

21  
2 Egan



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ARAGON"**

**Análisis a nivel de Factibilidad del  
Proyecto de Riego Acaponeta  
Cañas, Nay.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de

**INGENIERO CIVIL**

**Presenta**

*Braulio Rodríguez Guerrero*

**San Juan de Aragón Edo. de Méx.**

**1984**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# INDICE

## ANALISIS A NIVEL DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE RIEGO

### " ACAPONETA-CAÑAS, NAY. "

	Pág.
I GENERALIDADES - - - - -	1
II DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO - - - - -	24
2.1 Ubicación	
2.2 Orografía	
2.3 Geología y Sismología	
2.4 Factores climatológicos e hidrometereológicos	
2.5 Hidrografía	
III INFRAESTRUCTURA - - - - -	38
3.1 Obras Hidráulicas	
3.2 Vías de comunicación y sistemas de transporte	
3.3 Otros	
IV USOS DEL AGUA Y DEL SUELO - - - - -	44
4.1 Aprovechamiento del agua	
4.2 Uso del suelo	
4.3 Agricultura	
4.4 Ganadería	

4.5	Acuacultura	
V	ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL - - - - -	51
5.1	Balance Agua-suelo	
5.2	Agentes que propician el desarrollo de la zona	
5.3	Factores que limitan el aprovechamiento de la zona	
5.4	Prognosis en ausencia de acciones.	
VI	SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS - - - - -	56
6.1	Clasificación de alternativas	
6.2	Dimensionamiento Hidrológico de la Presa Huajicori	
6.3	Análisis de tamaño	
VII	ESTUDIOS BASICOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS - - - - -	92
7.1	Estudios Topográficos	
7.2	Estudios Geológicos	
7.3	Estudios de tenencia y uso del suelo	
7.4	Estudios Agrológicos	
VIII	INGENIERIA DE PROYECTO - - - - -	103
8.1	Características esenciales del sistema adoptado	
8.2	Dimensionamiento Hidráulico y descripción de las obras	
8.3	Afectaciones e indemnizaciones	
8.4	Presupuesto y programas de inversión	
8.5	Costos sistemáticos	

IX RESUMEN Y CONCLUSIONES - - - - - 122

BIBLIOGRAFIA - - - - - 127

APENDICE DE PLANOS

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

El agua, aún siendo un recurso renovable y el líquido más abundante en la naturaleza, se constituye en objeto de atesoramiento por casi todas las naciones.

La disponibilidad de este líquido ha sido siempre un factor determinante para la supervivencia y desarrollo de la humanidad. Su escasez o abundancia ha regido el destino de todas las civilizaciones. En los lugares donde el agua es abundante, ha sido campo propicio para los asentamientos humanos, por lo contrario, cuando hay escasez existe pobreza.

Por lo que es necesario analizar y dar solución a este problema en el campo de la Ingeniería de los Recursos Hidráulicos.

*Los Proyectos de Recursos hidráulicos.*- Una de las definiciones más claras sobre lo que debe entenderse por "proyecto", la expuso el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica Social, al indicar que "en su significado básico, el pro

yecto es el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto económico o social. Esto implica, desde el punto de vista económico, proponer la producción de algún bien o la prestación de algún servicio, con el empleo de cierta técnica y con miras a obtener un resultado o ventaja económica o social. Como plan de acción, el proyecto supone también la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de estos medios a los resultados que se persiguen. El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no sólo desde el punto de vista económico sino también técnico, administrativo e institucional".

De esa manera, un proyecto de recursos hidráulicos es un conjunto de obras de ingeniería que, a manera de sistema, aprovecharía los recursos de una región en la producción de un conjunto de bienes y servicios que mejorarían el bienestar de la población. Dada la extensa variedad de bienes y servicios que se pueden producir al utilizar el agua, los objetivos particulares de los sistemas de recursos hidráulicos pueden razonablemente clasificarse en tres grupos, y un sistema cualquiera puede incluir uno o más de ellos.

- 1.- Dar agua y mantenerla en aquellos lugares, tiempos y cantidades adecuadas para su utilización. A este grupo corresponden los sistemas con fines de riego, abastecimien-

to de agua potable, generación de energía hidroeléctrica, navegación, etc.

- 2.- Regular o controlar el exceso de agua de manera que no -- provoque graves daños a los bienes y servicios, o hasta -- pérdidas de vidas humanas. En este grupo caen los proyec- tos cuyo propósito es controlar las avenidas, drenar los- terrenos, eliminar aguas residuales, etc.
- 3.- Manejar y controlar el recurso para protegerse de las con- secuencias del demérito de su calidad. En este grupo se- encuentran los proyectos cuyo propósito radica en el tra- tamiento de las aguas para su aprovechamiento municipal y agrícola, controlar la polución, estimular la propagación de la fauna silvestre, mantener el valor estético de los- ríos y lagunas, fomentar la recreación, etc.

Además, cualquiera que sea el o los objetivos propuestos, éstos deberán alcanzarse con el mínimo deterioro de los recur- sos naturales, económicos y humanos disponibles.

*Aprovechamiento con Fines de Riego.* - El objetivo esencial de este tipo de aprovechamiento es el de regularizar la humedad- del suelo, porque existen zonas en las cuales si no se riega no se siembra, mientras que en otras es suficiente con la pre-



cipitación de la zona, viniendo así la siembra de temporal -- que tiene problemas ya que el agua de lluvia no se controla.

México es un territorio de 196 millones de ha, de las cuales solo son laborables 23.5 millones ( un 12% ), de esas, 3.5 millones de ha no requieren riego aunque si obras que eviten inundaciones y 20 millones de ha necesitan obras para suprimir la inseguridad de las siembras de temporal.

Hasta la fecha se han realizado obras que permitan el riego seguro para 4 millones de ha. Este dato refleja que la situación del país no es grave; se requiere irrigar más terreno, ampliar las zonas y rehabilitar algunas zonas de riego ya obsoletas. Para tal objeto se necesita estudiar cada una de las zonas de riego en potencia, para poder así proyectar las obras de dichos fines.

El diseño de las zonas de riego constituye uno de los problemas más complejos de la planeación del aprovechamiento coordinado de los recursos naturales en armonía con el medio ambiente, para desarrollar una agricultura intensiva y de alta productividad, mantenida o acrecentada a lo largo del tiempo, eliminando los factores de incertidumbre y los riesgos de deterioro asociados con este tipo de proyectos. Por el gran número de factores interdependientes que intervienen en esta cla-

se de proyectos, el diseño debe basarse en la información 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 fotointerpretación, 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, a fin de que los recursos naturales del área no sufran deterioro y conserven su carácter de renovables en cantidad y calidad.

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

De acuerdo con las normas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, los estudios de los proyectos de riego se clasifican en cuatro niveles, denominados: 1) gran visión, 2) prefactibilidad, 3) factibilidad y 4) detallado, según la calidad, la cantidad y el grado de precisión de la información básica disponible y, consecuentemente, para el estudio de las zonas-

de riego respectivas se usan los mismos grados de aproximación.

Siguiendo un proceso de aproximaciones sucesivas, a cada nivel corresponde una etapa en la definición de los proyectos. En realidad, los estudios de esta clase de proyectos se desarrollan siguiendo la forma de una espiral ascendente, en la que las diferentes actividades se van repitiendo en forma cíclica, a niveles de precisión cada vez más altos. Así, sin que las etapas del estudio pierdan su carácter, ya sea de gran visión, prefactibilidad, factibilidad o detallado, el proyecto debe conservar su estructura, sus características generales y su costo, con las tolerancias aceptables en cada nivel de aproximación, acercándose a la información ideal aunque a la escala requerida por la etapa de que se trate.

Las tres primeras etapas del estudio (gran visión, prefactibilidad y factibilidad) corresponden a la fase de preinversión y la cuarta (detallado) a la fase de inversión. El presente trabajo corresponde a la fase de preinversión.

El nivel de gran visión del estudio corresponde a la primera etapa en la definición de los proyectos, se basa en el aprovechamiento de la información ya existente, complementada con reconocimientos de campo, uso intensivo de la fotogrametría y la fotointerpretación, tanto para determinar la estructura del

proyecto como para identificar los problemas subyacentes e integrar los distintos componentes en forma racional.

A su vez, el nivel de prefactibilidad corresponde a la segunda etapa de aproximación en la definición de los proyectos y se basa en el aprovechamiento de la información obtenida en la fase de gran visión, que debe ser el punto de partida para llevar a cabo con mayor precisión las mismas actividades antes desarrolladas, a fin de acercarse a la estructura final. Para realizar los estudios correspondientes al nivel de prefactibilidad, es indispensable que previamente se hayan llevado a cabo los estudios de gran visión que justifiquen la continuación de las actividades.

Finalmente, el nivel de factibilidad constituye la tercera etapa en la definición de los proyectos y se basa en el aprovechamiento de la información y de las conclusiones obtenidas en la fase de prefactibilidad, que deben ser el punto de partida para llevar a cabo las mismas actividades antes desarrolladas, pero con mayor precisión, a fin de llegar prácticamente al diseño definitivo. Para realizar los estudios correspondientes al nivel de factibilidad, es necesario que previamente se haya llevado a cabo el estudio de prefactibilidad, que sirva de base y justifique la continuación de las actividades.

Considerando que el estudio integral de una zona de riego,-- además de ser costoso requiere un largo período de ejecución, esta metodología es ventajosa porque permite adoptar gradualmente las decisiones sobre el desarrollo de los trabajos y - cambiar en caso necesario la orientación de las actividades, o bien suspenderlas si se presentan problemas insalvables o-- si las evaluaciones que se realizan en cada etapa indican que el proyecto debe ser aplazado o rechazado.

*Obras en las Zonas de Riego.*- Las áreas de riego deben proveerse, según el caso, de un conjunto de obras básicas, obras complementarias y trabajos preagrícolas, que al interrelacionarse para constituir un sistema eficiente permiten hacer el mejor aprovechamiento en los recursos naturales (agua, suelo y clima) de la zona.

*Obras Básicas.*- Son esencialmente las de almacenamiento, --- derivación, conducción y distribución de las aguas destinadas al riego, las de eliminación de las aguas excedentes, las de intercomunicación y conexión con el sistema vial de la región y las de protección contra inundaciones.

*Obras de Almacenamiento.*- Formadas por una presa en un sitio previamente escogido, que es donde se cambia el régimen natural del escurrimiento, al régimen artificial de la demanda requerida por la cédula de cultivos.

*Obras de Derivación.*- Son las destinadas a derivar o desviar las aguas del cauce de la corriente hacia los terrenos regables, y consisten generalmente en presas derivadoras de muy diversos tipos y características, plantas de bombeo o tomas directas.

*Canales de Riego.*- Se destinan a conducir y distribuir las aguas de la zona de riego.

*Canal Principal.*- Se inicia en una presa derivadora, una planta de bombeo, una toma directa o en la obra de toma de una presa de almacenamiento y consta generalmente de un tramo de conducción, llamado tramo muerto y un tramo de distribución de las aguas.

*Tramo Muerto.*- Comprende desde el origen del canal principal en la fuente de captación del agua, hasta la primera toma para abastecer a la zona regable y tiene una capacidad uniforme en toda su longitud, a menos que esté prevista la admisión de las aguas no controladas de algunas corrientes que se intercepten en el recorrido.

*Tramo Distribuidor.*- Se inicia en el extremo del tramo muerto y se desarrolla dominando los terrenos regables. Su capacidad inicial es igual a la del extremo inferior del tramo muerto y

y se va reduciendo paulatinamente, por tramos bien definidos, a medida que alimenta a los canales del sistema de distribución. Constituye la primera fase en la distribución del agua en los terrenos regables.

*Sistema de Distribución de las Aguas.* - Tiene su origen en el tramo distribuidor del canal principal y está constituido por una red de canales que distribuyen las aguas en toda la zona regable.

*Clasificación de los Canales.* - Dependiendo de la magnitud y la forma del área regable, así como de la conformación del terreno, el sistema de distribución de las aguas está formado por las siguientes clases de canales:

Laterales, que se inician en el canal principal, dominan las porciones principales o unidades en que se divide el área regable, delimitadas generalmente por drenes, y constituyen la segunda fase de la distribución del agua.

Sublaterales, que tienen su origen en los canales laterales y los ramifican, constituyendo la tercera fase en la distribución del agua.

Ramales, que se inician en los canales sublaterales para rami

ficarlos y constituir la cuarta fase en la distribución del agua.

Subramales, que ramifican a los ramales y son la quinta fase en la distribución del agua.

Regaderas, que constituyen la última ramificación del sistema y distribuyen el agua en los lotes.

Es frecuente que tanto en el tramo distribuidor del canal principal, como en los canales laterales se requieren bocatomas para riego directo de algunos lotes.

*Criterios para localizar los canales.*- De acuerdo con las condiciones topográficas del terreno, la distribución de la tierra y los diferentes sistemas de tenencia existentes, la localización y características de la infraestructura de riego existente y el agrupamiento de las áreas de suelos aptos para el riego, se adopta cualquiera de los siguientes criterios para localizar los canales del sistema de distribución.

Natural, que es ideal en terrenos con topografía ondulada y consiste en localizar los canales en función de la topografía, alojándolos generalmente a lo largo de los parteaguas para dominar hacia ambos lados, reduciéndose la longitud del sistema



con relación a otro método.

Rectangular, aplicable en terrenos sensiblemente planos y vírgenes, que consiste en localizar los canales siguiendo las líneas de la cuadrícula que sirvió de apoyo al levantamiento topográfico del área, o líneas paralelas a los llamados meridianos y paralelos de dicha cuadrícula.

Por linderos, que ofrece ventajas en áreas donde ya existe cierto desarrollo agropecuario y se encuentra definida la tenencia de la tierra; requiere localizar los canales siguiendo los linderos hasta donde las condiciones topográficas lo permitan, a fin de evitar el fraccionamiento de los predios y los consiguientes problemas sociales.

Aprovechando las obras existentes, que puede aplicarse con ventaja en las zonas que ya cuentan con una infraestructura de riego más o menos deficiente y que en ocasiones puede integrarse a nuevo sistema, adaptándola para que cumpla con su nueva función.

Combinado, que consiste en localizar los canales de acuerdo con las condiciones especiales que se encuentran en las diferentes porciones de la zona, utilizando indistintamente los criterios mencionados antes.

*Estructura de los canales.*- Tanto el canal principal como los canales del sistema de distribución, requieren estructuras que de acuerdo con sus funciones se clasifican en cuatro grupos: - de operación, de cruce, de protección y de comunicación.

*Estructuras de operación.*- Son las que se requieren para controlar la distribución del agua y se clasifican como sigue:

- a) Bocatoma ( solo en el canal principal )
- b) Limitadora ( solo en el canal principal )
- c) Represa
- d) Toma para canal
- e) Toma parcelaria

*Estructura de cruce.*- Se utilizan para salvar las intersecciones de los canales con el drenaje del área, constituido generalmente por ríos, arroyos, talwegs y depresiones, así como para cruzar canales o drenes del propio sistema y carreteras o vías de ferrocarril y otros obstáculos que se interponen a lo largo del recorrido de los propios canales, y pueden ser:

- a) Sifón
- b) Puente canal
- c) Dique
- d) Alcantarilla

## e) Puente

*Estructuras de protección.*- Se destinan esencialmente a proteger los canales de los daños que puedan producir los escurrimientos, tanto los que conducen los propios canales como los que se generan en las cuencas adyacentes y son interceptados por la ruta. Sirven para absorber el exceso de pendiente del terreno en relación a la pendiente de los canales, para descargar los gastos excedentes y para admitir o desviar los escurrimientos de las áreas adyacentes, que fluyen hacia los canales; se clasifican como:

- a) Caídas y rápidas
- b) Desagues
- c) Lavaderos o entradas de agua
- d) Pasos superiores
- e) Cunetas y contracunetas

*Estructuras de comunicación.*- Se requieren para restablecer las condiciones de vialidad que prevalecían antes de la construcción de los canales o para admitir el paso de los caminos de servicio que intercomunican el área y consisten esencialmente en:

- a) Puentes

## b) Vados

*Revestimiento de los canales.*- Algunos canales deben revestirse en toda su longitud o en tramos, por una o más de las siguientes razones: a) Reducir las pérdidas de conducción, b) evitar el deterioro de los suelos en las áreas adyacentes, c) reducir la intensidad y la capacidad del drenaje de los suelos, d) reducir los volúmenes de excavación, e) reducir los costos de conservación, f) aumentar la pendiente, g) reducir el costo de las estructuras, h) reducir las afectaciones a lo largo de la ruta e i) aumentar la eficiencia de conducción con todas sus implicaciones.

Para revestir los canales pueden usarse una gran variedad de materiales cuyo costo y los resultados que se obtienen varían substancialmente en cada caso. Los más usuales son: concreto, gunite, suelo cemento, ladrillo, arcilla impermeable, lámina de asfalto, etc.

*Sistema de drenaje.*- Consiste en una red de drenes de capacidad variable que cubre la zona de riego y se destina a eliminar en la forma más directa las aguas excedentes, cualquiera que sea su procedencia, a fin de evitar que los niveles freáticos asciendan en forma inconveniente.

*Clasificación de los drenes.*- Dependiendo de diversos factores, como la forma del área, la conformación del terreno, la función que desempeñan, su localización y el área que drenan, el sistema de drenaje está constituido por las siguientes clases de drenes:

Parcelarios, que son generalmente entubados, se localizan en los terrenos de riego y se destinan a eliminar el exceso de aguas superficiales y subterráneas dentro de la parcela, para descargarlo en los drenes secundarios, manteniendo el "balance de sales".

Secundarios o de alivio, que se localizan aprovechando la conformación del terreno, siguiendo las líneas de flujo del micro drenaje y conectando sumideros o áreas aisladas con drenaje deficiente, a los drenes colectores o a los principales, a fin de eliminar las aguas excedentes, procedentes del riego, de filtraciones y de desperdicios, para mantener abatidos los niveles freáticos. Se extienden por toda el área a fin de recibir la descarga del drenaje parcelario y pueden ser abiertos o entubados.

Colectores o interceptores, que se alojan también aprovechando la conformación del terreno, siguiendo las depresiones y los talwegs. Se destinan esencialmente a recibir las aguas que

descargan los drenes secundarios para conducirlos a los drenes principales.

Principales, que se localizan a lo largo de las líneas principales del drenaje natural y se destinan a desalojar del área todas las aguas excedentes, incluyendo las aportaciones de las cuencas alimentadoras, así como las que se generan en la propia área, procedentes de la lluvia, de los excedentes del riego, de filtraciones y de desperdicios.

Este orden se altera en algunos casos, cuando los drenes secundarios descargan directamente en los drenes principales.

*Criterios para localizar los drenes.*- Los drenes principales se alojan a lo largo de los cauces principales del drenaje natural del área, haciéndoles las rectificaciones que se requieran para que la descarga de las aguas excedentes se lleve a cabo en la forma más directa.

Por su parte, los drenes secundarios se espacian de acuerdo con las necesidades de cada porción del área y adoptan cualquiera de las siguientes formas: a) paralelos, b) hueso de pescado, c) doble principal y d) mixto.

*Estructuras de los drenes.*- Para mantener las condiciones de

vialidad que prevalecían antes de la construcción de los drenes, deben construirse estructuras de cruce, consistentes en puentes.

*Sistema de caminos de servicio.*- Se destina a intercomunicar la zona de riego y a conectarla con el sistema vial de la región. Está constituido por una red de caminos que se alojan a lo largo de los canales principales y distribuidores o enlazan con éstos para formar circuitos cerrados.

*Clasificación de los caminos.*- Dependiendo de diversos factores, especialmente de su importancia dentro de la zona de riego, de su localización y de su desarrollo, los caminos se clasifican como sigue:

Secundarios, que están constituidos por una sola faja de circulación conformada, se alojan generalmente a lo largo de la corona de los bordos de los canales distribuidores y son alimentadores de los caminos principales.

Principales, que constan de dos fajas de circulación revestidas y se alojan a lo largo de la corona del bordo del canal principal o en la forma más conveniente para la vialidad de la zona. Reciben la alimentación de los caminos secundarios y enlazan con el sistema de caminos de la región.

De enlace, que están constituidos por una o dos fajas de circulación revestidas y se destinan a ligar los caminos secundarios o los principales, para formar circuitos.

*Estructuras de los caminos.*- Consisten generalmente en puentes y excepcionalmente en vados, que se contruyen en los cruces con canales, drenes, cauces de corrientes o talwegs y se destinan a integrar la comunicación.

*Conducción de agua a lo largo de cauces naturales.*- En ocasiones se requiere aprovechar los cauces naturales de los ríos o arroyos para conducir aguas destinadas a riego. Los casos más frecuentes son:

- a) Cuando el agua extraída de una presa de almacenamiento se arroja al cauce para derivarla aguas abajo, en el sitio adecuado para alimentar el canal principal.
- b) Cuando los terrenos regables se dividen en varias unidades distribuidas a lo largo de una corriente.
- c) Cuando no se aprovecha la misma estructura para derivar el agua destinada al riego en cada margen de una corriente.



*Obras de defensa contra inundaciones.*- Consisten generalmente en la rectificación y encauzamiento de las corrientes para aumentar la capacidad del cauce o en bordos marginales de contención destinados a proteger los terrenos de riego contra las inundaciones.

*Obras complementarias.*- Son las necesarias para administrar y operar las obras básicas.

*Edificio para la administración.*- Para alojar la administración de las obras, incluyendo las diferentes actividades necesarias para desarrollar una agricultura tecnificada, se requiere un edificio adecuado a las características y a la magnitud de la zona ubicada de ser posible en una localidad próxima que cuente con toda clase de servicios.

*Casas para los operadores.*- Para que la zona se opere eficientemente es preciso alojar al personal encargado de la operación preferentemente en el centro de gravedad de la unidad que tiene a su cargo, en casas funcionales que se utilizan como vivienda y oficina.

*Estructuras aforadoras.*- Tanto el canal principal como los canales distribuidores deben proveerse de estructuras aforadoras localizadas en la forma más conveniente para medir los

gastos en los puntos clave para la operación del sistema y la dotación a los usuarios, así como para registrar las pérdidas por concepto de conducción y distribución.

*Sistema de intercomunicación.*- La zona debe proveerse de una red de intercomunicación telefónica que cuente con una central en las oficinas de la administración, se extienda a las casas de los operadores e incluya equipos móviles en los vehículos del personal encargado de la operación, a fin de que exista comunicación constante y segura entre todos los elementos que participen en la administración del sistema.

*Centro electrónico de procesamiento.*- La administración del sistema debe integrarse con un centro electrónico de procesamiento de la amplia y variada información que se genera a partir de la lotificación del área y la formación del padrón de usuarios; de la operación coordinada de las obras y la distribución del agua en función de los diversos cultivos y de acuerdo con las condiciones topográficas y climatológicas, así como la textura de los suelos de cada porción de la zona; de la evolución de los suelos como resultados del riego; de las variaciones de los niveles freáticos; de los diferentes grados de productividad, etc.

*Actividades preagrícolas.*- Son las necesarias para emprender

el aprovechamiento de los recursos de agua , suelo y clima en forma de explotación agrícola.

*Desmante de las tierras.*- Consiste en eliminar la cubierta vegetal, que comprende la tala de los árboles y los arbustos, la roza de maleza, hierba, zacate o remanentes de las siembras y el desenraice, así como la limpia y quema de los residuos no aprovechables, tanto de las áreas que quedarán cubiertas por las obras como de las que recibirán riego, cuidando en este último caso de que los suelos no sufran un deterioro innecesario y que los trabajos se realicen en forma coordinada con las actividades subsecuentes a fin de evitar la erosión de los suelos expuestos.

*Nivelación de las tierras.*- Es una actividad esencial porque permite aumentar la eficiencia en el uso del agua, que generalmente es el recurso escaso, al contribuir a la distribución uniforme de los riegos reduciendo los desperdicios y evitando encharcamientos. Además de los trabajos de desmante que antes se han mencionado, la nivelación de las tierras requiere la eliminación de surcos, rastreo, movimiento de tierras, escarificación y paso de niveladora, algunos de ellos con intensidad variable en función de la conformación del terreno.

*Trabajos de conservación de suelos.*- Además de los trabajos -

de nivelación de las tierras y otras prácticas conservacionistas que deben realizarse en las áreas de riego propiamente dichas, se requieren otros trabajos de conservación de los suelos en las áreas afectadas por las obras o por los bancos demateriales, especialmente en los cortes expuestos a la erosión.

## CAPITULO II

### DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO

#### 2.1) Ubicación.

La zona por beneficiar con las obras que se proponen se ubica en la planicie costera del estado de Nayarit, e incluye una pequeña zona del extremo sur del estado de Sinaloa.

Se encuentra limitada hacia el norte, por la sierra de San Francisco; al este, por la de Teponahuastla; y hacia el sur y el poniente colinda con las Lagunas de Pescadero, Agua Brava y el Estero de Tecapán.

Geográficamente, la zona está situada entre los  $22^{\circ}15'$  y  $22^{\circ}40'$  de latitud norte; y entre los  $105^{\circ}15'$  y los  $105^{\circ}36'$  de longitud occidental. Su altitud varía de 2 a 50 metros sobre el nivel del mar.

Políticamente, pertenece a los municipios de Huajicori, Acaponeta, Tecuala y Rosamorada, en el estado de Nayarit; y al de-

Escuinapa, en Sinaloa. Los centros de población más importantes ahí asentados - según se aprecia en el croquis (2.1.1) - son Acaponeta, Tecuala, Huajicori, Quimichis, San Felipe Azatán y Milpas Viejas.

