0.0
ABR	7.7	35.0	35.0	1657.0	2.1	0.0	0.0
MAY	54.3	56.0	56.0	934.2	-1.1	0.0	0.0
JUN	281.8	39.9	39.9	1543.9	-1.6	0.0	0.0
JUL	292.2	88.5	88.5	2414.5	-4.8	41.8	0.0
AGO	478.3	67.2	67.2	2815.0	-3.0	310.1	0.0
SEP	79.3	74.9	74.9	2615.0	-1.7	1.3	0.0
OCT	53.8	23.1	23.1	2815.0	1.1	29.6	0.0
NOV	23.1	42.7	42.7	2777.0	1.5	3.0	0.0
DIC	1258.6	788.6	788.6		1.5	462.2	0.0



1980

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALTOA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
379.1	7.6	79.0	79.0	2459.4	2.0	7.0	0.0
304.9	6.2	86.1	86.1	2030.6	1.9	0.0	0.0
231.1	5.5	74.4	74.4	1544.4	2.1	0.0	0.0
147.9	4.2	36.4	36.4	1298.2	2.1	0.0	0.0
113.8	4.1	38.8	38.8	1844.3	2.0	0.0	0.0
88.7	72.5	56.8	56.0	982.3	0.0	0.0	0.0
97.1	249.8	39.9	39.9	1215.4	-4.9	0.0	0.0
311.2	143.3	80.5	80.5	2478.4	-7.2	3.0	0.0
381.2	280.8	67.2	67.2	2725.5	-8.3	191.2	0.0
426.8	98.8	74.9	74.9	2815.8	-1.0	16.6	0.0
428.8	11.3	23.1	23.1	2782.8	2.3	0.0	0.0
405.9	6.9	42.7	42.7	2663.6	2.6	0.0	0.0
	889.2	788.0	788.0		-6.7	207.0	0.0

1981

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
362.2	2.0	79.0	79.0	2489.1	0.0	0.0	0.0
294.9	6.7	86.1	86.1	1979.2	2.0	0.0	0.0
211.8	4.4	78.4	78.4	1555.9	2.1	0.0	0.0
189.4	3.7	36.4	36.4	1283.7	1.8	3.0	0.0
188.9	3.3	35.0	35.0	943.1	1.7	0.0	0.0
67.9	5.7	56.8	22.5	781.4	0.7	0.0	59.9
88.8	103.7	39.9	39.9	928.2	-1.5	0.0	0.0
119.3	179.5	88.5	88.5	1522.6	-0.4	0.0	0.0
218.8	222.1	87.2	87.2	2343.6	-9.5	74.2	0.0
229.8	25.8	74.9	74.9	2698.9	0.0	0.0	0.0
309.1	7.2	23.1	23.1	2541.3	2.3	0.0	0.0
308.9	8.7	42.7	42.7	2418.8	1.6	0.0	0.0
	692.4	788.0	666.5		0.2	78.6	0.0

1982

ALMAC.	EMISADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
314.8	8.1	79.0	79.8	2139.1	1.8	4.7	0.0
226.7	3.8	86.1	86.1	1277.9	1.7	0.0	0.0
166.7	3.4	78.4	78.4	1109.1	1.7	0.0	0.0
79.9	3.2	36.4	36.8	781.3	1.2	0.0	17.1
50.0	2.6	38.8	1.4	434.2	1.2	0.0	98.2
88.8	96.4	66.8	66.6	811.7	-2.1	3.4	0.0
88.8	266.4	39.9	39.9	1998.8	-0.9	3.7	0.0
128.8	61.9	88.5	88.5	2418.4	-10.4	61.1	0.0
408.9	226.8	87.2	87.2	2815.8	-7.8	169.8	0.0
426.8	69.8	74.9	74.9	2751.7	2.6	0.0	0.0
307.8	7.8	23.1	23.1	2468.2	0.4	0.0	0.0
376.6	8.8	42.7	42.7	2826.9	1.7	0.0	0.0
	1081.8	788.0	888.8		-12.0	207.9	0.0



1953		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MEC.	EVAPOR.	DESGRAME	DEFICIT PORCIENIO
ANO	ALMAC.	6.6	79.8	79.8	2248.1	2.0	0.0	0.0
ENE	338.2	78.3	86.1	86.1	1988.6	.4	0.0	0.0
FEB	263.8	78.4	78.4	78.4	1755.9	2.5	0.0	0.0
MAR	246.8	4.4	31.4	36.4	1884.3	3.0	0.0	0.0
ABR	176.9	3.2	35.0	38.2	1258.8	2.4	0.0	0.0
MAY	162.6	7.6	56.0	63.6	935.3	1.6	0.0	0.0
JUN	188.4	126.5	39.9	166.4	1891.2	-3.2	0.0	0.0
JUL	18.6	245.9	80.5	326.4	1864.6	-2.9	0.0	0.0
AGO	148.2	231.4	67.2	498.6	2379.1	.8	60.0	0.0
SEP.	318.5	63.9	74.9	138.8	2780.7	1.4	0.0	0.0
OCT	428.0	7.8	23.1	30.9	2717.7	2.5	0.0	0.0
NOV	687.6	9.6	42.7	52.3	2598.4	1.4	0.0	0.0
DIC	389.7	788.2	700.0	700.0	11.1	63.0	0.0	0.0

1954		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MEC.	EVAPOR.	DESGRAME	DEFICIT PORCIENIO
ANO	ALMAC.	7.7	79.8	79.8	2327.1	2.8	3.0	0.0
ENE	355.3	3.7	86.1	89.8	1901.1	1.9	0.0	0.0
FEB	281.2	2.1	78.4	80.5	1876.8	2.1	0.0	0.0
MAR	196.8	2.2	36.4	38.6	1873.5	1.9	0.0	0.0
ABR	119.8	8.2	35.0	43.2	774.5	1.4	0.0	0.0
MAY	82.9	32.1	56.0	88.1	618.2	-2.2	0.0	0.0
JUN	50.0	272.6	39.9	312.5	1537.1	-7.0	0.0	0.0
JUL	50.0	296.8	80.5	377.3	2318.3	-3.6	87.0	0.0
AGO	289.7	155.3	67.2	412.5	2815.0	-7.8	98.4	0.0
SEP	828.8	122.4	74.9	197.3	2815.7	-4.8	52.3	0.0
OCT	428.0	18.7	23.1	41.8	2781.5	3.3	1.0	0.0
NOV	820.0	6.2	42.7	48.9	2866.1	3.1	0.0	0.0
DEC	485.3	912.7	700.0	700.0	-4.7	235.4	0.0	0.0

1955		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MEC.	EVAPOR.	DESGRAME	DEFICIT PORCIENIO
ANO	ALMAC.	6.9	79.8	79.8	2430.3	2.8	0.0	0.0
ENE	366.0	6.9	86.1	93.0	2204.3	2.1	0.0	0.0
FEB	323.5	4.2	78.4	82.6	1773.1	2.6	0.0	0.0
MAR	283.9	3.2	36.4	39.6	1873.0	2.1	0.0	0.0
ABR	176.7	3.2	35.0	38.2	1847.5	2.3	0.0	0.0
MAY	161.8	5.6	56.0	61.6	911.0	1.1	0.0	0.0
JUN	187.0	289.6	39.9	426.5	1313.2	-4.8	0.0	0.0
JUL	94.0	856.9	80.5	937.4	2311.7	-0.2	0.0	0.0
AGO	225.0	923.1	67.2	1290.3	2815.0	-7.8	0.0	0.0
SEP	828.8	181.3	74.9	256.2	2815.7	1.7	0.0	0.0
OCT	428.0	12.7	23.1	35.8	2781.5	3.3	0.0	0.0
NOV	820.0	8.8	42.7	51.5	2866.1	3.3	0.0	0.0
DEC	487.1	1086.1	700.0	700.0	-4.7	235.4	0.0	0.0



1956

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DESKRHE	EFICIT PORCIENTO
378.0	7.7	75.0	79.0	2421.6	2.1	0.0	0.0
296.6	5.9	66.1	66.1	1991.7	2.1	0.0	0.0
274.3	4.7	74.4	74.4	1570.3	2.5	0.0	0.0
138.1	4.1	36.4	36.4	1224.6	2.1	0.0	0.0
183.4	0.6	35.0	35.0	991.5	1.9	0.0	0.0
176.5	0.1	56.0	167.2	1607.2	-1.4	0.0	0.0
187.9	238.8	39.9	39.9	1729.6	-2.6	0.0	0.0
389.7	287.0	80.5	80.5	2558.3	-6.7	68.2	0.0
428.0	238.6	67.2	67.2	2615.6	-3.7	232.3	0.0
428.0	22.6	74.9	74.9	2689.4	2.5	0.0	0.0
366.9	7.8	23.1	23.1	2520.3	2.7	0.0	0.0
366.1	6.0	42.7	42.7	7388.1	2.1	0.0	0.0
	941.5	708.0	708.0		4.4	303.5	0.0

1957

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DESKRHE	EFICIT PORCIENTO
307.4	4.9	79.0	79.0	2065.7	1.9	0.0	0.0
238.5	3.6	66.1	66.1	1631.7	1.7	0.0	0.0
146.3	4.5	78.4	78.4	1139.1	1.6	0.0	0.0
73.0	4.3	36.4	20.1	727.4	1.2	0.0	0.0
58.0	3.3	35.0	2.2	418.2	1.1	0.0	0.0
58.0	4.0	56.0	56.0	616.2	1.0	0.0	0.0
58.0	66.7	39.9	39.9	6548.2	-2.9	0.0	0.0
99.7	161.1	80.5	80.5	1308.0	-1.2	0.0	0.0
144.4	148.8	67.2	67.2	1438.3	-1.4	0.0	0.0
289.7	209.6	74.9	74.9	2472.3	-3.4	0.0	0.0
428.0	28.6	23.1	23.1	2808.7	1.1	0.0	0.0
418.6	9.0	62.7	62.7	2716.2	0.4	0.0	0.0
	743.4	708.0	708.0		0.3	68.7	0.0

1958

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DESKRHE	EFICIT PORCIENTO
379.0	7.3	79.0	79.0	2603.2	1.9	0.0	0.0
305.9	6.6	66.1	66.1	2448.1	1.5	0.0	0.0
224.8	49.6	78.4	78.4	1745.5	3.6	0.0	0.0
194.4	8.7	36.4	36.4	1177.1	1.9	0.0	0.0
107.6	6.9	35.0	35.0	1197.9	1.7	0.0	0.0
107.6	78.4	56.0	56.0	1338.8	-1.3	0.0	0.0
143.5	61.6	39.9	39.9	2116.5	-1.8	0.0	0.0
392.0	80.5	80.5	80.5	2616.9	-1.6	0.0	0.0
428.0	67.2	67.2	67.2	2815.9	-1.4	0.0	0.0
428.0	399.6	74.9	74.9	2815.9	-1.7	0.0	0.0
428.0	136.4	23.1	23.1	2615.9	0.1	0.0	0.0
428.0	39.9	62.7	62.7	2741.7	0.1	0.0	0.0
	2348.6	708.0	708.0		-2.4	1693.9	0.0



1959

ANO	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	RESERVA	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	79.6	79.6	79.6	2597.7	2.4	0.0	0.0
ENE	485.4	16.1	86.1	2230.9	2.2	0.0	0.0
FEB	339.3	7.3	78.4	1604.2	2.8	0.0	0.0
MAR	254.2	5.9	36.4	1525.7	1.8	0.0	0.0
ABR	182.9	7.8	35.6	1337.2	2.6	0.0	0.0
MAY	152.5	4.3	56.0	1166.9	1.2	0.0	0.0
JUN	119.2	17.6	39.9	1476.8	5.0	0.0	0.0
JUL	81.9	189.6	60.5	2390.9	-7.2	172.9	0.0
AGO	235.6	430.5	67.2	2815.1	-3.1	137.7	0.0
SEP.	428.0	281.8	74.9	2615.9	1.6	51.5	0.0
OCT	420.0	155.8	23.1	2015.0	2.0	5.2	0.0
NOV	420.0	31.1	42.7	2743.4	1.7	1.1	0.0
DIC	420.0	13.0	42.7	2743.4	1.7	1.1	0.0
TOTAL	1000.0	700.0	700.0		0.4	397.2	0.0

