

12
2 Gen



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

EL CANAL INTRACOSTERO MEXICANO

TRABAJO ESCRITO

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

RAUL ARENAS CORREA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Pag.
I Introducción	1
II El Concepto de Canal Intracostero como Alternativa de Transporte	6
III Navegabilidad en los Rfo y Esteros del Golfo de México	11
IV El Canal Intracostero Mexicano. Factibilidad de Construcción y Operación	42
4.1 Descripción de la Ruta del Canal	42
4.2 Inversiones Probables	49
V Descripción de algunos Canales Interiores en Proyecto o en Operación en el Mundo	57
5.1 Navegación Fluvial en Europa	57
5.2 Navegación Fluvial en Estados Unidos de América	60
5.3 El Sistema del Rfo Tennessee	62
5.4 Proyecto Tennessee-Tombigbee	65
VI Conclusiones y Recomendaciones	68
Bibliografía	71

I INTRODUCCION

Los canales son vías de comunicación artificiales usados generalmente para la irrigación, abastecimiento de aguas, desagüe y como medio de transporte para la navegación.

Los canales de navegación proporcionan un medio adecuado para el tránsito de equipo flotante, ya sea con embarcaciones pequeñas ó, embarcaciones de alta mar. Es importante hacer notar el uso tan difundido de las vías navegables que se localizan en los países más avanzados del orbe, tal es el caso de las obras de intercomunicación fluvial de los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, La U.R.S.S., los Canales de los Países Bajos, Francia, Alemania, etc.

Los canales de Suez y Panamá, son dos ejemplos reales cuya construcción ahorra miles de kilómetros de viaje de un punto a otro, a través del océano; en el primer caso, el tránsito por el canal de Suez ahorra una distancia considerable de kilómetros de navegación a las embarcaciones que comunican cualquier punto del Mar Mediterráneo con la India, en tanto que el Canal de Panamá hace un acortamiento similar de distancias entre las costas del océano pacífico y el océano Atlántico.

Mientras que los canales artificiales de Suez y Panamá presentan los ejemplos más espectaculares de ahorro de tiempo y distancia, otros canales se construyen con fines diferentes no menos importantes que los anteriores, por ejemplo: los canales intracosteros que se localizan -- tierra adentro del continente, paralelos a la costa, y guardando una corta distancia a ésta. Una de las ventajas más importantes de los canales intracosteros es la protección a las embarcaciones de las frecuentes inclemencias meteorológicas de mar abierto, asegurando así la navegación en toda época del año. Algunos ejemplos de estos canales son: El canal intracostero de Charleston a Florida cuya ruta de navegación es a través de las costas de South Carolina, Georgia y Florida; el canal Chesapeake, que se une al Rfo Delaware, en la bahía Chesapeake, que tiene una ruta navegable por entre las costas de Maryland, Delaware y Virginia, hasta unirse con el Rfo James; todos estos canales localizados en los Estados Unidos.

Existen también canales de navegación para los accesos a ciudades dentro del continente; este tipo de canales tienen salida hacia mar abierto con el propósito esencial de obtener una mayor economía en el transporte marítimo. Ejemplos de este tipo de canales son: El Canal Moscú, en la U.R.S.S., que une a esta ciudad con el Rfo Volga; el Manchester -

en Inglaterra, que liga a la ciudad con el Rfo Mersey; El San Lorenzo, entre Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica, que une a los Grandes Lagos con el Oceano Atlántico.

De hecho el tipo de canal más usual es el que conecta con los rfos navegables, lagos y otros canales interiores, ejemplos de estos canales son: El Mariinsk en la U.R.S.S., que une los mares Báltico y Negro, - aprovechando el Rfo Volga; el Canal Lenin, que enlaza las aguas de los Rfos Don y Volga; en Alemania los canales que unen las aguas de los -- rfos Rin, Ems, Elba, Oder y Vistula; en Suecia el Canal Gota que une - el Lago Berner con el Estrecho Danés; en Estados Unidos de Norteamérica, el Sistema de canales navegables interiores unidos al canal Saint-Maryfalls, que unen el Lago Superior y el Lago Hurón; El sistema de -- canales que unen al Rfo Mississippi con los lagos Salvador, Bergne y - Ponchartrain.

En lo que concierne a México, en varias regiones de la República --- existen medios naturales de navegación cuyo acondicionamiento puede lograrse con pequeñas inversiones, obteniéndose de ellas beneficios muy superiores al monto de dichas erogaciones. Tal es el caso del -- sureste de México, que ofrece en forma natural una red fluvial de -- intercomunicación que puede ser integrable al Sistema Portuario Na-- cional por medio de la construcción de un canal Intracostero alojado

en la planicie costera del Estado de Tabasco, parte de Veracruz y Campeche, para ligar Los Puertos de Coatzacoalcos y Frontera con Ciudad del Carmen.

Lo antes mencionada es el objetivo primordial del presente estudio que se desarrolla de la siguiente forma:

En el capítulo segundo se analizan las condiciones actuales del transporte terrestre y marítimo de la zona, así como sus desventajas con respecto a un impulso al transporte fluvial, que se originaría con la construcción de el canal Intracostero que ligue el Puerto de Coatzacoalcos con Ciudad del Carmen.

En el capítulo tercero, se presenta la descripción de los aspectos más relevantes de navegación fluvial en los ríos del Sureste de la República que son principalmente; el río Coatzacoalcos con sus afluentes de mayor importancia, el río Tonalá, Usamacinta, Champan, Candelaria, Palizada, y el sistema Fluvial de Tabasco que forma una compleja red de intercomunicación en diversos sitios del cual forman parte de ríos: Grijalva, Mezcalapa, Pichucalco, Tacotalpa, Teapa, Chilapa, Macuspana y Toltja.

El capítulo cuarto describe la ruta del canal Intracostero de Coatzacoalcos a Ciudad del Carmen, la cual consta de dos etapas dentro de su construcción, la primera etapa que cubre el tramo Frontera a Coatzacoalcos con una longitud de 230 km. y la segunda etapa de Frontera a Ciudad del Carmen en una longitud de 97 km., con lo que se tendrán 327 km. de longitud total de canal a través de una serie de pequeñas y grandes lagunas próximas entre sí y áreas intermedias compuestas de terrenos pantanosos. También se incluye el análisis de inversiones probables de las obras del anteproyecto.

El capítulo quinto contiene una recopilación de las características que presenta la modalidad del transporte fluvial dentro del contexto mundial. En primera instancia, se presentan las condiciones generales en que se realiza la navegación Fluvial en el continente europeo, haciendo énfasis en lo referente al Canal de Europa y sus propósitos. Posteriormente se estudia el sistema de navegación interior de los Estados Unidos de América, caracterizándose de forma detallada al subsistema del río Tennessee, continuando con una descripción breve del proyecto del canal de unión de los ríos Tennessee y Tombigbee.

En el capítulo sexto se termina con las conclusiones y recomendaciones del estudio.

II EL CONCEPTO DE CANAL INTRACOSTERO COMO ALTERNATIVA DE TRANSPORTE

En la zona del Sureste de la República Mexicana entre los Estados de Veracruz, Tabasco y Campeche existe una superficie rica en recursos naturales aún no aprovechados debidamente por la poca comunicación con el exterior, como consecuencia de una gran cantidad de ríos y las adversidades de las características topográficas que facilitan inundaciones, provocando con esto, que la comunicación terrestre sea, por un lado, de difícil operación, y por otro, costosa en construcción y mantenimiento.

La construcción de carreteras en esta parte del país, se ha enfrentado a las dificultades técnicas que se derivan de las características pantanosas de grandes superficies, numerosos cauces, frecuentes inundaciones debido a desbordes de ríos y fuertes precipitaciones locales, --- con la necesidad de construir largos puentes para salvar los caudalosos ríos que desembocan en el Golfo de México.

Desde el punto de vista económico, algunos proyectos carreteros han sido francamente incosteables; en ciertos casos, como el tramo Villahermosa-Champotón en la ruta a Campeche, se ha optado por elegir trazos tierra adentro para salvar diversos obstáculos naturales como lagunas y desembocaduras de ríos.

El sistema actual de transporte en la zona de estudio, está constituido principalmente, por una red de carreteras, que une la mayor parte de -- las cabeceras municipales, con extensión aproximada de 3 400 km.; de -- las cuales 2 500 km. son asfaltadas y el resto de terracerías; algunas de las carreteras están en pésimas condiciones quedando con esto zonas incomunicadas y sin medios de transporte para integrarlas a las actividades económicas. Esto es notorio en las vecindades el río González, -- en las partes bajas del Grijalva y en algunas zonas de los ríos San Pedro y San Pablo y Palizada, para los cuales, las vías fluviales son una opción adecuada en su integración a la actividad económica.

El transporte terrestre se complementa en la región, con dos vías ferroviarias; con una extensión total de la red de 621 km. Una de ellas, -- une a Coatzacoalcos con la Ciudad de México y pertenece a Ferrocarriles Nacionales de México, pero solo se tienen 111 km. de red dentro de la zona en estudio, localizándose entre la estación Almagros y Coatzacoalcos. La otra línea existente es la que se extiende de Coatzacoalcos a Valladolid que tiene una longitud de red dentro de la zona de 510 km. y pertenece a Ferrocarriles Unidos del Sureste. Esta red tiene la desventaja de que no toca los puntos importantes de la zona estudiada, a excepción de Coatzacoalcos en su extremo oeste; otra desventaja es que para alimentar este medio de transporte es necesario recurrir a otros lo cual, además de elevar su costo, le resta funcionalidad.

En cuanto al transporte marítimo esté se realiza en cinco puntos de la región que son: Coatzacoalcos, Frontera, Villahermosa, Ciudad del Carmen y Palizada.

Sobresale por la importancia de volúmenes manejados el Puerto de Coatzacoalcos, que cuenta con el equipo e instalaciones adecuados para el embarque y desembarque de los barcos.

El segundo puerto en importancia, es el de Ciudad del Carmen, Campeche, en el cual se movilizan, principalmente, productos de consumo local, y energéticos líquidos derivados del petróleo.

El puerto de Frontera es el siguiente importante, no tanto en volúmenes manejados sino por su localización; este puerto se encuentra relativamente estancado ya que carece de instalaciones portuarias apropiadas, además de problemas de acumulación de azolve, que demanda de cuantiosas inversiones para su solución.

En cuanto a Villahermosa, el movimiento de carga es únicamente de cabotaje estando la mayor parte constituido por carga general, con entradas y salidas fluviales del puerto hacia poblaciones situadas en alguna vía navegable interior, tales como Palizada, Jonuta y Tenosique.

Comparativamente con la navegación fluvial, la navegación marítima tiene la desventaja de enfrentarse a diversos tipos de eventualidades naturales como son: perturbaciones atmosféricas, dificultades para circular en las vías que conectan la zona portuaria con el mar por falta de profundidad, además la carencia de equipo necesario para realizar las maniobras de carga y descarga de los barcos, lo cual se refleja en el tiempo de espera de las naves y por tanto, en los costos que esa espera implica.

Por lo que se refiere al transporte fluvial existente, éste se encuentra poco desarrollado, aún cuando existen grandes extensiones de vías navegables, se realiza únicamente en algunas partes de los Ríos Grijalva, Usumacinta y Palizada por medio de pequeñas embarcaciones tipo lancha que generalmente mueven mercancías y pasajeros entre sitios relativamente cercanos, salvo algunas excepciones en que se realizan viajes entre Villahermosa y Tenosique.

Ante la situación mencionada, y a fin de proporcionar un servicio adecuado que facilite el desarrollo de la región es necesario dar un impulso al transporte fluvial. Para el efecto, el planteamiento de proyecto es la construcción de un canal intracostero que en la totalidad de su desarrollo se localizaría en la planicie del Estado de Tabasco, parte de --



GOLFO DE MEXICO

- Federal Libre
- - - Estatal en Cooperación
- Otras dependencias
- - - - - Ferrocarril
- - - - - Tercerera
- - - - - Brea
- - - - - Proyecto
- - - - - Ferrocarril



ESTADO DE VERACRUZ
ESTADO DE OAXACA

ESTADO DE VERACRUZ
ESTADO DE CHIAPAS

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	
COMUNICACION ACTUAL EN LA ZONA	
TRABAJO ESCRITO RAUL ARENAS CORREA	
México, D.F. Junio 1980	PLANO N° 1

Veracruz y Campeche, cuya construcción permitirá ofrecer un medio de transporte económico para la región.

El proyecto gravita fundamentalmente en la idea de ligar inicialmente el Puerto de Coatzacoalcos con la totalidad del Estado de Tabasco y, posteriormente, mediante inversiones en mejoramientos adicionales a la navegación, se podría ampliar grandemente su zona de influencia a porciones -- substanciales de los estados de Campeche y Chiapas.

En términos generales para efectos de proyecto, puede decirse que el canal considerado, tiene su origen en Coatzacoalcos y que en su localización se considera el aprovechamiento al máximo de la serie de lagunas y marismas que se tienen a lo largo de este tramo de litoral del país.

