

29
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“LA INGENIERIA CIVIL APLICADA A LOS RIOS
NAVEGABLES DEL SURESTE MEXICANO”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
CARLOS GALINDO FRAGA

DIRECTOR DE TESIS: ING. JOAQUIN REBUelta GUTIERREZ



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1998.

261725



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.

6

of

10

10

26/7/25.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-011/98

Señor
CARLOS GALINDO FRAGA
Presentes

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **M. S. JOAQUIN REBUelta GUTIERREZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

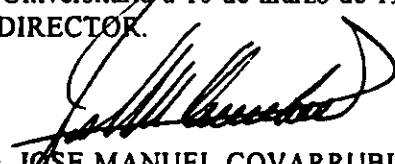
"LA INGENIERIA CIVIL APLICADA A LOS RIOS NAVEGABLES DEL SURESTE MEXICANO"

	PROLOGO
	INTRODUCCION
	DESARROLLO DEL TEMA
I.	ANTECEDENTES
II.	POSIBLES RIOS NAVEGABLES EN MEXICO
III.	ESTUDIOS PRELIMINARES
IV.	INFRAESTRUCTURA NECESARIA EN LOS RIOS NAVEGABLES
V.	OPERACION NAVEGABLE
VI.	ASPECTOS FINANCIEROS
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 16 de marzo de 1998.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*lmf

AD JESVS PER MARIAM.

**A MIS PADRES ARTURO Y MARÍA LUISA, CON
TODO MI AMOR, CARIÑO, RESPETO, ADMIRACIÓN
Y AGRADECIMIENTO POR EL AMOR, APOYO Y
CONFIANZA DEPOSITADOS EN MÍ A LO LARGO DE
TODA MI VIDA.**

**A MIS ABUELOS HERMELINDA Y ALBERTO,
MAGDALENA Y SANTIAGO,
CON TODO MI AMOR Y
CARIÑO. SIEMPRE SERÁN
MOTIVO DE ORGULLO PARA
MÍ.**

**A MIS HERMANOS ARTURO, MALENA Y BETO,
CON TODO MI AMOR Y CARIÑO.**

A MIS TÍAS MALENA Y LOURDES.

**A MIS TÍOS SANTIAGO, PACO, JUAN, ALBERTO,
JESÚS Y BERNARDO.**

A TODAS MIS PRIMAS Y PRIMOS.

**A TODOS MIS AMIGOS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA.**

**AGRADEZCO AL ING. JOAQUÍN REBUELTA
GUTIÉRREZ EL APOYO Y MOTIVACIÓN
BRINDADOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE
TRABAJO.**

**AGRADEZCO AL C.M., I.M. y C.U.M. LOS SÓLIDOS
CIMIENTOS DE MI EDUCACIÓN.**

**AGRADEZCO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO, A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA Y A TODOS MIS PROFESORES LA
FORMACIÓN PROFESIONAL QUE ME HAN DADO.**



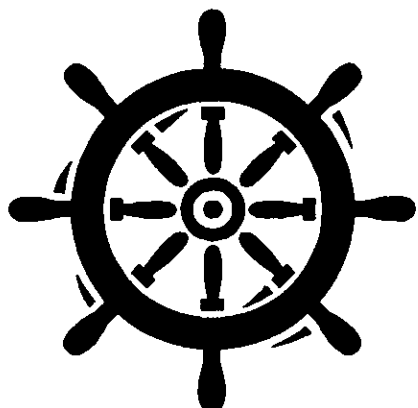
LA INGENIERÍA CIVIL APLICADA A LOS RÍOS NAVEGABLES DEL SURESTE MEXICANO.

Í N D I C E

	PRÓLOGO.	1
	INTRODUCCIÓN.	3
	DESARROLLO DEL TEMA.	7
I	ANTECEDENTES.	7
	1.1. Principales ríos en el mundo.	8
	1.2. Principales ríos navegables en el mundo.	11
	1.3. Experiencias internacionales en el sistema de transporte por vía fluvial.	19
II	POSIBLES RÍOS NAVEGABLES EN MÉXICO.	22
	2.1. Principales ríos en México.	23
	2.2. Importancia de los ríos en el sureste mexicano.	25
III	ESTUDIOS PRELIMINARES.	30
	3.1. Recorrido de ríos para un caso en particular, Tabasco.	35
	3.2. Identificación preliminar de terminales en la zona interestatal.	48
IV	INFRAESTRUCTURA NECESARIA EN LOS RÍOS NAVEGABLES.	63
	4.1. Obras de encauzamiento y rectificación de cauces.	64
	4.2. Obras de protección en riberas y cruces.	73
	4.3. Terminales de acceso ribereño.	79
	4.4. Dragados en zonas requeridas.	80
	4.5. Obras complementarias.	82



V	OPERACIÓN NAVEGABLE.	84
	5.1. Organismo operador del sistema.	85
	5.2. Rutas por atender.	88
	5.3. Tipos y frecuencia de los servicios.	90
	5.4. Características de la demanda del sistema.	91
	5.5. Elección del tipo de embarcación.	92
VI	ASPECTOS FINANCIEROS.	95
	6.1. Tarifas.	96
	6.2. Créditos externos.	98
	6.3. Aportaciones y otros ingresos especiales.	100
	6.4. Resumen de egresos e ingresos.	101
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	103
	ANEXOS.	109
	BIBLIOGRAFÍA.	114



PRÓLOGO.

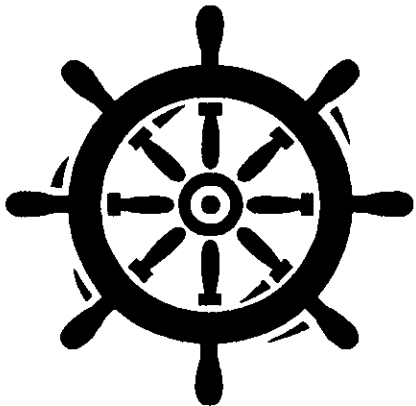


A lo largo de la carrera de ingeniería civil fui aprendiendo que todo proyecto de ingeniería requiere de sólidos conocimientos técnicos para diseñar las obras que el proyecto demanda, pero requiere además de los recursos tanto humanos como financieros para consolidarlo, sin olvidar el objetivo fundamental de ofrecer beneficio, satisfacción y seguridad a la sociedad.

En México, los recursos técnicos, financieros y humanos son escasos y las necesidades superan a los medios para su realización. Es por ello que tengo un especial interés en las áreas de planeación y construcción de la carrera de ingeniería civil y me sentí comprometido con mi Patria para utilizar mis conocimientos de ingeniería en beneficio de Ella realizando un tema de tesis referente a los sistemas de transporte, ya que éstos son instrumentos necesarios para la evolución de los potenciales de la nación.

Nuestro país debe aprovechar sus vastos recursos hidrológicos en el sureste para dar beneficio a la sociedad e impulsar la economía de esta región; y que mejor manera que utilizar sus ríos para transportar carga y pasajeros, ya que el transporte por vía fluvial constituye un modo de transporte de muy bajo costo, por lo cual una mayor utilización de este servicio redundaría en un menor costo global del transporte.

Considero que este trabajo será de gran utilidad para el lector interesado en los estudios necesarios para proyectar las obras de infraestructura y los estudios que se requieren para poner en operación un sistema de navegación por vía fluvial, así como para los estudiantes de la carrera de ingeniería civil que quieran desarrollar a detalle alguno de los estudios como tema de tesis tomando como base la presente.



INTRODUCCIÓN.



La navegación por vía fluvial constituye una de las primitivas y principales vías de comunicación de los pueblos que hoy en día se consideran como las naciones más desarrolladas del mundo. Dicha importancia se debe en gran parte, a la red de comunicaciones fluviales que proporcionan un transporte eficiente, económico y seguro.

En México la navegación por vía fluvial como medio de transporte no ha sido desarrollada del todo a pesar de que existe una longitud considerable de ríos navegables en toda época del año.

El transporte fluvial en nuestro país garantizaría un notable incremento en la economía nacional, pues constituye una modalidad de muy bajo costo para la distribución de carga, por lo cual una mayor utilización de este servicio provocaría un menor costo del transporte, en beneficio del consumo final.

Este trabajo va de lo general a lo particular. En el capítulo primero se hace una descripción de los ríos más importantes del mundo y de los que han sido utilizados como medio de transporte mediante estructuras como barcazas y chalanes, utilizando infraestructura como puertos, muelles y terminales. En este capítulo se incluye una descripción de las experiencias técnicas y económicas de los países en donde este modo de transporte se ha desarrollado considerablemente.

Dentro del capítulo segundo se describen los principales ríos de México y se analiza en cuales, debido a su importancia y características, es posible establecer un sistema de navegación fluvial, con un enfoque hacia los ríos del sureste mexicano.



En el capítulo tercero se describen los estudios físicos necesarios para conocer las características generales de los ríos y como deben realizarse. En este capítulo se incluye una propuesta de localización preliminar de las terminales en los ríos del estado de Tabasco.

Dentro del capítulo cuarto se hace un análisis de la infraestructura que se requiere para hacer navegables los ríos del sureste mexicano, así como de los estudios y la manera en que éstos deben realizarse para poder proyectar las obras requeridas.

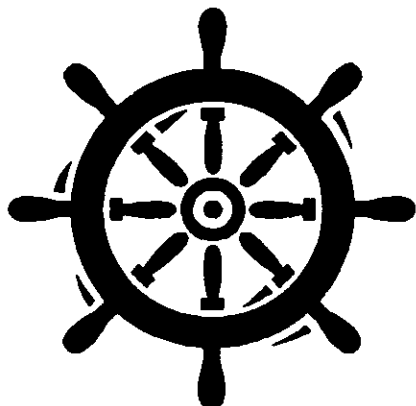
El capítulo quinto es una descripción de los estudios que se requieren para hacer operable el sistema y la importancia que tienen éstos en todo proyecto de ingeniería civil.

Un análisis de la manera en que debe realizarse el estudio de tarifas, el cual es muy importante para la obtención de los ingresos que amortizarán el capital invertido, se encuentra en el capítulo sexto. En este capítulo se mencionan las ventajas y desventajas de recurrir a créditos externos y las condiciones bajo las cuales deberían otorgarse éstos, así como los ingresos especiales que podría tener el sistema. Se incluye también la forma en que debe realizarse el resumen de ingresos y egresos, el cual es fundamental para realizar una evaluación económica y una evaluación financiera del proyecto, siendo éstas las pautas para determinar si el proyecto es factible económicamente.

El objetivo general de esta tesis es dar a conocer las bases técnicas y económicas necesarias para fundamentar el proyecto de un sistema organizado de navegación por vía fluvial como modo de transporte en el sureste mexicano.



Los objetivos específicos de este trabajo son: dar a conocer un panorama general, en el ámbito mundial, de los sistemas de transportación fluvial; dar a conocer los ríos de México en los cuales es posible establecer un sistema de navegación fluvial; así como dar a conocer una metodología general para la elaboración de estudios técnicos, de operación y financieros para poder llevar a cabo una evaluación económica y financiera que determine si la transportación por vía fluvial es económicamente factible en el sureste mexicano.



**DESARROLLO DEL TEMA.
CAPITULO I.
ANTECEDENTES.**



Una componente del sistema de transporte es el sistema de transporte fluvial o navegación por vía fluvial, el cual consiste en transportar pasajeros y/o carga mediante una estructura (barcaza, remolque, chalán), a través del medio proporcionado por los ríos, el agua.

Las vías fluviales constituyen una de las principales vías de comunicación, las cuales fueron utilizadas en el pasado por poblaciones que se establecían cerca de los ríos. En un principio obtenían agua de éstos para el consumo humano y con el paso del tiempo navegaban a través ellos, utilizándolos como vía de comunicación al transportarse de un lugar a otro mediante canoas. En la actualidad, muchos países que siguen usando este tipo de sistema, pero actualmente con barcazas de gran tamaño, se consideran como las naciones más desarrolladas e importantes del mundo gracias a que cuentan con redes fluviales de gran longitud, permitiéndoles transportar mercancías y pasajeros de manera segura y a muy bajo costo.

1.1. Principales ríos en el mundo.

Para dar un panorama general en el ámbito mundial de los ríos existentes, es necesario conocer su longitud total y ubicación geográfica.

En la siguiente tabla se muestran los principales ríos en el mundo, en orden descendente en función de su longitud física total en kilómetros, incluyendo también él o los países que cruza cada uno de ellos.



PRINCIPALES RÍOS EN EL ÁMBITO MUNDIAL.

RÍO	PAIS(ES)	LONGITUD TOTAL (km)
Nilo	Egipto, Etiopía, Sudán, Uganda	6671
Amazonas	Brasil, Colombia y Perú	6437
Yangtze Kiang	China	6380
Yenisei-Angara	Rusia	5536
Ob-Irtish	Rusia	5410
Huang-Ho	China	4672
Congo o Zaire	Congo y Zaire	4667
Amur	China y Rusia	4416
Lena	Rusia	4400
Mackenzie-Slave-Peace-Finlay	Canadá	4241
Mekong	China	4184
Níger	Guinea	4169
Paraná	Argentina, Brasil y Paraguay	3998
Missouri	Estados Unidos	3969
Mississippi	Estados Unidos	3779
Murray-Darling	Australia	3717
Volga	Rusia	3690
Eufrates	Turkia, Irán e Irak	3597
Purús	Brasil y Perú	3380
Juruá/Alto Yuruá	Brasil y Perú	3283
Madeira	Bolivia y Brasil	3240
Sao Francisco	Brasil	3199
Yukon	Estados Unidos (Alaska) y Canadá	3185
Bravo	México y E. U.	3033
Brahmaputra	China, India	2897
Indo	China, India y Pakistán	2897
Danubio	Alemania, Austria, Bulgaria, Hungría, Eslovaquia, Eslovenia, Rumania, Ucrania, Serbia, Croacia, Bosnia-Herzegovina,	2858
Paraguay	Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay	2549
Vilyui	Rusia	2435
Arkansas	Estados Unidos	2333
Colorado	Estados Unidos y México	2333
Negro	Brasil, Colombia y Venezuela	2253
Orinoco	Colombia y Venezuela	2150
Columbia	Estados Unidos y Canadá	1953
Marañón	Perú	1800
Guaporé o Iténez	Bolivia y Brasil	1749
Snake	Estados Unidos	1670
Red	Estados Unidos	1638



RÍO	PAÍS(ES)	LONGITUD TOTAL (km)
Pilcomayo	Argentina, Bolivia, Paraguay	1609
Ohio	Estados Unidos	1569
Magdalena	Colombia	1538
Fraser	Canadá	1386
Ucayali	Perú	1370
Fraser	Canadá	1368
Cauca	Colombia	1350
Guaviane	Colombia y Venezuela	1350
Rhin	Alemania	1312
San Lorenzo	Estados Unidos y Canadá	1223
Meta	Colombia y Venezuela	1200
Elba	Alemania y Rep. Checa	1165
Tennessee	Estados Unidos	1049
Loira	Francia	1020
Tajo	España y Portugal	1007
Arauca	Colombia y Venezuela	1000
Albany	Canadá	982
Ouachita	Estados Unidos	974
Usumacinta	México y Guatemala	960
Caroní-Cuaquenán	Venezuela	930
Order	Alemania, República Checa, Polonia	912
Ebro	España	910
Guadiana	España y Portugal	828
Ródano	Francia y Suiza	813
Sena	Francia	776
Chattahoochee	Estados Unidos	701
Grijalva	México	700
Coco o Segovia	Honduras y Nicaragua	700
Connecticut	Estados Unidos	655
Vichada	Colombia y Venezuela	644
Negro	Argentina	635
Cumberland	Estados Unidos	623
Apuré	Venezuela	619
Tombigbee	Estados Unidos	618
Sacramento	Estados Unidos	615
Delaware	Estados Unidos	590
Atrato	Colombia	563
San Joaquín	Estados Unidos	560
Alabama	Estados Unidos	507
Hudson	Estados Unidos	507
Savannah	Estados Unidos	505
Saona	Francia	480
Dordoña	Francia	472
Potomac	Estados Unidos	462

Elaboración propia con datos del Almanaque Mundial 1996, 1997, 1998 y Enciclopedia Microsoft Encarta.



A pesar de que en la comparación anterior los ríos europeos se encuentran dentro de los de mediana longitud, éstos han tenido un gran desarrollo en la navegación fluvial. Es por ello que el tener grandes longitudes de ríos no garantiza que sean navegables.

1.2. Principales ríos navegables en el mundo.

Hoy en día, gran cantidad de ríos en todo el mundo se utilizan como vías de navegación para el transporte de pasajeros y carga.

No todos los principales ríos en el mundo, respecto a su longitud física, son navegables debido a múltiples factores, como son: la presencia de rápidos en los cauces, profundidad insuficiente para el paso de barcazas de pequeño calado, países pobres que no tienen los suficientes recursos económicos para costear los egresos que por concepto de infraestructura y de operación sus ríos requerirían para ser navegables, etc.

En la siguiente tabla se presentan los principales ríos navegables en el mundo, en orden descendente en función de su longitud navegable.

PRINCIPALES RÍOS NAVEGABLES EN EL MUNDO.

RÍO	PAÍS(ES)	LONGITUD TOTAL (km)	LONGITUD NAVEGABLE (km)
Amazonas	Brasil, Colombia y Perú	6437	3700
Amur	China y Rusia	4416	3219
Mississippi	Estados Unidos	3779	2908
Yukon	Estados Unidos (Alaska) y Canadá	3185	2734
Purús	Brasil y Perú	3380	2575
Volga	Rusia	3690	2536
Sao Francisco	Brasil	3199	2172



RÍO	PAÍS(ES)	LONGITUD TOTAL (km)	LONGITUD NAVEGABLE (km)
Danubio	Alemania, Austria, Bulgaria, Hungría, Eslovaquia, Eslovenia, Rumania, Ucrania, Serbia, Croacia, Bosnia-Herzegovina,	2858	1756
Guaporé o Iténez	Bolivia y Brasil	1749	1749
Orinoco	Colombia y Venezuela	2150	1670
Ohio	Estados Unidos	1569	1569
Nilo	Egipto, Etiopía, Sudán, Uganda	6671	1545
Magdalena	Colombia	1538	1497
Vilyui	Rusia	2435	1448
Paraná	Argentina, Brasil y Paraguay	3998	1350
Madeira	Bolivia y Brasil	3240	1299
Brahmaputra	China, India	2897	1290
San Lorenzo	Estados Unidos y Canadá	1223	1223
Missouri	Estados Unidos	3969	1212
Ucayali	Perú	1370	1086
Tennessee	Estados Unidos	1049	1043
Meta	Colombia y Venezuela	1200	1000
Juruá/Alto Yuruá	Brasil y Perú	3283	965
Loira	Francia	1020	965
Yangtze Kiang	China	6380	941
Order	Alemania, República Checa, Polonia	912	912
Marañón	Perú	1800	805
Rhin	Alemania	1312	800
Arauca	Colombia y Venezuela	1000	790
Paraguay	Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay	2549	722
Arkansas	Estados Unidos	2333	721
Caroní-Cuaquenán	Venezuela	930	690
Pilcomayo	Argentina, Bolivia, Paraguay	1609	660
Cumberland	Estados Unidos	623	623
Guaviane	Colombia y Venezuela	1350	620
Tombigbee	Estados Unidos	618	583
Ouachita	Estados Unidos	974	565
Sena	Francia	776	563
Atrato	Colombia	563	550
Ródano	Francia y Suiza	813	485
Apué	Venezuela	619	483
Alabama	Estados Unidos	507	471



RÍO	PAÍS(ES)	LONGITUD TOTAL (km)	LONGITUD NAVEGABLE (km)
Columbia	Estados Unidos y Canadá	1953	459
Vichada	Colombia y Venezuela	644	450
Illinois	Estados Unidos	450	436
Negro	Argentina	635	402
Albany	Canadá	982	400
Saona	Francia	480	375
Cauca	Colombia	1350	370
Usumacinta	México y Guatemala	960	370
Elba	Alemania y Rep. Checa	1165	356
Tajo	España y Portugal	1007	322
Chattahoochee	Estados Unidos	701	312
Snake	Estados Unidos	1670	309
Dordoña	Francia	472	308
Savannah	Estados Unidos	505	291
Adigio	Italia	410	275
Sacramento	Estados Unidos	615	262
Saint Johns	Estados Unidos	459	257
San Juan	Colombia	376	230
Coco o Segovia	Honduras y Nicaragua	700	225
Chixoy	Guatemala	418	225
Hudson	Estados Unidos	507	216
Grijalva	México	700	107
Red	Estados Unidos	1638	171
San Joaquín	Estados Unidos	560	166
Potomac	Estados Unidos	462	163
San Jorge	Colombia	380	150
Baudó	Colombia	150	150
Fraser	Canadá	1368	145
Delaware	Estados Unidos	590	124
Cauto	Cuba	370	113
Patía	Colombia	360	100
Connecticut	Estados Unidos	655	84
Guadiana	España y Portugal	828	67
Tiber	Italia	406	48
Ebro	España	910	25
Huang-Ho	China	4672	4

Elaboración propia con datos del Almanaque Mundial 1996, 1997, 1998 y Enciclopedia Microsoft Encarta.



Uno de los países que tiene gran desarrollo dentro del sistema de transporte por vía fluvial es Estados Unidos. Al noreste, este y sudeste de este país, se localiza una gran concentración de vías fluviales de extensas longitudes cruzando una gran parte del territorio estadounidense. Este complejo sistema de ríos se ha utilizado a lo largo de los años para el transporte de carga y pasajeros, lo cual ha contribuido en el desarrollo y crecimiento económico de este país al ofrecer un sistema de transporte económico y muy eficiente. También los puertos fluviales de este país han contribuido al desarrollo económico ya que son grandes polos de desarrollo regional.

Los ríos que se encuentran al oeste no son utilizados para navegación comercial, solo para fines recreativos, irrigación y generación de energía eléctrica.

En el ámbito mundial, una de las más importantes redes de vías fluviales navegables es la formada por el Río Mississippi y sus 250 corrientes tributarias que lo alimentan, entre las que destacan los ríos Ohio, Missouri, Arkansas y Red.

En Estados Unidos, el sistema de vías acuáticas para navegación tierra adentro se puede clasificar, a grandes rasgos, en tres grupos: sistema del río Mississippi (incluye ríos y canales tierra adentro), sistema de los Grandes Lagos (Lago Superior, Lago Huron, Lago Michigan, Lago Erie y Lago Ontario) y canales costeros.

La distribución de longitudes navegables de estos grupos desglosadas por profundidad se muestra a continuación.



SISTEMAS DE NAVEGACIÓN INTERIOR EN ESTADOS UNIDOS.