1960

ANO	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	RESERVA	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	79.6	79.6	79.6	2595.3	2.4	0.0	0.0
ENE	386.3	18.4	86.1	2326.8	2.5	0.0	0.0
FEB	277.1	6.2	78.4	1943.5	3.1	0.0	0.0
MAR	201.8	4.1	36.4	1611.9	2.8	0.0	0.0
ABR	166.6	3.6	35.8	1431.1	2.9	0.0	0.0
MAY	132.4	4.9	56.0	1111.2	1.8	0.0	0.0
JUN	79.6	89.3	39.9	1692.2	1.0	0.0	0.0
JUL	127.4	238.0	60.5	1715.5	-3.9	0.0	0.0
AGO	280.0	132.4	67.2	2319.2	-3.4	0.0	0.0
SEP	349.1	53.8	74.9	2443.1	1.3	0.0	0.0
OCT	327.7	15.5	23.1	2263.1	2.0	0.0	0.0
NOV	318.1	15.4	42.7	2259.4	1.7	0.0	0.0
DIC		610.4	700.0		3.9	0.0	0.0

1961

ANO	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	RESERVA	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	79.6	79.6	79.6	2173.0	1.2	0.0	0.0
ENE	200.1	76.9	86.1	1963.9	1.1	0.0	0.0
FEB	280.1	11.3	78.4	1647.9	2.2	0.0	0.0
MAR	210.1	4.3	36.4	1189.0	1.5	0.0	0.0
ABR	133.8	3.5	35.8	919.8	1.8	0.0	0.0
MAY	64.6	2.6	50.4	677.6	1.8	0.0	0.0
JUN	99.8	40.6	39.9	1611.6	1.0	0.0	0.0
JUL	310.2	274.8	60.5	2182.9	-5.7	93.2	0.0
AGO	420.0	568.5	67.2	2815.0	-7.1	160.0	0.0
SEP	420.0	49.6	74.9	2743.4	1.6	1.1	0.0
OCT	420.0	13.1	23.1	2743.4	1.6	1.1	0.0
NOV	420.0	11.3	42.7	2743.4	1.6	1.1	0.0
DIC	420.0	1307.6	700.0		3.9	0.0	0.0



1962		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPPO.	GERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	375.5	6.2	79.8	79.8	2439.5	2.2	0.0	0.0
MAR	299.8	5.4	86.1	86.1	2087.6	2.2	0.0	0.0
ABR	216.9	2.9	78.4	78.4	1573.6	2.4	0.0	0.0
MAY	139.1	2.9	36.4	36.4	1225.6	2.4	0.0	0.0
JUN	183.2	2.5	35.0	35.0	959.6	1.9	0.0	0.0
JUL	74.4	59.7	56.0	56.0	822.8	0.0	0.0	0.0
AGO	193.1	157.8	39.9	39.9	1321.0	-1.6	0.0	0.0
SEP	304.9	189.8	89.5	89.5	1955.9	-7.3	0.0	0.0
OCT	428.8	388.4	67.2	67.2	2582.5	-5.4	112.4	0.0
NOV	428.8	227.8	74.9	74.9	2815.3	-3.1	155.0	0.0
DIC	419.1	22.8	23.1	23.1	2813.3	.6	0.0	0.0
		996.6	42.7	42.7	2738.8	1.9	0.0	0.0
			788.8	788.8		-5.8	286.5	0.0

1963		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPPO.	GERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	387.5	11.3	79.8	79.8	2504.9	3.5	0.0	0.0
ENE	316.5	6.0	86.1	86.1	2102.5	1.7	0.0	0.0
FEB	234.7	5.5	78.4	78.4	1678.7	2.4	0.0	0.0
MAR	159.4	3.3	36.4	36.4	1381.2	2.3	0.0	0.0
ABR	124.0	4.2	35.0	35.0	1122.7	2.2	0.0	0.0
MAY	91.0	35.1	56.0	56.0	949.6	-7.3	0.0	0.0
JUN	78.4	368.9	39.9	39.9	1588.8	-1.9	0.0	0.0
JUL	418.3	327.5	89.5	89.5	2793.4	-3.3	647.7	0.0
AGO	428.8	481.2	67.2	67.2	2815.0	-5.0	619.6	0.0
SEP	428.8	152.7	74.9	74.9	2815.7	-1.7	79.5	0.0
OCT	428.8	18.5	23.1	23.1	2799.7	2.1	0.0	0.0
NOV	413.3	97.1	42.7	42.7	2799.7	1.0	40.7	0.0
DIC		1811.3	768.0	768.0		-7.7	786.5	0.0

1964		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPPO.	GERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	428.8	18.3	75.8	75.8	2613.3	2.1	0.0	0.0
ENE	353.6	9.2	86.1	86.1	2312.8	2.1	0.0	0.0
FEB	275.2	6.3	78.4	78.4	1889.9	2.0	0.0	0.0
MAR	199.9	6.1	36.4	36.4	1599.7	2.8	0.0	0.0
ABR	168.9	4.2	35.0	35.0	1421.7	2.1	0.0	0.0
MAY	130.9	19.7	56.0	56.0	1165.9	1.6	0.0	0.0
JUN	93.0	461.1	39.9	39.9	1997.4	-1.3	0.0	0.0
JUL	118.2	223.4	89.5	89.5	1536.6	-4.6	0.0	0.0
AGO	262.7	388.6	67.2	67.2	2860.3	-12.3	1700.3	0.0
SEP	428.8	388.6	74.9	74.9	2815.7	2.4	1.0	0.0
OCT	428.8	18.5	23.1	23.1	2738.8	2.6	0.0	0.0
NOV	428.8	18.5	42.7	42.7	2738.8	1.9	0.0	0.0
DIC	428.8	935.0	788.8	788.8		3.2	2738.8	0.0

BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA DE CUBA

1965

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	RESERVA	DEFICIT PORCIENTO
ENE	6.6	79.0	79.0	2432.1	1.6		
FEB	5.1	86.1	86.1	2000.6	1.9		
MAR	3.5	78.4	78.4	1574.3	2.3		
ABR	3.0	36.4	36.4	1222.7	2.0		
MAY	3.0	35.0	35.0	967.5	1.9		
JUN	3.8	56.9	21.7	768.9	1.2		
JUL	35.5	39.9	35.7	118.4	1.2		
AGO	269.6	80.9	81.5	1417.6	1.2		
SEP	650.6	67.2	67.2	2412.6	-5.3		
OCT	87.4	74.9	74.9	2815.1	2.7		
NOV	13.1	23.1	23.1	2786.2	2.6		
DIC	38.5	42.7	42.7	2747.0	1.1		
	1127.7	700.0	661.5		6.4		

1966

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	RESERVA	DEFICIT PORCIENTO
ENE	18.3	79.0	79.0	2593.9	1.6		
FEB	23.2	86.1	86.1	2200.1	1.3		
MAR	9.9	78.4	78.4	1904.7	2.7		
ABR	7.6	36.4	36.4	1631.9	2.2		
MAY	6.7	35.0	35.0	1470.0	2.9		
JUN	31.1	56.0	56.0	1604.2	1.2		
JUL	157.6	39.9	39.9	1571.3	1.2		
AGO	631.1	80.9	80.9	2393.1	-14.3		
SEP	432.5	67.2	67.2	2815.1	-5.6		
OCT	85.4	74.9	74.9	2815.1	1.4		
NOV	14.6	23.1	23.1	2787.2	1.7		
DIC	23.0	42.7	42.7	2714.0	1.7		
	1369.7	700.0	701.7		2.4		

1967

ALMAC.	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	RESERVA	DEFICIT PORCIENTO
ENE	22.8	75.0	79.0	2533.7	2.1		
FEB	9.2	86.1	86.1	2372.5	1.4		
MAR	7.3	78.4	78.4	1755.5	1.4		
ABR	4.0	36.4	36.4	1471.1	2.7		
MAY	4.3	35.0	35.7	124.3	2.4		
JUN	13.0	56.0	56.0	1417.6	1.2		
JUL	139.2	39.9	39.9	1223.1	1.6		
AGO	578.1	80.9	81.5	2237.1	-17.3		
SEP	410.0	67.2	67.2	2815.1	1.2		
OCT	80.6	74.9	74.9	2786.2	1.2		
NOV	16.6	23.1	23.1	2718.5	1.8		
DIC	13.1	42.7	42.7	2718.5	1.8		
	1394.6	700.0	700.0		-4.2		



1968	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAP.	DEFRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.							
ENE	13.3	79.0	79.0	2548.0	0.3	0.0	0.0
FEB	46.0	86.1	86.1	2270.5	2.0	0.0	0.0
MAR	318.4	74.4	74.4	2567.3	1.6	163.0	3.0
ABR	11.3	36.4	36.4	274.1	4.0	0.0	0.0
MAY	5.4	35.0	35.0	267.7	5.0	0.0	0.0
JUN	7.9	56.0	56.0	2402.0	3.0	0.0	0.0
JUL	187.4	39.9	39.9	2550.1	-5.3	36.9	0.0
AGO	392.4	81.5	81.5	2811.1	-1.2	221.1	0.0
SEP	1268.4	67.2	67.2	2815.4	-2.4	1203.6	0.0
OCT	134.3	74.9	74.9	2819.1	1.0	58.4	0.0
NOV	45.9	23.1	23.1	2815.1	1.7	2.1	0.0
DIC	108.0	42.7	42.7	2815.1	-5.4	67.7	0.0
	2442.9	765.9	765.9		7.5	1711.4	0.0

1969	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAP.	DEFRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.							
ENE	137.0	79.0	79.0	2819.1	2.4	26.0	0.0
FEB	20.1	86.1	86.1	2161.7	1.7	0.0	0.0
MAR	7.2	78.6	78.6	2121.6	3.0	0.0	0.0
ABR	4.0	36.4	36.4	2017.7	3.0	0.0	0.0
MAY	3.2	35.0	35.0	1922.0	3.0	0.0	0.0
JUN	4.0	56.0	56.0	1909.3	2.9	0.0	0.0
JUL	246.2	39.9	39.9	1999.1	-2.1	0.0	0.0
AGO	299.0	81.5	81.5	2803.0	-19.2	135.1	0.0
SEP	388.0	67.2	67.2	2815.4	-2.4	235.2	0.0
OCT	68.6	74.9	74.9	2815.4	1.1	325.2	0.0
NOV	23.9	23.1	23.1	2811.5	2.3	0.0	0.0
DIC	129.5	42.7	42.7	2811.5	0.2	87.5	0.0
	1616.1	705.0	705.0		-3.2	617.1	0.0

1970	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAP.	DEFRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.							
ENE	113.0	79.0	79.0	2815.4	2.1	31.5	0.0
FEB	44.1	86.1	86.1	2756.9	1.4	0.0	0.0
MAR	15.0	78.6	78.6	2668.2	3.1	0.0	0.0
ABR	6.1	36.4	36.4	2182.3	1.4	0.0	0.0
MAY	4.6	35.0	35.0	1593.0	3.7	0.0	0.0
JUN	31.0	56.0	56.0	1834.9	0.2	0.0	0.0
JUL	214.9	39.9	39.9	2121.6	-18.0	20.0	0.0
AGO	478.3	81.5	81.5	2819.1	0.0	190.0	0.0
SEP	567.0	67.2	67.2	2815.4	-7.0	273.1	0.0
OCT	187.7	74.9	74.9	2815.4	3.0	0.0	0.0
NOV	120.2	23.1	23.1	2783.1	0.1	0.0	0.0
DIC	7.0	42.7	42.7	2161.7	2.5	0.0	0.0
	1631.2	745.0	745.0		22.6	969.1	0.0