Finalmente, el canal se llevaría hasta la Ciudad del Carmen Campeche, -- considerándose su conexión a través de la laguna de Términos, la totalidad del desarrollo de 327 km. entre sus puntos terminales.

En consecuencia podría asegurarse que esta obra contaría para el futuro con el amplia respaldo económico que le suministrarán las necesidades de tráfico siempre creciente de toda esta región del país.

III.- NAVEGABILIDAD EN LOS RIOS Y ESTEROS DEL GOLFO DE MEXICO

En la zona del Golfo de México se localiza la región de mayores recursos hidráulicos del país y es ahí donde se encuentran cuantiosos e importantes escurrimientos, además de cientos de kilómetros de lagunas y esteros susceptibles de ser aprovechados en la navegación fluvial.

Concretando el aspecto de navegación fluvial existen condiciones favorables para establecer en la zona una red funcional para transporte fluvial aprovechando las vías naturales como son ríos navegables y lagunas.

En este capítulo se hace una descripción de los aspectos relativos a la navegación fluvial en la zona, además de las consideraciones técnicas que podrían llevarse a cabo para una eficiente navegación en las mencionadas vías.

RIO GRIJALVA

Este río nace en los límites del Estado de Chiapas con Guatemala, teniendo como principales afluentes los ríos Jatón, Dolores y Tigne Salcagua -- del territorio Guatemalteco.

Aguas abajo de la presa de Malpaso el río toma el nombre de Mezcalapa, ya localizado dentro del Estado de Tabasco, bifurcándose en 2 ramales que toman el nombre de Viejo Mezcalapa y Carrizal.

Al recibir las aportaciones del río de la Sierra y Pichucalco, junto con

el río Viejo Mezcalapa, vuelve a tomar el nombre de Río Grijalva, estando localizada sobre la margen izquierda la población de Villahermosa, Capital del Estado de Tabasco y principal población del Sureste.

Aguas abajo de la confluencia con el río de la Sierra del río Grijalva -- tiene un ancho de 88 m. y profundidad en el eje del río de 10 m.

En la unión del río Carrizal con el río Grijalva se tiene un ancho aguas arriba de la confluencia de 155 m. y profundidad media de 4.50 m. Aguas abajo de la confluencia el ancho del río se incrementa a 198 m. con profundidad media de 4 m. El nivel del río está a 2 m. abajo del nivel del terreno.

En la localización de la "Boca de Aztlán", en la que desemboca, sobre la margen derecha el río Chilapilla el cual no es navegable por la poca profundidad que tiene. Aguas arriba de esta Boca, el río Grijalva tiene un ancho de 74 m. y profundidad máxima en el eje del río de 11 m.

Aguas abajo de la Boca, el río Grijalva incrementa considerablemente su ancho a 170 m. y profundidad en el eje del cauce de 14 m.; en este sitio el río está a 1.50 m. abajo del nivel del terreno y los bordes libres -- son verticales.

En la localización de la Boca de Chilapa, donde se une el río del mismo nombre, con el río Grijalva, la profundidad media de la Boca de Aztlán,

a la del Chilapa, es de 4 m.; aguas abajo de esta Boca existe otra entrada a la laguna del Viento, en este sitio el río tiene un ancho de 230 m. y profundidad en el eje del río de 23 m., se nota a partir de este lugar un incremento de la profundidad del río debido principalmente al aporte del gasto del río Chilapa.

En épocas de avenida el río llega a subir 60 cm. arriba de su nivel actual y en estiajes baja de 1.20 a 1.50 m.

En la confluencia de los ríos Grijalva, San Pedrito y Usumacinta, sitio -- conocido como 3 brazos, el caudal es considerable notándose la separación, de corrientes del río Usumacinta, y las de Grijalva, por los tonos distintos que adquieren sus aguas, de este sitio hacia aguas abajo, hasta llegar a Frontera, el ancho del río es variable, oscilando entre los 500 y 700 m. con una profundidad mínima de 7 m., alcanzando los 22 m. en algunas partes; por lo antes mencionado se puede ver que no existe problema de navegación, ya que su profundidad media es de 5.5 m. sin embargo en época de estiaje, con referencia al actual nivel baja 2 m. dificultando la navegación de embarcaciones mayores que circulan por este río, por lo cual se recomienda dragar estos bajos hasta alcanzar una profundidad mínima de 5 m.

RIO VIEJO MEZCALAPA

Este río, bifurcación del río Mezcalapa, tiene en su nacimiento un ancho de 60 m. y profundidad máxima de 2 m. en el centro del río. Las márgenes de este río están cubiertas por bastante vegetación que dificultan la nave

gación, apareciendo en ocasiones pequeños islotes en medio del río. La profundidad del río es mínima, la corriente es fuerte por el encauzamiento que producen los islotes y el tirante pequeño.

Este río en épocas de avenidas llega a subir hasta 5 m. de su nivel actual y en estiaje, los vehículos lo pueden cruzar, en las cercanías con su desembocadura al río Pichucalco se aumenta progresivamente su profundidad, hasta 10 m. Concluyendo con esto que sobre este río se hace difícil la navegación principalmente por el poco calado existente y la tupida maleza existente en ambas márgenes; lo que disminuye el ancho del río en forma considerable.

Para utilizar este río como vía de navegación importante, se hace necesario una vez regularizados los gastos de extracción y excedencias de la Presa de Malpaso, llevar a cabo los trabajos adecuados para lograr la circulación de embarcaciones de mayor calado sobre sus aguas, eliminar la maleza perjudicial y dragar en los tramos que el tirante no sea suficiente para obtener un calado aceptable.

NUEVO RÍO CARRIZAL

Este río; ramal del río Mezcalapa, se caracteriza porque en su recorrido se encuentran numerosos espigones de protección que se encuentran en ambas márgenes del río, están formados por troncos de árbol delgados con una separación entre sí de 10 ó 20 m. con una longitud de 5 m. aproximadamente. Desde su nacimiento hasta el Km. 21 se tiene ancho de 94.50 m.

y unas profundidades medias de 2 a 2.50 m.

En el Km. 11 se cruza el Puente de la Carretera Internacional, en el Km. 6 del río tiene un ramal denominado río Medellín que fluye al río González para desembocar al Golfo de México en la Barra de Chiltepec.

Este río tiene taludes completamente verticales cubiertos de vegetación. A partir del Km. 11 la profundidad media del río aumenta a 3 m. hasta desembocar al río Grijalva, aguas abajo de Villahermosa con una profundidad de 6 m.

Aguas arriba de su desembocadura el río tiene un ancho de 98 m. y una profundidad máxima en el eje del río de 4 m. Este río es poco transitado ya que todo el transporte se hace por carretera, pues esta zona está bien comunicada.

Con lo anterior se concluye que este río no presenta serios problemas para la navegación, pues aunque no tiene calado suficiente para cualquier tipo de embarcación, si está en buenas condiciones para ser navegado.

Las protecciones a base de espigones localizados a todo lo largo del río, indican que anteriormente este río era utilizado para la transportación de mercancías.

RIO TACOTALPA

Nace en el Estado de Chiapas con el nombre de río Amatán que después -- cambia por el de Tacotalpa, a 20 Km. de su nacimiento se localiza la población de Tacotalpa, las márgenes del río se encuentran cubiertas de - vegetación además de la existencia de numerosos sembradíos de caña a todo lo largo del río.

En el Km. 29 se localiza el ingenio Dos Patrias, en el Km. 20 cruza el camino que va de Jalapa a Tacotalpa y Teapa, en donde hay una panga para el cruce de vehículos.

En el Km. 15 sobre la márgen derecha se localiza la población de Jalapa, que está protegida de la erosión de la márgen derecha por un sistema de 13 espigones de madera. En este sitio el río está a 8 m. abajo de la rasante del terreno, el río llega a subir a 6 m. arriba de su nivel actual en época de avenidas, y en época de secas se puede cruzar a pie. Los márgenes del río son fuertemente erosionadas, principalmente en las curvas que son muy cerradas, y presentan taludes casi verticales en una de las márgenes, con un desnivel de 5 m. respecto al espejo de agua y en la --- otra márgen una playa arenosa producida por la sedimentación del material del río.

Para producir una navegación más fluida se hace necesario dragar nos numerosos bajos que se presentan a lo largo del río, cuyo material puede -

ser utilizado como material de construcción, además, se hace necesario construir a lo largo del río, sistemas de protección de las márgenes a base de espigones, principalmente en las curvas para evitar que se sigan erosionando los taludes; se hace necesario también, tratar de incrementar ya estando en buenas condiciones de navegabilidad, el Tránsito de las embarcaciones que deben de dar un servicio regular y barato para poder competir con el transporte carretero.

RIO TEAPA

Este río nace en el Estado de Chiapas, en las serranías de Pontepec, uniéndose en el Estado de Tabasco con el río Puyuctengo. Al unirse el río Teapa con el Tacotalpa dan lugar a la formación del río de la Sierra, aguas abajo de esta confluencia existe un bajo de arena depositada por el río; estos bajos se caracterizan por ser de material muy fino compuesto con limo; se considera una longitud aprovechable de navegación de 5 Km., considerándose como única recomendación dragar los bajos que se presenten a lo largo del río, no habiendo otros inconvenientes para una navegación fluida.

RIO DE LA SIERRA

Este río nace de la unión de los ríos Teapa y Tacotalpa, En su inicio el río tiene un ancho de 96 m. y profundidades de 1 m. Aguas abajo de su nacimiento, sobre la margen izquierda, se localiza la población de Pueblo Nuevo, el nivel del río es de 4 m. abajo de la del terreno.

En su desembocadura al río Grijalva, el río tiene un ancho de 96 m. y una profundidad de 13 m. Este río no presenta problemas de navegación, excepción del poco tirante en sus inicios.

RIO TULIJA

Este río nace en las montañas de Bachajón y es navegable hasta el sitio denominado Salto de Agua, en el municipio del mismo nombre, del Estado de Tabasco. Salto de Agua es una población que tiene como comunicaciones el Ferrocarril del Sureste, que pasa por la población y un puente sobre el río, los aprovisionamientos de la población se hacen por ferrocarril y por las embarcaciones que navegan por el río, dichas embarcaciones atracan sobre la margen izquierda, no existiendo ningún muelle para el atraque, por lo que se hace conveniente la construcción de una obra para el atraque de las embarcaciones. El ancho del río es de 100 m. aguas arriba del puente, tiene un ancho de 80 m. y profundidades medias de 5 m. aguas abajo de Salto de Agua, el río se caracteriza por sus numerosos meandros con vegetación tupida, existiendo en ocasiones numerosos árboles dentro del río. Las márgenes del río también están cubiertas de vegetación. Conforme se navega, hacia aguas abajo los bordes del río van disminuyendo de altura.

Antes de su unión con el río Puxcatán, formando juntos el río Tepetitán, el río tiene un ancho de 120 m. y profundidad media de 6 m. Del perfil longitudinal del río se presentan profundidades medias de 6 a 7 m. en to

da su extensión, aumentando ésta a 15 m. en su unión con los ríos anteriormente mencionados.

Concluyendo con esto, el río Tulijá es un río navegable en toda época - del año para cualquier tipo de embarcación.

No existe ningún problema de erosión o azolve sobre el río que tiene - una sección transversal bien definida con una corriente fuerte, salvo - frente a la población de Salto de Agua, en donde se presentan problemas de erosión de la margen izquierda mismos que pueden ser eliminados. .

El único obstáculo, en ocasiones, para una navegación segura por el río, son los árboles que aparecen sobre la corriente, los cuales pueden ser fácilmente extraídos del río.

Para incrementar el tráfico fluvial se hace necesario que esta zona produzca mayor cantidad de productos a todo lo largo de las márgenes del - río ya que actualmente sólo en Salto de Agua se tiene la concentración de mercancías.

RIO MASCUPANA

Este río nace en el Estado de Chiapas en los cerros del tortuguero, San José y el Salto. La población de Macuspana es importante, ya que la habitan trabajadores de Petróleos Mexicanos que laboran en los campos petroleros existentes en la zona.

Desde este sitio hasta su entronque con el río Tulijá, el río se carac-

teriza por sus numerosos meandros, además de numerosos troncos de árboles y basuras que hacen que se naveguen por las márgenes, existiendo en los bordos una vegetación exuberante.

No existe ninguna obra de atraque en la orilla del río, la profundidad - media obtenida del perfil longitudinal es de 6 m. con un ancho de 60 m., aumentando en 15 m. en su entronque con el río Tuliá. Aguas arriba de su desembocadura, el río tiene un ancho de 82 m. y profundidad máxima en el eje del río de 9.50 m.

De lo anterior puede concluirse que este río desde el punto de vista de su profundidad no tiene problemas para el tráfico fluvial, pero en cambio existe el inconveniente que sobre su superficie circulan numerosos troncos y basura que hacen peligrosa la navegación, por lo cual, para poder circular con fluidez sobre su superficie, se hace necesario eliminar las basuras que provienen de la parte alta del río.

La única población importante a todo lo largo del río es Macuspana, la que hace sus movimientos por carretera utilizando muy poco el río debido a los problemas mencionados.