PROFUNDIDAD (metros)	Menos de 1.83 m.	de 1.83 m a 2.74 m	de 2.74 m a 3.66 m	de 3.66 m a 4.27 m	Más de 4.27 m	LONGITUD NAV.
GRUPO	LONG. (km)	LONG. (km)	LONG. (km)	LONG. (km)	LONG. (km)	TOTAL (km)
Vías acuáticas de la costa del Atlántico	2294.92	1997.20	939.86	1477.38	2544.37	9253.73
Vía acuática intercostera del Atlántico	--	104.61	104.61	1776.72	--	1985.94
Vías acuáticas de la costa del Golfo	3307.20	1041.25	1823.39	127.14	608.33	6907.31
Vía acuática intercostera del Golfo	--	--	--	1887.76	--	1887.76
SISTEMA DEL RÍO MISSISSIPPI	4860.22	1559.45	7977.52	1190.91	431.30	16019.40
Vías acuáticas de la costa del Pacífico	1174.82	801.45	381.41	41.84	3353.87	5753.39
Grandes Lagos	72.42	143.23	--	12.87	560.05	788.57
Todas las otras vías acuáticas (Alaska)	122.31	11.27	--	1.61	11.27	146.46
TOTAL DE SISTEMAS	11831.89	5658.46	11226.79	6516.23	7509.19	42742.56

Fuente: Waterways of the United States. Source: Big Load Afloat: U. S. Domestic Water Transportation Resources, American Waterways Operators, Inc.

Como se puede ver en la tabla anterior, la longitud navegable del sistema del río Mississippi representa cerca del 38 % de la longitud de vías acuáticas tierra adentro de Estados Unidos. Además de su longitud, la importancia de este sistema radica en que los demás sistemas (canales y lagos) se han creado y giran en torno al sistema de navegación por vía fluvial.



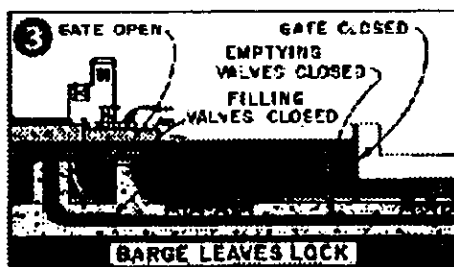
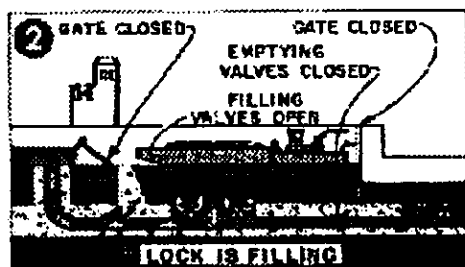
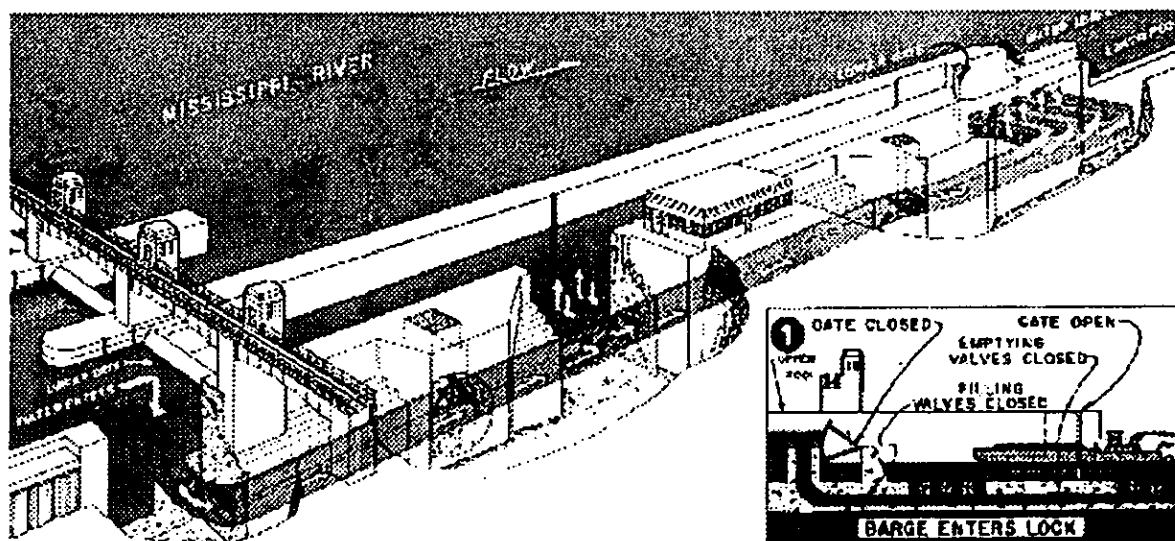
La longitud navegable del sistema del río Mississippi es de aproximadamente 16,020 km, a lo largo de los cuales se encuentran cientos de terminales estratégicamente planeadas como centros de producción, distribución y consumo; Como por ejemplo, los puertos: Saint Louis, Memphis, Tennessee, Cincinnati, y el puerto de Nueva Orleans que se encuentra al final de esta red al norte del Golfo de México.

Dentro de las mercancías que se transportan en este sistema de vías fluviales de Estados Unidos, se encuentran: granos, carbón, petróleo y sus derivados, arena, grava, materiales para construcción, productos químicos, etc.



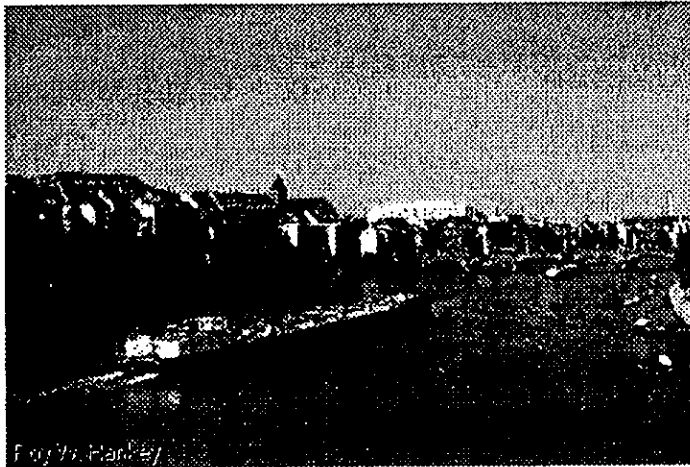
Los tramos que no tienen una profundidad suficiente para la navegación, o sea, de 2.74 a 4.30 m (9 a 14 pies) requieren de dragado o construcción de presas. En el río Mississippi y en el río Ohio se han construido una gran cantidad de presas.

La construcción de presas permite aumentar el tirante aguas arriba, permitiendo la navegación de embarcaciones. Para subir o bajar las embarcaciones de un nivel a otro en los ríos de Estados Unidos utilizan esclusas. Las esclusas funcionan como elevadores. El funcionamiento de las esclusas se presenta en la siguiente figura:





1. Cuando la barcaza entra a la esclusa, el nivel del agua en ésta se encuentra al mismo nivel del agua en la represa, la compuerta del siguiente nivel debe estar cerrada.
2. Una vez que la barcaza se encuentra dentro de la esclusa, se cierra la compuerta del nivel original (la de la derecha) y se abre una válvula permitiendo que el agua de la represa siguiente se desplace a través de un canal lateral, al interior de la esclusa, aumentando así el nivel del agua de ésta.
3. Una vez que la barcaza se encuentra al nivel de la siguiente represa, se cierra la válvula y se abre la compuerta del siguiente nivel, pudiendo así navegar libremente la barcaza.



En Europa uno de los principales ríos es el Rhin, ya que se encuentra unido a otros ríos (Elba, Oder, Ródano, Sena, Saona, Meno, Danubio) por medio de canales. La apertura del canal que une a los ríos Rhin y Danubio en 1992, conecta con el Mar Negro

los dos principales puertos de contenedores de Europa (Rotterdam y Amberes). Este canal ha ampliado el alcance de las posibilidades multimodales del tráfico intereuropeo de unidades de carga entre los países del Este y Oeste del continente. El tráfico de contenedores en las principales vías navegables interiores europeas, se ha desarrollado a tal manera que en el año 1994, el 35 % de todo el tráfico entre el puerto de Rotterdam y el interior de Alemania se efectuó por vías navegables interiores. En los puertos fluviales europeos existen centros de transporte de carga, donde se ofrece a los expedidores la posibilidad de



utilizar el transporte por carretera, ferroviario o por vías navegables interiores según su preferencia, con un rápido intercambio multimodal. En los ríos Rhin y Danubio también existe el servicio de tráfico de transbordo rodado (ro/ro).

En Europa, otro río de importancia es el Volga, el cuál también se une por medio de canales a otros ríos como el Don. Permitiendo a Rusia contar con un gran movimiento comercial a través de sus ríos.

Otros sistemas fluviales de importancia que utilizan la navegación comercial a través de ríos son: el Amazonas y sus corrientes tributarias, en América del Sur; el Nilo, en Africa; y el Yangtze-Kiang en Asia.

Para ubicar geográficamente al lector y como complemento de la tabla de principales ríos navegables en el mundo, se presentan planos de algunos de los principales ríos en el apartado de ANEXOS.

1.3. Experiencias internacionales en el sistema de transporte por vía fluvial.

La experiencia de México en el sistema de transporte por vía fluvial es muy escasa, a pesar de que en nuestro país existe una longitud considerable de ríos navegables. Es por ello que a continuación se presentarán algunas características generales de los sistemas de transporte por vía fluvial desarrollados en otros países como son: Estados Unidos, Canadá, Alemania, Holanda, Francia, Austria, Bélgica y Rusia.

Experiencias en los países anteriormente citados, indican que el transporte por vía fluvial tiene las siguientes características:

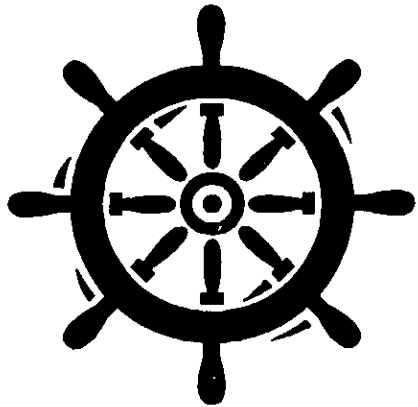


- Lentitud de barcazas fluviales (25 % de la velocidad promedio del ferrocarril y del 9 al 10 % de la del camión).
- Capacidad de carga por unidad de transporte (barcaza de 700 toneladas es equivalente a 18 furgones de ferrocarril y a 35 camiones; barcaza de 3,000 toneladas equivalente a 75 furgones de ferrocarril y a 150 camiones).
- En comparación con camiones de carga, la barcaza fluvial, para transportar la misma cantidad de carga requiere de menos mano de obra y combustible, aún considerando que tanto los recorridos como los tiempos de traslado son comparativamente más largos que los correspondientes al camión.
- En varias alternativas de recorrido no existe posibilidad de comparación directa entre diferentes modos de transporte y de esta manera, la determinación a favor o en contra del transporte fluvial dependerá de la fijación de tarifas de flete.
- Las características típicas de mercancías recomendables para ser transportadas por un sistema de navegación fluvial deben ser grandes volúmenes y / o pesos y además dichas mercancías deben ser transportadas entre un número relativamente reducido de orígenes y destinos.
- La razón principal para usar el transporte por vía fluvial es el flete reducido.

A pesar de que la estructura de las vías navegables dentro de Europa y Estados Unidos presenta grandes diferencias con respecto a las de México, así como también su economía, algunos puntos clave son característicos para todo sistema de transporte por vía fluvial. Estos son:



- Para que la transportación por vía fluvial sea económicamente recomendable, debe de tratarse de cargas muy voluminosas con afluencia continua (caña de azúcar, azufre, fertilizantes, barita, arena sílica, cemento, cal, materiales para construcción, tubería, maquinaria, etc.); los productos a ser transportados no deben depender demasiado de la rapidez de entrega.
- Es indispensable que se establezcan centros de concentración de carga individual, con el fin de que por un lado se disminuyan los tiempos de espera de carga y de descarga y por otra parte el cliente tenga cierta seguridad en cuanto a las fechas de poder enviar o recibir su mercancía.
- Fletes. La estructura de los fletes debe ser, por un lado atractiva para que se use el transporte por vía fluvial y por otra parte debe permitir, cuando menos, la absorción de los costos de infraestructura, operación y mantenimiento.



CAPÍTULO II. POSIBLES RÍOS NAVEGABLES EN MÉXICO.



2.1. Principales ríos en México.

En nuestro país existen ríos en los que se puede establecer un sistema organizado de navegación fluvial debido a que tienen algunos tramos navegables en su forma natural. Los tramos que no son navegables en forma natural requieren obras de infraestructura para lograr este fin.

Para establecer el sistema es necesario conocer, en un principio, la ubicación geográfica del río en el cual se pretende navegar, cuenca a la que pertenece, región hidrológica correspondiente, longitud, etc. Posteriormente, mediante una iniciativa de inversión, generalmente gubernamental, realizar un estudio de factibilidad técnica y económica del río en el cual se pretende establecer este modo de transporte.

Dentro de la siguiente tabla se muestran los principales ríos del país y su longitud en kilómetros, así como el lugar de su nacimiento y desembocadura.

PRINCIPALES RÍOS EN MÉXICO

RÍO	NACIMIENTO	DESEMBOCADURA	LONGITUD (km)
Bravo	Montes San Juan, Colorado. E. U. A.	Golfo de México	* 3033
Usumacinta	Serranía Los Altos, Huehuetenango, Guatemala	Junto con el Grijalva, en el Golfo de México	** 960
Sistema Lerma-Santiago	Tenango, Edo. de Méx.	Nayarit, Océano Pacífico	935
Grijalva	Sierra de Cuchumatanes, Guatemala	Tabasco, Golfo de México	700
San Pedro o Mezquital	Durango	Nayarit, Océano Pacífico	700
Balsas	Puebla-Tlaxcala	Michoacán y Guerrero. Océano Pacífico	685



RÍO	NACIMIENTO	DESEMBOCADURA	LONGITUD (km)
Yaqui	Sierra de Molinares, Chihuahua	Sonora, Golfo de California	680
Conchos	Sierra Tarahumara, Chihuahua	Río Bravo, Chihuahua	587
Nazas	Sierra Madre Occidental, Durango	Laguna de Mayrán, Chihuahua	580
Pánuco-Moctezuma-Tula	Estado de México	Tamaulipas y Veracruz, Golfo de México	510
Aguanaval	Sierra Tarahumara, Chihuahua	Laguna de Viesca, Coahuila	500
Sonora	Sierra de Cananea, Sonora	Médanos Litorales, Sonora	483
Fuerte	Sierra Tarahumara, Chihuahua	Sinaloa, Golfo de California	450
Papaloapan	Sureste de Puebla, Río Tehuacán	Laguna de Alvarado, Veracruz	445
Mayo	Sierra Tarahumara, Chihuahua	Sonora, Golfo de California	402
Támesi	Sierra de Jaumave, Tamaulipas	Golfo de México	400
Altar o Asunción	Frontera Sonora - Arizona	Médanos Litorales, Sonora	380
Sinaloa	Sierra Madre Occidental, Chihuahua-Durango	Sinaloa, Golfo de California	350
Tehuantepec	Sierra de Miahuatlán, Oaxaca	Oaxaca, Golfo de Tehuantepec	335
Juchipila	Sierra de Zacatecas, Zacatecas	Río Santiago, Jalisco	327
Coatzacoalcos	Sierra Atravesada, Oaxaca	Veracruz, Golfo de México	300
Huaynamota	Sierra Madre Occidental, Durango	Río Santiago, Nayarit	288
Papagayo	Sierra de Caliaca, Guerrero	Guerrero, Océano Pacífico	200
Tuxpan	Tenango de Doria, Hidalgo	Veracruz, Golfo de México	190
Tonalá	Meseta Central de Chiapas, Chiapas	Veracruz-Tabasco, Golfo de México	139
Palizada	Campeche	Laguna de Términos Campeche	138

* Longitud total en México y E. U.

** Longitud total en México y Guatemala

Elaboración propia con datos del Almanaque Mundial 1996 y Geografía Moderna de México. Tamayo.



Como puede observarse en la tabla anterior, el río Bravo es el que tiene una mayor longitud. Pero por su carácter de internacional al formar parte de la frontera México - Estados Unidos y por el gran número de obras de aprovechamiento hidráulico que se han construido (Presa Elefante, Presa Caballo, Presa Internacional La Amistad, Presa Internacional Falcón), sería imposible establecer un sistema de navegación.

Del mismo cuadro, el río Usumacinta es el segundo en longitud. Este río también se considera internacional en la frontera México - Guatemala, pero gran parte de este río se adentra en territorio mexicano cruzando el estado de Tabasco, haciendo frontera entre éste y el estado de Chiapas.

El río Usumacinta se une al río Grijalva y juntos desembocan en Barra de Frontera (Tabasco) en el Golfo de México. Estos dos ríos de nuestro país, sus corrientes tributarias y otros ríos que se unen a ellos, forman una gran red de vías fluviales potencialmente utilizables para navegación. Por lo anterior, se considera que en esta red de vías fluviales localizadas en el estado de Tabasco puede establecerse un sistema organizado de navegación. El siguiente inciso profundiza más en la descripción e importancia de los ríos del sureste mexicano.

2.2. Importancia de los ríos en el sureste mexicano.

Entre las cuencas hidrológicas que mayores posibilidades ofrecen para la navegación fluvial se encuentran las de los ríos Grijalva y Usumacinta, las cuales se localizan en los estados de Tabasco y Chiapas, en el sureste mexicano. Estas cuencas cuentan con unos 2, 000 kilómetros de ríos navegables, lo cual explica, junto con el escaso desarrollo que durante años tuvo el transporte terrestre, el hecho de que hasta antes de la construcción del Ferrocarril del Sureste, la navegación fluvial fuera la única forma de transporte utilizada en la zona.



Dentro de los principales ríos navegables del sureste mexicano se encuentran: el río Grijalva, el río Usumacinta, el Tepetitán, el río Macuspana, el río San Pedro y San Pablo, el río Carrizal, el río Pichucalco, el río González, etc. La importancia de estos ríos se debe a que todos se encuentran unidos, aprovechando lo anterior se puede establecer un sistema de navegación fluvial para la distribución de carga y pasajeros en casi toda la extensión del estado de Tabasco y una gran parte del estado de Chiapas. Además el río Grijalva desemboca en el Golfo de México en el Puerto Frontera. Este puerto tiene una infraestructura deficiente y por el azolve de la barra no está capacitado para navegación de altura, pero de acuerdo a propuestas de inversión hechas por Nacional Financiera y el Gobierno del Estado de Tabasco en el año 1994, se podría establecer un sistema de navegación fluvial hasta el Puerto de Frontera y hacer un canal intracostero al Puerto de Dos Bocas. Actualmente, este puerto maneja en su mayoría petróleo, con la excepción de que exporta plátano desde 1992. Mediante negociaciones con PEMEX, podría ser utilizado para exportar e importar carga general y permitir su distribución en el sureste mexicano mediante el canal a Frontera y los ríos. Además en dicha propuesta de inversión se considera la construcción de parques industriales en el estado de Tabasco, los cuales garantizarían una demanda potencial del sistema de navegación.

La creación del sistema de navegación contribuiría al desarrollo regional de los estados de Chiapas y Tabasco, convirtiéndolos en centros distribuidores regionales de mercancías, provocando consecuentemente un impulso económico de la zona, la cual se ha visto rezagada en los últimos años a partir de la caída del *boom* petrolero de los años setentas y principios de los ochentas, considerándose actualmente como una de las zonas más pobres y poco desarrolladas del país.



En el siguiente cuadro se muestran las distancias en kilómetros vía fluvial de la desembocadura del río Grijalva (Barra de Frontera, en el Golfo de México) a las diferentes cabeceras municipales del estado de Tabasco.

DISTANCIAS A TRAVÉS DE LOS RÍOS DEL PUERTO FRONTERA A LAS DIFERENTES CABECERAS MUNICIPALES.

TRAMO	DISTANCIA (km)
Frontera – Jonuta	100
Frontera – Emiliano Zapata	180
Frontera – Balancán	239
Frontera – Tenosique	325
Frontera – Macuspana	187
Frontera – Villahermosa	89
Frontera – Huimanguillo	150

Fuente: Los ríos de Tabasco. Pedro A. González. 1946.

Las distancias de las cabeceras municipales del estado de Tabasco a la salida al mar, no son muy extensas, por lo cual podrían aprovecharse los vastos recursos hidrológicos de la zona para establecer un sistema organizado de navegación comercial a través de los ríos para la distribución de mercancías y pasajeros en toda la región del sureste, con una salida natural al Golfo de México.

**IMPORTANCIA DE LA CUENCA GRIJALVA - USUMACINTA EN
COMPARACIÓN CON OTRAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS.**

Río	Longitud (km)	Superficie km ²	Volumen medio (m ³ /seg)	Volumen total en millones de m ³ /año
Amazonas	6,437	7'000,000	80,000	2'552,880
Congo	4,667	3'700,000	60,000	1'892,160
Mekong	4,184	600,000	37,500	1'182,600
Yang Tse-Kiang	6,380	2'000,000	29,000	914.544
San Lorenzo	1,223	1'463,000	28,000	883,008
Paraná-Plata	3,998	4'000,000	25,000	788,400
Níger	4,169	2'092,000	19,000	599,184
Mississippi	3,779	3'300,000	18,500	583,416
Yenisei-Angara	5,536	2'555,700	17,400	548,726
Orinoco	2,150	950,000	14,000	441,504
Danubio	2,850	817,000	6,700	211,291
Grijalva- Usumacinta	1,060	130,853	3,336	105,200
Rhin	1,312	170,000	2,190	69,064
Colorado	2,333	750,000	655	20,656
Ebro	910	80,000	614	19,363
Sena	776	44,300	520	16,400
Tajo	1,007	81,600	490	15,453

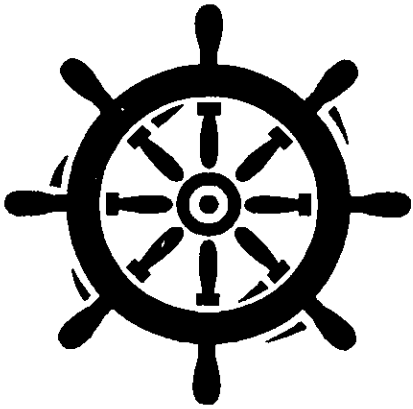
Fuente: Los Recursos Hidráulicos del estado de Tabasco. Ing. Germán Velázquez Villegas. 1994.

Esta tabla demuestra el gran potencial hidráulico de la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta, ya que a pesar de tener menos superficie que la de otros ríos como la del Rin, presenta un volumen medio y un volumen total de escurrimiento mucho mayor que la del río europeo.

El beneficio social que trairía consigo el aprovechamiento de los ríos del sureste mexicano al establecer el sistema de transportación fluvial sería muy representativo, ya que se incrementarían los empleos en la zona al construir las obras de infraestructura necesarias y al operarlo.



El establecimiento del sistema, así como la creación de parques industriales en la zona, requerirían de grandes inversiones y de una iniciativa de los gobiernos federal y estatal. Es por ello que la determinación del año base y la elaboración de la evaluación económica y financiera del proyecto sale del alcance de este trabajo.



CAPÍTULO III. ESTUDIOS PRELIMINARES.



El estado de Tabasco se encuentra localizado al sureste de la República Mexicana. Limita al norte con el Golfo de México y el estado de Campeche, al sur con el estado de Chiapas y la República de Guatemala, al este con el estado de Campeche y la República de Guatemala; y al oeste con el estado de Veracruz.