## 2.2) Orografía.

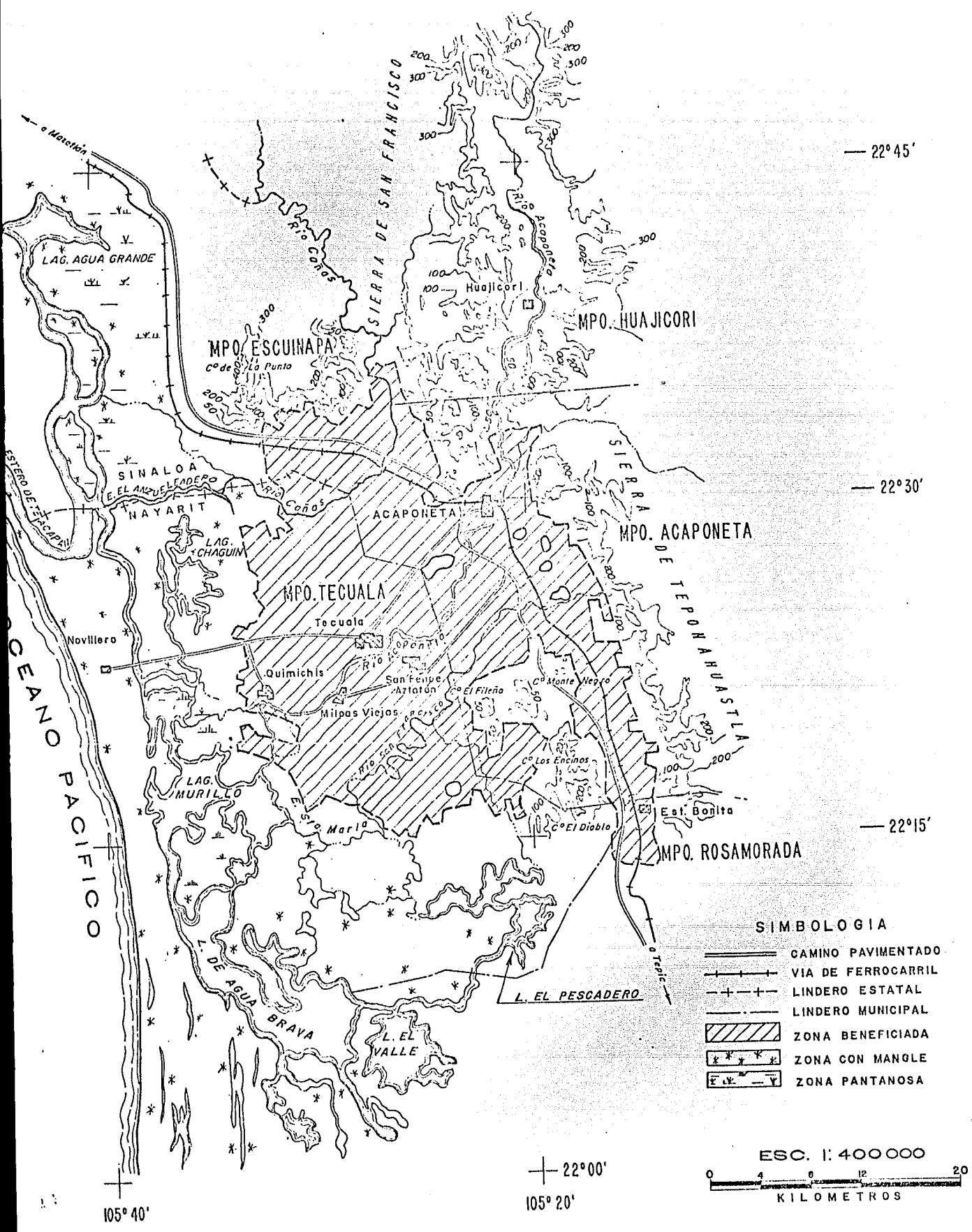
La zona forma parte de una llanura aluvial, de forma déltica, con relieve plano y pendientes suaves que se proyectan, de manera general, del noreste a suroeste.

Esta planicie se extiende al pie de las sierras de San Francisco y Teponahuastla, cordilleras que se derivan de la Sierra Madre Occidental. La primera llega hasta el límite norte del área de proyecto, y sus últimas estribaciones colindan, hacia el poniente, con la zona de marismas, en las proximidades de la desembocadura del río Cañas al Estero El Anzueleadero. Entre las elevaciones más cercanas a dicha zona figura el Cerro de la Punta, que alcanza unos 600 metros de altitud.

## 2.3) Geología regional y sismología.

En términos generales, en esta zona afloran rocas ígneas y sedimentarias, cuya edad varía del Terciario al Reciente.

CROQUIS (2.1.1)  
LOCALIZACION



— 22° 45'

— 22° 30'





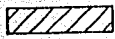


— 22° 15'

— 22° 00'

105° 20'

105° 40'

SIMBOLOGIA

-  CAMINO PAVIMENTADO
-  VIA DE FERROCARRIL
-  LINDERO ESTATAL
-  LINDERO MUNICIPAL
-  ZONA BENEFICIADA
-  ZONA CON MANGLE
-  ZONA PANTANOSA

ESC. 1: 400 000



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 5 y 6 grados de la escala de Mercalli modificada en 1931.

#### 2.4) Factores climatológicos e hidrometeorológicos.

Con el fin de conocer las características climáticas de la zona beneficiable, se analizaron los registros de cuatro estaciones climatológicas localizadas dentro de la misma y en sus inmediaciones. En el Cuadro (2.4.1) se relacionan dichas estaciones, su ubicación, el período de observaciones considerado 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 normal en el verano, variando su categoría de humedad desde semiseco, con demasiada de agua estival en la zona más cercana 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 Koppen, el cli-



CUADRO ( 2.4.1 )

INFORMACION CLIMATOLOGICA DE LAS ESTACIONES CONSIDERADAS

ESTACION	COORDENADAS		PERIODO	TEMPERATURA ( °C )			PROMEDIO ANUAL ( mm )	
	Lat. N.	Log. W.		Máxima Extrema	Media	Mínima Extrema	Preci- pitación	Evapo- ración
Acaponeta	22°30'	105°22'	1944-1980	42.0	26.3	6.0	1 363.0	1 976.8
Rosamorada	22°08'	105°12'	1957-1980	42.0	25.4	4.0	1 496.1	1 722.6
Tecuala	22°24'	105°28'	1960-1980	39.0	24.7	5.0	990.2	1 693.0
La Concha	22°32'	105°27'	1960-1980	42.0	26.2	6.5	1 137.0	1 876.3

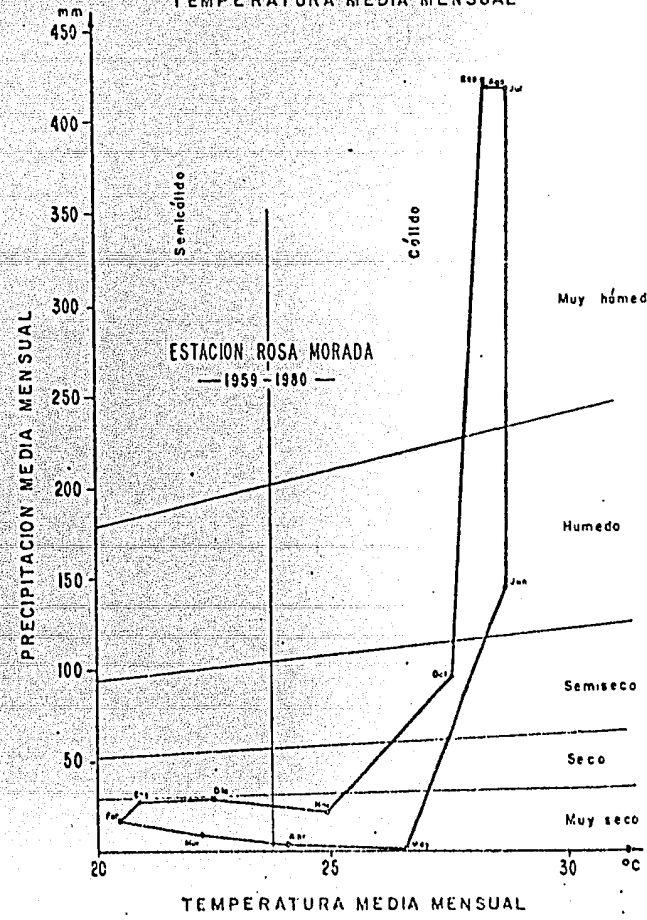
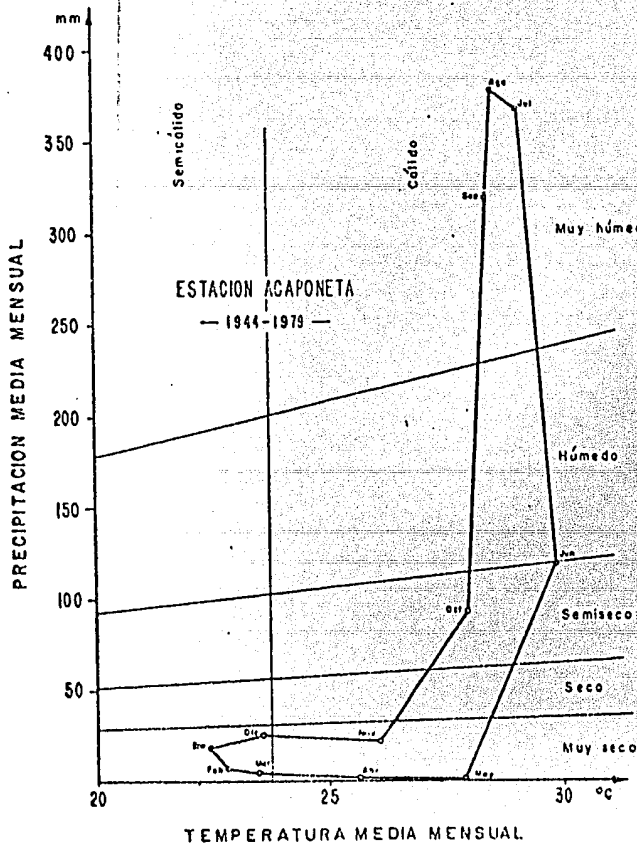
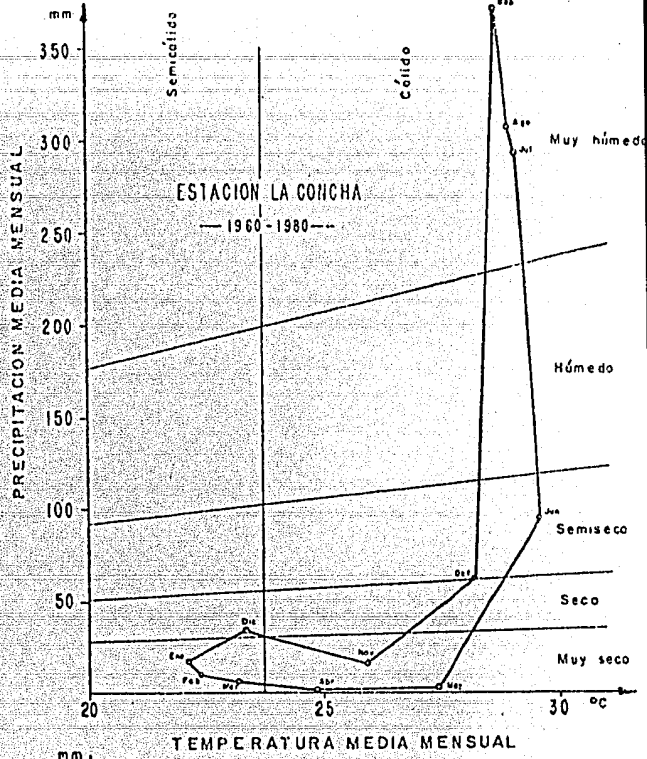
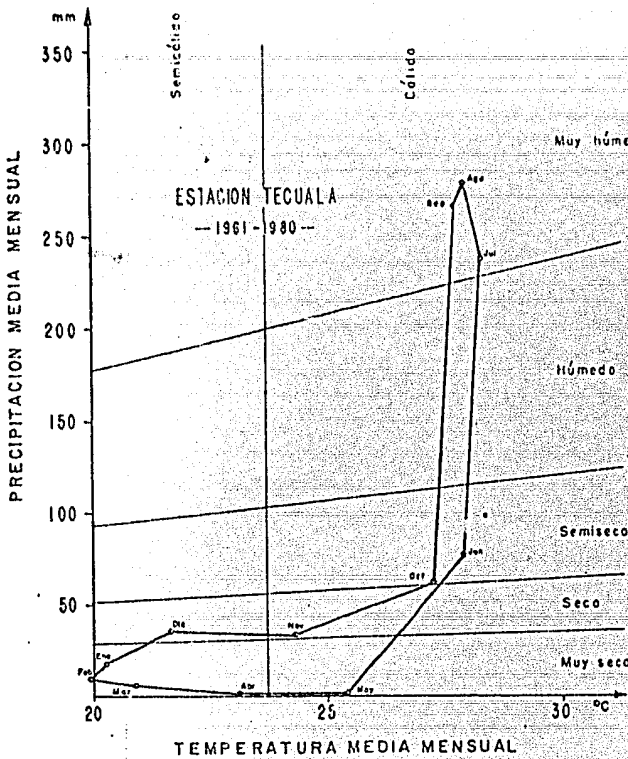
ma es cálido y extremoso, con lluvias en verano; el grado de humedad se incrementa hacia la parte oriental del área de estudio.

La temperatura media anual presenta un ligera variación dentro de la zona, pues al oriente de la misma sobrepasa los  $26^{\circ}\text{C}$ , mientras que hacia occidente es menor de  $25^{\circ}\text{C}$ . En los climogramas de la Gráfica ( 2.4.2 ) pueden apreciarse las variaciones mensuales de la temperatura, observándose que los meses más cálidos son junio y julio, mientras que los más fríos son enero y febrero.

Los valores máximos absolutos de la temperatura observados en la región varían entre  $39$  y  $42^{\circ}\text{C}$ , correspondiendo el menor a la zona inmediata a Tecuala, y el mayor a las tres estaciones restantes. A su vez, la temperatura mínima absoluta oscila entre  $4$  y  $6.5^{\circ}\text{C}$ , 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  $6.5^{\circ}\text{C}$  en la población de La Concha.

Por lo que se refiere a precipitación máxima en 24 horas, el valor máximo registrado corresponde a Tecuala, donde se acumularon 214 mm. No obstante, los promedios de dichos registros

CLIMOGRAMAS SEGUN EL METODO DE THORNTHWAITE








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 es de 97 mm, en las tres estaciones restantes- dicho valor asciende a 117 mm.

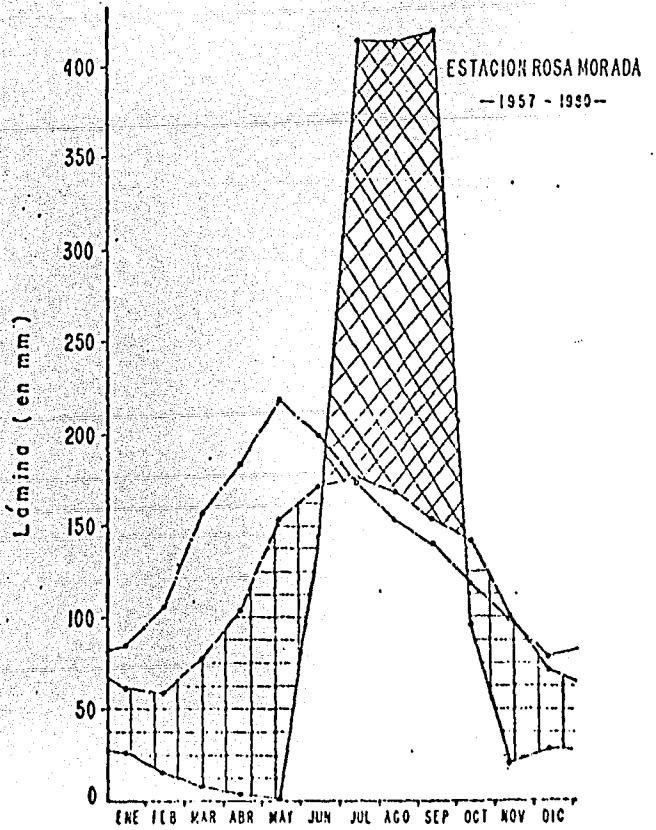
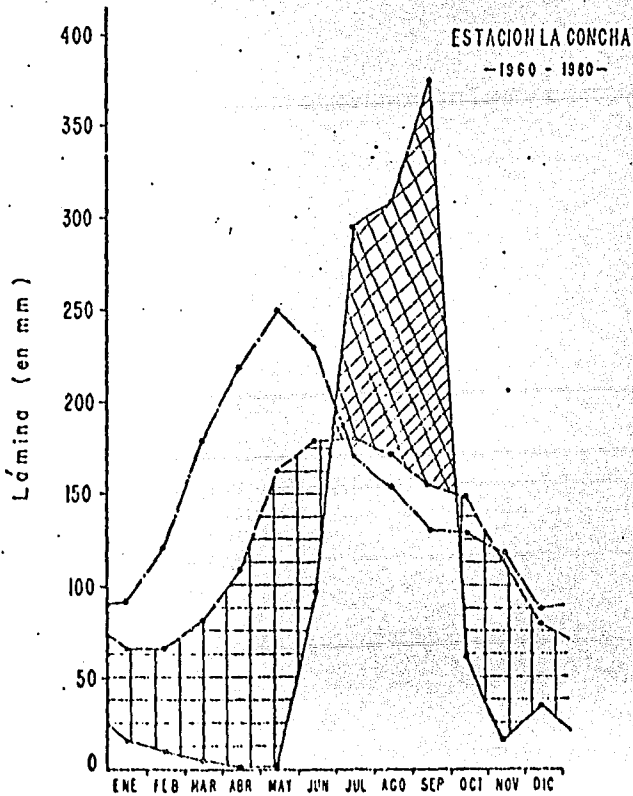
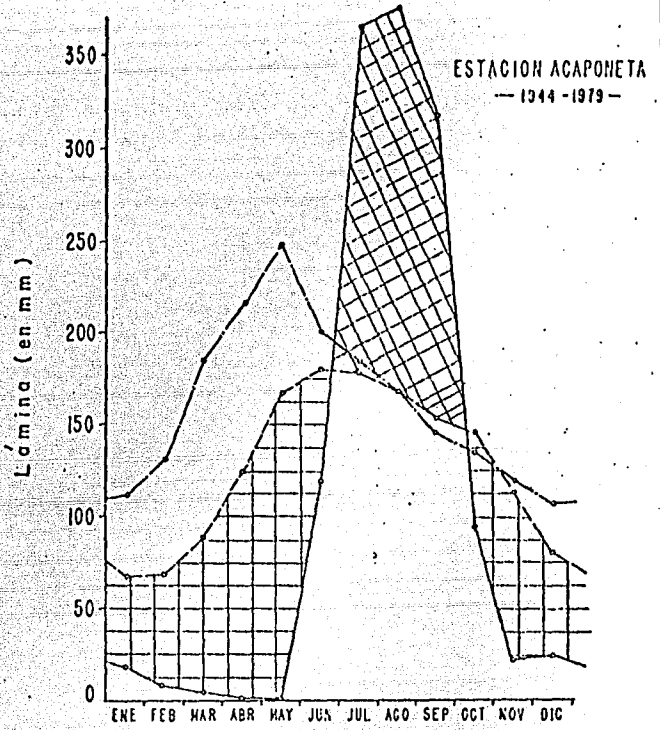
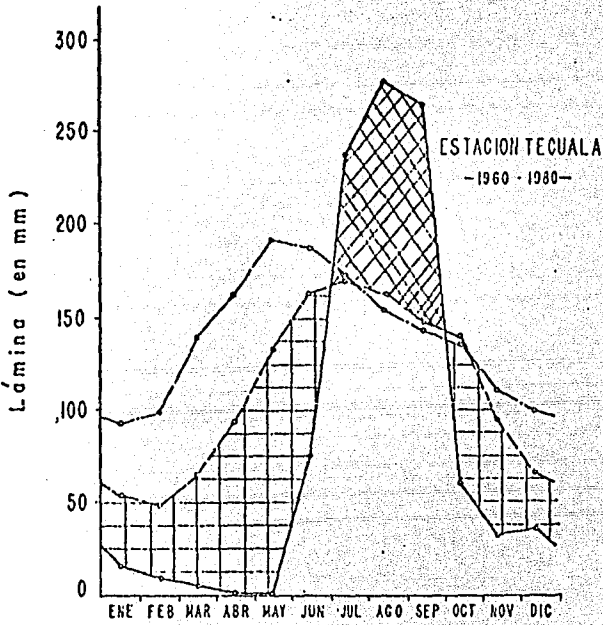
La evaporación de la zona fluctúa entre 1 693 y 1 977 mm, notándose que se incrementa ligeramente hacia el oriente del - área en estudio. La mayor parte de la evaporación ocurre en el lapso marzo-agosto, en que se concentra el 60 y 64% del to- tal anual, correspondiendo el primero de estos valores a la - zona de Tecuala; y el segundo, a la de La Concha.

La evapotranspiración potencial en la zona varía desde 1 344- hasta 1 539 mm, pudiendo observarse que se incrementa hacia - el norte y oriente de la región. El máximo valor corresponde a Acaponeta y el mínimo a Tecuala. La evapotranspiración se- concentra, en su mayor parte en los meses de mayo a octubre, - alcanzándose 64% en Acaponeta y 68% en Tecuala. Los meses en los que la precipitación sobrepasa a la evapotranspiración po- tencial son julio, agosto, septiembre, como puede apreciarse- en la Gráfica ( 2.4.3. ).

Por lo que se refiere a precipitación, de acuerdo a los regis- tros de las estaciones aludidas, se observa que la lluvia me-

RELACION ENTRE LA PRECIPITACION Y LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

Precipitación  Deficiencias   
 Evaporación  Excedencias   
 Evapotranspiración potencial 



dia anual fluctúa entre los 990.2 y 1 496.1 mm, encontrándose los mayores valores a medida que se avanza hacia el oriente de la zona de estudio. Su máximo valor se alcanza en las inmediaciones de la población de Rosamorada. La precipitación media ponderada es de unos 1 150 mm.

En los climogramas mencionados se observa que la temporada lluviosa abarca el lapso junio-octubre, período en el que se concentra entre el 91 y 94% de la precipitación anual. Los meses con mayor lluvia son agosto y septiembre, cuando la media mensual llega hasta 420 mm, en Rosamorada. Por su parte, a mayo corresponde la menor precipitación media, que cifra apenas 0.4 mm, en Acaponeta. Durante la temporada más seca, que comprende desde fines de octubre hasta principios de junio, ocurre un ligero aumento de precipitación en diciembre.

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 de registros, 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.

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 entraron 16 a tierra por el norte de Nayarit o sur de Sinaloa, afectando la región con abundantes lluvias e inundaciones.

#### 2.5) Hidrografía.

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 2,600 m de altitud y -- aproximadamente 40 km al suroeste de la capital de esa entidad. Escurre inicialmente en dirección suroeste hasta su confluencia con el río Galindo, punto en el cual, tomando la denominación de este afluente, cambia de dirección 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 35 km con igual dirección, al término de los cuales recibe, por la margen derecha y a la altura del poblado de Cucharas, los caudales del arroyo La Barbacoa. Entre este sitio y la localidad de Huajicori o sea un tramo de 20 km se le incorporan, por ambas 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, la que conserva 45 km más hasta desembocar en el estero de Agua Brava; la longitud total de este río es de 233 km.

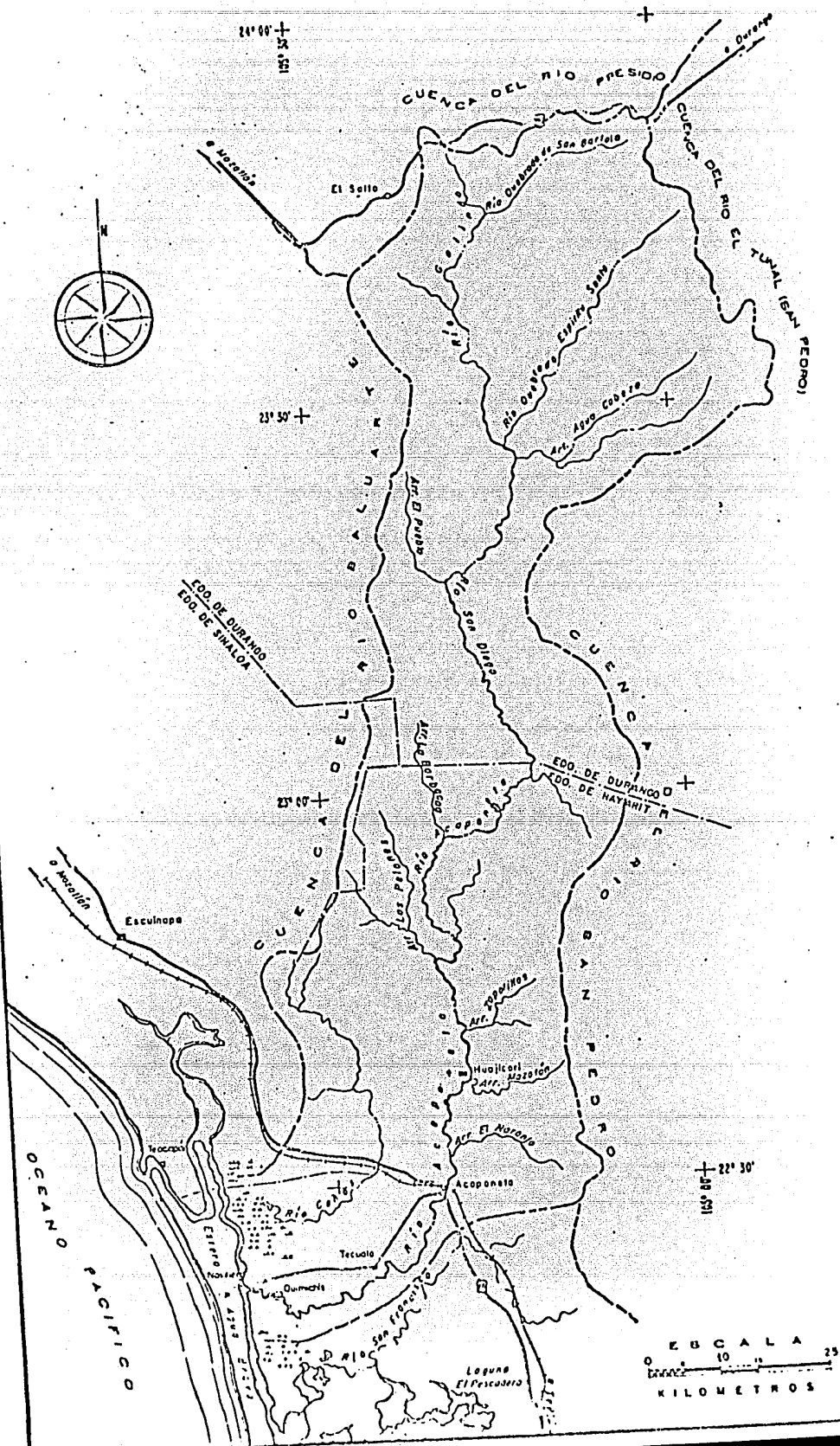
Como puede observarse en el Croquis ( 2.5.1 ), la cuenca del Acaponeta es de forma alargada, tiene - en general - dirección norte-sur, y mide, aproximadamente, 5 600 km<sup>2</sup>. Limita, al norte, con la propia del río Presidio; por el sur, con las de los arroyos Rosamorada y San Francisco, y con 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, don-



CROQUIS (2.5.1)

# CUENCA DE LOS RIOS ACAPONETA Y CAÑAS



de recibe los aportes del arroyo de este nombre. En ese sitio cambia 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 Mimbres. Aguas abajo de esta confluencia, escurre el 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, escurriendo 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 km<sup>2</sup>, 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.