1971
MES
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC

1971	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	VAPO.	DEGRAME	DEFICIT PORCIENTO
ANO	79.0	79.0	79.0	2407.1	0.0	0.0	0.0
ENE	6.6	79.0	86.1	1966.4	2.2	0.0	0.0
FEB	4.4	86.1	78.4	1541.3	2.6	0.0	0.0
MAR	3.8	78.4	36.4	1180.9	1.9	0.0	0.0
ABR	4.1	36.4	35.0	921.1	1.5	0.0	0.0
MAY	4.2	35.0	52.2	692.3	3.3	0.0	0.0
JUN	17.8	52.2	39.9	1292.3	-3.6	0.0	0.0
JUL	197.9	39.9	80.5	2253.1	-3.8	0.0	0.0
AGO	262.8	80.5	67.2	1767.3	-13.0	365.1	0.0
SEP	446.3	67.2	74.9	2815.1	-16.3	58.3	0.0
OCT	116.6	74.9	23.1	2817.2	-6.8	0.0	0.0
NOV	12.9	23.1	42.7	2731.9	-4.9	0.0	0.0
DIC	0.2	42.7	697.2	2731.9	-33.1	423.1	0.0
	1105.6	700.0					2.8

1972
MES
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC

1972	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	VAPO.	DEGRAME	DEFICIT PORCIENTO
ANO	14.2	79.0	79.0	2520.3	-2.4	0.0	0.0
ENE	5.4	86.1	86.1	2144.5	1.4	0.0	0.0
FEB	4.2	78.4	36.4	1719.8	1.4	0.0	0.0
MAR	3.1	36.4	35.0	1429.0	2.5	0.0	0.0
ABR	2.8	35.0	54.1	1172.2	2.4	0.0	0.0
MAY	8.3	54.1	39.9	847.0	1.9	0.0	0.0
JUN	59.6	39.9	80.5	715.4	-1.7	0.0	0.0
JUL	110.7	80.5	67.2	980.7	-2.9	0.0	0.0
AGO	222.9	67.2	74.9	1030.1	0.1	0.0	0.0
SEP	68.1	74.9	43.1	2075.5	0.1	0.0	0.0
OCT	192.1	23.1	44.7	2451.7	0.1	0.0	0.0
NOV	106.2	42.7	698.1	2815.1	1.3	0.0	0.0
DIC	997.1	700.0					1.9

1973
MES
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC

1973	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	VAPO.	DEGRAME	DEFICIT PORCIENTO
ANO	82.9	79.0	79.0	2815.3	1.8	1.3	0.0
ENE	41.1	86.1	78.4	2731.3	1.4	0.0	0.0
FEB	140.6	78.4	36.4	2650.3	1.9	0.0	0.0
MAR	6.7	36.4	35.0	2882.0	1.3	0.0	0.0
ABR	4.2	35.0	52.2	2516.0	1.6	0.0	0.0
MAY	14.8	52.2	39.9	1780.1	1.6	0.0	0.0
JUN	218.6	39.9	80.5	2600.3	-5.6	0.0	0.0
JUL	622.5	80.5	67.2	2721.6	-13.0	365.1	0.0
AGO	773.8	67.2	74.9	2815.1	-11.9	273.1	0.0
SEP	148.2	74.9	23.1	2815.1	-1.3	0.0	0.0
OCT	19.9	23.1	42.7	2815.1	-4.9	0.0	0.0
NOV	11.4	42.7	698.1	2815.1	-9.6	423.1	0.0
DIC	1729.5	700.0					1.9



1974		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	380.3	9.6	79.8	79.8	2469.1	2.2	0.0	0.0
ENE	388.0	7.2	85.1	85.1	2056.7	2.1	0.0	0.0
FEB	388.0	5.9	78.4	78.4	1638.3	2.3	0.0	0.0
MAR	226.6	3.7	36.4	36.4	1326.2	2.4	0.0	0.0
ABR	151.9	9.6	35.8	35.8	1092.1	0.0	0.0	0.0
MAY	116.9	12.8	56.8	51.7	668.1	0.3	0.0	7.7
JUN	90.0	16.5	38.9	39.9	1179.4	-3.3	0.0	0.0
JUL	58.0	21.9	88.5	88.5	1968.7	-2.8	0.0	0.0
AGO	179.9	262.3	67.2	67.2	2591.6	-4.3	101.3	0.0
SEP	321.9	95.6	74.9	74.9	2615.6	2.8	17.9	0.6
OCT	420.8	11.2	23.1	23.1	2781.8	2.7	0.0	0.0
NOV	428.8	101.5	42.7	42.7	2781.6	7.4	40.6	0.0
DIC	405.4	98.2	788.8	695.7		5.8	163.9	0.0

1975		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	428.8	31.0	79.8	79.8	2701.2	1.7	0.0	0.0
ENE	378.1	9.4	85.1	85.1	2485.5	2.2	0.0	0.0
FEB	291.2	6.3	78.4	78.4	1981.6	2.8	0.0	0.0
MAR	216.1	4.1	36.4	36.4	1686.5	2.8	0.0	0.0
ABR	181.8	3.6	35.8	35.8	1505.1	2.9	0.0	0.0
MAY	146.5	8.3	56.8	56.8	1217.3	1.3	0.0	0.0
JUN	93.6	12.8	38.9	39.9	1999.0	-10.9	22.5	0.0
JUL	48.8	15.2	88.5	88.5	2815.8	-1.8	93.6	0.0
AGO	388.8	67.2	67.2	67.2	2815.8	-7.3	240.0	0.0
SEP	428.8	127.6	74.9	74.9	2815.8	0.8	51.4	0.0
OCT	428.8	18.4	23.1	23.1	2748.1	2.7	0.0	0.0
NOV	412.6	9.4	42.7	42.7	2781.8	1.9	0.0	0.0
DIC		682.3	788.8	740.7		-7.7	46.0	0.0

1976		ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DERRAME	DEFICIT PORCIENTO
ALMAC.	377.4	6.6	79.8	79.8	2643.1	2.1	0.0	0.0
ENE	382.1	6.9	85.1	85.1	2018.0	2.1	0.0	0.0
FEB	218.6	4.0	78.4	78.4	1591.8	2.3	0.0	0.0
MAR	151.9	3.7	36.4	36.4	1499.1	2.1	0.0	0.0
ABR	106.7	2.7	35.8	35.8	987.3	2.0	0.0	0.0
MAY	68.0	21.4	66.0	66.0	724.0	0.3	0.0	0.0
JUN	68.0	13.3	38.9	39.9	1688.0	-4.2	0.0	0.0
JUL	347.6	19.6	88.5	88.5	2650.0	-2.5	63.1	0.0
AGO	428.8	186.4	67.2	67.2	2815.8	-6.5	183.7	0.0
SEP	428.8	38.3	74.9	74.9	2724.9	2.9	0.0	0.0
OCT	388.8	19.4	23.1	23.1	2724.9	-1.8	0.0	0.0
NOV	458.0	7.6	42.7	42.7	2815.8	1.8	0.0	0.0
DIC		169.7	788.8	688.8		1.8	37.0	0.0

ANO	MES	1977	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	FAVED.	DESGARME	DEFICIT FORCIEMTO
	ENE	ALMAC.	112.0	79.0	79.0	201.0	1.7	30.0	0.0
	FEB	420.0	12.7	80.1	80.1	2101.0	0.0	0.0	0.0
	MAR	363.9	0.1	78.4	78.4	2270.7	3.1	0.0	0.0
	ABR	270.0	6.0	36.4	36.4	1902.7	3.2	0.0	0.0
	MAY	236.9	5.0	35.1	35.0	1799.5	3.1	0.0	0.0
	JUN	203.5	18.6	56.0	56.0	1603.5	0.8	0.0	0.0
	JUL	164.0	122.1	39.9	39.9	1742.7	-0.7	11.0	0.0
	AGO	246.9	359.5	80.5	80.5	242.0	-0.7	14.0	0.0
	SEP	420.0	204.7	67.2	67.2	281.0	-0.7	1.0	0.0
	OCT	420.0	84.4	74.0	74.0	281.0	-0.7	1.0	0.0
	NOV	420.0	12.3	23.1	23.1	279.0	2.4	0.0	0.0
	DIC	406.0	7.3	42.7	42.7	200.0	7.1	0.0	0.0
			953.0	700.0	700.0			491.0	0.0

ANO	MES	1978	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	FAVED.	DESGARME	DEFICIT FORCIEMTO
	ENE	ALMAC.	6.2	79.0	79.0	24.7	2.0	0.0	0.0
	FEB	360.9	11.4	80.1	80.1	1947.7	1.7	0.0	0.0
	MAR	292.9	5.7	78.4	78.4	1585.4	0.1	0.0	0.0
	ABR	141.7	3.0	36.4	36.4	1201.4	1.0	0.0	0.0
	MAY	107.3	2.9	35.0	35.0	992.9	1.9	0.0	0.0
	JUN	73.3	0.6	56.7	56.7	730.9	0.7	0.0	0.0
	JUL	50.0	105.9	35.9	35.9	1175.7	-0.1	0.0	0.0
	AGO	179.0	172.2	80.5	80.5	1830.4	-0.0	0.0	0.0
	SEP	273.3	454.7	67.2	67.2	2407.0	-0.4	4.0	0.0
	OCT	420.0	126.3	74.9	74.9	2941.0	-0.7	5.0	0.0
	NOV	420.0	19.5	23.1	23.1	2850.0	0.0	0.0	0.0
	DIC	414.1	10.1	42.7	42.7	2741.0	1.0	0.0	0.0
			907.0	700.0	700.0			491.0	0.0

ANO	MES	1979	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	FAVED.	DESGARME	DEFICIT FORCIEMTO
	ENE	ALMAC.	155.9	79.0	79.0	272.5	2.4	30.0	0.0
	FEB	670.0	43.3	80.1	80.1	2731.7	2.1	0.0	0.0
	MAR	303.0	10.1	78.4	78.4	2445.7	3.0	0.0	0.0
	ABR	269.0	5.7	36.4	36.4	2101.4	1.2	0.0	0.0
	MAY	234.9	4.2	35.0	35.0	1973.7	3.7	0.0	0.0
	JUN	181.0	0.7	56.7	56.7	1730.9	2.7	0.0	0.0
	JUL	181.0	113.6	39.9	39.9	1801.3	-0.0	0.0	0.0
	AGO	261.9	291.6	80.5	80.5	2444.0	-0.4	0.0	0.0
	SEP	420.0	297.7	67.2	67.2	2830.0	-0.4	0.0	0.0
	OCT	420.0	17.9	74.9	74.9	2177.4	0.0	0.0	0.0
	NOV	360.0	7.3	23.1	23.1	2500.0	0.0	0.0	0.0
	DIC	361.0	7.3	42.7	42.7	2164.3	0.0	0.0	0.0
			952.0	700.0	700.0			491.0	0.0



1980	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DESBALANCE	DEFICIT PORCENTO
ALMAC.	6.9	79.8	79.8	2057.4	1.3	3.0	6.0
ENE	9.1	86.1	86.1	1647.4	1.7	0.0	0.0
FEB	8.1	78.4	78.4	1373.7	1.4	0.0	0.0
MAR	3.6	36.4	29.4	765.3	1.2	0.0	7.0
ABR	3.6	38.8	2.6	418.2	1.0	0.0	-32.4
MAY	6.5	96.0	9.0	618.2	.7	0.0	50.2
JUN	103.2	39.9	39.9	524.1	-2.4	0.0	0.0
JUL	333.2	88.5	88.5	1923.8	-6.3	0.0	0.0
AGO	266.1	47.2	47.2	2218.4	-2.4	168.7	0.0
SEP	79.1	74.9	74.9	2018.8	1.3	2.9	0.0
OCT	22.5	23.1	23.1	2489.1	2.8	0.0	0.0
NOV	11.8	62.7	42.7	2725.7	2.9	0.3	0.0
DIC	858.1	788.8	618.4	2725.7	-2.7	161.6	0.0