Tabasco tiene una superficie de 24, 661 km². Esta superficie representa el 1.3 % de la extensión territorial del país, y coloca a Tabasco en el vigésimo cuarto lugar nacional. La extensión de su litoral en el Golfo de México es de 190.8 km

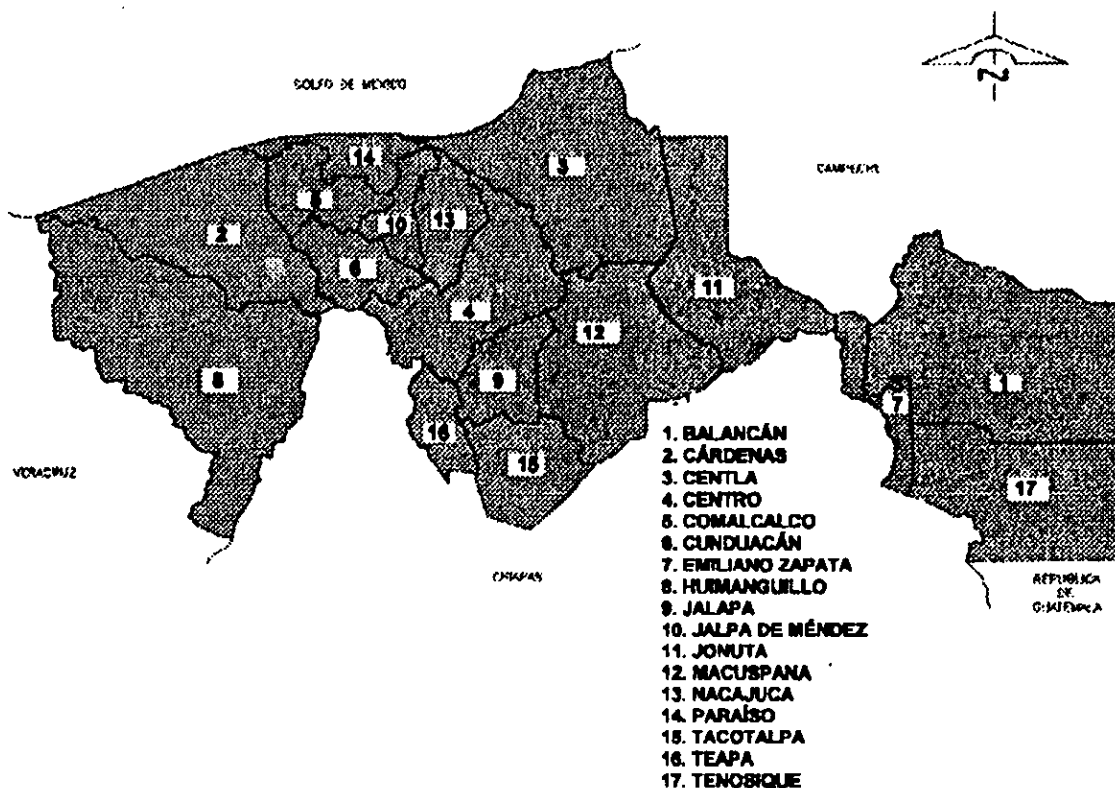
Políticamente el estado de Tabasco está integrado por los siguientes 17 municipios: Balancán, Cárdenas, Centla, Centro, Comalcalco, Cunduacán, Emiliano Zapata, Huimanguillo, Jalapa, Jalpa de Méndez, Jonuta, Macuspana, Nacajuca, Paraíso, Tacotalpa, Teapa y Tenosique.

Adicionalmente y en función de características morfológicas, hidrográficas y de algunos aspectos socioeconómicos el estado se ha dividido en cuatro regiones que involucran a los 17 municipios.

- Región de la Chontalpa. En esta región se localizan los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Paraíso, Comalcalco, Cunduacán, Jalpa y Nacajuca.
- Región del Centro. En esta región se localizan los municipios de Centro, que tiene como cabecera municipal a la capital del estado, la ciudad de Villahermosa y el municipio de Jalapa.
- Región de la Sierra. Esta región la integran los municipios de Macuspana, Teapa y Tacotalpa.
- Región de los Ríos. En esta región se ubican los municipios de Centla, Jonuta, Emiliano Zapata, Balancán y Tenosique.



MUNICIPIOS DEL ESTADO DE TABASCO.



Fuente: Anuario estadístico del estado de Tabasco. Edición 1996. INEGI.

Una de las características más importantes del estado de Tabasco, es su abundante potencial hidráulico, comprendiendo éste tres complejos sistemas hidrográficos : el fluvial, el lacustre y el litoral.

Por la planicie tabasqueña, transita la red hidrográfica más importante del país, los numerosos ríos que la conforman provienen de varias cuencas, las cuales son:



El volumen de agua promedio anual que escurre por la superficie de la planicie y descarga por varias salidas al Golfo de México, se consigna en la siguiente tabla:

Río	Longitud (km)	Cuenca km ²	Escurrencimiento m ³ /año
Tonalá	217	4,600	5'875,000
Grijalva	700	56,267	46'805,000
Usumacinta	960	74,586	58'395,000
		SUBTOTAL	105'200,000

Ríos de la llanura costera, cuyas aguas escurren fuera de los cauces principales.		4,400	4,546
Arroyos formadores del río Chumpán		1,342	94
		TOTAL	115,715,000

Fuente: Boletín Hidrológico de la SARH. Tomos I al VI.

En el estado de Tabasco se presenta un volumen promedio anual de escurrencimiento del orden de los 115, 715 millones de metros cúbicos, cifra que en términos generales representa el 28 % de los recursos hidráulicos superficiales del país.

Es muy importante considerar que este volumen medio anual disponible, tiene una distribución muy irregular a lo largo del año, concentrándose en ocasiones grandes escurrencimientos en lapsos relativamente cortos, con lo cual se supera en muchos casos la capacidad de conducción de los cauces



provocándose así el desbordamiento de los mismos y ocasionando las inundaciones tan comunes en tierras bajas de Tabasco, mismas que afectan tanto a las zonas rurales como a centros urbanos.

3.1. Recorrido de ríos para un caso en particular, Tabasco.

La finalidad del recorrido de ríos es determinar las principales características físicas de las corrientes en estudio como son:

- Profundidad.
- Ancho del cauce.
- Velocidad de la corriente.
- Obstáculos a la navegación (puentes, tuberías, cables, etc..)
- Curvas y meandros en el cauce.
- Efectos de la erosión del río en sus márgenes.
- Inventario de terminales existentes.
- Localización preliminar de nuevas terminales.

Los estudios de campo y gabinete se realizan de la siguiente manera:

- Estudio de Fotogrametría. Este estudio consiste en la toma de fotografías aéreas del río por analizar a escala 1 : 2000, para determinar su evolución, medición de anchos y radios de curvatura, localización de estructuras y ubicación de puntos de apoyo para el trazo de una poligonal abierta a lo largo del cauce. La realización de este estudio se puede realizar a través de empresas en el sector privado o recurrir a estudios de fotogrametría existentes (INEGI).
- Realizar un recorrido en lancha equipada con ecosonda, para obtener el perfil longitudinal del río en la zona cercana a ambas márgenes y por el centro, lo



cual junto con las fotografías aéreas sirve de base para localizar los tramos que requieren el registro de un seccionamiento.

- Estudio topográfico. Se debe realizar el trazo de una poligonal abierta a lo largo del cauce, que servirá de apoyo para los seccionamientos.
- Estudio topohidráulico. Este estudio consiste en levantar secciones transversales del cauce con el fin de conocer las cotas (respecto al espejo de agua) que forman la sección. Para lograr este fin es necesario realizar el recorrido en una embarcación equipada con ecosonda, mediante la cual se levantan las secciones transversales en los lugares donde se consideren representativas del cauce en estudio. En dichas secciones se mide la velocidad de la corriente con un molinete. Para el levantamiento de la sección transversal hasta la parte de su bordo libre es necesario utilizar una cinta de acero y nivel de mano.
- Sedimentología. Toma de muestras superficiales del material que forma el cauce en ambas márgenes y al centro, para su análisis granulométrico y determinación de sus propiedades físicas (peso específico, densidad, porosidad, etc..).
- Toma de muestras del agua a diferentes profundidades para determinar el volumen de sedimentos en suspensión.
- Información sobre estructuras existentes tales como puentes, cables de energía eléctrica y tuberías que pudieran ser obstáculos para la navegación.
- Elaboración de planos del río en planta y secciones transversales levantadas.

Se recorrieron los siguientes ríos en el estado de Tabasco: Río Usumacinta, Río Palizada, Río San Pedro y San Pablo, Río Macuspana, Río Tulijá, Río Tepetitán, Río Chilapa, Río Carrizal, Río Pichucalco, Río Teapa, Río Tacotalpa y de la Sierra, Río Grijalva y Río González.



En el siguiente cuadro se presentan los tramos navegables de los ríos en estudio.

LONGITUDES NAVEGABLES DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS GRIJALVA - USUMACINTA.

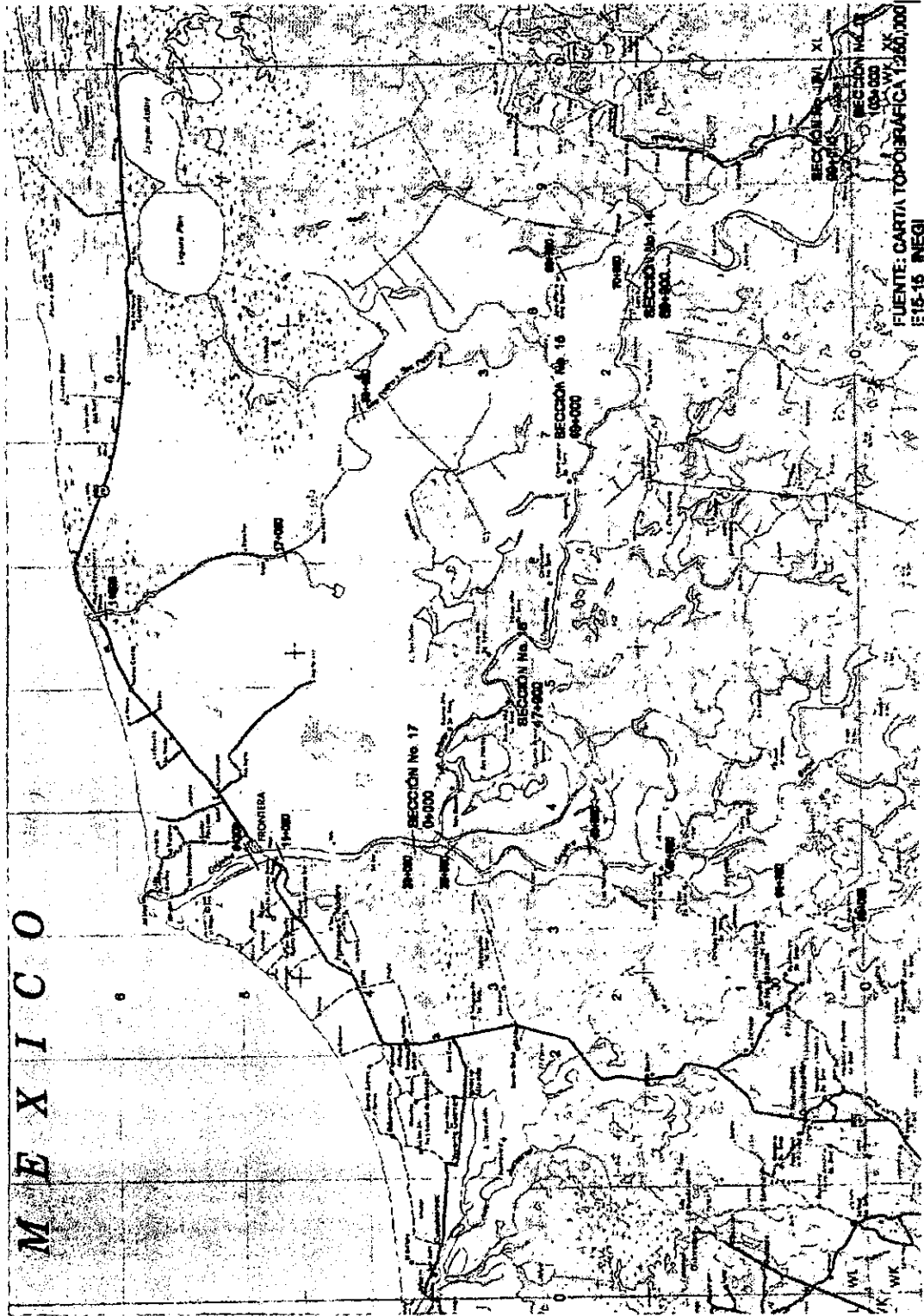
RÍO EN ESTUDIO	TRAMO NAVEGABLE	CADENAMIENTO (km.)
Río Usumacinta	Tres Brazos - Boca del Cerro	(0+000 - 370+700)
Río Palizada	Bifurcación con el río Usumacinta - Laguna de Términos	(0+000 - 88+000)
Río San Pedro y San Pablo	Barra de San Pedro - Bifurcación con el río Usumacinta	(0+000 - 70+500)
Río Macuspana	Confluencia con el río Tulijá - Población de Macuspana Navegable por pequeñas embarcaciones.	(0+000 - 47+500)
Río Tulijá	Confluencia con el río Macuspana La población de Tulijá se encuentra en el km 44+700	Confluencia con el río Macuspana - 35+000
Río Tepetitán	Población de Tepetitán-Confluencia de los ríos Macuspana y Tulijá	(117+000 - 170+500)
Río Chilapa	Desembocadura con el río Grijalva - Tepetitán	(0+000 - 117+000)
Río Grijalva	Frontera - Confluencia con el río Pichucalco y Mezcalapa.	(0+000 - 107 +500)
Río Carrizal	Confluencia con el río Grijalva	(0+000 - 35+000)
Río Pichucalco	Confluencia con el río Mezcalapa en época de avenidas.	(0+000 - 15+000)
Río Tacotalpa o de la Sierra	Confluencia con el río Grijalva	(0+000 - 40+000)
Río Teapa	Confluencia con el río Tacotalpa en época de avenidas.	(0+000 - 27+000)
Río González	Población El Espino - Desembocadura al Golfo del México	(0+000 - 40+100)

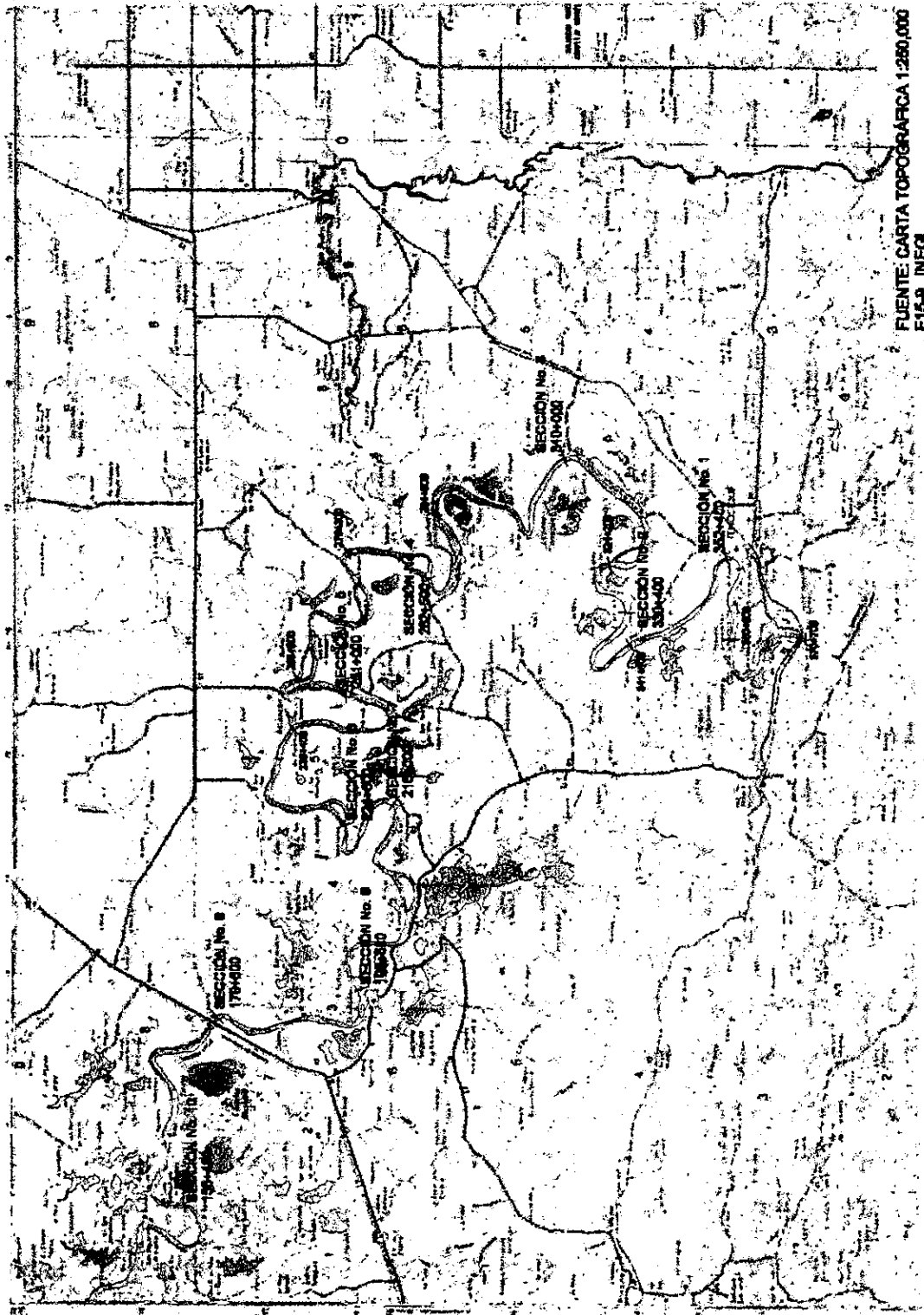
Fuente: Estudio de navegabilidad de los ríos Usumacinta y Grijalva, Tabasco. SCT.



De la tabla anterior se obtiene un total de 1, 046.8 km de longitud navegable en los ríos recorridos del Estado de Tabasco.

El cadenamiento corresponde al de cada río. En los siguientes planos se presentan algunos de los ríos anteriores con su respectivo cadenamiento en las secciones transversales que fueron levantadas.

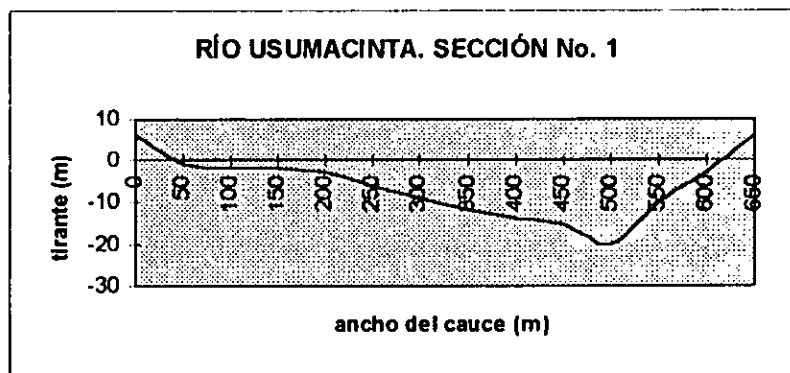






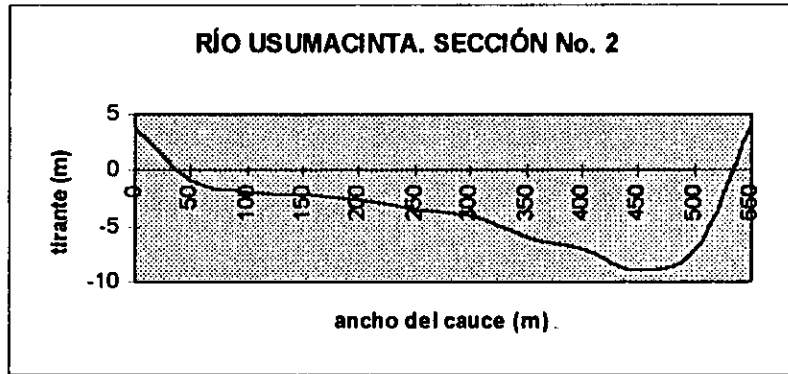
Como se mencionó anteriormente, el resultado del levantamiento topohidráulico, son las secciones transversales representativas del cauce, las cuales son de gran ayuda para obtener la pendiente media del cauce y realizar un estudio hidrológico del río. Asimismo, permiten identificar las zonas que requieren de dragado para obtener un tirante suficiente para el paso de embarcaciones.

Si se presentasen las secciones transversales representativas de todos los ríos recorridos, el presente trabajo sería muy extenso, es por ello que a continuación sólo se presentarán, a manera de muestra, los perfiles levantados en el río Usumacinta. Dichos perfiles se encuentran acotados en metros y se indica en cada uno de ellos el cadenamiento en el cual fueron levantados, así como la velocidad media (v) medida en cada sección, con un molinete.