## CAPITULO III

### INFRAESTRUCTURA

#### 3.1 Obras Hidráulicas.

En el área por beneficiar existen algunos aprovechamientos -- que proporcionan riegos de auxilio mediante bombeos directos-- desde las corrientes superficiales, destinados a irrigar -- 8 881 ha de terrenos cultivados, en su mayoría con tabaco. --

En el Cuadro ( 3.1.1 ) se consignan su fuente de abastecimiento, área servida y tipo de operación.

#### 3.2 Vías de Comunicación y Sistemas de Transporte.

Entre las obras viales que comunican la zona es de mencionar, en primer término, la carretera federal No. 15 que comunica-- la ciudad de México con la de Nogales y atravieza, longitudi-- nalmente, la porción oriental de la región en estudio. Con -- ella entroncan la carretera estatal Acaponeta-Tecuala-Noville-- ro y un camino revestido que conduce a los poblados de Milpas Viejas y el Filo. Asimismo, existen otros caminos que comuni

## CUADRO ( 3.1.1 )

## INSTALACIONES DE BOMBEO EXISTENTES

DENOMINACION	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	SUPERFICIE ( ha )	OPERACION A CARGO DE
Quimichis	Acaponeta	453	PARTICULARES
La Bayoca	Cañas	75	
Sayulilla	Acaponeta	1 539	DIRECCION GENERAL DE UNIDADES DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL
San José de Gracia	Acaponeta	105	
San Miguel	San Francisco	568	
El Resbalón	San Francisco	712	
San Felipe Aztatán	Acaponeta	2 860	
La Guásima	Acaponeta	425	
	San Francisco		
La Presa	San Francisco y Vaso Las Dueñas	1 418	
Casas Coloradas	San Francisco Coamecate	279	
La Cortez	San Francisco Coamecate	447	
<b>TOTAL</b>		<b>8 881</b>	

can 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 servicio ferroviario se refiere, el Ferrocarril del Pacífico ( Guadalajara-Nogales ) recorre la zona de estudio en su extremo occidental, casi paralelamente a la carretera federal No. 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 en estudio, respectivamente.

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

### 3.3 Otros.

*Electrificación.* - 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 Acaponeta, que tiene 6 000 KV de capacidad, y de ahí se distribuye a las localidades aledañas mediante circuitos con línea de 13 kv.

*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 de 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.

*Centros Educativos, de Investigación 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 de proyecto.

A últimas fechas se creó el Centro de Investigaciones Pecuarias "El Macho", dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, 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 hospitales, 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.

*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, existen en Tepic establecimientos para el tratamiento del tabaco que concentran la mayor parte de la producción estatal.



## CAPITULO IV

### USOS DEL AGUA Y DEL SUELO

#### 4.1 Aprovechamiento del Agua.

Como puede verse en el Croquis (4.1.1), la cuenca hidrológica del río Acaponeta abarca porciones territoriales de los municipios de Pueblo Nuevo y Durango, de este Estado; y Acaponeta, Huajicori, Rosamorada y Tecuala, del de Nayarit.

Por su parte, la cuenca del Cañas se localiza casi íntegramente en el Estado de Nayarit, comprendiendo, adicionalmente, -- parte del municipio de Escuinapa en Sinaloa.

Los volúmenes de agua utilizados en la primera de estas cuencas ascienden a  $51 \text{ hm}^3$ , inferiores al 4% del escurrimiento -- del río en la estación Acaponeta. En el Cuadro (4.1.1) se detallan los usos de este recurso, pudiendo ahí apreciarse que el 95% del volumen consumido corresponde a la cuenca baja; -- asimismo, se observa que de hecho, se destina íntegramente a riego.



## CUADRO ( 4.1.1 )

## USOS DEL AGUA

## CUENCA DEL RIO ACAPONETA

APROVECHAMIENTO	VOLUMEN CONSUMIDO		SUMA
	Cuenca Alta	Cuenca Baja	
Doméstico	0.070	0.478	0.548
Industrial	0.010	0.015	0.025
Agrícola	2.026	47.874	49.900
Pecuario	0.214	0.658	0.872
<b>TOTAL</b>	<b>2.320</b>	<b>49.025</b>	<b>51.345</b>

FUENTE: Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica,  
S.A.R.H., 1970

## 4.2 Uso del Suelo.

47

Debido a las necesidades del proyecto, en el año de 1981 se actualizó el uso del suelo en la zona por beneficiar, detectándose, en conjunto, un total de 80 129 ha.

De ellas 5 654.4 ha se encuentran dedicadas a riego anual; -  
39 676.6 están abiertas a la agricultura de temporal anual y -  
5 086.7 ha son de cultivos de temporal perenne. Finalmente, -  
29 618.4 ha están destinadas a usos pecuarios y 92.0 son áreas sujetas a inundación.

En el Cuadro (4.2.1) se resume esta información.

## 4.3 Agricultura.

Las labores agrícolas constituyen la actividad productiva más importante de la zona. Dicha actividad se lleva a cabo en una superficie de 50 418 ha, de las cuales 44 763 se encuentran bajo la modalidad de temporal y las restantes bajo riego. Los métodos de cultivo son rudimentarios, exceptuando los del tabaco y algunos predios donde se siembra maíz, sorgo y frutales, labores que disponen de extensionismo, mecanización y riego de auxilio.

REGIMEN	TERRENOS DE USO AGRICOLA			TERRENOS DE USO PEXUARIO	ZONA DE INUNDACION
	Anuales bajo riesgo	Anuales de temporal	Temporal perenne	Asociación de material y pasto	
<b>PROPIEDAD PARTICULAR</b>	<b>148.8</b>	<b>3 637.4</b>	<b>1 699.0</b>	<b>4 090.4</b>	
Menores de 5.0 ha	14.4	12.8	6.0		
De 5.1 a 10.0 ha	44.8	54.4	56.0	9.6	
De 10.1 a 20.0 ha	24.0	99.6	140.8	41.6	
De 20.1 a 50.0 ha	27.2	533.0	513.6	196.4	
De 50.1 a 100.0 ha	38.4	1 284.9	348.6	1 072.0	
Mayores de 100.0 ha		1 652.8	632.0	2 770.8	
<b>MUNICIPAL</b>	<b>5 505.8</b>	<b>34 836.4</b>	<b>3 387.7</b>	<b>25 528.0</b>	<b>92.0</b>
El Tigre	169.2	773.6	3.6	32.0	
El Aguaje	69.6	1 442.4	14.4	470.0	
La Loma		308.4	47.2	342.8	
La Ballena	151.2	409.6	216.8	205.2	
La Concepción	19.6	586.4	42.0	1 598.0	
El Copal		753.6	190.4	1 137.6	
Las Pilas		90.0		472.8	
La Haciendilla	26.0	61.6	16.4	267.2	
Acaposta	28.4	1 022.0	727.6	1 878.4	
San Dieguito de Arriba		404.0	0.3	835.2	
La Presa		3 684.0	9.2	892.4	
San Miguel	54.8	2 069.2	9.2	3 922.4	92.0
El Pesbalón		1 132.4		1 843.2	
La Cortez	2.4	1 138.8		56.8	
Sayula	1 797.2	674.4	97.2	128.0	
San Felipe	1 168.8	4 835.2	6.4	123.6	
La Guásima	221.6	911.2		46.4	
Milpas Viejas	242.0	3 131.6	167.4	166.0	
Casas Coloradas	75.2	162.8		1 224.8	
De Tecuala		3 797.2	74.0	102.4	
Pajaritos		1 018.0		299.2	
El Fillo	208.0	1 128.4	32.8	892.4	
Río Viejo	404.6	494.4	899.6	160.8	
Paso Hondo	74.0	642.8		222.8	
De Quimichis	541.6	672.4		883.6	
El Limón		1 984.4		398.8	
De Bonitas		64.4		2 134.4	
Llano del Tigre		45.6		214.4	
De Pescadero		305.2	30.4	830.0	
Agua Verde	173.6		684.8	130.4	
San José	78.0	450.4	118.0	637.6	
La Hiquerita		222.8		63.2	
Huajicori		419.2		2 915.2	
<b>TERRENOS NACIONALES</b>		<b>1 202.8</b>			
<b>TOTALES</b>	<b>5 654.6</b>	<b>39 676.6</b>	<b>5 086.7</b>	<b>29 618.4</b>	<b>92.0</b>

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

Entre los perennes, que sólo cubren el 10% de la superficie -- destinadas a actividades agrícolas, figura principalmente el mango, en sus diversas variedades, cuyo cultivo se está incrementando significativamente. En menor proporción se produce la palma de coco, aguacate, papayo y cítricos.

#### 4.4 Ganadería.

La actividad pecuaria alcanza ahí niveles secundarios; se practica en forma extensiva, utilizando principalmente ganado criollo, cebú y sus cruizas para la producción de la carne. El ganado holandés y suizo, por su parte, se explota para doble propósito -- la obtención de carne y leche -- pero su producción satisface únicamente las demandas de la zona.

Tomando en cuenta que el rendimiento de la selva caducifolia, -- al igual que los esquilmos y los cultivos forrajeros son insuficientes para satisfacer las necesidades alimenticias del ganado bovino, se ha puesto en práctica un método para el incremento nutricional del ganado por medio de praderas. Con dicho método, se han obtenido buenos resultados, según se ha comprobado en el Centro Experimental Pecuario " El Macho ", lugar --

donde también se cuenta con sém<sup>e</sup>n de calidad para su mejora---  
miento.

#### 4.5 Acuacultura.

Colindante con el área en estudio, se localizan numerosos este-  
ros y lagunas, como las de Pescadero, Agua Brava y Teacapán, -  
cuyas condiciones son apropiadas para el desarrollo planifica-  
do de explotaciones pesqueras. En ellos y en la costa -aunque  
en menor escala - se captura el camarón, para el consumo tanto,  
local, como nacional e internacional, renglón que representa -  
un ingreso significativo en la economía de la zona. Asimismo,  
se explota el ostión y otras especies como lisa, mojarra, cons-  
tantino, pargo, robalo, convina y cazón.

## CAPITULO V

### ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

#### 5.1 Balance Agua-Suelo.

De acuerdo con los registros climatológicos analizados, la precipitación en la zona — que varía entre unos 1 000 y 1 500 mm- al año — es ligeramente menor a la evapotranspiración anual, — que fluctúa entre 1 350 y 1 540 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 puede almacenar el suelo, permite esperar el desarrollo adecuado — de los cultivos bajo la modalidad de temporal durante parte del 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 1 320 km<sup>3</sup> anuales — rebase ampliamente los requerimientos de las 54 000 ha de suelos aptos ahí existentes. No obstante, como los caudales de esta corriente descienden considerablemente durante los meses de estiaje, para incrementar su aprovechamiento por arriba de los niveles ya alcanzados, sería indispensable regularlos, en cuyo caso el factor limitante para el desarrollo agrícola de la zona es el suelo.

## 5.2 Agentes 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 54 000 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 sí, resulta insuficiente para desarrollar cultivos a base de — temporal y humedad, durante una parte del mismo.

- iii) La posibilidad de utilizar los escurrimientos del río-Acaponeta para el riego de los terrenos aludidos.
- iv) En materia de comunicaciones, la presencia de vías terrestres de primera, integradas a las redes nacionales de transporte.
- v) La inexistencia de problemas en lo que se refiere a la tenencia de la tierra y a su posible reestructuración.
- vi) El apreciable nivel de tecnificación con que se realizan las labores en algunas fracciones del área beneficiable.
- vii) La disponibilidad de mano de obra suficiente.
- viii) La proximidad de núcleos de desarrollo agrícola que, - en condiciones similares y disponiendo de infraestructura adecuada, han alcanzado niveles de productividad satisfactorios.

### 5.3 Factores que Limitan el Aprovechamiento de la Zona.

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 susceptible de aprovecharse se halla actualmente cubierto con matorral y pasto.

#### 5.4 Prognosis en Ausencia de Acciones.

Los factores limitativos señalados en el inciso anterior han subsistido debido a la carencia de obras de infraestructura hidráulica con la magnitud adecuada.

Tales carencias, que han restringido el desarrollo agropecuario del área a los niveles actuales no podrán ser superadas -- por parte de los campesinos locales, toda vez que la magnitud de las inversiones 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 podrá llevarse a cabo ningún programa para su -- utilización cabal e intensiva.

## CAPITULO VI

### SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

#### 6.1 Clasificación de Alternativas.

Acorde con los razonamientos expuestos en el Capítulo anterior, la concepción del proyecto de obras de infraestructura hidro-- agrícola, para la zona estudiada debería fundarse, tanto en - las posibilidades de riego que existen en la misma, como en el fomento de las actividades temporales que pudieran ahí reali-- zarse. Ahora bien, con objeto de definir la conveniencia de-- impulsar, desde ahora, el desarrollo de las actividades agríco-- las bajo riego, se realizaron los análisis económicos compara-- tivos entre las iniciativas que contemplan aquellas modalida-- des de explotación.

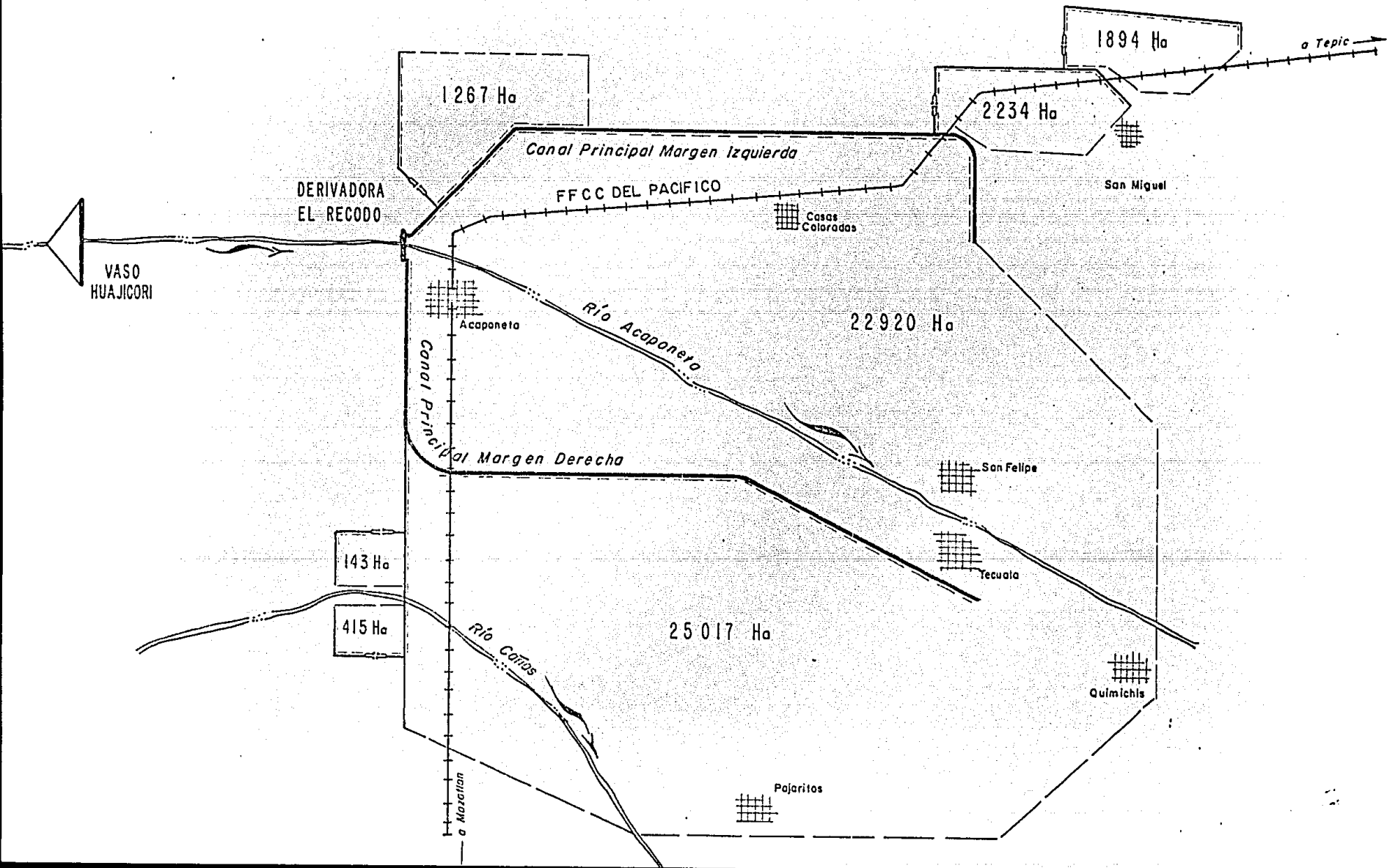
Los resultados de dichos análisis permitieron concluir que re-- sulta más atractiva la opción que propone el riego de esos te-- rrenos, en virtud de lo cual, en lo sucesivo, únicamente se -- analizarán las alternativas que consideren este régimen de ex-- plotación.

En estas condiciones, y tomando en cuenta la distribución estacional de los escurrimientos del río Acaponeta, así como su nivel de aprovechamiento actual, la formulación del proyecto deberá fundamentarse en la regulación de sus caudales, mediante una presa de almacenamiento. Para ello, de entre los diversos sitios identificados sobre esa corriente - y considerando sus características topográficas, geológicas y de disponibilidad de agua - , se ha seleccionado al denominado Huajicori como vaso de almacenamiento y, dada su lejanía a la zona regable, al sitio El Recodo para la derivación de los volúmenes ya regulados.

A partir de este planteamiento y con objeto de determinar tanto la configuración como el tamaño de la superficie máxima beneficiable, se procedió a formular los anteproyectos de los canales principales - que partirían de la derivadora El Recodo - y el sistema de distribución. Dichos análisis indicaron que la mayor extensión, técnicamente posible de beneficiar, asciende a 53 890 ha, ubicadas tal como se muestra en el Croquis (6.1.1).

Conforme a las características topográficas de los terrenos ahí comprendidos, la mayor parte de ellos - 47 937 ha - se atenderán por gravedad, mientras que 4 059 ha se servirían mediante bombes desde los canales principales - superficie distribuida-

# PROYECTO ACAPONETA-CAÑAS NAY.



en cuatro módulos, dos en cada margen del río Acaponeta — y — otro núcleo de 1 894 ha se atendería mediante un rebombeo desde uno de los canales de bombeo de la margen izquierda.

Tomando en cuenta, por una parte, la ubicación de la fuente de abastecimiento y, por la otra, la distribución de las tres zonas que, de acuerdo con sus elevaciones, se dividió el área beneficiable, se identificaron igual número de alternativas de tamaño, descritas a continuación:

- a) La Alternativa I comprende únicamente los terrenos regables por gravedad, abarca una extensión de 47 937 ha y tendría por obras de cabecera, al igual que las opciones restantes, a la presa de almacenamiento Huajicori y la derivadora El Recodo.
- b) Por su parte, la Alternativa II agrega a la anterior las zonas servidas mediante bombeos, para integrar un total de 51 996 ha. Para atenderlas sería necesario instalar cuatro plantas que elevarían el agua entre 5 y 20 m de altura.
- c) Finalmente, la Alternativa III comprendería la totalidad de los terrenos regables, es decir adiciona las 1 894 ha que se servirían con el rebombeo, elevando el



líquido otros 14.3 m. La superficie neta ascendería, en este caso, a un total de 53 890 ha.

## 6.2 Dimensionamiento Hidrológico de la Presa Huajicori.

De acuerdo con lo establecido en el capítulo precedente, el proyecto contempla el riego de 53 900 has localizadas en ambas márgenes del río Acaponeta y el control de las avenidas de esta corriente para brindar protección a la zona por desarrollar. Las obras de cabecera son la presa de almacenamiento Huajicori y la presa derivadora El Recodo.

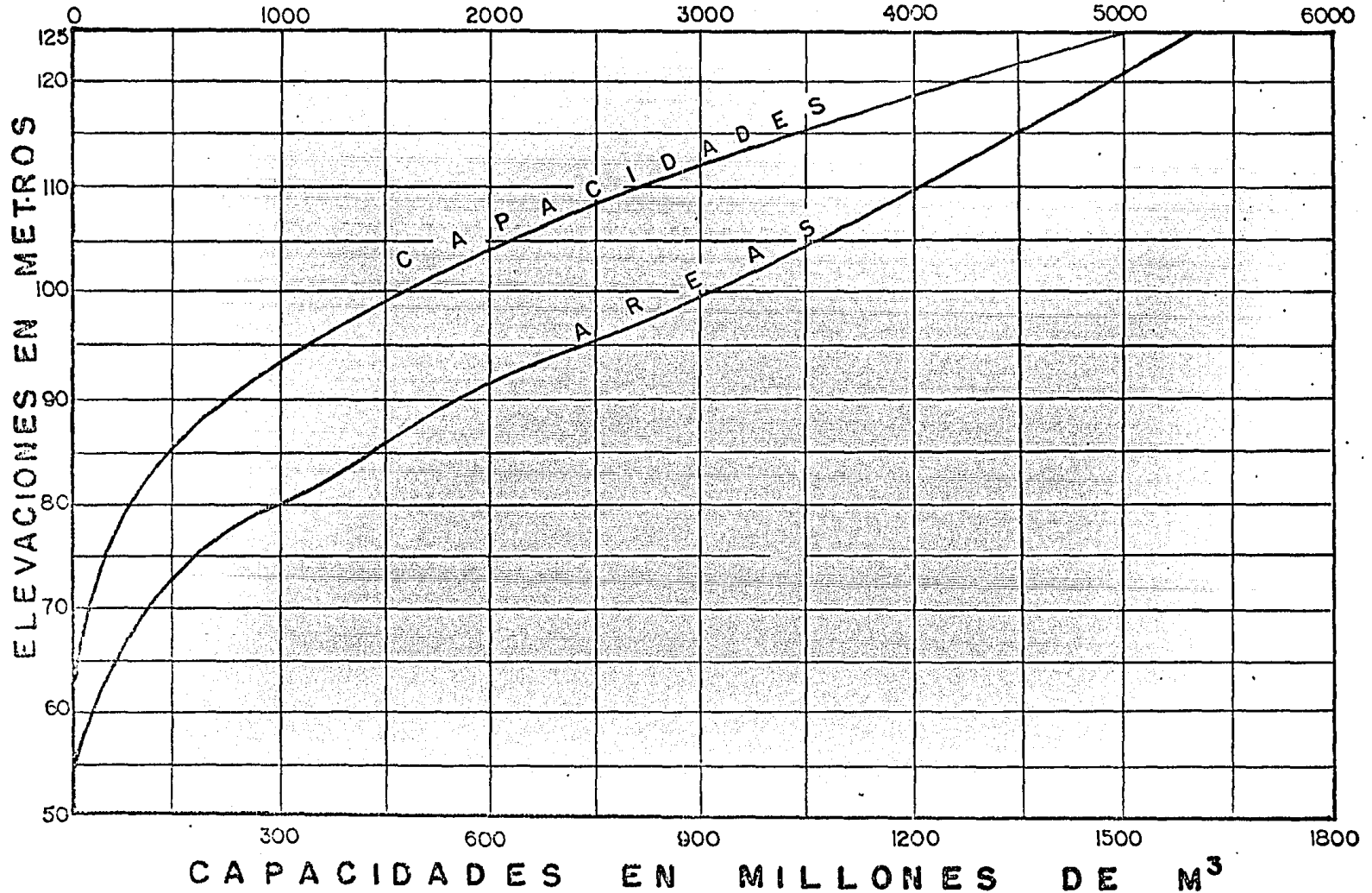
### 6.2.1 Datos Disponibles.

*Topográficos.*- Se dispone de cartas topográficas de la zona a escala 1:50 000, y con plano del levantamiento topográfico a escala 1:20 000, de lo cual se obtuvieron los datos siguientes:

Elevación del lecho del cauce en la boquilla	50 m
Elevación máxima levantada	125 m
Almacenamiento a la elevación 125 m	1 524 km <sup>3</sup>
Area de embalse a la elevación 125 m	5 348 ha
Area drenada hasta el proyecto Huajicori	4 590 km <sup>2</sup>
Area drenada hasta la estación Acaponeta	5 092 km <sup>2</sup>

# GRAFICA DE AREAS Y CAPACIDADES

## AREAS EN HECTAREAS



*Hidrométricos.*- Existen observaciones del régimen del río Aca-  
poneta 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 a no-  
viembre de 1981, presentándose a continuación un resumen de -  
ellos.

Año	Volumen en <sup>3</sup> Millones de m	Año	Volumen en <sup>3</sup> Millones de m
1945 (M'-D)	1 225	1964	1 039
46	1 157	65	1 253
47	1 044	66	1 512
48	1 389	67	1 550
49	808	68	2 714
50	988	69	1 682
51	769	70	1 812
52	1 391	71	1 228
53	876	72	1 108
54	1 014	73	1 912
55	1 651	74	1 005
56	1 046	75	1 625
57	826	76	1 185
58	2 613	77	1 059
59	1 201	78	1 098
60	678	79	1 058
61	1 542	80	945
62	1 105	81 (E-N)	1 265
63	1 679	Promedio (1946-80)	1 302
		Máximo 1968	2 714
		Mínimo 1960	678

*Sólidos en Suspensión.*- La estación hidrométrica Acaponeta -- cuenta con registros del material sólido en suspensión acarreado por la corriente a partir de septiembre de 1956, habiendo cuantificado en el período 1957-1980 un contenido medio por volumen de 0.53 partes por millar.

