

58
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

T E S I S
Que para obtener el título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a
DAVID PASARAN YAÑEZ



Dirigida por: M. en C. ESTEBAN FIGUEROA PALACIOS

Ciudad Universitaria

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

276747



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTTI/084/98

Señor
DAVID PASARAN YAÑEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M. en C. ESTEBAN FIGUEROA PALACIOS, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO"

INTRODUCCION

- I. DESCRIPCION DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO
- II. MOVIMIENTO DE CARGA EN EL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO Y PRONOSTICOS
- III. CONSTRUCCION DE NUEVAS INSTALACIONES O INFRAESTRUCTURA, EMPLEANDO PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y ECONOMICOS
- IV. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- V. 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.

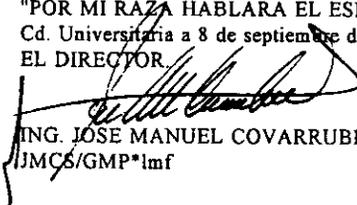
Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria a 8 de septiembre de 1998.

EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*lmf

Agradezco a Dios por permitirme estar en esta vida y haberme dado unos padres maravillosos.

Agradezco a mi padre David en paz descanse y a mi madre Esther a la que todavía tengo la dicha de tener a mi lado, por todo el amor que me han brindado y por haberme apoyado siempre en todo lo que emprendí.

Agradezco al M. en C. Esteban Figueroa Palacios por dirigir el desarrollo de esta tesis, así como la asesoría brindada para el buen curso de la misma.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de conocer excelentes seres humanos y de estudiar una carrera profesional.

Agradezco a AFH consultores y asociados, S.C., y a todos los que laboran en esta empresa por las facilidades que me dieron para la realización de este trabajo, en especial al Ing. Mario Aguirre por las asesorías prestadas.

Gema gracias por todo el cariño que me has dado, por estar siempre a mi lado y por ampliar el sentido de mi vida.

Agradezco a toda mi familia su apoyo, en especial a mi abuelita Graciela S., a mi hermano Andrés, a mis tíos Ricardo, Francisco, Rodrigo y Benigno, así como a mis tías Graciela y Elisa. Agradezco también a mis amigos David E., Víctor H., Yazmín, Estela, José, Sergio y Hugo S. por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos.

EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

INDICE

INTRODUCCION.	
DESCRIPCION DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO.	
I.I CONTEXTO GENERAL DEL PUERTO DE TUXPAN.	1
I.II ESPECIALIZACIONES.	16
I.III CAPACIDADES / SATURACIÓN.	18
I.III.I CAPACIDAD DE ATRAQUE EN EL PUERTO DE TUXPAN.	18
I.III.II CAPACIDAD Y SATURACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE CARGA EN EL PUERTO.	20
I.III.III CAPACIDAD VIAL DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO.	24
I.IV EFICIENCIA / COSTO.	40
I.IV.I EFICIENCIA.	40
I.IV.II COSTOS.	48
II. MOVIMIENTO DE CARGA EN EL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO Y PRONOSTICOS.	63
II.I MOVIMIENTO DE CARGA EN EL PUERTO DE TUXPAN.	63
II.II MOVIMIENTO DE CARGA DE LA CARRETERA VALLE DE MEXICO - TUXPAN Y PRONOSTICOS.	72
III. CONSTRUCCION DE NUEVAS INSTALACIONES Y/O INFRAESTRUCTURA, EMPLEANDO PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y ECONÓMICOS.	
III.I PUERTO	82
III.II VIAS TERRESTRES	90
IV. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	
IV.I METODOLOGIA DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	104
IV.II CONTRIBUCIONES AL DESARROLLO AMBIENTAL SUSTENTABLE.	115
V. CONCLUSIONES.	123
BIBLIOGRAFIA.	

INTRODUCCION.

México es un país con una excepcional ubicación geográfica que lo convierte en un vínculo natural entre América del Norte, Centro y Sudamérica, así como entre las cuencas del Pacífico y del Atlántico. Adicionalmente el país forma parte de una de las mayores y más dinámicas zonas comerciales del mundo.

Por lo antes expuesto, el desarrollo portuario es vital para aprovechar estas ventajas por la características de costo del transporte marítimo. En México existen 76 puertos marítimos y 9 fluviales, de ellos 31 tienen actividad comercial o internacional y el resto está destinado a actividades pesqueras o turísticas.

Dentro de este contexto el puerto de Tuxpan es de una importancia relevante, debido a su ubicación en el Golfo de México, junto con tres de los puertos más importantes del país (Veracruz, Tampico y Altamira).

En esta tesis se pretende realizar un estudio integral del Puerto de Tuxpan así como de la carretera que lo une al Valle de México, con el propósito de determinar las condiciones en las que operan actualmente, así como su eficiencia, tratando con esto de ofrecer una perspectiva más amplia de las fuerzas y debilidades del Puerto de Tuxpan y la carretera.

La tesis está compuesta por cinco capítulos: En el primer capítulo se hace una descripción general del Puerto de Tuxpan y de la carretera que lo une al Valle de México, realizando además un estudio de la capacidad actual del puerto, tanto de atraque como de almacenamiento; se hace un análisis de los rendimientos que se presentan y el costo por el movimiento de carga en dicho puerto, y se comparan con los de Veracruz. También se determina en qué niveles de servicio opera la carretera Valle de México – Tuxpan y se calculan sus costos de operación.

En el segundo capítulo, se realiza un pronóstico del movimiento de carga en Tuxpan y se determina qué porcentaje de la carga que se mueve en este puerto tiene como origen o proviene del Valle de México, así como la influencia que tiene el Puerto de Tuxpan sobre la carretera.

En el tercer capítulo se presentan, en base al análisis realizado del corredor México – Tuxpan, propuestas para aumentar la capacidad en el Puerto de Tuxpan y mejorar las condiciones de la carretera.

En el capítulo cuarto, se hace referencia a la metodología que se tiene que seguir para realizar un estudio de impacto ambiental, además de una descripción somera de los principales impactos que pueden ocasionar la construcción de la infraestructura que se ha propuesto, así como algunas medidas de mitigación.

Finalmente en el capítulo quinto, se presentan las conclusiones.

I. DESCRIPCION DEL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

1.1 CONTEXTO GENERAL DEL PUERTO DE TUXPAN.

Ubicación del puerto de Tuxpan y vías de enlace con otras localidades del país.

Tuxpan es un puerto comercial, pesquero y turístico que se encuentra al norte del estado de Veracruz, el cual se localiza al este de la República Mexicana, en la región meridional de la vertiente del Golfo, colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al sureste con Tabasco y Chiapas, al sur con Oaxaca, al este con el Golfo de México y al oeste con San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, su territorio es una estrecha faja comprendida entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, sus ríos principales son: Pánuco, Tuxpan, Tecolutla, Nautla, Alvarado, Coatzacoalcos y Tonalá.

El Puerto de Tuxpan se localiza precisamente en el río del mismo nombre siendo así uno de los 9 puertos fluviales del país. Tuxpan es el puerto comercial más cercano a la Cd. de México, además sirve a las regiones del golfo y centro - sur, las cuales participan con alrededor del 48 % del PIB. En la figura (1.1.1) se muestra el Puerto de Tuxpan, indicando algunas de sus principales instalaciones.

La zona de influencia del Puerto de Tuxpan abarca los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Ciudad de México y San Luis Potosí.

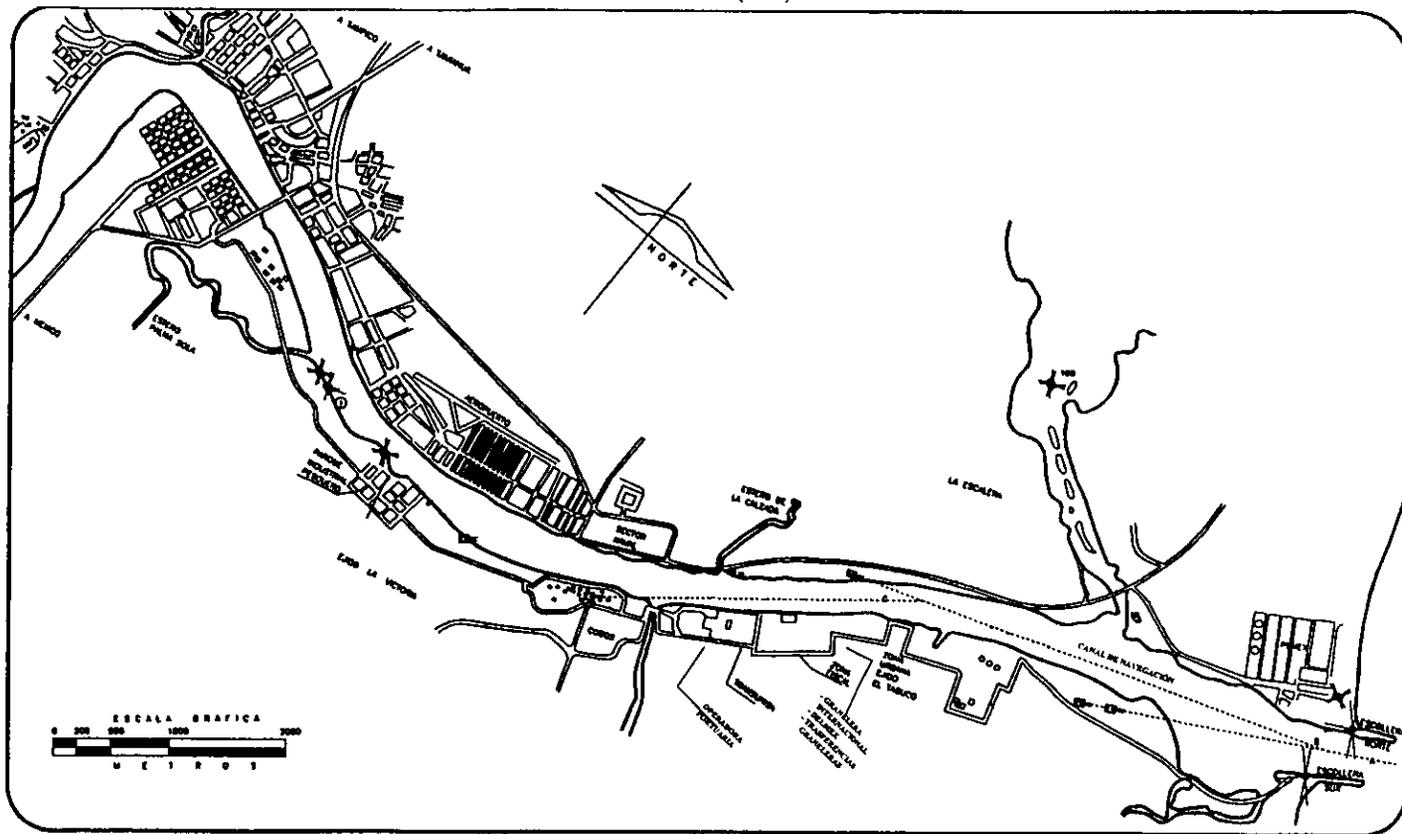
Por otra parte debido a que el puerto de Tuxpan no cuenta con enlace ferroviario, sus únicas vías de comunicación terrestre con otras entidades del país son las carreteras. En las figuras (1.1.2) se presentan los diferentes tramos carreteros que unen a Tuxpan con otras entidades.

Como se ve en la figura, la carretera Mex 180 es uno de los principales enlaces de Tuxpan con otras ciudades, ya que lo comunica con Poza Rica, Veracruz y Tampico, además se enlaza con la carretera Mex 130, que une a Tulancingo y Poza Rica, y que forma parte del corredor Valle de México – Tuxpan, ambas carreteras pertenecen al Eje Lázaro Cárdenas – Tuxpan (uno de los diez más importantes del país).

Tuxpan se une al Valle de México por diferentes tramos carreteros, el primero es parte de la carretera Mex 180 en su tramo comprendido entre Tuxpan y Poza Rica, donde se continua por la Mex 130 hasta Tulancingo, de éste punto se puede seguir por la misma carretera hasta Pachuca o desviarse por la Mex 132 para llegar a San Martín de las Pirámides, en donde es mejor tomar la autopista Pirámides – Venta de Carpio, que seguir por la federal, otra forma de llegar al Valle de México es por Pachuca, siguiendo la carretera Mex 85 hasta Tizayuca, en donde se entronca con la Autopista México -

Tizayuca, por la cual es conveniente transitar, aunque también se puede seguir por la libre, las dos carreteras se vuelven a unir en el entronque Microondas Chichihuite que se encuentra dentro de la Ciudad de México.

FIGURA (1.1.1)



66

TUXPAN, VER.

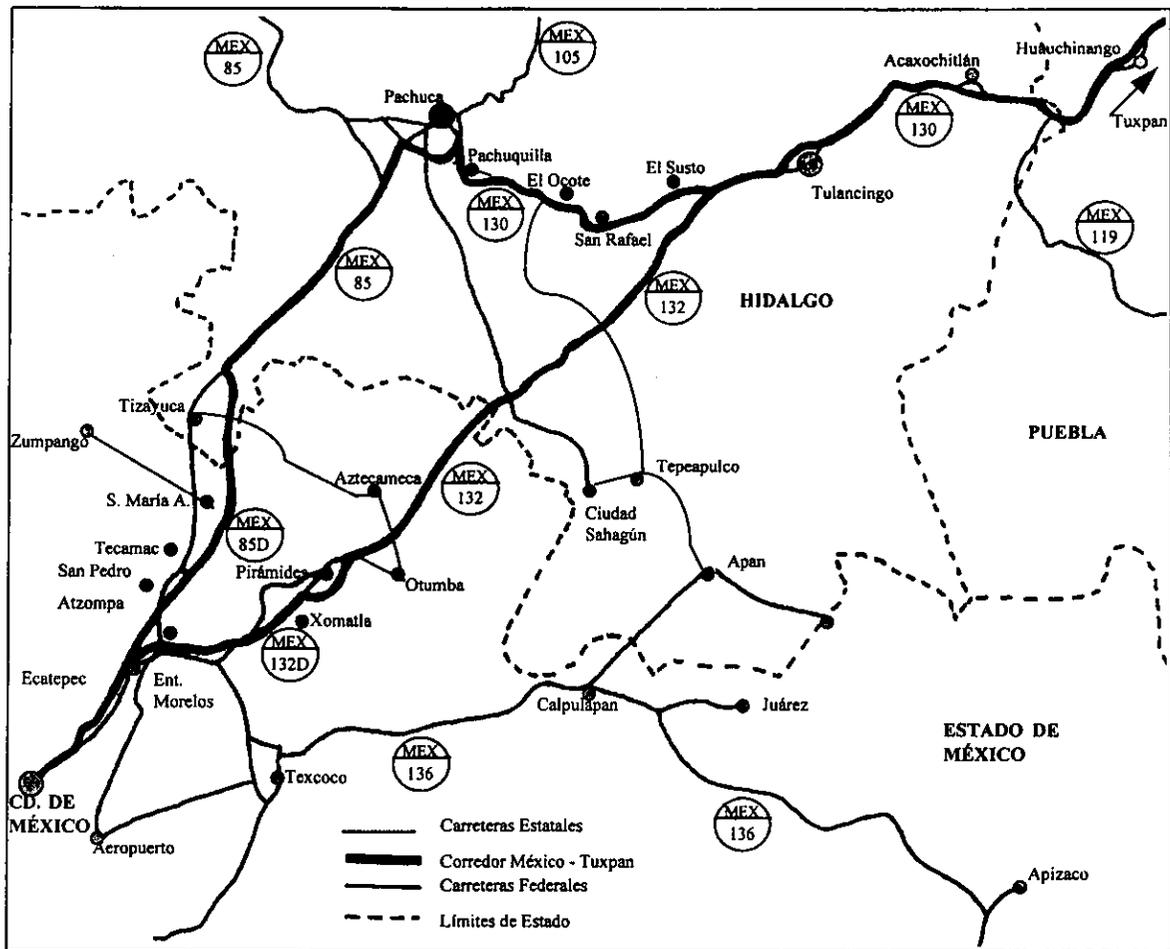
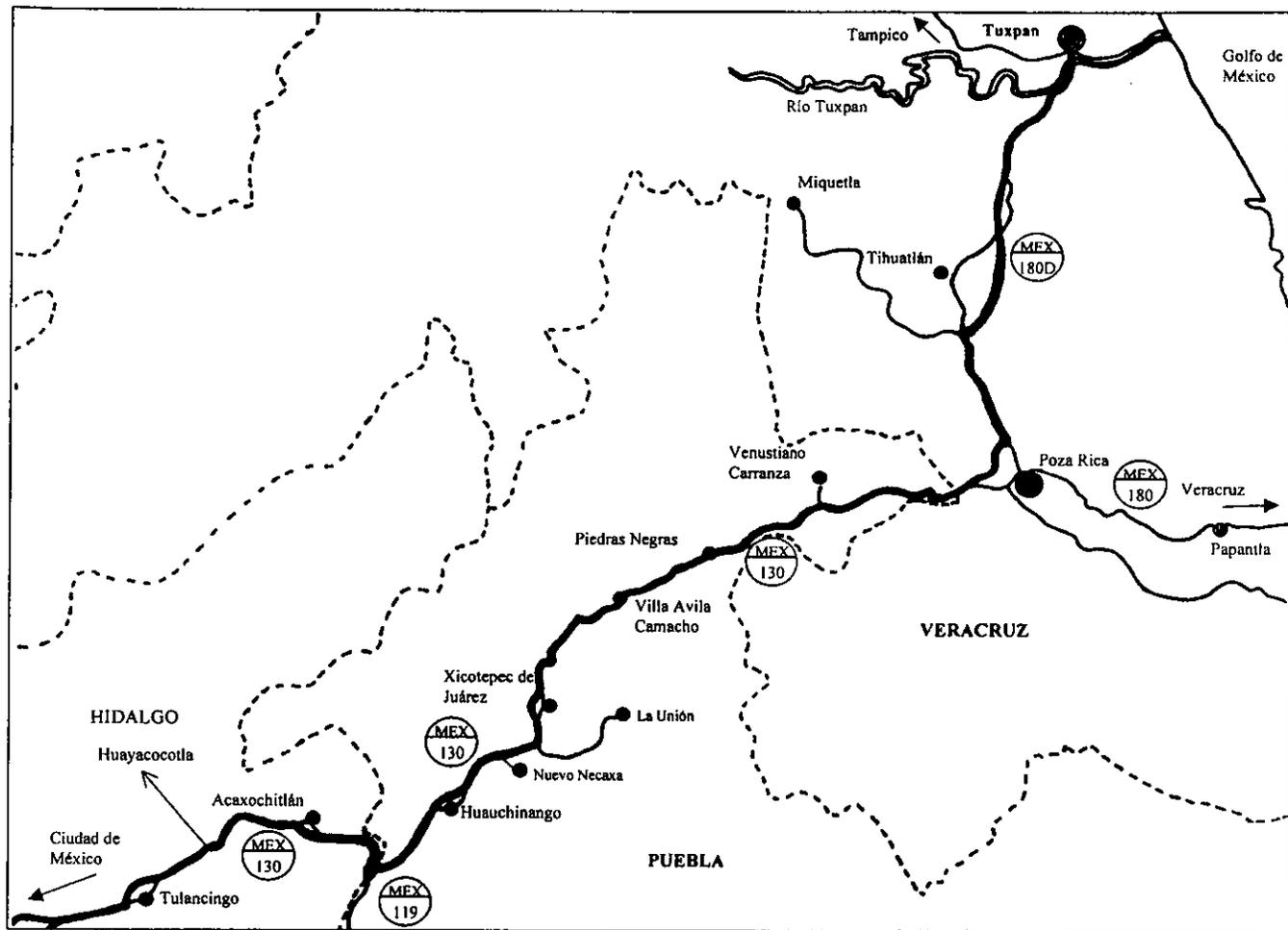


Figura (1.1.2) (Continúa)

Carretera México - Tuxpan



5

Figura (1.1.2) (Continuación)

Carretera México - Tuxpan

Principales objetivos del puerto de Tuxpan.

Tuxpan observa una posición estratégica potencialmente importante respecto del comercio exterior de la zona central del país. Lo anterior adquiere relevancia con la consideración de que Tuxpan es el puerto comercial más cercano a la Ciudad de México como ya se mencionó.

Por otra parte, regionalmente, el puerto puede actuar como centro concentrador para exportación de la producción agropecuaria del norte del estado y como abastecedor, vía cabotaje de la península de Yucatán, así como servir de enlace en el intercambio de mercancías con Estados Unidos de Norteamérica, en su porción nororiental, principalmente en la cuenca del río Mississippi. En este sentido se prevé que en el puerto se demandarán instalaciones para el manejo de carga general, contenedores, graneles agrícolas y fluidos.

Todo este potencial debe adecuarse con las limitaciones físicas del puerto para establecer la adecuada relación entre el tamaño de las embarcaciones y los volúmenes de carga por manejar.

Por lo planteado anteriormente se determinaron los siguientes objetivos para el Puerto de Tuxpan:

- “Promover el movimiento de carga en contenedores con origen o destino el Valle de México.
- Estimular el movimiento de mercancías, cuidando que no se realicen operaciones que pongan en peligro la integridad física de las instalaciones.
- Impulsar el asentamiento de terminales e instalaciones para recepción o envío de graneles agrícolas y de productos agropecuarios de la región.
- Propiciar y estimular la participación de la iniciativa privada en inversiones para el desarrollo de industrias medianas y pequeñas que puedan aprovechar los mercados del centro y el este de los Estados Unidos.
- Estimular el intercambio de mercancías con puertos de la cuenca del Mississippi, utilizando embarcaciones de navegación fluvio-marítima.
- Impulsar el transporte por cabotaje.
- Promover el tráfico de altura principalmente con la región sur oriental de Estados Unidos de Norteamérica (granel agrícola, fluidos y contenedores), países del caribe (vehículos de exportación) y con Europa (contenedores).
- Hacer que las distintas acciones relacionadas con el desarrollo del Puerto de

Tuxpan y su jurisdicción sean compatibles con las previstas para las áreas urbanas, adoptando también las medidas preventivas necesarias para evitar el deterioro del medio ambiente.

- Promover el puerto tanto en el ámbito nacional como en el extranjero, destacando sus virtudes operacionales y otras mejoras en el servicio.
- Promover el ramo de la pesca y turismo náutico, para que constituyan otra fuente de ingresos al puerto.
- Establecer una administración profesional y eficiente, contratando únicamente al personal necesario para su correcto funcionamiento¹.

¹ APITUX, Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Tuxpan, Ver.

Concesiones y servicios permisionados vigentes.

En 1993 se creó la figura de la Administración Portuaria Integral (API), constituida legalmente como una sociedad mercantil, que asume todas las funciones administrativas dentro de un puerto, incluyendo la planeación, la promoción y la construcción de infraestructura.

Es importante destacar que la infraestructura portuaria existente, los terrenos y área de agua que constituyen el recinto portuario, no se desincorporan del dominio público, sólo su uso, aprovechamiento y explotación se otorgan en concesión a la API para la administración integral del puerto.

Esta concesión podrá otorgarse, en principio, hasta por 50 años, con la posibilidad de ampliarse hasta un período similar.

Asimismo, las APIS desempeñarán un papel básicamente administrativo, por lo que estarán habilitadas para celebrar con terceros contratos de cesión de derechos derivados de su concesión, de modo que sean éstos últimos quienes realicen directamente la operación de terminales e instalaciones, así como la prestación de los servicios.

La concesión del puerto de Tuxpan a la Administración Portuaria Integral (APITUX) fue realizado el 26 de julio de 1994 y publicada en el Diario Oficial el 22 de septiembre de 1994.

Concesionarios del recinto portuario.

Concesiones y servicios en el recinto portuario.

CONCESIONES².

Titular	Tipo de concesión
Construcción y Equipos Latinoamericanos, S.A. (CELASA)	Const. y reparación de módulos para plataformas petroleras
Transferencias Graneleras, S.A. de C.V.	Manejo de graneles agrícolas
Desguaces Metálicos y Relaminables, S.A. de C.V. (DEMERESA)	Desguaces de embarcaciones
UNAM, Estación Oceanográfica	Instalación para el buque oceanográfico Justo Sierra

² Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Tuxpan, Ver, y folletos proporcionados por la APITUX.

Titular	Tipo de concesión
Marema de México, S.A. de C.V.	Reparación de buques
Exxon Mexicana, S.A. de C.V.	Manejo de químicos líquidos a granel
Operadora Portuaria de Tuxpan	Manejo de contenedores
Corporación Marítima Delmex, S.A. de C.V.	Almacenamiento y manejo de fluidos
Terminales Marítimas Transunisa, S.A. de C.V.	Manejo de carga y contenedores
Granelera Internacional, S.A. de C.V. (GITSA)	Manejo y almacenamiento de graneles agrícolas

PERMISOS³

Titular	Tipo de concesión
Alfonso García Rodríguez	Suministro de agua
Rodolfo Salas	Suministro de agua
Moisés Acosta	Suministro de agua
Litoral Tuxpeño, S.A. de C.V.	Servicio de pilotaje
Sociedad Cooperativa Demetrio Ruiz Malerva.	Carga y descarga de mercancías
Proveedora de Tuxpan, S.A. de C.V.	Avituallamiento de buques y lavandería

³ Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Tuxpan, Ver. y folletos proporcionados por la APITUX.

Infraestructura y equipamiento portuario.

En la tabla (1.1.1) se presentan las obras de atraque con que cuenta el puerto, su longitud, tramos de atraque y profundidad así como su uso, destacando los muelles de Transunisa y el Fiscal por su profundidad que es de 9.45 m.

También se presentan en las tablas (1.1.2) las principales áreas de almacenamiento en el puerto y el equipamiento básico. En las tablas de almacenamiento aparece el nombre de la instalación, la superficie que ocupa, el área de almacenamiento y la entidad que lo administra. En las tablas de equipamiento básico del puerto aparece el equipo y el número de unidades con que se cuenta.

Por otra parte las obras de protección tienen una longitud total de 3,992 m, de las cuales 1,699 m son escolleras y 2,293 m son de protección marginal. A continuación se presenta las características de las escolleras.

Nombre	Año de construcción	Longitud (m)	Ancho de corona (m)	Altura de corona (m)	Estructura
Escollera norte	1951-1953-1990	980	13	4	Enrocamiento
Escollera sur	1951-1953-1990	719	16.4	4	Enrocamiento

Áreas de agua⁴:

Nombre	Long. en (m)	Área (m ²)	Anch. (m)	Prof. (m)	Diam. Máx. de diáboga
Bocana	770			10.80	0.00
Antepuerto	10,000			10.00	0.00
Canal principal de navegación	5,600	560,000	100.00	10.50	0.00
Canal Tuxpan - Tampico			20.00	2.00	0.00
Canal de acceso al Muelle Fiscal	3,300		115,500	150.00	0.00
Canal de acceso a Tecomar	600		800,000	80.00	0.00
Canal de acceso a Etileno	380	38,000	100.00	7.00	0.00
Canal de acceso a muelle de pesca	1,850		60.00	7.00	0.00
Canal de acceso a Terminales Marítimas	750		60.00	6.50	0.00
Dársena N.1	80	4,800	60	4.50	60
Dársena N.2	200	99,000	200	10.50	200
Dársena N.3	220		120	10.80	200
Dársena N.4	150	13,500	90	6.30	90
Dársena N.5	200	30,000	150	6.00	150

⁴ Catastro Portuario, Coordinación de Puertos y Marina Mercante, 1996.

OBRAS DE ATRAQUE

Muelle	Longitud de atraque (m)	Tramos de atraque	Profundidad (m)	Usos
Celasa	119	3	4.72	Reparación de plataformas marítimas
Exxon	80	1	5.67	Manejo de fluidos
Pesca	138	5	3.29	Productos pesqueros
Terminal Cobos	90	1	6.13	Carga unitizada
Etileno	40	1	6.13	Fluidos
Armada (antiguo)	24	1	2.83	Militar
Armada	175	3	9.45	Militar
Transunisa	227	2	9.45	Carga general y contenedores
Fiscal	300	2	9.45	Usos múltiples
Dragas APITUX	40	1	2.83	Personas y diversos
Transferencias Graneleras	80	2	6.13	Granos agrícolas y fluidos
C.C.C.	44	1	4.72	Carga unitizada, construcción de plataformas marítimas
C.F.E.	80	1	2.83	General unitizada
Pemex	350	7	4.72	Fluidos
Total	1787	31		

Información obtenida del Programa Maestro del Puerto de Tuxpan, Catastro Portuario 1996 y folletos proporcionados por la APITUX.

Tabla (1.1.1)

**PRINCIPALES INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO
EN EL PUERTO DE TUXPAN**

Instalación	Superficie m2	Área de almacenamiento m2	Entidad que administra
Almacén Muelle Fiscal	3,600	2,160	API
Almacén O.P.T.	5,700	3,306	Oper. Port. Tuxpan
Almacén Transunisa	6,400	3,840	Transunisa
Tanques		13,000*	Exxon Mexicana
Patio Muelle Fiscal	30,000	15,000	API
Patio O.P.T. (contenedores)	30,000	19,500	Oper. Port. Tuxpan
Patio Transunisa (contenedores)	30,000	20,500	Transunisa
Silos G.I.T.S.A.	4,800	4,800	GITSA
Silos Transferencias Graneleras	4,200	4,200	Transf. Granel.
Total de almacenes	15,700	9,306	
Total de patios carga general	30,000	15,000	
Total de patios de contenedores	60,000	40,000	
Total de tanques		13,000*	
Total de silos	9,000	9,000	

* en metros cúbicos

EQUIPAMIENTO BASICO

Equipo	Número de unidades
Grúa de pórtico de patio	1
Tractocamiones	4
Almejas	8
Montacargas de 96,000 lb	2
Montacargas de 42,000 lb	2
Montacargas de 10,000 lb	4
Montacargas de 6,000 lb	14
Montacargas de 5,000 lb	3
Montacargas de 4,000 lb	4
Montacargas de 3,000 lb	3
Gatos Eléctricos	3
Gatos Hidráulicos	3
Cargador Frontal	3
Tractocamiones	4
Tolvas	8
Banda Transportadora Móvil	1
Torre Granelera	4
Bazookas	4
Básculas	3
Remolcadores	1

Información obtenida del Programa Maestro del Puerto de Tuxpan, Catastro Portuario 1996 y folletos proporcionados por la APITUX.

Tabla (1.1.2)

Modo de operación.

Carga General. Se opera con grúas propias del barco, la descarga se realiza directamente de buque a camión.

Contenedores. Se manejan de forma semiespecializada usando dos grúas de buque en promedio y con apoyo de un montacargas de alta capacidad en tierra para realizar la carga de costado del buque a camión.

Granel Agrícola. Hay dos modalidades de operación: la mecanizada, en instalación privada, por medio de bandas transportadoras y elevadores de cangilones con buques auto descargables y la semimecanizada, en el muelle fiscal, por medio de tolvas y almejas colocadas en cuatro grúas del buque.

Fluidos. La descarga se realiza directo a pipas en el muelle fiscal, por medio de bombeo con el equipo del buque, y en terminal privada se descarga a tanques de almacenamiento.

Embarques promedio.

- El embarque promedio de la carga general fraccionada se mantuvo en un nivel de 4 a 5 mil toneladas.
- En lo que se refiere al tamaño del embarque en contenedores, por la drástica reducción en el movimiento, su manejo es muy variable.
- Para granel agrícola, ha sido de alrededor de 15 mil toneladas.
- Los fluidos se transportan en embarques del orden de 3000 ton.

Áreas de crecimiento portuario e industrial.

- a) "Zona de crecimiento para instalaciones portuarias. Hacia el sur de las instalaciones de la actual aduana marítima se dispone de un predio de 22-10-56 hectáreas en actual administración de FONDEPORT. En esa superficie es factible considerar una primera etapa de crecimiento para este tipo de establecimiento, misma que sería factible incrementar hasta en 341-95-52 hectáreas, a fin de cubrir las necesidades de ese uso hasta largo plazo, utilizando parte del territorio del ejido Benito Juárez. Se menciona que al interior del mismo existen zonas bajas, inundables, con actual vegetación de manglar, que deberá ser preservada como tal al interior de cualquier desarrollo urbano que se pretenda en la zona.
- b) Zona de reserva industrial. Se refiere a la posibilidad de extensión de usos

industriales en las áreas ocupadas por los predios de los ejidos La Victoria y Tebanco, además de otras fracciones de propiedad de particulares inmersas en la zona, y que en su conjunto ofertan un total de 364-06-08 hectáreas para tal fin.”⁵

Sistemas de vialidad y desalojo del puerto.

Sistemas de vialidad.

Para entrar al puerto existe un solo acceso, que es por el extremo poniente del puerto. Otro aspecto relevante con respecto a la vialidad es la prohibición de utilizar áreas interiores del puerto y las vialidades mismas para estacionar vehículos en espera de carga o descarga. Sobre este caso en particular, se han adoptado dos medidas de planeación operativa, una es obligar a los distintos operadores de terminales que tengan necesidad de usar autotransporte a incorporar dentro de su área asignada, espacio para los vehículos que estén cargando o descargando y la otra es considerar la existencia de zonas de espera fuera del recinto portuario en donde los vehículos deberán aguardar hasta que se autorice su ingreso al puerto para servicio de cualquiera de las terminales.

La actual vialidad es de concreto asfáltico de 7 m de ancho y 8 km de longitud, desde el puente de peaje hasta la zona portuaria.

Sistema de desalojo.

El sistema de desalojo es 100% por autotransporte ya que como se menciono Tuxpan no cuenta con enlace ferroviario. Por otra parte se prevé que se muevan en el puerto 151 unidades diariamente en 1999.

⁵ Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Tuxpan. Ver

1.1.2 Fuerzas y Debilidades.

Fuerzas.

- "Por su ubicación estratégica, Tuxpan seguirá manteniendo su carácter de puerto granelero para abastecer de materia prima a la industria harinera y de alimentos balanceados de los estados de México, Veracruz, Puebla, Querétaro y Distrito Federal.
- Con el establecimiento de una nueva terminal de fluidos, los volúmenes de carga y los rendimientos tenderán a incrementarse, esto último traerá como consecuencia una reducción de las estadías de este tipo de buques en el puerto.
- El manejo eficiente de la carga contenerizada en forma semiespecializada y el interés de concesionarios privados de impulsar este tráfico con embarcaciones adecuadas ubica al puerto en un nicho de servicio independiente de Veracruz y Altamira.

Debilidades.

- La dársena de ciaboga está limitada por el ancho del río, permite la entrada de buques hasta 190 metros de eslora solamente.
- La problemática del dragado representa un alto costo para el puerto ya que su azoive es de aproximadamente 500 mil metros cúbicos anuales.
- El acceso terrestre al puerto se encuentra en malas condiciones, lo cual desalienta a clientes y transportistas.
- La carretera hacia los centros de consumo de las mercancías que transitan por el puerto se encuentran en malas condiciones.
- Tres de los puertos más grandes del país como Altamira, Tampico y Veracruz, se encuentran dentro de su área de influencia lo que obliga a identificar su nicho competitivo de servicios, de otra manera estaría en condiciones desfavorables⁶.

⁶ Programa Maestro de Desarrollo del Puerto de Tuxpan, Ver.

1.2 ESPECIALIZACIONES

Como se menciona en el objetivo del Programa Maestro del Puerto de Tuxpan, los principales productos que se tiene contemplados para manejar son: Carga general, contenedores, graneles agrícolas y fluidos.

Carga General: Las empresas que se dedican al movimiento y almacenamiento de carga general son principalmente, Transunisa y Operadora Portuaria de Tuxpan (O.P.T.), además se cuenta con el almacén y patio del Muelle Fiscal, actualmente operado por la APITUX.

Contenedores: El manejo de contenedores los realizan las empresas de O.P.T. y Transunisa.

Graneles Agrícolas: Las empresas que manejan el granel agrícola son Transferencia Granelera y Granelera Internacional (GITSA) que cuentan con silos para su almacenamiento, por otra parte en el Muelle Fiscal también se maneja este tipo de producto, el cual se descarga directamente a camiones.

Fluidos: Exxon Mexicana y Delmex manejan aceites básicos y productos petroquímicos.

Por otra parte los productos que se mueven en la carretera México – Tuxpan, se presentan en la siguiente tabla, que corresponden a los artículos que se movieron por la carretera en el período de enero a junio de 1998. Los productos son procedentes solamente de el Puerto de Tuxpan, faltarían los que se mueven de Tampico u otras ciudades al Valle de México.

Productos ⁷	Toneladas
Maíz	103,871.1
Trigo	87,493.8
Alambron	86,477.7
Sorgo	66,021.4
Acido Fosfórico	19,983.3
Alambron	15,668.1
NPK	10,999.8
Urea	10,997.5

⁷ Información de campo proporcionada por la APITUX.

Productos ^a	Toneladas
Frijol soya	10,757.8
Camionetas	5,538.1
Nitrato Sodico Potasico	5,500.0
Isopropyl	4,490.7
Varsol 1	4,391.2
Trigo	4,018.2
Nonene	3,806.7
Solventes	3,447.4
IPA	3,168.3
Arroz	2,000.0
Chatarra	1,920.0
Abono Mineral	1,554.7
Pacas de Algodón	1,516.6
Petroleum Lubricating	1,177.5
Solvesso	1,129.2
Otros	12,576.6
Total	466,115

^a Información de campo proporcionada por la APITUX.