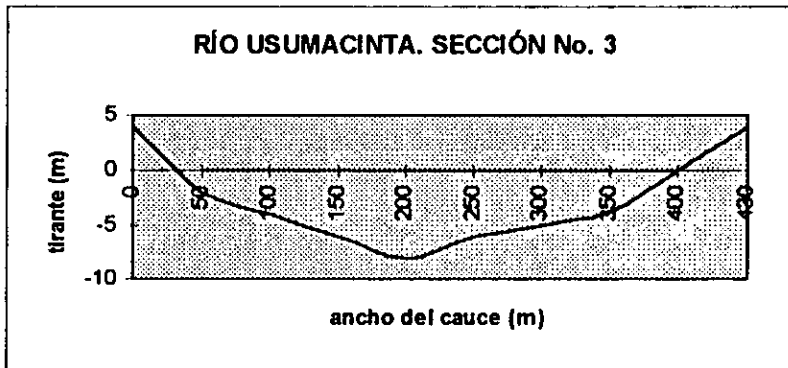
Cadenamiento : 352+400 km (cerca de la ciudad de Tenosique).

$$v = 0.83 \text{ m / s}$$



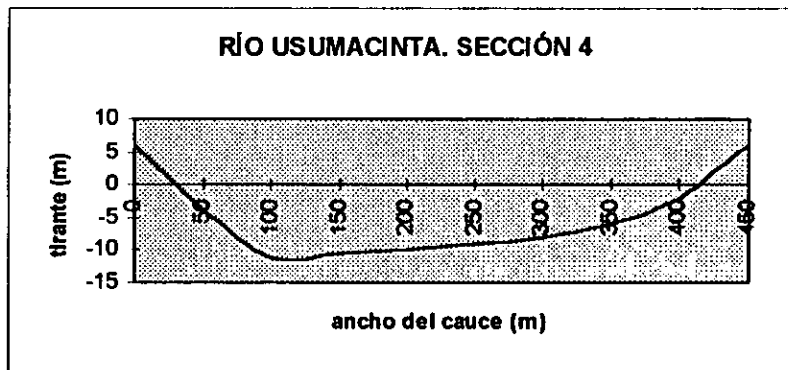
Cadenamiento : 330+400 km

$v = 0.72 \text{ m / s}$



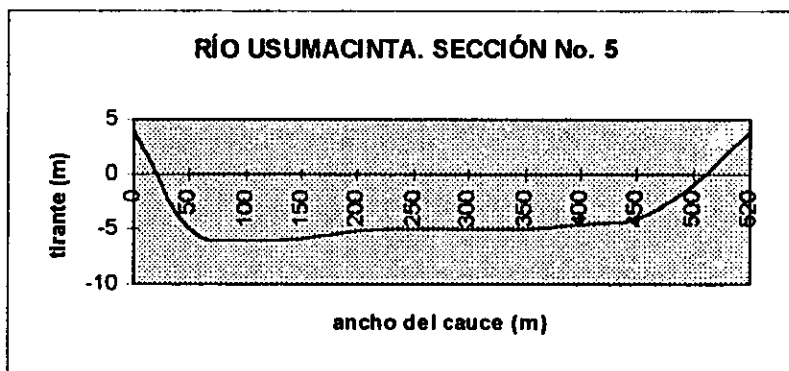
Cadenamiento : 310 + 000 km

$v = 0.74 \text{ m / 2}$



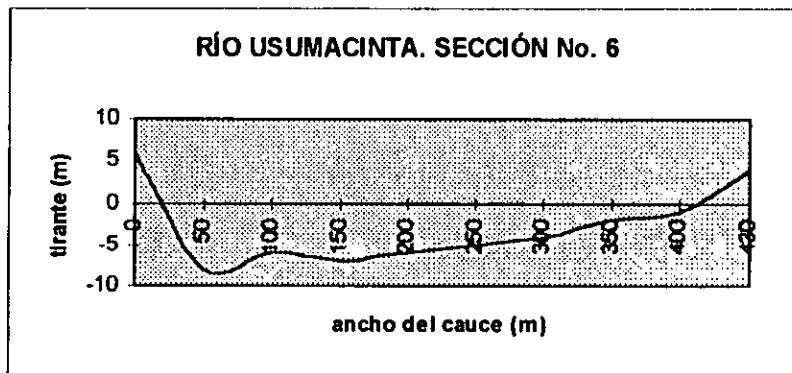
Cadenamiento : 282 + 500 km

$v = 0.73 \text{ m / s}$



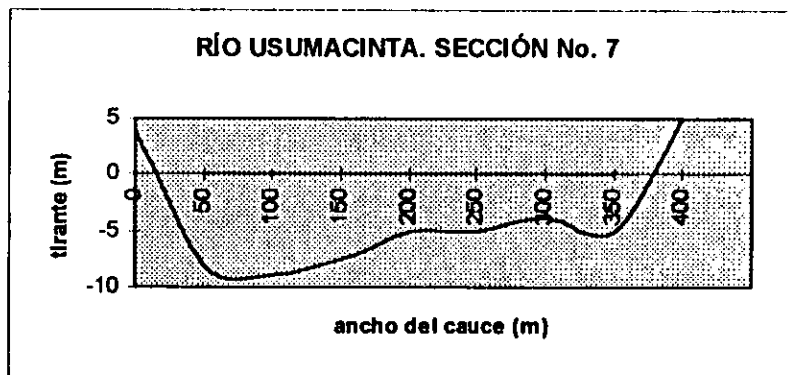
Cadenamiento : 251 + 000 km

$v = 0.65 \text{ m / s}$



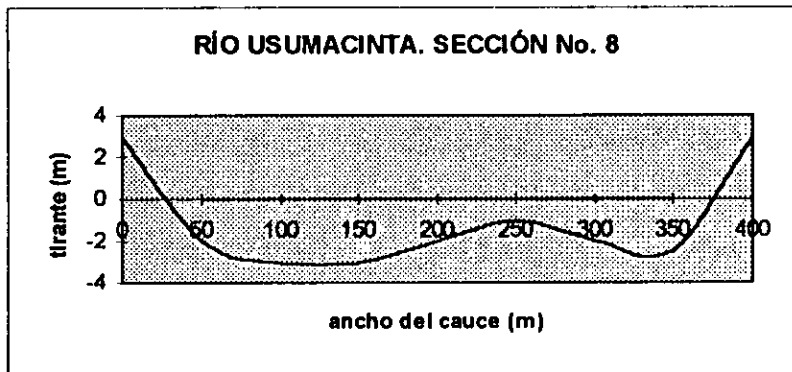
Cadenamiento : 224 + 600 km

$v = 0.66 \text{ m / s}$



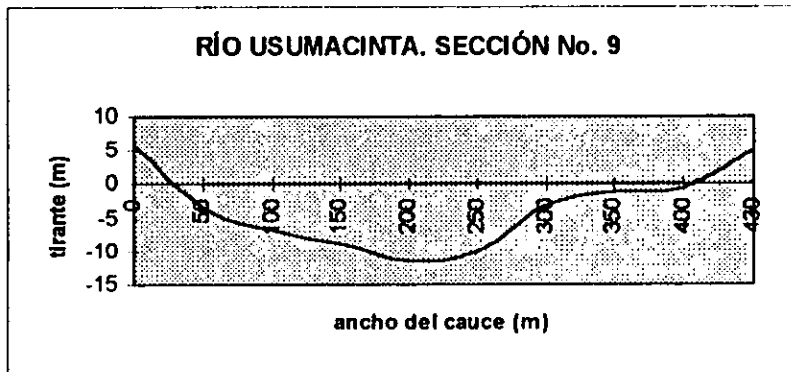
Cadenamiento: 216 + 000

$v = 0.63 \text{ m / s}$



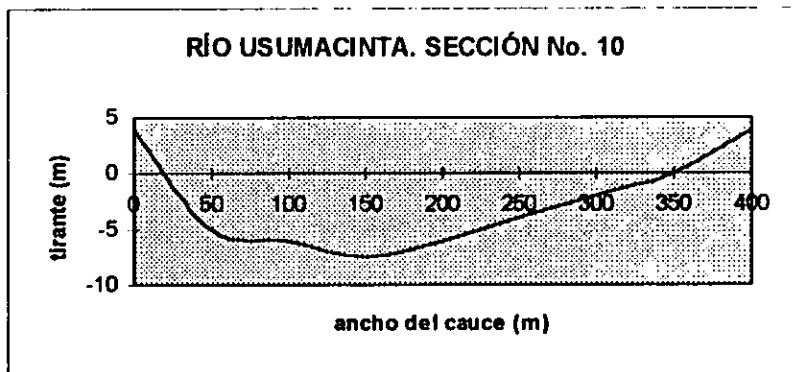
Cadenamiento : 195 + 500 km

$v = 0.65 \text{ m / s}$



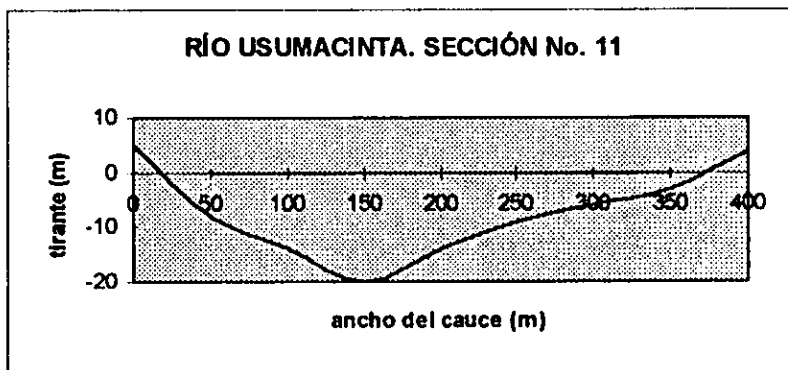
Cadenamiento : 179 + 600 km

$v = 0.65 \text{ m / s}$



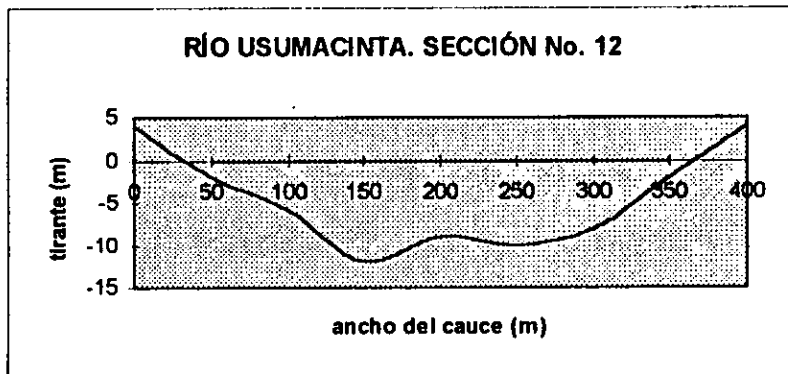
Cadenamiento : 156 + 400 km

$v = 0.73 \text{ m / s}$



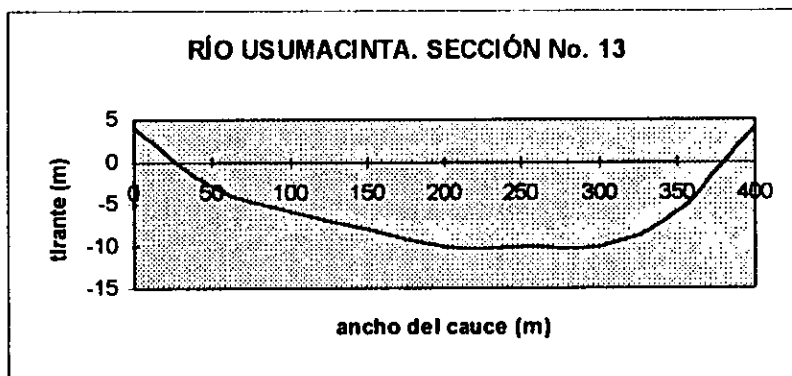
Cadenamiento : 138 + 900 km

$v = 0.65 \text{ m / s}$



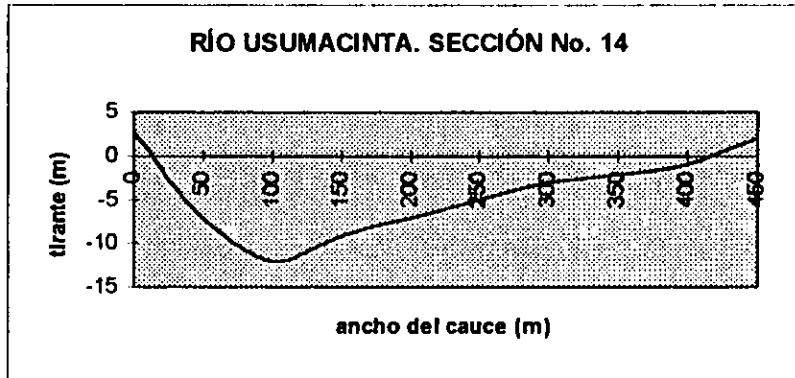
Cadenamiento : 103 + 000 km

$v = 0.68 \text{ m / s}$



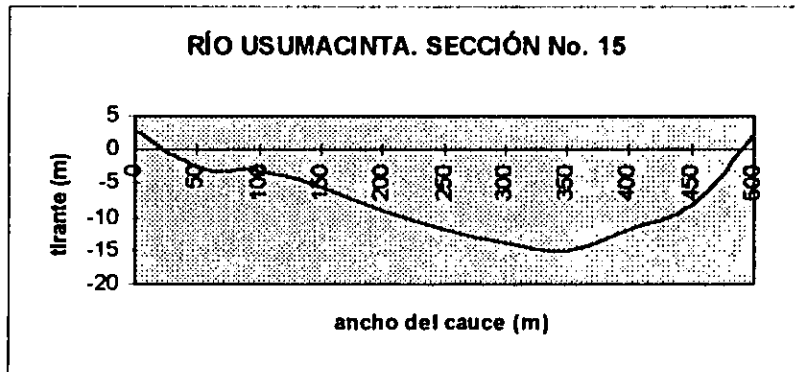
Cadenamiento : 99 + 000 km

$v = 0.60 \text{ m / s}$



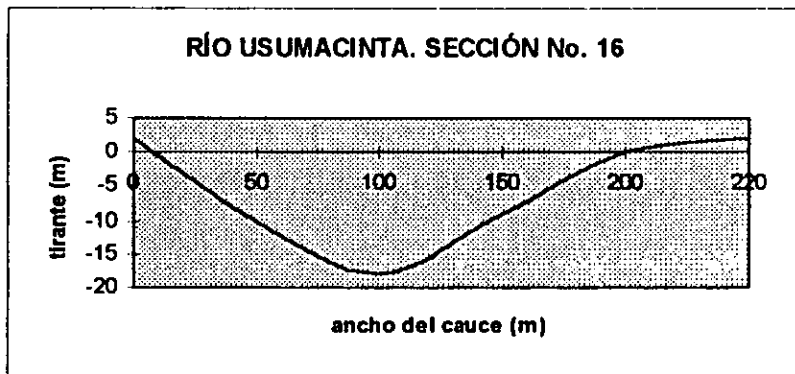
Cadenamiento : 89 + 900 km

$v = 0.69 \text{ m / s}$



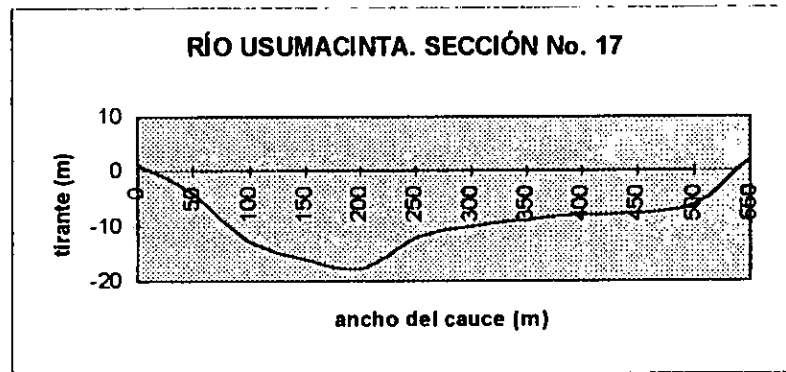
Cadenamiento : 49 + 000 km

$v = 0.72 \text{ m / s}$



Cadenamiento : 17 + 900 km

$v = 0.42 \text{ m / s}$



Cadenamiento : 0 + 000 km

$v = 0.36 \text{ m/s}$

A continuación se presenta un resumen, producto del análisis de las secciones transversales levantadas en los ríos recorridos del Estado de Tabasco.

RÍO RECORRIDO	ANCHO MÍNIMO (m)	ANCHO MÁXIMO (m)	TIRANTE MÍNIMO (m)	TIRANTE MÁXIMO (m)
RÍO USUMACINTA	200	630	2	20
RÍO PALIZADA	65	110	4.5	10
RÍO SAN PEDRO Y SAN PABLO	70	270	2	10
RÍO GRIJALVA	90	900	2	12
RÍO GONZÁLEZ	260	600	3	6
RÍO TULIJÁ	70	100	4	14
RÍO TEPETITÁN	100	120	4	10
RÍO CHILAPA	80	120	6	20
RÍO CARRIZAL	50	80	2	4
RÍO PICHUCALCO	30	60	3	4
RÍO TEAPA	20	50	2	6
RÍO TACOTALPA Y DE LA SIERRA	25	80	1	8
RÍO MACUSPANA	20	50	3	6

Dentro del recorrido de los ríos se pudieron localizar las obras de infraestructura necesarias para hacer navegables los ríos de Tabasco.

**LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PROPUESTAS.**

RÍO	MUELLES Y ATRACADEROS	CORTE DE MEANDROS	DRAGADOS
USUMACINTA	Tenosique, Balancán, Emiliano Zapata, Jonuta	258 + 000	195 + 500 251 + 000
PALIZADA	Existente en Palizada	--	--
SAN PEDRO Y SAN PABLO	--	--	1+ 000
MACUSPANA	--	--	--
TULIJÁ	--	--	--
TEPETITÁN Y CHILAPA	Existente en El Bayo	--	--
TACOTALPA	--	3 + 000 5+ 500 - 20 + 000	4 + 000

Fuente: Estudio de Navegabilidad de los ríos Usumacinta y Grijalva, Tabasco SCT.

3.2. Identificación preliminar de terminales en la zona interestatal.

El recorrido de ríos permite identificar los tramos de cada cauce en los que sería factible establecer, prácticamente en forma inmediata, un sistema organizado de transportación fluvial. Para lograr una concepción más detallada de dicho sistema, es preciso identificar también las localidades que estando en aquellos tramos aprovecharían el sistema antes mencionado.



Con tal propósito se realizó una investigación somera de las ciudades ribereñas más importantes. Dicha investigación se efectuó a partir de aspectos clave como son:

- Características demográficas.
- Disponibilidad de servicios básicos.
- Accesibilidad a otras formas de transporte.
- Naturaleza de las actividades económicas.
- La organización regional de la actividad comercial.

Es importante destacar, el hecho de que los resultados de esta investigación sólo proporcionan un panorama general de las localidades, a partir del cual, se obtiene una idea aproximada de la movilidad de su población; sin embargo, la decisión final en cuanto a la ubicación, capacidad y otras características de las terminales debe sustentarse en un estudio específico que incluya cuantificación de volúmenes potenciales de pasajeros y carga que serían transportados por el sistema de navegación. La forma de llevar a cabo este estudio se esboza en el Capítulo V. Operación Navegable.

1. Terminal Tenosique.

La ciudad de Tenosique es la cabecera del municipio del mismo nombre, situado en la región de los Ríos, ocupa 1, 848 km², equivalente al 7.55 % de la superficie estatal y el sexto lugar por su extensión. Limita al norte con el municipio de Balancán, al este y al sur con Guatemala, y al oeste con el municipio de Emiliano Zapata y el estado de Chiapas. Este Municipio lo cruza el río Usumacinta y pasa por la Cd. de Tenosique, que es la terminal propuesta.



Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 55,448 habitantes (27,778 hombres y 27,670 mujeres).

Dentro del sistema educativo, en 1995, Tenosique contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 76, Primaria 108, Capacitación para el trabajo 1, Secundaria 23, Bachillerato 4, Profesional Medio 4; sumando un gran total de 216 escuelas en el municipio.

En el Municipio de Tenosique existen 4, 980 tomas domiciliarias de agua potable en 30 localidades, 250 descargas de aguas residuales a cuerpos receptores del municipio (sistemas de drenaje y alcantarillado) en 3 localidades y 12, 681 tomas eléctricas domiciliarias.

Comunicaciones y transportes en el Municipio de Tenosique. La longitud de la red carretera es de 374.4 km: 93 pavimentados y 281.4 revestidos, enlazados por 38 puentes. Opera una unión de transportistas interurbanos, cuyos 36 vehículos están agrupados en dos sitios. La transportación fluvial es precaria; a partir de Tenosique existe comunicación fluvial pequeños poblados aledaños mediante lanchas de motor, chalanes de 4 pies de calado y cayucos; éstos últimos son utilizados por los habitantes ribereños para transportarse a las localidades cercanas. El Municipio cuenta con un aeródromo, con una longitud de pista de 1800 metros. La ciudad de Tenosique es servida por el Ferrocarril del Sureste. Funcionan tres oficinas postales y una telegráfica en este municipio.

Actividades económicas del Municipio de Tenosique. Por su volumen, la producción de caña de azúcar ocupa el segundo lugar en el estado; y la de maíz el tercero. Además se cultivan arroz, frijol y sandía, recientemente girasol y cacahuate. Por el número de cabezas, la cría de ganado bovino de carne y de leche es la principal rama productiva en el municipio y la tercera en importancia



en la entidad. Es también considerable el hato de ovinos, y en menor escala el de porcinos y aves. La Unión de Ejidos Colectivos explota el cerdo, la caoba, el macuilís y el chulol, principalmente. A pesar de la abundancia potencial del recurso, la pesca sólo se practica para el autoconsumo. En tres comunidades de este municipio hay centros de producción piscícola. Treinta y dos establecimientos se dedican a la fabricación de alimentos; los más grandes son el ingenio Hermenegildo Galeana, la Beneficiadora de Arroz, la Cremería Tenosique y la planta de nutrientes para el ganado. Otras industrias son las de cuero, el calzado, los muebles y la cal.

2. Terminal Balancán.

La ciudad de Balancán es la cabecera del municipio del mismo nombre, situado en la región de los Ríos, tiene una superficie de 3,526 km² (14.81% del total del estado de Tabasco y segundo lugar en éste por su extensión). Limita al norte con el estado de Campeche, al sur con el municipio de Tenosique, al este con la república de Guatemala y al oeste con el municipio de Emiliano Zapata. Este Municipio lo cruza el río Usumacinta y obviamente pasa por la Cd. de Balancán que es la terminal propuesta.

Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 54,079 habitantes (27,553 hombres y 26,553 mujeres).

Dentro del sistema educativo, en 1995, Balancán contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 66, Primaria 112, Capacitación para el trabajo 2, Secundaria 28, Bachillerato 5; sumando un gran total de 213 escuelas en el municipio.



En el Municipio de Balancán existen 7, 697 tomas domiciliarias de agua potable en 43 localidades, 4, 932 descargas de aguas residuales a cuerpos receptores del municipio en 10 localidades y 8, 856 tomas eléctricas domiciliarias

Comunicaciones y transportes en el Municipio de Balancán. La longitud de la red carretera es de 523.4 km (223.6 pavimentadas y 299.8 revestidas), enlazados por 35 puentes. Las carreteras más importantes proceden de Villahermosa, Emiliano Zapata y Tenosique. Todas las localidades están comunicadas por caminos. El Ferrocarril del Sureste tiene cinco estaciones en el municipio; las principales son El Triunfo, San Pedro y Mactún. En la cabecera y en otros lugares hay pistas para avionetas; la del campamento del Plan Balancán-Tenosique, en San Pedro, está pavimentada. La transportación fluvial es precaria desde la decadencia de este modo de transporte al construirse el ferrocarril del Sureste y las primeras carreteras. En Municipio de Balancán existe un aeródromo, con una longitud de pista de 800 m. Una antena parabólica orientada al satélite Morelos, recibe las señales de televisión. El servicio de transporte a las comunidades rurales lo presta el gobierno municipal; el interurbano, dos uniones cuyos 45 vehículos se agrupan en dos sitios; el foráneo y el de automóviles de alquiler, la iniciativa privada. Funcionan seis oficinas postales (dos administraciones y cuatro sucursales) y dos oficinas telegráficas.

Actividades económicas del Municipio de Balancán. Hay en el municipio plantaciones de naranja (574 Hectáreas), limón (55 Ha), mango (540 Ha), aguacate (39 Ha) y tamarindo (7 Ha); y 17 700 Ha de cultivos agrícolas: maíz (10,210), frijol (987), arroz (2,025), sorgo (1,042), sandía (2,332), jitomate (4), melón (2), chile verde (4) y tabaco (269).

La ganadería ocupa 278,825 Ha de pastizales y médanos. El inventario más reciente registró 21,330 cerdos, 5,373 ovejas, 8,222 equinos y 291,242 bovinos, especialmente de la raza cebú y sus variedades. A los frigoríficos del estado se



envían 58,564 cabezas de vacuno al año, y la producción de leche alcanza 15 millones de litros en ese lapso. Son centros pesqueros la cabecera, Villa El Triunfo y San Pedro; se captura robalo, mojarra, pejelagarto, pigua y tortuga. La explotación forestal ha decaído a causa de la tala inmoderada. Los destinos turísticos son las lagunas, los ríos, las cascadas de Reforma y El Imperio, en el río San Pedro Mártir, el museo arqueológico de la cabecera y el parador del ejido Reforma. Los artesanos locales producen vistosos objetos elaborados con piel de bovino, cuadros de madera con figuras o nombres labrados, tejidos de paja y mimbre y artículos de piel de víbora o lagarto.

