



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACATLAN

U.N.A.M.

**BORDOS Y ESPIGONES PARA EL
CONTROL DE AVENIDAS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
ALEJANDRO ANGEL HERMAN RUSINEK

Santa Cruz Acatlán, Estado de México

1982





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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

BORDOS Y ESPIGONES PARA EL CONTROL DE AVENIDAS

INTRODUCCION

I.- ESTUDIOS PREVIOS PARA DISEÑO

I.1.- ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS

I.2.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

I.3.- ESTUDIOS HIDROLOGICOS

I.4.- ESTUDIOS GEOTECNICOS

II.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO

II.1.- UBICACION DE LAS OBRAS

II.2.- PROYECTO HIDRAULICO

II.3.- PROYECTO ESTRUCTURAL

II.4.- COSTOS

II.5.- PROGRAMA DE EJECUCION DE LA OBRA

III.- BORDOS MARGINALES Y PERIMETRALES

- III.1.- INTRODUCCION
- III.2.- TIPOS DE BORDOS
- III.3.- DISEÑO DE BORDOS
- III.4.- CARACTERISTICAS DEL BORDO
 - III.4.1.- TRAZO EN PLANTA DE LOS EJES
 - III.4.2.- ELEVACIONES
 - III.4.3.- RASANTES Y PENDIENTES
 - III.4.4.- ANCHOS DE CORONA
 - III.4.5.- TALUDES
 - III.4.6.- TIPOS DE MATERIAL
 - III.4.7.- EJEMPLO DE APLICACION
 - III.4.7.1.-ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS
 - III.4.7.2.-ESTUDIOS TOPOGRAFICOS
 - III.4.7.3.-ESTUDIOS HIDROLOGICOS
 - III.4.7.4.-ESTUDIOS GEOTECNICOS
 - III.4.7.5.-DISPOSICION DE LA OBRA

III.4.7.6.-ELABORACION DEL PROYECTO

IV.- ESPIGONES

- IV.1.- INTRODUCCION
- IV.2.- DEFINICION
- IV.3.- TIPOS DE ESPIGONES
- IV.4.- ESTABILIDAD DE CAUCE
- IV.5.- ACCION DE LOS ESPIGONES SOBRE LA CORRIENTE Y SOBRE EL FONDO.
- IV.6.- DISEÑO DE ESPIGONES
- IV.7.- TRAZO EN PLANTA DE LOS ESPIGONES
- IV.8.- LONGITUD DE LOS ESPIGONES
- IV.9.- SEPARACION DE LOS ESPIGONES
- IV.10.- ELEVACIONES Y PENDIENTES DE LA CORONA
- IV.11.- ORIENTACION DE LOS ESPIGONES
- IV.12.- PERMEABILIDAD DEL ESPIGON
- IV.13.- EJEMPLO DE APLICACION

IV.13.1.- INFORMACION DISPONIBLE

IV.13.2.- ELABORACION DEL PROYECTO

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

Todas las grandes civilizaciones que registra la historia y la mayoría de los pueblos y ciudades se han desarrollado y florecido en los valles y riberas fluviales, en sitios cercanos a ríos y lagos, los cuales les proporcionaban el agua necesaria para su subsistencia y para la irrigación de sus cultivos.

En la República Mexicana el recurso agua tiene una distribución geográfica muy variada que va desde las zonas desérticas del norte y noroeste, incluyendo a la Península de Baja California, hasta las zonas húmedas y tropicales del sureste. En cualquiera de estos lugares se presentan periódicamente problemas de inundaciones que a veces llegan a ser catastróficos. Debido principalmente a que los desarrollos urbanos y agrícolas productivos tienen una tendencia a crecer e invadir los cauces naturales o áreas adyacentes a los mismos (llanuras de inundación).

Al desarrollarse los asentamientos humanos, las necesidades de agua han ido aumentando y los aprovechamientos hidráulicos se han hecho cada vez más complejos teniéndose que construir obras de mayor envergadura. Así, por ejemplo, en los últimos cien años se han construido grandes presas que permiten disponer de agua a lo largo del año evitando las condiciones críticas del estiaje y reduciendo la magnitud de las inundaciones durante la época de lluvias; sin embargo los riesgos de inundaciones persisten, ya que el cauce principal de un río permite el transporte de un cierto caudal, el cual generalmente es mucho mayor durante la época de lluvias. Al no tener capacidad para conducir esos gastos mayores, el río se desborda y los volúmenes excedentes pasan a la llanura de inundación por donde escurren hasta que posteriormente retornan al río cuando pasa la avenida. Por supuesto, parte del agua desbordada queda almacenada, otra se infiltra o se evapo-

ra y otra más puede alcanzar corrientes cercanas y continuar por ellas.

Los problemas de inundación se generan principalmente en los tramos finales de los cauces, alojados en llanuras o valles aluviales de pendiente reducida donde al disminuir la velocidad de la corriente, los materiales sólidos y en suspensión que arrastra el río son depositados sobre el lecho del cauce restando capacidad hidráulica al mismo, esto hace que las áreas adyacentes al cauce ordinario sean invadidas por las aguas.

Las inundaciones de las planicies causan mayores daños -- cuando ocurren en zonas urbanas o cuando alcanzan niveles muy altos (avenidas con un período de retorno alto). Si las inundaciones se presentan año con año, los ribereños se acostumbran a ellas y saben tomar las precauciones necesarias para reducir los daños a sus propiedades; sin em

bargo, cuando ocurren avenidas extraordinarias con períodos de retorno altos, los daños llegan a ser cuantiosos - porque la gente no se previene. Por ejemplo, los asentamientos humanos establecidos cerca o en las márgenes de los ríos y arroyos, están sujetos a que al desplazarse el río lateralmente los destruya, debido a la socavación que se va originando en el extrados de las curvas de río. - Otro problema que se presenta, son los cruces de las carreteras y vías férreas sobre los cauces naturales que -- con frecuencia restringen el área hidráulica de la corriente, estos puentes diseñados y construidos desde el punto de vista económico hacen que su funcionamiento hidráulico en época de avenidas, sea insuficiente y provoque un remanso aguas arriba del cruce y un aumento de la velocidad de la corriente aguas abajo del mismo.

Lo anterior ha hecho ver la necesidad de estudiar diversas alternativas de solución al problema de las inundacion

nes, tales como: Presas de Almacenamiento, Presas Derivadoras, Represas, Drenes, Cauces de Alivio, Corte de Meandros, Bordos, Espigones, etc. De todas estas obras, las que mas se utilizan en la República Mexicana son los bordos (marginales o perimetrales) y los espigones, por lo que el presente trabajo se enfocará a exponer los aspectos mas importantes de este tipo de obras.

1.- ESTUDIOS PREVIOS PARA DISEÑO :

Para la elaboración de un proyecto de control de avenidas, en primer lugar se tendrá que ver qué tipo de obras mas factible de construir, para ello se tienen que realizar los siguientes estudios:

1.1.- Estudios Socioeconómicos

1.2.- Estudios Topográficos

1.3.- Estudios Hidrológicos

1.4.- Estudios Geotécnicos

1.1.- ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS :

Los estudios socioeconómicos deberán contener información real y actualizada de la situación de la zona que se pretenda proteger, para lo cual es necesario llevar a cabo encuestas en el sitio que abarquen los siguientes aspectos: Fecha, Estado, Municipio(s).

A).- Descripción General de la Zona.

B).- Aspectos Hidrológicos.-

B.1.- Climatología: Estación climatológica mas próxima al lugar.

B.2.- Precipitación media mensual (número de años de datos).

B.3.- Capacidad del cauce (ancho mínimo del cauce y profundidad).

B.4.- Tirante máximo alcanzado.

C).- Sector Agropecuario.-

C.1.- Estadísticas agrícolas de los últimos ciclos.

- C.2.- Rendimientos de los cultivos.
- C.3.- Precios de los productos.
- C.4.- Destino de los productos agrícolas.
- C.5.- Costos de los agricultores.
- C.6.- Fechas de siembra y cosecha de los productos agrícolas.
- C.7.- Que maquinaria se necesita para cada cultivo y número de veces.
- C.8.- Diferentes tipos de suelos.
- C.9.- Censo ganadero y avícola (todos los años posibles).
- C.10.-Maquinaria agrícola y animales de tiro.

D).- Generación de Energía Eléctrica.-

- D.1.- Nombre de la planta.
- D.2.- Ubicación de la planta.
- D.3.- Capacidad de producción de la planta.
- D.4.- Personal que se emplea en la planta.
- D.5.- Poblaciones , número de personas que se benefician con la generación de energía eléctrica del lugar.

D.6.- Industrias, cantidad que requieren de energía eléctrica.

D.7.- Tipo de fenómeno que dañaría la planta.

D.8.- Costo de los daños.

E).- Industria y Comercio.-

E.1.- Tipo de industrias que resultarían afectadas.

E.2.- Producción de cada industria o comercio.

F).- Datos Socioeconómicos.-

F.1.- Demografía.

F.2.- Estructura del empleo.

F.3.- Distribución y nivel de ingreso.

F.4.- Estructura de la producción.

F.5.- Educación.

F.6.- Salud Pública.

F.7.- Servicios federales, municipales y privados.

F.8.- Fuentes de financiamiento

F.9.- Tenencia de la tierra.

F.10.- Si hubiese existido la inundación: Número de -
muertos, heridos, casas habitación destruidas
total o parcialmente y otras obras dañadas.

G).- Opiniones.-

G.1.- Del Representante General de la S.A.R.H. en el
Estado.

G.2.- Autoridades Federales.

G.3.- Autoridades Municipales.

G.4.- Afectados.

G.5.- ¿Estarían los afectados dispuestos a colaborar
y cooperar en la reparación de la parte que -
les corresponde?(1)

1.2.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS :

En este estudio se deberá recabar toda la información posible existente en la zona, en diversas Dependencias Gubernamentales, Estatales, Federales o Particulares.

En caso de ausencia de cualquier tipo de información, deberán hacerse levantamientos preliminares lo suficientemente amplios para fines de elaboración de proyectos básicos que permitan llevar a cabo una comparación evaluativa de alternativas probables. Por ejemplo, dependiendo de la magnitud del problema, se harán levantamientos terrestres a escalas 1:10,000 o restituciones fotogramétricas a escala 1:50,000; 1:20,000 ó 1:10,000 . Las escalas mas usuales para un proyecto son: 1:10,000; 1:5,000; 1:2,000 y 1:1,000 en algunos detalles podrán adoptarse también escalas menores de 1:500 y hasta 1:100 .

En un levantamiento topográfico los trabajos que se realizan son:

- a).- Un recorrido terrestre y aéreo con la finalidad de -
tener una visión general de las obras a proyectar.
- b).- Localización.
- c).- Trazo.
- d).- Nivelación.
- e).- Secciones transversales al cauce a cada 20, 50 ó 100
metros.

Los datos que se obtienen en campo se llevan al gabinete y ahí se dibujan las plantas topográficas, secciones transversales, configuraciones así como la ubicación de las -- obras existentes. (2)

1.3.- ESTUDIOS HIDROLOGICOS :

Como primeros estudios, se deberán realizar visitas de inspección a la cuenca y al cauce no solamente en el sitio del problema, si no en un tramo razonablemente amplio tanto aguas arriba como aguas abajo que permita definir sus características para que en el momento propio del diseño, se tomen en cuenta.

Con los datos hidrológicos obtenidos de la cuenca se hará el análisis de los gastos máximos anuales, que consiste en la obtención de su distribución de frecuencia, para posteriormente obtener a partir de ella el gasto de diseño para cierto período de retorno.

El análisis de gastos máximos se hará de la forma mas precisa posible, aplicando métodos estadísticos como: Gumbel, Nash, Levediev, etc.⁽³⁾

Cuando no se tiene suficiente información, una forma práct
ica para determinar la avenida, sin correlacionarla con
el tiempo, es el método directo basado en la huella máxi-
ma registrada sobre las secciones transversales y la pen
diente longitudinal del cauce procedimiento que deberá se
guirse con el debido criterio.

1.4.- ESTUDIOS GEOTECNICOS :

Para la elaboración de un proyecto para control de avenidas o de protección contra inundaciones, deberá estudiarse siempre la posibilidad de utilizar los materiales disponibles en el cauce o en sus alrededores, a excepción de los casos en que por necesidades extremas se requiera de su acarreo.

En los estudios Geotécnicos, deberá determinarse el tipo y la calidad de los suelos existentes en el sitio de la obra, así como de los materiales disponibles en bancos de préstamo.

Estos estudios se ejecutarán con máquinas perforadoras o con pozos a cielo abierto en sitios elegidos a criterio según la aparente homogeneidad superficial, con el fin de determinar un perfil estratigráfico.

Para un buen estudio se deberán obtener las siguientes -
características de los suelos:

- a).- Peso volumétrico.
- b).- Densidad.
- c).- Relación de vacíos.
- d).- Capacidad al cortante.
- e).- Capacidad de soporte.
- f).- Curvas granulométricas.
- g).- Límites de consistencia, etc.⁽⁴⁾

Para lo cual deberán obtenerse muestras inalteradas y alteradas de los suelos y efectuarse las pruebas de campo y laboratorio requeridas.

11.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO :

Una vez que se cuente con los estudios previos del - proyecto, se procederá a la localización, cálculo y cuantificación de la obra, para ello se tendrán que tomar en cuenta los siguientes factores:

11.1.- Ubicación de las Obras.

11.2.- Proyecto Hidráulico.

11.3.- Proyecto Estructural.

11.4.- Costos.

11.5.- Programa de Ejecución de la Obra.

11.1.- UBICACION DE LAS OBRAS :

Haciendo uso de toda la información disponible, se procederá a la localización preliminar de la o las obras en la planta topográfica cuya escala variará en función de la magnitud de la obra.

El proyectista deberá plantear diversas alternativas de proyecto ubicando los posibles ejes de las obras propuestas y analizando las ventajas y desventajas de cada una de estas ubicaciones, eligiendo la mas adecuada tanto técnica como económicamente. Una vez trazado el o los ejes de las obras, se procede al cálculo de curvas horizontales, los datos obtenidos se vaciarán en una "Tabla de Datos de Localización." como la que se muestra a continuación.

SECUELA DE CALCULO DE LA TABLA DE DATOS DE LOCALIZACION:

- 1.- En la columna núm. 1 se anota el número del punto de inflexión (P.I.).
- 2.- En la columna núm. 2 se anota el kilometraje de P.I. correspondiente.
- 3.- En la columna núm. 3 se anota la coordenada (X) que corresponde a la orientación "ESTE" "OESTE".
- 4.- En la columna núm. 4 se anota la coordenada (Y) que corresponde a la orientación "NORTE" "SUR".
- 5.- En la columna núm. 5 se anota la distancia entre PI's que se obtiene de la fórmula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

- 6.- En la columna núm. 6 se anota el azimut que es el ángulo que forma una línea con dirección Norte-Sur, medido de 0° a 360° a partir del Norte en el sentido -- del movimiento del reloj y su obtención analítica es la siguiente:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan^{-1} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

donde : x_1, x_2, y_1, y_2 = coordenadas

θ = ángulo formado con respecto al eje x.

Cuando $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{+}{+}$ = se le restan 90 grados al ángulo θ

Cuando $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-}{+}$ = se le suman 90 grados al ángulo θ

Cuando $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-}{-}$ se le restan 270 grados al ángulo θ .

Cuando $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{+}{-}$ se le suman 270 grados al ángulo θ .

El resultado es el azimut (Az) que se obtiene en grados decimales, teniéndose que convertir en grados, minutos y segundos.

7.- En la columna núm. 7 se anota la deflexión de la curva y se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Deflexión} = Az_1 - Az_2$$

La deflexión se obtiene en grados decimales y se tiene que convertir en grados, minutos y segundos.

Para obtener los demás datos de la curva se pueden presentar dos casos:

Primer caso.-

1.- Se fija un grado de curva (G_c).

2.- Se calcula el radio con la fórmula: $R = 10/\text{sen } G_c/2$, --
donde R = radio (en metros).

3.- Se calcula la subtangente de la siguiente manera:

$$ST = R \tan \Delta/2$$

donde: St = subtangente (en metros).

A = deflexión (en grados decimales).

4.- Se calcula la longitud de curva con la fórmula:

$$L_c = \frac{20 A}{G_c}$$

donde: L_c = longitud de curva.

A = deflexión (en grados decimales).

5.- Para obtener el punto de comienzo de la curva y el punto de terminación de la curva se utilizan las siguientes fórmulas:

$P_c = PI - ST$ P_c = punto de comienzo de la curva

$PT = PC + LC$ PT = punto de terminación de la curva.

$Km = PT - ST + d$ Km = kilometraje para el siguiente P.I.

Segundo caso.-

1.- Se fija una subtangente (ST).

2.- Se calcula el radio con la fórmula:

$$R = ST / \tan \Delta / 2$$

3.- Se calcula el grado de curvatura (Gc).

$$Gc = 2 \operatorname{sen}^{-1} 10/R$$

Si el grado de curvatura resulta con decimales, es recomendable que se ajuste a números enteros; una vez -ajustados, se seguirá la secuela del primer caso. (5)

A continuación se da una tabla de valores de los grados de curvatura mas usuales con su respectivo radio:

GRADOS DE CURVA	RADIO $R=10/\operatorname{sen} Gc/2$	GRADO DE CURVA	RADIO $R=10/\operatorname{sen} GC/2$
1.00	1145.9301	22.00	52.4084
2.00	572.9868	23.00	50.1585
3.00	382.0154	24.00	48.0973
4.00	286.5370	25.00	46.2022
5.00	229.2558	26.00	44.4541
6.00	191.0732	27.00	42.8365
7.00	163.8040	28.00	41.3356
8.00	143.3558	29.00	39.9393
9.00	127.4549	30.00	38.6370
10.00	114.7371	31.00	37.4197
11.00	104.3343	32.00	36.2795
12.00	95.6677	33.00	35.2093
13.00	88.3367	34.00	34.2030
14.00	82.0509	35.00	33.2551
15.00	76.6129	36.00	32.3606
16.00	71.8529	37.00	31.5154
17.00	67.6547	38.00	30.7155
18.00	63.9245	39.00	29.9574
19.00	60.5885	40.00	29.2380
20.00	57.5877	41.00	28.5545
21.00	54.8740	42.00	27.9042
		43.00	27.2850
		44.00	26.6946

11.2.- PROYECTO HIDRAULICO :

Para los cálculos hidráulicos se deberá utilizar un gasto correspondiente a un cierto T_r , obtenido mediante un estudio hidrológico adecuado. Este gasto ha sido definido como "Gasto de Diseño" (con este parámetro se determinarán las dimensiones geométricas en planta, sección y perfil de las estructuras a proyectar).

Partiendo de una sección de control, se procederá a hacer el tránsito de la avenida a través del cauce para definir los riveles de agua que se tengan; así como la separación y altura de los bordos a diseñar.

Para la elaboración de un proyecto hidráulico se utilizará la información topográfica para determinar con el debido criterio las pendientes del cauce (pueden ser una o varias según las condiciones del terreno).

La información geotécnica se emplea para conocer el diámetro de las rocas existentes en el cauce, bancos de préstamo y para la adopción de un coeficiente de rugosidad que - estará en función de las características físicas del cauce. A continuación se presenta una tabla con valores mínimos, medios y máximos del coeficiente de rugosidad de Manning.

A).- CANALES EXCAVADOS O DRAGADOS EN : COEFICIENTES DE RUGOSIDAD :

A.1.- Tierra, recto y uniforme;	Mínimo	Normal	Máximo
1.- Limpio recientemente terminado.	0.016	0.018	0.020
2.- Limpio, después de intemperizado.	0.018	0.022	0.025
3.- Grava, sección uniforme y limpia.	0.022	0.025	0.030
4.- Con poco pasto y poca hierba.	0.022	0.027	0.033
A.2.- Tierra, con curvas y en régimen lento;			
1.- Sin vegetación.	0.023	0.025	0.030

COEFICIENTES DE RUGO-
SIDAD :

	Mínimo	Normal	Máximo
2.- Pasto y algo de hierba.	0.025	0.030	0.033
3.- Hierba densa o plantas acuáticas y canales profundos.	0.030	0.035	0.040
4.- Fondo de tierra y mampostería en los lados.	0.028	0.030	0.035
5.- Fondo rocoso y hierba en los bordos.	0.025	0.035	0.040
6.- Fondo empedrado y bordos limpios.	0.030	0.040	0.050
A.3.- Excavado o dragado en línea recta;			
1.- Sin vegetación.	0.025	0.028	0.033
2.- Pocos arbustos en los bordos.	0.035	0.050	0.060
A.4.- Cortes enrocas;			
1.- Lisos y uniformes.	0.025	0.035	0.040
2.- Astillado e irregular.	0.035	0.040	0.050

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD :

	Mínimo	Normal	Máximo
A.5.- Canales abandonados, hierbas y arbustos - sin limpiar;			
1.- Hierba densa, tan altas como la profundidad hidráulica.	0.050	0.080	0.120
2.- Fondo limpio, arbustos en los lados.	0.040	0.050	0.080
3.- Igual al anterior -- con máximo escurrimiento.	0.045	0.070	0.110
4.- Denso de arbustos, - altos niveles de escurrimiento.	0.080	0.100	0.140

B).- CAUCES NATURALES :

S.1.- Arroyos (ancho de la superficie libre del agua en avenidas -- 30 m). Corrientes - en Planicies;			
1.- Limpios, rectos, sin deslaves ni remansos profundos.	0.025	0.030	0.033
2.- Igual al anterior pero mas rocosos y con hierba.	0.030	0.035	0.040

COEFICIENTES DE RUGO-
SIDAD :

	Mínimo	Normal	Máximo
3.- Limpio, curvo, algunas irregularidades del fondo.	0.033	0.040	0.045
4.- Igual al anterior, - algo de hierba y roca.	0.035	0.045	0.050
5.- Igual al anterior para menor profundidad y secciones poco eficientes.	0.040	0.048	0.055
6.- Igual que el 4 pero mas rocas.	0.045	0.050	0.060
7.- Tramos irregulares - con hierba y estanques profundos.	0.050	0.070	0.080
8.- Tramos con mucha hierba, estanques profundos o cauces de avenidas, con raíces y plantas subacuáticas.	0.075	0.100	0.150
B.2.- Corrientes de montañas, sin vegetación - en el cauce; taludes muy pendientes, árboles y arbustos a lo largo de las márgenes que quedan sumergidas en las avenidas.			

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD :

	Mínimo	Normal	Máximo
1.- Fondo de: grava, bole y algunos cantos rodados.	0.030	0.040	0.050
2.- Fondo de: bole y grandes rocas.	0.040	0.050	0.070
B.3.- Planicies de Avenidas. a).- Pastura sin arbustos.			
1.- Pasto Bajo.	0.025	0.030	0.035
2.- Pasto Alto.	0.030	0.035	0.050
b).- Areas Cultivadas.			
1.- Sin Cosecha.	0.020	0.030	0.040
2.- Cosecha en tierra labrada y pradera.	0.025	0.035	0.045
3.- Cosecha de campo.	0.030	0.040	0.050
c).- Arbustos			
1.- Arbustos diseminados y mucha hierba.	0.035	0.050	0.070
2.- Pocos arbustos y árboles en invierno.	0.035	0.050	0.060

COEFICIENTES DE RU-
GOSIDAD :

	Mínimo	Normal	Máximo
3.- Pocos arbustos y - árboles en verano.	0.040	0.060	0.080
4.- Mediana a densa po blación de arbus-- tos en invierno.	0.045	0.070	0.0110
5.- Mediana a densa po blación de arbus-- tos en verano.	0.070	0.100	0.160
d).- Arboles.			
1.- Población densa de sauces en verano,- rectos.	0.110	0.150	0.200
2.- Terrenos talados - con troncos muer-- tos.	0.030	0.040	0.050
3.- Igual al anterior, pero con troncos - retoñables.	0.050	0.060	0.080
4.- Arboles de madera con pocos árboles de sombra y aveni- das debajo de las ramas.	0.080	0.100	0.120
5.- Igual al anterior, pero las avenidas a canzan a las ra- mas.	0.100	0.120	0.160

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD :

Mínimo Normal Máximo

B.4.- Ríos (ancho de la su superficie libre del agua en avenidas de 30 m). La n es menor que los arroyos de igual descripción porque los bordos -- ofrecen menor resistencia.