1.3 CAPACIDADES / SATURACION

La capacidad y la saturación del corredor Tuxpan – Valle de México, se analizará en tres diferentes aspectos, los cuales se mencionan a continuación:

- Capacidad de atraque en el Puerto de Tuxpan.
- Capacidad y saturación de almacenamiento de carga en el Puerto de Tuxpan.
- Capacidad y saturación vial del corredor Valle de México - Tuxpan.

1.3.1 Capacidad de atraque en el Puerto de Tuxpan.

Actualmente Tuxpan cuenta con 7 tramos de atraque que ocupan las siguientes longitudes de muelle:

Muelle Fiscal	=	300 m (2 tramos de atraque)
Transunisa	=	228 m (2 tramos de atraque)
Transferencias Graneleras	=	80 m (2 tramos de atraque)
Exxon	=	80 m (un tramo de atraque)
Bodel		

La capacidad potencial de los muelles anteriores es 5,318,660 Ton/anales, según un estudio realizado por la APITUX. En el año de 1998 el puerto manejo 1,312,348 Ton, lo que representa un 25 % de la capacidad, en la tabla (1.3.1.1) se presenta la capacidad de cada una de los muelles y el porcentaje de las posiciones de atraque que ocupan los diferentes productos en cada muelle. Los muelles anteriores son los de uso comercial, aparte existen los de la Armada de México, Pemex, Celasa (que es para reparación de plataformas) y el de las dragas que pertenece a la APITUX.

Capacidad Potencial de Carga y Descarga del Puerto de Tuxpan*

Tipo de carga	Instalaciones	Toneladas actuales	Posiciones de atraque	% Optimos de ocupación	Rendimiento (THM)	Capacidad potencial (Ton)	Capacidad Potencial Total (Ton)
General Fraccionada	Fiscal		0.00	70	45		
	Trans.	9,768	0.02	70	45	5,519	
General Unitizada	Fiscal	46,224	0.07	70	130	55,801	
Granel Agrícola	Fiscal	613,438	0.87	70	238	1,269,692	
Granel Mineral	Fiscal	33,447	0.05	70	102	31,273	
Fluidos	Fiscal	11,248	0.02	70	345	42,311	
	Exxo	56,890	1.00	50	345	1,511,100	
		1,312,348					5,318,660

THM : Toneladas Hora Muelle

Capacidad utilizada **1,312,348 Ton**

Capacidad potencial **5,318,660 Ton**

Porcentaje de utilización = $\frac{1,312,348}{5,318,660}$ = 25%

*Información de campo proporcionada por la APITUX

bl

Tabla (1.3.1.1)

1.3.2 Capacidad y saturación de almacenamiento de carga en el Puerto de Tuxpan

Capacidad de almacenamiento.

La capacidad de almacenamiento del Puerto de Tuxpan, se calculará según los datos de las áreas totales de almacenamiento que se muestran en la tabla(1.1.1.2) y el Manual de Planificación para los Países en Desarrollo, preparado por la secretaria de la UNCTAD.

Como se menciona anteriormente, el Puerto de Tuxpan maneja principalmente carga general, contenedores, graneles agrícolas y fluidos. A continuación se presenta la metodología para determinar las áreas de almacenamiento, para carga general y contenedores. La capacidad de almacenamiento de graneles agrícolas (de los silos) y de los fluidos se obtuvo directamente con los concesionarios.

“Capacidad para carga general: Para dimensionar las áreas de almacenamiento de carga general en un puerto influyen diversos factores, ya que una parte del tonelaje anual manipulado en un puerto de atraque será para entrega directa y otra se almacenará. Es preciso estimar las proporciones probables que serán entregadas directamente o que serán almacenadas y, por lo tanto, la proporción que pasará probablemente por las zonas de almacenamiento. Esa cifra es el punto de partida del diagrama de planificación III (ver anexo I). Luego hay que estimar el tiempo medio que la carga permanece en tránsito. A menos que se atribuya mucha importancia al despacho rápido de las mercancías, se tomará como hipótesis el tiempo medio que transcurre entre el momento en que se coloca el envío en el almacén y el momento en que se saca de él. Ese valor puede calcularse tomando de los registros del almacén una muestra de varios envíos. Normalmente deberían adoptarse medidas para reducir el tiempo medio de tránsito si se pasa de diez días. A partir de esos dos factores se determina la capacidad de almacenamiento necesaria en toneladas.

A continuación debe calcularse la relación media peso/volumen, o densidad, de la combinación de mercancías que integran el tráfico que utiliza los almacenes. Aunque la densidad de las mercancías es a menudo bastante diferente de su coeficiente de estiba debido al espacio perdido en la bodega del buque que las transporta, en general puede utilizarse ese coeficiente teniendo presente el nivel de precisión de las previsiones de tonelaje y la necesidad correspondiente de tener en cuenta el espacio perdido en el almacén. En el manual de la UNCTAD, se presentan coeficientes típicos. Partiendo de la densidad estimada puede calcularse el volumen neto de almacenamiento necesario, es decir, el volumen teórico que se podría almacenar si la carga estuviera constituida por un solo envío apilado en un bloque compacto. A ese volumen hay que añadir un margen por espacio perdido, es decir, por el espacio adicional necesario cuando se deshacen las partidas de las mercancías y se colocan por separado los diversos artículos. Un valor típico para ese ajuste sería el 20 %, valor que se ha utilizado en el diagrama de planificación. El planificador conoce pues el volumen bruto de

almacenamiento necesario, a partir del cual debe calcularse la superficie de apilamiento necesaria.

Debe estimarse la altura media de apilamiento de la mezcla de mercancías de que se trate. A los efectos de la planificación, esa altura es el promedio de las alturas de apilamiento de las diversas cargas que lo componen la mezcla de un almacén lleno. La altura de apilamiento es función del tipo de mercancías y del tipo de embalaje, y estos deberían ser los factores determinantes. Cuando se trata de carga fraccionada pueden apilarse distintas mercancías hasta alcanzar una altura de uno a tres metros, con un promedio de dos metros.

La superficie media de apilamiento necesaria debe incrementarse aplicando un ajuste para tener en cuenta el espacio no utilizado para apilar mercancías, por ejemplo, pasillos, oficinas situadas en el interior del área de almacenamiento, controles de aduanas y lugares de esparcimiento dedicados al personal. En la primera fase de planificación, cuando todavía no se ha preparado la disposición detallada de las instalaciones, hay que utilizar una cifra media. Para tinglado de tránsito de carga fraccionada, el factor de ajuste típico sería el 40 %. Esa cifra se ha utilizado en el diagrama de planificación para obtener la superficie media de almacenamiento necesaria⁹.

Para el análisis de la capacidad de almacenamiento de la carga general en el Puerto de Tuxpan, se seguirá el procedimiento inverso antes descrito, ya que se cuenta con el área de almacenamiento, y a partir de esta se determinará la capacidad de almacenamiento, para lo cual se harán las consideraciones siguientes:

- La altura de estiba se supone de 2 metros, como se propone en el manual de la UNCTAD.
- El margen de seguridad será el recomendado por la UNCTAD, de 40 %.
- Para obtener la capacidad de los almacenes se considerará una densidad de la carga de 1.5 y para los patios la densidad de la carga será de 0.8 (consideraciones de la APITUX).
- El tiempo medio de tránsito es de 20 días para la carga almacenada en los patios y 10 días para los almacenes (Información proporcionada por la APITUX)

“Contenedores: El diagrama de planificación I (ver anexo I) relativo a una terminal de contenedores, se utiliza para determinar la dimensión más importante de una terminal de contenedores: la de la zona de almacenamiento de los contenedores. Se inscribe en

⁹ UNCTAD. Desarrollo Portuario. Manual de Planificación para los Países en Desarrollo, segunda edición, publicación de las Naciones Unidas, 1984, pp. 135-137.

el diagrama de planificación el número de unidades equivalentes a un contenedor de 20 pies que pasaran por el muelle cada año. El planificador hace descender verticalmente una línea hasta el punto de inflexión en el que esta línea corta la línea que representa el tiempo medio que el contenedor pasa en tránsito en la terminal. A continuación, la línea sigue horizontalmente hacia la izquierda, hasta el próximo punto de inflexión determinado por la horizontal y la línea correspondiente a la superficie necesaria por TEU.

La superficie necesaria por TEU depende del tipo de equipo que se utilice para manipular los contenedores y de los requisitos consiguientes en cuanto a acceso y altura máxima de apilamiento. Generalmente, las superficies necesarias son las siguientes:

Tipo de equipo	Altura de apilamiento (número de contenedores)	Metros cuadrados por TEU	
		Contenedor de 20 pies	Contenedor de 40 pies
Remolque	1	60	45
Carretilla elevadora	1	60	80
	2	30	40
	3	20	27
Carretilla pórtico	1	30	30
	2	15	15
	3	10	10
Grúa pórtico	2	15	15
	3	10	10
	4	7.5	7.5

Luego el planificador hace descender nuevamente la línea hasta que corte la línea que representa la relación entre la altura media y la altura máxima de apilamiento de los contenedores. La altura media indica el nivel al que puede considerarse que prácticamente la zona de almacenamiento de contenedores está llena. Por ejemplo, aunque una carretilla – pórtico puede apilar los contenedores en tres capas, no sería práctico apilar así los contenedores en toda la zona, ya que entonces resultaría imposible retirar contenedores individualmente. Así pues hay que aplicar un factor de ajuste para tener en cuenta este hecho. A continuación, el planificador se desplaza horizontalmente hacia la derecha, hasta cortar la línea que representa el factor de seguridad de reserva de capacidad, factor que permitirá al parque hacer frente a las puntas de la demanda.

Finalmente, la línea sigue verticalmente hacia arriba, hasta cortar la línea que representa la superficie necesaria para el almacenamiento de contenedores. Las intersecciones de las trayectorias y de los ejes dan al planificador la información siguiente: capacidad necesaria en TEU, superficie neta de almacenamiento en tránsito

necesaria, superficie bruta de almacenamiento en tránsito necesaria y superficie para el almacenamiento de contenedores¹⁰.

Igual que para el cálculo de capacidad de la carga general, para determinar la capacidad de almacenamiento de contenedores se utilizara el procedimiento inverso descrito anteriormente.

Para el cálculo de la capacidad se realizaron las siguientes consideraciones:

- El margen de seguridad se tomo de 40 %, que es el recomendado por la UNCTAD.
- La relación entre la altura media y la altura máxima de apilamiento es de 0.66
- La superficie necesaria por TEU, para una altura de dos estibas de contenedores operados con grúas de patio, requieren de 15 m² por TEU.
- El tiempo medio de tránsito es de 20 días. (consideración de la APITUX)

En la siguiente tabla se presentan los resultados del análisis de capacidad de almacenamiento en Ton/Año. Como ya se menciona la capacidad de los silos y de los tanques la proporcionaron los concesionarios.

Capacidad de almacenamiento en el Puerto de Tuxpan.

Instalación	Superficie m ²	Area de Almacenamiento m ²	Capacidad de Almacenamiento Ton/Año	Observaciones
Total de Almacenes Carga General*	15,700	9,306	400,000	Densidad de la carga 1.5
Total de Patios Carga General*	30,000	15,000	200,000	Densidad de la carga 0.8
Total de Patios de Contenedores*	60,000	40,000	70,000	En miles de TEU's
Total de Tanques		13,000 m ³	60,000	Capacidad proporcionada por los concesionarios
Total de Silos	9,000	9,000	640,000	Capacidad proporcionada por los concesionarios

*Capacidad calculada utilizando el Manual de Dimencionamiento Portuario.

¹⁰ UNCTAD. Desarrollo Portuario. Manual de Planificación para los Países en Desarrollo, segunda edición, publicación de las Naciones Unidas, 1984, pp. 152-155 .

1.3.3 Capacidad vial del corredor Tuxpan – Valle de México.

1.3.3.1 Introducción.

En la planeación, proyecto y operación de las obras viales, los análisis de capacidad juegan un papel preponderante, pues permiten estimar las máximas magnitudes de tránsito operables, mientras se mantengan los atributos que caracterizan la calidad del flujo vehicular.

La capacidad de una calle o un camino se define, como el número máximo de vehículos que pueden transitar por él durante un período de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes, tanto del propio camino como de la operación del tránsito.

La capacidad depende de un cierto número de condiciones: La composición del tránsito, los alineamientos horizontal y vertical, y el número y ancho de los carriles, son unas cuantas de éstas condiciones que, en conjunto, pueden designarse como condiciones prevalecientes.

Las condiciones prevalecientes pueden dividirse en dos grupos generales:

- 1) Condiciones establecidas por las características físicas del camino.
- 2) Condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito en el camino.

Las condiciones prevalecientes del camino no pueden ser cambiadas, a menos que se lleve a cabo una reconstrucción del camino. Las condiciones prevalecientes del tránsito pueden cambiar o ser cambiadas de hora en hora, o durante varios períodos del día.

Además de las condiciones del camino y del tránsito están las condiciones ambientales, como son el frío, el calor, la lluvia, la nieve, los vientos, la neblina, la visibilidad, etc., condiciones que afectan la capacidad de un camino; sin embargo, debido a que los datos disponibles son limitados la cuantificación de su efecto no se tratarán en esta tesis.

Otro término utilizado en el estudio de capacidad vial es el de Nivel de Servicio, que es una medida cualitativa para caracterizar las condiciones de operación del tránsito. Se han establecido seis niveles de servicio que son los siguientes:

Nivel de servicio "A"

Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera.

Nivel de servicio "B"

Se considera como flujo estable; los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.

Nivel de servicio "C"

El flujo es estable, los conductores perciben restricciones tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril de rebase; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. Es deseable que éste nivel de servicio sea el más desfavorable al que pueda operar las vialidades.

Nivel de servicio "D"

Esta condición se aproxima al flujo inestable; la velocidad de operación aún es satisfactoria, pero resulta afectada por los cambios en las condiciones de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuencia pérdida de comodidad.

Nivel de servicio "E"

En éste nivel, los volúmenes de tránsito corresponden a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

Nivel de servicio "F"

Corresponde a flujos forzados, en donde los volúmenes son inferiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen produciendo paradas debido al congestionamiento.

Por otra parte, las medidas para definir éstos niveles dependen del tipo de la obra, así:

Obras con tránsito continuo:

Autopistas:	Segmentos básicos.....	Densidad
	Entrecruzamientos	Vel. Media de viaje
	Vías de enlace	Volumen
Carreteras:	Multicarriles	Densidad
	De dos carriles	Demora porcentual

Obras con tránsito discontinuo:

Calles:	Segmentos y tramos	Vel. Media de viaje
	Inters. con semáforos	Demoras
	Inters. simples	Capacidad remanente

En las obras en donde las medidas están relacionadas con el flujo de tránsito (con tránsito continuo principalmente), a cada nivel de servicio le corresponde un volumen de servicio, excepto para el nivel F en donde el tránsito es inestable. La definición del Volumen de Servicio es igual a la de capacidad, pero se agrega: y bajo las condiciones de operación correspondientes al nivel de servicio considerado.

Obteniendo el Volumen de Servicio, podemos determinar en que nivel de servicio esta trabajando una vialidad, así como, también se pueden determinar el volumen de servicio para cada nivel de servicio y obtener así la capacidad de la vialidad para ciertas condiciones prevalecientes. La manera de obtener el volumen de servicio cambia según sea la obra de tránsito que esté en estudio. A continuación se presenta la metodología para autopistas, carreteras multicarriles y carreteras de dos carriles.

Autopistas.

"Las autopistas son carreteras divididas que tienen dos o más carriles por sentido y control total de acceso. Son las únicas obras viales en donde el tránsito es estrictamente continuo, pues no tiene intersecciones a nivel y los entronques con los enlaces están diseñados para efectuar maniobras de convergencia y divergencia a alta velocidad, minimizando así los efectos del tránsito directo.

En general las autopistas están formadas por tres componentes: segmentos básicos, zonas de entrecruzamiento y entronques con enlaces.

El volumen de servicio en un segmento básico se determina con la siguiente formula:

$$Vs_i = c (V/c)_i \times N \times f_A \times f_C \times f_{VP}$$

En donde:

- Vs_i = Volumen de servicio por sentido para el nivel de servicio i, en vph.
- c = Capacidad por carril en condiciones ideales.
- (V/c) = Máxima relación volumen/capacidad asociada al nivel de servicio i. Tabla (1.1.1) (ver anexo I).
- N = Número de carriles por sentido.
- f_A = Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carriles y obstáculos laterales. Tabla (1.1.2) (ver anexo I).
- f_C = Factor de ajuste por efecto de los conductores.

f_{VP} = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados. Se calcula con la expresión:

$$f_{VP} = (1 + P_C (E_C - 1) + P_B (E_B - 1))^{-1}$$

En donde P_C y P_B son las proporciones de camiones y autobuses, E_C y E_B los respectivos automóviles equivalentes que se obtienen de la tabla (1.1.3) (ver anexo I) cuando el alineamiento vertical de la autopista no afecta significativamente la operación global¹¹.

Carreteras.

Bajo ésta denominación se designan a las vías rurales o suburbanas cuyas características esenciales son el flujo continuo, pueden o no tener faja separadora central y acceso no controlado. Se consideran dos tipos de carreteras: las de carriles múltiples y las de dos carriles.

Carreteras de carriles múltiples.

“Las carreteras de carriles múltiples son las que tienen dos o más carriles por sentido, no tienen control de acceso y no necesariamente están divididas como las autopistas. Estas características generan ciertas interferencias y/o fricciones entre los flujos de tránsito, ocasionando que la operación sea de menor calidad a la obtenida en autopistas.

El análisis de éstas carreteras es muy similar, en estructura, al de los segmentos básicos en autopistas; así:

$$Vs_i = c (V/c)_i \times N \times f_A \times f_C \times f_{VP} \times f_T$$

En donde las variables y factores tienen el mismo significado que para las autopistas, excepto por f_T que corresponde al factor de influencia del tipo de carretera: dividida o no dividida y rural o suburbana. La diferencia entre carreteras divididas o no divididas es la presencia o ausencia de la faja separadora central. La diferencia entre rural o suburbana depende del desarrollo en las zonas aledañas, que se traducen en la frecuencia de entradas y salidas a la carretera, como pueden ser intersecciones, estacionamientos, accesos a servicios diversos, etc. En términos muy generales, una carretera con más de seis entradas o salidas por kilómetro, se considera suburbana.

La variable y factores de la expresión anterior se determinan con los mismos criterios

¹¹ SCT. Manual de Capacidad Vial, primera edición, México, 1991, pp. 7-12 .

que para las autopistas, excepto por los límites de los niveles de servicio (Tabla 2.1.1) (ver anexo I) y por los factores de ajuste por restricciones en ancho de carril y obstáculos laterales en carreteras divididas (Tabla 2.1.2) (ver anexo I), que no tiene una contraparte en autopistas, al igual que el factor f_T , que toma valores de 1.00 ó 0.90 en carreteras divididas y 0.95 ó 0.80 en carreteras no divididas, según sean rurales o suburbanas¹².

Carretera de dos carriles.

"Las carreteras de dos carriles son las que tienen un carril por sentido, y los rebases a los vehículos lentos se efectúan en el carril normalmente destinado al tránsito opuesto cuando así lo permiten las condiciones del camino y del tránsito. Cuando las distancias de visibilidad son insuficientes, los rebases se dificultan, formándose grupos de vehículos encabezados por un vehículo lento que define la velocidad del grupo, ocasionando con ello demoras a los demás vehículos; es por ello que la medida básica para caracterizar el nivel de servicio es la demora porcentual. Otras medidas que también se utilizan para ese fin, aunque de manera secundaria, son la velocidad media de viaje y la fracción de utilización de la capacidad.

La demora porcentual se define como la medida del porcentaje de tiempo perdido por los vehículos cuando se ven obligados a circular en grupos por no poder rebasar a vehículos lentos. Como esta demora es difícil de medir, se considera al porcentaje de vehículos que viajan con intervalos menores a cinco segundos como una medida indicativa de la demora porcentual.

El análisis de estas carreteras es similar en estructura, al de segmentos básicos de autopistas y de carreteras de carriles múltiples; sin embargo, las variables y factores de la expresión básica de análisis considera las particularidades de este tipo de obras. Tal expresión es:

$$Vs_i = c (V/c)_i \times f_D \times f_A \times f_P \times f_{VP}$$

En donde:

- Vs_i = Volumen de servicio en ambos sentidos para el nivel de servicio i , en vph.
- c = Capacidad en ambos sentidos en condiciones ideales.
- (V/c) = Máxima relación volumen/capacidad asociada al nivel de servicio i . Tabla (2.2.2) (ver anexo I).

¹² SCT. Manual de Capacidad Vial, primera edición, México, 1991, pp. 67-69.

- F_D = Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional.
- F_A = Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carriles y obstáculos laterales. Tabla (2.2.5) (ver anexo I).
- F_P = Factor de ajuste por efecto sobre los automóviles de la pendiente de tangentes verticales. Para análisis generalizado es uno.
- f_{VP} = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados. Se calcula con la expresión:

$$f_{VP} = (P_P + P_C \times E_C + P_B \times E_B)^{-1}$$

Siendo los factores P_P , P_C y P_B las proporciones de automóviles, camiones y autobuses, respectivamente, y E_C y E_B los automóviles equivalentes respectivos, que se obtienen de la Tabla (2.2.6) (ver anexo I)¹³.

1.3.3.2 Cálculo de capacidad vial del corredor Tuxpan – Valle de México.

El corredor Tuxpan – Valle de México, está conformado por diferentes tramos carreteros, encontrándose los tres tipos de carreteras mencionados anteriormente. En las tablas (1.3.3.2.1) se presentan los tramos que integran el corredor.

El recorrido que se considera más conveniente entre el Valle de México y el Puerto de Tuxpan (en este trabajo) es el de Distrito Federal – Pirámides, por la autopista (Mex 132D), continuando por la carretera Mex 132 hasta el entronque con la carretera Pachuca – Tulancingo (Mex 130), cabe mencionar que el libramiento de Pirámides que entronca a la autopista Mex 132D con la carretera Mex 132, no ha entrado en operación todavía, pero ya se está realizando la construcción del tramo, por lo cual en el análisis de capacidad se tomó en cuenta la carretera que se utiliza actualmente (que forma parte de la Mex 132) y el libramiento de Pirámides.

Del entronque con la carretera Mex 130 se continúa hasta Tulancingo y por la misma carretera se llega a la ciudad de Poza Rica, pasando por diferentes poblados como son: Huachinango, Nuevo Necaxa, Xicotepetl y Villa Avila Camacho. Antes de llegar a Poza Rica se toma el libramiento de la ciudad que se enlaza con la carretera Mex 180, que pasa por Tihuatlán y continúa hasta el Puerto de Tuxpan.

Cabe mencionar que éste eje carretero, se ha ido modernizando, actualmente los tramos modernizados que están en operación es el de Cd. de México – Tulancingo y el

¹³ SCT. Manual de Capacidad Vial, primera edición, México, 1991, pp. 75-82.

de Tihutlán - Tuxpan. A continuación se presenta el plan maestro del eje México – Tuxpan:

“Pirámides – Tulancingo. Este proyecto consistió en modernizar a cuatro carriles de circulación un tramo de 68 kilómetros de longitud. La obra está por concluirse y entrará totalmente en operación hacia finales de 1998.

Libramiento de Tulancingo. Consiste en construir un cuerpo nuevo de dos carriles de circulación con ancho de corona de 12 metros y 23 kilómetros de longitud. Su construcción está prevista en 1999.

Asunción – Tejocotal. Este tramo de 18 kilómetros de longitud se construye a cuatro carriles de circulación, se espera que su construcción se concluya en 1998.

Tejocotal – Nuevo Necaxa. Este tramo tiene una longitud de 20 kilómetros y se propone construirlo a tres carriles de circulación. Se ha iniciado la elaboración del proyecto ejecutivo y su construcción está programada para iniciarse en 1999 y terminarse en el año 2000.

Nuevo Necaxa – Tihuatlán. El proyecto ejecutivo de este tramo se hará durante 1999 y 2000, con el objetivo de que al principio de la siguiente administración pueda llevarse a cabo la obra. Este tramo es el más caro, ya que atraviesa la parte más abrupta de la Sierra Madre Oriental.

Tihuatlán – Tuxpan. Este tramo entró en operación en febrero de 1994 y tiene una longitud de 37 kilómetros.¹⁴

El corredor anterior es el de menor longitud entre el Valle de México y Tulancingo, pero no es el único, también existe la posibilidad de utilizar la vía Cd. de México – Pachuca, en donde de México a Tizayuca, se cuenta con una autopista de 4 carriles que entronca con la carretera Mex 85, la cual llega hasta Pachuca. De Pachuca se continúa por la carretera Mex 130, que se entronca, como ya se mencionó, con la Mex 132, siguiendo a partir de este punto el mismo recorrido que la anterior.

Por otra parte, para determinar la capacidad de un tramo carretero se requiere conocer ciertas características físicas como son: número de carriles, ancho, acotamientos, tipo de terreno, etc., los cuales fueron obtenidos de los archivos de diferentes dependencias de la SCT. Para determinar el volumen de servicio se utilizó la metodología descrita anteriormente, respetando el tipo de obra (Autopistas o carreteras), además de realizar las consideraciones siguientes:

¹⁴ Información proporcionada por la Unidad de Autopistas Consecionadas.

- Por ser trayectos de largo itinerario, se realizó el estudio de capacidad del segmento básico solamente, sin considerar los entronques y las zonas de entrecruzamiento.
- Para carreteras de dos carriles, la capacidad en condiciones ideales se consideró de 2800 vph (vehículos por hora) en ambos sentidos de circulación; para autopistas de 2000 vph por carril y para carreteras de múltiples carriles es lo mismo que para autopistas cuando su velocidad de proyecto es al menos de 90 km/hr y de 1900 vph para velocidades de proyecto menores .
- Para carreteras con las que no se cuenta con el factor direccional, se considera como 1.00, tomando una distribución del 50 % en cada sentido.
- El factor de ajuste por efecto de los conductores se considero de 1.00 en todos los casos, ya que se supone que los conductores conocen el camino.
- Se consideraron todos los tramos como carreteras rurales, por no exceder en más de 6 entradas o salidas por kilómetro, en la mayor parte de su longitud.
- Para proyectar el TDPA se utiliza la formula:

$$TDPA_{\text{futuro}} = TDPA_{\text{presente}} (1 + i)^n$$

$$\text{donde: } i = \frac{\left[\frac{TDPA_{1997}}{TDPA_{1992}} \right]^{(1/n)} - 1}{n}$$

$$n = 5$$

En las tablas (1.3.3.2.1) se presentan los datos vehiculares, geométricos y tipo de terreno para los diferentes tramos, y en las Tablas (1.3.3.2.2) se presentan los resultados del cálculo de capacidad vial, indicando el nivel de servicio en que esta operando actualmente y en el que operará en el año 2008.

Las abreviaciones que aparecen en las tablas son:

TDPA :	Tránsito diario promedio anual
V.H. :	Volumen horario
K' :	Factor para determinar el volumen horario
V.S. :	Volumen de servicio
N.S. :	Nivel de servicio
Clasificación vehicular :	"A" es el porcentaje de automoviles "B" es el porcentaje de autobuses "C" es el porcentaje de camiones
P, L, M :	Corresponden respectivamente a Terreno Plano, Lomerio y Montafioso.

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Datos viales y geométricos del tramo: México - Tulancingo por Pirámides

Carreteras que lo conforman:

MEX-132D	Ent. Morelos - Pirámides
MEX-132	T.C. (Ent. Morelos - Pirámides) - T.C. (Pachuca - Tulancingo)
MEX-130	T.C. (Venta de Carpio - Tulancingo) - Tulancingo

CARR : ENT. MORELOS - PIRAMIDES (CUOTA)

RUTA : MEX-132D

TRAMO	LONG. (km)	TDPA	K'	V.H.	CLASE VEHICULAR			Nº DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT.		TIPO DE TERRENO (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C			EXT. m	INT. m		
T. C. (MEXICO - PACHUCA (CUOTA))(MEX85D) - T. DER. TEXCOCO	9.73	25355	0.077	1952	61	10	29	4	3.50	2.50	1.00	P 100	
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO))(MEX1)	11.97	14940	0.077	1150	61	10	29	4	3.50	2.50	1.00	P 100	
SUBTOTAL													21.70

CARR : T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA (LIBRE, 2 CARRILES)

RUTA : MEX-132

TRAMO	LONG. (km)	TDPA	K'	V.H.	CLASE VEHICULAR			Nº DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT.		TIPO DE TERRENO (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C			EXT. m	INT. m		
T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES)(MEX132D) - T. DER. OTUMBA	10.00	13960	0.077	1075	61	10	29	2	3.50	1.50	0.00	P 100	100
SUBTOTAL													10.00

CARR : XOMETLA - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO) (LIBRE, 4 CARRILES)

RUTA : MEX-132

TRAMO	LONG. (km)	TDPA	K'	V.H.	CLASE VEHICULAR			Nº DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT.		TIPO DE TERRENO (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C			EXT. m	INT. m		
XOMETLA - T. DER. OTUMBA (EN CONSTRUCCION)		13960	0.077	1075	61	10	29	4	3.50	2.50	1.00	P 100	
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	9710	0.077	748	61	10	29	4	3.50	2.50	1.00	P 100	
X.C.(TIZAYUCA - OTUMBA) - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	7270	0.077	560	61	10	29	4	3.50	2.50	1.00	P 100	
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)(MEX 130)	19.91	7340	0.077	565	61	10	29	4	3.50	2.50	1.00	P 100	
SUBTOTAL													52.29

CARR : T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO

RUTA : MEX-130

TRAMO	LONG. (km)	TDPA	K'	V.H.	CLASE VEHICULAR			Nº DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT.		TIPO DE TERRENO (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C			EXT. m	INT. m		
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	14085	0.077	1085	71	8	21	4	3.50	2.50	1.00	L 100	
SUBTOTAL													8.55

T.C. : Tramo carretero

X.C. : Cruce de la carretera

TDPA : Tránsito Diario Promedio Anual

VH : Volumen Horario

K' : Factor para determinar el volumen horario

Nota: El TDPA, V.H. y clasificación vehicular se obtuvo del libro de datos viales editado por la S.C.T., las características de las carreteras (Nº de carriles, ancho, acot., etc.) se obtuvieron de los archivos de la Subsecretaría de Infraestructura.

Tabla (1.3.3.2.1) (continúa...)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Datos viales y geométricos del tramo: México - Tulancingo por Pachuca

Carreteras que lo conforman:

MEX-085	México - Pachuca
MEX-085D	México - Tizayuca
MEX-130	Pachuca - Tulancingo

CARR : MEXICO - TIZAYUCA (CUOTA)

ruta : MEX-085D

TRAMO	LONG. (km)	TDPA 1997	K'	V. H.	CLASE VEHICULAR			N° DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT. EXT. m	ACOT. INT. m	TIPO DE TERREN (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C						
ENT. MORELOS - T. IZQ. TECAMAC	12.34	30660	0.118	3557	78	5	17	4	4.00	2.00	1.50	P 95, L 5	
T. IZQ. TECAMAC - T. C. (MEXICO - PACHUCA (LIBRE))(MEX85)	24.88	15285	0.116	1773	78	5	17	4	4.00	2.00	1.50	P 95, L 5	
SUBTOTAL	37.22												

CARR : MEXICO - PACHUCA (LIBRE, 4 CARRILES)

ruta : MEX-085

TRAMO	LONG. (km)	TDPA 1997	K'	V. H.	CLASE VEHICULAR			N° DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT. EXT. m	ACOT. INT. m	TIPO DE TERREN (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C						
ENT. AUTOPISTA - ENT. COLONIA	25.00	18008	0.083	1495	83	4	13	4	3.65	3.50		P 100	100
ENT. COLONIA - X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA	2.53	28534	0.067	1912	87	3	10	4	3.90	0.28		P 100	100
SUBTOTAL	27.53												

CARR : PACHUCA - TULANCINGO

ruta : MEX-130

TRAMO	LONG. (km)	TDPA 1997	K'	V. H.	CLASE VEHICULAR			N° DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT. EXT. m	ACOT. INT. m	TIPO DE TERREN (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C						
X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA - T. IZQ. PACHUQUILLA (1° ACCESO)	4.40	10290	0.074	761	83	5	12	2	3.00	2.00	2.81	L 100	31
T. IZQ. PACHUQUILLA (1° ACCESO) - T. IZQ. PACHUQUILLA (2° ACCESO)	3.50	7878	0.074	583	83	5	12	2	3.25	2.00	2.81	L 100	31
T. IZQ. PACHUQUILLA (2° ACCESO) - T. DER. EPAZOYUCAN	6.09	6175	0.086	531	82	5	13	2	3.75	2.00	2.81	L 100	31
T. DER. EPAZOYUCAN - SAN RAFAEL	8.41	6745	0.086	580	82	5	13	2	2.75	1.43	3.15	L 100	34
SAN RAFAEL - EL SUSTO	7.40	6745	0.086	580	82	5	13	2	3.50	1.34	1	L 100	83
EL SUSTO - T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO)	4.05	6745	0.086	580	82	5	13	2	3.60	1.40	-	L 100	84
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	14085	0.077	1085	71	8	21	2	3.60	1.40		L 100	76
SUBTOTAL	42.40												

T.C.: Tramo carretero

X.C.: Cruce de la carretera

TDPA: Tránsito Diario Promedio Anual

K': Factor para determinar el volumen horario

VH: Volumen Horario

Nota: El TDPA, V.H. y clasificación vehicular se obtuvo del libro de datos viales editado por la S.C.T., las características de las carreteras (N° de carriles, ancho, acot., etc.) se obtuvieron de los archivos de la Subsecretaría de Infraestructura.

Tabla (1.3.3.2.1) (continúa...)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Datos viales y geométricos del tramo: Tulancingo - Tuxpan

Carreteras que lo conforman:

MEX-130	Tulancingo - Tihuatlán
MEX-180D	Tihuatlán - Tuxpan

CARR : TULANCINGO - TIHUATLAN

ruta : MEX-130

TRAMO	LONG. (km)	TDPA 1997	K'	V. H.	CLASF. VEHICULAR			N° DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT. m	TIPO DE TERRENO (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C					
					T. IZQ. LIBRAMIENTO DE TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	12.72	9671					
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	8651	0.080	692	74	7	19	2	3.65	0.30	M100	43
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE.	7.94	8651	0.080	692	74	7	19	2	3.65	0.30	L 100	34
LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE. - T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO)	17.60	6422	0.076	488	74	7	19	2	3.50	0.00	M 100	11
T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO) - T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO)	5.46	6422	0.076	488	70	7	23	2	3.50	0.00	M 100	11
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO)	7.47	7180	0.081	582	70	7	23	2	3.00	1.95	L 100	31
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCES)	11.27	7180	0.081	582	70	7	23	2	3.00	2.00	M 100	30
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	22.90	4874	0.088	429	70	7	23	2	3.10	1.65	L 100	37
VILLA AVILA CAMACHO - PIEDRAS NEGRAS	19.30	4448	0.101	449	75	4	21	2	3.10	1.65	L 100	37
PIEDRAS NEGRAS - T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA	12.08	4448	0.101	449	75	4	21	2	3.10	1.65	L 100	37
T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA - LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	18.92	3542	0.078	276	68	10	22	2	3.10	1.65	L 100	37
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	3542	0.078	276	68	10	22	2	3.50	1.30	L 100	42
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	7930	0.078	619	68	10	22	2	3.50	1.30	L 100	42
SUBTOTAL											169.40	

CARR : TIHUATLAN - TUXPAN (CUOTA)

ruta : MEX-180D

TRAMO	LONG. (km)	TDPA 1997	K'	V. H.	CLASF. VEHICULAR			N° DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT. m	TIPO DE TERRENO (%)	DIST. DE VISB. (%)
					A	B	C					
					DEL Km 224+985 AL 243+670	18.68	4675					
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	4675	0.078	365	68	10	22	4	3.50	2.50	L 100	38
DEL Km 257+360 AL 280+868	3.51	4675	0.078	365	68	10	22	4	3.50	2.50	P 100	38
SUBTOTAL											35.89	

T.C. : Tramo carretera

X.C. : Cruce de la carretera

TDPA : Tránsito Diario Promedio Anual

K' : Factor para determinar el volumen horario

VH : Volumen Horario

Nota: El TDPA, V.H. y clasificación vehicular se obtuvo del libro de datos viales editado por la S.C.T., las características de las carreteras (N° de carriles, ancho, acol., etc.) se obtuvieron de los archivos de la Subsecretaría de Infraestructura.