3. Terminal Emiliano Zapata.

La ciudad de Emiliano Zapata, lugar de la terminal propuesta, se encuentra localizada en el municipio del mismo nombre y es su cabecera municipal. Este municipio también se encuentra en la región de los Ríos y tiene una superficie de 437.4 km² (1.78% del total del estado y el decimoquinto lugar en éste por su extensión). Limita al norte con el estado de Campeche, al este con los municipios de Balancán y Tenosique, al sur con el estado de Chiapas y al oeste con el municipio de Jonuta. Por este municipio cruza también el río Usumacinta.

Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 25,502 habitantes (12,470 hombres y 13,032 mujeres).

Dentro del sistema educativo, en 1995, Emiliano Zapata contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 24, Primaria 28, Capacitación para el trabajo 1, Secundaria 7, Bachillerato 5; sumando un gran total de 65 escuelas en el municipio.



En el Municipio de Zapata existen 4, 527 tomas domiciliarias de agua potable en 19 localidades, 4, 045 descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores del municipio en 3 localidades y 7, 351 tomas eléctricas domiciliarias.

Comunicaciones y transportes del municipio Emiliano Zapata. La longitud de la red carretera es de 104.5 km: 62.3 pavimentados y 42.2 revestidos, enlazados por 23. La transportación fluvial es precaria. Operan tres uniones de transportistas interurbanos, cuyos 43 vehículos están agrupados en tres sitios. Funcionan dos oficinas postales y una telegráfica.

Actividades económicas del municipio Emiliano Zapata. Las principales son la ganadería y el comercio. En 1992, Zapata fue el principal productor de sorgo en el estado y el segundo en sandía, después de Balancán. Se cultivan además, maíz, arroz, jitomate, chile verde y aguacate. La industria de la construcción en este municipio tiene cierta importancia. Se cuenta con una buena infraestructura en el ramo hotelero.

4. Terminal Jonuta.

La terminal propuesta, se encontrará localizada en la ciudad de Jonuta, cabecera municipal del municipio del mismo nombre. Este municipio está situado en la región de los Ríos, a la orilla del río Usumacinta, tiene una superficie de 1,575.64 km² (6.43 % del total del estado de Tabasco y octavo lugar en éste por su extensión). Limita al norte y al este con el estado de Campeche, al sur con el municipio de Macuspana y el estado de Chiapas y al oeste con Macuspana y Centla.

Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 24,795 habitantes (12,665 hombres y 12,130 mujeres).



Dentro del sistema educativo, en 1995, Jonuta contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 46, Primaria 84, Capacitación para el trabajo 1, Secundaria 13, Bachillerato 1; sumando un gran total de 145 escuelas en el municipio.

En el Municipio de Jonuta existen 2, 556 tomas domiciliarias de agua potable en 21 localidades, 1, 066 descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores del municipio en 2 localidades y 4, 282 tomas eléctricas domiciliarias

Comunicaciones y transportes en el municipio de Jonuta. La longitud de la red carretera es de 300.8 km: 85 pavimentados y 215.8 revestidos, enlazados por 17 puentes (uno de ellos el Jonuta, de 580 m de longitud). La transportación terrestre se efectúa por las rutas Villahermosa-José Colomo-Zapatero-Jonuta y Guayabal-Jonuta. La cabecera se comunica con la mayoría de las comunidades aledañas por la vía fluvial, pero de forma muy precaria. El gobierno municipal proporciona las embarcaciones. Existen servicios de correos, telégrafo, teléfono automático y telefonía rural, y se reciben las señales de radio y televisión nacional y estatal. Taxis y autobuses privados cubren las rutas foráneas. Opera una unión de transportistas interurbanos, cuyos ocho vehículos están agrupados en un sitio.

Actividades económicas en el Municipio de Jonuta. Se destinan a la agricultura 2,622 Ha, la mayor parte a cultivos básicos (maíz, tomate, frijol, sorgo, chile jalapeño y arroz) y el resto a plantaciones de naranja (10 Ha), limón (15), guanábana (11), mango (20), aguacate mamey y tamarindo. La explotación de ganado bovino es la principal actividad económica. Cada año se envían a los frigoríficos 7 mil cabezas de ganado y todos los días se producen 30 mil litros de leche.



La actividad industrial, cuyo porcentaje se indica entre paréntesis, consiste en la fabricación de alimentos (48), productos de fibra de vidrio, especialmente lanchas (32), muebles de madera (10) y artículos de cuero (10). Las 14 667 Ha de aguas interiores siguen constituyendo un gran potencial pesquero; lo que se captura es para el autoconsumo. El turismo es incipiente. El comercio satisface en lo fundamental la demanda de los consumidores.

5. Terminal Palizada.

Otra de las ciudades, que reúne las características necesarias para ser considerada como terminal del sistema de navegación en estudio, es Palizada, que es la cabecera municipal del mismo nombre. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con los municipios de Jonuta y Emiliano Zapata. Al este limita con el Municipio de El Carmen, Campeche y al oeste con los de Centla. En el ámbito municipal, la principal actividad económica es la ganadería, posteriormente le siguen la agricultura y la pesca. Los principales productos agrícolas son el mango y el arroz.

La comercialización de los productos se realiza en Cd. del Carmen, Campeche en la que también se adquieren otras mercancías que requiere la población.

La ubicación de Palizada, con respecto a los ríos Palizada y Usumacinta, hizo que durante años fuera un centro de intercambio comercial muy importante, ya que una amplia zona, en la cual quedaban incluidas Jonuta y Tenosique, realizaba sus actividades comerciales a través de ella. El tráfico fluvial a que ello daba lugar se vio limitado por la construcción de la red carretera, parte de la cual es el puente Palizada, cuyo claro impide el paso de embarcaciones de gran calado.



La gran cantidad de cuerpos de agua, hace junto con la extensa área de terrenos susceptibles de inundación que existe en la región, que aún exista cierto tráfico fluvial entre Palizada y otras localidades de la región.

En caso de establecerse el sistema de navegación propuesto, el puente Palizada limitaría el tamaño de las embarcaciones a utilizar, a menos que con lanchas de motor se establezca un enlace entre Palizada y Jonuta, logrando de esa manera unir los tráficos de los ríos Usumacinta y Palizada. Esta solución es técnicamente factible, pero elevaría los costos de transporte.

6. Terminal Macuspana-Tepetitán-Cd. PEMEX.

Esta terminal propuesta de tres ciudades se encuentra en el municipio de Macuspana. Este municipio se encuentra localizado en la región de la Sierra, tiene una superficie de 2,551.79 km² (10.43% del total del Estado y tercer lugar en éste por su extensión). Limita al norte con los municipios de Centla y Centro, al este con Jonuta, al sur con Tacotalpa y el estado de Chiapas.

La ciudad de Macuspana es la cabecera del municipio y se encuentra localizada a orillas del río del mismo nombre. Cd. PEMEX se encuentra localizada a orillas del río Chilapa. La ciudad de Tepetitán se encuentra a orillas del río del mismo nombre.

Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 123,040 habitantes (61,390 hombres y 61,650 mujeres).

Dentro del sistema educativo, en 1995, Macuspana contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 150, Primaria 225, Capacitación



para el trabajo 7, Secundaria 51, Bachillerato 13, Profesional Medio 3; sumando un gran total de 449 escuelas en el municipio.

En el Municipio Macuspana existen 20, 078 tomas domiciliarias de agua potable en 51 localidades, 17, 760 descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores del municipio en 6 localidades y 29, 308 tomas eléctricas domiciliarias.

Comunicaciones y transportes del municipio de Macuspana. Funcionan cuatro oficinas postales y tres telegráficas. La longitud de la red carretera es de 403.4 kilómetros: 178.2 pavimentados y 225.2 revestidos, enlazados por 71 puentes. La transportación fluvial ocupa un lugar destacado para Cd. PEMEX y Tepetitán, para la primera llegan barcos provenientes de Puerto Rico, Panamá, Estados Unidos y Noruega y otros países en los que insumos para PEMEX. Cuenta con dos aeródromos, uno de 600 y otro de 1600 metros de longitud de pista. Operan dos uniones de transportistas interurbanos, cuyos 78 vehículos están agrupados en 18 sitios. El Ferrocarril Coatzacoalcos-Mérida recorre la parte sur del municipio.

Actividades económicas del Municipio de Macuspana. Este municipio es eminentemente petrolero, debido a que en el se encuentra la terminal El Bayo y Cd. PEMEX. También puede considerarse la ganadería como una actividad importante de este Municipio.

7. Terminal Villahermosa.

Esta terminal se ubicara en la ciudad de Villehermosa, en el municipio Centro, el cuál tiene una superficie de 2,019 km² (7.9% del total del estado de Tabasco y el séptimo lugar en éste por su extensión). Por la Cd. de Villahermosa se abre paso el río Grijalva.



Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 465,393 habitantes (227,624 hombres y 237,769 mujeres).

Dentro del sistema educativo, en 1995, Centro contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 290, Primaria 332, Capacitación para el trabajo 33, Secundaria 98, Bachillerato 60, Profesional Medio 13; sumando un gran total de 826 escuelas en el Municipio.

En el Municipio Centro existen 99,391 tomas domiciliarias de agua potable en 139 localidades, 73,749 descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores del municipio en 19 localidades y 116,193 tomas eléctricas domiciliarias.

Comunicaciones y transportes en el municipio de Centro. La longitud de la red carretera es de 636.9 km: 329.2 pavimentados y 307.7 revestidos, enlazados por 119 puentes. Operan dos uniones de transportistas interurbanos, cuyos 750 vehículos están agrupados en 35 sitios. Cuenta con un aeropuerto en la ciudad de Villahermosa, que proporciona servicio nacional e internacional, con una longitud de pista de 2,200 m. En 1991, el aeropuerto de Villahermosa operó 5,200 vuelos de llegadas con 194,174 pasajeros y 3.4 ton de carga y equipaje, y 4,308 vuelos de salida, con 205,068 viajeros y 2.6 ton. Funcionan 17 oficinas postales (tres administraciones, una sucursal y 13 agencias) y seis telegráficas.

Actividades económicas del municipio. Los cultivos de maíz, frijol y arroz se destinan al autoconsumo, y la producción de plátano y cacao al comercio. La ganadería se orienta a la cría de novillos, para el abastecimiento de los mercados local y nacional. En menor proporción hay hatos de porcino, equino y caprino. Los productos pecuarios se procesan en el Frigorífico de Villahermosa. Otras



ramas industriales son la extracción de petróleo y gas; la elaboración de aceite de coco, pinturas, insecticidas y alimentos balanceados; la manufactura de artículos de piel, jabones, muebles y artículos de hierro; el envasado de refrescos, frutas, dulces, leche y queso; la fabricación de plásticos, asbesto-cemento, láminas de cartón y acanalados, ladrillos y artículos de cemento y cerámica; la purificación de agua y la producción de hielo. Se pescan robalo, mojarra, pejelagarto y pigua.

8. Terminal Frontera.

Esta terminal propuesta, es la cabecera municipal del municipio de Centla. Este municipio tiene una superficie de 3,245 km² (13.16% del total del estado y el séptimo lugar en éste por su extensión. Limita al norte con el Golfo de México, al este con el estado de Campeche y los municipios de Jonuta y Macuspana, al sur con el del Centro, y al oeste con los municipios de Nacajuca, Paraíso y Jalpa de Méndez.

Al 5 de Noviembre de 1995, este municipio tenía 77,529 habitantes (39,019 hombres y 38,510 mujeres).

Dentro del sistema educativo, en 1995, Centla contaba con las siguientes escuelas según municipio: Preescolar 88, Primaria 125, Capacitación para el trabajo 4, Secundaria 31, Bachillerato 7, Profesional Medio 2; sumando un gran total de 257 escuelas en el Municipio.

En el Municipio de Centla existen 5, 296 tomas domiciliarias de agua potable en 19 localidades, 4, 110 descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores del municipio en 5 localidades y 13, 710 tomas eléctricas domiciliarias.



Comunicaciones y transportes en el municipio de Centla. Funcionan seis oficinas postales y dos telegráficas. La longitud de la red carretera es de 240.2 km: 130.3 pavimentados y 109.9 revestidos, enlazados por 17 puentes. Operan tres uniones de transportistas interurbanos, cuyos 68 vehículos están agrupados en dos sitios.

Actividades económicas del municipio de Centla. La principal es la pesca (bandera y acamaya) . Los cultivos más importantes son los de coco (segundo lugar estatal), aguacate, guanábana, caimito, naranaja, sandía, toronja, zapote, mamey, anona, guayaba, marañón, castaña, pimienta y plátano. Centla aporta el 4.4% del ganado bovino de la entidad y el 5.8% del porcino. Las 36 plantas fabricantes de alimentos representan el 54.5% de la actividad industrial del municipio, y las 11 de calzado y objetos de cuero, el 17%. Con pieles de bovino, lagarto, nutria y tiburón se elaboran diversidad de artículos (cinturones, bolsas, carteras, llaveros, zapatos). El sector comercial se reanimó a partir de la construcción del puente de Frontera. Operan almacenes de autoservicio, farmacias, gasolineras, refaccionarias y tiendas de todo género.

Cabe mencionar que actualmente existen Tabasco los siguientes puertos fluviales: Chiltepec, Dos Bocas, Frontera, Jonuta, Sánchez Magallanes, San Pedro y Tenosique. Como mencioné con anterioridad, el Puerto Frontera tiene una infraestructura deficiente, el Puerto de Dos Bocas es eminentemente petrolero y el resto tienen una actividad limitada, ya que son puertos pesqueros.

A continuación se presenta un resumen general con las instalaciones existentes en las terminales propuestas, así como el número y tipo de embarcaciones que navegan en sus inmediaciones.

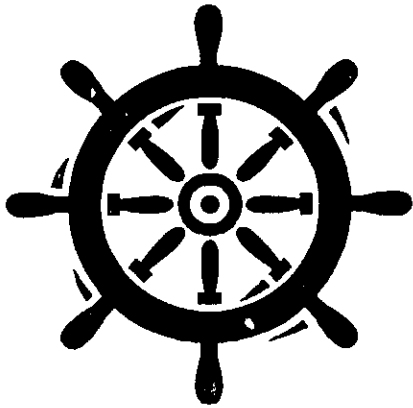


INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN LAS TERMINALES PROPUESTAS.

TERMINAL	ATACADERO	PATIOS	BODEGAS	PANGAS	EMBARCACIONES
Tenosique	Malecón que sirve de atracadero	No.	No.	Una de 4 pies de calado.	3 lanchas de motor
Balancán	No.	No.	No.	No.	Varias lanchas de motor.
Emiliano Zapata	Malecón que sirve de atracadero.	No.	No.	No.	Varias lanchas de motor.
Jonuta	No.	No.	No.	No.	Barcazas de pequeño calado y lanchas de motor.
Palizada	Un muelle de concreto de 200 m. de longitud.	Solo los necesarios para atracar	No.	No.	Un barco de 6 pies de calado y lanchas de motor.
Salto de Agua	No.	No.	No.	No.	Lanchas de motor
Macuspana-Tepetitán- Cd. PEMEX	En El Bayo en José Colomo.	Sí.	Las de PEMEX de 50 ton. de capacidad	No.	Barcos de mediano calado. 200 lanchas de motor en Cd. PEMEX. 100 lanchas de motor en Tepetitán
Villahermosa	Malecón que sirve de atracadero.	No.	Diversas bodegas de 112, 000 ton.	No.	Barcazas de pequeño calado y lanchas de motor
Frontera	Un muelle de 200 m. de concreto.	Sí.	Sí.	No.	Embarcaciones de medio calado y 200 lanchas de motor

Nota: En los ríos existen algunos bajos, donde se requiere una profundización del cauce (obras de encauzamiento) o protecciones marginales. La localización exacta requiere de un levantamiento de detalle de los cauces. Por esa razón no se incluyen en esta tabla.

Fuente: Estudio de Navegabilidad de los ríos Usumacinta y Grijalva, Tabasco SCT.



**CAPÍTULO IV.
INFRAESTRUCTURA NECESARIA EN LOS RÍOS
NAVEGABLES.**



Se requieren distintos tipos de obras de infraestructura, cada uno de ellos con distintos fines, en los ríos navegables.

Para poder diseñar las obras de infraestructura, se requiere de la realización previa de estudios físicos (campo, gabinete y laboratorio) y de estudios de planeación (económicos).

4.1. Obras de encauzamiento y rectificación de cauces.

En los tramos del cauce por navegar donde el tirante es insuficiente para permitir el tráfico de embarcaciones, ya sean éstas chalanes o barcasas de calado considerable, se debe encauzar la corriente mediante espigones, muros o diques longitudinales. Estas obras provocan un confinamiento, el cual da lugar a un encauzamiento del fluido y sus sedimentos, dicho encauzamiento provoca una erosión en el fondo del río aguas abajo de la obra, aumentando así el tirante del cauce. Este tipo de obras, al evitar el contacto directo entre el flujo con alta velocidad y el material que forma la orilla disminuyen las erosiones laterales, protegiendo adicionalmente las márgenes del río

Los espigones son estructuras interpuestas a la corriente hacia una cierta zona del encauce, uno de cuyos extremos está unido a la margen. Los espigones se construyen para evitar erosiones marginales o bien para forzar el paso del flujo.

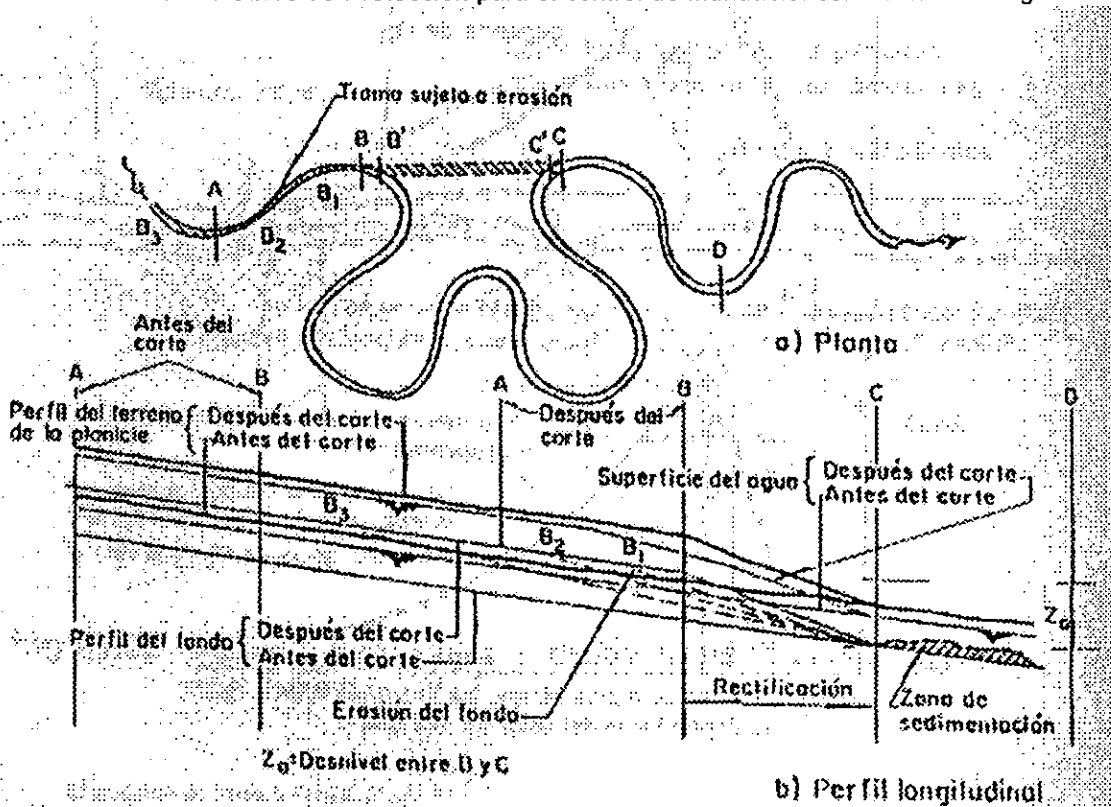
Dentro de ciertos tramos de los ríos por navegar como el río Usumacinta y el río Tacotalpa y de la Sierra, existen fuertes meandros que conforman casi una circunferencia, los cuales si se navegaran en su forma natural provocarían grandes tiempos de recorrido de la embarcación repercutiendo en el costo del



consumo final, por lo tanto se debe realizar una rectificación del cauce para disminuir las longitudes y tiempos de recorrido.

La rectificación del cauce consiste en el corte de uno o varios meandros mediante una canalización cuya capacidad hidráulica es mayor que la del cauce original, ya que su pendiente es mayor.

Fuente: Obras de Protección para el control de inundaciones. Instituto de Ingeniería.



Si para la figura anterior suponemos que la longitud BC por el cauce original es cuatro veces la longitud B'C' por la rectificación, la capacidad hidráulica de esa rectificación para igual ancho de sección y tirante, tiende a ser



casi doble que en el río. Debido a la reducción de la longitud, la pendiente aumenta y por lo tanto aumenta la capacidad hidráulica de la sección en el tramo B'C' rectificado.

Conviene recordar que en los ríos existe una relación de equilibrio entre los gastos líquidos y sólidos que pasan por un tramo determinado, las dimensiones de la sección transversal del cauce, la pendiente hidráulica en el mismo tramo y las propiedades físicas del material que forma el fondo y las orillas del cauce. Al cortar uno o varios meandros en un río se incrementa la pendiente, como lo he mencionado, con lo que se destruye ese equilibrio. Para recuperarlo, el río tiende, en forma continua a disminuir su pendiente, lo que logra más fácilmente desarrollando nuevos meandros. Para evitar lo anterior, se deben proteger las márgenes con espigones y recubrimientos marginales, de tal forma que el río no se desplace lateralmente y no pueda desarrollar nuevos meandros. Aún con esta solución, el río tenderá a suavizar su pendiente, y la única forma en que lo logra es erosionando el fondo hacia aguas arriba del corte y depositando el material erosionado aguas abajo de él. Esta acción erosiva continúa permanentemente si el material del subsuelo es homogéneo e igual al material original del fondo, y puede disminuir si durante el proceso erosivo se descubren estratos más resistentes, o con partículas de mayor tamaño con las que se proteja el fondo.

Para que la rectificación sea efectiva, se debe dragar el río aguas abajo, con el objeto de retirar el material que se deposita y que proviene del fondo erosionado en el corte aguas arriba del mismo.

Puesto que en la mayoría de los ríos del sureste mexicano el régimen es lento, en el tramo aguas abajo de C, los niveles no sufrirán alteración alguna, para iguales gastos, antes y después de la rectificación.



En el tramo aguas arriba de B aumentará la capacidad hidráulica debido al remanso negativo que produce la rectificación ya que el fondo del cauce se erosiona, debido a que la capacidad de transporte de sólidos es mucho mayor en el tramo B'C' que en los tramos AB ó CD.

Dentro del tramo B'C' ocurren las máximas velocidades y por tanto la capacidad de transporte de sedimentos es máxima. La erosión que ello provocará en el fondo del río obligará que el fondo ocupe posiciones como las indicadas con la línea punteada. Esa erosión aumentará la capacidad hidráulica del tramo rectificado, principalmente aguas arriba de la rectificación.