*Climatológicos.*- Para la información climatológica existente en la cuenca del río Acaponeta se encuentra la estación Huajicori, que únicamente mide la precipitación, habiendo observado una lámina media anual de 1 701 mm de 1966 a 1981.

*Agrológicos.*- Para la zona por beneficiar se determinó una cédula de cultivos, la cual se presenta a continuación.

Cultivos	Area en has	Calendario
Aguacate	1 142	Perenne
Ajonjolí	12 433	Jun.-Oct.
Arroz	5 724	Jul.-Nov.
Arroz	1 331	Jun.-Oct.
Cacahuate	450	Jun.-Sep.
Chile	268	Ene.-May.
Frijol	4 473	Ene.-Abr.
Frijol	26 528	Dic.-Mar.
Jitomate	984	Oct.-Mar.
Jitomate	984	Dic.-May.
Jitomate	984	Feb.-Jul.
Mango	4 691	Perenne
Melón	131	Mar.-Jun.
Pastos	1 103	Perenne
Papayo	601	Perenne
Pepino	126	Oct.-Ene.
Plátano	1 774	Perenne
Sandía	799	Oct.-Ene.
Sorgo	794	Mar.-Jul.
Sorgo	1 335	Dic.-Abr.
Sorgo	988	Jul.-Oct.
Soya	16 313	Jun.-Oct.
Tabaco	2 670	Dic.-Mar.
TOTAL	86 626	

El área física disponible abarca 53 900 has y de acuerdo a la distribución anterior sería de 86 626 has, por lo que el coeficiente de intensidad de cultivo es 1.61.

#### 6.2.2 Cálculo de datos complementarios.

*Entradas al vaso.* - Para obtener las entradas al vaso Huajicori, se ajustaron los escurrimientos de la estación Acaponeta por la relación del área de ambos sitios que es de 0.90.

Con el fin de iniciar las simulaciones de funcionamiento del vaso a la salida de una temporada de avenidas, y ya que la estación Acaponeta cuenta con observaciones desde mayo de 1945, se dedujeron los escurrimientos de noviembre de 1944 a abril de 1945, considerándolos iguales a los valores medios de dichos meses en el período del análisis.

Un resumen anual de las entradas al vaso Huajicori se muestra a continuación.

## Aportes anuales al vaso Huajicori

Año	Volumen en millones de m <sup>3</sup>	Año	Volumen en millones de m <sup>3</sup>
1945	1 169	1964	935
46	1 041	65	1 128
47	940	66	1 361
48	1 250	67	1 395
49	728	68	2 443
50	890	69	1 514
51	692	70	1 631
52	1 252	71	1 106
53	788	72	998
54	913	73	1 721
55	1 486	74	904
56	942	75	1 462
57	744	76	1 069
58	2 352	77	953
59	1 081	78	988
60	610	79	952
61	1 388	80	850
62	955	81 (E-N)	1 138
63	1 511	Promedio (1945-80)	1 172
		Máximo 1968	2 443
		Mínimo 1960	610

Capacidad para azolves y acarreo de fondo.- Se calculó en base a las observaciones de sólidos en suspensión de la estación Aca<sub>u</sub>poneta, la cual ha registrado un contenido medio por volumen — de 0.53 partes por millar.

Para un período de 50 años se tiene:

$$\text{Azolve en suspensión} = 1\,172 \times 0.00053 \times 50 = 31 \text{ millones de m}^3.$$

Incrementando en un 50% la capacidad anterior para tomar en cuenta el arrastre de fondo, se tiene:

$$\text{Capacidad de azolves} = 31 \times 1.5 = 47 \text{ millones de m}^3.$$

Se recomienda una capacidad de azolves de 50 millones de m<sup>3</sup>.

*Evaporación neta en el vaso.*— Se determinó con datos de lluvia de la estación Huajicori, observados en 1945 a 1949 y de 1965 en adelante, y deducidos los años intermedios en función de los registros de la estación Acajoneta. Para la evaporación se utilizaron los datos de esta última estación.

Aplicando la fórmula empírica:

$$E_n = 0.77 E - P$$

Donde:

$E_n$  = Evaporación neta

E = Evaporación registrada

P = Precipitación

Se obtuvo una lámina media anual de evaporación neta de - 225.5 mm en el período 1945-1981, lo cual indica que en valor medio, prácticamente es más lluvia que evaporación. Los resultados se consignan en el Cuadro (6.2.1).

CUADRO ( 6.2.1 )

EVAPORACION NETA EN - mm -

VASO HUNJICORI

En= 0.77E-P

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1945	72.3	79.9	142.8	165.7	189.7	39.1	-494.7	-417.0	-278.6	-660.1	92.2	76.7	-992.0
1946	3.7	116.7	172.4	188.3	241.5	-287.5	-163.6	-128.6	-261.3	-108.8	82.9	12.2	-132.1
1947	59.9	110.1	-52.9	172.9	114.2	58.4	-507.5	-544.8	-102.5	71.1	64.9	13.8	-542.4
1948	22.8	100.9	149.5	178.2	194.3	-60.2	-116.4	-284.5	-163.6	-64.1	-16.5	50.8	-8.8
1949	-16.5	77.8	129.6	155.2	181.8	2.8	-199.3	-146.4	-137.5	72.6	85.4	68.8	278.3
1950	82.2	94.3	143.9	163.9	187.4	-15.0	-372.5	-335.3	-349.8	62.5	83.0	74.4	-180.0
1951	14.5	128.8	128.2	150.9	182.1	98.9	-223.2	-333.8	-460.8	93.5	90.3	64.6	-66.0
1952	84.7	101.6	141.3	161.1	195.0	-303.2	-441.4	-418.9	-293.5	93.1	89.7	28.5	-562.0
1953	87.2	13.1	141.9	157.0	189.3	167.1	-383.5	-188.5	20.7	-81.0	93.4	49.2	265.9
1954	85.2	101.2	144.8	175.2	185.2	-47.9	-578.7	-192.9	-317.7	-224.8	83.3	75.7	-511.4
1955	16.7	95.4	146.7	172.4	185.5	170.0	-456.2	-305.7	-370.8	50.2	91.3	87.9	-116.6
1956	81.2	106.3	156.7	170.1	115.3	-167.1	-211.4	-228.2	-160.4	103.1	106.1	86.1	157.8
1957	93.5	106.5	92.2	168.9	185.9	164.5	-436.3	-203.3	-220.9	-208.2	68.8	76.2	-112.2
1958	43.3	69.2	-32.7	155.1	211.1	-112.0	-576.5	-232.4	-586.9	-176.2	23.9	71.4	-1 142.7
1959	90.4	100.1	160.2	123.6	193.8	-35.3	-431.9	-351.2	-134.0	-48.8	100.8	53.9	-178.4
1960	67.7	107.3	164.2	175.3	199.6	158.4	-304.9	-267.7	-154.7	-6.6	85.4	29.1	253.1
1961	-26.2	105.7	140.2	172.2	201.0	-138.2	-538.4	-301.3	-292.7	0.0	97.7	84.9	-495.1
1962	79.3	106.9	152.4	199.7	199.9	-275.2	113.8	-428.7	-245.8	-153.7	13.5	65.7	-172.2
1963	98.0	79.8	142.4	168.2	195.1	-58.5	-711.1	-146.2	-232.2	-92.4	73.9	24.2	-458.8
1964	74.3	103.2	138.3	176.4	180.7	135.4	-138.2	-322.7	-564.3	83.2	91.6	26.2	-15.9
1965	60.5	96.3	147.9	166.1	197.1	160.7	-66.8	-472.7	-299.4	92.9	94.6	-19.9	157.3
1966	60.3	46.5	143.2	126.6	195.7	-28.8	-265.4	-689.0	-286.0	-9.5	96.9	89.9	-519.6
1967	81.9	102.3	157.4	183.7	190.3	35.4	-227.2	-651.1	-424.7	-8.9	101.2	18.6	-441.1
1968	89.7	82.8	138.1	146.3	202.8	157.3	-304.4	-87.3	-141.2	16.9	51.1	-95.7	256.4
1969	85.3	60.9	118.2	172.4	182.6	155.2	-151.9	-640.8	-133.7	-120.3	83.5	-24.7	-213.3
1970	68.3	49.2	127.1	153.7	184.7	-102.6	-607.9	-334.5	-268.6	136.1	108.7	92.8	-393.0
1971	92.9	112.9	154.2	163.9	166.9	9.2	-229.7	-241.4	-485.4	7.6	105.6	85.2	-58.1
1972	49.6	114.8	152.8	175.2	206.1	105.7	-190.7	-246.1	-255.4	-32.8	-22.7	-7.9	48.6
1973	56.8	41.4	120.1	150.8	175.9	-13.1	-367.9	-551.9	-567.1	20.7	98.9	84.4	-751.0
1974	88.3	118.8	131.9	180.3	51.0	-2.1	-397.0	-211.5	-239.9	97.1	93.7	-35.3	-124.7
1975	59.8	92.5	150.2	168.7	194.3	82.7	-728.5	-118.9	-359.7	3.8	96.3	67.5	-291.3
1976	85.5	113.1	145.4	160.6	200.5	-102.7	-351.1	-154.7	-233.1	104.5	-107.1	19.8	-119.3
1977	55.9	101.5	134.6	162.2	191.5	112.9	-100.5	-495.4	-199.5	-39.1	85.1	94.6	103.8
1978	97.1	83.7	134.0	149.1	187.4	80.3	-362.2	-216.5	-344.7	-57.5	81.3	70.8	-97.2
1979	-41.7	93.3	124.4	147.4	192.5	149.6	-555.5	-195.1	-332.0	106.9	100.3	73.2	-136.6
1980	65.8	98.2	140.8	148.8	181.5	103.3	-312.2	-488.3	-370.4	43.4	81.9	73.9	-233.3
1981	24.8	97.4	117.4	139.9	158.5	72.3	-475.2	-608.1	-319.8	-155.8	84.5	64.4	-799.7

Sumatoria anual= -8 343.6



### Demandas de riego.-

Se calcularon aplicando el método de Blaney-Criddle y empleando los datos climatológicos ponderados de las estaciones Acaponeta, La Concha y Tecuala.

De acuerdo a la distribución y calendario de los cultivos programados, se determinó la siguiente distribución de las demandas de riego.

#### Ley de las demandas de riego

Mes	Distribución en % de la anual	Mes	Distribución en % de la anual
Enero	11.4	Julio	5.7
Febrero	12.3	Agosto	11.5
Marzo	11.2	Septiembre	9.6
Abril	5.2	Octubre	10.7
Mayo	5.0	Noviembre	3.3
Junio	8.0	Diciembre	6.1
			100.0

Se obtuvo una lámina neta de demanda anual de 0.71 m. Consider

rando que la red de canales será revestida, se estimaron eficiencias parcelaria y de conducción de 70 y 80% respectivamente, tomando en cuenta en esta última tanto las pérdidas en el tramo del río comprendido entre las presas de almacenamiento y derivación como en los canales. Resultó una eficiencia global de 56%, a partir de la cual se determinó un coeficiente bruto de riego de 1.27 m, que se redondeó a 1.30 m.

A primera vista puede parecer baja la lámina de riego de 1.30 m, ya que se tiene un coeficiente de intensidad de cultivo de 1.61. Sin embargo, lo anterior se justifica al considerar que existen varios cultivos durante la época del verano, principalmente el ajonjolí y la soya, que cubren un área del orden de las 29 000 has y que únicamente requiere riegos de auxilio, ya que la lluvia en esa época es de importancia.

### 6.2.3 Simulación de funcionamiento del vaso para riego.

Se efectuaron los análisis de funcionamiento del vaso con propósitos 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:

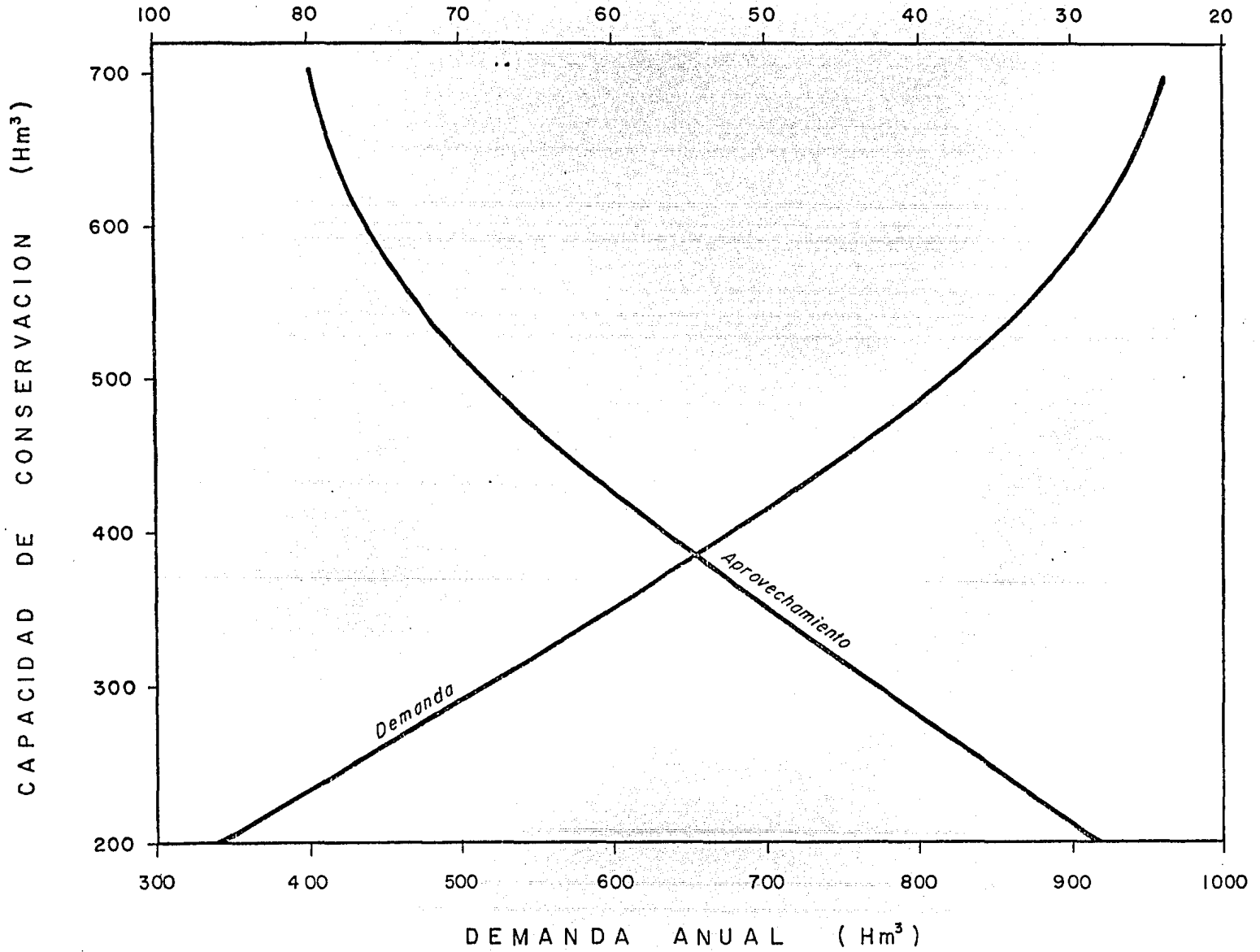
Resultados de la simulación de funcionamiento del vaso Huajicori para riego

Concepto	Unidad	Resultados					
Capacidad azolves	Mills.m <sup>3</sup>	50	50	50	50	50	50
Capacid conservación	"	200	300	400	500	600	700
Demanda anual	"	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
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



# DEL VASO HUAJICORI

A P R O V E C H A M I E N T O (%)



*Avenida máxima probable.* - Para la estimación del pico de esta creciente se emplearon los siguientes procedimientos:

#### Probabilidades.

La serie de gastos máximos consignada en el Cuadro anterior 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.

Existen antecedentes de 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 al gasto máximo de  $16\ 000\ m^3/s$  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 en dicha consideración se analizó probabilísticamente la muestra de gastos máximos anuales observados en la estación Acaponeta, pero eliminando el evento máximo de  $16\ 000\ m^3/s$ . Los resultados obtenidos se graficaron en papel logarítmico,

CALCULO DE ESTADÍSTICAS DE CAUSAS MORTALES

PROVINCIO MACHUCA - CAJAS, MAY.

CUENCA RIO ACAPUNCHA

DEFUNCION ACAPUNCHA

PERIODO 1945-1981

FECHA DE OCURR.			MAGNITUDES POR ORDEN			FRECUENCIA EN AÑOS	PORCENTAJE OCURRENCIA	RELACION AL MEDIO	DIFERENCIA AL MEDIO
AÑO	MES	DIA	CRONOLÓGICO	DECLINANTE	FUN.				
1945	-OCT	8	1185.0	16000.0	1	38.00	2.63	7.201	6.281
1946	-OCT	7	834.0	7050.0	2	19.00	5.26	3.208	2.208
1947	-SEP	11	1126.0	6150.0	3	12.67	7.89	2.798	1.798
1948	-SEP	10	1949.0	4500.0	4	9.50	10.53	2.048	1.048
1949	-SEP	19	434.0	4230.0	5	7.60	13.16	1.925	.925
1950	-SEP	6	1220.0	2706.0	6	6.33	15.79	1.231	.231
1951	-SEP	4	1334.0	2610.0	7	5.43	18.42	1.188	.188
1952	-JUN	30	1390.0	2099.0	8	4.75	21.05	.955	-.045
1953	-AGO	27	1561.0	2080.0	9	4.22	23.68	.946	-.054
1954	-AGO	17	1041.0	2052.0	10	3.80	26.32	.934	-.066
1955	-SEP	9	2052.0	1949.0	11	3.45	28.95	.887	-.113
1956	-SEP	14	1442.0	1798.0	12	3.17	31.58	.818	-.182
1957	-OCT	21	4500.0	1699.0	13	2.92	34.21	.773	-.227
1958	-AGO	6	2080.0	1691.0	14	2.71	36.84	.769	-.231
1959	-AGO	3	871.0	1684.0	15	2.53	39.47	.766	-.234
1960	-AGO	17	692.0	1650.0	16	2.38	42.11	.751	-.249
1961	-SEP	12	875.0	1502.0	17	2.24	44.74	.720	-.280
1962	-JUN	25	597.0	1561.0	18	2.11	47.37	.710	-.290
1963	-SEP	29	2706.0	1442.0	19	2.00	50.00	.656	-.344
1964	-OCT	1	1691.0	1390.0	20	1.90	52.63	.632	-.368
1965	-SEP	27	6150.0	1334.0	21	1.81	55.26	.607	-.393
1966	-AGO	11	1067.0	1220.0	22	1.73	57.89	.555	-.445
1967	-AGO	22	2099.0	1211.0	23	1.65	60.53	.551	-.449
1968	-SEP	13	16000.0	1185.0	24	1.58	63.16	.539	-.461
1969	-OCT	12	4230.0	1126.0	25	1.52	65.79	.512	-.488
1970	-SEP	27	1582.0	1067.0	26	1.46	68.42	.486	-.514
1971	-SEP	12	1211.0	1041.0	27	1.41	71.05	.474	-.526
1972	-NOV	24	7050.0	930.0	28	1.36	73.68	.423	-.577
1973	-SEP	12	2610.0	875.0	29	1.31	76.32	.398	-.602
1974	-JUL	27	654.0	871.0	30	1.27	78.95	.396	-.604
1975	-JUL	30	1699.0	834.0	31	1.23	81.58	.379	-.621
1976	-NOV	28	1650.0	786.0	32	1.19	84.21	.358	-.642
1977	-AGO	9	786.0	692.0	33	1.15	86.84	.315	-.685
1978	-SEP	12	930.0	654.0	34	1.12	89.47	.298	-.702
1979	-ENE	25	1790.0	597.0	35	1.09	92.11	.272	-.728
1980	-AGO	13	533.0	533.0	36	1.06	94.74	.243	-.757
1981	-OCT	12	1684.0	434.0	37	1.03	97.37	.197	-.803

SUM: 81313.0  
PROM: 2197.6

modificándose la rama de 100 años en adelante al considerar para dicha frecuencia el gasto de  $16\ 000\ m^3/s$ .

Tal modificación se efectuó trazando, a partir del gasto de  $16\ 000\ m^3/s$ , una curva paralela a la obtenida originalmente.

Resultados obtenido utilizando:

*Foster III.-*

Coefficiente de dispersión	CD	1.2516
Coefficiente de desviación	CS	3.7140
Coefficiente de Desv. Ajustado	CSA	4.5673

% de Ocurrencia	Factor de Ajuste	Producto F x CD	Magnitud Probable $m^3/Seg.$	Frecuencia en años
20.00	0.085	0.106	2 431.20	5
5.00	1.992	2.493	7 676.17	20
1.00	4.433	5.549	14 393.05	100
0.10	9.289	11.564	27 612.27	1 000
0.01	14.886	18.632	43 144.21	10 000



Gumbel. -

Valor Medio	2 197.65
Desviación Estandar	2 750.76

Valor Probable m <sup>3</sup> /seg	Intervalo de Confianza m <sup>3</sup> /seg	Magnitud Probable m <sup>3</sup> /seg	Frecuencia en años
4 787.7	861.7	5 649.4	5
8 150.7	2 765.6	10 916.3	20
12 055.1	2 765.6	14 820.7	100
17 641.0	2 765.6	20 406.6	1 000
23 226.9	2 765.6	25 992.5	10 000

Nash. -

Valor Probable m <sup>3</sup> /seg	Intervalo de Confianza m <sup>3</sup> /seg	Magnitud Probable m <sup>3</sup> /seg	Frecuencia en años
4 048.1	1 013.7	5 061.7	5
5 497.3	1 218.2	6 715.5	10
6 887.3	1 470.9	8 358.3	20
10 035.0	2 139.2	12 174.2	100
14 490.4	3 172.2	17 662.6	1 000
18 937.8	4 238.3	23 176.1	10 000

Por lo que para una frecuencia de 10 000 años se determinaron:

Foster	III	43 144.2	m <sup>3</sup> /s
Gumbel		25 992.5	m <sup>3</sup> /s
Nash		<u>23 176.1</u>	m <sup>3</sup> /s
Promedio		30 770.9	m <sup>3</sup> /s

*Envolvente de probabilidad regional.* - El río Acaponeta pertenece a la región hidrológica No. 11. Utilizando la envolvente de probabilidad de gastos máximos de dicha región se obtuvo, -- para una frecuencia de 10 000 años, un gasto de 30 753 m<sup>3</sup>/s.

*Racional de Gregory-Arnold.* - En la fecha que ocurrió la creciente de septiembre de 1968, la única estación pluviográfica que operó en la zona fué Tecuala, pero por estar localizada -- en la parte costera no se considera representativa de las condiciones prevalecientes en la cuenca del río Acaponeta.

Debido a ello se procedió a la inversa y a partir del hidrograma observado se determinó la curva de intensidad de la tormenta que lo generó, considerando para la cuenca un índice de escurrimiento Ne de 65, que corresponde a un suelo intermedio -- entre los tipos B y C y a una cobertura de bosque normal con -- transpiración media.

La tormenta definida se maximizó a 460 mm en 24 horas, que es la magnitud a una frecuencia de 10 000 años. A partir de dicha precipitación y del índice de escurrimiento de 65, se determinó un coeficiente de escurrimiento de 0.70.

Finalmente, con base a los datos anteriores y considerando las características fisiográficas de la cuenca, se obtuvo hasta el proyecto Huajicori un gasto máximo de  $30\ 000\ m^3/s$ .

De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda para la avenida máxima probable hasta el proyecto Huajicori un pico de  $30\ 000\ m^3/s$ .

*Hidrograma.* - Tiene la misma forma que la avenida observada en septiembre de 1968, incrementada al gasto de  $30\ 000\ m^3/s$ . Acumula en dos días un volumen de 1 757 millones de  $m^3$ .

*Tránsito de la crecida máxima probable.* - Con base en la Topografía disponible de la zona, por limitaciones topográficas - la longitud de la obra de excedencias no deberá exceder los 200 m, aunque lo más recomendable sería que tendiera a un tamaño -- del orden de los 100 m.

En vista del gran volumen de la avenida de diseño y de que el vaso Huajicori sólo almacena grandes volúmenes a base de tiran

tes considerables, la poca longitud de la obra de excedencias- traerá aparejadas cargas máximas de operación excesivas.

#### 6.2.5 Obras de excedencias.

Estaría constituida por un vertedor libre, al que se le asignaron diferentes longitudes y cuya cresta se ubicó al nivel de la capacidad de conservación.

Los resultados obtenidos al efectuar el tránsito de la avenida máxima probable se indican a continuación:

Resultados del tránsito de la avenida máxima probable empleando un vertedor libre.

Concepto	Unidad	R e s u l t a d o s			
Long. de cresta	m	50	100	150	200
Elev. de cresta	"	98.25	98.25	98.25	98.25
Gasto máx. entrada	m <sup>3</sup> /s	30000	30000	30000	30000
Gasto máx. salida	"	13073	19302	22619	24571
Regularización	%	56.4	35.7	24.6	18.1
Almacenamiento ini.	Mills.m <sup>3</sup>	420	420	420	420
Almacenamiento máx.	"	1380	1162	1027	938
Volumen retenido	"	960	742	607	518
Elevación inicial	"	98.25	98.25	98.25	98.25
Elevación máxima	"	122.22	117.83	114.86	112.74
Carga máxima	"	23.97	19.58	16.61	14.49

Los resultados anteriores se dibujaron en la Gráfica (6.2.5).- Con un vertedor libre de 100 m de longitud, se descarga al paso de la avenida máxima probable un gasto máximo de 19 302  $\text{m}^3/\text{s}$ , alcanzándose un almacenamiento máximo de 1 162 millones de  $\text{m}^3$  y un NAME a la elevación 117.83 m. La creciente máxima observada en 1968 se controla a un gasto de 9 175  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Utilizando los resultados de la simulación de funcionamiento del vaso se determinó la capacidad de conservación correspondiente a las opciones planteadas, dichos valores ascienden a 370, 400 y 420  $\text{hm}^3$ . Por cuanto hace a la capacidad de control y al superalmacenamiento, se definieron interpolando entre los valores obtenidos mediante simulaciones del tránsito de la avenida de diseño en vasos con capacidad a la cresta vertedora de 350 y 420  $\text{hm}^3$ . Las características resultantes se consignan en el Cuadro (6.2.6).