RIO TEPETITAN

Este río se forma con la aportación de las corrientes de los ríos Tuliá y Puxcatán. Hacia aguas abajo, el nivel de agua está a 3 m. abajo de la del terreno, siendo variable la vegetación de los bordes, ya que en al-

gunas ocasiones se tienen numerosos árboles y en otras únicamente pastos.

En el Km. 35 se localiza sobre la margen izquierda la población de Tepetlán, la cual es surtida de provisiones por las embarcaciones de Puxcatán y Lety.

Aguas abajo de esta población el río continúa de 2 a 3 m. abajo del nivel del terreno y el cual en épocas de crecientes nunca llega a desbordarse y en épocas de estiaje el nivel baja 1 m. aproximadamente.

Las márgenes del río son erosionables, principalmente las curvas, las cuales son numerosas.

Del perfil longitudinal se presentan profundidades medias del orden de -- 8 m. y máximas de 18 m.

En el Km. 0 sobre la margen izquierda está localizado el campo petrolero "El Bayo", que se liga por medio de una carretera de 3 Km. con la población de Ciudad Pémex, de primordial importancia puesto que en ésta se --- tiene una planta de explotación y bombeo que distribuye el combustible -- por medio de oleoductos y gasoductos a Coatzacoalcos Veracruz, y la Ciudad de México. Este lugar es el punto de concentración de todas las embarcaciones de Pémex que transportan a los campos de explotación el equipo - de perforación, además de surtirse en este sitio de combustible, víveres, así como materiales de construcción.

Las principales rutas seguidas por las embarcaciones son:

- 1.- El Bayo.- FRONTERA, a la que se llega navegando por el río Chilapa y Grijalva, hasta Frontera.
- 2.- El Bayo.- Coatzacoálcos, que es la misma ruta anterior, saliendo por la Barra de Frontera.
- 3.- El Bayo.- Villahermosa, navegando por el río Chilapa y Grijalva, - hasta Villahermosa.
- 4.- El Bayo.- Campos de Exploración, en el río San Pedro y San Pablo a las que se llega por la ruta río Chilapa Grijalva, hasta tres Brazos y Usumacinta; hacia aguas arriba, hasta la Boca del río.
- 5.- El Bayo-Jonuta, Palizada, Ciudad del Carmen, por la ruta anterior- hasta Jonuta, Boca de Amatitán, Palizada hasta su desembocadura en la Laguna de Términos y finalmente Ciudad del Carmen.
- 6.- El Bayo.- Macuspana, por la ruta aguas arriba del río Tepeitán, - Puxcatán hasta Macuspana, la cual se conecta por carretera hasta - Villahermosa.

De las rutas anteriores, se observa la importancia para PEMEX que tiene el transporte fluvial, puesto que su flota navega por todos los ---

ríos haciéndose necesario mantenerlos siempre en condiciones de navegabilidad en todo el año mediante el uso de dragas, en los casos de azolves, como de protección de las márgenes, en los casos de erosiones.

RIO CHILAPA

A partir del sitio llamado El Bayo, el río Tepetitán cambia su nombre - al de río Chilapa, el cual, 2 Km. aguas abajo, se bifurca para formar - el río Chilapilla.

Este río se caracteriza porque sus laderas están desprovistas de vegetación, lo que ocasiona fuertes erosiones.

Entre el Km. 33 y 34, sobre la margen izquierda se localiza el arroyo la Mixteca; a partir de este lugar aparecen a ambos lados del río principal - mente del lado de la margen derecha, numerosas zonas inundadas que llegan a formar en ocasiones lagunas de gran extensión.

A la altura del Km. 24 el río coincide casi con la elevación de las márgenes del río, lo cual da lugar a que estas tierras sean fácilmente inundadas en las crecidas del río formando lagunas abundantes en el sitio. -- Desde el arroyo la Mixteca hasta el Km. 15 en donde se localiza sobre la - margen izquierda la población denominada Tintalillo. La profundidad media del río es de 9 m. con profundidades máximas de 15 m. en los Kms.29 y 26. A partir del Torno "Tetas de Cabra", la vegetación en ambos márgenes del río cambia bruscamente puesto que existen numerosos árboles.

Del Km. 15 hacia aguas abajo del río sigue presentándose el mismo tipo de vegetación, localizándose en el Km. 4 una isla que divide el río -- hacia 2 lagunas; una en la margen izquierda, y la otra en la margen de recha, denominada Laguna del Viento. La boca por la cual se une el río Chilapa con el Grijalva, se denomina Boca de Chilapa. La máxima profundidad del río se encuentra en el Km. 5, con 24 m.

Por lo antes descrito, este río desde su nacimiento en el Bayo hasta la desembocadura en el río Grijalva, por la Boca de Chilapa, presenta buenas condiciones de navegabilidad, ya que tiene profundidades medias en general de 9 m. y con anchos variables de 100 a 160 m.

Es el río por el cual circula mayor parte de la flota petrolera de Pemex, ya que se conecta a los demás sitios de explotación que se localizan en todo el sistema fluvial de Tabasco.

Como inconveniente de este río, se pueden mencionar la erosión que sufren las márgenes, ya que en ocasiones en algunos tramos presenta fuertes deslaves en los bordos. Debido también a que tiene muy reducidos sus bordes libres, el agua desborda en épocas de crecientes dando lugar a la formación de grandes lagunas o tierras inundadas permanentemente que podrían ser aprovechadas para la agricultura, mediante la construcción de drenes por lo cual, es recomendable que sean protegidos los bordos, en los sitios más críticos, utilizando sistemas de espigones convenientemente orientados.

RIO USUMACINTA

El río Usumacinta, nace en territorio Guatemalteco y es formado por la confluencia de los ríos La Pasión, Chixoy y Salinas, teniendo como --- afluentes los ríos Chajal, Jatate, La Cantú, Caudales, La Canja, Chamacás y San Pedro. Este río conduce caudal considerable, del orden de 4,700 ó 7,600 millones de m³ por año, atraviesa el Estado de Tabasco en donde dá lugar a la formación de otros ríos, como son: Los ríos Chico, San Antonio, Palizada, San Pedro y San Pablo, San Pedrito, etc., o bien, uniéndose a otros como por ejemplo el Grijalva y río Pantoja.

Sobre la corriente de este río se transportan los tramos de maderas producto de la explotación de la selva chiapaneca que son concentrados en la estación San Pedro y transportados posteriormente por el ferrocarril.

A la altura del Km. 300 sobre la margen derecha en una curva del río, se localiza la primera población denominada Tenosique. En la orilla del río, no existe ninguna obra de atraque para las embarcaciones que en su mayoría son cayucos, atracan también aunque no en forma continua pero si regularmente, embarcaciones de pequeño calado y de 10 a 15 m. de eslora que surten de provisiones a la población de Tenosique, las cuales son traídas desde Villahermosa y Palizada. En esta población se hace necesaria la --- construcción de un muelle de atraque para la realización fácil de maniobras de carga y descarga de los productos transportados por las embarcaciones para ayudar a incrementar el transporte fluvial en gran escala.

Continuando la navegación del río, se localizan los siguientes poblados que pertenecen al Municipio de Balancán: Pino Suarez, localizado en la margen derecha, Estambilla sobre la margen izquierda, Canizán y San Nicolás en la margen derecha, Ualte en ambos márgenes, Santa Anna situada en la margen izquierda y Balancán.

Las características de este tramo son: curvas amplias aunque el ancho de corrientes es grande; no se tiene la misma profundidad, ya que en ocasiones alcanzan a aflorar pequeños bajos a ambos lados de las márgenes localizándose un canal de navegación con el calado suficiente para el paso de las embarcaciones.

Las 4 islas presentan características de seguir creciendo pues lo que se deposita sobre ellas es parte del material en suspensión del río, ocurriendo lo mismo en las curvas en donde son visibles los depósitos del material debidas a la menor velocidad. Las profundidades máximas del río son de 15 m. y mínimo de 2 m. con una profundidad media aproximada de 5 m.

El tramo de Tenosique a Balancán es apropiado para tener una navegación con embarcaciones de mayor calado, encauzando la corriente por medio de un sistema de espigones para mantener el canal de navegación con un calado adecuado, principalmente en las curvas del río, junto, y a todo lo largo de las islas. Es también conveniente la construcción de pequeños muelles de atraque en las poblaciones ribereñas, para facilitar e incrementar el tráfico fluvial.

Entre las poblaciones de Santa Anna y Balancán se une al río Usumacinta, el río San Pedro, último afluente del río Usumacinta cuyo ancho es de -- 60 m. y profundidades medias de 3 m. Hacia aguas arriba de este río se -- va disminuyendo su ancho y no es posible su navegación, en esta boca, -- aguas arriba, el río Usumacinta tiene un ancho de 600 m. con profundidades medias de 4 a 5 m. y aguas abajo, el ancho del río es de 520 m. con profundidad máxima de 10 mts.

En Balancán el nivel del río está de 5 a 6 m. abajo de la margen derecha y no cuenta con ningún muelle de atraque para las embarcaciones las cuales, efectúan sus maniobras a la orilla del río por medio de una escalera de concreto. Debido a la importancia que tiene esta población es conveniente la construcción de un muelle de atraque así como de las instalaciones adecuadas para el embarque de mercancías. Aguas abajo de Balancán existe una panga para el cruce de los vehículos, cuya carretera se une a la Carretera Internacional.

La siguiente población de importancia que toca el río es Emiliano Zapata, la cual no tiene ninguna obra para el atraque de las embarcaciones, salvo una escalera que une al malecón con el río.

A la altura del Km. 155 se localiza sobre la margen derecha la población de Chable, por donde cruza la carretera Internacional. De esta población al Km. 130 es donde el río Usumacinta se bifurca para formar el río ---- Chico, denominándose a este sitio Boca de San Jerónimo, la profundidad --

media del río es de 7 m. máximo de 24 m. en el Km. 132.

Aguas abajo a la altura del Km. 120, el río Usumacinta vuelve a bifurcarse para formar el río San Antonio en la Boca del mismo nombre, el cual se une al río Chico para posteriormente, volverse a unir al río Usumacinta frente a Jonuta. Esta boca se caracteriza por una reducción notable del ancho del río, aguas abajo de la bifurcación, puesto que aguas arriba se tienen 440 m. de ancho con profundidades medias de 5 m. y máximas de 12 m., y aguas abajo, se tiene un ancho de 270 m. Con profundidades medias de 7 m. y máximas de 8.50 m.

De la Boca de San Antonio hasta el Km. 95 en donde se bifurca el río Usumacinta para formar el río Palizada, sus márgenes están cubiertas de vegetación. En el Km. 87 se tiene sobre la margen derecha, la población de Jonuta, que es la única población que cuenta con un atracadero de buenas condiciones.

En el Km. 65 se tienen 2 islas denominadas El Rosario, las características de este tramo son: taludes verticales sin vegetación con un borde libre no mayor de 1 m.

En el Km. 61 el río Usumacinta se bifurca para dar lugar a la formación del río San Pedro y San Pablo. En el Km. 20 se localiza la Boca Pantoja que da lugar a la formación del río donde conecta con el río Grijalva y con el San Pedrito por medio, en este último caso de un canal artificial.

El río se caracteriza por tener una elevación aproximadamente de 40 a - 60 cm. debajo de la rasante del terreno, sus taludes están cubiertos -- con vegetación, la profundidad media es de 10 m. siendo la máxima 22 m. en el Km. 54 y la mínima de 5 m. en el Km. 33, lo que indica que no existe ningún obstáculo para la navegación para cualquier tipo de embarca---ción en este tramo.

En el Km. 50 sobre la margen izquierda, existe un arroyo que se conecta con la Laguna, este sitio se conoce como torno La Bola, en la margen derecha se localiza el arroyo torno. En el Km. 19 el río Usumacinta se bifurca para formar el río San Pedrito, en este tramo la profundidad media es de 10 m. y máxima en el eje del río de 13.50 m.; aguas abajo, se tiene una reducción del ancho del río a 1.87 m. con profundidad máxima en el eje de río de 11.50 m.

RIO SAN PEDRO Y SAN PABLO

Este río en su nacimiento, sobre el Usumacinta, tiene una anchura de 65 m con profundidades máximas en el centro del río de 7 m. pero disminuye su profundidad conforme se va navegando.

En el Km. 35 sobre la margen derecha, se tiene el campo petrolero el --- Chocal, en el Km. 30 el ancho de la corriente es de 85 m. con profundidades de 3 a 4 m. en el Km. 5, se localiza la isla de Huy Colorado, única isla que se encuentra en este río.

Conforme se va acercando a la desembocadura, el río se empieza a ensanchar perdiendo profundidad ya que en la barra presenta una profundidad media de 1.50 m. y ancho de corriente de 220 m. Para cruzar este río a 1-- Km. de la Barra existe una panga que une la carretera costera. Existe también, junto a la panga un pequeño muelle de madera para el atraque de pequeñas embarcaciones.

Se puede concluir que, debido a la poca profundidad que existe a la entrada de la barra, no es factible aprovechar para la navegación fluvial en gran escala. La lancha que recorre este río no tiene problemas de navegación salvo en la época de estiajes, junto al nacimiento del río, por lo que se hace necesario el dragado del río en ese tramo así como también es conveniente, la protección de los bordos del río para evitar las inundaciones de las poblaciones ribereñas.