1.- Secciones regulares sin cantos rodados - no arbustos.	0.025	0.060
2.- Secciones rugosas e irregulares.	0.035	0.100

Para una combinación de un gasto , una pendiente y un coeficiente de rugosidad en un canal existe un tirante único llamado "tirante normal". En el caso de una rectificación de un cauce natural también se presenta este tirante normal.

Para calcular dicho tirante existen diversos métodos, uno de ellos es por medio de tanteos a partir de la fórmula de

Manning;

$$Q = \frac{A}{n} S^{1/2} R^{2/3}$$

donde:

Q = gasto que pasa por el cauce.

A = área hidráulica del cauce.

S = pendiente del cauce.

R = radio hidráulico.

n = coeficiente de rugosidad de Manning.

Ordenando los datos en el primer miembro y las incógnitas en el segundo, nos queda lo siguiente:

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

para sistematizar el cálculo, podemos utilizar la siguiente tabla:

1	2	3	4	5	6	7	8
$\frac{Qn}{S^{1/2}}$	b	d	A	P	R	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$

donde:

b = ancho del cauce.

d = tirante de agua.

P = perímetro mojado.

Secuela del Cálculo:

- 1.- Se propone un ancho de plantilla (b).
- 2.- Se supone un tirante de agua (d).
- 3.- Con el tirante supuesto se calcula el área hidráulica de la sección (A), el perímetro mojado (P), el radio hidráulico (R), el radio hidráulico a la dos tercios ($R^{2/3}$).
- 4.- Se multiplica el área hidráulica con el radio a la dos tercios se compara este último valor con el que aparece en la columna 1. Si ambos valores coinciden, el tirante supuesto será el tirante normal si no coinciden se propone otro tirante y se repite el procedimiento a partir del inciso 3.

11.3.- PROYECTO ESTRUCTURAL :

Con los resultados del proyecto hidráulico, se determinarán las características estructurales de las obras que se integren al proyecto, para el cálculo se utilizarán los métodos de análisis y diseño mas adecuados según la estructura de que se trate, por ejemplo se definirán las dimensiones y características geométricas de cada estructura en sí, el material que será utilizado en su construcción, las especificaciones constructivas necesarias para proporcionarles la resistencia prevista por el proyectista, que sean congruentes con la vida útil y seguridad de la obra; los tipos de protección para las estructuras mismas durante su construcción, etc.

Debido a que la mayoría de obras de este tipo no requieren de cálculos estructurales muy elaborados, se omitirá profundizar en el tema dentro del presente trabajo.

11.4.- COSTOS :

En base a las dimensiones y características definidas en los proyectos hidráulico y estructural, se determinarán los volúmenes y cantidades de obra, así como los materiales necesarios para la ejecución del proyecto constructivo.

Para obtener el precio unitario de cada uno de los conceptos de obra, se deberán tomar en cuenta los costos directos e indirectos.

Los costos directos.- es la suma por concepto de utilización de equipo, materiales manufacturados u obtenidos y la mano de obra que se emplea en la ejecución del trabajo, desde la categoría de cabo a niveles inferiores, inclusive obreros especializados.

Los costos indirectos.- están integrados por la relación de costo en porcentaje de los gastos que a continuación

se indican:

1.- Costos indirectos incurridos por la operación y administración de la oficina central.

- Bonificaciones.
- Financiamiento de seguros y finanzas.
- Impuestos fiscales.
- Administración de Gabinete, etc.

2.- Costos indirectos incurridos por la operación, dirección técnica y administración de la obra.

- Traslado de equipo y personal.
- Construcción de oficinas.
- Bodegas.
- Talleres.
- Administración en campo.
- Caminos.
- Campamentos.

Los porcentajes para el costo indirecto varían según la Dependencia encargada de realizar el proyecto. (6).

Los datos obtenidos se anotan en la siguiente tabla:

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (CON LETRA)	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIF	ENUNCIADO					

11.5.- PROGRAMA DE EJECUCION DE LA OBRA :

Una vez obtenido el presupuesto, se elaborará un programa de ejecución que contenga un diagrama de "Ruta Crítica" o un diagrama de "Barras" con fechas de iniciación y terminación de cada actividad , para tener una me jor coordinación en los trabajos a realizar.

El programa deberá apegarse lo mas posible a la realidad con rendimientos factibles y los equipos necesarios, se gún el tiempo requerido o previsto para la ejecución de cada actividad.

En un programa de barras las actividades mas comunes son: Desmonte , Despalme, Excavación, Material para Formación de Bordos, Enrocamiento y Número de Piezas; estos conceptos se anotan en un formato como el que se muestra a con tinuación:

III.- BORDOS MARGINALES Y PERIMETRALES :

III.1.- INTRODUCCION :

Las obras mas usuales y económicas para el control de avenidas, son los bordos de protección que se construyen con diferentes tipos de material (limos, arcilla, etc.), este es uno de los métodos que se utiliza con mayor frecuencia para evitar inundaciones a ciudades, cultivos, poblados, granjas, etc., pero resulta difícil predecir hasta qué punto pueden protegerse las zonas afectadas por los desbordamientos e inundaciones que provocan las avenidas máximas en los ríos, ya que aún teniendo las obras existe la posibilidad de que las aguas las rebasen y vuelvan a inundar las zonas.

III.2.- TIPOS DE BORDOS :

Con respecto al área por proteger los bordos -- pueden ser:

Bordo Marginal.- Son obras de protección cuya finalidad es evitar los desbordamientos laterales de una corriente a lo largo de su cauce.

Bordo Perimetral.- Son obras de protección cuya finalidad es rodear zonas (poblados, tierras de cultivo, etc.) para evitar las inundaciones.

Con respecto a los materiales que los conforman, pueden ser:

Bordos contruidos a base de material arcilloso o limoso , éstos tendrán que ser compactados para evitar erosiones y así una posible falla.

Bordos de grava y arena, estos materiales se emplean --- cuando los bordos no son muy altos debido al ángulo de reposo de las partículas, en estos casos se recomienda

proteger el talud en contacto con el agua con una capa -
de enrocamiento.

III.3.- DISEÑO DE BORDOS :

La información necesaria para llevar a cabo un --
proyecto de un bordo de protección es la siguiente:

- Mapa topográfico ubicando la corriente y el sitio (Detenal, S.D.N. y otros).
- Información técnica del problema.
- Informe de los problemas que provoca.
- Planta topográfica (escala 1:2,000 de preferencia), perfil y secciones transversales al cauce apoyadas en una poligonal auxiliar, que muestre una faja suficientemente amplia del terreno natural en ambas márgenes para -- ubicar las posibles obras.
- Estudio hidrológico o niveles de agua máximos indicados en la planta y secciones transversales.
- Las condiciones de rugosidad del cauce.
- Características del material en el lecho y las paredes del cauce (si es grueso, fino en porcentaje o de tamaño medio), en apreciación visual si no hubiera otro medio.
- Ubicación de posibles bancos de materiales para préstamo.
- Distancia de acarreos.

- Ubicación, características y condiciones actuales de -- obras de protección existentes en el cauce (bordos , es pigones, puentes, vados, etc.), tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio en estudio.

NOTA: Es necesario tener en cuenta que no siempre se contará con toda la información antes mencionada para la elaboración del proyecto, por lo tanto el proyectista deberá hacer un balance de la información que tiene y la que falta.

III.4.- CARACTERISTICAS DE BORDO :

III.4.1.- TRAZO DE LOS EJES :

El proyectista planteará varias alternativas en la ubicación de los ejes del o de los bordos, analizando las ventajas y desventajas de cada una y eligiendo la mejor tanto desde el punto de vista técnico como del económico.

Los ejes definitivos se ubicarán en la planta topográfica, la cual deberá estar lo mas actualizada posible para poder trabajar con mayor exactitud y así obtener los datos necesarios que nos van a configurar el perfil longitudinal del terreno natural por donde irá trazado el eje, (ya sea de bordos y/o rectificación).

Es conveniente tener secciones transversales al cauce a cada 20, 50 ó 100 m., ya que en algunas ocasiones puede presentarse que la planta tenga algún error y por medio -

de estas secciones se puede localizar y hacer la corrección correspondiente.

NOTA: La planta topográfica , perfil y secciones transversales deberán estar a escalas adecuadas. Si existe restricción del área hidráulica, el proyectista ubicará los ejes de rectificación y de bordos tratando de evitar en lo posible, afectaciones a casas, granjas, monumentos, etc.

III.4.2.- ELEVACIONES :

Para obtener la altura de bordos es necesario contar con un estudio hidrológico de la zona que nos proporcionará el gasto de diseño en base a un período de retorno, éste se elegirá en función de la importancia de la obra y de las pérdidas tanto económicas como en vidas humanas que implicaría su falla. Una vez seleccionado el -

gasto de diseño, se procede al tránsito de la avenida de diseño, lo cual nos proporcionará los niveles de agua y velocidades que se presentan en las secciones transversales al cauce.

El tránsito de la avenida se efectúa aplicando el Teorema de Bernoulli y por aproximaciones sucesivas, partiendo de una sección de control si es posible o en su defecto suponiendo las condiciones de escurrimiento en una sección aguas abajo⁽⁷⁾, las condiciones de frontera son los ejes de bordo que se lleguen a ubicar en la planta y secciones transversales.

En el caso de que no se tenga un estudio hidrológico de la zona, es conveniente que en las secciones transversales al cauce estén marcadas las huellas de los niveles de agua máximos ocurridos durante los períodos de avenidas máximas o en dado caso las cotas de inundación.

A los niveles máximos obtenidos ya sea de las secciones transversales o del tránsito de la avenida se les incrementará un cierto B.L. y se vaciarán dichos niveles en un perfil longitudinal que contenga el terreno natural por los ejes de bordo o por el fondo del cauce para determinar -- los terraplenes y cortes.

NOTAS: El gasto de diseño, como se dijo anteriormente, es tará en base al período de retorno y éste dependerá de una evaluación de la zona que se pretenda -- proteger.

Se recomienda que los períodos de retorno máximos para bordos marginales y perimetrales sean de 50 - años para que la vida útil de la obra pueda quedar comprendida dentro de ese lapso de tiempo. Por lo regular, la vida útil de un bordo de protección - es de 20 años.

En una rectificación los tirantes se obtendrán de acuerdo a la sección propuesta por el proyectista (trapezoidal, compuesta, etc.).

III.4.3.- RASANTES Y PENDIENTES :

La rasante de bordo se tomará con respecto al cauce y niveles máximos. Una vez obtenida la rasante, simultáneamente se calcula la pendiente, si es que existe.

El proyectista al trazar la rasante tiene que considerar la altura de bordo libre para evitar un posible desbordamiento y por consecuencia la inundación a las zonas aledañas.

NOTA: Un aspecto también muy importante, es el valor de la pendiente ya que si ésta es muy fuerte, las velocidades también lo serán; por lo que deberá --

procurarse que sea lo mas suave posible para evitar erosiones en los taludes de los bordos y --
acarreos de sedimentos en la plantilla.

III.4.4.- ANCHO DE CORONA :

El ancho de corona recomendable para bordos es de 3 ó 4 metros , lo cual permite el tránsito del equipo para obtener una buena compactación, pero puede variar de acuerdo a los requerimientos que se presenten al efectuar la construcción.

Es conveniente también añadir una capa de revestimiento - de 20 cm. a la corona (véase fig. 1) ya que estas obras comunmente se utilizan como bordo camino

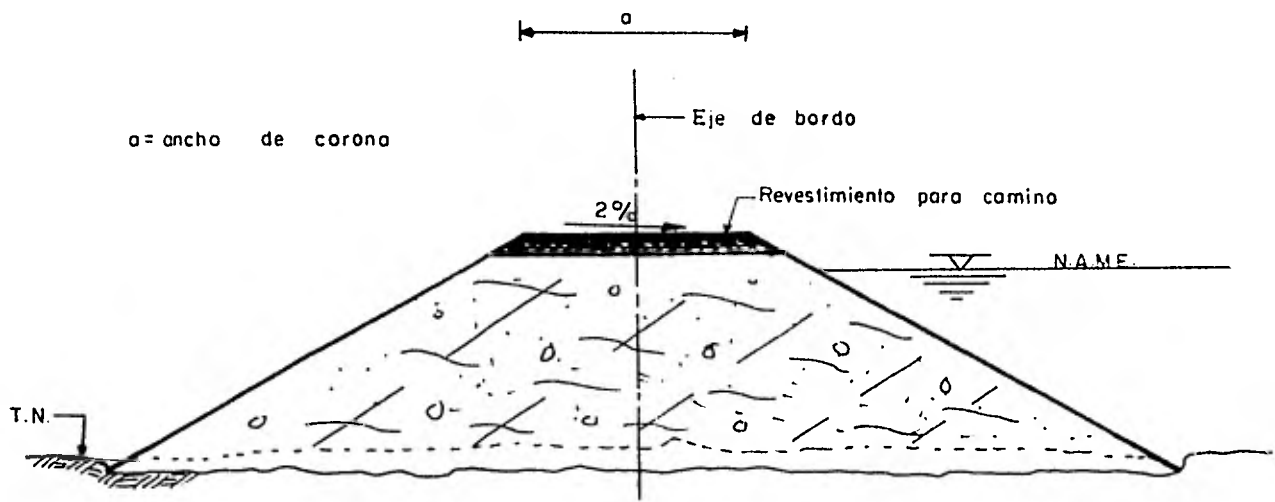


Fig. 1

III.4.5.- TALUDES :

Los taludes de bordo dependerán del estudio de estabilidad del material que lo forme, procurando tener taludes que no sobrepasen el ángulo de fricción interna o de reposo.

Es de hacerse notar la necesidad de proteger los taludes del paramento mojado de los bordos para evitar las erosiones, ya sea sembrando pasto o con enrocamiento o gaviones (véase fig. 2); así como también al pie del talud

se pueden utilizar Tablaestacados de madera, concreto , -
etc. para protección contra la socavación en esa zona y
mantener la estabilidad de los mismos.

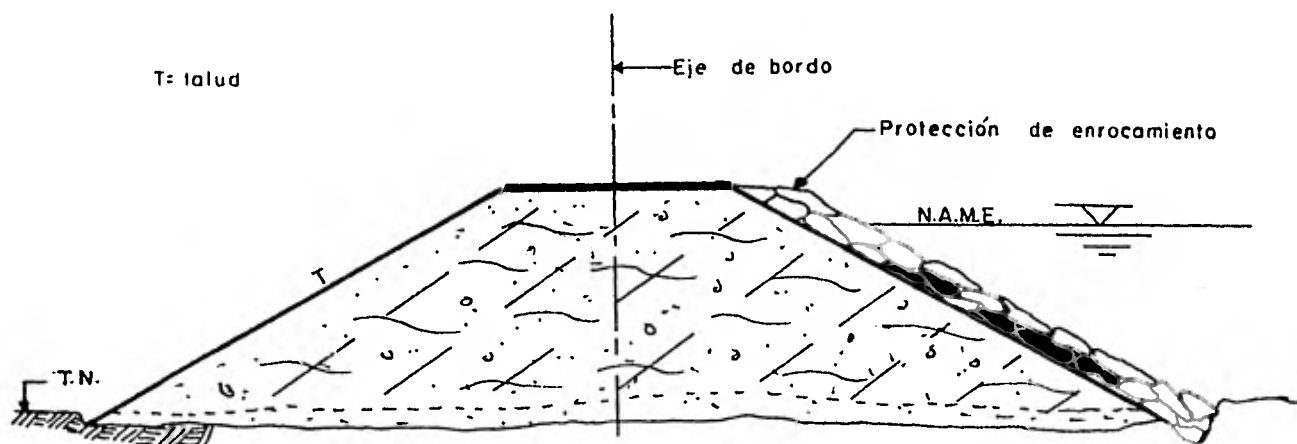


Fig. 2

III.4.6.- TIPOS DE MATERIAL :

Al formar un bordo es recomendable utilizar materiales impermeables (arcillas y limos) compactados al 90% de la prueba PROCTOR-SARH, en capas de 30 cm. de espesor como máximo, pero cuando no se tienen dichos materiales en la zona, los bordos también pueden ser formados -

con materiales permeables (arenas o gravas) en estos casos es conveniente que se protejan los taludes con enrocamiento, gaviones o empastamiento.

III.4.7.- EJEMPLO ILUSTRATIVO :

DATOS DE PROYECTO

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1.- Corriente: | Río San Pedro |
| 2.- Lugar: | Tuxpan , Nayarit |
| 3.- Tipo de Problema: | Inundación a la población y tierras de cultivo. |
| 4.- Características de Proyecto: | |
| 4.1.- Solución propuesta: | Obras de protección (Bordo perimetral y marginal). |
| 4.2.- Gasto de Diseño: | 5,600 m ³ /seg. |
| 4.3.- Costo Estimado: | Se anexa catálogo. |

III.4.7.1.- ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS :

Localización.- El Río San Pedro se encuentra ubicado en la Región Hidrológica núm. 11 al noroeste de la República Mexicana, su cuenca se localiza entre los paralelos 21°41' y 24° 35' de latitud norte y los meridianos 104° 00' y 105° 30' de longitud occidental.

Este río nace en la Sierra de Michis, Dgo., con el nombre de "La Sauceda" donde tiene la mayor parte de su cuenca; a su paso por el Estado de Nayarit toma el nombre de San Pedro hasta su descarga en la Laguna Grande de Mexcaltitlán, con un recorrido total de unos 255 km. y drenando un área de 26,480 km² .

Clima.- El Clima imperante en la región es según la clasificación de C.W. Thornthwaite, del tipo cálido-húmedo en invierno y seco en primavera; la temperatura es prácticamente uniforme en todo el año. La media anual es de ----

25.7°C con una máxima mensual de 39°C en el mes de junio y mínima de 21.8°C en enero.

Antecedentes.- Los problemas de inundación en la zona délica antes mencionada, corresponden a seis ejidos cuyos nombres son: Tuxpan , San Vicente, Palma Grande , Unión - de Corrientes, El Tecomate y El Mezcal; ya que cualquier gasto de una venida aún no muy grande inunda las tierras agrícolas adyacentes, debido a la reducida capacidad de conducción que se provoca por el depósito de materiales arenosos en los mismos cauces.

Las fuertes precipitaciones pluviales que se abaten sobre la cuenca del río originan escurrimientos extraordinarios los cuales se proyectan sobre las zonas urbanas y terrenos de cultivo causando graves destrucciones y en algunos casos, lamentables pérdidas.

Entre las inundaciones más contundentes se tienen:

- El 2 de enero de 1926 se registraron fuertes precipitaciones originando pérdidas humanas , materiales , agrícolas y un número considerable de damnificados.
- En septiembre de 1957 un gasto de $4,800 \text{ m}^3/\text{seg.}$, inundó tres poblaciones: El Tamarindo, San Vicente y Tuxpan; así mismo se perdieron 12,000 Ha. de cultivo.
- En noviembre de 1972 se registró una avenida con un gasto máximo de $5,000 \text{ m}^3/\text{seg.}$, originando destrozos sobre la carretera de acceso al poblado de Tuxpan dejándolo - incomunicado por varios días. También dañó postes de - luz y teléfono , tuberías de agua potable en los pobla- dos El Tamarindo, San Vicente, Unión de Corrientes, El Tecomate, Palma Grande y El Mezcal; además 15,000 Ha.- listas para ser cosechadas.

- El 28 de noviembre de 1976 se presentó una avenida máxi
ma de $5,300 \text{ m}^3/\text{seg.}$, que causó la pérdida de 14,666 Ha.
sembradas ocasionando siniestros en los ejidos de El --
Mezcal, Unión de Corrientes , La Palma, San Andrés, Coa
miles, San Vicente y Tuxpan. (ver fotografías).

AREA TOTAL INUNDADA = 58,297.5 Ha.

- Por último la ocurrida el 26 de enero de 1979 con un --
gasto de $1,170 \text{ m}^3/\text{seg.}$, que inundó varios ejidos y su--
frió la pérdida de 18,125 Ha. casi para ser cosechadas;
además se perdieron 70 cabezas de ganado.

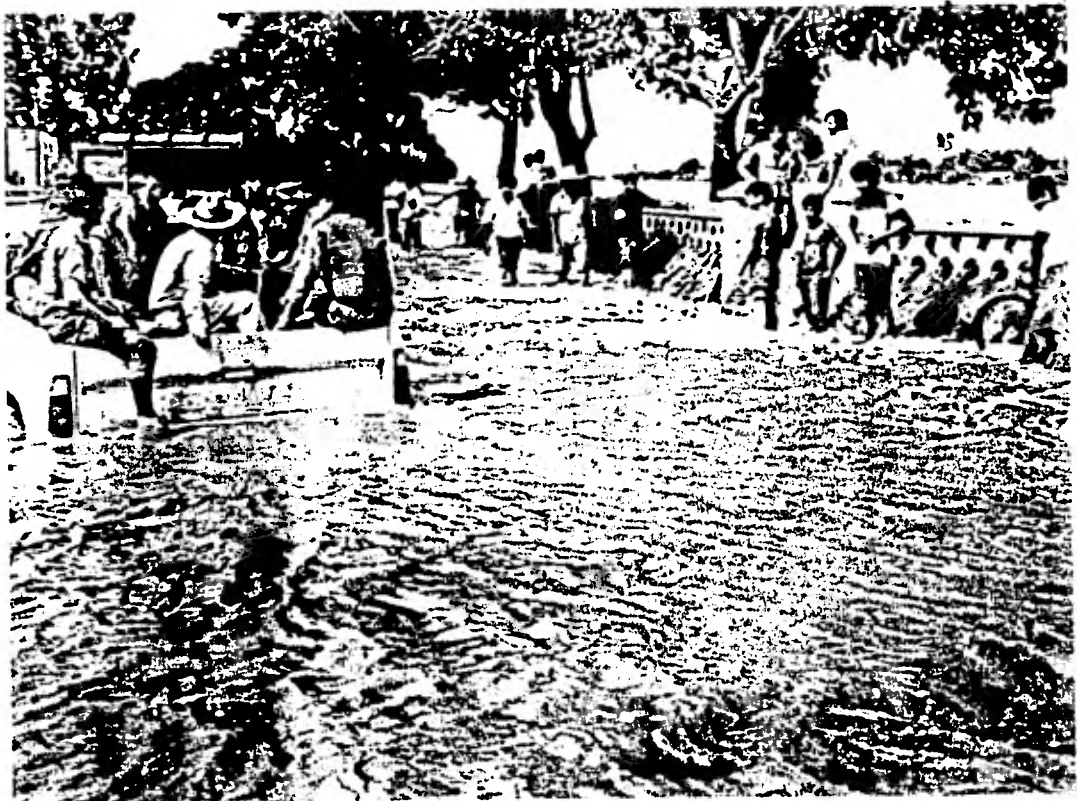
AREA TOTAL INUNDADA = 21,572.5 Ha.