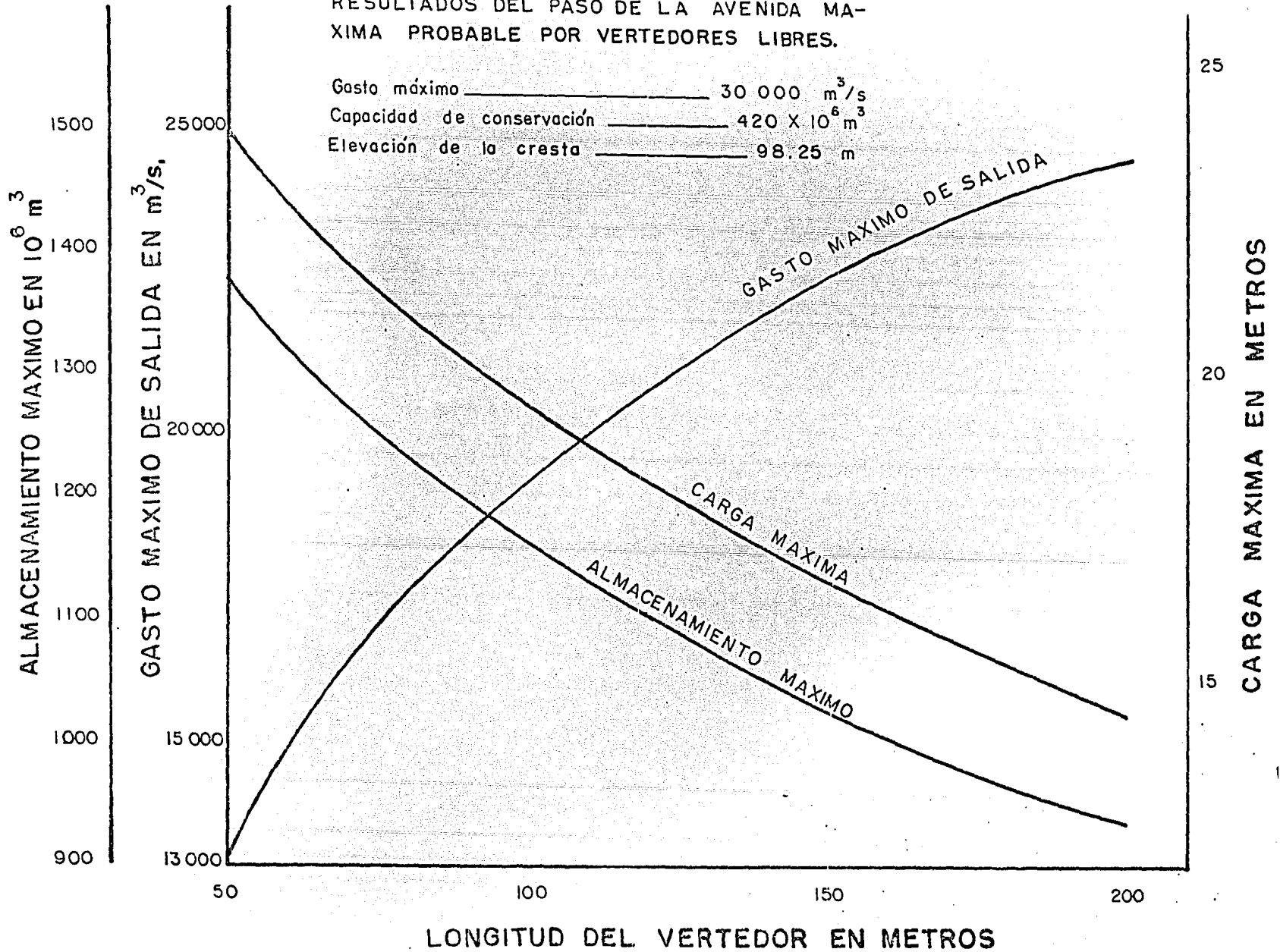
### 6.3 Análisis de tamaño.

Con objeto de definir cuál de las alternativas planteadas sería la más recomendable para el desarrollo del proyecto, se procedió a realizar las correspondientes evaluaciones económicas de índole preliminar, desarrolladas en función del valor agregado tanto de las operaciones productivas que actualmente se realizan en la zona, como de las que tendrían lugar a la disponibili

VASO HUAJICORI, NAY.

RESULTADOS DEL PASO DE LA AVENIDA MA-  
XIMA PROBABLE POR VERTEDORES LIBRES.

Gasto máximo \_\_\_\_\_ 30 000 m<sup>3</sup>/s  
 Capacidad de conservación \_\_\_\_\_ 420 X 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Elevación de la cresta \_\_\_\_\_ 98.25 m



CUADRO ( 6.2.6 )

CARACTERISTICAS DE LA PRESA HUAJICORI

.. POR ALTERNATIVA

ALTERNATIVA	SUPERFICIE ( ha )	VOLUMEN DEMANDADO	CAPACIDAD ( hm <sup>3</sup> )	ELEVACION CRESTA VERTEDORA (m.s.n.m.)	CARGA MAXIMA (m)	N A M E (m.s.n.m.)
I	47 937	623.2	370	96.45	23.35*	119.80
II	51 996	675.9	400	97.55	22.83*	120.40
III	53 890	700.6	420	98.25	22.50	120.75
(350 hm <sup>3</sup> )	-	-	350	95.75	23.68	119.40

\* Datos interpolados linealmente con los correspondientes a tránsitos con vertedores a elevaciones de 95.75 y 98.25 m

dad de las obras, parámetros éstos últimos que aparecen consignados en los Arreglos (6.3.1) a (6.3.3). Dichos análisis se formularon a precios de 1982, tomando en consideración tanto los de mercado como los de cuenta.

Las previsiones de producción en ausencia del proyecto se basaron en las estadísticas agrícolas de la zona, tomando en cuenta la información referente al uso actual del terreno en las áreas correspondientes a cada alternativa. Dada la naturaleza de las limitaciones que afrontan las actividades agropecuarias en el área, se consideró adecuado suponer que, en ausencia de impulsos externos como los contemplados en el proyecto, la magnitud y la proporción de las superficies cosechadas de cada cultivo se mantendrían invariables en el tiempo; en cambio, se previeron moderados incrementos en los rendimientos de algunos cultivos, como resultado del natural avance tecnológico que probablemente experimentarían las explotaciones locales.

De esta suerte, las características de las estructuras productivas que se presentarían, tanto actualmente como a largo plazo, en cada una de las zonas beneficiables, en ausencia del proyecto que nos ocupa, se resumen en el Cuadro (6.3.4).

Por lo que respecta a los costos sistemáticos que en esta situación se presentarían, los de operación y conservación se de



CUADRO ( 6.3.1 )

ALTERNATIVA GRAVEDAD ( I )

PROGRAMA DE LAS INVERSIONES

- En miles de pesos -

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	S U M A	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<u>OSRAS BASICAS</u>	<u>3 731 580</u>	<u>333 007</u>	<u>4 064 587</u>	<u>335 623</u>	<u>904 060</u>	<u>1 188 011</u>	<u>957 834</u>	<u>679 059</u>
Presa de almacenamiento Huajicori	1 690 279	153 394	1 843 673	294 988	405 608	516 228	405 608	221 241
Presa derivadora El Recodo	68 049	13 220	81 269	40 635	40 634			
Canales principales	314 361	53 562	367 923		73 585	110 377	110 376	73 585
Sistemas de distribución	998 353	98 823	1 097 176		219 435	329 153	329 153	219 435
Sistemas de drenaje	230 155	10 458	240 613		48 123	72 184	72 184	48 122
Sistemas de caminos	131 492	3 550	135 042		27 008	40 513	40 513	27 008
Obras de defensa	298 891		298 891		89 667	119 556		89 668
<u>OSRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>23 831</u>		<u>23 831</u>		<u>1 060</u>	<u>6 714</u>	<u>9 147</u>	<u>6 910</u>
Casas para canalero	3 775		3 775			1 133	1 510	1 132
Sistemas de comunicación	13 306		13 306		1 060	3 992	5 322	3 992
Estructuras aforadoras	5 298		5 298			1 589	1 589	1 060
Oficinas para el Distrito	1 452		1 452				726	725
<u>TRABAJOS FREAGRICOLAS</u>	<u>87 195</u>		<u>87 195</u>	<u>30 228</u>	<u>30 745</u>	<u>8 194</u>	<u>10 523</u>	<u>7 505</u>
Desante	60 456		60 456	30 228	30 228			
Nivelación	25 017		25 017			7 505	10 007	7 505
Obras de protección	1 722		1 722		517	689	516	
<u>INVERNIZACIONES</u>			<u>75 075</u>	<u>27 168</u>				<u>47 907</u>
En la zona de la presa			47 907					47 907
En la zona de riego			27 168	27 168				
<u>MANTENIMIENTO Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>		<u>61 277</u>	<u>61 277</u>					<u>61 277</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>	<u>468 776</u>	<u>40 970</u>	<u>509 746</u>	<u>51 335</u>	<u>113 867</u>	<u>146 103</u>	<u>118 031</u>	<u>80 410</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>743 899</u>	<u>64 917</u>	<u>808 816</u>	<u>79 539</u>	<u>180 783</u>	<u>232 036</u>	<u>187 654</u>	<u>128 804</u>
<b>T O T A L E S</b>	<b>5 055 281</b>	<b>500 171</b>	<b>5 630 527</b>	<b>523 893</b>	<b>1 230 515</b>	<b>1 581 058</b>	<b>1 283 189</b>	<b>1 011 872</b>

CUADRO (6.3.2)

ALTERNATIVA: GRAVEDAD Y BOMBO (II)

PROGRAMA DE LAS INVERSIONES

- En miles de pesos -

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	S U M A	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>3 938 553</u>	<u>388 204</u>	<u>4 326 757</u>	<u>344 835</u>	<u>919 469</u>	<u>1 208 247</u>	<u>955 053</u>	<u>899 153</u>
Presa de almacenamiento Huajicori	1 743 064	158 184	1 901 248	304 200	418 274	532 349	418 275	228 150
Presa derivadora El Recodo	68 049	13 220	81 269	40 635	40 634			
Canales principales	317 209	53 714	370 923		74 185	111 277	91 714	93 747
Sistemas de distribución	1 109 244	115 756	1 225 000		221 578	332 368	332 367	338 687
Sistemas de drenaje	239 028	11 298	250 326		48 123	72 184	72 184	57 835
Sistemas de caminos	144 009	4 228	148 237		27 008	40 513	40 513	40 203
Obras de defensa	298 891		298 891		89 667	119 556		89 668
Plantas de bombeo	19 059	31 804	50 863					50 863
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>27 518</u>		<u>27 518</u>		<u>1 060</u>	<u>6 714</u>	<u>9 147</u>	<u>10 597</u>
Casas para canalero	4 646		4 646			1 133	1 510	2 003
Sistemas de comunicación	15 524		15 524			3 992	5 322	6 210
Estructuras aforadoras	5 896		5 896		1 060	1 589	1 589	1 658
Oficinas para el Distrito	1 452		1 452				726	726
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>94 586</u>		<u>94 586</u>	<u>32 789</u>	<u>33 350</u>	<u>8 890</u>	<u>11 416</u>	<u>8 141</u>
Desmonte	65 577		65 577	32 789	32 788			
Nivelación	27 137		27 137			8 141	10 855	8 141
Obras de protección	1 872		1 872		562	749	561	
<u>INDENIZACIONES</u>			<u>71 219</u>	<u>25 058</u>				<u>46 161</u>
En la zona de la presa			46 161					46 161
En la zona de riego			25 058	25 058				
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>		<u>66 435</u>	<u>66 435</u>					<u>66 435</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>	<u>493 219</u>	<u>46 730</u>	<u>539 949</u>	<u>52 974</u>	<u>116 302</u>	<u>149 003</u>	<u>118 474</u>	<u>103 196</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>783 308</u>	<u>74 337</u>	<u>857 645</u>	<u>82 082</u>	<u>184 578</u>	<u>236 530</u>	<u>188 164</u>	<u>156 281</u>
<b>T O T A L E S</b>	<b>5 337 184</b>	<b>575 706</b>	<b>5 984 109</b>	<b>537 738</b>	<b>1 254 759</b>	<b>1 609 392</b>	<b>1 282 254</b>	<b>1 299 966</b>

CUADRO ( 6.3.3 )

ALTERNATIVA GLOBAL ( III )

PROGRAMA DE INVERSIONES

- En miles de pesos -

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	S U M A	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>4 012 029</u>	<u>416 911</u>	<u>4 428 940</u>	<u>346 023</u>	<u>922 618</u>	<u>1 212 599</u>	<u>978 523</u>	<u>969 177</u>
Presa de almacenamiento Majicori	1 750 027	158 649	1 908 676	305 388	419 909	534 429	419 909	229 041
Presa derivadora El Recodo	68 049	13 220	81 269	40 635	40 634			
Canales principales	318 377	53 868	372 245		71 449	111 674	111 674	74 449
Sistemas de distribución	1 163 368	124 216	1 287 584		222 829	334 243	334 243	396 270
Sistemas de drenaje	241 927	11 533	253 460		48 123	72 184	72 184	60 969
Sistemas de caminos	147 501	4 304	151 805		27 008	40 513	40 513	43 771
Coras de defensa	298 891		298 891		89 667	119 556		89 668
Plantas de bombeo	23 889	51 121	75 010					75 010
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>29 085</u>		<u>29 085</u>		<u>1 060</u>	<u>6 715</u>	<u>9 147</u>	<u>12 163</u>
Casas para canalero	4 936		4 936			1 133	1 510	2 293
Sistemas de comunicación	16 587		16 587			3 993	5 322	7 272
Estructuras aforadoras	6 110		6 110		1 060	1 589	1 589	1 872
Oficinas para el Distrito	1 452		1 452				726	726
<u>TRAFICOS PREAGRICOLAS</u>	<u>98 023</u>		<u>98 023</u>	<u>33 981</u>	<u>34 563</u>	<u>9 211</u>	<u>11 831</u>	<u>8 437</u>
Desmote	67 963		67 963	33 981	33 982			
Nivelación	28 124		28 124			8 437	11 250	8 437
Obras de protección	1 936		1 936		501	774	581	
<u>INDICIZACIONES</u>			<u>76 215</u>	<u>28 191</u>				<u>48 024</u>
En la zona de la presa			48 024					48 024
En la zona de riego			28 191	28 191				
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>		<u>69 086</u>	<u>69 086</u>					<u>69 086</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>	<u>501 416</u>	<u>40 623</u>	<u>551 039</u>	<u>53 269</u>	<u>116 819</u>	<u>149 574</u>	<u>120 946</u>	<u>110 431</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>796 711</u>	<u>79 102</u>	<u>875 813</u>	<u>82 550</u>	<u>185 403</u>	<u>237 444</u>	<u>192 211</u>	<u>178 205</u>
<b>T O T A L E S</b>	<b>5 437 264</b>	<b>614 722</b>	<b>6 128 201</b>	<b>544 014</b>	<b>1 260 463</b>	<b>1 615 543</b>	<b>1 312 658</b>	<b>1 395 523</b>

CUADRO ( 6.3.4 )

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA PREVISTA EN AUSENCIA DE ACCIONES

CONCEPTO	UNIDAD	ALTERNATIVA		
		I	II	III
<u>SUPERFICIE</u>				
Física neta	ha	47 937	51 996	53 890
Cosechable	ha	37 480	38 970	39 600
<u>VALOR MEDIO DE LA PRODUCCION</u>				
<u>A precio de mercado</u>				
Actual	\$/ha	15 651	15 528	15 485
Potencial	\$/ha	17 380	17 266	17 226
<u>A precios de cuenta</u>				
Actual	\$/ha	16 641	16 522	16 481
Potencial	\$/ha	18 557	18 448	18 411
<u>COSTO MEDIO DE PRODUCCION</u>				
Social	\$/ha	4 885	4 663	4 565
Total	\$/ha	7 963	7 569	7 399

terminaron en función de la modalidad bajo la cual se aplica - el riego y de la magnitud de las áreas irrigadas conforme a cada opción; por su parte, los propios de extensionismo se estimaron tomando como base el número de técnicos dedicados a tales labores.

Por su parte, el valor de la producción agrícola esperable a la maduración del proyecto, asociado a cada una de las opciones planteadas, se determinó en función de los patrones de cultivo establecidos conforme a lo indicado anteriormente. Las características más relevantes de dichos patrones se consignan en el Cuadro (6.3.5).

Para el caso de llevarse a ejecución cualquier alternativa, se supuso que el período necesario para alcanzar el 95% de los incrementos esperados a largo plazo, tanto en las áreas cosechadas como en los rendimientos medios, sería de 9 años; es de señalar, empero, que tanto el área cosechada como el rendimiento del tabaco en cada caso, se consideró constante a través del tiempo.

Por otro lado, se calcularon los costos de operación y conservación de las obras y los de extensionismo que se presentarían durante la etapa de operación del proyecto. Para el caso de los costos de operación y conservación se tomaron en cuenta —

CUADRO ( 6.3.5 )

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA PREVISTA A LA REALIZACION DEL PROYECTO

CONCEPTO	UNIDAD	ALTERNATIVA		
		I	II	III
<u>SUPERFICIE</u>				
<u>Física neta</u>	ha	47 937	51 996	53 890
<u>Cosechable</u>				
Inicial	ha	57 652	60 745	62 137
Potencial	ha	81 588	88 632	91 954
<u>VALOR MEDIO DE PRODUCCION</u>				
<u>A precios de mercado</u>				
Inicial	\$/ha	20 790	21 131	21 085
Potencial	\$/ha	26 787	26 533	26 468
<u>A precios de cuenta</u>				
Inicial	\$/ha	23 039	22 896	22 844
Potencial	\$/ha	29 614	29 384	29 301
<u>COSTO MEDIO DE PRODUCCION</u>				
Social	\$/ha	7 185	7 138	7 161
Total	\$/ha	11 559	11 499	11 467

los volúmenes servidos por gravedad, los propios suministrados mediante bombeo, las alturas de bombeo y el costo de la energía eléctrica, tanto a precios de mercado como de cuenta.

Por su parte, los resultados obtenidos en el análisis se muestran en el Arreglo (6.3.6), donde puede apreciarse que, en general, todas las alternativas muestran una adecuada rentabilidad, siendo la tercera de ellas la que presenta mayor atractivo económico. En esa virtud, como conclusión del presente análisis, en los estudios más detallados, que en lo sucesivo se desarrollarán, únicamente se incluirá dicha opción, misma que considera el riego de 53 890 ha mediante la erección de la presa de almacenamiento Huajicori, con capacidad de conservación de 420 hm<sup>3</sup>, la derivadora El Recodo y cinco plantas de bombeo.

CUADRO ( 6.3.6 )

RESUMEN DE RESULTADOS DE EVALUACION PRELIMINAR

ALTERNATIVA	T.I.R.	B/C	V.P.B.N.
<u>A precios de mercado</u>			
I	12.5	1.05	233.187
II	12.9	1.09	428.281
III	13.0	1.10	508.018
<u>A precios de cuenta</u>			
I	14.2	1.22	1 045.546
II	14.5	1.25	1 251.099
III	14.6	1.26	1 342.862

T.I.R. Tasa interna de retorno, en %

B/C Relación beneficio-costo, con una tasa anual de actualización del 12%

V.P.B.N. Valor presente de los beneficios netos, en millones de pesos, a precios -  
de 1982, con una tasa anual de actualización del 12%.



## CAPITULO VII

### ESTUDIOS BASICOS

#### 7.1 Estudios Topográficos.

Con el fin de obtener la alternativa más viable para el aprovechamiento de los recursos se utilizaron los levantamientos del vaso Huajicori — localizado geográficamente a los 22°39' latitud norte y 105°21' longitud oeste — a escala 1:5 000, quedando reproducido en un plano de conjunto escala 1:20 000 con curvas de nivel cada 5 metros y gráficas de áreas y capacidades, obteniéndose un volumen de almacenamiento de 1 524 hm<sup>3</sup>, a la elevación 125 m.s.n.m. Por su parte, los levantamientos de la boquilla Huajicori fueron representados en un plano escala 1:2 000, con curvas de nivel cada metro.

#### 7.2 Estudios Geológicos.

Habiendo sido seleccionado el vaso Huajicori para erección de la presa de almacenamiento, se consultaron estudios detallados de geología superficial y de subsuelo para determinar el sitio

mediante la perforación de 19 pozos con máquina rotatoria y extracción continua de núcleos. A fin de determinar la viabilidad de los puertos números 3 y 1, se tienen 9 exploraciones en cada uno de ellos, para verificar las condiciones del subsuelo por medio de pruebas de permeabilidad. A continuación, y en forma resumida, se presenta el desarrollo de estos trabajos.

En la margen izquierda -- sobre el eje del sitio -- se llevaron a cabo 9 exploraciones, habiendo penetrado una de ellas en un derrame de riolita pseudoestratificada de color rosa claro, -- textura fanerítica, físicamente sana y compacta excepto en la superficie y a una profundidad de 12.0 m, lugar donde se encuentra en contacto entre el derrame de la riolita y la toba brechoide que la subyace.

Asimismo, se iniciaron dos exploraciones en afloramiento del cuerpo intrusivo de riolita fluidal, material que presenta un color que va de rojizo a morado, de textura criptocristalina. -- Una de las perforaciones lo penetró 25.60 m sin cruzarlo, y la otra lo atravesó a los 9.0 m cortando, de nuevo, uno de sus apófisis entre los 15.15 y 19.70 m de profundidad -- 4.40 m --, continuando esta perforación en toba brechoide.

De las 6 exploraciones restantes, 5 penetraron en toba brechoide cruzando en el interior de ésta al cuerpo intrusivo. En la

última de estas exploraciones, después de cortar 11.75 m de --  
acarreo, se atravesó este elemento, mismo que alcanzó en esta  
fase un espesor de 4.65 m, prosiguiendo la perforación, al --  
igual que en la anteriores, en toba brechoide.

Mediante las pruebas de permeabilidad efectuadas, se observó --  
que la roca se comporta permeable en la zona de contacto --  
entre el cuerpo intrusivo de riolita fluidal y la toba brechoi--  
de --, ya que manifiesta zonas de alteración, siendo ésta la ra--  
zón del bajo porcentaje de muestra obtenido.

Sobre el eje de la boquilla se efectuaron 4 sondeos que repor--  
taron primeramente un espesor máximo de acarreo de 23.0 m, pa--  
ra posteriormente penetrar en la toba brechoide. Cabe aclarar  
que tres de ellos cruzaron un apófisis de riolita fluidal, ob--  
servando, en la zona de contacto, alteración de la toba bre--  
choide.

En el área del cauce no se llevaron a cabo pruebas de permeabi--  
lidad.

Sobre la margen derecha se efectuaron 6 exploraciones; 4 de --  
ellas penetraron en la toba brechoide y cruzaron un apófisis --  
de riolita fluidal, cuyo espesor se va incrementando hacia la  
orilla. Las dos restantes se introdujeron en un derrame de --

riolita pseudoestratificada, que presenta las mismas características de la margen opuesta, donde este material está separado de la toba brechoide que le subyace por la intrusión de riolita fluidal.

En general, las pruebas de permeabilidad detectaron zonas muy permeables a diferentes profundidades, debido al fracturamiento y alteración de los materiales en los contactos.

Por lo que toca a la zona del vaso, pudo observarse que se encuentra constituido por una serie de intercalaciones de roca piroclástica - brechoide, aglomerados, tobas, etc. - con derrames lávicos que, generalmente, son de tipo riolítico y andesítico, los más antiguos coronados por derrames de tipo básico. Asimismo, existen intrusiones lacolíticas de composición riolítica y sills o mantos derivados de estructuras hipoabisales.

En resumen, en la boquilla se perforaron 767.27 m, de los cuales 72.98 m fueron practicados en roca suelta y 694.29 m en roca fija, habiéndose recuperado en esta última 327.78 m para obtener un porcentaje total de recuperación promedio de 42% - mismo que se considera malo.

Se realizaron 32 pruebas de tipo Lugeon, las cuales, en su mayoría, no lograron elevar la presión al valor máximo de prue-

bas a causa de la presencia de fuertes destaponamientos y ruptura del terreno natural. De ellas se obtuvieron 10 impermeables - al valor absoluto de  $10 \text{ kg/cm}^2$  - , 8 impermeables - para presiones menores de  $2\ 500$  y  $5\ 000 \text{ kg/cm}^2$  - y 13 altamente permeables.

Por lo tanto, para obtener la impermeabilización de los cimientos de la cortina se recomienda realizar una limpia superficial en ambos márgenes, retirando los materiales de talud y la roca intemperizada a todo lo amplio de las trazas del corazón impermeable. Asimismo, excavar una trinchera en la zona del cauce, retirando el aluvión para desplantar el dentellón hasta el contacto con la toba brechoide. Este dentellón sería de sección trapecial, con talud de  $1.5 : 1$  y  $8.0 \text{ m}$  de ancho de base, en su eje, se colocaría el apoyo para el tratamiento de cimentación, mediante una pantalla impermeable formada con una línea de 266 perforaciones, con separación de  $3.0 \text{ m}$  e inyectados hasta  $30.0 \text{ m}$  de profundidad. Finalmente, el tratamiento de inyectados deberá incluir una plantilla, con el fin de interceptar las zonas de roca fracturada.

### 7.3 Estudios de tenencia y uso del suelo.

Para conocer permorizadamente las características del uso del suelo y la tenencia de la tierra en el área del proyecto, se -

utilizó la información del levantamiento detallado, realizado de la elevación 2 a la 45 m.s.n.m. De acuerdo con estos estudios se identificó un área de 53 890 ha, de las cuales 6 556 - 12.2% - se encuentran ocupadas por propiedades particulares, con 126 agricultores que representan un 3% del total. Por su parte el régimen ejidal ocupa un área de 47 334 ha - 87.8% -, que incluye 4 025 ejidatarios que representan un 47% del total.

