

J-124

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

Estudio Comparativo Preliminar de Presa para
Riego del Valle de Agua Zarco, Jal.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a :

VIGENTE ROJAS LOPEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
I CONDICIONES GENERALES DEL AREA DEL PROYECTO	
1.1 LOCALIZACION	3
1.2 CONDICIONES NATURALES	5
1.2.1 Clima	5
1.2.2 Hidrografia	8
1.2.3 Fisiografia	10
1.2.4 Geologia	11
1.2.5 Suelos	11
1.2.6 Vegetación natural	13
1.3 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS	13
1.3.1 Demografia	14
1.3.2 Educación	14
1.3.3 Alimentación	15
1.3.4 Vestido y calzado	15
1.3.5 Vías de comunicación y servicios	16
II PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	
2.1 GENERALIDADES	19
2.2 RIEGO CON AGUA DEL RIO TOMATLAN	24

2.2.1	Introducción	24
2.2.2	Presa	24
2.2.3	Obra de excedencias	26
2.2.4	Obra de toma	27
2.2.5	Conducción	28
2.2.6	Dique Agua Zarca	35
2.3	RIEGO CON AGUA DEL RIO SAN NICOLAS	36
2.3.1	Introducción	36
2.3.2	Presa	36
2.3.3	Obra de excedencias	39
2.3.4	Obra de toma	40
2.3.5	Conducción	43
III COMPARACION DE ALTERNATIVAS Y SELECCION		
DE LA MAS CONVENIENTE		
3.1	COMPARACION DE ALTERNATIVAS	52
3.2	CONCLUSIONES Y SELECCION DE LA	
	ALTERNATIVA MAS CONVENIENTE	58
	BIBLIOGRAFIA	60
	PLANOS	

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

La zona de Agua Zarca se encuentra en el Municipio de Tomatlán, Jal., en el que se han realizado varias obras en beneficio del mismo, entre dichas obras podemos mencionar: La presa Cajón de Peña con su obra de excedencias en la margen derecha, su obra de toma de margen izquierda y la obra de toma de margen derecha que se encuentra en el dique número 2 del vaso; aunado a estas obras - también podemos mencionar los diques de cierre de los puentes del vaso, conducciones y redes de distribución en las zonas de riego, esto en lo que se refiere a desarrollo agropecuario.

En lo que respecta a vías de comunicación, - ya se tiene terminado el camino Puerto Vallarta - Barra de Navidad y forma parte de la Carretera Costera del Pacífico. Desde el inicio de la construcción del camino, se puso en marcha también un plan de colonización auspiciado por el Gobierno del Estado, creando comunidades agrarias en el Municipio para alojar a los campesinos beneficiarios en lugares cercanos a sus parcelas.

La zona de Agua Zarca tiene un área aproximada de 8000 hectáreas que cubre ambas márgenes del arroyo del mismo nombre. Está localizada entre los ríos Tomatlán y San Nicolás; por tal motivo se estudian las alternativas de regar dicha zona con agua de un río u otro, ya que es -

una zona en la que hay buenas condiciones ecológicas para - el desarrollo agropecuario y que combinadas con buenos planes de cultivo y un buen sistema de riego, pueden hacer que esa zona se desarrolle rápidamente tanto en la agricultura como en la ganadería, para beneficio de sus propietarios y de la comunidad en general.

En el mismo municipio de Tomatlán se encuentran otras zonas que parecen tener también buenas condiciones ecológicas para el desarrollo agropecuario, dichas zonas son: El Taray y La Fortuna .

El Taray es una zona de aproximadamente 3000 hectáreas que se encuentra en la parte norte del vaso Cajón de Peña y que podría regarse desde este mismo vaso, por bombeo. La Fortuna se encuentra en la margen izquierda del río San Nicolás, muy cercana a la desembocadura del mismo y cuenta con 1200 hectáreas aproximadamente; el riego de esta zona se haría con agua del río San Nicolás.

Como se ha mencionado, para estas áreas las fuentes de abastecimiento para el riego son las dos alternativas de abastecimiento para la zona de Agua Zarca , por lo que se ven relacionadas entre si. Posteriormente se hablará un poco más de la relación entre estas tres zonas, sin embargo cabe aclarar que esta tesis está enfocada a la zona más importante de las tres, o sea a Agua Zarca.

C A P I T U L O I

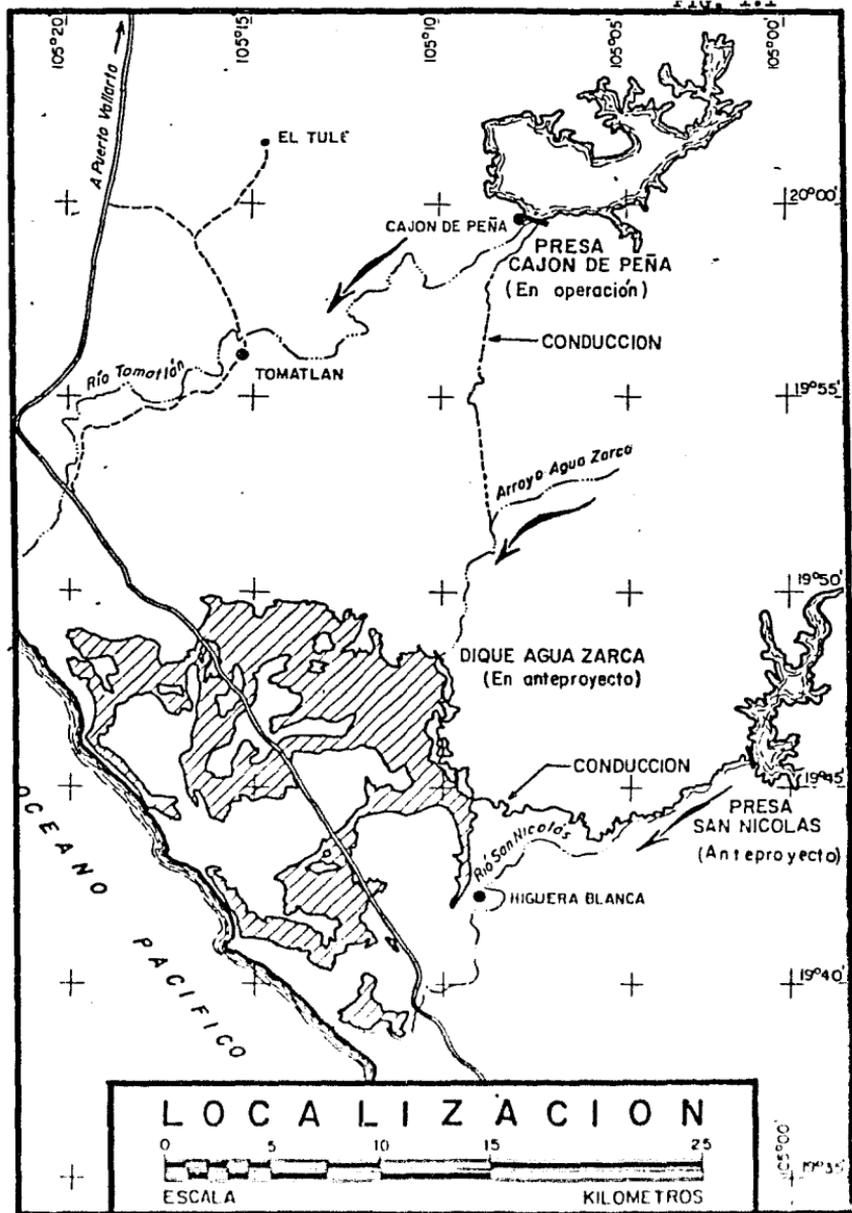
CONDICIONES GENERALES DEL AREA DEL PROYECTO *

1.1 LOCALIZACION

El área del proyecto se encuentra localizada en la zona costera del Estado de Jalisco, en la parte occidental de la República Mexicana, aproximadamente entre los paralelos 19°35' y 20°05' de latitud Norte y los meridianos 105°00' y 105°20' de longitud al Oeste de Greenwich. Está limitada al Noroeste por el río Tomatlán, al Suroeste por el Océano Pacífico, al Sureste por el río San Nicolás y al Noreste por ramales montañosos que se desprenden de la Sierra Madre Occidental.

La zona en estudio se encuentra en su totalidad en el Municipio de Tomatlán. La superficie que abarca la zona de riego es de aproximadamente 8000 hectáreas hacia ambos márgenes del arroyo Agua Zarca y entre los ríos Tomatlán y San Nicolás, como se puede ver en la figura 1.1 .

* Fuente : C.I.E.P.S., s.c., Informes diversos .



1.2 CONDICIONES NATURALES .

1.2.1 Clima .

Las características climáticas en la zona del proyecto se obtuvieron de datos proporcionados por la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y por la extinta Comisión de Estudios del Sistema Lerma - Chapala - Santiago.

De acuerdo con las características climáticas y atendiendo a la clasificación de Thornthwaite, el clima que se presenta en la zona del proyecto es seco, con invierno y primavera secos; cálido, sin cambio térmico invernal bien definido.

Las características climáticas se presentan a continuación en forma de valores índice de los principales factores climáticos en la zona en estudio; cabe aclarar que la estación Higuera Blanca, que se toma como base, se ubica fuera del valle de Agua Zarca, cerca de la desembocadura del río San Nicolás, por lo que los valores anotados solo representan aproximadamente el clima de la zona en estudio.

- Temperatura .

La temperatura media anual en la estación -

Higuera Blanca en 16 años de registro, entre los años de - 1961 a 1976, es de 25°C, la media mensual mínima es de - 20°C y se presentó en marzo de 1975; la media mensual máxima es de 29.1°C en el mes de julio de los años de 1968 y - 1969 .

- Precipitación .

La precipitación media anual registrada en la estación Higuera Blanca fué de 620.4 mm, correspondiendo el 15 % a los meses de noviembre a mayo y el 85 % a los meses de junio a octubre; estos fueron los datos que se obtuvieron como resultado de 22 años de registro, durante el período de 1955 a 1976 .

- Evaporación .

La evaporación registrada en la estación - Higuera Blanca durante 10 años de registro, en el período - de 1967 a 1976, y presentada como media anual fué de 1752.6 mm. Las mayores láminas de evaporación se presentaron entre los meses de marzo y agosto, formando aproximadamente - el 59 %, mientras que las mínimas láminas de evaporación se presentaron entre los meses de septiembre y febrero, representando un 41 % del total. La máxima lámina de evaporación fué de 226.8 mm en el mes de mayo, y la mínima fué de 74.6 mm en el mes de diciembre .

- Humedad relativa .

La estación más próxima con datos de humedad relativa dentro de la zona es la de Colima, que con un período de 39 años, desde 1921 a 1959, registró una media anual de 68 %, con media mensual mínima de 54 % en el mes de abril, y una media mensual máxima del 81 % en el mes de septiembre.

- Granizo y heladas .

Desde el año de 1927 no se han presentado fenómenos meteorológicos de este tipo en la zona del proyecto.

- Ciclones .

Como consecuencia de la localización geográfica de la zona del proyecto, esta se encuentra muy expuesta a la influencia de los ciclones tropicales o huracanes que se forman en el Océano Pacífico, sin embargo, las observaciones realizadas desde el año de 1930 a la fecha muestran que ningún huracán entró directamente a la zona del proyecto en ese lapso; en cambio, esta zona ha sido afectada en varias ocasiones, aunque en forma indirecta, debido a la cercanía de las trayectorias de los ciclones que han incidido en la región últimamente.

1.2.2 Hidrografía .

Con lo que respecta a las corrientes fluviales, las dos más importantes en el sitio del proyecto son: El río Tomatlán y el río San Nicolás .

El río Tomatlán tiene un escurrimiento medio anual de 980 millones de metros cúbicos hasta el sitio de la presa Cajón de Peña y de 1800 millones de metros cúbicos hasta su desembocadura. La cuenca hasta dicha presa tiene un área aproximada de 1171 kilómetros cuadrados y de 2162 - kilómetros cuadrados hasta la desembocadura.

La orientación general de ésta corriente es noreste - suroeste; nace en las sierras de Cacoma y del Par naso, hacia el sur del Municipio de Talpa de Allende, para ir a desembocar en el Océano Pacífico a unos 20 kilómetros al suroeste del poblado de Tomatlán. Sus principales - afluentes son: El arroyo Santa Cruz (Las Animas), por la margen derecha, a unos 7 kilómetros al suroeste del poblado de Tomatlán y, por la margen izquierda, los arroyos Acajilote y la Quebradora, hacia aguas arriba del vaso Cajón de Peña, y también el arroyo Santa Rosa, a unos 3.5 kilómetros - aguas arriba del poblado de Tomatlán.

Sobre el río Tomatlán se encuentra una estación hidrométrica y climatológica denominada Cajón de Peña y que actualmente se encuentra aguas abajo de la presa del mismo nombre; sin embargo en un principio existían dos estaciones;

1.- Cajón de Peña Margen Izquierda que se localizaba sobre el río Tomatlán.

2.- Cajón de Peña Margen Derecha que se encontraba sobre el arroyo de Potrero Viejo, a unos 300 metros de su confluencia con el río Tomatlán, y que trabajaba principalmente en época de avenidas, o sea cuando el río Tomatlán se desbordaba hacia el arroyo Potrero Viejo.

Posteriormente, en junio de 1972, ambas estaciones fueron sustituidas por otra estación llamada Cajón de Peña II y que se hallaba localizada hacia aguas abajo de la antigua Cajón de Peña Margen Izquierda. Finalmente, en mayo de 1976, se cambió la estación de nueva vez hacia -- aguas abajo y se le llamó Cajón de Peña III; esto se debió a la construcción de la presa Cajón de Peña.

El río San Nicolás, con un escurrimiento medio anual de 810 millones de metros cúbicos aproximadamente hasta un posible sitio de presa, tiene un área de cuenca de aproximadamente 2070 kilómetros cuadrados hasta dicho sitio. La orientación general del río es noreste - suroeste y nace a unos 20 kilómetros al sur del poblado de Talpa de Allende, a una elevación de 2800 metros sobre el nivel del mar.

Esta corriente está formada en su inicio por varios tributarios pequeños, entre los que figuran los ríos de La Cuesta y Alpizahua. Otros afluentes del río San Nicolás son el río Alcuahatl, a unos 55 kilómetros de su desembocadura y el río Jocotlán, a unos 30 kilómetros de ella,

al igual que el río Huertillas y el río Paso del Guamúchil a 50 y 45 kilómetros respectivamente de la desembocadura del río, todos afluentes por la margen izquierda. Por la margen derecha pueden mencionarse el arroyo El Salado y el arroyo Tejas, a 38 y 18 kilómetros respectivamente de la desembocadura del río en el Océano Pacífico, a donde se vierten los escurrimientos después de un recorrido de 90 kilómetros, en una zona situada a unos 33 kilómetros al sur del poblado de Tomatlán.

Sobre el río San Nicolás se encuentra la estación hidrométrica y climatológica Higuera Blanca, localizada a la altura de la rancharía del mismo nombre, a unos 11 kilómetros antes de la desembocadura. En lo que respecta a aforos, existen solo lecturas de escala y algunas mediciones recientes de gastos, principalmente en estiaje; sin embargo se sabe que la cuenca de este río es suficientemente potente para generar grandes avenidas, ya que las últimas crecientes alcanzaron valores aproximados a los 3000 metros cúbicos por segundo para el gasto de pico.