RIO PALIZADA

Este río es una bifurcación del río Usumacinta y nace en la boca de Amatián; debe su nombre a que en las avenidas se depositan troncos que obstruyen el cauce, formando palizadas favorables al depósito de aluviones en las tierras ribereñas. Las laderas del río están cubiertas por vegetación.

La principal población se localiza sobre la margen izquierda en el Km. 23-- denominada Palizada, la cual cuenta con un buen muelle de atraque puesto que, este río es navegado por numerosas embarcaciones.

Desde la boca de Amatitán hasta la población de Palizada, el río tiene -- profundidades medias de 7 m. a la altura del Km. 45 se presentan inunda-- ciones debido a lo bajo del terreno.

En el Km. 55 el río desemboca a la Laguna del Este a la cual también de-- sagúan los ríos de las Piñas y el del Este. Desde Palizada hasta el Km. 38 la profundidad media es de 6 m. aumentando a 8 m. de este sitio, --- hasta su desembocadura a la Laguna del Este. En esta Laguna, existe una - draga de almeja que tiene como misión dragar el canal de navegación a to-- do lo largo de la Laguna, el cual está adecuadamente señalado por medio - de balizas.

Las bajas profundidades en la laguna, son debidas a los depósitos aluvia-- les de los ríos que a ella desagúan, lo que da lugar a que constantemente se lleven a cabo trabajos de conservación del canal de navegación. Esta - Laguna del Este, se conecta con la Laguna de Términos por el sitio denomi-- nado Boca Chica, no existiendo en el recorrido de la Boca a la Isla de -- Ciudad del Carmen mucha profundidad, ya que del Km. 70 al 80, esta profun-- didad es de 3 m.; aumentando de este kilometraje al muelle de Ciudad del Carmen a 13 m.

Concluyendo con lo anterior, el río Palizada es dentro de los ramales del Usumacinta, el más importante porque se conecta con la isla de Ciudad del Carmen, la que tiene un gran tráfico fluvial y marítimo.

Su profundidad no presenta problemas para la navegación aunque si es conveniente, cerca de su desembocadura, tratar de drenar las tierras inundadas para incorporarlas a la agricultura, puesto que, estos suelos son ricos en aluviones que se decantan en las tierras ribereñas.

Es recomendable también, en su desembocadura a la Laguna, tratar de encauzar la corriente para aumentar el calado del canal de navegación que se complementará en los sitios que sea necesario, por medio de la draga.

RIO SAN PEDRITO

Este río que es bifurcación del Usumacinta, se le vuelve a unir, junto -- con el Grijalva en el sitio denominado "Tres Brazos". Aguas abajo de la boca del mismo nombre, tiene un ancho de 98 m. y profundidad en el eje -- del río de 8 m. Existe un pequeño varadero para la reparación de las embarcaciones pero no tiene ningún muelle, por lo que se hace necesaria la construcción de una obra de atraque.

Las tierras de la margen derecha tienen una mayor elevación que las de la margen izquierda, por lo cual constantemente son inundadas. Aguas abajo -- de la boca de San Pedrito, el río se encuentra a 40 cm. abajo del nivel -- del terreno, estando cubiertos los taludes del río por vegetación que los protege contra la erosión.

En su unión con el Grijalva, sitio denominado tres brazos, el ancho del

rfo es de 258 m. y profundidad máxima de 16 m., siendo la media de 9 m. -

Desde la ramificación del Usumacinta para formar este rfo hasta su unión con el Grijalva, estos dos rfos encierran en forma de círculo una gran ex tención de terrenos inundables, dando lugar a la formación de tres lagu-- nas, siendo la principal la denominada Laguna de Ocampo.

En general este rfo no presente obstáculos para las embarcaciones que ac-- tualmente navegan por él, las cuales son muy escasas. Para incrementar la navegación por este rfo, es necesario que las tierras por ahora inundables sean protegidas por medio de la elevación de los bordes.

RIO COATZACOALCOS

El rfo Coatzacoalcos nace en el Estado de Oaxaca en la Sierra atravezada, aproximadamente a 2,000 m. de altitud, tiene un primer tramo de unos 37 - Km. de recorrido que corresponden a zona montañosa de topografía irregu-- lar en la que se presentan numerosos afluentes por una y otra margen, di-- fíciles de identificar. En esta parte el rfo no tiene un nombre especffi-- co. La segunda a lo largo de unos 36 Km.s hasta la población de Santa María Chimalpa recibe el nombre de Rfo del Corte, sus condiciones de pendiente son menores que en el tramo anterior. El siguiente tramo aguas abajo y -- hasta la altura de Suchiapa, Veracruz, presenta un curso muy sinuoso y en una extensión de 30 Kms. Aguas abajo de Santa María Chimalpa forma una -- corriente de cierta importancia con el aporte de los afluentes Chichihua,

Almoloya y Malatengo, recibiendo posteriormente el aporte, en la margen -- izquierda del río Sarabia.

El cuarto tramo se inicia practicamente aguas abajo de esta última confluencia, recibe por su margen izquierda un afluente muy importante que es el río Jaltepec, en este sitio el cauce presenta numerosos meandros, quedan origen a diversas lagunetas y esteros y presentando inclusive un doble cauce a la altura de Hidalgotitlán, Veracruz, localizada sobre el brazo de recho. Después del río Jaltepec los afluentes más importantes son el Solosuchil que llega por la margen derecha, una vez que ha recibido a su vez -- los aportes del río Chalchijapa; más adelante 5 Kms. aguas arriba de Minatitlán llega por margen derecha el río Coachapa.

Aguas abajo de Minatitlán entra el que se puede considerar el afluente mas importante del río Coatzacoalcos que es el Uxpanapa que tiene 185 Kms. de longitud.

Por lo que toca a los afluentes de margen izquierda son relativamente pequeños, siendo el único digno de mencionarse el río Calzada que llega 4 -- Kms. aguas arriba de la desembocadura y que en sus orígenes recibe el nombre de Huazuntlan; la confluencia de este río produce fenómenos de sedimentación que tienden a disminuir su profundidad hasta 9 m. siendo en términos generales mayores los esfuerzos de dragado en el tramo entre este río y la desembocadura y en particular en la zona entre escolleras.

Por lo antes descrito puede decirse que no existen problemas de navegación para cualquier tipo de embarcaciones, de la Ciudad de Coatzacoalcos a Minatitlán; aguas arriba de Minatitlán la profundidad es menor, pero - permite la navegación de chalanes de 6 pies de calado sin ninguna dificultad; Sin embargo para producir una navegación más fluida es recomendable la realización de trabajos de rectificación aguas arriba de Nanchital. En la zona actual del puerto y hasta la confluencia de Nanchital puede -- continuarse con los trabajos de dragado de mantenimiento que se realizan periódicamente, con la adicional de construir un empujador en la confluencia del río Calzadas.

RIO TONALA

Esta corriente nace en los límites de los estados de Veracruz, Tabasco, - Chiapas, en la Sierra Madre de Chiapas a unos 1,000 m. de altitud. Practicamente en todo su recorrido sirve como división política natural entre - los estados de Veracruz y Tabasco. Se considera navegable en época de estiaje en más de 300 Km. de su recorrido total, incluidos sus afluentes.

Es de importancia esta característica ya que en su recorrido el río toca varias poblaciones, como Francisco Rueda, Las Choapas y Tonalá.

La longitud total del cauce principal es de 150 Km; de ella 120 Km. se desarrollan abajo de los 200 m. de altitud lo que da lugar a un tramo sinuoso y con algunas lagunas hacia la parte final del recorrido.

Los afluentes citados, de aguas arriba hacia aguas abajo son: El río -- Playas o Xocoapan, que nace en el cerro del Mono Pelado, pasa por Pueblo Viejo y San Pedro y entra al Tancochapa, nombre del Tonalá en su curso superior, a 10 Km. aguas arriba de Francisco Rueda, Tabasco. Hacia la -- parte baja de su recorrido, el Tancochapa recibe la aportación del arroyo pesquero y el arroyo Piedras.

Por la derecha, entran en sucesión el río Zanapa, el río Blasillo y el -- río Chico Zapote. De ellos el más importante es el Zanapa, que tiene como afluentes izquierdos los arroyos Mosquitero, Hondo Chico y Hondo Grande, estas tres corrientes siguen una dirección hacia el noroeste y forman una laguna alargada conocida con el nombre de Laguna Rosario, cuyo desfogue -- es una aportación izquierda al río Zanapa, que se origina al suroeste de Huimanguillo con el nombre de río Coacojapa y cuenta con un afluente llamado arroyo Limón.

Por las condiciones naturales de este río, no ofrece dificultades para la navegación, pudiendo transitar por él chalanes de calado mediano.

RIO CUMPAN.

Este río nace en una zona vecina a la cuenca del río Usumacinta, en tramo en que éste tiene alrededor de 20 meandros y 7 tramos con cauce doble, -- sigue una dirección de sur a norte con cauce muy sinuoso, pasa por la --

Florida Tres Brazos, Santa Teresa y Balchacah, poblados todos ellos del estado de Campeche y desemboca en la Laguna de Términos a través de la Boca de Balchacah. Cuenta con un afluente derecho de importancia llamado arroyo San Joaquín, que corre de este a oeste y sirve de límite entre los Estados de Tabasco y Campeche, que antes de llegar al río Cumpán, recibe a su vez un Sub-Afluente derecho, el arroyo La Piedad, unidas dichas corrientes su recorrido común es de 8 Km., antes de afluir al río Cumpán a la altura de la Florida. Otro afluente de interés es el río Salsipuedes que nace a 15 Km. al Norte de Vicente Guerrero Tabasco, y corre de Sur a Norte con el nombre de río Salsipuedes hasta las inmediaciones del poblado Salsipuedes, Campeche, donde cambia de rumbo para entrar al arroyo -- Champán como afluente izquierdo, a 5 Km., aguas arriba de tres brazos.

RIO CANDELARIA.

Tiene una pequeña porción de su recorrido inicial dentro de Guatemala, a partir del punto en el que el río entra a territorio mexicano, tiene un recorrido de 150 Km. a lo largo de su cauce principal, que simplificada-
mente están constituidos por 35 Km. de Sur a Norte hasta Santa Isabel, -
Campeche, 65 Km. de oriente a poniente hasta el Reloj y 50 Km. de Sur a
Norte hasta su desembocadura directa en la Laguna de Paulan e indirecta
en la Laguna de Términos, a través de la boca de Pargos. Estos tramos --
son convencionales ya que por ser río de planicie, los meandros son muy
numerosos, hay varias zonas de inundación e incluso en algunas partes -

del río tiene vueltas lo que prácticamente invierte su dirección.

En el primer tramo pasa por San Román y el Porvenir, en el segundo por Mérida y por Candelaria y en el tercero por San Isidro, Congo y Polvoxa, todas las poblaciones dentro del Estado de Campeche.

Entre sus afluentes principales puede señalarse el arroyo Limoncillos, - que fluye por la derecha, aguas arriba de San Román. El río Caribe, que también es afluente derecho viene desde Cedros, Campeche y pasa por la población de El Retiro, entrando por la margen derecha del Candelaria a 3 Km. aguas abajo de El Povenir.

Dentro de su corriente principal une las poblaciones de Coyuya, Guadalupe y Gran Beatriz, desembocando en la Laguna de Términos. Dentro de su recorrido, se pueden considerar 50 Km. de navegabilidad, desde su desembocadura hasta el Suspiro. La navegación se interrumpe en una longitud de 44 Km. hasta Bacarún, población desde la cual es nuevamente navegable en una longitud de 116 Km., hasta la colonia de reciente creación llamada Nueva --- Coahuila.

CANALES CONSTRUIDOS POR PEMEX Y S.R.H.

Como parte de una red de navegación, existen los canales que PEMEX y la Comisión del Río Grijalva, de la S.R.H., han construido en la zona. A continuación se enumera el inventario de dichos canales.

En el río "TUPILCO", se encuentra un canal con 30 m. de anchura y una profundidad mínima de 1.00 m. río arriba, aproximadamente en una longitud de 30 Km., siguiendo el eje del Canal hasta el Pozo Petrolero Amatillo No. 1, se encuentra una profundidad que fluctúa entre 2.00 y 2.80 m. Un canal - que abrió PEMEX y que aprovechó en él parte del cauce de "Arroyo Verde" - uniendo el Río "Tupilco" con la laguna "Machona" y que sirvió para dar -- acceso a las plataformas de perforación que trabajan en el pozo petrolero "Santuario".

El citado canal se inicia en la margen izquierda del Río Tupilco, aproximadamente a 1 Km. de su desembocadura y tiene un ancho aproximado de 22 m. y una profundidad media de 2.40 m.