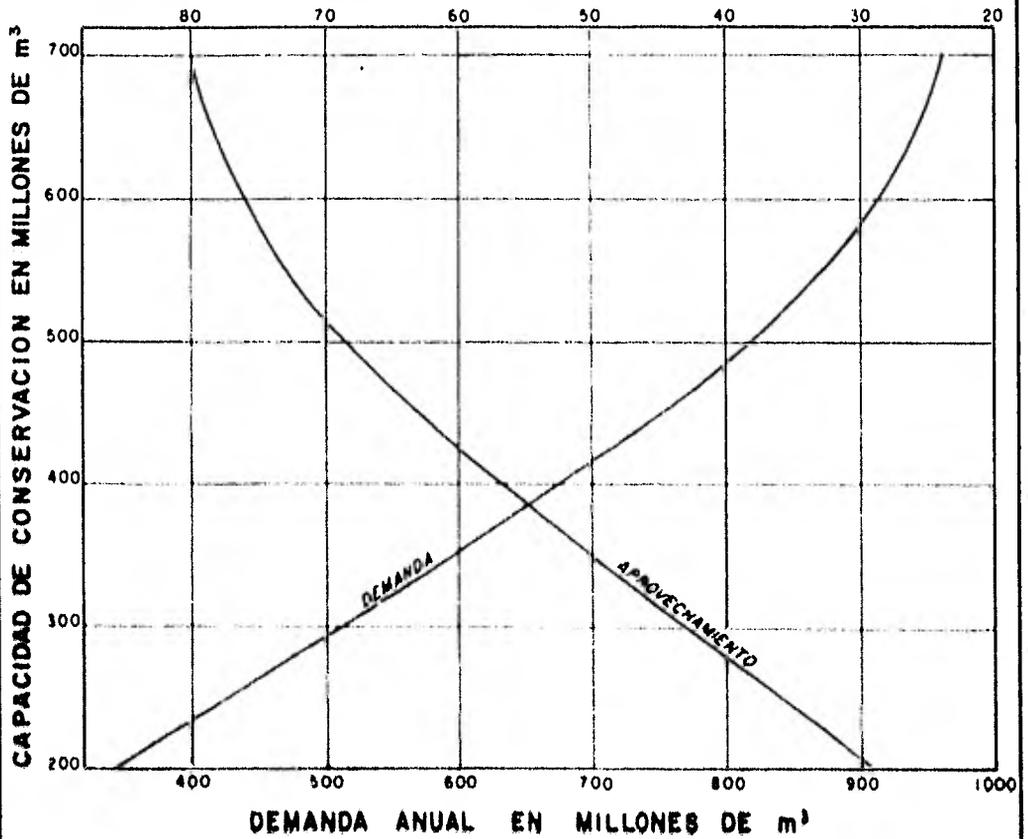
1981	ENTRADA	DEMANDA	SALIDA	AREA MED.	EVAPOR.	DESBALANCE	DEFICIT PORCENTO
ALMAC.	18.5	79.8	79.8	2566.1	1.1	3.0	0.0
ENE	11.1	86.1	86.1	2140.7	2.8	0.0	0.0
FEB	8.8	78.4	78.4	1337.8	1.7	0.0	0.0
MAR	4.7	36.4	36.4	1465.8	1.4	0.0	0.0
ABR	4.1	38.8	38.8	1261.9	1.9	0.0	0.0
MAY	7.7	96.0	96.0	929.2	1.8	0.0	0.0
JUN	138.8	39.9	39.9	1137.1	-4.3	0.0	0.0
JUL	238.5	88.5	88.5	1923.9	-8.9	0.0	0.0
AGO	318.2	47.2	47.2	2489.0	8.7	161.2	0.0
SEP	338.2	74.9	74.9	2815.8	.7	262.6	0.0
OCT	53.8	23.1	23.1	2815.8	1.7	28.2	0.0
NOV	1138.2	657.3	657.3	2815.8	-7.6	652.0	0.0

CAPACIDAD TOTAL 428-800 CAPACIDAD MUERTA 80-800 CAPACIDAD INICIAL 438-800

EXTRAC. ANUAL 780.00
 PORCENTAJE APROVECHAMIENTO 69.96
 PORCENTAJE DE DESBANCES 41.27
 PORCENTAJE D'EVAPORACION 0.17
 HRS COM DEFICIENCIAS 6.82
 EFICIENCIA ANUAL MAYING 8.00

ENERGIAS TOTALES 43886.88
 SALIDAS TOTALES 25554.82
 IFRAMES TOTALES 17984.69
 EVAPORACION TOTAL 233.82

APROVECHAMIENTO EN PORCIENTO



Capacidad de azolves $50 \times 10^6 \text{ m}^3$

Esturrimiento medio anual (1945-1980) $1172 \times 10^6 \text{ m}^3$

Período analizado NOV 1944 - NOV 1981

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA	
TESTE PROFESIONAL	
MARIO MALDONADO NECOECHA	
MEXICO, D.F. SEP 1982	FIGURA 9

IV. CALCULO PARA DIMENSIONAR LA OBRA DE EXCEDENCIAS

Se define como avenida, a un aumento considerable en el gasto de una corriente, lo cual es debido a lluvias torrenciales o tormentas ocurridas en la cuenca de Captación.

Las características principales que definen una avenida son: magnitud, forma, duración y frecuencia. La magnitud es función de la intensidad y forma de ocurrir la lluvia y de las características de la cuenca de captación, tales como topografía, tipo y cantidad de vegetación, permeabilidad de los suelos, etc., mientras que en forma, duración y frecuencia dependen exclusivamente de los agentes meteorológicos que provocan las lluvias.

En los estudios encaminados a determinar la forma de aprovechamiento de una corriente y capacidad de las obras necesarias, debe considerarse la posibilidad de tener escurrimientos extraordinarios que queden fuera del régimen normal de la corriente, y estudiar su influencia en el sistema de aprovechamiento para así proyectar las obras destinadas a controlar y dar salida a los grandes volúmenes de agua escurridos, por lo cual se hace necesario estimar la magnitud de las avenidas que pudieran presentarse, con objeto de dar seguridad a las estructuras hidráulicas y protección a los pobladores en los valles por los que atraviesa el río.

De lo expuesto anteriormente deducimos que la avenida de diseño será un valor estimado, y que corresponderá éste al de la avenida máxima probable.

4.1. CALCULO DEL GASTO MAXIMO PROBABLE.

METODOS PROBABILISTICOS.

En base a los gastos máximos registrados en la estación Acaponeta mostrados en el cuadro No. 11 se calculó por los métodos probabilísticos de Nash, Gumbel y Fuller el gasto máximo asociado a un periodo de retorno de 10000 años.

Dado que dicha muestra incluye un evento extraordinario, que por su magnitud se estima tiene una frecuencia superior a la que le corresponde dentro del tamaño de la muestra observada, se procedió a investigar y se encontró que en el año de 1887 ocurrió en el río Acaponeta una creciente muy grande, habiendo llegado la huella máxima a un nivel similar al alcanzado durante la avenida de septiembre de 1968, por lo que se considera que los picos de ambas crecientes son similares.

Lo anterior permite concluir que el gasto máximo de 16000 m³/seg. le corresponde una frecuencia del orden de 100-años, que es aproximadamente la duración del intervalo comprendido entre la estimación de 1887 y el año actual.

Con base a dicha consideración se analizó estadísticamente la muestra por los métodos anteriormente citados cuya metodología se consigna a continuación.

METODO DE FULLER

Este método, consiste en determinar el gasto máximo - probable asociado a un cierto periodo de retorno por medio de la ecuación de regresión de la curva que mejor se ajuste a la relación de gastos/gasto medio - logaritmo del tiempo de retorno.

A continuación se detallan los parámetros que integran la fórmula general de Fuller.

$$Tr = \frac{n + 1}{m}$$

Donde

n: Número de años de registro

m: Número de veces en que un gasto máximo se repite.

Tr: Periodo de retorno en años

Comunmente "m" es el número de orden de los gastos - máximos ordenados en forma decreciente cuando en estos no hay un o unos de estos gastos que por su magnitud se disparen del resto de la muestra.

$$\frac{Q_i}{Q_m} = Y_i$$

Donde

Q_i : Gasto máximo anual observado

Q_m : Gasto medio de la muestra integrada por todos los gastos máximos anuales observados.

Y_i : Relación del gasto medio al gasto anual

$$X_i = \log \frac{n+1}{m} \quad (\text{logaritmos del tiempo de retorno})$$

$$\frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = m \quad \dots \quad (1) \text{ pendiente}$$

$$\frac{\sum Y_i}{n} - m \frac{\sum X_i}{n} = b \quad \dots \quad (2) \text{ ordenada}$$

$$Q = \bar{Q} (b + m \log tr) \quad \text{Ecuación general.}$$

Del cálculo realizado siguiendo dicha metodología - se obtuvo un gasto máximo asociado a un periodo de retorno de 10 000 años de 20983 m³/seg.

METODO DE NASH

Este método se basa como el anterior, en determinar el gasto máximo asociado a un cierto periodo de retorno a partir del cálculo de la ecuación de regresión, la cual esta en función de la muestra observada.

Dicha ecuación surge de la relación que exista entre los gastos máximos anuales, y sus correspondientes tiempos de retorno.

A continuación se detallan los parámetros que integran la fórmula general de Nash.

$$X_i = \log \log tr \quad \dots \quad \text{Logaritmo del logaritmo del tiempo de retorno.}$$

$$Q_m = \frac{\sum Q_i}{n}$$

$$X_m = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$m = \frac{\sum Q_i X_i - m X_m Q_m}{\sum X_i^2 - m (X_m)^2} \dots \text{Pendiente}$$

$$b = Q_m - m X_m \dots \text{Ordenada}$$

$$Q_{\max} = b + m \log \log \frac{T_r}{T_r - 1} \text{ Ecuación general}$$

En el cálculo realizado siguiendo dicha metodología se obtuvo un gasto máximo asociado a un periodo de retorno de 10 000 años, de 30514 m³/seg.

METODO DE GUMBEL.

Este método, a diferencia del Fuller y Nash consiste en calcular los parámetros o momentos estadísticos a partir de los datos y después sustituirlos en la función de probabilidad de la distribución dada.

Este método da un ajuste teóricamente exacto pero la precisión se puede ver sustancialmente afectada por errores de los datos en los extremos de la distribución, donde los brazos de momentos son grandes y los errores se vuelven mayores.

La ecuación general de Gumbel esta dada por

$$Q_{\max} = \bar{Q} + \frac{Q - \bar{Q}}{\sigma - \bar{Q}} \left(Y_n + \log_e \left(\frac{1}{T_r} \right) \right)$$

en donde:

\bar{Q} : Gasto medio

σ_Q : Desviación estandar de los gastos

Y_n, TN : Parámetros en función del tamaño de la muestra

De el cálculo realizado siguiendo dicha metodología se obtuvo un gasto máximo asociado a un periodo de retorno de 10000 años, de 25992 m³/seg.