De tal manera que el número de hectáreas que se siembran
cada año difiere totalmente con el de hectáreas cosecha--
das. Las pérdidas que se tuvieron en las dos últimas ---
inundaciones son:

	AÑO 1976		AÑO 1979	
	DAÑOS (Ha)	PERDIDAS (\$)	DAÑOS (Ha)	PERDIDAS (\$)
Tuxpan	7,681	75'643,844.00	6,803	55'318,775.00
San Vicente			2,040	23'948,360.00
Palma Grande	2,112	18'139,447.00	1,054	6'705,567.00
El Tecomate			124	468,804.00
Unión de Corrientes.	1,050	7'665,064.00	1,054	3'119,998.00
El Mezcal	3,823	25'035,083.00	7,050	29'327,110.00
S u m a s :	14,666	126'483,438.00	18,125	118'888,614.00

POBLACION :

EJIDO	NUM. HABITANTES
Tuxpan	37,107
San Vicente	6,165
Palma Grande	115
Tecomate	116
Unión de Corrientes	9,965
Mezcal	388



INUNDACION DEL RIO SAN PEDRO.TUXPAN, NAY.

NOVIEMBRE DE 1976.



DESBORDAMIENTO DEL RIO SAN PEDRO
EN TUXPAN, NAY.

NOVIEMBRE DE 1976

VIAS DE COMUNICACION :

Ejido de Tuxpan.- Cuenta con una carretera pavimentada de 9.0 Km. de longitud que entronca con la carretera internacional México-Tijuana en el tramo Tepic-Mazatlán.

Ejido San Vicente.- En este ejido se tiene una carretera de terracería con una longitud de 10.4 Km. , un puente de troncos y tablas de aproximadamente 200 m. de largo que lo une al poblado de Tuxpan.

Ejido Palma Grande.- Cuenta con la misma carretera que el ejido anterior , ya que es continuación de dicha vía , con longitud de 25.0 Km. hasta el poblado.

Ejido Unión de Corrientes.- Utilizan la misma carretera que los ejidos anteriores con 36.0 Km. de longitud.

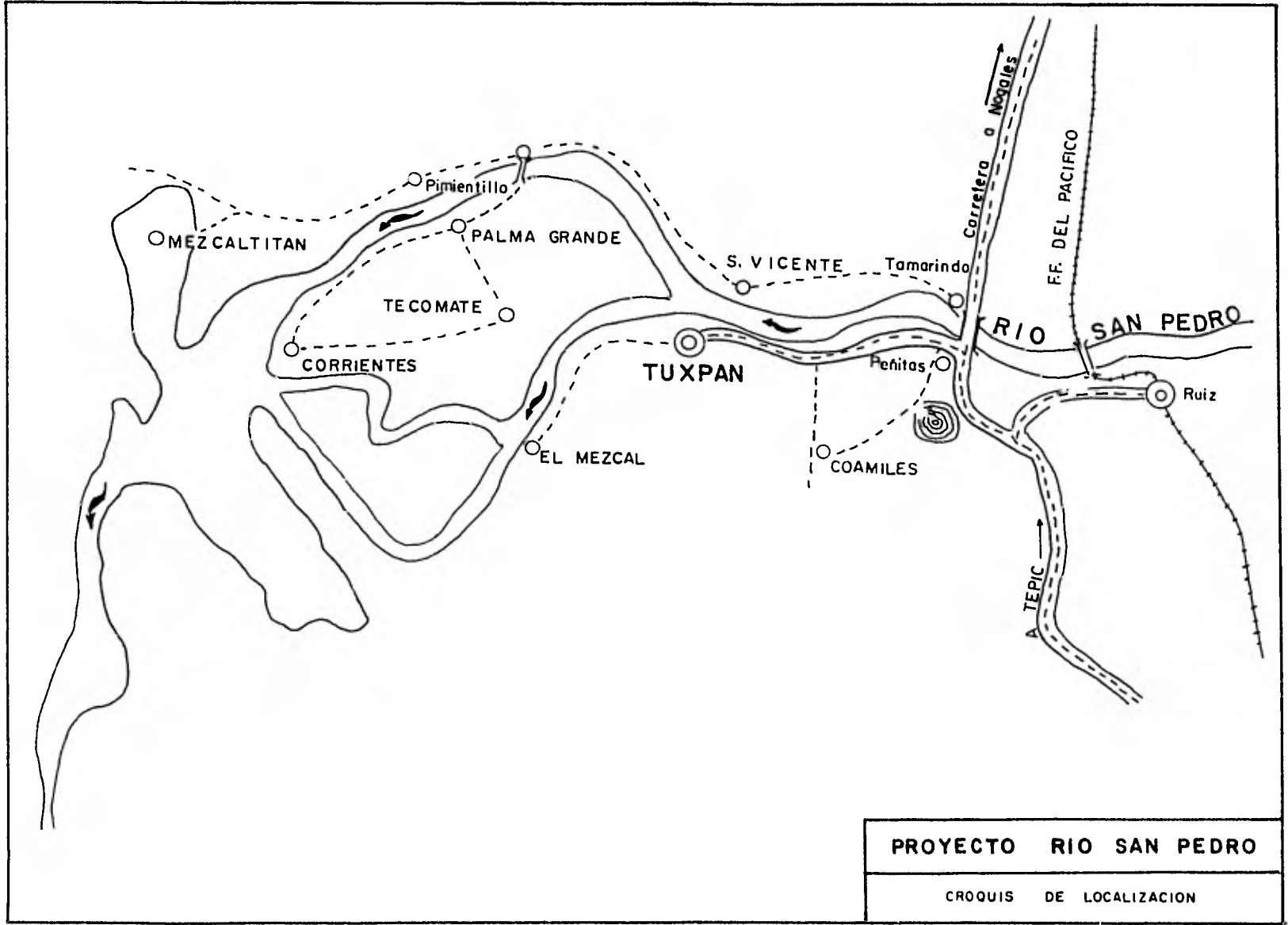
Ejido El Tecomate.- Aquí se tiene un camino-brecha de 3.0 Km. que parte del ejido Palma Grande.

Ejido El Mezcal.- Se comunica con el poblado de Tuxpan -- por medio de un camino-brecha de 8.0 Km. de longitud (se anexa croquis de localización).

ACTIVIDADES :

La principal actividad que se practica es la agricultura, básicamente en cultivos de tipo temporalero para aprovechar al máximo el agua pluvial.

En relación a los tipos de cultivo podemos mencionar que la zona en cuestión cuenta con un solo cultivo de tipo perenne que es el cocotero , ya que la mayor parte de los cultivos son ciclicos y que regularmente son los que más se cultivan tales como: frijol , maíz, cártamo, tabaco, - sorgo forrajero, chile verde, jícama, jitomate, melón y - sandía.



PROYECTO RIO SAN PEDRO

CROQUIS DE LOCALIZACION

PRECIOS DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS :

Los precios de los productos agrícolas se obtuvieron directamente en la zona de estudio, existiendo una pequeña variación entre los mismos precios debido a la diferente calidad que se obtiene en cada uno de los productos en los ejidos , precios que se muestran en el siguiente cuadro:

PRECIOS DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS		
CULTIVO	PRECIO DE GARANTIA POR TONELADA	PRECIO MEDIO RURAL POR TONELADA
Frijol/maíz	*	\$ 5,400.00
Frijol	\$ 12,000.00	6,200.00
Maíz	4,450.00	4,450.00
Sorgo	2,350.00	3,000.00
Melón	*	3,500.00
Sandía	*	1,650.00
Chile	*	4,000.00
Sorgo Forrajero	2,900.00	2,750.00
Jícama	*	1,000.00
Tabaco	*	29,431.00
Jitomate	*	9,000.00
Cártamo	6,000.00	3,200.00

*Se encuentran fuera del control de la CONASUPO.

COSTOS DE LOS AGRICULTORES :

Con base a la información proporcionada por la Residencia de Control de Ríos e Ingeniería de Seguridad Hidráulica en el Estado, el Distrito de Temporal Núm. 2 de Santiago Ixcuintla, Nay., de la Dirección General de Economía Agrícola, así como de los comisariados ejidales locales, se elaboran ocho cuadros (se anexan) conteniendo: valor neto de la producción agrícola donde se pueden observar el uso del suelo y el ciclo agrícola; la superficie sembrada, el cultivo, superficie sembrada por cultivo, rendimiento en toneladas por hectárea, producción en toneladas por cultivo, costo de producción por toneladas, factor de utilidad por toneladas y utilidad neta por cultivo.

CUADRO 1

VALOR NETO DE LA PRODUCCION (EJIDATARIOS LIBRES) EN EL EJIDO DE TUXPAN, EDO. DE NAYARIT							
C U L T I V O	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA.)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Frijol y Maíz	100	3.0	300	5,400.00	1,589.00	3,811.00	381,100.00
Frijol	300	3.0	900	6,200.00	1,695.67	4,504.33	1'351,299.00
Sorgo	350	4.0	1,400	3,300.00	1,005.00	2,295.00	803,250.00
Sandía	40	18.0	720	1,650.00	360.17	1,289.83	51,593.20
Melón	30	14.0	420	3,500.00	302.07	3,197.93	95,937.90
Chile	50	12.0	600	4,000.00	515.00	3,485.00	174,250.00
Maíz	20	4.0	80	4,450.00	1,126.75	3,323.25	66,466.00
Sorgo Forrajero	10	10.0	100	2,750.00	402.00	2,348.00	23,480.00
Jícama	<u>100</u>	20.0	2,000	1,000.00	515.00	485.00	<u>48,500.00</u>
SUBTOTAL :	1,000						2'995,875.00
SEGUNDOS CULTIVOS :							<u>869,715.00</u>
T O T A L :							<u>3'865,590.00</u>

CUADRO 2

VALOR NETO DE LA PRODUCCION (EJIDATARIOS HABILITADOS POR BANRURAL) EN EL EJIDO DE TUXPAN , NAY.							
CULTIVO	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA.)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Frijol y Maíz.	1,500	3.0	4,500	5,400.00	1,502.33	3,897.67	5'846,505.00
Sorgo	700	4.0	2,800	3,000.00	1,005.00	1,995.00	1'396,500.00
Chile	50	12.0	600	4,000.00	514.97	3,485.03	174,251.50
Maíz	100	4.0	400	4,450.00	1,126.75	3,323.25	332,325.00
Frijol	<u>600</u>	4.0	2,600	6,200.00	1,271.75	4,928.25	<u>2'956,950.00</u>
SUBTOTAL :	2,950						10'706,532.00
SEGUNDOS CULTIVOS :							<u>1'728,865.00</u>
T O T A L :							<u>12'435,397.00</u>

CUADRO 3

VALOR NETO DE LA PRODUCCION (EJIDATARIOS HABILITADOS POR LA BANCA PRIVADA) EJIDO DE TUXPAN, NAY.							
CULTIVO	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA.)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Frijol y Maíz.	600	3.0	1,800	5,400.00	1,502.33	3,897.67	2'338,602.00
Frijol	500	4.0	2,000	6,200.00	1,271.75	4 928.25	2'464,125.00
Sorgo	300	4.0	1 200	3 000.00	1 005.00	1 995.00	598 500.00
Chile	50	12.0	600	4 000.00	514.92	3 485.08	174 254.00
Jícama	200	30.0	6 000	1 000.00	343.33	656.67	131 334.00
Tabaco	<u>1 203</u>	3.0	3 609	29 239.00	2 239.00	27 192.00	<u>32'711 976.00</u>
SUBTOTAL SEGUNDOS CULTIVOS	2 853						38'418 791.00
T O T A L							<u>598 500.00</u> 39'017 291.00

CUADRO 4

VALOR NETO DE LA PRODUCCION EN EL EJIDO SAN VICENTE							
CULTIVO	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA.)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Maíz	100	4.0	400	4 450.00	1 126.75	3 323.25	332 325.00
Frijol	1 200	3.0	3 600	6 200.00	1 695.67	4 504.33	5'405 196.00
Tabaco	650	3.0	1 950	29 431.00	2 239.00	27 192.00	17'674 800.00
Sorgo	20	4.0	80	3 000.00	1 006.00	1 994.00	39 880.00
Jícama	40	20.0	800	1 000.00	515.00	485.99	19 400.00
Chile	<u>30</u>	12.0	360	4 000.00	515.00	3 485.00	<u>104 550.00</u>
SUBTOTAL:	2 040						23'576 151.00
SEGUNDOS CULTIVOS:							<u>372 205.00</u>
T O T A L:							23'948 356.00

- 58 -

CUADRO 5

VALOR NETO DE LA PRODUCCION EN EL EJIDO DE PALMA GRANDE							
CULTIVO	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Maíz	100	4.0	400	4 500.00	1 126.75	3 323.25	332 325.00
Frijol	200	3.0	600	6 200.00	1 695.67	4 504.33	900 866.00
Sorgo	400	4.0	1 600	3 000.00	1 005.00	1 995.00	798 000.00
Melón	100	14.0	1 400	3 500.00	302.07	3 197.93	319 793.00
Sandía	90	18.0	1 620	1 650.00	360.17	1 289.83	116 084.70
Chile	58	12.0	696	4 000.00	106.55	3 893.43	225 820.10
Tabaco	<u>106</u>	3.0	318	29 431.00	2 239.00	27 192.00	<u>2'882 352.00</u>
SUBTOTAL :	1 054						5'575 240.80
SEGUNDOS CULTIVOS :							<u>1'130 325.00</u>
T O T A L :							6'705 565.80

- 59 -

CUADRO 6

CULTIVO	VALOR NETO DE LA PRODUCCION EN EL EJIDO EL TECOMATE						UTILIDAD
	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA.)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	
Frijol	45	3.0	135	6 200.00	1 695.67	4 504.33	202 695.00
Jícama	12	20.0	240	1 000.00	515.00	485.00	5 820.00
Chile	2	12.0	24	4 000.00	515.00	3 485.00	6 970.00
Maíz y Frijol	31	3.0	93	5 400.00	1 502.33	3 897.67	120 827.77
Sorgo	30	4.0	120	3 000.00	1 005.00	1 995.00	59 850.00
Melón	<u>4</u>	14.0	56	3 500.00	302.07	3 197.93	<u>12 791.71</u>
SUBTOTAL :	124						408 954.50
SEGUNDOS CULTIVOS :							<u>59 850.00</u>
T O T A L :							468 804.50

- 09 -

CUADRO 7

VALOR NETO DE LA PRODUCCION EN EL EJIDO DE CORRIENTES							
CULTIVO	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA.)	PRODUCCION (TON)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Maíz y Frijol	300	3.0	900	5,400.00	1,502.33	3,897.67	1'169,301.00
Sandía	300	18.0	5,400	1,650.00	360.17	1,289.83	386,949.00
Chile	20	12.0	240	4,000.00	515.00	3,485.00	69,700.00
Melón	300	14.0	4,200	3,500.00	302.07	3,197.93	959,379.00
Sorgo	<u>134</u>	4.0	536	3,000.00	1,005.00	1,995.00	<u>267,330.00</u>
SUETOTAL : SEGUNDOS CULTIVOS :	1,054						2'852,659.00
T O T A L :							<u>267,330.00</u> 3'119,989.00

CUADRO 8

VALOR NETO DE LA PRODUCCION EN EL EJIDO EL MEZCAL							
CULTIVO	NUM. DE HA.	RENDIMIENTO (TON/HA)	PRODUCCION (TON.)	P R E C I O	COSTO DE PRODUCCION	FACTOR DE UTILIDAD	UTILIDAD
Sorgo	6,000	4.0	24,000	3,000.00	1,005.00	1,995.00	11'970,000.00
Frijol	600	3.0	1,800	6,200.00	1,695.67	4,504.33	2'702,598.00
Melón	50	14.0	700	3,500.00	302.07	3,197.93	159,896.50
Sandía	50	18.0	900	1,650.00	360.17	1,289.83	64,491.50
Tabaco	19	3.0	57	29,431.00	2,239.00	27,192.00	516,648.00
Maíz	281	4.0	1,124	4,450.00	1,126.75	3,323.25	933,833.25
Cártamo	<u>50</u>	2.0	100	3,200.00	1,683.81	1,516.19	<u>75,809.50</u>
SUBTOTAL :	7,050						16'423,277.00
SEGUNDOS CULTIVOS :							<u>12'903,833.00</u>
T O T A L:							29'327,110.00

PERDIDAS CAUSADAS POR INUNDACIONES

	AÑO 1976		AÑO 1979	
	DAÑOS (HA.)	PERDIDAS (\$)	DAÑOS (HA.)	PERDIDAS (\$)
Tuxpan	7,681	75'643,844.00	6,803	55'318,775.00
San Vicente	3,112	18'139,447.00	2,040	23'948,360.00
Palma Grande			1,054	6'705,567.00
El Tecamate			124	468,804.00
Unión de Corrientes	1,050	7'665,064.00	1,054	3'119,998.00
El Mezcal	3,823	<u>25'035,083.00</u>	<u>7,050</u>	<u>29'327,110.00</u>
S u m a s	14,666	126'483,438.00	18,125	118'888,614.00

III.4.7.2.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS :

- Croquis de localización.
- Obras Ejecutadas.- Las poblaciones de Tuxpan y San Vicente ubicadas en las márgenes izquierda y derecha respectivamente del Río San Pedro se veían seriamente perjudicadas por las inundaciones, esto dió origen a que se construyeran las siguientes obras:
 - Vado de 1,200 m. en el tramo de carretera que cruzaba el bajo con pequeñas alcantarillas.
 - Una serie de 19 espigones en el meandro El Tamarindo (margen derecha), para proteger el canal de riego que se localiza marginalmente.
 - Una serie de 12 espigones sobre la margen derecha para proteger "San Vicente" contra las erosiones marginales.

- Una serie de 4 espigones en la margen izquierda para protección de Tuxpan.

- Bordos de protección perimetrales en ambos poblados.

(se anexa plano con la localización de dichas obras).

Con estas obras se han resuelto, hasta el momento, los problemas en las zonas urbanas, quedando pendiente el problema de las tierras agrícolas.

La planta topográfica se obtuvo de planchetas.

III.4.7.3.- ESTUDIOS HIDROLOGICOS :

- Croquis de localización de las estaciones hidrométricas sobre el Río San Pedro, Nay.

- Gastos máximos anuales en $m^3/seg.$ en la región hidrológica núm. 11.

- Gráfica gasto-período de retorno (Q-Tr).

(se anexan).

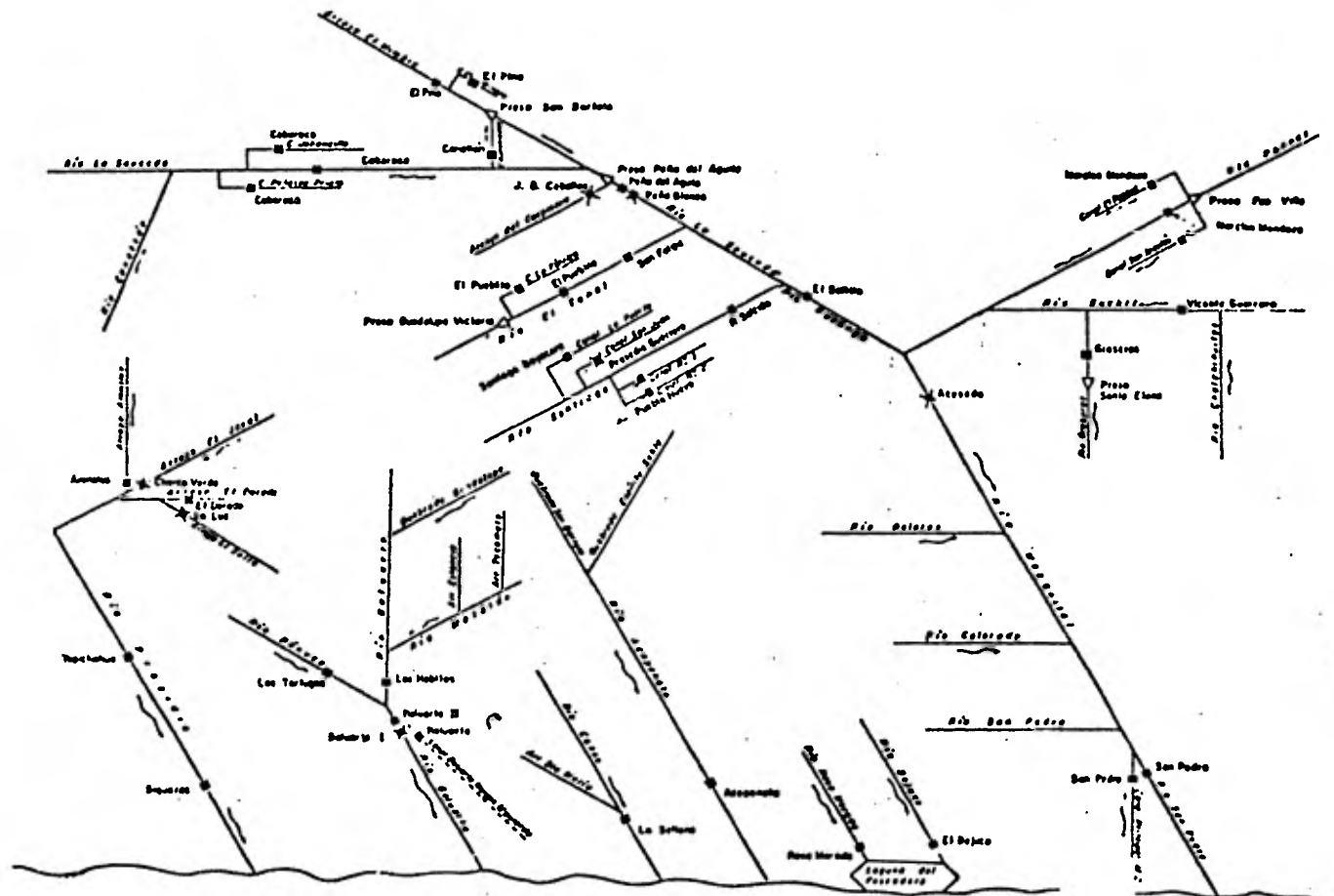


- Bordas
- Espigones
- Vado

ESC 1:50,000

Río San Pedro, Nayarit

OBRAS DE DEFENSA CONSTRUIDAS



SIMBOLOGIA
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

- ESCALA
- ESCALA Y AYUDAS
- ▣ ESCALA, AYUDAS Y LIMBOGRAFO
- ▤ SEDIMENTOS
- × SUSPENDIDA

VASOS

- ▣ REGIMEN DE ALMACENAMIENTO

O C E A N O P A C I F I C O

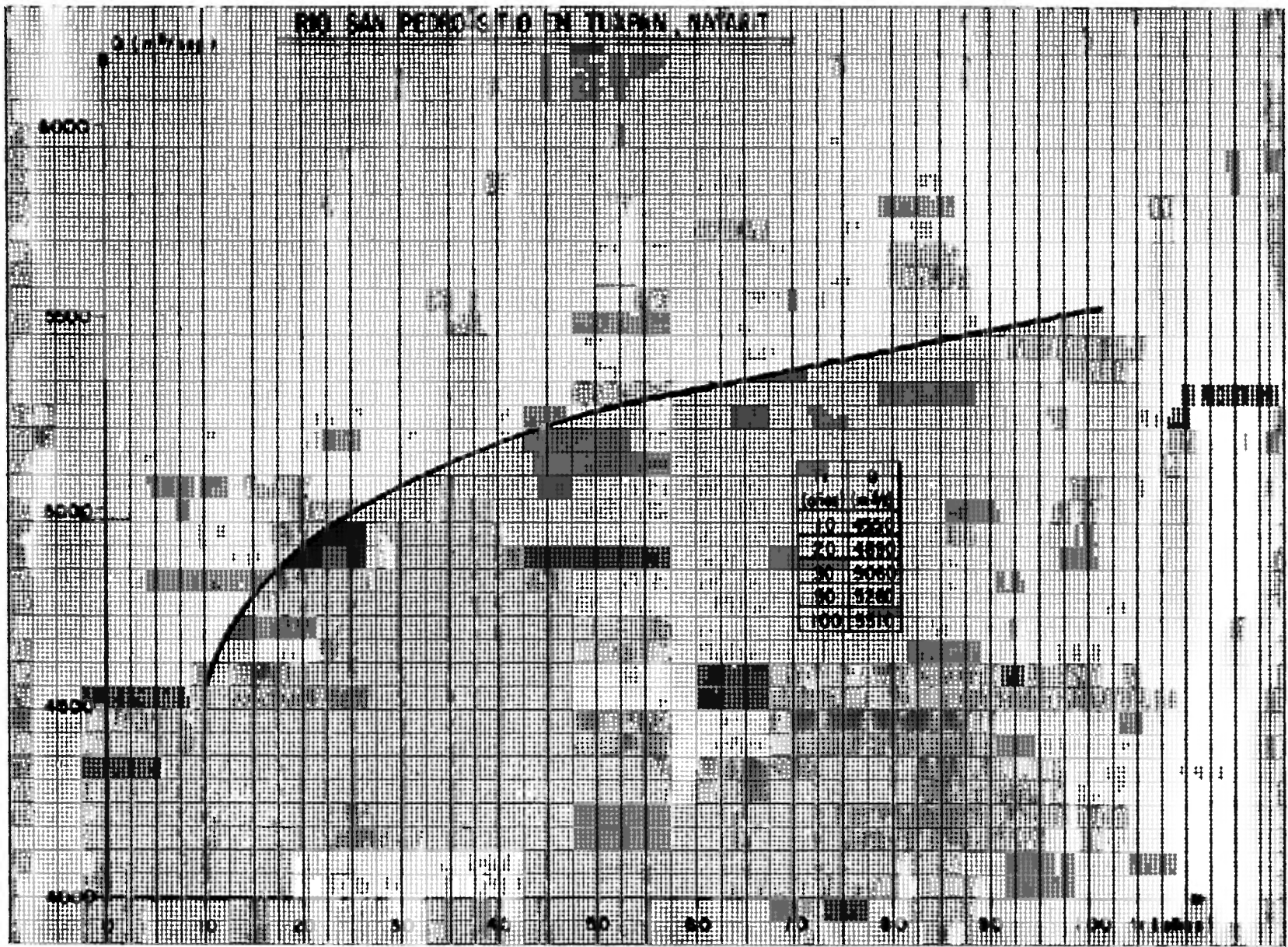
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 SUBSECRETARIA DE PLANEACION Y COORDINACION GENERAL DE ESTUDIOS
 REGION HIDROLOGICA No. II
 CUADRO DE LOCALIZACION
 DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