Tabla (1.3.3.2.1)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Capacidad vial del tramo: México - Tulancingo por Pirámides

Carreteras que lo conforman:

MEX-132D	Ent. Morelos - Pirámides
MEX-132	T.C. (Ent. Morelos - Pirámides) - T.C. (Pachuca - Tulancingo)
MEX-130	T.C. (Venta de Carpio - Tulancingo) - Tulancingo

CARR : ENT. MORELOS - PIRAMIDES (CUOTA)

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1994	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
T. C. (MEXICO - PACHUCA (CUOTA)) - T. DER. TEXCOCO	9.73	1952	2298	3831	5108	6065	6385	A	22906	25355	36797	2833	B
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO))	11.97	1150	2298	3831	5108	6065	6385	A	14775	14940	15561	1198	A

CARR : T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA (LIBRE, 2 CARRILES)

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1992	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	1075	78	297	594	1135	2053	D	11560	13960	21141	1628	E

CARR : XOMETLA - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO) (LIBRE, 4 CARRILES)

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1992	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
XOMETLA - T. DER. OTUMBA*	9.50	1075	2184	3218	4195	5172	5746	A	11560	13960	21141	1628	A
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	748	2184	3218	4195	5172	5746	A	7790	9710	15766	1214	A
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	580	2184	3218	4195	5172	5746	A	5920	7270	11424	860	A
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	565	2184	3218	4195	5172	5746	A	5800	7340	12322	949	A

* En proceso de construcción

CARR : T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1993	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	1085	1528	2283	2936	3620	4022	A	12189	14085	20962	1614	B

TDPA : Tránsito Diario Promedio Anual

VH : Volumen Horario

Nota : El nivel de servicio "E" representa la capacidad de la carretera.

Nota : Para determinar el Nivel de Servicio se utilizó el Manual de Capacidad Vial.

VS : Volumen de servicio

NS : Nivel de servicio

35

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Capacidad vial del tramo: México - Tulancingo por Pachuca

Carreteras que lo conforman:

MEX-085D	México - Tizayuca
MEX-085	México - Pachuca
MEX-130	Pachuca - Tulancingo

CARR : MEXICO - TIZAYUCA (CUOTA)

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1992	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
ENT. MORELOS - T. IZQ. TECAMAC	12.34	3557	2465	4108	5478	6505	6847	B	14652	30680	155617	18052	F
T. IZQ. TECAMAC - T. C. (MEXICO - PACHUCA (LIBRE))(MEX85)	24.88	1773	2465	4108	5478	6505	6847	A	12885	15285	22257	2582	B

CARR : TIZAYUCA - PACHUCA (LIBRE, 4 CARRILES)

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1992	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
ENT. AUTOPISTA - ENT. COLONIA	25.00	1495	NA	2924	3984	5199	6499	B	14274	18008	30025	2492	B
ENT. COLONIA - X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA	2.53	1912	NA	2725	3694	4844	6055	B	14590	28534	124807	8362	F

CARR : PACHUCA - TULANCINGO

TRAMO	LONG. (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1993	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA - T. IZQ. PACHUQUILLA (1º ACCESO)	4.40	761	129	309	544	806	1438	D	5196*	10290	23695	1753	F
T. IZQ. PACHUQUILLA (1º ACCESO) - T. IZQ. PACHUQUILLA (2º ACCESO)	3.50	583	143	342	602	893	1554	C	5610*	7878	12565	930	E
T. IZQ. PACHUQUILLA (2º ACCESO) - T. DER. EPAZOYUCAN	8.09	531	150	359	632	936	1612	C	3614*	6175	12898	1109	E
T. DER. EPAZOYUCAN - SAN RAFAEL	8.41	580	101	229	412	627	1209	D	6650	6745	7013	603	D
SAN RAFAEL - EL SUSTO	7.40	580	71	241	481	750	1529	D	6650	6745	7013	603	D
EL SUSTO - T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO)	4.05	580	71	243	487	741	1529	D	6650	6745	7013	603	D

*TDPA DE 1989

TDPA : Tránsito Diario Promedio Anual

VH : Volumen Horario

Nota : El nivel de servicio "E" representa la capacidad de la carretera.

Nota : Para determinar el Nivel de Servicio se utilizó el Manual de Capacidad Vial.

VS : Volumen de servicio

NS : Nivel de servicio

TABLAS (1.3.3.2.2) (continúa...)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Capacidad vial del tramo: Tulancingo - Tuxpan

Carreteras que lo conforman:

MEX-130	Tulancingo - Tihuatlán
MEX-180D	Tihuatlán - Tuxpan

CARR : TULANCINGO - TIHUATLAN

TRAMO	LONG (km)	V. H. 1997	VS					NS 1997	TDPA 1992	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
T. IZQ. LIBRAMIENTO DE TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	12.72	793	65	150	277	417	684	E	9542*	9671	10412	854	E
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	692	60	111	195	276	617	F	7240	8651	12799	1024	F
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE.	7.94	692	100	243	408	607	1252	E	7240	8651	12799	1024	E
LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE. - T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO)	17.80	488	87	141	231	305	631	E	5841	6422	7912	601	E
T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO) - T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO)	5.46	488	80	128	206	270	560	E	5841	6422	7912	601	F
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO)	7.47	582	103	248	417	619	1103	D	6846*	7180	9331	756	E
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO)	11.27	582	69	124	206	288	526	F	6846*	7180	9331	756	F
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	22.90	429	91	228	410	614	1117	D	4597	4874	5544	488	D
VILLA AVILA CAMACHO - PIEDRAS NEGRAS	19.30	449	97	248	443	656	1187	D	4048	4448	5473	553	D
PIEDRAS NEGRAS - T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA	12.08	449	97	248	443	658	1197	D	4048	4448	5473	553	D
T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA - LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	18.92	276	90	225	404	609	1108	C	3230	3542	4339	338	C
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	276	98	233	430	654	1220	C	3230	3542	4339	338	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	619	98	233	430	654	1220	D	7335	7930	9414	734	E

CARR : TIHUATLAN - TUXPAN (CUOTA)

TRAMO	LONG (km)	V. H.	VS					NS	TDPA 1992	TDPA 1997	TDPA PROY. 2008	VH 2008	NS 2008
			A	B	C	D	E						
DEL Km 224+985 AL 243+670	18.88	365	NA	672	905	1112	1293	B	4316	4675	5573	435	B
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	365	1548	2581	3441	4086	4301	A	4316	4675	5573	435	A
DEL KM 257+360 AL 260+866	3.51	365	2392	3987	5316	6312	6645	A	4316	4675	5573	435	A

*TDPA DE 1995

TDPA : Tránsito Diario Promedio Anual

VH : Volumen Horario

Nota : El nivel de servicio "E" representa la capacidad de la carretera.

Nota: Para determinar el Nivel de Servicio se utilizó el Manual de Capacidad Vial.

VS : Volumen de servicio

NS : Nivel de servicio

TABLAS (1.3.3.2.2)

1.3.3.3 Observaciones.

De los tramos que conforman la carretera Valle de México – Tuxpan, se puede observar en las tablas, que tienen diferentes niveles de servicio en la hora de máxima demanda, es decir, que no se conservan las mismas características de tránsito a lo largo de todo el corredor, ésto se debe principalmente porque las características geométricas de los tramos son diferentes y el volumen horario también es muy variable.

De las tablas se observa que la ruta Cd. de México – Tulancingo, pasando por Pirámides, la carretera conserva el mejor nivel de servicio ("A"), excepto en el tramo T.C. (Ent. Morelos – Pirámides) – T. der. Otumba, que tiene un nivel de servicio "D", que ocasiona algunas demoras, pero entrando en funcionamiento el libramiento de Pirámides, toda la ruta tendrá un nivel de servicio "A".

En la ruta México - Tulancingo por Pachuca, la autopista México - Tizayuca tiene un nivel "B" de servicio en su primer tramo y en el segundo un nivel "A", del entronque de la autopista con la carretera federal Mex 85 hasta Pachuca se presenta un nivel de servicio "B". En la carretera Pachuca - Tulancingo, los niveles de servicio son de "D" y "C".

De Tulancingo a Nuevo Necaxa, se ha alcanzado el nivel de servicio "E", que representa la capacidad de la carretera, e inclusive en un tramo de 8.54 km se a rebasado la capacidad, encontrándose así en un nivel de servicio "F", lo que ocasiona congestionamientos en la carretera. Cabe mencionar que actualmente se encuentran en construcción diferentes tramos adicionales a la ruta existente y que según el plan maestro del eje México - Tuxpan, se contará con una autopista alterna, que va desde Tulancingo hasta Nuevo Necaxa para el año 2000, por lo que se tendrá la opción de utilizar esta vía, mejorando así la circulación en la carretera actual.

El tramo Nuevo Necaxa - Tihuatlán, presenta niveles de servicio menores de "C", que es el nivel más desfavorable que sería deseable en una carretera, e inclusive se presenta un nivel de servicio "F", del tramo Nuevo Necaxa a Xicotepetl de Juárez, que tiene una longitud de 11.27 km. En éste tramo no se tiene contemplado realizar alguna mejora durante este sexenio, por lo que se considera la parte más crítica de de la carretera.

De Tihuatlán a Tuxpan opera la autopista con un nivel de servicio de "B" en su primer tramo y "A" en el resto, por lo que no se presentan problemas operacionales.

Por otra parte, la longitud total de la carretera México - Tuxpan por Pirámides y por Pachuca, son las siguientes.

Longitud de la carretera México - Tuxpan por Pirámides :

Ent. Morelos - Pirámides	=	21.70	km
T.C. (Ent. Morelos - Pirámides) - Tulancingo	=	70.84	km
Tulancingo - Tihuatlán	=	169.40	km
Tihuatlán - Tuxpan	=	<u>35.89</u>	km
Longitud total	=	297.83	km

Longitud de la carretera México - Tuxpan por Pachuca :

Ent. Morelos - Tizayuca	=	37.22	km
Tizayuca - Pachuca	=	27.53	km
Pachuca - Tulancingo	=	42.40	km
Tulancingo - Tihuatlán	=	169.40	km
Tihuatlán - Tuxpan	=	<u>35.89</u>	km
Longitud total	=	312.44	km

1.4. EFICIENCIA/COSTOS

1.4.2 Eficiencia.

Para el análisis de la eficiencia del corredor Valle de México – Tuxpan, se estudiará la eficiencia del puerto y de la carretera por separado.

1.4.2.1 Eficiencia del Puerto de Tuxpan.

La eficiencia en un puerto está representada por los rendimientos que se presentan en el mismo. Actualmente los indicadores de rendimiento que se manejan, son principalmente las “Toneladas Hora Buque en el Puerto” (THBP) y las “Toneladas Hora Buque en Operación” ¹⁵(THBO).

En la tabla (1.4.2.1.1) se presentan los rendimientos antes mencionados, en los principales puertos del país, para cada tipo de producto (carga general fraccionada, carga general unitizada, granel agrícola semimecanizado y mecanizado, fluidos y contenedores), así mismo se muestran las demoras en el puerto, que es el cociente de las THBP entre THBO.

Para tener un punto de comparación y poder determinar en que orden andan los rendimientos en el puerto de Tuxpan, se obtuvo un promedio de los principales puertos. En la tabla (1.4.2.1.2) se muestra el rendimiento promedio para cada tipo de producto, así como los rendimientos máximos y mínimos, y los rendimientos en el puerto de Tuxpan, además el porcentaje en que los rendimientos en Tuxpan rebasan o son menores al promedio (Rendimiento en Tuxpan/Rendimiento promedio).

En la tabla antes mencionada se puede observar que en el Puerto de Tuxpan, la carga general fraccionada es la que presenta más bajos rendimientos con respecto a la media, aunque está por encima de la mínima.

En el caso de la carga general unitizada, también se encuentra por debajo de la media, el rendimiento en THBO es el 62% de la media y sólo supera a los puertos de Coatzacoalcos y Progreso en cuanto al rendimiento.

El movimiento de la carga de granel agrícola semimecanizado, presenta óptimos rendimientos de THBO, inclusive por arriba de la media y muy cercana a la máxima.

¹⁵ Rendimiento del buque, se define también como el rendimiento real de operación del buque y se obtiene como el cociente del total de toneladas manejadas entre el total de horas reales empleadas en la operación, o sea sin considerar los tiempos muertos que se presentan durante la permanencia del barco en el muelle. La unidad de medida es el promedio ponderado de las toneladas por hr-buque en operación de todos los buques atendidos (THBO).

Para el granel agrícola mecanizado, no se cuenta con los rendimientos del puerto de Tuxpan para el año de 1997, sin embargo en el "Plan Maestro de Tuxpan", se menciona que se tiene un rendimiento programado de 400 THBO, lo que representaría un rendimiento muy parecido al promedio que se obtuvo.

Para los fluidos las THBO son menores que el promedio de los principales puertos, a un que es aceptable, ya que se encuentra muy por arriba de la mínima, además en la tabla (1.4.2.1.1) se puede observar, que el rendimiento en THBO en el puerto de Tuxpan es mayor que en otros tres puertos (incluyendo Veracruz) y solamente es menor que en el puerto de Lázaro Cárdenas y Guaymas.

Los rendimientos en el movimiento de contenedores actualmente es bajo, sin embargo en los años en que Tuxpan manejaba un mayor número de contenedores el rendimiento que se presentaba era de 15 CHBO (Cajas Hora Buque en Operación).

En lo referente a las demoras, lo que representan son los tiempos muertos y el tiempo de espera para ser atendidos en un puerto, esto es, que si llega un barco con una carga de 5,000 ton a un puerto que tiene los siguientes rendimientos, THBO igual a 100 y THBP igual a 60, el tiempo total de permanencia en el puerto sería de 83.3 hr (5,000/60), aunque el tiempo de descarga es de 50 hr (5,000/100), por lo que se tiene 33.3 hr de tiempos de espera y tiempos muertos.

Para el caso de las demoras en el Puerto de Tuxpan, se encuentran por arriba del promedio (excepto en los fluidos), esto quiere decir, que se presentan menos tiempos muertos y de espera, que en la media nacional.

RENDIMIENTOS*
1997

Puerto	Rendimientos por tipo de carga																	
	General Fraccionada			General Utilizada			G. Agrícola Semimec.			G. Agrícola Mecanizado			Fluidos			Contenedores		
	THBP	THBO	Demoras THBP/THBO	THBP	THBO	Demoras THBP/THBO	THBP	THBO	Demoras THBP/THBO	THBP	THBO	Demoras THBP/THBO	THBP	THBO	Demoras THBP/THBO	CHBP	CHBO	Demoras CHBP/CHBO
Tampico	13.0	77.0	17%	82.0	227.0	36%	44.0	191.0	23%							6.0	14.0	43%
Altamira	30.7	47.0	65%	175.0	319.0	55%											9.0	
Tuxpan	16.4	26.3	62%	69.5	118.5	59%	121.1	214.0	57%				135.2	281.4	48%			
Veracruz	25.4	93.7	27%	34.0	133.0	26%	63.7	199.3	32%	118.1	245.9	48%	104.2	207.0	50%			
Coahuila	23.0	72.0	32%	36.0	88.0	41%	71.0	134.0	53%									
Progreso	8.6	53.3	16%	15.7	88.0	18%	135.0	238.0	57%	196.5	311.1	63%	46.3	74.0	63%	2.7	9.7	28%
Ensenada	3.0	16.0	19%	226.3	318.0	71%										9.0	11.0	82%
Topolobampo	33.3	70.6	47%				123.6	198.2	62%									
Guaymas				84.1	124.0	68%	104.7	177.5	59%	221.8	740.8	30%	425.5	715.6	59%			
Mazatlan	79.0	262.0	30%				82.0	219.0	37%				148.0	211.0	70%	12.0	19.0	63%
Manzanillo	72.0	134.0	54%															
L. Cárdenas	18.0	37.0	49%	170.0	369.0	46%				194.0	371.0	52%	568.0	789.0	72%	7.0	14.0	50%
Salina Cruz				106.9	135.0	79%										20.0	29.0	69%
Promedio	29.3	80.8	38%	100.0	191.9	50%	93.1	196.4	48%	182.6	417.2	48%	237.9	379.7	60%	9.4	15.1	56%

THBP : Toneladas Hora Buque en Puerto

THBO : Toneladas Hora Buque en Operación

CHBP : Cajas Hora Buque en Puerto

CHBO : Cajas Hora Buque en Operación

*Información proporcionada por la Coordinación de API's de la Dirección de Puertos

Tabla (1.4.2.1.1)

**COMPARACION DE LOS RENDIMIENTOS DEL PUERTO DE TUXPAN
CON EL PROMEDIO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS PRINCIPALES PUERTOS DEL PAIS
1997**

Tipo de carga	THBP					THBO					Demoras			
	Máximo	Mínimo	Prom.	Tuxpan	Porcentaje	Máximo	Mínimo	Prom.	Tuxpan	Porcentaje	Máximo	Mínimo	Prom.	Tuxpan
G. Fraccionada	79 Mazatlan	3 Ensenada	29.3	16.4	56%	262 Mazatlan	16 Ensenada	80.8	26.3	33%	65% Altamira	16% Progreso	38%	62%
G. Unitizada	226.3 Ensenada	15.7 Progreso	100	69.5	70%	369 L. Cárdenas	88 Progreso	191.9	118.5	62%	79% Salina Cruz	18% Ensenada	50%	59%
G. Agrícola Semimecanizado	135 Progreso	44 Tampico	93.1	121.1	130%	238 Progreso	134 Coatz.	196.4	214	109%	62% Topolob.	23% Tampico	47.5	57%
G. Agrícola Mecanizado	221.76 Guaymas	118.1 Veracruz	182.6			740.8 Guaymas	245.9 Veracruz	417.2			63% Progreso	30% Guaymas	43%	
Fluidos	568 L. Cárdenas	46.3 Progreso	237.9	135.2	57%	789 L. Cárdenas	74 Progreso	379.7	281.4	74%	72% L. Cárdenas	48% Tuxpan	60%	48%
Contenedores	20 Salina Cruz	2.68 Progreso	9.4		0%	29 Salina Cruz	9 Tuxpan	15.1	9	60%	82% Ensenad	28% Progreso	56%	

THBP : Toneladas Hora Buque en Puerto

CHBP : Cajas Hora Buque en Puerto

Prom. : Promedio

THBO : Toneladas Hora Buque en Operación

CHBO : Cajas Hora Buque en Operación

Nota : El porcentaje es, el Rendimiento en Tuxpan entre el Rendimiento Promedio

Tabla (1.4.2.1.2)

1.4.2.2 Eficiencia de la carretera Valle de México - Tuxpan.

En éste caso la eficiencia de la carretera se representará por el nivel de servicio en la que operan los diferentes tramos que la conforman, éste estudio se realizó en el subcapítulo anterior por lo que no se harán más comentarios al respecto.

Por otra parte, para complementar la información se presenta una tabla con los tiempos de recorrido para ir de México a Tuxpan y de México a Veracruz.

Carretera	Long. (Km)	Tiempo (Hr) ¹⁶		
		Automovil	Autobús	Camión
México - Tuxpa Por Pirámides	298	5.10	5.99	6.79
México - Tuxpa Por Pachuca	312	5.36	6.31	7.15
México - Veracruz	421	4.68	5.50	6.24

Cabe mencionar que los tiempos anteriormente presentados, fueron calculados para los trayectos de largo itinerario y no se tomaron en cuenta las demoras presentadas por el cruce de poblaciones.

El tiempo de recorrido se cálculo apartir de la velocidad que se presenta en cada tramo de acuerdo a su nivel de servicio, por lo que se utilizaron las tablas del "Manual de Capacidad Vial". Cabe mencionar que las velocidades que se presentan para carreteras de dos carriles en el manual antes mencionado, se utilizan cuando la velocidad de proyecto de la carretera es al menos de 100 km/hr, en el caso de los tramos carreteros que se tienen, su velocidad de proyecto no llega a los 100 km/hr, por lo que se calcularon las velocidades para cada nivel de servicio apartir de su velocidad de proyecto correspondiente, esto es, para el nivel de servicio "A" se determinó que su velocidad es la de proyecto y para los niveles subsecuentes "B", "C", "D" y "E", se tomo un porcentaje equivalente de la velocidad para el nivel "A" de acuerdo a los que se presentaban en las tablas del "Manual de Capacidad Vial" para la condición de la velocidad de proyecto de 100 km/hr.

La velocidad a la que sea hecho mención es la del automovil, para calcular la velocidad del autobús y el camión se supandrá que es el 85 y 75 % respectivamente de la del automovil. En las tablas (1.4.2.2) se muestran las velocidades y los tiempos de recorrido de cada tramo.

¹⁶ Calculado en base al Manual de Capacidad Vial.

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Tiempos de recorrido

CARR : MEXICO - TULANCINGO POR PIRAMIDES

TRAMO	LONG. (km)	TIPO DE TERENO (%)	VELOCIDAD*			TIEMPO			
			Automovil (Km/Hr)	Autobus (Km/Hr)	Camión (Km/Hr)	Automovil (Hr)	Autobus (Hr)	Camión (Hr)	
T. C. (MEXICO - PACHUCA (CUOTA)) - T. DER. TEXCOCO	9.73	P 100	95	81	71	0.10	0.12	0.14	
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO))	11.97	P 100	95	81	71	0.13	0.15	0.17	
T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	P 100	60	51	45	0.17	0.20	0.22	
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	P 100	79	67	59	0.08	0.09	0.10	
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	P 100	79	67	59	0.33	0.39	0.44	
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	P 100	79	67	59	0.25	0.30	0.34	
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	L 100	79	67	59	0.11	0.13	0.14	
						Subtotal	1.17	1.37	1.55

CARR : MEXICO - TULANCINGO POR PACHUCA (CUOTA)

TRAMO	LONG. (km)	TIPO DE TERENO (%)	VELOCIDAD*			TIEMPO			
			Automovil (Km/Hr)	Autobus (Km/Hr)	Camión (Km/Hr)	Automovil (Hr)	Autobus (Hr)	Camión (Hr)	
ENT. MORELOS - T. IZQ. TECAMAC	12.34	P 95, L 5	90	77	68	0.14	0.16	0.18	
T. IZQ. TECAMAC - T. C. (MEXICO - PACHUCA (LIBRE))	24.88	P 95, L 5	95	81	71	0.26	0.31	0.35	
ENT. AUTOPISTA - ENT. COLONIA	25.00	P 100	75	64	56	0.33	0.39	0.44	
ENT. COLONIA - X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA	2.53	P 100	75	64	56	0.03	0.04	0.04	
X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA - T. IZQ. PACHUQUILLA (1° ACCESO)	4.40	L 100	60	51	45	0.07	0.09	0.10	
T. IZQ. PACHUQUILLA (1° ACCESO) - T. IZQ. PACHUQUILLA (2° ACCESO)	3.50	L 100	63	54	47	0.06	0.07	0.07	
T. IZQ. PACHUQUILLA (2° ACCESO) - T. DER. EPAZOYUCAN	6.09	L 100	63	54	47	0.10	0.11	0.13	
T. DER. EPAZOYUCAN - SAN RAFAEL	8.41	L 100	60	51	45	0.14	0.16	0.19	
SAN RAFAEL - EL SUSTO	7.40	L 100	60	51	45	0.12	0.15	0.16	
EL SUSTO - T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO)	4.05	L 100	60	51	45	0.07	0.08	0.09	
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	L 100	79	67	59	0.11	0.13	0.14	
						Subtotal	1.43	1.68	1.91

*Velocidad obtenida a partir de los niveles de servicio, utilizando las tablas del Manual de Capacidad Vial.

Tabla (1.4.2.2) (Continua...)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Tiempos de recorrido

CARR: TULANCINGO - TIHUATLAN

TRAMO	LONG. (km)	TIPO DE TERENO (%)	VELOCIDAD*			TIEMPO		
			Automóvil (Km/Hr)	Autobus (Km/Hr)	Camión (Km/Hr)	Automóvil (Hr)	Autobus (Hr)	Camión (Hr)
T. IZQ. LIBRAMIENTO DE TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	12.72	L 100	42	36	32	0.30	0.35	0.40
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	M 100	42	36	32	0.20	0.24	0.27
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE.	7.94	L 100	42	36	32	0.19	0.22	0.25
LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE. - T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO)	17.60	M 100	42	36	32	0.42	0.49	0.56
T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO) - T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO)	5.46	M 100	42	36	32	0.13	0.15	0.17
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO)	7.47	L 100	51	44	39	0.15	0.17	0.19
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO)	11.27	M 100	42	36	32	0.27	0.31	0.36
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	22.90	L 100	51	44	39	0.45	0.52	0.59
VILLA AVILA CAMACHO - PIEDRAS NEGRAS	19.30	L 100	51	44	39	0.38	0.44	0.50
PIEDRAS NEGRAS - T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA	12.08	L 100	51	44	39	0.23	0.28	0.31
T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA - LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	18.92	L 100	54	46	41	0.35	0.41	0.47
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	L 100	54	46	41	0.09	0.11	0.12
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	L 100	51	44	39	0.39	0.46	0.53
Subtotal						3.54	4.17	4.72

CARR: TIHUATLAN - TUXPAN

TRAMO	LONG. (km)	TIPO DE TERENO (%)	VELOCIDAD*			TIEMPO		
			Automóvil (Km/Hr)	Autobus (Km/Hr)	Camión (Km/Hr)	Automóvil (Hr)	Autobus (Hr)	Camión (Hr)
DEL Km 224+985 AL 243+670	18.68	M 100	90	77	68	0.21	0.24	0.28
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	L 100	95	81	71	0.14	0.17	0.19
DEL KM 257+360 AL 260+868	3.51	P 100	95	81	71	0.04	0.04	0.05
Subtotal						0.39	0.46	0.52

Tiempo total (México - Tuxpan por Pirámides)	5.10	5.99	6.79
Tiempo total (México - Tuxpan por Pachuca cuota)	5.36	6.31	7.15

*Velocidad obtenida a partir de los niveles de servicio, utilizando las tablas del Manual de Capacidad Vial.

Tabla (1.4.2.2)

CARRETERA MEXICO - VERACRUZ (POR PUEBLA)

Tiempos de recorrido

TRAMO	LONG. (km)	TIPO DE TERENO (%)	VELOCIDAD*			TIEMPO		
			Automovil (Km/Hr)	Autobus (Km/Hr)	Camión (Km/Hr)	Automovil (Hr)	Autobus (Hr)	Camión (Hr)
MEXICO - X.C. SANTA BARBARA - HUAJUAPAN	32.14	P 100	90	77	68	0.36	0.42	0.48
X.C. SANTA BARBARA - HUAJUAPAN - RIO FRIO	31.65	L 100	90	77	68	0.35	0.41	0.47
RIO FRIO - PUEBLA	61.11	P 100	90	77	68	0.68	0.80	0.91
PUEBLA - AMOZOC	21.55	P 100	90	77	68	0.24	0.28	0.32
AMOZOC - T. DER. CD. MENDOZA	120.85	P 100	90	77	68	1.34	1.58	1.79
T. DER. CD. MENDOZA - T. IZQ. ORIZABA	14.65	L 100	90	77	68	0.16	0.19	0.22
T. IZQ. ORIZABA - CORDOBA	17.82	L 100	90	77	68	0.20	0.23	0.26
CORDOBA - LA TINAJA	54.50	L 100	90	77	68	0.61	0.71	0.81
LA TINAJA - VERACRUZ	66.68	L 31 P 69	90	77	68	0.74	0.87	0.99

Tiempo total 4.68 5.50 6.24

*Velocidad obtenida a partir de los niveles de servicio, utilizando las tablas del Manual de Capacidad Vial.

Tabla (1.4.2.2.3)

1.4.2 Costos.

El análisis de costos del corredor Valle de México – Tuxpan, se dividirá en dos partes como se realizó para obtener la eficiencia, una consiste en determinar los costos en el puerto y la otra los costos de operación de la carretera México – Tuxpan.

1.4.2.1 Costos en el Puerto.

Los costos en el puerto se representan por el régimen tarifario que se aplica a todo buque que ingresa al puerto para tener derecho de uso de la infraestructura del puerto, además de los costos de maniobras de carga, servicios conexos, y almacenaje y custodia de las mercancías.

El régimen tarifario por utilizar la infraestructura portuaria, está compuesto por los siguientes conceptos:

Tarifas de uso de puerto, se aplica a todo buque que utilice las instalaciones portuarias como las protecciones, señales marítimas, canales de acceso etc. La tarifa está compuesta por una cuota fija por cada buque y una por Unidad de Arqueo medida en ¹⁷TRB.

Tarifa de atraque, se refiere al cobro por el uso de las obras de atraque y elementos fijos de amarre y defensa. Su estimación se realiza multiplicando la tarifa por la eslora del buque por su estadía o número de horas de atraque.

Tarifa por muellaje, es el cobro por el uso de los muelles y áreas de maniobra en tierra para el manejo de la carga entre las zonas de almacenamiento y el barco. Su estimación se hará multiplicando la tarifa designada por el número de toneladas operadas.

Por otra parte, las cuotas de maniobras se cobran por las toneladas manejadas, y para las cuotas por almacenamiento y custodia de las mercancías, se tiene una tarifa por cada quinientos kilogramos.

En la tabla (1.4.2.1.1), se presentan las tarifas aplicadas en el puerto de Tuxpan y de Veracruz por uso de infraestructura, así como las cuotas integradas del servicio de maniobras, y las de almacenaje y custodia de las mercancías.

Apartir de las tarifas antes mencionadas se obtendrá el costo por tonelada en el puerto de Tuxpan y en el de Veracruz, para poder tener un punto de comparación. Este costo se calculará para los productos de granel agrícola, contenedores y carga general, tomándolos como productos representativos. El análisis se debe de realizar para un barco tipo por producto, como no se cuenta con la información del TRB de los barcos

¹⁷ TRB: Tonelaje de Registro Bruto o Arqueo Bruto: Es el volumen total de los espacios internos de la nave que sirven de alojamiento, bodegas y servicios de buque.

que llegan a Tuxpan y dado que es necesario éste dato, para calcular los costos por utilizar la infraestructura, se utilizarán los datos de las características de los buques que ingresan a Veracruz, que se presentan en la tabla siguiente:

Carga general	9,231	151	3,348
Contenedores	18,037	177	4,765
Granel agrícola	16,000	170	19,664
Fluidos	7,432	134	3,924

Como se puede observar en la tabla anterior las toneladas del embarque promedio en Veracruz, son similares a las manejadas en el puerto de Tuxpan para la carga general y los fluidos, para el caso del granel agrícola en Tuxpan se manejan embarques de 15,000 ton, sin embargo se considera que los datos son adecuados para el cálculo del análisis de costos, dado que los tipos de embarques presentados pueden ser operados también en el puerto de Tuxpan.

En las tablas (1.4.2.1.2) se presenta el análisis de los costos por tipo de producto. Para calcular éstos costos se requirió determinar un número de horas de atraque, para lo que se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{No. de horas de atraque} = \frac{\text{Toneladas Operadas}}{(\text{Rendimiento} \times \text{Eficiencia Real Operativa})}$$

El rendimiento está dado en THBO y la eficiencia se tomo del 60%, por otra parte se supone un tiempo de almacenamiento de 10 días para todos los productos.

Observaciones.

Los resultados del análisis de costos por tonelada para el caso de carga general y agrícola, y para contenedores por teu, son los siguientes:

Carga general unit.	82.38	85.39	4%
Contenedores	1,037.11*	1674.38*	38%
Granel agrícola	47.09	48.16	2%

*(\$/Teu)

¹⁸ Plan Maestro del Puerto de Veracruz. 1996

En la tabla anterior se puede observar que los costos por tonelada son menores en el puerto de Tuxpan que en el de Veracruz, aunque en realidad la diferencia es mínima, para carga general es 4% menor y para granel agrícola 2%, en el caso de los contenedores la diferencia si es significativa (38% menor en Tuxpan), ésto es debido principalmente a la tarifa por el servicio de maniobras que se aplica en Veracruz, ya que es dos veces mayor que la que se aplica en Tuxpan. En general las tarifas de los dos puertos se compensan y los costos son similares.

Tarifa por uso de infraestructura portuaria a embarcaciones comerciales en tráfico de altura y cabotaje.*

(Pesos)

Tipo de tarifa	Puerto	
	Tuxpan	Veracruz
Tarifas de uso de puerto:		
Tarifa fija por buque	4,545.79	13,244.40
Tarifa por Unidad de Arqueo Bruto	4.46	2.14
Tarifa de atraque:		
No especializados	4.51	3.20
Tarifa por muelleaje	2.88	3.27

Cuotas integradas del servicio de maniobras.*

(Pesos por tonelada)

Producto	Puerto	
	Tuxpan	Veracruz
Granel agrícola	25.34	29.59
Granel mineral	53.05	40.58
Unitizada	47.23	57.67
Contenedores	591.4*	1,386.31*

* Pesos por unidad

Tarifas por los servicios de almacenaje y custodia de las mercancías.*

(Pesos por cada quinientos kilogramos)

Durante	Puerto	
	Tuxpan	Veracruz
Los primeros quince días naturales	4.52	4.17
Los siguientes treinta días naturales	8.75	8.08

*Información proporcionada por el Departamento de Tarifas y Análisis Económicos de la Dirección General de Puertos.

Tabla (1.4.2.1.1)

Análisis de costos de los Puertos de Tuxpan y Veracruz

Producto: Carga General Unitizada

Datos	Puerto		Unidades
	Tuxpan	Veracruz	
Capacidad de carga del barco	3,348	3,348	Ton
Unidad de arqueo	9,231	9,231	TRB
Eslora	151	151	m
Rendimiento	118.5	133	THBO
Número de horas de atraque	47.1	42.0	Horas
Tiempo de almacenamiento	10.0	10.0	Días

Costo	Puerto		Observaciones
	Tuxpan	Veracruz	
Costos por uso de infraestructura portuaria			
Tarifa de uso de puerto.			
Cuota fija	4,546	13,244	
Cuota por unidad de arqueo bruto	41,170	19,754	(Tarifa x TRB)
Tarifa de atraque	32,068	20,273	(Tarifa x Eslora x No. de Horas de Atraque)
Tarifa por muelleaje	9,642	10,948	(Tarifa x Toneladas)
Costo por servicio de maniobras	158,126	193,749	(Tarifa x Toneladas)
Costos por los servicios de almacenamiento y custodia de las mercancías	30,266	27,922	(Tarifa x Toneladas)
Costo total por buque	\$ 275,818	\$ 285,890	
Costo por tonelada	\$ 82.38	\$ 85.39	
Diferencia en porcentaje		4%	

Tabla (1.4.2.1.2) (continúa)

Análisis de costos de los Puertos de Tuxpan y Veracruz

Producto: Contenedores

Datos	Puerto		Unidades
	Tuxpan	Veracruz	
Capacidad de carga del barco	4,765	4,765	Ton
Capacidad de carga del barco	476	476	Teu's
Unidad de arqueo	18,037	18,037	TRB
Eslora	177	177	m
Rendimiento	9	15	C/hora
Número de horas de atraque	88.1	52.9	Horas
Tiempo de almacenamiento	10.0	10.0	Días
Tipo de terminal	Semiespecializada		

Costo	Puerto		Observaciones
	Tuxpan	Veracruz	
Costos por uso de infraestructura portuaria			
Tarifa de uso de puerto.			
Cuota fija	4,546	13,244	
Cuota por unidad de arqueo bruto	80,445	38,599	(Tarifa x TRB)
Tarifa de atraque	70,366	29,956	(Tarifa x Eslora x No. de Horas. de Atraque)
Tarifa por muelle	13,723	15,582	(Tarifa x Toneladas)
Costo por servicio de maniobras	281,506	659,884	(Tarifa x Toneladas)
Costos por los servicios de almacenamiento y custodia de las mercancías	43,076	39,740	(Tarifa x Toneladas)
Costo total por buque	\$ 493,662	\$ 797,005	
Costo por teu	\$ 1,037.11	\$ 1,674.38	
Diferencia en porcentaje	38%		

Tabla (1.4.2.1.2) (continúa)

Análisis de costos de los Puertos de Tuxpan y Veracruz

Producto: Granel Agrícola

Datos	Puerto		Unidades
	Tuxpan	Veracruz	
Capacidad de carga del barco	19,664	19,664	Ton
Unidad de arqueo	16,000	16,000	TRB
Eslora	170	170	m
Rendimiento	214	199.3	THBO
Número de horas de atraque	153.1	164.4	Horas
Tiempo de almacenamiento	10.0	10.0	Días
Tipo de terminal	Semiespecializada		

Costo	Puerto		Observaciones
	Tuxpan	Veracruz	
Costos por uso de infraestructura portuaria			
Tarifa de uso de puerto.			
Cuota fija	4,546	13,244	
Cuota por unidad de arqueo bruto	71,360	34,240	(Tarifa x TRB)
Tarifa de atraque	117,417	89,457	(Tarifa x Eslora x No. de Horas. de Atraque)
Tarifa por muellaje	56,632	64,301	(Tarifa x Toneladas)
Costo por servicio de maniobras	498,286	581,858	(Tarifa x Toneladas)
Costos por los servicios de almacenamiento y custodia de las mercancías	177,763	163,998	(Tarifa x Toneladas)
Costo total por buque	\$ 926,004	\$ 947,098	
Costo por tonelada	\$ 47.09	\$ 48.16	
Diferencia en porcentaje	2%		

Tabla (1.4.2.1.2)

1.4.2.2 Costos de operación en la carretera Cd. de México – Tuxpan.

Los costos de operación, se refiere ha el costo que representa para un vehículo transitar por una carretera, para determinar estos costos se utilizo el manual de "Estado Superficial de Operación en Carreteras" de la SCT publicación N. 30. A continuación se presenta la metodología para determinar los costos de operación:

En los costos de operación influye principalmente el estado superficial de las carreteras, ya que a un mayor deterioro de éstas, tendrán los vehículos un mayor costo de operación, por lo cual el procedimiento para determinar éstos se a basado en una serie de gráficas para diferentes vehículos. Las gráficas muestran la relación entre el estado de la superficie de rodamiento, en términos del "Índice de Servicio" (IS) y el "Índice Internacional de Rugosidad" (IRI), y el costo de operación del vehículo como un factor de su costo de operación base para tres tipos de terreno, sensiblemente plano, de lomerío y montañoso.