1.2.3 Fisiografía .

La zona de proyecto está limitada en su parte nororiental por las sierras de San Sebastián, El Cuale, El Parnaso, Cacoma y Perote, todas ellas con una dirección aproximadamente paralela a la costa.

En sí, la zona del proyecto ocupa las últimas estribaciones de la Sierra Madre Occidental, sobre la -vertiente del Pacífico y una pequeña llanura costera. Esta zona presenta en sus partes altas una topografía con pendientes pronunciadas y cauces en forma de "V", lo que hace que ocurran escurrimientos torrenciales, sin embargo la topografía va suavizándose gradualmente hacia la costa, apareciendo terrazas continentales en las que se pueden localizar esteros y lagunas litorales de alguna importancia.

1.2.4 Geología .

En el área de proyecto existen afloramientos de roca ígnea de origen plutónico en su mayor parte y formaciones sedimentarias de acarreo fluviales. Las rocas ígneas aparecen en forma de grandes batolitos (granodioríticos en su mayoría). En algunas partes de la zona se encuentran depósitos de arenas residuales y arcillas provenientes de la alteración de rocas graníticas; estos depósitos son de espesores muy variables.

1.2.5 Suelos .

Los suelos del área del proyecto presentan características muy definidas como consecuencia de su geomorfología, origen geológico, edad, formación, clima y vegetación natural, por lo cual es posible agruparlos en tres grandes grupos:

- 1.- Fluvisol éútrico (Je).
- 2.- Cambisol éútrico (Be).
- 3.- Vertisol pélico (Vp).

Estos tres grupos son de acuerdo con el sistema de clasificación de la FAO - UNESCO.

1.- Fluvisol éútrico. Son suelos pr6fondos de color caf6 opaco y caf6 gris6ceo en los horizontes superiores, se presentan generalmente en una o m6s capas arenosas o arcillosas en el perfil; tienen relieve sensiblemente plano, con pendientes menores del 1%. Son suelos formados por materiales recientes, transportados y depositados por las corrientes que cruzan la zona.

2.- Cambisol éútrico. Son suelos profundos de color rojiso en el perfil, de texturas Franco-arenosas y areno-francosas en la superficie y franco-arcillo-arenosas en el interior; presentan un relieve variable de ligeramente ondulado a ondulado, este 6ltimo en los lomer6os, que tienen pendientes hasta del 20%. Son suelos desarrollados a partir del material sedimentado subyacente con cierta influencia del acarreo de las partes m6s altas, por lo que su formaci6n es mixta, in situ - aluvial y de edad joven.

3.- Vertisol pélico. Son suelos profundos y moderadamente profundos de color caf6 amarillento gris6ceo, con texturas finas en el perfil, que forman grietas de m6s de 0.50 metros de profundidad y se encuentran sobre un relieve ligeramente ondulado, con pendientes menores del 5%. Estos suelos son de origen mixto y provienen de dep6sitos -

aluviales antiguos, acarreados por los arroyos que se forman en los macizos montañosos cercanos y muestran la influencia de la marga calcárea sobre la que descansan los suelos.

1.2.6 Vegetación natural .

La vegetación natural en la zona de proyecto es de gran variedad, desde el monte espinoso medio y alto - hasta los bosques de zona alta, todo esto debido a las condiciones de suelo y humedad existentes en dicha zona.

En el monte se encuentran, en más abundancia, las plantas epífitas como el heno (*Tillandsia usneoides*). En el bosque, a diferencia del monte, se ha encontrado gran variedad de vegetales naturales como son; mezquite (*Prosopis* sp), primavera (*Tebebuia pentaphyla*), guamúchil (*Pithecoelobium dulce*), higuera (*Ficus* sp), nopal (*Opuntia* sp), guayabillo (*Eugenia fragans*), palo verde (*Cercidium marum*), pochote (*Ceiba penulfloral*), copal (*Bursera excelsa*), colorado (*Caesalpinia* sp), gatillo (*Caparris linearis*), cuastecomate (*Crescentia alata*), pitahaya (*Cereus variabilis*) y parota (*Enterolobium cyclocarpum*).

1.3 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS .

Las condiciones socioeconómicas en la zona de proyecto han sido muy malas, hasta hace algunos años en que el Gobierno del Estado se ha preocupado por el desarrollo -

del Municipio de Tomatlán y otros lugares cercanos. A con tinuación se presentan algunos conceptos que pueden ser un índice de las condiciones socioeconómicas.

1.3.1 Demografía .

El Municipio de Tomatlán tuvo un crecimiento demográfico de 6.2 % durante el período de 1960 a 1970, debido al programa de colonización que ya habíamos mencionado anteriormente. La población urbana se encuentra en el poblado de Tomatlán, por ser esta la única zona urbana, y com prende el 20.9 % del total, mientras que la población rural es el 79.1 % del total. La población económicamente activa en su más alto porcentaje se encuentra ocupada en la - - agricultura. La densidad de la población se incrementó de 3.4 habitantes por kilómetro cuadrado en 1960 a 6.3 habitan tes por kilómetro cuadrado en 1970.

1.3.2 Educación .

En lo que se refiere a educación podemos decir que es deficiente pero se espera que mejore en los - - próximos años con la creación de nuevos centros educativos, pues los existentes son mucho muy deficientes. En el Muni cipio funcionan aproximadamente 20 escuelas primarias, de - las cuales sólo 4 cubren el ciclo completo y las demás sólo cubren parte del ciclo, además solo hay una escuela secunda ria, pero el índice de analfabetismo hera hasta 1970 del - 27.9 %, mientras que el de alfabetismo hera de 72.1 % .

Actualmente funciona una Escuela Técnica Agropecuaria, sin embargo la falta de capacitación de las personas les limita su aptitud para negociar su ocupación en forma ventajosa, y admiten salarios inferiores a los mínimos establecidos; el contratante por su parte aprovecha esa fuerza de trabajo en forma marginal, debido a su baja capacidad productiva.

1.3.3 Alimentación .

La alimentación de los pobladores del Municipio de Tomatlán se compone principalmente por el frijol, el maíz y el chile, completándose con pan de trigo y otros alimentos proteínados, sin embargo se considera mucho muy deficiente la dieta de la mayoría de la población.

1.3.4 Vestido y calzado .

En lo que se refiere al vestido de los habitantes de la zona, diremos que es de mala calidad y son pocas las personas que usan zapatos; generalmente usan huaraches. El vestido se ha clasificado en un 78.6 % de mala calidad y el 21.4 % restante, de regular calidad. En lo que respecta al calzado se puede observar en toda la zona que aproximadamente el 30 % de los habitantes usa zapatos, el 58 % de la población usa huaraches y el 12 % restante del total de la población anda descalzo.

1.3.5 Vías de comunicación y servicios .

Hasta hace algunos años no se contaba con los más indispensables servicios en esta región del Estado de Jalisco, sin embargo el Gobierno del Estado le ha dado un impulso a la agricultura en esta zona, por lo cual las vías de comunicación también se están desarrollando junto con otros servicios. A continuación presentamos algunos de ellos.

- Carreteras y caminos .

El Municipio de Tomatlán es actualmente cruzado por la carretera que va de Puerto Vallarta a Barra de Navidad y que pasa a 15 kilómetros de la cabecera municipal, este camino forma parte de la carretera costera del Pacífico. Existe otra carretera también pavimentada que va de Guadalajara a Barra de Navidad; el resto de los caminos que permiten la comunicación interna en el Municipio son, en su mayor parte, brechas para uso temporal, ya que en época de lluvia no son transitables. Los centros de consumo o embarque más cercanos a Tomatlán son;

- a) Manzanillo, Col. a 196 kilómetros .
- b) Guadalajara, Jal. a 430 kilómetros .
- c) Tepic, Nay. a 320 kilómetros .

- Ferrocarriles .

No existe ninguna línea ferroviaria para -

comunicar el Municipio de Tomatlán con el resto del Estado, sin embargo dentro de este circulan dos líneas férreas que son :

- a) Ferrocarriles Nacionales de México, que va de la Ciudad de México al Puerto de Manzanillo, Col.
- b) Ferrocarril del Pacífico, que va de la Ciudad de México a Tepic, Nay., pasando por Guadalajara en donde tiene un ramal al oeste y que llega a la Ciudad de Ameca, siendo este último el punto más cercano a Tomatlán.

- Vías aéreas .

El Estado cuenta con dos Aeropuertos Internacionales, uno en Guadalajara y el otro en Puerto Vallarta. Por otra parte el Municipio de Tomatlán se comunica con -- Ciudad Guzmán por medio de un servicio regular de transporte aéreo que efectúa tres vuelos por semana a base de avionetas; otros poblados que tienen aeropistas de menor importancia son : El Tuito, San Patricio, La Huerta y Chamela.

- Servicio postal, telegráfico y telefónico .

Existe una sola oficina de correos en todo el Municipio. La comunicación telegráfica se logra por medio de la comunicación telefónica existente entre Tomatlán y Puerto Vallarta en donde hay servicio telegráfico .

- Servicio médico .

En el Municipio de Tomatlán existen tres --

centros de Salud Asistencial, dependientes de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, pero para casos de cirugía mayor es necesario ir a Puerto Vallarta, Manzanillo o Guadalajara.

- Agua potable y alcantarillado .

La mayor parte de la población de Tomatlán cuenta con estos servicios, a excepción de algunos barrios. Cabe hacer la aclaración que el agua no es 100 % potable, - según algunos médicos del IMSS, ya que está contaminada y - es causa de numerosas enfermedades de origen hídrico.

- Energía eléctrica .

Tomatlán cuenta con este servicio gracias a una planta local de diesel que tiene una capacidad instalada de 1960 kw y solo trabaja al 20 % de su capacidad total. Este servicio también lo hay en los poblados de Campo Acosta y José M^o Morelos.

- Obras hidráulicas existentes .

Dentro de la zona de proyecto se encuentra - la presa Cajón de Peña, cuya construcción se terminó en el año de 1976. Esta presa se encuentra localizada en la -- corriente del río Tomatlán y su objetivo principal es el de controlar y aprovechar las aguas del río donde se encuentra, para el riego de zonas que en su mayoría se encuentran en - su margen derecha. La presa Cajón de Peña forma parte - del sistema de riego actual en la zona, junto con sus es- - tructuras, diques y conducciones.

C A P I T U L O I I

PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 GENERALIDADES .

En este capítulo se presentarán dos alternativas para regar la zona de Agua Zarca:

- a) Riego con agua del río Tomatlán .
- b) Riego con agua del río San Nicolás .

Para la primera alternativa se cuenta ya con la presa Cajón de Peña, por lo que sólo se necesitará la conducción desde dicha presa hasta el arroyo Agua Zarca, desde donde se podría hacer la distribución, en caso de que la capacidad reguladora del embalse de dicha presa y la disponibilidad de agua sean suficientes.

Para la segunda alternativa se requerirá la construcción de una presa, para almacenamiento o de derivación, según lo indiquen los estudios, que llamaremos "San Nicolás" porque se encontrará sobre el río del mismo nombre. Además también se requerirá la construcción de la conducción desde dicha presa, derivadora o de almacenamiento, hasta la zona de riego.

Para la elección de esta segunda alternativa se hizo el estudio de varios posibles sitios para localizar la presa de almacenamiento y se estudiaron dos tipos de esta ; de gravedad y de machones, de las cuales se ha considerado como mejor para nuestro caso la de gravedad, ya que aunque la de machones podría resultar más económica, no parece existir la suficiente capacidad de carga como para resistir la cimentación de este tipo de presa, pues existen una serie de fracturas en toda la zona que podría hacer peligrosa su construcción. Con lo que respecta a la derivadora hablaremos más tarde.

También se consideró la posibilidad de una presa de materiales graduados, tomando en cuenta que los materiales se pueden obtener en los alrededores, pero el problema está en que no existe un sitio adecuado para el desplante de la obra de excedencias, por lo que se requeriría un gran volumen de excavación, y considerando que el terreno es granítico, representaría un gran costo.

Por otra parte la presa de gravedad es más segura en este caso, pues se sabe por medio de los pocos registros hidrológicos que el río San Nicolás es muy variable en cuanto a su caudal y en ocasiones se han presentado grandes avenidas; la presa de gravedad es más segura que la de tierra, frente a avenidas extraordinarias superiores a las previsibles.

Dentro del municipio de Tomatlán existen - otras zonas de posible riego, relativamente cercanas a nuestra zona en estudio y que son: El Taray y La Fortuna. La primera se encuentra al norte del vaso Cajón de Peña con - un área aproximada de 3000 hectáreas y su fuente de abastecimiento para el riego sería este mismo vaso, que le sirve como límite sur. La captación se haría por medio de una - planta de bombeo y se dispondría además una red de distribución.

La segunda zona de posible riego mencionada se localiza en la margen izquierda del río San Nicolás, - casi en la desembocadura de este, ocupa un área aproximada de 1200 hectáreas y su fuente de abastecimiento de agua sería el río San Nicolás, por medio de una planta de bombeo, una presa derivadora o una de almacenamiento, según lo indicaron las investigaciones técnicas.

En este estudio de alternativas se simuló el funcionamiento de vaso en varios casos que a continuación - mencionaré. Los cuatro primeros casos se refieren a la - presa Cajón de Peña; el quinto se refiere al río San Nicolás.

1.- Riego de la zona Tomatlán . El estudio de - funcionamiento demostró que hay suficiente agua para regar esa zona y más.

2.- Riego de las zonas Tomatlán y El Taray . El funcionamiento resultó bueno y demuestra que aún así el agua alcanzaría para más.

3.- Riego de las zonas Tomatlán y Agua Zarca . En este caso el funcionamiento de vaso también resultó bueno, lo cual demuestra que sí es factible la primera de nue tras alternativas.

4.- Riego de las zonas Tomatlán, Agua Zarca y El Taray . El estudio de funcionamiento dió malos resultados, ya que aparecen hasta diez años con deficiencias, de los 21 años que se simularon, por lo cual el agua no alcanzaría pa ra regar las tres zonas juntas (a menos que se pudiera in crementar suficientemente la eficiencia en el uso del agua) pero se estima que sí se podría regar fácilmente las dos primeras y poco menos de la mitad de la tercera zona mencio nada.

5.- Riego de la zona de Agua Zarca con aguas del río San Nicolás . El funcionamiento del vaso de la presa San Nicolás resultó positivo, lo cual hace factible nuestra segunda alternativa.

Después de los análisis de funcionamiento de vaso se llegó a las siguientes conclusiones:

a) La zona de Agua Zarca se puede regar con agua del río Tomatlán (Presa Cajón de Peña) .

b) La zona de Agua Zarca se puede regar también con agua del río San Nicolás .

c) Con eficiencias conservadoras la zona de El - Taray se podría regar siempre y cuando se construyera la - presa San Nicolás para que con agua de esta presa se regara la zona de Agua Zarca y así no hubiera deficiencias ni en - una ni en otra zona .

d) La zona de La Fortuna al igual que en el caso anterior sólo se podría regar si se construye la presa San Nicolás, ya que así el río se podría controlar, pues este - río tiene unos caudales muy variables en las diferentes épocas del año, según se puede observar en los pocos registros hidrológicos.

