

32
28j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**“ ANTEPROYECTO DEL
APROVECHAMIENTO PARA RIEGO DEL
RIO SANTIAGO BAYACORA, DURANGO ”**

T E S I S

Que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
Octavio Castro Montes de Oca



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

- I.- INTRODUCCION
- II.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE PROYECTO
 - II.1. Ubicación
 - II.2. Fisiografía y Geomorfología
 - II.3. Geología Regional
 - II.4. Hidrografía
 - II.5. Suelos
 - II.6. Clima
 - II.7. Flora
 - II.8. Fauna
- III.- DESCRIPCION DE ESTUDIOS BASICOS
 - III.1. Topográfico
 - III.2. Geológico
 - III.3. Climatológico
 - III.4. Agrológico
 - III.5. Hidrológico
 - III.6. Socioeconómico
 - III.7. Tenencia de la Tierra
- IV.- INGENIERIA DEL ANTEPROYECTO
 - IV.1. Presa de Almacenamiento
 - IV.2. Presa Derivadora Tipo Indio
 - IV.3. Canal Principal
 - IV.4. Red de Distribución
 - IV.5. Sistema de Drenaje

- IV.-7 Trabajos Preagricolas
- IV.-8 Obras Complementarias
- IV.-9 Obras de Carácter Social
- IV.-10 Maquinaria y Equipo para Conservación de las Obras
- IV.-11 Afectaciones e Indemnizaciones
- IV.-12 Asistencia Técnica
- IV.-13 Operación, Mantenimiento y Conservación
- IV.-14 Resumen de Inversiones
- IV.-15 Programa de Inversiones
- IV.-16 Evaluación Económica

- V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El área del proyecto se localiza en el estado de Durango, en el denominado valle de Guadiana, dentro del municipio de Durango. La superficie ocupada por dicho valle es de 802.1 km² representando el 8% respecto al total de la superficie del municipio.

El principal problema al que se enfrenta el valle de Guadiana es la irregularidad del escurrimiento de sus ríos, ya que por un lado se presentan años de escasa precipitación, por lo que la superficie bajo riego disminuye y por otro se han llegado a presentar en otros años avenidas simultáneas en todas las corrientes que provocan inundaciones en la zona de estudio.

El objetivo principal del proyecto es el de contribuir a través de la ejecución de las obras de infraestructura necesarias a elevar las condiciones económicas y como consecuencia los niveles de bienestar social de las personas asentadas en la zona.

Para lograr lo anterior, con este proyecto se pretende la regulación del régimen de escurrimiento y el abatimiento de los picos de las avenidas máximas del río Santiago Bayacora, para lograr su mejor aprovechamiento, e incrementar y garantizar el área bajo riego del valle, el desarrollo de una explotación intensiva y diversificada basada en la implantación de cultivos anuales y perennes, cuyos productos tengan gran demanda tanto en el mercado regional como en el nacional, y que impliquen un empleo equilibrado y sustancial de fuerza de trabajo campesina.

Ahora bién, para alcanzar los objetivos indicados y como conclu
sión de los estudios respectivos se proponen las siguientes obras de in
genieria: Una presa para el control y el almacenamiento de las aguas -
del río Santiago Bayacora, en el sitio denominado Maravillas II, una -
presa derivadora tipo indio, en el sitio denominado Puerta de Santiago
Bayacora; el sistema de riego y las redes de drenaje y caminos, con sus
estructuras correspondientes, obras complementarias y por último la - -
construcción de un nuevo poblado para reubicar a los habitantes afecta-
dos por la formación del vaso de la presa de almacenamiento.

II.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DEL PROYECTO

II.1.- Ubicación geográfica y política,

La zona de 3 500 has. por beneficiar se ubica en la porción centro-sur del estado de Durango, dentro del municipio del mismo nombre concretamente en el valle de Guadiana, entre los paralelos 23°48'15" y 24°00'53" de latitud norte y los meridianos 104°28'05" y 104°42'50" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Su localización se ilustra gráficamente con la figura II.1.1.

II.2.- Fisiografía y geomorfología,

El valle de Guadiana está ubicado en la parte alta de la cuenca del río Mezquital o San Pedro y se encuentra delimitada: al norte por afloramiento de basalto, una serie de lomeros que lo separan del valle de Canatlán y de los llanos de Victoria; al sur por la Sierra Madre Occidental, al este por la Sierra del Registro y al oeste la Sierra de Cacaria. Al sur, oriente afloran riolitas. La elevación media del valle es de 1,870 m.s.n.m., con pendiente promedio de 0.1% y esta constituido principalmente por depósitos aluviales.

La zona del proyecto se encuentra ubicada al pie de las últimas estribaciones, al oriente de la Sierra Madre Occidental por lo que su topografía se caracteriza por lo accidentado de las estribaciones y por la suave pendiente de la planicie.

Dentro de la zona a beneficiar se pueden observar tres geofor-
mas; una constituida por vegas angostas que siguen el contorno de los -
ríos; otra que se puede considerar como valle amplio con suelos muy pla-
nos y la última representada por terrenos ondulados o de lomerios y la-
deras que bordean por la parte sur a la zona. En la figura No. II,2.1.
se pueden ver las provincias fisiográficas de la república y en particu-
lar las que se localizan en el estado de Durango.

II,3.- Geología regional.

Está representada por las partes bajas, donde afloran los depó-
sitos aluviales a grandes extensiones de basaltos y por las partes al-
tas que datan de la época terciaria. Los macizos recosos predominantes
son de origen ígneo extrusivo.

Las rocas andesíticas que representan la formación antigua, es-
tán constituidas por tobas medianas a muy compactas y por derrames lávi-
cos. Sobreyaciendo a esta formación, se encuentran las rocas de la se-
cuencia riolítica, cuyas litologías predominantes son: tobas consolida-
das, tobas aglomeráticas, derrames lávicos y rocas vítreas. Las últi-
mas formaciones geológicas están representadas por depósitos aluviales
y por emisiones de roca basáltica.

Dentro de los depósitos de aluvión se pueden diferenciar dos ti-
pos: antiguo y reciente. El antiguo está representado por gravas y are-
nas de color rojizo, el reciente está formado principalmente por limos
de color gris claro con intercalaciones de arenas y gravas.

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO
 PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA
 (RAISZ 1959)

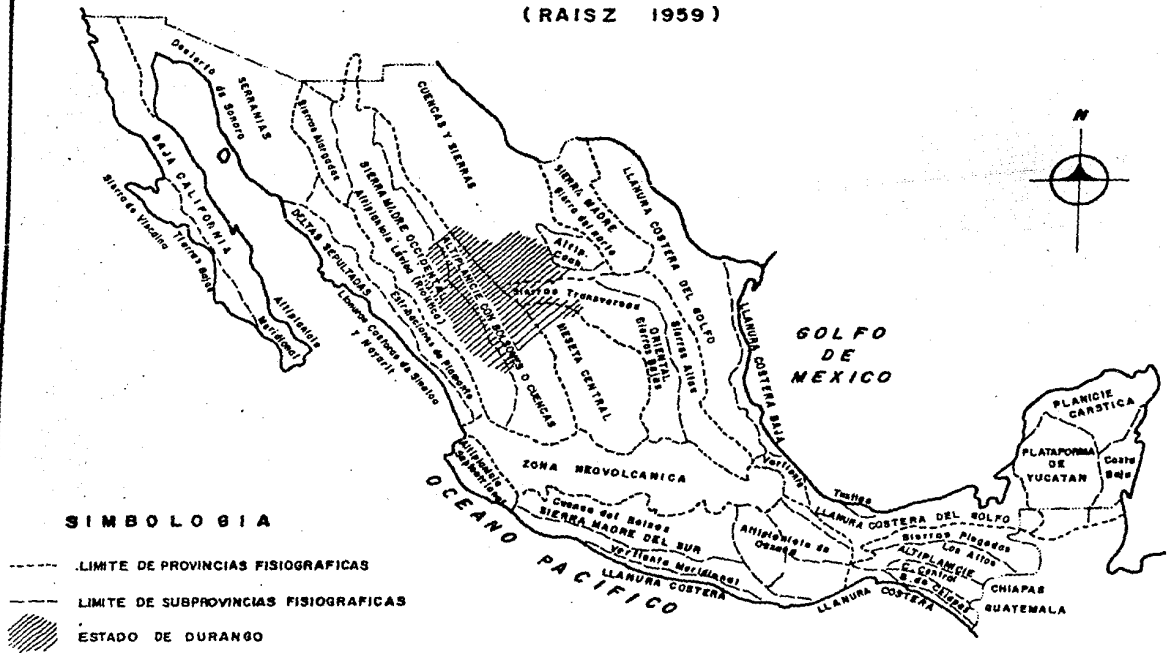


FIGURA NR-II. 2.1.

Los rasgos estructurales predominantes son las fracturas y fallas a que fueron sometidas las rocas ígneas del terciario. Las rocas más antiguas que se encuentran en la región, son las rocas ígneas formadas durante el terciario, en una etapa de intenso volcanismo. La eyección magmática se produjo a través de figuras de carácter intermitente, debido a la gran diversidad de derrames y materiales piroclásticos que se originaron. Terminando el período de los derrames volcánicos se presentó una intensa erosión y una actividad ígnea de origen básico.