4.1.2. CURVAS ENVOLVENTES (CREAGER Y LCWRY)

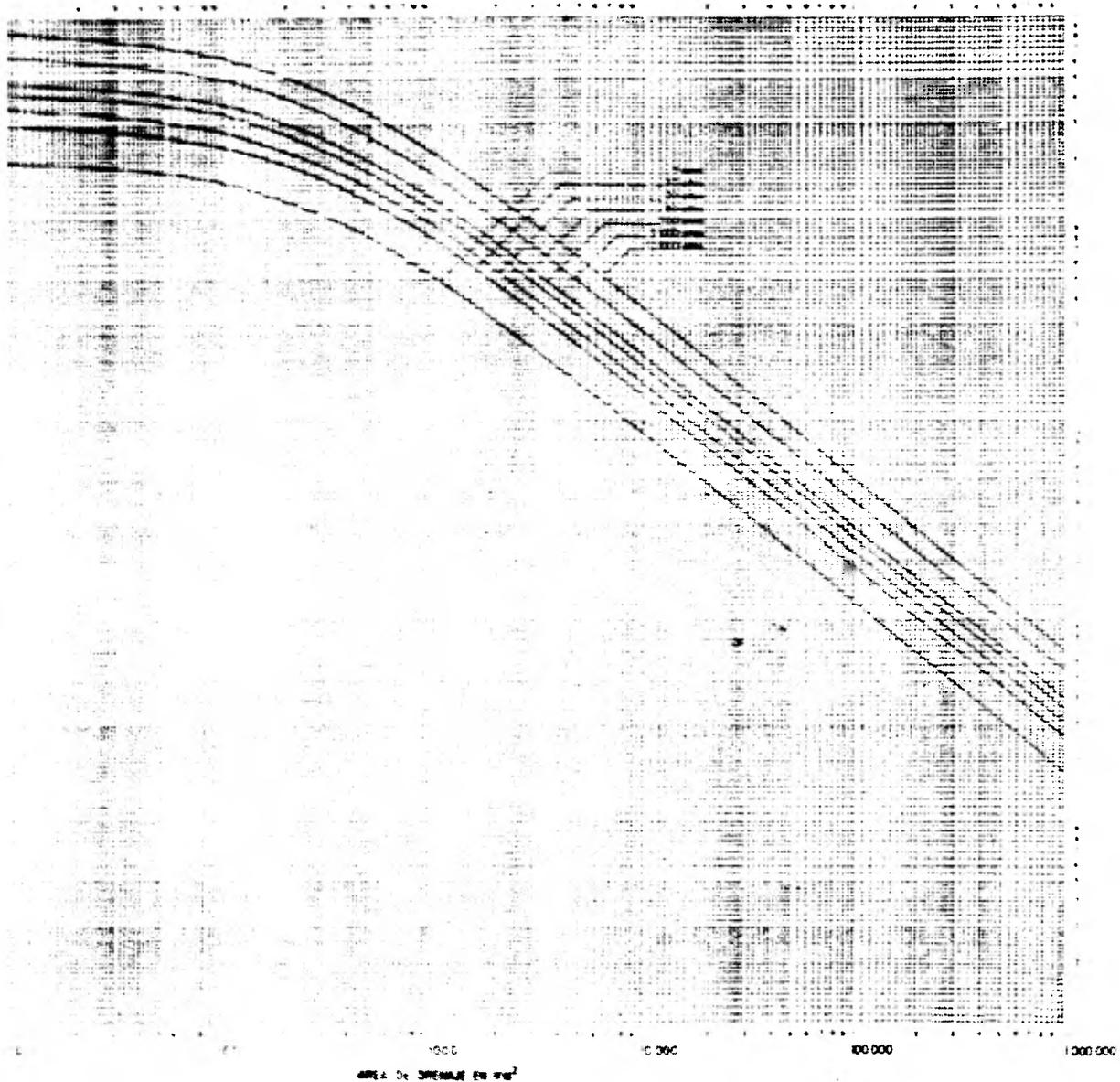
Debido a que el río Acaponeta se localiza en la región hidrológica No. 11. Se utilizó la envolvente de dicha región asociada a un tiempo de retorno de 10000 años, obteniéndose un gasto máximo de 30573 m³/seg. en base a la área medida hasta la estación hidrométrica Acaponeta la cual es de 4590 Km².

La representación gráfica de dicha envolvente publicada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se muestra en la figura No. 6.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente se recomienda para la avenida máxima probable hasta el proyecto Huajicort un pico de 30 000 m³/seg.

4.2. SELECCIÓN DE LA AVENIDA DE DISEÑO.

Se efectuó el control a gastos constantes de las avenidas máximas registradas en la estación Acaponeta, cuyos resultados se muestran en la gráfica de la figura No. 7.



SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
 SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS
 SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA

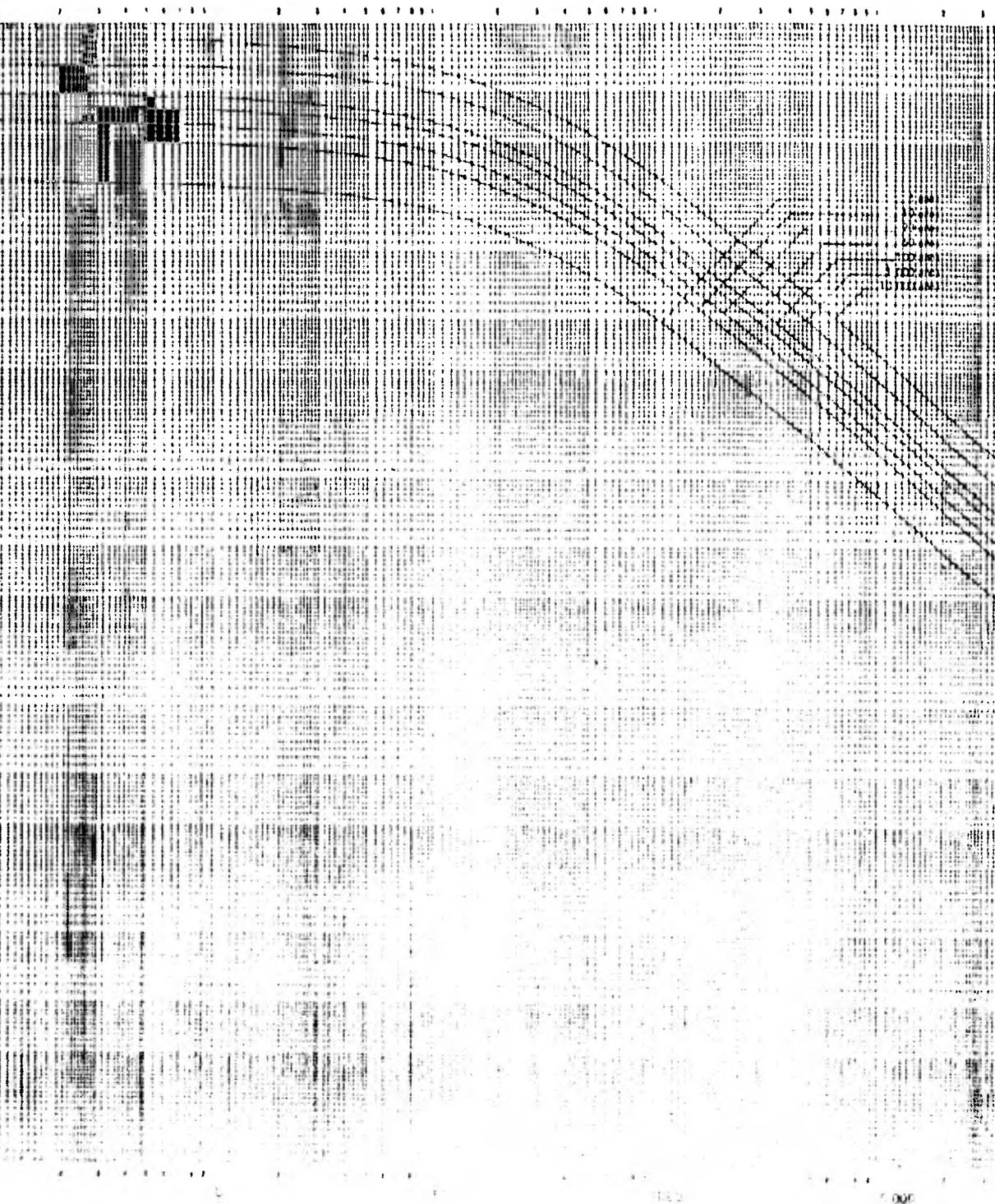
ESTUDIO DE ENVOLVENTES DE LOS GASTOS MÁXIMOS
 EN LAS CORRIENTES DEL PAÍS
 GASTOS MÁXIMOS PROBABLES
 PARA EL SUBDRENIAMIENTO SAN PEDRO

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
 SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS
 SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA

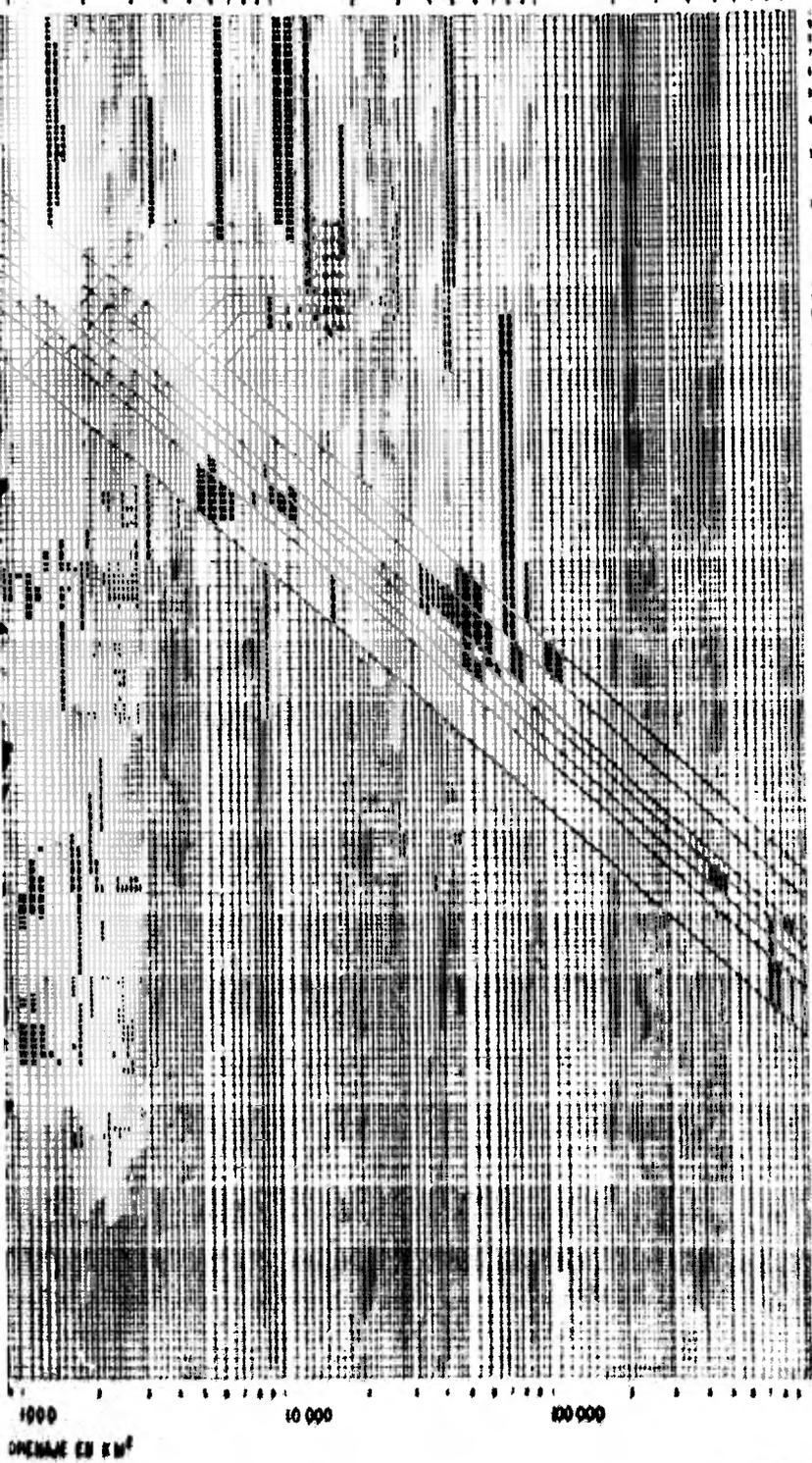
NO. DE HOJA			
TOTAL DE HOJAS			
			LAMINA 86