En lo que respecta al segundo punto debo - aclarar que se ha considerado una presa de almacenamiento - de gravedad, ya que los estudios demostraron que una derivadora no funcionaría correctamente (sería insuficiente) - debido a la gran variabilidad de caudales del río San Nicolás a través de todo el año, y precisamente de gravedad por las razones comentadas al inicio de este capítulo. _

Mencionaremos también que cualquiera que sea la alternativa seleccionada para regar la zona de Agua Zarca, será conveniente la construcción de un dique de cruce - sobre el arroyo del mismo nombre y que servirá para captar los escurrimientos del mismo.

2.2 RIEGO CON AGUA DEL RIO TOMATLAN .

2.2.1 Introducción .

Para el riego de la zona de Agua Zarca con agua del río Tomatlán, como ya se dijo anteriormente, se cuenta con la presa Cajón de Peña, pues desde que ésta estaba en estudio para su diseño ya se pensaba en la posibilidad de regar la zona antes mencionada; por esta razón es que la presa dispone de una obra de toma en su margen izquierda, de la que hablaremos más tarde.

2.2.2 Presa .

La presa Cajón de Peña es de materiales graduados con un núcleo de material impermeable de 6 metros de ancho en su parte superior y taludes de 0.4:1 tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo, está ligado a la roca en su cimentación gracias a una trinchera excavada tanto en el lecho del río como en sus márgenes y precisamente por el eje de la presa. El núcleo está protegido por zonas de transición formadas por gravas y arenas seleccionadas para evitar el fenómeno de la tubificación; dichas transiciones tienen taludes de 0.7:1 . Sobre ellas, a ambos lados del corazón impermeable, se localizan los respaldos estabilizantes formados con material de acarreo hasta formar taludes exteriores de 2:1 : después de ellos están las chapas de protección exteriores, de 2 metros de espesor, formadas por reza y enrocamiento seleccionados y colocados a volteo.

El ancho de corona de la presa es de 10 metros y sus paramentos externos tienen taludes de 2:1 ; el trazo del eje en planta tiene un tramo recto de 560 metros que cierra el cauce principal y un tramo intermedio en curva que liga con otro tramo recto, después del cual hay otro tramo curvo que liga con el vertedor en la margen derecha.

Las ataguías utilizadas en la primera etapa de la construcción de la presa, forman parte de la misma en forma de banquetas de 10 metros de ancho, la de aguas arriba está a la elevación 94.00 metros y la de aguas abajo está a la elevación 92.00 metros.

La presa Cajón de Peña tiene una altura aproximada de 63 metros en su sección máxima, está desplantada sobre granito sano a la elevación 77 metros aproximadamente, la corona se encuentra a la elevación 142.00 metros; considerando un bordo libre de 2.80 metros, resulta que el nivel de aguas máximo extraordinario (NAME) está a la elevación 139.20 metros, con una capacidad de 715 millones de metros cúbicos.

La capacidad de control es de 300 millones de metros cúbicos y la capacidad para riego es de 360 millones de metros cúbicos. Tiene una capacidad muerta de 55 millones de metros cúbicos con el umbral de la obra de toma a la elevación 104.85 metros, mientras que el nivel de conservación se encuentra a la elevación 130.37 metros con una capacidad de aproximadamente 460 millones de metros cúbicos.

2.2.3 Obra de excedencias .

La obra de control y excedencias está alojada en la margen derecha de la boquilla, fué diseñada para una avenida máxima probable de 10000 metros cúbicos por segundo, la cual se abatirá a un máximo de 4000 metros cúbicos por segundo debido al efecto regularizador del vaso.

El vertedor tiene una cresta de 40 metros de longitud neta a la elevación 123.90 metros, es controlado por medio de 5 compuertas radiales de 8.00 metros de ancho y 12.00 metros de altura, separadas y apoyadas por medio de pilas de 2.00 metros de espesor, las cuales además sirven también de apoyo a un puente carretero de 3.50 metros de ancho de calzada y a un puente de maniobras en donde se alojan los malacates eléctricos para la operación de las compuertas.

La plantilla del canal de acceso está a la elevación 119.00 metros, o sea a 4.90 metros abajo de la cresta vertedora. Esta estructura vertedora se inicia con un perfil tipo Creager que se une a una plantilla recta con pendiente de $s = 0.0765$, la cual aproximadamente 50 metros después es ligada a otra pendiente de $s = 0.0125$, que es mantenida durante 330 metros aproximadamente para llegar a una caída parabólica y rematar con una cubeta deflectora. La sección del vertedor es rectangular con un ancho de plantilla de 48.00 metros y una longitud aproximada de 475 metros desde el respaldo del cimacio hasta el final de la cubeta deflectora.

2.2.4 Obra de toma .

El vaso formado por la presa Cajón de Peña - cuenta con dos obras de toma; una que se encuentra en la - margen izquierda de la presa y otra que se localiza en el - dique N° 2 que cierra uno de los puertos del embalse. Esta toma se encuentra actualmente funcionando y es conocida como obra de toma de margen derecha y riega precisamente - esa margen del río Tomatlán.

La obra de toma de margen derecha ha sido diseñada para un gasto de 40 metros cúbicos por segundo y está formada por un túnel de 900 metros de longitud aproximadamente, revestido de concreto con sección interior circular de 4.00 metros de diámetro y una pendiente de $s = 0.003$.

El acceso de la toma se logra por medio de un tajo de sección trapecial, a la entrada del túnel se ha previsto de una estructura de rejillas necesarias para evitar la entrada de cuerpos extraños que pudieran dañar las compuertas que se localizan a unos 600 metros aproximadamente de las rejillas en una lumbrera que se prolonga hacia arriba en forma de torre. Posteriormente a la terminación del túnel, sigue una conducción con la misma sección de dicho túnel a lo largo de 230 metros aproximadamente y después hay una transición a sección semi-ovoide que se continúa hasta descargar en un canal para conducir el agua hasta la zona de riego en la margen derecha del río Tomatlán.

La obra de toma que se encuentra localizada en la margen izquierda de la boquilla, fué diseñada para un gasto de 16 metros cúbicos por segundo, el cual fué calculado considerando un plan de cultivos propuesto.

La toma se inicia con una torre de entrada - cuyo umbral se encuentra a la elevación 97.70 metros, mientras que el nivel de aguas mínimo (NAMín) está a la elevación 109.52 metros, lo que hace que trabaje con una carga mínima de 11.82 metros. En la torre de entrada hay una estructura de rejillas para pasar después por un conducto circular de 4.00 metros de diámetro, que baja vertical hasta la elevación 83.00 metros, desde donde se inicia una pendiente de $s = 0.005055$. Aproximadamente 160 metros después aparece un tapón de liga con una tubería a presión, en seguida del tapón hay una cámara de operación para la válvula de mariposa. La tubería a presión sube después vertical para llegar a una cámara de concentración y pasar por una válvula de chorro hueco a la conducción que podrá llevar el agua hacia la zona de Agua Zarca.

2.2.5 Conducción .

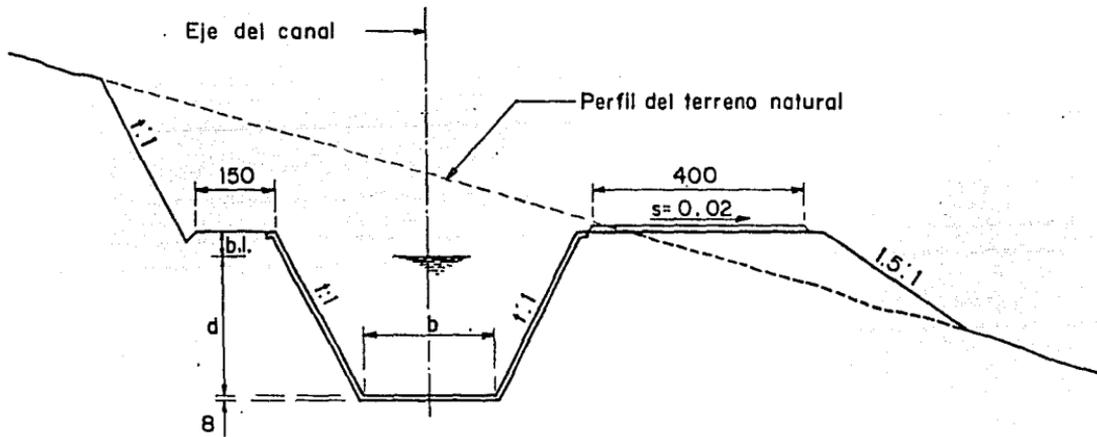
La conducción Cajón de Peña - Agua Zarca estaría integrada por canales y tuneles; los canales estarían revestidos de concreto, con un espesor de 0.08 metros, se consideró en los cálculos una constante de rugosidad de $n = 0.013$, el canal sería de sección trapecial con taludes de 0.5:1, está diseñado para conducir un gasto de 11 metros

cúbicos por segundo con un ancho de plantilla de 2.50 metros, tirante normal de 2.47 metros y bordo libre de 0.70 metros, trabajaría con una velocidad de 1.19 metros por segundo, con una pendiente de $s = 0.0002$, como se muestra en la figura 2.1 .

Los túneles de conducción serían de sección herradura, revestidos de concreto con un espesor de 0.25 metros y al igual que en el caso de los canales se consideró una constante de rugosidad de $n = 0.013$, están diseñados para transportar un gasto de 11 metros cúbicos por segundo con un diámetro de 3.00 metros y un tirante de 2.40 metros, con una velocidad de 1.70 metros por segundo y una pendiente de $s = 0.0005$; ver figura 2.2 .

Además de los canales y tuneles habría diques de mampostería para el cruce de pequeños arroyos, estos diques serían de altura variable, pero todos tendrían un ancho de corona de 2.00 metros, con talud hacia aguas arriba de 0.1:1 y talud hacia aguas abajo de 0.8:1, todos los diques tendrían una sección vertedora con plantilla de concreto de 0.50 metros de espesor y una cubeta deflectora con ángulo de salida de 30° ; ver figura 2.3 .

Según se ha proyectado, la conducción se iniciaría con un canal cuya plantilla se encontraría a la elevación 100.12 metros en la estación 0+468.55 metros de la obra de toma y que sería la estación 0+000 de la conducción; en el kilómetro 2+500 llegaría el canal a un vaso artificial formado por un dique de aproximadamente 12.50 metros -



SECCION DEL CANAL DE CONDUCCION

DATOS HIDRAULICOS

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d = 2.47 \text{ m}$$

$$b = 2.50 \text{ m}$$

$$f = 0.50$$

$$\text{b.l.} = 0.70 \text{ m}$$

$$A = 9.22 \text{ m}^2$$

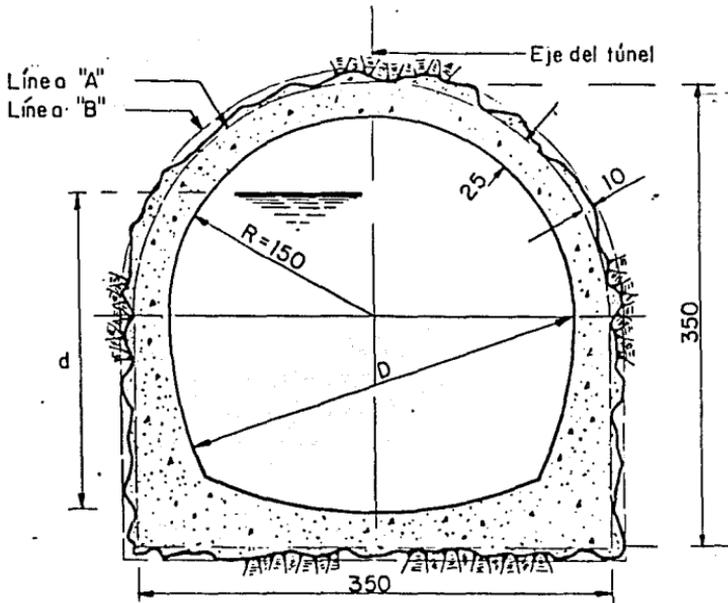
$$v = 1.19 \text{ m/s}$$

$$r = 1.15 \text{ m}$$

$$n = 0.013$$

$$s = 0.0002$$

FIG. 2.2

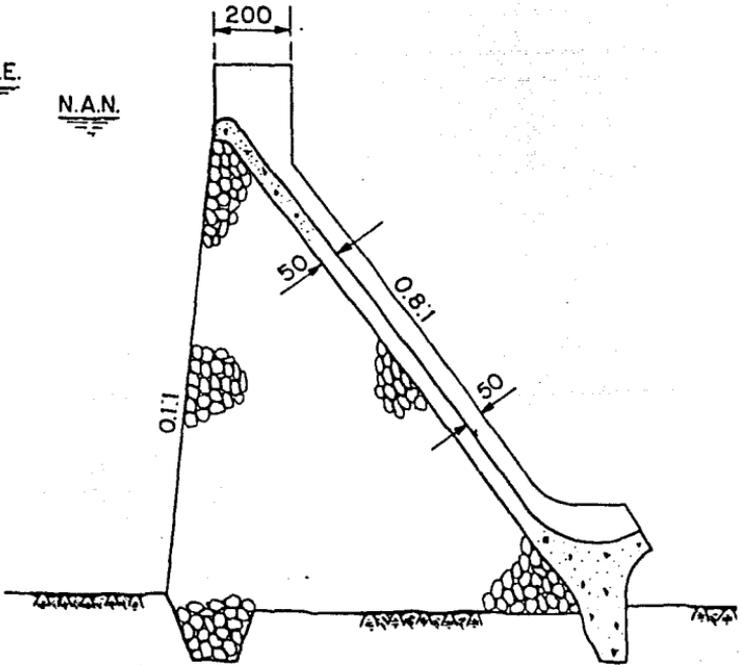


SECCION DEL TUNEL DE CONDUCCION

DATOS HIDRAULICOS	
$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$	$v = 1.70 \text{ m/s}$
$d = 2.40 \text{ m}$	$r = 0.92 \text{ m}$
$D = 3.00 \text{ m}$	$n = 0.013$
$A = 6.46 \text{ m}^2$	$s = 0.0005$

N.A.M.E.

N.A.N.



SECCION TIPO DE LOS DIQUES

de altura, con corona a la elevación 104.46 metros y una longitud de 95 metros, además tendría una cresta vertedora de 50 metros de longitud a la elevación 102.95 metros.

En la estación 2+740 se iniciaría de nuevo un canal para llevar el agua hasta un túnel en la estación 4+100 y que terminaría en la estación 4+470, o sea 370 metros de longitud de túnel que conduciría el agua a un canal que al llegar a la estación 5+830 desembocaría en otro pequeño vaso formado por otro dique que tendría una altura de 11.50 metros, 150 metros de longitud aproximada de corona a la elevación 103.66 metros y una cresta vertedora de 50 metros de longitud a la elevación 102.16 metros.

En la estación 5+990 continuaría otra vez la conducción con un canal, y 20 metros después se encontraría la entrada del segundo túnel de la conducción, este tendría una longitud de 3110 metros, o sea que en la estación 9+120 el túnel tendría su salida, y después de 180 metros de canal el agua llegaría a un tercer vaso formado por otro dique con corona a la elevación 102.06 metros, longitud de 180 metros y altura de 9 metros aproximadamente, la sección vertedora sería de 60 metros y su cresta se encontraría a la elevación 100.56 metros.