II.4.- Hidrografía

La zona del proyecto se localiza en la cuenca del río San Pedro, perteneciente a la región Hidrológica No. 11, que comprende los ríos - Presidio, Baluarte, Acaponeta y el río San Pedro o Mezquital,

El río San Pedro nace en el estado de Durango, con el nombre de río La Saucedá, a 75 kms, al NW de la ciudad de Durango. Se inicia en el flanco SE de la Sierra de la Magdalena, a una elevación de 3 227 - - m.s.n.m. siguiendo con dirección SE hasta su confluencia con el río Tunal.

El río Tunal por su parte, se originó en la Sierra de Durango a una elevación de 2 800 m.s.n.m., siguiendo una dirección norte en 62 km, cambiando a una dirección NE, recorriendo 27 km, hasta su confluencia con el río la Saucedá. Aproximadamente a 8 km. aguas abajo de esta confluencia, el río recibe por su margen derecha las aportaciones del río Santiago Bayacora.

El río Santiago Bayacora se inicia en la parte alta de la Sierra de Durango, a partir de una elevación de 3 000 m,s,n.m., se desarrolla en forma paralela al río Tunal siguiendo en dirección norte, pasando por la población de Santiago Bayacora, después de haber recorrido 40 km. y descendido 1 120 m., a 28 km de dicha población el río Santiago Bayacora, descarga sus aguas al río La Sauceda. A partir de esta unión, la corriente de los tres ríos mencionados recibe el nombre de río Durango, que es el nombre con el que sale del valle para posteriormente tomar el nombre de Mezquital y finalmente el de San Pedro, al desembocar en el océano Pacífico en el estado de Nayarit, ver figura No. II.4.1.

Algunos arroyos, principales afluentes del río Santiago son: Arroyo Grande, Las Huertas, Los Aragón, La Nopalera y Los Jacales; a excepción del arroyo La Nopalera todos confluyen por la margen derecha.

II.5.- Suelos

Los suelos del valle son de origen ígneo provenientes de la intemperización, desintegración, arrastre y depósito de rocas riolíticas, tobas reolíticas y basalto; con modo de formación aluvial e in-situ, desarrollados a muy poco desarrollados por lo que se les considera de edad madura a reciente; contiene diversos materiales como cuarzo, feldespato, plagioclasa, augita y olivino.

En la zona de estudio, los suelos de las vegas presentan texturas arenosas y estratificadas en algunos sitios presenta pedregosidad tanto interna como superficial y son afectados por la elevación del manantio freático, durante el período de avenidas máximas de los ríos. La pre

sencia de estos suelos se da en las inmediaciones del río Santiago Bayacora y en el arroyo Los Jacales cubriendo una escasa superficie.

Los suelos del valle, amplio y plano que ocupan la mayor parte de la superficie a beneficiar son arcillosos, de textura fina y semifi na presentando un manto freático elevado y poca pedregosidad. El drenaje tanto superficial como interno generalmente es eficiente con excepción de los suelos que sobreyacen a un estrato de toba cementada, lo cual dificulta el drenaje durante la época de intensa precipitación.

Los suelos ondulados o de lomerios, aparecen en la parte sur del área del proyecto, son en lo general muy gravosos con horizontes compactos y a veces cementados por lo que presentan un buen desarrollo pedogenético; estos suelos se presentan en poca proporción.

II.6. Clima.

En la zona del proyecto los valores medios anuales de precipitación, temperatura y evaporación son de 549.1 mm, 19.3 °C y 876.9 mm, respectivamente. Se definen dos periodos uno lluvioso y otro seco, en el primero se concentra el 69.3% de la precipitación, presentándose en los meses de julio a septiembre en los meses restantes se ubica el periodo seco. El clima imperante según el sistema desarrollado por el Dr. Thorntwaite se considera como: seco con pequeña o nula demasia de agua, templado cálido, con baja concentración de calor en el verano.

II.7.- Flora.

En el valle de Guadiana existen varios tipos de vegetación, entre los que se pueden mencionar principalmente a los mezquites, huizaches, nopaleras, pastizales naturales, zacatales y otros.

El área de influencia del proyecto comprende además de la mencionada en el valle, la cual se considera como parte plana, otras zonas de partes altas y el vaso de la presa de almacenamiento,

La vegetación predominante en las partes planas corresponde al tipo de clima semi-árido o estepario según KOPPEN, que de acuerdo a esta clasificación se localizan asociaciones de selva baja espinosa, caducifolia, constituida por mezquites (*Prosopis*, spp); también se observa matorral espinoso, representada por diferentes especies de huizaches - principalmente por *Acacia Farnesiana*; además existen asociaciones vegetales que cubren extensiones de regular tamaño como los nopales (*Opuntia* spp) y pastizales; formado por un número variado de especies,

En las partes altas, la vegetación esta representada por bosques de encinos chaparros (*Quercus arizonica*), acompañados generalmente por especies arbustivas. En el área del vaso de almacenamiento de la presa, la flora se considera de transición ya que se encuentran especies tanto en las partes planas, como en las altas,

Respecto a la fauna, ésta se encuentra condicionada a los factores ambientales como el clima, altitud y vegetación. En correspondencia con la vegetación se observa que la diversidad de especies aumenta desde la parte plana o ligeramente ondulada hasta las zonas altas. La fauna más común que se observa principalmente en la zona de estudio es la siguiente.

Paloma	(Zenaida asiática)
Torcasita	(Scardafella inca)
Corre camino	(Geococcyx velox)
Culebras	(Elaphe spp)
Tuza	(Heterogeomus spp)
Mapache	(Procyon spp)
Zorrillo	(Mephitis pp)
Ocelote	(Felis pardalis)
Jabalí	(Dicotyles spp)
Venado	(Odocoileus virginianus)
Conejo	(Sylvilagus floridanus)
Armadillo	(Dasypus novemcinctus)

III.1.- Topográfico

En general la topografía de la cuenca del río Santiago Bayacora está representada por sierras escarpadas y valles angostos; el vaso de la presa de almacenamiento está ubicado entre las últimas estribaciones de la sierra, por lo que la topografía se caracteriza por ser accidentada; la boquilla en donde se ubicará la cortina de la presa de almacenamiento es asimétrica siendo la margen izquierda la de mayor pendiente (1.5%); la boquilla para la presa derivadora también es asimétrica presentando la margen derecha mayor de 1,2%. Por lo que respecta a la zona del proyecto de riego, esta presenta una topografía semiplana, con ondulaciones suaves y algunos lomeros con pendiente del 5% aproximadamente.

En 1982 se realizó un estudio topográfico escala 1:20,000 con curvas de nivel a cada metro, dominando la superficie del proyecto en cuestión. Para la obtención del área de embalse de las presas de almacenamiento y derivación en 1973 y 1982 se realizaron los levantamientos respectivos escala 1:5,000, con curvas de nivel a cada metro.

Por último la topografía de detalle, para el diseño de las dos presas se realizó a escala diferentes, siendo 1:1,000 para la derivadora y 1:2,000 para la de almacenamiento, con curvas de nivel a cada metro en ambos casos.

III.2.- Geológico:

La localización geográfica de la boquilla de la presa de almacenamiento es: 23°52'30" de latitud norte y 104°40'30" de longitud W; es ta constituido por reolita de color gris rosaceo o café claro, de textu ra porfirítica con fenocristales de plagioclasa, cuarzo u feldespato - potásico alterado. En general la roca es sana, compacta y sólo ocasio- nalmente se llega a encontrar alterada,

La riolita que se encuentra fracturada, esta constituida por dos juegos de diaclasas verticales, que en su mayoria están selladas con ar cilla y en menor proporción jaboncillo y óxido de fierro.

Topográficamente la boquilla es asimétrica, siendo la margen iz- quierda la de mayor pendiente. Exploraciones en esta margen, sobre el eje de la boquilla indican zonas importantes del terreno que están frac turadas y a su vez selladas o con poco empaque de arcilla. Las pruebas de permeabilidad indican que para la altura que tendrá la cortina, el terreno es impermeable, con excepción de un tramo de cinco metros.

Las exploraciones en la zona del cauce, sobre el eje, indican que el espesor de acarreo es variable, la zona más profunda está cargada - hacia la margen izquierda, en donde se perforaron 25,35 m. de aluvión; los menores espesores se encontraron en la margen derecha,

Geológicamente al vaso de la presa de almacenamiento está cons- tituido por la misma reolita que aflora en la boquilla, la cual en las partes topográficamente bajas esta cubierta por suelo limo-arcilloso y material aluvial. La margen derecha está afectada por una falla verti- cal de poco desplazamiento y rumbos transversales al río.

El eje de la obra de toma se localiza en riólita porfirítica de estructura fluidal, En lo que será el portal de la entrada, la riólita no está afectada por fracturas o diaclasas, aunque se encuentra alterada cáusticamente, Inmediatamente después del portal de entrada y en dirección al portal de salida, la roca está fracturada por grandes diaclasas verticales; en la parte central de la obra de toma, la roca es compacta y menos fracturada.