A 10 Km. del Paso "San Pedro" en el río del mismo nombre se localiza el canal llamado "LIMONAR" el cual tiene una longitud aproximada de 500 m. - por 30 m. de ancho y 2.5 m. de profundidad, río arriba aproximadamente a 24 Km. hay otro canal abierto en la margen izquierda, el cual tiene una - longitud aproximada de 14 Km., con una anchura de 40 m. y una profundidad de 3.5 m. encontrándose a ambos lados del canal dársenas abiertas para -- dar acceso a los Pozos, CHOCHAL No. 2", Campo Nuevo Lirios y Campo Boca - del Toro.

A un kilómetro aproximadamente, aguas arriba de la población José María - Pino Suárez, se encuentra la entrada a otra serie de canales que dan -- acceso a los Pozos LAS PALMAS, MANGAR, TASISTE, LAGUNA ALEGRE, SANTA --

ISABEL Y TROMPO. La anchura de los canales es aproximadamente de 40 m. con 3.80 m. de profundidad, teniendo una longitud los canales esta zona de 64 kilómetros.

El canal que une el río Usumacinta con el Río Chilapa, por medio del cual pueden llegar las embarcaciones de cabotaje hasta la población Petrolera, El Bayo, cercana a Ciudad Pémex, haciendo un tiempo de recorrido menor que el que se tuviera que hacer por "TRES BRAZOS".

Por el río González, el cual desemboca en el Golfo de México en la Barra de Chiltepec, se ha dado entrada a varias plataformas de perforación, dragándose una pequeña dársena cercana al Puente del "GUAO".

El canal construido para entrada, por el río Coatzacoalcos, al Puerto de Pajaritos, cuya plantilla es de 60 m. y una profundidad de 11.5 m.

Otros canales dignos de mencionarse son:

Canal construido sobre el río Chico Zapote, del Río Tonalá a la Estación - No. 2 de compresores del Campo No. 5 Presidente (adyacente a la laguna del Yucateco).

Canal construido por la S.R.H., en la laguna del Carmen hasta el arroyo -- Naranjo.

Canal construido hasta Nuevos Lirios con entrada por el río San Pedro y -- San Pablo el cual se pretende continuar a la localización Boca del Toro.

Canal construido desde la laguna de Atasta hasta la localización Malache No. 2

Todos estos canales tienen un ancho de plantilla de 22 m. aproximadamente con un tirante de 2.40 m.

LAGUNAS Y ESTEROS.

Forman en conjunto un recurso muy importante para la navegación, tanto -- aquellas lagunas que actualmente son navegables como aquellas que a bajo costo de dragado podrían acondicionarse, dentro de las más importantes -- son: Laguna de Términos, Laguna de Pomp, Laguna del Carmen, Machona, otros de relativa menor importancia son: Las Lagunas de Remate y Doña Anita, Laguna Tres Palmas, Laguna del Cocal, Laguna Redonda y Laguna de Chichal.

Todas estas lagunas son factibles de ser navegables, realizando dragados - en la zona de bajos, para lograr una eficiente navegabilidad.

IV EL CANAL INTRACOSTERO MEXICANO. FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCION Y OPERACION

4.1 DESCRIPCION DE LA RUTA DEL CANAL.

La alternativa que se estudia, de acuerdo con los antecedentes hasta ahora mencionados, consiste en la construcción de un canal de navegación alojado a lo largo de la planicie costera del Estado de Tabasco, parte de Veracruz y Campeche, para ligar los puertos de Coatzacoalcos y Frontera con Ciudad del Carmen, de tal manera que se aprovechen al máximo las condiciones topohidrográficas que el área presenta.

La idea fundamental de la ruta del canal, es guardar una corta distancia de la línea de costa, ya que uno de sus objetivos es asegurar la navegación en cualquier época del año protegiendo a las embarcaciones de las frecuentes inclemencias meteorológicas del Golfo de México. Por otra parte, es deseable que sea independiente del aporte hidráulico de los ríos, por lo que deberá estar a nivel del mar y alimentado por las mareas.

El canal en estudio constará de dos etapas: en la primera cubrirá el tramo entre las desembocaduras de los ríos Grijalva y Coatzacoalcos, con una longitud de 230 Km; en la segunda etapa se construirá el tramo

de Frontera a Ciudad el Carmen ya que actualmente Frontera está comunicada con Ciudad el Carmen por una ruta navegable de lagunas y ríos con una longitud aproximadamente de 2 00 Km., los cuales se recorren con alto costo de navegación; esta longitud podría reducirse a solamente 97 Km.

La sección tipo del canal tendrá un ancho de plantilla de 20 m. un tirante mínimo de 2.50 m. un ancho de superficie de 37.50 m. y con taludes de 3.5:1 en ambas márgenes. Se considera esta sección por ser el tipo más económico, concebido para chalanes de pequeño calado.

La ruta del canal en su primera etapa se inicia en la desembocadura del Río Grijalva, siguiendo una dirección general NW-SE a través del propio río, al llegar al sitio denominado Puerto Angel cambia su orientación al SW después de un recorrido de 12 Km. aproximadamente.

Sigue con una dirección NE-SW y longitud aproximada de 16 Km., siguiendo el Cauce del "Arroyo del Coco" en el que el volumen por dragar corresponde a una profundidad de 1.50 m. a partir del terreno natural. En la mayor parte de esta longitud los terrenos a dragar están constituidos por materiales de aluvión, sedimentados por la acción conjunta de los ríos y el mar.

Entre los kilómetros 30 y 40 continúa a través de terrenos elevados, hasta alcanzar una cota máxima de 3.30 m. sobre la plantilla del canal, los poblados más próximos al trazo hasta el km 40, son: Madero, Juárez y Allende; además de pequeñas rancherías de menor importancia.

A partir del km. 40 el trazo se desarrolla con dirección E-W aprovechando la profundidad de las lagunas del Remate y Santa Anita, hasta el km 54 en que esta se reduce y se requiere dragar una capa de 60 cm. de espesor, en una longitud aproximada de 10 km. Este tramo atraviesa el Río González en el km. 58, que constituye una vía transversal de acceso y viene a formar parte del sistema fluvial de navegación en estudio; después de cruzar el mencionado río, el canal se interna en la Laguna Tinaja.

Los poblados importantes próximos al trazo, en este tramo son: Guerrero en el km. 47, Cuauhtémoc en el km 55.

Después de atravesar la Laguna Tinaja, el trazo se interna en la Laguna de Mecocán, hasta el km 75 en que el dragado máximo por realizar es de 1.00 m. Continúa el trazo sobre el cauce del Río Seco en una longitud aproximada de 7 km., hasta el km 82 en que su dirección cambia a NNE-SSW, dejando a su paso el poblado de "Paraíso" y atravesar el Río del Belote en el km 75; en este tramo se tiene una profundidad máxima por dra

gar de 2 m.

En el km. 82 la dirección del trazo cambia nuevamente para seguir en una dirección E a W hasta internarse en la Laguna Grande de las Flores en la cual el máximo dragado es de 1 m. Atraviesa el Río Pajonal en el km 95 y sigue a la Laguna Tres Palmas con una dirección ligeramente al Sur. En toda esta zona baja, en que la máxima profundidad a dragar es de 60 cm; confluyen con el canal innumerables pequeños arroyos y riachuelos de los cuales los de mayor caudal son el Río Bejucal y el Río de Tupilco; este último forma la barra del mismo nombre en su desembocadura.

En el km 112 se interna en la Laguna de Cocal formada por el arroyo del Guayo, con espesor máximo por dragar de 2.00 m. hasta confluir con Arroyo Verde en donde el nivel de terreno natural se eleva a 3.30 m. sobre la plantilla en el km 117.

En el km 124 el trazo aprovecha la Laguna Redonda con dragado máximo de 60 cm., atraviesa el Río Cupilquillo y sigue a la Laguna Machona aprovechando toda la longitud de esta hasta el km 146, con una profundidad máxima de dragado de 1.50 m. A partir de este punto, en una longitud próxima a los 800 m. se encuentra una faja de terreno duro.

Continúa después, Km. 147 a 150, a través de la Laguna de Chichal en que se encuentra nuevamente una faja de material duro de 600 m. de longitud aproximada, para seguir a través de la Laguna Pajonal y adentrarse en la Laguna del Carmen, que tiene salida al Golfo de México; a través de la Barra de Santa Ana, en dicha laguna se tendrá una profundidad máxima por dragar de 1.50 m. En el Km. 165 atraviesa el arroyo de las Milpas y continúa por terrenos blandos muy pantanosos en los que el dragado máximo es de 3.3 m. hasta el Km. 180 en que se aprovecha la profundidad de la Laguna del Polotochal en lo que la profundidad máxima de dragado es de 1.30 m.

Continúa en una longitud de 10 Kilómetros en una zona de terreno alto - pantanoso teniendo una profundidad máxima de dragado de 3.30 m. hasta el Km. 190 en el que se une al Rfo Chicozapote siguiendo una dirección E-W hasta interceptar el Rfo Tonalá en el Km. 197, que constituye una vía -- transversal de acceso y viene a formar parte del sistema de navegación fluvial en estudio.

El trazo sigue en dirección NE-SW por terrenos altos pantanosos, en una longitud de 10 Km. cuya profundidad máxima por dragar es de 3.30 m. excepto en la Laguna del Tortuguero en donde se tendría una profundidad de dragado de 1.50 m. Continúa el trazo en la misma dirección por terrenos

pantanosos, y lagunas de menor importancia en la que la profundidad máxima de dragado es de 3.30 m en una longitud aproximada de 18 km. hasta enlazar con la Laguna Pajaritos finalizando la primera etapa.

En la segunda etapa el trazo inicia en el sitio llamado Puerto Angel - (sobre el Río Grijalva) y sigue en una dirección general SW-NE a través de terrenos altos en una longitud de 23 km aproximadamente en que se intercepta el Río San Pedro y San Pablo, los materiales que deberán dragarse en esta longitud serán mezclas de barro, arena, aluvión y vegetación acuática en una profundidad máxima de 3.30 m.

Continúa el trazo en la misma dirección por terrenos altos pantanosos en una longitud de 24 km, con profundidad máxima por dragar de 3.30 m.

En el km. 48 se aprovecha la profundidad de la Laguna Pom y Laguna de Atasta, hasta el km. 64. La profundidad máxima de dragado en este tramo es de 1.00 m. Sigue el trazo a través de terrenos altos sujetos a inundación hasta finalizar en la Laguna de San Carlos, la cual enlaza con la Laguna de Terminos finalizando la segunda etapa.

En el plano de comunicación fluvial en la zona, se muestra la localización de los principales ríos, se señala la parte considerada en la red

fluvial, así como la localización aproximada que tendría el canal en su ruta recomendada.

Es apreciable también, en el plano señalado, la abundancia de las vías fluviales y de lagunas que son aprovechables para la navegación, así como las que se aprovecharían para reducir el costo de dragado del canal.

Se observa también que sería fácil, posteriormente, mejorar la red estableciendo comunicación entre algunos ríos. Los casos más notorios son dos: liga entre los Ríos Gonzáles y Grijalva a través de un canal de 15 km entre las poblaciones de El Espino y Chilapa Escoba 3a. sección, para acortar la longitud de navegación entre Villahermosa y Coatzacoalcos; y liga entre los Ríos Uspanapa (afluente del Río Coatzacoalcos) y Tancóchapa (afluente del Tonalá) a través de un canal de 12.5 km. entre las poblaciones de Las Bodegas y San José del Carmen, para hacer una reducción de la vía entre San José del Carmen y Coatzacoalcos.

Por lo que se podrá observar, la ruta seleccionada como anteproyecto para la construcción del canal ofrece condiciones favorables para su construcción.

Por otra parte se aprovechan lagunas y esteros y, por otra parte, la constitución del suelo no ofrece dificultades para el trabajo de dragado.

4.2 INVERSIONES PROBABLES.

En este subcapítulo se formula la cuantificación del monto de la inversión aproximada para la realización de la obra.

El objeto primordial de esta cuantificación es determinar el grado de viabilidad económica del proyecto, en consecuencia, la estimación se basa en conceptos masivos que engloban varios aspectos.

Seleccionada la ruta del canal el costo dependerá del diseño del mismo. Para tal efecto se comparan las siguientes secciones Tipo que podrían construirse en el canal: El canal Tipo Victoria, construido en Texas, la sección predominante en el Canal Intracostero Americano, el Canal Tipo "Piloto" diseño recomendado para el tramo del Río Pánuco al Río Bravo, y el denominado Intracostero Mexicano.

Las características de estas secciones son:

CARACTERISTICAS	TIPO DE CANAL			
	VICTORIA	AMERICANO	PILOTO	INTRACOST. MEX.
Tirante mínimo (m)	2.74	3.66	3.66	2.50
Ancho de fondo (m)	30.48	39.10	20.00	20.00
Ancho de la Superficie. (m)	46.94	56.01	38.30	37.50
Taludes en márgenes	3:1	2.3:1	2.5:1	3.5:1
Sección transversal (m ²)	106.18	174.03	106.69	71.8
Máximo colado admisible (Pies).	8	9	9	7

Son apreciables las diferencias de los tipos mencionados, teniendo en cuenta que el costo de dragado aumenta proporcionalmente a la sección del canal, económicamente el menos conveniente es el tipo americano; sin embargo, tiene la ventaja de permitir la navegación a embarcaciones de mayor capacidad. El canal Tipo Piloto, con menor sección, permite la navegación de chalanes de igual capacidad que el americano; la diferencia entre los dos se encuentra en que el americano facilita la navegación de varias embarcaciones, pero éste no es el objetivo del

presente proyecto.