Contorno: [] Fecha: []
 por: []
 Hoja 1 de 1 Laminas II-1

GASTOS MAXIMOS ANUALES EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO EN LA REGION HIDROLOGICA NUMERO 11

CUENCA DEL RIO MEZQUITAL O SAN PEDRO														
AÑOS	R LA SAUCEDA EN CABORCA.	R LA SAUCEDA EN PEÑA BLANCA	R LA SAUCEDA EN PEÑA AGUILA	R DURANGO EN EL SALTITO	R MEZQUITAL EN ACEVEDO	R SAN PEDRO EN SAN PEDRO	R EL MIMBRE EN EL PINO	R EL CAMPINERO EN JUAN B. C E B A L L O S	R EL TUNAL EN EL FUEBLITO	R EL TUNAL EN SAN FELIPE	R SANTIAGO EN REFUGIO SALCIDO	R MOANAS EN NARSI SO VENO.	R BUCHIL EN VICEN TE GRO.	R GRASEROS EN GRASEROS
1943										338	340			
1944		138				2,356				142	235			
1945		16.8				856				29.6	32.0			
1946		31.2				1,145				25.6	30.9			
1947		109				1,341				123	124			
1948		104				1,110		39.1		200	190			
1949		35.6				674		13.6		43.0	47.1			
1950	7.58	9.64				1,218		6.51		24.9	5.79			
1951	99.8	87.5				982		6.94		126	212			
1952	4.87	20.1				835		11.7		13.9	1.39			
1953	114		188		(228)	1,365		28.6		233	182			
1954	63.4		2.20		104	760		(18.7)		41.8	29.8			
1955	95.9		143	(94.2)	292	1,870				91.5	140			
1956	82.0		16.6	18.8	22.5	594				28.7	14.5			
1957	25.4		2.04	0.61		4,792				16.5	22.5			
1958	470		114	132		1,854				64.8	114	205		
1959	50.0		65.1	100		1,143				72.3	106	23.8		
1960	19.3		35.6	46.0		756				33.2	30.7	42.2		
1961	26.6		85.7	56.7		1,206			22.4	28.8	50.8	103	(78.4)	(38.0)
1962	12.0		2.54	0.51		1,070			3.34	4.70	2.41	13.4	34.2	4.92
1963	181		182	336		1,664	63.1		616	398	424	123	42.4	68.0
1964	210		152	111		2,048	67.0		70.0	55.0	86.0	35.4	66.1	67.0
1965	32.1		2.12	52.5		2,454	5.70		8.68	5.78	113	58.6	33.7	6.92
1966	129		204	298		1,406	24.5		329	318	175	63.8	52.4	30.8
1967	157		270	378		1,541	26.5		376	330	303	282	74.4	45.3
1968	157		189	603		4,600	56.0		1195	609	475	7.26	91.2	54.4
1969	79.3		4.26	29.0		4,016	9.40		17.0	20.5	31.3	2.42	4.60	.923
1970	271		429	506		1,683	133		759	369	256	2.66	78.8	2.00
1971	22.5		18.8	54.5		1,244	94.0		50.6	44.0	40.0	2.79	81.8	8.80
1972	6.55		2.70	51.8		5,045	105		16.5	6.98	221	3.58	19.8	0.00
1973	262		422	520		2,148	91.0		457	396	390	11.9	275	120

RIU SAN PEDRO C.F.O. DE TUXPAN, NAHARIT



III.4.7.4.- ESTUDIOS GEOTECNICOS :

Aguas arriba de Peñitas el Río San Pedro transporta sedimentos de arena y diferentes tamaños de grava, - aguas abajo de Peñitas existe una mina en operación de arena y grava.

De el meandro El Tamarindo a la vecindad de El Mezcal, la característica de la corriente es típica de un lecho arenoso de la corriente transportando sedimento grueso y pesado.

III.4.7.5.- DISPOSICION GENERAL DE LA OBRA :

Para escoger una solución que garantice la enmienda del problema, con las erogaciones más bajas y asegure que los beneficios económicos sean inmediatos, se presentan tres alternativas para que una de ellas sea seleccionada, misma que proporcionará mayores satisfactores sociales y económicos.

Primera Alternativa:

Como una posible alternativa de solución necesaria para - proteger contra las inundaciones las tierras agrícolas -- del Ejido de Tuxpan, localizadas en la planicie aguas abajo de las poblaciones de Tuxpan y San Vicente y tomando - en cuenta las áreas delimitadas dentro de la zona inundable por las avenidas presentadas en los años 1976 y 1979, en las que pueden apreciarse prácticamente todas las superficies agrícolas que se ven cubiertas por el agua, se propone como primera alternativa lo siguiente:

- Habilitar el cauce actual que corre hacia el NE desde aguas abajo del Estero Los Troncones, hasta la Laguna de Los Pátitos en dirección de El Tecomate, ligando las lagunas entre sí y la Laguna Grande de Mexcaltitlán por medio de un canal continuación del cauce. La capacidad necesaria para éste sería de $2,000 \text{ m}^3/\text{seg.}$

- Dar una capacidad de unos $600 \text{ m}^3/\text{seg.}$ al Estero Los Troncones, que encauza al Tecuán y de ahí a la Laguna de Mexcaltitlán por medio de un canal de sección trapecial compuesta, formando bordos con el producto de excavación.
- Dadas las características de las inundaciones presentadas para proteger los terrenos agrícolas, se propone circular éstos por medio de bordos perimetrales formados con préstamo lateral.
- El costo estimado para la solución sería de \$120 M, teniendo una longitud de 50 km. de canales excavados. Tomando en consideración las recomendaciones de los consultores que intervinieron en este proyecto, después de su visita a la región sería conveniente incluir en la propuesta de obras las siguientes:
 - * Dragado del cauce principal entre San Vicente y Tuxpan (que se recomendó con mantenimiento anual) y depósito de los sedimentos en los terrenos bajos adyacentes.

* Formación de cauces pilotos para provocar la sedimentación y formación de tierras de cultivo en terrenos bajos, actualmente manglares.

* Prolongación de la protección con espigones en la curva derecha (exterior) del meandro El Tamarindo hacia aguas arriba en una distancia aproximada de unos 300 m.

* Protección marginal con enrocamiento y/o espigones de la margen izquierda de la curva derecha del cauce principal del río enfrente del vado de alivio.

- Para el diseño de bordos y para la protección de los terrenos agrícolas en su primera y segunda etapa, se dispuso de una sección tipo (se anexa croquis). Considerando las características del cauce del río, los bordos existentes y los espigones se diseñaron los siguientes bordos:

* El cuerpo del terraplén del bordo tendrá un ancho de corona de 4.0 m. y a su vez se usará como camino.

- * La elevación de la rasante del bordo en la sección mínima del cauce será de 2.5 a 3.0 m. , más una sobreelevación de 30 cm. de material para revestimiento con un talud a ambos lados de 2:1 .
- * El material con que se formará el cuerpo de los bordos será producto de la excavación del cauce, colocado en capas de 30 cm. y compactado con el tránsito de maquinaria al 90% de la prueba PROCTOR, según especificaciones de la S.A.R.H.
- * Tendrá una protección de enrocamiento a volteo con un diámetro mínimo de 30 cm. por el lado del cauce a partir de la rectificación hasta el Estero Los Troncones.
- * Los bordos del Estero Los Troncones es de las mismas características que el anterior, con la diferencia de que la rasante oscilará entre los 1.50 y 2.0 m.

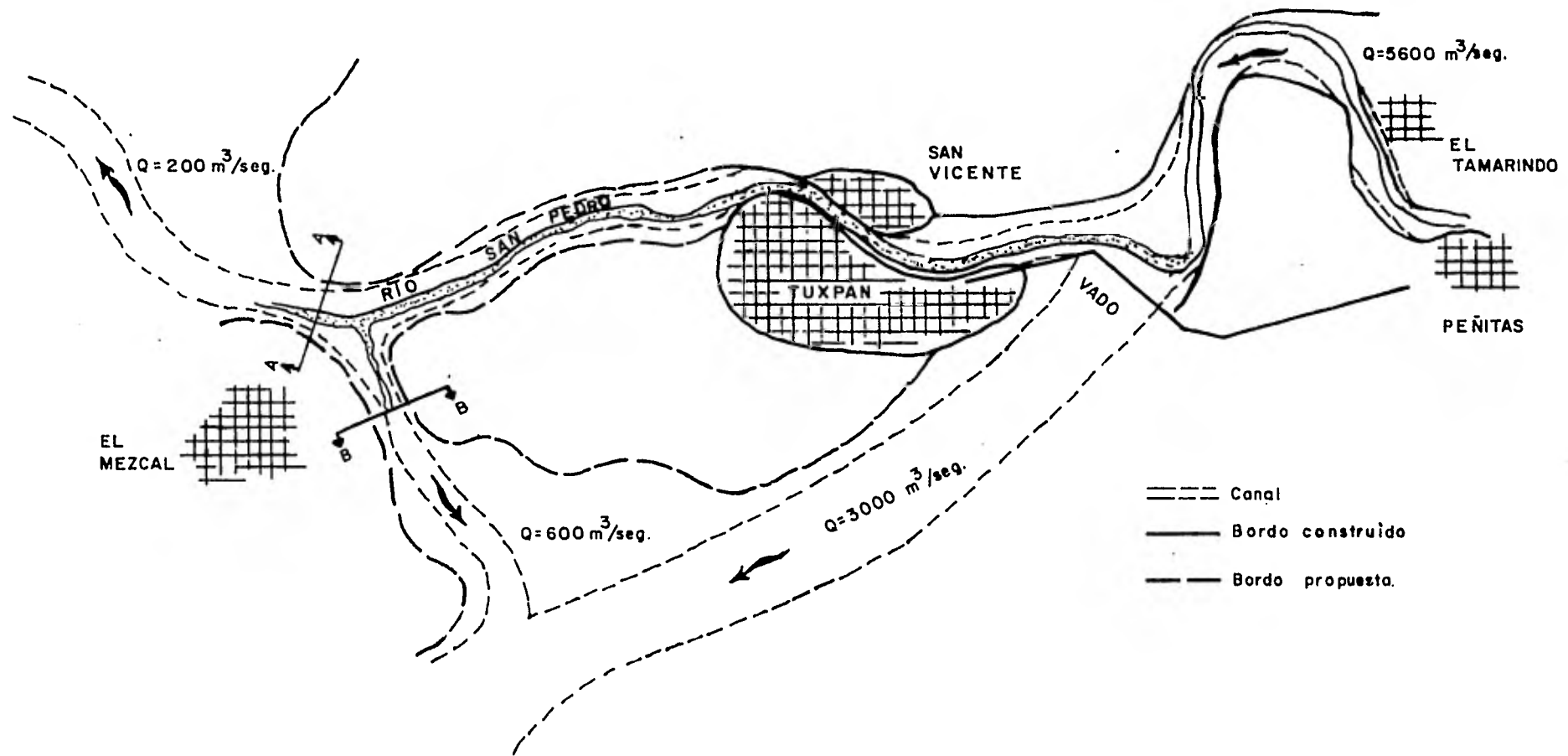
- La sección tipo de rectificación será de ancho mínimo de 300 m. y pendiente de 0.005 m. Para el Estero Los -- Troncones se diseñó una sección compuesta con un ancho - mínimo de 192 m. formando una cubeta central con planti- llas de 70 m. y bermas en ambos lados de 61 m. cada una (se anexa croquis).

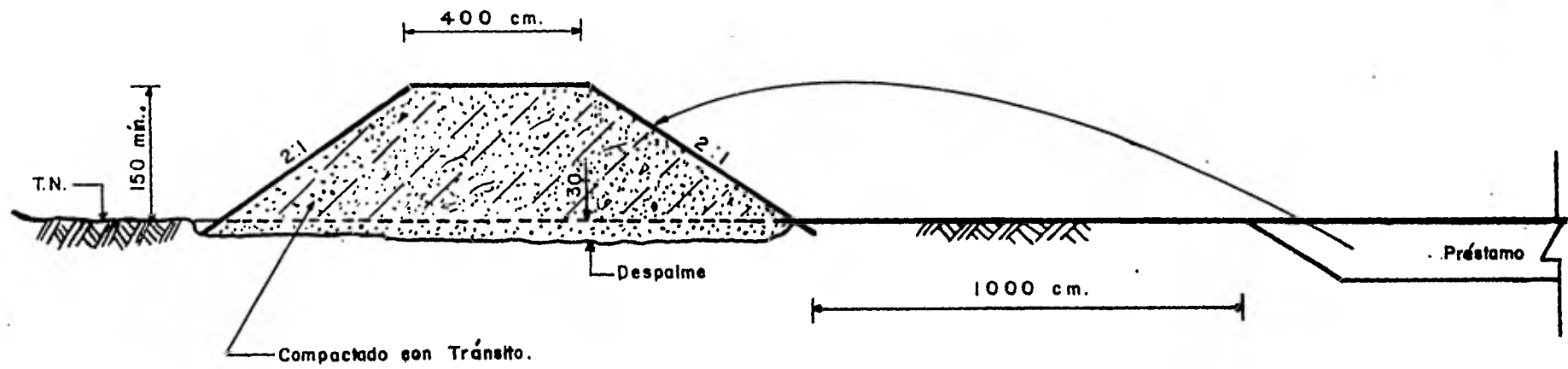
Presupuesto:

Para el presupuesto de esta alternativa básicamente se - incluye la construcción de cauces de rectificación y bor- dos que solucionarán el problema de cada ejido.

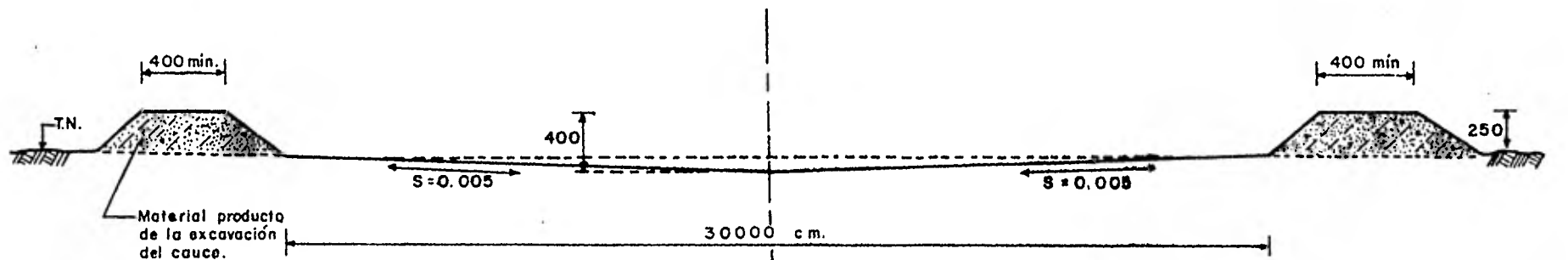
La gran mayoría, si no es que la totalidad de estos con- ceptos constructivos, es la misma para los seis ejidos, - variando solamente los volúmenes de la obra. Dicho pre- supuesto se elaboró de acuerdo a los conceptos de cons- trucción con que cuenta la S.A.R.H.

Los precios unitarios que aparecen en este presupuesto - son los estimados por la Secretaria y corresponden a los primeros meses de 1980.

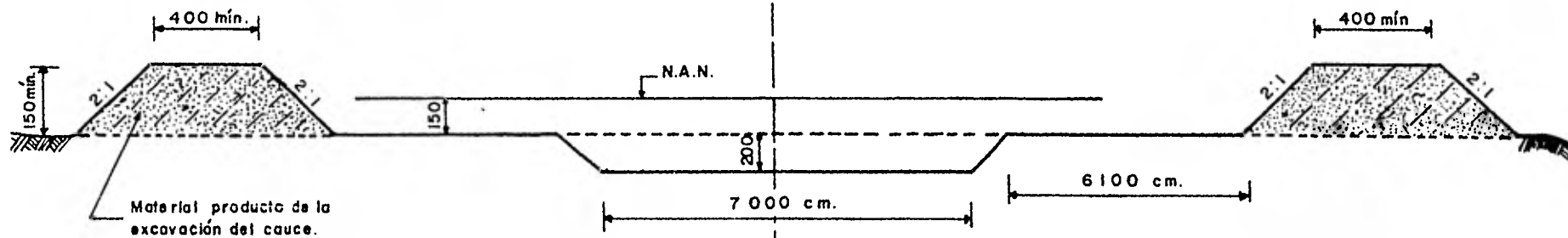




SECCIÓN TIPO BORDOS



COORTE A-A'
SECCIÓN MÍNIMA DEL CAUCE



COORTE B-B
ESTERO "LOS TRONCONES"

Dichos conceptos aparecen a continuación en los cuadros (III.4.7.5.1) y (III.4.7.5.2), en donde se desglosan los conceptos de construcción, sus unidades de obra, precios unitarios, importe por conceptos y sumas. A continuación se resume el presupuesto:

Primera etapa	\$ 200'007,705.00
Mantenimiento	210'000,000.00
Segunda etapa	<u>50'000,000.00</u>
	\$ 460'007,705.00
10% I. V. A.	46'000,770.50
10% Admón.	<u>46'000,770.50</u>
T o t a l :	\$ 552'009,246.00

(111.4.7.5.1)

OBRAS DE PROTECCION Y ENCAUZAMIENTO DEL RIO SAN PEDRO,
TUXPAN, KAY.

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (CON LETRA)	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIFICACION	ENUNCIADO					
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS					
7.1	TERRACERIAS					
7.1.1	DESMONTE					
7.1.1.1	Desmonte, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	115	(TRES MIL TRESCIENTOS SESENTA Y TRES PESOS 00/100 M.N.)	3,363.00	386,745.00
7.1.1.2	Despalme del material no apto para cimentación y/o desplante de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m ³	135,000	(OCHO PESOS 40/100 M.N.)	8.40	1'134,000.00
7.1.2	EXCAVACIONES					
7.1.2.1	Excavación en cualquier material para rectificación de cauces.	m ³	3'130,000	(VEINTISEIS PESOS 37/100 M.N.)	26.37	82'538,100.00
7.1.2.1.1	Excavación en cualquier material para rectificación de cauces (en agua).	m ³	2'600,000	(TREINTA Y CUATRO PESOS 50/100 M.N.)	34.50	89'700,000.00
7.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES					
7.1.3.1	Terraplén para bordos y caminos formado con material obtenido de préstamo con acarreo.					
7.1.3.1.1	No mayor de 50 metros.	m ³	467,600	(VEINTIUN PESOS 60/100 M.N.)	21.60	10'100,160.00
7.1.3.2	Compensación adicional por compactación de los terraplenes construidos según conceptos 7.1.2.1, 7.1.2.1(a) y 7.1.3.1.1.	m ³	1'350,000	(OCHO PESOS 63/100 M.N.)	8.63	11'650,500.00
7.1.3.3	Ohtención acarreo en el primer kilómetro y colocación de enrocamiento proveniente de bancos de préstamo.	m ³	25,500	(CIENTO OCHO PESOS 00/100)	108.00	2'754,000.00
7.1.4	SOBREACARREO DE TERRACERIAS					
7.1.4.3	Acarreo de los materiales necesarios para los conceptos 7.1.3.3 en los kilómetros subsecuentes al primero.	m ³ -km	255,000	(SEIS PESOS 84/100 M. N.)	6.84	1'744,200.00
						200'007,705.00
					10% IVA	20'000,770.50
					TOTAL :	220'008,475.50

(111.4.7.5.2)
RIO SAN PEDRO, NAY, (2a. ETAPA)

C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (CON LETRA)	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIFICACION	ENUNCIADO					
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS					
7.1	TERRACERIAS					
7.1.1	DESMONTE					
7.1.1.1	Desmonte, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	42.5	(TRES MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS 35/100 M.N.)	3,356.35	142,645.00
7.1.1.2	Despalme del material no apto para cimentación y/o desplante de terraplén y de los bancos de préstamo.	m ³	127,500	(OCHO PESOS 40/100 M. N.)	8.40	1'071,000.00
7.1.2	EXCAVACION					
7.1.2.1	Excavación en cualquier material para rectificación de cauces.	m ³	1'237,500	(VEINTISIETE PESOS 09/100)	27.09	33'523,875.00
7.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES					
7.1.3.1	Terraplén para bordos y caminos formados con material obtenido de préstamo con acarreo.					
7.1.3.1	No mayor de 50 metros.	m ³	468.500	(VEINTIUN PESOS 60/100 M.N.)	21.00	10'119,000.00
7.1.3.2	Compensación adicional por compactación de los terraplenes construidos según conceptos 7.1.2.1 y 7.1.3.1.1 .	m ³	596.000	(OCHO PESOS 63/100 M.N.)	8.63	5'143,480.00
						\$ 50'000,000.00
					10% IVA	\$ 5'000,000.00
					Total :	\$ 55'000,000.00

Evaluación Económica:

En base a la información proporcionada en el estudio socioeconómico se tiene lo siguiente:

TOTAL DE HECTAREAS EN
LOS CUATRO EJIDOS : 14,665.5

TOTAL DE BENEFICIOS : \$126'500,000.00

En la primera etapa del proyecto se protegerán 5,200 Ha.