Al igual que la obra de toma, el eje del vertedor se localiza en la riólita porfirítica de estructura fluidal, encontrándose también, zonas en la cresta vertedera de roca alterada y fracturada, Con las tres exploraciones efectuadas en donde se alojará el vertedor, se observa que el terreno en sus primeros cuatro metros se encuentra fracturado y en algunas partes alterado.

Por lo que se refiere al estudio geológico de la boquilla de la presa derivadora, éste indica que se encuentra formada por riólita compacta, de textura porfirítica, estructura masiva y columnar, que presenta fracturas principalmente verticales y se encuentra cubierta por depósitos de tierra vegetal. La zona del cauce está constituida por material aluvial, como son los boleos, gravas, arenas y arcillas.

El área de embalse, de la presa derivadora, litológicamente está formada por tobas rióliticas de color blanco, textura inequigranular con fenocristales de cuarzo y fragmentos de pumicita en la matriz arenosa arcillosa, semicompactada y poco fracturada; le sobreyace una riólita de color violeta, con textura porfirítica, con abundantes fenocristales de cuarzo y feldespatos, estructura masiva y columnar; por último la zo-

na del cauce está constituida por material aluvial,

III.3.- Climatológico,

Para conocer el clima de la zona de interés, se utilizaron los registros de la estación climatológica "Santiago Bayacora", la cual se encuentra localizada en las coordenadas 23°50'00" de latitud norte y -104°37'00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y cuyo período de registro es de 40 años de 1943 a 1982.

La temperatura media anual en la zona de estudio es de 19.3°C teniendo una amplitud térmica de 11,9°C tomando en cuenta las temperaturas medias del mes más caluroso (junio) y más frío (enero) resultaron de 25.2° y 13.3°C respectivamente. Las temperaturas máximas y mínimas absolutas fueron de 42,5°C (30 de mayo de 1979) y -16,5°C (23 de enero de 1980) respectivamente, teniendo una fluctuación de 59°C.

Con base en los registros de la estación climatológica citada, la precipitación media anual es de 549.1 mm.; la precipitación total anual del año más húmedo y más seco fue de 874.0 y 342.1 mm., respectivamente.

Con los datos de precipitación, se definieron dos períodos uno lluvioso y otro seco; el primero de ellos abarca los meses de julio a septiembre y se precipita un 69,28% del total; en el período seco se precipita el 30.72% restante; en los meses de octubre a junio.

La evaporación media anual es de 876,9 mm., presentándose la media mensual más alta en junio con un valor de 120,8 mm.

Las heladas se presentan con mayor frecuencia durante los meses de noviembre a marzo, aunque ocasionalmente se presentan algunas tardías y otras tempranas, siendo las primeras en el mes de abril y las segundas en los meses de septiembre y octubre,

Otros fenómenos climatológicos de menor importancia son los vientos y el granizo, los cuales no tienen efectos graves sobre la zona los vientos varían de débiles a poco fuertes, con dirección principal del NE, las granizadas generalmente no se presentan y cuando lo hacen normalmente es en los meses de julio y agosto.

Con base en el segundo sistema de clasificación del clima, desarrollado por el Dr. Thorntwaite, apoyado en datos de temperatura y precipitación media mensual, se concluye que el clima en la zona del proyecto es: seco, con pequeña o nula demasia de agua, templado cálido, con baja concentración de calor en verano.

III.4.- Agrológico:

En general, los suelos de la zona de riego son de profundidad variable (profundos y medianamente profundos), de origen ígneo, proveniente de la intemperización, desintegración, arrastre y depósito de rocas riolíticas, tobas riolíticas y basaltos, con modo de formación insitu; desarrolladas a muy poco desarrolladas, por lo que se les considera de edad madura a reciente.

La topografía es sensiblemente plana, aunque existen áreas de pendiente ligera con terrenos ondulados y de fuerte pendiente que se encuentran erosionadas, así como depresiones localizadas sobre las márgenes del río Santiago, las cuales son inundables en los períodos de avenidas máximas. También se presentan áreas con manto freático elevado, principalmente sobre las márgenes del río Santiago y del arroyo La Vaca.

El drenaje superficial e interno generalmente es eficiente, con excepción de los suelos que sobreyacen a un estrato de toba cementada, lo cual dificulta el drenaje durante la época de intensa precipitación.

Las texturas dominantes son medias, encontrándose áreas de texturas finas con tendencia a gruesas; los colores dominantes de los suelos varían de café opaco a gris cafésáceo, y en los suelos formados in-situ o mixtos el color varía de café rojizo a café amarillento grisáceo.

Conforme a las similitudes encontradas entre los perfiles de los pozos agrológicos y con los análisis practicados en el laboratorio a las muestras de suelo obtenidas en el campo, se determinaron, en la zona de riego, tres series y dos fases de suelo: serie Rayón, serie y fase Minerva, serie y fase Santiago.

Los suelos de la serie de Rayón, en general varían de profundos a poco profundos, de formación aluvial in-situ, medianamente desarrollados por lo que se consideran jóvenes, provenientes de la intemperización, desintegración, arrastre, con depósitos de material ígneo; las texturas dominantes son medias, aunque también existen las finas y gruesas; los colores varían de café rojizo opaco a café opaco en seco, y café rojizo oscuro a café oscuro húmedo.

Esta serie se caracteriza por tener suelos profundos, desarrollados, de texturas medias a gruesas hasta 120/160 cm. de profundidad que sobreyacen a una capa dura cementada de $C_a CO_3$ en algunos casos a una abundancia de material pedregoso; la permeabilidad varía de buena a lenta; el drenaje interno se vuelve deficiente cuando encuentra la capa cementada a rápida cuando sobreyace a un lecho pedregoso. La superficie que abarca esta serie es de 2,035.19 ha., con suelos de 2a. a 3a. clase.

La serie y fase Minerva, son suelos fracturados, de formación aluvial, poco desarrollados con colores dominantes que varían de café opaco a café oscuro y café grisáceo oscuro en húmedo, con textura franco arcillosas y arcillo arenosas.

Por lo que respecta a esta serie, se caracteriza por ser de textura finas, producto del arrastre y depósito de material fino fuertemente intemperizado, su consistencia es dura, con permeabilidad lenta y drenaje interno poco eficiente hasta una profundidad de 140 cm., a mayor profundidad, el suelo presenta una mayor consistencia, poca porosi-

dad, permeabilidad muy lenta y drenaje interno deficiente, debido a una mayor compacidad del suelo. Conforme a los factores de clasificación, se determinaron suelos de 1a. y 2a. clase, los cuales se encuentran afectados principalmente por texturas finas, permeabilidad lenta y drenaje interno deficiente.

La fase Minerva se caracteriza por tener un color café rojizo en seco y café rojizo oscuro en húmedo, con manchas ocre y regular cantidad de motas blancas; las texturas son medias, con buena permeabilidad y drenaje interno eficiente. Las superficies de la serie y fase son 108.39 y 42.24 ha. respectivamente.

Por último la serie y fase Santiago se caracteriza por ser suelos profundos de formación aluvial poco desarrollados, por lo que se les considera recientes; se formaron por el arrastre y depósito de material ígneo poco intemperizado; los colores varían de café amarillento grisáceo a gris cafésáceo claro en seco y café grisáceo en húmedo; sus texturas son francas, encontrándose también arcillo-arenosa y franco arenosa, los cuales están estratificados. Estos suelos se caracterizan por tener un mano freático hasta 100 cm de profundidad durante la época de lluvias.

En cuanto a fase Santiago, ésta presenta suelos con texturas gruesas, drenaje interno que varía de rápido a muy rápido, pedregosidad en el perfil, manto freático a una profundidad de 150 cm que varía según las avenidas máximas de las corrientes fluviales. Esta fase se localiza generalmente sobre superficies paralelas a las márgenes del río Santiago y del arroyo La Vaca. El área que ocupa esta serie y fa-

se son 1,190.15 y 429.59 ha. respectivamente .

III.5.- Hidrológico;

El presente estudio contempla la factibilidad hidrológica para la construcción de una presa de almacenamiento en el sitio denominado Maravillas II o río Escondido.

Para realizar el análisis hidrológico se consideraron los datos hidrológicos (precipitación y evaporación) registrados en las estaciones climatológicas: El Saltito, La Flor, El Pueblito, Santiago Bayacora, Sta. Bárbara, Las Bayas y Durango; las cuales se ubican dentro y fuera de la cuenca de influencia del proyecto (cuadro III.5.1.) Para realizar el análisis de los escurrimientos en el río Santiago Bayacora se utilizó la estación hidrométrica Refugio Salcido, que se localiza - aguas arriba de la carretera México-Cd. Juárez a 20 km aguas abajo del sitio "Maravillas II" con un período de observación de 1943 a 1982 - - ver cuadro III.5.2.

En el plano No. 1, se muestra el sitio de la presa, así como la cuenca en cuestión y las estaciones climatológicas e hidrométricas utilizadas en el estudio.

Para la determinación de la curva de elevaciones-areas-capacidades del vaso "Maravillas II", se considero la elevación 1903 m.s.n.m. correspondiente al lecho del río, hasta la elevación 1975 m.s.n.m., -- siendo esta la cota máxima levantada; al área de embalse a la última - cota mencionada resultó de 735 ha. correspondiéndole una capacidad - - aproximada de 230.9 Millones de m³.