El canal se iniciaría ahora en la estación 9+800 y 130 metros después terminaría para pasar un túnel con una longitud de 550 metros, o sea que en la estación 10+480 el agua llegaría a un canal de 60 metros de longitud y después pasaría a un vaso artificial formado por un di-

que de aproximadamente 14 metros de altura y 235 metros de longitud de corona a la elevación 101.77 metros, con una cresta vertedora de 150 metros de longitud a la elevación 100.27 metros. El agua saldría de este vaso por medio de un canal de 290 metros de longitud y llegaría a un túnel cuya entrada estaría en la estación 11+820 metros y cuya salida estaría en la estación 17+960 para proseguir por un canal y llegar a la estación 18+830, en donde la conducción artificial terminaría y el agua se dejaría escurrir por la conducción natural que recibe el nombre de arroyo Agua Zarca, el cual conduciría el agua hasta donde se encontrará el dique que llevará el mismo nombre del arroyo y que considerando un cadenamamiento estaría en la estación 24+920 .

Haciendo un resumen de la conducción tendremos: Una longitud de aproximadamente 6990 metros de canal y contaríamos además con cuatro túneles, el primero con 370 metros de longitud, el segundo con 3110 metros, el tercero de 550 metros y el último y más largo de 6140 metros; además contaríamos con cuatro diques que llamaremos de cruce y que servirían para la formación de pequeños vasos que serían aprovechados para que el agua pase de un canal a otro y evitar un mayor desarrollo de estos, y por consiguiente una mayor pérdida de carga; finalmente tendríamos una longitud aproximada de 6090 metros de conducción natural por el Arroyo Agua Zarca hasta llegar al dique del mismo nombre, desde donde saldrán dos conducciones, una a cada margen para abarcar la zona de riego y llevar el agua hasta la red de distribución.

2.2.6 Dique Agua Zarca .

El dique Agua Zarca será de mampostería y - tendrá una altura aproximada en su sección máxima de 24 metros, estará desplantado a la elevación 54.50 metros sobre el nivel del mar, considerando una profundidad de desplante de 2.50 metros. La corona del dique tendrá un ancho de - 4.40 metros a la elevación 78.47 metros.

El dique presentará un talud hacia aguas - arriba de 0.1:1, mientras que hacia aguas abajo presentará un talud de 0.8:1 ; tendrá un vertedor formando parte del - dique con una longitud de cresta de 55 metros, el cual descargará a un canal y posteriormente a un dren.

Además de la obra de excedencias, el dique - Agua Zarca presentará dos obras de toma, una en cada margen, controladas por compuertas deslizantes y conectadas a dos - canales principales que se abren hacia ambos márgenes del - arroyo Agua Zarca para poder realizar el abastecimiento de agua a la red de distribución.

2.3 RIEGO CON AGUA DEL RIO SAN NICOLAS .

2.3.1 Introducción .

En esta alternativa como ya se dijo antes, - será necesaria la construcción de una presa que llamaremos San Nicolás y que sería de gravedad, puesto que el émbalse debe de estar provisto de una obra de excedencias de considerable tamaño y que formaría parte de la presa.

2.3.2 Presa .

La presa San Nicolás estaría desplantada sobre rocas de origen ígneo (graníticas) a la elevación de 36 metros aproximadamente, considerando una profundidad de limpia de 3 metros, mientras que la corona se encontraría a la elevación 105.50 metros, lo que hará que la presa tenga una altura de 69 metros aproximadamente en su sección máxima - con un bordo libre de 1.84 metros.

Se propone que la sección de la presa tenga un ancho de corona de 5.00 metros, tendrá un talud en el paramento de aguas abajo de 0.75:1 desde la elevación 96.50 - metros hasta el desplante, mientras que el paramento de - aguas arriba sería vertical de la corona hacia abajo hasta la elevación 70.00 metros, de ahí hacia abajo tendría un talud de 0.1:1; como se muestra en la figura 2.4 .

La sección de la presa se obtuvo después de

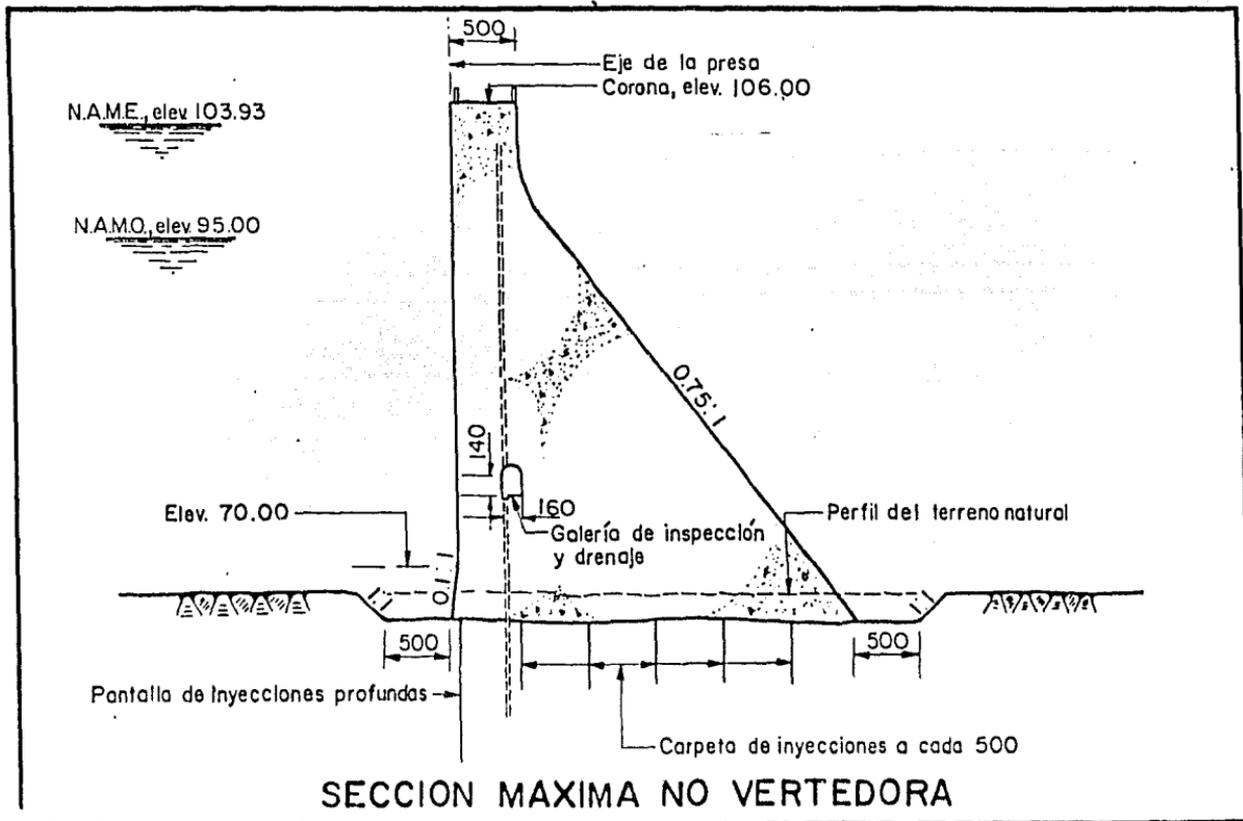


FIG. 2.4

comparar varios anteproyectos existentes y posteriormente se analizó su estabilidad contra el volteo, deslizamiento y esfuerzos excesivos.

La capacidad muerta necesaria para dar el nivel que permite dominar la zona de riego sería de 71.6 millones de metros cúbicos, mayor que el volúmen de azolves - esperado, mientras que la capacidad útil sería de 80 millones de metros cúbicos con un superalmacenamiento de 120 millones de metros cúbicos.

En el interior de la presa habría una serie de galerías de inspección y drenaje, de las cuales consideramos dos tipos; la tipo "A" y la tipo "B" .

La galería tipo "A" tendría una altura de 3.00 metros, con radio de bóveda de 1.00 metro, mientras que las del tipo "B" tendrían una altura de 2.20 metros con una bóveda cilíndrica de radio igual a 0.80 metros.

La galería "A" sería usada en la parte más baja de la presa y la galería "B" se localizaría en la parte alta de la presa. Estas galerías también podrían ser usadas para la colocación de instrumentos de medición de movimientos de la presa, pero en especial desde las galerías tipo "A" podrían llevarse a cabo trabajos de perforación para inyectado o drenaje.

Ambos tipos de galerías estarían provistas -

de una canaleta cuadrada de 0.30 metros por lado, que serviría como dren. Las galerías tendrían una pendiente de $s = 0.02$ y tramos de liga con escalones; la pendiente se dispuso de los extremos de la presa (laderas) hacia el centro, donde se canalizaría toda el agua de las filtraciones para ser extraída por medio de una tubería.

La galería "A" tendría una longitud aproximada de 145 metros, mientras que la galería "B" tendría una longitud aproximada de 255 metros.

Dentro de la presa habría también una serie de drenes de 0.15 metros de diámetro, espaciados entre sí a cada 3.00 metros. En la cimentación de la presa habría una carpeta de inyecciones en cuadrícula a cada 5.00 metros para consolidación de la roca, y también una pantalla de inyecciones profundas; inmediatamente aguas abajo de esta pantalla quedarían los drenes para disminuir las filtraciones en la cimentación; para reducir la subpresión provocada por el agua dentro de la estructura y su cimentación.

2.3.3 Obra de excedencias .

Se proyectó una obra de excedencias de 150 metros de longitud de cresta a la elevación 94.74 metros y cuya capacidad sería de 151.6 millones de metros cúbicos; formarían parte de la presa y descargarían directamente en el río. El vertedor fué diseñado para un gasto de 8000 metros cúbicos por segundo después de las conclusiones obteni

das de los estudios hidrológicos de tránsito de avenidas y de funcionamiento de vaso.

El nivel de aguas máximo extraordinario - (NAME) estaría a la elevación 103.66 metros, dando una capacidad de 271.6 millones de metros cúbicos. El vertedor proyectado estaría formado por un perfil Creager cuyo desarrollo tendría una longitud de 19.44 metros, después del perfil Creager se presentaría un tramo recto de 34.24 metros de longitud con un talud de 0.75:1 hasta llegar a una cubeta deflectora que tendría un radio de 12.00 metros y saldría con un ángulo de 30° a la elevación 54.81 metros y cuyo fondo de cubeta estaría a la elevación 53.20 metros.

2.3.4 Obra de toma .

La presa San Nicolás tendría en su margen de recha una obra de toma, cuyo acceso estaría a la elevación 83.38 metros y la capacidad hasta el umbral sería de 71.6 millones de metros cúbicos. El gasto de diseño es de 11 millones cúbicos por segundo, que fué calculado tomando en cuenta un plan de cultivos propuesto, en el que se incluyen cultivos anuales y perennes; entre los anuales podemos mencionar el ajonjolí, el frijol, hortalizas, maíz de invierno y verano, y otros cultivos más, mientras que por los perennes solo se han considerado los frutales y las praderas.

Después de proponer un plan de cultivos se calculó el uso consuntivo de cada uno de ellos por el método de Blaney - Criddle, también se calculó la lluvia aprove

chable por los métodos de Zierold, Zierold - CIEPS y - - Thornthwaite - Prescott; finalmente se tomó como buen resultado el del último método mencionado. La eficiencia que - se usa se calculó tomando en cuenta una eficiencia de con- ducción del 85 %, mientras que la parcelaria fué del 65 %, con lo que se llegó a una eficiencia total del 55 %.

Considerando el uso consuntivo, la lluvia - aprovechable y la eficiencia, se calcularon las láminas brutas que al multiplicarse por el área regada nos dieron el - volumen bruto demandado por año, posteriormente se calculó el gasto para la obra de toma y conducción.

El nivel mínimo de operación de la obra de - toma estaría a la elevación 85.88 metros, por lo que la - obra de toma tendría una carga mínima de operación de 2.50 metros.

La obra de toma se proyectó de tal manera - que se iniciaría con un par de rejillas de 2.50 metros de - ancho por 3.00 metros de altura, para no dejar pasar obje- tos grandes que puedan dañar la estructura y las compuertas, o causar perjuicios a lo largo de los canales. A 5.30 me- tros después de las rejillas se localizan un par de compuertas deslizantes de emergencia, y a 2.20 metros después se - localizan otras dos compuertas deslizantes de servicio; tanto las compuertas de emergencia como las de servicio tienen un ancho de 1.372 metros y una altura de 1.372 metros, es- tas fueron diseñadas tomando en cuenta la carga mínima de - operación de 2.50 metros.

Aguas abajo de las compuertas el agua pasaría por unos conductos cuadrados de 1.50 metros por lado y fueron diseñados de manera que puedan pasar el gasto requerido sin problemas. Estos conductos tendrían una longitud de 14.40 metros con una pendiente de $s = 0.018$ hasta llegar a una caída parabólica que se inicia a la elevación 83.12 metros para entrar a un tanque dissipador de energía, cuya plantilla de 4.00 metros de ancho estaría a la elevación 82.00 metros. Dicho tanque fué diseñado de modo que se presente el salto hidráulico, y por lo tanto cumpla con su función de disipar la energía, cuando haya un exceso de ella.

La caída parabólica, junto con el tanque dissipador, serían de sección trapecial con taludes de 0.5:1. La longitud de la caída sería de 5.70 metros, mientras que la del tanque sería de 13 metros hasta llegar a un escalón de 0.38 metros y subir a la elevación 82.38 metros e iniciarse una transición de plantillas de 4.00 metros a 2.50 metros en una longitud de 5.00 metros y llegar a la estación 0+000 de la conducción.

En total la obra de toma tendría una longitud de 43.60 metros, considerando como inicio la estructura de rejillas y como final el inicio de la conducción, o sea donde la transición de plantillas termina.

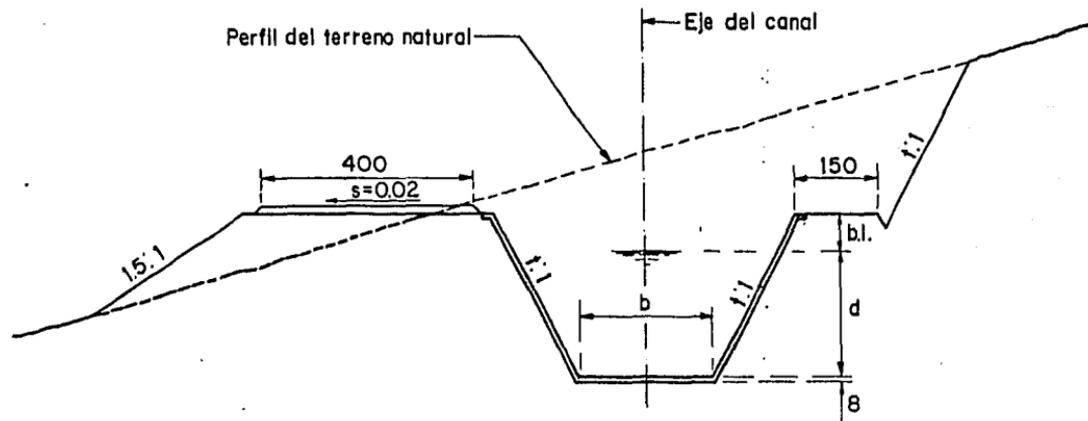
2.3.5 Conducción .