Por otro parte, los costos de operación en las carreteras con un nivel de servicio bajo y un estado superficial bueno, pueden ocasionar que los costos de operación sean mayores a los que se calculan en base al estado superficial, debido a que las velocidades son menores y el tiempo de recorrido aumenta por lo cual existe un mayor consumo de combustible, así como el costo por operador es mayor, además en carreteras muy transitadas en ocasiones se tiene que estar frenando y acelerando constantemente, lo que genera desgaste en el vehículo similares a los que ocasionaría una carretera con una superficie en mal estado. Partiendo de lo anterior, para tomar en cuenta estos costos, se asemejarán las condiciones de tráfico y diseño del camino que inciden en la velocidad, con el estado superficial del camino que ocasionarían que el vehículo circulara a esa velocidad, por lo que se tendrá así un IS equivalente, éste se comparará con el IS real de la carretera y se tomara el menor de los dos, para que el factor del costo de operación base obtenido sea el mayor.

Cabe mencionar que el costo de operación base, se define como el costo de operación por kilómetro de un vehículo que transita sobre una carretera recta y plana; esto es, con curvatura y pendiente iguales a cero, con pavimentos en muy buenas condiciones (IRI de 2 m/km, IS igual a 4.5). Dicho costo se calcula como la suma de los productos de los diferentes consumos del vehículo en un kilómetro de recorrido, por sus respectivos costos unitarios.

Con el uso del concepto anterior, bastará actualizar los costos unitarios periódicamente, utilizando precios promedio nacionales de los vehículos y consumos que se indican en el análisis de los costos bases de la publicación N° 30, multiplicando éste por el factor leído en las gráficas se obtendrá el costo de operación buscado.

Para utilizar las gráficas (ver anexo I) se entran con el IRI o el Índice de Servicio y se prolonga una línea vertical hasta interceptar a alguna de las curvas que representa el tipo de terreno, y a partir de ésta se traza una línea horizontal hasta el eje vertical en el

que se lee el factor de costos de operación base.

Como ya se menciona el costo de operación es:

$$\text{Costo de Operación} = (\text{Factor de costo de operación base}) \times (\text{Costo base})$$

Para obtener el costo de operación base, en éste trabajo se utilizaron los costos de operación obtenidos en diversos estudios de tramos carreteros realizados por la SCT en 1997 y actualizados a costos de 1998, y en base a sus características geométricas se determinó el factor de costo de operación base, despejando así el costo base.

El costo base que se utilizó fue el promedio de todos los costos de los tramos estudiados, en la tabla (1.4.2.2.1) se presenta este análisis.

Los tipos de vehículos que se analizan son:

A : Auto.

B : Autobús.

C2 : Camión de dos ejes.

C3 : Camión de tres ejes.

T3-S2 : Tractor de tres ejes con un semiremolque de dos ejes.

T3-S3 : Tractor de tres ejes con un semiremolque de tres ejes.

T3-S2-R4 : Tractor de tres ejes con un semiremolque de dos ejes y un remolque de cuatro ejes.

Los costos de operación por vehículo para ir de México a Tuxpan por Pachuca y por Pirámides, se muestran en la tabla siguiente, también se realizó el análisis de los costos de operación por vehículo en la carretera Cd. de México - Puerto de Veracruz, para poder hacer un comparativo de costos con el corredor Valle de México - Tuxpan, ya que como se menciona anteriormente el Puerto de Tuxpan no cuenta con enlace ferroviario, por lo que solamente puede competir con los productos que se mueven vía carretera, con Veracruz, éstos análisis se pueden ver en las tablas (1.4.2.2.2.) y en la tabla (1.4.2.2.3). A continuación se muestran los resultados:

Carretera	Long. (km)	Costos de operación por vehículo (\$) ¹⁹						
		Tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
México - Tuxpan Por Pirámides	298	1,032	2,315	2,391	2,739	3,986	4,206	5,301
México - Tuxpan Por Pachuca	312	1,073	2,443	2,480	2,841	4,202	4,433	5,587
México - Veracruz Autopista	421	1,070	2,687	2,125	2,435	4,505	4,752	5,990

¹⁹ Calculado a partir de la publicación N° 30 del IMT (Costos de Operación en Carreteras)

Como se puede observar en la tabla los costos de operación son mayores para ir a Tuxpan, si se utiliza la ruta de Pachuca, ya que por Pirámides es menor la longitud y está en mejores condiciones la carretera.

Al análisis anterior de los costos de operación se le agregarán los costos de las casetas de las autopistas de cada carretera, en la tabla (1.4.2.2.4) se presentan las tarifas de las casetas de cuota para la carretera de Veracruz, los tramos Ecatepec - Pirámides, Tihuatlán - Tuxpan y México - Pachuca, los resultados son los siguientes:

Carretera	Long. (km)	Costos de operación por vehículo + casetas (\$) ²⁰						
		Tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
México - Tuxpan Por Pirámides	298	1,069	2,412	2,466	2,874	4,007	4,438	5,627
México - Tuxpan Por Pachuca	312	1,106	2,509	2,546	2,945	4,371	4,637	5,819
México - Veracruz Autopista	421	1,342	3,163	2,601	2,911	5,361	5,899	7,172

Dado los resultados anteriores se determina que es mejor utilizar la carretera México - Tuxpan por Pirámides que la México - Tuxpan por Pachuca, puesto que los costos de operación por vehículo más las casetas son mayores en la segunda, lo mismo pasa con los tiempos de recorrido.

Por otra parte se puede observar que los costos de operación más los de las casetas son mayores en la carretera México - Veracruz, que en la de México - Tuxpan. Los ahorros se presentan en la tabla siguiente, indicando los porcentajes en que son menores los costos de operación y de casetas en la carretera México - Tuxpan por Pirámides, comparados con la México - Veracruz.

	Tipo de vehículo						
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
Ahorros (\$)	273	751	135	37	1,354	1,461	1,545
Porcentaje	26 %	31 %	5 %	1 %	34 %	33 %	27 %

En las tablas anteriores se puede observar que los costos de operación en la carretera México - Tuxpan son menores a los de la carretera México - Veracruz, excepto para el caso de los camiones, esto se debe principalmente por que la distancia de la primera es menor que la de la segunda, por otra parte al aumentarle a los costos de operación la cuota de las casetas en las respectivas carreteras, el ahorro en los costos aumenta, dado que la carretera México - Veracruz es de cuota en toda su longitud y la carretera México - Tuxpan solo en algunos tramos.

²⁰ El costo de las casetas lo proporciono la Unidad de Autopistas Consecionadas.

ACTUALIZACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LA PUBLICACIÓN TÉCNICA No. 30 DEL IMT. 1991
 CONFORME A LOS DATOS DEL ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN ENTRE ALGUNAS AUTOPISTAS DE
 CUOTA Y VASAS LIBRES ALTERNAS ELABORADO POR EL MISMO IMT EN 1987 ACTUALIZADAS A PRECIOS DE 1998.

Concedor	IR (in/km)	Pendiente %	COSTOS DE OPERACION POR KILOMETRO											
			A	B2	B3	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	T3-S3-R4			
LEON-AGCS (cuota)	3.5	0.50	2.54	3.08	5.09	4.06	5.79	9.85	10.56	13.70				
MTY-NIDO (cuota)	3.5	0.50	2.54	4.26	4.36	3.86	5.58	9.64	10.25	13.50				
PUE-OAX (cuota)	3.5	1.50	2.74	6.09	6.29	4.77	6.50	11.37	11.98	14.92				
TINAU-COZOLECAQUE (cuota)	3.5	1.50	2.64	5.48	5.89	4.47	6.19	11.06	11.67	14.62				
MEX-GUA (cuota)	3.5	2.00	2.44	5.18	5.48	4.16	5.98	10.56	11.27	14.62				
MEX-PUE (cuota)	3.5	2.00	2.44	5.18	5.48	4.16	5.98	10.56	11.27	14.62				
MZTLN-BRISAS (cuota)	3.5	2.50	2.64	6.29	6.50	4.87	6.60	11.86	12.59	15.63				
MZTLN-BRISAS (cuota)	3.5	2.50	2.64	6.29	6.50	4.87	6.70	11.57	12.08	15.63				
MEX-GUA (via qro-La Proedad	4.5	3.00	2.64	6.70	7.00	5.38	7.21	12.38	13.09	16.54				
MZTLN-BRISAS (via Culiacán)	4.5	4.00	2.94	8.22	8.53	6.70	6.50	14.41	15.12	18.37				
MEX-GUA (via mil cambras	5.0	4.50	3.05	8.53	9.03	7.00	8.93	15.23	15.83	19.79				
LEON-AGCS (via Lagos)	5.5	1.00	3.05	6.50	6.80	5.68	7.31	12.08	12.68	15.73				
MEX-PUE (cuota)	6.0	3.00	2.94	7.82	8.12	6.70	8.42	14.11	14.72	18.27				
MTY-NIDO (via Cienega)	6.5	1.00	2.74	4.97	5.16	4.67	6.50	10.86	11.57	14.82				
MEX-VER (via Jalapa)	6.5	3.50	2.94	7.21	7.61	6.29	6.12	13.91	14.51	18.17				
PUE-OAX (cuota)	7.0	2.00	3.25	7.82	8.02	6.80	8.53	13.91	14.51	17.86				
TINAU-COZOLECAQUE	7.5	1.50	3.15	7.31	7.41	6.39	6.12	13.40	13.91	17.28				

Concedor	IR (in/km)	Pendiente %	FACTOR DE COSTO DE OPERACION BASE											
			T3-A	T3-B2	T3-B3	T3-C2	T3-C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	T3-S3-R4			
LEON-AGCS (cuota)	3.5	0.50	1.06	1.04	1.04	1.09	1.17	1.12	1.12	1.12				
MTY-NIDO (cuota)	3.5	0.50	1.06	1.04	1.04	1.09	1.17	1.12	1.12	1.12				
PUE-OAX (cuota)	3.5	1.50	1.08	1.08	1.08	1.14	1.24	1.22	1.22	1.22				
TINAU-COZOLECAQUE (cuota)	3.5	1.50	1.08	1.08	1.08	1.14	1.24	1.22	1.22	1.22				
MEX-GUA (cuota)	3.5	2.00	1.11	1.13	1.13	1.22	1.33	1.29	1.29	1.29				
MEX-PUE (cuota)	3.5	2.00	1.11	1.13	1.13	1.22	1.33	1.29	1.29	1.29				
MEX-VER (cuota)	3.5	2.50	1.15	1.18	1.18	1.3	1.46	1.48	1.48	1.48				
MZTLN-BRISAS (cuota)	3.5	2.50	1.15	1.18	1.18	1.3	1.46	1.48	1.48	1.48				
MEX-GUA (via qro-La Proedad	4.5	3.00	1.21	1.28	1.28	1.42	1.63	1.64	1.64	1.64				
MZTLN-BRISAS (via Culiacán)	4.5	4.00	1.28	1.38	1.38	1.54	1.88	1.86	1.86	1.86				
MEX-GUA (via mil cambras	5.0	4.50	1.32	1.47	1.47	1.65	1.97	1.98	1.98	1.98				
LEON-AGCS (via Lagos)	5.5	1.00	1.14	1.11	1.11	1.2	1.4	1.26	1.26	1.26				
MEX-PUE (cuota)	6.0	3.00	1.27	1.32	1.32	1.40	1.6	1.74	1.74	1.74				
MTY-NIDO (via Cienega)	6.5	1.00	1.18	1.12	1.12	1.24	1.51	1.32	1.32	1.32				
MEX-VER (via Jalapa)	6.5	3.50	1.32	1.39	1.39	1.55	1.93	1.9	1.9	1.9				
PUE-OAX (cuota)	7.0	2.00	1.26	1.21	1.21	1.38	1.7	1.56	1.56	1.56				
TINAU-COZOLECAQUE	7.5	1.50	1.28	1.19	1.19	1.33	1.65	1.47	1.47	1.47				

Concedor	IR (in/km)	Pendiente %	COSTOS DE OPERACION BASE POR KILOMETRO											
			A	B2	B3	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	T3-S3-R4			
LEON-AGCS (cuota)	3.5	0.00	2.39	4.88	4.88	3.72	4.94	8.79	9.43	12.23				
MTY-NIDO (cuota)	3.5	0.00	2.39	4.10	4.20	3.54	4.77	8.61	9.15	12.05				
PUE-OAX (cuota)	3.5	1.50	2.54	5.64	5.63	4.18	5.24	9.32	9.82	12.23				
TINAU-COZOLECAQUE (cuota)	3.5	1.50	2.44	5.08	5.45	3.82	4.99	9.07	9.57	11.88				
MEX-GUA (cuota)	3.5	2.18	4.58	4.85	3.41	4.50	8.16	8.73	11.33	14.33				
MEX-PUE (cuota)	3.5	2.18	4.58	4.85	3.41	4.50	8.16	8.73	11.33	14.33				
MEX-VER (cuota)	3.5	2.28	5.33	5.51	3.75	4.52	8.02	8.50	10.56	13.56				
MZTLN-BRISAS (cuota)	3.5	2.28	5.33	5.51	3.75	4.52	8.02	8.50	10.56	13.56				
MEX-GUA (via qro-La Proedad	4.5	2.18	5.23	5.47	3.78	4.42	7.55	7.88	10.09	12.89				
MZTLN-BRISAS (via Culiacán)	4.5	2.34	5.96	6.18	4.35	3.46	7.75	8.13	9.88	12.68				
MEX-GUA (via mil cambras	5.0	2.31	5.80	6.15	4.24	4.53	7.69	8.00	10.00	12.80				
LEON-AGCS (via Lagos)	5.5	2.67	5.85	5.94	4.74	5.22	8.58	10.07	12.49	15.49				
MEX-PUE (cuota)	6.0	2.32	5.92	6.15	4.53	4.68	8.11	8.46	10.50	13.50				
MTY-NIDO (via Cienega)	6.5	2.32	4.44	4.62	3.77	4.30	8.30	8.77	11.23	14.23				
MEX-VER (via Jalapa)	6.5	2.23	5.18	5.48	4.06	4.21	7.32	7.64	9.56	12.56				
PUE-OAX (cuota)	7.0	2.58	6.46	6.63	4.93	5.02	6.91	9.30	11.45	14.45				
TINAU-COZOLECAQUE	7.5	2.50	6.14	6.23	4.81	4.92	6.91	9.46	11.74	14.74				
COSTO DE OPERACION BASE (PROMEDIO)			2.36	5.32	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.33				

Tabla (1.4.2.1)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Costo de operación por vehículo*

CARR : MEXICO - TULANCINGO POR PIRAMIDES

TRAMO	Long. (km)	Tipo de Tramo (%)	Factor del costo de operación base								Costo de operación base (a)					Costo de operación por vehículo (b)							
			A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
T. C. (MEXICO - PACHUCA (CUOTA)) - T. DER. TEXCOCO	9.73	P 100	1.03	1.13	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	24	58	43	50	91	96	121
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO))	11.67	P 100	1.03	1.13	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	29	72	53	61	112	118	149
T. C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	P 100	1.5	1.4	2	2	1.45	1.45	1.45	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	35	73	82	94	121	126	161
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	P 100	1.4	1.2	1.5	1.5	1.35	1.35	1.35	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	20	40	36	41	68	72	91
LIM. EDOS TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	P 100	1.1	1.2	1.4	1.4	1.22	1.22	1.22	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	69	174	153	176	266	284	357
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	P 100	1.1	1.2	1.4	1.4	1.22	1.22	1.22	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	52	131	116	133	203	214	270
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	L 100	1.09	1.30	1.68	1.68	1.59	1.59	1.59	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	22	59	58	67	114	120	151
Subtotal																	261	607	542	621	979	1,633	1,362

CARR : MEXICO - TULANCINGO POR PACHUCA

TRAMO	Long. (km)	Tipo de Tramo (%)	Factor del costo de operación base								Costo de operación base (a)					Costo de operación por vehículo (b)							
			A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
ENT. MORELOS - T. IZO. TECAMAC	12.34	P 98, L 5	1.03	1.16	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	30	78	55	63	116	122	154
T. IZO. TECAMAC - T. C. (MEXICO - PACHUCA (LIBRE))	24.88	P 98, L 5	1.03	1.03	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	60	136	111	127	233	246	310
ENT. AUTOPISTA - ENT. COLONIA	25.00	P 100	1.18	1.26	1.58	1.58	1.22	1.22	1.22	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	70	168	156	181	255	269	339
ENT. COLONIA - X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA	2.53	P 100	1.18	1.26	1.58	1.58	1.22	1.22	1.22	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	7	17	16	18	26	27	34
X. C. LIBRAMIENTO DE PACHUCA - T. IZO. PACHUQUILLA (1º ACCESO)	4.40	L 100	1.33	1.57	1.64	1.64	1.59	1.59	1.59	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	14	37	29	33	59	62	78
T. IZO. PACHUQUILLA (1º ACCESO) - T. IZO. PACHUQUILLA (2º ACCESO)	3.50	L 100	1.18	1.50	1.88	1.88	1.58	1.58	1.58	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	10	28	27	31	47	49	62
T. IZO. PACHUQUILLA (2º ACCESO) - T. DER. EPAZOYUCAN	6.09	L 100	1.18	1.50	1.88	1.88	1.58	1.58	1.58	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	17	49	46	53	81	86	108
T. DER. EPAZOYUCAN - SAN RAFAEL	8.41	L 100	1.33	1.57	1.64	1.64	1.59	1.59	1.59	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	28	70	56	64	112	118	149
SAN RAFAEL - EL SUSTO	7.40	L 100	1.33	1.57	1.64	1.64	1.59	1.59	1.59	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	23	62	49	56	98	104	131
EL SUSTO - T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO)	4.85	L 100	1.33	1.57	1.64	1.64	1.59	1.59	1.59	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	13	34	27	31	54	57	72
T. C. (VENTA DE CARPIO - TULANCINGO) - TULANCINGO	8.55	L 100	1.09	1.30	1.64	1.64	1.59	1.59	1.59	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	22	59	57	65	114	120	151
Subtotal																	292	738	631	723	1,194	1,260	1,688

IS : Índice de Servicio

* Calculado a partir de la publicación N° 30 del IMT (Costos de Operación)

Tabla (1.4.2.2.2) (Continúa...)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Costo de operación por vehículo

CARR: TULANCINGO - TIHUATLAN

TRAMO	Long. (km)	Tipo de Terreno (%)	Factor del costo de operación base									Costo de operación base (B)						Costo de operación por vehículo (C)														
			A			B			C2			C3		YS-S3		YS-S2-R4		A		B		C2		C3		YS-S3		YS-S2-R4				
			A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4	A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4	A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4	A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4						
T IZO LIBRAMIENTO DE TULANCINGO - T IZO HUAYACOCOTLA	12.72	L 100	1.60	1.57	2.44	2.44	2.00	2.00	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	51	108	126	144	213	225	283										
T IZO HUAYACOCOTLA - T IZO ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	M 100	1.60	1.81	2.43	2.43	2.02	2.02	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	36	82	84	96	144	152	192										
T IZO ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE.	7.94	L 100	1.60	1.57	2.44	2.44	2.00	2.00	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	32	66	78	90	133	140	177										
LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE. - T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO)	17.60	M 100	1.80	1.81	2.43	2.43	2.02	2.02	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	75	160	173	198	268	314	396										
T. DER. HUAUCHINANGO (1° ACCESO) - T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO)	5.46	M 100	1.80	1.81	2.43	2.43	2.02	2.02	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	23	53	54	62	92	97	123										
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAHA (2° ACCESO)	7.47	L 100	1.60	1.57	2.33	2.33	1.50	1.50	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	30	82	70	81	99	105	132										
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAHA (2° ACCESO)	11.27	M 100	1.80	1.57	2.43	2.43	2.02	2.02	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	48	94	111	127	181	201	253										
T. DER. NUEVO NECAHA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTÉPETL DE JUÁREZ (2° ACCESO)	22.90	L 100	1.60	1.57	2.33	2.33	1.50	1.50	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	81	191	218	248	325	322	425										
T. DER. XICOTÉPETL DE JUÁREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	19.30	L 100	1.60	1.57	2.33	2.33	1.50	1.50	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	77	161	182	209	257	271	342										
VILLA AVILA CAMACHO - PIEDRAS NEGRAS	12.08	L 100	1.60	1.57	2.33	2.33	1.50	1.50	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	48	101	114	131	181	170	214										
PIEDRAS NEGRAS - T. IZO VENUSTIANO CARRANZA	18.92	L 100	1.57	1.57	2.28	2.28	1.50	1.50	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	70	158	175	200	252	266	335										
T. IZO VENUSTIANO CARRANZA - LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	4.94	L 100	1.57	1.57	2.28	2.28	1.71	1.71	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	18	41	48	52	71	75	94										
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	20.26	L 100	1.60	1.57	2.33	2.33	1.71	1.71	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	81	169	191	219	290	300	386										
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN																																
Subtotal																680	1,488	1,620	1,884	2,808	2,643	3,331										

CARR: TIHUATLAN - TUXPAN

TRAMO	Long. (km)	Tipo de Terreno (%)	Factor del costo de operación base									Costo de operación base (B)						Costo de operación por vehículo (C)														
			A			B			C2			C3		YS-S3		YS-S2-R4		A		B		C2		C3		YS-S3		YS-S2-R4				
			A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4	A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4	A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4	A	B	C2	C3	YS-S3	YS-S2-R4						
DEL Km 224+885 AL 243+870	18.68	M 100	1.28	1.45	1.79	1.81	1.81	1.81	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	58	144	135	155	269	313	387										
DEL Km 243+870 AL 257+380	13.70	L 100	1.13	1.21	1.40	1.40	1.49	1.49	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	37	68	78	89	171	180	227										
DEL Km 257+380 AL 260+868	3.51	P 100	1.04	1.06	1.10	1.10	1.12	1.12	2.4	5.3	4.1	4.6	8.37	8.83	11.13	9	20	16	18	33	35	44										
Subtotal																101	282	229	282	482	630	688										

IS : índice de Servicio

* Calculado a partir de la publicación N° 30 del IMT (Costos de Operación)

Costos por vehículos por Pirámides	1,032	2,315	2,391	2,739	3,988	4,206	5,301
Costos por vehículos por Pachuca	1,073	2,443	2,480	2,841	4,202	4,433	5,587

Tabla (1.4.2.2.2) (...Continuación)

09

COSTO DE OPERACION POR VEHICULO*

Carretera México - Veracruz (Por Puebla)

TRAMO	LONG.	TIPO DE TERRENO	Factor del costo de operación base							Costo de operación base				Costo de operación por vehículo										
			(Km)	(%)	A	B	C2	C3	TS-82	YS-83	YS-82-R4	A	B	C2	C3	TS-82	YS-83	YS-82-R4						
MEXICO - X.C. (SANTA BARBARA - HUAJUAPAN)	32.14	P 100	1.04	1.17	1.14	1.14	1.15	1.15	2.38	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	79	200	148	170	309	326	411		
X.C. (SANTA BARBARA - HUAJUAPAN) - RIO FRIO	31.85	L 100	1.13	1.22	1.44	1.44	1.51	1.51	1.51	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	84	205	185	211	399	421	530	
RIO FRIO - PUEBLA	61.11	P 100	1.03	1.17	1.12	1.12	1.14	1.14	1.14	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	149	380	277	318	583	616	775	
PUEBLA - AMOZOC	21.55	P 100	1.03	1.17	1.12	1.12	1.14	1.14	1.14	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	52	134	98	112	206	217	273	
AMOZOC - T. DER. CD. MENDOZA	120.85	P 100	1.03	1.17	1.12	1.12	1.14	1.14	1.14	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	294	752	548	628	1153	1217	1533	
T. DER. CD. MENDOZA - T. IZQ. ORIZABA	14.85	L 100	1.12	1.21	1.40	1.40	1.49	1.49	1.49	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	39	94	83	95	183	193	243	
T. IZQ. ORIZABA - CORDOBA	17.82	L 100	1.12	1.21	1.40	1.40	1.49	1.49	1.49	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	47	115	101	116	222	234	296	
CORDOBA - LA TINAJA	54.50	L 100	1.18	1.25	1.51	1.51	1.57	1.57	1.57	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	182	362	333	382	716	756	952	
LA TINAJA - VERACRUZ	86.68	L 31 P 69	1.11	1.25	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31	2.36	5.32	4.05	4.64	8.37	8.83	11.13	175	443	352	403	734	774	976	
Longitud total	420.98																							
Costo de operación total por tipo de vehículo de Valle de México a Veracruz por Puebla \$													1,070	2,687	2,125	2,436	4,806	4,762	6,990					
Costo de casetas \$													272	476	476	476	866	1,147	1,182					
Costo total \$													1,342	3,163	2,601	2,911	5,661	6,899	7,172					

* Calculado a partir de la publicación N° 30 del IMT (Costos de Operación)

Tabla (1.4.2.2.3)

TARIFAS DE LAS CASETAS DE CUOTA

AUTOPISTA: MEXICO - VERACRUZ*

Tramo	Tarifa de caseta por vehículo						
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
MEXICO - RIO FRIO	35	68	68	68	135	196	196
RIO FRIO - PUEBLA	35	68	68	68	135	196	196
PUEBLA - ACATZINGO	30	58	58	58	107	154	154
ACATZINGO - CIUDAD MENDOZA	62	122	122	122	234	336	336
CIUDAD MENDOZA - CORDOBA	12	30	30	30	50	70	70
CORDOBA - VERACRUZ	98	130	130	130	195	195	230
Total	272	476	476	476	856	1,147	1,182

AUTOPISTA: MEXICO - TUXPAN POR PIRAMIDES*

Tramo	Tarifa de caseta por vehículo						
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
ECATEPEC - PIRAMIDES	22	66	44	66	111	133	199
TIHUATLAN - TUXPAN	15	31	31	69	99	99	127
Total	37	97	75	135	210	232	326

AUTOPISTA: MEXICO - TUXPAN POR PACHUCA*

Tramo	Tarifa de caseta por vehículo						
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
MEXICO - PACHUCA	18	35	35	35	70	105	105
TIHUATLAN - TUXPAN	15	31	31	69	99	99	127
Total	33	66	66	104	169	204	232

* Información proporcionada por la Unidad de Autopistas de Cuota.

Tabla (1.4.2.2.4)

II. MOVIMIENTO DE CARGA EN EL CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO Y PRONOSTICOS.

2.1 MOVIMIENTO DE CARGA EN EL PUERTO DE TUXPAN.

Para realizar el estudio del movimiento de carga del corredor Valle de México - Tuxpan se analizará primero el movimiento de carga en el Puerto de Tuxpan, por lo cual se utilizará la información editada por la Dirección General de Puertos y Marina Mercante.

A continuación se presenta una tabla del movimiento portuario por tipo de carga en el año de 1997.

Movimiento portuario según tipo de carga (1997)²¹
(Miles de toneladas)

	Tipo de carga						Total
	Carga General	Contend.	Granel Agrícola	Granel Mineral	Petróleo	Fluidos	
Tuxpan	223	5	294	2	7,773	78	8,375
% del Golfo y Caribe	3.9 %	0.12 %	4.8 %	0 %	7.2 %	2.2 %	6 %
% del total Nacional	1.9 %	0.07 %	3.6 %	0 %	5.7%	1.8 %	3.8 %
Veracruz	1,469	2,455	3,315	1,173		757	9,169
Golfo y Caribe	5,714	4,108	6,082	12,317	107,395	3,544	139,160
Total en el país	11,801	6,671	8,175	51,578	137,313	4,312	219,850

²¹ Anuario Estadístico. Movimiento de Carga, Buques y Pasajeros. Dirección General de Puertos. 1997

Como se puede observar en la tabla anterior, la carga que se mueve actualmente en el Puerto de Tuxpan en comparación del total nacional, es todavía baja (es el 6% del total del movimiento de carga en el Golfo y el Caribe, y el 3.8 % del total nacional) esto incluye el movimiento de petróleo y sus derivados

Otros productos con un porcentaje representativo son la carga general, fluidos y el granel agrícola, por otra parte cabe mencionar que a pesar de que el movimiento de contenedores es poco, en años anteriores era más importante, por ejemplo en el año de 1995 se movieron en el puerto de Tuxpan 34,783 ton., que lo ubicaba como el noveno puerto en el país en el movimiento de contenedores, siendo ahora el onceavo puerto en el movimiento de contenedores de 14 puertos que manejan éste tipo de carga.

Estadísticas del movimiento de carga en el Puerto de Tuxpan.

En el Puerto de Tuxpan el movimiento de carga ha sido irregular en los últimos años, ya que no se ha presentado un crecimiento sostenido en la mayoría de los productos que se manejan, esto se debe principalmente al contexto nacional, debido a que el país no ha crecido sostenidamente, pero también a condiciones particulares del puerto. En la tabla (2.1.1) se muestra la serie histórica del movimiento de carga por tipo de producto y su pronóstico.

Para realizar el pronóstico de carga de un puerto es importante plantear diferentes escenarios, ya que todas las previsiones del comercio futuro son inseguras, y los puertos son particularmente vulnerables a esa inseguridad, dados sus largos periodos de planificación y sus pocas posibilidades de influir sobre la demanda, además todas las previsiones deberán vincularse a los planes nacionales de desarrollo.

Para efectos de este trabajo de tesis se realizará el pronóstico del movimiento de carga planteando solamente un escenario, el cual se basa en una proyección lineal de los datos estadísticos de los años anteriores, también se toma en consideración la capacidad del puerto tanto de atraque como de almacenamiento, cabe señalar que se utilizará la tabla (1.3.1.1) del capítulo anterior, que se refiere a la capacidad de atraque.

A continuación se presenta el análisis para cada tipo de producto:

- Carga General, el pronóstico del movimiento de carga general es una proyección lineal desde el año de 1993. Por otra parte en la gráfica también se muestra el año en que llega a su capacidad límite tanto de almacenamiento como de atraque la cual se ve alcanzada en el año 2004.

- Carga Contenerizada, debido a que el Puerto de Veracruz ofrece este servicio el transporte de contenedores en Tuxpan a disminuido en los últimos años, sin embargo la APITUX a promocionado fuertemente éste servicio y a contactado diferentes empresas para que utilicen el puerto para el transporte de contenedores, por lo cual se prevé que el movimiento de contenedores para el año de 1999 será de 4,500 Teu's, por otra parte Veracruz está llegando a una saturación con respecto al movimiento de contenedores y si mantiene su crecimiento actual para el año 2002 no tendrá capacidad para atender a todas las empresas que requieran transportar contenedores (la capacidad de movimiento de contenedores actualmente en el Puerto de Veracruz es de 391,037 Teu's anuales), por tal razón se estima que se utilizará en mayor medida el Puerto de Tuxpan para éste servicio (ver gráfica de crecimiento del movimiento de contenedores del Puerto de Veracruz). Según el análisis de capacidad realizado en el capítulo anterior Tuxpan puede mover 70,000 Teu's por año y realizando la hipótesis de que los contenedores que no se puedan mover en Veracruz se mueva una parte por Tuxpan (el 50 %), la gráfica de crecimiento tendrá un comportamiento diferente del que se venía registrando en años anteriores. Por lo tanto el comportamiento del crecimiento de carga de contenedores queda de la siguiente manera; en 1999 se espera que se muevan en el Puerto de Tuxpan 4,500 Teu's, éstos se mantendrán constantes hasta el año 2001 y a partir del 2002 empezará Tuxpan a captar una parte de los contenedores que no pueda mover el Puerto de Veracruz. Por otra parte en el estudio de capacidad de atraque que se presentó en el capítulo primero no se considera el movimiento de contenedores, por lo cual, en el capítulo tres se hará una propuesta para que se tengan puestos de atraque disponibles para el movimiento de contenedores.
- Granel Agrícola, la proyección que se realiza para el crecimiento del movimiento del granel agrícola es desde el año de 1993, debido a que la tasa de crecimiento de 1995 a 1998 no es real, porque se debe más a una recuperación que a un crecimiento. Por otra parte se puede observar que en 1998 se rebaso la capacidad de almacenamiento, pero la mayor parte del granel agrícola se carga directamente a los camiones.
- Fluidos, en este caso también existe una recuperación, pero es más rápida (para 1996 ya se había recuperado) por lo cual se toma una proyección lineal desde el año de 1995. Cabe señalar que a pesar de que la capacidad máxima de almacenamiento de fluidos es de 60,000 ton, no es un factor que influya actualmente, ya que la mayor parte de los fluidos se entrega directamente del barco hacia las pipas que lo transportarán al interior del país.

A continuación se presentan las gráficas correspondientes para cada tipo de producto, y el pronóstico del movimiento de contenedores en Veracruz.

**SERIE HISTORICA Y PRONOSTICOS DEL MOVIMIENTO DE CARGA PORTUARIO
(En Toneladas)**

Puerto de Tuxpan

Tipo de carga	Año							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
General	122,882	192,929	77,045	102,951	222,669	350,546	303,515	339,328
Contenerizada*			3,162	291	486	312	4,500	4,500
Granel agrícola	267,190	143,950	97,702	294,984	293,603	726,400	598,201	682,266
Fluidos	74,690	32,858	61,669	84,971	77,709	104,133	112,153	124,166
Total anual sin contenedores	466,755	371,731	238,411	484,902	595,978	1,183,077	1,015,868	1,147,760

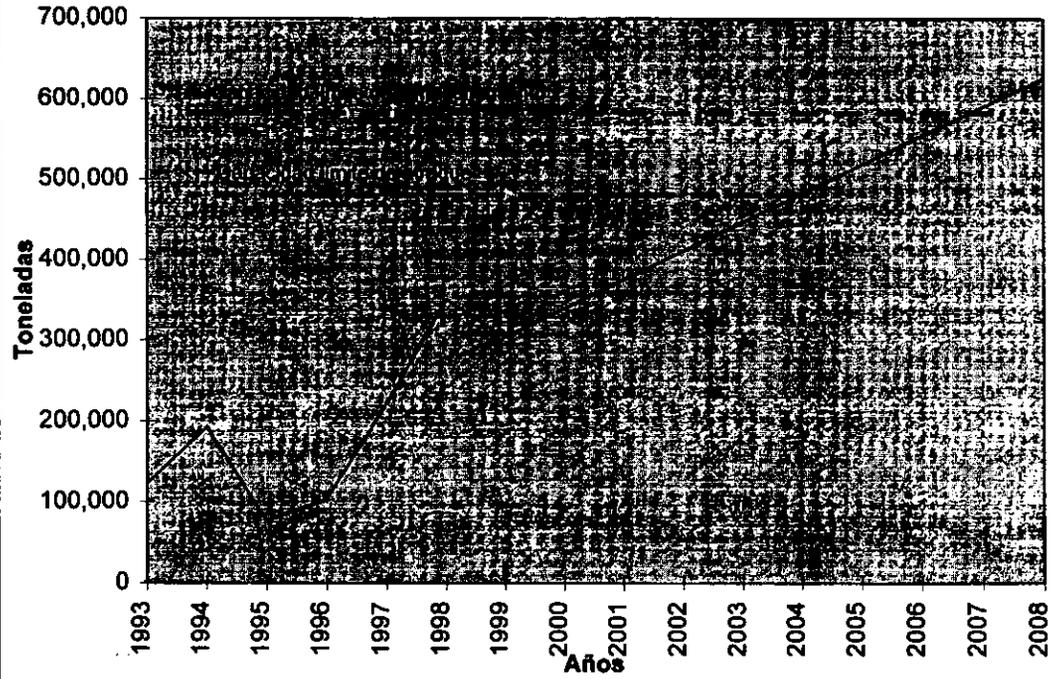
Tipo de carga	Año							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
General	375,140	410,953	446,766	482,579	518,391	554,204	590,017	625,830
Contenerizada*	4,500	6,496	17,434	28,372	39,309	50,247	61,185	72,123
Granel agrícola	766,332	850,397	934,462	1,018,528	1,102,593	1,186,659	1,270,724	1,354,790
Fluidos	136,179	148,192	160,205	172,218	184,231	196,244	208,257	220,270
Total anual sin contenedores	1,279,652	1,411,544	1,543,436	1,675,329	1,807,221	1,939,113	2,071,005	2,202,897

* Número de Teu's

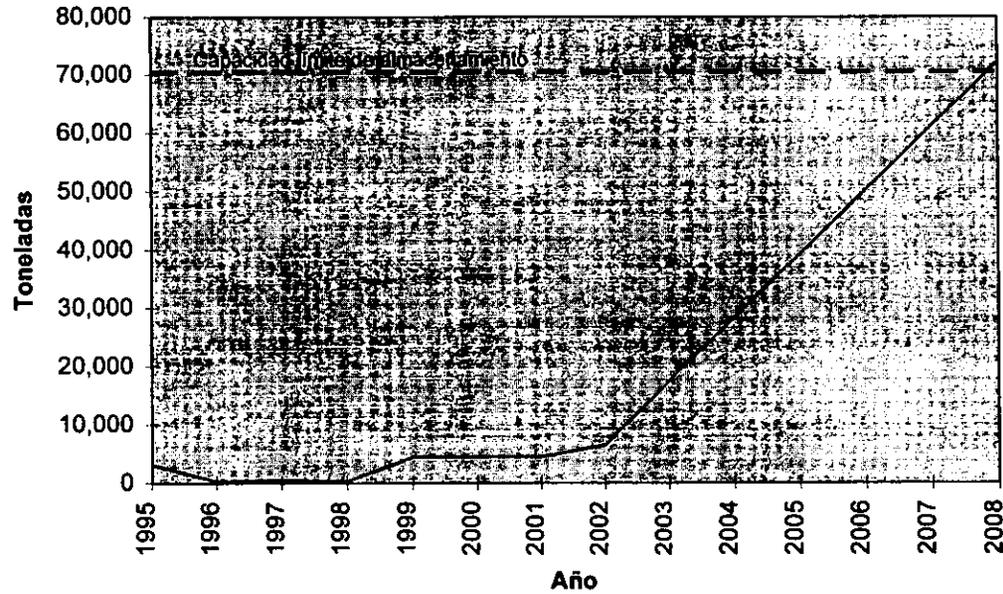
Nota : Información proporcionada por el Departamento de Estadística de la Dirección General de Puertos.