El régimen de demanda requerido se elaboró con base al patrón de cultivos actual, resultando una lámina media de 1.09 m. trabajando para una eficiencia total del 56%.

Con la finalidad de establecer el régimen virgen del río, trasladado al sitio de la presa de almacenamiento, se estimaron los volúmenes de entrada en dicho régimen, por el método de la relación de áreas-pendientes-precipitaciones, resultando un escurrimiento medio de 58.38 millones de m³.

Partiendo de las informaciones climatológicas "Durango" y "El Pueblito", se analizaron los registros de precipitación y evaporación con la finalidad de calcular las láminas de evaporación neta mensual en el vaso de almacenamiento.

En los análisis efectuados para conocer la capacidad de conservación se determinó que la más adecuada corresponde a 125 millones de m³, ya que se domina una superficie de 3 500 ha. aprovechando un 56% de los escurrimientos superficiales. En la gráfica No. III.5.2 se puede observar el comportamiento de las curvas de aprovechamiento y demandas en el cuadro No. III.5.3 los resultados del funcionamiento del vaso.

Se cuenta con los registros de las avenidas máximas observadas en la estación "Refugio Salcido", a partir de 1943 a 1982, habiéndose presentado la máxima el día 11 de septiembre de 1968 con un gasto de 474.0 m³/s.

Se realizó el análisis de los gastos máximos anuales observados con la finalidad de estimar el gasto máximo probable, con un período de retorno de 1,000 y 10,000 años; utilizando los métodos estadísticos y el de envolventes regionales de gastos máximos y, una vez obtenidos los gastos transitarlos por el vaso. De los resultados obtenidos los valores adoptados fueron:

Para $T_r = 1,000$ años $Q = 1,070 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para $T_r = 10,000$ años $Q = 1,500 \text{ m}^3/\text{s}$.

De la forma de la avenida máxima probable, para los dos períodos de retorno considerados, se derivó el tren de avenidas más desfavorable registrado (1) de septiembre de 1968), Dicho tren consta de tres picos: el primero de $474.0 \text{ m}^3/\text{s}$., el segundo de $385.5 \text{ m}^3/\text{s}$. y el último de $288 \text{ m}^3/\text{s}$. ver gráfica No. III.5.3.

El hidrograma de la avenida máxima probable, se determinó en forma teórica, adoptándose la forma de la avenida máxima observada.

Considerando que varias de las crecientes máximas registradas están formadas por un tren de avenidas, se tomaron los dos primeros picos de la creciente máxima observada en septiembre de 1968 y reemplazar el tercer pico por la avenida máxima probable obtenida (gráfica No. III.5.4.).

De acuerdo al tránsito de avenidas máxima probable por el vaso el vertedor más recomendable es de descarga libre con longitud de 25.00 m., y carga de 6.81 m., localizado en el cuerpo de la cortina por el cual descargará un gasto máximo de $887.61 \text{ m}^3/\text{s}$.

III.6.- Socioeconómico:

La tendencia de la población en la zona estudiada ha tenido el siguiente comportamiento: en el año de 1960 la población total del área del proyecto fué de 3 416 habitantes, representando tan solo el 2.4% respecto al municipio de Durango; para 1981 esta población ascendió a 7 629 habitantes, con una tasa de crecimiento medio anual de 4.4%, superior a la del área de influencia (municipio de Durango) que fué de 3.37% para el período 1970-1981.

Esta población se concentra fundamentalmente en las poblaciones de Praxedis Guerrero, Montemorelos y Refugio Salcedo. Dado que ninguno de los poblados de la zona del proyecto excede a los 2 500 habitantes, la población se caracteriza por ser eminentemente rural.

Con base en la muestra levantada se elaboró la pirámide por sexo y rango de edades, de la cual se puede observar que el 55% de la población es de sexo masculino (304 hombres) y el 45% es de sexo femenino (248 mujeres), predominando ligeramente la población masculina en la zona estudiada.

Debido a que la población se caracteriza por ser eminentemente rural, la estructura ocupacional está fuertemente orientada hacia el sector agropecuario, no existe diversificación en las actividades económicas efecto ocasionando principalmente por la cercanía de la zona de estudio con la ciudad de Durango, donde existe una marcada concentración en las actividades secundarias y terciarias.

Las características del ciclo agrícola, cuya duración aproximada es de siete meses, provocan la Población Económicamente Activa el período de estudio (1960-1981) en donde la tasa media de crecimiento fué de 2.9% abarcando tan solo un 29.3% del total de la fuerza de trabajo, provocando marcadas emigraciones temporales al obtener empleos eventuales como jornaleros, peones de albañil, etc., y en algunos casos en forma definitiva.

La población de la zona de estudio recurre a la ciudad de Durango para cubrir sus necesidades en: educación, servicio médico, etc. sin embargo, en la zona se localizan escuelas primarias, tanto federales como estatales abarcándose todos los grados. La S.S.A. ha instalado cuatro dispensarios médicos en las poblaciones de Plan de Ayala, Ejido Felipe Angeles, Refugio Salcido, y la colonia Felipe Angeles. Todas las poblaciones cuentan con servicio eléctrico a nivel domiciliario. Respecto al alumbrado público, éste se brinda en algunas poblaciones, pero es deficitario y carece de buen mantenimiento.

El servicio de agua potable queda cubierto en todas las comunidades por medio de tomas comunales a través de pozos construidos e instalados por la S.S.A.

En términos generales, la actividad ganadera es casi nula, sin embargo, se desarrollan fundamentalmente y en forma aislada actividades como el libre pastoreo y el esquilmo.

Dado que la mayor parte de la producción se destina al autoconsumo, los pobladores de la zona ven en la producción ganadera una actividad complementaria de apoyo a su economía.

El tipo de crédito agrícola más común en la zona de estudio es el de avío, proporcionando en su totalidad por Banrural. El seguro agrícola es aplicado a los cultivos como avena forraje de riego, frijol y maíz de temporal, afectados por factores climatológicos, así como a la presencia de plagas.

Las actividades de apoyo a la producción son proporcionadas por Banrural, Conasupo-Coplamar y la S.A.R.H., brindando asesoría técnica para los cultivos de temporal, en parcelas demostrativas localizadas en: Refugio Salcido y Montemorelos.

III,7.- Tenencia de la Tierra

La superficie estudiada comprende los ejidos de: Aquiles Serdan, Felipe Angeles, Ignacio López Rayón, Refugio Salcido, Montemorelos, Plan de Ayala, Praxedis Guerrero y Pilar de Zaragoza, las propie

dades privadas comprendidas en la ex-hacienda de Santa Rosa y San Lorenzo y anexo de la comunidad de San Isidro y la colonia Felipe Angeles contemplándose una superficie total como zona de estudio de 5486-13-03 has de las cuales el 53.1% se beneficiarán con la implantación de riego.

En la zona de estudio existen dos formas de tenencia; la pequeña propiedad y los ejidos.

Al analizar las formas de tenencia, se determinó que el régimen dominante en la zona es la propiedad ejidal, con una superficie que alcanza las 4329-38-03 has., que en relativos representan el 78.9% de la superficie total.

Por último, en cuanto a orden de importancia, continúan pequeños propietarios con una superficie total de 1156-65-00 representando el 21.1% de la superficie total.

El número de predios localizado en la zona de estudio es de 772 de los cuales 684 pertenecen a los ejidatarios, 80 a la colonia Felipe Angeles y 8 de pequeños propietarios.

Es pertinente reafirmar, que los diferentes tipos de propiedad analizados en párrafos anteriores pertenecen a la zona de estudio. Sin embargo se logró obtener la superficie con la que cada localidad contribuirá realmente en el área del proyecto, siendo esta de 3065-11-00 has. de las cuales la superficie ejidal es del orden de las 2268-10-00 has. La colonia Felipe Angeles con 497-55 has., y la de los pequeños propietarios con 299-55-00 has., desconociéndose el

número de predios y propietarios de la superficie ejidal en la zona del proyecto.

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.