Por lo que se refiere al uso del suelo, se detectaron 4 868 ha - 9% - dedicadas a riego rudimentario; 35 186 ha destinadas a cultivos de temporal anual, que abarcan el 65.3% y 2 920 ha - 9% - aplicadas a cultivos perennes de temporal. Finalmente, existe una superficie de 10 916 ha - 20.3% - cubiertas con asociaciones de matorral y pasto, que se dedican a uso pecuario. En el Cuadro ( 7.3.1 ), aparece detallada esta información.

#### 7.4 Estudios agrológicos.

El área que se pretende beneficiar, está compuesta principalmente por suelos de formación aluvial ubicados en las márgenes de los ríos Acaponeta y Cañas, y en la zonas cercanas a las marismas. Son profundos, planos, la mayor parte sin problema de drenaje y salinidad - excepto las áreas bajas que sufren inundaciones en la época de lluvia -, manto freático somero y contenidos variables de sales y sodio. Tal es el caso de los suelos de --

## TENENCIA Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL AREA DE PROYECTO

(ha)

REGIMEN	AREA BENEFICIABLE NETA	AGRICULTORES			AREA MEDIA POR AGRICULTOR	MÉTODOS DE USO AGRICOLA CON CULTIVOS			ASOCIACION DE: Matorral y pasto
		Nº	%			Anuales riego	Anuales temporal	Perennes temporal	
<u>Propiedad particular</u>	<u>6 556</u>	<u>12.2</u>	<u>126</u>	<u>3.0</u>	<u>52.0</u>	<u>182</u>	<u>3 591</u>	<u>1 407</u>	<u>1 376</u>
Menores de 5.0	24	0.1	7	0.2	3.4	4	10	10	—
De 5.1 a 10.0	83	0.2	11	0.3	7.5	37	9	37	—
De 10.1 a 20.0	259	0.5	20	0.5	13.0	75	71	113	—
De 20.1 a 50.0	1 375	2.5	46	1.1	29.9	62	630	520	163
De 50.1 a 100.0	1 229	2.3	18	0.4	68.3	4	846	266	113
Mayores de 100.0	3 586	6.6	24	0.5	149.4	—	2 025	461	1 100
<u>Ejidal</u>	<u>47 328</u>	<u>87.8</u>	<u>4 025</u>	<u>97.0</u>	<u>11.8</u>	<u>4 686</u>	<u>31 589</u>	<u>1 513</u>	<u>9 540</u>
La Haciendilla	103	0.2	1	0.1	103.0	—	—	—	103
Las Pilas	268	0.5	12	0.3	22.3	—	94	—	174
La Concepción	987	1.8	63	1.5	15.7	9	302	28	648
La Rayona	876	1.6	34	0.8	25.8	133	383	191	168
La Ica	454	0.8	89	2.1	5.1	—	268	8	177
El Tigre	836	1.6	149	3.6	5.6	155	645	4	32
El Aguaje	1 313	2.4	55	1.3	23.9	60	1 022	12	219
El Copal	1 063	2.0	95	2.3	11.2	—	519	110	434
Acaponeta	2 370	4.4	138	3.3	17.2	44	913	158	1 255
San Dieguito de Arriba	1 178	2.2	25	0.6	47.1	—	406	—	692
Tocuala	3 389	6.3	941	22.7	3.6	—	3 312	34	43
El Filo	693	1.3	33	0.8	21.0	178	347	25	143
Rajaritos	829	1.5	37	0.8	22.4	—	827	—	2
La Figuerita	245	0.5	29	0.7	8.4	—	186	—	59
Ayup Verde	869	1.6	76	1.8	11.4	146	—	629	94
Sayula	2 394	4.4	427	10.3	5.6	1 530	657	91	116
La Cortez	1 249	2.3	62	1.5	20.1	—	1 222	—	27
El Resbalón	1 054	2.0	15	0.4	70.3	87	609	—	358
Casas Coloradas	1 831	3.4	77	1.9	21.8	116	555	—	1 160
San José	752	1.4	145	3.5	5.2	53	459	41	199
Milpas Viejas	3 379	6.3	162	3.9	21.0	160	2 955	133	151
San Felipe	5 935	11.0	696	16.8	8.5	922	4 825	13	175
Quejido	566	1.1	27	0.7	21.0	72	445	—	8
Quirichis	3 124	5.8	162	3.9	19.3	415	2 696	—	13
Mo Viejo	1 304	2.4	62	1.5	21.0	427	705	7	165
El Limón	2 210	4.1	11	0.3	200.9	—	1 848	—	362
San Miguel	4 128	7.7	51	1.2	80.9	49	1 899	6	2 174
La Presa	2 576	4.7	266	6.4	9.7	—	2 545	22	9
La Casina	977	1.8	66	1.6	14.8	140	760	—	57
Bonitas	356	0.7	17	0.4	20.9	—	35	—	321
<b>TOTAL</b>	<b>53 884</b>	<b>100.0</b>	<b>4 151</b>	<b>100.0</b>	<b>13.0</b>	<b>4 868</b>	<b>35 180</b>	<b>2 920</b>	<b>10 216</b>

las series Charay, Barotén, Aguaje, El Salto y Escuinapa, que comprenden el 79.1% de la superficie total.

El resto de los suelos - las series Dimas y Rosarito - son de formación in situ, con algunas aportaciones aluviales y se encuentran localizadas en lomeríos o al pie del área cerril. - Son delgados y profundos, con espesores mayores de 50 cm, y su relieve es de suavemente ondulado a ondulado, con pendientes hasta del 5%.

Por otra parte, del estudio realizado para la clasificación de tierras con fines de riego se concluye que, del área total, -- los suelos de primera clase ocupan el 27.6%; los de segunda el 41.8%; los de tercera el 23.4%, y los de cuarta clase el 7.2%. La distribución de las clases y series de suelos se presentan en los Cuadros (7.4.1) y (7.4.2).

Cabe señalar, que a la terminación de las obras de drenaje y labores preagrícolas, se abatiría el demérito de algunos factores, lo que permitiría una reclasificación de suelos, según se indica en el Cuadro (7.4.3). De las cifras ahí consignadas, - se desprende que los suelos de primera comprenden el 50.6%, - los de segunda 30.3%, los de tercera el 14.4% y los de cuarta el 4.7% del área total.



## CUADRO ( 7.4.2 )

## SERIE DE SUELOS

SERIE	EXTENSION ha	PORCENTAJE
Charay	28 747	53.3
Barotén	11 250	20.9
Rosarito	8 991	16.7
Aguaje	2 696	5.0
El Salto	1 041	1.9
Dimas	677	1.3
Escuinapa	488	0.9
TOTAL	53 890	100.0

CUADRO ( 7.4.3 )  
 CLASIFICACION DEL SUELO A LA TERMINACION DE LAS OBRAS

CLASE	EXTENSION	
	Ha	PORCENTAJE
Primera	<u>27 750</u>	<u>51.5</u>
Segunda	<u>18 250</u>	<u>33.9</u>
S <sub>1</sub>	1 074	2.0
S <sub>2</sub>	200	0.4
S <sub>3</sub>	3 057	5.7
T <sub>1</sub>	22	0.0
T <sub>2</sub>	2 827	5.2
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	2 425	4.5
S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	68	0.1
S <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	3 481	6.5
S <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1 275	2.4
S <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	473	0.9
S <sub>3</sub> T <sub>1</sub>	85	0.2
S <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	2 476	4.6
T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	141	0.2
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	37	0.1
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	50	0.1
S <sub>1</sub> S <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	559	1.0
Tercera	<u>7 221</u>	<u>13.4</u>
S <sub>1</sub>	477	0.9
S <sub>3</sub>	751	1.4
S <sub>2</sub>	34	0.1
T <sub>2</sub>	110	0.2
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1 878	3.5
S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	13	0.0
S <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	1 639	3.0
S <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	27	0.1
S <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	746	1.4
S <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	22	0.0
S <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	916	1.7
S <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	200	0.4
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	81	0.2
S <sub>1</sub> S <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	119	0.2
S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	78	0.1
S <sub>2</sub> T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	130	0.2
Cuarta	<u>669</u>	<u>1.2</u>
S <sub>1</sub>	15	0.0
S <sub>2</sub>	10	0.0
S <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	26	0.1
S <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	539	1.0
S <sub>3</sub> T <sub>3</sub>	51	0.1
S <sub>2</sub> P <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	25	0.0
S <sub>2</sub> T <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	3	0.0
TOTAL	53 890	100.0

CLAVE: A<sub>1</sub>, salinidad; A<sub>2</sub>, sodicidad; D<sub>3</sub>, profundidad del extracto impermeable;  
 P<sub>2</sub>, pedregosidad superficial; S<sub>1</sub>, textura; S<sub>2</sub>, escasa profundidad; S<sub>3</sub>, permeabi-  
 lidad; T<sub>1</sub>, pendiente excesiva; T<sub>2</sub>, relieve.

## CAPITULO VIII

### INGENIERIA DE PROYECTO

#### 8.1 Características esenciales del sistema adoptado.

Del estudio de los sistemas hidráulicos alternativos, referidos en el capítulo anterior, se concluyó que la alternativa más recomendable es aquella que propone el aprovechamiento integral de 53 890 ha, que incluyen 47 937 ha que se atenderían por gravedad, 4 059 mediante bombeo y 1 894 por rebombeo.

Las obras de cabeza de este proyecto quedarían constituidas por la presa de almacenamiento Huajicori y la derivadora El Recodo. La primera regularía y controlaría los escurrimientos del río Acaponeta; la segunda, los derivaría hacia la zona de riego mediante los canales principales que, en términos generales, y dadas las características topográficas de esta zona, se desarrollarían a lo largo de los barrotos de la corriente.

El canal principal de la margen derecha atendería una superficie de 25 575 ha, incluyendo en esta superficie dos zonas rega

das mediante bombes, las cuales estarían localizadas hacia ambos márgenes del río Cañas. Por su parte, el canal principal-margen izquierda tendría capacidad para regar a una superficie de 28 315 ha, existiendo de igual forma que en la otra margen, zonas regadas mediante dos bombes y además un rebombeo.

Asimismo, dentro del proyecto, quedarían incluidas las obras complementarias, los trabajos preagrícolas necesarios para el correcto aprovechamiento del agua y la adquisición de la maquinaria y equipos requeridos para la conservación de las obras.

## 8.2 Dimensionamiento hidráulico y descripción de las obras.

### A.- Presa de almacenamiento Huajicori.

La presa de almacenamiento Huajicori, ha sido diseñada para riego y control de avenidas, con una capacidad total de 1 305 millones de metros cúbicos. Sus características hidráulicas figuran en el Cuadro (8.2.1).

La cortina de esta presa tendría una altura máxima de 71 m y estaría construida con materiales graduados, teniendo su corona 10 m de ancho y 765 m de longitud. Se hallaría constituida por un núcleo de 6.0 m de ancho en la corona, integrado por material impermeable compactado, que habría de desplantarse so--

## CUADRO ( 8.2.1 )

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA PRESA DE  
ALMACENAMIENTO HUAJICORI

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Capacidad total al NAME	hm <sup>3</sup>	1 305.00
Capacidad de superalmacenamiento	hm <sup>3</sup>	885.00
Capacidad al NAMO	hm <sup>3</sup>	1 050.00
Capacidad a la cresta vertedora	hm <sup>3</sup>	420.00
Capacidad para control	hm <sup>3</sup>	630.00
Capacidad para riego	hm <sup>3</sup>	370.00
Capacidad para azolves	hm <sup>3</sup>	50.00
Gasto máximo de descarga del vertedor	m <sup>3</sup> /s	17 000.00
Gasto de control (avenida 1968)	m <sup>3</sup> /s	2 500.00
Capacidad de la obra de toma	m <sup>3</sup> /s	52.00
Elevación del NAME	m	120.75
Elevación del NAMO	m	115.36
Elevación de la cresta vertedora	m	98.25
Carga sobre el vertedor	m	22.50
Longitud de la cresta vertedora	m	100.00
Diámetro del túnel de la obra de toma	m	6.00

bre la toba brechoide, formando taludes 0.2 : 1 en ambos parámetros. Adosados al mismo, se colocarían sendos cuerpos de transición, de 2.0 m de espesor, constituidos por filtros de grava y arena seleccionadas. Los respaldos de la cortina, tanto aguas arriba como aguas abajo, se construirían con material de rezaga, hasta formar taludes de 1.5 : 1; a partir de este talud, la construcción sería a base de enrocamiento colocado a volteo hasta alcanzar taludes de 2.25 : 1.

Para desplantar el núcleo impermeable de la cortina, una vez efectuada la limpia superficial, sería necesario extraer los aluviones y la roca alterada, excavando una trinchera de sección trapezoidal, con talud 1.5 : 1 y ancho de base de 8.0 m. En el fondo de esta trinchera, habría que realizar un tratamiento de la cimentación mediante una pantalla de inyectado, hasta de 30 m de profundidad.

Por las características hidrológicas que presenta el río Acapona para el control de sus escurrimientos — durante el tratamiento de cimentación en su primera etapa —, se propuso una obra de desvío en canal a cielo abierto alojado en la zona del cauce, sobre la margen izquierda del río, diseñado para un gasto de  $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ , correspondiente a un período de retorno de 20 años. Para las etapas constructivas subsecuentes, se utilizaría el túnel de la obra de toma como desagüe, dejando como

precaución, hasta el final, la construcción de dichos digues - números 2 y 3.

El vertedor de la presa, localizado en la margen derecha, a unos 450 m del empotramiento de la cortina. Estaría constituido por un tajo de acceso de 145 m de ancho, ligado a un cimacio - perfil Creager - de eje recto y cresta controlada de 100 m de longitud efectiva total. Al pie del cimacio se ubicaría un tanque amortiguador de 120.0 m de longitud y de sección trapecial con taludes 0.5 : 1 y base de 145.0 m de ancho. La cresta vertedora se localizaría a la elevación de 98.25 m.s.n.m. y el piso del tanque amortiguador se ubicaría a la elevación 55.72 m.s.n.m.

Dadas las características geológicas de la roca de cimentación sería necesario efectuar un tratamiento de consolidación, a base de inyecciones de lechada de cemento, hasta de 12.0 m de profundidad.

La obra de toma tendría una capacidad de  $52.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ; estaría localizada en la margen derecha, y consistiría en un túnel de 6.0 m de diámetro y 333 m de longitud; a los 91.50 m de su origen, se construiría un tapón de concreto, en el cual iniciaría una tubería de acero de 3.05 m de diámetro alcanzando una longitud de 241.50 m. Inmediatamente después del tapón de con-

creto, se construiría una galería donde quedaría instalada una válvula de mariposa de 3.05 m (120") de diámetro. En el extremo final de la tubería, se colocaría una válvula de servicio - del tipo chorro hueco de 1.98 m (78") de diámetro.

Para cerrar el vaso, se requeriría construir 2 diques en los - puertos números 2 y 3; el primero, tendría una altura máxima - de 35.75 m y una longitud de 630.0 m de corona; el otro, cifra - ría 22.75 m de altura máxima y 255 m de longitud de corona. - Ambos serían de materiales graduados, y tendrían la misma sec - ción de la cortina.

#### B Presa derivadora El Recodo.

Esta presa ha sido diseñada para derivar del río Acajoneta un - gasto de 25.00 m<sup>3</sup>/s hacia la margen derecha, y 27.00 hacia la - izquierda y daría paso a un gasto de 3 000 m<sup>3</sup>/s, mismo que co - rresponde a la descarga del vertedor de la presa Huajicori pa - ra una avenida con período de retorno de 100 años, más un in - cremento de 500 m<sup>3</sup>/s por la creciente que se genere en el tra - mo comprendido entre ambas obras. Las principales caracterís - ticas de esta estructura se muestran en el Cuadro (8.2.2.). - La presa sería de tipo flotante constituida fundamentalmente - de enrocamiento con un muro central de concreto simple de 1.00 m de espesor, altura máxima de 9.00 m y 476 m de longitud, el -



## CUADRO ( 8.2.2. )

## PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA PRESA

## DERIVADORA EL RECODO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Avenidas de diseño	m <sup>3</sup> /s	3 000.00
Longitud de la cresta vertedora	m	476.00
Elevación de la cresta	m	31.00
Carga hidráulica	m	2.40
Elevación al NAME	m	33.40
Elevación del fondo del cauce	m	23.00
Elevación del umbral de la toma margen derecha	m	27.90
Elevación del umbral de la toma margen izquierda	m	28.10
Capacidad de la obra de toma margen derecha	m <sup>3</sup> /s	25.00
Capacidad de la obra de toma margen izquierda	m <sup>3</sup> /s	27.00
Altura del muro vertedor	m	9.00
Capacidad del desarenador margen derecha	m <sup>3</sup> /s	45.00
Capacidad del desarenador margen izquierda	m <sup>3</sup> /s	45.00
Talud de la cortina aguas arriba		3 : 1
Talud de la cortina aguas abajo		10 : 1
Ancho total de la corona	m	5.00

cual funcionaría como cresta vertedora.

Aguas arriba de este muro, se colocaría un cuerpo de material impermeable compactado, con corona de 4.0 m y taludes de 3 : 1, que se desplantaría en una trinchera excavada en el cauce del Río Aconeta. La protección de este material sería una chapa de enrocamiento juntado de 1.50 m de espesor. Aguas abajo — del muro de concreto, se colocaría un delantal de enrocamiento con talud de 10 : 1 y 88 m de longitud, apoyado en filtros de arena y grava seleccionada. El espesor mínimo de dicho enrocamiento sería de 3 m, rematando en una trinchera — del mismo material — de 4 m de profundidad, que se excavaría en el cauce del río. Para darle rigidez, se colarían 7 costillas de concreto simple, de 1.50 m de profundidad, las cuales quedarían alojadas en sendas excavaciones ejecutadas transversalmente a la corriente, con separaciones de 10 m de centro a centro; también se colocaría concreto simple entre los huecos del enrocamiento, dejando únicamente secciones de  $1 \text{ m}^2$  de área que funcionarían como lloraderos.

Hacia ambos extremos de la cortina y ligadas mediante las correspondientes estructuras de limpia, se localizarían las obras de toma derecha e izquierda.

La obra de toma de la margen derecha, estaría constituida por-

dos conductos cuadrados de 1.83 m de lado, operados mediante -  
compuertas deslizantes de las mismas dimensiones. Para su pro-  
tección se construiría una estructura de limpia a la entrada -  
de la toma - equipada con dos compuertas radiales de 1.50 m -  
de base por 3.00 m de altura - y un canal de acceso y de des-  
carga de 3.50 m de ancho y 440 m de longitud.

La obra de toma de la margen izquierda, consistiría en dos con-  
ductos cuadrados de 1.83 m por lado, equipados con compuertas-  
deslizantes de las mismas dimensiones. Para su protección se-  
construiría una estructura de limpia a la entrada de la toma,-  
equipada con dos compuertas radiales de 1.50 m de base por 3.00  
m de altura, operadas desde un puente situado a la elevación -  
35.00 y un canal de acceso y de descarga de 3.50 m de ancho y-  
350 m de longitud.

### C Sistemas de defensa.

El proyecto de la presa contempla el desalojo de un gasto de -  
2 500 m<sup>3</sup>/s para avenidas normales, que serían conducidas por -  
el río Acajoneta hasta la altura del poblado de Tecuala, lu-  
gar donde no se presentarían problemas de desbordamiento. A -  
partir de este sitio, hacia aguas abajo de la corriente, el --  
cauce deja de reunir las condiciones suficientes para la con-  
ducción del fluido; es por esta razón, que se contempla la. -

construcción de bordos de protección en ambas márgenes del río Acaponeta, cubriendo un tramo de 21 km — 9.7 km en la margen derecha y 11.3 km en la izquierda —.

Por otra parte, en el río Cañas se presenta también la necesidad de construir bordos de protección en una longitud de 9.2 km — 4.6 en la margen derecha y 4.6 km en la izquierda —.

Los bordos, semejantes a los que se encuentran previamente --  
construidos, tendrían una corona de 6.00 m, con taludes de --  
2: 1 y estarían constituidos por un núcleo impermeable que se  
protegería, en el lado mojado, con enrocamiento de 1.5 m de es-  
pesor, y en el lado seco con pasto; la corona llevaría una --  
carpeta de grava de 0.15 m de espesor y las alturas medias se-  
rían de 4.5 m en el Acaponeta y 2.0 en el Cañas.

### 8.3 Afectaciones e indemnizaciones.

Al entrar en operación la presa de almacenamiento Huajicori, --  
afectaría en la zona del vaso 23 comunidades que cuentan actual-  
mente con 304 viviendas; asimismo, 5 124 ha de terrenos también  
quedarían anegados. Estas afectaciones quedan desglosadas en --  
el Cuadro (8.3.1). Por otra parte, cabe aclarar que, dadas las  
dimensiones del embalse — 5 124 ha —, el camino que comunica --  
con Cucharas se inundaría y relocalizarlo representaría una in-

CUADRO ( 8.3.1 )

AFECTACIONES POR ALMACENAMIENTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (en pesos)	IMPORTE (en miles de pesos)
<u>VASO DE HUAJICORI</u>				
(Elevación N.A.M.E. 120.75 m )				
<u>POR TERRENOS</u>	ha	<u>5 124.0</u>		<u>27 360.0</u>
Agrícola de Tempo- ral anual	ha	256.0	15 000.0	3 840.0
Agostaderos	ha	2 972.0	6 000.0	17 832.0
Enmontados	ha	1 896.0	3 000.0	5 688.0
<u>POR POBLADOS</u>	CASA	<u>304.0</u>	<u>136 500.0</u>	41 496.0
<u>TOTAL</u>				<u>68 856.0</u>

El precio unitario por casa, se tomó del costo promedio de las viviendas para el proyecto Presi-  
dio-Baluarté, Sin.

versión muy elevada, motivo por el cual dicha población quedaría aislada, por lo tanto tendría que ser considerada dentro de las indemnizaciones.

Ahora bien, refiriéndonos a la zona de riego, donde serían --- afectadas 2 695 ha de terrenos dedicados a usos agrícolas y en montados, en el Cuadro ( 8.3.2 ) se muestra la magnitud que habrían de liquidarse por estos conceptos y cuyo resumen se presenta en el Arreglo ( 8.3.3. ), en el entendimiento que el camino al poblado no fué contemplado en los cálculos.

Finalmente, se ha considerado que tanto los terrenos como las propiedades de los habitantes serían cubiertos en efectivo.

#### 8.4 Presupuesto y programa de inversión.

El monto de las inversiones correspondiente a la ejecución de este proyecto es de 8 049.7 millones de pesos -- incluyendo Impuesto al Valor Agregado --, a precios de 1981, según puede observarse en el Cuadro (8.4.1). De su examen, se puede apreciar que el costo de las obras de cabeza representa el 41.8% de este total y que los conceptos más significativos restantes corresponden a la conducción y a la redes de distribución, con un 35.3% de este mismo agregado. Asimismo, se han estimado -- las obras complementarias y de defensa, lo mismo que los traba

INDENIZACION POR TEMPLES EN EL AREA BENEFICIABLE

LOCALIZACION Y CLASIFICACION DEL TEMPLO	AREA AFECTADA ( ha )	PRECIO UNITARIO* ( en pesos )	MONTE ( en miles de pesos )
<u>CONJACCION Y DISTRIBUCION</u>	<u>1 095</u>		<u>15 363.5</u>
<u>AGRICOLA BAJO RIEGO ANUAL</u>	<u>99</u>		<u>4 485.0</u>
De primera	32	60 000	1 920.0
De segunda	44	40 000	1 760.0
De tercera	23	35 000	805.0
<u>AGRICOLA DE TEMPORAL PERIODE</u>	<u>59</u>		<u>1 500.0</u>
De primera	19	30 000	570.0
De segunda	26	25 000	650.0
De tercera	14	20 000	280.0
<u>AGRICOLA DE TEMPORAL ANUAL</u>	<u>715</u>		<u>8 349.5</u>
De primera	228	15 000	3 420.0
De segunda	316	11 000	3 476.0
De tercera	171	8 500	1 453.5
<u>ERMONIZADOS</u>	<u>222</u>		<u>1 029.0</u>
De primera	72	6 000	432.0
De segunda	98	4 500	441.0
De tercera	52	3 000	156.0
<u>DRENAJE</u>	<u>1 219</u>		<u>17 077.0</u>
<u>AGRICOLAS BAJO RIEGO ANUAL</u>	<u>110</u>		<u>4 970.0</u>
De primera	35	60 000	2 100.0
De segunda	49	40 000	1 960.0
De tercera	26	35 000	910.0
<u>AGRICOLA TEMPORAL PERIODE</u>	<u>66</u>		<u>1 675.0</u>
De primera	21	30 000	630.0
De segunda	29	25 000	725.0
De tercera	16	20 000	320.0
<u>AGRICOLA DE TEMPORAL ANUAL</u>	<u>796</u>		<u>9 290.5</u>
De primera	253	15 000	3 795.0
De segunda	352	11 000	3 872.0
De tercera	191	8 500	1 623.5
<u>ERMONIZADOS</u>	<u>247</u>		<u>1 141.5</u>
De primera	79	6 000	474.0
De segunda	109	4 500	490.5
De tercera	59	3 000	177.0
<u>CANINOS</u>	<u>381</u>		<u>5 337.0</u>
<u>AGRICOLA BAJO RIEGO ANUAL</u>	<u>34</u>		<u>1 540.0</u>
De primera	11	60 000	660.0
De segunda	15	40 000	600.0
De tercera	8	35 000	280.0
<u>AGRICOLA DE TEMPORAL PERIODE</u>	<u>21</u>		<u>535.0</u>
De primera	7	30 000	210.0
De segunda	9	25 000	225.0
De tercera	5	20 000	100.0
<u>AGRICOLA DE TEMPORAL ANUAL</u>	<u>249</u>		<u>2 905.0</u>
De primera	79	15 000	1 185.0
De segunda	110	11 000	1 210.0
De tercera	60	8 500	510.0
<u>ERMONIZADOS</u>	<u>77</u>		<u>357.0</u>
De primera	25	6 000	150.0
De segunda	34	4 500	153.0
De tercera	18	3 000	54.0
<b>TOTAL</b>		<b>2 695</b>	<b>37 777.5</b>

\* Precio unitario, con precios oficiales en la zona del proyecto para el mes de junio de 1981.