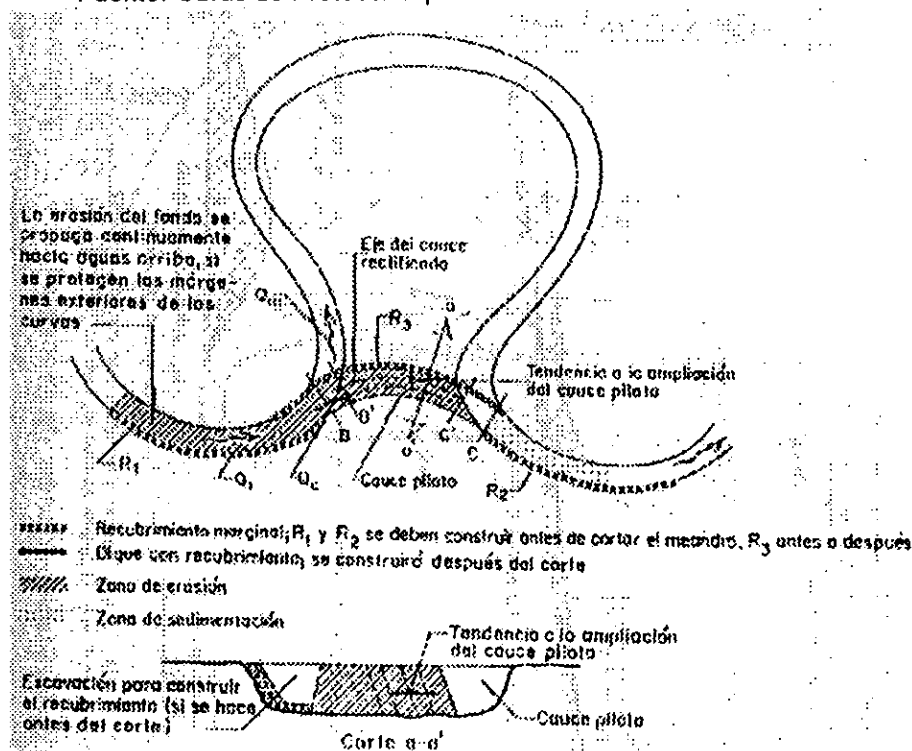
La rapidez con que se erosiona el fondo decrecerá a medida que pasa el tiempo hasta que la corriente adquiera una nueva pendiente de equilibrio, la cual dependerá del gasto dominante del río, así como de los materiales que queden expuestos al ocurrir la erosión.

Uno de los principales inconvenientes de los cortes de meandros consiste en que el material erosionado tenderá a depositarse en el tramo aguas abajo de C, con lo que disminuirá la capacidad hidráulica del tramo. El remanso que producirá esa reducción en la capacidad, repercutirá hacia aguas arriba, en la propia rectificación. Para evitar lo anterior, es preciso dragar el fondo del río aguas abajo de C, procurando mantener la misma sección y pendiente que se tenía antes de la rectificación.

El corte de meandros se realiza construyendo un cauce piloto, el cuál será ampliado por el río debido a la mayor capacidad de arrastre y erosión que tiene el agua al pasar por él. Las dimensiones del cauce piloto dependerán de su pendiente y de las propiedades físicas del material que forman las paredes y el fondo del mismo



Fuente: Obras de Protección para el control de inundaciones. Instituto de Ingeniería.



Para poder determinar las características de diseño y construcción de las obras de encauzamiento y rectificación de cauces, es necesario realizar estudios físicos de campo previos, los cuales se mencionan a continuación:

a) Recorrido de ríos.

Es necesario realizar un recorrido de los ríos como el desarrollado en el Capítulo III de esta tesis, con el fin de identificar los tramos en donde se requiere la construcción de una obra, ya sea esta de encauzamiento o rectificación. En el Capítulo III se identificaron de manera preliminar los cadenamientos en donde se requiere una rectificación del cauce.



b) Estudio topográfico y topohidráulico a detalle.

Una vez localizado el lugar exacto donde se requiere la obra, es necesario realizar un estudio topográfico de planimetría y altimetría de la zona que rodea el cauce, apoyándose en cartas topográficas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en cartas para orientaciones astronómicas (coordenadas) del Instituto de Geografía de la UNAM y en estudios de fotogramétricos existentes (se pueden obtener en el INEGI) ó realizar un estudio de fotogrametría nuevo (sector privado), con el fin de conocer las condiciones fisiográficas de la cuenca y las curvas de nivel de la zona referidas a un banco de nivel maestro. Es necesario llevar a cabo también un estudio topohidráulico a detalle del tramo, el cual se debe apoyar en el estudio topohidráulico general del cauce, con el fin de conocer el perfil longitudinal del tramo y las secciones transversales a lo largo de este.

c) Estudio hidrológico del tramo.

Este estudio debe apoyarse en:

- Información hidrométrica, como es: registros de gastos medios diarios, así como de gastos mínimos y máximos mensuales y anuales obtenidos de las estaciones hidrométricas existentes en los ríos en estudio. Estos datos pueden obtenerse en la Subgerencia de Hidrometría de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Comisión Nacional del Agua, pidiendo los registros hidrométricos de las regiones No. 29 y No. 30, que son las correspondientes a las cuencas de los ríos del sureste mexicano.
- Información topográfica para estudiar las características fisiográficas de las cuencas en estudio, tales como superficie, pendiente, elevaciones importantes, longitud de los cauces, áreas susceptibles de inundación, etc.
- Información hidrológica, con el fin de conocer y considerar el efecto de las obras hidráulicas en operación y en proyecto de construcción. Esta información, al igual que la hidrométrica, puede obtenerse de la Comisión Nacional del Agua.



- El estudio topohidráulico.
- El estudio hidrológico general del cauce.

Haciendo un análisis de la información anterior se aplicará alguno de los métodos existentes para transitar avenidas en cauces (el método de Muskingum) y con ello obtener los hidrogramas para determinar los tirantes (mínimo, medio y máximo), gastos (mínimo, medio y máximo), velocidades del cauce y el comportamiento hidráulico del tramo tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio donde se requiere la obra.

d) Características de los sedimentos y cuantificación de los mismos.

Se debe realizar un estudio granulométrico del gasto sólido de fondo y del gasto sólido en suspensión que transporta el río con el fin de obtener las características del material que forma las márgenes y el fondo del río, así como las características del sedimento. El origen del gasto sólido es del mismo cauce o de la cuenca al erosionarse el suelo producto de la precipitación.

Determinado lo anterior se estará en condiciones de calcular el transporte de sedimentos cuantificando el gasto sólido (de fondo y en suspensión), así como la capacidad erosiva del cauce.

Existen dos tipos de sedimento: el formado por materiales friccionantes, o suelto como son: rocas, cantos, gravas, arenas y el formado por materiales cohesivos, como son: arcillas y limos. Las características a obtener de los friccionantes son: tamaño, peso específico, peso volumétrico, velocidad de caída o de sedimentación; mientras que de los cohesivos nos interesan: adhesión, límite líquido y límite plástico. Para ambos: porosidad, relación de vacíos, porosidad, etc.



Dentro del estudio granulométrico, se considerará material cohesivo aquel que sea inferior a 0.06 mm de diámetro, mientras que aquel mayor que sea de 0.06 mm de diámetro se considerará como friccionante.

	CLASIFICACIÓN	DIÁMETRO MEDIO (D_{50})
MATERIAL COHESIVO	ARCILLAS	$D_{50} < 0.002$ mm
	LIMO	0.002 mm $< D_{50} < 0.06$ mm
MATERIAL FRICCIONANTE	ARENA	0.06 mm $< D_{50} < 2$ mm
	GRAVA	2 mm $< D_{50} < 60$ mm
	CANTOS	60 mm $< D_{50} < 200$ mm
	ROCA	$D_{50} > 200$ mm

Debido a que los ríos del sureste mexicano son ríos de planicie, tienen una pendiente suave y una velocidad relativamente pequeña, por lo tanto el material de las márgenes y fondo del río es un material pequeño (arenas, limos o arcillas).

Se han cuantificado los sólidos en suspensión en diversos ríos del país, utilizando técnicas de muestreo directo. La información obtenida en la red es ya bastante amplia y esta labor fue desarrollada por la desaparecida Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Esta información ahora está en manos de la Subgerencia de Hidrometría de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua. Esta subgerencia se encuentra localizada actualmente en Av. Insurgentes Sur # 30. Piso 2. Colonia Juárez, y en menor cuantía en otras dependencias tales como la Comisión Federal de Electricidad.

La evaluación de los volúmenes de sólidos arrastrados en el fondo de los ríos implica un problema diferente al de los sólidos en suspensión, ya que las



mediciones puntuales pueden ser influenciadas por características de tipo local que ponen en duda la representatividad de los valores, además de involucrar problemas de aplicación práctica, como en el caso de las trampas de sedimentos. Los cálculos de los acarreos se basan, por lo general, en modelos semiempíricos cuyas predicciones pueden variar entre sí.

Un estudio a fondo del transporte de sedimentos hace necesaria la medición directa del proceso, ya que éste es el único medio para analizar la validez y el rango de aplicación de las teorías, y para proporcionar datos útiles en el ajuste de los modelos semiempíricos; todo esto adaptado a las características particulares del río o cuenca en estudio, en donde pueden influir factores locales como la geología o la capacidad de la cuenca para generar los sedimentos.

Tratando de desarrollar una técnica experimental para cuantificar los volúmenes de sedimentos arrastrados en el lecho de los ríos y estudiar su evolución en el fondo, existen una serie de investigaciones basadas en el marcado de los acarreos de diversas dimensiones, con trazadores radioactivos y radiotransmisores.

Una vez realizados todos los estudios anteriores, se podrá llevar a cabo un proyecto definitivo de la obra requerida apoyándose en las metodologías existentes sobre el tema, como son los manuales de hidráulica fluvial, evaluando los efectos (socavación general, socavación transversal, socavación en curva) que esta provocaría tanto aguas arriba como aguas abajo y sus posibles consecuencias en el comportamiento general del cauce, para poder prever la evolución de este en el tiempo, ya que no se debe olvidar que cualquier obra de ingeniería civil modifica la naturaleza.



Desde el punto de vista técnico, mediante el proyecto definitivo, se podrán determinar todas las características de la obra y su funcionamiento, así como se podrá contar con la información necesaria para cuantificar los volúmenes de materiales por mover, los materiales para la construcción, la mano de obra y maquinaria o equipo por utilizar, procedimiento constructivo y consecuentemente el costo total de la construcción de esa obra. Para la construcción de espigones se puede utilizar cualquier material disponible en la zona o prefabricados, bolsas rellenas de arena, gaviones (malla de alambre de triple torsión en forma de caja rellena de rocas), etc.

4.2. Obras de protección en riberas y cruces.

Como se mencionó en el Capítulo III, los ríos del estado de Tabasco son susceptibles de grandes zonas de desbordamientos, por lo que es necesario diseñar obras de protección, tanto para los centros urbanos como para las márgenes del cauce.

Las posibles obras de protección son:

1. Obras de protección de contención.

Este tipo de obras forma una frontera que limita las zonas que serán inundadas.

- Bordos perimetrales a poblaciones o construcciones de importancia.
- Bordos longitudinales a lo largo de una o ámbas márgenes del río.
- Muros longitudinales a lo largo de una o ambas márgenes del río. Estos se utilizan en sustitución de los bordos donde no hay espacio para construirlos.



2. Obras de protección de desvío.

Permiten extraer un volumen del hidrograma del cauce.

- Desvíos permanentes por medio de cauces de alivio, el agua es dirigida hacia otros cauces o directamente al mar sin retornar al río.
- Desvíos temporales a lagunas o zonas bajas de la planicie susceptible de inundación, el agua retorna al río cuando disminuyen las avenidas.

3. Obras de protección de regulación.

Reducen el gasto máximo de la avenida y en ocasiones el volumen.

- Presas de almacenamiento. Pueden ser una o varias escalonadas.
- Presas rompe-picos. Generalmente se construyen varias escalonadas.

4. Obras de protección de mejoramiento hidráulico.

Este tipo de obras permite incrementar la capacidad de conducción de los cauces.

- Rectificación del cauce. Incrementa la pendiente, el área hidráulica del río y por lo tanto su capacidad de conducción hidráulica por efecto de la erosión del fondo.
- Remoción de la vegetación. Principalmente en los cauces de avenidas limitados por bordos longitudinales.
- Dragado del cauce principal y demolición de obstáculos. Incrementan el área hidráulica.
- Reforestación de la cuenca. Retarda el tiempo de concentración y disminuye el coeficiente de escurrimiento, en adición reduce la aportación de sedimentos a los cauces.

De las anteriores se considera que las más factibles son: construcción de bordos perimetrales, bordos longitudinales y muros longitudinales; ya que el construir una presa de almacenamiento disminuiría el caudal aguas abajo, provocando una disminución tal en el tirante que en una distancia considerable



afectaría para el paso de embarcaciones, en el caso de presas rompe-picos sucedería lo mismo que en el caso anterior, además de requerir esclusas para el paso de embarcaciones, lo cual sería demasiado costoso. Los desvíos temporales podrían ser una buena opción, pero se requiere que el hidrograma de la avenida de diseño sea esbelto. La reforestación de cuencas es una de las acciones que más tiempo requiere para ser implantada y en ocasiones se necesita llevar a cabo en grandes extensiones para que sea efectiva, lo cual exige de una gran organización y coordinación, además de grandes inversiones.

A continuación se presenta una descripción de las opciones que se consideran más factibles:

Bordos.

Un bordo es un terraplén de arcilla construido con el objeto de proteger casas, poblaciones, tierras agrícolas y vidas humanas contra la acción de una creciente o un remanso de agua.

Los bordos se clasifican en bordes longitudinales que pueden ser construidos a lo largo de los cauces y en perimetrales alrededor de poblados, ciudades o instalaciones de importancia.

Los factores considerar, previos al diseño de bordos, a recomendación del US Army Corps of Engineers son:

- Se harán estudios geológicos.



- Se efectuará un estudio preliminar de las condiciones del sitio, tanto del material de desplante, como de la posible localización de los bancos y zonas de préstamo.
- Se hará una exploración final en el sitio con el objeto de definir el perfil estratigráfico del suelo, las condiciones y características de los materiales donde se desplantarán los bordos e información más detallada sobre las áreas de préstamo.
- Se determinarán en forma preliminar, las secciones transversales de los terraplenes y las variables que regirán las condiciones de la cimentación de los bordos.
- Se dividirá la longitud total del bordo en tramos con igual altura de terraplén, condiciones semejantes de desplante e igual material de relleno, y se trazará una sección transversal representativa de cada tramo.
- Se estudiarán, para cada sección transversal, las condiciones de flujo subterráneo bajo el desplante y la red de flujo a través del cuerpo del bordo, la estabilidad de sus taludes y los posibles asentamientos que pueda sufrir.
- Se identificarán las posibles zonas en donde haya que dar un tratamiento especial al suelo de cimentación.
- Se definirán finalmente las secciones típicas para cada tramo.
- Se definirán las cantidades de los materiales necesarios para la construcción de la obra.
- Se definirá la localización final de las zonas de préstamo en función de los volúmenes requeridos de materiales térreos.
- Se diseñará, de ser necesaria, la protección que requiera el terraplén.
- En ríos donde el hidrograma de escurrimiento suba o baje rápidamente, la sección debe ser diseñada para tomar en cuenta las inestabilidades producidas por este fenómeno.



Bordos perimetrales.

Para proteger poblaciones de inundaciones periódicas, la solución más común consiste en rodearlos parcial o completamente con un bordo, lo cual depende de la topografía de la zona. Los bordos perimetrales, son la solución de control más económica que puede construirse, en adición, no alteran los niveles de los escurrimientos, ya que su efecto sobre ellos es nulo o muy reducido

Bordos longitudinales.

Los bordos longitudinales, se construyen a lo largo de las márgenes de un río y al confinar el agua entre ellos sirven para proteger simultáneamente varias ciudades y pueblos. Dependiendo del desarrollo regional, este tipo de bordos se puede construir en una o en ambas márgenes del río.

Por la presencia de los bordos longitudinales quedan definidos dos cauces:

- Cauce principal, es aquel por donde escurre normalmente el agua antes de desbordarse.
- Cauce de avenidas, es el formado entre cada orilla del cauce principal y el bordo correspondiente. Cuando los bordos se construyen en las orillas del río no existen cauces de avenida; esto sólo es posible en ríos con márgenes arcillosas y muy resistentes a la erosión.

Construcción de los bordos.

El terraplén de los bordos puede ser compactado, semicompactado o sin compactación. Generalmente la sección transversal se forma con una combinación de las condiciones mencionadas; así, como ejemplo, el corazón



puede estar compactado o semicompactado, con la berma semicompactada o sin compactación. Se recomienda dar un alto grado de compactación en regiones sísmicas activas.

Muros longitudinales.

Un muro longitudinal consiste en una frontera prácticamente vertical colocada en sustitución de un tramo de bordo. Por tanto su operación y diseño hidráulico es similares al de los bordos longitudinales. Un muro de concreto puede ser una medida eficaz para proporcionar protección contra inundaciones, y que él ayudará a contener lateralmente el escurrimiento de ríos, principalmente en las zonas bajas de éstos. Dentro de los muros se incluye el cauce principal y delimitan al cauce de inundación.

Los muros se utilizan en sustitución de los bordos, cuando los taludes de éstos últimos son muy tendidos y por lo tanto el volumen de obra resulta ser demasiado grande, otra razón que justifica su utilización es cuando no hay espacio disponible para construir un bordo.

El muro debe ser diseñado para soportar la presión hidrostática ejercida por el nivel del agua que corresponde a la avenida de diseño, incluyendo la subpresión que no pudiera ser evitada. Por otro lado, el muro debe ser protegido contra erosión colocando enrocamiento en el lado expuesto al río.

Una vez que se hayan analizado varias alternativas de navegación, se deben analizar las zonas susceptibles de desbordamiento e inundación para la elaboración del proyecto definitivo de las obras de protección en riberas y cruces.



El procedimiento para la elaboración del proyecto definitivo es el mismo que para el caso anterior (Obras de encauzamiento y rectificación de cauces), a diferencia de que el diseño se enfocará a proteger las márgenes del cauce y permitirá conocer las curvas tirantes - gastos, calados disponibles y ancho del cauce en la zona de protección. Se deberán tomar en cuenta las recomendaciones de diseño del US Corps of Engineers antes mencionadas y los manuales de hidráulica fluvial existentes. Al igual que en el caso anterior, el proyecto definitivo debe incluir la cuantificación de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo por utilizar y su respectivo costo.

4.3. Terminales de acceso ribereño.

Una vez identificadas de manera preliminar las terminales en la zona interestatal, se debe hacer un inventario de la infraestructura existente en las terminales propuestas como el que se muestra en el Capítulo III de esta tesis. De acuerdo con el tipo de estructura que posean pueden clasificarse como muelles propiamente dichos, pantalanés, atraques o plataformas.

Para ubicar de manera definitiva las terminales propuestas, se requieren estudios económicos, de oferta - demanda y de complementariedad de los todos los modos de transporte. Estos estudios deben contar con: identificación de los volúmenes asociados a los flujos de pasajeros y carga que deberá satisfacer el sistema, así como un análisis de capacidad, antigüedad y estado de conservación de las terminales existentes. Apoyándose en los estudios anteriores, se estará en condiciones de determinar el número, ubicación y tipo de las terminales, muelles o atracaderos que se requerirán para la operación de un sistema organizado de navegación y realizar el anteproyecto y proyecto definitivo de este tipo de obras. Sus dimensiones, altura y longitud, dependen exclusivamente del calado y la eslora de las embarcaciones; el ancho en cambio depende también del tipo de



productos a transportar, de la demanda, de la forma en que habrá de ser cargados los productos, así como del número de pasajeros. Gran parte de los esfuerzos que se inducen en los terraplenes o muros de muelles, son análogos a los que pueden actuar sobre cualquier otro tipo de estructura. Entre ellos se encuentra el peso propio, el empuje de tierras, la subpresión, el empuje hidrostático; las fuerzas más importantes de las obras de atraque y amarre son las sobrecargas y los esfuerzos horizontales, ya sea de atraque, impacto o amarre. Con el proyecto definitivo se estará en condiciones de determinar el costo asociado a la construcción, conservación, mantenimiento y modernización de las terminales a lo largo de la vida útil del proyecto.

4.4. Dragados en zonas requeridas.

A lo largo de los cauces como el río Usumacinta y el río Tacotalpa y de la Sierra, existen algunos tramos donde se presentan tirantes bajos, ya sea por la obstrucción del flujo debido a la presencia de grandes troncos depositados en el fondo, o bien por la existencia de rápidos en el cauce. Estos tirantes bajos no permitirían el libre paso de las embarcaciones, así como tampoco permitirían contar con las dársenas de navegación y operación correspondientes al área de ciaboga (en función de la eslora de la embarcación), es por lo anterior que se requiere dragar.

Dragar consiste en extraer el material sedimentado en el fondo del río por medios mecánicos o por golpe de agua. Mediante el dragado se logra aumentar el tirante del río, permitiendo así el libre paso de las embarcaciones. El material extraído, llamado detritus, debe ser depositado a una distancia considerable de las márgenes del río, para evitar que regrese a éste en época de avenidas.



Mediante el recorrido de ríos se localizaron de manera preliminar dichos tramos, y en algunos de ellos se levantaron secciones transversales. Al calcular tirantes a lo largo del año se obtuvieron en forma aproximada las secciones transversales de los tramos en donde se requiere una profundización del cauce, para aumentar el calado.

Para conocer los tramos con bajos tirantes, se requiere identificar el perfil longitudinal del fondo del cauce, el cual, deberá estar apoyado en secciones transversales para obtener niveles de agua y realizar un funcionamiento hidráulico exacto del cauce, con la finalidad de definir las zonas que se requieren dragar.

Se deberá contar con estudios topohidráulicos y de granulometría a lo largo del cauce para conocer el transporte de sedimentos y estar así en posibilidades de predecir la elevación del fondo del río y su origen.

Es preciso realizar un estudio definitivo para conocer en forma precisa los tramos donde será necesario realizar dragados sistemáticos. Este estudio permitirá evaluar el comportamiento del tramo, así como su evaluación en el tiempo y a lo largo del mismo procedimiento y equipo a utilizar. Este estudio debe conar con un plan de dragado, incluyendo las características de la zona, cuantificación de volúmenes considerando el coeficiente de abundamiento del material, características del material, tiempos de dragado, señalamientos del área por dragar y el lugar de descarga del detritus.

Conociendo el tipo de material del fondo del río, se podrá determinar la forma de dragar éste, ya sea por medio de draga o por golpe de agua.



Los dragados pueden realizarse comprando las dragas por el organismo operador, en caso de que sea factible, arrendarlas o subcontratando una empresa especializada en esta tarea.

Se deberán cuantificar los volúmenes del material dragado, ya sea comparando los planos topohidráulicos de antes y después de dragar o cubicando el material, con el fin de determinar el costo total del dragado.

4.5. Obras complementarias.

El sistema de navegación fluvial requerirá un alto número de obras complementarias, las cuales deben ser precisadas, cuantificadas, diseñadas y evaluadas en términos de su costo, lo cual es objeto de la elaboración de un estudio específico.