ESTACIONES CLIMATOLOGICAS CERCANAS Y DENTRO
DE LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO BAYACORA

Cuadro No. III, 5.1

ESTACION	PERIODO DE OBSERVACION	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (MM)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C	EVAPORACION MEDIA ANUAL (MM)
El Saltito	E 1958-D 1982	489.7	17.8	-
La Flor	N 1974-D 1982	795.5	11.3	-
El Pueblito	A 1961-D 1982	530.7	17.8	2750
Santiago Bayacora	J 1963-D 1982	531.5	20.2	-
Sta. Bárbara	M 1964-D 1982	788.4	-	-
Las Bayas	D 1963-D 1982	999.5	11.2	-
Durango	E 1921-D 1982	494.4	17.8	2586

NOTA : Las medias anuales corresponden al periodo de 1963-1982

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.
 ESCURRIMIENTOS OBSERVADOS EN LA ESTACION REFUGIO SALCIDO
 (M m³)

CUADRO No. III, 5.2

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANAUL
1943	0.5	0.6	0.1	0.0	0.0	5.6	9.3	3.3	89.7	41.6	1.7	0.6	153.0
1944	0.5	0.0	1.5	0.2	0.0	0.0	0.5	27.5	46.1	3.8	4.6	1.6	86.3
1945	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	8.6	5.7	4.5	0.0	0.0	36.0
1946	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.9	6.4	9.4	0.3	0.3	24.0
1947	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	36.2	1.1	0.0	0.0	59.1
1948	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	9.4	24.2	3.4	0.6	0.0	52.8
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	8.7	10.7	7.9	3.5	0.0	0.0	31.1
1950	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	1.5
1951	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	5.1	8.3	35.9	0.0	0.0	0.0	49.7
1952	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1953	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	9.0	24.5	21.7	0.4	0.0	49.9
1954	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	10.7	1.4	0.0	0.0	0.0	12.3
1955	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	53.0	39.7	27.1	0.3	0.0	120.6
1956	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	2.8
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	1.4
1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.3	16.6	25.0	31.2	5.7	1.4	83.5
1959	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	41.3	3.4	16.9	2.6	0.2	67.6
1960	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	9.3	0.0	0.0	0.0	18.7
1961	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	14.7	8.3	6.3	0.0	0.0	35.2
1962	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.
 ESCURRIMIENTOS OBSERVADOS EN LA ESTACION REFUGIO SALCIDO
 (M³ m³)

Cuadro No. III, 5.2 (Cont.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1963	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	18.8	77.9	14.7	1.2	4.1	120.5
1964	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	14.9	40.1	9.7	0.5	0.6	67.8
1965	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	12.2	2.2	0.0	0.0	15.8
1966	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.3	2.4	68.5	44.8	6.9	1.4	0.9	126.1
1967	2.4	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	8.7	97.6	43.0	2.7	0.5	0.0	156.0
1968	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	11.8	18.8	119.6	17.4	1.9	2.1	173.8
1969	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	7.2	3.2	0.0	1.2	14.8
1970	3.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	4.6	52.6	18.6	0.4	0.0	80.4
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	4.0	13.0	8.9	10.6	0.4	0.0	37.5
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	3.1	0.3	12.8	0.3	16.7
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	11.4	143.8	19.7	3.5	0.3	0.0	182.1
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	29.3	12.7	0.0	1.1	45.4
1975	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	51.5	9.6	0.0	0.0	0.0	62.2
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	50.1	16.8	36.6	10.4	8.5	4.7	127.3
1977	4.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.5	8.6	0.0	0.0	0.0	13.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	37.7	18.5	0.4	0.0	59.9
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.8	0.1	0.0	0.0	0.0	21.9
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.9	4.6	0.8	0.0	0.0	10.6
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	5.6	7.7	33.7	7.1	0.0	0.0	60.3
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	6.1	6.7	13.0
SUMA	19.3	6.0	4.1	0.3	0.1	17.4	178.2	724.5	955.4	311.1	50.6	25.8	2292.8
PROM.	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4	4.4	18.1	23.9	7.8	1.3	0.6	57.3

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.
 EJE RIO ESCONDIDO
 RESULTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DE VASO
 PATRON DE CULTIVOS PROPUESTO POR LA DIRECCION DE ESTUDIOS

Cuadro No. III, 5.3

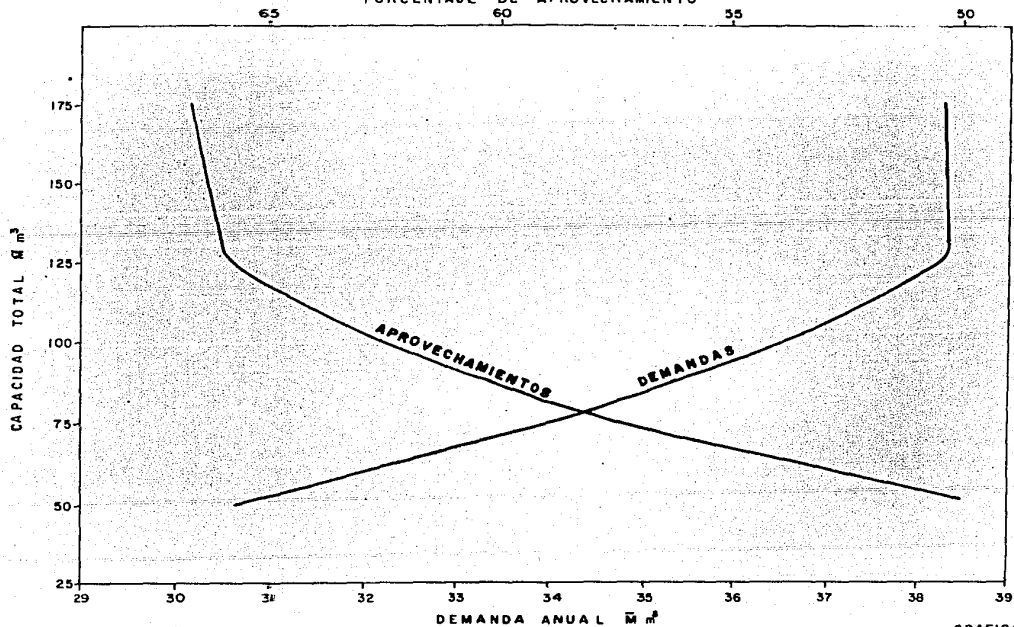
C O N C E P T O	UNIDAD	A L T E R N A T I V O S						
Cap. de Conservación	M m ³	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	175.0	200.0
Cap. de Azolves	M m ³	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Cap. Util	M m ³	43.0	68.0	93.0	118.0	143.0	168.0	193.0
Demanda Anual	M m ³	23.44	32.03	34.38	36.72	39.06	41.41	42.19
Lámina bruta*	m	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
Superficie Regada	Ha	1986	2714	2914	3112	3310	3509	3575
Def. máxima anual	%	57.20	51.20	50.85	49.84	48.33	49.71	54.74
de Def. anuales	%	54.29	121.87	73.41	91.09	139.64	181.30	168.07
% de aprovechamiento	%	44.59	59.65	64.35	68.03	71.12	74.17	75.77
% de derrames	%	47.68	31.40	25.20	20.62	16.83	13.20	10.70
% de evaporación	%	7.73	8.94	10.45	11.35	12.05	12.62	13.54
Años con déficit	No.	2.0	5.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0
Déficit en el período	%	1.61	3.05	1.84	2.28	3.49	4.53	4.20

* Eficiencia total = 56%

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.
RESULTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO

PLAN DE CULTIVO (SITUACION ACTUAL)

PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO



GRAFICA III.5.2

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA , DGO
RIO SANTIAGO BAYACORA

HIDROGRAMA DE LA AVENDA DEL 11 DE SEP. DE 1968
EN LA ESTACION REFUGIO SALCIDO

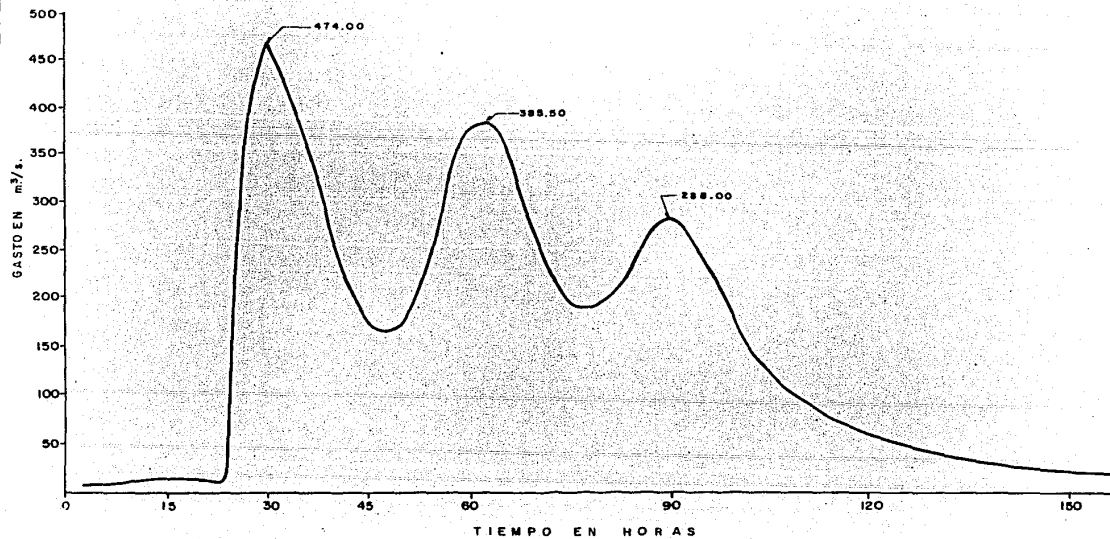


FIGURA N° III.53

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.
HIDROGRAMA DE LA AVENIDA MAXIMA PROBABLE