El tipo más económico es el intracostero Mexicano que ofrece condiciones de navegabilidad suficientes para la zona, concebido para chalanes de pequeño calado (7'). Sin embargo si se establece la condición de que la flota de chalanes de Pemex debe poder transitar, hay que tomar en cuenta las características de estas. Ver tabla (4).

El Tipo Victoria, en cuanto a capacidad de chalán, no tiene ventaja notable sobre el Intracostero Mexicano, pero si para el tráfico de varias embarcaciones.

Por lo tanto la sección más adecuada es la del Intracostero Mexicano, con la cual se procederá a calcular el volumen de dragado.

Volumen de Dragado.

De los 327km de longitud total entre Coatzacoalcos y Ciudad del Carmen, 195 km están cubiertos por lagunas de profundidad mínima de 1 m. De éstos 150 km se encuentran en la primera etapa y 45 km. en la segunda etapa.

De acuerdo con el perfil longitudinal que ha sido determinado en la alternativa de anteproyecto y tomando en consideración las posibilidades de error que pueden haber existido en la determinación de los niveles de terreno con respecto al nivel mínimo de Baja Mar, se determinaron los volúmenes de material por dragar; en la Tabla (5) se muestran los resultados.

TABLA 4. REMOLCADORES Y CHALANES DE PETROLEOS MEXICANOS QUE OPERAN EN EL SUR DEL PAIS.

R E M O L C A D O R E S		
Esloza Total (m)	Manga (m)	Potencia En C.F.
21.90	5.00	125
19.81	6.40	440
19.00	4.56	165
15.25	4.13	165
15.25	4.11	125

CHALANES

Esloca Total (m)	Manga (m)	Calado (m)	(Pies)	Capacidad Ton
59.44 (195')	10.67 (35')	2.74	(9')	1 500
59.44 (195')	10.67 (35')	2.44	(8')	1 350
59.44 (195')	10.67 (35')	2.13	(7')	1 200
59.44 (195')	10.67 (35')	1.83	(6')	1 000
59.44 (195')	7.62 (25')	2.13	(7')	850
59.44 (195')	7.62 (25')	1.83	(6')	700
53.34 (175')	7.62 (25')	2.44	(8')	900
53.34 (175')	7.62 (25')	2.13	(7')	750
53.34 (175')	7.62 (25')	1.83	(6')	650

TABLA 5 CANAL INTRACOSTERO-COATZACOALCOS-CD. DEL CARMEN
CUBICACION DE LOS VOLUMENES DE DRAGADO (Perfil Geométrico)

Altura H (m)	Longitud (m)	Area (m ²) (b+zh) h	Volumen (m ³)	Volumen Acumulado (m ³)
3.30	82 800	104.12	8'621 136	8 621 136
2.80	6 200	83.44	517 328	9 138 464
2.00	39 800	54.00	2'149 200	11 287 664
1.50	58 500	37.88	2'215 980	13'503 644
1.00	54 900	23.50	1'290 150	14 793 794
0.60	34 000	13.26	450 840	15 244 634

Costo de Dragado. Se tiene poca información acerca de la construcción de este tipo de obras, se considera un costo promedio de \$ 500.00 M.N. por metro cúbico.

Costos de Estudios Técnicos. Estos estudios comprenden: Estudios preliminares, Reconcimientos, Levantamientos Topohidrográficos, Trazo y nivelación. Se consideró \$ 20,800 M.N. por km.

Costo de boyas. Las boyas luminosas serían del tipo de "parpadeo" que ordinariamente emplean pilas secas comerciales y serían espaciadas a intervalos en ambos lados del canal, de acuerdo con su alcance y el cambio de dirección en el canal. El mínimo alcance es usualmente de cerca de 3 millas (4.8 km) dependiendo esto del poder de la luz y de la altura sobre el nivel de agua, por tanto la distancia entre boyas consecutivas de cualquiera de los lados es de 6 millas (9.6 km). Se considera un costo de \$ 13,165.00 M.N. por kilómetro y \$ 360, por kilómetro de mantenimiento.

Costo de conservación y mantenimiento. Los gastos de mantenimiento del canal dependen, principalmente, de la resistencia de los lados del canal y del tráfico.

Se tiene la ventaja de que 150 km en la primera etapa y 45 km en la segunda se localizan en zonas de lagunas donde el costo de mantenimiento será muy reducido. Las estimaciones de este costo se basan en la longitud del canal que se construirá sobre terreno firme y como una función de la profundidad, el canal considerado tendría 122 km. en tierra firme. Se considera el 1% anual de la inversión inicial.

Obras Adicionales. Se considera la posibilidad de ser necesario construir pequeñas obras de encauzamiento, principalmente en el cruce de corrientes con el cauce del canal, se hace una estimación global de \$ 16'000,000.00.

Obras Complementarias de Vialidad. Serán de diversos tipos y costos, de acuerdo con el movimiento de carga, generalmente serán suficientes acondicionamientos sencillos de bajo costo. Por este concepto se estima \$ 11'000,000.00 para toda la longitud del canal.

De acuerdo con los conceptos descritos, se calcularon los costos totales para la sección del canal.

CALCULO DETALLADO DEL COSTO DEL ANTEPROYECTO.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ TOTAL
Dragado	m ³	15'244 634	500	7'622 317 000.00
Estudios Técnicos	km	327	20 800	6 801 600.00
Instalación de boyas	km	327	13 525	4 422 675.00
Obra Adicional	--	--	--	16 000 000.00
Obras complementa - rias de vialidad	--	--	--	11 000 000.00
Inversión Inicial	--	--	--	7'660 541 275.00
Conservación y Mate rial.	--	--	--	76 605 412.75

Costo anual necesario para amortizar esta obra, considerando:

Período de vida útil de proyecto $n = 50$ años

Tasa de interés $i = 20\%$ anual.

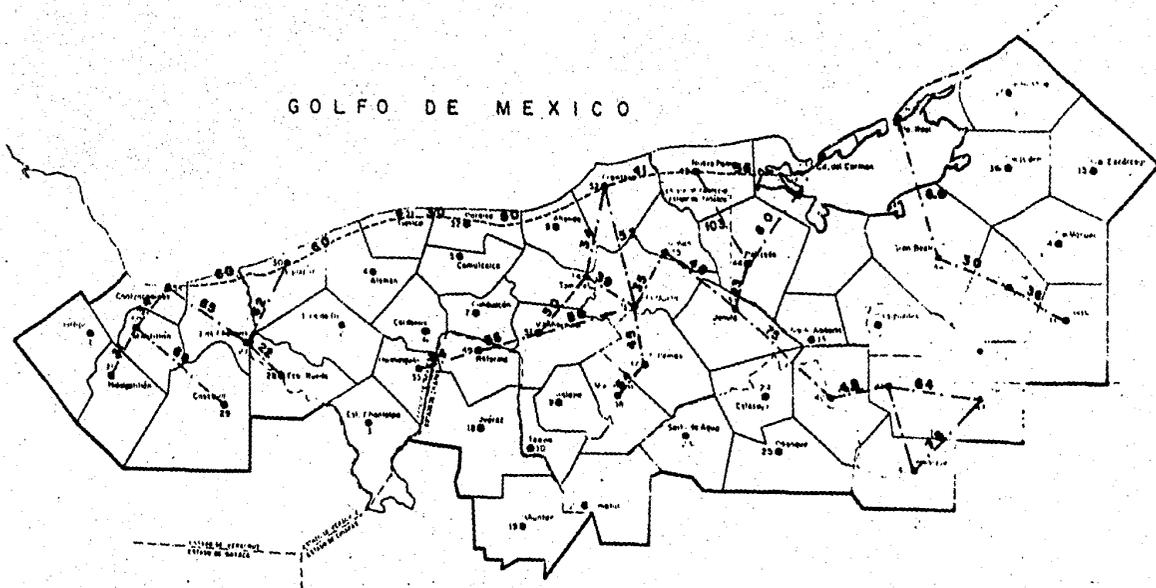
Factor de recuperación del capital $f.r.c. = \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$

$$f.r.c. = \frac{0.2 (1 + 0.2)^{50}}{(1 + 0.2)^{50} - 1} = 0.20002$$

La anualidad necesaria para cubrir depreciación e intereses es el producto del capital invertido por el factor de recuperación del capital.

$$\text{Anualidad} = \$ 7'660 541 275 \times 0.20002 = \$ 1'532 261 466.00$$

GOLFO DE MEXICO



• CENTRO DE CONCENTRACION
DE PRODUCTOS DISTANCIA EN KM.

----- CANAL INTRACOSTERO

UNAM FACULTAD DE
INGENIERIA.

DISTANCIAS EN LA RED
DE TRANSPORTE FLUVIAL

TRABAJO ESCRITO
RAUL ARENAS CORREA

México, D.F. Junio 1968 PLANO N° 4

V DESCRIPCION DE ALGUNOS CANALES INTERIORES EN PROYECTO O EN OPERACION EN EL MUNDO

5.1 NAVEGACION FLUVIAL EN EUROPA.

EL CANAL DE EUROPA.

En el siglo I.D.C. surgió en el Imperio Romano la idea de unir a los ríos Rhin y Donubio mediante un canal que permitiera el enlace de Mar del Norte y el Mar Negro, sin embargo, que hasta el siglo XIX en que Ludwing I de Bavaria llevó a cabo el primer canal el que une a los ríos Rhin y Rodano con lo cual la navegación fluvial adquiere un gran impulso.

En 1815, los diplomados del tratado de Viena confirmaron la vocación del Rhin como una gran vía para la navegación fluvial, mediante la decisión de crear a la Comisión Central del Rhin, si bien, desde 1812 ya se había propuesto la unión en un solo cauce de los diversos brazos del Rhin a través de la construcción de diques de contención, esta rectificación se realizó entre 1842 y 1876 sobre la base de una convención entre Francia y el Gran Ducado de Bode.

En la época actual, el canal de Europa quedará al fin conformado a través del eslabonamiento de los sistemas Rhin-Danubio y Rhin-Ródano, uniéndose de esta forma cerca de 3 500 km. de vías navegables con las que se comunicarán trece países europeos. La longitud del canal Rhin-Danubio es de 167 km., dicho sistema requiere del uso de esclusas para salvar el desnivel de 170 m. existente entre ambas corrientes. Por otra parte, en el segmento Rhin-Ródano (225 km) se utilizará parcialmente el canal construido en el siglo XIX dragándolo para darle las dimensiones adecuadas (182 m. de ancho), además de erigirse un total de 24 esclusas que permitirán un cambio de altitud de 250 metros.

En lo que se refiere a volumen de carga, se estima que en el canal Rhin-Danubio (cuya apertura se espera ocurrirá a mediados de la década) se transportarán, durante su primer año de funcionamiento alrededor de 20 millones de toneladas en barcas de 1 350 Ton. en el canal Rhin-Ródano se propone la utilización de barcas con capacidad para 4 000 toneladas mientras éste tenga una profundidad de tres metros y medio, posteriormente podrá aumentarse la capacidad de 6 000 ton. cuando dicha profundidad se incremente a cuatro metros.

El financiamiento requerido para la habilitación de todas estas obras se ha apoyado en diversas fuentes. Desde 1921, el gobierno central de -

Alemania y el de la provincia de Bavaria se unieron para pagar la construcción del eslabón Rhin-Denubio, los fondos acumulados fueron los -- correspondientes a los beneficios derivados de la generación de energía eléctrica en las estaciones localizadas tanto en el cauce principal del Rhin como en el propio Danubio, hasta 1979 se habían construido 49 esta ciones hidroeléctricas, con una capacidad conjunta anual de 2 400 5w, lo cual se estima suficiente para pagar la parte del canal que correspon de a Alemania. En Francia se considera que el enlace de los ríos Rhin y Rodano abrirá a la industrialización nuevas regiones del este y cen -- tro del país, esperándose un fuerte ingreso por la venta de terrenos.

Además del proyecto del canal de Europa, se espera que para 1985 se com plete en Sudán el canal Jonglei (278 km. de longitud, 52 m. de ancho y 4.5 m. de profundidad) que será una vía de comunicación fundamental en tre Juba y KharToum; además, se irrigarán cerca de 300 mil hectáreas de tierra laborables en Egipto y Sudán. Por otra parte, en la Unión Sovie tica se planea construir, en la década de los 90, un canal de 2 300 km. de longitud para regar la región de KazaKhstan en Asia Central; para éste, se propone el aprovechamiento de los ríos Ob, Irtysh y Tobol.



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	
CANAL DE EUROPA	
TRABAJO ESCRITO RAUL ARENAS CORREA	
Mon. co. B. P. de No. 1988	PLANO N° 6

5.2 NAVEGACION FLUVIAL EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

En los Estados Unidos, el impulso continuo a las vías fluviales ha generado uno de los sistemas de transportación interior más extenso, flexible y eficiente del mundo, dicho sistema cuenta con una red de canales navegables cuya longitud total es del orden de 25 400 millas náuticas, de las cuales el 62% posee una profundidad de navegación de al menos --nueve pies.