En función de los servicios que vaya a prestar el sistema de navegación; de la localización de sus terminales; de la accesibilidad que cada una de ellas tenga con respecto a las redes de otros modos de transporte, así como algunos otros parámetros, será necesario identificar las características para obras como:

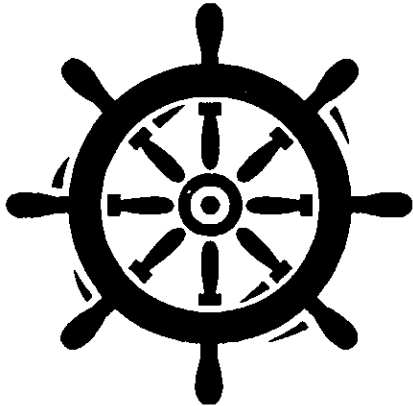
- Caminos de acceso a terminales.
- Estacionamientos.
- Instalaciones para transferencia de pasajeros y carga a transporte terrestre.
- Bodegas para almacenamiento de mercancías.
- Señalamiento fluvial y terrestre, etc.

La información necesaria para determinar el tipo de obras complementarias que requiera el sistema es: la localización y proyecto definitivo de las terminales, rutas de autobuses interurbanos, localización de estaciones de ferrocarril, matriz



origen-destino de los pasajeros y la carga que utilizarán el sistema de navegación.

Una vez analizada esta información y con base en recorridos e campo, entrevistas y la experiencia del consultor se debe definir el número, ubicación y tipo de cada una de las obras complementarias, así como los costos anuales de construcción, conservación y remplazo de dichas obras.



**CAPÍTULO V.
OPERACIÓN NAVEGABLE.**



En el sistema de navegación propuesto en los ríos del sureste mexicano, así como en todo proyecto de ingeniería civil, es necesario globalizar tanto los aspectos técnicos de diseño de infraestructura y su respectivo costo con los aspectos financieros y los conceptos de operación, ya que son éstos dos últimos los que determinarán la estrategia para obtener los ingresos suficientes para amortizar los egresos provocados por los costos de infraestructura y de la misma operación, sin perder vista que el proyecto es un negocio (siempre y cuando tenga carácter empresarial o privado) y debe ofrecer tanto beneficio y satisfacción a los usuarios del sistema como una utilidad al inversionista, éste rubro se elimina si el proyecto tiene carácter social, dado el caso, debe ser subsidiado por el gobierno ya que el objetivo fundamental del proyecto sería tener una mayor población servida por unidad de capital invertida y no lograr una máxima rentabilidad de la inversión.

5.1. Organismo operador del sistema.

La evaluación financiera del posible sistema de navegación en los ríos del sureste mexicano exigirá conocer la naturaleza y monto de costos que no corresponden únicamente a la infraestructura. Tal es el caso de los relativos a la operación, los cuales están asociados, en su mayoría, al funcionamiento del organismo operador del sistema. Por lo anterior, será preciso llevar a cabo un estudio que permita identificar las características más relevantes del organismo que tendría a su cargo la operación del sistema. Las características a determinar deben ser aquellas que aseguren una adecuada gestión del sistema.

Entre los resultados específicos que deberán obtenerse en este estudio figuran:



a) Naturaleza del organismo. El organismo operador puede ser una dependencia federal como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, pero tomando en cuenta que se trataría de la prestación de un servicio público dentro de dos estados de la República (Chiapas y Tabasco), el gobierno de dichos estados estaría en mejor posición para operar el sistema.

En este estudio deberán analizarse las ventajas y desventajas de cada una de estas dos opciones. La recomendación que se haga al respecto deberá sustentarse en aspectos de orden jurídico, administrativo y técnico.

El procedimiento deberá ser el siguiente: A partir de un análisis jurídico - administrativo, sobre la base de los ordenamientos legales en los que se especifican las atribuciones de cada una de las instancias del gobierno, se determinará la instancia que deberá tener a su cargo el sistema de navegación. Una vez hecho lo anterior será necesario investigar, con el apoyo de la instancia seleccionada si alguna de sus dependencias ya existentes podrá tomar a su cargo dicha responsabilidad, o si es preciso crear una nueva.

Con base en entrevistas se deberá identificar el apoyo que organismos públicos federales y estatales; y privados que actúan dentro del sureste mexicano estarían dispuestos a brindar al organismo operador.

Otra cuestión a investigar, sería el monto del capital social y contable del organismo, así como la factibilidad y conveniencia de que el sector privado sea accionista. En este último caso tendría que precisarse el porcentaje de participación y los requisitos a que estarían sujetos los accionistas privados.

b) Estructura orgánica. El punto de partida sería un análisis técnico - administrativo de las actividades a que darían lugar los servicios que prestará el sistema de navegación para orientarse a la determinación del organigrama, y como parte del mismo, del perfil profesional de cada uno de los puestos. Dada la naturaleza del sistema en estudio, será preciso contemplar la existencia de una sede central, posiblemente en las capitales de los estados, así como de algunas



instalaciones complementarias a lo largo del cauce. Entre estas últimas estarían las correspondientes a las superintendencias operativas, los talleres para mantenimiento de embarcaciones, el cuerpo de salvamento, policía, ejército, etc.

Adicionalmente deberá incluirse un anteproyecto del manual de organización, el cuál deberá detallar las ligas funcionales que existirían entre las diversas áreas del organismo. Asimismo deberá incluirse la formulación de una propuesta de salarios y prestaciones al personal.

c) Maquinaria y equipo. Todos los estudios a realizarse referentes a infraestructura y operación, servirán de base para determinar la maquinaria, los vehículos y el equipo con el que deberá contar el organismo operador para funcionar en forma adecuada procurando siempre que el sistema opere con eficiencia y seguridad, conservando en buen estado su infraestructura e instalaciones. Como resultado deberá obtenerse no sólo el número y tipo de la maquinaria o equipo, sino también la vida útil, el valor de rescate y el carácter nacional o importado, así como la recomendación en cuanto si debe adquirirse o simplemente arrendarse.

d) Capacitación del personal. Lo limitado de la experiencia que existe en México en cuanto a sistemas de navegación fluvial, así como el riesgo implícito en ello, determina la necesidad de prever la capacitación del personal, principalmente en el área operativa, de tal forma de asegurar un funcionamiento seguro y eficiente del sistema.

Apoyado en el organigrama y su correspondiente perfil de puestos, se deberá diseñar un programa de capacitación y actualización que incluya el título y temas específicos de cada curso, duración, material didáctico de apoyo y frecuencias con que deben impartirse estos.

El programa de capacitación y actualización propuesto deberá diseñarse a partir de una comparación entre el perfil técnico de cada uno de los puestos



recomendados y los programas de estudio de las carreras profesionales y técnicas que se imparten en las instituciones educativas de Chiapas y Tabasco y otros estados aledaños.

La actividad económica de la región permitirá estimar la demanda que exista para cada una de las profesiones. Ello influirá, junto con los sueldos y prestaciones propuestos para el organismo, en la rotación que tenga su personal. Esta última será un factor decisivo para determinar la frecuencia de cada uno de los cursos.

e) Gasto corriente. La operación del sistema de navegación llevará implícitos egresos por conceptos muy variados como son: alquiler de oficinas e instalaciones complementarias, sueldos y salarios del personal, gastos de oficina, conservación de oficina, mantenimiento de embarcaciones, vehículos y maquinaria, amortización de préstamos, etc. La determinación de todos estos gastos, junto con su cuantificación y programación es indispensable para el análisis de la viabilidad financiera del sistema, por lo tanto deberá incluirse en el estudio relativo al organismo operador.

El procedimiento a emplear en este apartado consistirá en una cuantificación pormenorizada de los egresos, que por todos los conceptos, habrá de realizar anualmente el organismo operador. Un factor importante a considerar en dicha valoración será el comportamiento previsible de la inflación nacional y regional; así como el valor del dinero en el tiempo.

5.2. Rutas por atender.

En el capítulo III, se determinaron de manera preliminar, los tramos que son navegables en las condiciones actuales, así como los que requerirían algún tipo de obra. Un tercer tipo por determinar corresponde a aquellos tramos en que las



características hidrológicas no permitirán la navegación de embarcaciones como las que utilizaría el sistema propuesto.

Estos resultados constituyen un elemento de carácter técnico que contribuirá a la determinación de un programa de puesta en operación de los tramos, sin embargo, dicho programa deberá apoyarse en otros elementos, tales como la demanda y la disponibilidad de los recursos presupuestales.

El estudio para determinar las rutas por atender, deberá orientarse a la definición del programa de puesta en operación del sistema.

Como resultados específicos deberán obtenerse para cada uno de los tramos navegables:

- El año óptimo de puesta en servicio. Tanto para los tramos que únicamente requerirán de obras y equipos complementarios par ser puestos en operación, como para aquellos en los que sería necesario realizar trabajos hidrológicos deberá determinarse el año en que el nivel de demanda será suficiente para garantizar la recuperación de la inversión. Para ello se requiere hacer un análisis del estudio de demanda, del estudio de localización y tipo de terminales, del estudio hidrológico, de los proyectos de infraestructura necesaria, así como de su correspondiente costo para precisar el año en que resulta más conveniente poner en servicio cada una de las rutas.
- Calendario de inversiones a realizar. La puesta en operación del sistema deberá estar precedida de inversiones de distintos tipos. Se deberá identificar las inversiones mínimas que se requerirían para iniciar la puesta en operación del sistema previa definición del programa de puesta en operación de los tramos. Dichas inversiones deberán ser presentadas por tramos.



5.3. Tipos y frecuencia de los servicios.

En la actualidad Petróleos Mexicanos (PEMEX) ha establecido sistemas de navegación aprovechando los vastos recursos hidrológicos del estado de Tabasco, como en el caso de la terminal "El Bayo", cerca de Villahermosa en el paso del río Grijalva; sin embargo, dichos sistemas tienen carácter de privado lo que hace indispensable crear un organismo que de servicio al público en general.

El organismo operador podría atender tanto a pasajeros como a carga; para esta última inclusive se podría establecer un servicio exclusivo.

Las opciones que se consideran como factibles para el tipo de servicios son:

- a) únicamente pasajeros.
- b) únicamente carga.
- c) pasajeros y carga.

Naturalmente se podrían establecer dos o más de estos servicios.

Para el caso de carga, sobre la base de los estudios de demanda y de rutas por atender, deberá elaborarse un plantamiento base, el cual tendrá que complementarse con una serie de entrevistas con los usuarios potenciales del servicio de carga. Estas entrevistas deberán llegar a la precisión de los volúmenes mensuales que serían entregados al sistema de navegación para que sean transportados en cada una de las rutas. La naturaleza de los productos a mover servirá de base, junto con el número y capacidad de las embarcaciones, para recomendar la frecuencia de los servicios.

La frecuencia, en el caso de pasajeros, deberá determinarse con base en la disponibilidad de bienes y servicios que tenga la población en sus propias comunidades, ya que de ella depende su movilidad.



5.4. Características de la demanda del sistema.

De entre los estudios que se han propuesto como parte de la operación del sistema, el más importante es el relativo a la demanda esperada, ya que de él dependerá la identificación y el dimensionamiento de aspectos como la estructura del organismo operador, los servicios a ofrecer y su frecuencia, el número de embarcaciones y naturalmente los ingresos que tendría el organismo. Por esto es de fundamental importancia elaborar un estudio que permita identificar las características cuantitativas y cualitativas de la demanda, previa determinación del horizonte económico o de planeación del sistema.

Entre los aspectos que se deben tomar en cuenta para estimar la demanda de pasajeros, se encuentran:

- Disponibilidad regional de los servicios básicos y la localización de las oficinas administrativas más importantes.
- Crecimiento, histórico y esperado, de la oferta regional de servicios básicos.
- Motivo y la frecuencia de los viajes que realiza la población de la zona en estudio.
- La competencia intermodal del transporte, medida en términos de tiempo y costo del recorrido, accesibilidad y rutas de otros sistemas de transporte como el ferrocarril (Estudios de complementariedad del transporte).

Los factores a considerar para estimar la demanda de carga son:

- La producción regional de bienes básicos.
- Su respectiva oferta.
- Origen y destino de los volúmenes faltantes o excedentes.



- Programas de desarrollo regional
- Los volúmenes que a través de las entrevistas se haya detectado que pudieran entregar al sistema de navegación los organismos públicos y privados que laboran en la zona.
- El origen y destino, la naturaleza y el volumen de los productos que manejan otros modos, a fin de determinar la factibilidad de que sean captados por el sistema de navegación.

La información necesaria para realizar el estudio de demanda es:

- Inventario, en el ámbito de localidad de servicios básicos.
- Resumen de los programas de obra, en unidades monetarias y físicas, de los diez últimos años. Porcentaje de esas inversiones con respecto a los egresos totales de los gobiernos estatal y federal.
- Un inventario de las concesiones otorgadas por el gobierno estatal para la prestación de servicios de transporte, incluyendo una descripción de las rutas, el número de unidades adscritas a cada una de ellas, la frecuencia y costo de los servicios.
- La estadística de los volúmenes captados por cada uno de los modos de transporte en los últimos diez años.
- Los volúmenes de producción agrpoecuaría municipal de los últimos diez años.

5.5. Elección del tipo de embarcación.

Una vez verificada la factibilidad del sistema de navegación, y cuantificada su posible demanda, es posible seleccionar el tipo más adecuado de embarcación.



Se deberá realizar un estudio que consistirá en determinar tanto el número de embarcaciones que se requerirían para satisfacer la demanda prevista, como las características que deben reunir las propias embarcaciones.

Para realizar este estudio se debe contar con los estudios que contemplen las características hidrológicas del cauce, así como el tipo y volumen de la demanda esperada.

La selección de la embarcación tipo consistirá básicamente en un estudio de mercado, en el ámbito nacional e internacional, que permita recabar la información más relevante acerca de los proveedores potenciales.

Las embarcaciones que ellos fabrican deberán compararse con las características, tanto de los cauces a navegar como de la demanda.

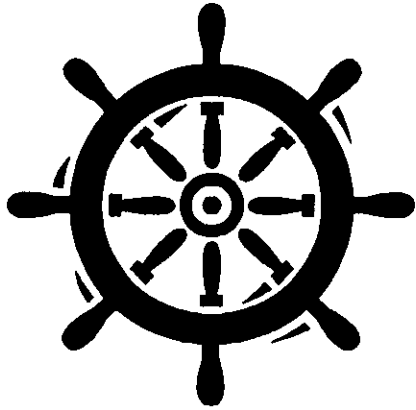
Debe procurarse que las embarcaciones sean de fabricación nacional para reducir la fuga de divisas y problemas de capacitación de las tripulaciones, de remplazo de equipos y refacciones.

Se propone que los resultados del estudio para determinar el tipo de embarcación sean:

- El tipo de embarcación más adecuada para pasajeros, carga o ambos.
- Capacidad de las embarcaciones.
- Dimensiones de las embarcaciones como son: el calado, la manga y la eslora.
- Vida útil de las embarcaciones.
- Costo de adquisición y condiciones de pago.
- Valor estimado de rescate.
- Costo de operación.



- Fabricante. En caso de ser extranjero, aclarar condiciones generales del traslado a México, así como la factibilidad de que sean fabricadas en el país.
- Tiempo de entrega.



CAPÍTULO VI. ASPECTOS FINANCIEROS.



La creación de un sistema de navegación por vía fluvial requiere de grandes inversiones para poder sufragar los egresos relativos a infraestructura y a operación. Es por ello que los aspectos financieros son de fundamental importancia para obtener los recursos monetarios suficientes para que el proyecto se consolide y pueda llegar a funcionar de una manera segura, eficiente y dando un beneficio a la comunidad y una utilidad al inversionista privado, en caso de que este participe.

6.1. Tarifas.

Para determinar la factibilidad de un proyecto es necesario evaluarlo a partir de consideraciones técnicas, financieras y socioeconómicas, la evaluación financiera consiste en un análisis pormenorizado, mediante técnicas conocidas, de los ingresos y costos que se tendrán durante la construcción y operación del proyecto.

En el caso del sistema de navegación fluvial, se han mencionado a lo largo de este trabajo, la mayoría de los costos y la forma en que deben agruparse.

Los ingresos pueden dividirse en dos categorías: Los directos y los indirectos. Los ingresos directos están asociados al volumen de la demanda y al precio unitario o tarifa del servicio, mientras que los indirectos provienen de contribuciones especiales que tenga el sistema, así como de concesiones y otro tipo de acuerdos con prestadores de servicios complementarios. Para fines de evaluación, los ingresos directos son los más importantes, por lo que deben ser estudiados a detalle. Es por ello que se propone llevar a cabo un estudio tarifario que se complemente con el estudio de características de la demanda del sistema.



Este estudio deberá tener como objetivo el proponer los criterios que orientarían la definición y actualización de las tarifas de cada uno de los servicios del sistema de navegación.

La definición de los criterios tarifarios y sus correspondientes fórmulas estará basada en los estudios que se hayan realizado de los costos de infraestructura y de operación del sistema; en la situación financiera de los gobiernos federal y estatal; en la posibilidad de contar con aportaciones adicionales provenientes de organismos públicos y privados que actúan en el sureste mexicano; en las condiciones socioeconómicas de la población por atender; en la contribución del sistema al desarrollo regional, y en todos aquellos aspectos que pudieran influir sobre el nivel de demanda, como es el caso de las tarifas de los modos de transporte como el ferrocarril y el carretero. El procedimiento a seguir es heterogéneo, ya que deberá incluir desde el análisis de los estudios mencionados, como son los correspondientes a los costos de infraestructura y operación, hasta la realización de estudios colaterales, y de entrevistas para cuantificar las posibles aportaciones adicionales y para algunos otros aspectos. Es por ello que se debe contar con:

- Los resultados del resumen de egresos (por infraestructura y operación) e ingresos (aportaciones especiales) del sistema.
- El presupuesto federal y estatal de los últimos diez años.
- Criterios tarifarios que se utilizan en los otros modos de transporte como el ferrocarril y carretero en el ámbito federal y estatal.

Resumiendo, los resultados por obtener en este estudio deberán ser:

- Hojas de cálculo en programas de computadora que posibiliten el establecimiento y revisión del precio unitario de los servicios de pasajeros y carga.



- Descripción detallada de los criterios utilizados, los cuales pueden corresponder a alguna de las siguientes opciones:
 - a) Considerar los costos de infraestructura como contribución no recuperable del gobierno federal.
 - b) Recuperar los costos de infraestructura y subsidiar los de operación.
 - c) Recuperar ambos costos.
 - d) Recuperar también una cantidad adicional, con objeto de poder cubrir futuras expansiones de la infraestructura, así como la reposición de los equipos.
- Sensibilidad de la demanda tarifaria.

6.2. Créditos externos.

Al describir los términos de referencia del estudio de Tarifas, se mencionó que los ingresos influyen en forma destacada en la viabilidad de un proyecto, sin embargo, no es sino hasta la etapa de operación del proyecto cuando se inicia el flujo de ingresos, aunque ya antes haya sido necesario cubrir los costos de infraestructura. Este desfase entre ingresos y costos crea un problema de financiamiento.

Las carencias que en distintos órdenes tiene nuestro país superan los recursos de que se dispone para satisfacerlas, por lo que para algunos proyectos estratégicos o experimentales, suelen gestionarse créditos internacionales, con objeto de resolver el problema de financiamiento antes descrito.

Ante la magnitud de la inversión que demandaría el sistema de navegación, la cual probablemente rebasaría las posibilidades internas de financiamiento, se hace necesario investigar la posibilidad de obtener inversión del extranjero. Para



llevar a cabo lo anterior se propone realizar un estudio específico con el objetivo de determinar tanto la necesidad como la posibilidad de obtener los créditos internacionales ya referidos.

La realización del anterior objetivo requeriría de obtener:

- Cuantificación de las posibles necesidades de crédito externo.
- Determinación de la componente externa del proyecto, ya que es el parámetro que se utiliza como referencia para convenir el monto de las inversiones.
- Precisión de la postura que adoptarían las autoridades hacendarias de nuestro país y las de la banca internacional, ante la eventual solicitud de apoyo crediticio para el proyecto.

El procedimiento sería el siguiente:

Someter el resumen de ingresos y egresos a un análisis de sensibilidad, con objeto de establecer los valores máximo y mínimo probables para cada uno de los conceptos.

El monto de crédito externo deberá estar dado por la diferencia que exista entre dichos conceptos bajo la hipótesis pesimista (máximos egresos y mínimos ingresos).

La componente externa representa el porcentaje de la inversión que saldría del país por la adquisición de maquinaria, equipo y refacciones importadas, por el pago de regalías si fuesen fabricadas en México bajo patentes extranjeros, o por la utilización de materiales cuyos procesos de fabricación involucran insumos extranjeros. En caso de que el proyecto requiriera de la contratación de personal extranjero también se considerará en el parámetro que analiza aquella parte de



los salarios que se considere se llevará consigo dicho personal al volver a su país de origen. De acuerdo con lo anterior, se deberá analizar, para cada uno de los insumos requeridos, la parte del costo que tiene origen extranjero.

Para conocer la postura que podrán adoptar las autoridades hacendarias de México y las de la banca internacional respecto a la posible solicitud de apoyo financiero, será necesario celebrar las entrevistas respectivas, previamente, revisar los niveles de endeudamiento aprobados por la Cámara de Diputados.

El desarrollo de las anteriores actividades, requeriría de la siguiente información:

- Resumen de egresos e ingresos del sistema de navegación.
- Estudios que se hayan realizado anteriormente sobre la componente externa en proyectos de infraestructura del transporte.
- Programa de endeudamiento externo de la presente administración federal.

6.3. Aportaciones y otros ingresos especiales.

En los términos de referencia del estudio relativo a la política tarifaria se mencionó que además de los ingresos directos, el sistema de navegación podría tener algunos otros que fueran complementarios y que contribuirían a asegurar la viabilidad del proyecto.

Entre las alternativas que existen al respecto se encuentran las posibles aportaciones de organismos que operan en la región, el otorgamiento de concesiones para la prestación de servicios complementarios y los derechos por publicidad colocada en las instalaciones y embarcaciones del sistema.



Por lo anterior se recomienda la elaboración un estudio que tenga por objeto detectar fuentes adicionales de ingresos para el sistema, así como la factibilidad y conveniencia de recurrir a ellos.

A partir de una relación de las posibles fuentes de ingresos adicionales, se tendría que desarrollar una serie de entrevistas con los representantes de cada una de dichas fuentes. Estas entrevistas se deberán orientar hacia la determinación de la siguiente información:

- Tipos de ingresos complementarios que pudiera llegar a tener el sistema de navegación.
- Monto de los ingresos.
- Condiciones bajo las cuales se darían.
- Selección de las alternativas más viables.

En una segunda etapa se elaboraría el número de convenios tipo, bajo los cuales se regirían los ingresos y aportaciones especiales, los cuales se someterían a consideración tanto de organismo operador del sistema como de los organismos y empresas que constituirían su contraparte en dichos convenios.

Para la elaboración de este estudio propuesto, se deberá contar con el número de embarcaciones que tendría el sistema y la superficie aprovechable que cada una de ellas tendría para fines publicitarios, así como las características de la demanda espeada.