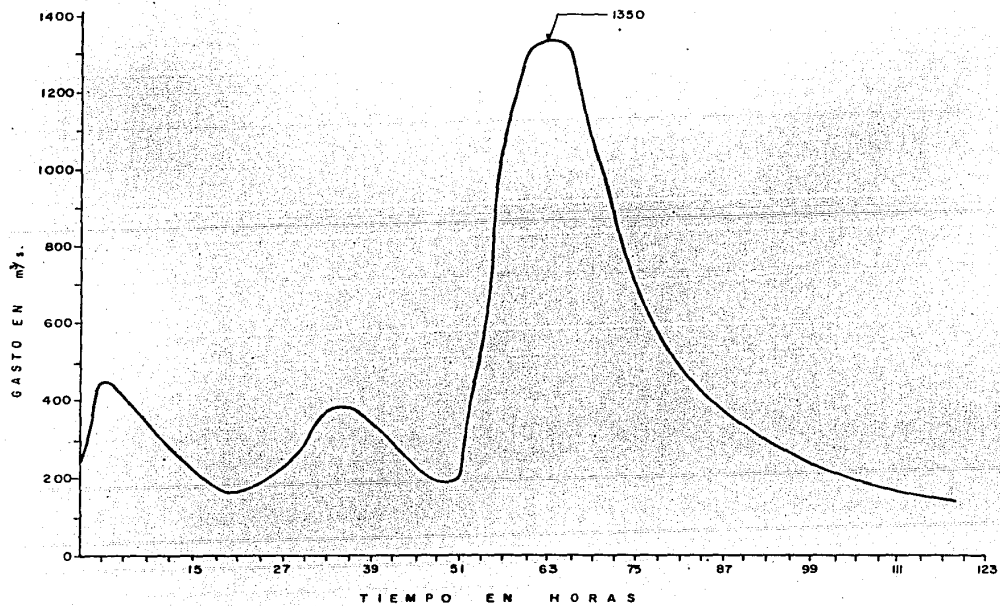


FIGURA III. 5. 4

IV.- INGENIERIA DEL ANTEPROYECTO

El objeto principal de este capítulo, es el de describir - las obras de infraestructura para el control y aprovechamiento del - río Santiago Bayacora.

Para lograr este objetivo, se propone la construcción de - las siguientes obras; presa de almacenamiento, presa derivadora, - sistema de riego, red de drenaje y de caminos y además obras comple- mentarias; además la construcción de un nuevo centro de población.

Presa de Almacenamiento

El sitio de la cortina de la presa de almacenamiento, es el eje de la boquilla Maravillas II o río Escondido. Para este si - tio y de acuerdo al estudio hidrológico, se definieron los siguien - tes datos del proyecto:

Capacidad de azolves	7.00 M m ³
Capacidad útil	118.00 M m ³
Capacidad de conservación	125.00 M m ³
Capacidad al N.A.M.E.	181.97 M m ³
Capacidad de la obra de toma	5.00 m ³ /s.
Elevación de desplante de la cortina	1 903.00 m.s.n.m.
Elevación del umbral de la obra de toma	1 918.80 m.s.n.m.
Elevación del N.A.M.O.	1 958.00 m.s.n.m.
Elevación del N.A.M.E.	1 967.99 m.s.n.m.

Elevación de la cortina	1 970.00 m.s.n.m.
Longitud de la cresta vertedora	15.00 m.
Carga máxima	9.99 m.
Gasto máximo probable	1 350.00 m ³ /s.
Gasto de diseño	926.97 m ³ /s.

a).- Cortina.- La cortina será de dos tipos: de materiales graduados y de gravedad.

La de materiales graduados tendrá un núcleo central impermeable, el desplante se realizará sobre material impermeable (riolita) y material permeable (acarreos). Para evitar filtraciones por el material permeable se pondrá una pantalla impermeable flexible hasta la riolita. La altura máxima de la cortina será de 67.00 m.

La corona tendrá una longitud total de 830.00 m., de los cuales 530.00 m. tienen un ancho de corona de 10.00 m. y los 300 m. restantes con 6.00 m. de ancho.

El núcleo de material impermeable, presenta una sección si métrica, con taludes de 0.25:1, cambiando a 0.5:1 en el tramo final de este tipo de cortina para iniciar el de gravedad. El talud del paramento aguas abajo de la cortina tipo gravedad es de 0.7:1 hasta la elevación 1 962.86 m.s.n.m. para que a partir de esta se considere vertical hasta la corona,

b), Vertedor. La obra de control de excedencias se encuentra localizada sobre el cuerpo de la cortina tipo gravedad, en la margen derecha de la boquilla. El vertedor, será de cresta libre con una longitud vertedora de 15.00 m.

El canal de descarga se inicia con sección rectangular hasta 12.48 m aguas abajo de la cresta, en donde se inicia una transición de sección rectangular a la sección trapecial de taludes 0.5:1 en una longitud de 11.54 m., continúa en el canal de descargas de longitud 50.26 m., hasta el deflector de descarga con un ángulo de salida de 30°

c), Obra de toma. La obra de toma se localiza en la margen derecha de la boquilla y esta constituida por la estructura de entrada, túnel y la estructura de salida.

La estructura de entrada es un ducto circular de 3.50 m. de diámetro interior, con rejillas de protección. El umbral de entrada se encuentra en la elevación 1 918.50 m;s.n.m.

El túnel, que a la vez se utiliza como obra de desvío, es de 216.00 m. de longitud y su eje forma un ángulo de 90°, respecto al eje de la cortina, su sección transversal en toda su longitud es de forma de hexágono con diámetro interior de 3,50 m. Este túnel sirve como ducto hasta una longitud de 127,5 m, y a partir de este sitio la conducción se efectúa mediante una tubería, de acero de sección circular de 36" de diámetro; un tapon de 15,00 m, de longitud

permite el cambio. La longitud de la tubería es de 104.5 m., se encontrará alojada dentro del túnel que a la vez sirve de galería de inspección. Poco después del tapón existe una válvula de mariposa de 36" de diámetro.

La estructura de salida estará constituida por un atraque de 11,00 m. de longitud. En este sitio se ubica la caseta donde se efectuará la operación de la toma, mediante dos válvulas de chorro divergente de 20" de diámetro. El eje de las válvulas se localiza en la elevación 1 903,55 m.s.n.m.

Presa Derivadora

La presa derivadora estará localizada en el sitio "La Puerta de Santiago Bayacora", será tipo indio o flotante y estará constituida por:

a),- Cortina,- Con muro vertedor de concreto simple tipo indio con longitud de 645,00 m. y un ancho de cresta vertedora de 3.00 m. desplantado principalmente sobre material de acarreo. La altura máxima de la presa es de 6,6 m.

La elevación de la cresta vertedora es 1 885,70 y el desplante del muro vertedor es a la elevación 1 879,10 m. y es de concreto simple,

La sección de la cortina es asimétrica, el talud aguas abajo es de 10:1 y el cuerpo esta formado por cama de grava y rezaga, filtro de arena, relleno compactado de grava y arena, enrocamiento

acomodado y dentellones de concreto simple.

El talud aguas arriba es de 4:1 y el cuerpo de esta parte de la cortina esta formado por material arcilloso compactado; y sobre este material una capa de 20 cm, de grava o rezaga; y por último enrocamiento con concreto simple y enrocamiento a volteo.

Para el diseño de esta presa se consideró una avenida máxima de $1388 \text{ m}^3/\text{s}$, originando que la elevación del N.A.M.E. sea la 1886.75 m.s.n.m. la elevación del cauce del río en este sitio es 1880.60 m.s.n.m.

b),- Estructura de limpia.- Desarenador controlado por dos compuertas radiales de 2.50 m. de ancho por 2.50 m. de altura; forma parte también de esta estructura una rejilla con una inclinación 0.25:1. La elevación de la plantilla de esta estructura de limpia es de 1883.30 m.s.n.m.

c),- Obra de toma.- Esta localizada en la margen derecha de la cortina, formada por dos conductos de $0.91 \times 0.91 \text{ m}$, cuyo gasto es controlado por dos compuertas deslizantes de 1.06 m. de ancho por 1.06 m. de altura, y en seguida por una transición para cambiar de sección rectangular a la trapezoidal del canal de conducción.

Las demas características de esta obra se muestran en el plano No. 2.

Canal Principal

El canal principal se localiza en la margen derecha del río Santiago Bayacora con una longitud de 17,288 km, de los cuales los primeros 1,820m. corresponden a tramo muerto.

La localización del canal principal se realizó en base a plano topográfico escala 1:20 000 iniciando en la cota 1 885.00 y terminando en la 1 880.00 m.s.n.m., conservando una pendiente $s = 0.0002$ a lo largo de toda su longitud.

Las secciones adoptadas por el canal son de tipo trapecial revestido de concreto de 10 cm. de espesor y taludes de 1.5:1.

Las estructuras necesarias en el canal principal son: represas, tomas granaja alcantarilla, puentes peatón, alcantarillas, y un semidique.

Las características geométricas e hidráulicas varían para cada tramo, permitiendo que la velocidad del escurrimiento en el canal sea de 0.33 m/s. y de 0.77 m/s. al final y al iniciar respectivamente, el volumen conducido es de $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$. al final y de $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$. al iniciar.

Red de Distribución

Esta formada por canales revestidos de concreto, de sección trapecial, con taludes de 1.5:1 y longitud total de 39.09 km.