CUADRO ( 8.3.3 )  
RESUMEN DE INDEMNIZACIONES

CONCEPTO	IMPORTE ( en miles de pesos )
<u>SUMA DE AFECTACIONES</u>	<u>68 856.0</u>
Terrenos	27 360.0
Poblados	41 496.0
<u>SUMA DE AFECTACIONES</u>	<u>37 777.5</u>
Conducción y Distribución	15 363.5
Caminos	5 337.0
Drenes	17 077.0
<u>TOTAL</u>	<u>106 633.5</u>



CUADRO ( 8.4.1 )

RESUMEN DE LAS INVERSIONES

ALTERNATIVA GLOBAL

--En miles de pesos--

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	OTROS	S U M A	SUPERVISION Y. ADMON.	IMPREVISTOS	SUBTOTAL	I.V.A	T O T A L
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>4 962 534</u>	<u>486 135</u>		<u>5 448 669</u>	<u>544 867</u>	<u>899 032</u>	<u>6 892 568</u>	<u>626 595</u>	<u>7 519 163</u>
Presa de almacenamiento Huajicori	2 165 528	179 684		2 345 212	234 521	386 960	2 966 693	269 699	3 236 392
Presa derivadora El Recodo	86 993	14 992		101 985	10 198	16 828	129 011	11 728	140 739
Canales principales	407 734	61 070		468 804	46 881	77 352	593 037	53 912	646 949
Sistemas de distribución	1 457 234	140 709		1 597 943	159 794	263 661	2 021 398	183 763	2 205 161
Sistemas de drenaje	297 647	13 055		310 702	31 070	51 267	393 039	35 731	428 770
Sistemas de caminos	181 418	4 903		186 321	18 632	30 743	235 696	21 427	257 123
Obras de defensa	333 985	—		333 985	33 399	55 108	422 492	38 408	460 900
Plantas de bombeo	31 995	71 722		103 717	10 372	17 113	131 202	11 927	143 129
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>50 061</u>			<u>50 061</u>	<u>5 005</u>	<u>8 260</u>	<u>63 326</u>	<u>5 757</u>	<u>69 083</u>
Obras para canalero	6 630	—		6 630	663	1 093	8 386	762	9 148
Sistemas de comunicación	21 181	—		21 181	2 119	3 495	26 795	2 436	29 231
Estructuras aforadoras	8 488	—		8 488	847	1 401	10 736	976	11 712
Oficinas para el distrito	13 762	—		13 762	1 376	2 271	17 409	1 583	18 992
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>201 991</u>			<u>201 991</u>	<u>20 199</u>	<u>33 328</u>	<u>255 518</u>		<u>255 518</u>
Desmante	80 041	—		80 041	8 004	13 207	101 252	—	101 252
Nivelación	38 277	—		38 277	3 828	6 316	48 421	—	48 421
Obras de mejoramiento	83 673	—		83 673	8 367	13 805	105 845	—	105 845
<u>INDEMINIZACIONES</u>			<u>106 633</u>	<u>106 633</u>			<u>106 633</u>		<u>106 633</u>
En la zona de la presa	—	—	68 856	68 856	—	—	68 856	—	68 856
En la zona de riego	—	—	37 777	37 777	—	—	37 777	—	37 777
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA</u>									
<u>CONSTRUCCION</u>		<u>90 283</u>		<u>90 283</u>	—	—	<u>90 283</u>	<u>9 028</u>	<u>99 311</u>
<b>T O T A L</b>	<b>5 214 586</b>	<b>576 418</b>	<b>106 633</b>	<b>5 897 637</b>	<b>570 071</b>	<b>940 620</b>	<b>7 408 328</b>	<b>641 380</b>	<b>8 049 703</b>

jos preagrícolas. La maquinaria y equipo requeridos para conservación aparecen, en forma detallada, en el Cuadro (8.4.2).-

Por lo que se refiere a la programación de las obras, se ha contemplado que el proyecto podría realizarse en un plazo de tres años, en el curso de los cuales se erogarían las inversiones correspondientes, de acuerdo con las indicaciones del Cuadro (8.4.3.) y en forma esquemática en el Arreglo (8.4.4).

#### 8.5 Costos sistemáticos.

Las previsiones anuales de los costos de operación ascienden, en total a 7 340 millones de pesos, tomando en cuenta que 2 462 corresponderían al costo de energía eléctrica y 4 879 millones a retiros y reemplazos.

CUADRO ( 8.4.2 )

MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION  
( en miles de pesos )

CONCEPTO	CAPACIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
Draga de arrastre Link Belt	3/4	yd <sup>3</sup>	3	18 228.0
Excavadora de mandos hidráulicos "Yumbo", Y-90	3/4	yd <sup>3</sup>	7	20 377.0
Trascabo articulado Michigan Modelo 75	2 1/2	yd <sup>3</sup>	4	14 282.5
Tractor Caterpillar D-4	145	H.P.	4	7 251.4
Tractor JD-4435	145	H.P.	4	3 522.3
Motoconformadora Huber, modelo F-1400	140	H.P.	4	12 054.0
Camión de volteo Ford	6	M <sup>3</sup>	8	5 424.0
Camión Pipa	10 000	Lts.	2	1 406.2
Mezcladora Mipsa 6-SR10	6	Sacos	2	139.0
Compresor VI-5 y Sandblaster	250	P.C.M.*	3	2 114.4
Soldadora Lincoln	300	Amps.	3	573.3
Rodillo liso vibratorio Dynapac CA-25	125	H.P.	3	4 911.5
<b>TOTAL</b>				<b>90 283.6</b>

\* Pies cúbicos por minuto.

CUADRO ( 8.4.3 )

PROGRAMA DE LAS INVERSIONES

ALTERNATIVA GLOBAL

--En miles de pesos--

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	OTROS	S U M A	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>4 962 534</u>	<u>486 135</u>		<u>5 448 669</u>	<u>586 767</u>	<u>1 122 303</u>	<u>1 429 777</u>	<u>1 202 126</u>	<u>1 107 696</u>
Presa de almacenamiento Hua jicorí	2 165 528	179 684		2 345 212	401 425	509 087	647 929	509 087	277 624
Presa derivadora El Recodo	86 993	14 992		101 985	50 992	50 993	—	—	—
Canales principales	407 734	61 070		468 804	33 016	93 761	129 636	140 642	71 749
Sistemas de distribución	1 457 234	140 709		1 597 943	101 334	276 191	380 507	414 266	425 625
Sistemas de drenaje	297 647	13 055		310 702	—	58 921	88 381	88 381	73 019
Sistemas de caminos	181 418	4 903		186 321	—	33 154	49 730	49 730	53 707
Obras de defensa	333 985	—		333 985	—	100 195	133 594	—	103 195
Plantas de bombeo	31 995	71 722		103 717	—	—	—	—	103 717
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>50 061</u>			<u>50 061</u>		<u>1 472</u>	<u>8 828</u>	<u>17 915</u>	<u>21 646</u>
Casas para canalero	6 630	—		6 630	—	—	1 521	2 028	3 081
Sistemas de comunicación	21 181	—		21 181	—	—	5 098	6 797	9 286
Estructuras aforadoras	8 488	—		8 488	—	1 472	2 209	2 209	2 593
Oficinas para el distrito	13 762	—		13 762	—	—	—	6 891	6 821
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>201 991</u>			<u>201 991</u>	<u>40 020</u>	<u>40 021</u>	<u>44 952</u>	<u>40 413</u>	<u>36 595</u>
Desmante	80 041	—		80 041	40 020	40 021	—	—	—
Nivelación	38 277	—		38 277	—	—	11 483	15 311	11 483
Obras de mejoramiento	83 673	—		83 673	—	—	33 469	25 102	25 102
<u>INDENIZACIONES</u>			<u>106 633</u>	<u>106 633</u>	<u>106 633</u>				
En la zona de la presa			68 856	68 856	68 856				
En la zona de riego			37 777	37 777	37 777				
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA</u>									
<u>CONSERVACION</u>		<u>90 283</u>		<u>90 283</u>					<u>90 283</u>
<u>SUPERVISION Y ADMINISTRACION</u>	<u>521 458</u>	<u>48 613</u>		<u>570 071</u>	<u>62 678</u>	<u>116 380</u>	<u>148 356</u>	<u>126 045</u>	<u>116 612</u>
<u>IMPREVISTOS</u>	<u>860 407</u>	<u>80 213</u>		<u>940 620</u>	<u>103 420</u>	<u>192 026</u>	<u>244 788</u>	<u>207 975</u>	<u>102 411</u>
<u>SUBTOTAL</u>	<u>6 596 451</u>	<u>705 244</u>	<u>106 633</u>	<u>7 408 328</u>	<u>899 518</u>	<u>1 472 202</u>	<u>1 876 701</u>	<u>1 594 474</u>	<u>1 555 423</u>
<u>I.V.A.</u>	<u>576 447</u>	<u>64 933</u>		<u>641 380</u>	<u>67 478</u>	<u>129 234</u>	<u>165 440</u>	<u>140 304</u>	<u>133 624</u>
<b>T O T A L</b>	<b>7 172 898</b>	<b>770 177</b>	<b>106 633</b>	<b>8 049 708</b>	<b>966 996</b>	<b>1 601 436</b>	<b>2 402 141</b>	<b>1 734 778</b>	<b>1 704 357</b>

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

CONCEPTO

AÑO 1

AÑO 2

AÑO 3

AÑO 4

AÑO 5

OBRAS BASICAS

Presa de almacenamiento

Huajicori

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

Presa derivadora El Re-  
codo

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

Canales principales

Sistema de distribución

Sistema de drenaje

Sistema de caminos

Obras de defensa

Plantas de bombeo

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Casa para canalero

Sistema de comunicación

Estructuras aforadoras

Oficinas para el distrito

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

TRABAJOS PREAGRICOLAS

Desmote

Nivelación

Obras de mejoramiento de  
suelos

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

INDEMNIZACIONES

En la zona de la presa

En la zona de riego

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

MAQUINARIA Y EQUIPO PARA

CONSERVACION

XXXXXXXXXXXXX

## CAPITULO IX

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

#### 9.1 Resumen.

Hacia ambas márgenes de los ríos Acaponeta y Cañas, en la porción septentrional de la Planicie Costera del Estado de Nayarit y en una pequeña zona del extremo meridional del Estado de Sinaloa, se localizan unas 70 000 ha de terrenos de buena calidad, propicios para un desarrollo agrícola de tipo intensivo.

En la actualidad, los recursos agua y tierra ahí disponibles - están siendo subutilizados, toda vez que dichos suelos se hallan explotados, en su mayoría, bajo la modalidad de temporal y, en menor proporción, con riego rudimentario, aprovechando - una mínima parte de los escurrimientos superficiales que surcan la zona. Por lo demás, el régimen de precipitación local - limita ahí la posibilidad de lograr, en términos anuales, un - desarrollo satisfactorio a base de temporal, aún considerando - la humedad que pudieran almacenar esos suelos; esto, aunado a - las frecuentes inundaciones provocadas por desbordamientos de -

ambas corrientes, ha limitado el desarrollo agropecuario de la zona al nivel ya alcanzado.

Por otra parte, la zona cuenta, actualmente, con diversas e importantes vías de comunicación externa, así como con la actitud positiva de los usuarios, dispuestos a participar eficientemente en las actividades agrícolas para apoyar el desarrollo de la zona.

El río Acaponeta conduce, aproximadamente, un volumen medio anual de 1 300 hm<sup>3</sup> — poco más del 90% del escurrimiento superficial disponible de la zona — pero sus caudales descienden grandemente durante el estiaje, por lo que con objeto de dar riego firme a los terrenos señalados, este proyecto propone, necesariamente, la regulación de dicha corriente.

En esa virtud, de entre los diversos sitios identificados — y considerando sus características topográficas, geológicas y de disponibilidad de agua —, se seleccionó al denominado Hujicori como vaso de almacenamiento y, dada su lejanía a la zona regable, al sitio El Recodo para la derivación de los caudales ya regulados. A partir de este planteamiento, pudo establecerse — previo anteproyecto de los canales principales que partirían de la derivadora — que la mayor extensión técnicamente factible de beneficiar asciende a 53 890 ha.

Asimismo, con objeto de determinar tanto la configuración como la magnitud de la zona regable, se realizaron los correspondientes análisis de tamaño. Las evaluaciones practicadas indicaron la conveniencia de adoptar el esquema que beneficiaría - la totalidad de la superficie técnicamente apta. De esa extensión, 47 937 ha serían regadas por gravedad, 4 059 ha mediante bombeos desde los canales principales - distribuidas en cuatro módulos, dos hacia cada margen - y las 1 894 ha restantes por medio de un rebombeo desde uno de los canales de bombeo de la margen izquierda.

Las obras por ejecutar son entonces, la presa de almacenamiento Huajicori, con capacidades totales, al NAME y al NAMO, de 1 305 y 1 050  $\text{hm}^3$ , respectivamente; la presa El Recodo, de tipo flotante, con altura máxima de 9 m; los canales principales margen derecha y margen izquierda, con capacidad inicial de 23 y 24  $\text{m}^3/\text{s}$ , en ese orden; y los sistemas de distribución, drenaje y caminos, con longitud total de 689, 555 y 991 km, respectivamente. También se ha considerado la adquisición de los equipos necesarios para la operación de cinco plantas de bombeo así como - las obras complementarias y trabajos preagrícolas consiguientes.

Las inversiones que implicarían estos renglones de obra ascenden a 8 050 millones de pesos - a precios de 1981 -, cifra que - incluye las erogaciones necesarias para la construcción de bor-



dos de defensa a lo largo de las principales corrientes. La adquisición de maquinaria y equipo requeridos para la adecuada conservación de las obras y el lapso en el que se erogaría la totalidad de dicho presupuesto, que ascendería a 5 años.

## 9.2 Conclusiones.

Existen medidas que pueden y deben practicarse por técnicos y usuarios, para llegar lo antes posible a utilizar el potencial hidráulico de las áreas nuevas puestas bajo riego o drenaje.

Una deficiente programación de las obras podrá retrasar el aprovechamiento del potencial hidráulico; es decir, la prontitud con que éste se realice, dependerá de la decisión que se tome acerca de si las obras que constituirán el distrito deben atacarse simultáneamente o ejecutarse por etapas. El primer caso, debido a razones financieras, no es posible ni conveniente; por tanto, debemos considerar que la forma más común, la de la construcción por etapas, es la más acertada; bajo este sistema, será necesario ejecutar ordenadamente las obras y dejar cada una de ellas terminada, en todos sus aspectos, antes de emprender la siguiente. Es indispensable dejarlas concluidas, tanto en ese sentido longitudinal del conjunto, o sea, en términos generales, el canal principal y todas sus estructuras y comunicaciones necesarias, como en el sentido lateral de éste, es decir, -

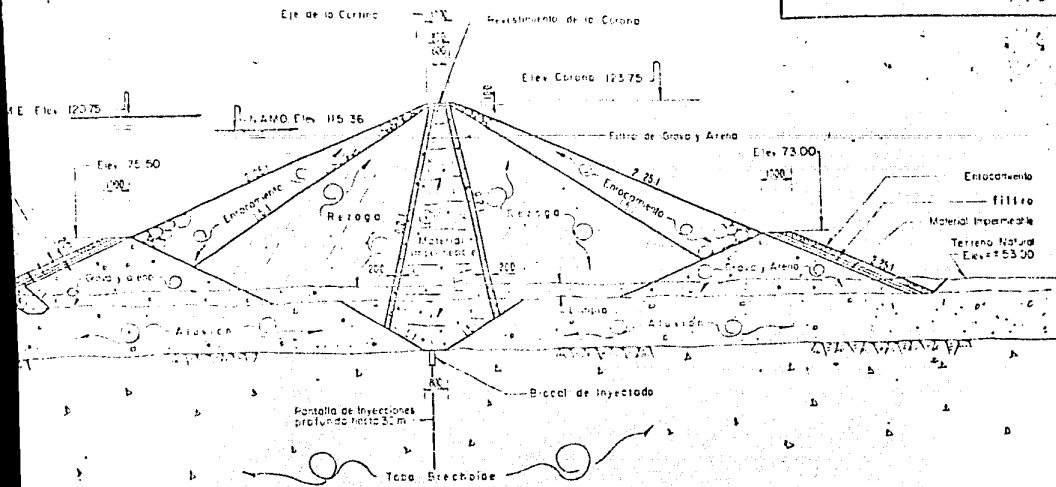
que deben construirse en toda su longitud los canales laterales, la red de canales menores, el sistema de drenaje, los caminos y todas las estructuras necesarias de operación y servicios secundarios. Este sistema tiene varias ventajas, el agua se empieza a utilizar pronto, las primeras zonas pueden servir para entrenar personal, probar los aspectos de diseño y construcción, establecer zonas piloto, estimar a futuros usuarios, reducir costos de operación e iniciar, a la mayor brevedad, el reembolso de la inversión.

Del estudio ya descrito al proyecto de riego Acaponeta-Cañas,--Nay., permitió definir que el mejor sistema -- identificado como la alternativa III -- es aquel que contempla la construcción de la presa de almacenamiento Huajicori y la derivadora El Recodo. Asimismo, se concluyó que la escala de desarrollo más conveniente del proyecto correspondió al riego de 53 890 ha.

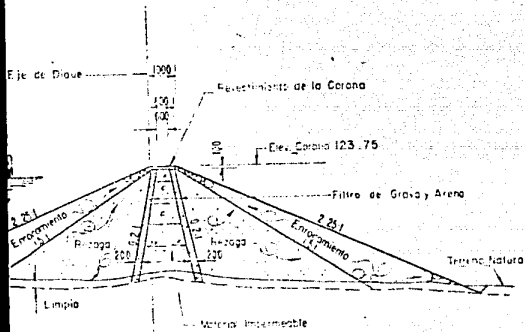
De acuerdo con ello, los indicadores económicos resultantes de las evaluaciones practicadas -- a una tasa de actualización del 12% -- demuestran la conveniencia de continuar el proyecto a nivel detallado. Dichos índices fueron: un valor presente de los beneficios netos de 1 342.862 millones de pesos, una relación -- beneficio-costos de 1.26 y una tasa interna de retorno de 14.6%.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- PEQUEÑOS ALMACENAMIENTOS  
S.A.R.H. Agosto 1976
- 2.- OBRAS HIDRAULICAS  
Francisco Torres Herrera, México 1980. Ed. Limusa
- 3.- DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS  
Bureau of Reclamation  
United States Department of the Interior  
Ed. Continental
- 4.- PRESAS DE TIERRA Y ENROCAMIENTO  
Raúl J. Marsal  
Daniel Resendiz Núñez
- 5.- HIDROLOGIA  
Rolando Springall A.  
Instituto de Ing. U.N.A.M.  
México 1978.
- 6.- EL APROVECHAMIENTO Y LA ADMINISTRACION DEL  
AGUA COMO FACTORES PARA EL DESARROLLO Y  
BIENESTAR.  
Colegio de Ingenieros Civiles  
México 1983.
- 7.- MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES  
Comisión Federal de Electricidad  
México 1980.
- 8.- INGENIERIA DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS  
Linsley Franzini  
Ed. Continental México 1964



SECCION MAXIMA DE LA CORTINA

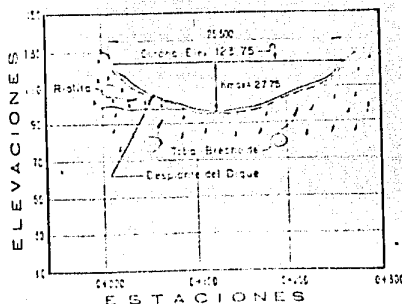


SECCION DE LOS DIQUES 2 Y 3

PRINCIPALES CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
<b>CORTINA Y DIQUES</b>		
Excavación	m <sup>3</sup>	652 137
Enrocamiento	m <sup>3</sup>	2 195 985
Material impermeable	m <sup>3</sup>	1 267 358
Filtros	m <sup>3</sup>	366 602
Rizoaga	m <sup>3</sup>	3 841 700
Revestimiento de la Corona	m <sup>3</sup>	139 50
Guarda Caminos File-Beam	m	2 624
<b>VERTELEDOR</b>		
Excavación	m <sup>3</sup>	1 390 541
Concreto en Pilas	m <sup>3</sup>	33 156
Concreto en Cimacio	m <sup>3</sup>	15 727
Concreto en Canal de acceso, Canal de descarga y Torre amortiguador	m <sup>3</sup>	603 70
Concreto en Puente de maniobras	m <sup>3</sup>	348
Concreto	m <sup>3</sup>	165 375
Hierro de Refuerzo	Kg.	1 058 952
Filtros	m <sup>3</sup>	439
Tubería para bovedal de 2 1/2" #	Kg.	12 953
Tubería de 30" 48cm (12" #)	m	2 597
Enchufe de 4" #	Pza	60
Escalera Marina	Pza	220
Compartes radiales de 10.00 B x 16.00 A	Pza	10
<b>OBRA DE TOMA</b>		
Excavación en Túnel	m <sup>3</sup>	12 968
Excavación en Talas	m <sup>3</sup>	291 602
Concreto	m <sup>3</sup>	4 566
Hierro de Refuerzo	Kg.	76 635
Azera estructural en rejilla y accesorios	Kg.	3 640
Tubería de acero de 3.05 m. (120" #)	m	245
Válvula de mariposa de 3.05 m. (120" #)	Pza	1
Válvula de cierre bucca de 1.92 m. (78" #)	Pza	1

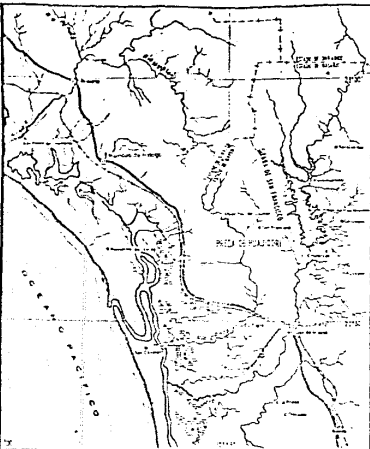
DATOS DE PROYECTO			
Capacidad al N.A.M.E.	1 305 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>3</sup>	
Superficie al N.A.M.O.	8 85 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>2</sup>	
Capacidad al N.A.M.O.	1 050 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>3</sup>	
Capacidad a la C.V.	420 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>3</sup>	
Capacidad para Control para eventos observados	630 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>3</sup>	
Capacidad para Riego	370 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>3</sup>	
Capacidad para Arboles	50 X 10 <sup>4</sup>	m <sup>3</sup>	
Grado de descarga del verted	17 000	OC	m <sup>3</sup> /s
Gasto de Control / Avenida 1968	2 500	OC	m <sup>3</sup> /s
Superficie de la Obra de Toma	45	OC	m <sup>2</sup> /s
Elevación de N.A.M.E.	120	75	m
Elevación del N.A.M.O.	115	36	m
Elevación de la Corona Verted	98	25	m
Alto sobre el Verted	22	50	m
Longitud de la Cresta Verted	100	00	m
Longitud del Túnel	6	00	m

NOTAS.- Aceleraciones en centímetros Estaciones y elevaciones en metros.