CÁSTICO MÁXIMO UNITARIO EN M³/S/CM²

100.0
10.0
1.0
0.1
0.01
0.001



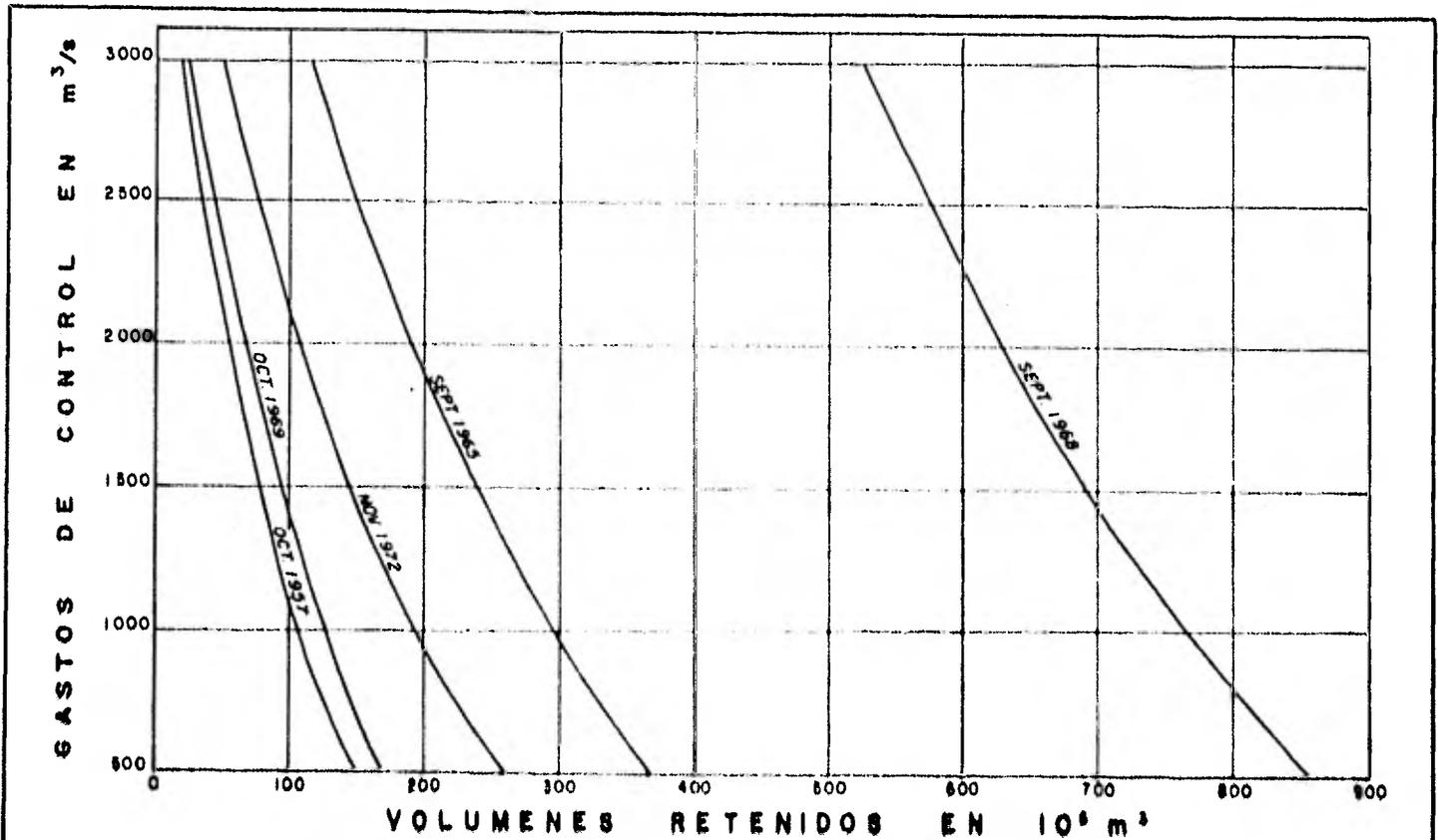
ÁREA DE TRAZADO EN CM²



LOCALIZACION

ESTACIONES ANALIZADAS:
 BALSARTE (1-10) REJOL
 ALCAROMETA (1-11)
 SAZU PEDRO (1-12)
 LA BALSARTE (1-13)

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS	
SUBSECRETARIA DE PLANEACION	
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS	
SUBDIRECCION DE HIDROLOGIA	
ESTUDIO DE ENVOLVENTES DE LOS CAUDALES	
EN LAS CORRIENTES DEL	
GASTOS MAXIMOS PROBABLES	
EN EL RIOS PUEBLO Y SAZU	
ESTADO DE OAXACA	
AGOSTO 1977	
DISEÑO: MURRAY	
MEMORANDUM	1-11
1-12	1-13



AVENIDA OBSERVADA	GASTO MAXIMO m³/s	VOLUMENES RETENIDOS (10 ⁶ m ³) PARA GASTOS DE REGULARIZACION (m³/s) DE					
		500	1000	1500	2000	2500	3000
OCT 1967	3500	100	100	100	100	100	100
SEP 1968	3100	100	100	100	100	100	100
SEP 1969	2700	100	100	100	100	100	100
OCT 1969	2300	100	100	100	100	100	100
NOV 1972	1900	100	100	100	100	100	100

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA
 TESIS PROFESIONAL
 MARIO MALDONADO NECOESMA
 MÉXICO, D.F., SEP 1982 FIGURA V

De un análisis a dicha gráfica, se desprende que la creciente observada en septiembre de 1968, es la que arroja los volúmenes retenidos más desfavorables, por lo que se optó por tomar la forma de dicha avenida, e incrementarla a un gasto de $30\ 000\ \text{m}^3/\text{seg.}$ formando así, el hidrograma de la avenida de diseño.

4.3. TRANSITO DE LA AVENIDA DE DISEÑO.

Debido a las limitaciones topográficas que se tienen en la boquilla del sitio, la longitud de la obra de excedencias se recomienda de 100 m.

En vista del gran volumen de la avenida de diseño y de que el vaso Huajicori según se aprecia en la gráfica de la figura No. 2 almacena grandes volúmenes a base de tirantes considerables, la poca longitud de la obra de excedencias recomendada traerá aparejadas cargas máximas de operación excesivas.

Otra de las limitantes para dimensionar la obra de excedencias es la capacidad del cauce del rfo Acaponeta aguas abajo del proyecto Huajicori ya que es de $2000\ \text{m}^3/\text{seg.}$, pero se considera que con obras de protección de poca monta puede incrementarse a unos $2500\ \text{m}^3/\text{seg.}$

En base a estas limitantes se estudio entre otras alternativas la de una obra de excedencias constituida por un sistema formado por 10 compuertas de 10 m, de base con umbral a la elevación 98,25 m, a la cual almacena 420 millones de m^3 , estableciéndose como política de operación de la avenida de 1968, normativa entre las observadas, se regularice a $2600\ \text{m}^3/\text{seg.}$, partiendo inicialmente de una descarga nula. Esto implica que todas las crecientes incluidas en el rango de las ocurridas, se controlen a dicho gasto.

Para definir el plan de operación de la avenida máxima probable, se eligió otra creciente de forma semejante a ella con pico de 22000 m³/seg.

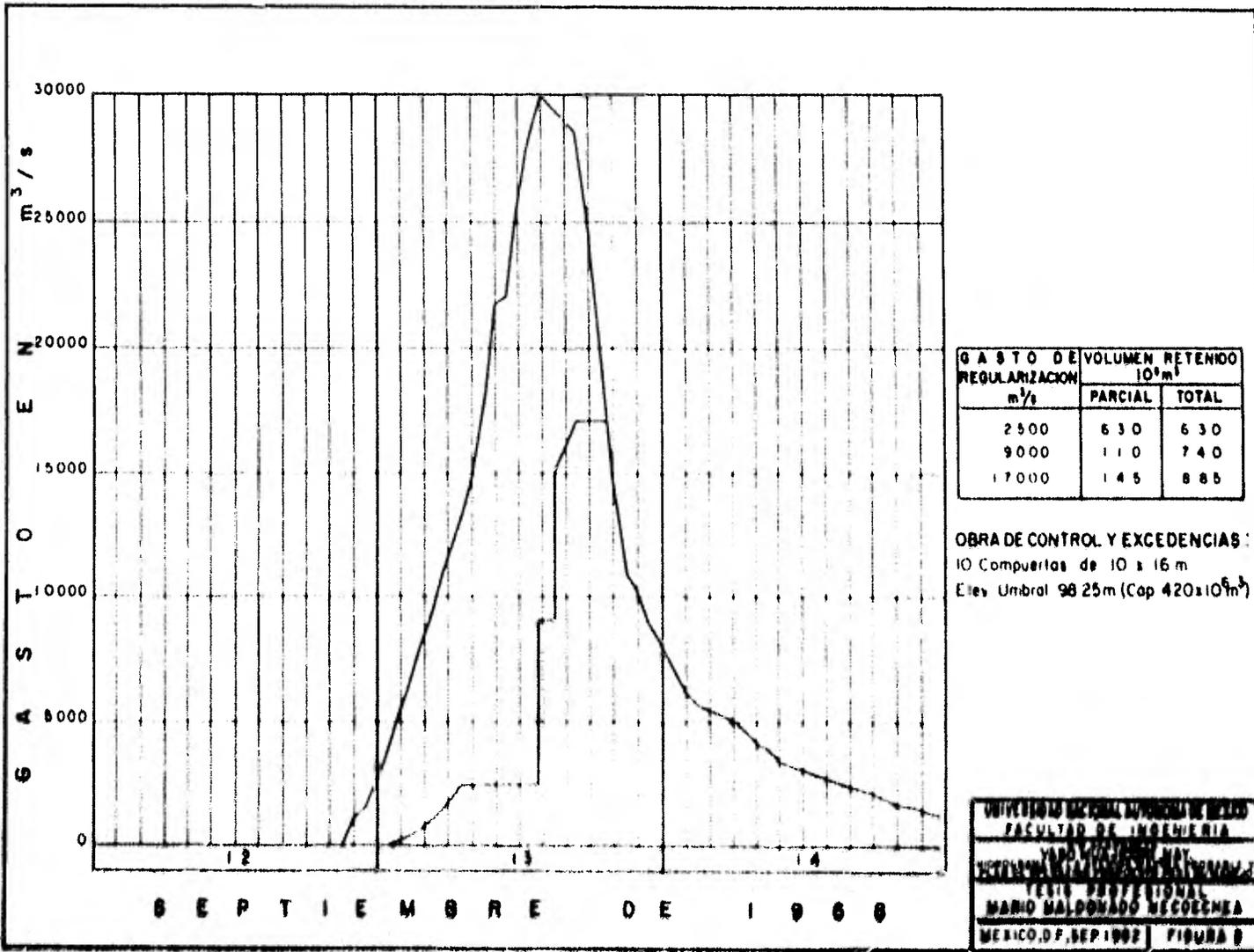
El plan recomendado se detalla a continuación y se muestra en la gráfica de la figura No. 8.

CUADRO N° 12
RESULTADOS DE LOS TRANSITOS DE AVENIDAS EMPLEANDO UNA
UNA OBRA DE EXCEDENCIAS CONTROLADA, CON LAS COM-
PUERTAS AL NIVEL DE LA CAPACIDAD DE CONSERVACION.