6.4. Resumen de egresos e ingresos.

Tanto los estudios propuestos para la infraestructura como para la operación tienen como objetivo último, recopilar los elementos necesarios para poder de desarrollar la evaluación financiera del sistema de navegación; en virtud

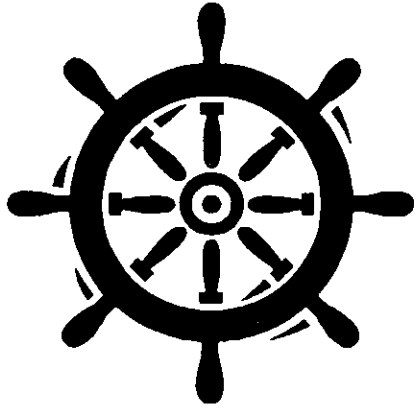


de que dichos elementos provendrían de estudios realizados en forma independiente, los resultados de ellos pudieran no tener consistencia entre sí.

Debido a lo anterior se propone la realización de un estudio cuyo objetivo sea revisar la homogeneidad de los ingresos y egresos estimados para el sistema, en términos de consideraciones básicas y de referencia al año base.

Deberán revisarse todos aquellos estudios en los que se determine algún posible ingreso (tarifas, aportaciones especiales) o egreso (construcción, operación) desde la construcción de la infraestructura hasta el último año de su operación en el horizonte de planeación.

Para la realización de la evaluación financiera (flujo) se deberá contar los resultados del resumen de ingresos y egresos, así como su programación y distribución en el tiempo para seleccionar el año al cual están referidos (año cero o base). Al hacer esto último se deberá tomar en cuenta, además de las fórmulas de actualización tradicionales, los valores de la posible inflación y devaluaciones a lo largo del horizonte económico del proyecto. Al realizar el flujo operativo (fuera del alcance de esta tesis) deberá obtenerse la tasa interna de retorno (TIR) y dentro de la evaluación económica, se deberá obtener el índice de rentabilidad (IR), el cual debe ser mayor que la unidad, es decir, los beneficios serán mayores que los costos. Si el IR es mayor que la unidad y la TIR es aceptable, el proyecto puede considerarse como factible económicamente.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



Dentro de los principales ríos del mundo, los que han tenido un mayor auge para la navegación son los europeos, como el Danubio, el Volga, el Rin, etc.; debido a que se encuentran unidos mediante canales formando una gran red que permite la navegación y con ello la distribución de carga y pasajeros en una considerable extensión de este continente.

Los ríos de Estados Unidos de América, como el Mississippi, Ohio, Red, Missouri, etc. también forman una gran red de vías fluviales facilitando el transporte de carga y pasajeros (turístico) con un costo inferior al correspondiente a otros modos de transporte como son el carretero y ferroviario.

Para el transporte de grandes volúmenes de carga a distancias considerables es recomendable el sistema de navegación fluvial, ya que es más económico que el ferrocarril o el camión de carga.

Los principales ríos navegables en México en los que se puede establecer un sistema de navegación por vía fluvial son los ríos del sureste mexicano, como el Grijalva y Usumacinta, ya que estos junto con otros ríos tributarios forman una extensa red.

El recorrido de los ríos, así como los estudios que se realizan durante éste, deben considerarse como preliminares, ya que dan una idea aproximada de los tramos que son navegables en condiciones naturales, pero para estudios más precisos, es necesario realizar un estudio hidrológico que considere el tránsito de avenidas tomando un hidrograma representativo del periodo de retorno.



El conocimiento de los volúmenes del gasto sólido de fondo, del gasto sólido en suspensión y del gasto de lavado, es de suma importancia para las ramas de ingeniería relacionadas con la utilización de los ríos, ya sea como vías de navegación o para la captación y aprovechamiento de sus escurrimientos o encauzamiento de los mismos; debido a serios problemas que puede traer consigo la sedimentación de dicho material.

En el diseño de las obras, el conocimiento de las cantidades de sólidos transportados por los ríos permite definir la elevación de las estructuras y estimar su vida útil, en función del volumen que puede depositarse durante un tiempo determinado. En estos cálculos es necesario considerar la distribución de sedimentos en algunos casos, por una función uniforme.

Los dragados son necesarios en prácticamente todos los ríos de la zona, ya que aunque éstos tienen tirantes bajos en algunos puntos de su desarrollo y es necesario llevarlos a una profundidad adecuada y uniforme; los cortes de meandros producirían un azolvamiento de los sedimentos aguas abajo, por lo que será necesario llevar a cabo un dragado sistemático para mantener su tirante, o el pensar en métodos de atrape del material.

Aspectos financieros y de operación, son de fundamental importancia para que el proyecto se consolide de una forma adecuada y deben ser llevados de la mano con los aspectos técnicos de diseño y construcción de obras de infraestructura.

Ante la apertura comercial, cualquier país que se precie de ser desarrollado, tiene la obligación de utilizar todas sus vías de comunicación y en el caso de Tabasco una de las más importantes es la fluvial.



Las ventajas que representa dar viabilidad nuevamente a la navegación fluvial en Tabasco son: la reactivación de la economía en las regiones de Los Ríos y Centro, que por su ubicación geográfica deben de consolidarse como centros de distribución para el sureste del país y Centroamérica. Los parques industriales ubicados en el municipio de Villahermosa y los que se tienen contemplados ubicar en la región de Los Ríos serían altamente atractivos, al tener una salida natural al mar. La competitividad de los proyectos forestales aumentaría con la vía fluvial.

En el transcurso de búsqueda de información (la cual es muy escasa en México) y elaboración de este trabajo se comprendió que debido a la versatilidad de la ingeniería civil, se puede prestar a confusión el abarcar todas las áreas de ingeniería en una misma tesis. Es por ello que se recomienda tomar como base la presente, para la elaboración de nuevos temas de tesis que abarquen los siguientes puntos:

- Levantar un perfil del cauce en todo el tramo navegable para conocer las características de éste con exactitud, así como levantar secciones transversales lo suficientemente cercanas entre sí, para estar en posibilidad de proyectar y estimar así las obras a realizar.
- Elaboración de un estudio hidrológico general de los ríos, mediante métodos de tránsito de avenidas en cauces, para la obtención de gastos máximos, medios y mínimos, cálculo de tirantes, hidrogramas, etc. Asimismo hacer una simulación de los ríos a nivel proyecto definitivo.
- Elaboración de un estudio y proyecto de señalamiento fluvial y ayudas a la navegación (balizas, faros, boyas, sirenas, etc.)
- Elaboración de un estudio económico que tome en cuenta los aspectos socioeconómicos de la zona como son: demografía, actividades económicas (agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, industria, etc.). Asimismo realizar un estudio de la relación del transporte con el desarrollo regional de los estados



de Tabasco y Chiapas y un análisis de los impactos de la inversión estatal y federal en materia de transporte.

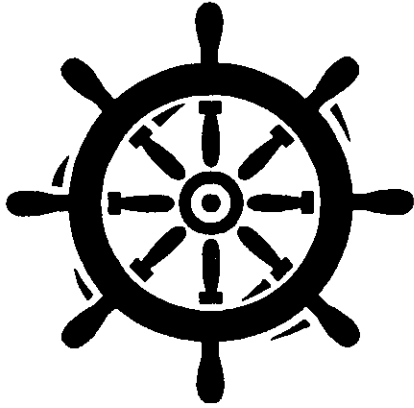
- Evaluación del transporte fluvial dentro de la ordenación territorial de la zona en estudio.
- Realización de un estudio que determine el Hinterland geográfico y el Hinterland económico de la zona.
- Elaboración de un estudio referente a la complementariedad del transporte en la zona, haciendo un inventario de las longitudes y estado de las carreteras y ferrocarril en la zona; y determinar su respectiva oferta y demanda. Asimismo hacer una evaluación del sistema de transporte fluvial dentro de la ordenación territorial de la zona en estudio tomando en cuenta las propiedades de todo sistema (estabilidad, adaptabilidad, eficiencia, sinergia, subsidiariedad, interacción, determinismo y equifinalidad). En adición elaborar un estudio de costos, precios y tarifas del transporte en Tabasco y Chiapas.
- Realizar un anteproyecto y proyecto de las obras de infraestructura requeridas, haciendo los cálculos correspondientes y realizar un análisis real de costos a detalle de las obras preventivas y correctivas en las zonas navegables.
- Realizar un estudio y una evaluación del impacto ambiental que sufrirían los ríos al utilizarse con fines navegables y dar soluciones para mitigarlo lo más posible.
- Realizar un estudio profundo de la Factibilidad Económica del proyecto, mediante una evaluación económica y financiera para determinar la rentabilidad del mismo, que depende del desarrollo y perspectivas económicas de la región.

Debido a la gran longitud de ríos que México tiene y a la importancia del estudio de los ríos, se recomienda a la Facultad de Ingeniería, se amplíen y/o complementen los planes de estudio de las materias: Hidrología, Hidráulica de



Canales, Obras Hidráulicas e Ingeniería de ríos y costas, abarcando más el estudio de los ríos.

Una parte medular de la ingeniería civil es el objetivo, el cual se logra en forma más eficiente y estrecha a medida que se avanza en la realización del estudio o proyecto, este caso no es la excepción. Como una conclusión final del presente trabajo, se aprecia que este cumplió con el objetivo de dar a conocer las bases técnicas y económicas necesarias para fundamentar el proyecto de un sistema organizado de navegación por vía fluvial como modo de transporte en el sureste mexicano.



ANEXOS.



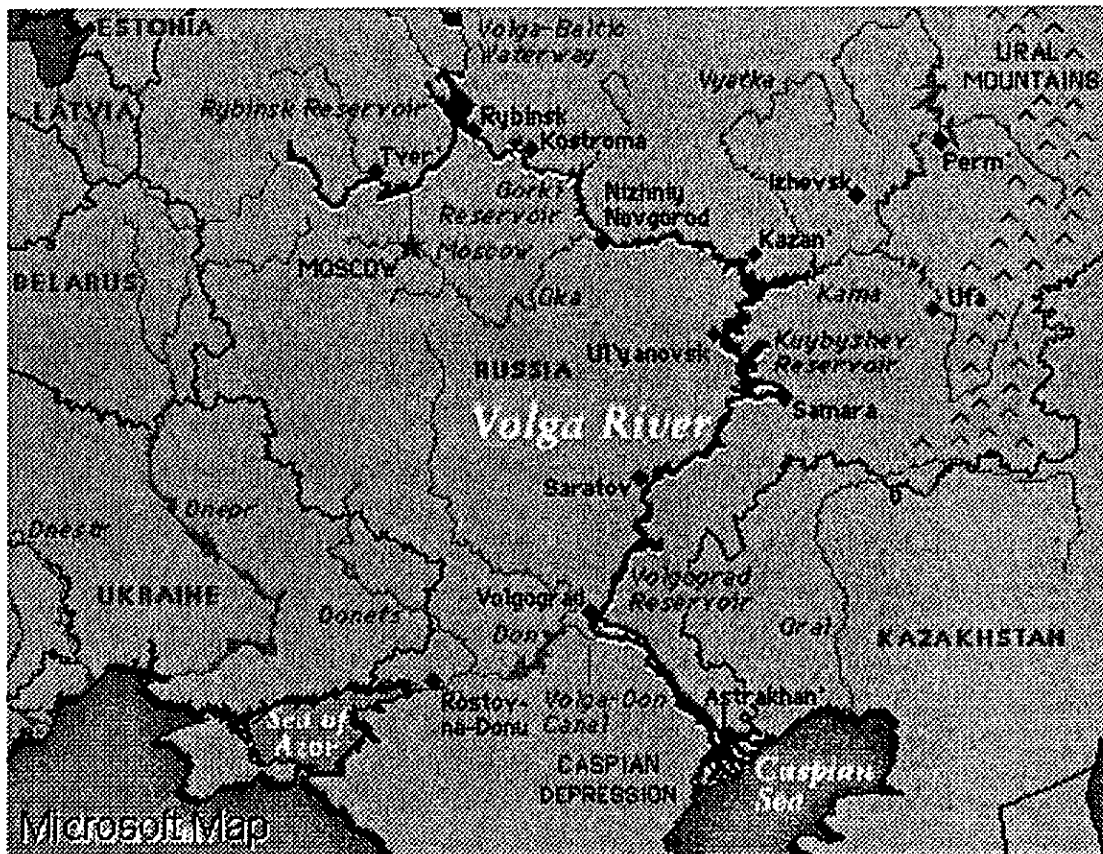
RÍO DANUBIO.



FUENTE: MICROSOFT. ENCARTA 96



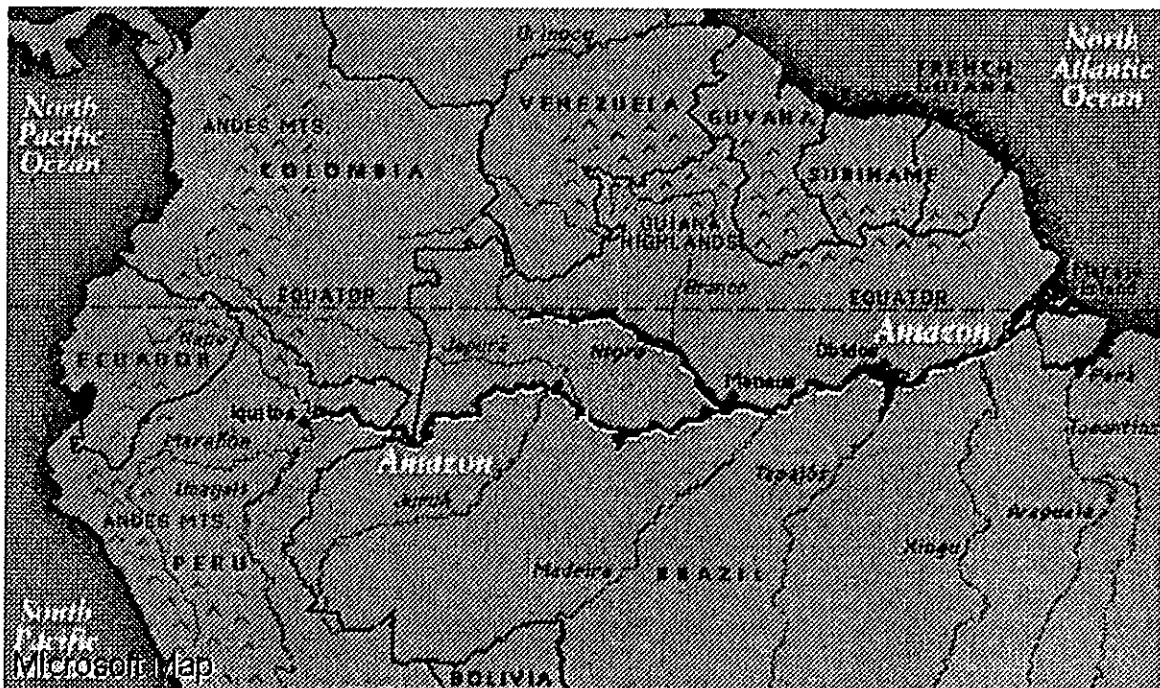
RÍO VOLGA.



FUENTE: MICROSOFT. ENCARTA 96



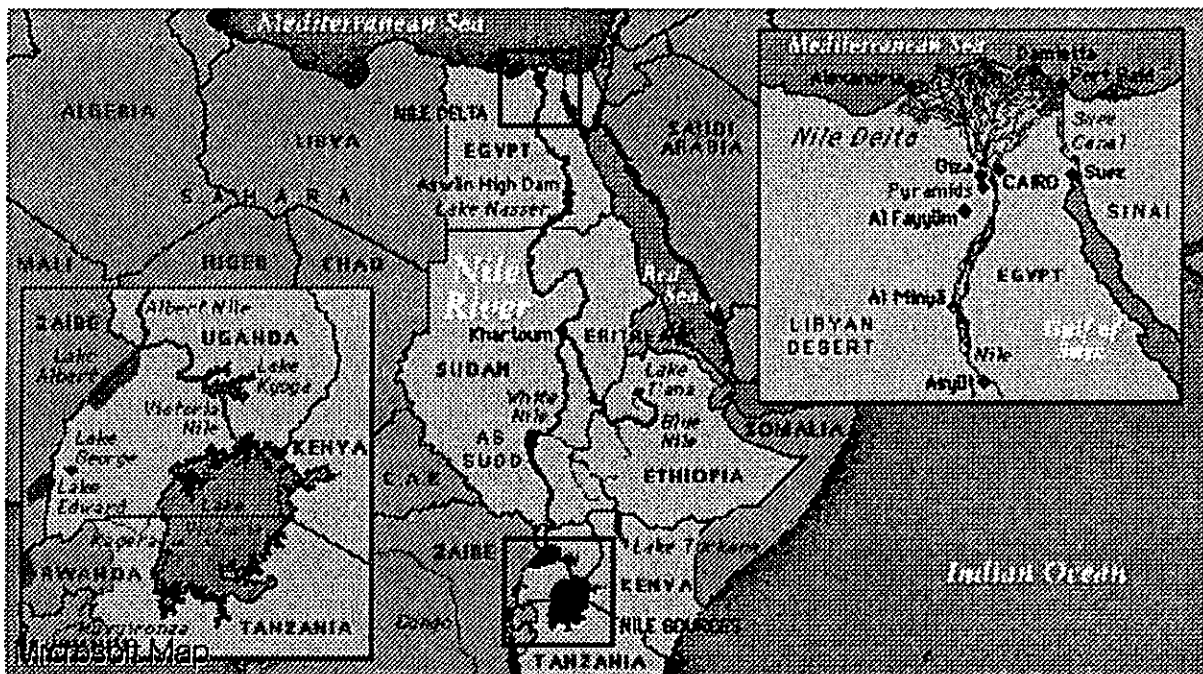
RÍO AMAZONAS.



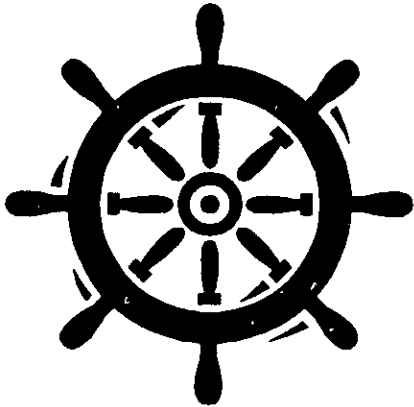
FUENTE: MICROSOFT. ENCARTA 96



RÍO NILO.



FUENTE: MICROSOFT. ENCARTA 96



BIBLIOGRAFÍA.



1. Currie, A. W. Economics of Canadian Transportation. University of Toronto Press. Second Edition. Toronto. Canada. 1959.
2. Nagorski, B. Los problemas portuarios en los países en desarrollo (Principios de planeación y organización portuaria). Temas Marítimos. México. 1974.
3. Gil Rico, M. Diseño de obras de protección marítima y fluvial. Tesis Profesional. Universidad La Salle. México. 1978.
4. Suárez Flores, F. Vía navegable en el Sureste. Tesis Profesional. Universidad La Salle. México. 1978.
5. Rucker, M. Impulsos a la industrialización del estado de Tabasco mediante la habilitación de un sistema de transporte fluvial. Proyectos Marinos, S. C. y PEMEX. México, 1981.
6. Bowersox, D. J., Calabro, P. J., Wagenheim, G. D. Introduction to Transportation. Macmillan Publishing Co. Inc. N. Y. U. S. A. 1981.
7. Institute of Transportation Engineers. Transportation and Traffic Engineering Handbook. Prentice-Hall. Second Edition. New Jersey. U. S. A. 1982.
8. Whitehurst, C. H. The U. S. Merchant Marine in search of an enduring maritime policy. Naval Institute Press. U. S. A. 1983.
9. Hay, W. W. Ingeniería de Transporte. Limusa. Primera Edición. México. 1983.
10. Programa Normativo de la región del Grijalva. Gobierno Constitucional del Estado de Tabasco. México. 1984.
11. López Gutiérrez, H. Sistemas Portuarios. UNAM. FI. México. 1984.
12. Estudio de Navegabilidad de los ríos Usumacinta y Grijalva, Tabasco. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (Subsecretaría de Infraestructura. Dirección General de Obras Marítimas). Consultores en Ingeniería Civil, S. A. México. 1984-1985.
13. Tamayo, J. Geografía Moderna de México. Trillas. México. 1987.
14. Ortiz Bortoni, J. P. Consideraciones sobre la factibilidad de navegación en los ríos del país. Tesis UNAM. FI. México. 1990.



15. Wood, D. F., Johnson, J. C. Contemporary Transportation. Macmillan Publishing Co. Fourth Edition. U. S. A. 1993.
16. Berezowsky Verduzco, M. y Jiménez Castañeda A. Cálculo de perfiles en ríos de fondo arenoso con métodos de resistencia al flujo de hidráulica fluvial. Series del Instituto de Ingeniería (557). México. 1993.
17. Estudio de gran visión. Una estrategia para el impulso económico de Tabasco. Tomo I (Resumen Ejecutivo). Tomo II (Perfil competitivo y propuestas de inversión). Tomo III (Diagnóstico Sectorial). Gobierno del Estado de Tabasco y Nacional Financiera. Primera Edición. México. 1994.
18. Diccionario Enciclopédico de Tabasco. Tomos I y II. Gobierno del Estado de Tabasco. Primera Edición. México. 1994.
19. Aparicio Mijares, F. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Limusa-Noriega. México. 1994.
20. Velázquez Villegas, G. Los recursos hidráulicos del estado de Tabasco. Ensayo monográfico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Unidad Chontalpa, División Académica de Ingeniería y Tecnología. Primera Edición. Tabasco. México. 1994.
21. Plan Estatal de Desarrollo 1995-2000. Gobierno del Estado de Tabasco.
22. Plan de Desarrollo Institucional 1996-2000. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
23. Berezowsky Verduzco, M. y Jiménez Castañeda A. Flujo no permanente en ríos. Versión actualizada del Capítulo 6 del Manual de Ingeniería de Ríos. Series del Instituto de Ingeniería (574). México. 1995.
24. Anuario Estadístico del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Tabasco. Edición 1996. México.
25. Almanaque Mundial. Editorial Televisa. 1996, 1997, 1998. México.
26. Maza Alvarez, J. A. y García Flores, M. Estabilización y Rectificación de Ríos. Versión actualizada del Capítulo 14 del Manual de Ingeniería de Ríos. Series del Instituto de Ingeniería (583). México. 1996.



27. Maza Alvarez, J. A. y Franco, V. Obras de protección para el control de inundaciones. Versión actualizada del Capítulo 15 del Manual de Ingeniería de Ríos. Series del Instituto de Ingeniería (591). México. 1997.

INTERNET.

1. Gobierno del Estado de Tabasco.
<http://www.tabasco.gob.mx/>
2. Tabasco (clave INGI: TAB). Junio 1996.
<http://www.conabio.gob.mx/textos/tab.htm>.
3. Areas protegidas. Pantanos de Centla
<http://www.conabio.gob.mx/textos/pcentla.htm>
4. Bellezas naturales. Tabasco. SECTUR 1997.
<http://mexico-travel.com/activities/listaatract/27atr02.htm>
5. Tabasco's Home Page.
<http://tukan.ujat.mx/tab/tabasco.htm>
6. The Usumacinta River: Building a Framework for Cooperation between Mexico and Guatemala. September 1996.
<http://www2.planeta.com/mader/ecotravel/mexico/usumacinta.html>.
7. Environmental Advantages of Inland Barge Transportation. U.S. Department of Transportation. Maritime Administration. August 1994. Final Report.
<http://www.bts.gov/smart/cat/eai.html>
8. Navigation Information Connection.
<http://www.ncr.usace.army.mil/nic.htm>.

MULTIMEDIA.

1. ENCARTA. Encyclopedia. Microsoft Corporation. 1996.