La conducción se iniciaría con plantilla a la elevación 82.38 metros y la superficie libre del agua a la elevación 84.85, y su longitud total es de 35100 metros, esta incluye canales, tuneles y sifones. Se propone que a lo largo de la conducción haya 32777 metros de canal, seis tuneles que en total sumarían 1163 metros de longitud y cuatro sifones con una longitud total de 1160 metros.

Los canales, según se ha proyectado, serían revestidos de concreto con un espesor de 0.08 metros, suponiendo un coeficiente de rugosidad de $n = 0.013$.

En los tramos alojados en roca, serían de sección trapecial con taludes de 0.5:1, ancho de plantilla de 2.50 metros y bordo libre de 0.70 metros; el gasto de diseño es de 11 metros cúbicos por segundo con una velocidad de 1.19 metros por segundo, tirante de 2.47 metros y pendiente de $s = 0.0002$, como se muestra en la figura 2.5 .

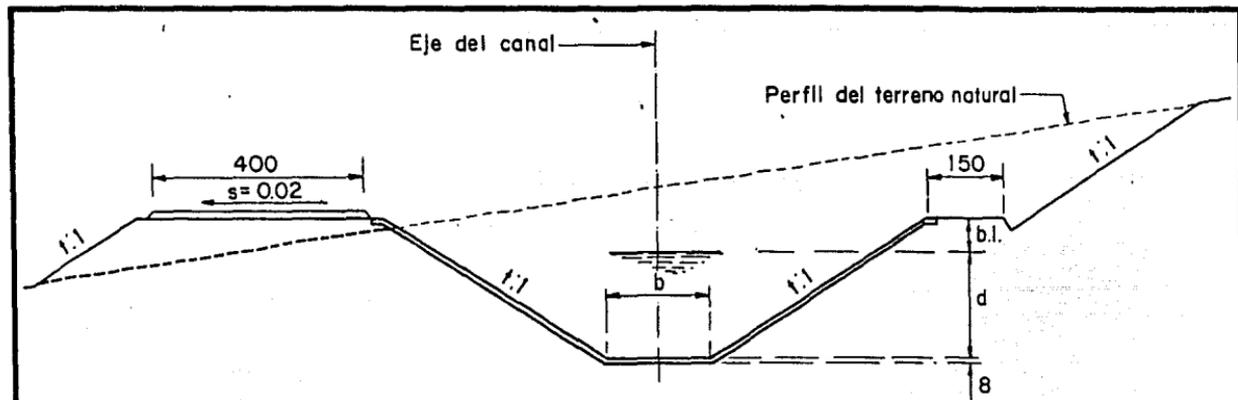
Otra sección de canal, para los tramos excavados en material menos firme, sería con taludes 1.5:1, ancho de plantilla de 2.00 metros y bordo libre de 0.65 metros; el gasto de diseño es de 11 metros cúbicos por segundo con una velocidad de 1.10 metros por segundo, tirante de 2.00 metros y pendiente de $s = 0.0002$, como se muestra en la figura 2.6 .



SECCION DEL CANAL DE CONDUCCION

DATOS HIDRAULICOS

$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$	$A = 9.22 \text{ m}^2$
$d = 2.47 \text{ m}$	$v = 1.19 \text{ m/s}$
$b = 2.50 \text{ m}$	$r = 1.15 \text{ m}$
$t = 0.5$	$n = 0.013$
$b.l. = 0.70 \text{ m}$	$s = 0.0002$



SECCION DEL CANAL DE CONDUCCION

DATOS HIDRAULICOS

$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$	$A = 10.00 \text{ m}^2$
$d = 2.00 \text{ m}$	$v = 1.10 \text{ m/s}$
$b = 2.00 \text{ m}$	$r = 1.09 \text{ m}$
$t = 1.5$	$n = 0.013$
$b.l. = 0.65 \text{ m}$	$s = 0.0002$

Podríamos considerar una tercera sección de canal en balcón, en esta habría secciones con taludes de $0.5:1$ (31 %) y con taludes $1.5:1$ (69 %), dichas secciones - se muestran en la figura 2.7 .

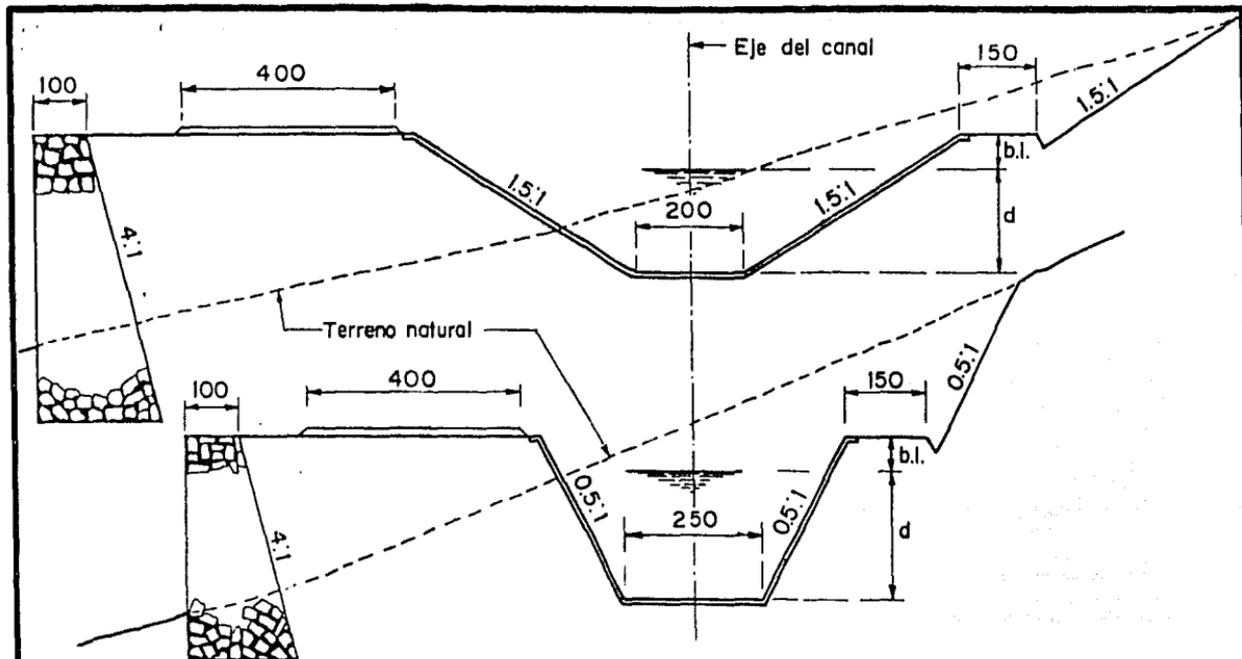
En general tenemos dos secciones diferentes de canal con dos variantes cada una:

- a) Canal con taludes $0.5:1$ (52 %)
- b) Canal con taludes $1.5:1$ (44 %)
- c) Canal con taludes $0.5:1$ en balcón (1 %)
- d) Canal con taludes $1.5:1$ en balcón (3 %)

Los tuneles serían de sección herradura con un diámetro de 3.00 metros, revestidos de concreto con coeficiente de rugosidad de $n = 0.013$ y un espesor de revestimiento de 0.25 metros. El gasto de diseño es de 11 metros cúbicos por segundo, con una velocidad de 1.70 metros por segundo y pendiente de $s = 0.0005$. Todos los tuneles trabajarían con un tirante de 2.40 metros; ver figura 2.8 .

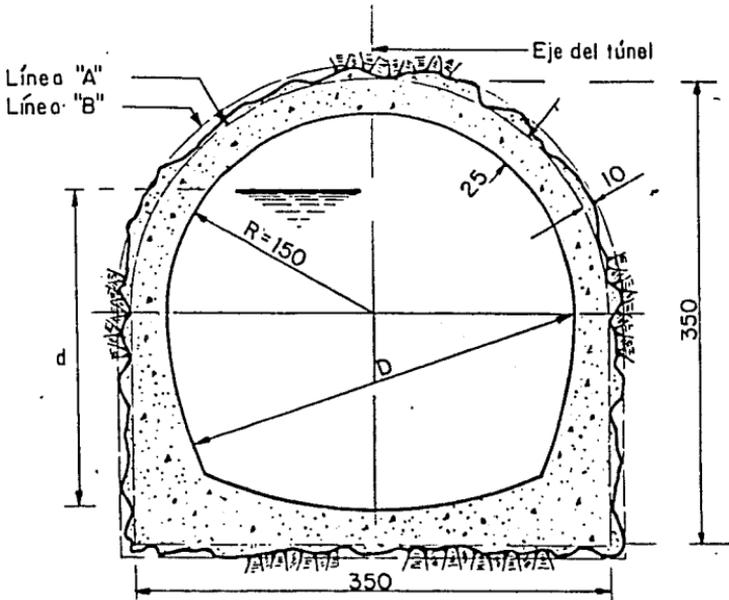
Los sifones serían de sección circular con un diámetro de 2.60 metros, revestidos de concreto y se ha considerado el mismo coeficiente de rugosidad que para los canales y tuneles, dicho revestimiento sería de 0.30 metros. El gasto de diseño es de 11 metros cúbicos por segundo con una velocidad de 2.07 metros por segundo, como se muestra - en la figura 2.9 .

Finalmente la conducción terminaría en la -



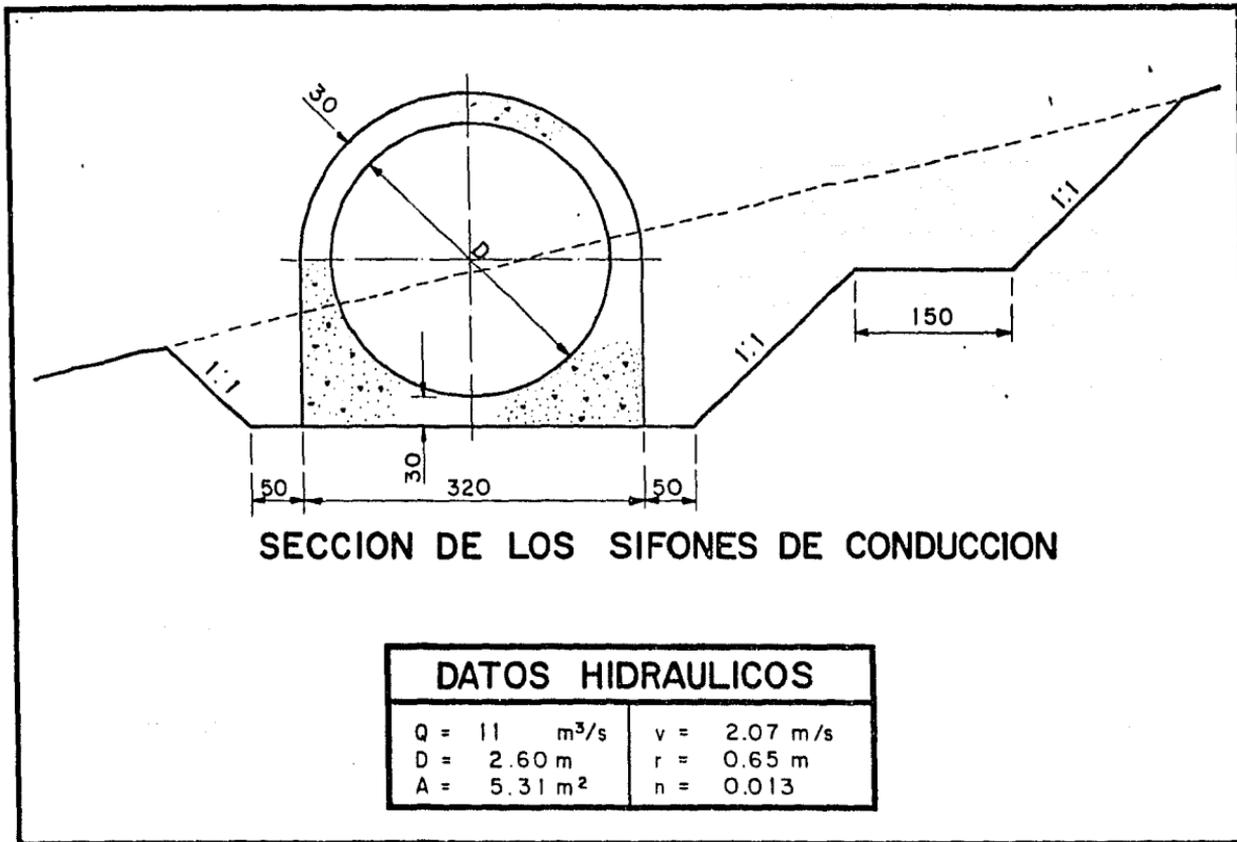
SECCIONES EN BALCON

NOTA: Los datos hidráulicos son los mismos presentados en las figs. 2.5 y 2.6



SECCION DEL TUNEL DE CONDUCCION

DATOS HIDRAULICOS			
Q =	11	m ³ /s	v = 1.70 m/s
d =	2.40	m	r = 0.92 m
D =	3.00	m	n = 0.013
A =	6.46	m ²	s = 0.0005



estación 35+100 a la elevación 73.00 metros, dicha conducción llegaría hasta donde se encontrará el dique Agua Zarca y desde el cual el agua seguirá el mismo proceso ya mencionado en la alternativa anterior.

En el cuadro que se inserta a continuación, se relacionan todos los tramos de canal, tuneles y sifones de la conducción, junto con sus cadenamientos, longitudes y elevaciones correspondientes.

Al final de este trabajo se presentan los -
planos generales de ambas alternativas ya comentadas.

PROYECTO AGUA ZARCA

ALTERNATIVA SAN NICOLAS

TRAMOS DE CONDUCCION

Tipo de conducción	Estación inicial	Estación final	Longitud (m)	Elev. final de plantilla
-	-	0+000	-	82.375
Canal	0+000	1+715	1715	82.032
Sifón	1+715	1+950	235	81.549
Canal	1+950	4+205	2255	81.098
Sifón	4+205	4+565	360	80.449
Canal	4+565	15+680	11115	78.226
Túnel	15+680	15+855	175	78.138
Canal	15+855	18+625	2770	77.584
Sifón	18+625	19+090	465	76.777
Canal	19+090	19+135	45	76.768
Túnel	19+135	19+311	176	76.680
Canal	19+311	21+455	2144	76.252
Túnel	21+455	21+675	220	76.142
Canal	21+675	23+475	1800	75.782
Túnel	23+475	23+735	260	75.652
Canal	23+735	24+040	305	75.591
Sifón	24+040	24+140	100	75.292
Canal	24+140	27+665	3525	74.587
Túnel	27+665	27+840	175	74.499
Canal	27+840	30+630	2790	73.941
Túnel	30+630	30+787	157	73.863
Canal	30+787	35+100	4313	73.000

C A P I T U L O I I I

COMPARACION DE ALTERNATIVAS Y SELECCION DE LA MAS CONVENIENTE

3.1 COMPARACION DE ALTERNATIVAS .

En el capítulo anterior se habló acerca de las dos alternativas, por separado, para el riego de la zona de Agua Zarca; ahora en este capítulo haremos una comparación entre ambas alternativas por medio de cantidades de obra calculadas, basandose en los planos topográficos, perfiles y secciones transversales; la comparación se basará también en los precios unitarios que se obtuvieron de una comparación con proyectos similares, es decir la comparación en sí será de los presupuestos obtenidos con los elementos ya mencionados.