AVENIDA CONSIDERADA	GASTO MAXIMO EN m ³ /seg.	GASTO DE RE- GULARIZACION EN m ³ /s.	CAPACIDAD NECESA- RIA EN MILLONES- DE m ³	
			PARCIAL	TOTAL
Observada en 1968	16 000	2500	630	630
Intermedia	22 000	9000	110	740
Máxima probable	30 000	17000	145	885

Integrando las capacidades de riego y avenidas, resulta un almacenamiento máximo de 1305 millones de m³, al cual le corresponde un NAME a la elevación 120.75 m., trabajando las compuertas con una carga máxima de 22,50 m.

Para cumplir con la operación recomendada, las compuertas deben tener una altura de 16,00 m., quedando la obra de excedencias constituida por 10 compuertas de 10,00 X 16,00 m, con umbral a la elevación 98.25 m,



V. ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE UN DISTRITO DE RIEGO

5.1. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los países en proceso de desarrollo, consiste en la baja eficiencia con que se usan los recursos de que se dispone, - pues la utilización que hacen de ellos dista mucho de ser - - aquélla que brinda los mayores resultados posibles. De ahí - que sea indispensable que la planeación que en ellos se realice, esté básicamente orientada a lograr incrementar la eficiencia en la utilización de los recursos; a obtener los máximos frutos posibles de cada peso invertido.

5.2. ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE RIEGO

Con objeto de tener una idea general y situarnos en el área de trabajo, a continuación se enumeran las principales obras de infraestructura hidráulica de que consta un sistema de riego.

5.2.1. OBRAS DE CAPTACION

Estas pueden ser superficiales o subterráneas, siendo las superficiales: presas de almacenamiento, derivadoras, tomas directas, plantas de bombeo, obras en manantiales, etc. y las subterráneas: Pozos freáticos, Pozos artesianos, Pozos Profundos, galerías filtrantes, etc.

5.2.2. OBRAS DE CONDUCCION

Son aquéllas obras que nos permiten transportar el-

agua, desde las fuentes de captación o aprovisionamiento, a los lugares de su utilización.

Estas obras de conducción pueden ser canales y cauces naturales.

5.2.3. OBRAS DE DISTRIBUCION

Son aquéllas obras que nos sirven, como su nombre lo indica, para distribuir el agua racionalmente, de acuerdo a las necesidades específicas, de cada lugar.

5.2.4. OBRAS DE DRENAJE

Son aquéllas obras que sirven para desalojar las -- aguas excedentes de lluvia o riego.

5.2.5. CAMINOS

Los caminos en un sistema de riego no involucran directamente el manejo del agua, pero son indispensables para dar acceso al lugar de las obras, para operación de las mismas, facilitar la explotación de los productos agrícolas, etc.

5.2.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Estas tampoco se refieren directamente al manejo del agua pero ayudan a mejorar la habitabilidad de la región; entre estas podemos citar como las más importantes, vías de comunicación, escuelas, redes de agua potable, servicios sanitarios, energía eléctrica, etc.

5.3. DATOS INDISPENSABLES PARA EL DISEÑO DE UN DISTRITO DE RIEGO,

El diseño de las obras en proyecto hidroagrícolas debe basarse en la información básica de los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos del área, captada mediante investigaciones y estudios realizados en forma integrada, -- con uso intensivo de la fotogrametría y la fotointerpreta---ción, y cuya precisión depende del grado de aproximación con que se va a analizar el proyecto.

Del estudio integrado de la zona regable surgen los lineamientos, tanto para diseñar y alojar las obras en el terreno como para realizar las actividades preagrícolas, en -- forma de eliminar sus efectos negativos en el medio, « fin - de que los recursos naturales del área no sufran deterioro y conserven su carácter de renovable en cantidad y calidad.

La información básica para realizar el diseño de las zonas de riego comprende una serie de actividades interrelacio_nnadas, que se condicionan mutuamente y cuyas caracterfsticas- varían de acuerdo con el grado de aproximación del estudio.

Dicha información básica comprende las siguientes ac_ttividades:

5.3.1. FOTOGRAMETRIA Y FOTOINTEAPRETACION

Como plano base para las actividades subsecuentes, se requiere un mosaico fotográfico controlado de la zona regable, de preferencia en escala 1:20 000 y formado con fotografias ob_tenidas en un vuelo reciente, comprendiendo desde el sitio de la derivación o captación de las aguas, hasta la descarga del- último dren, así como las áreas adyacentes donde se generan --

problemas que pueden afectar a la zona.

Además, debe disponerse de un juego de fotografías aéreas recientes, formando pares estereoscópicos, de la misma zona y a la escala mencionada.

5.3.2. PLANOS TOPAGRAFICOS

Como elemento indispensable para el estudio se requiere el plano de la zona regable en escala 1:50 000 comprendiendo la topografía con curvas de nivel a 1.00m. de equidistancia vertical, la hidrografía y los centros de población, así como toda clase de obras de infraestructura y los rasgos culturales en general, que se presentan de preferencia en hojas de 2 por 3 kilómetros abarcando una superficie de 600 Ha e incluyendo los puntos de control de los levantamientos.

Se requiere además planos generales en escala 1:20 000 de la misma área formados mediante la reducción de los planos en escala 1:5000 preferentemente en hojas de 10 por 20 kilómetros que cubren una superficie de 20 has. Cuando se trata de grandes superficies, es conveniente disponer además de planos en escala 1:50 000, formados con la reducción de las hojas en escala 1:20 000.

Para estudiar el tramo muerto del canal principal, debe disponerse de planos topográficos en escala 1:50 000 con curvas de nivel a 1:00 m de equidistancia vertical, incluyendo toda la información requerida por los planos de la zona de riego y abarcando una faja no menor de 500 m de ancho a lo largo de la ruta correspondiente a la alternativa seleccionada.

5.3.3. PLANOS CATASTRALES

Como complemento de los planos topográficos se necesitan los planos catastrales de la misma área, en escala ---- 1:50 000, comprendiendo los linderos principales, o sean los que delimitan cualquiera de las tres formas de tenencia de la tierra existentes en nuestro país (la propiedad privada, - el ejido y la propiedad comunal) o los terrenos nacionales, - incluyendo los derechos de vfa, y los linderos secundarios -- que demarcan los predios individuales de propiedad privada y ejidales; así como el área de cada predio y el nombre del propietario o del ejidatario, en el caso de ejido parcelados.

El catastro se presentó en planos generales en escala 1:20 000, preparados con reducciones de los planos en escala 1:5000, recurriendo también a planos en escala 1:50 000 -- cuando la extensión del área regable así lo amerite.

5.3.4. ESTUDIO AGROLOGICO

El diseño de la zona de riego debe basarse en un estudio agrológico detallado que permita definir las características físicas, químicas, bióticas e hidrodinámicas de los suelos, a fin de planear su aprovechamiento para el desarrollo de una agricultura intensiva de riego.

Los resultados del estudio se representan en un plano de series, tipos y fases de suelos y otro de clasificación agrícola de los mismos (clases 1 a 6), ambas en escala 1:20 000 y en caso necesario también en 1: 50 000, mostrando un -- cuadro sinóptico las áreas cubiertas por cada concepto y los porcentajes respectivos de las áreas totales.

[El estudio debe incluir también planos de isobatas-

e hisohypsas, de permeabilidad, así como de salinidad y/o--sodicidad de la zona regable.

5.3.5. PLANOS DE USO ACTUAL DEL TERRENO

Para realizar el diseño se requiere los planos del uso actual del terreno de la zona regable y de las áreas adyacentes que estén interrelacionadas en alguna forma con ésta, así como de la faja de terreno donde se alojará el tramo muerto del canal principal.

Los planos se presentan en escala 1:20 000 y en caso necesario también en escala 1:50 000, y conteniendo la información relativa al aprovechamiento que se hace del terreno en cada porción del área, que no siempre coincide con la capacidad de uso de este recurso. Las principales clases de uso del terreno en el medio rural son: Cultivos anuales o perennes (de temporal, de humedad o de riego), praderas naturales o implantadas, pastizales y sabanas; áreas forestales - de diversos tipos, chaparrales y matorrales; centros de población, zonas de servicio, de recreo o industriales; obras de infraestructura (caminos, rúas de ferrocarril, aeropuertos, presas, canales, plantas y líneas de conducción de energía, teléfonos y telégrafos, oleoductos, acueductos, etc.) antecedentes arqueológicos, históricos y culturales; lagos, lagunas y depósitos de agua en general; derechos de vfa y zonas de protección, etc. Algunos terrenos, especialmente incapaces de producir bienes o servicios de valor, se clasifican como "terrenos baldíos", en tanto que otros, capaces de producirlos pero no son usados, se denominan "Terrenos Ociosos".

El inventario que constituye esta investigación, se toma en cuenta; también las áreas de suelos erosionados y la magnitud e importancia de la degradación.

5.3.6. PLANOS DEL USO POTENCIAL DEL TERRENO

Los estudios del uso potencial del terreno son complementarios de las investigaciones del uso actual y toman en cuenta los factores físicos, bióticos y humanos que se conjugan en cada fracción del área para determinar la clase de uso al que debe destinarse, no sólo agropecuario sino también forestal, industrial, residencial o de cualquier otra naturaleza, a fin de aprovecharlo en forma racional y obtener el máximo rendimiento económico.

La información relativa al uso potencial del terreno de la zona, se presenta en planos en escala 1:20000 y cuando la magnitud del área lo requiere también en 1:50 000.

5.3.7. ESTUDIO HIDROMETEREOLÓGICO

Para racionalizar el aprovechamiento de las aguas atmosféricas en el desarrollo de actividades agropecuarias, se requiere un estudio hidrometeorológico del área del proyecto.

El análisis de los elementos hidrometeorológicos que definen el clima, permiten determinar sus características estadísticas, así como su distribución en el espacio y en el tiempo y la periodicidad de los fenómenos, si existe una tendencia cíclica independiente de los ciclos definidos por las estaciones del año, a fin de reducir a términos estadísticos las variaciones de dichos elementos y la incertidumbre sobre la ocurrencia de los fenómenos meteorológicos.

En el estudio se analizan las características de la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración potencial, la humedad y los vientos, así como los fenómenos mete-

reológicos externos, como tormentas, granizadas, heladas, incidencia de huracanes, frentes y fenómenos extratropicales.

La investigación incluye el análisis estadístico de los datos anuales, mensuales y diarios, para valores medios, máximos y mínimos, varianzas, desviaciones estandar, coeficientes de variación, análisis de confiabilidad de los datos, distribución mensual y estudio de la distribución de frecuencias.

La información hidrometereológica se usa para aprovechar en forma coordinada los recursos hidráulicos atmosféricos con los superficiales y los subterráneos, aumentando la eficiencia de las explotaciones.

Se aprovecha también esta información para seleccionar los cultivos y distribuirlos a lo largo del año, para hacer los calendarios de siembra y riego, para estimar las necesidades de desagüe superficial y de drenaje y para estimar los riesgos en que se incurre en las explotaciones agrícolas en las zonas expuestas a fenómenos metereológicos externos.

5.3.8. ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico del proyecto determina las disponibilidades de aguas superficiales para satisfacer el régimen de demanda de la zona regable, generado por el programa de cultivos, con las deficiencias máximas admisibles en diferentes períodos, de acuerdo con el tipo de aprovechamiento que se haga de la corriente (almacenamiento, derivación, bombeo o toma directa) y de la información hidrométrica disponible. El aprovechamiento integrado de los recursos hidráulicos permite suplir estas deficiencias de agua superficial con

aguas subterráneas.

Este estudio proporciona también información sobre las avenidas de la corriente, que pueden presentarse en la zona regable en diversos períodos de retorno, y el efecto regulador de la obra de captación, si se trata de una presa de almacenamiento, para preveer en caso necesario la construcción de obras de protección contra inundaciones.