Las secciones tipo empleadas para esta red son variables - siendo la base del canal de 0.20 a 0.40 m. y tirante del agua de - - 0.30 a 0.50 m. el bordo libre que se utilizó, también es variable, - siendo de 0.15 a 0.20 m. el coeficiente de fricción que se consideró en el cálculo de los gastos fué de 0.015.

La longitud del canal para cada sección tipo, sin incluir las rápidas y caídas, es la siguiente.

SECCION TIPO	LONGITUD DEL CANAL
1	17 880
2	11 050
3	4 200
4	4 630
5	1 330

Las características geométricas e hidráulicas de los canales permiten que el agua se conduzca a velocidades que varían de - - 0.33 m/s. a 1.78 m/s. con excepción de un tramo que lo conduce a - - 3.70 m/s.

El sistema de distribución, contará con todas las estructuras necesarias para su buen funcionamiento, éstas son 31 represas, 9 caídas, una rápida, 16 desagües, 18 tomas granja, 39 tomas granjas - alcantarillas, 1 puente canal y 12 puentes peatón.

La planeación se muestra en el plano No. 3. También se muestran los dibujos de las secciones de los canales, caminos, así como datos geométricos e hidráulicos y las áreas por regar.

Sistema de Drenaje

Para el diseño hidráulico de las secciones de los drenes, se realizó, primeramente, un estudio hidrológico para definir el coeficiente unitario de drenaje, considerando para esto una tormenta de diseño, con período de retorno de 10 años, para una precipitación máxima probable de 81.87 mm, y tiempo de desalojó de 6 horas; el coeficiente de drenaje adoptado fué de 6,60 lts/s/ha.

La planeación de los drenes se apoyó; por una parte en el aprovechamiento de los cauces de los escurrimientos naturales en la zona, considerando obras de rectificación o encauzamiento, y por otra, la construcción de los drenes. Los drenes serán a cielo abierto, sin revestir, de sección trapecial y taludes 1,5:1; la longitud total de este sistema es de 40,63 km, de los cuales 27,53 km serán totalmente construidos, y 13,10 km. solamente serán cauces rectificadas, siendo éstos los de los arroyos Jacales y Las Huertas.

Las estructuras requeridas para el buen funcionamiento del sistema son: 45 entradas de agua; 10 uniones de drenes, y ocho alcantarillas.

Sistema de Caminos

Para la operación y conservación de las obras de infraestructura propuestas así como para dar salida a los productos agrícolas - hacia los centros de consumo y acceso a los insumos necesarios, se diseñó un sistema de caminos de operación, de acceó y enlace,

Los caminos de operación tendrán una longitud total de 57.35 km y se alojarán sobre los bordos de los canales; el ancho de la carpeta revestida se consideró variable, siendo de 5.80 m. en el canal principal y de 4,00 m. en la red de distribución.

Los caminos de acceso tendrán una longitud de 14.10 km; con ancho de carpeta de 5.50 m., espesor de 20 cm. a base de material gravoso-arenoso, conteniendo finos, que sirven de liga al material grueso. Esta carpeta, se apoyará en un terraplén compactado con talud 1,5:1 y altura igual a 40 cm.

Las estructuras que se requieren son: dos puentes vehiculo, dos vados y tres alcantarillas.

Trabajos Preagrícolas

Con base en el estudio de uso actual del suelo se obtuvo una superficie de 620.40 has., que requieren de ciertos trabajos preagrícolas, ya que se encontró vegetación del tipo: matorral espinoso, pasto natural y en menor proporción nopalera.

Obras Complementarias

En este rubro se trata lo referente a las obras que servirán como complemento a la infraestructura agrícola, para lo cual se programo la construcción de: oficinas de la unidad, 35.1 km de línea telefónica, dos casas para canaero, dos casas para preseros y 109 estructuras aforadoras.

Obras de Carácter Social

Se contempla la construcción de un nuevo centro de población, para el reacomodo de las familias del poblado río Escondido, el cual se localiza dentro de la superficie que ocupará el vaso de la presa de almacenamiento. Las familias afectadas se reubicarán en la margen izquierda del río Santiago, al pie de la mesa el Encimal, en terrenos de la comunidad Santiago Bayacora.

Maquinaria y Equipo de Conservación de las Obras

Con el objeto de proporcionar mantenimiento a las obras, tales como: presas, canales, drenes, caminos y estructuras, se programo la adquisición de la siguiente maquinaria: una draga de arrastre sobre neumáticos, una motoconformadora Huber-CM-14 un tractor D-6, una pipa para riego y tres camiones de volteo de 7 m³.

Afectaciones e Indemnizaciones

Las afectaciones por la construcción de las obras tales como canal principal, red de distribución, drenes y caminos, asciende a 179.83 has por expropiación del orden de 247,10 has y en el área que inundará la presa derivadora 55.00 has.

Para el pago de las indemnizaciones correspondientes al total de 481.93 has. afectadas, se consideró un valor catastral de \$ 30 000.00 por hectárea, resultando un importe total, por este concepto de \$ 14 457 900.00.

Asistencia Técnica

Una de las necesidades, que requiere toda unidad nueva que formará parte de un distrito de riego, es la asistencia técnica, por lo que en este proyecto se hizo el análisis respectivo, considerando; el personal necesario, equipo de oficina, equipo de campo y material para operación y mantenimiento.

Operación, Mantenimiento y Conservación de la Unidad

Con el objeto de brindar la operación de la unidad, se propuso el personal que aparece en el cuadro No. IV.1.

Generación de Jornales

La generación de nuevas fuentes de trabajo tienen gran importancia debido al elevado índice de desempleo que actualmente se tiene en la región; es por esto que se cunaticó el número de jornales generados a lo largo del período de construcción de las obras que integran el sistema y que resultó de 678 903 jornales. En el cuadro No. IV.2, se indica el número de jornales generados en cada obra.

Resumen de Inversiones

En este rubro se consideró el importe de las obras básicas, consistentes en: presa de almacenamiento, presa derivadora, canal principal red de distribución, red de drenaje y red de caminos; costo de los trabajos preagrícolas; las obras complementarias, que consiste en la construcción de las oficinas de la unidad, línea telefónica, casas para canalero, casas para preeros y estructuras aforadoras; también se incluyen las obras de carácter social, consistentes en la construcción de un nuevo centro de población; la adquisición de la maquinaria y equipo para conservación de las obras; el pago de indemnizaciones por afectación de las obras, transferencia de propiedad y por afectaciones del vaso de la presa derivadora; los costos por asistencia técnica y por último, los costos por operación y mantenimiento de la unidad.

Los importes de la inversión requerida, para llevar a efecto las obras y adquisiciones anteriormente descritas, han sido estimadas a precios vigentes a diciembre de 1981, resultando un importe total de \$ 1 380 911 586.96 sin considerar los costos anuales de asistencia técnica y de operación y mantenimiento de la unidad.

Programa de Inversiones

De acuerdo con el tipo de obras o adquisiciones, se considera factible realizar el programa de inversiones a tres años, con los porcentajes que a continuación se mencionan; en el primer año, la inversión será del 33.95 para el segundo 41.13 y para el tercero el 23.89% restante.

De acuerdo con el costo total del proyecto se resultó de \$ 1 380 911 586,96 correspondiendo un costo por hectárea incorporada al riego de \$ 394 546,17

En el cuadro IV.3, se presenta el desglose de este programa de inversiones; hay que hacer notar que los precios corresponden al mes de diciembre de 1981,

EVALUACION ECONOMICA

Con la finalidad de poder determinar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista económico se hizo una comparación de los beneficios que se generarían, contra los costos de las obras necesarias para lograr dichos beneficios, para lo cual se aplicó el método del valor presente neto y tasa interna de retorno.

Se consideró una vida útil de las presas de 50 años y por tal motivo el horizonte de planeación económica fué también de 50 años.

El horizonte de construcción considerado fué de tres años con una inversión total \$ 1.380'912,000 (de precios de enero de 1981).

Los costos de operación, mantenimiento y conservación de la unidad fueron de 6'978,000 para el 2o. año y de 11'631,000 para los demás años del horizonte de planeación.

Se consideraron reinversiones en maquinaria para conservación considerando una vida útil de 9 años de acuerdo a sus características y a las condiciones de operación a que estarían sujetas. (Estas reinversiones en dos años siendo 5'564,500 en el año diez y \$ 12'385,500 en el año once)

El análisis económico para determinar el valor presente neto y la tasa interna de retorno se realizó utilizando tasas de descuento o de interés de 1% al 25%, de este análisis se concluyó que el proyecto no es rentable ya que nos resulta una tasa interna de retorno de 8.20%.

PERSONAL PARA OPERACION Y CONSERVACION DE LA UNIDAD DE RIEGO

Cuadro No. IV.1

C O N C E P T O	CANTIDAD
Residente de conservación	1
Auxiliar del residente	1
Secretaria	1
Topógrafo	1
Jefe de brigada para la supervisión de la red telefónica	1
Dibujante	1
Preseros	2
Canaleros	2
Operadores de maquinaria*	7
Ayudantes de operador	7
Chofer	1
Cadenero	1
Estadalero	1
Sobrestante	1
Albañiles	2
Ayudantes de albañiles	4
Peones	7

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.