14,665 Ha. - - - - - \$126.5 M̄

5,200 Ha. - - - - - X X = 45 M̄

En la segunda etapa del proyecto se protegerán 4,600 Ha.

14,665.5 Ha. - - - - - \$126.5 M̄

4,600 Ha. - - - - - X X = 40 M̄

MARZO 1980.

El proyecto contempla dos etapas, en la primera se estimó una inversión de \$100.0 M̄ en el año cero y otros ---- 100.0 M̄ en el año uno; los costos de mantenimiento son -

del orden de \$15.0 M̄ anuales a partir del año dos y durante toda la vida útil del proyecto que es de quince años; en esta primera etapa se tendrán beneficios a partir del año uno por \$45.0 M̄ anuales y hasta el año siete ya que se protegerán 5,200 Ha.

En la segunda etapa del proyecto se contempla invertir \$50.0 M̄ en el año siete para proteger 4,600 Ha., que se ganarían con el depósito de sedimento y los beneficios económicos en esta etapa son de \$40.0 M̄ anuales, que sumados a los otros \$45.0 M̄ anuales resulta un beneficio de \$85.0 M̄ a partir del año ocho protegiendo un total de 9,800 Ha.

Con una tasa de actualización del 20% el beneficio/costo resulta igual a 1.0083 y el valor actualizado de \$2.11 M̄, también con esta tasa los indicadores económicos nos recomiendan que la inversión se realice, ya que el beneficio/costo es mayor a 1 .

Con una tasa de actualización del 25%, la relación beneficio/costo resulta igual a 0.861 con un valor actualizado de \$32.82 M con signo negativo y la relación beneficio/costo es menor que uno, por lo que resulta inconveniente la inversión con esta tasa de actualización.

Otro indicador que es la Tasa Interna de Retorno (TIR) - es igual a 20.3%, esto significa que la rentabilidad del proyecto es de 20.3% y que todo financiamiento de cualquier banco mayor de esta tasa hace que el proyecto no se recomiende, pero como el financiamiento del Banco Internacional es de alrededor del 10%, esto hace que la inversión del proyecto "Río San Pedro" sea recomendable.

MARZO 1980.

AÑO	INVERSION	COSTO DE MANTENIMIENTO,	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS,	F. A. 15 %	BENEFICIO ACTUALIZADO 15 %	COSTOS ACTUALIZADOS	F. A. 20 %	BENEFICIOS ACTUALIZADOS 20 %	COSTOS ACTUALIZADOS	F. A. 25 %	BENEFICIOS ACTUALIZADOS 25 %	COSTOS ACTUALIZADOS
0	100	0	100	0	1.	0.0	100.0	1.	0.00	100	1.	0.	100.
1	100	0	100	45	.8696	39.132	86.96	.8333	37.50	83.33	.8000	36.00	80.00
2		15	15	45	.7561	34.024	11.341	.6944	31.25	10.42	.6400	28.80	9.60
3		15	15	45	.6575	29.587	9.852	.5787	26.04	8.68	.5120	23.04	7.68
4		15	15	45	.5718	25.731	8.577	.4823	21.70	7.24	.4096	18.43	6.15
5		15	15	45	.4972	22.374	7.458	.4019	18.09	6.03	.3277	14.75	4.92
6		15	15	45	.4323	19.453	6.484	.3349	15.07	5.03	.2621	11.80	3.93
7	50	15	65	45	.3759	16.915	24.433	.2791	12.56	18.14	.2097	9.44	13.64
8		15	15	85	.3269	27.786	4.903	.2325	19.77	3.49	.1678	14.26	2.52
9		15	15	85	.2843	24.165	4.264	.1938	16.47	2.91	.1342	11.41	2.01
10		15	15	85	.2472	21.012	3.708	.1615	13.73	2.42	.1074	9.13	1.61
11		15	15	85	.2149	18.266	3.223	.1345	11.44	2.02	.0859	7.30	1.29
12		15	15	85	.1869	15.885	2.803	.1122	9.54	1.68	.0687	5.84	1.03
13		15	15	85	.1625	13.813	2.437	.0935	7.95	1.40	.0550	4.68	0.83
14		15	15	85	.1413	12.010	2.119	.0779	6.62	1.17	.0440	3.74	0.66
15		15	15	85	.1229	10.446	1.843	.0649	5.52	0.97	.0352	2.99	0.53
16		15	15	85	.1069	9.086	1.603	.0541	4.60	0.81	.0281	2.39	0.42

339.686 282.008 257.85 255.74 204.00 236.82

$$\frac{B}{C} = \frac{339.686}{282.008} = 1.204 \quad \frac{B}{C} = \frac{257.85}{255.74} = 1.0083 \quad \frac{B}{C} = \frac{204.00}{236.82} = 0.8614$$

$$V.A. = 339.686 - 282.008 = 57.678 \quad V.A. = 257.85 - 255.74 = 2.11 \quad V.A. = 204.00 - 236.82 = -32.82$$

$$TIR = 20 + 5 \frac{2.11}{34.93} = 20 + 0.302 = 20.302$$

Segunda Alternativa:

Otra posible alternativa para la solución del problema - de las inundaciones en los terrenos agrícolas de Tuxpan, San Vicente y Unión de Corrientes causadas por las precipitaciones extraordinarias, es la que a continuación se describe:

Se considera un gasto de diseño de $5,600 \text{ m}^3/\text{seg.}$, ya que el cauce del Río San Pedro sólo puede conducir un gasto de $2,600 \text{ m}^3/\text{seg.}$, los $3,000$ restantes se derivan por medio del vado existente entre la población de Tuxpan y el meandro El Tamarindo.

Debido a las inundaciones que se han presentado en la zona, en esta segunda alternativa se propone construir bordos perimetrales que protejan los terrenos de cultivo.

La segunda alternativa constará de un bordo perimetral "cerrado" protegiendo las tierras agrícolas de la población de Tuxpan, un bordo perimetral "abierto" que prote-

ja los terrenos de cultivo de las poblaciones de San Vicente y Unión de Corrientes.

En la margen izquierda del Río San Pedro, del lado de la población de Tuxpan, se propone construir el bordo perimetral "cerrado" en dos etapas, que proteja a los terrenos agrícolas con una longitud de 29,814 m. La primera etapa constaría de 2,186 Ha. y la segunda de 2,654 Ha. - haciendo un total de 4,840 Ha.

En la población de Tuxpan existe un bordo perimetral que sirve de protección a la población contra las inundaciones. Para construir el bordo perimetral que proteja las zonas de cultivo se aprovechará el bordo ya existente ligándolo al bordo por construir.

En los poblados de San Vicente y Unión de Corrientes y - sobre la margen derecha del Río San Pedro, se propone -- construir un bordo perimetral "abierto" que cubra las zo

nas agrícolas entre estas poblaciones y con una longitud de 10,718 m. En la primera etapa se protegerían 1,700 Ha. y en la segunda 540 Ha. haciendo un total de 2,240 Ha. en esta margen del río.

En el poblado de San Vicente existe un bordo que servirá para ligarlo al bordo por construir, éste último llegará hasta el poblado de Unión de Corrientes pasando por El Tecomate.

Al igual que el bordo perimetral de la población de Tuxpan, el bordo de las poblaciones de San Vicente y Unión de Corrientes se construirá en dos etapas.

Para los aspectos constructivos de los bordos que servirán para proteger los terrenos agrícolas, se dispone de una sección tipo que se describe a continuación, la cual es válida para las dos etapas.

- El cuerpo del terraplén de los bordos tendrá un ancho de corona de 4.00 m. que aparte de servir como bordos de protección también servirán como carretera.
- La elevación de la rasante de los bordos en la sección tipo andará entre los 2.50 y 3.00 m. más una sobre-elevación de 30 cm. de material para revestimiento.
- El cuerpo del terraplén de los bordos tendrá taludes a ambos lados de 2:1 .
- El material con que se formará el cuerpo del terraplén de los bordos será producto de la excavación del cauce, el cual servirá como banco de préstamo a una distancia de 5.00 m.
- Dicho material se colocará en capas de 30 cm. compactadas con el tránsito de maquinaria al 90% de la prueba PROCTOR, según especificaciones de la S.A.R.H.

Presupuesto:

En esta segunda alternativa el presupuesto comprenderá -
únicamente el costo de los bordos.

El cálculo de los precios unitarios se efectuó de acuer-
do a las normas de la S.A.R.H. y se enumeran en los cua-
dros (III.4.7.5.3) y (III.4.7.5.4). El total del presu-
puesto es el que a continuación se describe:

Bordos de protección	
Primera etapa :	\$ 12'085,758.00
Bordos de protección	
Segunda etapa :	<u>17'592,095.00</u>
	\$ 29'677,853.00
10% I.V.A.	2'967,785.00
10% Admón.	<u>2'967,785.00</u>
T o t a l :	\$ 35'613,424.00

(III.4.7.5.3)

OBRAS DE PROTECCION Y ENCAUZAMIENTO DEL RIO SAN PEDRO, TUXPAN, NAY.
(1a. ETAPA)

C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (COM LETRA)	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIFICACION	ENUNCIADO					
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS					
7.1	TERRACERIAS					
7.1.1	DESMONTE					
7.1.1.1	Desmonte, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	22	(SIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS 00/100 M.N.)	7,293.00	160,446.00
7.1.1.2	Despalme del material no apto para cimentación y/o desplante de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m ³	75,791	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	1'212,656.00
7.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES					
7.1.3.1	Terraplén para bordos y caminos formado con material obtenido de préstamo lateral.	m ³	250,000	(VEINTIUNOS PESOS 00/100 M.N.)	22.00	5'500,000.00
7.1.3.2	Compensación adicional por compactación de los terraplenes construidos según conceptos 7.1.3.1	m ³	325,791	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	5'212,656.00
						12'085,758.00
					10% I.V.A.	1'208,575.00
					T O T A L	\$13'294,333.00

(111.4.7.5.4)

OBRAS DE PROTECCION Y ENCAUZAMIENTO DEL RIO SAN PEDRO, TUXPAN, NAY.

(2a. ETAPA)

C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (CON LETRA)	PRECIO — UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIFICACION	ENUNCIADO					
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS					
7.1	TERRACERIAS					
7.1.1	DESMONTE					
7.1.1.1	Desmante, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	27	(SIETE MIL DDSCIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS 00/100 M. N.)	7,293.00	196,911.00
7.1.1.2	Despalme del material no apto para cimentación y/o desplante de terraplenes de los bancos de préstamo.	m ³	92,055	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	1'472,880.00
7.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES					
7.1.3.1	Terraplén para bordos y caminos formados con material obtenido de préstamo lateral.	m ³	380,248	(VEINTIDOS PESOS 00/100 M.N.)	22.00	8'365,456.00
7.1.3.2	Compensación adicional por compactación de los terraplenes construidos según conceptos 7.1.3.1 .	m ³	472,303	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	7'556,848.00
						17'592,095.00
					10% I.V.A	1'759,209.00
					TOTAL.:	\$19'351,304.00

Tercera Alternativa:

La tercera alternativa que se propone como solución al problema de la protección de los terrenos de cultivo de las poblaciones de Tuxpan y San Vicente (aquí se exceptúa la población de Unión de Corrientes), será como sigue:

La población de Tuxpan constará de dos bordos perimetrales que protejan las tierras agrícolas en un total de 3,510 Ha. En la población de San Vicente se propone construir un bordo perimetral que proteja 1,598 Ha. de terrenos agrícolas.

De acuerdo a las condiciones topográficas de los terrenos de cultivo, se inundan de una cierta manera y por tal motivo en esta tercera alternativa se proponen dos bordos perimetrales al lado de la población de Tuxpan y uno del lado del poblado de San Vicente.

En esta tercera alternativa se considera también que el gasto de diseño es como en las anteriores de 5,600 - - - $m^3/seg.$, de los cuales el río conduce 2,600 $m^3/seg.$ y -- los 3,000 restantes se derivarán en caso de existir una avenida de estas dimensiones, por el vado existente entre el meandro El Tamarindo y la población de Tuxpan.

Como en las otras alternativas, en esta también se ligarán los bordos de protección ya existentes de las poblaciones de Tuxpan y San Vicente con los bordos perimetrales por construir.

Por el lado del poblado de Tuxpan, los bordos perimetrales tendrán las longitudes siguientes:

- El bordo perimetral que se encuentra en la orilla del Río San Pedro, tendrá una longitud de 8,402 m. El otro bordo perimetral tendrá una longitud de 10,971 m.
- El bordo perimetral por el lado de la población de -- San Vicente, tendría una longitud de 6,640 m.

- El cuerpo del terraplén de los bordos tendrá un ancho de corona de 4 m. que al igual que las otras alternativas, se propone que se use como camino. El cuerpo del terraplén de los bordos tendrá un talud de 2:1 en ambos lados.

- El material con que se formará el cuerpo del terraplén será producto de la excavación de bancos de préstamo a una distancia de 5 m., dicho material se colocará en capas de 30 cm. compactadas con el tránsito de maquinaria al 90% de la prueba PROCTOR, según especificaciones de la S.A.R.H.; además para construir el terraplén se hará un despalme de 30 cm.

Presupuesto:

El costo de esta alternativa como se ve en el presupuesto, será menor que el de las otras alternativas ya que sólo se construirán bordos y además serán de menor longitud.

El presupuesto se resume a continuación y como se puede notar los conceptos de obra son muy pocos. Esto se muestra en el cuadro (III.4.7.5.5).

Construcción de Bordes :	\$ 20'313,069.00
10% I.V.A.	2'031,306.90
10% Admón.	<u>2'031,306.90</u>
T o t a l :	\$ 24'375,682.80

Conclusión:

Analizando las tres alternativas, vemos que la primera - solucionaría técnicamente todos los problemas pero su -- costo es muy elevado, debido a ésto se consideró la se-- gunda alternativa como la más factible para su elabora-- ción ya que tiene un costo razonable, más alto que la -- tercera pero tiene la ventaja de que protege un número - mayor de hectáreas de cultivo así como a las poblaciones existentes. Por lo tanto la elaboración del proyecto se hará en base a la segunda alternativa.

(111.4.7.5.5)
 OBRAS DE PROTECCION Y ENCAUZAMIENTO DEL RIO SAN PEDRO, TUXPAN, NAY.

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (CON LETRA)	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIFICACION	ENUNCIADO					
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS					
7.1	TERRACERIAS					
7.1.1	DESMONTE					
7.1.1.1	Desmonte, desentraque, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	31	(SIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS 00/100 M.N.)	7,293.00	226,083.00
7.1.1.2	Despalme del material no apto para cimentación y/o desplante de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m ³	109,200	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	1'747,200.00
7.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES					
7.1.3.1	Terraplén para bordos y caminos formado con material obtenido de préstamo lateral.	m ³	436,647	(VEINTIDOS PESOS 00/100 M.N.)	22.00	9'606,234.00
7.1.3.1.1	No mayor de 50 metros.					
7.1.3.2	Compensación adicional por compactación de los terraplenes construidos según conceptos 7.1.3.1.	m ³	545,847	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	8'733,552.00
						20'313,069.00
					10% IVA	2'031,306.90
					TOTAL :	\$ 22'344,375.90

III.4.7.6.- ELABORACION DEL PROYECTO :

Alternativa número 2, se anexa tabla de datos de localización con las cantidades obtenidas y un breve ejemplo de como se obtuvieron.

Cálculo de Curvas Horizontales:

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$d_{1-2} = \sqrt{(7,165 - 6570)^2 + (1,423 - 1,650)^2} = 636.83 \text{ m.}$$

$$d_{2-3} = \sqrt{(8,290 - 7,165)^2 + (1,403 - 1,423)^2} = 1,125.18 \text{ m.}$$

$$d_{3-4} = \sqrt{(8,640 - 8,290)^2 + (1,340 - 1,403)^2} = 355.62 \text{ m.}$$

$$d_{4-5} = \sqrt{(9,300 - 8,640)^2 + (1,330 - 1,340)^2} = 660.62 \text{ m.}$$

Así sucesivamente se van calculando las distancias.

NOTA: Se tomaron cinco puntos de inflexión.

Azimut:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1,423 - 1,650}{7,165 - 6,570} = \tan^{-1} \frac{-227}{+595} = 0.3815126 \tan^{-1}$$

$$Az_{1-2} = 20.8824 - 270 = 249.11752 = 249^\circ 07' 03''$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1,403 - 1,423}{8,290 - 7,165} = \tan^{-1} \frac{-20}{1,125} = 1.0184$$

$$Az_{2-3} = 1.0184 - 270 = 268.98152 = 268^\circ 58' 53''$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1,340 - 1,403}{8,640 - 8,290} = 10.2039$$

$$Az_{3-4} = 10.2039 - 270 = 259.79603 = 259^\circ 47' 46''$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1,330 - 1,340}{9,300 - 8,640} = 0.8680$$

$$Az_{4-5} = 0.8680 - 270 = 269.13195 = 269^\circ 07' 55''$$

Deflexiones:

$$\Delta = Az_2 - Az_1$$

$$A = 249.11752 - 268.98152 = 19.864 = 19^\circ 51' 50'' D .$$

$$A = 268.98152 - 259.79603 = 9.18549 = 9^\circ 11' 07'' I .$$

$$A = 259.79603 - 269.13195 = 9.33592 = 9^\circ 20' 09'' D .$$

Curvas:

P.l.₂

proponemos una subtangente de 100 m.

$$R = ST / \tan A/2 \quad R = 100 / \tan 19.864/2 = 571.09$$

$$Gc = 2 \operatorname{sen}^{-1} 10/R \quad Gc = 2 \operatorname{sen}^{-1} 10/571.09$$

por lo tanto la primera curva tendrá un grado de 2 .

$$R = 10 / \operatorname{sen} Gc/2 \quad R = 10 / \operatorname{sen} 2/2 = 572.99$$

$$ST = R \tan A/2 \quad ST = 572.99 \tan 19.864/2 = 100.33$$

$$Lc = 20 A/Gc \quad Lc = 20 \times 19.864/2 = 198.64$$

$$Pc_2 = P.l._2 - ST_2 \quad Pc = 636.83 - 100.33 = 0 + 536.50$$

$$Pt_2 = Pc_2 + Lc_2 \quad Pt = 0 + 536.50 + 198.64 = 0 + 735.14$$

$$Km_3 = Pt_2 - ST_2 - d_{2-3} \quad Km_3 = 0 + 735.14 - 100.33 + 1,125.18 = 1 + 759.99$$

P.l. (3) :

proponemos una subtangente de 90 m.

$$R = ST / \tan A/2 \quad R = 90 / \tan 9.1854/2 = 1,121.04 \text{ m.}$$

$$Gc = 2 \text{ sen } 10/R \quad Gc = 2 \text{ sen } 10/1,121.04 = 1.02 \text{ m.}$$

por lo tanto se dará un grado de 1 .

$$R = 10 / \text{sen } Gc/2 \quad R = 10 / \text{sen } 1/2 = 1,145.93 \text{ m.}$$

$$ST = R \tan A/2 \quad ST = 1,145.93 \tan 9.185/2 = 92.05 \text{ m.}$$

$$Lc_3 = 20 A/Gc \quad Lc = 20 \times 9.185/1 = 183.71 \text{ m.}$$

$$Pc_3 = P.l._3 - ST_3 \quad Pc_3 = 1+759.99 - 92.05 = 1+667.93 \text{ m.}$$

$$Pt_3 = Pc_3 + Lc_3 \quad Pt_3 = 1+667.93 + 183.71 = 1+851.54 \text{ m.}$$

$$Km_4 = Pt_3 - ST_3 + d_{4-5} \quad Km_3 = 1+851.54 - 92.05 + 355.62 = \\ 2+115.21$$

P.l. (4) :

proponemos una subtangente de 90 m.

$$R = ST / \tan A/2 \quad R = 90 / \tan 9.33/2 = 1,102.24 \text{ m.}$$

$$Gc = 2 \text{ sen } 10/R \quad Gc = 2 \text{ sen } 10/1,102.24 = 1.03$$

por lo tanto se dará un grado de 1 .

$$R = 10 / \text{sen } G_c / 2$$

$$R = 10 / \text{sen } 1/2 = 1,145.93 \text{ m.}$$

$$ST = R \text{ Tan } \Delta / 2$$

$$ST = 1,145.93 \text{ Tan } 9.33/2 = 93.57 \text{ m.}$$

$$L_c = 20 \Delta / G_c$$

$$L_c = 20 \times 9.33/1 = 186.72 \text{ m.}$$

$$Pc_4 = P.I. - ST$$

$$Pc_4 = 2 + 115.21 - 93.57 = 2 + 021.65 \text{ m.}$$

$$Pt_4 = Pc + Lc$$

$$Pt_4 = 2 + 021.65 + 186.72 = 2+208.36 \text{ m.}$$

$$Km_5 = Pt_4 - ST_4 + d_{4-5}$$

$$Km_5 = 2+208.36 - 93.57 + 660.8 =$$

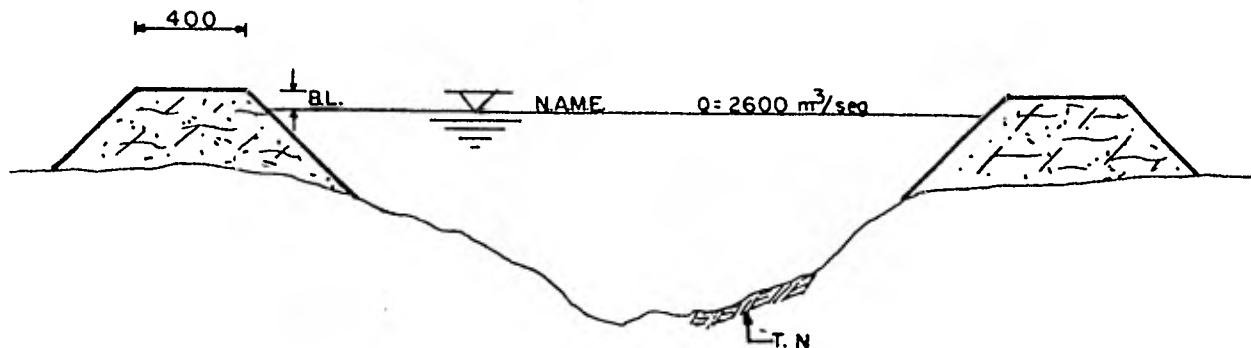
$$2 + 774.87$$

se anexan las tablas de datos de localización.