Como ya se dijo anteriormente, para la primera alternativa, o sea llevar el agua del río Tomatlán, sólo bastará la construcción de la conducción desde la obra de toma de la presa Cajón de Peña hasta el lugar donde se ubicará el dique Agua Zarca sobre el arroyo del mismo nombre.

Para la segunda alternativa, llevar agua del río San Nicolás, se necesitaría construir una presa (San -

Nicolás) y una conducción desde dicha presa hasta el dique antes mencionado en la primera alternativa, desde el cual - saldrán dos canales principales que se abrirán hacia ambas márgenes para abarcar completamente la red de distribución. Para la segunda alternativa se ha considerado el presupuesto en dos partes:

- a) Presa San Nicolás
- b) Conducción San Nicolás - Agua Zarca

A continuación se presentan los presupuestos ya mencionados al principio de este capítulo.

PRESUPUESTO - 1ª ALTERNATIVA
CONDUCCION CAJON DE FERRA - AGUA ZARCA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD(*)	P.U.	IMPORTE(\$)
CAIALES				
Excavación	m ³	300,000	30.00	9'000,000
Relleno compactado	m ³	45,000	65.00	2'925,000
Concreto reforzado	m ³	9,400	755.00	7'097,000
Acero de refuerzo	Ton	235	10,500.00	2'467,500
Suma				21'489,500
TUNELES				
Excavación	m ³	111,300	1,000.00	111'300,000
Concreto reforzado	m ³	35,600	1,400.00	49'840,000
Acero de refuerzo	Ton	2,492	10,500.00	26'166,000
Suma				187'306,000
DIQUES				
Excavación	m ³	20,000	30.00	600,000
Mampostería	m ³	23,500	259.00	6'086,500
Concreto reforzado	m ³	5,200	755.00	3'926,000
Acero de refuerzo	Ton	103	10,500.00	1'081,500
Suma				11'694,000
SUMA PARCIAL				220'489,500
IMPREVISTOS (20 %)				44'097,900
SUMA TOTAL				264'587,400

(*) Cantidades de obra del proyecto original revisadas y actualizadas.

PRESUPUESTO - 2ª ALTERNATIVA

PRESA SAN NICOLAS

CONCEPTO.	UNIDAD	CANTIDAD(*)	P.U.	IMPORTE(\$)
PRESA				
Excavación	m ³	85,100	30.00	2'553,000
Relleno	m ³	3,300	65.00	214,500
Concreto simple	m ³	30,900	755.00	23'329,500
Concreto reforzado	m ³	2,200	845.00	1'859,000
Acero de refuerzo	Ton	42	10,500.00	441,000
Suma				28'397,000
VERTEDOR				
Concreto simple	m ³	241,100	755.00	182'030,500
Concreto reforzado	m ³	5,700	755.00	4'303,500
Acero de refuerzo	Ton	240	10,500.00	2'520,000
Suma				188'854,000
OBRA DE TOMA				
Excavación	m ³	1,400	30.00	42,000
Concreto reforzado	m ³	330	950.00	313,500
Acero de refuerzo	Ton	24	10,500.00	252,000
Acero estructural en rejillas	Ton	1	40,000.00	40,000
Compuertas deslizantes de servicio y emergencia, incluyendo mecanismos elevadores.	pza	4	170,600.00	682,400
Suma				1'329,900
SUMA PARCIAL				218'580,900
IMPREVISTOS (20 %)				43'716,800
SUMA TOTAL				262'297,080

(*) Cantidades de obra estimadas con base a el anteproyecto elaborado.

PRESUPUESTO - 2ª ALTERNATIVA
CONDUCCION SAN NICOLAS - AGUA ZARCA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD(*)	P.U.	IMPORTE(\$)
CANALES				
Excavación en roca	m ³	981,200	51.00	50'041,200
Excavación en material común	m ³	925,200	17.00	15'728,400
Relleno compactado	m ³	280,600	65.00	18'239,000
Mampostería	m ³	7,600	259.00	1'968,400
Concreto reforzado	m ³	30,446	755.00	22'986,730
Acero de refuerzo	Ton	1,160	10,500.00	12'180,000
Suma				121'143,730
TUNELES				
Excavación	m ³	12,700	1,000.00	12'700,000
Concreto reforzado	m ³	4,100	1,400.00	5'740,000
Acero de refuerzo	Ton	285	10,500.00	2'992,500
Suma				21'432,500
SIFONES				
Concreto reforzado	m ³	4,443	1,375.00	6'109,125
Acero de refuerzo	Ton	578	10,500.00	6'069,000
Suma				12'178,125
SUMA PARCIAL				154'754,355
IMPREVISTOS (20 %)				30'950,871
SUMA TOTAL				185'705,226

(*) Cantidades de obra estimadas con base a el anteproyecto elaborado.

Como se puede observar en los presupuestos -
presentados en los cuadros anteriores, la alternativa más -
barata sería la primera por una diferencia de \$ 183'414,906,
considerando los precios unitarios propuestos, ya que la -
primera alternativa tendría un costo de \$ 264'587,400, mien-
tras que la segunda alternativa en su primera parte (Presa
San Nicolás) tendría un costo de \$ 262'297,080 y su segunda
parte tendría un costo de \$ 185'705,226 (Conducción San Ni-
colás - Agua Zarca).

3.2 CONCLUSIONES Y SELECCION DE LA ALTERNATIVA MAS CONVENIENTE .

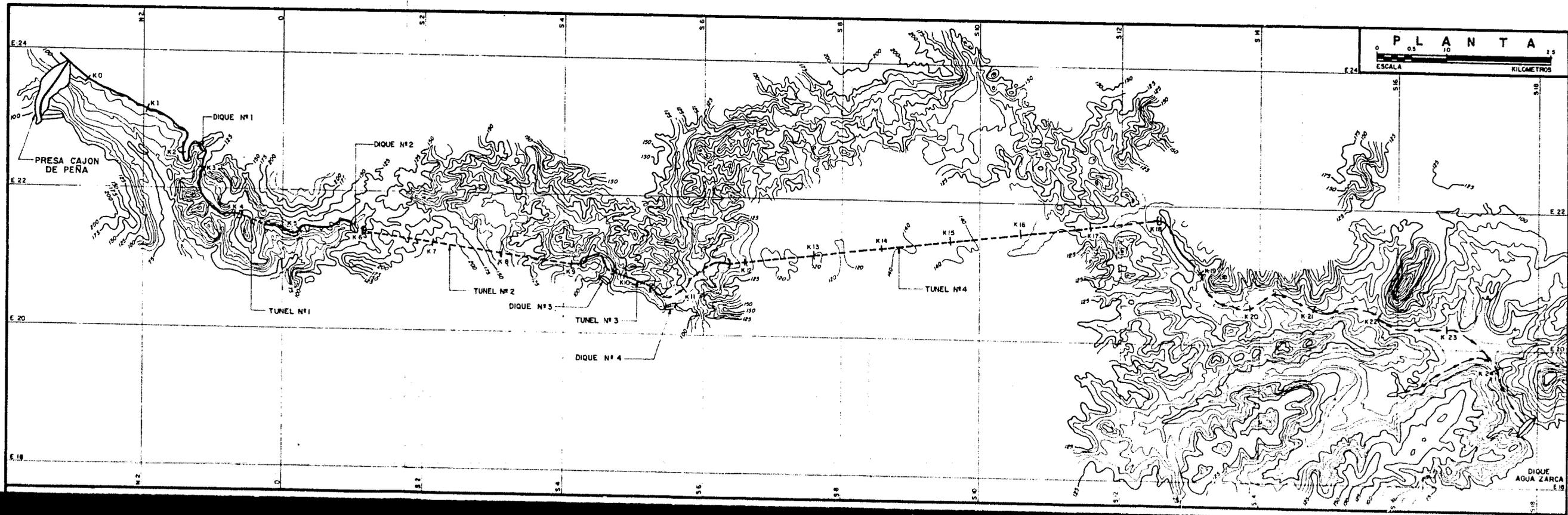
Después del estudio presentado he llegado a las siguientes conclusiones :

- 1.- La zona de Agua Zarca puede ser regada con cualquiera - de las dos corrientes (Tomatlán o San Nicolás).
- 2.- El riego con agua del río Tomatlán resulta mucho más - económico que regar con agua del río San Nicolás, pues ya existe la obra más costosa; la presa de almacenamiento.
- 3.- El riego en Agua Zarca con agua del río San Nicolás resulta más costoso, pero en cambio se podría regar total mente esta zona y controlar el río para que el agua se pudiera aprovechar aguas abajo para regar la zona de La Fortuna mediante una derivadora o planta de bombeo o - una combinación de ambas. Además la zona de El Taray también se podría regar pero con agua de la presa Cajón de Peña sin deficiencias en su actual zona de riego ni en el Taray.
- 4.- Tomando en consideración que cualquiera que fuera la al ternativa que se construyera, los beneficios únicamente en la zona de Agua Zarca serían los mismos, la decisión de escoger una alternativa queda enfocada hacia el as- pecto económico y por tal motivo podemos decir que la - mejor alternativa es la primera, o sea la de llevar - agua desde el río Tomatlán (Presa Cajón de Peña).

5.- Con relación a la segunda conclusión, es pertinente comentar que el riego de Agua Zarca con agua del Tomatlán resulta más económico que con la otra alternativa, aun si se considera la parte proporcional del costo de la presa Cajón de Peña, que sería de unos \$ 87.5 millones, valuada a partir del presupuesto calculado con el proyecto de detalle en 1975 y prorrateado entre las superficies de posible riego.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- INFORME GENERAL DEL PROYECTO TOMATLAN (TOMO I)
C.I.E.P.S., s.c.
- 2.- ESTUDIO HIDROLOGICO Y OBRAS DE INGENIERIA DEL PROYECTO
TOMATLAN (TOMO II)
C.I.E.P.S., s.c.
- 3.- PROYECTO DE ZONAS DE RIEGO
S.A.R.H., Dirección de Proyectos de Grande Irrigación
- 4.- NOTAS SOBRE HIDRAULICA ELEMENTAL
Raúl Gómez Rosas
- 5.- APUNTES DE HIDRAULICA
Gilberto Sotelo A., Facultad de Ingeniería, UNAM
- 6.- OPEN CHANNEL HYDRAULICS
V.T. Chow



P L A N T A

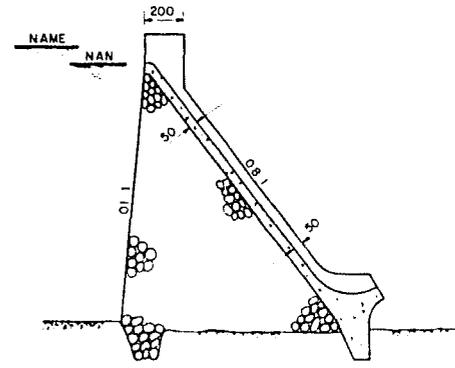
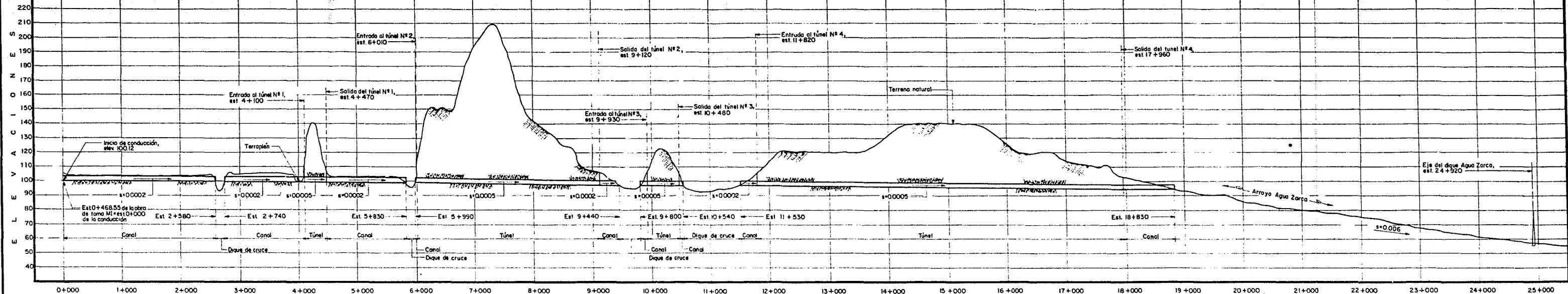
ESCALA 0 0.5 1.0 2.5 KILOMETROS

Elaborado por: C. I. E. P. S., S. C. para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos según Contrato para Estudio N° I-P-P-78-7 de fecha de _____

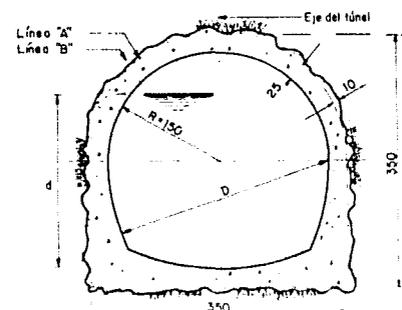
C. I. E. P. S., S. C. Ingenieros Consultores y Proyectistas
 Formaron: _____ Colocó: _____
 Revisó: VRL Aprobó: ME O VEGA A
 ME O VEGA A
 SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE PROMOCION Y PROGRAMAS
 Verificó: _____ Aprobó: _____

AZT-112

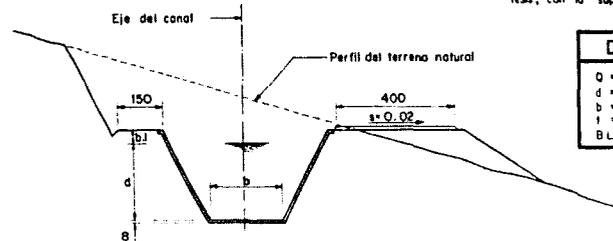
CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CANAL		
Excavación	m ³	300 000
Refraso compactado	m ³	45 000
Concreto reforzado	m ³	9 400
Acero de refuerzo	ton	235
TUNEL		
Excavación	m ³	111 300
Concreto reforzado	m ³	35 600
Acero de refuerzo	ton	2 492
DIQUES		
Excavación	m ³	20 000
Mampostería	m ³	23 500
Concreto reforzado	m ³	5 200
Acero de refuerzo	ton	103



DIQUES DE CRUCE EN LA CONDUCCION						
DIQUE Nº	ESTACION (km)	ELEVACION DEL LECHO DEL RIO (m)	ELEV. DE LA CORONA (m)	LONGITUD APROX. (m)	LONGITUD DE CRESTA (m)	ELEVACION N. A. N. (m)
1	2+620	92	104.46	95	5000	102.96
2	5+905	92	103.66	150	5000	102.16
3	9+740	93	102.06	180	6000	100.56
4	10+660	88	101.77	235	15000	100.27



DATOS HIDRAULICOS			
Q = 11 m ³ /s	v = 1.70 m/s		
d = 2.40 m	r = 0.92 m		
D = 3.00 m	n = 0.013		
A = 6.46 m ²	s = 0.0005		



DATOS HIDRAULICOS			
Q = 11 m ³ /s	A = 9.22 m ²		
d = 2.47 m	v = 1.19 m/s		
b = 2.50 m	r = 1.15 m		
f = 0.50	n = 0.013		
BL 0.70 m	s = 0.0002		

La presentacion de este plano en esta tesis profesional es con la autorizacion de CIEPS y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos. El anteproyecto aqui dibujado es obra del autor de esta tesis, con la supervision de sus superiores.