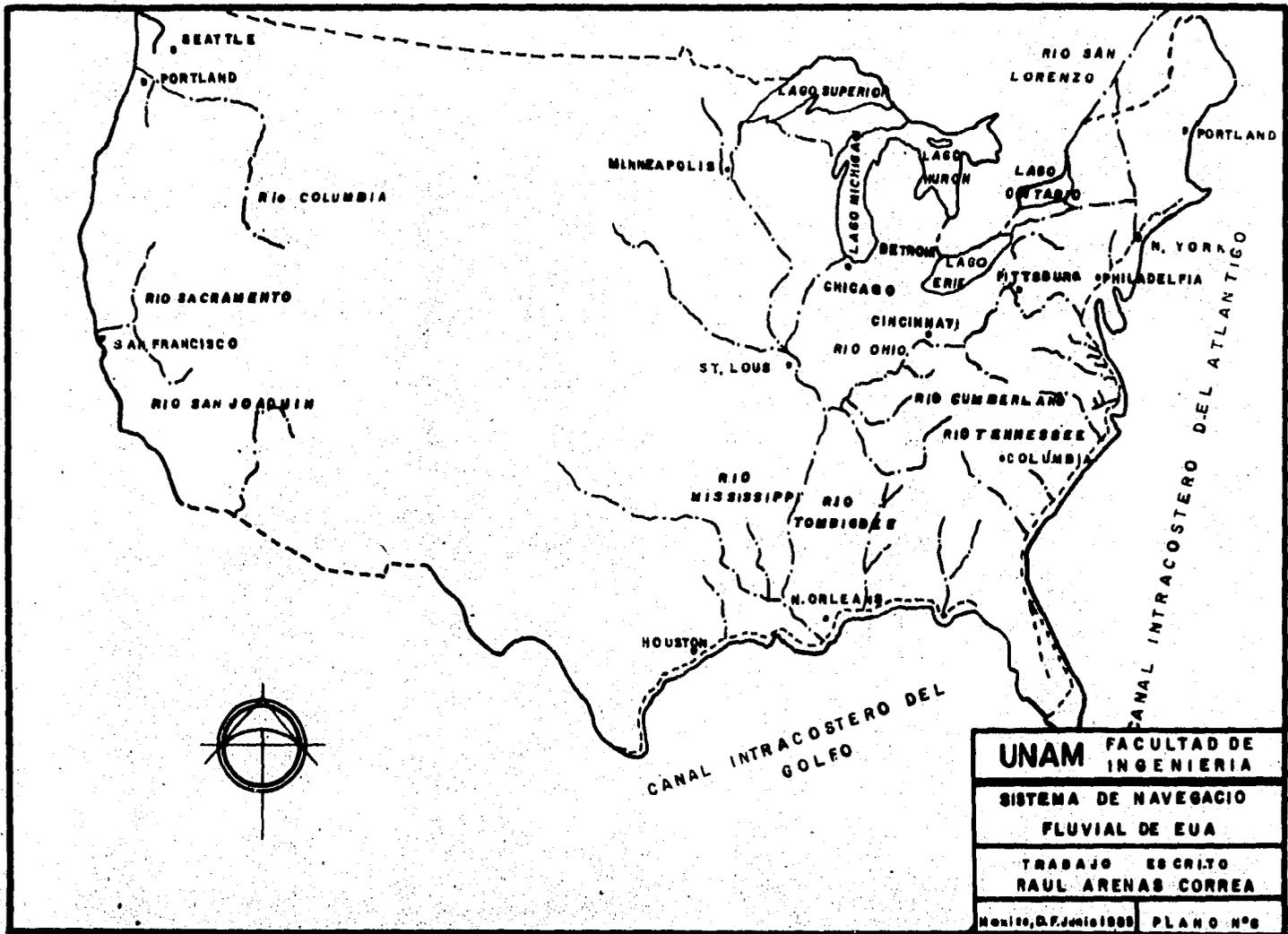
La red esta compuesta por cuatro subsistemas principales que son: Las vías fluviales en la Costa del Atlántico, las vías fluviales en la Costa del Golfo, el sistema del Río Mississippi y las vías fluviales en la Costa del Pacífico.

El subsistema del Atlántico cuenta con 7 000 millas de vías navegables, de las cuales 1 250 corresponden al Canal Intracostero del Atlántico, esta red es de vital importancia ya que por ella se comunican trece --estados de la unión Americana entre las que destacan las ciudades de Tampa, Delaware, Nueva York y Rochester; debe hacer notar la gran importancia que tiene el río San Lorenzo en este subsistema, ya que dicho río fue habilitado para la navegación, desde su desembocadura hasta el lago Ontario, por los gobiernos de Estados Unidos y Canada.

En el Golfo de México, desembocan tres ríos principales que son: el Mississippi, el Mobile-Tombigbee y el Apalachicola-Chattahoochee las cuales junto con el Canal Intracostero del Golfo, constituyen la parte fundamental del sistema de navegación en aguas interiores norteamericano (56% de la longitud total), ya que por sí solo, el río Mississippi y -- sus principales tribularios como son los ríos: Tennessee, Cumberland, Ohio, Missouri e Illinois; reúnen más de 8 500 millas de canales navegables que comunican a 38 de los 50 estados de Estados Unidos y conectando a 81 de las ciudades de mayor población, entre las que destacan: Pittsburg, Chicago, Cincinnati, Minneapolis, Nueva Orleans, etc.

Por su parte, en la Costa del Pacífico únicamente se encuentran cerca -- de 3 600 millas de vías navegables en los ríos Columbia (límite esta -- tal entre Washington y Oregón) y Sacramento-San Joaquín (en el estado de California); no obstante apesar de su corta magnitud, este sistema comunica a ciudades de gran importancia en el Pacífico como son: -- Portland, San Francisco, Sacramento y Stockton.

Por lo que se refiere a la Tecnología fluvial generalizada en Norteamérica, esto se basa en la utilización de presas para el control de los -- crecientes en avenidas, esclusas cuyo objetivo es el de salvar el desnivel entre dos embalses, y dragados para la regularización tanto de la -- profundidad como de las secciones transversales en los tramos difíciles del río.



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	
SISTEMA DE NAVEGACION FLUVIAL DE EUA	
TRABAJO ESCRITO	
RAUL ARENAS CORREA	
México, D.F. Junio 1988	PLANO N° 8

En cuanto al sistema operativo del tráfico de carga, la práctica de mayor uso consiste en la utilización de barcazas enlazables en grupos propulsados por remolcadores hasta de 3 000 hp, que comunmente empujan convoyes hasta de 15 barcazas cargados con un total de 25 000 toneladas.

Con el objeto de que la navegación se desarrolle de manera completa, -- existen a lo largo de toda la red, terminales de carga y descarga especializadas ubicadas en relación con las vías carreteras y ferroviarias troncales y las principales poblaciones. Con relación a esto en 1968, se contaban con cerca de 2 000 terminales de las cuales el 25% estaban destinadas a los movimientos del petróleo y derivados; 15% para arena, grava y minerales no metálicos; 13% para el manejo de carbón y 12% para granos, del resto de las terminales, solo el 8% para el uso público.

5.3 EL SISTEMA DEL RIO TENNESSEE.

El sistema de navegación del río Tennessee es parte integrante de la red del río Mississippi; su inicio ocurre propiamente en Knoxville, -- Tennessee y prosigue atravesando los estados de Tennessee, Alabama y parte de Kentucky donde se une al río Ohio (principal tributario del Mississippi) a la altura de la población de Paducah.

La utilización de este río como vía de Transportación se inicia en el - siglo XVI con las expediciones españolas de reconocimiento, siendo utili - zado posteriormente por exploradores franceses e ingleses; no obstante fue hasta 1930 en que se realizó un plan de impulso al sistema de navega - ción del Tennessee el cual propuso el empleo del potencial hidrológico - del río mediante la construcción de obras de infraestructura de usos múl - tiples, donde el proyecto prioritario consistía en la importación inme - diata de las facilidades para la navegación.

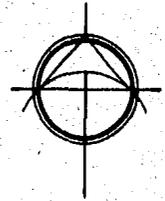
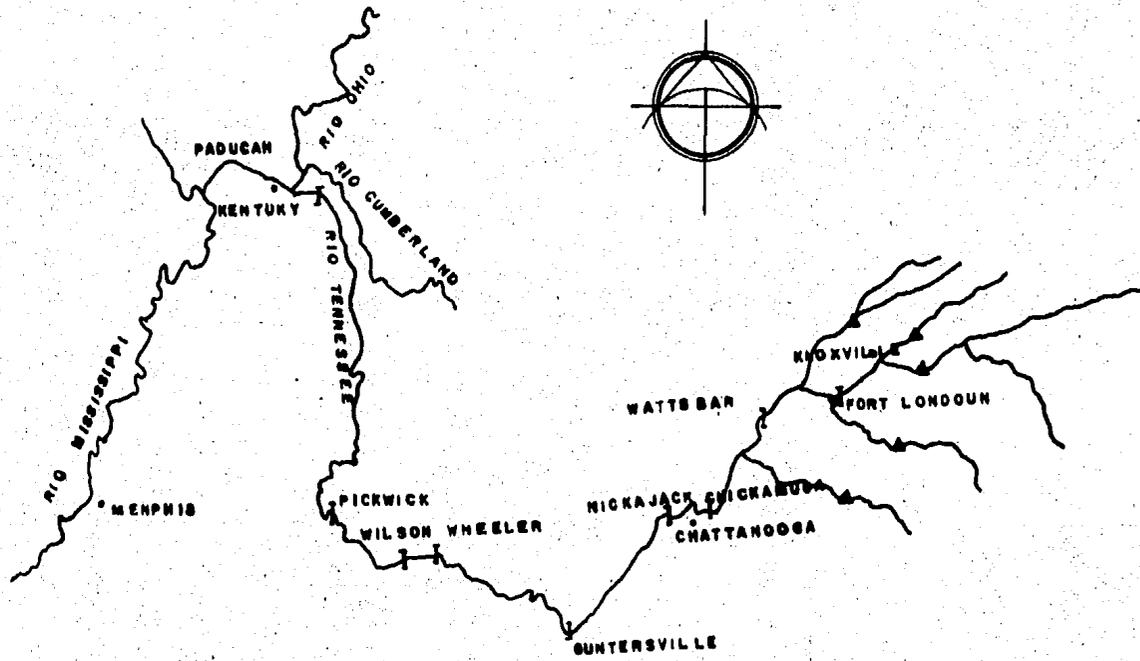
Desde 1830 hasta antes de 1930, fecha en que queda constituida la Autori - dad del Valle del Tennessee (TVA), los trabajos encaminados a asegurar - la navegación fluvial se basaron en la ejecución de obras aisladas con - sistentes en la edificación de numerosos bordos y diques así como draga - dos de profundización, proporcionándose de esta forma tirantes adecua - dos para la navegación de embarcaciones pequeñas (con colados menores a 4'). A partir de los acuerdos de los años 30, se inicia la construc - ción de 200 presas, 150 aprovechamientos hidroeléctricos y de un sistema de canales para la navegación.

El sistema actual de navegación del Tennessee está constituido por 650 - millas de vías cuyo ancho promedio es de 300 pies (excepto aguas abajo - de Kentucky donde se tienen 500 pies) y en las que asegura el tirante - mínimo requerido para el tránsito de embarcaciones hasta de 9 pies de ca - lado.

El conjunto de canales que forman la red del Tennessee está constituido en su eje central, por nueve grandes presas de usos múltiples, éstas -- permiten realizar una navegación continua al estabilizar la corriente -- mediante el control de los escurrimientos, tanto en velocidad como en magnitud, dentro de un rango mínimo de variación, asegurando así la profundidad del cauce y generando además cantidades sustanciales de energía eléctrica.