Tabla (2.2.1)

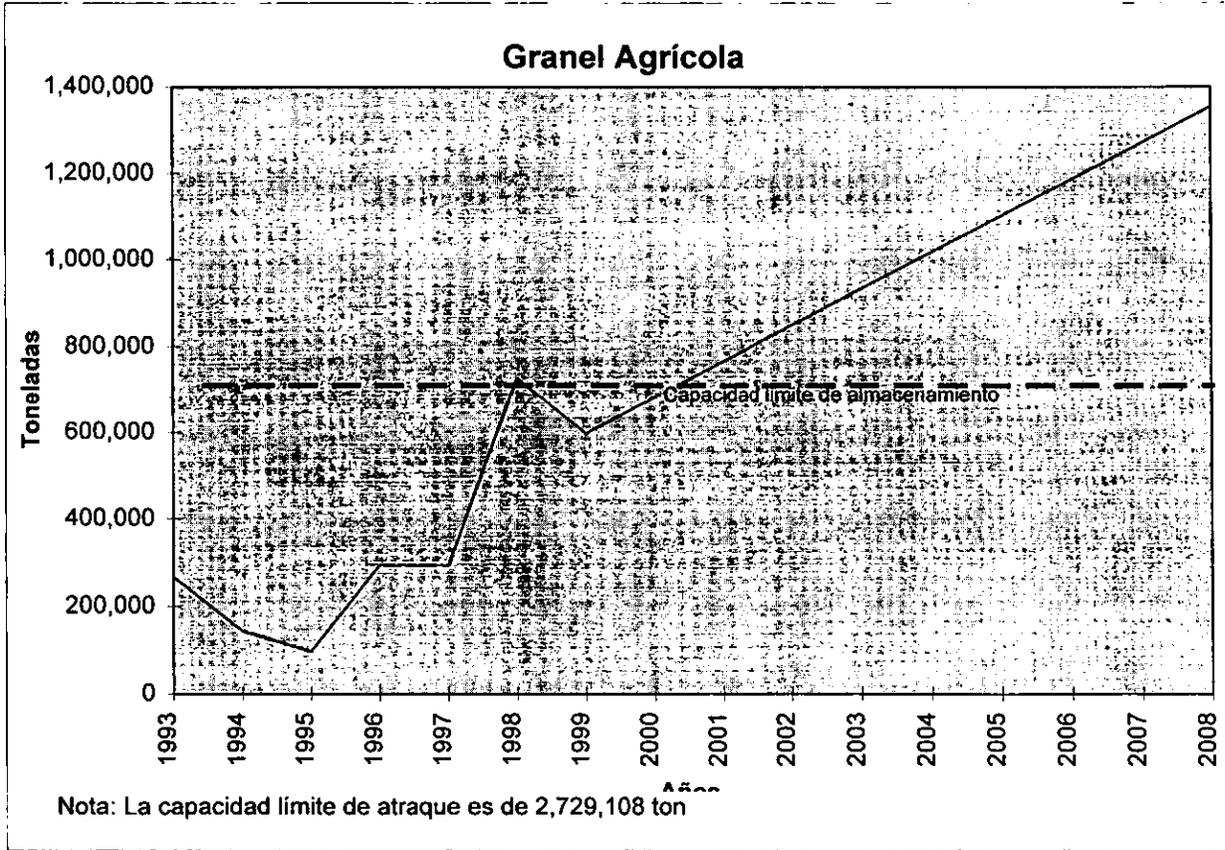
Carga General



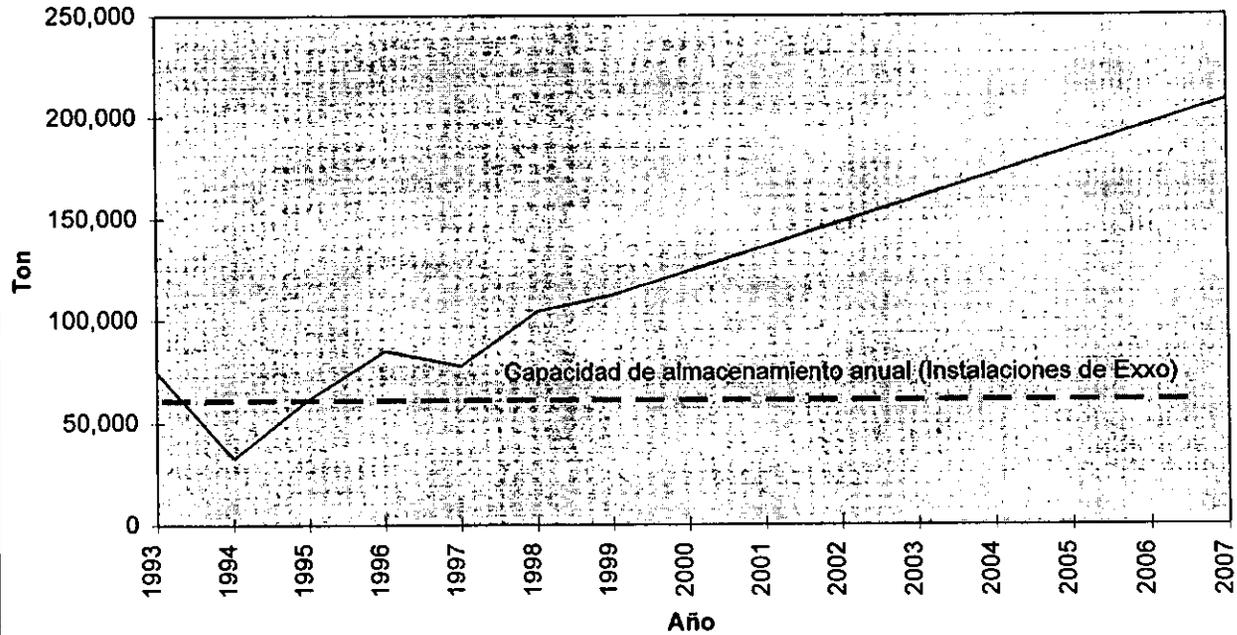
Contenedores



Nota: Actualmente no se tienen destinados puestos de atraque para el movimiento de contenedores.



Fluidos



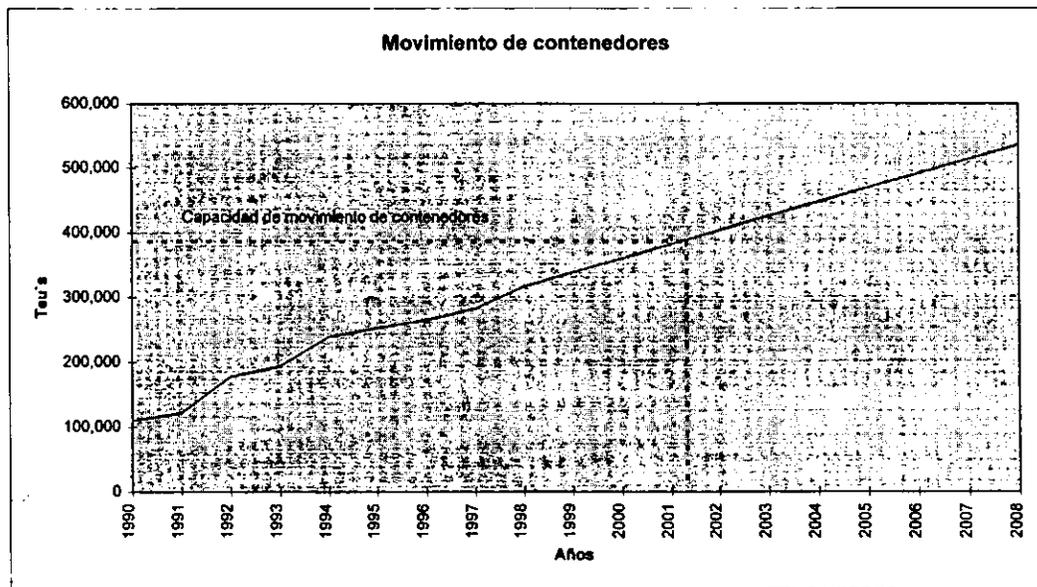
Nota : La capacidad límite de atraque es de 1,931,186 ton

Puerto de Veracruz

Movimiento de Contenedores*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Toneladas	1,103,000	1,276,800	1,777,200	1,967,200	2,080,514	2,193,827	2,303,769	2,455,395	2,749,971	2,940,028	3,130,085
Num. de Cont.	110,019	121,682	178,181	193,938	239,470	252,572	265,171	282,619	316,525	338,401	360,277

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Toneladas	2,749,971	2,940,028	3,130,085	3,320,142	3,510,199	3,700,257	3,890,314	4,080,371	4,270,428	4,460,485	4,650,543
Num. de Cont.	316,525	338,401	360,277	382,153	404,028	425,904	447,780	469,656	491,532	513,408	535,283



* Información proporcionada por el Departamento de Estadística de la Dirección General de Puertos.

2.2 MOVIMIENTO DE CARGA DE LA CARRETERA VALLE DE MEXICO - TUXPAN Y PRONOSTICOS.

Como se había mencionado en el capítulo anterior Tuxpan ha sido promocionado como el Puerto de la Cd. de México, esto se debe por ser el puerto comercial más cercano a la capital del país, pero además la mercancía que se mueve en dicho puerto tiene como destino principalmente la zona metropolitana y sus alrededores, en la tabla (2.2.1) se muestran las toneladas por entidad federativa de destino y origen, esto es, de donde provienen las mercancías que llegan al puerto y hacia donde se dirigen dentro del país, además aparece el número de toneladas por entidad y por estado, así como el porcentaje que representan del total.

Se puede observar que el 83 % de las importaciones que llegan al país tienen como destino el D.F., Estado de México y Morelos, de igual manera las mercancías de exportación provienen de estos estados, por lo cual el 83 % de la carga que se mueve en el Puerto de Tuxpan pasa a través del corredor Valle de México Tuxpan, excepto el tramo de Tuxpan - Poza Rica por el cual se mueve el 88 % de la carga total, debido a que ésta carretera también comunica a la Cd. de Puebla. El análisis anterior se tomo de los meses de enero a junio del año de 1998, aunque cabe mencionar que en todo el año se mantiene la misma tendencia, por lo cual para el pronóstico posterior del movimiento de carga en el corredor Valle de México - Tuxpan se tomarán los porcentajes antes mencionados.

Pronósticos del movimiento de carga en el corredor Valle de México - Tuxpan.

El pronóstico del movimiento de carga en el corredor Valle de México - Tuxpan, se realizará a partir del movimiento que se presenta en el Puerto de Tuxpan. En la tabla (2.2.2) se muestra el número de toneladas que se moverán por el corredor, así como el número de vehículos necesarios para realizar la transportación de ésta, cabe mencionar que se considera que cada tractor tiene una capacidad de 20 toneladas y que para realizar el movimiento de Teu's se requiere un tractor por cada contenedor, por lo que el análisis se hace por separado. El propósito de éste análisis es determinar cuantos vehículos provenientes del Puerto de Tuxpan utilizarán diariamente el corredor Valle de México - Tuxpan, dado que éstos representan un incremento en el TDPA que originalmente se había proyectado en el capítulo I, ya que la tasa de crecimiento del puerto es mayor que la de los tramos carreteros que conforman el corredor. Dado lo anterior se sumara el número de vehículos esperados por el crecimiento del Puerto de Tuxpan, a las proyecciones del TDPA que se tenían.

En las tablas (2.2.3) se presenta la proyección total del TDPA, ya con el incremento de vehículos ocasionados por el Puerto de Tuxpan, así como su nivel de servicio en el que se encuentra el tramo en el año correspondiente, cabe mencionar que la capacidad de la carretera disminuye año con año ligeramente debido a que el porcentaje de

camiones va aumentando, por lo cual se realizó un estudio de capacidad para cada dos años, así que las tablas que se presentan son de los años del 2000, 2002, 2004, 2006 y 2008. También se presenta una gráfica (2.2.4) a manera de ejemplo, en la que se realiza la proyección del TDPA original y el pronósticos de los vehículos que transitarán por el corredor debido al crecimiento del Puerto de Tuxpan, así como la suma de los dos. Por otra parte el análisis se realizó para la carretera México - Tuxpan por Pirámides, ya que los costos de operación y los tiempos de recorrido son menores que pasando por Pachuca.

En el capítulo anterior se había realizado un análisis a cerca de la capacidad de la carretera Valle de México - Tuxpan por lo cual no se tocara a fondo el tema, pero se hará mención de los aspectos más relevantes. En principio el incremento de un mayor número de tractores no cambia significativamente los resultados anteriores, por lo que la mayor parte de los tramos carreteros se mantienen en el mismo nivel de servicio. Algunos de los tramos ya rebasaron el nivel de servicio deseado (nivel "C"), éste es el caso de el tramo del entronque con la autopista Ent. Morelos - Pirámides a el tramo derecho a Otumba (libramiento de Pirámides), que se encuentra en un nivel de servicio "E", aunque de éste tramo ya se está construyendo su vía alterna, en sí la parte más crítica de la carretera, como se había mencionado, es de Tulancingo a Tihuatlán que tiene niveles de servicio de "D" y "E", sin embargo, hay que recordar, que se tiene planeado terminar la autopista que va de la intersección de la carretera Mex 130 con la Mex 132 (antes de Tulancingo) hasta Nuevo Necaxa, en el año 2000, por lo que faltará el tramo de Nuevo Necaxa a Tihuatlán que es el tramo más costoso ya que a traviesa la sierra.

En las tablas aparecen también sombreados los tramos que cambian de nivel de servicio en el transcurso del año 2000 al 2008.

**NUMERO DE VEHICULOS NECESARIOS PARA EL MOVIMIENTO DE CARGA QUE LLEGA O SALE
DEL PUERTO DE TUXPAN**

PRONOSTICOS DE CARGA Y DEL MOVIMIENTO VEHICULAR*

	Año									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Pronóstico de carga en toneladas. Total anual (sin contar Teu's)	1,015,868	1,147,760	1,279,652	1,411,544	1,543,436	1,675,329	1,807,221	1,939,113	2,071,005	2,202,897
Nº de vehículos anuales (sin contar Teu's)	50,793	57,388	63,983	70,577	77,172	83,766	90,361	96,956	103,550	110,145
Nº de vehículos diarios (sin contar Teu's)	139	157	175	193	211	229	248	266	284	302
Nº de vehículos anuales para Teu's	4,500	4,500	4,500	6,496	17,434	28,372	39,309	50,247	61,185	72,123
Nº de vehículos diarios para Teu's	12	12	12	18	48	78	108	138	168	198
Nº de vehículos diarios totales	151	170	188	211	259	307	355	403	451	499
Nº de vehículos diarios totales que utilizan el corredor México - Tuxpan	126	141	156	175	215	255	295	335	375	414
Nº de vehículos diarios totales que utilizan el tramo Tuxpan - Poza Rica	133	149	165	186	228	270	313	355	397	439

*Calculado a partir del movimiento de carga en el puerto de Tuxpan.

57

Tabla (2.2.2)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

PROYECCION VEHICULAR AL AÑO 2000

TRAMO	LONG. (km)	% FUTURO AÑO 2000			VS					IDPA 2000	VH 2000	N. S. 2000
		A	B	C	A	B	C	D	E			
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCIN	11.97	0.60	0.10	0.30	2,291	3,818	5,091	6,045	6,364	15,248	1,174	A
T. C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	0.60	0.10	0.30	78	296	591	1,130	2,045	15,774	1,215	E
XOMETLA - T. DER. OTUMBA*	9.50	0.60	0.10	0.30	2,418	3,564	4,646	5,728	6,364	15,774	1,215	A
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	0.60	0.10	0.30	2,415	3,559	4,640	5,721	6,356	11,223	864	A
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTÉ)	26.32	0.60	0.10	0.30	2,412	3,554	4,633	5,712	6,347	8,365	644	A
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTÉ) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	0.60	0.10	0.30	2,412	3,555	4,634	5,713	6,348	8,595	662	A
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	0.72	0.07	0.20	59	108	189	267	596	9,767	781	F
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE	7.94	0.73	0.07	0.20	98	237	399	593	1,223	9,767	781	E
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCES	7.47	0.69	0.07	0.24	101	242	407	603	1,076	7,853	636	E
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPÉTL DE JUÁREZ (2°	11.27	0.69	0.07	0.24	68	120	199	278	507	7,853	636	F
T. DER. XICOTEPÉTL DE JUÁREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	17.44	0.68	0.07	0.25	88	220	395	591	1,075	5,189	457	D
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	0.66	0.10	0.25	94	222	410	622	1,160	3,884	303	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	0.67	0.10	0.23	96	228	420	638	1,190	8,459	660	E
TIHUATLAN - TUXPAN												
DÉL Km 224+985 AL 243+670	18.68	0.66	0.10	0.24	NA	640	861	1,058	1,230	5,054	394	B
DÉL Km 243+670 AL 257+360	13.70	0.66	0.10	0.24	1,498	2,496	3,328	3,952	4,160	5,054	394	A
DÉL KM 257+360 AL 260+868	3.51	0.66	0.10	0.24	2,363	3,939	5,252	6,237	6,565	5,054	394	A

*Tramo en construcción, actualmente se utiliza T.C (Ent. Morelos-Pirámides) - T. Der Otumba

VS : Volumen de servicio

VH : Volumen horario

NS : Nivel de servicio

Nota. El V.H. y el N.S. se calcularon a partir del Manual de Capacidad Vial y el TOPA se proyectó a partir de los datos de 1992 a 1997

Tabla (2.2.3) continúa

Tramo que cambia de nivel de servicio en el transcurso del año 2000 al 2008

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

PROYECCION VEHICULAR AL AÑO 2002

TRAMO	LONG. (km)	% FUTURO AÑO 2002			VS					TDPA 2002	VH 2002	N. S. 2002
		A	B	C	A	B	C	D	E			
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCIN	11.97	0.60	0.10	0.30	2,289	3,815	5,087	6,041	6,359	15,394	1,185	A
T. C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	0.60	0.10	0.30	78	295	591	1,129	2,043	17,033	1,312	E
XOMETLA - T. DER. OTUMBA*	9.50	0.60	0.10	0.30	2,417	3,562	4,644	5,725	6,361	17,033	1,312	A
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	0.60	0.10	0.30	2,414	3,557	4,637	5,717	6,352	12,278	945	A
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	0.60	0.10	0.30	2,410	3,551	4,629	5,707	6,341	9,103	701	A
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	0.60	0.10	0.30	2,410	3,552	4,630	5,709	6,343	9,464	729	A
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	0.72	0.07	0.20	59	107	188	265	593	10,512	841	F
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE.	7.94	0.73	0.07	0.20	97	237	398	591	1,218	10,512	841	E
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCES	7.47	0.69	0.07	0.25	100	241	405	600	1,071	8,263	669	E
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2°	11.27	0.69	0.07	0.25	67	119	198	276	504	8,263	669	F
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	17.44	0.68	0.07	0.26	88	218	392	587	1,067	5,343	470	D
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	0.65	0.10	0.25	93	220	406	617	1,149	4,059	317	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	0.67	0.10	0.24	96	227	418	635	1,184	8,759	683	E
TIHUATLAN - TUXPAN												
DEL Km 224+985 AL 243+670	18.68	0.66	0.10	0.25	NA	633	853	1,048	1,218	5,250	409	B
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	0.66	0.10	0.25	1,488	2,480	3,306	3,926	4,133	5,250	409	A
DEL KM 257+360 AL 260+868	3.51	0.66	0.10	0.25	2,358	3,929	5,239	6,221	6,549	5,250	409	A

*Tramo en construcción, actualmente se utiliza T.C. (Ent. Morelos-Piramides) - T. Der. Otumba

VS : Volumen de servicio

VH : Volumen horario

NS : Nivel de servicio

Nota: El V.H. y el N.S. se calcularon a partir del Manual de Capacidad Vial y el TDPA se proyectó a partir de los datos de 1992 a 1997

Tabla (2.2.3) continúa

Tramo que cambia de nivel de servicio en el transcurso del año 2000 al 2008

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

PROYECCION VEHICULAR AL AÑO 2004

TRAMO	LONG. (km)	% FUTURO AÑO 2004			VS					TDPA	VH	N. S.
		A	B	C	A	B	C	D	E			
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCIN	11.97	0.60	0.10	0.30	2,285	3,809	5,078	6,030	6,348	15,587	1,200	A
T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	0.60	0.10	0.30	78	295	590	1,127	2,040	18,435	1,419	E
XOMETLA - T. DER. OTUMBA*	9.50	0.60	0.10	0.30	2,414	3,558	4,638	5,718	6,353	18,435	1,419	A
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	0.60	0.10	0.30	2,410	3,551	4,630	5,708	6,342	13,473	1,037	A
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	0.59	0.10	0.31	2,404	3,543	4,619	5,694	6,327	9,947	766	A
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	0.60	0.10	0.31	2,405	3,545	4,621	5,697	6,330	10,461	806	A
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	0.72	0.07	0.21	58	106	186	262	585	11,355	908	F
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE.	7.94	0.72	0.07	0.21	97	234	394	585	1,207	11,355	908	E
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCES	7.47	0.68	0.07	0.25	99	238	400	594	1,059	8,738	708	E
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2°	11.27	0.68	0.07	0.25	66	117	195	272	496	8,738	708	F
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	17.44	0.67	0.07	0.27	86	214	386	576	1,048	5,545	488	D
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	0.64	0.09	0.27	92	216	398	603	1,125	4,285	334	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	0.66	0.10	0.24	95	224	413	628	1,170	9,115	711	E
TIHUATLAN - TUXPAN												
DEL Km 224+985 AL 243+670	18.68	0.65	0.10	0.26	NA	620	834	1,025	1,192	5,498	429	B
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	0.65	0.10	0.26	1,466	2,443	3,257	3,868	4,071	5,498	429	A
DEL KM 257+360 AL 260+868	3.51	0.65	0.10	0.26	2,345	3,908	5,210	6,187	6,513	5,498	429	A

*Tramo en construcción, actualmente se utiliza T.C. (Ent. Morelos-Piramides) - T. Der. Otumba

VS : Volumen de servicio

VH : Volumen horario

NS : Nivel de servicio

Nota: El V.H. y el N.S. se calcularon a partir del Manual de Capacidad Vial y el TDPA se proyectó a partir de los datos de 1992 a 1997

Tabla (2.2.3) continúa

Tramo que cambia de nivel de servicio en el transcurso del año 2000 al 2008

87

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

PROYECCION VEHICULAR AL AÑO 2006

TRAMO	LONG. (km)	% FUTURO AÑO 2006			VS					TDPA 2006	VH 2006	N. S. 2006
		A	B	C	A	B	C	D	E			
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCIN	11.97	0.60	0.10	0.30	2,282	3,803	5,070	6,021	6,338	15,781	1,215	A
T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	0.60	0.10	0.30	78	294	589	1,126	2,037	19,939	1,535	E
XOMETLA - T. DER. OTUMBA*	9.50	0.60	0.10	0.30	2,412	3,554	4,634	5,713	6,347	19,939	1,535	A
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	0.60	0.10	0.31	2,407	3,547	4,624	5,701	6,335	14,771	1,137	A
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO. - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	0.59	0.10	0.31	2,401	3,538	4,612	5,686	6,317	10,857	836	A
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	0.59	0.10	0.31	2,402	3,540	4,614	5,689	6,321	11,549	889	A
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	0.72	0.07	0.21	58	105	184	259	579	12,254	980	F
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUÉ.	7.94	0.72	0.07	0.21	96	233	392	582	1,199	12,254	980	E
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCES	7.47	0.68	0.07	0.26	99	236	397	589	1,051	9,231	748	E
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2°	11.27	0.68	0.07	0.26	66	116	193	269	490	9,231	748	F
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	17.44	0.66	0.07	0.27	85	212	381	569	1,035	5,750	506	D
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	0.63	0.09	0.27	91	213	393	596	1,111	4,516	352	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	0.66	0.10	0.25	94	222	410	622	1,160	9,480	739	E
TIHUATLAN - TUXPAN												
DEL Km 224+985 AL 243+670	18.68	0.64	0.09	0.27	NA	611	822	1,010	1,175	5,753	449	B
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	0.64	0.09	0.27	1,451	2,419	3,225	3,830	4,031	5,753	449	A
DEL KM 257+360 AL 260+868	3.51	0.64	0.09	0.27	2,336	3,893	5,191	6,165	6,489	5,753	449	A

*Tramo en construcción, actualmente se utiliza T.C. (Ent. Morelos-Pirámides) - T. Der. Otumba

VS : Volumen de servicio

VH : Volumen horario

NS : Nivel de servicio

Nota: El V.H. y el N.S. se calcularon a partir del Manual de Capacidad Vial y el TDPA se proyecto a partir de los datos de 1992 a 1997

Tabla (2.2.3) continúa

Tramo que cambia de nivel de servicio en el transcurso del año 2000 al 2008

67

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

PROYECCION VEHICULAR AL AÑO 2008

TRAMO	LONG. (km)	% FUTURO AÑO 2008			VS					TDPA 2008	V.H. 2008	N. S. 2008
		A	B	C	A	B	C	D	E			
T. DER. TEXCOCO - X. C. (VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TULANCIN	11.97	0.59	0.10	0.31	2,277	3,796	5,061	6,010	6,326	15,975	1,230	A
T.C. (ENT. MORELOS - PIRAMIDES) - T. DER. OTUMBA	10.00	0.60	0.10	0.30	78	294	588	1,125	2,035	21,555	1,660	E
XOMETLA - T. DER. OTUMBA*	9.50	0.60	0.10	0.30	2,410	3,551	4,629	5,707	6,341	21,555	1,660	A
T. DER. OTUMBA - X. C. (TIZAYUCA - OTUMBA)	6.06	0.59	0.10	0.31	2,404	3,543	4,619	5,694	6,327	16,180	1,246	A
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. HGO - X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE)	26.32	0.59	0.10	0.31	2,398	3,531	4,603	5,675	6,306	11,838	911	A
X. C. (CALPULALPAN - EL OCOTE) - T. C. (PACHUCA - TULANCINGO)	19.91	0.59	0.10	0.31	2,398	3,534	4,607	5,680	6,311	12,736	981	A
T. IZQ. HUAYACOCOTLA - T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO)	8.54	0.71	0.07	0.22	57	104	182	256	573	13,213	1,057	F
T. IZQ. ACAXOCHITLAN (2° ACCESO) - LIM. EDOS. TERM. HGO. PPIA. PUE	7.94	0.72	0.07	0.22	96	231	389	577	1,191	13,213	1,057	E
T. DER. HUAUCHINANGO (2° ACCESO) - T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCES	7.47	0.67	0.07	0.26	98	234	393	583	1,040	9,745	789	E
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPÉTL DE JUAREZ (2°	11.27	0.67	0.07	0.26	65	114	191	265	483	9,745	789	F
T. DER. XICOTEPÉTL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA ÁVILA CAMACHO	17.44	0.65	0.07	0.28	84	208	374	559	1,015	5,958	524	D
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	0.62	0.09	0.29	89	209	384	582	1,086	4,753	371	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	0.65	0.10	0.25	93	220	405	615	1,147	9,853	769	E
TIHUATLAN - TUXPAN												
DEL Km 224+985 AL 243+670	18.68	0.63	0.09	0.28	NA	597	804	987	1,148	6,012	469	B
DEL Km 243+670 AL 257+360	13.70	0.63	0.09	0.28	1,428	2,381	3,174	3,789	3,968	6,012	469	A
DEL KM 257+360 AL 260+868	3.51	0.63	0.09	0.28	2,322	3,870	5,160	6,128	6,450	6,012	469	A

*Tramo en construcción, actualmente se utiliza T.C. (Ent. Morelos-Piramides) - T. Der. Otumba

VS : Volumen de servicio

VH : Volumen horario

NS : Nivel de servicio

Nota: El V.H. y el N.S. se calcularon a partir del Manual de Capacidad Vial y el TDPA se proyectó a partir de los datos de 1992 a 1997

Tabla (2.2.3)

Tramo que cambia de nivel de servicio en el transcurso del año 2000 al 2008

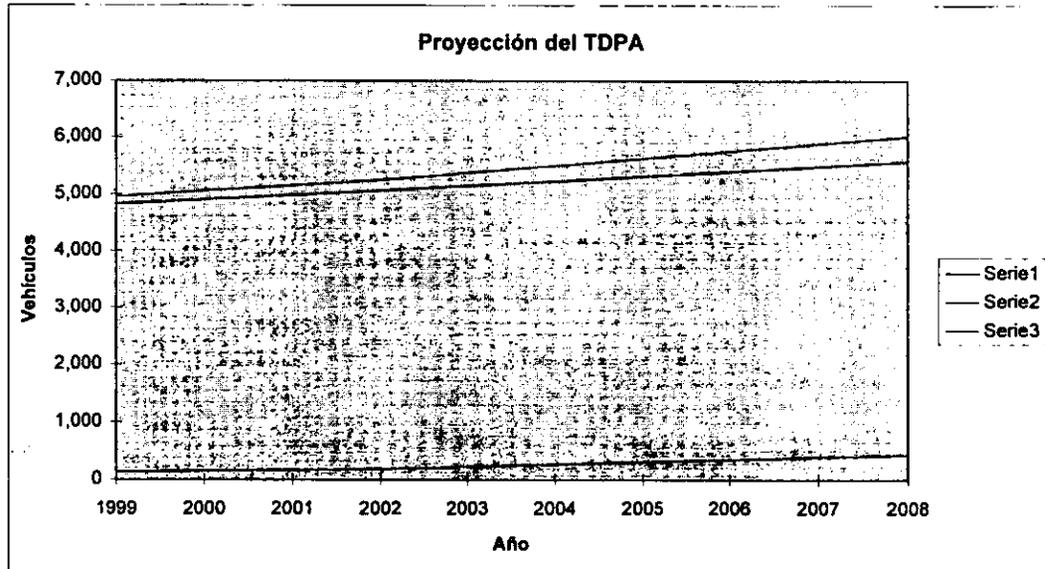
ESTOS TESTS NO DEBE SER DE LA INDUSTRIA 80

PROYECCION DEL TDPA DEL KM. 224 AL 243 DEL TRAMO TIHUATLAN - TUXPAN

TRAMO	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
TDPA original	(Serie 1)	4,827	4,905	4,984	5,064	5,145	5,228	5,313	5,398	5,485	5,573

Incremento de camiones por el puerto	(Serie 2)	133	149	165	186	228	270	313	355	397	439
--------------------------------------	-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TDPA total	(Serie 3)	4,960	5,054	5,149	5,250	5,373	5,498	5,626	5,753	5,882	6,012
------------	-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



Gráfica (2.2.4)

III.CONSTRUCCION DE NUEVAS INSTALACIONES Y/O INFRAESTRUCTURA, EMPLEANDO PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y ECONOMICOS.

3.1 PUERTO.

En los capítulos anteriores se hizo una presentación a cerca del Puerto de Tuxpan, así como sus perspectivas a futuro, a partir de esto se propone en este capítulo algunas mejoras en el puerto para un mejor crecimiento del mismo.

En los muelles del puerto, en general se cuenta con la capacidad necesaria para atender el movimiento de carga esperado en años futuros, excepto para el movimiento de carga general y contenedores. En el caso de la carga general las posiciones de atraque con que se cuenta para este tipo de movimiento no serán suficientes para el año 2004 y para los contenedores como se mencionó, no existen actualmente posiciones de atraque.

En principio lo que se puede hacer, es una redistribución de las posiciones de atraque con que cuenta actualmente el puerto, ya que para granel agrícola se tiene una capacidad potencial, en el caso de los muelles de 2,729,108 ton, sin embargo para el año 2008 se moverán solamente 1,354,790 ton, por lo que estará sobrado con respecto a ese tipo de producto, dado lo anterior se puede reducir el porcentaje de las posiciones de atraque para el movimiento de granel agrícola en el Muelle Fiscal de 87 % que actualmente ocupa, a un 60 %, teniendo así disponible un 27 % del porcentaje de atraque del Muelle Fiscal para otro tipo de producto.

Por otro lado, el granel mineral no es un producto que se maneje comúnmente en el Puerto de Tuxpan, así que se puede ocupar el porcentaje de las posiciones de atraque que se tienen disponibles para el movimiento del granel mineral en los muelles de Transunisa que representan un 24 %, quedando para éste tipo de producto el 5 % de las posiciones de atraque del Muelle Fiscal.

Con los movimientos anteriores en el porcentaje de las posiciones de atraque, se tienen libres 27 % de las pociones de el Muelle Fiscal y 24 % en el muelle de Transunisa, que se pueden utilizar para el movimiento de contenedores. En la tabla (3.1.1) se muestran los cambios efectuados a la tabla original que era la (1.3.1.1), así como la capacidad potencial modificada, para cada tipo de producto.

Como se puede observar en la tabla (3.1.1) la capacidad potencial para mover granel agrícola, aun con los cambios realizados, sería todavía suficiente, dado que la empresa Transferencias Graneleras también ofrece éste servicio, sin embargo aquí es importante hacer notar que la mayor parte de los productos

Capacidad Potencial de Carga y Descarga del Puerto de Tuxpan

Tipo de carga	Instalaciones	Toneladas Actuales	Posiciones de Atraque	Rendimiento (THM)	Capacidad Potencial	Capacidad Potencial Total
Genera Fraccionada	Fiscal		0.00	45		
	Trans.	9,768	0.02	45	5,519	
General Unitizada	Fiscal	46,224	0.07	130	55,801	
Granel Agrícola	Fiscal	613,438	0.60	238	875,650	
Granel Mineral	Fiscal	33,447	0.05	102	31,273	
Fluidos	Fiscal	11,248	0.02	345	42,311	
	Exxo	56,890	1.00	345	1,511,100	
Contenedores	Fiscal		0.27	15*	24,835	

* Teu's/hora

THM : Toneladas Hora Muelle

Nota: Capacidad calculada a partir de la Tabla (1.3.1.1) del capítulo 1

Tabla (3.1.1)

graneleros se mueven en el Muelle Fiscal (84 %), por lo que se tiene que fomentar el uso de el muelle de Transferencias Graneleras, aunque su capacidad de ésta empresa es de 400,000 ton anuales, que está regida por su capacidad de almacenamiento, ya que la descarga del granel en éste muelle se realiza hacia los silos y no a los camiones como se hace en el Muelle Fiscal. Por otra parte se cuenta con los silos de GITSA que tienen una capacidad anual de 200,000 ton, pero no cuenta con un muelle actualmente, sin embargo para el año 2000 éstas instalaciones ya contarán con uno, así que, entre Transferencias Graneleras y GITSA podrán mover 640,000 ton anuales y en el Muelle Fiscal se podrán mover 875,650 ton, dando un total de 1,515,650 ton anuales suficiente para atender la demanda hasta el 2008.

Continuando con los contenedores, los porcentajes asignados de posiciones de atraque, representán una capacidad de movimiento anual de 46,910 teu's, suficiente para atender la demanda hasta el año 2005, y para el caso de la carga general en el año 2004 las posiciones de atraque que tiene destinadas ya no serán suficientes.

Por lo tanto, para el movimiento de carga general y de contenedores es necesario construir otro u otros muelles afín de poder atender la demanda esperada, esta ampliación se deberá realizar para el año 2004. A continuación se presenta el cálculo del porcentaje adicional que se requerirá para el movimiento de contenedores y de carga general.