Proyecto Hidráulico:

Por el método de sección-pendiente, se obtuvo el gasto de $2,600 \text{ m}^3/\text{seg.}$ que pasará por los poblados de Tuxpan y San

Vicente, la sección tipo es la siguiente:



SECCION TIPO

El bordo que protegerá los terrenos agrícolas del lado de la población de Tuxpan es decir, de la margen izquierda del Río San Pedro, se construirá con diferentes pendientes en su longitud;

Del Km. 0+000 al Km. 5+500 llevará una pendiente $S=0.0009$

$$S = \frac{7.95 - 3.00}{5,500} = 0.0009$$

donde: 7.95 es la elevación del bordo en el Km. 0+000

3.00 es la elevación del bordo en el Km. 5+500

y 5,500 es la distancia horizontal que existe entre ambas elevaciones.

Del Km. 5+5,000 al Km. 23+000 no habrá pendiente, o sea este tramo es horizontal o pendiente cero.

Del Km. 23+000 al Km. 26+000 llevará una pendiente de - 0.00066 .

Del Km. 26+000 al Km. 29+814 llevará una pendiente de - 0.00039 .

Para los bordos que protegerán los terrenos de cultivo en los ejidos de San Vicente y Unión de Corrientes, o sea en la margen derecha del Río San Pedro, las pendientes que llevarán los bordos en su longitud serán:

Del Km. 0+000 al Km. 2+500 llevará una pendiente $S=0.001$.

Del Km. 2+500 al Km. 6+000 llevará una pendiente - - -

$S = 0.00038$ y de este kilómetro en adelante, hasta el -

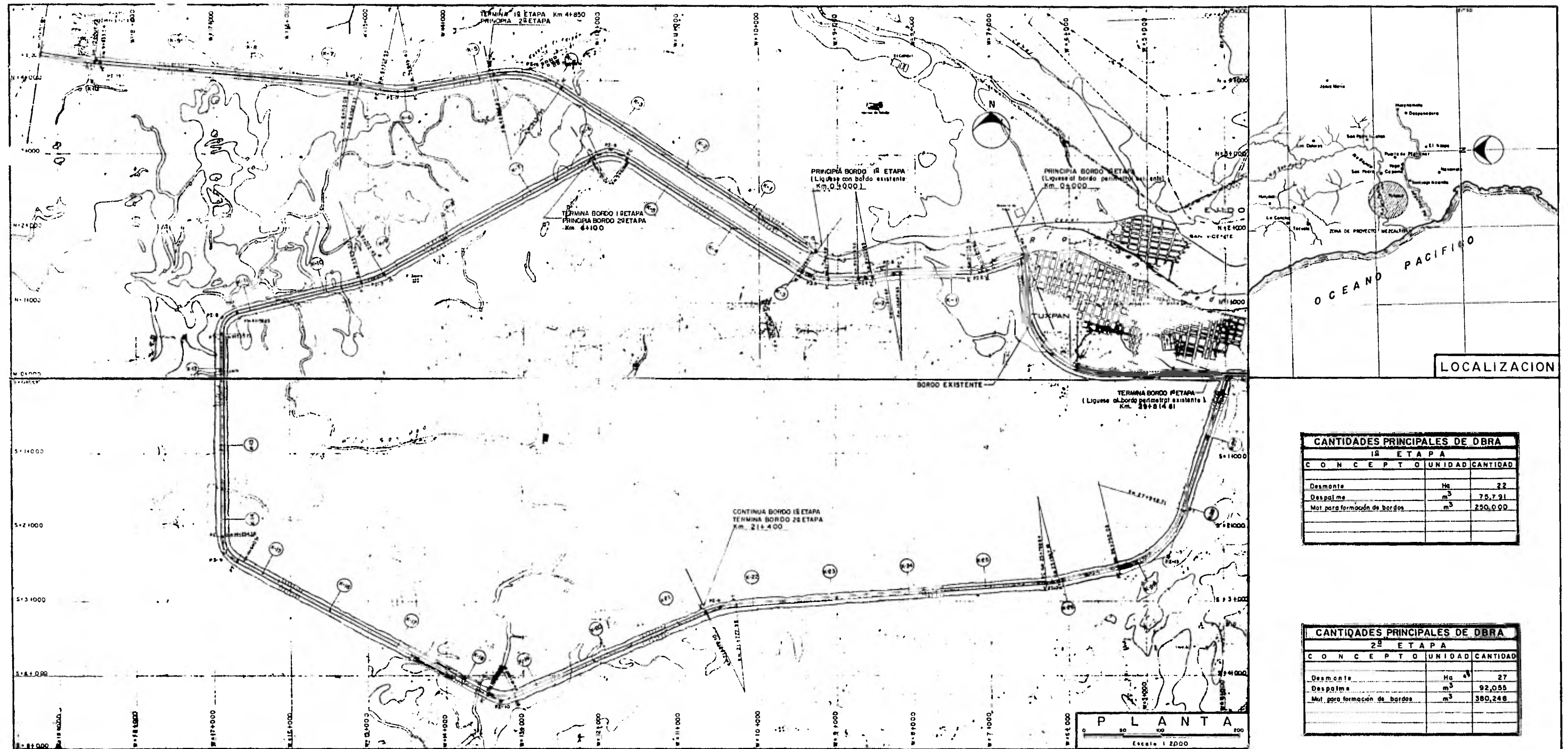
final del bordo no hay pendiente, es decir $S = 0.000$ ó

pendiente horizontal.

El despalme, desmonte, terraplén, así como la compensación; se obtuvieron mediante la sección tipo de bordo y con los datos del perfil longitudinal del eje del bordo en tramos de 200 m.

El costo de la obra se obtiene multiplicando las cantidades de obra por el precio unitario del concepto analizado.

El presupuesto se anexa en la segunda alternativa.



CANTIDADES PRINCIPALES DE OBRA		
1ª ETAPA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Desmonte	Hq	22
Despalme	m ³	75,791
Mat. para formación de bordos	m ³	250,000

CANTIDADES PRINCIPALES DE OBRA		
2ª ETAPA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Desmonte	Hq	27
Despalme	m ³	92,055
Mat. para formación de bordos	m ³	380,248

DATOS DE LOCALIZACION											
PI	KM	COORDENADAS		G	A1	A2	C	R	ST	LC	PC
		X (m)	Y (m)								
1	0.000	161570	113020								
2	1.636	161165	113461								
3	1.752	161222	113403								
4	1.872	161281	113349								
5	2.177	161300	113330								
6	2.467	161320	113315								
7	2.759	161345	113310								
8	3.180	161370	113295								
9	3.471	161390	113290								
10	3.936	161405	113280								
11	4.390	161415	113270								

DATOS DE LOCALIZACION											
PI	KM	COORDENADAS		G	A1	A2	C	R	ST	LC	PC
		X (m)	Y (m)								
12	4.873	161420	113260								
13	5.411	161420	113240								
14	5.914	161415	113230								
15	6.400	161410	113220								
16	6.866	161400	113210								
17	7.318	161390	113200								
18	7.758	161380	113190								
19	8.190	161370	113180								
20	8.717	161360	113170								

NOTAS:
 Acataciones en centímetros. Estaciones y elevaciones en metros. La topografía fue levantada por el Dir. Gral. de Estudios en 1974 por lo que la localización definitiva de los bordos — deberá ajustarse en el terreno de acuerdo a los cambios — sufridos por el río hasta la fecha.

UNAM ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
 INGENIERIA CIVIL
 Rta. San Pedro, Tuxpan, Méx.
DBRAS DE PROTECCION A TERRENDOS EJIDALES
 PLANO GENERAL
TESIS PROFESIONAL
 ALI JENARO ANGEL HERMAN MUSENER
 MEXICO D.F. FEBRO 1981

Conclusiones:

Las obras realizadas con bordos son las medidas más usuales y rápidas para evitar o reducir las inundaciones, pero se tiene el inconveniente de que no se pueden diseñar para contener el gasto máximo que pueda escurrir por un cauce, ya que resultarían excesivamente costosas. Para dar la mejor solución a un proyecto de este tipo, se requiere la experiencia y criterio del proyectista.

El proyecto de bordos de protección del Río San Pedro, evitará las inundaciones en las zonas urbanas así como en las tierras agrícolas adyacentes, pero para realizar un control más completo de los gastos de avenidas y de descargas de sedimentos, debería estudiarse la posibilidad de construir una presa de almacenamiento y control de avenidas aguas arriba de la zona de inundación.

IV.- ESPIGONES :

IV.1.- INTRODUCCION :

Los espigones son estructuras que se encuentran dentro de una corriente natural. Son simples de construir, - el costo de su mantenimiento disminuye con el tiempo ya - que aún erosionada la punta del espigón, el resto de la estructura sigue trabajando y la destrucción de uno de ellos no pone en serio peligro a los demás. Su finalidad es desviar las líneas de corriente y disminuir la velocidad de éstas provocando el depósito de material que arrastra el río, evitando así la erosión de la margen que se pretenda proteger.

IV.2.- DEFINICION :

Un espigón es una estructura apoyada o empotrada en la orilla de una corriente y que forma un cierto ángulo - respecto a la margen de dicha corriente. Con el objeto de evitar los desplazamientos laterales que va teniendo el río.

IV.3.- TIPOS DE ESPIGONES :

En Hungría se emplean espigones permeables formados por una especie de tienda de leña montada sobre balsas vaciadas después de haber sido cargadas de tierra (véase --- fig. 3). Se utilizan en corrientes relativamente lentas para retener los sólidos en suspensión.



Fig. 3.- Espigón permeable

En Japón se construyen otro tipo de espigones permeables como: prismas, tetraedros y armazones de formas variadas de madera o bambú. La figura 4 da una idea de estas construcciones.

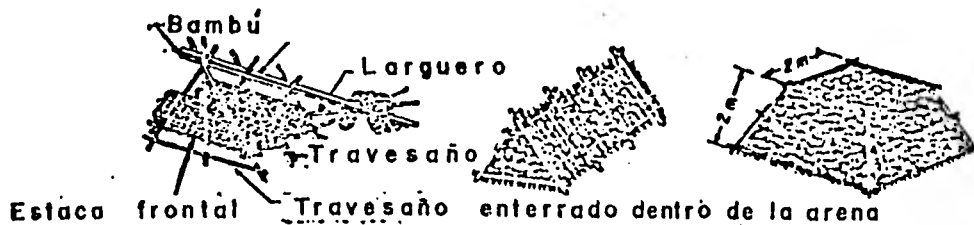


Fig. 4.- Espigones permeables en Japón

En Missouri, E. U. en la parte media del Mississipi, se --
 construyó un espigón permeable compuesto por un conjunto
 de estacas espaciadas cinco metros aproximadamente, cada
 conjunto comprende tres estacas hincadas oblicuamente a --
 manera de realizar una penetración de ocho a nueve metros,
 para asegurar la unión de estos elementos se usan largue-
 ros. Las cimentaciones son protegidas contra la erosión
 por colchones de mimbre o madera trenzada lastrados por --
 piedras (véase figura 5), este procedimiento de construc-
 ción no es utilizable en un lecho de gravas.

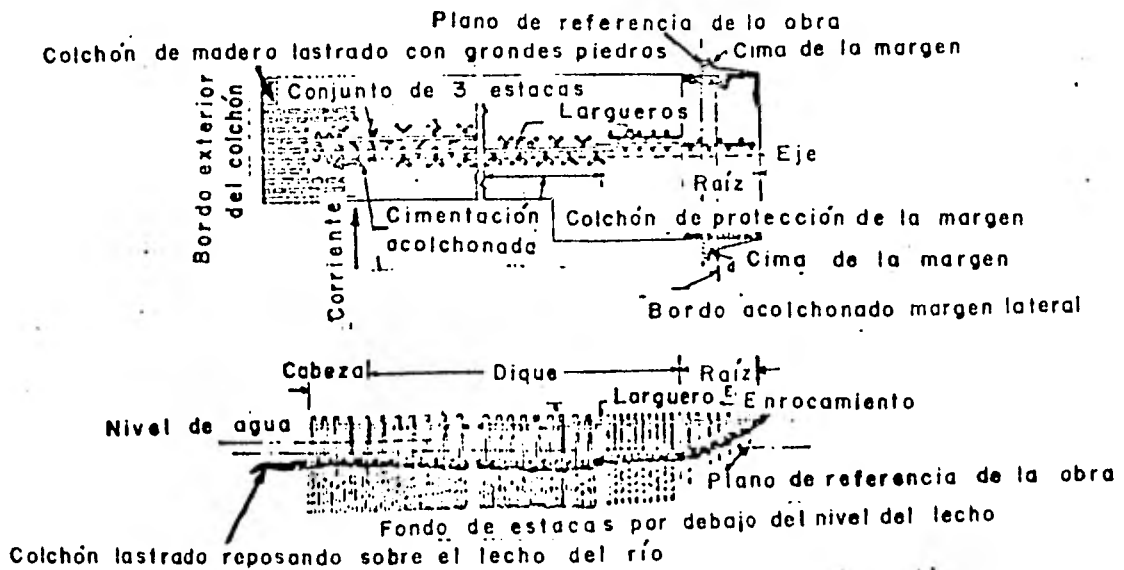


Fig.5.- Espigón permeable (Mississippi-Missouri).

En la antigüedad y actualmente se construyen espigones es tables con enrocamiento a volteo (véase figura 6). La -- construcción no puede ser precisa en este tipo de obra, -- porque se tiene desperdicio de material.

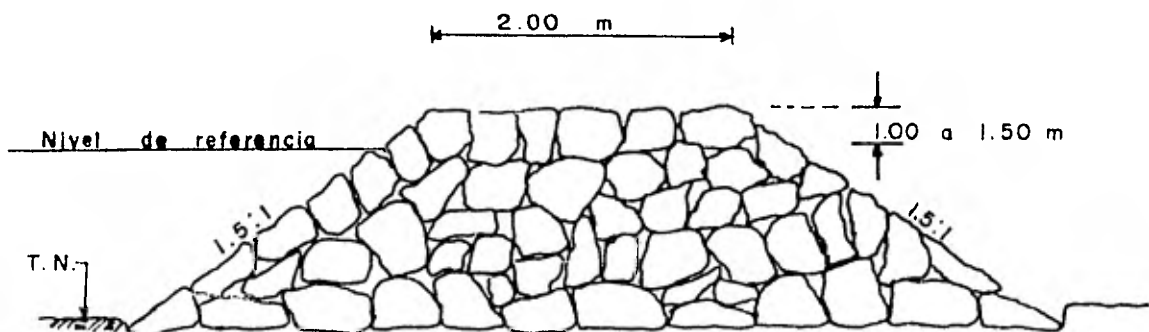


Fig.6.- Corte transversal de un espigón con enrocamiento a volteo

En la India los espigones son hechos de tierra, arena o grava; la corona y los costados son protegidos por un revestimiento de piedra o de tabiques recocidos para evitar que se erosionen. La figura 7 da una idea del tipo de obra.

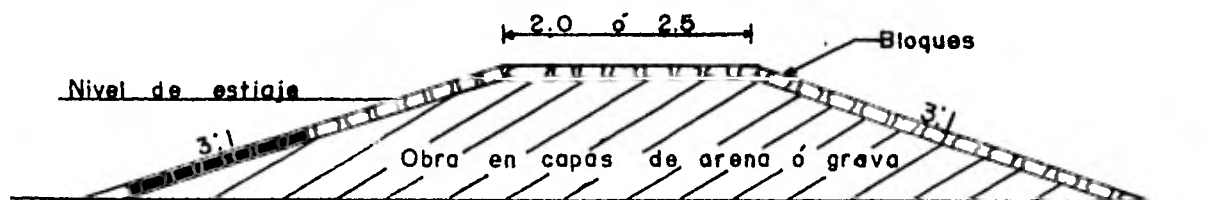


Fig. 7

La figura 8 representa un espigón del Río Rhin construido con gaviones en capas de ocho metros de longitud y 80 cm. de diámetro aproximadamente.

Para la construcción de este tipo de espigones se pone en el sitio una primera capa de gaviones delante de los cuales se depositan los materiales que arrastra el río, colocando enseguida una segunda capa orientada hacia aguas arriba y así sucesivamente hasta que la obra alcance la altu-

ra deseada. Al coronamiento se le da un revestimiento de pavimento ejecutado en seco o de gaviones de malla metálica.

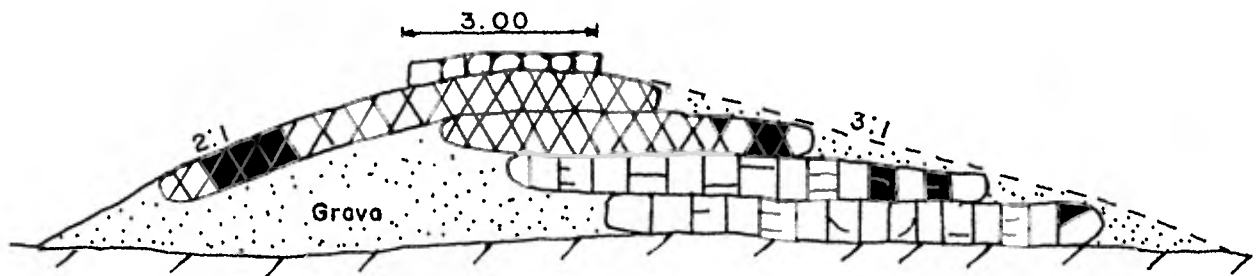


Fig. 8.- Corte transversal de un espigón del Rhin

En México la mayoría de los espigones se construyen con gaviones, que son cajas de malla de alambre de forma prismática regular rellenas con rocas de distintos diámetros. Para el llenado, las rocas de mayor diámetro se van colocando a las orillas y las de menor al centro. (véase -- figura 9).

Las medidas en metros más usuales de gaviones para la base de cimentación son: $4 \times 1 \times 0.5$, $3 \times 1 \times 0.5$, y $2 \times 1 \times 0.5$ para el cuerpo de la obra.

2 x 1 x 1, 3 x 1 x 1, y 1.5 x 1 x 1 y para revestimiento de taludes; 3 x 1 x 0.3, y 2 x 1 x 0.3 . Los gaviones se van colocando lateralmente o hacia arriba y se amarran a los anteriores que se encuentran contiguos formando así un cuerpo sólido y a la vez flexible que es el espigón -- (véase figura 10):

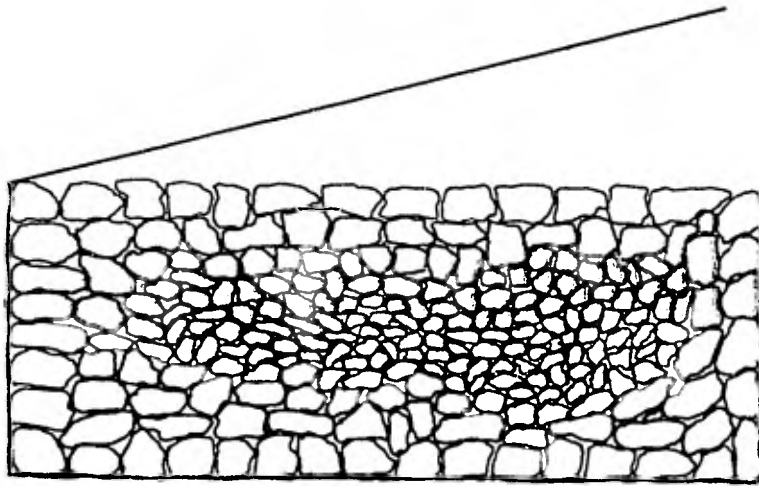


Fig 9

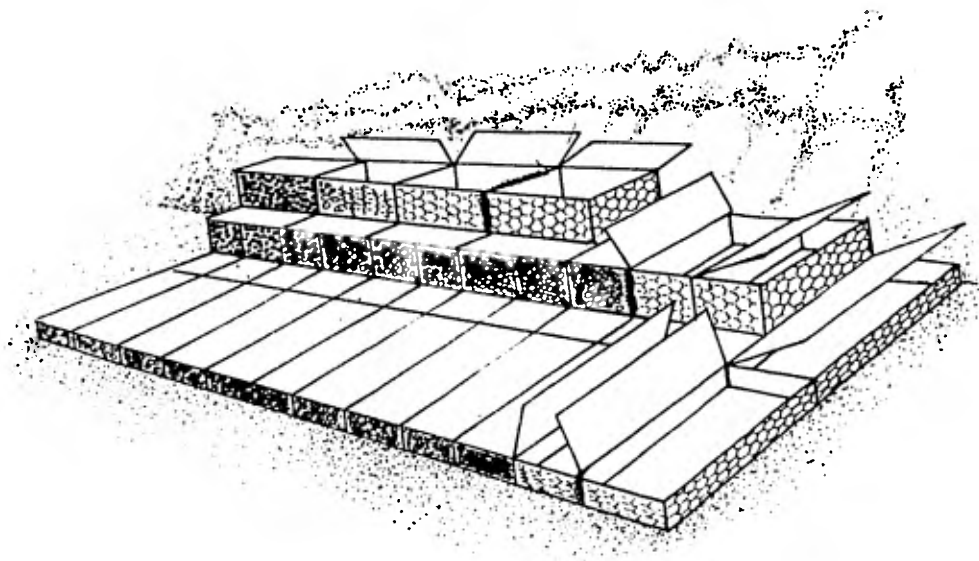


Fig. 10

IV.4.- ESTABILIDAD DE CAUCES :

En un cauce se tienen diferentes tipos o grados de estabilidad: estática, dinámica y morfológica. La primera es cuando la corriente prácticamente no es capaz de -- arrastrar el material del cauce. Los otros dos grados de estabilidad no indican en ningún momento que el río no se mueva; por el contrario, todos los ríos se desplazan lateralmente debido principalmente a que corren sobre terreno aluvial.

Los mayores desplazamientos laterales ocurren en la curva, por la fuerza centrífuga desarrollada en esas zonas hay una sobreelevación del nivel en el lado exterior, lo que produce una corriente por el fondo del lado exterior hacia el interior. Al sumarse esa corriente con la normal del río, provoca que en las curvas exista una corriente helicoidal que arrastra a los materiales del fondo hacia la orilla interior. De esa manera se tiene erosión en el

exterior de la curva (extradós) y depósito en el interior (intradós), lo que forma un canal más profundo adyacente a la orilla exterior. Por otra parte, por existir profundidades mayores en las curvas, también hay velocidades mayores cercanas a la orilla exterior lo que facilita aún más, que la corriente arrastre a los materiales de la orilla. Al erosionarse la zona (1) en una curva (véase figura 11) el talud de la orilla tiende a ser vertical hasta que el material falla y se desliza la parte superior dentro de la corriente. Se tiende así nuevamente la orilla con un cierto talud, pero como la corriente arrastra las partículas del fondo, el ciclo vuelve a repetirse.