RESUMEN DE JORNALES Y MANO DE OBRA

CUADRO No. IV.2		
C O N C E P T O	NUMERO DE JORNALES- POR OPERA DOR	NUMERO DE JORNALES- POR PEON
Presa de almacenamiento	277,843	222,854
Presa derivadora	14,472	30,928
Canal principal	19,433	44,212
Sistema de distribución	11,508	28,320
Sistema de drenaje	1,818	5,256
Caminos de enlace	1,730	2,122
Obras complementarias	1,051	17,336
T O T A L :	327,855	351,022

PROYECTO SANTIAGO BAYACORA, DGO.

PROGRAMA DE INVERSIONES

CUADRO No. IV.3.

CONCEPTO	IMPORTE	PRIMER AÑO		SEGUNDO AÑO		TERCER AÑO	
	TOTAL (En miles- de pesos)	INVERSION	AVANCE	INVERSION	AVANCE	INVERSION	AVANCE
I.- OBRAS BASICAS	4'343,407	1'391,694	32.04	1'933,299	44.51	1'018,414	23.45
1.1. Presa de almacenamiento	2'889,116	1'213,429	42.00	1'040,081	36.00	635,606	22.00
1.2. Presa derivadora	494,943			346,460	70.00	148,483	30.00
1.3. Canal principal (17.28 km)	455,670			318,969	70.00	136,701	30.00
1.4. Sistema de distribución (31.84 km)	325,413			277,789	70.00	97,624	30.00
1.5. Sistema de drenaje (36.41 km)	90,398	90,398	100.00				
1.6. Sistema de caminos (14.10 km)	87,867	87,867	100.00				
II.- TRABAJOS PREAGRICOLAS	22,155	22,155	100.00				
III.- OBRAS COMPLEMENTARIAS	40,835	6,128	15.00	88	0.22	34,619	84.78
3.1. Oficinas de la unidad	6,128	6,128	100.00				
3.2. Red telefónica (35.10 km)	21,069					21,069	100.00
3.3. Casa para canalero (2)	6,693					6,693	100.00
3.4. Casa para presero (2)	6,693					6,693	100.00
3.5. Estructuras aforadoras (100)	252			88	35.00	164	65.00
IV.- OBRAS DE CARACTER SOCIAL N.C.P. 2/	67,944	33,972	50.00	33,972	50.00		
V.- MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSERVACION DE LA UNIDAD DE RIEGO	94,525			28,576	50.00	66,217	70.00
VI.- INDEMNIZACIONES	74,125	74,125	100.00				
6.1. Por afectaciones (158 ha)	25,460	25,460	100.00				
6.2. Por expropiación (247 ha)	39,802	39,802	100.00				
6.3. Por afectación en el vaso de la presa derivadora (55 ha)	8,863	8,863	100.00				
VII.- ASISTENCIA TECNICA 1/	35,300	10,500	29.75	11,600	12.86	18,200	37.80
VIII.- COSTO DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE LA UNIDAD DE RIEGO 1/	138,778	25,517	18.39	43,872	31.61	69,389	50.00
T O T A L :	4'643,061	1'528,074	32.91	1'995,737	42.98	1'119,250	24.11

CONCLUSIONES

Este proyecto tendrá gran impacto en el aspecto económico y social, al contribuir al mejoramiento de los niveles de bienestar de la población.

Técnicamente, la realización de este proyecto es factible, ya que existen los medios naturales suficientes para la explotación intensiva y tecnificada de una superficie neta de 3 500 has., lo cual se demuestra por medio del análisis de los estudios básicos.

Se lograrán disminuir los riesgos por avenidas máximas extraordinarias, en la zona del proyecto con la construcción de la presa de control y almacenamiento, logrando efectos inmediatos con los incrementos en la producción agrícola.

Por medio de la construcción de las obras de infraestructura se logrará la generación de nuevas fuentes de trabajo, ayudando con esto al desarrollo económico de la población asentada en la zona, la cual depende en gran parte de las actividades económicas de la ciudad de Durango.

Por último se debe destacar la viabilidad de incorporar las 3 500 has. del proyecto como una unidad, con el objeto de que este sistema hidroagrícola funcione independientemente del Distrito de Riego No. 52, sobre todo si se considera que en el mencionado distrito ya existe experiencia de utilidad y aplicabilidad en la zona. Asimismo debe tomarse en cuenta la cercanía de la zona con el distrito de riego (los separa el río Santiago Bayacoral). De esta manera se considera conveniente la

construcción de oficinas en la unidad de este sistema hidroagrícola, con el objeto de tratar de solucionar directamente los problemas de los ejidatarios.

RECOMENDACIONES

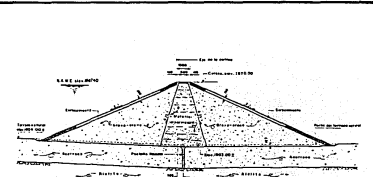
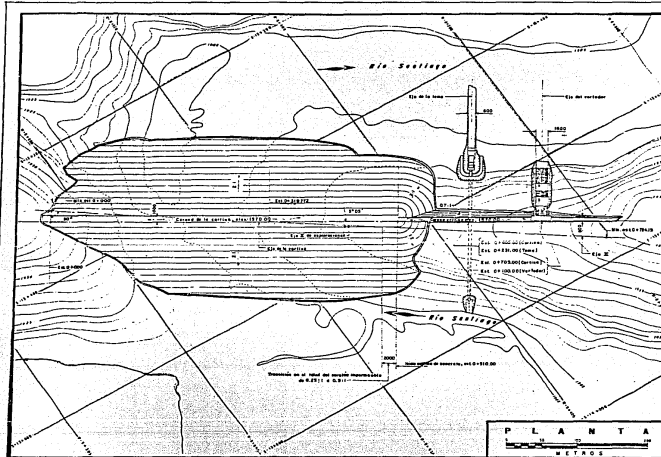
Se recomienda un estudio para definir las dimensiones y ubicación de bodegas, ya que en la actualidad no se presentan deficiencias de almacenamiento, pero cuando se tenga la maduración total de los cultivos, el volumen de producción aumentará a 47 960 ton. por lo que puede ser insuficientes en capacidad las bodegas existentes.

También se recomienda la construcción de un vertedor de descarga libre, con longitud de 15.00 m., localizado en el cuerpo de la cortina de la presa de almacenamiento, ya que al realizar el estudio hidrológico correspondiente, se observó que el tiempo de concentración de las avenidas máximas es muy pequeño, lo cual dificultará en un momento dado, la operación del vertedor de cresta controlada con compuertas.

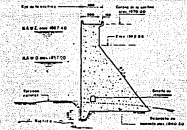
Con respecto a la presa derivadora, se recomienda realizar un estudio geológico de detalle ya que la geología superficial en la zona del cauce esta formada por material aluvial, lo que podría ocasionar fuertes infiltraciones, disminuyendo así el volumen requerido para riego, en la superficie de proyecto. Para el geológico de detalle se recomienda realizar un estudio de pruebas de permeabilidad en el material aluvial, además determinar la profundidad a que se localiza la roca sana, para así poder determinar el tratamiento o diseño más adecuado de la cortina.

De acuerdo a los análisis realizados en el presente documento se muestra la factibilidad técnica y social del proyecto. Al no presentar problemas que impidan la realización de las obras contempladas en este estudio. En relación a la factibilidad social sólo se consideraron los cultivos menos rentables detectándose 764 propietarios que obtendrán ingresos superiores al salario mínimo anual en el ciclo productivo, con superficies mayores a solo dos hectáreas, representando el 86% de los productores.

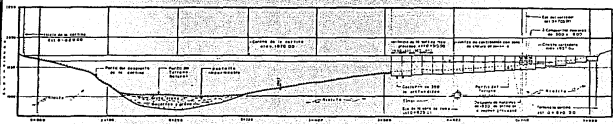
Sin embargo, será necesario aclarar que los resultados obtenidos en la evaluación económica muestran la no factibilidad del proyecto dado que se encontró una tasa interna de rendimiento de 8.20% y en contrapartida, habría que agregar que el costo de inversión por hectárea resultó muy elevado, siendo este de \$ 394 546;17;



SECCION MAXIMA DE LA CORTINA
(TIPO BATERIA L.E.S. GRABADOS)



SECCION MAXIMA DE LA CORTINA
(TIPO GRABADO)



PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DE LA CORTINA

CANTIDADES ESTIMADAS	
Concreto (m ³)	100,000
Acero (kg)	10,000
Materiales (m ³)	10,000
Materiales (kg)	10,000
Materiales (m ³)	10,000
Materiales (kg)	10,000

DATOS DEL PROYECTO	
Superficie de Cortina	1,700 m ²
Superficie de Balsa	100,000 m ²
Superficie de Puercos	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²
Superficie de S.L.E. y S.L.P.	10,000 m ²

- NOTAS
- 1.- Sección en metros, centímetros y milímetros en metros.
 - 2.- La superficie ha tomado del plano 708-7-1331 (planimetría).
 - 3.- En la escala de terreno, debe hacerse de 1:1000 y 1:500.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 TESIS PROFESIONAL DE
 ING. OCTAVIO CASTRO SORRES DE OCA
 CAMPO DE INE: ANTIQUERÍA