Contenedores. La fórmula para determinar la capacidad es:

Capacidad : $C = R \cdot D \cdot H \cdot P \cdot POO$...(ec. 1)

donde

R: Rendimiento (en Teu's/Hora)
D: Días laborables en el año
H: Horas trabajadas al día
P: Porcentaje de posiciones de atraque
POO: Porcentaje optimo de ocupación

Los datos que se tienen son los siguientes:

Capacidad actual para mover contenedores = 46,910 Teu's
Capacidad requerida para mover contn. en el año 2008 = 72,000 Teu's
R = 15 Teu's / hora
D = 365 días/año
H = 24 horas/día
POO = 70 %

Despejando de la ecuación 1 el porcentaje de ocupación:

$$P = \frac{C}{R \cdot D \cdot H \cdot POO} \quad \dots(\text{ec. 2})$$

Como ya se cuenta con cierta capacidad $C = 72,000 - 46,910 = 25,090$ Teu's

por lo tanto los Teu's que no se podrán atender serán $= 25,090$ Teu's

Por lo que estos Teu's requerirán de otro porcentaje de ocupación de muelles. Sustituyendo valores en la ec. 2 se tiene que:

$$P = \frac{25090}{15 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0.70} = 0.27$$

Carga general. Para la carga general la fórmula de la capacidad es la misma que para los contenedores excepto en el rendimiento que se da en toneladas por hora.

Los datos que se tienen son los siguientes:

Capacidad actual = 476,982 Ton

Capacidad requerida para el 2008 = 625,830 Ton

Diferencia = 148,848 Ton

H = 24 hr/día

D = 365 días/año

R = 130 Ton/hora

POO = 0.70

Por lo tanto:

$$P = \frac{148,848}{24 \cdot 365 \cdot 130 \cdot 0.70} = 0.19$$

Como resultado de los cálculos anteriores se ha determinado que se requiere de 27 % más de ocupación de los muelles de Transunisa o del Fiscal para el movimiento esperado de contenedores en el año 2005, y de 19 % para el movimiento de la carga general esperada para el año 2004, lo que representa un total de 46 %, lo anterior se traduce a la necesidad de crear otro tramo de atraque, ya que tanto el Muelle Fiscal como el de Transunisa cuentan con dos tramos y multiplicando el porcentaje de ocupación por el número de tramos ($0.46 \times 2 = 0.92$) da como resultado que se requiere de otro tramo de atraque.

III. Const. de nuevas instalaciones y/o infraestructura, empleando procedimientos constructivos y económicos.

Este tramo es conveniente construirlo en las instalaciones de Transunisa ya que se cuenta con el espacio adecuado para la instalación de otro frente. La longitud actual del muelle de Transunisa es de 227 m con dos pociões de atraque, por otra parte el barco tipo que atiende la empresa es de 5,000 ton con una eslora de 103 m y manga de 15.4 m, por lo cual la longitud adicional de muelle que se requiere será de:

$$\text{Longitud del muelle} = \text{Eslora} + 2 \text{ manga}$$

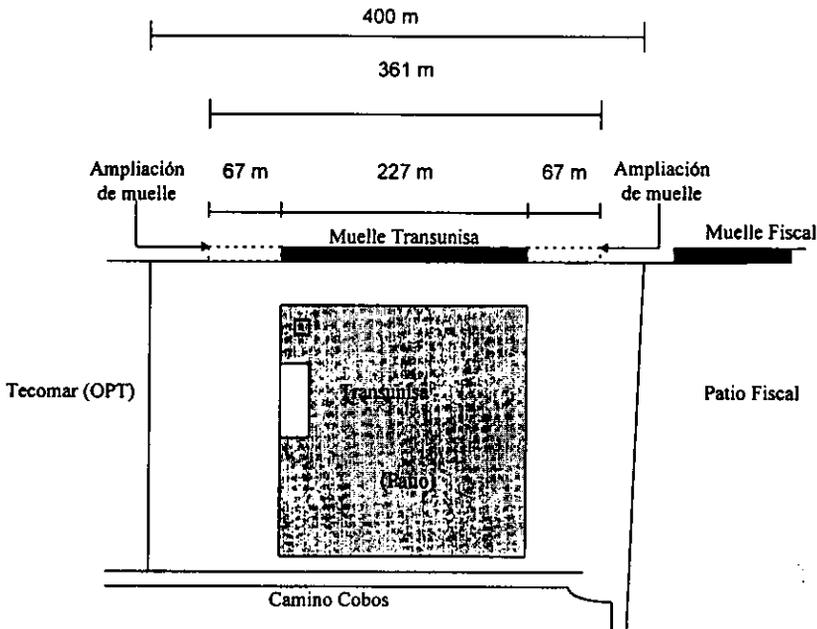
Por lo tanto:

$$L = 103 + 2(15.4) = 134 \text{ m}$$

De acuerdo al cálculo anterior la longitud total del muelle de Transunisa será de:

$$\text{Long. Total} = 227 + 134 = 361 \text{ m}$$

El esquema general de las instalaciones de Transunisa se presenta a continuación.



Como se puede observar en el croquis anterior la ampliación del muelle de Transunisa debe realizarse a ambos lados, cabe mencionar que Transunisa utiliza como muelle un chalan metálico, y que se piensa sustituir próximamente por un muelle de concreto.

Para el caso de la capacidad de almacenamiento, en las gráficas de los pronósticos de carga se puede observar que en los graneles agrícolas, ésta capacidad se ve rebasada, sin embargo como ya se menciono buena parte de la descarga de éste producto se realiza directamente a los camiones (esto es en el Muelle Fiscal) por lo que no se tiene problemas de almacenamiento para éste tipo de productos. Para el caso de la carga general y los contenedores probablemente se tendrá que realizar una ampliación en los patios para aumentar su capacidad, pero esto sería hasta el año 2007, por lo que es recomendable no hacer en años próximos ninguna ampliación, y realizar una nueva proyección del movimiento de carga en el año 2006 para ver si verdaderamente se requiere aumentar la capacidad de almacenamiento en el año 2007.

Para el caso de los fluidos, el 45 % de la descarga de estos, se realiza directamente a pipas, éste procedimiento se sigue en el Muelle Fiscal y en Bodel, En Exxo que es donde se maneja el otro 55 % de los líquidos, la descarga de los barcos se realiza hacia tanques de almacenamiento, que tienen una capacidad de 60,000 ton anuales.

Como Exxo mueve el 55 % de los líquidos, en el año 2000 se verá rebasada su capacidad de almacenamiento, por lo que se tendrán que construir nuevos tanques de almacenamiento. Se puede realizar ésta ampliación de la capacidad en dos partes, la primera para atender la demanda hasta el año 2004 y la segunda que sería realizada en el año 2004 para atender la demanda al 2008. La capacidad adicional que se requiere para la primera etapa es de 34,720 ton, dado que para el año 2004 el movimiento esperado será de 172,218 ton, de las cuales el 55 % se moverá en las instalaciones de Exxo, lo que representan 94,720 ton, pero como, su capacidad de almacenamiento actual es de 60,000 ton la diferencia es de 34,720 ton.

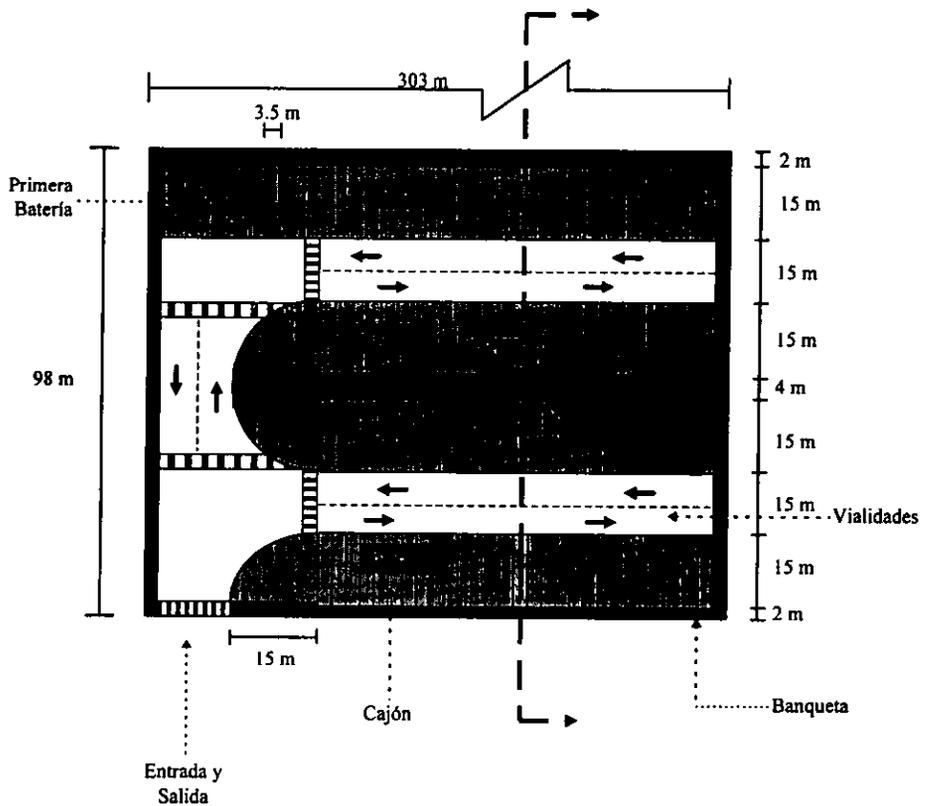
Para atender esta capacidad es necesario construir otro u otros tanques de almacenamiento. Actualmente el volumen total de los tanques es de 13,000 m³, con una capacidad de 60,000 ton, así es que, por cada metro cúbico se pueden almacenar 4.6 ton ($60,000/13,000 = 4.6$), y si necesitamos almacenar 34,720 ton adicionales, se requerirá de 7,548 m³ ($34,720/4.6 = 7,548$) más. Los tanques que se necesitan para cubrir ésta demanda se pueden dimensionar según las condiciones de espacio con que cuente la empresa.

Por otra parte se ha mencionado que el Puerto de Tuxpan cuenta solamente con carretera, por lo cual es importante contar con un buen enlace, entre el transporte marítimo y el carretero. El camino, que une a las instalaciones portuarias con la carretera es de concreto asfáltico con un ancho de 7 m y 8 km de longitud, la capacidad de dicha calzada es suficiente para atender el movimiento de tractores con sus respectivos remolques hasta el año 2008, sin embargo sería conveniente que se reencarpetara, ya que su superficie de rodamiento no se encuentra en buenas condiciones.

Por otra parte, como se mencionó en el capítulo primero, existe una prohibición para utilizar como estacionamiento la vialidad que comunica al puerto con la carretera, por lo cual es necesario que los distintos operadores en el puerto tengan destinados espacios para el estacionamiento de vehículos en espera de carga y descarga. Por lo expuesto anteriormente sería conveniente que en el Puerto de Tuxpan se construyera una zona especial para el estacionamiento de los vehículos hasta su autorización de entrada al puerto, y así no restar espacio dentro de los patios de las diferentes operadoras del puerto.

El estacionamiento se puede proyectar en dos etapas, en la primera se construiría un estacionamiento con capacidad para alojar los vehículos esperados diariamente hasta el año 2004 y en la segunda sería una ampliación en el 2004 para atender la demanda proyectada al 2008. El dimensionamiento del estacionamiento se realizará en base a las medidas recomendadas por el libro de Estacionamientos de Rafael Cal y Mayor; considerando que los vehículos que utilizarán el estacionamiento son tractores con un semiremolque, con una longitud total de 13.75 m el cajón debe ser de 15.00 m de largo por 3.50 m de ancho, además para estacionamientos a 90 grados se recomienda que exista un ancho de calzada de 15 m, por otra parte los cajones requeridos son 307. A continuación se muestra un croquis general del estacionamiento. Las medidas del estacionamiento son de 303 m de largo por 98 m de ancho, teniendo una capacidad total para 316 tractores con su respectivo semiremolque, de la cual en la primera batería se pueden estacionar 85 tractores y 77 tractores en cada una de las tres siguientes baterías.

Croquis de Estacionamiento



3.2 CARRETERA.

Partiendo del análisis de capacidad que se realizó en el capítulo primero y segundo, de la carretera Valle de México - Tuxpan, se presentará en este capítulo una alternativa para mejorar la capacidad de esta vía de comunicación. Cabe mencionar que el nivel de servicio "C" es el más desfavorable deseado en una carretera, para una operación adecuada de la misma, por lo que éste nivel será el mínimo aceptado, cualquier tramo con un nivel de servicio menor se considerará que no cuenta con la capacidad suficiente, por lo que se planteará una solución para subir su nivel de servicio al mínimo establecido o uno mayor ("A" o "B").

En principio se mencionará que el tramo Valle de México - Tulancingo, se encuentra en un nivel óptimo de servicio, al igual que el tramo Tihuatlán - Tuxpan (ambos con un nivel de servicio "A"), por otra parte se está realizando la construcción de la autopista de cuatro carriles Asunción - Tejocotal y próximamente comenzará la construcción del tramo Tejocotal - Nuevo Necaxa que se tiene planeado terminarlo en el año 2000. Por lo anteriormente expuesto se considera que hasta Nuevo Necaxa no se requerirá proponer alguna otra mejora, pero apartir de éste punto hasta Tihuatlán la carretera se encuentra ya en malas condiciones, presentando niveles de servicio de "D", "E" y "F", excepto el tramo de Venustiano Carranza - Poza Rica, que tiene un nivel de servicio C y así se conserva hasta el año 2007, por lo que en éste tramo no requiere aumentar su capacidad actualmente, sin embargo en los otros tramos carreteros que conforman la carretera Nuevo Necaxa - Tihuatlán, si se necesita aumentar su capacidad, por lo que se planteará en seguida una solución a éste problema.

La propuesta para mejorar la capacidad de la actual carretera y con esto su nivel de servicio, es aumentando su número de carriles de dos a cuatro, con un ancho por carril de 3.00 m y un acotamiento de 0.60 m.

Se llegó a la solución anterior después de analizar otras opciones, como fue, aumentar el ancho de los carriles que se tenían sin aumentar su número y ampliando el acotamiento (2 carriles de 3.50 m y acotamientos de 1.80 m) sin embargo las medidas anteriores no eran suficientes para los requerimientos de capacidad de la carretera. También se penso en construir un tercer carril de ascenso, éste tercer carril se ocupa para mejorar la capacidad en rampas, y una vez terminada la rampa la carretera continuaría siendo de dos carriles y con la misma saturación por lo que se crearía un cuello de botella.

Debido a lo anterior, se considera que es necesario ampliar la carretera a cuatro carriles, en la tabla (3.2.1) se puede observar que la ampliación que se tendría que realizar sería de entre 3.20 y 3.70 m en una longitud total de 85.81 km, lo que representa una inversión aproximada de 858 millones de pesos, además se

tendría que invertir 49 millones de pesos en el mejoramiento del tramo T. izq. Venustiano Carranza - T. der. Poza Rica realizando un reencarpetado, por lo tanto el costo total sería de 907 millones de pesos.

En la tabla (3.2.2) se puede observar que los niveles de servicio al realizar la ampliación a cuatro carriles pasa a ser de "B" y así se conserva hasta el año 2008 excepto para el tramo T. der. Nuevo Necaxa - T. der. Xicotepetl de Juárez, que pasa a un nivel "C", por otra parte del T. izq. Venustiano Carranza a los límites de los estados de Puebla y Veracruz, el nivel de servicio en el año 2008 pasa de "C" a "D", por lo que es conveniente realizar un estudio en años próximos para determinar si la tasa de crecimiento vehicular se mantiene, si es así, se tendrá que mejorar el tramo.

Con la ampliación propuesta y la autopista alterna al tramo que va del entronque de la carretera Mex 132 con la Mex 130 hasta Nuevo Necaxa, se tendrá un ahorro en los costos de operación entre el 12 y el 28 % de acuerdo al tipo de vehículo que se trate. En la tabla siguiente se muestran los costos de operación actuales, y los que se tendrían con la ampliación y utilizando la autopista.

Carretera	Long. (km)	Costos de operación por vehículo (\$) ²²						
		Tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S3-R4
México - Tuxpan (actualmente)	298	1,032	2,315	2,391	2,739	3,986	4,206	5,301
México - Tuxpan (con ampliación y autopista)	290	823	2,047	1,719	1,969	3,502	3,696	4,658
% de ahorro		20%	12%	28%	28%	12%	12%	12%

A los costos de operación anteriores se les tiene que agregar la tarifa de las casetas, ya que se tiene contemplado que el libramiento de Tulancingo y el tramo Tejocotal - Nuevo Necaxa operen como autopistas, en la tabla siguiente se muestra el costo de operación más la cuota de las casetas, ésta se cálculo apartir de la cuota que se cobra en la autopista México - Veracruz.

²² Costos calculados a partir de la publicación N° 30 del IMT (Costos de Operación)

Carretera	Long. (km)	Costos de operación por vehículo (\$) + casetas ²³						
		Tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S3-R4
México - Tuxpan (actualmente)	298	1,069	2,412	2,466	2,874	4,007	4,438	5,627
México - Tuxpan (con ampliación y autopista)	290	901	2,220	1,870	2,180	3,662	4,119	5,179
% de ahorro		16%	8%	24%	24%	9%	7%	8%

Como se puede ver en la tabla los costos de operación más los de las casetas en la carretera México - Tuxpan con la ampliación y utilizando la autopista son menores a los de la carretera actual, en porcentajes comprendidos entre el 7 y 24 %.

Además del ahorro que se presentan en los costos de operación al mejorar el nivel de servicio en la carretera, también los tiempos de recorrido tienden a disminuir, debido a que se pueden desarrollar mayores velocidades, a continuación se presentan los tiempos de recorrido actualmente de la carretera México - Tuxpan, y los que se tendrían con la ampliación y utilizando la autopista que esta en construcción.

Carretera	Long. (km)	Tiempos de recorrido (hr) ²⁴		
		Tipo de vehículo		
		Automóvil	Autobús	Camión
México - Tuxpan (actualmente)	298	5.07	5.96	6.76
México - Tuxpan (con ampliación y autopista)	290	3.85	4.53	5.15
% de ahorro		24%	24%	24%

En la tabla anterior se puede observar que los tiempos de recorrido disminuyen considerablemente (24 %) con la ampliación y utilizando la autopista.

Por otra parte, como se recordara los costos de operación más los de las casetas eran menores en la carretera México - Tuxpan que en la México - Veracruz, y los tiempos eran mayores en un 8 %, pero con la modernización de la primera los costos y los tiempos son los siguientes:

²³ El costo de las casetas se supuso a partir de lo que se cobra en la carretera México - Veracruz.

²⁴ Los tiempos de recorrido se calcularon a partir de los niveles de servicio y utilizando el Manual de Capacidad Vial.

Carretera	Long. (km)	Costos de operación por vehículo + casetas (\$) ²⁵						
		Tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S3-R4
México - Veracruz	421	1,342	3,163	2,601	2,911	5,361	5,899	7,172
México - Tuxpan (con ampliación y autopista)	290	901	2,220	1,870	2,180	3,662	4,119	5,179
% de ahorro		33%	30%	28%	25%	32%	30%	28%

Carretera	Long. (km)	Tiempos de recorrido (hr) ²⁶		
		Automóvil	Autobus	Camión
México - Veracruz	421	4.68	5.5	6.24
México - Tuxpan (con ampliación y autopista)	290	3.85	4.53	5.15
% de ahorro		18%	18%	18%

En las tablas antes presentadas, se puede observar que con la ampliación y la nueva autopista el porcentaje de ahorro de los costos de operación en la carretera México - Tuxpan son de un 30 % en promedio, con respecto de los costos de la México - Veracruz y los tiempos de recorrido que eran mayores para ir a Tuxpan con la mejora de la carretera serían menores en un 18 %.

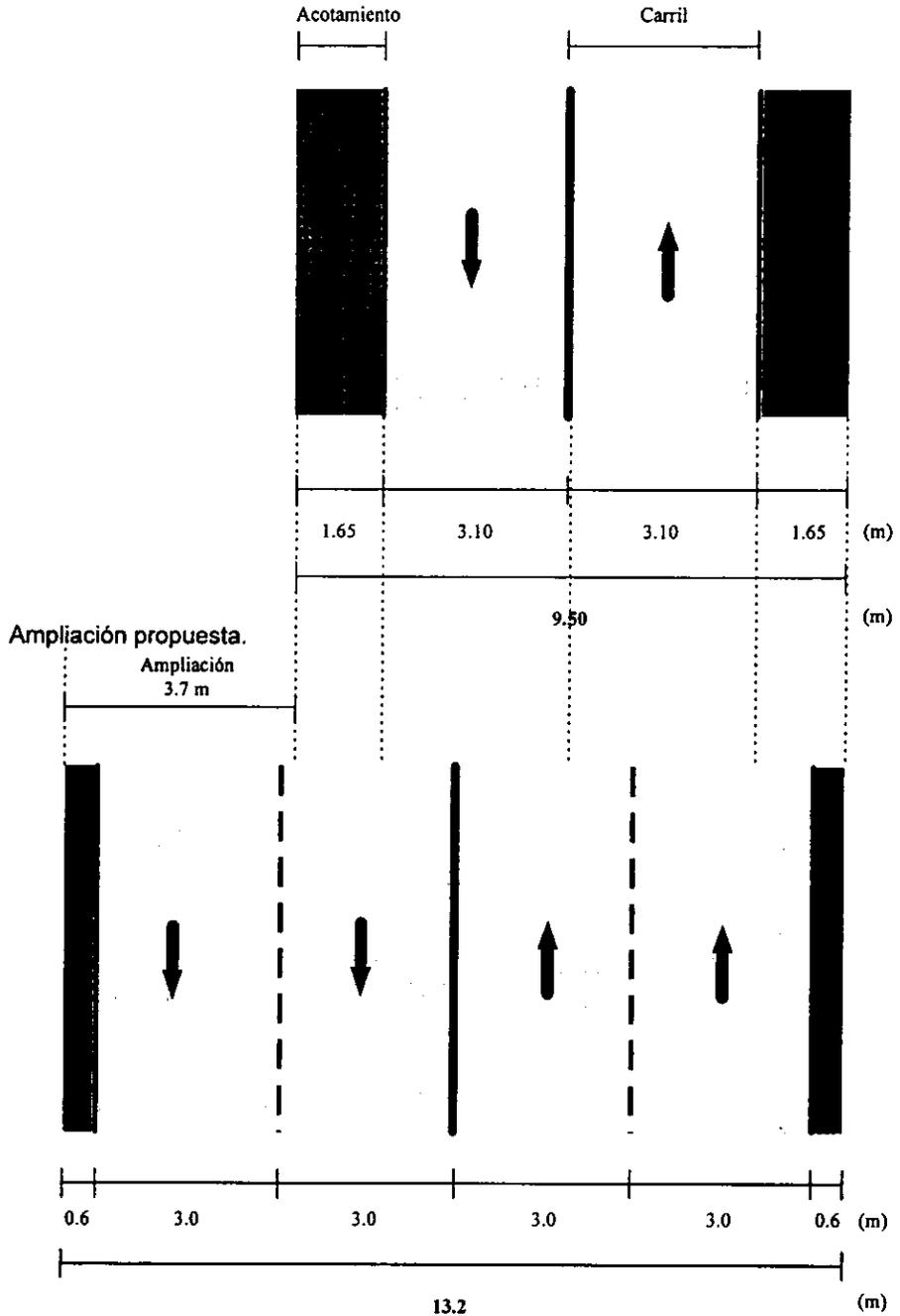
Concluyendo, con la ampliación que se ha propuesto y con el tramo de la autopista de libramiento de Tulancingo hasta Nuevo Necaxa, se tendrá una carretera con una capacidad suficiente y en buenas condiciones para atender la demanda de los vehículos que viajan de el Valle de México a el Puerto de Tuxpan, fomentando así el desarrollo de este último.

En la pagina siguiente se presenta un croquis de la carretera actual y otro con la ampliación propuesta:

²⁵ El costo de las casetas de la carretera México - Tuxpan se supuso a partir de lo que se cobra en la carretera México - Veracruz y los de esta última los proporciono la Unidad de Autopistas Consecionadas.

²⁶ Los tiempos de recorrido se calcularon a partir de los niveles de servicio y utilizando el Manual de Capacidad Vial.

Carretera actual.



CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Propuesta de ampliación

TRAMO	Long. (km)	Carretera actual				Ampliación propuesta				Ampliación necesaria m	Costo de Ampl. (mill. de pesos/km)	Total (en millones)
		Nº de Carr.	Ancho de Carril m	Acot. m	Ancho Total m	Nº de Carr.	Ancho de Carril m	Acot. m	Ancho Total m			
T. DER. NUEVO NECAHA (2º ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2º ACC)	11.27	2	3.00	2.00	10.00	4	3.00	0.60	13.20	3.20	10	113
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2º ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	22.90	2	3.10	1.65	9.50	4	3.00	0.60	13.20	3.70	10	229
VILLA AVILA CAMACHO - PIEDRAS NEGRAS	19.30	2	3.10	1.65	9.50	4	3.00	0.60	13.20	3.70	10	193
PIEDRAS NEGRAS - T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA	12.08	2	3.10	1.65	9.50	4	3.00	0.60	13.20	3.70	10	121
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	2	3.50	1.30	9.60	4	3.00	0.60	13.20	3.60	10	203
Long. total por ampliar											85.81	
											Costo de ampliación propuesta	858
											Costo de recapeado del tramo Venustiano Carranza a Poza Rica	49
											Total	907

Propuesta de reconstrucción del tramo Venustiano Carranza - Poza Rica

TRAMO	Long. (km)	Carretera actual				Costo de Recapeo (\$/m2)	Cost. Recapeo (millés)
		Nº de Carr.	Ancho de Carril m	Acot. m	Ancho Total m		
T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA - LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	18.92	2	3.10	1.65	9.50	214	38,464
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	2	3.50	1.30	9.60	214	10,147
Total							48,612

Nota: El costo de la ampliación es aproximado y lo proporciono Carreteras Federales y el costo del recapeado lo proporciono la Subsecretaria de Infraestructura.

Tabla (3.2.1)

CORREDOR TUXPAN - VALLE DE MEXICO

Propuesta de ampliación : Nivel de servicio*

CARR : TULANCINGO - TUXPAN

TRAMO	LONG. (Km)	TDPA 2000	V.H. 2000	TDPA 2008	V.H. 2008	N° DE CARR.	ANCHO CARR. m	ACOT. m	VS					NS	
									A	B	C	D	E	2000	2008
T. DER. NUEVO NECAXA (2° ACCESO) - T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO)	11.27	7853	636	9745	789	4	3.00	0.60	NA	789	1042	1367	1709	B	C
T. DER. XICOTEPETL DE JUAREZ (2° ACCESO) - VILLA AVILA CAMACHO	22.90	5189	457	5658	524	4	3.00	0.60	NA	1209	1638	2149	2688	B	B
VILLA AVILA CAMACHO - PIEDRAS NEGRAS	19.30	4848	490	5887	595	4	3.00	0.60	NA	1281	1736	2276	2848	B	B
PIEDRAS NEGRAS - T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA	12.08	4848	490	5887	595	4	3.00	0.60	NA	1281	1736	2276	2848	B	B
T. IZQ. VENUSTIANO CARRANZA - LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	18.92	3884	303	4753	371	2	3.10	1.65	82	202	364	547	995	C	D
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER. - T. DER. POZA RICA	4.94	3884	303	4753	371	2	3.60	1.30	90	210	388	588	1095	C	C
T. DER. POZA RICA - TIHUATLAN	20.26	8459	860	9853	769	4	3.00	0.60	NA	1221	1655	2171	2713	B	B
LONGITUD TOTAL		109.67													

TDPA : Tránsito Diario Promedio Anual
V.H. : Volumen Horario

V.S. : Volumen de Servicio
N. S. : Nivel de Servicio

* Calculado a partir del Manual de Capacidad Vial.

TABLAS (3.2.2)

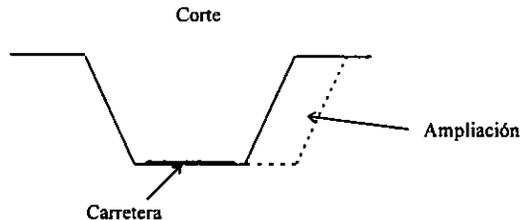
Procedimiento constructivo.

Los procedimientos constructivos que se plantearán en éste trabajo de tesis, serán únicamente los referentes a la ampliación de la carretera, dado que es la que representa mayores problemas en su construcción, ya que no se puede interferir el tráfico vehicular, por lo que se tienen que tomar algunas medidas para afectarlo lo menos posible. La construcción de las instalaciones portuarias no representan en si un problema en la operación del puerto por lo que utilizando procedimientos constructivos comunes se pueden llevar a cabo.

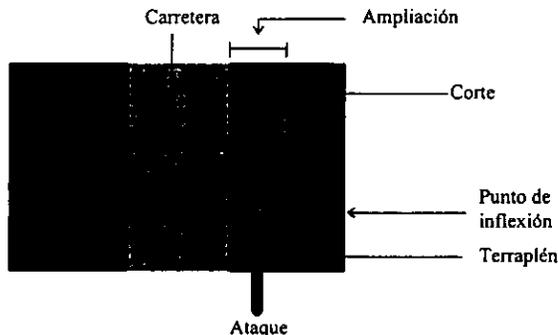
El problema de realizar la ampliación de la carretera Nuevo Necaxa - Tihuatlán, es que actualmente opera en malas condiciones y no se puede cerrar un carril para realizar maniobras, por lo que a continuación se plantearán algunos procedimientos constructivos para ampliar la carretera, de manera que no se interfiera en la circulación, para secciones tipo como son: Cortes, terraplenes, sección en balcón y puentes.

Cortes.

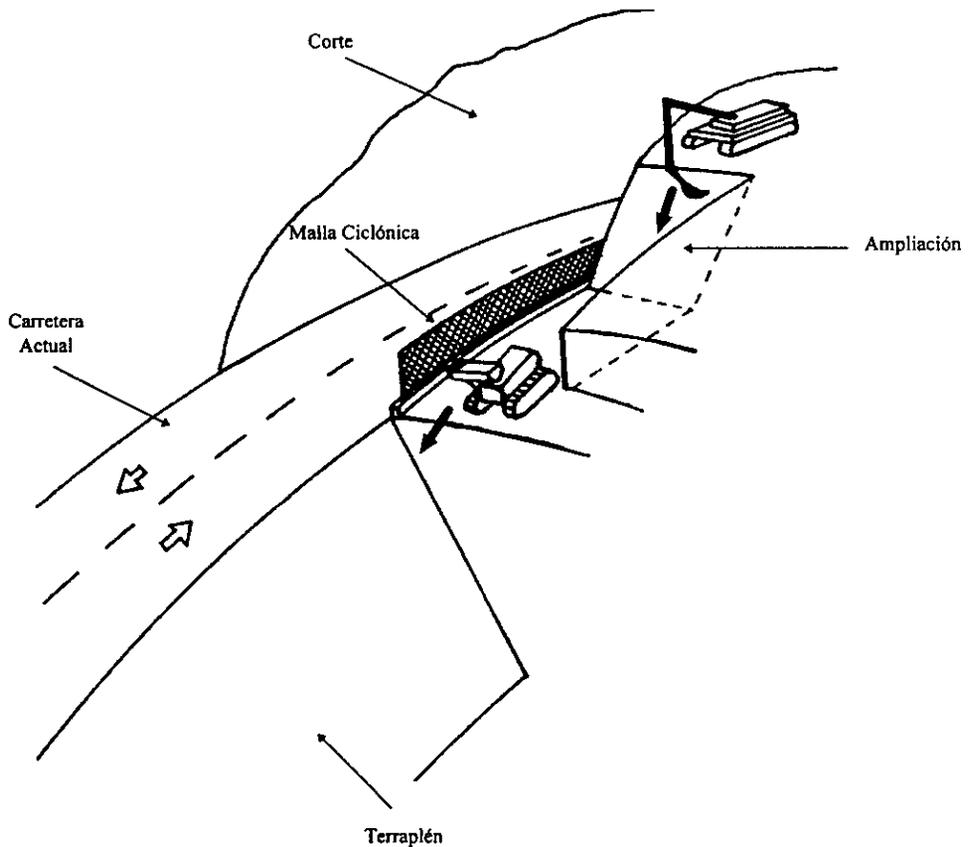
Para realizar la ampliación de la carretera cuando atraviesa un corte, ésta se hará de un sólo lado, en la figura se puede observar la sección de la carretera en un corte y la ampliación que se realizaría.



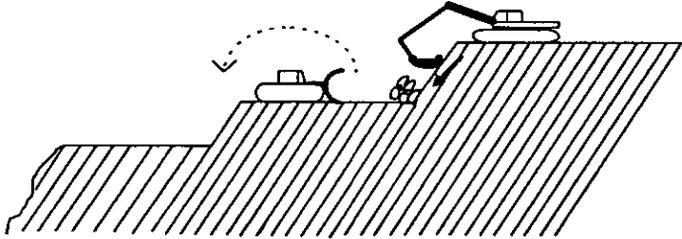
Para hacer la ampliación, el ataque del corte se puede realizar desde un costado, de manera que sea paralelo a la carretera, como se indica en la figura, aprovechando el punto de inflexión entre el terraplén y el corte.



La devastación de la sección requerida se realiza desde el punto de inflexión y se va subiendo por la ladera, éste ataque se puede hacer con una retroexcavadora o un tractor, según el tipo de terreno en el que se esté trabajando. Una vez avanzado el ataque del corte, será necesario utilizar un cargador para desalojar lo devastado de la sección y si el corte es muy largo se utilizarán camiones para llevar el material hasta donde empieza el terraplén, donde será vaciado para poderlo aprovechar en la construcción del mismo, si el material es apropiado, de otra manera se tendrá que buscar un sitio en el cual se pueda depositar. En la figura siguiente se muestra éste procedimiento.



Por otra parte si el terraplén tiene una altura considerable, se tendrá que trabajar en escalones para evitar grandes velocidades en el material devastado. También en cualquier caso se utilizará malla ciclónica a un costado de la carretera para retener el material que pudiera deslizarce hacia ella.

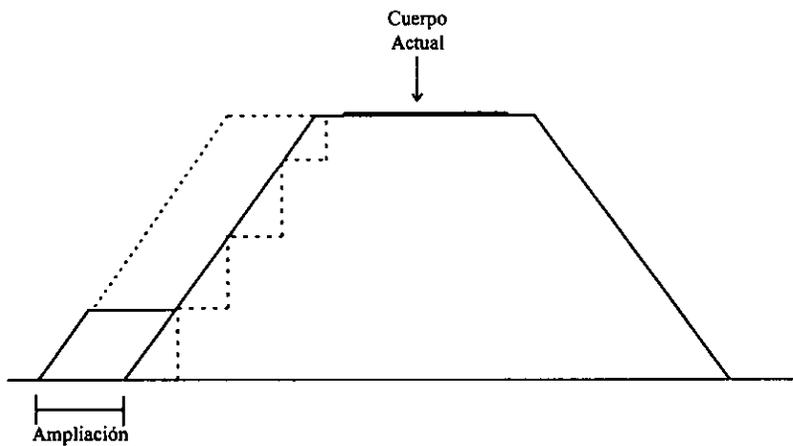


Cuando se concluya la ampliación del corte, se construirá la base y sub-base, así como la carpeta asfáltica, para que una vez terminada totalmente la ampliación se pueda abrir a la circulación vehicular y de esta manera se tenga la posibilidad de cerrar alguno de los carriles actuales para su reconstrucción, una vez concluida ésta, se procederá a abrir el carril a la circulación y reconstruir el otro carril. El proceso de reconstrucción del cuerpo actual antes descrito, se utilizará también para los terraplenes y la sección en balcón.

Terraplén.

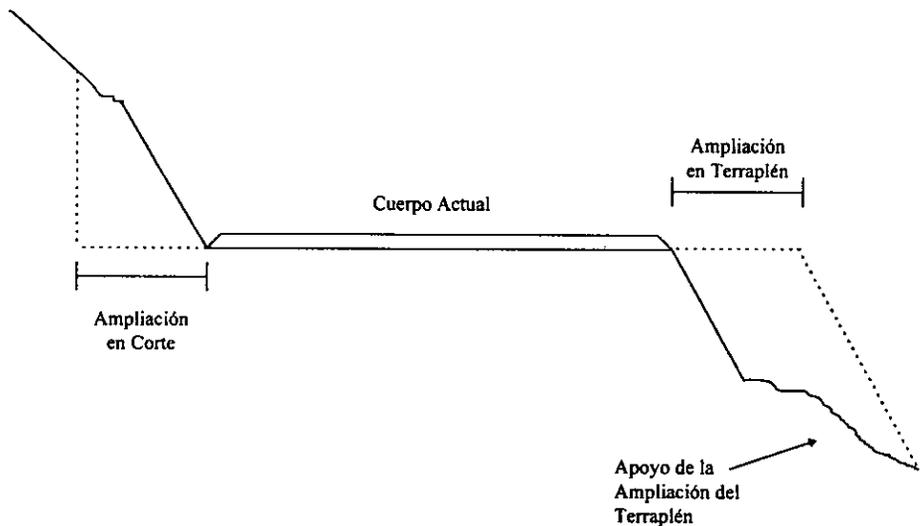
Para el caso de la ampliación de los terraplenes, se podrá utilizar el material resultante de los cortes, si éste fue aprobado previamente por el laboratorio, en caso contrario se tendrá que buscar un banco de material cercano al lugar donde se realicen las obras de ampliación.