Si se protege la zona (1) se erosiona la zona (2) y el talud se tiende representado esquemáticamente con la línea punteada; sin embargo, la curva permanece fija y no hay desplazamiento lateral del río. Si por el contrario se protege solo la zona (2) la corriente continúa arrastran-

do el material y se producirá una cavidad que hará que
se desplome la parte superior con todo y protección

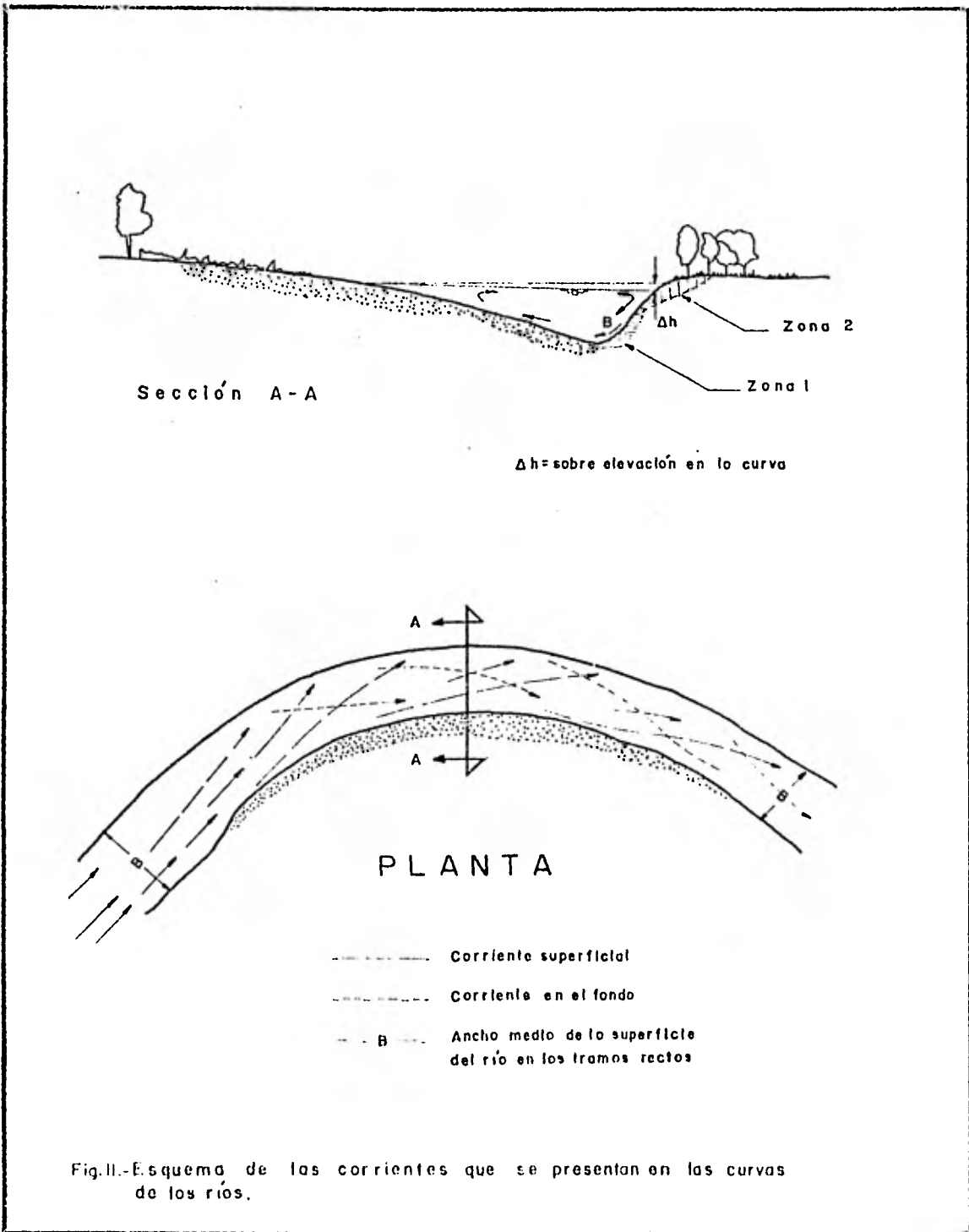


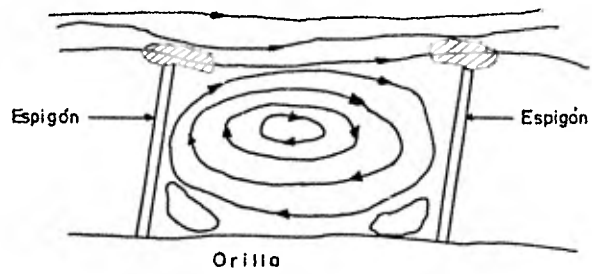
Fig. II.-Esquema de las corrientes que se presentan en las curvas de los ríos.

IV.5.- ACCION DE LOS ESPIGONES SOBRE LA CORRIENTE Y SOBRE EL FONDO :

Los espigones constituyen un obstáculo al escurrimiento del agua, provocando un cambio de dirección de las líneas de corriente en su vecindad (véase figura 12). En aguas bajas sin desbordamiento, las líneas de corriente forman turbulencias de eje vertical. Cuando hay desbordamientos por encima del espigón, se forman turbulencias de eje horizontal.

Los espigones provocan una sobre elevación del agua que crea una pendiente transversal de la superficie libre y un escurrimiento de las orillas hacia la mitad del lecho, en la cabeza del espigón las corrientes de fondo y de superficie son las que originan la creación de turbulencias que provocan erosiones.

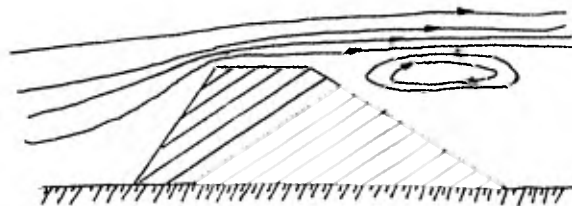
Para evitar que las socavaciones dañen el espigón, se dará una longitud adicional en el fondo la cual se calcula



Dirección en planta de las líneas de corriente

▨ Zona de erosiones

En aguas bajas



Corte vertical de un espigón. Dirección de las líneas de corriente

En aguas altas

Fig. 12

con una regla empírica que es:

$$L = (1.5 \text{ a } 2) S$$

donde S = socavación.

IV.6.- DISEÑO DE ESPIGONES :

Los puntos más importantes a tomar en cuenta al diseñar una protección a base de espigones son:

- a).- Localización en Planta.
- b).- Longitud de los Espigones.
- c).- Separación de los Espigones.
- d).- Pendiente de la Corona.
- e).- Angulo de Orientación Respecto a la Orilla.
- f).- Permeabilidad del Espigón, Material de Construcción.

IV.7.- LOCALIZACION EN PLANTA :

Al proyectar una obra de defensa, ya sea respetando la orilla actual o bien en una margen nueva (al hacer una rectificación), se requiere trazar en planta el eje del río y en las orillas, dibujar una línea paralela al eje a la cual llegarán los extremos de los espigones.

La longitud de cada espigón, estará dada por la distancia de la orilla real a esa línea.

Cuando se trata de una rectificación en cauces formados por arenas y limos conviene dentro de lo posible, que los radios de las curvas medidos hasta el eje del río, tengan la longitud (R) siguiente:

$$2.5.B \leq R \leq 8B \quad \text{donde: } B = \text{ancho del río.}$$

Cuando la curva es uniforme (rectificación), todos los espigones tienen la misma longitud, ángulo de orientación y por lo tanto, la separación entre ellos es constante.

Cuando sólo se desea proteger las orillas actuales de un río y no es posible hacer trabajos de rectificación, la línea que une los extremos de los espigones, deberá trazarse lo más uniformemente posible aunque no necesariamente tendrá un radio de curvatura único. Los proyectos de este tipo, son los más comunes ya que se trata de fijar las orillas al menor costo posible (véase figura 13.b).

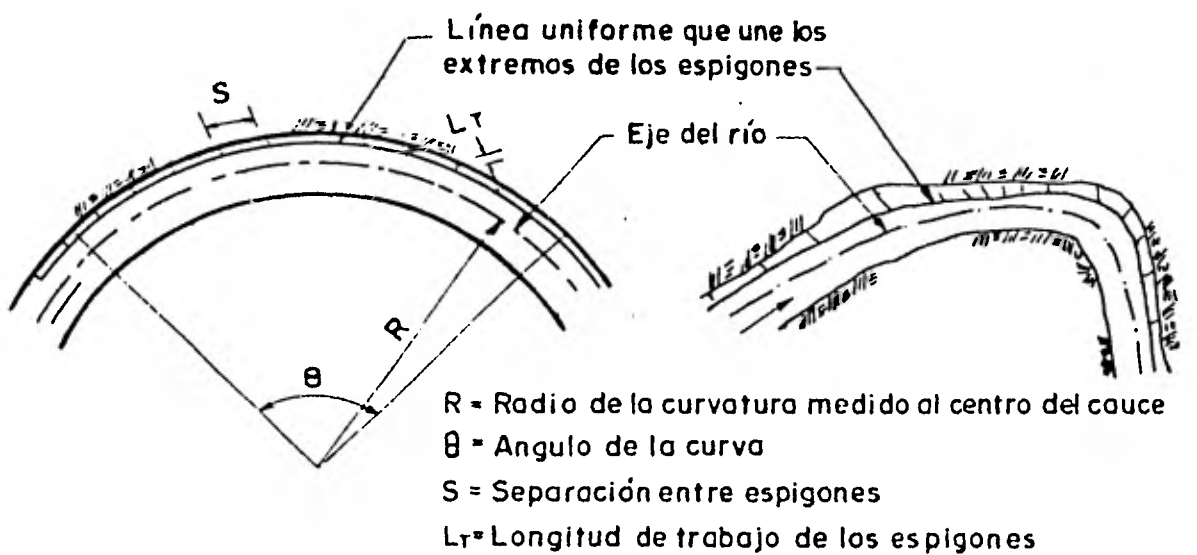
La selección de la línea que une los extremos de los espigones influye en la longitud de los mismos y ésta junto con la orientación que se les dé, determina la separación entre ellos. Por lo tanto, es indispensable estudiar varias localizaciones en esa línea (véase figura 13).

Al proteger ya sea una sola curva o un tramo completo, los primeros tres espigones de aguas arriba deben tener longitud variable.

El primero deberá ser de la menor longitud posible (igual

al tirante para el gasto dominante) y los otros dos aumentan uniformemente de tal manera que el cuarto tenga ya la longitud de proyecto (véase figura 14). La pendiente longitudinal de la corona debe ser uniforme en todos ellos.

PLANTA

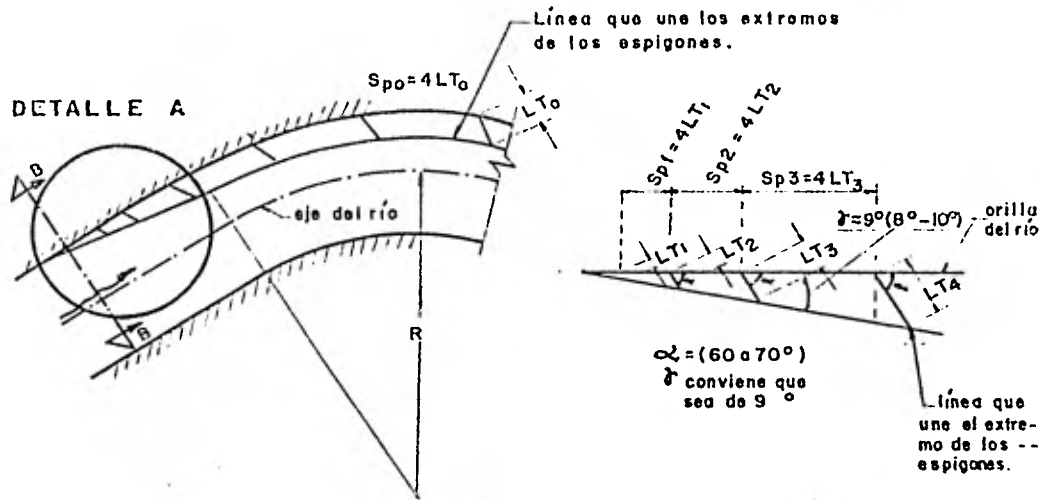


a) Curva trazada con un solo radio

b) Curva real formada con tramos que tienen diferentes radios de curvatura.

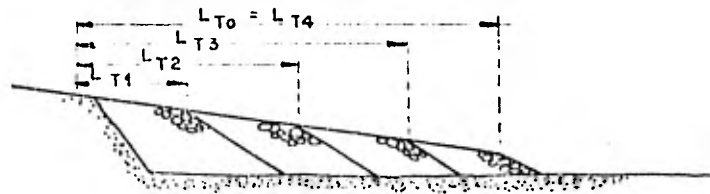
Fig. 13

PLANTA



DETALLE A

Todos los espigones de la curva deben tener la misma pendiente longitudinal



Corte longitudinal B - B

Proyecto de los primeros espigones de aguas arriba.

Fig. 14

IV.8.- LONGITUD DE LOS ESPIGONES :

La longitud total de un espigón se divide en longitud de anclaje o empotramiento y longitud de trabajo. La primera es la que está dentro de la margen y la segunda - la que está dentro de la corriente.

Longitud de Trabajo.- La longitud de trabajo medida sobre la corona, se selecciona independientemente y conviene -- que esté dentro de los límites siguientes:

$$h \leq L_t \leq B/4$$

donde: L_t = longitud de trabajo.

B = ancho medio del río.

h = tirante medio.

Se ha mencionado que la longitud de trabajo se selecciona independiente, pero en el inciso anterior se indicó que - todos los puntos de los espigones deben llegar a una línea de proyecto, por lo que la selección de esta línea podrá depender de alguna longitud preseleccionada.

Longitud de Anclaje o Empotramiento.- Los espigones se -- pueden construir sin tener longitud de anclaje, es decir sin que penetren dentro de la margen apoyados únicamente a la orilla. La máxima longitud de empotramiento es ---- igual a $Lt/4$.

Por economía conviene que la longitud de anclaje sea la - menor posible. En algunos casos los espigones se proyec- tarán sin empotramiento porque resulta mucho más económi- co reparar los daños que sufren unos cuantos espigones al presentarse una avenida que empotrar a todos. La repara- ción se hace durante épocas de estiaje y consiste en pro- longar el espigón hasta unirlo a la orilla erosionada. - Los espigones fallan durante el primer período de aveni-- das, pero una vez reparados trabajan adecuadamente casi - sin mantenimiento posterior. Cuando debe evitarse comple- tamente la falla de cualquier espigón en un tramo de inte- rés especial, conviene que la separación entre espigones sea menor o que todos sean empotrados.

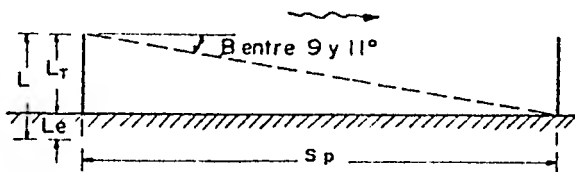
IV.9.- SEPARACION ENTRE ESPIGONES :

Los espigones de la misma longitud deben estar mas espaciados dentro de un río ancho que dentro de un río angosto.

La separación entre espigones se mide en la orilla entre los puntos de arranque de cada uno y depende primordialmente de la longitud del espigón de aguas arriba de su orientación y de la localización de orilla. Para calcularla se toma en cuenta la inclinación del espigón respecto a la orilla de aguas abajo (α) y la ampliación teórica de la corriente al pasar por el extremo del espigón. El ángulo de esa ampliación (β) es de 9° a 11° (véase figura 15).

Separación en Tramos Rectos.- Cuando se requieran construir espigones en tramos rectos y sin empotramiento en la margen, la separación deberá ser:

ESPIGONES (PLANTA)

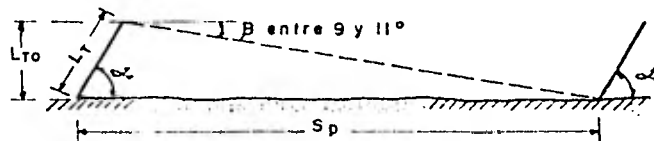


$5.1 L_T \leq S_p \leq 6.3 L_T$
(conviene la mayor separación posible, pero si no se empotran deben separarse $5L_T$ como máximo)

L_T longitud de trabajo
 L_e longitud de empotramiento o anclaje

a) Espigones normales a la corriente

$$S_p = L (\cos \alpha + \tan \alpha \cot \beta) = L (\cot \alpha + \cot \beta)$$



b) Espigones inclinados hacia aguas abajo

α	L_T	Sp (teórica)	Sp teórica	Sp recomendada	
		en función de L_T	en función de L_T	espigón empotrado	espigón sin empotrar
60°	1.15 L_{T0}	(5.7 - 6.9)	(5 - 6)	6.0 L_T	5 L_T
70°	1.06 L_{T0}	(5.4 - 6.6)	(5.1 - 6.3)	6.3 L_T	5 L_T
90°	L_{T0}	(5.1 - 6.3)	(5.1 - 6.3)	6.3 L_T	5 L_T

Trazo de espigones en márgenes rectos

Fig. 15

α	separación Sp
90° a 70°	(5.1 a 6.3) Lt, (5.2. a 6.4) LTo
60°	(5.0 a 6.0) Lt, (5.7 a 6.9) LTo

donde: Lt = longitud de trabajo.

LTo = longitud total.

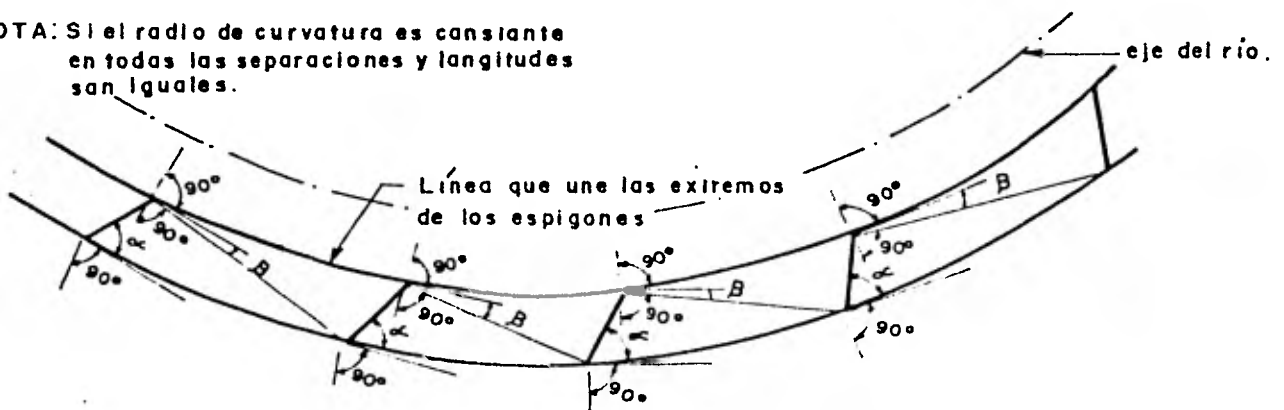
Separación en Curvas.- La separación SP entre espigones colocados en curvas, conviene encontrarla gráficamente como se indica en la figura 16. Si la curva es regular y tiene un único radio de curvatura, la separación para que nos de buenos resultados es $Sp = (2.5 \text{ a } 4) Lt$. Para radios de curvatura mayores de $4B$ se recomienda separaciones de $4Lt$. Si la curva es irregular o con un radio de curvatura pequeño, la separación entre espigones necesariamente deberá encontrarse en forma gráfica (véase figura 16). Al mismo tiempo quedan fijadas sus longitudes y se escogen sus ángulos de orientación.

Cuando se desea efectuar una obra más económica, se puede separar los espigones $8Lt$ en las rectas y $6Lt$ en las curvas y al año siguiente se deberán construir espigones intermedios de menor longitud aguas arriba de los que estén amenazados o hayan fallado.

Las reglas concernientes al espaciamento de los espigones no son perfectamente fijas. Este espaciamento está en función del ancho del río y de la longitud de los espigones así como de la importancia de lo que se pretende -- proteger.

PLANTA

NOTA: Si el radio de curvatura es constante en todas las separaciones y longitudes son iguales.



Trazo de espigones en una curva

Fig. 16

IV.10.- ELEVACIONES Y PENDIENTES DE LA CORONA :

Los espigones deberán construirse con pendiente - hacia adentro del río. Deberán iniciarse a la elevación de la margen o a la elevación de la superficie libre del agua correspondiente al gasto dominante.

El extremo del espigón que está dentro del cauce deberá - tener alturas máximas de 50 cm. sobre el fondo actual, -- con ello se logran pendientes de 0.05 a 0.25. Los espigones con pendientes longitudinales de 0.1 a 0.5 y 1.0 proporcionan un mayor depósito de sedimento entre ellos ---- (véase figura 17).

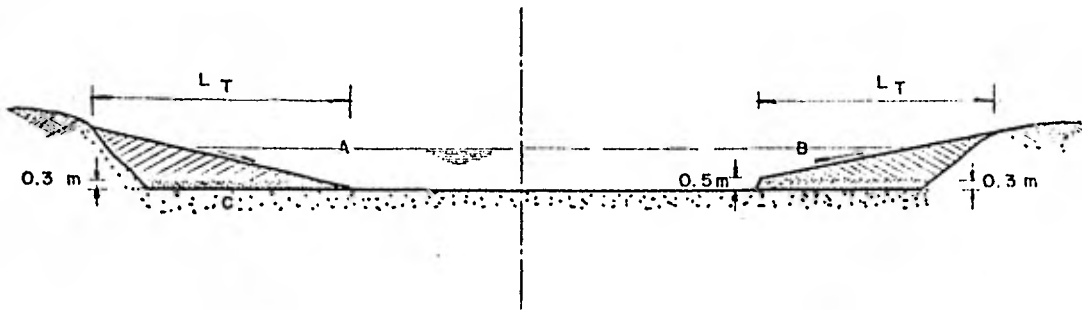
Los espigones con pendientes tan grandes hacia adentro -- del cauce presenta las siguientes ventajas:

a).- No existe prácticamente socavación local en el extremo del espigón.

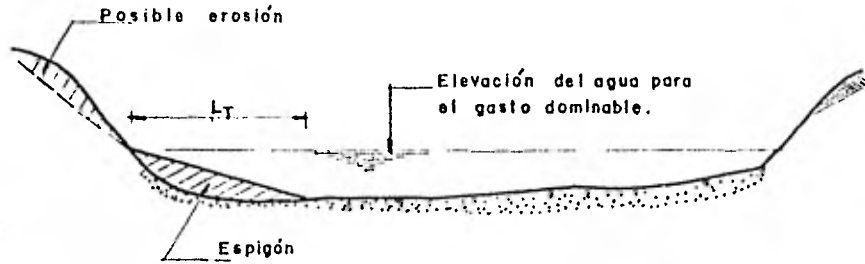
b).- Si el espigón se construye con paredes verticales --

(tablaestacado) solo hay una ligera erosión en su cana de aguas arriba.

La pendiente S conviene que sea uniforme hasta el fondo. También el diseño B ha dado buenos resultados. La forma A permite construir los espigones más económicos. El piso C de los espigones debe construirse primero para evitar erosiones locales durante la construcción, si la velocidad es mayor de 50 cm/seg .



a) Colocación de un espigón cuando la margen no esta muy elevada.



b) Colocación de un espigón cuando la margen esta muy elevada.

Fig 17

c).- Si se construye con caras inclinadas (pedraplén) y -
sus taludes son de 1.5:1 , se produce un depósito in
mediato y adyacente a su cara de aguas abajo que pro
tege al mismo espigón.

d).- Cada espigón necesita para ser construido entre 40 y
70% del material requerido para construir un espigón
con corona horizontal.

Los mayores ahorros se tienen en espigones contruidos --
con pedraplén o gaviones.

IV.11.- ORIENTACION DE LOS ESPIGONES :

Los espigones pueden estar dirigidos hacia aguas abajo o aguas arriba o también ser normales a la corriente. La orientación de los espigones se mide por el ángulo que forman hacia aguas abajo, el eje longitudinal del mismo con la tangente a la orilla en el punto de arranque (véase figuras 15 y 16).

En un tramo recto, en una curva regular, conviene que los espigones formen un ángulo de 70° con la dirección de la corriente. Si la curva es irregular y aún más si tiene un radio de curvatura menor de $2.5B$, los ángulos de orientación serán menores de 70° y pueden alcanzar valores hasta de 30° (véase figura 16).