NOTAS:
Anotaciones en centimetros, estaciones y elevaciones en metros. La topografia y la cuadrícula se tomaron de los planos elaborados por la CIA. MEXICANA AEROFOTO S.A. para la entonces Secretaría de Recursos Hidraulicos, según contrato para estudios N° E1-70 clave E-82.

SARH SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
DIRECCION GENERAL DE GRANDE IRRIGACION
SUBDIRECCION DE PROMOCION Y PROGRAMAS

Proyecto Agua Zarca - Tarsy - La Fortuna, Jalisco
CONDUCCION CAJON DE PEÑA - AGUA ZARCA
PLANO GENERAL

Conforme: JEFE DEL DEPARTAMENTO SUBDIRECTOR DIRECTOR GENERAL
CONSEJERO TECNICO SUBSECRETARIO APROBADO SECRETARIO

CAPACIDAD EN MILLONES DE METROS CUBICOS
CURVAS DE AREAS-CAPACIDADES

DATOS DE PROYECTO

Elevación del fondo del cauce aproximadamente	39 m
Elevación del umbral de la bocatoma	83.38 m
Nivel mínimo de la operación	85.88 m
Elevación de la cresta	95.00 m
Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias	103.93 m
Borde libre	2.07 m
Elevación de la corona	106.00 m
Altura de la presa sobre el lecho del río aproximadamente	66.50 m
Capacidad muerta al umbral de la toma	73.86 mil m ³
Capacidad útil	80.00 mil m ³
Capacidad a la cresta vertedor	153.86 mil m ³
Superalmacenamiento	96.29 mil m ³
Capacidad al nivel de Aguas Máximas Extraordinarias	250.15 mil m ³
Gasto de diseño de la obra de toma	11 m ³ /s
Gasto de diseño del vertedor	8000 m ³ /s
Longitud de la cresta vertedor	150.00 m
Gasto de la avenida de diseño para el desah.	
Gasto de la avenida de diseño del vertedor	

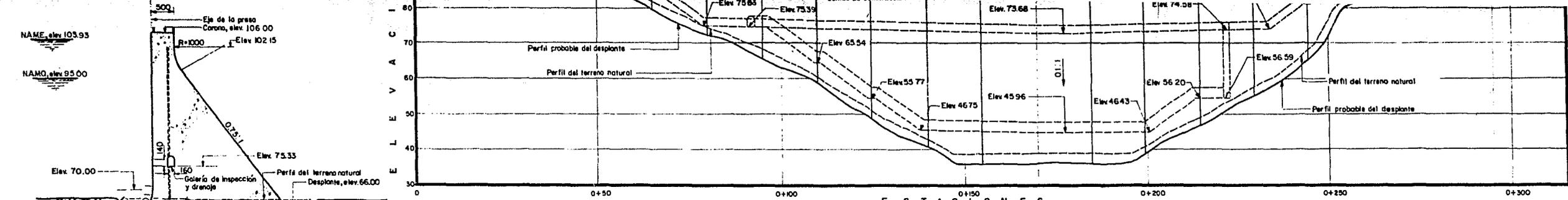
NOTAS:

Acotaciones en centímetros, estaciones y elevaciones en metros.
La topografía fue tomada de la carta topográfica de DETENAL E-13-A-19 Tomatón, las coordenadas están referidas a la cuadrícula adoptada en los planos elaborados por la CIA MÉXICANA AEROFOTO S.A. para la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, según contrato para estudios N° E1-70 cifra E-82.
La presentación de este plano en a los profesionales es con la autorización de CIEPS y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
El anteproyecto aquí dibujado es obra del autor de este tesis, con la supervisión de sus superiores.

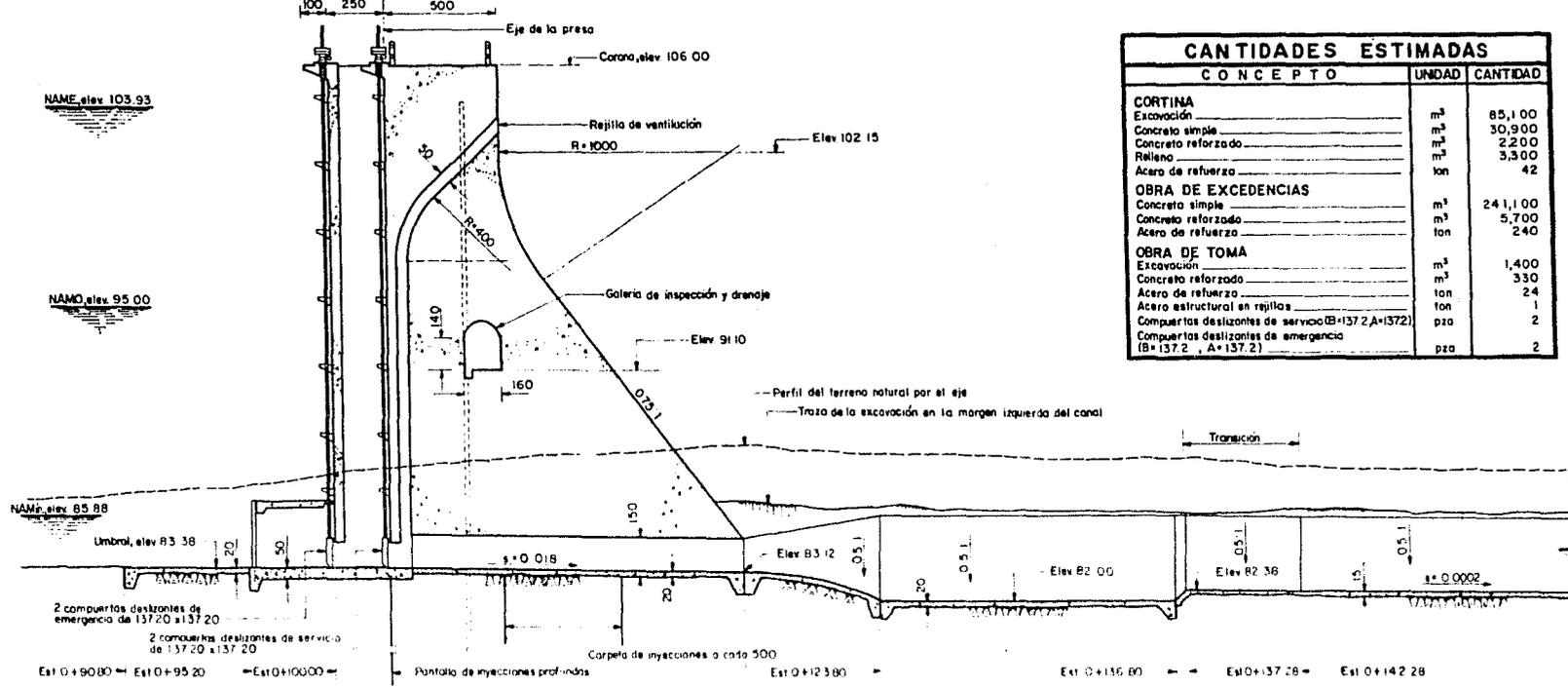
SARH SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA
DIRECCIÓN GENERAL DE GRANDE IRRIGACIÓN
SUBSECRETARÍA DE PROMOCIÓN Y PROGRAMAS

Proyecto Agua Zarca - Taray-La Fortuna, Jalisco
PRESA SAN NICOLAS (BOQUILLA ALTA)
ALTERNATIVA GRAVEDAD-PLANO GENERAL

Conforme: JEFE DEL DEPTO. SUBDIRECTOR DIRECTOR GENERAL
CONSULTOR TÉCNICO SUBSECRETARIO APROBO SECRETARIO



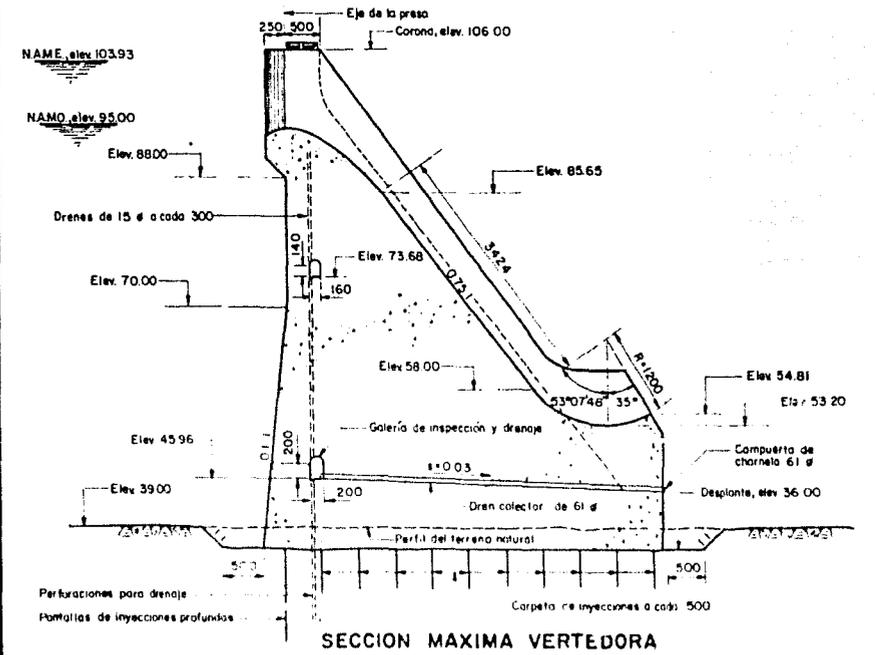
VISTA DESDE AGUAS ARRIBA



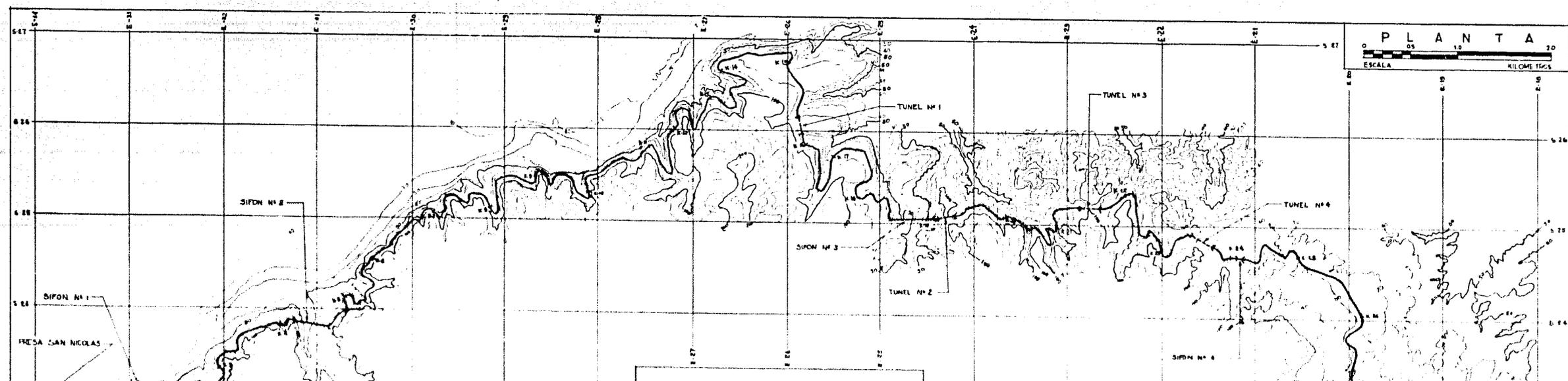
CANTIDADES ESTIMADAS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CORTINA		
Excavación	m ³	85,100
Concreto simple	m ³	30,900
Concreto reforzado	m ³	2,200
Relleno	m ³	3,300
Acero de refuerzo	ton	42
OBRA DE EXCEDENCIAS		
Concreto simple	m ³	241,100
Concreto reforzado	m ³	5,700
Acero de refuerzo	ton	240
OBRA DE TOMA		
Excavación	m ³	1,400
Concreto reforzado	m ³	330
Acero de refuerzo	ton	24
Acero estructural en rejillas	ton	1
Compuertas deslizantes de servicio (B=137.2, A=137.2)	pza	2
Compuertas deslizantes de emergencia (B=137.2, A=137.2)	pza	2

SECCION MAXIMA NO VERTEDORA



SECCION MAXIMA VERTEDORA



PLANTA
ESCALA KILOMETROS

CANTIDADES ESTIMADAS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CANAL		
Excavación en roca	m ³	981,200
Excavación en material común	m ³	925,200
Repleno compactado	m ³	280,600
Concreto reforzado	m ³	10,448
Acero de refuerzo	ton	1,160
Mampostería	m ³	7,600
TUNEL		
Excavación	m ³	12,700
Concreto reforzado	m ³	4,100
Acero de refuerzo	ton	285
SIFONES		
Concreto reforzado	m ³	4,443
Acero de refuerzo	ton	578

Elaborado por: C. I. E. P. S., S. C. para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos según Contrato para Estudio N° 197-16-V de fecha de _____ de _____ de _____.