En la construcción de la ampliación del terraplén, no existe el problema de afectar el tráfico de la carretera actual, ya que la ampliación se va realizando desde la parte baja del cuerpo del terraplén, y se pueden utilizar las brechas existentes para el paso de los vehículos que transporten el material o las ampliaciones realizadas en los cortes. En la figura siguiente se muestra la ampliación y como se debe de ligar al cuerpo actual, que es por medio de escalones. Cabe mencionar que la ampliación en éste tipo de sección se realizará de un sólo lado.

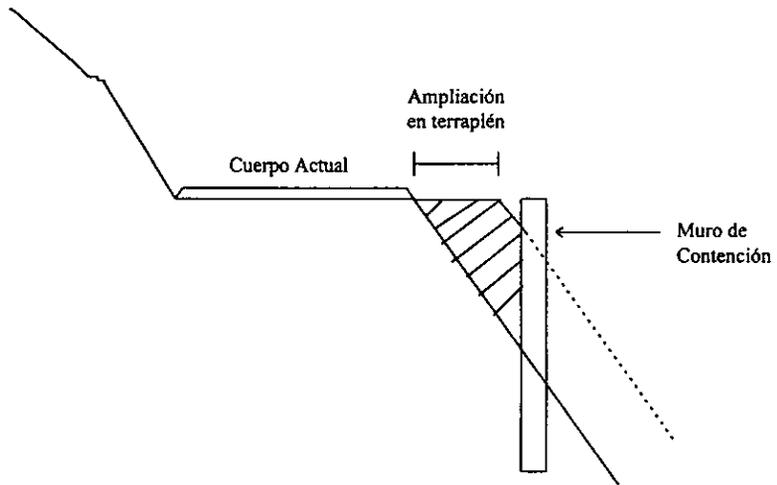


Balcón.

Para el caso de la sección en balcón, se tienen dos opciones, realizar un corte o ampliar el terraplén, por lo que hay que determinar cuál es la opción más económica.



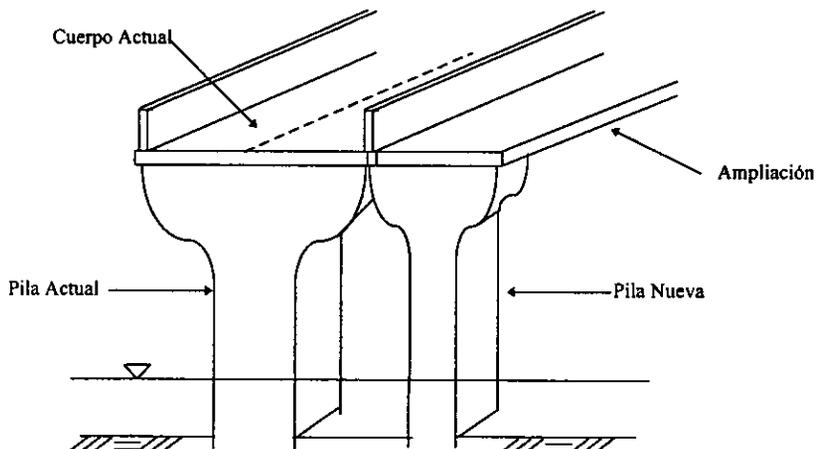
El tipo de sección en balcón trata de aprovechar las laderas de los cerros para construir la carretera, por lo que en algunos casos, cuando no se pueda ampliar en el lado del corte y se tenga que aumentar el terraplén, éste se tendrá que apoyar en algún punto de la ladera del cerro, como se muestra en la figura anterior; pero puede ocurrir que la pendiente del terreno sea la misma que la pendiente requerida del terraplén, por lo que no se tiene éste punto de apoyo, hasta que la pendiente del terreno cambia, el cambio de pendiente puede ocurrir a varios metros a bajo de la ladera, y tal vez el costo del relleno de la ampliación resulte ser muy elevado, por lo que se recomienda que para tramos pequeños se estudie la opción de utilizar muros de contención, como se muestra en la figura siguiente.



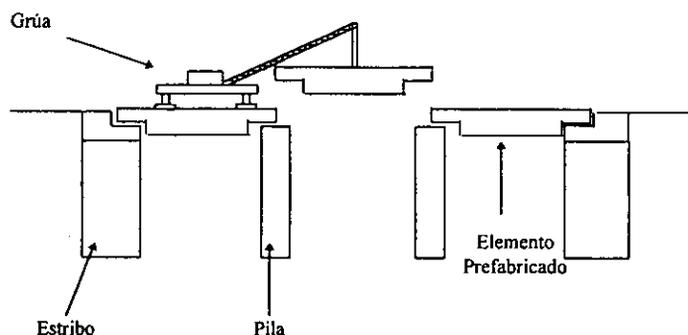
El muro de contención antes propuesto debe ser diseñado según las condiciones de cada tramo, además se tiene que hacer un comparativo de costos con otras opciones.

Puentes.

En el caso de la ampliación de los puentes se puede realizar construyendo un cuerpo nuevo, adjunto al existente, como se muestra en la figura.



Como se ve en la figura anterior sería necesario construir una o más pilas adicionales, junto a las que existen actualmente, una vez terminadas éstas y la ampliación de los estribos, se procede a la colocación de elementos prefabricados que servirán de base a la carpeta. La colocación se realiza desde un costado para no interferir en la circulación de la carretera, como se puede ver en la figura siguiente. Por otra parte la reconstrucción de la carpeta de los cuerpos actuales seguiría el mismo procedimiento que en el caso de los terraplenes y cortes.



Otra opción para realizar la ampliación de un puente, es que, a la pila ya existente se le agregue a los lados unos voladizos y sobre estos colocar los elementos prefabricados. En éste caso se tendría que realizar un estudio para determinar si la pila puede soportar el peso adicional que supondría la ampliación.

IV. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

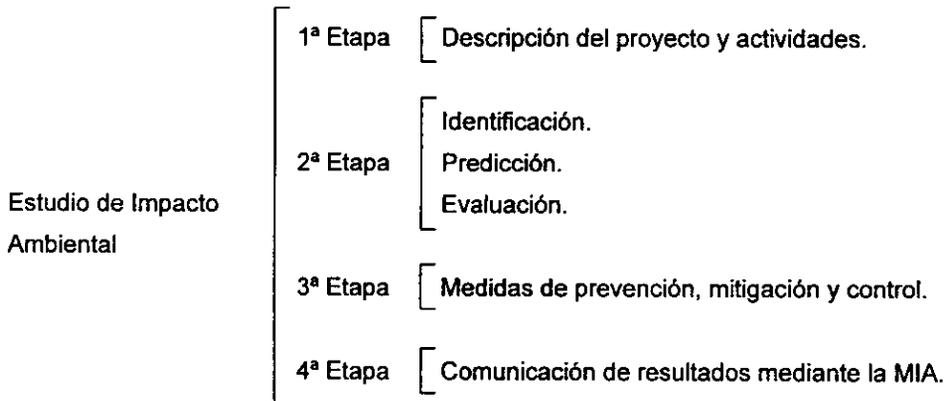
4.1 METODOLOGIA DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En la actualidad es de suma importancia tomar en cuenta los impactos favorables o desfavorables que traerá al ambiente la realización de una obra civil, por lo cual es importante desarrollar antes de la elaboración de un proyecto un estudio de impacto ambiental.

En sí el proponente de un proyecto debe de presentar ante la autoridad correspondiente una "Manifestación de Impacto Ambiental" (MIA), en éste documento se presenta el impacto ambiental que generaría una obra o actividad, además debe de contener también la manera en que se piensa mitigar o evitar este impacto en caso de que sea desfavorable al medio ambiente.

Procedimiento para realizar un estudio de impacto ambiental.

Para realizar un estudio de impacto ambiental se deben de seguir cuatro etapas, las cuales se presentan en el siguiente cuadro sinóptico:



Primera Etapa. En ésta etapa se debe realizar la descripción del proyecto, de sus actividades y de las obras que se llevarán a cabo, en todas sus faces, como son

preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del lugar. También se debe realizar una descripción del ambiente (físico, biológico y socioeconómico), y finalmente una predicción futura de las condiciones ambientales en caso de que no se llevará a cabo el proyecto.

Segunda Etapa. Esta etapa es la fundamental del estudio de impacto ambiental, y está contenida por tres fases que son: Identificación, predicción y evaluación de los efectos que se presentarán por llevarse a cabo el proyecto. En la identificación se revisan separadamente las diferentes actividades del proyecto, para poder definir cuales son las que causarían alteraciones al medio ambiente. En la segunda fase, se debe de predecir la naturaleza y extensión de los impactos ambientales causados por las actividades identificadas en la fase anterior. En la última fase, se evalúan los impactos antes mencionados cuantitativa y cualitativamente.

Cabe mencionar que la segunda etapa es la que requiere de más dedicación y es necesario que se realice con la ayuda de especialistas en diferentes disciplinas, con tal de que, queden cubiertas todas las áreas del proyecto.

Para realizar la identificación, predicción y evaluación existen diversas técnicas, las cuales se mencionarán después.

Tercera Etapa. Consiste en proponer medidas de mitigación, prevención y control de los efectos negativos que ocasionaría el proyecto sobre el ambiente.

Cuarta Etapa. En ésta etapa que es la última, se comunican los resultados del estudio mediante el documento denominado "Manifestación de Impacto Ambiental".

Técnicas de evaluación de impacto ambiental.

Existen diversas técnicas para la identificación, predicción y evaluación de un proyecto, las cuales se han desarrollado principalmente en los Estados Unidos, por lo que para su utilización en el país es necesario adecuarlas al contexto nacional. A continuación se presentarán las técnicas empleadas y una breve explicación de ellas.

Procedimientos pragmáticos. Se reúne un grupo de especialistas y se discute el proyecto, tratando de identificar impactos adversos al medio ambiente. Este procedimiento no ofrece una evaluación formal de la magnitud de los impactos.

Listados. Consiste en la realización de una lista maestra de los posibles impactos ambientales ya sean significativos o no, una vez teniendo ésta se seleccionan y

evalúan los impactos esperados por el proyecto. Existen cuatro tipos de listados que son: Simples, descriptivos, de escala, y de escala y peso.

Los listados simples son una serie de parámetros que deben de ser analizados, pero tienen el inconveniente de que no se proporciona una guía de como deben ser medidos los parámetros que contienen.

Los listados descriptivos son parecidos a los simples, pero con la diferencia de que ofrecen guías sobre la medición de parámetros.

Listados de escala, a este tipo de listados los parámetros que aparecen en los listados descriptivos se les agrega una escala subjetiva.

Listados de escala y peso, son como los listados de escala, nada más que éste proporciona información de como asignar una ponderación subjetiva a cada parámetro.

Matrices. Estas consisten en realizar listas de las actividades de un proyecto y de los factores ambientales potencialmente impactados, colocando cada lista como renglón y columna indistintamente, de ésta manera se puede realizar una interacción de causa y efecto, además sirve para identificar las acciones que ocasionan más de un impacto ambiental y los factores ambientales que son afectados por más de una acción. Generalmente los sistemas basados en matrices proporcionan una escala o una asignación de un peso (ponderación) multiplicándolo por el rango de severidad de cada celda.

La ponderación sirve para determinar la magnitud y la importancia de un impacto ambiental, cabe mencionar aquí, que la magnitud se refiere al grado o extensión del impacto y la importancia es la ponderación de la acción particular sobre el factor ambiental específico que se analiza.

Redes. Estos métodos son una aplicación más avanzada de las matrices, ya que introduce una red de causa-condición-efecto, que sirve para identificar efectos indirectos. Este tipo de procedimientos tratan de modelar la forma en que actúa el ambiente, ya que una acción causa uno o más cambios en el ambiente y éste cambio causará a su vez también uno o más cambios y así subsecuentemente, por lo que se terminará produciendo uno o más efectos terminales.

Modelos. Pueden ser físicos, matemáticos o ambos, y se trata con ellos de realizar una representación de un ecosistema para poder determinar como se comportaría ante determinadas circunstancias. Este tipo de procedimientos son los más empleados en la evaluación de impactos físicos. Para mencionar algunos modelos diremos que existe, el modelo de Streeter y Phelps que sirve para determinar la concentración del oxígeno disuelto en distintos puntos de una corriente de agua, otro modelo sería el modelo de caja que sirven para evaluar los impactos físicos en el aire; los modelos antes mencionados son solamente algunos de muchos otros modelos utilizados para la

evaluación de los impactos ambientales.

Sobreposiciones. Este procedimiento consiste en sobreponer diferentes mapas transparentes que contienen información acerca de las características del terreno, de factores ambientales, características del suelo, distribución superficial del proyecto y sus obras complementarias. Este tipo de técnicas sirve para seleccionar alternativas e identificar ciertos tipos de impactos, sin embargo no sirve para cuantificar estos impactos y las alteraciones secundarias o terciarias.

Procedimiento adaptativo. Este procedimiento es el resultado de combinar los métodos antes mencionados, ya que ninguno de ellos cubre las tres facetas del estudio (identificación, evaluación y predicción), por lo que es necesario utilizar más de uno de estos métodos para realizar un estudio satisfactorio.

Impactos ambientales por la ampliación de una carretera y medidas de mitigación.

En las carreteras se debe tener en cuenta las modificaciones resultantes en su construcción y operación que afectan el equilibrio natural de la zona. Las carreteras tienen efectos sobre el ambiente físico (hidrología, edafología y microclima), biológico (vegetación y fauna) y socioeconómico. En éste caso, en que se trata de la ampliación de una carretera, también se presentan modificaciones en el ambiente, aunque, con un impacto menor que la construcción de una carretera nueva. A continuación se describen los impactos que se pueden ocasionar debido a una ampliación y se realizan algunas propuestas para su mitigación.

Impactos propios de la construcción.

Para empezar, el programa de trabajo debe ser sistemático y ordenado de tal forma que se optimice el tiempo de construcción así como los costos del mismo, de ésta manera se afectará el ambiente en menor medida durante el período de la ampliación de la carretera.

Las obras y servicios de apoyo como son bodegas, campamentos, vías provisionales de acceso y todo lo necesario para poder llevar a cabo la construcción del proyecto, se tendrán que construir de manera provisional, con elementos prefabricados o hechas con lamina y hojas de cartón, de tal manera que produzcan un impacto mínimo en el sitio. Se deben de construir en etapas de manera que se vayan requiriendo, y del mismo modo se van desmantelando al momento en que el personal de la obra vaya disminuyendo y ya no sea necesario su servicio. En el caso de la ampliación que se está proponiendo, se recomienda que como vías de acceso se utilicen las brechas existentes y las mismas ampliaciones que se vayan realizando, para evitar construir caminos adicionales que degraden en mayor medida el ambiente.

Con respecto a los requerimientos de agua para abastecer la obra, ésta deberá ser tomada de los poblados más próximos al lugar, con la debida autorización del municipio y de la Comisión Nacional del Agua, a la cual se le debe consultar, con previos estudios realizados, para la perforación de pozos que posteriormente puedan servir a la comunidad.

Por otra parte, se debe de tener cuidado en el manejo de los hidrocarburos que se utilizan durante la obra, ya que si se derraman estos, pueden verse afectados los mantos freáticos, por lo que es recomendable que en donde se realiza la carga de combustible, se construya una base impermeable que puede ser de concreto.

En cuanto a los residuos generales de las obras se debe evitar que se arrojen a fondo perdido sobre las laderas, y en cauces de ríos y arroyos. Los residuos son de dos tipos, los derivados del proceso constructivo y la basura doméstica, los primeros tienen que ser recolectados periódicamente por cuadrillas especialmente instruidas para su recolección, y los residuos domésticos pueden ser calculados de acuerdo al número de

trabajadores, estos se recolectarán también, y se destinará al organismo del estado encargado de su proceso final.

Terraplenes.

La construcción de terraplenes es de gran influencia en el medio ambiente, ya que modifica los flujos naturales del agua y en ocasiones cuando son de gran altura impide el proceso de intercambio horizontal del aire y se producen además zonas de grandes sombras.

En la ampliación de un terraplén, los problemas son menores debido a que los cambios que se podrían producir en el medio ambiente, ya fueron hechos en la construcción del cuerpo inicial, sin embargo se tiene que tomar en cuenta el flujo que a tomado el agua y que a creado ciertas condiciones en el lugar, y que de alguna manera a llegado a un equilibrio. En la ampliación se puede modificar los niveles freáticos así como las corrientes de agua, por lo que se tiene que realizar un estudio previo acerca de las condiciones actuales en el lugar.

Por otra parte, para la ampliación del terraplén se puede utilizar el material resultante de la excavación de los cortes, pero en algunas ocasiones éste no es suficiente o adecuado, por lo que se tiene que buscar un banco de material. Al explotar un banco de material estamos ocasionando también un impacto al medio ambiente, ya que se causa un deterioro del paisaje, y las extensas áreas expuestas a la erosión van degradando el medio circulante. Para evitar éste tipo de problemas es conveniente recubrir el banco con la capa vegetal que se retiro inicialmente, si esto no fuera posible es necesario darle un uso adecuado a las cavidades ocasionadas por la explotación de bancos. Las depreciaciones pueden aprovecharse como depósitos de agua, alimentándolos con alguna corriente cercana y proveyéndolos de dispositivos de control para usarlos con fines de abrevadero, riego de auxilio o acuacultura.

Taludes.

Los taludes se deben de construir lo más tendido posible, para que generen menores impactos al ambiente, dado que en taludes muy verticales el flujo del agua es a más velocidad que la que se presentaba normalmente.

En un talud tendido se propiciará el desarrollo de una cubierta vegetal protectora y mejorará la apariencia del conjunto, disminuyendo además los costos de mantenimiento ya que se evita la erosión en los taludes.

En los terraplenes sus taludes se pueden recubrir con una capa de suelos de despalme obtenidos de los bancos de material que sirven para formar el terraplén. También se pueden aprovechar los suelos cuando son de prestamos laterales.

Para favorecer el desarrollo de una cubierta vegetal en terraplenes muy altos es conveniente construir bermas.

Cortes.

En los cortes uno de los problemas que se presenta es la erosión de su superficie, produciéndose con esto azolves, de manera que contribuye directamente al deterioro del medio ambiente y al aumento de los costos de conservación. En este caso también es recomendable construir bermas o banquetas intermedias que favorezcan la creación de una capa vegetal.

Drenaje.

El sistema de drenaje artificial debe de trabajar en armonía con el sistema natural, por lo que se tiene que realizar un estudio adecuado acerca del drenaje natural de la zona. Para el caso de los terraplenes como ya se mencionó, encausan el agua hacia una zona determinada lo que ocasiona el deterioro de la vegetación que deja de percibir este recurso.

Se supone que en el caso de la ampliación, el cuerpo actual del terraplén cuenta con obras apropiadas de cruce, para evitar los represamientos, inundaciones y niveles freáticos elevados que ocurren en el lado de aguas arriba y niveles freáticos abatidos que se presentan aguas abajo, por lo que es necesario que en la ampliación se respeten estos cruces de agua. Es importante también no modificar los escurrimientos de corrientes pequeñas para concentrarlos en los cauces más importantes afin de reducir el número de alcantarillas, porque se modifican radicalmente las condiciones ecológicas de las áreas que pierden su humedad natural.

La existencia de una carretera ocasiona la pérdida de superficies filtrantes, y cuando se realiza una ampliación se pierden aun más zonas filtrantes, ocasionando una mayor disminución del volumen infiltrado al acuífero, debido a ésto se tienen que construir obras de drenaje a los costados de la carretera para encausar adecuadamente los volúmenes de agua recibidos por el pavimento. Estas obras son las cunetas, las cuales se deben de recubrir con concreto de baja resistencia u otro material, tratando de darle un mejor funcionamiento hidráulico y evitar además erosiones perjudiciales y favorecer la autolimpieza y el rápido desalojo de los escurrimientos. Los escurrimientos sobre los taludes se deben encausar de igualmanera, por lo que se utilizan las contracunetas, que tienen que ser diseñadas y localizadas de acuerdo al estudio hidrológico (drenaje natural de la zona). También es importante utilizar drenes para aliviar de presiones hidrostáticas a los taludes y evitar posibles desestabilizaciones de éstos, que ocasionarían derrumbes, interfiriendo con ésto el tráfico o por lo menos el azolve en las alcantarillas.

Otros impactos.

Anteriormente se mencionaron algunos impactos que pueden ocasionar la ampliación de una carretera, principalmente en la realización de cortes y terraplenes, pero aparte existen otros tipos de impacto como son los impactos por la operación de la carretera y los impactos socioeconómicos.

Durante la ampliación de una carretera, se pueden ocasionar problemas en el tráfico, dado que se cierra algún carril para la construcción de ésta, por lo que en el capítulo anterior se propusieron algunos procedimientos constructivos para no interferir el tráfico, de tal manera que se evitan congestionamientos y consecuentemente mayores emisiones contaminantes por parte de los vehículos. Además la construcción a cuatro carriles de la carretera actual (que es de dos) mejorará la circulación evitando demoras y congestionamientos.

Como se mencionó, la construcción de una carretera trae consecuencias al ambiente, así que el aprovechar el trazo de una carretera existente y su derecho de vía, representa en sí una medida de mitigación, ésto es debido entre otras cosas porque los cortes que se realizan son menores, por lo que se afecta menos a la vegetación, y en el caso de los terraplenes se requiere menos material, y los bancos no tendrán las dimensiones que resultarían si se realizará una construcción total del terraplén. Pero además de lo anterior, la ampliación de una carretera puede aprovechar el derecho de vía existente, de ésta manera no se tendrán que expropiar en algunos casos los terrenos, sin embargo a veces la ampliación de un terraplén o la realización de un corte sobrepasan el derecho de vía, por lo que se afectará a los terrenos implicados, cambiando su tipo de uso de suelo y expropiándolos algunas veces. Se debe de evitar en lo posible, el utilizar para la ampliación, suelos con un alto valor agrícola y retribuir de alguna manera a las personas afectadas por la construcción de la ampliación, ya sea pagándoles el terreno expropiado o reubicándolos.

Tabla resumen

Concepto	Impactos	Medidas de Mitigación
Obras y servicios	Cambio del entorno Degradación del ambiente Deforestación	Construcción provisional del campamento, bodegas, etc. Utilizar las brechas existentes como vías de acceso.
Construcción de terraplenes.	Obstrucción del intercambio horizontal del aire, además de producir zonas de grandes sombras.	En el caso de la ampliación de la carretera no se crearan nuevos terraplenes.
	Modificación del flujo natural del agua y abatimiento de niveles fríaticos	Realizar un estudio previo acerca de la hidrología del lugar. Crear suficientes cruces de agua, para evitar inundaciones y niveles fríaticos elevados aguas arriba del terraplén, y niveles fríaticos abatidos aguas abajo. Respetar los escurrimientos de corrientes pequeñas.

Concepto	Impactos	Medidas de Mitigación
Explotación de bancos de material para la construcción de terraplenes.	Deterioro del paisaje Erosión Deforestación y degradación del medio circulante.	Recubrir el banco de material con la capa vegetal que se retire inicialmente o darle un uso adecuado a las cavidades (utilizar las cavidades como depósitos de agua)
Taludes de terraplén	Cambio del flujo del agua (mayor velocidad)	Creación de taludes tendidos para evitar grandes velocidades en el flujo del agua y además de propiciar el desarrollo de una cubierta vegetal protectora. Construcción de bermas.
Cortes	Erosión de superficie.	Construcción de bermas y banquetas intermedias.
Construcción de la carretera.	Problemas de tráfico por la ampliación, aumentando con esto las emisiones contaminantes.	En el capítulo 3 se propusieron varios procedimientos para tratar de interferir lo menos posible en el tráfico.
Carpeta	Perdida de zonas filtrantes.	Construcción de obras de drenaje a los costados de la carretera para encausar adecuadamente los volúmenes de agua recibidos por el pavimento.
Socioeconómicos	Expropiación de terrenos Cambio de uso del suelo Aumento de emigración Alteración de la calidad de vida existente en cuanto a los aspectos culturales, históricos, etc.	Reubicación o pago de terrenos.

Impactos ambientales de las obras portuarias.

Como se mencionó en el capítulo anterior las obras que se requieren realizar en el puerto son : la ampliación del muelle de Transunisa en el año 2004, la construcción de tanques de almacenamiento en Exxo para aumentar su capacidad y la construcción de un estacionamiento. En sí éstas obras no alteran en gran medida el medio ambiente, sin embargo se requiere tomar algunas precauciones para evitar posibles impactos.

Antes de continuar con las obras que se realizarán en el puerto, se mencionarán algunos aspectos sobre el impacto ambiental de las obras portuarias y las formas de mitigarlos.

Una obra portuaria, puede ocasionar impactos ambientales durante su construcción así como en su operación, de manera que pueden verse afectadas las áreas físico - químico, ecológica, estética y socio-económica.

Durante la realización de la obra se debe de tener cuidado con los procedimientos constructivos, por ejemplo tratar de evitar derramar el concreto o desechar los residuos generados por las obras al mar. Otro aspecto relevante es en el caso de los dragados que se requieren realizar algunas veces para la construcción de una obra, por lo que se tiene que tener en cuenta donde se depositará el material obtenido de tal actividad. Por otra parte, para contrarrestar los efectos adversos al agua de mar tanto en la realización de los dragados como en la construcción de las obras, se puede tener disponible una barrera flotante para controlar cualquier derrame accidental de gasolina o aceite y/o materiales de construcción.

Las obras e instalaciones de apoyo se deben de realizar con carácter de provisionales e irse desmantelando conforme se vaya terminando la obra. También se debe de tener cuidado con las aguas negras generadas por la obra, ya que si se decide verterlas al mar deben ser tratadas por lo menos a nivel primario y desecharlas a una profundidad adecuada.

En ciertas condiciones es necesario utilizar explosivos para la construcción de obras marítimas, que pueden afectar a las condiciones físico - químicas de las aguas, así como el habitat natural y a las comunidades acuáticas. Para minimizar los efectos de las explosiones marinas, se puede utilizar un sistema que forme una pared uniforme de burbujas o cortina de aire, producida por un sistema de bombeo que lance aire comprimido hacia el fondo y que se localiza a lo largo de todo el perímetro de la zona de detonación, para disminuir las olas originadas por la presión de las explosiones, afín de minimizar los efectos adversos resultado de dichas operaciones sobre el medio marino.

Una medida de protección a la fauna existente en el área (donde se realiza una explosión) es utilizar redes agalleras al rededor de las áreas a perforar afín de, con anticipación de los explosiones, eliminar los organismos presentes en la columna de agua.

Por otra parte la localización de una obra marítima puede afectar en forma variable a

los componentes del ecosistema acuático, ya que ésta puede ser establecida en zonas con un alto aprovechamiento pesquero o en zonas ecológicamente importantes, como los arrecifes y manglares, por éstas razones las descargas continuas de aguas residuales y emisiones atmosféricas que se generan, pueden ocasionar la degradación del suelo en las zonas aledañas, incluyendo zonas habitacionales y turísticas.

Algunas veces las obras portuarias alteran la línea de litoral, la conformación de la playa y la distribución de los organismos, por lo cual, es importante realizar estudios detallados de corrientes y de arrastre de sedimentos para evaluar con precisión las modificaciones que las obras puedan inducir sobre la playa y las comunidades de fauna del sitio.

Por otra parte, durante la operación del puerto se generan desechos, ya sea de las embarcaciones o de las instalaciones como las aduanas, por lo que se debe de contar con procedimientos adecuados para su desalojo del puerto.

Finalmente en el puerto se tiene que contar con planes de contingencia para el caso de derrames accidentales de combustible o materiales al ambiente marino, especialmente los que permiten la utilización oportuna de barreras antiderrames y bombas para la recuperación de combustibles derramados.

Con lo que respeta a las instalaciones que se requieren construir en el Puerto de Tuxpan, se puede decir que la construcción del muelle no altera en gran medida el medio ambiente durante su operación, sin embargo como se mencionó es importante tener cuidado en su construcción, por lo cual se recomienda utilizar elementos prefabricados con el fin de evitar el manejo masivo de concreto en el sitio y así proteger la calidad del agua del río, además se puede utilizar una barrera flotante para controlar cualquier derrame accidental de gasolina o materiales de construcción. También se debe tener un control estricto de los residuos que generen las obras y canalizarlas hacia un lugar adecuado para su disposición final. Por otra parte los problemas ocasionados por las obras como la contaminación que genera la maquinaria, tanto por las emisiones de residuos contaminantes propios de la combustión de sus motores, así como el ruido que producen, no tienen un impacto significativo en la comunidad, dado la lejanía de las instalaciones portuarias con la localidad.

4.2 CONTRIBUCIONES AL DESARROLLO AMBIENTAL SUSTENTABLE.

Introducción.

No cabe duda que la relación hombre medio ambiente natural, es una relación intrínseca que a existido desde que el ser humano apareció en la faz de la tierra. El medio ambiente natural ha determinado el modo de vida del hombre y la relación con sus semejantes, a su vez la acción transformadora del ser humano en su afán de utilizar y adaptarse a la naturaleza, ha afectado a esta última.

Por una parte el hombre se mueve dentro de una realidad ambiental natural (determinada por fenómenos físicos, geofísicos, biológicos, químicos, etc.) y por otro lado la presencia de la actividad humana, que define una social, por lo que se puede decir que existe una interdependencia hombre – sociedad – medio ambiente.

Cabe mencionar aquí que se reconocen siete revoluciones a través de la historia, que son : Revolución agrícola, pastoril, metalurgica, urbana, mercantil, industrial y termonuclear.

A través de las revoluciones antes mencionadas, los procesos productivos han ido cambiando ocasionando una mayor complejidad de las relaciones medio ambiente – sociedad. En las sociedades agrícolas, por ejemplo, la influencia del ser humano en la naturaleza era regional, en la actualidad la afectación de los ecosistemas naturales, en un espacio geográfico definido, afecta a otros sistemas naturales muy distantes y es más en ocasiones las decisiones sobre los sistemas naturales no se toman en la región involucrada, sino en otra que está totalmente distante, esto se ve principalmente en la explotación de los recursos naturales de los países en desarrollo por parte de los países desarrollados, para su propio beneficio.

Con el paso del tiempo se ha ido incrementando el efecto de la actividad humana sobre el medio ambiente, de ésta los procesos productivos ocupan un lugar central en la interacción sociedad - naturaleza. Por ejemplo, el crecimiento demográfico a ocasionado que se requiera de una mayor generación de alimento, que ha inducido innovaciones tecnológicas que han sustituido a las especies silvestres.

La actividad agrícola se ha concentrado en obtener los máximos rendimientos en determinados productos necesarios para la vida humana, con ésto a disminuido la productividad total del ecosistema en términos de biomasa y bajo determinadas condiciones se ha deteriorado. Este deterioro constituye un primer nivel de alteración.

El excedente de productos alimenticios ha permitido que exista una transferencia

de éstos, del campo a la ciudad en donde en el proceso de transformación de un bien o servicio, se generan subproductos que generalmente no se aprovechan y en cambio causan impactos negativos al medio ambiente. Esto representa un tercer nivel de alteración, que es la contaminación.

Finalmente al acumularse los productos secundarios que han sido vertidos al ambiente se originan alteraciones, no solamente locales, sino de alcance mundial, como es el caso de la destrucción de la capa de ozono por efecto de los clorofluorocarbonados (Cfc) utilizados en aerosoles, sistemas refrigerantes, entre otros, además del efecto invernadero causado por el exceso del bióxido de carbono (Co₂), que es un gas que se encuentra en estado natural en el planeta y que permite retener el calor generado al reflejarse la radiación solar sobre la atmósfera de la tierra, pero al verse incrementado éste gas, principalmente por la utilización masiva de combustibles fósiles, se ha producido un incremento en la temperatura, éste tipo de fenómenos constituyen un tercer nivel de alteración al medio ambiente.

Hasta ahora los modelos de desarrollo no han tomado en cuenta al medio ambiente, considerando los recursos naturales como una fuente inagotable. Los modelos económicos tienen como meta aumentar la capacidad productiva y no le han dado la importancia debida a la dimensión ambiental, realizando una explotación exagerada de los recursos naturales, lo que ha ocasionado una degradación de éstos.

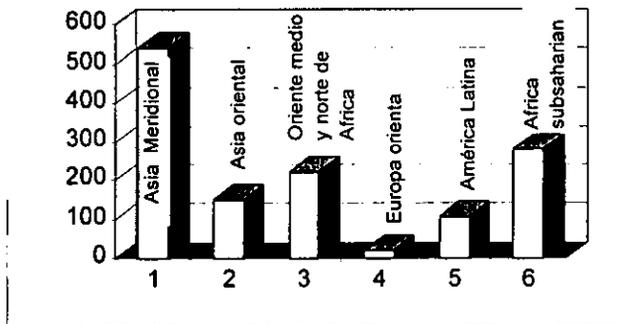
Consumo de recursos materiales y energéticos en países desarrollados ²⁷											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Población / km ²	2.2	2.7	102	243	190	327	78	18.4	232	26.6	25.9
Uso de energía per cápita, en t de petróleo	5	9.6	3.7	4.5	2.6	3.3	2.2	6.7	3.7	7.8	4.8
Número de coches por cada 100 personas	46	47	41	49	46	27	29	42	38	58	41
Emanaciones de CO per cápita en t	4.3	4.8	1.8	3.2	1.9	2.2	1.5	2.5	2.9	5.8	3.4
Derrames municipales per cápita, en kg	681	632	304	331	301	394	322	317	353	864	513
Importación de madera / corcho tropical, en dolares	6.1	1	6.2	4.8	6.2	22	5.8	1.3	5.5	0.7	6.1

Nota: 1) Australia, 2) Canadá, 3) Francia, 4) Alemania, 5) Italia, 6) Japón, 7) España, 8) Suecia, 9) Reino Unido, 10) Estados Unidos.

²⁷ El Desarrollo Sustentable. Una Alternativa de Política Institucional. p.p. 13

Por otra parte, la organización socioeconómica mundial a dividido en dos partes a la población en los últimos tres siglos, los países desarrollados y los países subdesarrollados; en los primeros se concentran solamente el 20% de la población mundial sin embargo utilizan el 75 % de los recursos, debido a que su forma de vida está basada principalmente en el consumismo.

Aquí viven las poblaciones más pobres del mundo (millones de habitantes)



En los últimos 40 años se ha buscado en los países subdesarrollados tener un crecimiento económico sostenido, con la idea de que sólo con éste se puede superar la pobreza y el atraso en que se encuentran, sin embargo no ha sido suficiente dicho crecimiento y a pesar de que en países como México se han visto incrementado significativamente el nivel de esperanza de vida y la educación básica, en otras áreas como la educación superior, desarrollo científico y tecnológico e informática, no se han obtenido los resultados deseados.

Las políticas empleadas hasta ahora en los países del tercer mundo, han tenido limitados resultados sociales y económicos para dar respuesta a los problemas de empleo, concentración del ingreso en sectores privilegiados, pobreza extrema, atraso tecnológico y desigualdad social, entre otros, aunados a los problemas ambientales que han traído consigo, como son : el agotamiento de los recursos naturales y la alteración de las complejas interrelaciones globales de los ecosistemas.

Antecedentes.

Debido a los problemas ambientales ocasionados por los modelos de desarrollo actuales y al poco impacto positivo que han tenido sobre las necesidades sociales más inmediatas, así como los precarios resultados económicos que se han tenido, se ha tratado en las últimas décadas buscar nuevas alternativas de desarrollo.

A partir de los años sesenta se han tenido dos vertientes principalmente, que son los precursores de las nuevas propuestas de desarrollo²⁸, la primera representa las dudas sobre el concepto de desarrollo económico actual dado que en algunas regiones no se han obtenido los resultados esperados, por ejemplo en América Latina el modelo económico seguido, ha sido insuficiente para satisfacer las demandas sociales y económicas, principalmente por la incapacidad para superar problemas estructurales en empleo, concentración del ingreso, pobreza, atraso tecnológico, heterogeneidad sectorial, entre otros. La segunda vertiente es la referente a la preocupación por el medio ambiente que ha criticado severamente el modo de vida contemporáneo. A través de las dos últimas décadas ha cambiado el énfasis del planteamiento de los problemas ambientales, centrándose en primer lugar en el agotamiento de los recursos naturales, hasta una visión más global que se hace cargo de las complejas interrelaciones globales de los ecosistemas, pasando por otros periodos en que los temas principales han sido la contaminación o la desaparición de ciertas especies.

Las dos vertientes antes mencionadas han sido las que alimentaron principalmente el enfoque del desarrollo sustentable, si bien la idea se ha ido construyendo desde la década de los años sesenta, el concepto desarrollo sustentable adquirió patente internacional a raíz de la publicación del informe Brundtland en 1987, titulado Nuestro Futuro Común.

Existen diferentes documentos, congresos y conferencias que antecedieron al documento Nuestro Futuro Común, una de las principales es la "Conferencia de Estocolmo" llamada "Declaración Sobre el Medio Humano", llevada a cabo en Suecia en el año de 1972. Esta conferencia se inició el día 5 de junio, desde entonces ésta fecha se considera como el día internacional del Medio Ambiente. Se realizó con la asistencia de 113 Estados, la presencia de 400 organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales (ONG's) como observadores. Esta conferencia marca el inicio de una serie de encuentros posteriores, con la intención de reflexionar sobre la problemática ambiental y alumbrar propuestas de soluciones alternativas con alcance planetario²⁹.