Orientaciones mayores de 90° obligan a menores separaciones entre los espigones y por lo tanto, a tener un mayor número de ellos para una misma longitud por proteger. --

Con ángulos de 120° los espigones no trabajan satisfactoriamente debido a que la erosión de la margen es mayor -- por las líneas de corriente (véase figura 17).

Para ángulos entre 70 y 90° la longitud del espigón es -- prácticamente la misma (véase figura 13). Como la corriente no es paralela a las márgenes para todos los gastos, - conviene colocar los espigones con un ángulo α de 70° - en lugar de que sean normales.

En una curva con radio de curvatura muy pequeño ($r \leq 2.5B$), con α menor de 40° , empieza a convenir hacer una protección marginal continua.

IV.12.- PERMEABILIDAD DEL ESPIGON :

Materiales de Construcción.- Los espigones se pueden construir con una gran variedad de materiales como madera, troncos y ramas de árboles, piedra, bolsacreto, elementos prefabricados de concreto, acero y alambre, etc. - Los más usuales en nuestro medio son los formados con tablestacado y contruidos con enrocamiento ya sea colocado suelto o dentro de gaviones (cajas formadas con malla de alambre).

Espigones Impermeables.- Los espigones impermeables se -- utilizan principalmente para modificar la dirección de -- las líneas de corriente en los ríos o sea para alejar a - la corriente lo más posible de la orilla.

Espigones Permeables.- Se utilizan para reducir la velocidad de la corriente en una zona que se desea rellenar con los sedimentos arrastrados por el río (formar margen), o sea que el agua cargada de sedimentos pase entre ellos y

al reducir su velocidad, deposita dichos materiales.

Los materiales utilizados en la construcción de los espigones deben ser lo suficientemente resistentes para soportar el empuje de la corriente y el de los troncos, árboles y cuerpos flotantes que pueda arrastrar el río. Por esto último, generalmente son destruidos los espigones -- formados con troncos y ramas de árboles, a lo cual contribuye la pérdida que sufre su resistencia a medida que se pudren.

IV.13.- EJEMPLO ILUSTRATIVO DE APLICACION :

DATOS DE PROYECTO

- 1.- CORRIENTE : RIO PANTEPEC
- 2.- LUGAR : HIDALGO AMAXAC, MPIO.
ALAMO TEMAPACHE, VER.
- 3.- TIPO DE PROBLEMA : EROSION E INUNDACION
EN LA MARGEN DERECHA.
- 4.- CARACTERISTICAS DE PROYECTO :
- 4.1.- SOLUCION PRO-
PUESTA : PROTECCION MARGINAL -
CON BORDO Y ESPIGONES.
- 4.2.- LONGITUD DEL
TRAMO : BORDO Y ESPIGONES SE-
PARADOS EN UNA LONGI-
TUD DE 1 KM.
- 5.- COSTO ESTIMADO : \$ 1'991,639.00
- 6.- PROGRAMA DE EJECU-
CION : SE ANEXA

IV.13.1.- INFORMACION DISPONIBLE :

Estudios Socioeconómicos.- Se tienen daños en el poblado, así como en las tierras de cultivo.

Estudios Topográficos.- Planta topográfica a escala 1:1000 problemas de erosión en la margen derecha, así como inundaciones periódicas.

Estudios Hidrológicos.- Lo único que se tiene es la cota de inundación siendo ésta la 51.00 .

Estudios Geotécnicos.- Se tiene un banco de préstamo (roca) a un kilómetro de distancia del lugar de la obra.

IV.13.2.- ELABORACION DEL PROYECTO :

Las coordenadas de la Tabla de Datos de Localización se obtuvieron directamente de la planta topográfica.

CALCULO DE CURVAS

$$\text{DISTANCIA} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$d_{1-2} = \sqrt{(1059.00 - 998.50)^2 + (828.50 - 911.50)^2} = \\ \sqrt{(60.5)^2 + (-83)^2} = 102.70$$

$$d_{2-3} = \sqrt{(159.5)^2 + (-320.5)^2} = 257.99$$

$$d_{3-4} = \sqrt{(116)^2 + (-119)^2} = 204.24$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan^{-1} \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{-83}{+60.5} = 53.91 + 90 = 143.9111 =$$

$$Az_{1-2} = 53.91 + 90 = 143.9111 = 143^\circ 54' 39''$$

como $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-}{+}$ se le suman 90°

$$\theta = \tan^{-1} \frac{-320.5}{+159.5} = 63.54 + 90 = 153.54231 =$$

$$Az = 63.54 + 90 = 153.54231 = 153^\circ 32' 32''$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{-199}{+166} = 35.63 + 90 = 125.63551 =$$

$$Az_{3-4} = 35.63 + 90 = 125.63551 = 125^\circ 38' 07''$$

DEFLEXIONES : $\Delta = Az_2 - Az_1$

$$\Delta_1 = 153.54231 - 143.9111 = 9.63131$$

$$\Delta_2 = 125.63551 - 153.54231 = 27.9068$$

PI₂ :

Se propone un Gc = 10

$$R = 10/\text{sen } Gc/2 \quad R = 10/\text{sen } 10/2 = 114.73 \text{ m.}$$

$$ST = R \tan \Delta/2 \quad ST = 114.73 \tan 9.63/2 = 9.66 \text{ m.}$$

$$LC = 20 \times \Delta/Gc \quad LC = 20 \times 9.63/10 = 19.26 \text{ m.}$$

$$PC = PI - ST \quad PC = 0+102.70-9.66 = 0+093.64 \text{ m.}$$

$$PT = PC + LC \quad PT = 0+093.64+19.26 = 0+112.30 \text{ m.}$$

$$Km_3 = PT_2 - ST_2 + d_{2-3} \quad Km_3 = 0+112.30-9.66+357.99 =$$

$$Km_3 = 0+460.63 .$$

PI₃ :

Se propone un Gc = 20°

$$R = 10/\text{sen } Gc/2 \quad R = 10/\text{sen } 20/2 = 57.58 \text{ m.}$$

$$ST = R \tan \Delta/2$$

$$ST = 57.58 \tan 27.90/2 = 14.30 \text{ m.}$$

$$LC = 20 \Delta/Gc$$

$$LC = 20 \times 27.90/20 = 27.90 \text{ m.}$$

$$PC = PI_3 - ST$$

$$PC = 0+460.63 - 14.30 = 0+446.33 \text{ m.}$$

$$PT = PC + LC$$

$$PT = 0+466.33 + 27.90 = 0+474.23 \text{ m.}$$

$$Km_4 = PT_3 - ST_3 + d_{3-4}$$

$$Km_4 = 0+474.23 - 14.30 + 204.24$$

$$Km_4 = 0+664.17$$

Se anexa tabla con los datos de localización.

IV.13.3.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL BORDO :

- El cuerpo del terraplén de los bordos tendrá un ancho de corona de 4.00 m. con una pendiente del 2% hacia el talud mojado que aparte de servir como bordo de protección, también servirá como BORDO-CAMINO.
- El cuerpo del terraplén del bordo tendrá taludes a ambos lados de 2:1 .
- El cuerpo del terraplén del bordo será con una parte del material que se obtendrá del abatimiento.
- Dicho material se colocará en capas de 30 cm. compactadas con el tránsito de la maquinaria al 90% de la prueba PROCTOR, según especificaciones de la S.A.R.H.
- La rasante de bordo estará en la cota 51.50 - conservándose desde el Km. 0+000 hasta el Km. 1+015.21 .

- Los datos del terreno natural están en base --
al eje de bordo con una separación de 20 m.

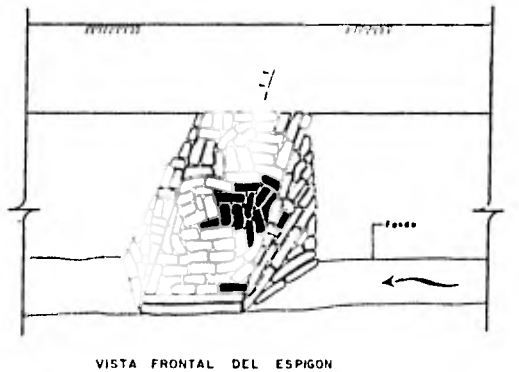
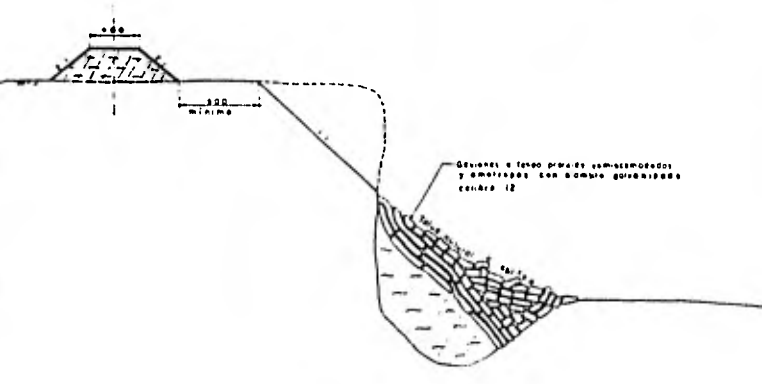
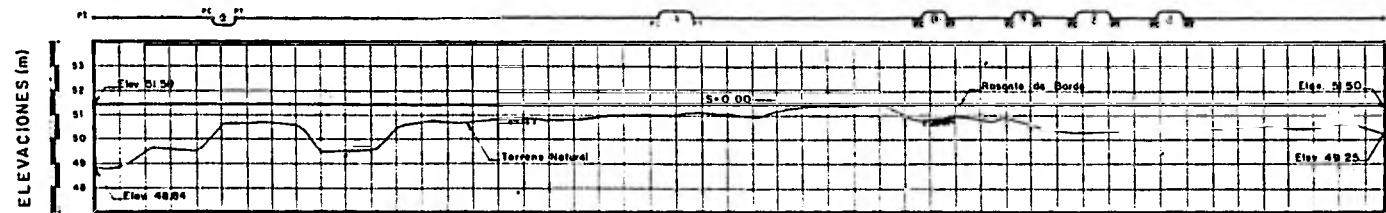
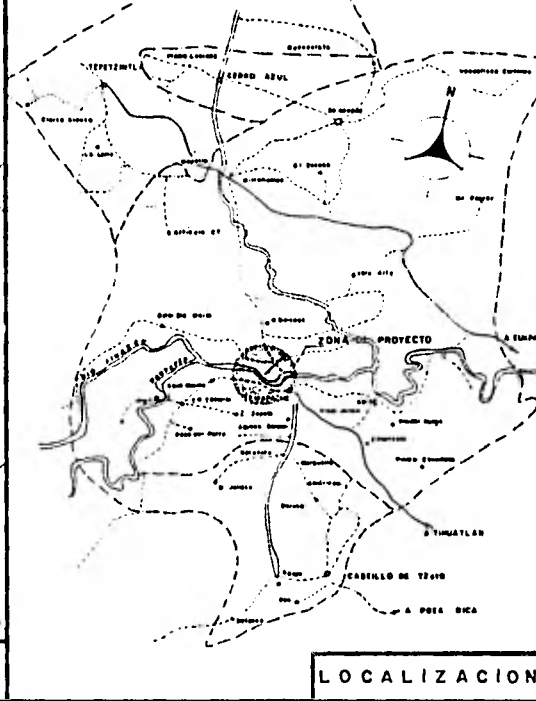
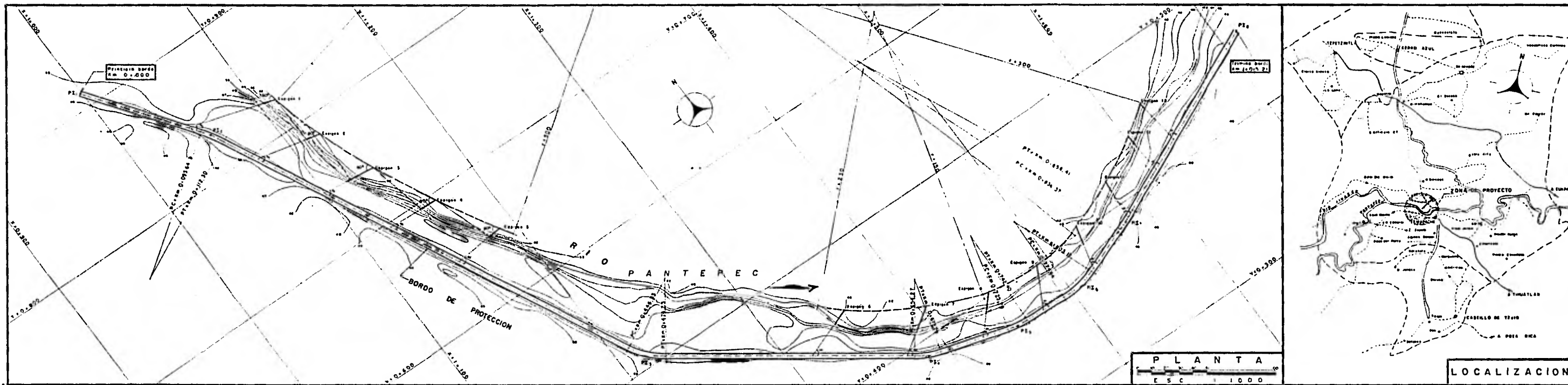
El diseño de los espigones se hizo en base a --
los incisos IV.6 al IV.12 .

IV.13.4.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESPIGONES :

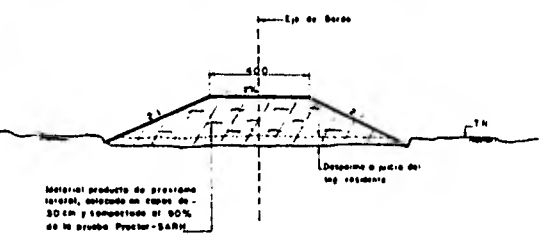
- Los espigones tendrán un ángulo de 60° con --
respecto a la curva imaginaria.
- Los espigones están referidos al eje de bordo
teniendo un cierto kilometraje y ángulo (α)
estos datos aparecen en la Tabla de Espigones
que se encuentra en el plano.
- Para la formación de los espigones, primero -
se hará un abatimiento del terreno natural --
con un talud de 1:1 colocando el material suelto
a fondo perdido, después los gaviones se -
tirarán también a fondo perdido semiacomoda--
dos y amarrados.

- El talud que tendrán los espigones será el talud natural a volteo.
- La distancia mínima entre el bordo y el talud del abatimiento será de 5.00 m.
- La longitud de los espigones varía debido a -
la Topografía.

Este proyecto tuvo poca información. Se anexan presupuesto y programa de obras a ejecutar.



MAR. DER.	TERRAPLEN	RASANTE	T. NATURAL	ESTACION
0+00	48.44	51.50	48.44	0+00
20	48.83	51.50	48.83	20
40	49.40	51.50	49.40	40
60	49.80	51.50	49.80	60
80	50.70	51.50	50.70	80
100	50.70	51.50	50.70	100
120	50.70	51.50	50.70	120
140	50.70	51.50	50.70	140
160	50.70	51.50	50.70	160
180	50.70	51.50	50.70	180
200	50.70	51.50	50.70	200
220	50.70	51.50	50.70	220
240	50.70	51.50	50.70	240
260	50.70	51.50	50.70	260
280	50.70	51.50	50.70	280
300	50.70	51.50	50.70	300
320	50.70	51.50	50.70	320
340	50.70	51.50	50.70	340
360	50.70	51.50	50.70	360
380	50.70	51.50	50.70	380
400	50.70	51.50	50.70	400
420	50.70	51.50	50.70	420
440	50.70	51.50	50.70	440
460	50.70	51.50	50.70	460
480	50.70	51.50	50.70	480
500	50.70	51.50	50.70	500



DATOS DE LOCALIZACION									
PI	Km	COORDENADAS		d	α	β	γ	δ	ε
		X (m)	Y (m)	(m)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)
1	0+220	0+320.50	0+310.50	108.70	43°54'39"				
2	0+102.70	1+058.00	0+828.50	116.73	9°59'	19.78	0+293.62	0+112.30	
3	0+550.53	1+118.50	0+308.00	104.24	10°18'07"				
4	0+855.12	1+394.50	0+282.50	70.18	104°06'44"				
5	0+133.18	1+492.00	0+359.50	69.11	97°36'39"				
6	0+858.50	1+582.20	0+387.00	58.88	80°15'38"				
7	0+918.21	1+718.50	0+452.00	228.78	10°03'	20.04	0+818.37	0+818.41	

TABLA DE ESPIGONES			
No.	Km	[m]	Ch.
1	0+087.3	10.00	310'
2	0+140.0	10.00	315'
3	0+193.0	10.00	320'
4	0+246.0	11.00	325'
5	0+301.0	11.00	330'
6	0+354.0	12.00	335'
7	0+408.0	13.00	340'
8	0+462.0	14.00	345'
9	0+517.0	15.00	350'
10	0+572.0	16.00	355'
11	0+627.0	17.00	360'
12	0+682.0	18.00	365'
13	0+737.0	19.00	370'

CANTIDADES PRINCIPALES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Desmonte	m ³	1000
Desperdicio	m ³	3000
Material para formacion de Borden	m ³	8225.00
Espligones 4x2x0.5	Pie	847.00

NOTAS
Añadiciones en centímetros Estaciones en metros
El kilometraje de los espigones este referido a lo poligonal de apoyo

UNAM ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN INGENIERIA CIVIL
Rta. Panterec, Municipio Amaten, Depto. Yucatán, Méx.
BORDO Y ESPIGONES
PLANTA, PERFIL Y DETALLES
TESIS PROFESIONAL
ALEJANDRO ANGEL HERMAN RUSINEK

BORDO Y ESPIGONES
RIO PANTEPEC, AMAXAC HIDALGO, MPIO. DE ALAMO, EDO. DE VER.

LONG. = 1016 m.

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (CON LETRA)	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)
CLASIFICACION	ENUNCIADO					
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS					
7.1	TERRACERIAS					
7.1.1	DESMONTE					
7.1.1.1	Desmonte, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	1	(SIETE MIL QUINIENTOS TREINTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.)	7,538.00	7,538.00
7.1.1.2	Despalme del material no apto para cimentación y/o despalme de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m ³	3,103	(DIECISEIS PESOS 00/100 M.N.)	16.00	49,648.00
7.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES					
7.1.3.1	Terraplen para bordos y caminos formado con material obtenido de préstamo con acarreo.					
7.1.3.1.4	Mayor de 500 y hasta 1000 metros.	m ³	6,225	(SETENTA Y UN PESOS 00/100)	71.00	441,975.00
7.1.3.2	Compensación adicional por compactación de los terraplenes construidos según conceptos 7.1.3.1	m ³	9,328	(VEINTICUATRO PESOS 00/100)	24.00	223,872.00
7.2.5	CONCEPTOS DIVERSOS					
7.2.5.1	Suministro y colocación, armado, llenado de gaviones de dimensiones: 4 X 1 X 0.5	pza	847	(UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO PESOS 00/100 M.N.)	1,284.00	1,087,548.00
						\$ 1,810,581.00
					10% IVA	181,058.00
					Total :	\$ 1,991,639.00

CONCEPTOS

DIAGRAMA DE BARRAS

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO NECESARIO (Dias)	RENDIMIENTO POR EQUIPO	N° DE EQUIPO NECESARIO	COSTOS \$	DIAGRAMA DE BARRAS									
							SEMANA I	SEMANA II	SEMANA III	SEMANA IV	SEMANA V	SEMANA VI				
1	Desmante	1 Ha	1	.4ha/hr.	1	8,292.00	■									
2	Despalme	3103 m ³	3	150 m ³ /hr.	1	54,613.00	■	■								
3	Mat. para formación de bardas	6225 m ³	6	150 m ³ /hr.	1	486,172.00		■	■	■						
4	Compensación	9328 m ³	6	350 m ³ /hr.	1	246,259.00			■	■	■					
5	Colocación de Gaviones 847 Pzas.	1694 m ³	21	24 m ³ /por	3	1,196,303.00				■	■	■	■	■	■	■
						\$ 1,991,639.00										
EQUIPO NECESARIO																
1 - 2	Tractor D-8y cuchilla S-5															
3	Tractor D-7G y Motoconformadora															
4	Tractor Compactador															

Formó: _____ Dibujo: Y. GARCIA F.
 Verificó: _____ Revisó: _____

INVERSIONES	PARCIALES	224,962.34	545,254.14	423,887.20	341,800.86	341,800.86	113,933.61
	ACUMULADAS	224,962.34	770,216.48	194,103.60	535,904.50	877,705.30	1,991,639.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :

El desarrollo y los avances en la civilización han tenido como resultado inevitable, el constante crecimiento de zonas urbanas y cultivadas. Estos lugares son atravezados por corrientes naturales en las cuales el gasto sólido --- arrastrado por la corriente o en suspensión, en el fluido es gradualmente depositado al llegar a las zonas planas y llanuras restando capacidad hidráulica a los cauces.

Estos problemas se deben principalmente a la acción erosiva que provoca el escurrimiento intenso de las avenidas.

Así los problemas se multiplican porque las obras para controlar definitivamente un cauce a lo largo de todo un valle para la más grande avenida probable, resultarían irrealizables por su gran magnitud y costo.

Por esa razón se protegen exclusivamente tramos cortos donde se tienen los mayores daños o pérdidas.

Para reducir en su mayoría los desbordamientos y desplazamientos laterales de un río, los bordos y espigones son -- obras que resultan más económicas y factibles de realizar pero, para poder resolver completamente el problema de las inundaciones serán necesarias obras tales como: Presas de Almacenamiento, Presas Derivadoras, Presas Filtrantes, Represas, etc. , con la finalidad de retener o retardar las avenidas máximas así como el arrastre de sedimentos.

Aparte de las obras para el control de avenidas, existe -- otra medida que puede ayudar a evitar siniestros en caso -- de presentarse una avenida y es la de vigilar permanente-- mente los cauces, principalmente en las zonas urbanas para evitar el establecimiento de asentamientos humanos dentro de los cauces o en las zonas aledañas a los mismos. Sin -- embargo, esta medida requerirá del estudio de aspectos sociales y jurídicos que quedan fuera del alcance de este -- trabajo.

Como resultado de lo anterior, la selección de un diseño - de una obra para el control de avenidas se resuelve generalmente por experiencia y juicio, más que por un procedimiento técnico rígido, ya que para cada problema se requerirá un criterio diferente en su solución.

REFERENCIAS

- 1.- La Dirección General de Control de Ríos e Ingeniería de Seguridad Hidráulica cuenta con un formato de Estudios Socioeconómicos completo.
- 2.- Topografía General, Sabro Higashida Miyabara; Topografía I, II, III y IV, Miguel Montes de Oca.
- 3.- Hidrología, Rolando Springall.
- 4.- Mecánica de Suelos Tomos I y II, Juárez Badillo y Rico. Mecánica de Suelos, Terzaghi y Peck.
- 5.- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, S.A.H.O.P.
- 6.- Conceptos Principales de Trabajo de S.A.R.H. y Manual de la misma.
- 7.- La Subdirección de Análisis y Programación de Obras - de la D.G.C.R.I.S.H. cuenta con dichos métodos en programas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Open Channel - Hidraulics, Ven T. Chow.
- 2.- Travaux Fluviaux, Gabriel Jamme.
- 3.- Curso sobre Control de Avenidas, Centro de Educación Continua.
- 4.- Revista de Recursos Hidráulicos, Vol. IV, Núm. 2
1975.
- 5.- Geomorfología, Derruau, Ediciones Ariel-Barcelona.
- 6.- Hidráulica General, Sotelo Avila.