5.3.9. ESTUDIO GEOHIDROLOGICO

Para determinar la cuantía y la ubicación de las aguas subterráneas de la zona, susceptible de aprovecharse en riego, se requiere un estudio geohidrológico que comprenda estudios fotogeológicos y geofísicos regionales, análisis geoquímicos de las aguas, investigaciones de las características geológicas e hidrodinámicas de los acuíferos, basadas en observaciones realizadas mediante pozos profundos de exploración y otras actividades complementarias. Además de los volúmenes de aguas disponibles y su ubicación, que permite localizar los pozos de explotación, el estudio aporta información sobre las cargas estáticas y dinámicas de bombeo.

La información básica que aporta el estudio geohidrológico de la zona, especialmente la fotogeohidrológica, la localización de los pozos, norias y manantiales, las áreas que presentan posibilidades de aguas subterráneas, la localización de los pozos de exploración, las curvas de igual concentración de sólidos totales y sales, la clasificación del agua con fines de riego y las curvas de igual elevación y profundidad al nivel estático, se representa en planos generales a escala 1:20 000 y cuando la extensión de la zona lo requiera en escala 1:50 000.

5.3.10. ESTUDIOS GEOLOGICOS

Como complemento de la información básica necesaria para diseñar las obras y los trabajos preagrícolas de la zona de riego, se requiere el estudio geológico del sitio seleccionado para captar las aguas de las corrientes hacia los terrenos regables. Las características del estudio varían en función de la importancia de la corriente y de las condiciones geológicas del sitio, así como del procedimiento de captación que se use (almacenamiento, derivación, bombeo o toma directa).

Asimismo, deben localizarse y estudiarse los bancos de materiales necesarios para construir la clase de estructura adoptada.

5.4 RECOMENDACIONES PARA LA OPERACION DE UN DISTRITO DE RIEGO.

5.4.1. ASPECTOS EN LA PARTICIPACION DE AUTORIDADES Y PERSONAL EN EL DISTRITO

- Indispensable es el cabal conocimiento de la jefatura de operación de todos los antecedentes que sirvieron para justificar la construcción de la obra para evaluar el correcto uso que se le está dando a la tierra, así como lo acertado de los métodos de riego, la conservación del suelo, y en general de todas las prácticas agrícolas.

- Concurso del personal que se encargará de la operación del Distrito en el proyecto y proceso de la obra, aportando su experiencia, orientando a futuros usuarios en la forma que deben prepararse para recibir el riego, y el conocimiento que deben tener de las obras que les servirán de bene-

ficio.

5.4.2. ASPECTOS TOPOGRAFICOS

- Uno de los principales objetivos de la planeación en un Distrito es evitar en lo posible las pérdidas en la conducción. Esto se logra regando en primer lugar las tierras más altas con el objeto de que los canales trabajen con tirantes altos al menor tiempo posible.

- En aquellos casos en que se utilicen vasos intermedios en la distribución del agua, el regar primeramente las tierras altas reviste importancia fundamental, ya que una extensión a veces importante de terreno solamente se puede regar cuando el vaso tiene su máximo nivel de embalse o determinado valor y si por alguna circunstancia una porción de estas tierras se queda sin regar habiendo descendido el nivel del vaso, para poder proporcionarle el riego será necesario subir nuevamente en nivel del embalse, para lo que a veces se requerirá derivar grandes volúmenes, pues un centímetro de la escala del vaso puede representar gastos fuertes sostenidos durante tiempo considerable, sufriendo grandes pérdidas por evaporación y filtración en los vasos.

- Considerando la distribución del agua a nivel de parcela, la topografía influye en forma decisiva en la solución del método de riego, en la orientación del mismo, y en general en el trazo y características de regaderas, surcos, melgas, etc.

- Cuando se preveen posibles inundaciones por avenidas, el dato de la topografía es muy útil para determinar lugares de posibles fallas y proceder a su refuerzo; se puede, también, estimar las zonas que probablemente resultarán inun-

dadas.

En los distritos donde todavía hay necesidad de construir drenes, la topografía es indispensable para su localización y trazo, así como para el cálculo de escurrimiento.

5.4.3. LOCALIZACION, CONSTRUCCION Y ESTADO DE CONSERVACION DE LAS OBRAS

- La operación del sistema será más eficiente a medida que las obras funcionen en la forma más adecuada posible. Para que esto pueda lograrse no solamente es conveniente, sino absolutamente necesario, que el personal que deba operar cada uno de los elementos de las obras conozca perfectamente su diseño y construcción, así como la de todos los dispositivos de control y seguridad y estar informado de una manera precisa de todos los detalles de su funcionamiento.

- Algunas veces las obras, o parte de ellas, presentan defectos técnicos sea de proyecto o de construcción que les impide funcionar en las mejores condiciones, afectando la distribución del agua y aumentando en ocasiones los costos de operación; por lo que se hace indispensable realizar cuidadosas inspecciones y observaciones para detectar estas fallas y tratar de corregirlas a fin de lograr una operación más eficaz y económica.

5.4.4. ASPECTOS AGROLOGICOS

- Dada la importancia que el suelo tiene como parte del medio físico dentro del cual se desenvuelve la agricultura, resulta indispensable adquirir los más amplios conocimientos sobre las características de los suelos comprendidos dentro de las zonas regadas, que permitan al personal técnico co

responsable realizar la correcta interpretación de las influencias y efectos de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo bajo riego.

- Impedir que se practiquen cultivos de inundación o de frecuentes y abundantes riegos, en suelos excesivamente porosos y permeables, pues se desperdiciarían grandes volúmenes de agua en perjuicio de otros cultivos; no incluir cultivos escardados en suelos delgados y de fuertes pendientes, etc. tratando de que las necesidades de los cultivos puedan satisfacerse con la menor cantidad de agua posible y poder regar la mayor extensión del Distrito.

- En el cálculo de la capacidad de los canales, un canal principal que conduzca aguas para riego de una gran extensión de tierras de aluvión de gran porosidad y permeabilidad, puede resultar mal capacitado si se calculara con el coeficiente del gasto de un litro por segundo y por hectárea en razón de su extensión solamente el mismo que resultaría adecuado y aún sobrado para el riego de la misma extensión, pero en tierras en las que predominan los tipos arcillosos.

5.4.5. RECOMENDACIONES EN EL RIEGO

- Se requiere conocer las características de desarrollo y crecimiento de las plantas durante todo su ciclo vegetativo, tales como: fechas de siembra, etapas críticas de su desarrollo y día a partir de la siembra que tarda en alcanzarlas, requerimientos de agua, fechas de recolección etc. Sin embargo, las funciones de la administración de un Distrito de Riego no pueden terminar con la operación, sostenimiento y conservación de las obras de riego y la simple entrega del agua al usuario o a la parcela de cultivo; la función fundamental se encuentra en la aplicación de todos los esfuerzos -

que sean necesarios para impulsar la producción agrícola y -- elevarla constante e ininterrumpidamente, mediante la mejor -- utilización del agua de riego, la conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo y la aplicación de las técnicas -- agrícolas mas avanzadas.

5.4.6. FORMAS DE TENENCIA DE LA TIERRA

Dentro de los Distritos de Riego y de conformidad -- con la codificación agraria del país, desde el punto de vista del régimen de la propiedad, tenemos tres tipos de agricultores: Antiguos propietarios, Colonos y Ejidatarios.

Debido a que la extensión del terreno que puede usufructuar cada uno de estos tipos de usuarios es diferente, ya que en la mayoría de los casos ya existen dotaciones antes de la formación del Distrito, se tiene que la forma y distribución de los lotes de terreno en la mayoría de los Distritos de Riego no obedece a la forma regular y organizada con que éstas se proyectan y realizan, sino que por el contrario, generalmente el fraccionamiento se encuentra en forma irregular, sin concordancia con la cuadrícula de coordenadas de los levantamientos de planeación. Esta situación aunada a la también diferente condición jurídica, social y económica de cada uno de ellos, influye en la administración del Distrito de -- Riego en varias formas, las cuales se enlistan a continuación:

- a) Duplicidad de estructuras para el beneficio de una parcela.
- b) Dificultan más y se incrementa el costo de la distribución del agua.
- c) Incremento en los recorridos que el agricultor tenga que

hacer para atender las fracciones de su propiedad.

- d) No se puede considerar como unidad el lote de terreno que tengan tomas diferentes.
- e) Aumento en los problemas para el levantamiento castral o plano de fraccionamiento de los Distritos de Riego.
- f) Se dificulta la planeación agrícola bonificada.

5.4.7. COSTUMBRES Y FORMA DE VIDA DE LA GENTE

Además de los variados y complejos problemas de orden técnico, constructivo y de administración, en los Distritos de Riego diariamente se presentan problemas humanos que es indispensable resolver con gran tacto, conciliando tanto los intereses de la Secretaría como los del usuario, a fin de que puedan trabajar dentro de la mejor armonía posible.

Otros aspectos en los que el conocimiento de la idiosincracia de los usuarios resulta de gran utilidad se nos presenta, por ejemplo, cuando se piensa en la implantación de nuevos reglamentos, en introducir nuevos programas de desarrollo, en cambiar los sistemas de entrega y cobro del agua, así como elegir el tipo de estructuras medidoras que deben instalarse, ya que podemos predecir con mayor certeza las reacciones que probablemente tendrán los usuarios y poder elegir los caminos o procedimientos más adecuados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.1.- RIEGO

Una de las finalidades del proyecto es el riego de 53900 has, ubicadas de la población de Acaponeta hacia aguas-abajo y desarrolladas en ambas márgenes de la corriente.

Según Cédula de Cultivos, se tiene una superficie regada de 86,626 has, siendo el coeficiente de intensidad de -- cultivos de 1.61. Las mayores áreas corresponden a frijol, - soya y ajonjolí.

Con base a dicho patrón de cultivos se calcularon -- las demandas de riego, habiéndose obtenido láminas neta y bruta de 0.71 y 1.30m respectivamente, considerando que la red - de canales será revertida.

Se efectuó la simulación de funcionamiento del vaso-Huajicori*para riego, a partir del cual se definió que para - regar las 53900 has. disponibles, se requiere una capacidad - de conservación de 420 millones de m³, que incluye 50 millones de m³ para retención de azolves.

6.1.2.- AVENIDAS

La mayor creciente registrada en la estación Acaponeta, localizada a 18Km aguas abajo del vaso Huajicori, ocurrió el 13 de septiembre de 1968, con un gasto máximo de ---- 16 000 m³/seg, habiendo sido generada por las lluvias que provocó el ciclón Naomi,

La avenida máxima probable hasta el proyecto Huajicori se estimó con un gasto máximo de 30 000 m³/seg y forma -

semejante a la observada en septiembre de 1968, incrementada al gasto anterior. Acumula en dos días un volumen de 1757 millones de m^3 .

La capacidad del cauce del río Acaponeta, aguas abajo del proyecto Huajicori, es de $2000 m^3/seg$, Considerándose que con obras de protección de poca monta puede incrementarse a unos $2,500 m^3/seg$.

Por limitaciones topográficas la longitud de la obra de excedencias no deberá ser mayor de 100 m. de longitud.

Para el control de las avenidas se propuso una obra de excedencias formada por 10 compuertas de 10.00×16.00 con umbral a la elevación 98.25m. Correspondiente al nivel de la capacidad de conservación de 420 millones de m^3 .

Para el manejo de las crecientes se estableció una política de descarga escalonadas, controlándose la avenida observada en 1968 a un gasto de $2,500 m^3/seg$ partiendo de una salida nula, requiriéndose una capacidad de control de 630 millones de m^3 .

Seguidamente se regularizó una creciente intermedia entre las observadas y la de diseño con pico de $22,000 m^3/seg$, a un gasto de $9000 m^3/seg$, y finalmente la avenida máxima probable. Se controló a $17,000 m^3/seg$. Se alcanzó un NAME de 120, 75m, funcionando las compuertas con una carga máxima de 22,50 m.