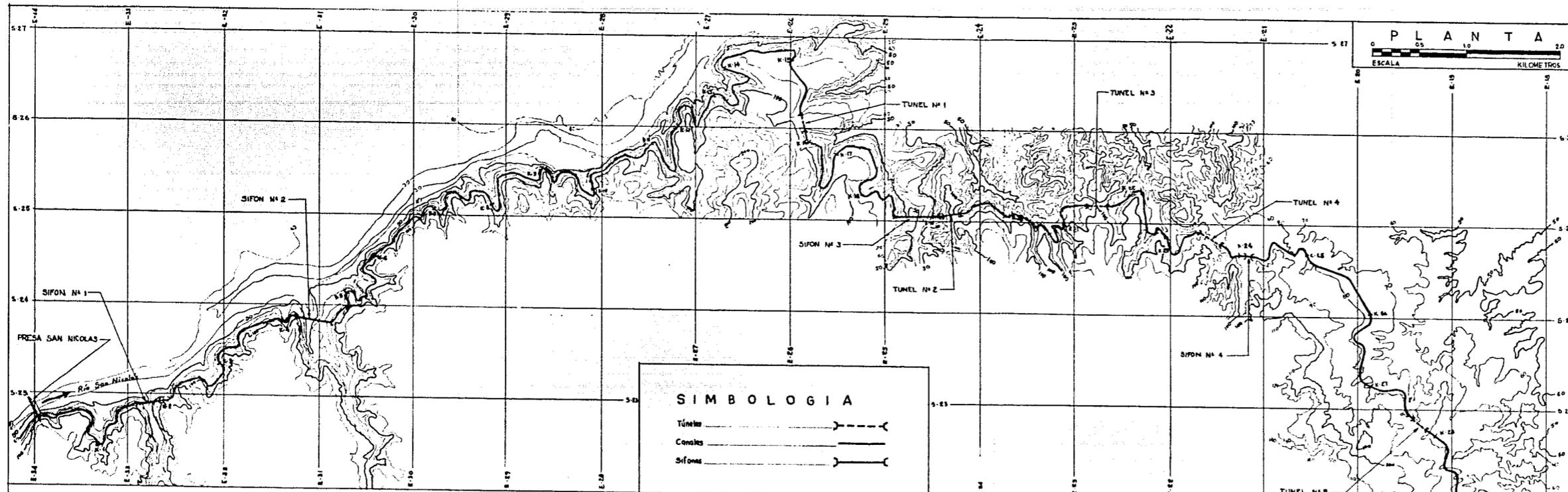
C. I. E. P. S., S. C. Ingenieros Consultores y Proyectistas
Formó: V. E. L. Calcedo
Revisó: V. E. L. Abril

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
SUBDIRECCIÓN DE PROMOCIÓN Y PROGRAMAS
Jefe de: _____ Asistido: _____

AZT-113



DATOS HIDRÁULICOS



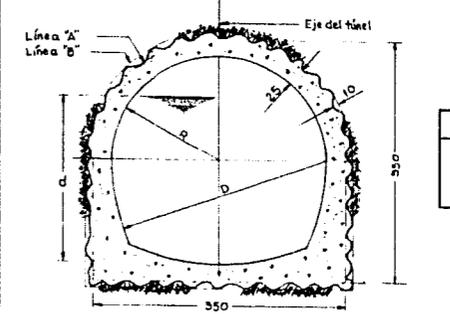
PLANTA
ESCALA 0 0.5 1.0 2.0 KILOMETROS

SIMBOLOGIA

- Túneles
- Canales
- Sifones

CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CANAL		
Excavación en roca	m ³	981,200
Excavación en material común	m ³	925,200
Repleno compactado	m ³	280,600
Concreto reforzado	m ³	30,446
Acero de refuerzo	ton	1,160
Mampostería	m ³	7,600
TUNEL		
Excavación	m ³	12,700
Concreto reforzado	m ³	4,100
Acero de refuerzo	ton	285
SIFONES		
Concreto reforzado	m ³	4,443
Acero de refuerzo	ton	378

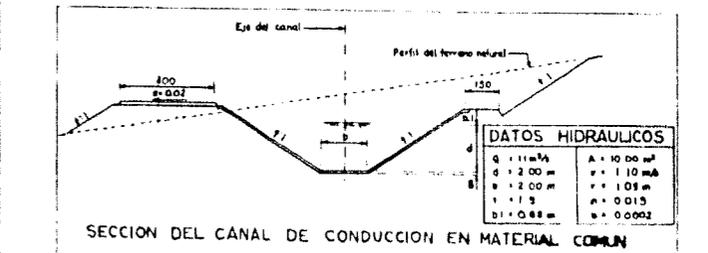
Elaborado por: C. I. E. P. S., S. C. para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
 Formó: _____ Calificó: _____
 Revisó: V. R. L. _____ Aprobó: _____
 SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS
 SUBDIRECCIÓN DE PROMOCIÓN Y PROGRAMAS
 Verdés: _____ Aprobó: _____
AZT-113



DATOS HIDRAULICOS

Q = 11 m ³ /s	v = 1.70 m/s
d = 2.40 m	r = 0.92 m
D = 3.00 m	n = 0.015
A = 6.46 m ²	S = 0.0007

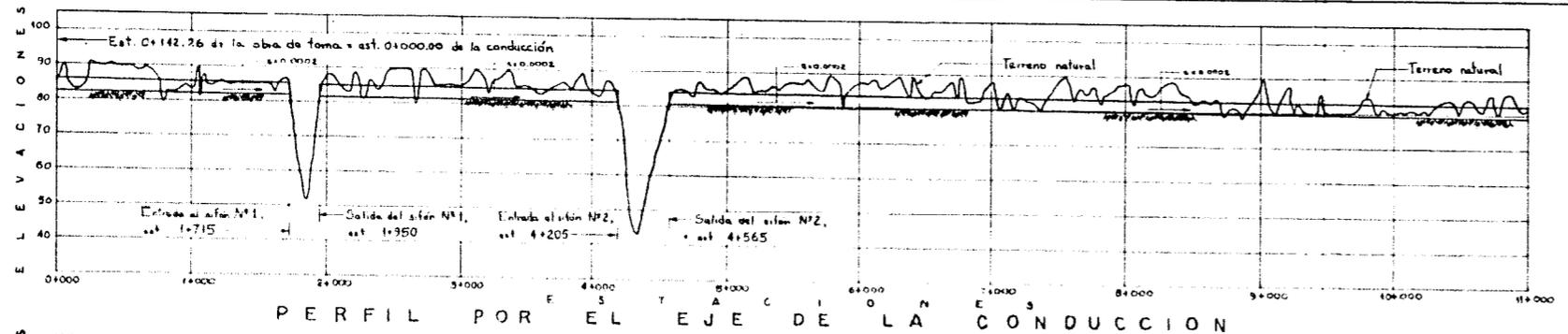
SECCION DE LOS TUNELES DE CONDUCCION



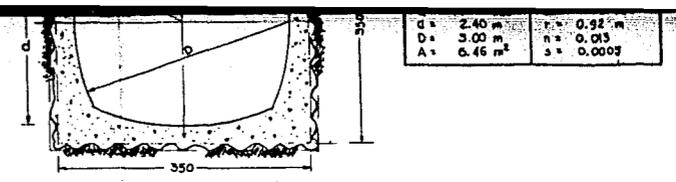
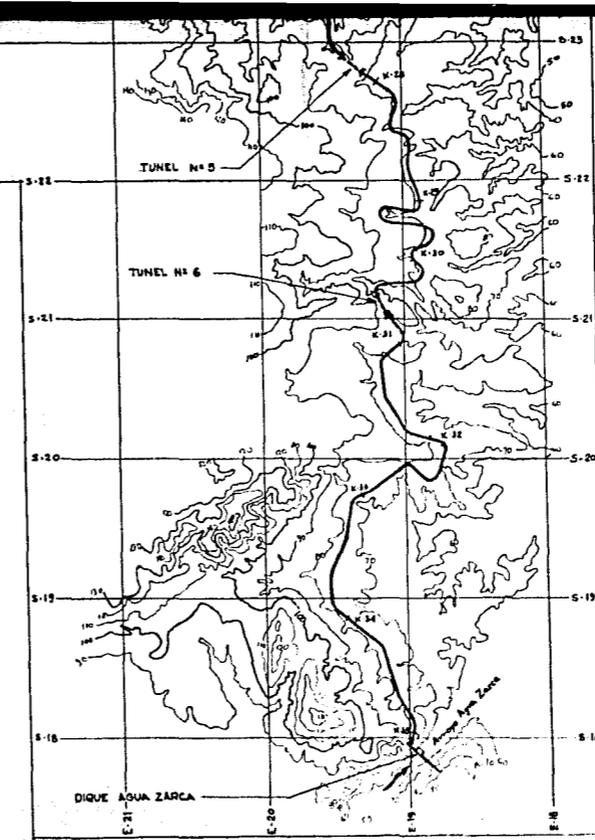
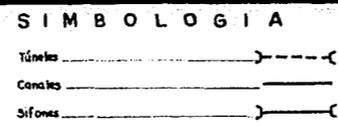
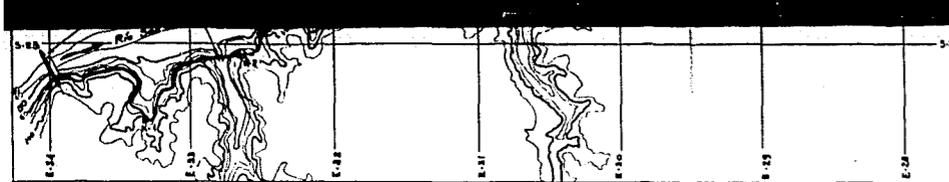
DATOS HIDRAULICOS

Q = 11 m ³ /s	A = 10.00 m ²
d = 2.00 m	r = 1.10 m
B = 2.00 m	n = 0.015
S = 1.15	A = 0.015
b1 = 0.88 m	S = 0.0002

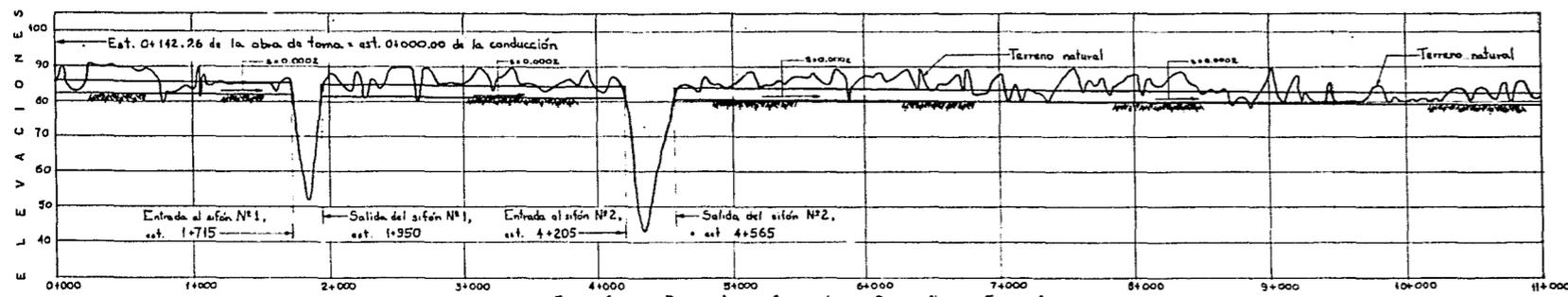
SECCION DEL CANAL DE CONDUCCION EN MATERIAL COMUN



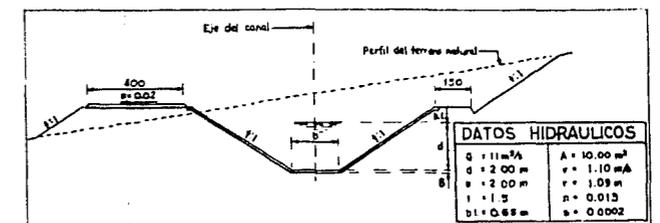
PERFIL POR EL EJE DE LA CONDUCCION



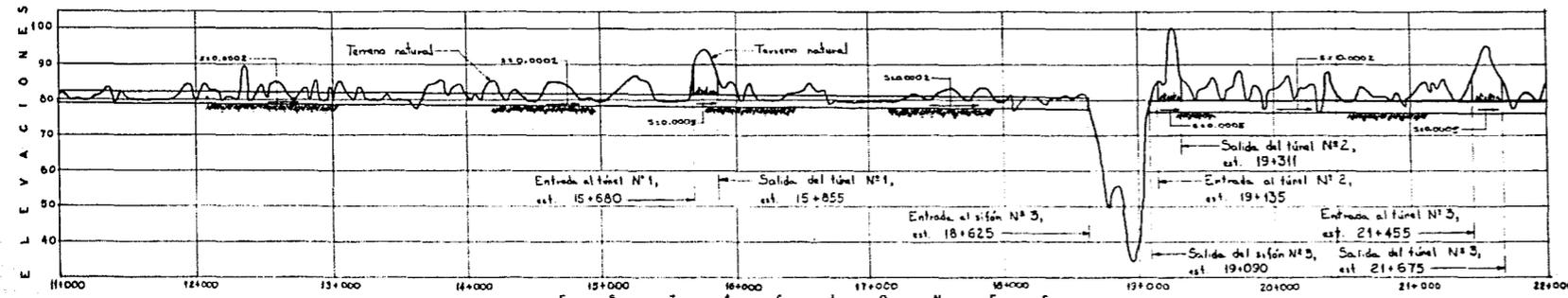
SECCION DE LOS TUNELES DE CONDUCCION



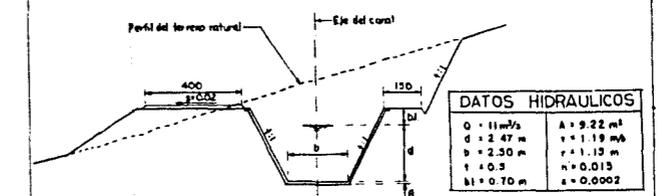
PERFIL POR EL EJE DE LA CONDUCCION



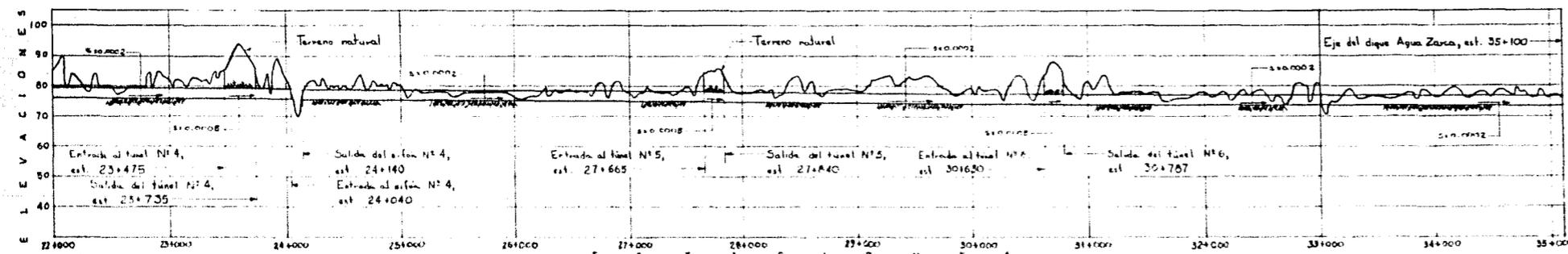
SECCION DEL CANAL DE CONDUCCION EN MATERIAL COMUN



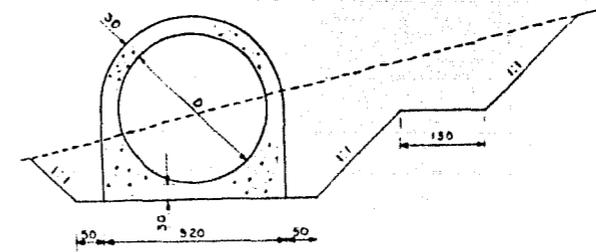
PERFIL POR EL EJE DE LA CONDUCCION



SECCION DEL CANAL DE CONDUCCION EN ROCA



PERFIL POR EL EJE DE LA CONDUCCION



SECCION DE LOS SIFONES DE CONDUCCION

DATOS HIDRAULICOS	
Q = 11 m ³ /s	v = 2.07 m/s
D = 2.60 m	r = 0.65 m
A = 5.31 m ²	n = 0.015

Acotaciones en centímetros excepto las indicadas en otra unidad. Estaciones y elevaciones en metros, la topografía y la cuadrícula se tomaron de los planos elaborados por la CIA. MEXICANA AEROFOTO, S.A. para la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, según contrato para estudios N° E1-70 clave E-82.

La presentación de este plano a esta mesa profesional es con la autorización de CIEPS y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El anteproyecto aquí dibujado es obra del autor de esta mesa, con la supervisión de sus superiores.

SARH SUBSECRETARÍA DE INGENIERÍA Y PALAESTRUCTURA HIDRAULICA
 DIRECCION GENERAL DE GRANDE IRRIGACION
 SUBCOMISION DE PROYECTOS Y PROGRAMAS
 Tercer H. Agua Zarca-Tampulco, Tamaulipas, Jto.
CONDUCCION SAN NICOLAS-AGUA ZARCA
 PLANO GENERAL

Confirma: [Signature] DIRECTOR GENERAL
 [Signature] SECRETARIO