PERFIL POR EL EJE DEL DIQUE N°3

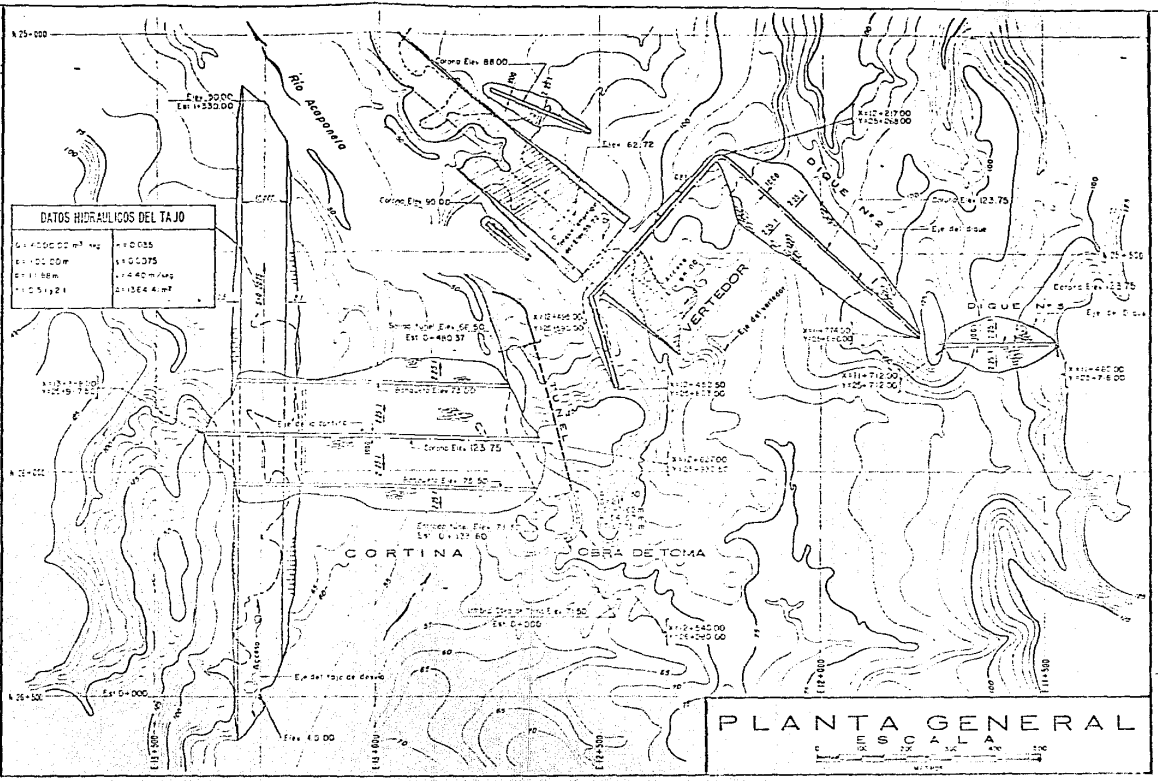
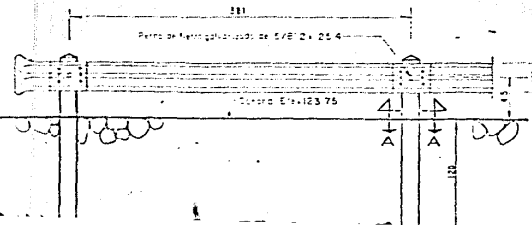
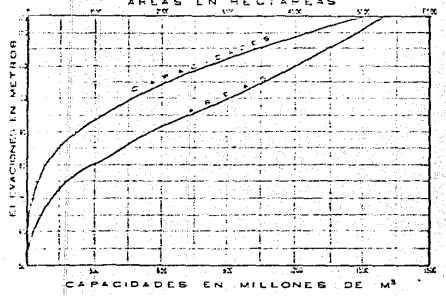
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 E.N.E.P. "ARAGON"  
 PROYECTO ACAPATEA-CARAS HAY  
**PRESA HUAJICORI**  
 PLANO GENERAL Y OBRA DE TOMA  
 TESIS PROFESIONAL  
 ALUMNO: RODRIGUEZ GUERRERO BRAULIO  
 San Juan de Aragón, Edo. de Méx. Noviembre 1968



**LOCALIZACIÓN**

ELEV. EN M.	ÁREAS EN HA.	CAPACIDADES EN M <sup>3</sup>
50	0.3	0
55	23.17	592,000
60	85.6	8,373,215
65	181.0	19,959,128
70	260.4	33,512,281
75	392.6	47,946,704
80	501.9	59,271,284
85	614.8	69,524,251
90	1,037.9	101,183,927
95	2,417.4	231,141,840
100	7,029.8	483,273,453
105	15,533.9	833,786,166
110	27,925.9	1,107,465,726
115	41,445.6	1,521,002,839
120	4,926.5	1,047,502,015
125	5,247.8	1,027,443,656

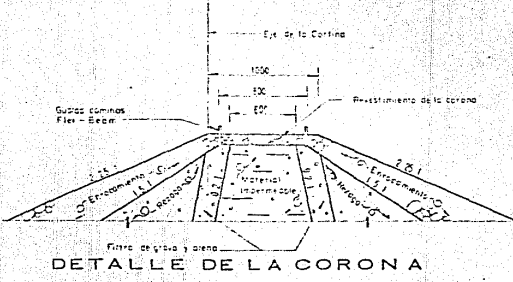
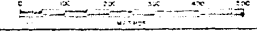
**GRAFICA DE AREAS Y CAPACIDADES**



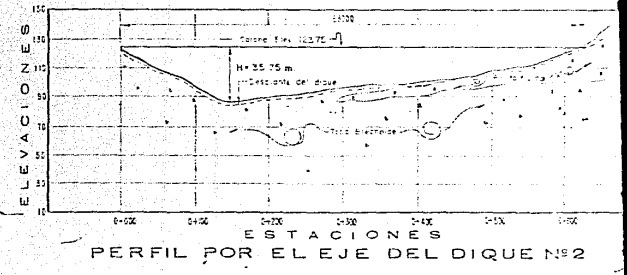
**DATOS HIDRAULICOS DEL TAJO**

11500000 m <sup>2</sup>	110000
11000000 m <sup>2</sup>	110000
11000000 m <sup>2</sup>	110000
11000000 m <sup>2</sup>	110000

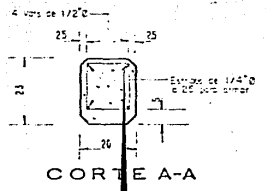
**PLANTA GENERAL**



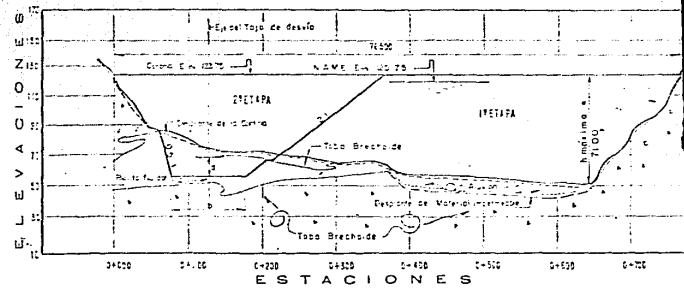
**DETALLE DE LA CORONA**



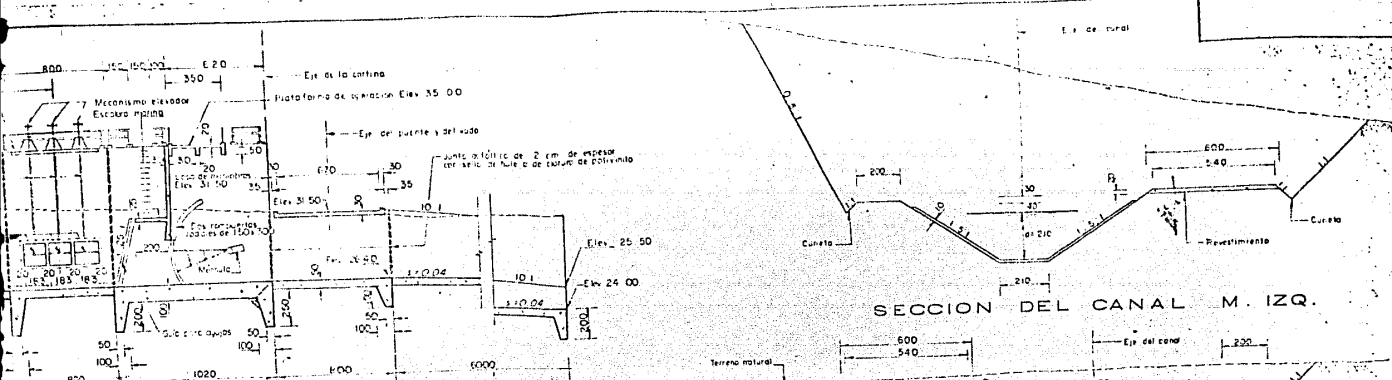
**PERFIL POR EL EJE DEL DIQUE Nº 2**



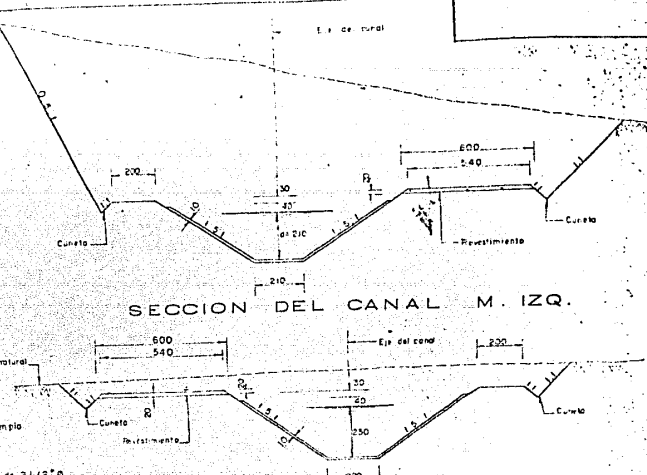
**CORTE A-A**



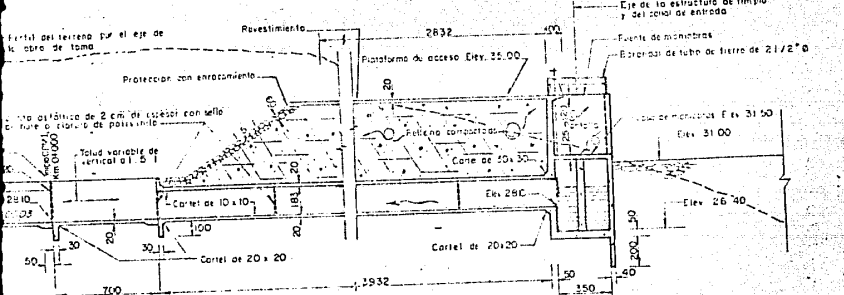
**PERFIL POR EL EJE DE LA CORTINA**



CORTE B-B



SECCION DEL CANAL M. IZQ.

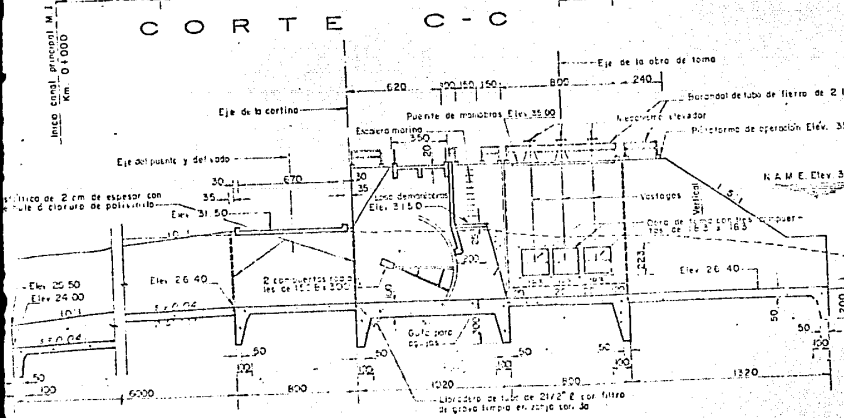


CORTE C-C

SECCION DEL CANAL M. DER.

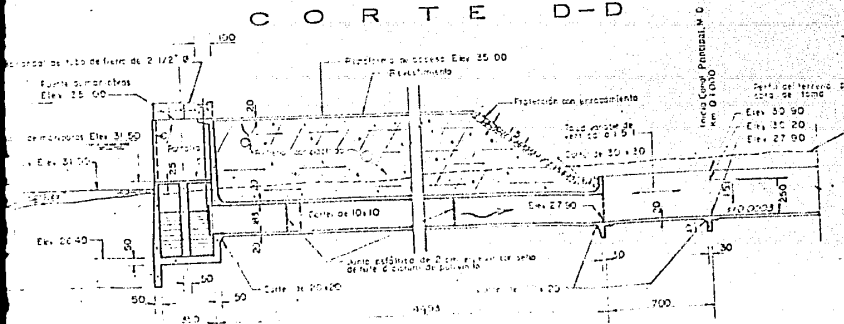
DATOS HIDRAULICOS DEL CANAL			
MARGEN DERECHA		MARGEN IZQUIERDA	
Q = 2272 m <sup>3</sup> /s	n = 0.0025	Q = 2526 m <sup>3</sup> /s	n = 0.0001
A = 17.13 m <sup>2</sup>	n = 0.015	A = 26.15 m <sup>2</sup>	n = 0.015
v = 1.33 m/s	f = 414	v = 0.97 m/s	f = 1174
d = 2.50 m	f = 1.51	d = 3.05 m	f = 1.51
b = 3.10 m		b = 4.00 m	

DATOS DEL PROYECTO		
Capacidad de vertido del vertedor	3000.00	m <sup>3</sup> /s
Elevación de la cresta vertedor	33.40	m
Longitud de la cresta vertedor	476.00	m
Elevación de la cresta vertedor	31.00	m
Carga sobre la cresta vertedor	3.40	m
Capacidad de la toma margen derecha	2790	m <sup>3</sup> /s
Elevación del umbral de la toma margen derecha	2700	m
Capacidad de la toma margen izquierda	2810	m <sup>3</sup> /s
Elevación del umbral de la toma margen izquierda	43.00	m
Capacidad de las desarenadoras	26.40	m <sup>3</sup> /s
Elevación del piso de las desarenadoras	35.00	m



CORTE D-D

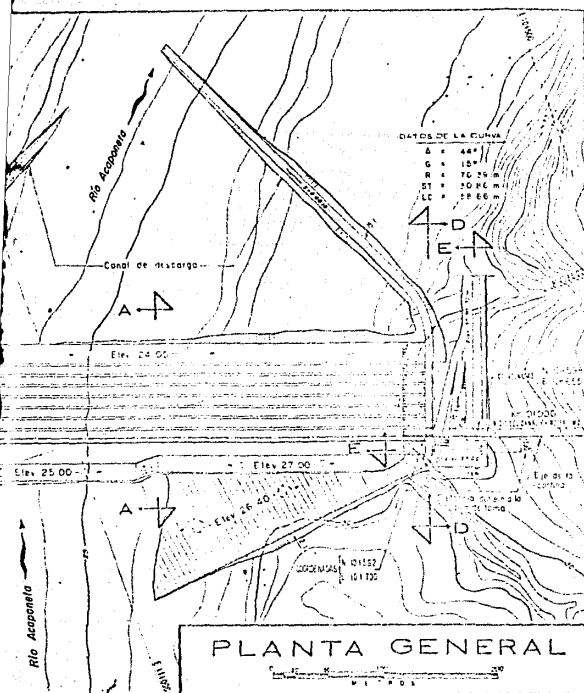
CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
<b>CORTINA</b>		
Excavación	m <sup>3</sup>	170.4
Enrocamiento	m <sup>3</sup>	128.4
Material impermeable	m <sup>2</sup>	4.8
Gruta de refugio	m <sup>3</sup>	41.2
Concreto simple en muro vertedor	m <sup>3</sup>	4.7
Concreto simple en zapata entre el enrocamiento	m <sup>3</sup>	9.2
Concreto simple sobre el enrocamiento	m <sup>3</sup>	2.7
<b>OBRAS DE TOMA Y LIMPIA</b>		
Excavación	m <sup>3</sup>	86.5
Refraso	m <sup>3</sup>	10.1
Concreto reforzado	m <sup>3</sup>	149.9
Fierro de refuerzo	kg	149.9
Compuerta total de B=250 y A=300	exp.	1
Compuerta desmontable de B=152 y A=183	exp.	1
Compuerta desmontable de B=183 y A=183	exp.	1
Tubo de tierra de 2 1/2" de Ø con bozadores	m	2
Sello de PVC Ø 20 mm de espesor	m	2
Sello existente de 2 cm. de espesor	m <sup>2</sup>	2
Gruta simple "Flex Ecom"	m <sup>3</sup>	1
Vertedores de 2 1/2" Ø	pz	1



CORTE E-E

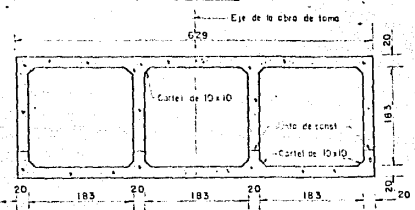
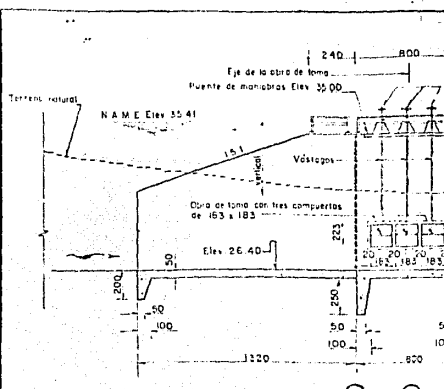
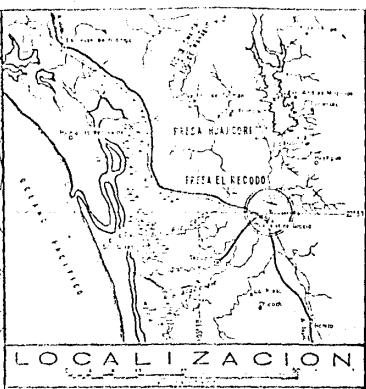
NOTAS: - Aplicaciones en vertederos, Escaleras y vertedores en concreto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
E. N. P. "ARAGON"  
PROYECTO ACAPAFETA - CANAL NA  
PRESA DERIVADORA "EL RECODO"  
PLANO GENERAL  
TESIS PROFESIONAL  
ALUMNO: RODRIGUEZ GUERRERO BRAUN  
San Juan de los Rios, Edo. de Tlaxcala, México

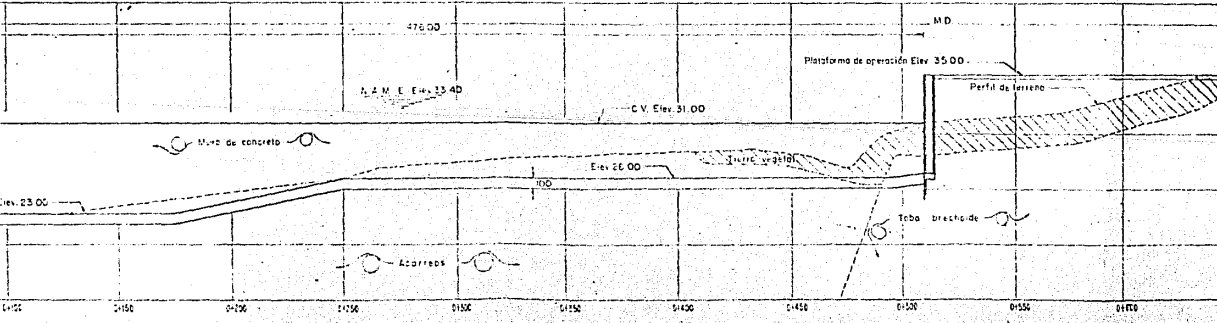


**DATOS DE LA CUNA**

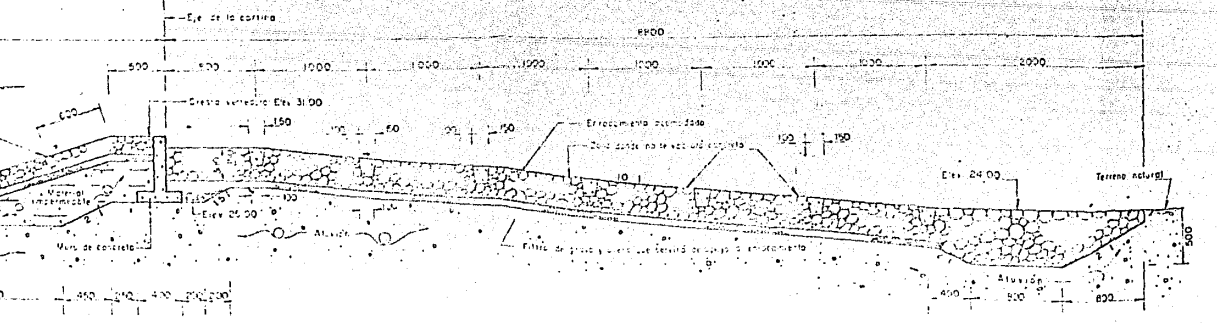
$\Delta = 46^\circ$   
 $G = 15^\circ$   
 $R = 76.26 \text{ m}$   
 $ST = 20.84 \text{ m}$   
 $LC = 19.66 \text{ m}$



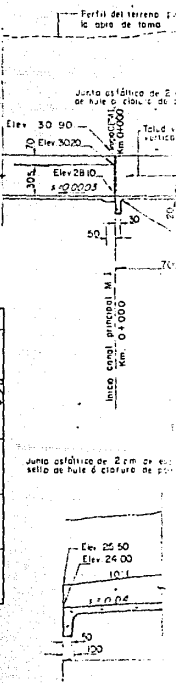
DATOS HIDRAULICOS DE LA CONDUCCION M. I.		DATOS HIDRAULICOS DE LA CONDUCCION M. B.	
$Q = 7.00 \text{ m}^3/\text{seg}$	$p = 6.46 \text{ m}$	$Q = 8.33 \text{ m}^3/\text{seg}$	$p = 7.086 \text{ m}$
$\Delta = 3.33 \text{ m}^2$	$r = 0.427 \text{ m}$	$\Delta = 3.33 \text{ m}^2$	$r = 0.470 \text{ m}$
$v = 2.70 \text{ m}/\text{seg}$	$f_{TA} = 0.567$	$v = 2.50 \text{ m}/\text{seg}$	$f_{TA} = 0.604$
$n = 0.015$	$h_v = 0.282 \text{ m}$	$n = 0.015$	$h_v = 0.303 \text{ m}$

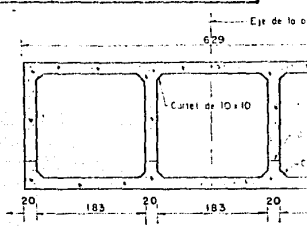
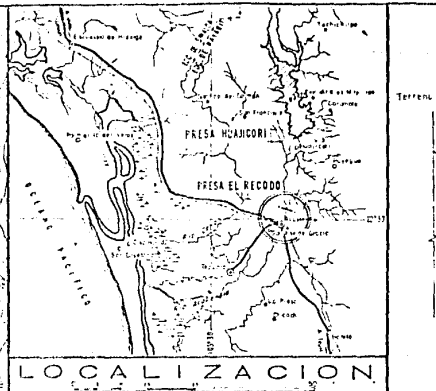
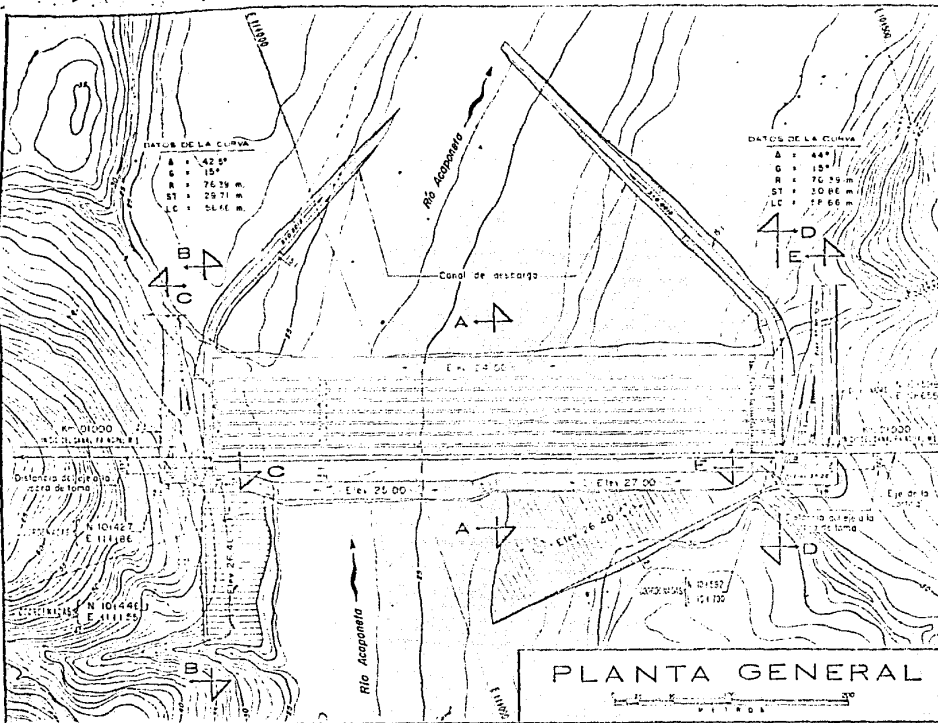


ESTACIONES  
 PERFIL POR EL EJE DE LA CORTINA



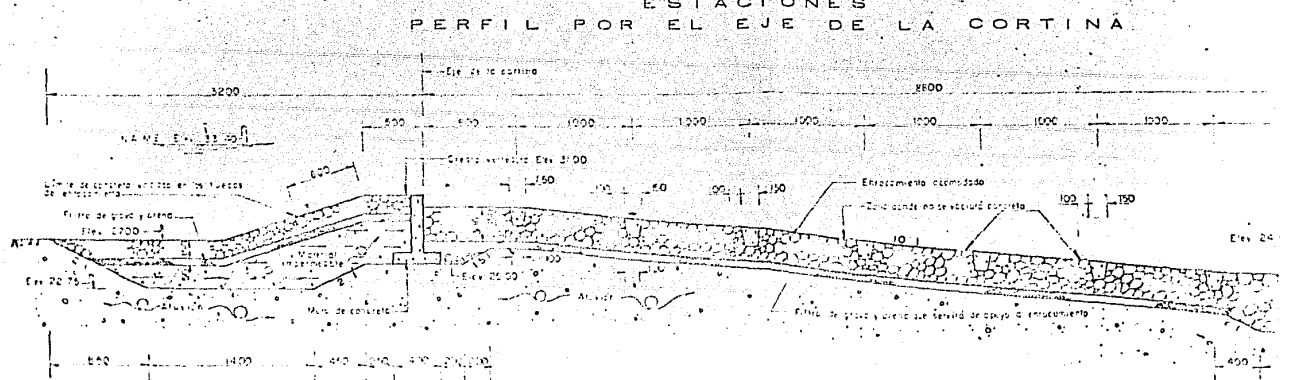
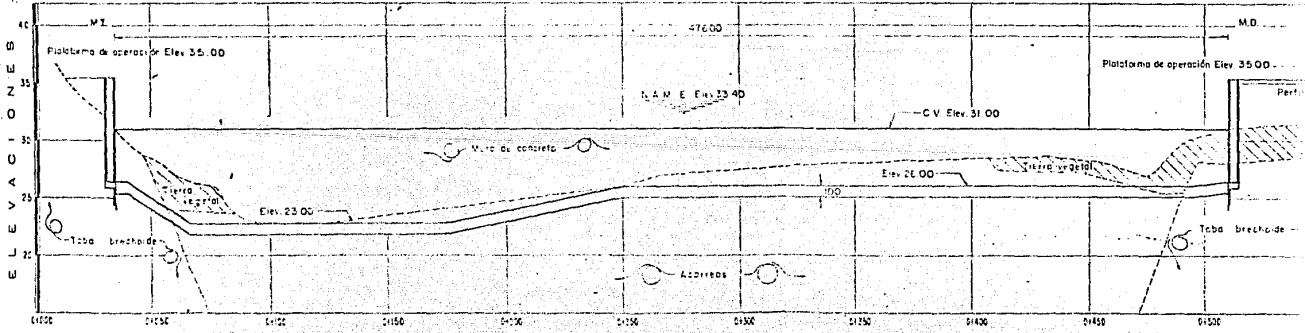
CORTE A-A





**OBRA DE TOMA**

DATOS HIDRAULICOS DE CONDUCCION M. T.		DATOS HIDR.	
Q	= 7.00 m <sup>3</sup> /seg	p	= 6.46 m
A	= 3.33 m <sup>2</sup>	r	= 0.427 m
V	= 2.70 m/seg	h <sub>v</sub>	= 0.567 m
n	= 0.015	h	= 0.282 m
		A	= 3.33 m <sup>2</sup>
		v	= 2.50 m
		n	= 0.015



C O R T E A - A