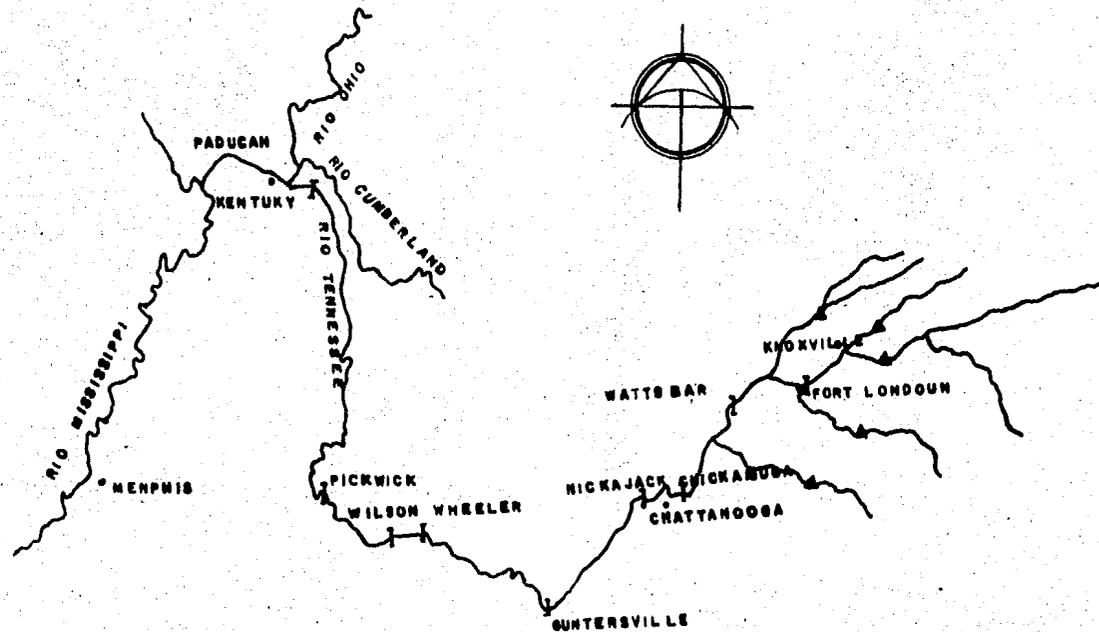
Cada presa está equipada al menos con una esclusa principal y uno o dos esclusas auxiliares, que tienen por objeto el libramiento del desnivel existente entre el embalse y la corriente aguas abajo de la cortina. -- El tamaño estándar de la cámara de la esclusa es de 110 x 600 pies, variando su altura entre 42 y 110 pies; estas dimensiones permiten la admisión, en cada movimiento, de aproximadamente 30 barcasas pequeñas -- (26' x 175' x 7.5') y 9 barcasas tipo jumbo (35' x 195' x 9'), las esclusas menores (60' x 360') sólo admiten y barcasas pequeñas o una jumbo.

Por otra parte, en lo referente a terminales de carga se tienen en el río Tennessee una predominancia de las pertenecientes a compañías industriales; del total de terminales existentes, sólo el 32% son de uso público y el 68% corresponden a la industria, este fenómeno, es simple-



▲ PRESA DE CONTROL
 I ESCLUSA

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	
ESQUEMA DEL RIO TENNESSEE	
TRABAJO ESCRITO RAUL ARENAS CORREA	
México, D.F. Junio 1968.	PLANO N° 7



▲ PRESA DE CONTROL
 I ESCLUSA

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	
ESQUEMA DEL RIO TENNESSEE	
TRABAJO ESCRITO RAUL ARENAS CORREA	
Mexico, D.F. Agosto 1968.	PLANO N° 7

mente el reflejo del incremento observado en la inversión privada en - industrias con flete de agua.

El sistema operativo para la navegación está dirigido por la Autoridad del Valle del Tennessee organismo responsable de la provisión de todas las facilidades concernientes con la navegación del río y de la operación de las presas y embalses del sistema; además, a través de su División para el Desarrollo de la Navegación, La TVA realiza planes y estudios enfocados hacia el logro del uso óptimo de los recursos.

Por último, es importante destacar que paralelamente al desarrollo de la navegación, se han observado crecimientos sustanciales en la utilización de los recursos turísticos de la ribera, así como en la importación de nuevas industrias. Adicionalmente, se han producido ahorros en los movimientos carreteras y ferroviarias de carga al disminuir las tarifas como consecuencia de la competencia fluvial, además se ha explotando recursos mineros y forestales anteriormente inaccesibles y se han extendido mercados en los que los altos costos de transportación constituyen una limitante.

5. 4 PROYECTO TENNESSEE-TOMBIGBEE.

El concepto del proyecto Tennessee-Tombigbee, es significativamente

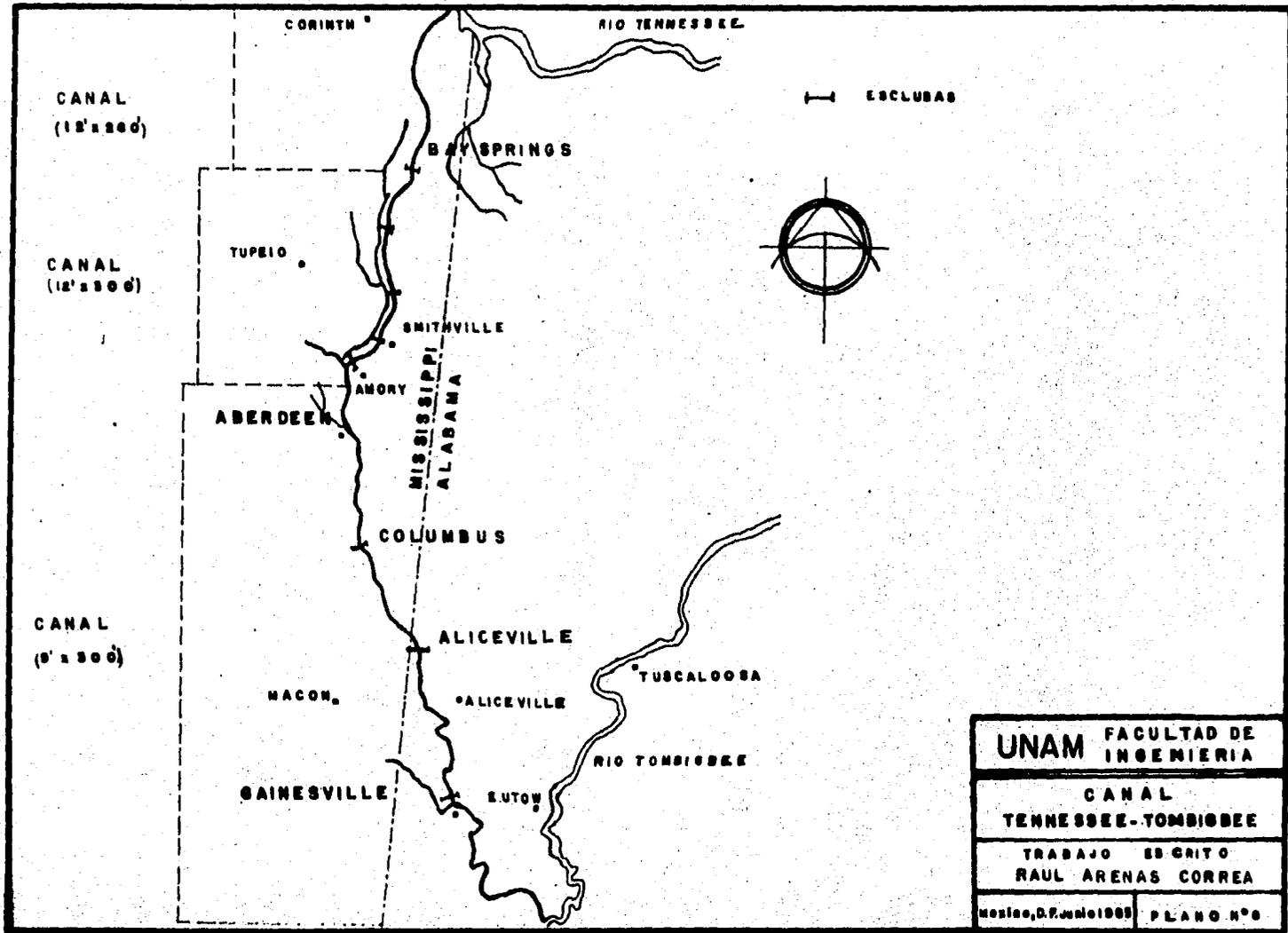
diferente de la mayoría de las vías de Transportación en aguas anteriores ya que se trata de una liga entre dos sistemas fluviales ya navegables. El canal en proyecto unirá a los ríos Tennessee y Tombigbee dando por resultado una ruta mas corta entre las vías interiores del Mississippi y las puertos ubicados en la parte sureste del Golfo de México, en este sentido, más que un simple proyecto de navegación se trata de una alternativa para el desarrollo social y económico de la zona, así como para el mejoramiento del sistema de Transportación.

El canal proyectado tendrá una profundidad de navegación de nueve pies con fondo libre de 280 a 300 pies, y mediante una serie de diez esclusas (con altura media de 30 pies), se librá el desnivel existente; - entre Demopolis y el río Tennessee, todas las esclusas tendrán las dimensiones estándar de 110 x 600 pies, lo que permitirá el paso de convoyes de ocho barcazas.

Respecto al potencial económico para el canal, se estima que durante el primer año de operación podrán transportarse 28 millones de toneladas que inducirán ahorros, de 91 millones de dólares por año, con -- respecto a otras alternativas de transportación. Dentro del total de carga, se estima que el carbón será el producto de mayor participación, esperándose una demanda para el transporte de cerca de 18 millones de -

toneladas que originarán un ahorro medio por tonelada de 2.5 dólares. Asimismo, se determinó que el canal transportaría cerca de 40 millones de toneladas de carga antes del año 2 000.

Complementariamente a los beneficios mencionados, se planea desarrollar por un lado 49 zonas de recreación que producirán utilidades -- anuales de cinco millones de dólares y por otro, se logrará la apertura de nuevas industrias, el incremento en la inversión regional y la generación de un importante número de empleos.



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA	
CANAL TENNESSEE-TOMBIGBEE	
TRABAJO DE GRITO RAUL ARENAS CORREA	
Mosico, D.F. Julio 1965	PLANO N° 6

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las vías fluviales de navegación constituyen una de las primitivas y principales vías de comunicación de las naciones que hoy en día se consideran como las más desarrolladas e importantes del mundo y que dicha importancia se debe en gran parte, a la red de comunicaciones fluviales que proporcionan un transporte seguro, eficiente y económico de diversos productos que transportarse en grandes cantidades y a distancias largas, teniendo de suyo, la gran ventaja de que el transporte por dicha vía es mucho más económica que el de cualquier otro medio de transporte.

En el caso de nuestro país, la importancia potencial del transporte fluvial con la construcción de un canal Intracostero en la zona del Sureste, garantiza un notable incremento en la economía nacional desde cualquier punto de vista que se le vea, pues constituye una modalidad de muy bajo costo para la distribución de productos en el país, por lo cual una mayor utilización de este servicio redundaría en un menor costo global del transporte, en beneficio del consumo final.

La importancia que reviste la existencia de un canal litoral se manifiesta en la seguridad que ofrece y un lapso mas prolongado de refugio a las embarcaciones de transporte de carga, y no como una duplicación

de la ruta de navegación costera existente, pues además, el canal dará acceso al tráfico en varios puntos de su ruta, con lo que la franja costera tomaría gran importancia ya que lógicamente toda esa región se desarrollaría industrialmente y por otra parte, la creación de las terminales para embarcaciones traería por consecuencia la formación de núcleos humanos que con el tiempo llegarían a ser ciudades de importancia.

Por otra parte, la política de desarrollo de México concede primordial importancia al Sureste del país y se están orientando cuantiosos recursos en esa dirección, lo que para el proyecto de navegación fluvial significa una garantía y éste a su vez coadyuba en forma importante a ese desarrollo.

Debido a que esta obra sería de gran envergadura y realizable a largo plazo, se ha pensado en la conveniencia de hacerle en las etapas subsecuentes que tentativamente se podría recomendar.

- 1.- Antes de construir el canal sería benéfico promover el transporte fluvial en la zona e incrementar el aprovechamiento de los ríos y lagunas que conducen a los puertos de Coatzacoalcos, Frontera y Ciudad del Carmen. De esta manera el uso del canal sería mayor, puesto que la red alimentadora tendría para entonces mayor desarrollo.

- 2.- Es recomendable construir el canal en dos etapas: para la primera etapa, el canal tendría la sección mínima que permite la navegación de chalanes comerciales (manga de 7.6 m y colado de 1.83 m y que sería de 15 m de plantilla y 2.2 m de profundidad. En la segunda etapa se ampliaría la sección mínimo hasta la sección recomendada, la que podría lograrse en pocos años y planearse como parte de mantenimiento. Este plan de inversiones en dos etapas no modificaría en forma importante la evaluación realizada.
- 3.- La ruta de chalanes conviene limitarla de Minatitlán a Villahermosa y probablemente hasta Ciudad del Carmen por la ruta larga. La navegación en la red alimentadora se llevaría a cabo con otro tipo de embarcaciones, de menor tamaño desde luego.
- 4.- Finalmente, aunque las condiciones hidráulicas sean favorables para la realización del proyecto, el flujo de productos presenta el factor limitante para asegurar la factibilidad económica del proyecto, aunque la recuperación de la inversión y su rentabilidad dependerá del desarrollo económico de la región.

Bibliografía

MANUALES DE INFORMACION BASICA DE LA NACION
Como es México
Secretaría de Programación y Presupuesto.

ESTUDIO DE DRAGADO EN EL RIO COATZACOALCOS, VER.
Cifsa, Consultores en Ingeniería
Secretaría de Marina, Dirección General de Dragado

WATERWAY GUIDE 82
Great Lakes Edition
Annapolis Maryland, U.S.A.

WATERWAY GUIDE 82
Mid- Atlantic Edition
Annapolis Maryland, U.S.A.

THE TENNESSEE RIVER NAVIGATION
System, History, development, and operation

PRINCIPLES OF RIVER ENGINEERING.