A partir de Estocolmo, se puso cada vez más de manifiesto que el desarrollo

²⁸ Ecodesarrollo, desarrollo alternativo, desarrollo integrado y desarrollo sustentable.

²⁹ SEMARNAP. Antología. La educación superior ante los desafíos de la sustentabilidad, 1era. Edic., México, 1999, pp. 14.

económico y el medio ambiente no sólo no se oponen, sino que constituyen dos aspectos diferentes del mismo problema. De éste modo el concepto de desarrollo adquiere nuevas dimensiones, al sostener que:

- El crecimiento económico es el fundamento necesario.
- La equidad es el principio que orienta la distribución económica.
- La calidad de vida, definido de manera específica para cada uno de los grupos sociales urbanos y rurales, es un objetivo de la sociedad.
- El manejo del ambiente es un medio para realizar una gestión racional de los recursos, controlando al mismo tiempo el impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza³⁰.

Además en respuesta a la conferencia de Estocolmo se creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la cual formulo el concepto de ecodesarrollo, que fue ideado por Maurice Strong, primer director ejecutivo del PNUMA.

El ecodesarrollo, se orientaba a hacer compatible la mejoría en los niveles y calidad de vida con la preservación ambiental, “ se planteaba más como estrategia alternativa al orden económico internacional, enfatizando modelos locales basados en tecnologías apropiadas, en particular para zonas rurales, buscando cortar la dependencia técnica y cultural. Los planteamientos incluían, empero, propuestas de reestructuración del sistema económico internacional, patrones de consumo y otros” (Leff, 1986).

En 1987, como se menciona, la Comisión Bruntland publicó el documento conocido como Nuestro Futuro Común y en 1992 se llevo a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED), en Río de Janeiro Brasil. También conocida como Cumbre de la Tierra, que ha sido la reunión de dirigentes más grande de la historia y es en ésta donde se traza el camino del desarrollo sustentable.

Los acuerdos concertados en la conferencia se encuentran contenidos en los siguientes documentos: 1) La Declaración sobre Medio Ambiente; 2) El convenio sobre la Diversidad Biológica; 3) Convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático; y 4) Principios para un consenso mundial de la ordenación, conservación y el desarrollo sostenible de los bosques de todo tipo. Siendo de más relevancia el resultado de haber constituido la Agenda 21.

³⁰ SEMARNAP, *El Desarrollo Sustentable. Una Alternativa de Política Institucional*. 2da Edic., SEMARNAP, México, 1997, pp. 21.

Desarrollo Sustentable.

El concepto de desarrollo sustentable como se había mencionado, tomo fuerza a partir del informe Bruntland, titulado Nuestro Futuro Común. Generalmente cuando se trata de dar una definición de desarrollo sustentable se recurre a la conclusión que se llegó en el informe Bruntland, que es: "Es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

"El desarrollo sustentable es un modelo inacabado que retoma los principios del ecodesarrollo fortaleciéndolos con nuevos elementos de la economía que, a la vez que validan la necesidad de estrategias productivas que no degraden el ambiente hacen hincapié en la necesidad de elevar el nivel de vida de los grupos y sectores de población más vulnerables, identificando mejor las responsabilidades de cada parte frente a la pobreza y la crisis ambiental, sus fundamentos son:

- 1) Modificar pautas de consumo sobre todo en países industrializados, para mantener y aumentar la base de los recursos y revertir el deterioro para las generaciones presentes y futuras, a partir de:
 - a) Impulsar una mejor comprensión de la importancia de la diversidad de los ecosistemas.
 - b) Instrumentar medidas localmente adaptadas a problemas ambientales.
 - c) Mejorar el monitoreo del impacto ambiental producido por las actividades del desarrollo.
 - d) Respetar las pautas socioculturales propias, sobre todo, de los pueblos indígenas y emplear un enfoque de genero en el desarrollo de los proyectos.

- 2) Empezar acciones en torno a las siguientes líneas estratégicas:
 - a) Erradicar la pobreza y distribuir más equitativamente los recursos.
 - b) Aprovechar de modo sustentable los recursos naturales y ordenar ambientalmente el territorio.
 - c) Compatibilizar la realidad social, económica y natural.
 - d) Promover la organización y la participación social efectiva.
 - e) Impulsar la reforma del Estado y generar una estrategia socioeconómica propia.
 - f) Reducir el crecimiento demográfico y aumentar los niveles de salud y educación.
 - g) Establecer sistemas comerciales más equitativos y abiertos tanto internos como externos, incluyendo aumento de la producción para consumo local.

Por otra parte el PNUD (1992) ofrece tres principios orientadores.

- 1) El desarrollo humano sustentable debe conceder prioridad a los seres humanos. La protección ambiental es vital para promover el desarrollo humano. Ello implica asegurar la viabilidad de los ecosistemas del mundo a largo plazo, incluida su biodiversidad, puesto que toda la vida depende de ellos.
- 2) Los países en desarrollo no pueden elegir entre crecimiento económico y protección ambiental. El crecimiento no es una opción. Es un imperativo. La cuestión no es cuanto crecimiento económico haga falta sino que tipo de crecimiento.
- 3) Cada país tendrá que fijar sus prioridades ambientales, las cuales diferirán con frecuencia en los países industrializados y en desarrollo³¹.

El desarrollo sustentable busca que exista mayor equidad, y una mejor calidad de vida con protección ambiental, que incluyen transformaciones económicas, culturales y políticas. No se trata de ensartar el aspecto ecologista al modelo actual de desarrollo, sino crear uno nuevo.

En torno al desarrollo sustentable han surgido diferentes enfoques, como son: El ecologista, intergeneracional, economista, entre otros. Sin embargo el desarrollo sustentable no pretende ser economista o ecologista, sino más bien interrelacionar estos aspectos y otros más.

Es obvio que se le den diferentes enfoques al desarrollo sustentable, dado que la naturaleza de los problemas económicos, sociales y ambientales, no son los mismos para todas las regiones del mundo, en el norte por ejemplo no existen los grandes problemas sociales que se presentan en el sur.

Ver al desarrollo sustentable desde una perspectiva ecológica, ocasiona que no se le dé la importancia necesaria a los problemas sociales y económicos, y al contrario si se ve desde una perspectiva económica se cae en el error de no considerar que los recursos son finitos y esto traería consigo un deterioro ambiental que finalmente se vería reflejado en un estancamiento económico. Por otra parte es importante considerar el aspecto intergeneracional, esto es que utilicemos los recursos adecuadamente para que generaciones futuras cuenten también con éstos. Sin embargo antes de comenzar a actuar sobre el problema de las futuras generaciones, es imperativo atender a las que hoy se encuentran en condiciones de sobrevivencia, dado que las dificultades del desarrollo se incrementan en la medida del rezago social existente.

Por lo planteado anteriormente "transitar hacia el desarrollo sustentable implica una nueva visión del mundo, una reestructuración de las relaciones Estado –

³¹ SEMARNAP, *El Desarrollo Sustentable. Una Alternativa de Política Institucional*. 2da Edic., SEMARNAP, México, 1997, pp. 24-26.

Sociedad, una intervención protagónica de la sociedad civil en las decisiones y cambios institucionales y culturales para la generación de nuevos valores sociales. También implica un énfasis por estabilizar la población y distribuirla mejor, una modificación de patrones tanto de producción como de consumo, sobre todo en los países desarrollados y en los segmentos más acomodados de los países pobres, una reorientación tecnológica para atender impactos y reducir riesgos, un rediseño de las políticas, las instituciones y la normatividad³².

Contribuciones al desarrollo ambiental sustentable.

Uno de los aspectos más importantes del desarrollo sustentable, es la idea de que existe un compromiso moral de las generaciones presentes con las futuras, para heredarles a estas últimas los mismos y/o mejores recursos con los que se cuenta.

Dentro de este contexto las contribuciones al desarrollo sustentable que puede tener el mejoramiento de una carretera, son los ahorros de energéticos.

Al realizar la ampliación del tramo Nuevo Necaxa – Tihutlán, se mejoran el nivel de servicio en la carretera, lo cual se ve reflejado en un aumento de velocidad en los vehículos y ésta a su vez, en una disminución de los costos de operación, estos costos disminuyen entre otros aspectos, por el ahorro de combustible. Con la ampliación que sea propuesto en la carretera los vehículos mejoraran sus rendimientos y se tendrá un ahorro de 15,247 ton de combustible en el año 2000 y en el periodo 2000 – 2008 el ahorro será de 148,458 ton.

³² SEMARNAP. *Antología. La educación superior ante los desafíos de la sustentabilidad*. 1era. Edic., México, 1999, pp. 29.

V. CONCLUSIONES.

El Puerto de Tuxpan es un puerto comercial, pesquero y turístico. Su área de influencia abarca a los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Ciudad de México y San Luis Potosí.

Cabe mencionar que Tuxpan es el puerto comercial más cercano a la Cd. de México.

El corredor México – Tuxpan, esta formado por el Puerto de Tuxpan y la carretera que lo une con la Cd. de México. Para ir del Valle de México a Tuxpan se sigue la ruta, México - Tulancingo - Poza Rica - Tuxpan, en donde de México a Tulancingo se tienen dos opciones, tomar la carretera México - Pachuca - Tulancingo o la México - Pirámides - Tulancingo.

Tuxpan se ha caracterizado por ser un puerto granelero, pero cuenta con las instalaciones adecuadas para mover carga general, contenedores y fluidos. Además dispone de una importante área de crecimiento industrial y portuaria.

Operación del puerto.

Respecto a la operación del puerto se puede concluir lo siguiente:

a) Infraestructura portuaria.

- La capacidad de movimiento de carga en el Puerto de Tuxpan es mayor que la requerida actualmente, ya que el porcentaje de utilización de la capacidad de atraque del puerto es apenas del 25 % y la capacidad de almacenamiento anual no es utilizada en su totalidad.
- Los rendimientos en el movimiento de carga en el puerto son aceptables para el caso de graneles agrícolas y fluidos, sin embargo se presentan bajos rendimientos en el movimiento de carga general, principalmente porque las grúas de los barcos en ocasiones se encuentran en mal estado.
- De acuerdo al cálculo que se realizó el costo por tonelada para el movimiento de carga general y granel agrícola son similares en el Puerto de Tuxpan y en el de Veracruz, y para el caso del movimiento de contenedores en forma semiespecializada, se presenta un ahorro considerable en el Puerto de Tuxpan con respecto a Veracruz.
- El Puerto de Tuxpan es competitivo dentro de sus propias limitaciones tanto físicas como operacionales y de infraestructura, por lo que es importante identificar adecuadamente su nicho de mercado.

- La gran desventaja del Puerto de Tuxpan es que no cuenta con enlace ferroviario, además de que la carretera que lo une al Valle de México se encuentra actualmente en malas condiciones.

b) Infraestructura carretera.

- Con respecto a la carretera Valle de México – Tuxpan, se considera que es más conveniente utilizar el tramo Valle de México – Tulancingo por Pirámides que por Pachuca, dado que en la primera se presentan mejores niveles de servicio y la distancia es menor, lo que se ve representado en menores costos de operación y tiempos de recorrido.
- El análisis de costos de operación, nivel de servicio y tiempos de recorrido de la carretera México - Tuxpan varían a lo largo de su longitud. Los tramos que actualmente se encuentran en malas condiciones (han rebasado el nivel de servicio "C" que es el mínimo deseado en una carretera) son los de Tulancingo a Tihuatlán, lo que ocasiona problemas en la circulación.
- Según el plan maestro del eje Valle de México – Tuxpan para el año 2000 se contará con una autopista alterna al tramo Tulancingo - Nueva Necaxa, por lo que faltará modernizar la carretera Nuevo Necaxa – Tihuatlán.

c) Competitividad.

Como Tuxpan solamente cuenta con enlace carretero, los productos con los que puede competir con otros puertos, son los que se mueven vía carretera, por lo que se hizo un comparativo de costos y tiempos de recorrido de la carretera México - Tuxpan con la México - Veracruz, y se concluyo que:

- Debido a los problemas de circulación en la carretera México – Tuxpan, los tiempos de recorrido aumentan y a pesar de que se encuentra más cerca Tuxpan que Veracruz, el tiempo para llegar a Tuxpan es mayor que para Veracruz.
- Los costos de operación son similares en la carretera México – Tuxpan y en la México – Veracruz, sin embargo al aumentar la cuota de las correspondientes casetas de cobro, el costo aumenta considerablemente en la carretera México – Veracruz dado que esta es de cuota en toda su longitud y la México – Tuxpan sólo en algunos tramos.
- Por otra parte, el 83 % de la carga que se maneja en el Puerto de Tuxpan, se mueve por la carretera México – Tuxpan.
- El movimiento de carga general, agrícola y fluidos en Tuxpan tuvo un

decremento en el año de 1995, pero a partir de éste, a crecido en forma sostenida. En el caso de los contenedores, el movimiento se ha visto afectado por la influencia del puerto de Veracruz, pero se espera que en base a una amplia promoción de Tuxpan para el movimiento de contenedores, éste crezca significativamente.

- Para poder atender el movimiento de contenedores esperado, se tendrá que realizar un reacomodo de las posiciones de atraque, dado que actualmente no se considera este tipo de movimiento.

Propuestas.

Las propuestas que se plantean en este trabajo, para aprovechar las oportunidades que ofrece Tuxpan son las siguientes:

- De acuerdo a los pronósticos de carga realizados para el Puerto de Tuxpan, se verá rebasada su capacidad de atraque en el año 2004 para el movimiento de la carga general, por lo que se tendrá que construir otro puesto de atraque, que sirva a su vez para el movimiento de contenedores.
- A corto plazo se requerirá aumentar la capacidad de almacenamiento para los fluidos en las instalaciones de Exxo.
- Para mejorar las condiciones actuales de la carretera México – Tuxpan y con esto fomentar el desarrollo del Puerto de Tuxpan, se propone ampliar el tramo carretero Nuevo Necaxa – Tihutlán, que actualmente es de dos carriles, a cuatro, con un ancho por carril de 3.00 m y 0.60 m de acotamiento.
- Con la ampliación propuesta mejorarán los niveles de servicio en el tramo Nuevo Necaxa - Tihuatlán, pasando de niveles "D" y "E" a un nivel "B", lo que permitirá una circulación más fluida y se podrán alcanzar mayores velocidades, por lo tanto se reducirán los tiempos de recorrido y los costos de operación.
- Con la ampliación del tramo Nuevo Necaxa – Tihutlán y entrando en operación la autopista Tulancingo - Nuevo Necaxa, el tiempo de recorrido de México a Tuxpan será menor en un 18% que de México a Veracruz.
- Con respecto a los costos de operación estos disminuyen considerablemente para el caso de los automoviles y camiones (28%) y para los tractores con semiremolque o remolque el porcentaje es menor (12%).
- La diferencia de los ahorros en los costos de operación entre los diferentes tipos de vehículos, se debe a que los niveles de servicio en una carretera no influyen de la misma manera en cada tipo de vehículo, los automoviles al circular a una velocidad baja por encontrarse el camino en un nivel "D" o "E",

aumenta inmediatamente sus costos de operación, en el caso de los tractores, estos generalmente viajan a las mismas velocidades, no importando en que nivel de servicio se encuentra la carretera, en los tractores influye más el estado de conservación de la vía.

- El ahorro en los costos de operación al mejorar las condiciones de la carretera, se deben entre otros aspectos a que existe un menor consumo de combustible, ésto representa una contribución a la conservación de los recursos naturales (en este caso el petróleo) además de que se generan menos emisiones contaminantes.
- Para poder llevar a cabo un proyecto es necesario presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, en la que se tiene que describir los posibles impactos en la planeación, construcción, operación y desalojo de la obra, así como la manera de mitigarlos.

Bibliografía.

UNCTAD. Desarrollo portuario. Manual de planificación para los países en desarrollo, 2^{da} Edic., ONU, Nueva York, 1984, 239 p.

Puertos Mexicanos. Manual de dimensionamiento portuario. SCT, México.

Programa maestro del puerto de Tuxpan, Ver. APITUX, Actualizado a 1996.

Catastro portuario. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, SCT, 1996

Anuario estadístico. Movimiento de carga, buques y pasajeros, Dirección General de Puertos, 1997.

Los Puertos Mexicanos en Cifras. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, SCT, 1991-1997

Diferentes Folletos Editados por la APITUX, Ver.

Subsecretaría de Infraestructura, Manual de capacidad vial, SCT, México, 1991, 135 p.

Secretaría de Obras Públicas. Manual de proyecto geométrico de carreteras, SCT, 1976.

Subsecretaría de Infraestructura. Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras, SCT, 1995.

Subsecretaría de Infraestructura. Datos viales. SCT, 1992,1994,1995,1996 y 1997.

Crespo Villalaz Carlos. Vías de comunicación, 1^{era} Edic., LIMUSA, México, 1984, pp.1-221

Instituto Mexicano del Transporte. Estado superficial y costos de operación en carreteras. publicación técnica No. 30, SCT, México, 1991, 69 p.

Instituto Mexicano del Transporte. Elementos de proyecto y costos de operación en carreteras. publicación técnica No. 20, SCT, México, 1991.

Instituto Mexicano del Transporte. Seminario internacional de pavimentos. Memoria, SCT, México, 1991.

Ing. Vázquez González Alaba B. e Ing. Valdez Enrique César. Impacto ambiental, Facultad de Ingeniería UNAM, 1993, pp.111-141 y 171-208

Impacto de los caminos en el medio ambiente, SCT, 1984.

Subsecretaría de Infraestructura. Estudio mitigatorio de impacto ambiental, carretera: México - Toluca, SCT, 1985.

SEMARNAP, El desarrollo sustentable. Una alternativa de política institucional. 2^{da} Edic., SEMARNAP, México, 1997, 80 p.

SEMARNAP, Antología. La educación superior ante los desafíos de la sustentabilidad. 1^{era} Edic., México, 1999, pp. 1-213

ANEXO I

GRÁFICO II

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación III: necesidades de superficie de almacenamiento

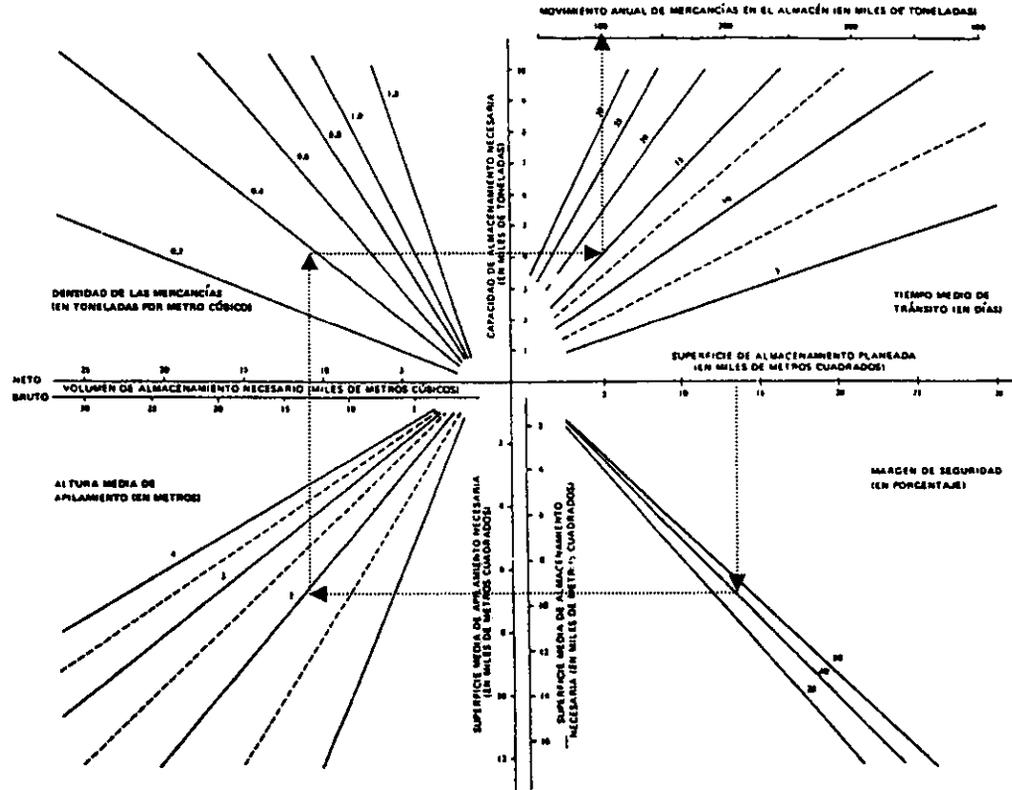
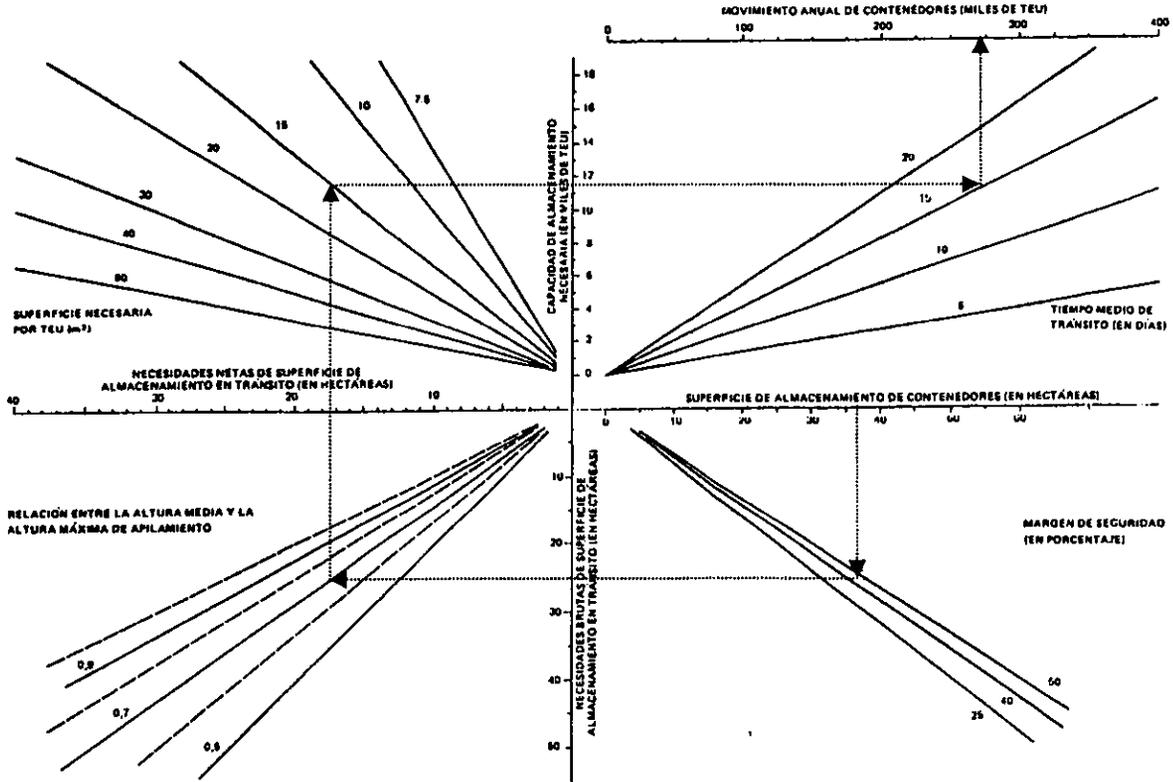


GRÁFICO 20

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación I: zona de almacenamiento de contenedores



NOTA: 1 hectárea = 10,000 m²

TABLA 1.1.1 NIVELES DE SERVICIO EN AUTOPISTAS

NIVEL DE SERV.	D ¹	VELOCIDAD DE PROYECTO, EN KPH					
		110		100 - 90		80	
		\bar{v}^2	v/c ³	\bar{v}^2	v/c ³	\bar{v}^2	v/c ³
A	8	95	0.36	/	/	4	/
B	13	90	0.60	79	0.52	/	/
C	19	84	0.80	74	0.70	68	0.68
D	27	70	0.95	66	0.86	61	0.86
E	42	48	1.00	4 ⁴	1.00	48	1.00
F		/	/	/	5	/	/

1. Límite superior de la densidad, en apt/kc
2. Límite inferior de la velocidad media de viaje, en kph
3. Límite superior de la relación V/c
4. Nivel de servicio no obtenible
5. Por ser flujo inestable, los valores varían hasta los límites del nivel de servicio E.

TABLA 1.1.2 FACTORES DE AJUSTE POR RESTRICCIONES EN EL ANCHO DE CARRILES Y OBSTACULOS LATERALES EN AUTOPISTAS Y EN-CARRERAS DIVIDIDAS DE CARRILES MULTIPLES

N y ambos sentidos	DIST OBST (l)	OBSTACULOS EN UN LADO anchos de carril, en m				OBSTACULOS EN AMBOS LADOS anchos de carril, en m			
		3.50	3.30	3.00	2.70	3.50	3.30	3.00	2.70
		4	1.80	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97
1.50	0.99		0.96	0.90	0.80	0.99	0.96	0.90	0.80
1.20	0.99		0.96	0.90	0.80	0.98	0.95	0.89	0.79
0.90	0.98		0.95	0.88	0.79	0.96	0.93	0.87	0.77
0.60	0.97		0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
0.30	0.93		0.90	0.85	0.76	0.87	0.85	0.80	0.71
0.00	0.90		0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
6-8	1.80	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.89	0.78
	1.50	0.99	0.95	0.88	0.77	0.99	0.95	0.88	0.77
	1.30	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
	0.90	0.98	0.94	0.87	0.76	0.97	0.93	0.86	0.76
	0.60	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
	0.30	0.95	0.92	0.86	0.75	0.93	0.89	0.83	0.72
	0.00	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70

1. Algunos obstáculos, en particular barreras centrales especiales, no causan ningún efecto en el tránsito; por lo tanto los factores deben aplicarse con juicio.

TABLA 1.1.3 AUTOMOVILES EQUIVALENTES PARA ANALISIS GENERALIZADO DE SEGMENTOS DE AUTOPISTA

TIPO DE VEHICULO	SIMBOLO	TIPO PLANO	TERRENO	
			DE LOMERIO	MONTAÑOSO
Camión	E _C	1.7	4.0	8.0
Autobús	E _B	1.5	3.0	5.0
Recreativo	E _R	1.6	3.0	4.0

TABLA 1.1.4 AUTOMOVILES EQUIVALENTES PARA ANALISIS DE TANGENTES ESPECIFICAS DE AUTOPISTAS DE CUATRO CARRILES

P (%)	LONGITUD TANGENTE (m)	E _C 2			E _R 2			E _B
		% DE CAMIONES			% DE VEH RECR			
		2	10	20	2	10	20	
1	< 800	3	3	3	3	3	3	1.6
	801-1600	5	3	3	5	3	3	
	> 1600	7	4	3	7	3	3	
2	< 400	4	3	3	4	3	3	1.6
	401- 800	7	4	4	7	4	4	
	801-1200	8	4	4	8	5	4	
	1201-2400	9	6	5	9	5	5	
	> 2400	10	6	5	10	5	5	
3	< 400	6	4	3	6	4	3	1.6
	401- 800	9	5	5	8	5	5	
	801-1600	12	6	6	10	5	5	
	1601-2400	13	7	7	11	6	6	
	> 2400	14	8	7	12	7	7	
4	< 400	7	4	4	7	4	3	1.6
	401- 800	12	6	6	10	5	5	
	801-1600	15	8	7	12	7	7	
	> 1600	17	9	9	13	8	8	
5	< 400	8	5	5	8	5	5	3.0
	401- 800	13	7	7	11	6	6	
	801-1600	20	17	11	14	9	9	
	> 1600	22	13	13	17	11	11	
6	< 400	9	6	6	9	5	5	5.5
	401- 800	17	9	9	13	8	8	
	801-1200	20	12	12	16	11	11	
	> 1200	28	18	18	20	14	14	

1. Interpoliar para composiciones intermedias y aproximar al entero.
2. Si la pendiente es fraccionaria, redondear al entero superior.

TABLA 2.2.2 NIVELES DE SERVICIO PARA ANALISIS GENERALIZADO DE LAS CARRETERAS DE DOS CARRILES. AMBAS DIRECCIONES

TIPO DE TERRENO	NS	DP (a)	VEL (b)	RELACION V/c ^(c) PARA CARRETERAS CON LONGITUD DE REBASE RESTRINGIDO EN :					
				0%	20%	40%	60%	80%	100%
PLANO	A	30	93	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04
	B	45	88	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16
	C	60	83	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32
	D	75	80	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57
	E	90	72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	F	100					(d)		
LOMERIO	A	30	91	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
	B	45	86	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13
	C	60	82	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28
	D	75	78	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43
	E	90	64	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90
	F	100					(d)		
MONTAÑOSO	A	30	90	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
	B	45	86	0.25	0.20	0.16	0.13	0.13	0.10
	C	60	78	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
	D	75	72	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
	E	90	56	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78
	F	100					(d)		

(a) Límite superior de la demora porcentual (DP), en porcentaje.

(b) Límite inferior de la velocidad media de viaje, en kph. Esta cifra es informativa y se aplica cuando la velocidad de proyecto es al menos de 100 kph (velocidad en condiciones ideales).

(c) La relación V/c está referida a c = 2800 aph en ambas direcciones. El porcentaje de rebase restringido puede estimarse con el de longitud de carretera con distancias de visibilidad menores a 450 m.

(d) Muy variable; el límite corresponde al nivel de servicio E.

TABLA 2.2.4 FACTORES DE AJUSTE POR DISTRIBUCION DIRECCIONAL EN CARRETERAS DE DOS CARRILES

DISTRIBUCION DIRECCIONAL SENTIDO 1/SENTIDO 2	PARA ANALISIS GENERALIZADO	PARA ANALISIS DE TANG. ESPECIFICAS (SENT 1 ASCENDENTE)
100/0	0.71	0.58
90/10	0.75	0.64
80/20	0.83	0.70
70/30	0.89	0.78
60/40	0.94	0.87
50/50	1.00	1.00
40/60		1.20
30/70		1.50

TABLA 2.2.5 FACTORES DE AJUSTE POR EFECTO DE RESTRICCIONES EN EL ANCHO DE CARRIL Y DE ACOTAMIENTOS EN CARRETERAS DE DOS CARRILES.

ANCHO DE ACOTAMIENTO EN M (a)	ANCHO DE CARRIL, EN M. Y NIVEL DE SERVICIO (b)											
	3.50			3.30			3.00			2.70		
	A	-D	E	A	-D	E	A	-D	E	A	-D	E
1.80	1.00	1.00		0.93	0.94		0.84	0.87		0.70	0.76	
1.20	0.92	0.97		0.85	0.92		0.77	0.85		0.65	0.74	
0.60	0.81	0.93		0.75	0.88		0.68	0.81		0.57	0.70	
0.00	0.70	0.88		0.65	0.82		0.58	0.75		0.49	0.66	

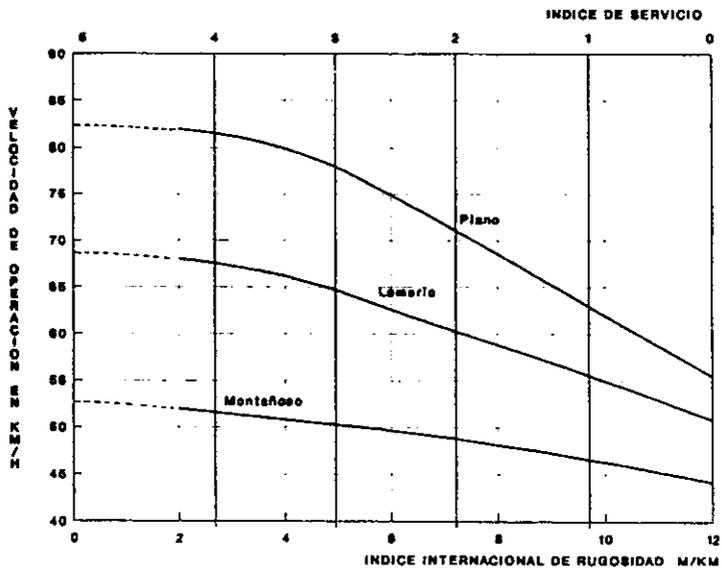
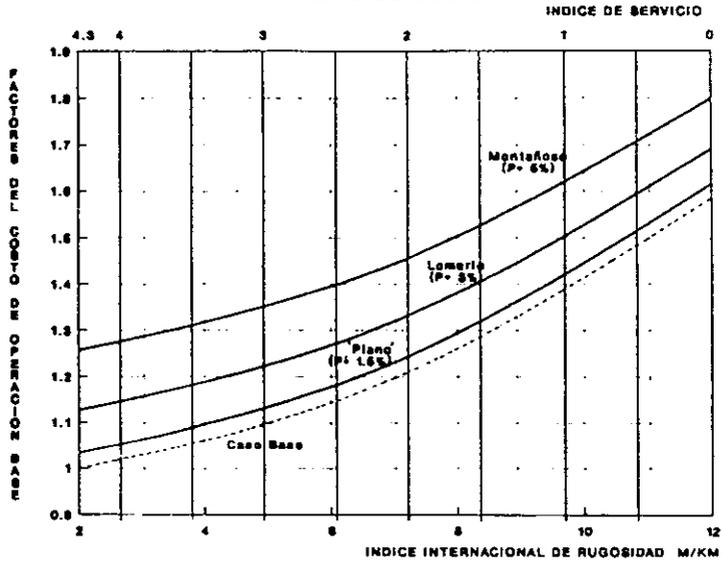
(a) Usar ancho medio si los acotamientos tienen anchos diferentes

(b) Para analizar tramos especificos considere NS = E para velocidades menores a 72 kph.

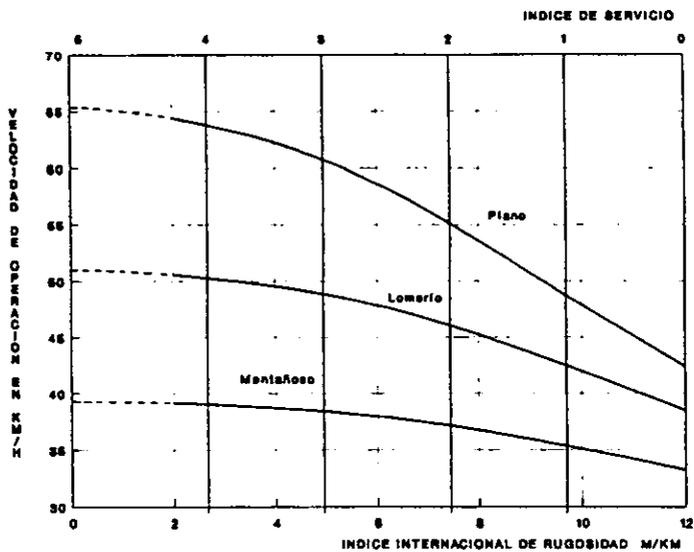
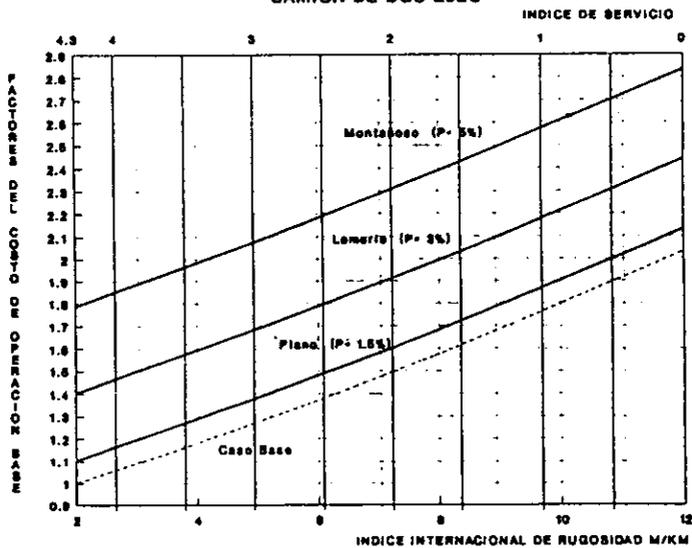
TABLA 2.2.6 AUTOMOVILES EQUIVALETES PARA ANALISIS GENERALIZADO DE CARRETERAS DE DOS CARRILES.

TIPO DE VEHICULO	SIMBOLO	NIVEL DE SERVICIO	TIPO DE TERRENO		
			PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
CANION	E _C	A	2.0	4.0	7.0
		B - C	2.2	5.0	10.0
		D - E	2.0	5.0	12.0
RECREACIONAL	E _R	A	2.2	3.2	5.0
		B - C	2.5	3.9	5.2
		D - E	1.6	3.3	5.2
AUTOBUS	E _B	A	1.8	3.0	5.7
		B - C	2.0	3.4	6.0
		D - E	1.6	2.9	6.5

VEHICULO LIGERO



CAMION DE DOS EJES



CAMION ARTICULADO

